

PHYSIQUE

1ère Année de l'enseignement secondaire

Auteurs:

Limam Moncef : Inspecteur
Mimouni Slaheddine : Inspecteur
Boudriga Imed : Conseiller pédagogique
Sridi Thouraya : Professeur Principal

Evaluateurs

Daoud Ftouh : Inspecteur Général de l'Education
Gharbi Abdelhafidh : Professeur Universitaire
Mandhouj Salem : Inspecteur Principal

Avant - Propos

Ce manuel est destiné aux élèves de première année de l'enseignement secondaire. Il est conforme au programme officiel.

Le contenu et l'approche adoptée visent à développer chez l'élève un certain nombre de compétences :

- expérimenter ;
- conceptualiser ;
- communiquer ;
- résoudre des problèmes.

Dans le souci d'impliquer l'élève dans l'appropriation du savoir et de développer ses capacités à apporter des réponses à des situations problèmes, le cheminement adopté vise à favoriser une investigation spontanée suivie d'une investigation réfléchie qui conduit à une structuration des apprentissages.

Chaque chapitre comporte :

- ✓ une séquence intitulée "**activités de mise en situation**" qui permet, suite à des observations, de faire émerger un questionnement qui cadre la (les) situation(s) problème(s) et qui justifie les activités d'apprentissages ultérieures. L'objectif est de faire acquérir à l'élève une curiosité formative face à son environnement ;
- ✓ une séquence intitulée "**activités expérimentales**" qui comporte des activités (expérimentation, observation, collecte de données ou d'informations, traitement des données ou des informations pour une synthèse) et des questions (*en italiques*) posées à la fin de certaines activités visant une évaluation formative en amenant l'élève à investir ses acquis dans des situations de même type ;
- ✓ une "**fiche T.P**" qui vise à mettre l'élève en contact avec une activité expérimentale de recherche ou de réalisation d'un projet ;
- ✓ une séquence intitulée "**recherche documentaire**" qui entraîne l'élève à la collecte des informations et des données à partir d'un document écrit ou photographié suivie d'une synthèse. Elle vise aussi à développer sa capacité à exploiter une publication scientifique et à porter un jugement à son égard ;
- ✓ un résumé qui comporte "**l'essentiel du cours**" ;
- ✓ des renvois à des "**sites Internet**" en vue d'habituer l'élève à utiliser l'Internet en vue de chercher une information;
- ✓ un "**exercice résolu**" qui permet d'acquérir une méthode de résolution des problèmes ;
- ✓ une "**série d'exercices**" répartis en trois catégories qui permettent :
 - de vérifier s'il a compris ;
 - d'utiliser ses acquis dans des situations simples ;
 - d'utiliser ses acquis pour une synthèse en assurant un certain degré d'intégration.
- ✓ une séquence intitulée "**savoir plus**" : c'est un texte qui propose une ouverture montrant le rôle que jouent les sciences et leurs utilisations dans les activités humaines en relation avec l'environnement.

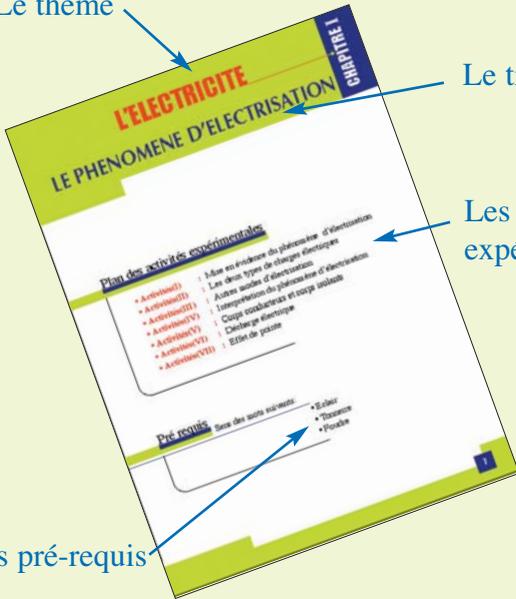
Les collègues enseignants sont invités à nous faire parvenir leurs remarques et leurs suggestions.

Les Auteurs

Thème	Chapitre	Activités de mise en situation	Activités expérimentales	Fiche de T.P	Recherche documentaire	L'essentiel du cours	Naviguer sur L'Internet	Exercice résolu	Exercices à résoudre	Savoir Plus
La Mécanique	Le mouvement	148	150	156	157	158	158	159	160	162
	Les actions mécaniques	164	166	172	173	174	174	175	176	178
	Forces et équilibre	180	182	188	189	190	190	191	192	194
	Forces et pression	196	198	202	203	204	204	205	206	206
L'Énergie	Energie et contrôle	210	212	220	221	222	222	223	224	226
L'Astronomie	La Terre et l'univers	228	230	236	237	238	238	239	240	242
	La lumière et sa propagation	244	246	252	253	254	254	255	256	258
L'Optique	Spectre de lumière et vision	260	262	268	269	270	270	271	272	274

Pour une utilisation

Le thème

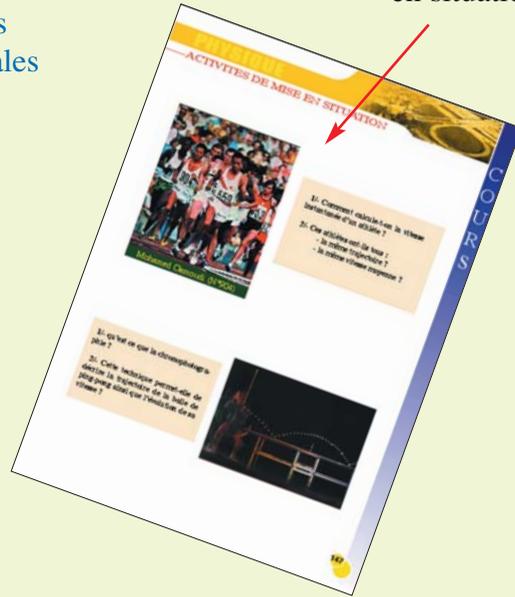


Le titre du chapitre

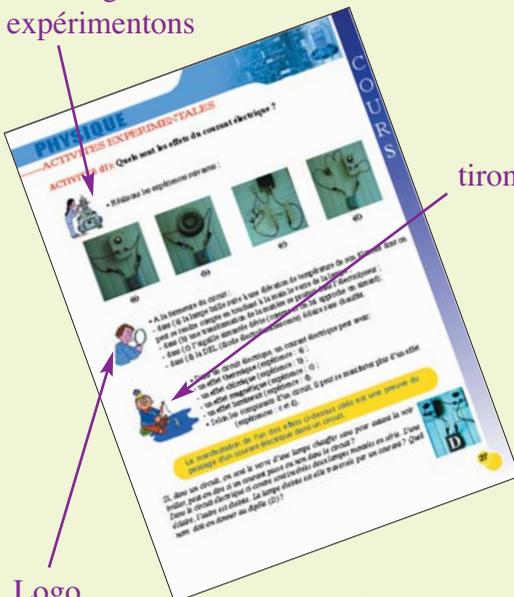
Les activités expérimentales

Les pré-requis

Activités de mise en situations



Logo expérimentons

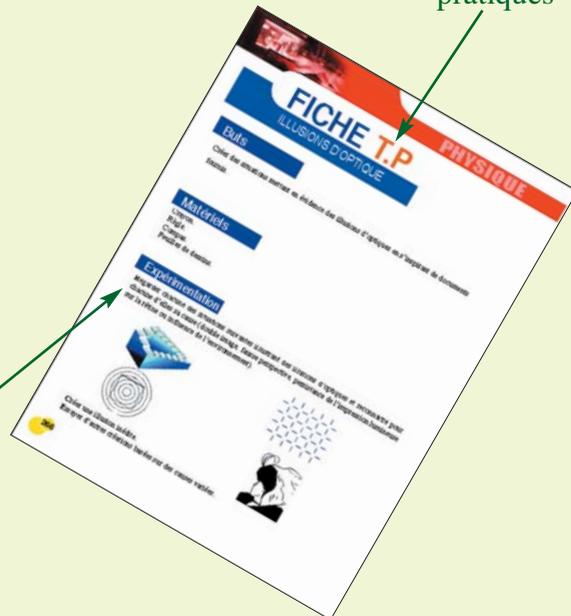


Logo tirons les résultats

Logo observons

Des consignes à suivre pour réaliser les expériences

Fiche des travaux pratiques



aisée de Votre manuel

Texte à exploiter

RECHERCHE DOCUMENTAIRE
LA CAGE DE FARADAY

La cage de Faraday est une cavité en métal qui protège l'intérieur des champs électrostatiques. Elle est nommée en l'honneur du physicien anglais Michael Faraday.

Une cage de Faraday est constituée d'un matériau conducteur. Lorsque des charges électriques sont présentes à l'extérieur, elles se répartissent sur la surface externe de la cage, créant un champ électrique nul à l'intérieur.

Les cages de Faraday sont utilisées pour protéger les équipements électroniques sensibles des interférences électromagnétiques. Elles sont également utilisées pour protéger les personnes des décharges électrostatiques.

1) Pourquoi, en volant, se décharge-t-on ?
2) Citez quelques dangers d'un orage.
3) Cherchez la source de l'électricité statique.
4) Pourquoi doit-on éviter de toucher les fils électriques à terre ?
5) Pourquoi les avions sont-ils équipés d'un système de décharge électrostatique ?

des questions pour compléter les acquis

L'essentiel du chapitre

L'ESSENTIEL DU COURS

- Certains corps forment des charges d'électricité. Ce qui qu'ils exercent une influence d'électrostatique sur d'autres.
- On distingue deux types de charges électriques :
 - des charges positives ;
 - des charges négatives ;elles s'attirent.
- Les charges positives et négatives s'attirent.
- Deux corps chargés d'électricité de signes opposés s'attirent.
- Un corps chargé peut attirer un corps neutre ou un corps chargé de signe opposé.
- La propriété d'attraction ou de répulsion permet de distinguer les charges positives et négatives.
- L'électrostatique est une branche de la physique qui étudie les phénomènes liés à l'électricité statique.
- On a découvert que les charges électriques sont transportées par des électrons.
- La tension électrique est la force qui provoque le déplacement des électrons.
- La tension électrique est la force qui provoque le déplacement des électrons.

APERÇU HISTORIQUE
Théophraste le Phrygien (340-260 av. J.-C.)
Thales de Milet (625-546 av. J.-C.)
William Gilbert (1544-1603)

Exercices d'évaluation

EXERCICES

VÉRIFIER SES ACQUIS

- 1) Expliquez les phénomènes suivants en les commentant.
 - a) Pourquoi les cheveux se dressent-ils quand on se frotte avec un tissu en laine et sur tout autre matériau isolant conducteur ?
 - b) Pourquoi les objets métalliques se chargent-ils plus facilement que les objets isolants ?
 - c) Pourquoi les objets métalliques se chargent-ils plus facilement que les objets isolants ?
- 2) Choisissez le ou les mots exacts.
 - a) Les charges positives et négatives s'attirent.
 - b) Les charges positives et négatives se repoussent.
 - c) Les charges positives et négatives s'attirent et se repoussent.
 - d) Les charges positives et négatives s'attirent et se repoussent.
- 3) Choisissez le ou les mots exacts.
 - a) Les charges positives et négatives s'attirent.
 - b) Les charges positives et négatives se repoussent.
 - c) Les charges positives et négatives s'attirent et se repoussent.
 - d) Les charges positives et négatives s'attirent et se repoussent.

UTILISER SES ACQUIS DANS DES SITUATIONS SIMPLES

- 1) Choisissez le ou les mots exacts.
 - a) Les charges positives et négatives s'attirent.
 - b) Les charges positives et négatives se repoussent.
 - c) Les charges positives et négatives s'attirent et se repoussent.
 - d) Les charges positives et négatives s'attirent et se repoussent.

Des renvois à des sites Internet

Exercice pour s'entraîner

EXERCICE RESOLU

Théorème

On considère un conducteur chargé positivement. On se place à l'extérieur du conducteur. Les lignes de champ électrique sont représentées par des traits qui sortent du conducteur et se dirigent vers l'extérieur.

Solution

Les lignes de champ électrique sont représentées par des traits qui sortent du conducteur et se dirigent vers l'extérieur.

Commentaires

Dans un conducteur chargé positivement, les électrons sont attirés vers la surface externe. Les lignes de champ électrique sont donc dirigées vers l'extérieur.

Savoir pour une ouverture

SAVOIR PLUS
LA Foudre

La foudre est un phénomène électrique qui se produit lors d'un orage. Elle est causée par l'accumulation de charges électriques dans les nuages.

Les nuages sont constitués de gouttelettes d'eau et de cristaux de glace. Lorsque les gouttelettes s'accroissent, elles tombent et se chargent électriquement. Les cristaux de glace, eux, restent en suspension et se chargent positivement.

La différence de charge entre les deux parties du nuage crée un champ électrique très intense. Lorsque la tension devient trop élevée, l'air se ionise et permet le passage d'un courant électrique.

La foudre est donc une décharge électrique qui se produit entre deux parties du nuage ou entre un nuage et la terre.

NAVIGUER SUR L'INTERNET

ELECTRICITE

http://artic.ac-besancon.fr/Sciences_Physiques/physique_chimie/ress_peda/pre/1S/phy1S/electrostatic.htm#TP

<http://www.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e03inten.htm>

http://www.ac-poitiers.fr/sc_phys/prog/mpi/stages/Tp_cours/01tensio.doc

http://www.walter-fendt.de/ph11f/ohmslaw_f.htm

http://www.ac-poitiers.fr/sc_phys/prog/mpi/stages/Tp_cours/06Ohm.doc

MATIERE

<http://www.ac-versailles.fr/pedagogi/physique-chimie/prog/college/chimie/progression5/default.htm>

http://www.inrp.fr/lamap/scientifique/etats_de_la_matiere/essentiel/densite.htm

<http://www.ac-amiens.fr/academie/pedagogie/spc/phydoc/ftp/ftpdocph.htm>

<http://www.csvt.qc.ca/patriotes/sciences/scp4/listescp.html>

MECANIQUE

http://www.ac-reims.fr/datice/sc_physiques2/docs/lyc/2/galilee.htm

http://www.ac-reims.fr/datice/sc_physiques2/docs/lyc/2/galilee.htm

<http://www.web-sciences.com/fiches1s/fiche16/fiche16.htm>

http://www.ac-toulouse.fr/sc_phy/docum/phy/ter/sms/ptsmco07.html

ENERGIE

<http://www.energie-plus.com/>

<http://www.citedelenergie.com/>

<http://www.esq.qc.ca/>

ASTRONOMIE

<http://perso.club-internet.fr/mzumelzu/>

<http://www.rocler.qc.ca/caori/orion/>

<http://www.ac-dijon.fr/pedago/Astronomie/>

<http://www.dasop.obspm.fr/dasop/>

OPTIQUE

<http://physique.haplosciences.com/lumiere.html>

<http://www.ac-orleans-tours.fr/physique/phyel/quatr/lumi%C3%A8re1.htm>

<http://www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/french/Atmosphere/Older/Energy.html>

<http://www.edunet.tn/physique/Tunis/cdoptique/intro.htm>

L'ELECTRICITE

LE PHENOMENE D'ELECTRISATION

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Mise en évidence du phénomène d'électrisation
- **Activités(II)** : Les deux types de charges électriques
- **Activités(III)** : Autres modes d'électrisation
- **Activités(IV)** : Interprétation du phénomène d'électrisation
- **Activités(V)** : Corps conducteurs et corps isolants
- **Activités(VI)** : Décharge électrique
- **Activités(VII)** : Effet de pointe

Pré-requis

Sens des mots suivants:

- Eclair
- Tonnerre
- Foudre

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Pourquoi des cheveux secs brossés avec un peigne en matière plastique se dressent-ils ?

2/- Comment expliquer le fait que les cheveux sont attirés par le peigne ?

3/- Pourquoi nos ancêtres se brossent-ils avec des peignes en bois ?

4/- Quel genre de peigne choisissez-vous pour vous brosser ?

En ouvrant la porte de la voiture, pour embrasser sa maman qui rentre après une course par temps sec et ensoleillé, la petite fille a senti une décharge électrique.

1/- Comment expliquer l'électrification de la poignée de la voiture ?

2/- Quelle solution proposez-vous pour :

- décharger la carrosserie de la voiture ?
- ne pas subir l'effet de la décharge en ouvrant la porte de la voiture ?

3/- La décharge qu'on peut ressentir, lors du contact avec un corps électrisé, peut-elle présenter un danger ?





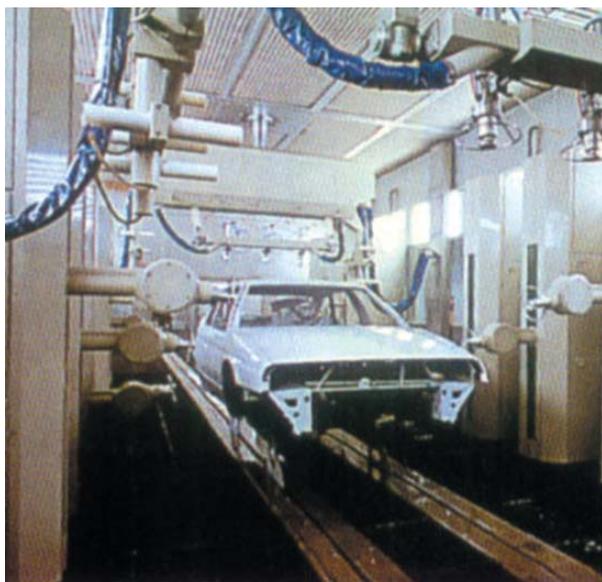
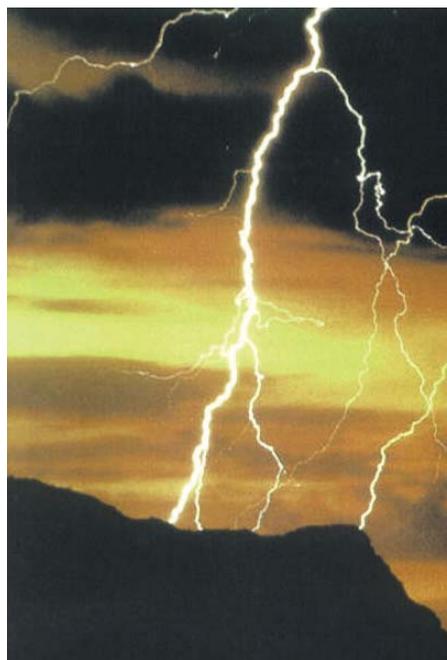
— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Qu'est-ce qu'un éclair ?

2/- Qu'est-ce qu'une foudre ?

3/- L'éclair, la foudre et le tonnerre sont-ils dangereux ?

4/- Qu'est-ce qu'un paratonnerre (ou parafoudre) et comment fonctionne-t-il ?



1/- Qu'est-ce qu'une peinture électrostatique ?

2/- Les gouttelettes de peinture éjectées par le pistolet sont attirées par la carrosserie de la voiture. Quels sont les avantages d'une telle technique ?

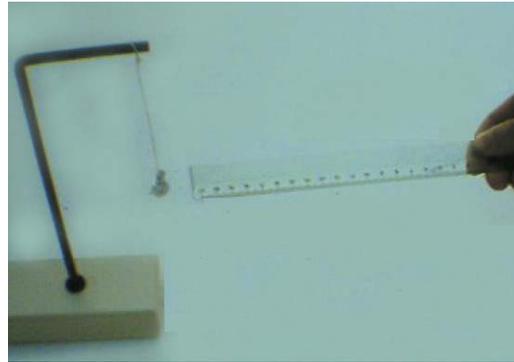
ACTIVITES EXPERIMENTALES

Toutes les expériences sont à réaliser dans une atmosphère sèche.

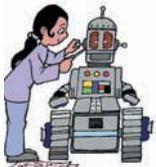
ACTIVITES (I) : Comment mettre en évidence le phénomène d'électrisation ?



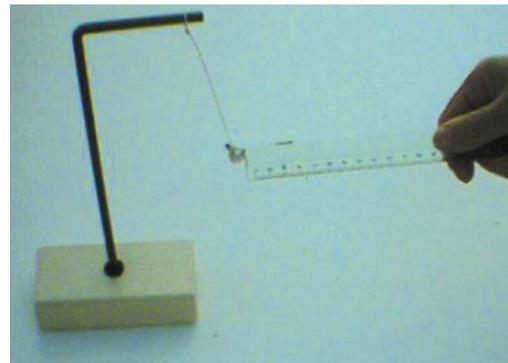
- Approchons une règle en plexiglas d'une boule très légère en polystyrène recouverte d'une feuille très fine en aluminium et suspendue à un fil en soie (dispositif appelé pendule électrostatique).



- La règle n'a aucune action sur la boule.



- La même règle frottée avec un tissu en laine est approchée du pendule électrostatique sans toucher la boule.



- La règle attire la boule.

Des expériences analogues aux précédentes, réalisées avec des bâtons en verre puis en cuivre muni d'un manche en bois..., donnent les mêmes observations faites avec la règle en plexiglas.

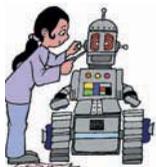


- Le frottement a modifié les propriétés de la surface de la règle : elle est devenue capable d'attirer les corps légers. On dit qu'elle est **électrisée** ou **chargée d'électricité**.

Généralisation

Des matériaux tels que le verre, le plexiglas, le plastique, le caoutchouc synthétique, les métaux, la laine, les tissus synthétiques... sont susceptibles d'être électrisés par frottement.

ACTIVITES (II) : Quels sont les deux types de charges électriques ?



- Frottons deux bâtons en verre (V), deux bâtons en plexiglas (P) et deux bâtons en P.V.C avec des tissus en laine et vérifions à l'aide d'un pendule électrique qu'ils sont électrisés. Plaçons les, deux à deux, sur des supports mobiles autour d'un axe vertical et notons dans un tableau les observations.

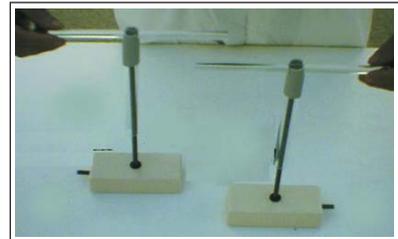
— ACTIVITES EXPERIMENTALES



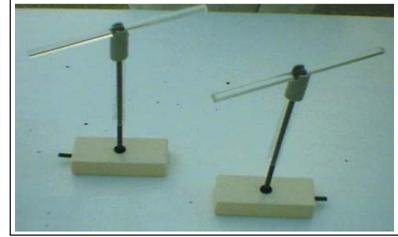
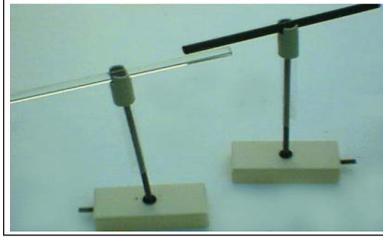
Libérons simultanément les deux bâtons en verre



Libérons simultanément le bâton en verre et le bâton en P.V.C



Libérons simultanément le bâton en verre et le bâton en plexiglas



On obtient le tableau suivant :

	Verre (V)	P.V.C	Plexiglas(P)
Verre (V)	Répulsion	Attraction	Répulsion
P.V.C	Attraction	?	?
Plexiglas (P)	répulsion	?	?

- Prévoir et vérifier par l'expérience ce qui se passe lorsqu'on approche un bâton en P.V.C d'un bâton en plexiglas, un bâton en plexiglas d'un autre bâton en plexiglas et un bâton en P.V.C d'un autre bâton en P.V.C.



- Entre deux corps électrisés se manifestent des actions mutuelles, appelées **interaction**.
- Dans certains cas, cette interaction est une répulsion : les corps électrisés **se repoussent mutuellement**.
- Dans d'autres cas cette interaction est une attraction : les corps électrisés **s'attirent mutuellement**.

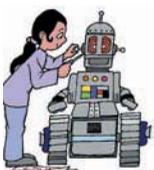
- Vis-à-vis du verre électrisé par frottement contre une étoffe en laine, les corps électrisés n'ont pas tous le même comportement :

- une famille de corps électrisés repoussent le verre. On convient d'attribuer le signe (+) à la charge électrique que portent ces corps (ce type d'électricité s'appelait au XVIII siècle : électricité vitrée).
- une famille de corps électrisés attirent le verre. On convient d'attribuer le signe (-) à la charge électrique que portent ces corps (ce type d'électricité s'appelait au XVIII siècle: électricité résineuse).

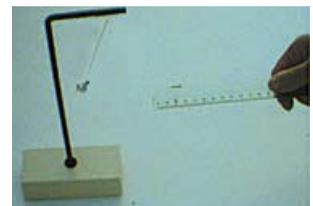
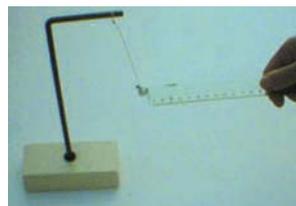
Généralisation

Deux corps chargés d'électricité de même signe se repoussent.
Deux corps chargés d'électricité de signes contaires s'attirent.

ACTIVITES (III): Y a-t-il d'autres modes d'électrisation ?



- Approchons une règle en plexiglas, électrisée par frottement avec un tissu en laine, de la boule d'une pendule électrostatique initialement non électrisée.



ACTIVITES EXPERIMENTALES



- La boule est attirée par la règle jusqu'à venir la toucher. Juste après le contact, la boule est repoussée.



- Approchons une règle en P.V.C électrisée par frottement de la boule d'un pendule électrostatique initialement non électrisée.



- La boule est attirée par la règle jusqu'à venir la toucher. Juste après le contact, la boule est repoussée.



- Tout juste après le contact entre la règle en plexiglas électrisée positivement et la boule, il y a répulsion. La boule est devenue électrisée: elle est devenue porteuse d'une charge de même signe que celle portée par la règle, c'est-à-dire une charge (+).
- Tout juste après le contact entre la règle en P.V.C électrisée négativement et la boule, il y a répulsion. La boule est devenue électrisée elle est devenue porteuse d'une charge de même signe que celle portée par la règle, c'est-à-dire une charge (-).

Généralisation

Lors d'un contact avec un corps électrisé un deuxième corps est susceptible de devenir électrisé. Il s'agit d'un autre mode d'électrisation : électrisation par contact.

Le corps électrisé par contact devient porteur de charges de même signe que le corps électrisant.



- Approchons du dispositif ci-contre, un bâton en verre électrisé par frottement avec un tissu en laine.



- L'aiguille de l'appareil dévie.

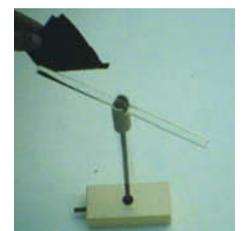


- La répulsion entre la tige et l'aiguille montre que les propriétés électriques de l'appareil ont changé. On dit que l'appareil est devenu **électrisé par influence**.
- L'appareil permet de nous renseigner si un corps qui lui est approché est électrisé ou non. Pour cette raison il est appelé **électroscope**.

ACTIVITES (IV) : Comment interpréter le phénomène d'électrisation ?



- Electrison un bâton en plexiglas par frottement à l'aide d'un tissu en laine puis plaçons-le sur un pivot vertical.
- Approchons le tissu en laine de la règle.



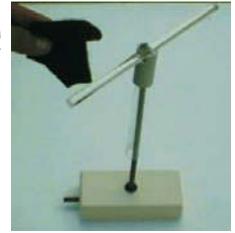
- Le tissu attire la règle en plexiglas.



ACTIVITES EXPERIMENTALES



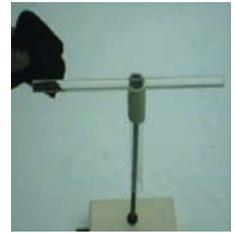
- Approchons un deuxième tissu en laine frotté avec un bâton en P.V.C du même bâton en plexiglas.



- Le tissu en laine repousse le bâton en plexiglas.



- Approchons un troisième tissu en laine du même bâton en plexiglas sans qu'il ne soit frotté.



- il n'y a ni attraction, ni répulsion : il n'y a aucune interaction.



- Par frottement, le tissu en laine est susceptible de porter une électricité positive ou une électricité négative selon le corps frottant.
- Un corps non frotté et non électrisé par contact n'a pas d'action sur les corps frottés. Il est **électriquement neutre**.

Un modèle pour expliquer le phénomène d'électrisation

On doit admettre que la matière contient des **porteurs de charges** qui sont de deux types :

- des porteurs de charges renfermant de l'électricité négative ;
 - des porteurs de charges renfermant de l'électricité positive.
- Un corps électriquement **neutre** est formé de matière qui renferme des **quantités égales d'électricité** positive et d'électricité négative.
 - Lors du frottement, des particules **chargées négativement**, appelées **électrons**, migrent d'un corps à un autre :
 - celui qui reçoit ces électrons devient porteur d'une quantité d'électricité négative supérieure à la quantité d'électricité positive (qui n'est pas modifiée). La **charge globale** devient **négative**.
 - celui qui cède ces électrons devient porteur d'une quantité d'électricité positive supérieure à la quantité d'électricité négative. La **charge globale** devient **positive**.
 - La charge portée par un corps est une grandeur mesurable, notée **q**. Son unité s'exprime dans le système international en **coulomb**, de symbole (C).
 - La charge portée par un électron est notée **-e** ; **e** est la charge élémentaire dont la valeur est **1,6.10⁻¹⁹ C**.
 - Lors du contact d'un corps (A) électrisé négativement avec un corps (B) neutre, **quelques électrons migrent** de (A) vers (B) ce qui engendre un excès de charges négatives dans (B). (B) devient, comme (A), électrisé négativement.

Expliquer l'électrisation d'un corps neutre lors d'un contact avec un corps électrisé positivement.

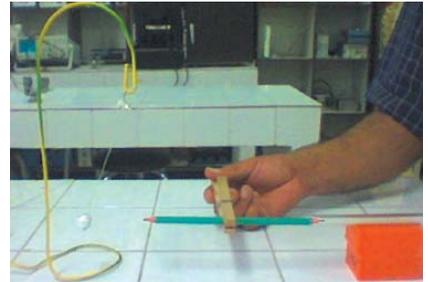
ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V): Tous les corps sont-ils conducteurs ?

- Electrison par frottement (ou par contact) une règle en plexiglas. Plaçons-la à une distance L de la boule d'un pendule électrostatique telle qu'on ne perçoit pas un effet appréciable sur la boule.

- Intercalons entre la règle et la boule une tige en carbone (crayon taillé des deux bouts), tenue par une pince en bois et telle qu'elle vienne toucher par un bout la règle et par l'autre la boule.

- Reprenons la même expérience en remplaçant la tige en carbone par une autre en verre, puis en cuivre, puis en bois, puis en P.V.C, puis en plexiglas, enfin en aluminium,



- La boule est repoussée dans le cas du cuivre, de l'aluminium et du carbone.
- La boule garde sa position dans le cas du bois, du verre, du P.V.C et du plexiglas.



- La boule s'électrise positivement par contact avec les tiges en cuivre, en aluminium et en carbone.

- La boule ne s'électrise pas, malgré le contact avec les autres tiges.

Interprétation

- Par contact avec la règle en plexiglas, la tige en cuivre (ou en aluminium ou en carbone) s'électrise positivement en cédant des électrons à la règle. Ces électrons ayant quitté la tige font apparaître une charge positive sur toute la tige.

- La charge positive qui apparaît sur le cuivre (ou l'aluminium ou le carbone) n'est pas localisée à la zone touchée par la règle. L'extrémité de la tige, en contact avec la boule, arrache des électrons à cette dernière, l'amenant ainsi à devenir chargée positivement ce qui explique la répulsion.

Le cuivre, l'aluminium et le carbone sont des matériaux qui laissent circuler les électrons ; ils sont appelés **des conducteurs**.

- Le bois, le plexiglas, le verre et le P.V.C sont des matériaux qui ne permettent pas une circulation des électrons (la charge électrique reste localisée au bout des tiges du côté de la règle en plexiglas) ils sont appelés **des isolants**.

Comment expliquer la disparition de la charge électrique d'un corps électrisé par frottement ou par contact quand on touche sa partie électrisée à la main ?

Pourquoi doit-on tenir une tige en cuivre électrisée à l'aide d'un manche en bois ?

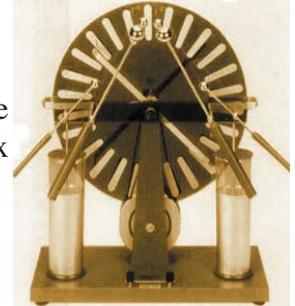
Interpréter l'électrisation par influence de l'électroscope observée aux cours des activités III.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VI): Qu'est-ce qu'une décharge électrique ?



- Tournons la manivelle de la machine de Wimshurst, appelée aussi machine électrostatique, après avoir rapproché ses deux sphères (sans qu'elles ne se touchent).



- Des charges de signes contraires, qu'on vérifiera à l'aide d'un pendule électrostatique, s'accumulent progressivement sur les sphères.
- Après une accumulation suffisante de charges, il apparaît une étincelle qui jaillit entre les deux sphères. Cette étincelle est accompagnée d'un crépitement.

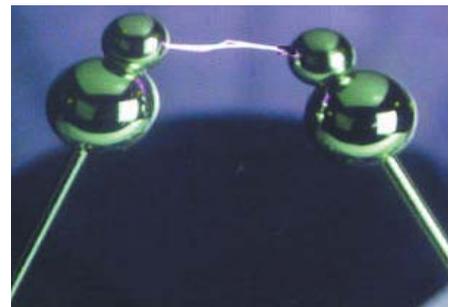


- Deux corps chargés d'électricité de signes différents et rapprochés l'un de l'autre peuvent donner lieu (si les quantités d'électricité sont importantes) à un déplacement d'électrons à travers l'air. Ce déplacement se fait du corps chargé négativement vers le corps chargé positivement. Il conduit à une **décharge** des corps en regard. Cette décharge brève est accompagnée d'un phénomène lumineux appelé éclair qui matérialise le canal par lequel s'écoulent les charges. L'échauffement intense de l'air contenu dans ce canal est à l'origine des crépitements.

ACTIVITES (VII): Sur un corps électrisé, la répartition des charges est-elle partout la même ?



- Fixons à l'une des sphères de la machine de Wimshurst un corps pointu et répétons l'expérience précédente.



- L'étincelle jaillit facilement et arrive à la région la plus pointue des deux corps électrisés ou en part.



- Au bout d'une pointe, les charges d'un corps électrisé s'accumulent très fortement et la décharge y est facilitée: c'est l'**effet de pointe**.
- Le canal d'une décharge dépend de la forme géométrique des corps concernés.

Ce phénomène est à rapprocher d'un phénomène naturel : la foudre. Proposer une explication.

FICHE T.P

ELECTRISATION PAR FROTTEMENT

Buts

Electriser un corps par frottement.

Déterminer la nature de la charge d'un corps électrisé par frottement.

Montrer que l'électricité qui apparaît sur un corps frotté dépend de la nature du corps frotté et de l'objet qui a servi à l'électriser.

Matériels

Support d'un pendule électrostatique.

Bâton en verre.

Bâton en plexiglas.

Bâton en ébonite.

Règle en PVC.

Coton.

Peau de chat.

Sachet en polyéthylène.

Expérimentation

Nature de l'objet frottant	Nature du corps frotté	Interaction	Electricité
<i>Sachet en polyéthylène</i>	<i>Règle en PVC</i>		
	<i>Bâton en ébonite</i>		
	<i>Bâton en plexiglas</i>		
<i>Peau de chat</i>	<i>Règle en PVC</i>		
	<i>Bâton en ébonite</i>		
	<i>Bâton en plexiglas</i>		

Frotter le bâton en verre avec du coton ou avec un tissu en laine, puis le suspendre au support du pendule électrostatique.

Frotter chaque corps avec l'objet indiqué dans le tableau ci-dessus, puis approcher le du bâton en verre électrisé.

Noter le type d'interaction (attractive ou répulsive).

Déduire la nature de la charge portée par chaque corps et la porter dans le tableau.

Interpréter les résultats.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



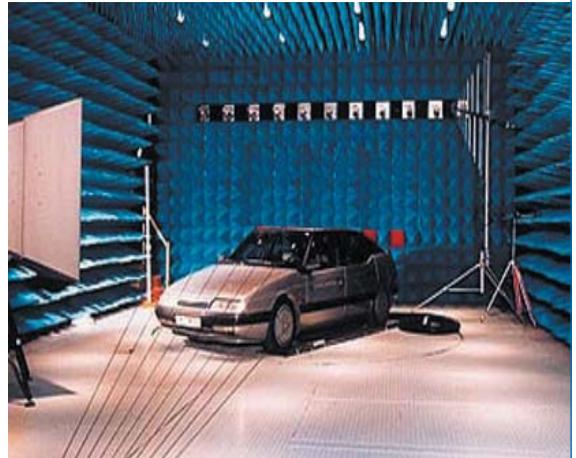
LA CAGE DE FARADAY

La cage de Faraday est une enceinte ou une cage métallique qui permet d'isoler une région de l'espace contre l'influence des champs électriques extérieurs.

A l'intérieur de la cage, le champ électrique est nul, même si des charges sont placées à l'extérieur ou si la cage est reliée à un générateur électrostatique.

Une voiture à carrosserie métallique est une cage de Faraday qui protège ses occupants contre les dangers d'électrocution provenant d'un contact extérieur ou d'une décharge atmosphérique.

Les ondes radio (ondes électro-magnétiques) ne traversent pas les cages de Faraday, ce qui empêche de faire fonctionner correctement, à l'intérieur d'une automobile, des récepteurs ou des émetteurs. C'est pour cette raison qu'on utilise une antenne de toit.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «électromagnétique».

2/- Citer quelques dangers d'électrocution.

3/- Donner un exemple de décharge atmosphérique.

4/- Pourquoi doit-on utiliser une antenne de toit pour faire fonctionner correctement un auto-radio ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Certains corps frottés peuvent devenir chargés d'électricité. On dit qu'ils subissent un phénomène d'électrisation par frottement.
- On distingue deux types de charges électriques :
 - des charges positives : ce sont des charges que porte le verre frotté avec un tissu en laine ou tout corps repoussé par le verre électrisé.
 - des charges négatives : ce sont des charges que porte tout corps attiré par le verre électrisé.
- Deux corps chargés d'électricité de même signe se repoussent.
- Deux corps chargés d'électricité de signes contraires s'attirent.
- Un corps électrisé par contact se charge d'électricité de même signe que le corps électrisant.
- Le phénomène d'électrisation par contact ou par frottement est dû à un transfert d'électrons d'un corps à un autre : celui qui cède des électrons devient chargé positivement et celui qui en reçoit devient chargé négativement.
- La quantité d'électricité est une grandeur mesurable. Elle s'exprime en coulomb de symbole C.
- L'électroscope est un appareil qui permet de rendre compte si un corps est chargé ou non et de comparer les quantités d'électricité des corps électrisés.
- Un corps conducteur permet le passage des électrons (tels que les métaux), un corps isolant ne le permet pas (tels que les matières plastiques).
- Au bout d'une pointe les charges d'un corps électrisé s'accumulent très fortement.
- La lumière émise par une étincelle accompagne le passage d'électrons dans l'air.
- Le canal d'une décharge dépend de la forme géométrique des corps concernés.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Dufay (1698/1739).

EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

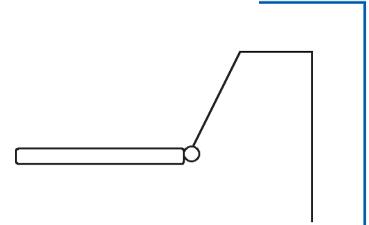
On électrise un bâton en plexiglas par frottement avec du coton, puis on l'approche d'un bâton en verre électrisé par un tissu en laine. On constate qu'il y a une répulsion.

Lorsqu'on approche le bâton en plexiglas électrisé de la boule d'un pendule électrostatique initialement non électrisée, on constate qu'il y a une attraction, puis une répulsion tout juste après que la boule se mette en contact avec le bâton de plexiglas électrisé.

1/- Préciser le signe de la charge portée par le bâton en plexiglas électrisé par frottement avec du coton.

2/- Préciser le signe de la charge de la boule du pendule électrostatique juste après le contact avec le bâton en plexiglas électrisé.

3/- Comment expliquer, avant contact, l'interaction attractive entre la boule initialement non électrisée et le bâton en plexiglas électrisé ?



Solution

1/- Le bâton en verre et le bâton en plexiglas se repoussent, donc le bâton en plexiglas est électrisé positivement.

2/- Puisque le bâton en plexiglas est chargé positivement et comme, après contact, on assiste à une répulsion, on conclut que la boule du pendule électrostatique est devenue chargée positivement.

3/- La charge positive du bâton en plexiglas attire les électrons de la surface de la boule du pendule électrostatique vers la région qui lui est proche, ce qui fait apparaître un excès de charges positives sur la région la plus éloignée. La charge globale du pendule étant neutre, la quantité d'électricité positive est égale à la quantité d'électricité négative mais toutes les deux situées à des distances inégales du bâton de plexiglas. L'interaction d'attraction l'emporte alors sur l'interaction de répulsion d'où l'observation de l'attraction.

Commentaires

Deux charges de même signe se repoussent.

Lors du contact, des électrons quittent la boule du pendule électrostatique pour migrer vers le bâton de plexiglas, ce qui conduit les deux corps à porter des charges de même signe.

La boule du pendule électrostatique est revêtue d'un conducteur. A l'approche du bâton de plexiglas, il s'électrise par influence.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Par convention, l'électricité..... apparaît sur le verre frotté avec un tissu en laine et sur tout corps qu'il.....
- 2/- Un corps électriquement neutre possède..... d'électrons que de charges positives.
- 3/- Un corps chargé négativement présente un excès..... Entre ce corps et un autre corps de charge opposée il y a.....

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Par temps sec et après frottement, une baguette en verre tenue à la main garde sa charge; alors qu'une baguette en cuivre tenue à la main perd sa charge.
- 2/- Par contact avec un corps A déjà chargé, un corps B se charge d'électricité de même signe que celle du corps A.
- 3/- Si on relie à la Terre un corps chargé positivement par un fil conducteur, les charges positives s'écoulent vers la Terre.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Deux corps frottés l'un contre l'autre puis séparés deviennent électrisés. Leurs charges sont (*de même signe/de signes contraires*).
- 2/- Un corps isolant (*permet/ne permet pas*) un déplacement de charges électriques.
- 3/- Dans un corps conducteur électrisé, les charges (*restent localisées/se répartissent sur tout le corps*).
- 4/- L'électrisation par frottement est expliquée par un transfert (*d'électrons/de charges positives*) d'un corps à un autre.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Après frottement avec un tissu en laine, le verre repousse le plexiglas et le plexiglas attire l'ébonite, donc le verre :

- (a) attire l'ébonite ;
- (b) repousse l'ébonite ;
- (c) n'a aucune action sur l'ébonite.



2- Indiquer comment procéder pour décharger un corps :

- a)- fortement électrisé.
- b)- faiblement électrisé.

3- Le frottement de l'air sur les carrosseries des voitures produit des décharges électriques. Comment élimine-t-on ces charges?

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

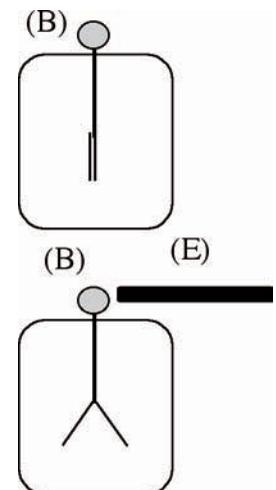
La boule d'un premier pendule électrostatique est chargée par contact avec un bâton de verre électrisé positivement. Celle d'un deuxième pendule est chargée par contact avec une règle en plastique frottée avec du polyéthylène. On approche les deux boules l'une de l'autre : elles se repoussent.

Préciser la nature de la charge de la règle.

2-

On approche de la boule métallique (B) d'un électroscope (sans la toucher) , un bâton en ébonite (E) préalablement frotté avec un tissu en laine, nous constatons que les feuilles (très minces et très légères d'aluminium) de l'électroscope se repoussent.

- a)- Expliquer la répulsion des feuilles d'aluminium.
- b)- Les feuilles d'aluminium ont-elles subi une électrisation par contact ou par frottement ? Sinon donner un nom à ce mode d'électrisation.



3-

1/- Deux corps électrisés portent de grandes quantités de charges électriques opposées.

- a)- Expliquer pourquoi il pourrait se produire une décharge électrique entre ces deux corps.
 - b)- Citer les manifestations de cette décharge.
- 2/- La foudre est un phénomène naturel au cours duquel se manifeste cette décharge.
- a)- Préciser les deux corps électrisés responsables de ce phénomène naturel.
 - b)- Expliquer l'électrisation de ces deux corps.

SAVOIR PLUS



LA FOUDRE

Les nuages orageux (cumulo-nimbus) sont des masses de plusieurs milliers de tonnes d'eau. Ils se forment dans des conditions particulières d'humidité et de température (journée chaude et humide par exemple). Si la base du nuage se trouve entre 1 et 3 km, le sommet peut dépasser 10km d'altitude. Il existe ainsi entre la base et le sommet du nuage de fortes différences de température qui provoquent des courants d'air de convection. Ces courants d'air ascendants entraînent les particules les plus légères qui s'élèvent, se transforment en glace et se chargent positivement, tandis que les particules plus lourdes descendent et se retrouvent en bas sous forme liquide; elles sont chargées négativement.

Le bas du nuage, chargé négativement, repousse les charges négatives du sol qui se trouve ainsi chargé positivement par influence.



Une décharge peut aussi se produire entre deux nuages ou entre un nuage et le sol: c'est le phénomène de la foudre. Cette décharge engendre dans le ciel une trainée lumineuse appelée éclair. Les objets les plus proches du nuage et les plus pointus seront, de préférence, atteints par la foudre: clochers, poteaux, cimes des arbres...

Il faut, bien sûr, éviter de se trouver à proximité de tels points.

Mais il est tout aussi dangereux de traverser une vaste place ou un champ dans lequel la personne serait la partie la plus pointue. Il ne faut pas utiliser un parapluie ou un objet pointu (par exemple un piolet, une fourche...)

Par contre, une automobile est un très bon abri, car sa carrosserie métallique constitue une cage de Faraday qui vous protège du danger.

Pour protéger les constructions importantes, on utilise un paratonnerre : c'est une grosse tige métallique, dressée sur le toit et reliée à la Terre, qui conduit les charges électriques vers cette dernière. Le tonnerre qui accompagne l'éclair est un phénomène sonore : les couches d'air s'échauffent et vibrent tout au long de l'éclair on entend alors un bruit caractéristique.

L'ELECTRICITE

LE CIRCUIT ELECTRIQUE

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Le circuit électrique
- **Activités(II)** : Les effets du courant électrique
- **Activités(III)** : Les conducteurs et les isolants
- **Activités(IV)** : Schématisation d'un circuit électrique
- **Activités(V)** : Le sens du courant électrique
- **Activités(VI)** : La nature du courant électrique
- **Activités(VII)** : La diode et le sens du courant
- **Activités(VIII)** : Le court-circuit

Pré-requis

- Conducteurs et isolants
- Effet magnétique (aimant, boussole et aiguille aimantée)
- Cations et anions
- Incandescence

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Que fait-on lorsqu'on agit sur le bouton de la torche ?

2/- Quelle est la fonction de la pile ainsi que celle de la lampe ?

3/- Qu'appelle-t-on circuit électrique ?

4/- Qu'est-ce qu'un dipôle ?

5/- Qu'est-ce qu'un dipôle générateur ?

6/- Qu'est-ce qu'un dipôle récepteur ?

1/- Comment expliquer les mouvements en sens inverses du jouet ?

2/- Qu'est-ce qu'un courant électrique ?

3/- Le courant électrique a-t-il un sens ?

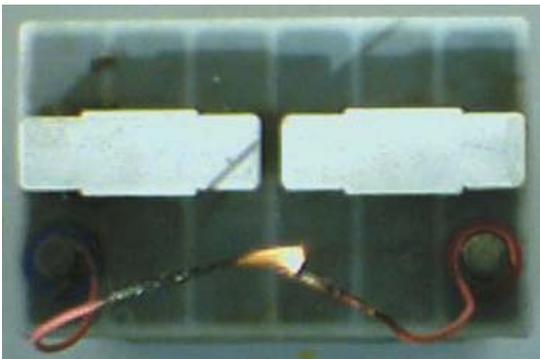
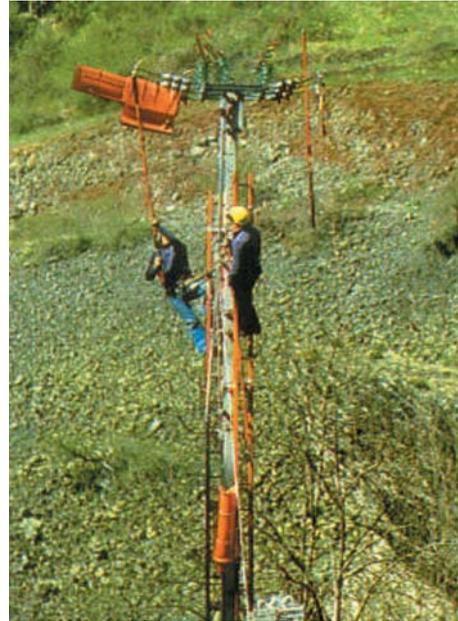
4/- D'où provient l'énergie électrique ?



ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Pourquoi ces techniciens utilisent-ils une perche en matière plastique et non pas métallique lorsqu'ils réparent une ligne haute tension ?

2/- Dans un circuit électrique parcouru par un courant, on insère un corps isolant. Que se passe-t-il ?



1/- Cette batterie contient un liquide (eau acidulée). Comment expliquer le passage d'un courant électrique dans le liquide ?

2/- Qu'est-ce qu'un court-circuit ?

3/- Quels dangers pourrait-il engendrer ?

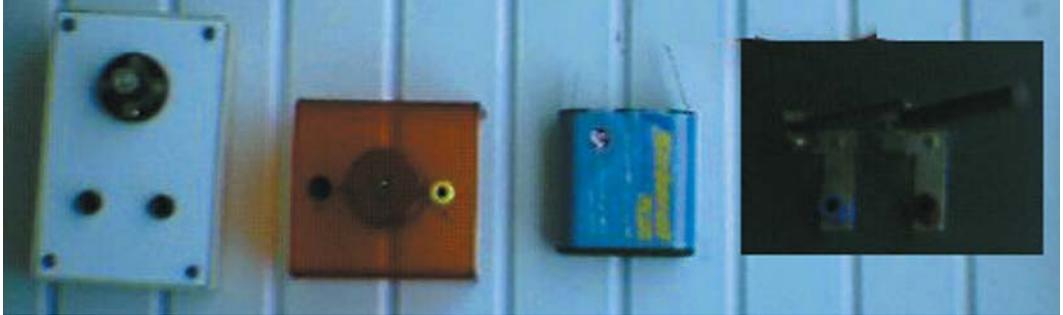
4/- Comment se protéger des court-circuits ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I): Qu'est-ce qu'un circuit ?



- Nous disposons d'une lampe, d'une pile et d'un moteur :



- Une propriété commune à ces objets c'est d'avoir deux bornes. Ce sont des composants électriques appelés **dipôles**.



- Réalisons des branchements de ces dipôles en les reliant les uns à la suite des autres à l'aide de fils de connexion.



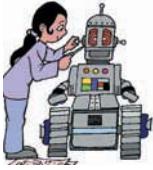
- Pour certains branchements, le moteur tourne et/ou la lampe s'allume.



- La chaîne continue de dipôles électriques ainsi constituée forme **un circuit électrique fermé**.
- On attribue le fonctionnement de la lampe (elle brille) et/ou du moteur (il tourne) au passage d'un **courant électrique** dans le circuit.
- Si on retire du circuit l'un des deux dipôles (la lampe ou le moteur) en assurant l'enchaînement ininterrompu du reste des dipôles, l'autre dipôle continue à fonctionner.
- Si on refait la même opération avec la pile, on n'observe plus le passage du courant électrique. La pile joue le rôle de **générateur**.
- Le moteur et la lampe sont des **récepteurs** : ils ne peuvent pas provoquer l'apparition d'un courant.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Quels sont les effets du courant électrique ?



- Réalisons les expériences suivantes :



(a)



(b)



(c)



(d)



- A la fermeture du circuit :
 - dans (a) la lampe brille suite à une élévation de température de son filament dont on peut se rendre compte en touchant à la main le verre de la lampe ;
 - dans (b) une transformation de la matière se produit dans l'électrolyseur ;
 - dans (c) l'aiguille aimantée dévie (comme si on lui approche un aimant) ;
 - dans (d) la DEL (diode électroluminescente) éclaire sans chauffer.

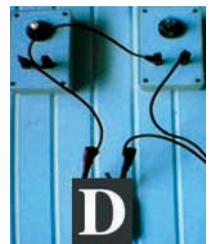


- Dans un circuit électrique, un courant électrique peut avoir:
 - un **effet thermique** (expérience : a) ;
 - un **effet chimique** (expérience : b) ;
 - un **effet magnétique** (expérience : c) ;
 - un **effet lumineux** (expérience : d).
- Selon les composants d'un circuit, il peut se manifester plus d'un effet (expériences : c et d).

La manifestation de l'un des effets ci-dessus cités est une preuve du passage d'un courant électrique dans un circuit.

Si, dans un circuit, on sent le verre d'une lampe chauffer sans pour autant la voir briller, peut-on dire si un courant passe ou non dans le circuit ?

Dans le circuit électrique ci-contre sont insérées deux lampes montées en série. L'une éclaire, l'autre est éteinte. La lampe éteinte est-elle traversée par un courant? Quel nom doit-on donner au dipôle (D) ?



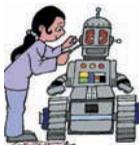
ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (III): Quel comportement ont les conducteurs et les isolants électriques dans un circuit électrique ?

- Débranchons un fil de connexion de l'une quelconque des bornes du circuit ci-contre. Soit A et B les deux bornes déconnectées.



- La lampe et la diode n'éclairent plus.



- Plaçons entre A et B successivement un corps en matière plastique, un corps en bois, un corps métallique, un corps en verre, un crayon taillé des deux bouts...



- Avec le carbone du crayon et l'objet métallique la diode et la lampe éclairent. Il en est ainsi avec tous les corps conducteurs. Avec le plastique, le verre, le bois la lampe et la diode n'éclairent plus. C'est le cas de tous les isolants.

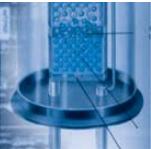


- Un conducteur laisse passer le courant électrique alors qu'un isolant ne le laisse pas passer.
- Un circuit électrique comportant dans sa chaîne un corps isolant est dit **circuit ouvert**.
- Un circuit électrique est le siège d'un courant électrique s'il remplit les deux conditions suivantes :

- il comporte un **dipôle générateur** ;
- il renferme une **chaîne continue de conducteurs**.

Remarques

- Entre A et B, déconnectés, il y a de l'air. Avant de placer entre eux des objets, le courant électrique ne passe pas : l'air sec est donc un isolant électrique.
- L'air humide, l'eau, le corps humain et d'autres matériaux ne sont ni des isolants, ni de bons conducteurs comme les métaux. On les qualifie de mauvais conducteurs électriques.



ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV): Comment schématiser un circuit électrique ?

Pour simplifier les représentations d'un montage électrique, on utilise, pour les dipôles des **symboles normalisés**.

Symboles normalisés de quelques dipôles

Dipôle	Fil conducteur	Générateur	Lampe	Moteur
Symbole				
Dipôle	Interrupteur fermé	Interrupteur ouvert	Diode	Diode électroluminescente
Symbole				
Dipôle	Electrolyseur	Ampèremètre	Voltmètre	Ohmmètre
Symbole				

Schématisation d'un circuit électrique.

On utilise des lignes rectilignes pour représenter un fil de connexion et des symboles pour les dipôles.

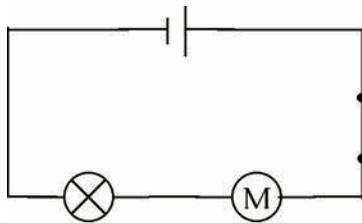


Schéma d'un circuit fermé

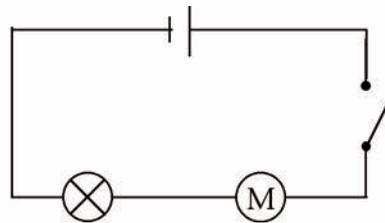


Schéma d'un circuit ouvert

ACTIVITES (V) : Le courant électrique a-t-il un sens ?



- Relions les pôles (appelés couramment bornes) P et N d'une pile respectivement aux bornes A et B d'un moteur et fermons l'interrupteur K.



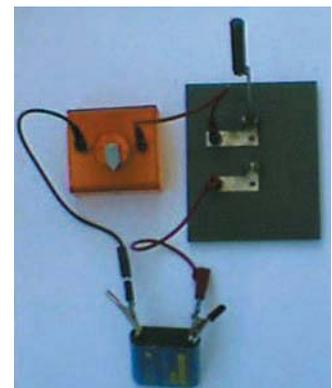
- Le moteur tourne dans un sens bien déterminé.



- Invertissons les connexions aux bornes de la pile.



- Le moteur tourne dans le sens contraire du sens repéré dans l'expérience précédente.



ACTIVITES EXPERIMENTALES



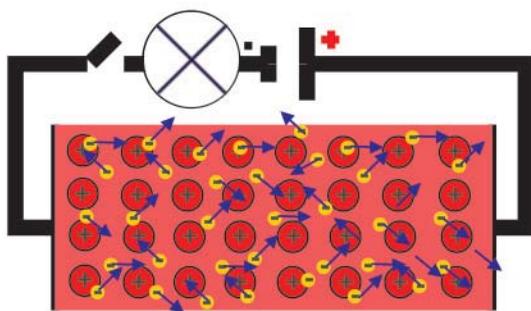
- Le passage du courant électrique est une **cause** capable de faire tourner le moteur: la rotation du moteur est un **effet** du courant électrique.
- Le changement de sens de rotation du moteur est attribué à un changement du sens de la cause qui lui a donné naissance, c'est-à-dire du courant électrique.

Par convention, le courant électrique débité par un générateur circule dans le circuit électrique extérieur fermé en sortant de la borne positive (+) du générateur et en rentrant par sa borne négative (-).

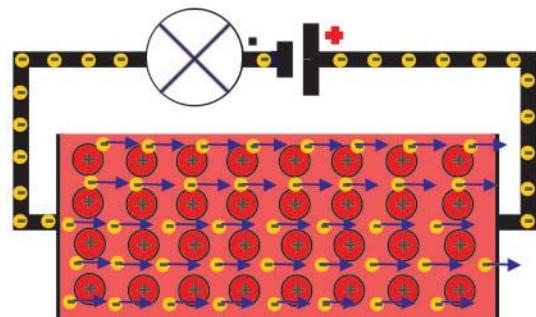
ACTIVITES (VI) : Quelle est la nature du courant électrique ?

A/- Dans les métaux

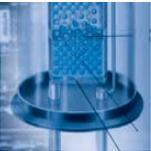
- Le courant électrique s'établit dès qu'on ferme le circuit. Il continue à circuler tant que la chaîne n'est pas rompue et que le dipôle générateur fonctionne.
- Le courant électrique dans les conducteurs solides est dû à un **mouvement d'ensemble d'électrons mobiles** (appelés électrons de conduction) présents dans ces conducteurs. C'est le générateur qui fournit aux dipôles récepteurs des électrons par l'une des ses bornes repérée par convention par le signe (-) et qui en reçoit au niveau de sa deuxième borne repérée par le signe (+). Son fonctionnement est à rapprocher d'une pompe qui refoule des électrons par sa borne (-) et les attire par sa borne (+).



Avant de fermer l'interrupteur, les électrons de conduction sont en mouvement désordonné (ils n'ont pas un sens de déplacement privilégié).



Lorsque l'interrupteur est fermé, les électrons de conduction sont en mouvement ordonné (ils vont de la borne (-) du générateur vers la borne (+)).

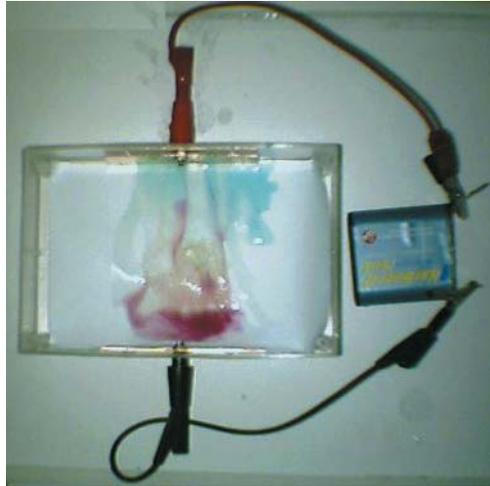


— ACTIVITES EXPERIMENTALES

B/- Dans les solutions d'électrolytes



- Au milieu d'une bandelette de papier filtre imbibée d'une solution d'un sel et placée dans une cuve, plaçons quelques grains d'un mélange de sulfate de cuivre II et de permanganate de potassium et réalisons le montage suivant :



- Une séparation des couleurs indique le passage d'un courant:
 - les ions permanganate (violets) ne restent pas localisés au milieu de la cuve : ils migrent vers la lame de cuivre liée à la borne positive du générateur ;
 - les ions cuivre II (bleus) ne restent pas localisés au milieu de la cuve : ils se déplacent vers la deuxième lame liée à la borne négative de la pile.



- Une lampe insérée entre la cuve et la pile indique le passage d'un courant électrique.
- Un liquide ionique est un conducteur électrique.
- Dans les solutions ioniques (solutions d'électrolytes) le courant est un **déplacement ordonné d'ions** et non pas d'électrons.

- Les ions positifs (appelés **cations**) se déplacent dans le sens conventionnel du courant. Les ions négatifs (appelés **anions**) se déplacent dans le sens contraire.

Lorsqu'on refait la même expérience en remplaçant la bandelette précédente par une deuxième bandelette imbibée d'eau distillée sucrée et on refait la même expérience, va-t-on détecter le passage d'un courant ?

Quelle solution contient une batterie d'accumulateur au plomb ? Expliquer le passage du courant à l'intérieur de la batterie.

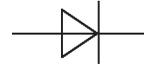
ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VII): Quel est le comportement d'une diode dans un circuit électrique ?

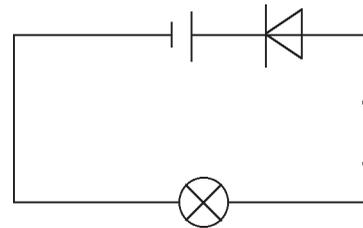
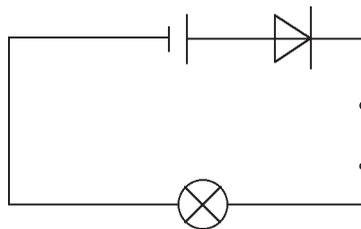
Une diode



est symbolisée par :



- Réalisons à l'aide d'une pile, d'une lampe, d'une diode, d'un interrupteur et des fils de connexion, les montages schématisés ci-après :



- Lorsque la diode est disposée dans le circuit telle que le courant la traverse de la borne la plus éloignée de l'anneau dessiné sur son corps (appelée **anode**) vers la borne la plus proche (appelée **cathode**), la lampe brille.
- Quand on inverse les bornes de la diode, la lampe reste éteinte.



- La diode est un dipôle dont les pôles ne sont pas identiques : c'est un **dipôle dissymétrique**.
- Lorsqu'un courant traverse une diode, il sort par la borne située près de l'anneau. La diode est dite branchée dans le **sens passant** ; elle joue alors le rôle d'un **interrupteur fermé**.

- Lorsque la diode se comporte comme un isolant, elle est dite montée dans le **sens bloquant** ; elle joue alors le rôle d'un **interrupteur ouvert**.
- Une diode peut servir pour connaître le sens du courant en tout point d'un circuit électrique.

Remarques

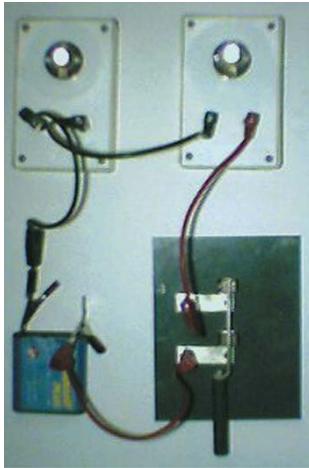
- Le sens passant d'une DEL (diode électroluminescente) est repéré à l'aide des tiges (électrodes) qui sont de longueurs différentes. Il va de la plus longue (anode) vers la plus courte (cathode).
- Une DEL éclaire sans chauffer et la couleur de la lumière émise (rouge, verte, jaune) dépend de la nature du matériau (semi-conducteur) qui la constitue.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VIII): Qu'est ce qu'un court-circuit ?



- Réalisons le circuit schématisé ci-après, puis, à l'aide d'un fil de connexion, relierons les deux bornes de la lampe (L_1).



- Avant de relier les deux bornes de (L_1) par le fil de connexion, les deux lampes brillent.
- Dès que nous branchons le fil de connexion entre les bornes de (L_1), la lampe (L_1) s'éteint et la lampe (L_2) brille davantage.



- La lampe (L_1) s'éteint lorsque ses deux bornes sont reliées par un fil conducteur, c'est la preuve qu'elle n'est plus traversée par un courant capable de porter son filament à l'incandescence.
- Le courant qui traverse (L_2) traverse le fil conducteur au lieu de traverser (L_1). On dit qu'on a réalisé un **court-circuit** aux bornes de (L_1) ou que (L_1) est **court-circuitée**.
- La lampe (L_2) brille fortement et risque d'être détériorée (son filament fond) sous l'effet thermique qui devient très important.

Remarque

Un risque d'incendie peut se manifester si nous court-circuitons les bornes d'un générateur, suite à une élévation excessive de la température du corps assurant le court-circuit.

FICHE T.P

Circuit électrique

Buts

- Réaliser un circuit à partir d'un schéma.
- Reconnaître les conducteurs et les isolants.
- Dépanner un circuit dans un état de panne simple.
- Citer les effets du courant électrique dans un circuit.

Matériels

- Un générateur de courant continu.
- Un moteur électrique.
- Une lampe (à filament en tungstène).
- Un interrupteur.
- Un électrolyseur contenant une solution de sel de cuisine.
- Des fils de connexion.
- Un fil en laine et un fil en fer.

Expérimentation

Réaliser le montage du circuit ci-contre :

Garder l'interrupteur ouvert.

Indiquer, s'il y a lieu, les dipôles qui fonctionnent.

Reconnaître le corps isolant dans le circuit.

Relier aux bornes du moteur le fil de fer.

Fermer l'interrupteur.

Indiquer les dipôles qui fonctionnent.

Reconnaître les matériaux conducteurs dans le circuit.

Indiquer le dipôle qui ne fonctionne pas.

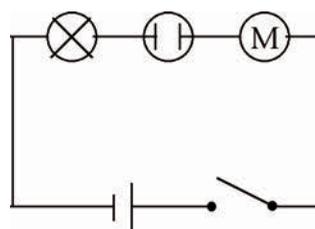
Comment agir pour le faire fonctionner avec les autres dipôles ?

Dans ce cas quels sont les effets du courant électrique qui se manifestent.

Relier, aux bornes du moteur, le fil en laine à la place du fil en fer.

Indiquer les dipôles qui fonctionnent.

Déduire la propriété électrique de la laine.



ACTIVITES DOCUMENTAIRE



LES CIRCUITS INTEGRES

Pour des besoins de précision, dans la recherche du confort et pour plus de commodité, les ingénieurs et techniciens ont réussi à fabriquer des circuits intégrés comportant des milliers de composants électroniques dans un espace réduit. Une nouvelle science émerge alors: la microélectronique.

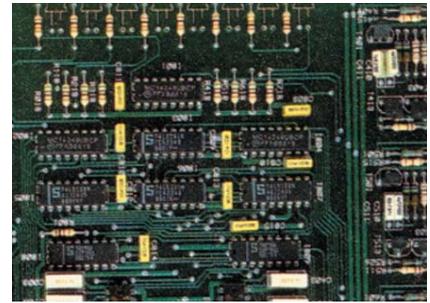
En 1958, on réalisa le premier circuit électronique miniature (puce). Il ne comportait qu'un seul transistor, quatre diodes et quelques résistances...

Aujourd'hui, les puces contiennent des dizaines de millions de transistors (des dizaines de millions mégabits).

Des fabricants ont lancé le pari de réaliser des supers puces qui contiennent des centaines de millions mégabits!

Cette extraordinaire évolution est due au perfectionnement croissant des méthodes de fabrication et de conception des circuits.

Pour concevoir une puce (une puce est constituée de plusieurs couches de silicium), on décide tout d'abord du circuit à fabriquer pour chaque couche et on le dessine. Ce dessin est ensuite réduit à une taille minuscule, celle qu'il aura sur la puce, ensuite il est reproduit sur une plaque transparente. On recouvre la couche de silicium d'un gel photorésistant, on projette le dessin sur le silicium avec des rayons ultraviolets, on enlève ensuite le gel durci et on recommence pour les autres couches. Une fois la puce est réalisée, elle est vérifiée et encapsulée dans un boîtier muni de broches qui servent aux liaisons. Toutes ces opérations se déroulent dans des pièces, appelées "salles blanches", où l'atmosphère est contrôlée. On travaille sur des éléments d'une taille du millième de millimètre auxquels toute particule de poussière pourrait être fatale!



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «mégabit».

2/- Quelles sont les étapes à suivre pour concevoir une puce?

3/- Quel est le rôle des broches d'un circuit intégré?

4/- Lorsqu'il s'agit de fabrication de puces, pourquoi doit-on travailler dans des "salles blanches" ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Une chaîne continue (ininterrompue) de dipôles électriques comportant au moins un dipôle générateur constitue un circuit électrique fermé.
- Le dipôle responsable de l'établissement du courant électrique dans un circuit est appelé générateur.
- Le dipôle qui utilise le courant électrique pour fonctionner est appelé dipôle récepteur.
- Les conducteurs laissent passer le courant électrique.
- Les isolants ne laissent pas passer le courant électrique.
- Quand un courant circule dans un circuit électrique, l'un des effets suivants, au moins, se manifeste: effet magnétique, effet thermique, effet chimique, effet lumineux.
- Pour schématiser un circuit, on utilise des symboles normalisés des dipôles qui le constituent.
- Le courant électrique a un sens . Par convention ce sens va, à l'extérieur du dipôle générateur, de la borne positive vers la borne négative.
- Le courant électrique est un mouvement d'ensemble de porteurs de charges : des électrons dans les conducteurs solides (les métaux) et des ions dans les solutions ioniques. Les anions et les électrons se déplacent vers la borne positive du générateur et les cations vers la borne négative.
- Une diode est un composant électronique qui ne se laisse traverser par le courant que dans un seul sens, appelé passant. L'autre sens est dit bloquant.
- Un dipôle est court-circuité lorsque ses bornes sont reliées par un fil conducteur.
- Un dipôle récepteur court-circuité est mis hors usage. Un tel court-circuit peut endommager certains composants du circuit.
- Lorsque le dipôle est un générateur, un court-circuit peut l'endommager et peut être à l'origine d'un incendie.

APERÇU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Faraday (1791/1867).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

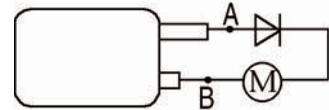
Le circuit électrique d'un appareil comporte un moteur qui doit tourner dans un sens déterminé. L'alimentation de l'appareil est assurée par une pile plate sur laquelle les signes des bornes ne sont pas indiqués. Afin de protéger le moteur, on lui associe une diode.

1/- Le moteur ne fonctionne pas lorsqu'il est branché comme indiqué sur la figure et fonctionne normalement lorsqu'on inverse les pôles de la pile. Déduire le signe des bornes de la pile.

2/- Préciser l'intérêt de la présence de la diode dans le circuit.

3/- Lorsque le montage est correct que va-t-il se produire :

- en court-circuitant la diode ?
- en inversant les bornes du moteur.



Solution

1/- La lame la plus longue de la pile plate correspond à la borne négative puisque la diode ne laisse passer le courant que lorsque sa borne A est liée à la lame la plus courte.

2/- Lorsque la diode est passante, elle assure un mouvement de rotation du moteur dans un sens prédéfini. Elle le protège lorsqu'elle est montée dans le sens bloquant.

3/- Lorsque la diode est court-circuitée, le moteur continue à fonctionner normalement puisque la diode joue le rôle d'un interrupteur fermé lorsqu'elle est passante.

Lorsqu'on inverse la polarité du moteur, il sera endommagé.

Commentaires

Un dipôle court-circuité est mis hors usage.

Pour le bon fonctionnement du moteur, il faut que sa borne (B) soit reliée à la borne (+) de la pile.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Un circuit électrique fermé est une suite de conducteurs électriques comportant au moins un
- 2/- Les électrons des conducteurs métalliques se mettent en mouvement dès la fermeture du circuit électrique qui les contient : il n'y a nulle part accumulation de
- 3/- Lorsque, dans un circuit électrique, la cathode d'une diode est reliée à la borne (+) du générateur, elle se comporte comme un interrupteur.....: elle est dite Dans le cas inverse la diode se comporte comme un interrupteur : elle est dite.....

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse

- 1/- Dans un conducteur métallique tous les électrons de chaque atome participe à la conduction.
- 2/- Dans un électrolyte traversé par un courant électrique, tous les ions négatifs se déplacent dans le même sens que les électrons des conducteurs métalliques du même circuit.
- 3/- Tous les effets du courant électrique dépendent du sens du courant.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Dans un métal, le courant électrique est dû à une circulation (*d'électrons/d'ions*). Ceux-ci se déplacent dans le sens opposé du sens (*réel/conventionnel*) du courant.
- 2/- Dans une solution conductrice, le courant électrique est dû à une circulation (*d'ions/d'électrons*).
- 3/- Si le courant électrique est assuré par un déplacement d'ions, ce sont les ions (*positifs/négatifs*) qui se déplacent dans le sens conventionnel du courant.
- 4/- Dans une portion de conducteur métallique, il y a (*moins/autant/plus*) d'électrons qui rentrent d'un côté que d'électrons qui sortent de l'autre.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

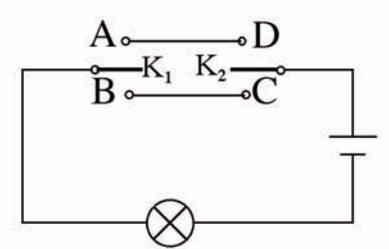
Une solution d'eau sucrée est isolante, tandis qu'une solution d'eau salée est conductrice car :

- (a) le sucre passe à l'état ionique dans l'eau.
- (b) le sucre garde sa structure moléculaire dans l'eau.
- (c) le sucre ne permet pas le passage des électrons.

2-

Donner des exemples d'appareils d'usage courant utilisant :

- l'effet thermique du courant ;
- l'effet magnétique du courant.



3.

On considère le montage ci-contre.

1/- Indiquer les positions possibles des interrupteurs K_1 et K_2 afin d'allumer la lampe.

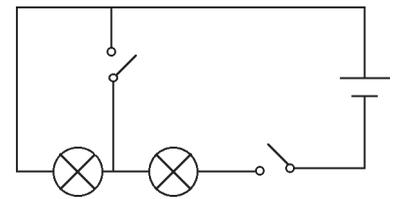
2/- Ce montage est d'usage courant. Donner son nom.

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Dans le montage ci-contre, est-il possible d'allumer les deux lampes indépendamment ?

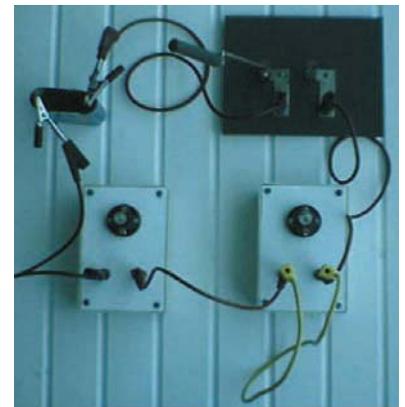
Si non comment le modifier pour y parvenir sans ajouter ou supprimer des dipôles électriques ?



2-

On considère le circuit ci-contre.

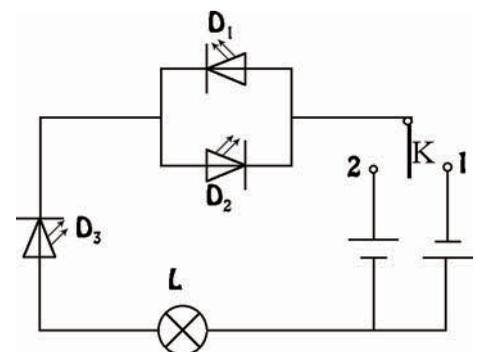
- 1/- Représenter le schéma de ce circuit.
- 2/- Indiquer le dipôle qui ne va pas fonctionner lorsqu'on ferme l'interrupteur.
- 3/- Que doit-on faire pour rétablir le bon fonctionnement du circuit ?



3-

On considère le circuit ci-contre.

- 1/- L'interrupteur K est mis sur la position (1).
 - a)- Indiquer les diodes qui s'allument.
 - b)- Dans quel sens se déplacent les électrons dans la lampe (L).
- 2/- L'interrupteur K est mis sur la position (2).
 - a)- La lampe (L) va-t-elle s'allumer ?
 - b)- Si non, proposer une opération qui permet de voir la lampe s'allumer.



SAVOIR PLUS



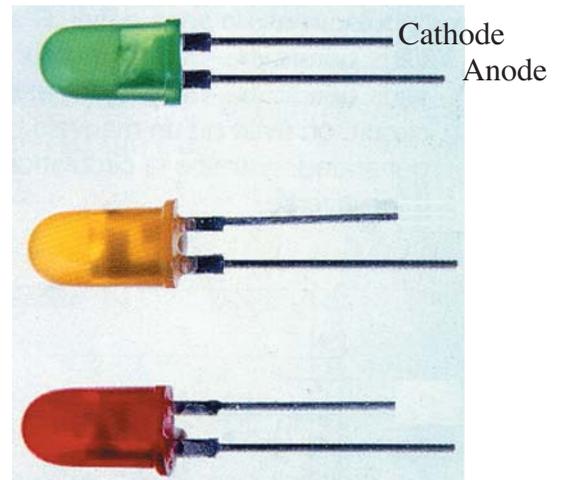
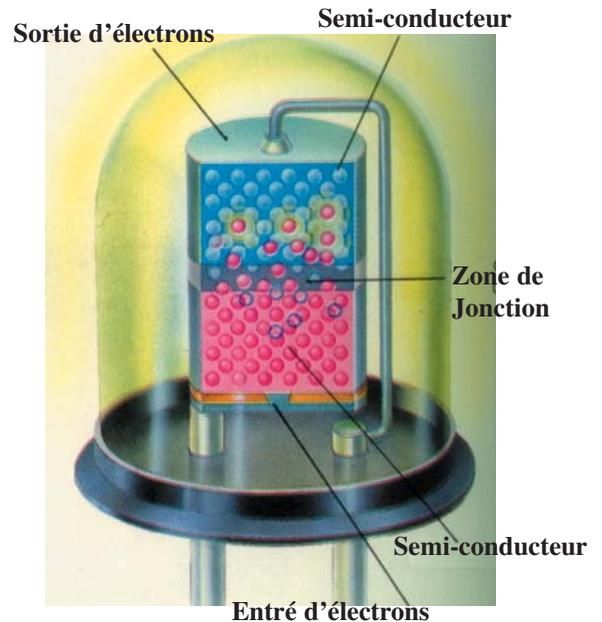
LA DIODE LED

LED ou DEL est une abréviation qui signifie "diode à émission lumineuse" (Light Emitting Diode). Il s'agit plus précisément d'une diode à jonction à base de semi-conducteurs (qui ne sont ni de bons isolants, ni de bons conducteurs).

Les LED ne laissent passer le courant que dans un seul sens; leurs bornes ne sont donc pas identiques. Pour les distinguer, l'une des tiges est longue, elle est appelée anode (c'est la borne par laquelle sortent les électrons), l'autre est plus courte, elle est appelée cathode.

Lorsque les diodes LED sont parcourues par un courant, elles libèrent une certaine quantité d'énergie. Cependant, cette énergie n'est pas fournie sous forme de chaleur, mais sous forme de lumière monochromatique verte, rouge, jaune.. selon la nature du semi-conducteur qui constitue la diode.

Les LED utilisent très peu d'énergie pour fonctionner. On s'en sert souvent comme voyants lumineux, et à l'affichage des chiffres, lettres et images dans les montres, les calculatrices digitales, sur certains panneaux lumineux et autres appareils électroniques courants.



L'ELECTRICITE

L'INTENSITE DU COURANT

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Associations de dipôles
- **Activités(II)** : Intensité du courant électrique
- **Activités(III)** : Mesure de l'intensité d'un courant électrique dans une branche d'un circuit
- **Activités(IV)** : Intensité du courant dans un circuit en série
- **Activités(V)** : Intensité du courant dans un circuit en dérivation

Pré-requis

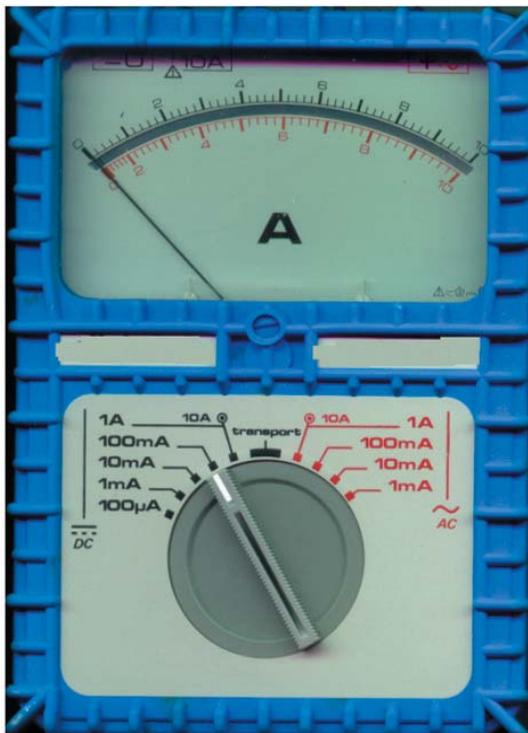
- Circuit électrique et sa schématisation
- Sens du courant électrique
- Conducteurs et isolants
- Court-circuit

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Comment expliquer la différence d'éclairement des deux lampes ?

2/- Qu'est-ce qu'une intensité d'un courant ?

3/- Pourquoi, dans les lampes, utilise-t-on des filaments en tungstène et non pas en fer ou en cuivre ?



1/- Qu'est-ce qu'un ampèremètre ?

2/- Qu'est-ce qu'un calibre ?

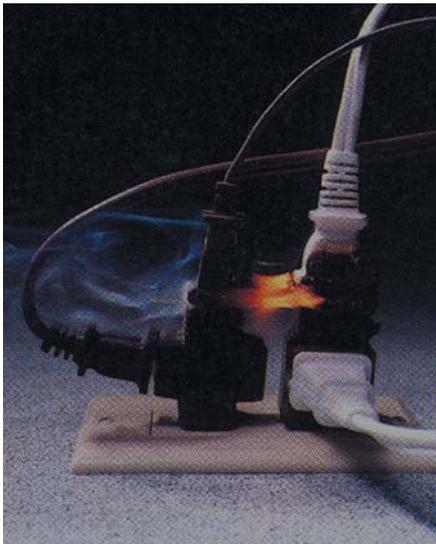
3/- Quelles précautions faut-il prendre pour obtenir la bonne mesure de l'intensité d'un courant dans une branche d'un circuit ?

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Pour actionner le démarreur d'une voiture, pourquoi utilise-t-on une batterie (12V) et non pas une pile (12V) ?

2/- Pourquoi les fils reliés à la batterie sont de grande section ?

3/- Les fusibles d'une voiture ont-ils tous le même calibre ?



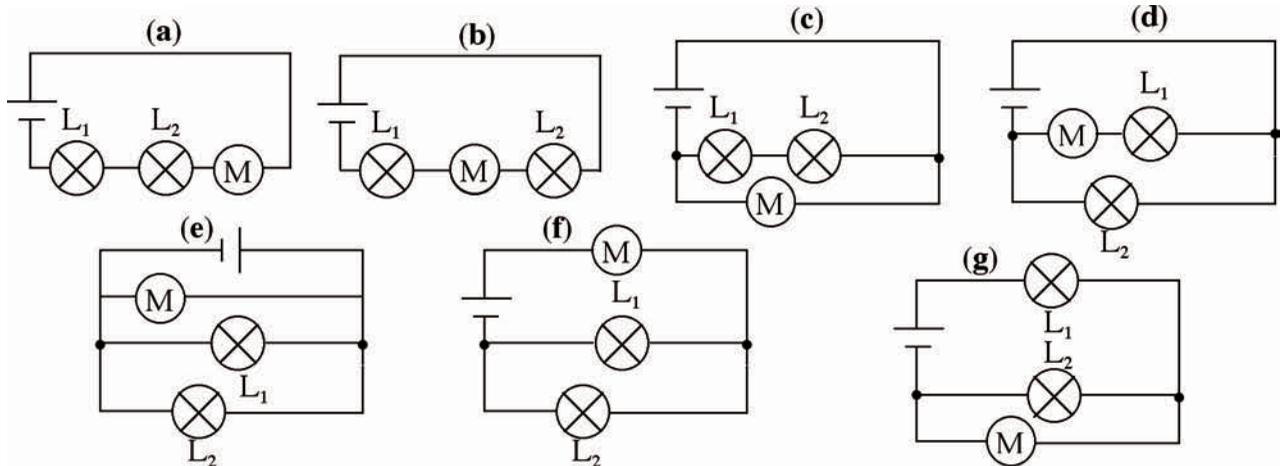
Peut-on brancher en dérivation, sans risque de dangers, autant de récepteurs qu'on désire ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I): Comment peut-on associer les dipôles ?



- Avec deux lampes, un générateur et un moteur, réalisons les différentes associations possibles.



- Dans les montages (a) et (b), les quatre dipôles sont associés les uns à la suite des autres.
- Dans les montages (c), (d), (e), (f) et (g), les quatre dipôles ne sont pas associés les uns à la suite des autres.
- Les éclats des lampes ainsi que la vitesse avec laquelle tourne le moteur changent d'un montage à l'autre.



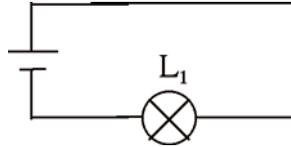
- Avec un générateur et deux dipôles ou plus, on peut avoir deux sortes de montages:
 - montage où tous les dipôles sont branchés les uns à la suite des autres : un tel montage est appelé **montage en série**.
 - montage où les dipôles ne sont pas branchés les uns à la suite des autres : un tel montage est appelé **montage en dérivation** ou **en parallèle**.
- Dans un montage en parallèle comportant un seul dipôle générateur, on distingue plusieurs branches (une branche peut être constituée d'un dipôle ou de plusieurs dipôles montés en série) :
 - une **branche principale** : c'est celle qui contient le générateur ;
 - des **branches dérivées** : ce sont les branches formées de dipôles récepteurs.
- Chaque couple de branches constituant une boucle fermée est appelé **maille**.
- Le point de rencontre de plus de deux branches s'appelle un **nœud**.
- Le fonctionnement d'un composant électrique dépend du type de branchement des constituants du circuit.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

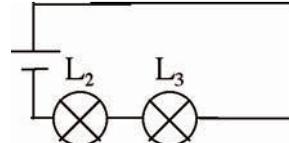
ACTIVITES (II): Quelle grandeur caractérise un courant électrique ?



- Réalisons, à l'aide de piles identiques et de lampes identiques, les deux montages suivants :



Circuit (1)



Circuit (2)



- Dans le circuit (1) la lampe (L_1) éclaire normalement.
- Dans le circuit (2) les lampes (L_2) et (L_3) éclairent faiblement.



- Dans les circuits (1) et (2) circulent des courants qui produisent des effets différents. Les deux courants sont donc différents bien que les dipôles générateurs sont identiques.

- La différence des effets est due à une grandeur qui caractérise le courant électrique : c'est son **intensité**.

- L'intensité du courant électrique est plus grande dans le circuit (1) que dans le circuit (2).
- L'intensité d'un courant, notée I , est une grandeur mesurable qui s'exprime dans le système international en **ampère** de symbole (**A**).
- L'appareil de mesure d'une intensité de courant électrique est appelé **ampèremètre**. Il existe deux genres d'ampèremètres : ampèremètre à aiguille et ampèremètre numérique.

Ce qu'il faut connaître sur l'ampèremètre

L'ampèremètre est un dipôle qui comporte :

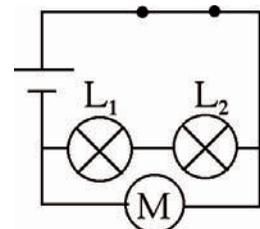
- deux bornes : une borne marquée A (ou rouge ou +) et une borne "commune" marquée COM (ou noire ou -) ;
- un commutateur au niveau duquel on lit D.C (de l'anglais : direct courant) ou C.C (du français : courant continu) et A.C (de l'anglais : alternatif courant) ou C.A (du français : courant alternatif).
- un sélecteur de **calibre** (ou des bornes rouges accompagnées d'indications chiffrées) ;
- un cadran gradué et une aiguille (ampèremètre à aiguille) ou un écran à affichage numérique (ampèremètre numérique).

On appelle calibre la plus grande intensité que peut mesurer l'ampèremètre.

ACTIVITES (III): Comment mesurer l'intensité d'un courant dans une branche d'un circuit ?



- Réalisons le montage correspondant au schéma ci-contre.
- Ouvrons l'interrupteur du circuit principal.
- Ouvrons l'une des branches (1) (comportant les deux lampes) ou (2) (comportant le moteur) en débranchant l'un des fils de connexion ;



ACTIVITES EXPERIMENTALES

- Insérons l'ampèremètre en série avec le reste des composants constituant la branche ouverte de manière à ce que le courant entre dans l'ampèremètre par la borne marquée A (ou rouge ou +) et en sort par la borne "commune" marquée COM (ou noire ou -), en veillant à ce que le commutateur soit sur la position DC (et non AC), et le sélecteur soit sur le calibre le plus élevé (10 A) ;
- Fermons l'interrupteur ;
- Lisons l'ordre de grandeur de l'intensité du courant ;
- Si la lecture est inférieure au calibre suivant, il faut ouvrir de nouveau l'interrupteur et passer au calibre immédiatement supérieure au résultat de la lecture ;
- Fermons l'interrupteur et lire la nouvelle valeur de l'intensité.
 - Avec un ampèremètre comportant une échelle de 100 graduations, une erreur de lecture d'une graduation entraîne une erreur de 1 mA lorsqu'on utilise le calibre 100 mA et de 10 mA lorsqu'on utilise le calibre 1A.
 - Pour une valeur mesurée de 40 mA (valeur indiquée par l'ampèremètre), une erreur de 1 mA, en sciences expérimentales, est acceptable tandis qu'une erreur de 10 mA ne l'est pas.
- Pour éviter de détériorer l'ampèremètre, on a intérêt à le brancher sur le plus grand calibre. Il ne faut pas oublier de baisser le calibre, si possible, pour obtenir un affichage suffisamment précis.



Le plus petit calibre qui nous permet de faire la mesure fournit la valeur la plus précise.

Remarque

Si la lecture d'un appareil numérique ne pose aucun problème, il en va tout autrement de l'appareil analogique. L'aiguille se déplace devant une graduation commune à plusieurs calibres. L'indication lue ne représente qu'un nombre de divisions. Il faut déduire l'intensité à partir de ce nombre en tenant compte de la valeur du calibre et de l'échelle de l'appareil :

$$\text{Valeur} = \frac{\text{Lecture} \times \text{Calibre}}{\text{Echelle}}$$

Chercher les ordres de grandeur de quelques intensités du courant électrique utilisé pour extraire l'aluminium de la bauxite, pour faire rouler un métro à 100 km.h⁻¹, pour chauffer de l'eau dans une machine à laver, pour allumer une DEL, ou pour faire fonctionner normalement un circuit intégré.

ACTIVITES (IV): Quelle propriété vérifie l'intensité du courant dans un circuit en série ?



- Reprenons le circuit utilisé au cours des activités (III), supprimons la branche (2) et fermons l'interrupteur.



- (L₁) et (L₂) ne brillent pas de la même façon.

L'intensité du courant qui circule dans (L₁), est elle la même que celle qui traverse (L₂) ?



- Pour vérifier notre réponse, insérons un ampèremètre entre le générateur et (L₁) puis entre (L₁) et (L₂) et enfin entre (L₂) et le générateur. Reprenons la même expérience en changeant l'ordre des lampes.



- L'indication de l'ampèremètre est la même là où on l'insère. Elle est indépendante de l'ordre des composants dans le circuit.

ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Ajoutons une lampe (L_3) en série avec (L_1) et (L_2) et mesurons l'intensité du courant qui les traverse.



- L'intensité du courant diminue.

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est la même dans tous les composants électriques qui le constituent (y compris le générateur).



- L'ajout d'un récepteur dans un circuit série entraîne une diminution de l'intensité du courant qui le parcourt.
- Si dans un circuit série aucun effet (magnétique, chimique, thermique ou lumineux) n'apparaît, on doit déduire que l'intensité du courant est nulle.
- Un courant nul, dans un circuit série, est dû à une discontinuité électrique dans le circuit (un appareil grillé ou un fil coupé ou un mauvais contact au niveau des bornes de connexion).

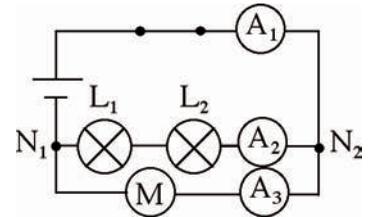
ACTIVITES (V): Quelle propriété vérifie l'intensité du courant dans un circuit en dérivation ?



- Reprenons le circuit utilisé au cours des activités (III) et insérons dans chacune des branches un ampèremètre.



- L'ampèremètre (A_1) indique la valeur $I_1=0,90$ A .
- L'ampèremètre (A_2) indique la valeur $I_2=0,65$ A .
- L'ampèremètre (A_3) indique la valeur $I_3=0,25$ A .



- Dans le premier montage, l'intensité I_1 du courant dans la branche principale est supérieure aux intensités I_2 et I_3 des courants dans les branches dérivées.
- Les intensités I_1 , I_2 et I_3 sont liées par la relation : $I_1=I_2+I_3$.
- L'intensité du courant dans la branche principale est égale à la somme des intensités des courants dans les branches dérivées.

Est-il nécessaire d'utiliser entre (L_1) et (L_2) et entre la lampe (L_1) et le nœud (N_1) des ampèremètres? Quelle est l'intensité du courant qui circule dans les fils reliant (N_2) à l'interrupteur et l'interrupteur au générateur ?



- Relions une branche comportant une lampe (L_4) et un ampèremètre (A_4) en parallèle avec (L_1) et schématisons le montage ainsi obtenu et indiquons par des flèches le sens des courants dans chaque branche.



- Dans le deuxième montage, l'intensité I_2 du courant qui traverse (A_2) et (L_2) est supérieure à l'intensité I_4 du courant qui traverse (A_4) et (L_4).



- A chaque fois qu'un courant rencontre un nœud, il se divise entre les branches.

Loi des nœuds : La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en partent.

Que se passerait-il aux intensités dans le deuxième montage si :

- la lampe (L_2) est grillée ?

- la lampe (L_1) est grillée ?

FICHE T.P

Loi des nœuds

Buts

- Réaliser un circuit à partir d'un schéma.
- Mesurer des intensités du courant électrique.
- Vérifier la loi des nœuds.

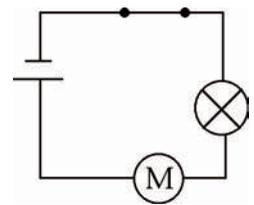
Matériels

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Un générateur de courant continu. | Un interrupteur. |
| Un moteur électrique. | Un ampèremètre ou un multimètre. |
| Une lampe. | Des fils de connexion. |

Expérimentation

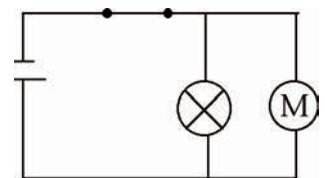
1- Circuit en série

- Réaliser le montage correspondant au schéma ci-contre.
- Mesurer l'intensité du courant électrique qui traverse chaque dipôle.
- Conclure.



2- Circuit en dérivation

- Réaliser le montage correspondant au schéma ci-contre.
- Mesurer l'intensité du courant électrique qui traverse chaque branche.
- Conclure.



RECHERCHE DOCUMENTAIRE



DANGER ET SECURITE

Le corps humain n'est pas un bon conducteur, mais ce n'est pas un isolant.

Des courants électriques de faibles intensités peuvent entraîner des contractions musculaires accompagnées de douleurs. Cela dépend de l'intensité du courant qui parcourt la partie du corps reliée au circuit électrique.

En milieu humide, la peau laisse passer plus facilement le courant ; l'intensité est plus grande qu'en milieu sec : le risque d'électrocution est augmenté.

Intensité du courant	Conséquences
30 mA	Paralysie musculaire
50 mA	Asphyxie
100 mA	Fibrillation du cœur



Ne pas utiliser d'appareils électriques quand on a les pieds dans l'eau.



Ne pas introduire d'objets conducteurs dans une prise de courant.



Ne pas utiliser d'appareils électriques dont l'isolation est défectueuse.



Ne pas tirer brutalement sur un cordon d'alimentation.



Ne pas réparer un appareil électrique sans l'avoir débranché.

- 1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «fibrillation», «asphyxie» et «paralysie».
- 2/- Peut-on utiliser les appareils électriques (chauffage, éclairage, appareils ménagers...) sans crainte ? A quelles conditions ?
- 3/- Peut-on utiliser les sèche- cheveux dans les salles de bain ?
- 4/- En cas d'accident d'électrocution que doit-on faire en premier lieu ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Avec un ensemble de dipôles électriques, on peut réaliser deux types de montages :
 - montage en série : les différents dipôles sont liés les uns à la suite des autres ;
 - montages en dérivation : les différents dipôles ne sont pas liés les uns à la suite des autres.
- Dans un montage en parallèle comportant un seul dipôle générateur, on distingue plusieurs branches (une branche peut être constituée d'un dipôle ou de plusieurs dipôles montés en série) :
 - une branche principale : c'est celle qui contient le générateur ;
 - des branches dérivées : ce sont les branches formées de dipôles récepteurs.
- Le point de rencontre de plus de deux branches s'appelle un nœud.
- Entre deux nœuds consécutifs l'association en série de dipôles constitue une branche.
- Chaque couple de branches constituant une boucle fermée est appelé maille.
- A un courant électrique est associée une grandeur mesurable appelée intensité du courant, symbolisée par I et exprimée en ampère de symbole (A).
- L'intensité d'un courant est mesurée à l'aide d'un appareil appelé ampèremètre.
- Dans un circuit série l'intensité du courant est la même en tous ses points.
- En un nœud d'un circuit en dérivation, la somme des intensités des courants qui y arrivent est égale à la somme des intensités des courants qui en partent.
- Un fusible est un dipôle qui protège les composants d'un circuit électrique en fondant rapidement dès que l'intensité du courant qui le traverse dépasse une valeur donnée.

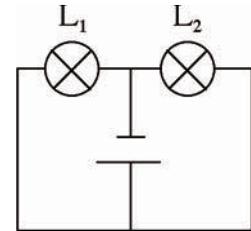
APERÇU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Ampère (1775/1836).

EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

Des mesures d'intensités, faites dans le circuit ci-contre, donnent les résultats suivants : l'intensité du courant qui traverse (L_1) est $I_1 = 30\text{mA}$ et l'intensité du courant débité par le générateur est $I = 80\text{mA}$.



1/- Déterminer la valeur de l'intensité du courant I_2 qui traverse (L_2).

2/- On inverse les branchements du générateur. L'éclat des lampes change-t-il ?

3/- La lampe (L_1) est détériorée. L'intensité I débité par le générateur change-t-elle ?

Solution

1/- D'après la loi des nœuds, on a :
 $I_1 + I_2 = I$; $I_2 = I - I_1 = 50\text{mA}$.

2/- Lorsqu'on inverse le branchement du générateur, l'éclat des lampes reste le même car l'intensité du courant débité par le générateur reste inchangée.

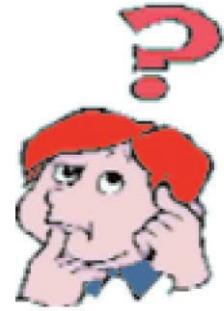
3/- Lorsque (L_1) est détériorée l'intensité du courant débité par le générateur change.

Commentaires

Les lampes sont des dipôles symétriques.

Elle devient environ égale à celle qui traversait (L_2) avant que (L_1) ne soit grillée.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Dans le système international, l'intensité du courant électrique s'exprime en
- 2/- La lecture de la valeur de l'intensité d'un courant électrique la plus précise s'obtient avec le plus petit.....possible d'un
- 3/- La somme des intensités qui..... à un nœud est égale à la somme des intensités qui en

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Dans une branche d'un circuit parallèle, le courant est moins intense que dans le générateur.
- 2/- Quand on ouvre l'interrupteur d'un circuit série, les ampèremètres placés en divers points du circuit indiquent des intensités égales mais non nulle.
- 3/- L'intensité du courant électrique n'a pas d'influence sur l'éclairement d'une lampe.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Dans un conducteur, lorsque l'intensité du courant électrique augmente, la température (*reste identique/augmente/diminue*). Pour cette raison on utilise pour une lampe un filament en tungstène au lieu d'un filament en fer.
- 2/- Quand on ajoute des récepteurs en dérivation dans un circuit, l'intensité du courant principal (*reste constante/augmente/diminue*).
- 3/- Les conséquences d'un court-circuit sont (*l'augmentation/la diminution*) de l'intensité du courant électrique et une détérioration des composants électriques si l'installation n'est pas protégée par un (*fusible/une lampe/un ampèremètre*).

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Le courant électrique circule dans un générateur lorsqu'on dévisse une lampe faisant partie:

- (a) d'un circuit électrique en série.
- (b) d'un circuit électrique en dérivation.
- (c) d'un circuit électrique ouvert.

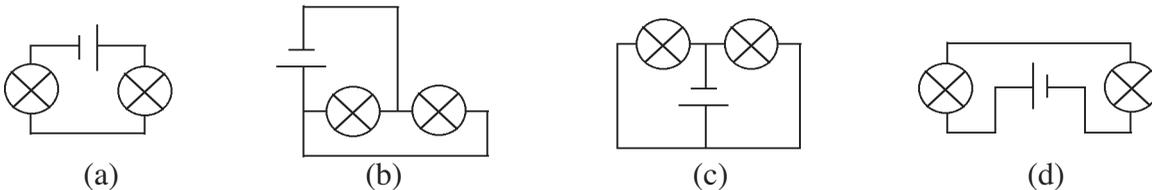
2- Représenter le schéma d'un circuit série qui comprend : une pile, deux lampes, un ampèremètre, une diode et un interrupteur et qui permet de voir passer un courant.
Indiquer sur le schéma du circuit la borne « COM » de l'ampèremètre.

3- On utilise un ampèremètre possédant les calibres suivants : 1mA, 10 mA, 100 mA, 1 A et 10 A.
1/- Sur quel calibre faut-il placer le sélecteur de l'ampèremètre pour mesurer une intensité inconnue?
2/- L'intensité du courant vaut 0,02 A. Quel est le calibre le mieux adapté ?

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-
1/- Dans les foyers, les lampes et les appareils électroménagers sont-ils montés en série ou en parallèle?
2/- a)- L'éclairage de la lampe dans une chambre varie-t-il quand on allume ou on éteint les lampes des autres chambres ?
b)- Déduire comment varie l'intensité du courant principal (arrivant de la STEG) quand on met en service plusieurs lampes.
3/- Une prise est protégée par un fusible de calibre 20 A. Peut-on brancher à cette prise simultanément et en parallèle une machine à laver d'intensité nominale 12 A et une plaque chauffante d'intensité nominale 10 A ?

2- On dispose d'un générateur de courant, de deux lampes identiques et de fils de connexion.
1/- Indiquer pour chaque montage si les lampes sont montées en série ou en dérivation.



2/- Pour quels montages l'éclat des lampes est-il le plus important ?

3- On réalise le circuit suivant :

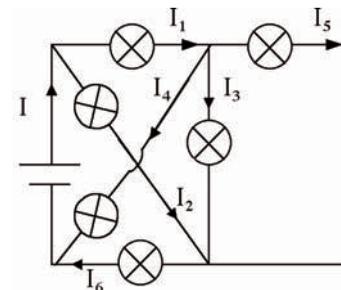
1/- a)- Trouver :
- une relation entre I , I_1 et I_2
- une relation entre I_1 , I_3 , I_4 et I_5 ;
- une relation entre I , I_4 et I_6 .

b)- Déduire les valeurs de I_2 , I_3 et I_4 , sachant que $I = 1$ A ,
 $I_1 = 600$ mA , $I_5 = 50$ mA et $I_6 = 0,8$ A.

3/- Pour le circuit précédent, on utilise un ampèremètre pour mesurer l'intensité I .

a)- Reprendre le schéma précédent en ajoutant l'ampèremètre.

b)- Indiquer la graduation à laquelle s'arrête l'aiguille de l'ampèremètre sachant que le calibre utilisé est 1A et l'échelle de l'ampèremètre comporte 100 divisions.



SAVOIR PLUS



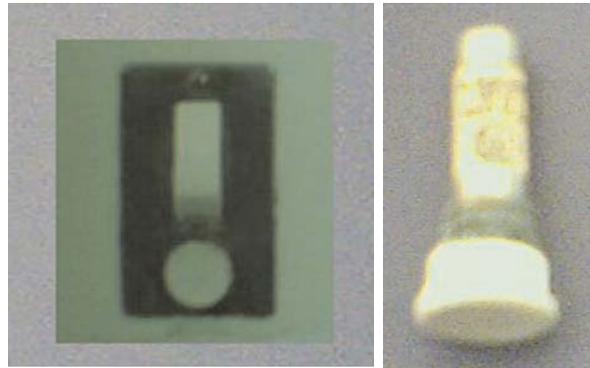
LES FUSIBLES

La fusibilité est la tendance d'un métal que l'on chauffe à passer de l'état solide à l'état liquide. La fusion peut être nette, comme pour l'étain et le plomb, ou graduelle comme pour le fer, qui devient pâteux avant de fondre.

Un fusible est un petit morceau de conducteur qui a la propriété de chauffer puis de fondre bien avant les autres éléments du circuit électrique.

La plupart des fusibles contiennent un fil en aluminium qui fond quand l'intensité du courant qui le traverse atteint une certaine valeur. Cette valeur, qui est le calibre du fusible, est fonction de la section du fil.

Le fusible est placé dans un circuit pour le protéger des courants trop importants. En effet, il fait partie du circuit et donc de la boucle fermée. Quand le courant est trop important, le fusible chauffe puis fond : le circuit est alors coupé et il n'y a plus du tout d'électricité qui circule dans le circuit.



Pour un circuit d'éclairage, on choisit un fusible de 10 A ; pour un circuit avec une machine à laver, on choisit un fusible de 16 A.



La voiture est dotée d'une série de fusibles généraux de protection (80A --> 200A) qui protègent séparément les diverses fonctions de l'équipement électrique. Chaque fonction agence le fonctionnement d'un ensemble de services protégés par des fusibles (10 A --> 50A).

L'ELECTRICITE

LA TENSION ELECTRIQUE

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : La tension électrique
- **Activités(II)** : Mesure d'une tension aux bornes d'un dipôle isolé
- **Activités(III)** : Mesure d'une tension aux bornes d'un dipôle placé dans un circuit fermé
- **Activités(IV)** : La tension est une grandeur algébrique
- **Activités(V)** : Loi des mailles
- **Activités(VI)** : Visualisation d'une tension à l'oscilloscope

Pré-requis

- Dipôle générateur et dipôle récepteur
- Dipôle isolé et dipôle en circuit fermé
- Circuit en série et circuit en dérivation

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Que signifie les indications (4,5 V; 40 mA) qu'on lit sur une lampe ?

3/- Quelle différence y a-t-il entre une lampe portant l'indication 4,5 V et une pile portant elle aussi l'indication 4,5 V ?



1/- Quel symbole voit-on sur un poteau d'une ligne de tension ? Quelle information véhicule-t-il ?

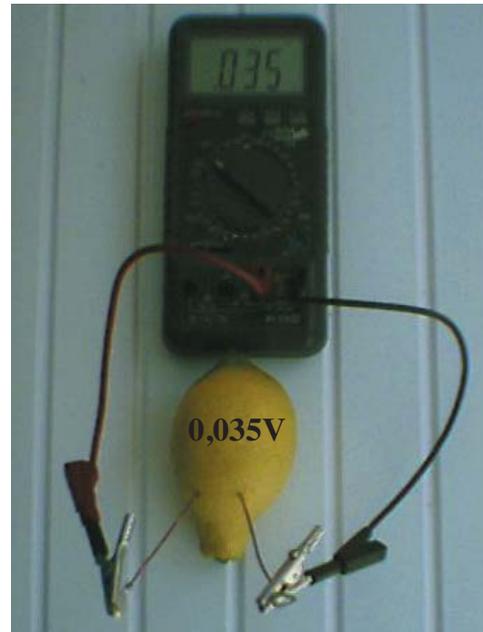
2/- Quels dangers présente une ligne de haute tension ?

3/- Peut-on imaginer une ligne de tension à un seul fil ?

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Que signifie l'indication 0,035V écrite par l'expérimentateur sur le citron ?

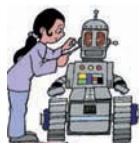
2/- Quel appareil a-t-on utilisé pour lire la valeur indiquée ?



1/- Expliquer pourquoi les lampes d'une guirlande éclairent-elles de la même façon ?

2/- Si l'une (ou quelques unes) des lampes est grillée, les autres contiennent-elles à éclairer ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I): Que signifient les valeurs numériques suivies de la lettre V qu'on lit sur des appareils électriques ?

- Regardons les indications sur plusieurs piles et générateurs de T.P, sur le compteur de la S.T.E.G chez soi et sur plusieurs lampes.



- On lit les indications :
 - 1,5 V, 4,5 V, 9 V sur les piles ;
 - 6 V, 12 V, 30 V...sur les générateurs de T.P ;
 - 220 V sur le compteur de la S.T.E.G ;
 - 3 V, 6 V, 12 V, 220 V...sur les lampes.

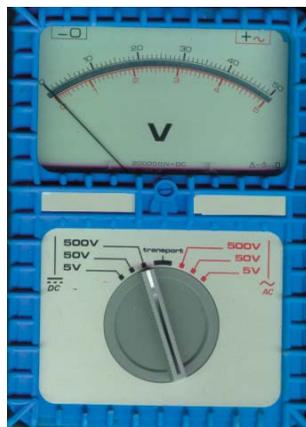


- Une des grandeurs électriques qui caractérise un dipôle, c'est **la tension** à ses bornes. Les indications ci-dessus citées sont des valeurs de cette grandeur. Elle s'exprime dans le système international en **volt** de symbole (V) et se mesure par un appareil appelé **voltmètre**.

Ce qu'il faut connaître sur le voltmètre

Le voltmètre, comme l'ampèremètre, est un dipôle qui comporte :

- deux bornes : une borne marquée A (ou rouge ou +) et une borne "commune" marquée COM (ou noire ou -) ;
- un commutateur au niveau duquel on lit D.C (ou C.C ou V) et A.C (ou C.A ou V) ;
- un sélecteur de calibre (ou des bornes rouges) ;
- un cadran gradué et une aiguille (voltmètre à aiguille) ou un écran à affichage numérique (voltmètre numérique).



— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Comment mesurer la tension aux bornes d'un dipôle isolé?



- Choisissons le calibre immédiatement supérieur à la tension indiquée par la pile. Branchons la borne « COM » du voltmètre à la borne (-) de l'une quelconque des piles et la borne « V » du voltmètre à la borne (+) de cette pile.
- Reprenons la même expérience en remplaçant la pile précédente successivement par une deuxième pile, une lampe, un moteur, un interrupteur, un ampèremètre et une diode.



Dipôle	Pile(1)	Lampe	Moteur	Interrupteur ouvert	Interrupteur fermé	Pile(2)	Ampèremètre	Diode
Lecture (V)	4,4	0	0	0	0	9,0	0	0



- La tension aux bornes d'une pile isolée n'est pas nulle. Elle vaut approximativement ce qui est indiqué sur la pile.
- La tension aux bornes d'une lampe, d'un moteur, d'une diode... non insérés dans un circuit est nulle.

Un dipôle isolé aux bornes duquel il existe une tension est un dipôle générateur.
Un dipôle isolé aux bornes duquel il n'existe pas une tension est un dipôle récepteur.

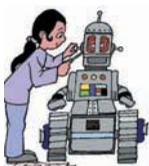
- Les valeurs des tensions indiquées sur un générateur et sur un dipôle récepteur ont des significations différentes :

- pour un générateur, la tension indiquée désigne la tension à vide (lorsqu'il n'est branché à aucun dipôle récepteur) appelée aussi la **force électromotrice** (f.e.m) du générateur
- pour les dipôles récepteurs, l'indication de la tension renseigne sur la tension, appelée **tension nominale**, qu'on doit appliquer à ses bornes pour qu'ils fonctionnent **normalement** (une tension plus faible ne le met pas en fonctionnement de manière satisfaisante et une tension plus grande le détériore).

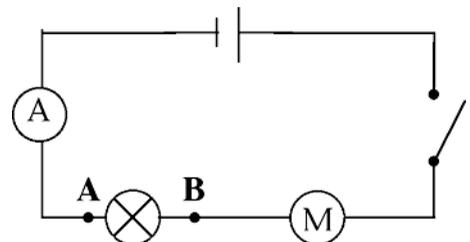
Chercher l'ordre de grandeur des tensions nominales des appareils suivants : LED, Lampe d'une torche, Lampe d'une voiture, Poste radio de poche, Télévision, Métro.

ACTIVITES (III) : Comment mesurer la tension aux bornes d'un dipôle placé dans un circuit?

Pour mesurer la tension aux bornes d'un dipôle inséré dans un circuit, on branche le voltmètre en dérivation avec le dipôle considéré. On veille à ce que la borne « V » soit reliée à la borne du dipôle par laquelle le courant arrive.



- Réalisons le circuit de la figure ci-contre et mesurons les tensions aux bornes de la pile et de la lampe lorsque l'interrupteur est ouvert, puis lorsque l'interrupteur est fermé.



ACTIVITES EXPERIMENTALES



Interrupteur	Ouvert		Fermé	
	Pile	Lampe	Pile	Lampe
Dipôle				
Tension (V)	4,50	0	4,44	3,50
Intensité (A)	0	0	0,3	0,3



- En circuit ouvert :
 - la tension aux bornes d'un dipôle générateur n'est pas nulle, alors qu'elle est nulle aux bornes de tout autre dipôle récepteur;
 - aucun dipôle n'est traversé par un courant.

- En circuit fermé :
 - on mesure une tension non nulle aux bornes du dipôle générateur ainsi qu'aux bornes de tout autre dipôle récepteur ;
 - la lampe, le moteur ainsi que le générateur sont parcourus par un courant d'intensité non nulle.

ACTIVITES (IV): La tension est-elle toujours positive ?



- Reprenons le montage des activités (III). Invertissons les connexions aux bornes du générateur après avoir retiré l'ampèremètre du circuit et remplacé le voltmètre à aiguille par un voltmètre numérique en veillant à ce que la borne « V » soit reliée à la borne A de la lampe.



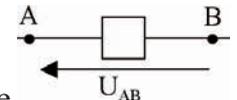
- On lit une valeur négative égale en valeur absolue à celle relevée dans l'expérience précédente.

- La tension aux bornes d'un dipôle peut avoir une valeur positive ou négative.
La tension est une grandeur algébrique.



- On notera U_{AB} la tension, aux bornes d'un dipôle, indiquée par un voltmètre dont la borne « V » est reliée à A et sa borne « COM » est reliée à B.

On symbolisera cette tension par une flèche dirigée de B vers A :



- La tension U_{AB} aux bornes d'un dipôle est positive si le courant arrive au dipôle placé entre A et B par A, et négative dans le cas contraire.
- La tension U_{AB} aux bornes d'un dipôle est aussi appelée différence de potentiel (d.d.p en abrégé).

On la note $V_A - V_B$.

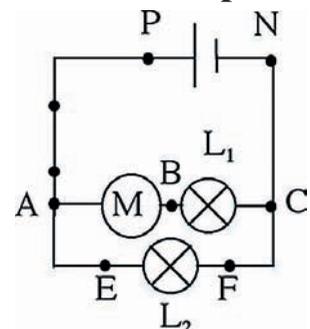
Remarque

- Si on branche un voltmètre numérique aux bornes d'un générateur et si on lit une valeur :
- positive : cela veut dire que la borne (+) du générateur est reliée à la borne «V» du voltmètre;
 - négative: cela veut dire que la borne (+) du générateur est reliée à la borne «COM» du voltmètre.

ACTIVITES (V): Par quelle loi sont régies les tensions aux bornes des dipôles d'une maille parcourue par un courant ?



- Réalisons le montage ci-contre. Mesurons, lorsque l'interrupteur est fermé, les tensions : U_{AB} , U_{BC} , U_{NP} , U_{EF} et U_{PA} .



ACTIVITES EXPERIMENTALES



Tension	U_{AB}	U_{BC}	U_{NP}	U_{EF}	U_{AP}
Valeur (V)	5,5	3,5	-9,0	9,0	0

L'intensité du courant qui passe dans AE est-elle nulle ?

Sans refaire les mesures : - donner les valeurs de U_{CN} , U_{EA} , U_{CF} et U_{PN} ;

- remplir le même tableau lorsque l'interrupteur est ouvert.

Quelle propriété commune ont les tensions aux bornes des composants de chacune des trois mailles du montage ?



- Aux bornes d'un fil conducteur parcouru par un courant la tension est nulle.
- $U_{PA} + U_{AB} + U_{BC} + U_{CN} + U_{NP} = 0$ et $U_{AE} + U_{EF} + U_{FC} + U_{CB} + U_{BA} = 0$.

Loi des mailles : Dans une maille la somme algébrique des tensions aux bornes des différents composants qui la constituent est nulle .

Quelle tension mesure-t-on, entre E et F, si on court-circuite la lampe (L_2) ?

A l'aide d'un voltmètre vérifier la réponse.

Quelle relation y a-t-il entre les tensions aux bornes des différents dipôles dans un circuit en série?

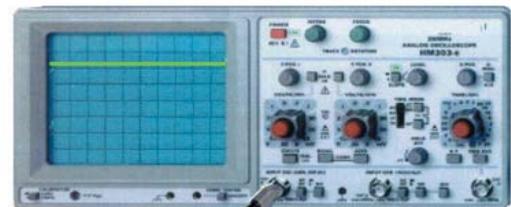
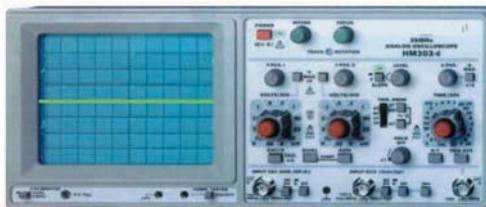
Chez soi les lampes et les appareils électroménagers sont montés en dérivation. A quoi devez vous faire attention, quand vous achetez un poste radio à utiliser sur le secteur ?

ACTIVITES (VI): Peut-on visualiser une tension et mesurer sa valeur ?

Pour visualiser une tension, on utilise un **oscilloscope** : c'est un appareil électronique doté d'un écran gradué. Sur sa face il possède des boutons de réglage et deux voies d'affichage (voie X et voie Y).



- Réglons l'oscilloscope de manière à faire apparaître au centre de l'écran un segment lumineux horizontal sur la voie X.
- Branchons aux bornes de la voie X de l'oscilloscope une pile plate.



- Lorsque la sensibilité verticale est réglée sur 2 V/div, nous observons une déviation verticale de 2,2 divisions soit vers le haut soit vers le bas selon le branchement de la pile.



- L'oscillogramme (le graphe) de la tension aux bornes de la pile est un trait horizontal lorsque le balayage est déclenché, cela signifie que cette tension ne varie pas au cours du temps : elle est dite **tension continue**.

FICHE T.P

Loi des mailles

Buts

Réaliser un circuit à partir d'un schéma.

Mesurer des tensions.

Vérifier la loi des mailles.

Matériels

Un générateur de courant continu.

Un interrupteur.

Un moteur électrique.

Un voltmètre ou un multimètre ou un oscilloscope.

Une lampe.

Des fils de connexion.

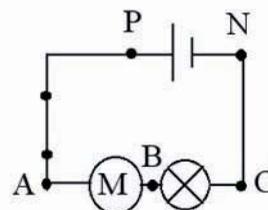
Expérimentation

Circuit en série

Réaliser le montage du circuit correspondant au schéma ci-contre.

Mesurer les tensions aux bornes de chaque dipôle.

Conclure.

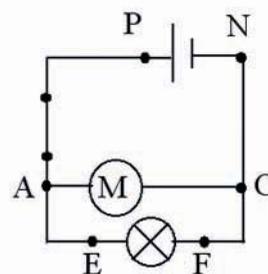


Circuit en dérivation

Réaliser le montage du circuit correspondant au schéma ci-contre.

Mesurer les tensions aux bornes de chaque dipôle.

Conclure.





ACTIVITES DOCUMENTAIRE

L'ANGUILLE ELECTRIQUE

Le gymnote ou mieux anguille électrique possède des organes électriques. Il a la forme d'une longue anguille dont il se distingue, toutefois, par la disposition de ses nageoires.

Le gymnote est un poisson au corps allongé qui peut atteindre une longueur de 2,5 m.

Il vit dans le bassin de l'Amazone, en Amérique du Sud, recherchant les eaux stagnantes et les fonds vaseux.

Pour s'orienter, se nourrir et se défendre, il dispose d'un organe lui permettant d'envoyer une décharge électrique.

Ses organes électriques, au nombre de 2, sont situés dans ses flancs, de la tête à la queue, et rappellent, par leur disposition, une pile de Volta; la tête de l'animal sert de pôle positif, sa queue de pôle négatif.

Il détecte et étourdit ses proies en produisant des décharges électriques dont la tension est de 600 Volt.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «vaseux» et «anguille».

2/- Pourquoi le gymnote est appelé anguille électrique ?

3/- Quels sont les organes électriques du gymnote ?

4/- Comment le gymnote se défend-il ?

L'ESSENTIEL DU COURS

• La tension est une grandeur qui caractérise un dipôle. Elle s'exprime en volt de symbole (V), et se mesure à l'aide d'un appareil appelé voltmètre de symbole: 

• Le voltmètre se branche en dérivation avec le dipôle aux bornes duquel on désire mesurer la tension.

• La tension aux bornes d'un dipôle générateur isolé est non nulle.

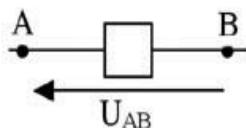
• La tension aux bornes d'un dipôle récepteur isolé est nulle.

• La tension indiquée sur un dipôle récepteur est appelée sa tension nominale. Sous cette tension le dipôle fonctionne normalement.

• La tension aux bornes d'un dipôle générateur inséré dans un circuit fermé est non nulle.

• La tension aux bornes d'un dipôle récepteur inséré dans un circuit est non nulle. Sa valeur dépend des composants du circuit.

• La tension aux bornes A et B d'un dipôle est notée U_{AB} . Elle est représentée par une flèche allant de B vers A :



• La tension est une grandeur algébrique : $U_{AB} = -U_{BA}$.

• U_{AB} est positive si un voltmètre, branché entre A et B, indique une valeur positive lorsque sa borne COM (ou noire ou -) est reliée à B.

• Loi des mailles : la somme algébrique des tensions aux bornes des différents dipôles d'une maille d'un circuit est égale à zéro.

• Pour une bonne utilisation des composants électriques, il ne faut jamais les soumettre à des tensions éloignées de leur tension nominale.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Volta (1745/1827).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

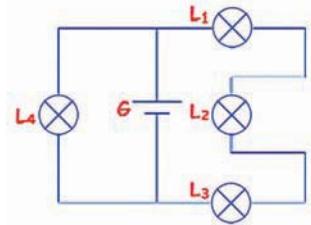
On considère le circuit ci-contre où les quatre lampes sont identiques et où la tension U aux bornes du générateur vaut 6 V :

1/- a)- Indiquer le sens du courant dans chacune des trois branches.

b)- Sachant que l'intensité I'' du courant qui traverse la lampe L_2 vaut 90 mA et que le générateur délivre un courant d'intensité $I = 240\text{ mA}$, calculer l'intensité I' du courant qui traverse la lampe L_4 .

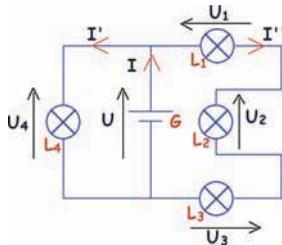
2/- a)- Calculer les tensions U_1 , U_2 , U_3 et U_4 respectivement aux bornes de L_1 , L_2 , L_3 et L_4 .

b)- Les lampes éclairent-elles de la même manière?



Solution

1/- a)-



b)- D'après la loi des nœuds, on a: $I = I' + I''$;
d'où : $I' = I - I'' = 240\text{ mA} - 90\text{ mA} = 150\text{ mA}$.

2/- a)- D'après la loi des mailles, on a :

$$U - U_1 - U_2 - U_3 = 0 \quad \text{et} \quad U - U_4 = 0;$$

d'autre part les lampes sont identiques; d'où :
 $U_1 = U_2 = U_3 = \frac{U}{3} = 2\text{ V}$ et $U_4 = U = 6\text{ V}$.

b)- L_1 , L_2 et L_3 sont associées en série donc elles sont traversées par le même courant et par suite elles éclairent de la même manière mais moins fortement que la lampe L_4 qui est traversée par un courant plus intense.

Commentaires

Le courant circule toujours du pôle positif du générateur vers son pôle négatif

Aux bornes des composants identiques d'une même branche d'un circuit, les tensions sont égales.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Il n'y a passage de courant électrique entre deux points d'un conducteur que lorsqu'il y a une entre ces deux points.
- 2/- Pour mesurer la tension aux bornes d'un dipôle, on utilise ou ou bien qu'on branche en avec ce dipôle.
- 3/- La somme des tensions, relevées en partant d'un point d'une maille parcourue par un courant et en y revenant est

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- L'unité de la tension est le voltmètre.
- 2/- Une tension peut avoir une valeur négative.
- 3/- Dans un circuit où il n'y a aucun courant, il n'y a aucune tension.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Pour qu'un appareil fonctionne normalement, il doit être soumis à une tension (*supérieure/égale/inférieure*) à sa tension nominale.
- 2/- La tension aux bornes d'un interrupteur fermé est (*toujours/en général*) nulle. Aux bornes d'un interrupteur ouvert, elle est (*toujours/en général*) non nulle.
- 3/- Si la borne COM (ou noire, ou -) d'un voltmètre numérique est reliée à un point A et sa borne V (ou rouge, ou +) à un point B d'un circuit, la tension affichée est (U_{AB}/U_{BA}).

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Dans l'installation électrique d'une maison, la tension nominale des appareils électriques est 220 V. La tension fournie par la STEG est également 220 V.

1/- Les appareils sont-ils montés :

(a) en série ; (b) en branchement mixte (série et parallèle) ; (c) en parallèle.

2/- Dans un branchement en série au lieu d'un branchement en dérivation, avec le secteur, deux lampes éclairent :

(a) plus ; (b) moins ; (c) de la même façon.

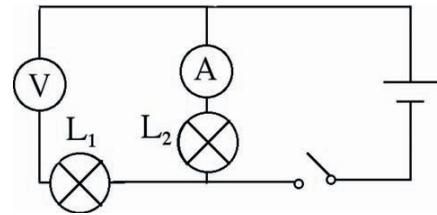
2-

Proposer une expérience qui prouve que, pour un circuit en série, la relation entre les tensions ne dépend pas de l'ordre de montage des dipôles qui le constituent.

3-

La tension aux bornes du générateur est égale à la tension nominale des deux lampes (L_1) et (L_2).

Lorsqu'on ferme l'interrupteur les deux lampes s'allument-elles ? Si non corriger ce circuit.



Utiliser ses acquis pour une synthèse

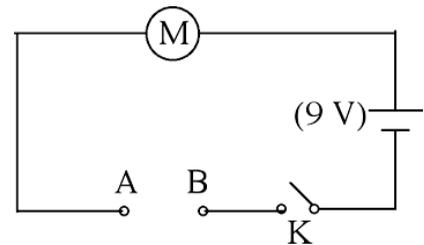
1-

1/- Soit le circuit schématisé ci-contre :

a)- Quelle indication donnerait un voltmètre branché entre A et B lorsque :

- K est ouvert ?
- K est fermé ?

b)- Quel nom peut-on donner au dipôle (AB) lorsque K est fermé ?



2/- On dispose de trois lampes : une lampe (L_1) sur le culot de laquelle sont inscrits : 3V-300mA, une lampe (L_2) : 1,2 V-100 mA, et une lampe (L_3) : 12 V-10 A.

Sachant que la tension nominale du moteur est 6V, décrire l'état de fonctionnement de chaque lampe lorsqu'elle est insérée entre A et B. Expliquer.

2-

1/- Compléter le tableau de mesure suivant sachant que le voltmètre utilisé a un cadran qui comporte 100 divisions (div) :

Calibre (V)	1	3		30	100
Lecture (div)	60		80	8	
Valeur (V)		0,9	8		39

2/- Pour quelle(s) mesure(s) les calibres utilisés ne sont pas bien choisis ?

3-

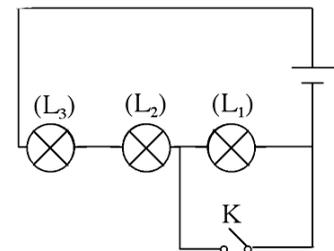
On réalise le circuit ci-contre avec un générateur qui fournit une tension de 12 V, un interrupteur K, des fils de connexion et trois lampes identiques (L_1), (L_2) et (L_3) de tension nominale 6V chacune.

1/- L'interrupteur K est ouvert.

- a)- Déterminer la valeur de la tension aux bornes de (L_2) et (L_3) sachant qu'un voltmètre aux bornes de (L_1) affiche 4 V.
- b)- Les deux lampes brillent-elles normalement ?

2/- On ferme l'interrupteur K.

- a)- La lampe (L_1) s'éteint. Expliquer.
- b)- Déterminer la valeur de la tension aux bornes de chaque lampe.
- c)- Quelle(s) lampe(s) brille(ent)-t-elle(s) normalement ?



SAVOIR PLUS



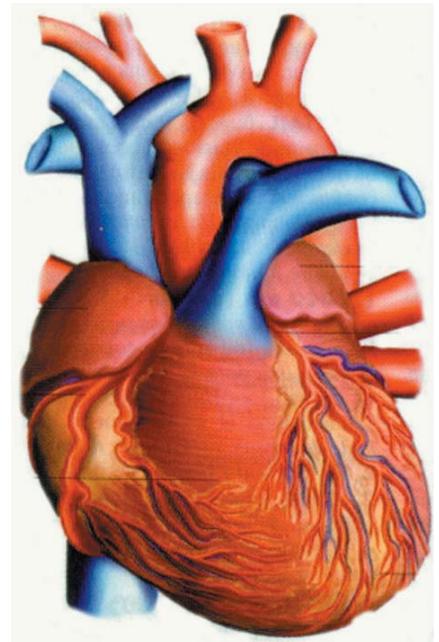
L'ELECTROCARDIOGRAMME

En 1903, le physiologue hollandais William Eintrouven montre, pour la première fois, que les différences de potentiel entre différents points du corps humain, sont liées à l'activité cardiaque.

Les deux groupes musculaires du cœur, oreillettes et ventricules, se comportent comme les bornes d'un générateur lorsque le cœur est en phase d'activation. Ils créent donc des différences de potentiel entre différents points du corps humain.

Pour enregistrer les impulsions électriques qui déclenchent la contraction cardiaque, on utilise neuf électrodes: trois électrodes sont placées sur les membres (poignet droit, poignet gauche et pied gauche), six électrodes sont placées sur le thorax.

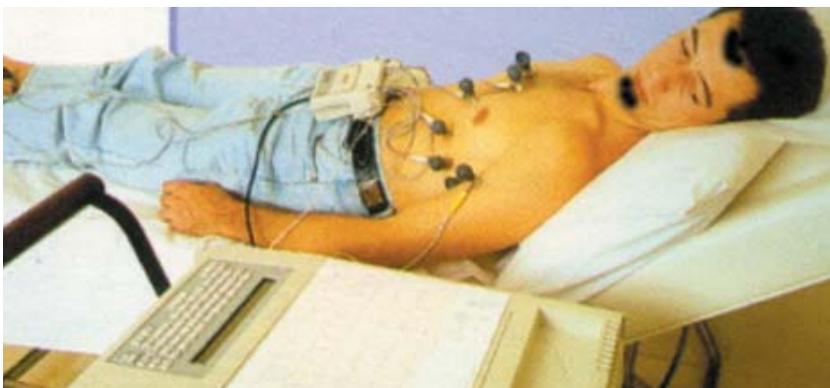
Les électrodes sont successivement reliées aux deux bornes d'un voltmètre permettant l'enregistrement de l'électrocardiogramme sur papier millimétré ou la visualisation sur un écran.



Electrocardiogramme d'un sujet présentant des troubles cardiaques



Electrocardiogramme d'un sujet en bonne santé



L'ELECTRICITE

CARACTERISTIQUE D'UN DIPÔLE RESISTOR

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Caractéristique d'un dipôle
- **Activités(II)** : Caractéristique d'un résistor : loi d'Ohm
- **Activités(III)** : Détermination de la résistance d'un résistor.
- **Activités(IV)** : Rôle d'un rhéostat dans un circuit
- **Activités(V)** : Exemples de caractéristiques de dipôles

Pré-requis

- Mesurer une intensité
- Mesurer une tension
- Choisir un calibre
- Tracer un graphique dans un repère cartésien

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



Un enfant désire éclairer davantage son bureau. En mettant en série deux abat-jour, il s'étonne lorsqu'il remarque que les deux lampes n'éclairent pas bien qu'elles ne soient pas grillées et que la tension aux bornes de la prise vaut 220 V.

1/- Quelle explication doit-il donner au problème rencontré ?

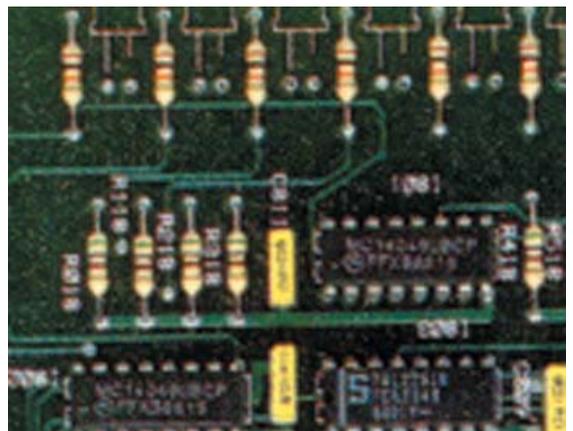
2/- Quelle relation doit-elle exister entre la tension et l'intensité pour que les deux lampes fonctionnent normalement ?

Sur ce circuit imprimé, on voit des dipôles comportant des anneaux colorés.

1/- Quel est le nom de chacun de ces dipôles ?

2/- Quel rôle jouent-ils dans les circuits électriques ?

3/- Sur quoi nous informent les anneaux colorés ?



— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

A l'aide des commandes d'un sèche-cheveux, on peut faire varier le débit de l'air soufflé et/ou sa température.

Quelle grandeur électrique fait-on varier quand on fait passer les commandes d'une position à une autre ?



1/- Quelle information peut-on tirer en lisant l'indication de l'ohmmètre quant à la conductibilité du corps humain ?

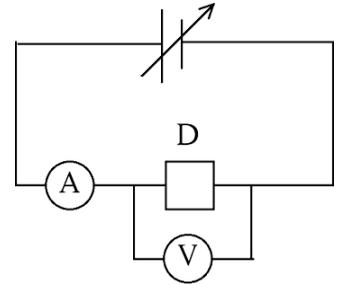
2/- Une intensité de 10 mA parcourant le corps humain entraîne une électrocution. Comment s'en protéger ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Y a-t-il une relation entre la tension d'un générateur et l'intensité qu'il débite dans un dipôle récepteur?



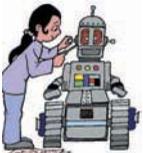
- Aux bornes du générateur de tension réglable (la valeur de la tension est commandée), branchons successivement trois dipôles récepteurs différents (D_1), (D_2) et (D_3) .
- Pour chacun des montages , mesurons la tension aux bornes du dipôle récepteur et relevons la valeur de l'intensité qui le parcourt.



- Les intensités I_1 , I_2 et I_3 qui parcourent respectivement (D_1), (D_2) et (D_3) sont différentes.



- L'intensité du courant débitée par un générateur dépend du dipôle récepteur qui lui est relié.



- Utilisons l'un des dipôles récepteurs précédents et réalisons le montage ci-dessus.
- Agissons sur le bouton de réglage de la tension aux bornes du générateur.



- Pour différentes valeurs U_1 , U_2 , U_3 de la tension U aux bornes du dipôle récepteur (D), les intensités respectives I_1 , I_2 et I_3 des courants sont différentes.



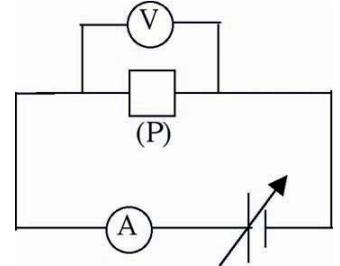
- Entre la tension U appliquée aux bornes d'un dipôle récepteur et l'intensité I du courant qui le parcourt, il existe une relation qu'on notera $U=f(I)$ ou $I=g(U)$.
- La courbe représentant la relation $U=f(I)$ relative à un dipôle (D) est appelée **caractéristique intensité-tension** de (D).
- La courbe représentant la relation $I=g(U)$ relative à un dipôle (D) est appelée **caractéristique tension-intensité** de (D).

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Quelle relation a-t-on entre la tension et l'intensité pour un dipôle résistor ?

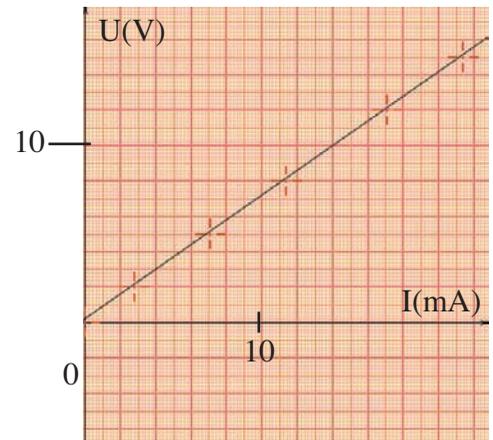


- Réalisons le montage constitué d'un générateur de tension réglable (0 V, 30 V) et d'un potentiomètre (P) d'un poste radio, d'un ampèremètre, d'un voltmètre et des fils de connexion.
- Relevons les couples de valeurs (intensité, tension).
- Traçons la variation de $U=f(I)$.



U(V)	0	2	5	8	12	15
I(mA)	0	2,9	7,2	11,4	17,2	21,5

- Lorsque U croît, I croît aussi.
- Les points images des couples (I, U) dans un repère $(\vec{o}, \vec{i}, \vec{j})$ sont presque alignés.

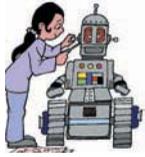


- Le tracé de la variation de $U=f(I)$ donne une portion de droite qui passe par l'origine. Cela montre qu'entre la tension aux bornes du potentiomètre et l'intensité du courant qui le traverse, il existe une relation de proportionnalité.

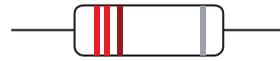
La caractéristique intensité-tension du dipôle étudié est une portion de droite passant par l'origine : la tension et l'intensité du courant sont proportionnelles. Un tel dipôle est appelé dipôle résistor ou conducteur ohmique.

- Le coefficient de proportionnalité est notée R ; soit : $R = \frac{U}{I}$.

ACTIVITES EXPERIMENTALES



• Remplaçons, dans le montage précédent, le potentiomètre par un composant (D) ayant l'aspect suivant :



• Relevons les couples (I, U).



U(V)	2	12	21
I(mA)	91	545	955

• I et U sont proportionnelles puisque $\frac{U_1}{I_1} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_3}{I_3} = 220 \text{ V.A}^{-1}$.



• Le dipôle (D) est donc un résistor.
 • Pour des tensions égales (12 V par exemple), le potentiomètre du poste radio et le dipôle (D) ont laissé passer des courants d'intensité différentes : le premier 17,2 mA et le second 545 mA.

- Le potentiomètre a résisté plus que le résistor (D) au passage du courant. Cette résistance est caractérisée par le coefficient R ($R = \frac{U}{I}$).
- R caractérise la résistance plus ou moins grande d'un dipôle au passage du courant. Cette nouvelle grandeur R caractérisant un résistor est appelée **résistance du résistor**.
- R est une grandeur mesurable, elle s'exprime dans le système international en **ohm** de symbole (Ω).

Loi d'Ohm : La tension U aux bornes d'un résistor (ou conducteur ohmique), de résistance R est égale au produit de la résistance R par l'intensité du courant I qui la traverse : $U = R.I$.

Mesure de la résistance d'un résistor

Pour mesurer directement la résistance d'un résistor, on peut utiliser un ohmmètre ou un multimètre.

Un multimètre à affichage numérique, utilisé en ohmmètre, permet de déterminer rapidement la valeur de la résistance d'un conducteur ohmique. Pour cela:

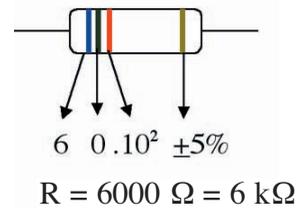
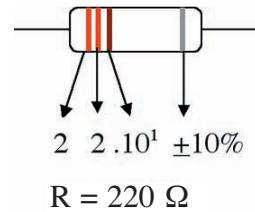
- placer le sélecteur sur un des calibres correspondant à la fonction ohmmètre et notée Ω ;
- brancher entre la borne COM et la borne V- Ω les deux bornes du conducteur ohmique ;
- lire la valeur affichée ;
- si le calibre utilisée est 20 k Ω et si la valeur R à mesurer dépasse 20 k Ω , l'appareil affiche (I.), changer alors de calibre.



ACTIVITES EXPERIMENTALES

On peut lire la valeur de la résistance de résistors utilisés en électronique à l'aide des codes de couleurs.

Marquage des résistances				
	chiffres significatifs		multiplicateur	tolérance ±
N° sur ex.	①	②	③	④
	0		1	20 %
	1		10 ¹	1 %
	2		10 ²	2 %
	3		10 ³	
	4		10 ⁴	
	5		10 ⁵	
	6		10 ⁶	
	7			
	8			
	9			
			10 ⁻²	10 %
			10 ⁻¹	5 %



Remarque

La résistance du corps humain varie d'une personne à une autre. Elle dépend de l'état de la peau. Ainsi, les enfants, qui ont une peau fine, ont une résistance plus faible que les adultes dont la peau est épaisse et sèche.

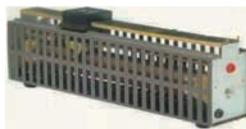
D'autre part, la résistance diminue quand la peau est mouillée. Le passage d'un courant d'intensité 10 mA, pendant une durée supérieure à 30 secondes, peut entraîner la mort.

La résistance d'une personne vaut 5000 Ω quand son corps est sec, 1000 Ω quand il est mouillé. C'est pour cette raison que la tension est dangereuse si elle dépasse 25 V dans les locaux humides ($I_{\text{mouillé}} = U/R_{\text{mouillé}} = 25/1000 = 25\text{mA}$) et 50V dans les conditions habituelles ($I_{\text{sec}} = U/R_{\text{sec}} = 50/5000 = 10\text{mA}$).

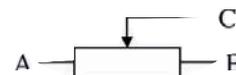
ACTIVITES (IV) : Comment ajuster la tension et l'intensité dans un circuit pour faire fonctionner normalement un dipôle ?

A l'aide d'un générateur maintenant entre ses bornes une tension de 9 V, peut-on arriver à faire fonctionner normalement une lampe (3,5 V- 350 mA) ?

On dispose d'un rhéostat :



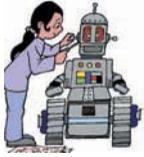
de symbole :



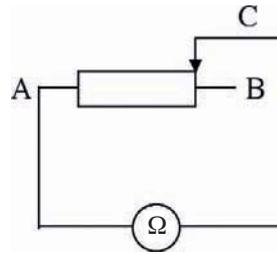
Il est constitué d'un enroulement de fil métallique qu'on peut utiliser :

- en totalité si on utilise les bornes A et B ;
- en partie si on utilise les bornes A (ou B) et C.

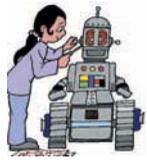
ACTIVITES EXPERIMENTALES



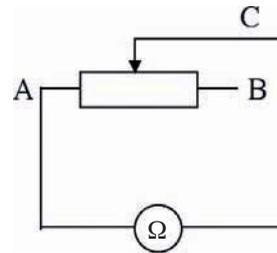
- Réalisons le montage ci-contre :



- La résistance du dipôle (AC) est 100Ω .



- Reprenons le montage précédent et déplaçons le curseur .



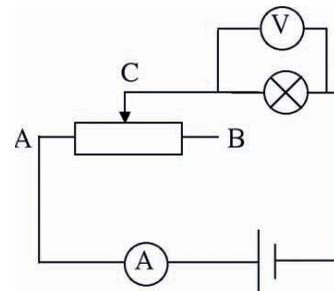
- La résistance de la partie utilisée du rhéostat a une valeur de 40Ω .



- En déplaçant le curseur (C), la résistance R_{AC} de la partie située entre A et C varie.



- Réalisons le montage schématisé ci-contre.
- Faisons varier la position du curseur C à partir de l'extrémité du rhéostat située du côté de la borne B non connectée et lisons les indications du voltmètre et de l'ampèremètre.



- Lorsque C est à l'extrémité du rhéostat située du côté de la borne B non connectée, la lampe est éteinte. Le voltmètre indique $0,02 \text{ V}$ et l'ampèremètre indique 9 mA .
- Lorsque C est déplacé d'environ $2/3$ de la longueur du rhéostat, on lit sur le voltmètre $3,5 \text{ V}$ et sur l'ampèremètre 300 mA . La lampe brille normalement.



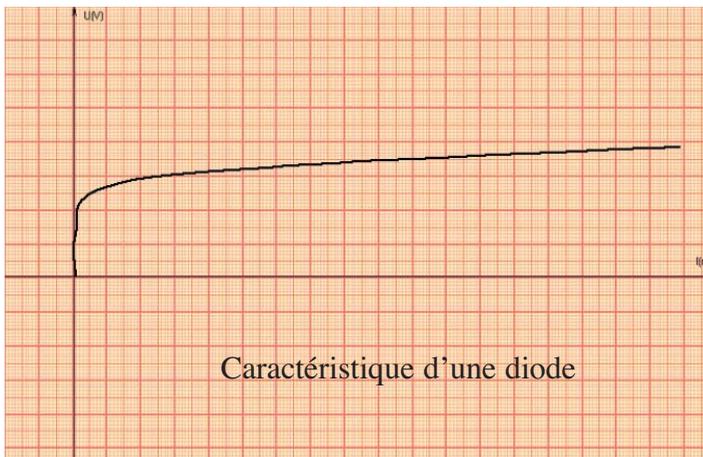
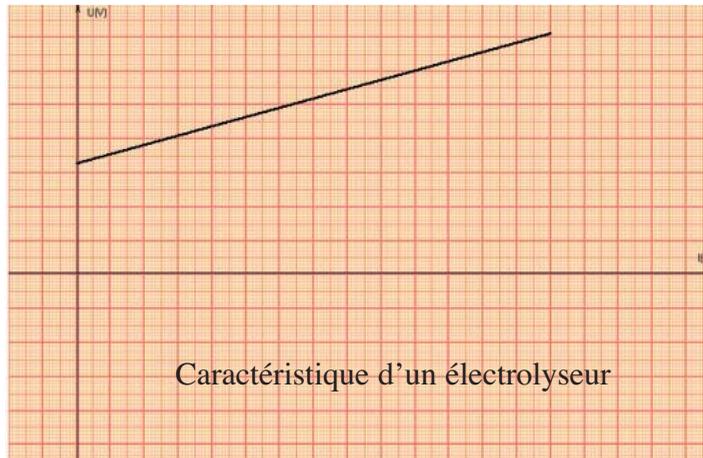
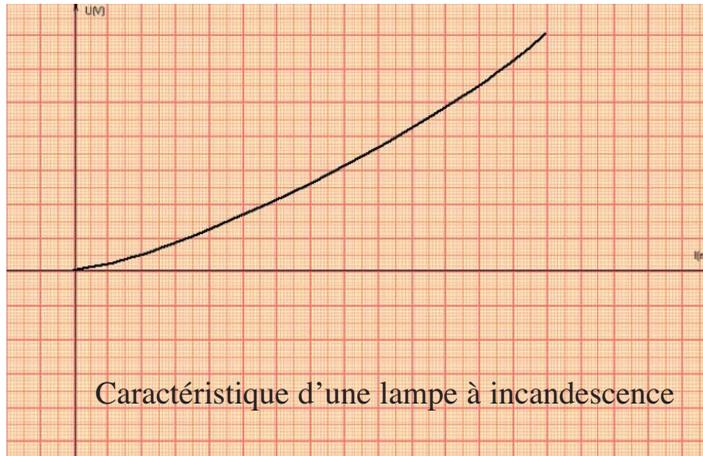
- Lorsqu'on utilise la borne reliée au curseur et l'une de ses deux autres bornes, un rhéostat permet, lorsqu'il est introduit dans une branche d'un circuit, de commander l'intensité du courant qui le traverse.

Que se passerait-il à la lampe si on continue à déplacer C vers A ?

Citer des exemples d'appareils domestiques qui utilisent une résistance réglable.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V) : Les dipôles ont-ils tous des caractéristiques de même forme



FICHE T.P

LOI D OHM

Buts

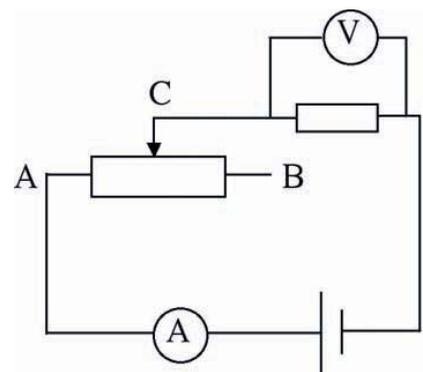
- Réaliser un circuit à partir d'un schéma.
- Mesurer des tensions et des intensités.
- Tracer la caractéristique intensité-tension d'un résistor.
- Vérifier la loi d'Ohm relative à un résistor.
- Utiliser un ohmmètre.
- Vérifier que pour un résistor donné la résistance déterminée à partir de sa caractéristique est égale à celle affichée par l'ohmmètre.

Matériels

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Un générateur de courant continu. | Un voltmètre. |
| Un dipôle résistor. | Un ampèremètre. |
| Un rhéostat. | Des fils de connexion. |
| Un interrupteur. | Un ohmmètre. |

Expérimentation

- Réaliser le montage ci-contre.
- Varié la tension U aux bornes du dipôle résistor en déplaçant le curseur du rhéostat.
- Pour différentes valeurs de U mesurer l'intensité I du courant qui traverse le résistor.
- Tracer la caractéristique intensité-tension du résistor.
- Interpréter les résultats.
- Déduire la loi qui lie U à I .
- Déterminer graphiquement la valeur de la résistance du résistor.
- Vérifier la valeur trouvée à l'aide d'un ohmmètre.



RECHERCHE DOCUMENTAIRE



PHOTORESISTANCE ET THERMISTANCE

Une photorésistance (LDR: Light Dependant Resistor) est une résistance sensible à la lumière.

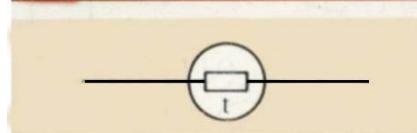
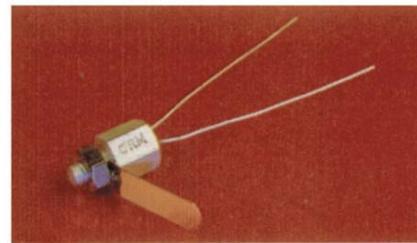
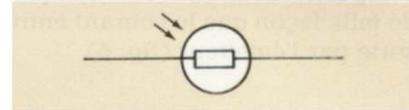
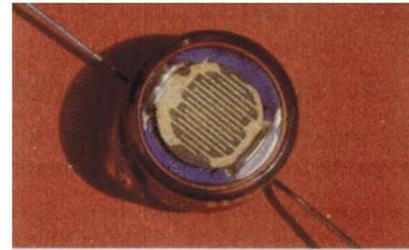
Dans l'obscurité, elle se comporte presque comme un isolant; sa résistance est alors très élevée: plusieurs milliers d'Ohms. Dans un circuit, une LDR ne laisse passer un courant que lorsqu'elle est éclairée. Pour cette raison, les LDR sont utilisées comme détecteurs de lumière et permettent la mise en marche automatique de certains dispositifs:

- escalator;
- alarme;
- allumage automatique de lampes à la tombée de la nuit;
- posemètre photographique...

Une thermistance (CTN : Coefficient de Température Négatif) est une résistance sensible à la chaleur. A la température ordinaire, 20°C, la résistance de la CTN est grande. Dans un circuit, une CTN ne laisse passer un courant appréciable que lorsqu'elle est chauffée.

Pour cette raison, les CTN sont utilisées comme détecteurs de chaleur et permettent la mise en marche automatique de certains dispositifs:

- commande d'une lampe ;
- commande d'un ventilateur;
- détecteur d'incendie;
- thermomètre digital;
- bolomètre...



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «bolomètre».

2/- Quelle différence y a-t-il entre une photorésistance et une thermistance ?

3/- Citer quelques applications des photorésistances et des thermistances.

L'ESSENTIEL DU COURS

- La tension U aux bornes d'un dipôle et l'intensité I qui le parcourt sont liées par une relation.
- Pour un dipôle résistor cette relation est de la forme : $U = R.I$.
- La courbe représentant les variations de la tension U aux bornes d'un dipôle en fonction de l'intensité I qui le traverse est appelée caractéristique intensité-tension du dipôle. Pour un dipôle résistor elle est une portion de droite qui passe par l'origine.
- Un résistor est caractérisé par sa résistance notée R qui est une grandeur mesurable. Elle s'exprime en ohm de symbole (Ω) et se mesure à l'aide d'un ohmmètre (ou se lit directement sur le résistor ou à l'aide d'un code de couleurs).
- Pour commander l'intensité du courant dans un circuit électrique (ou électronique), on insère un résistor réglable appelé rhéostat.
- Les dipôles n'ont pas tous des caractéristiques de même allure. Il ne réalisent pas donc, des relations tension-intensité de la même forme.

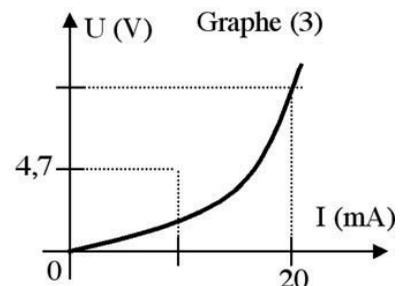
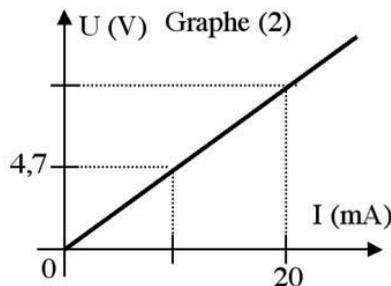
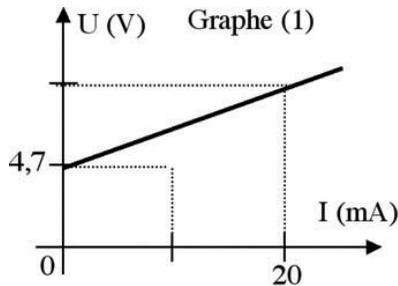
APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Ohm (1745/1827).

EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

Les trois graphes ci-après représentent les caractéristiques intensité-tension de trois dipôles.



- 1/- Lequel correspond à un dipôle résistor ?
- 2/- Déterminer la tension qui permet d'obtenir une intensité de 20 mA dans le résistor.
- 3/- Déduire la valeur de la résistance du résistor.
- 4/- En utilisant le code des couleurs dessiner ce résistor avec les anneaux colorés.

Solution

1/- Le graphe (2) correspond à la caractéristique intensité-tension d'un dipôle résistor puisqu'elle est une portion de droite qui passe par l'origine.

2/- D'après le graphe (2), pour $I=20\text{mA}$, on a : $U=9,4$ V.

3/- D'après la loi d'Ohm, on a: $U=R.I$
d'où : $R = U/I = 9,4/0,02 = 470\Omega$.

4/- D'après le code des couleurs le schéma du résistor, de résistance : $R=470\Omega$, est :



Commentaires

A partir du point d'abscisse 20mA on mène la parallèle à l'axe des ordonnées. Son point de concours avec la caractéristique a pour ordonnée la tension demandée.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- La caractéristique intensité-tension d'un dipôle résistor, appelé aussi conducteur.....est
- 2/- Dans le système international, la résistance d'un résistor s'exprime en..... de symbole..... .
- 3/- La tension U aux bornes d'un résistor, de résistance R , est égale au produit de la par..... .
Cette relation constitue la loi

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Le dipôle résistor se comporte de la même façon, si le courant le traverse dans un sens ou dans l'autre.
- 2/- Si la caractéristique intensité-tension d'un dipôle est portée par une droite affine. Ce dipôle est un résistor.
- 3/- Dans un circuit alimenté par un générateur, plus la résistance du circuit est grande plus l'intensité du courant est importante.

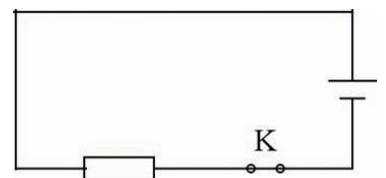
3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- La diode est un dipôle (*symétrique/asymétrique*) . Elle (*a/n'a pas*) la même caractéristique intensité-tension que le dipôle résistor.
- 2/- La résistance d'une lampe à incandescence (*dépend/ne dépend pas*) du courant qui la traverse . Elle (*a/n'a pas*) la même caractéristique intensité-tension que le dipôle résistor.
- 3/- Dans une portion de conducteur métallique, il y a (*moins/autant/plus*) d'électrons qui rentrent d'un côté que d'électrons qui sortent de l'autre.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse

Pour mesurer la résistance du résistor monté dans le circuit ci-contre, on peut:



- (a) ouvrir l'interrupteur K et brancher l'ohmmètre aux bornes du résistor ;
- (b) garder l'interrupteur K fermé et brancher l'ohmmètre aux bornes du résistor ;
- (c) garder l'interrupteur K fermé et brancher l'ohmmètre en série avec le résistor;

2-

1/- Indiquer deux méthodes pour déterminer la résistance d'un résistor.

Pour chaque méthode schématiser le circuit correspondant.

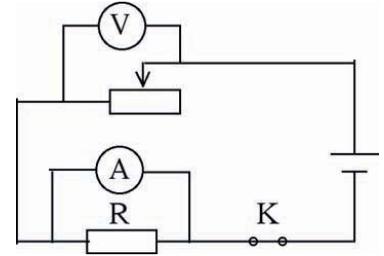
2/- Citer des applications des résistors.

3-

On considère le montage ci-contre.

Ce montage permet-il de tracer la caractéristique intensité-tension du dipôle résistor R ?

Si non corriger le schéma et dessiner-le correctement.



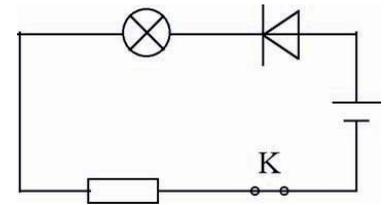
Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Dans le montage ci-contre.

On constate que la lampe ne s'allume pas.

Sachant qu'on dispose d'un ohmmètre, dire comment opérer pour savoir lequel des dipôles, la lampe ou le résistor ou l'interrupteur ou la diode, est détérioré ?



2-

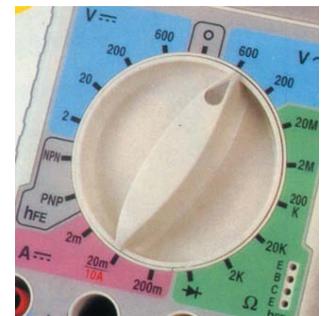
1/- a)- En utilisant les codes de couleurs donner les valeurs des résistances des résistors (R_1) et (R_2).



b)- Lequel, branché dans un circuit en série, diminue le plus fortement l'intensité du courant ?

2/- a)- Pour vérifier ses valeurs, sur quel(s) calibre(s) vaut-il mieux placer le sélecteur du multimètre ci-contre ?

b)- va-t-on trouver les mêmes valeurs fournies par le code des couleurs ?

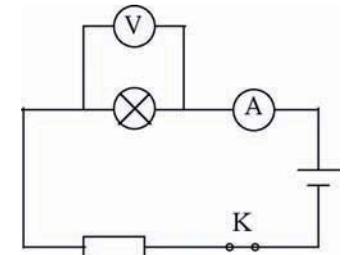


3-

On considère le circuit ci-contre. La résistance du résistor est 100Ω et sur le culot de la lampe est inscrit (6 V- 50 mA).

1/- a)- Après avoir recopier le schéma du circuit, représenter le sens conventionnel du courant en indiquant la borne COM du voltmètre et celle de l'ampèremètre.

b)- Donner les valeurs indiquées par l'ampèremètre et par le voltmètre, sachant que la lampe fonctionne sous sa tension et son intensité nominales.



2/- On branche le voltmètre aux bornes du résistor et on place l'ampèremètre entre la lampe et le résistor.

a)- Donner les valeurs indiquées par l'ampèremètre et par le voltmètre.

b)- Déduire la valeur de la tension aux bornes de la pile.

SAVOIR PLUS



LA SUPRACONDUCTIVITÉ

La supraconductivité consiste en la disparition brutale et complète de la résistance électrique d'un matériau refroidi au-dessous d'une température critique qui dépend de sa nature.

Une fois le courant établi dans un circuit supraconducteur, il se maintient en gardant la même intensité en l'absence de générateur.

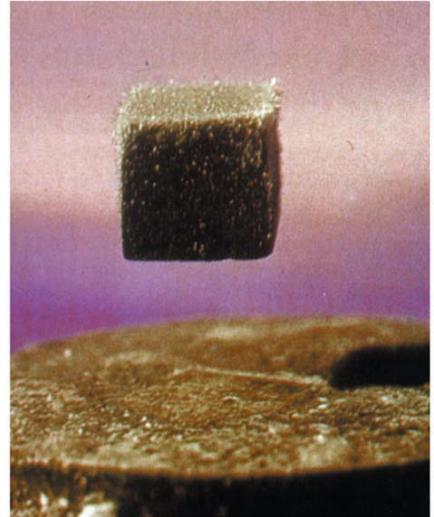
Le courant circule sans perte d'énergie sous forme de chaleur.

C'est le physicien hollandais Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926) qui a découvert ce phénomène en 1911 avec le mercure refroidi à une température de -269°C , puis avec le plomb (-266°C)...

A partir de 1986, furent découvertes des familles de céramiques qui deviennent supraconductrices à des températures élevées de -180°C à -147°C , températures qui peuvent être obtenues facilement avec l'azote liquide (-196°C).

Afin de profiter de sa capacité à transporter le courant sans dissipation, les principales applications reposent sur la fabrication de câbles supra-conducteurs à champ magnétique et courant critiques les plus élevés possibles. La puissance nécessaire à leur réfrigération peut être 100 à 1000 fois plus faible que la puissance dissipée dans un câble de cuivre, mais les densités de courant qu'ils peuvent transporter sont 100 fois supérieures. Ces câbles sont utilisés pour réaliser:

- des bobines supraconductrices afin d'équiper les appareils de laboratoire: accélérateurs des particules, IRMN (imagerie par résonance magnétique nucléaire);
- la fusion nucléaire contrôlée dans les tokamaks (machine à confinement magnétique);
- des trains ultra-rapide à lévitation magnétique



Lévitation d'un aimant au-dessus d'un supraconducteur.



Train à lévitation magnétique

LA MATIERE

LES ETATS PHYSIQUES DE LA MATIERE

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Les états physiques de la matière
- **Activités(II)** : Calcul et mesure de volumes
- **Activités(III)** : Relation entre certaines unités de mesure de volumes
- **Activités(IV)** : Propriétés caractéristiques des solides et des liquides
- **Activités(V)** : Propriétés caractéristiques des gaz
- **Activités(VI)** : Description microscopique des états de la matière

Pré-requis

- Mesure des longueurs
- Unités de mesure des longueurs et des volumes
- Calcul des volumes de corps de formes géométriques simples

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Peut-on classer les corps posés sur la table en familles ayant des caractéristiques physiques communes ?

2/- Occupent-ils le même espace ?

3/- Quels sont les corps qu'on peut saisir entre les doigts ?

1/- A quel état faut-il transformer l'eau pour qu'elle ne coule plus ?

2/- Les roches coulent-elles ? Ont-elles une forme propre ?

3/- L'eau présente-t-elle une surface libre ?



—ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Est-ce que le sable est un solide ?

2/- Est-ce qu'il peut couler comme les liquides ?

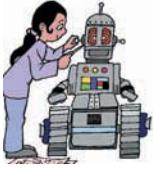
3/- Peut-on le saisir entre les doigts ?



1/- Les gaz ont-ils une surface libre ?

2/- Comment le plongeur peut-il respirer sous l'eau pendant des heures avec une petite bouteille de gaz sur le dos ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I): Nos sens, peuvent-ils servir à reconnaître l'état physique d'un corps ?

- Posons une bille en acier sur la table et versons une petite quantité d'eau dans un cristallisoir.
- Essayons de prendre l'eau puis la bille entre les doigts.



- La bille en acier est saisissable entre les doigts par contre, l'eau ne l'est pas.
- L'eau coule et la bille en acier ne coule pas.

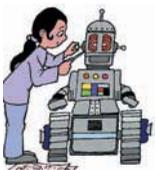


- La bille en acier est saisissable entre les doigts : on dit que l'acier est à l'état **solide**.
- L'eau n'est pas saisissable entre les doigts, elle coule de façon continue et occupe une partie du volume qu'on lui offre : on dit qu'elle est à l'état **liquide**.

- Des corps tels que la craie, un clou, un stylo, une feuille, des lunettes... qui **sont saisissables entre les doigts**, comme la bille en acier, sont des corps solides.
- Des corps tels que l'alcool, l'huile, le mercure à la température ordinaire... qui **ne sont pas saisissables entre les doigts**, comme l'eau, sont des liquides.

Remarque

Certains corps formés de petits grains tels que la farine, le sable, le sucre broyé, la semoule... coulent mais sont saisissables entre les doigts : ce sont des solides.



- Renversons un verre "vide" sur un cristallisoir contenant de l'eau.
- Retournons le verre petit à petit tout en conservant son ouverture dans l'eau.



- Avant d'incliner le verre renversé sur le cristallisoir les niveaux des surfaces libres de l'eau (dans le verre et à son extérieur) ne sont pas les mêmes.
- En inclinant le verre, l'eau y pénètre, des bulles en sortent et traversent la surface libre de l'eau.



- Le verre "vide" est en réalité plein de matière appelée **air**.
- Deux corps ne peuvent occuper simultanément le même espace.
- L'air contenu initialement dans le verre coule n'est pas saisissable entre les doigts et occupe tout l'espace qu'on lui offre : on dit il est à l'état **gazeux**.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

- Des corps tels que le diiode, dioxygène, le diazote, le dichlore ..., comme l'air, coulent. Ils ne sont pas saisissables entre les doigts et occupent tout l'espace qu'on leur offre : ce sont des **gaz**.

Est-il juste de dire que le verre est "vide", avant de l'avoir rempli d'eau ?

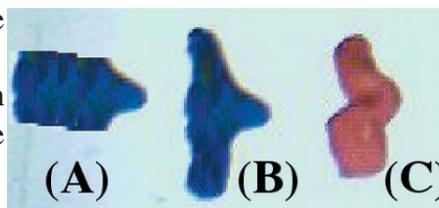
Remarque

Les liquides et les gaz sont insaisissables entre les doigts et s'écoulent facilement : ce sont des **fluides**.

ACTIVITES (II): Qu'appelle-t-on volume d'un corps ?



- Nous disposons de trois corps (A), (B) et (C) en pâte à modeler et d'une éprouvette graduée contenant de l'eau colorée.
- Introduisons dans l'éprouvette chacun de ces corps à part et repérons à chaque fois le niveau d'eau.



- La graduation repérant le niveau n_A du liquide lorsque le corps (A) y est immergé est au dessus du trait repérant le niveau n_B , correspondant au corps (B).
- La graduation repérant le niveau n_B , correspondant au corps (B), est la même que celle repérant le niveau n_C correspondant au corps (C).

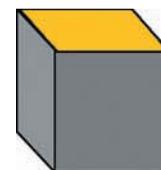


- L'espace intérieur de l'éprouvette est occupé une partie par A (ou B ou C), une partie par l'eau et le reste par l'air.
- Dans les trois opérations, l'eau occupe des espaces égaux.
- (A) et l'eau occupe un espace plus grand que celui occupé par (B) et l'eau ; donc (A) occupe un espace plus grand que celui de (B). On dit que (A) a un **volume** plus grand que (B).
- Le volume d'un corps est une grandeur qui caractérise l'espace occupé par ce corps.
- (B) et (C) ont des volumes égaux bien que leurs formes sont différentes.
- Le volume d'un corps est une grandeur mesurable. Elle s'exprime dans le système international en **mètre cube**, de symbole **m³**.

ACTIVITES (II): Utilise-t-on d'autres unités de volume ?



- Construisons un récipient cubique d'arête $a = 5 \text{ cm}$, à l'aide d'un carton rigide.
- Remplissons-le totalement de sable.
- Transvasons le contenu du récipient dans une éprouvette graduée en mL.



- La surface libre du sable, lorsqu'elle est horizontale, est au niveau de la graduation 125 mL.



- Le calcul de la **capacité** du récipient ($V=a^3$) donne 125 cm^3 .
- Le volume du sable introduit dans le récipient est $V=125 \text{ cm}^3$.
- L'éprouvette indique que le volume du sable utilisé est de 125mL .
- **1 cm³ est égal à 1 mL.**

ACTIVITES EXPERIMENTALES

- Pour mesurer des volumes, on utilise souvent comme unité :
 - le millilitre, de symbole mL : $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$;
 - le litre, de symbole L : $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$.

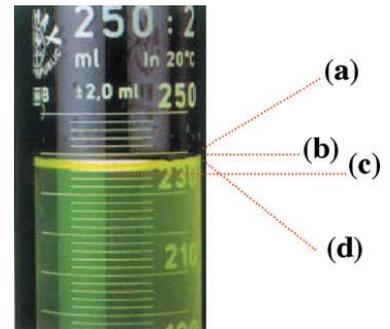
Expressions de volumes de certains solides de formes simples

Forme géométrique	Cube d'arrête : a	Parallélépipède de hauteur h, de longueur L et de largeur l	Cylindre de rayon R et de hauteur h	Sphère de rayon R
Volume	a^3	$L.l.h$	$\pi R^2.h$	$\frac{4}{3} \pi R^3$

Remarque

La surface libre du liquide est incurvée au contact de la paroi de l'éprouvette formant un ménisque.

A partir des quatre positions (a), (b), (c) et (d), lit-on le même volume? Laquelle des quatre positions de l'œil, celle qui permet de lire correctement le volume du liquide ?



ACTIVITES (IV): Quelles sont les caractéristiques de l'état solide et de l'état liquide ?



- Introduisons un barreau en fer successivement dans un bécher, puis dans un verre à pied et enfin dans un erlenmeyer gradués.
- Re commençons la même expérience en utilisant une certaine quantité d'eau à la place du barreau de fer.



- La forme du barreau de fer ainsi que ses dimensions restent inchangées. Elles ne dépendent ni de sa disposition dans l'espace ni du récipient qui le contient.
- La forme de l'eau change d'un récipient à l'autre.
- Le volume de l'eau reste inchangé lorsqu'on la transvase d'un récipient à l'autre.



- Un solide est caractérisé par une forme propre et un volume propre.
- Un liquide est caractérisé par un volume propre, mais il n'a pas de forme propre (il épouse la forme de son contenant). Sa surface libre est plane et horizontale si elle est étendue.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V): Qu'en est-il pour les gaz ?



- Remplissons un flacon à gaz avec du butane (ou du propane) en utilisant une "bouteille de gaz".
- Transvasons le contenu du flacon dans une éprouvette par déplacement d'eau.



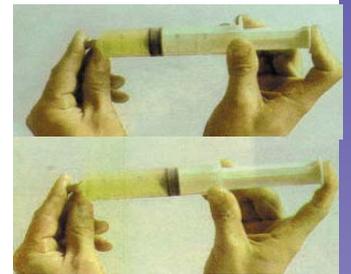
- En passant du flacon à l'éprouvette, le gaz change de forme.



- Les gaz n'ont pas de forme propre et n'ont pas de surface libre.



- Emprisonnons une certaine quantité de gaz coloré dans une seringue.
- Poussons le piston dans une première opération, puis tirons-le dans une deuxième opération.



- La teinte du gaz change ainsi que le volume qu'il occupe:
 - dans la 1ère opération, la couleur est plus intense et le volume est réduit;
 - dans la 2ème opération, la couleur est moins intense et le volume est plus grand.



- Une même quantité de gaz peut occuper des espaces de plus en plus réduits : on dit que les gaz sont **compressibles**.
- Une même quantité de gaz peut occuper des espaces de plus en plus grands : on dit que les gaz sont **expansibles**.
- Un gaz occupe l'espace qu'on lui offre ; il n'a pas de volume propre.

ACTIVITES (VI): Quelle description microscopique peut-on envisager pour chacun des trois états de la matière ?

L'état solide est caractérisé par :

- un contact entre les particules (molécules, atomes ou ions) qui le constituent ;
- une disposition inchangée de ces particules ; en particulier, elle est ordonnée dans les solides cristallins;
- une agitation très limitée des particules (un mouvement de va et vient autour d'une position moyenne) sans que leurs positions relatives ne changent.

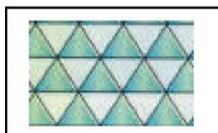
L'état liquide est caractérisé par :

- un contact entre les particules qui le constituent ;
- une agitation désordonnée de ces particules : les particules glissent les unes sur les autres (leurs positions relatives changent).

L'état gazeux est caractérisé par :

- un espacement des particules qui le constituent ;
- une agitation très désordonnée de ces particules.

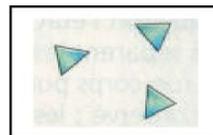
Pour rendre compte de la structure microscopique des trois états de la matière, on peut utiliser le modèle suivant :



Etat solide



Etat liquide



Etat gazeux

FICHE T.P

Mesure et calcul des volumes

Buts

Calculer le volume d'un solide de forme simple à partir de ses dimensions.

Mesurer le volume d'un solide de forme quelconque.

Matériels

Eprouvette graduée.

Pissette d'eau.

Règle graduée.

Pied à coulisse.

Corps (A) de forme simple (parallélépipède).

Corps (B) de forme sphérique.

Corps (C) de forme quelconque (pâte à modeler).

Expérimentation

Mesurer les dimensions du corps (A) .

Calculer le volume de (A).

Introduire une quantité d'eau dans l'éprouvette graduée de sorte à pouvoir immerger totalement le corps (A).

Lire le volume V_1 d'eau.

Introduire (A) dans l'éprouvette, lire le nouveau volume V_2 de l'ensemble {Eau, (A)}.

Déduire le volume V de (A).

Conclure.

Mesurer, à l'aide du pied à coulisse, le diamètre du corps (B) et en déduire son rayon R .

Mesurer par déplacement d'eau le volume V' de (B). Comparer V' au cube de son rayon R .

Vérifier que : $\frac{V'}{R^3} = \frac{4}{3}\pi$.

Mesurer le volume du corps (C) (morceau de pâte à modeler de forme quelconque).

Changer la forme du morceau de pâte à modeler et mesurer son volume.

Conclure.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE

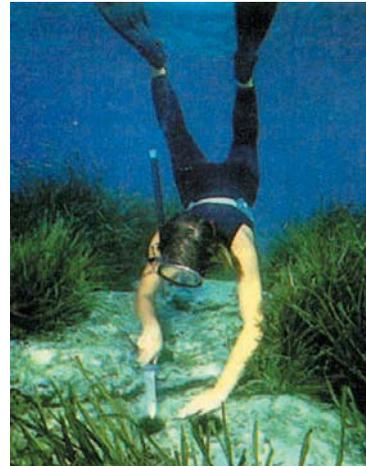


LA PLONGEE SOUS-MARINE

Au cours d'une plongée libre, le plongeur nage sous l'eau sans appareil respiratoire: il retient son souffle (apnée). Lorsqu'il quitte la surface après une inspiration profonde, ses poumons renferment un grand volume d'air (4 à 5 litres). Même si le plongeur n'expire pas, ce volume d'air diminue lorsqu'il s'enfonce dans l'eau, car la pression environnante augmente (par 10 m de profondeur, la pression vaut 2 fois la pression atmosphérique, et 3 fois par 20 m de profondeur). En profondeur, les poumons du plongeur libre contiennent donc un petit volume d'air sous une forte pression. Le phénomène inverse se produit lors de la remontée à la surface, les poumons contiennent à nouveau un grand volume d'air sous la pression atmosphérique.

Au cours d'une plongée avec des bouteilles «d'oxygène», en s'enfonçant dans l'eau, le plongeur respire un mélange d'oxygène et d'hélium comprimé. La respiration d'air comprimé en profondeur favorise la dissolution de l'azote dans le sang. Cet excès d'azote dissous peut provoquer une sorte d'ivresse. La pression diminuant lors de la remontée, les bulles de gaz se dilatent dans le sang et bloquent sa circulation : cela peut conduire à la paralysie et à la mort. Si le plongeur retient son souffle lors de la remontée, le grand volume d'air inspiré ne peut augmenter davantage quand la pression environnante diminue.

Pour éviter ces accidents de décompression, il faut remonter lentement. La surpression de l'air emprisonné provoque des lésions des parois pulmonaires. Il faut donc inspirer et expirer régulièrement lors de la remontée.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «apnée» et «lésions».

2/- Comparer la plongée sous-marine libre et la plongée sous-marine avec bouteille ?

3/- Comment peut-on éviter les accidents de décompression lors de la remontée ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- La matière se présente sous trois principaux états physiques :
 - l'état solide ;
 - l'état liquide ;
 - l'état gazeux.
- Les solides sont saisissables entre les doigts tandis que les liquides et les gaz sont insaisissables et ils s'écoulent facilement : ce sont des fluides.
- Le volume d'un corps est une grandeur qui caractérise l'espace occupé par ce corps.
- Le volume s'exprime dans le système international en mètre cube : $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$.
- Un corps à l'état solide a une forme propre et un volume propre.
- Un corps à l'état liquide n'a pas de forme propre. Il est incompressible et inextensible ; il a donc un volume propre.
- Un corps à l'état gazeux est un fluide compressible et expansible et occupe tout l'espace qu'on lui offre. Il n'a ni forme propre ni volume propre.
- Dans les solides, les particules sont faiblement agitées et disposées de manière compacte. Elles sont ordonnées si le solide a une structure cristalline.
- Dans les liquides, les particules sont en agitation et sont disposées de manière compacte, mais elles sont désordonnées : elles glissent les unes sur les autres.
- Dans les gaz, les particules sont fortement agitées, dispersées et désordonnées.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Avogadro (1776/1856).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

On dispose d'un bécher de capacité 100 mL, gradué en mL, et d'un corps solide (C) de forme cubique de 4 cm de côté.

1/- Calculer le volume du corps (C).

2/- a)- Peut-on mesurer le volume du corps (C) en l'immergeant dans le bécher contenant 50 mL d'eau ?

b)- Calculer le volume d'eau déversée lorsqu'on met le corps (C) dans le bécher.

3/- Que doit-on faire pour avoir dans le bécher 100 mL d'air.

Solution

1/- Le volume du corps (C) est :

$$V = a^3 = (4 \text{ cm})^3 = 64 \text{ cm}^3 = 64 \text{ mL.}$$

2/- a)- L'espace qu'occupe l'ensemble {eau, (C)} est : $V_T = 50 + 64 = 114 \text{ mL.}$

Ce volume est supérieur à la capacité du bécher ; donc on ne peut pas mesurer le volume du corps (C) en l'immergeant dans le bécher contenant 50 mL d'eau.

b)- Le volume d'eau déversée est :

$$V_D = 114 - 100 = 14 \text{ mL.}$$

3/- Pour remplir le verre d'air, il suffit de le vider d'eau et du corps (C) .

Commentaires

Pour mesurer le volume d'un solide, il faut introduire une certaine quantité d'eau dans le récipient gradué de sorte à pouvoir immerger totalement le corps sans que l'eau ne soit déversée.

Deux corps ne peuvent pas occuper le même espace simultanément.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- La matière se trouve dans la nature sous trois états physiques : , et.....
- 2/- Un corps est à l'état lorsqu'on peut le saisir entre les doigts.
- 3/- Les liquides et les gaz sont entre les doigts et s'écoulent facilement ; ils sont appelés des

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Un corps à l'état gazeux occupe la partie supérieure de l'espace qui lui est offert.
- 2/- Le thermomètre à mercure contient dans son réservoir du mercure à l'état solide.
- 3/- Tous les solides ne coulent pas.
- 4/- La surface libre et étendue d'un liquide est plane et horizontale.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Un liquide transvasé d'un récipient à un autre de forme différente (*change/ne change pas*) de forme mais (*change/ne change pas*) de volume.
- 2/- Lorsqu'on appuie sur le piston d'une seringue remplie de liquide, après avoir bouché son orifice avec le doigt, le volume du liquide (*augmente/reste le même/diminue*).
- 4/- Les gaz sont des (*solides/liquides/fluides*) ; ils sont (*expansibles/inextensibles*), (*incompressibles/compressibles*) et (*présentent/ne présentent pas*) une surface libre.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Dans un récipient cylindrique (éprouvette non graduée), de rayon $r = 2$ cm, on introduit 62,8 mL d'eau.

La hauteur de l'eau dans le récipient est :

- (a) 5 mL ;
- (b) 5 cm ;
- (c) 10 cm.

2-

L'air est constitué de dioxygène, de diazote et d'autres gaz.

Chercher dans une encyclopédie ou sur l'Internet :

- les proportions du dioxygène, du diazote et des autres gaz dans l'air.
- les gaz qui sont introduits dans les lampes à incandescence.
- les gaz contenus généralement dans les bouteilles de plongée sous marine.

3-

On dispose d'un ballon de baudruche bien gonflé par le gaz dihydrogène.

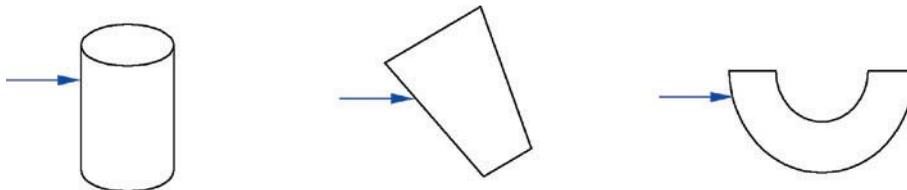
Décrire une expérience permettant de recueillir dans un flacon, à partir du ballon un litre de ce gaz.

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

1/-Quelle propriété présente la surface libre d'un liquide ?

2/-On remplit d'eau les récipients suivants, jusqu'à la flèche.

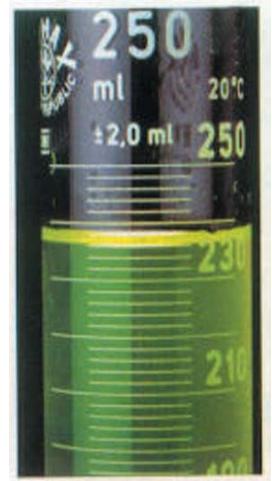


- Dessiner le niveau du liquide.
- Quelles propriétés des liquides vérifie-t-on ?

2-

Pour mesurer le volume d'un liquide, on utilise l'éprouvette graduée photographiée ci-contre.

- En quelle unité l'éprouvette est-elle graduée ?
 - Quel est le volume maximal que l'on peut mesurer ?
 - Quel est la valeur d'une division de la graduation ?
- Décrire comment procéder pour lire correctement le volume d'un liquide.
 - Lire le volume du liquide contenu dans l'éprouvette.



3-

On introduit de petites billes dans une éprouvette graduée jusqu'au niveau de la graduation 60 mL. L'espace de capacité 60 mL est occupé par les billes et un autre corps.

- Identifier ce corps.
- On verse dans l'éprouvette contenant les billes, 50 mL d'eau. On constate que le niveau d'eau est à la division 90 mL.
 - Déterminer le volume des billes.
 - Déduire le volume du corps qui a occupé avec les billes, l'espace de volume 60 mL.

SAVOIR PLUS



LES CRISTAUX LIQUIDES

L'appellation de "cristaux liquides" peut surprendre : en effet, un cristal est solide, rigide, bien organisé, alors qu'un liquide n'a pas de forme propre et il est désordonné.

Le cristal liquide est plus désordonné que le solide, mais plus ordonné que le liquide.

L'état de cristal liquide est un état intermédiaire entre l'état solide et l'état liquide. Il possède à la fois certaines propriétés de l'état solide et de l'état liquide : il a été découvert, voilà plus de cent ans, sur un dérivé du cholestérol : le benzoate de cholestéryle.

Les cristaux liquides les plus connus tels que les cristaux nématiques, smectiques et cholestériques sont constitués de longues molécules, orientées parallèlement entre elles : les molécules peuvent se déplacer, tout en restant toujours parallèles.

Ces matériaux existent souvent dans la nature : la couleur verte cétoine, par exemple, résulte de l'action de la lumière sur un revêtement à base de substances cholestériques.

Les cristaux liquides peuvent être synthétisés dans le but de les utiliser dans l'affichage des calculatrices et des montres. Cet affichage, contrairement à celui avec les diodes électroluminescentes, consomme très peu d'énergie.

On se sert également de cristaux liquides, dans le domaine médical : une couche étendue sur la peau donne différentes couleurs selon la température de celle-ci, ce qui permet de détecter d'éventuelles tumeurs.



LA MATIERE

QUELQUES PROPRIETES DE LA MATIERE

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Effet d'une variation de la température sur un corps solide
- **Activités(II)** : Effet d'une variation de la température sur un corps liquide
- **Activités(III)** : Effet d'une variation de la température sur un corps gazeux
- **Activités(IV)** : Conductibilité thermique des corps

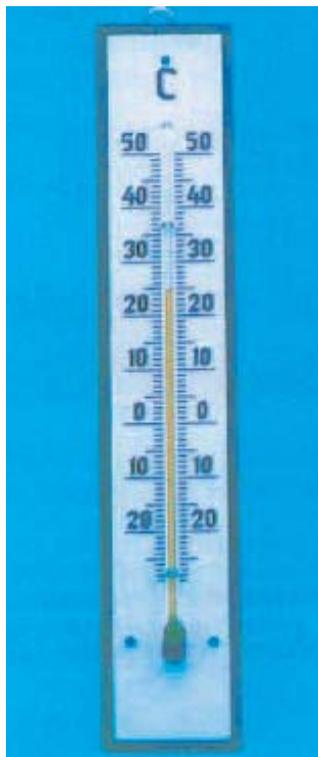
Pré-requis

- Notion de température
- Notion de volume
- Les états physiques de la matière
- Précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source de chaleur

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Pourquoi les rails des anciennes voies ferrées sont-ils séparés de petits espaces libres ?

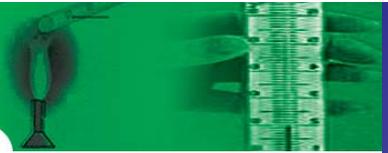
2/- Quel risque encourt-on lorsque les rails s'échauffent fortement ?



1/- Comment expliquer le déplacement de l'alcool dans le tube capillaire du thermomètre ?

2/- Un thermomètre à alcool peut-il servir à la mesure des températures élevées ?

3/- Pour quelles raisons, utilise-t-on un réservoir relativement petit dans les thermomètres ?



—ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Comment se règle la température d'un fer à repasser ?

2/- La nature du matériau d'un corps a-t-elle une influence sur sa dilatation ?

3/- Comment fonctionnent les lampes clignotantes d'une guirlande ?

1/- Pourquoi les ustensiles de cuisine ont-ils un manche non métallique ?

2/- Tous les matériaux ont-ils la même conductibilité thermique ?



ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Quel effet peut avoir une élévation ou une diminution de la température sur le volume d'un corps solide ?



- Vérifions qu'à la température ambiante le diamètre de la boule est légèrement inférieur à celui de l'anneau.
- Chauffons la boule à l'aide d'une source de chaleur et essayons de la faire passer à travers l'anneau maintenu à la température initiale.



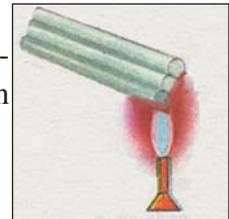
- La boule chauffée ne traverse plus l'anneau.
- Lorsque la boule se refroidit, elle passe de nouveau dans l'anneau.



- Le volume de la boule augmente sous l'effet d'une élévation de la température. On dit que **le corps solide se dilate**.
- Le volume de la boule diminue sous l'effet d'une diminution de la température. On dit que **le corps solide se contracte**.



- Assemblons une tige en fer, une tige en cuivre et une tige en aluminium, de même longueur en les soudant par l'un des bouts à un même socle métallique tout en laissant les autres bouts libres.
- Chauffons l'ensemble des trois tiges à l'aide d'un bec bunsen.



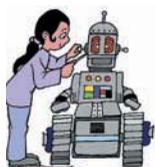
- La tige en aluminium s'allonge plus que la tige en cuivre qui, à son tour, s'allonge plus que la tige en fer.
- Plus on chauffe les tiges, plus elles se dilatent.



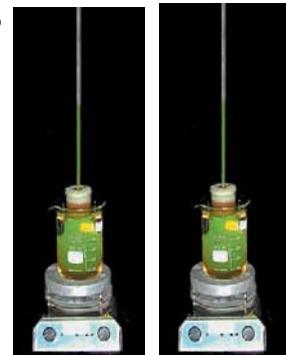
La dilatation d'un corps à l'état solide dépend de sa nature, de son volume et de la variation de sa température.

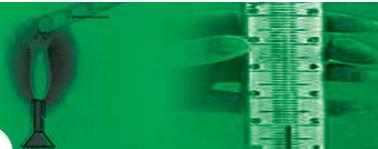
- On montre que la dilatation Δl d'un corps solide filiforme de longueur l_0 est régie par la relation : $\Delta l = l_0 \cdot \lambda \cdot \Delta \theta$; où $\Delta \theta$ est la variation de la température du corps et λ est une constante qui dépend du matériau qui le constitue.

ACTIVITES (II) : Quel effet peut avoir une élévation ou une diminution de la température sur le volume d'un corps liquide ?



- Remplissons d'un liquide coloré un ballon muni d'un tube effilé.
- Plongeons le ballon dans un bain d'eau chaude.
- Laissons ensuite le ballon se refroidir.





— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Au début, le niveau du liquide dans le tube effilé descend légèrement puis, il monte lorsqu'on continue à chauffer le ballon et son contenu.
- Lorsque le ballon se refroidit, le niveau du liquide dans le tube effilé descend.



- Une élévation de la température d'un liquide conduit à sa dilatation.
- Les liquides se dilatent plus facilement que les solides : à égalité de volume et pour une même durée d'échauffement avec des sources de chaleur identiques, **la dilatation des liquides est plus grande que celle des solides.**
- Un abaissement de la température d'un liquide conduit généralement à sa contraction.

Application : Le thermomètre

Le sens du toucher, qui nous donne directement la notion de chaud et de froid, ne peut servir à comparer les températures avec précision. Pour cette comparaison, on recourt à l'observation de certains phénomènes liés à la température. Le plus simple de ces phénomènes est **la dilatation**.

Par exemple, le **thermomètre à mercure** est basé sur la dilatation du mercure contenu dans une enveloppe de verre. Il est constitué d'un réservoir surmonté d'une tige de verre creusée d'un tube très fin (tube capillaire), parfaitement calibré. Le réservoir est en verre mince et son volume est le plus souvent inférieur à 1 mL. Il contient du mercure.

De nombreuses raisons justifient le choix du mercure comme liquide thermométrique :

- on l'obtient facilement pur ;
- il se dilate facilement ;
- il ne mouille pas le verre : le mercure n'adhère pas au verre ;
- il peut être utilisé pour des limites assez étendues de températures.

La température de la vapeur d'eau bouillante et celle de la glace fondante sont fixes sous une pression donnée. Ces deux températures fixes sont les **repères** qui ont été choisis pour établir **l'échelle centésimale** ou **échelle Celsius**.

Par convention, sous la pression atmosphérique normale, la température de la glace fondante est la graduation 0 et celle de l'eau bouillante est la graduation 100 de cette échelle. L'intervalle compris entre ces deux points est divisé en 100 parties égales. Chacune des divisions obtenues correspond à un **degré centésimal** ou **degré Celsius**, de symbole (°C).

Le degré Celsius est la variation de température qui produit, dans le tube capillaire du thermomètre, une variation du niveau du mercure égale au 1/100 de sa variation observée entre les températures 0°C et 100°C suite à l'immersion du réservoir du thermomètre respectivement dans la glace fondante et dans l'eau bouillante.

Pour mesurer convenablement la température d'un liquide contenu dans un récipient, on doit prendre les précautions suivantes :

- agiter le liquide de façon à uniformiser la température ;
- veiller à ce que le réservoir du thermomètre plonge dans le liquide sans qu'il ne touche les parois du récipient qui le contient ;
- placer l'œil au niveau supérieur du mercure pour lire la valeur de la température.



ACTIVITES EXPERIMENTALES

Remarque

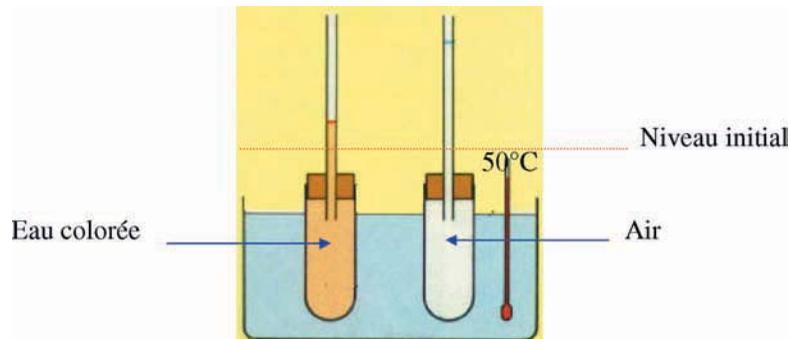
La dilatation ou la contraction de l'eau présente des particularités : lorsqu'on refroidit l'eau à l'état liquide jusqu'à 4°C, son volume diminue mais entre 4°C et 0°C son volume augmente. C'est pour cette raison qu'une bouteille en verre totalement remplie d'eau et placée au congélateur, quelques instants plus tard, se casse.



ACTIVITES (III): Quel effet peut avoir une élévation ou une diminution de la température sur le volume d'un corps gazeux ?



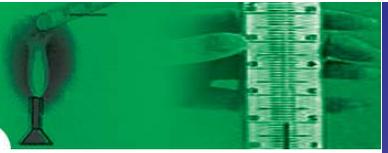
- Prenons deux tubes à essais identiques, surmonté chacun d'un tube fin. Enfermons dans l'un un volume d'eau colorée et dans l'autre un égal volume d'air, emprisonné à l'aide d'une goutte d'eau introduite dans le tube fin.
- Plaçons-les, dans un bain d'eau tiède.



- A 25°C, la goutte d'eau qui sert d'index dans le tube contenant l'air et le ménisque de l'eau colorée contenue dans le deuxième tube sont au même niveau.
- A 40°C, la goutte d'eau qui sert d'index dans le tube contenant l'air monte à un niveau beaucoup plus haut que le niveau de l'eau colorée contenue dans le deuxième tube.



- Le volume de l'air augmente sous l'effet d'une élévation de la température. On dit que l'air se dilate.
- Les gaz se dilatent plus facilement que les liquides : à égalité de volume et pour une même durée d'échauffement avec des sources de chaleur identiques, **la dilatation des gaz est beaucoup plus grande que celle des liquides.**

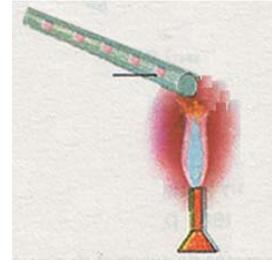


— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV) : Est-ce que tous les corps conduisent la chaleur de la même manière ?



- Fixons à un support une tige métallique horizontale.
- Déposons, sur la tige en différentes positions, de petites boules de cire.
- Chauffons l'extrémité libre de la tige.



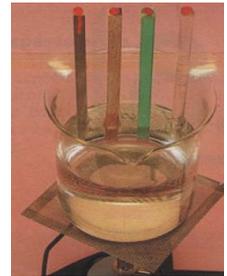
- Les boules de cire fondent les unes après les autres, en commençant par la plus proche de la source de chaleur (la flamme).



- Le long de la tige, la chaleur se transmet de proche en proche à partir de la source de chaleur.
- Un métal est un **conducteur de chaleur**.



- Introduisons des tiges en cuivre, en aluminium, en verre et en bois, de même section et de même longueur, dans un bécher contenant de l'eau.
- Plaçons une petite boule de cire sur l'extrémité supérieure de chaque tige.
- Chauffons l'eau afin de chauffer les tiges.



- La boule de cire placée sur l'extrémité de la tige en cuivre commence à fondre avant celle placée sur l'extrémité de la tige en aluminium.
- Après une durée relativement longue la boule de cire placée sur la tige en verre commence à son tour à fondre.
- La boule de cire placée sur le bois ne fond pas.



- L'eau chaude communique de la chaleur aux tiges qui sont en contact avec elle.
- Les métaux sont de bons conducteurs de chaleur.
- Le bois est un mauvais conducteur de chaleur.
- La conductivité thermique d'un corps dépend de la nature de la matière qui le constitue : le cuivre conduit mieux la chaleur que l'aluminium qui, à son tour, conduit beaucoup mieux la chaleur que le verre.

Bons conducteurs de chaleur	Argent	Cuivre	Aluminium	Fer
Mauvais conducteurs de chaleur	Verre	Bois	Brique	Papier
Très mauvais conducteurs de chaleur	Amiante	Plastique	Laine	Liège

Remarques

A l'exception du mercure, les liquides et les gaz au repos sont de mauvais conducteurs de chaleur. Les solides bons conducteurs d'électricité (voir chapitre I, activités V) sont généralement de bons conducteurs de la chaleur. C'est le cas du cuivre, du fer....

Les solides isolants électriques (voir chapitre I, activités V) sont généralement de mauvais conducteurs de la chaleur. C'est le cas du bois, du verre....

FICHE T.P

REALISATION D UN THERMOSCOPE

Buts

- Construire un instrument qui permet de comparer des températures.
- Discuter des inconvénients de l'appareil construit.
- Proposer des améliorations.

Matériels

- Un petit ballon ou pilulier (flacon de médicament récupéré).
- Un tube fin long de 50 cm.
- Un bouchon à un trou.
- Une bandelette de papier millimétré.
- Quatre béchers.
- Une source de chaleur.
- Un liquide coloré.

Expérimentation

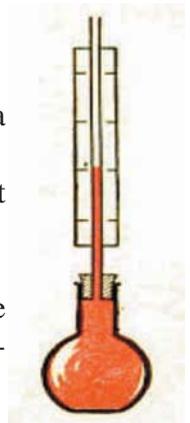
Réaliser le montage ci-contre.

Introduire le ballon dans une eau froide contenue dans un bécher et marquer sur la bandelette de papier millimétré le niveau du liquide dans le tube.

Introduire le récipient dans une eau chaude contenue dans un deuxième bécher et marquer la nouvelle position du niveau du liquide dans le tube.

Diviser la distance entre les deux niveaux repérés en graduations.

Introduire le réservoir de l'instrument gradué ainsi fabriqué successivement dans le liquide contenu dans le troisième bécher puis, dans le liquide contenu dans le quatrième bécher et repérer dans chacun des cas le niveau du liquide dans le tube.



L'instrument ainsi réalisé permet de comparer l'état thermique et donc les températures des corps: il joue le rôle de thermoscope.

Quels inconvénients présente l'appareil ainsi construit ?

Proposer les améliorations qui s'imposent.

Cet instrument peut-il servir à mesurer la température d'un corps ?



RECHERCHE DOCUMENTAIRE



LES RAILS DE CHEMIN DE FER

Les rails de chemin de fer peuvent subir des déformations sous l'effet du phénomène de la dilatation, lorsqu'on ne prend pas les précautions suffisantes.

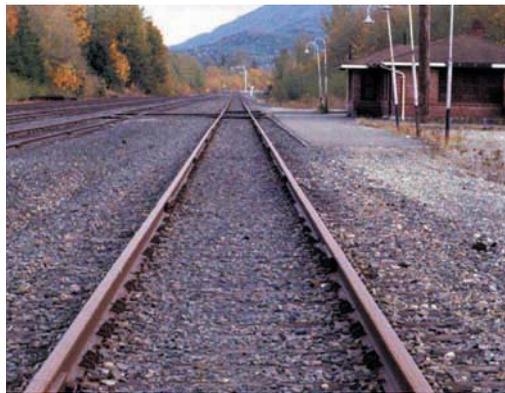
Sur les voies très anciennes, les rails n'étaient pas jointifs : l'espace entre deux rails permettait à ceux-ci de se dilater librement. Cela présentait des inconvénients :

- le bruit des roues passant sur les joints;
- l'usure du matériel roulant.

Pour ces raisons, on utilise actuellement des rails soudés sur de très grandes longueurs.

Les rails sont solidement attachés aux traverses, elles-mêmes ancrées dans le ballast. C'est donc le ballast qui supporte des contraintes énormes de la dilatation.

Avant de souder les rails, on les étire ou on les comprime avec des vérins hydrauliques pour qu'ils prennent la longueur correspondant à la température moyenne de la voie.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «ballast» et «ancrée».

2/- Quels sont les inconvénients des anciens rails ?

3/- Comment procède-t-on pour installer les rails ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- En s'échauffant, les solides, les liquides et les gaz se dilatent.
- En se refroidissant, les solides, les liquides et les gaz se contractent, sauf l'eau qui présente des particularités.
- L'eau se dilate lorsque sa température baisse de 4°C à 0°C .
- A égalité de volume et pour une même élévation de température, les gaz se dilatent plus que les liquides qui, à leur tour, se dilatent plus que les solides.
- La dilatation et la contraction d'un corps dépendent de sa nature, de son volume et de la variation de sa température.
- La température est la grandeur qui nous permet de reconnaître si un corps est plus ou moins chaud (ou plus ou moins froid) qu'un autre corps.
- Un thermomètre est un instrument qui permet de repérer la température d'un corps. Le principe de son fonctionnement est basé sur la dilatation des corps.
- Les thermomètres usuels sont gradués en degré Celsius, de symbole $^{\circ}\text{C}$.
- La conductivité thermique d'un corps dépend de la nature de la matière qui le constitue : le cuivre conduit plus la chaleur que l'aluminium qui, à son tour, conduit plus la chaleur que le verre.
- Les solides bons conducteurs d'électricité sont généralement de bons conducteurs de chaleur.
- Les solides isolants électriques sont généralement de mauvais conducteurs de chaleur.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant S'gravesande (1688/1742).



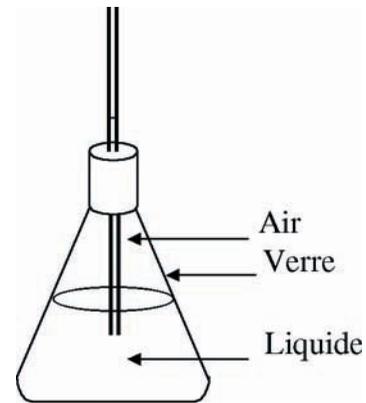
EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

Pour étudier la dilatation d'un liquide initialement à la température ambiante, un élève propose le dispositif de la figure ci-contre qu'il compte plonger dans un récipient contenant de l'eau chaude.

1/- L'élévation du niveau du liquide dans le tube provient-elle uniquement de la dilatation du liquide ?

2/- Quel inconvénient présente cet appareil ?



Solution

1/- L'eau chaude va chauffer l'ensemble des corps (le verre, le liquide et l'air) constituant le dispositif. Chacun des corps chauffé se dilate.

L'élévation du niveau du liquide dans le tube fin renseigne sur la dilatation globale des constituants du dispositif et non pas uniquement sur celle du liquide.

2/- La dilatation du verre peut ne pas être prise en considération puisqu'elle est très petite devant celle du liquide. Mais, la dilatation de l'air, si son volume est comparable à celui du liquide, est beaucoup plus grande que la dilatation du liquide ce qui provoque une montée brusque d'une quantité importante du liquide qui risque de quitter le récipient.

Commentaires

L'eau chaude chauffe le verre qui à son tour chauffe le liquide et l'air.

Pour étudier la dilatation d'un liquide contenu dans un récipient, il faut chasser l'air de ce récipient en le remplissant totalement de liquide.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

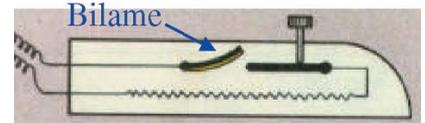
- 1/- La dilatation d'un corps à l'état solide, ou liquide, ou gazeux, dépend de sa, de son et de la variation de qu'il subit.
- 2/- Le bois est utilisé comme vu qu'il est mauvais conducteur de chaleur.
- 3/- Tous les solides bons conducteurs d'électricité, sont généralement bons conducteurs de

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Pour une même élévation de température, un liquide se dilate moins qu'un solide de même volume.
- 2/- Une bouteille "Thermos" sert à garder les boissons chaudes uniquement.
- 3/- Sous l'effet de la chaleur, les solides se dilatent dans une seule direction.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Pour que les maisons restent chaudes en hiver et fraîches en été, on doit réaliser une isolation (*thermique/électrique*).
- 2/- Dans les thermomètres, le mercure est préféré vu qu'il (*adhère/n'adhère pas*) aux parois du tube capillaire et qu'il se contracte et se dilate (*facilement/difficilement*).
- 3/- Le thermostat d'un fer à repasser est commandé par un bilame constitué de deux lames de métaux (*différents/identiques*) soudées l'une contre l'autre.



Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Les lampes clignotantes utilisent des bilames. A froid, le bilame assure le contact et le courant peut passer. Les lampes éclairent et le bilame se chauffe, alors :

- (a) la lampe reste allumée ;
- (b) le bilame s'incurve et la lampe s'éteint;
- (c) la lampe s'éteint parce que l'intensité du courant diminue suite à sa consommation dans le circuit.



2-

Pourquoi laisse-t-on des fentes sur les chaussées couvrant les ponts ?

Par quoi couvre-t-on ces fentes pour les cacher ?

3-

La laine est un bon isolant. Une écharpe en laine peut-elle servir à :

- retarder la fusion d'un glaçon ?
- chauffer un biberon ?
- protéger la gorge du froid ?
- empêcher un pain de se refroidir ?

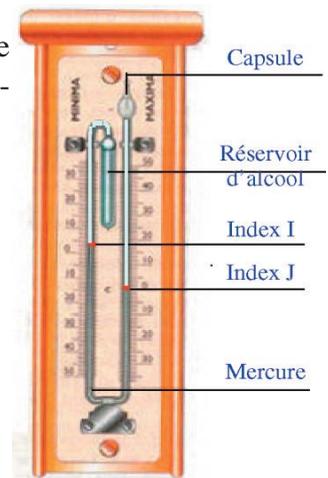
Expliquer .

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Si l'on veut savoir quelle a été la température la plus basse au cours d'une nuit d'hiver, on utilise le thermomètre ci-contre, appelé thermomètre à minima et à maxima.

- 1/-a)- De part et d'autre du mercure se trouve de l'alcool. Indiquer dans quelle branche (droite ou gauche) existe le plus grand volume d'alcool.
- b)- Quel est le volume d'alcool qui se dilate le plus ?
- c)- Quel est le volume d'alcool qui se contracte le plus ?
- 2/-On néglige la dilatation et la contraction du mercure devant celles de l'alcool. Lequel des deux indexes I et J monte-t-il :
 - a)- lorsque la température passe par une valeur maximale ?
 - b)- lorsque la température passe par une valeur minimale ?



2-

Grâce à des instruments précis, on mesure le volume occupé par 1 kg d'eau à différentes températures, on obtient le tableau suivant :

Température (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Volume (mL)	1000,12	1000,07	1000,03	1000,01	1000,00	1000,01	1000,03	1000,07	1000,11

- 1/-Tracer la courbe donnant les variations du volume V d'un kilogramme d'eau en fonction de la température. On prendra la graduation 1000 mL sur l'axe des ordonnées confondue avec la graduation 0°C sur l'axe des abscisses.
- 2/-A quelle température le volume d'un kilogramme d'eau est-il minimum ? Préciser sa valeur.
- 3/-Pourquoi dit-on que la dilatation de l'eau présente une anomalie ?

3-

Un rail en acier de longueur 100 m à 25°C . Chaque mètre de ce rail s'allonge de 0,01 mm lorsque sa température augmente de 1°C .

- 1/-a)- Que se passerait-il pour le rail en été ?
- b)- Calculer la longueur du rail à 50°C .
- 2/-a)- Que se passerait-il pour le rail en hiver ?
- b)- Calculer la longueur du rail à 0°C .
- 3/-Déterminer, compte tenu des températures extrémales 0°C et 50°C , la distance minimale à respecter entre deux rails de chemin de fer identiques au rail précédent.

SAVOIR PLUS



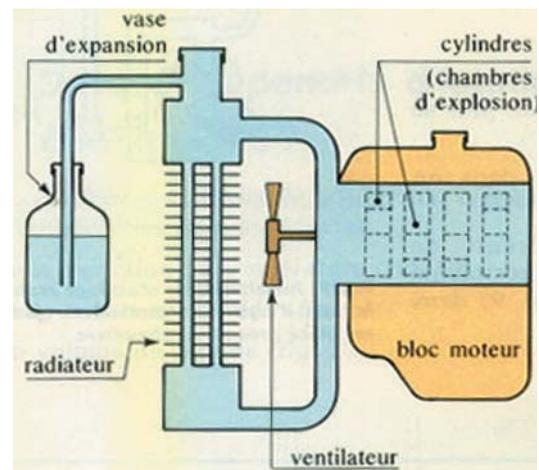
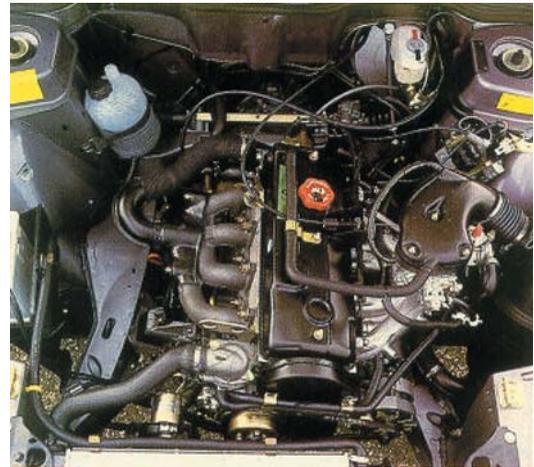
LE REFROIDISSEMENT DES MOTEURS

Dans les chambres d'explosion (cylindres) d'un moteur, la température atteint 2000°C . Il est donc nécessaire de prévoir un système de refroidissement :

- pour empêcher les pièces métalliques de se dilater exagérément et éviter la destruction du moteur ;
- pour que l'huile garde ses propriétés de lubrifiant (ce qui permet aux pièces de glisser les unes sur les autres) et diminue le frottement.

Pour refroidir le moteur, on utilise de l'eau ou un liquide pour radiateur. Ce liquide circule autour des cylindres et passe dans le radiateur ; ce dernier, aidé par le ventilateur, a pour rôle d'évacuer la chaleur vers l'air extérieur, comme les radiateurs d'un chauffage central.

En régime normal, la température de l'eau se situe entre 80 et 90°C . Les constructeurs ont prévu un vase d'expansion pour permettre à l'eau de se dilater librement.



LA MATIERE

LA MASSE

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : La masse d'un corps
- **Activités(II)** : Mesure d'une masse
- **Activités(III)** : La masse volumique d'un corps
- **Activités(IV)** : Densité d'un liquide et d'un solide

Pré-requis

- Mesurer un volume
- Conversion des unités de volume
- Les états physiques de la matière

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Que représente les indications entourées sur chaque emballage ?

2/- Quelle est la signification de l'écriture kg et l'écriture g ?

3/- Ces produits ont-ils le même volume ?

1/- Quels sont les appareils de mesure utilisés pour préparer un "couscous" ?

2/- Que signifie l'écriture mL ?

3/- Pourquoi, pour l'ail, n'a -t-on pas utilisé l'écriture kg ou l'écriture mL ?

1 kg de viande d'agneau
1 verre de pois chiches en conserve ou trempés depuis la veille
1 oignon, 4 carottes, 4 courgettes, 2 navets blancs, 4 poivrons, 1 poireau
3 gousses d'ail
sel, poivre, cannelle
50 mL ou 5 c. à s. d'huile d'olive
2 c. à thé d'harissa
1 kg de couscous

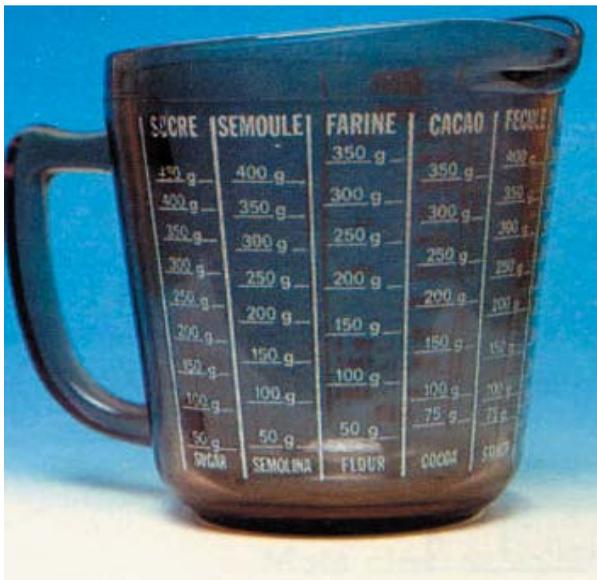


— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Pourquoi l'iceberg flotte-t-il sur l'eau ?

2/- Comparer la masse volumique de la glace à celle de l'eau ?

3/- Quelle est la densité de la glace ?



1/- Ce verre mesureur mesure-t-il des volumes ou des masses ?

2/- Pourquoi les graduations pour la semoule, par exemple, diffèrent-elles de celles pour la farine ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Qu'appelle-t-on masse d'un corps ?



- Relevons les indications chiffrées mentionnées sur les emballages des objets suivants :



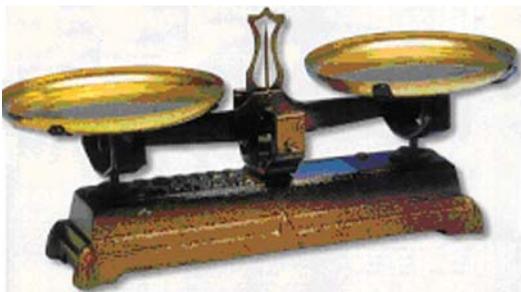
- Sur le paquet de couscous est inscrit : 1kg.
- Sur le paquet de farine est inscrit : 1kg.
- Sur le paquet de macaroni est inscrit : 500g.
- Sur la bouteille d'huile est inscrit : 920g.
- La quantité de macaroni contenue dans un paquet sur lequel est inscrit 1kg est double de celle contenue dans un paquet sur lequel on lit 500g



- Chacune des indications chiffrées représente la masse du corps.

La masse d'un corps est une grandeur physique qui caractérise la quantité de matière qu'il contient.

- La masse d'un corps est une grandeur mesurable ; elle s'exprime en **kilogramme** de symbole : **kg**, et se mesure avec un instrument : **la balance**.



Balance électronique.



Balance de Roberval et masses marquées.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Comment déterminer la masse d'un corps ?



- Les plateaux de la balance de Roberval étant vide, repérons la position de son aiguille.



- Posons un corps sur l'un des plateaux et plaçons des masses marquées sur l'autre plateau jusqu'à ce que l'aiguille revienne à la position repérée au départ.



- Enlevons le corps et remplaçons-le par des masses marquées jusqu'à obtenir de nouveau la position de l'aiguille repérée au départ.



- Les masses marquées utilisées pour remplacer le corps ont pour valeur $m = m_1 + m_2 + m_3 = 50 + 10 + 2 = 62 \text{ g}$.
- Les masses marquées utilisées pour équilibrer le corps ont une valeur $m = 62 \text{ g}$.



- Le corps et les masses marquées qui l'ont remplacé possèdent la même masse : la masse m du corps est alors égale à 62 g .
- Pour mesurer la masse d'un corps, il suffit de le placer sur l'un des plateaux de la balance de Roberval. On amènera l'aiguille de la balance à sa position repérée à vide en plaçant sur son deuxième plateau des masses marquées. La somme des masses marquées est égale à la masse du corps.

- Avec une balance de Roberval, une seule pesée suffit pour déterminer la masse d'un corps.

Remarque

La masse d'un corps ne dépend ni de sa forme ni de sa position dans l'espace.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (III): La masse et le volume caractérisent-ils une substance ?



- Réalisons les pesées schématisées dans (a) et (b).

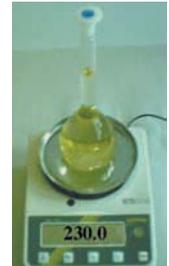
Fiole de 250 mL vide



Fiole contenant 250 mL d'eau



Fiole contenant 250 mL d'huile



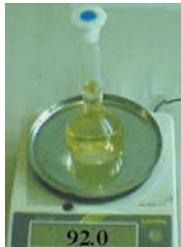
- Les valeurs affichées ne sont pas les mêmes, alors que les volumes des liquides sont égaux.



- Deux substances différentes de même volume n'ont pas la même masse.
- Deux corps ayant le même volume ne sont pas nécessairement formés de la même substance. Donc le volume ne peut pas caractériser une substance.



- Réalisons les pesées schématisées dans les figures (c) et (d).



Fiole contenant 100 mL d'huile



Fiole contenant 92 mL d'eau



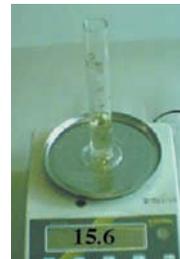
- Les valeurs affichées sont les mêmes mais les volumes sont différents.



- Deux substances différentes de même masse n'ont pas le même volume.
- Deux corps ayant la même masse ne sont pas nécessairement formés de la même substance. Donc la masse ne peut pas caractériser une substance.



- Réalisons la pesée schématisée par la figure (e).



Eprouvette graduée contenant 17 mL d'huile



- Pour les expériences (b), (c) et (e) les quantités d'huile n'ont ni le même volume ni la même masse.

Volume (mL)	250	100	17
Masse (g)	230	92	15,6

— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Plus le volume d'un corps est grand, plus sa masse est grande.
- Pour l'huile utilisée, entre les couples (masse, volume) il existe une relation telle que :

$$\frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2} = \frac{m_3}{V_3} = 920 \text{ g.L}^{-1}$$

Définition

La nature d'une substance est caractérisée par une grandeur appelée masse volumique notée ρ et définie comme étant le rapport de la masse m au volume V de la substance. Soit : $\rho = \frac{m}{V}$.

Si la masse est exprimée en kilogramme et le volume en mètre cube, ρ s'exprime en kg.m^{-3} :

Substance	Eau	Chloroforme	Alcool
ρ (kg.m^{-3})	1000	1480	790

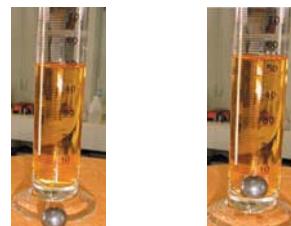
D'autres unités sont utilisées telles que le kg.L^{-1} et g.cm^{-3} .

Trouver une relation entre 1 kg.m^{-3} et 1 g.cm^{-3} .

ACTIVITES (IV) : Comment déterminer expérimentalement la masse volumique d'une substance à l'état solide ?



- Réalisons les expériences ci-contre :



- Dans la première expérience, le ménisque du liquide indique un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$.
- Dans la deuxième expérience, le ménisque du liquide indique un volume $V_2 = 55 \text{ mL}$.



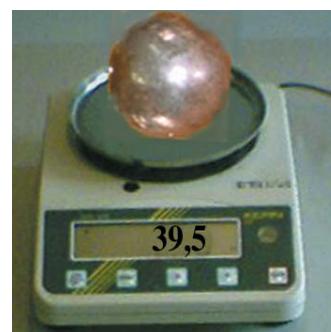
- Le volume de l'eau seule est V_1 et celui de l'ensemble formé par l'eau et le solide est V_2
- Le volume du solide est alors $V = 5 \text{ mL}$



- Posons le solide sur une balance électronique.



- Sur l'écran de la balance est affichée $m = 39,5 \text{ g}$.



ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Les deux expériences conduisent à évaluer la masse volumique du solide en calculant le rapport de la masse donnée par la balance au volume déduit des lectures de l'éprouvette :

$$\rho = 7,9 \text{ g.mL}^{-1} = 7,9 \text{ g.cm}^{-3} = 7900 \text{ kg.m}^{-3}.$$

Masse volumique de quelques substances solides.

Substance	Aluminium	Cuivre	Fer	Liège	Or	Plomb	Zinc
$\rho \text{ (kg.m}^{-3}\text{) à } 25^\circ\text{C}$	2700	8900	7900	240	19300	11300	7150

Remarques

Le liquide choisi pour mesurer le volume du solide doit être tel que ce dernier ne s'y dissolve pas. Le solide ne doit pas renfermer de cavités.

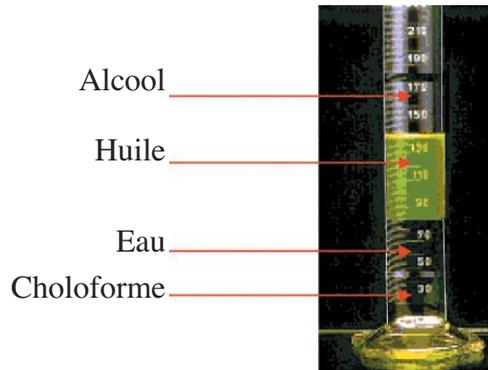
Si le solide est de forme géométrique simple, son volume pourra être évalué par calcul.

Puisque le volume d'un corps change avec sa température sans que sa masse ne change, donc la masse volumique d'une substance varie avec la température.

Comment varie la masse volumique d'un corps lorsqu'on le refroidit ?

ACTIVITES (V) : Pourquoi certains corps mis dans l'eau flottent-ils et d'autres coulent-ils ?

- Versons dans un tube à essai 10 mL de chloroforme*, 20 mL d'eau, 30 mL d'huile et 20 mL d'alcool :



- Les liquides ne se mélangent pas.
- L'huile se place au dessus de l'eau et en dessous de l'alcool.
- Le chloroforme se place en dessous de l'eau.



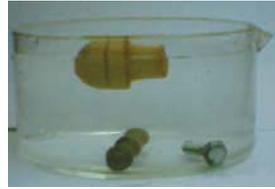
- Si on prend l'eau comme référence, on dit que le chloroforme est **plus dense** que l'eau, que l'huile est **moins dense** que l'eau et que l'alcool est **moins dense** que l'eau.

*La manipulation du chloroforme nécessite des précautions particulières : l'utiliser en petite quantité sans le toucher ni le sentir.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Introduisons dans un cristalliseur contenant de l'eau des morceaux de liège, de fer et de cuivre.



- Le morceau de liège flotte à la surface de l'eau.
- Les morceaux de fer et de cuivre coulent au fond du cristalliseur.



- Si on prend l'eau comme référence, on dit que le fer et le cuivre sont plus denses que l'eau et que le liège est moins dense que l'eau.
- La **densité** est un autre moyen pour caractériser une substance donnée.
- Les substances qui ont des masses volumiques plus grandes que celle de l'eau sont plus denses que cette dernière
- Les substances qui ont des masses volumiques plus petites que celle de l'eau sont moins denses que cette dernière.

Définition

La densité d'une substance solide ou liquide, notée d , est définie comme étant le rapport de sa masse volumique à celle de l'eau.

Soit :
$$d = \frac{\rho(\text{substance})}{\rho(\text{eau})}$$

- La densité est une grandeur sans unité.

Densité de quelques substances

Substance	Eau	Glace	Huile	Chloroforme	Cuivre	Or	Liège	Fer
Densité	1,00	0,92	0,92	1,48	8,90	19,30	0,24	7,80

Remarques

Les masses volumiques de la substance et de l'eau doivent être exprimées avec les mêmes unités.

Si on prend un échantillon d'une substance de volume V_s de masse m_s , et une quantité d'eau de masse m_e de volume V_e égal à V_s , on aura :

$$d = \frac{\rho_s}{\rho_e} = \frac{\frac{m_s}{V_s}}{\frac{m_e}{V_e}} = \frac{m_s}{m_e}$$

Donc, la densité d'une substance solide ou liquide est égale au quotient de la masse d'un échantillon de volume V de cette substance à la masse d'un égal volume d'eau.

FICHE T.P

MESURE DE DENSITES

Buts

- Utiliser une balance et des masses marquées.
- Lire le volume d'un corps solide ou liquide en utilisant une éprouvette graduée.
- Déterminer la densité d'un liquide : l'alcool.
- Déterminer la densité d'un solide : le cuivre.

Matériels

- | | |
|---|------------------------|
| Balance de Roberval et des masses marquées. | Pycnomètre. |
| Eprouvette graduée. | Une quantité d'alcool. |
| Pissette d'eau. | Un morceau de cuivre. |

Expérimentation

1- Densité du cuivre

- Déterminer la masse du morceau de cuivre.
- Mesurer son volume.
- Déterminer la masse volumique du cuivre.
- Mesurer la masse de 250mL d'eau
- Déterminer la masse volumique de l'eau.
- Déduire la densité du cuivre par rapport à l'eau.

2- Densité de l'alcool

- Réaliser la pesée du pycnomètre.
- Réaliser la pesée du pycnomètre rempli d'alcool.
- Déterminer la masse de l'alcool.
- Réaliser la pesée du pycnomètre rempli d'eau pure.
- Déterminer la masse de l'eau.
- Déduire la densité de l'alcool par rapport à l'eau.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



LE KILOGRAMME INTERNATIONAL

Il y a deux siècles seulement, les unités de mesure étaient différentes d'un pays à un autre, souvent d'une province à une autre, parfois même d'un village à un autre. La livre était une unité de masse qui représentait 453,5 g en Angleterre, et 489,5 g en France. L'once était la seizième partie de la livre.

En 1793, la convention imposa, pour la mesure des quantités de matière, une même unité dans tous les pays : masse d'un centimètre cube d'eau à 0°C, un choix peu commode.

En 1799, on adopta la masse d'un cylindre en platine « le kilogramme étalon », environ 1000 fois plus grande que l'unité précédente.

Enfin, en 1889, la première conférence des Poids et Mesures le remplaça par un nouvel étalon plus dur, en platine et iridium, qui prit le nom de « kilogramme étalon international ».

Cet objet unique au monde est conservé au bureau international des Poids et Mesures à Sèvres, près de Paris. Chaque pays en possède une copie.

Le kilogramme international est un cylindre en platine iridié de 39 mm de hauteur et de 39 mm de diamètre.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «étalon».

2/- La livre a-t-elle la même valeur dans tous les pays ?

3/- Quelle différence y a-t-il entre le kilogramme étalon et le kilogramme étalon international ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- La masse d'un corps est une grandeur physique qui caractérise la quantité de matière qu'il renferme. Elle ne dépend ni de la forme du corps ni de sa position dans l'espace ni de son état physique.
- La masse d'un corps est une grandeur mesurable. Elle est mesurée avec une balance.
- L'unité de masse dans le système international est le kilogramme, de symbole (kg).
- La masse volumique d'un corps solide ou d'un corps liquide, notée ρ , représente la masse de l'unité de volume de ce corps.
- L'unité de la masse volumique dans le système international est le $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
- La densité d'une substance à l'état solide ou à l'état liquide est égale au quotient de sa masse volumique à celle de l'eau exprimées dans les mêmes unités.
- La densité d'une substance n'a pas d'unité.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Roberval (1602/1675).

EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

Vous achetez un bijou en or, ayant une masse $m = 25,1 \text{ g}$ et un volume $V = 2 \text{ cm}^3$.

1/- Décrire brièvement les expériences à réaliser pour déterminer la masse moyenne par unité de volume du bijou acheté.

2/- a)- Ce bijou est-il creux ou plein ?

b)- Si le bijou est creux, déterminer le volume de la cavité.

On donne : La masse volumique de l'or constituant le bijou : $\rho = 19,3 \text{ g.cm}^{-3}$.

Solution

1/- Pour déterminer la masse moyenne par unité de volume du bijou, on mesure sa masse m à l'aide d'une balance de précision et son volume V à l'aide d'une éprouvette graduée de capacité 25mL contenant de l'eau; puis on calcule le quotient de m à V .

2/- a)- La masse moyenne par unité de volume du bijou est égale à:

$$\begin{aligned} m(\text{bijou})/V(\text{bijou}) &= \frac{25,1\text{g}}{2\text{cm}^3} \\ &= 12,55 \text{ g.cm}^{-3} \\ &= 12550 \text{ kg.m}^{-3}. \end{aligned}$$

On constate que :

$12550 \text{ kg.m}^{-3} < \rho (\text{or}) = 19300 \text{ kg.m}^{-3}$; donc le bijou est creux.

b)- Le volume de la cavité est égal à:

$$V = V(\text{bijou}) - V(\text{or}) = V(\text{bijou}) - \frac{m(\text{or})}{\rho(\text{or})}$$

A.N.

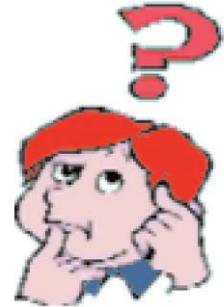
$$V = 2\text{cm}^3 - \frac{25,1\text{g}}{19,3\text{g.cm}^{-3}} = 0,7 \text{ cm}^3.$$

Commentaires

Le rapport de la masse d'un objet à son volume n'est égal à la masse volumique de la substance qui le constitue que lorsqu'il ne comporte pas de cavité.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Pour mesurer d'un corps, on utilise une balance et de corps dont on connaît les masses appelés
- 2/- Une Roberval permet de deux masses.
- 3/- La densité d'une substance ou est égale au de la masse volumique de cette substance à celle de l'eau .

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- La masse d'un corps dépend de sa position dans l'espace.
- 2/- Lorsqu'on comprime un gaz sa masse reste la même.
- 3/- Le verre mesureur permet de mesurer des volumes.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- La masse d'un corps à l'état solide ou à l'état liquide dépend de (*son volume/sa forme*).
- 2/- Le gramme par litre (g.L^{-1}) (*est égal/n'est pas égal*) au kilogramme par mètre cube (kg.m^{-3}).
- 3/- Un kilogramme de glace (*donne/ne donne pas*) en fondant 920 g d'eau, puisque la masse d'un corps (*dépend/ne dépend pas*) de son état physique.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Dans cet exercice on se reportera au tableau des masses volumiques des solides.

- 1/- Trois objets en fer, en cuivre, en aluminium ont la même masse. Celui qui a le plus grand volume est :
 (a) le fer ; (b) le cuivre ; (c) l'aluminium.
- 2/- Trois objets en fer, en cuivre et en aluminium ont le même volume. Celui qui a la plus grande masse est :
 (a) le fer ; (b) le cuivre ; (c) l'aluminium.

2-

Chercher « carat métrique » dans le dictionnaire et écrire sa définition.
Déterminer, en gramme, la masse d'un diamant de 10 carats.

3-

- 1/- Une bouteille en verre de capacité 0,75 L, remplie de 745 mL d'eau, est placée dans la chambre froide d'un réfrigérateur. Sachant que la masse volumique de la glace est $920 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, que va-t-il se produire ? Expliquer.
- 2/- Quel nombre minimal de masses marquées faut-il utiliser pour réaliser la pesée de la glace formée? Identifier ces masses marquées.

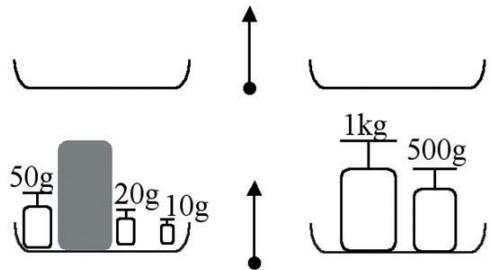
Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Un cylindre plein en plomb a une hauteur de 10 cm et un rayon de 2 cm.

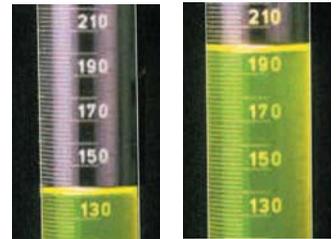
La pesée de ce cylindre est représentée ci-contre.

- 1/- a)- Calculer le volume du cylindre en plomb.
- b)- Déterminer sa masse.
- c)- Déduire la masse volumique du plomb.
- 2/- a)- Déterminer la densité du plomb.
- b)- Si on abandonne ce cylindre dans un récipient contenant de l'eau où va-t-il se situer ?



2-

- 1/- La mesure, à 25°C , du volume d'un corps en zinc, de forme quelconque, est obtenue à l'aide des mesures schématisées ci-contre. Déterminer le volume de ce corps.
- 2/- La pesée de ce corps est réalisée en utilisant une balance, deux béchers identiques et de l'eau au lieu des masses marquées. Sachant que le volume d'eau nécessaire pour équilibrer la masse du corps est 426 mL, déterminer, à la température 25°C , la densité du zinc par rapport à l'eau.



3-

Dans cet exercice on se reportera au tableau des masses volumiques des liquides.

Sur l'un des plateaux d'une balance de Roberval on place deux éprouvettes identiques contenant, l'une 100 mL d'huile et l'autre 100 mL d'alcool. Sur l'autre plateau on met, pour équilibrer la balance, des masses marquées dont la valeur de la masse est 320 g.

- 1/- a)- En utilisant le tableau des masses volumiques, déterminer la masse d'huile et celle d'alcool.
- b)- Déduire la masse d'une éprouvette.
- 2/- On mélange l'alcool à l'huile dans l'une des éprouvettes et on recommence la pesée en gardant les deux récipients sur le même plateau.
 - a)- Aux masses marquées contenues dans le deuxième plateau, doit-on ajouter ou ôter des masses marquées ?
 - b)- Schématiser l'éprouvette contenant l'huile et l'alcool en utilisant une couleur pour chacun des deux liquides.

SAVOIR PLUS



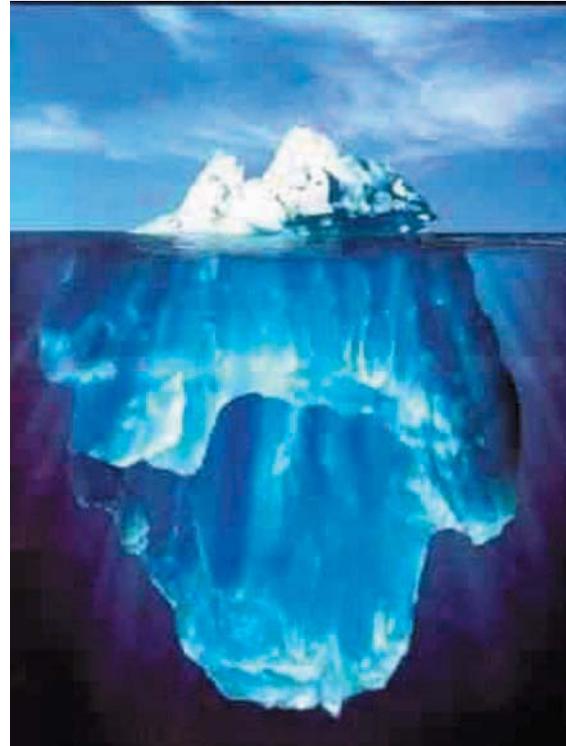
L'ICEBERG

Au niveau des pôles, la Terre est recouverte d'une épaisse croûte de neige et de glace permanente appelée la banquise. Les grands glaciers polaires avancent jusqu'aux rivages marins et là, leur front se brise pour libérer des blocs énormes : ce sont les icebergs.

La partie émergée des icebergs, aussi impressionnante qu'elle puisse paraître, ne donne qu'une image inexacte de la masse de glace flottante. La densité de la glace est inférieure de 10% à celle de l'eau. C'est pour cela que 90% du volume d'un iceberg est immergé.

Les icebergs représentent un danger constant pour la circulation maritime. Ils ne fondent en effet que très progressivement sous l'effet conjugué des rayons du soleil et des courants marins qui les déportent vers les eaux plus chaudes.

Les glaciers nord-européens peuvent aboutir à la mer et se fragmenter en icebergs. Pour cela ils font l'objet d'une surveillance attentive, notamment dans l'Atlantique nord.



Le 15 Avril 1912, Titanic a coulé après avoir heurté un iceberg

LA MATIERE

LES CHANGEMENTS D'ETAT PHYSIQUE D'UN CORPS PUR

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : La solidification d'un corps pur et la transformation inverse
- **Activités(II)** : La vaporisation par ébullition
- **Activités(III)** : La vaporisation par évaporation
- **Activités(IV)** : La condensation de la vapeur d'eau : cycle de l'eau
- **Activités(V)** : La sublimation
- **Activités(VI)** : Conservation de la masse lors d'un changement d'état
- **Activités(VII)** : Interprétation microscopique des changements d'état
Notion d'équilibre dynamique

Pré-requis

- Propriétés caractéristiques des corps dans les différents états physiques de la matière
- Structure corpusculaire de la matière et agitation thermique
- Mesure de la température
- Mesure de la masse et mesure du volume d'un corps

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Dans quels états physiques rencontre-t-on l'eau dans la nature ?

2/- Sous quel effet la neige qui couvre les sommets des montagnes passe-t-elle à l'état liquide ?

3/- De quoi sont constitués les nuages qui couvrent le ciel et comment donnent-ils de la pluie ?

1/- La lave des volcans coule tant qu'elle est très chaude. A quel état se transforme-t-elle lorsqu'elle se refroidit ?

2/- La lave du volcan tombe dans une rivière. Qu'arrive-t-il à l'eau de la rivière ?



— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Comment expliquer le séchage des vêtements ?

2/- Quels sont les modes de vaporisation de l'eau ?

3/- Pourquoi généralement les vêtements sèchent-ils plus rapidement en été qu'en hiver ?

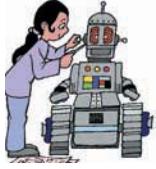


1/- La masse de l'eau va-t-elle changer quand elle passe d'un état physique à un autre ?

2/- Le volume d'un corps (l'eau par exemple) dépend-il de son état physique ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I): Quel est l'effet d'une variation de température sur l'état physique d'un corps ?



- Plongeons un tube à essai contenant une petite quantité d'eau liquide dans un milieu réfrigérant (glace+sel).
- Mettons un thermomètre dans cette eau (en veillant à ce que son réservoir ne soit pas en contact avec les parois du tube).



- La température du liquide baisse.
- Dès que le thermomètre indique 0°C , la glace commence à apparaître dans le tube.
- La température reste inchangée jusqu'à la transformation totale de l'eau liquide en glace.
- La température de la glace ainsi formée diminue.



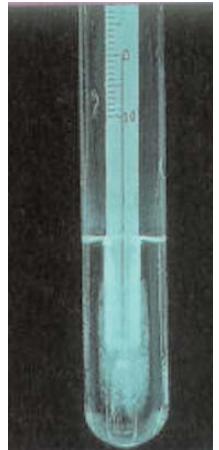
- Le refroidissement de l'eau liquide conduit à sa transformation à l'état solide : il s'agit d'une **solidification**.
- Le changement de l'état liquide à l'état solide de l'eau pure se produit à une température constante. Celle-ci est égale à 0°C sous la pression atmosphérique normale.



- Sortons le tube du milieu réfrigérant et abandonnons-le à l'air libre.



- La température de la glace augmente.
- Une fois le thermomètre indique 0°C , l'eau liquide commence à apparaître. La température reste égale à 0°C jusqu'à la fin de la transformation de la glace en eau liquide.
- Une fois la glace a totalement fondu, la température de l'eau formée augmente.



- L'échauffement de la glace conduit à sa transformation en eau liquide : il s'agit d'une **fusion**.
- La température reste conservée et égale à 0°C durant la transformation de la glace en eau liquide.

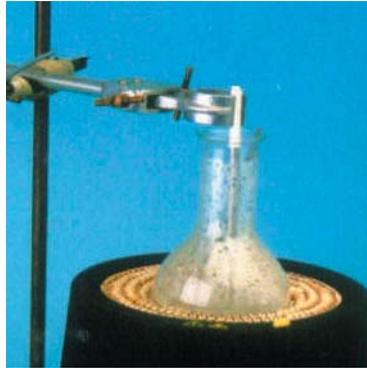
La fusion est une transformation inverse de la solidification.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II): A quelle température s'effectue l'ébullition de l'eau pure ?



- Dans un ballon en verre introduisons une petite quantité d'eau liquide.
- Mesurons la température de l'eau à l'aide d'un thermomètre introduit dans le ballon.
- Chauffons à l'aide d'un chauffe ballon.



- La température de l'eau augmente.
- Une fois que le thermomètre indique 100°C , de grosses bulles à l'intérieur du liquide apparaissent et crèvent à sa surface. Au cours de la transformation de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux, la température reste égale à 100°C .
- La quantité d'eau diminue.



- Par échauffement, l'eau liquide passe à l'état gazeux : il s'agit d'une **vaporisation** par **ébullition**.
- Le changement de l'état liquide à l'état gazeux de l'eau pure se produit à une température constante. Celle-ci est égale à 100°C sous la pression atmosphérique normale.
- L'entretien de la vaporisation nécessite un apport continu de «chaleur».

Remarque

La valeur de la température d'ébullition d'un corps pur dépend de la pression de la vapeur qui le surmonte.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (III): Y a-t-il un autre mode de vaporisation ?



• Dans une soucoupe, mettons quelques gouttes d'alcool (ou d'acétone...) et laissons-les à l'air libre.



• Après une certaine durée, toute la quantité de liquide disparaît et une odeur d'alcool est sentie.



- Le passage de l'alcool de l'état liquide à l'état gazeux se produit à la température ambiante.
- Ce mode de changement d'état est une **vaporisation par évaporation** : les molécules d'éther quittent la surface de contact avec l'air et passent dans l'atmosphère.
- Ce phénomène est général : les liquides abandonnés à l'air libre s'évaporent à des températures supérieures à leurs températures de fusion.

Comment expliquer le fait que les vêtements mouillés sèchent plus rapidement lorsque l'atmosphère est sèche que lorsqu'elle est humide ?

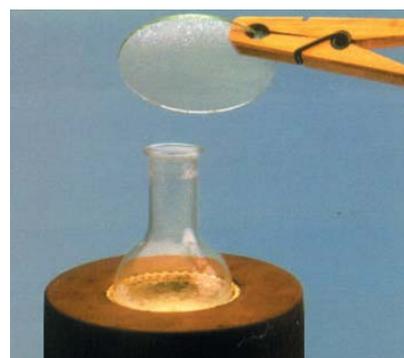
La maman a oublié son flacon de parfum ouvert. Après son retour d'un voyage d'une semaine, elle l'a trouvé vide. Explique lui ce qui s'est passé.

Quel conseil peux-tu lui donner pour que cela ne se reproduise plus ?

ACTIVITES (IV): Que se passe-t-il à un corps gazeux lorsqu'on le refroidit ?



• Présentons à la vapeur d'eau formée au cours de l'ébullition un verre de montre tenu à l'aide d'une pince en bois.



• Des gouttelettes d'eau se forment sur la surface du verre de montre.



• Par refroidissement, l'eau à l'état gazeux passe à l'état liquide : il s'agit d'une **liquéfaction** ou **condensation**.

La liquéfaction est une transformation inverse de la vaporisation.

Décrire le cycle de l'eau dans la nature.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V): Comment peut-on expliquer l'odeur d'une boule antimite abandonnée sur l'étagère d'une armoire ?



- Dans un ballon muni d'un long tube de verre jouant le rôle de réfrigérant à air, introduisons quelques cristaux d'iode.
- Chauffons très légèrement.



- Une vapeur brune violacée apparaît à partir du solide et envahit le ballon.
- Au contact des parois internes du haut du ballon et du tube, le gaz se condense en petits cristaux brillants.



- Par échauffement, l'iode se transforme directement de l'état solide à l'état gazeux: il s'agit d'une **sublimation**.
- Par refroidissement, le diiode se transforme directement de l'état gazeux à l'état solide : il s'agit d'une **condensation**.

La sublimation est une transformation inverse de la condensation.

Remarque

L'antimite, comme l'iode, subit une sublimation lente à la température ambiante : il passe de l'état solide à l'état gazeux sans passer par l'état liquide.

Températures de changement d'état de quelques corps purs, sous la pression atmosphérique normale

Corps pur	Eau	Ethanol	Mercure	Fer
Température de fusion (°C)	0	-117	-39	1535
Température d'ébullition (°C)	100	78	357	2750

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VI) : Lorsque l'état physique d'un corps change, que se produirait-il à sa masse ?



- Plaçons un flacon contenant de la glace sur le plateau d'une balance électronique et lisons la valeur de la masse de l'ensemble.
- Laissons la glace se transformer à l'état liquide et lisons de nouveau l'indication de la balance.



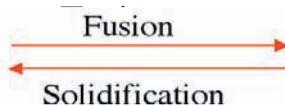
- La balance donne la même indication.



- Lorsqu'un corps change d'état physique, sa masse ne change pas.

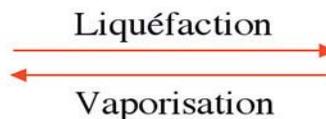
ACTIVITES (VII) : Comment interpréter les changements d'état ?

Interprétation microscopique de la fusion et de la solidification



- Lors de la fusion d'un corps, les molécules (ou les atomes ou les ions) qui étaient en contact et en mouvement de vibration autour de leur position moyenne restent en contact, mais deviennent désordonnées et peuvent glisser les unes sur les autres.
- Lors de la solidification c'est le phénomène inverse qui se produit.

Interprétation microscopique de la liquéfaction et de la vaporisation



- Lors de la liquéfaction d'un corps, les molécules (ou les atomes) qui étaient espacées et en mouvement désordonné restent désordonnées mais elles se rapprochent les unes des autres et deviennent en contact.
- Lors de la vaporisation, c'est le phénomène inverse qui se produit.



— ACTIVITES EXPERIMENTALES

Notion d'équilibre dynamique

Si on cesse de chauffer ou de refroidir un milieu contenant de la glace et de l'eau liquide et si on l'isole thermiquement, que va-t-il se produire ?

- **A l'échelle macroscopique**, la quantité de glace reste inchangée ainsi que celle de l'eau liquide. Nous dirons que l'ensemble (eau+glace) est en **équilibre**.
- **A l'échelle microscopique**, des molécules d'eau se détachent de la surface du solide et passent dans la phase liquide, d'autres quittent la phase liquide et se déposent sur la surface de la glace tel que le nombre de molécules qui passent d'une phase à l'autre, au bout d'une durée donnée, soit le même. Nous dirons que le système (eau+glace) est dans un état **d'équilibre dynamique**.

Que signifie isoler thermiquement un milieu matériel ?

FICHE T.P

VAPORISATION PAR EBULLITION

Buts

Suivre expérimentalement les variations de la température de l'eau pure au cours de son échauffement.

Tracer la courbe représentant les variations de la température de l'eau pure en fonction du temps.
Expliquer, en utilisant la structure microscopique de la matière, les résultats expérimentaux.

Matériels

Ballon en verre pyrex à col long.

Supports.

Thermomètre à mercure (-10 ; 110°C)

Eau distillée (pure).

Chronomètre.

Source de chaleur (lampe à alcool par exemple).

Expérimentation

Réaliser le montage ci-contre.

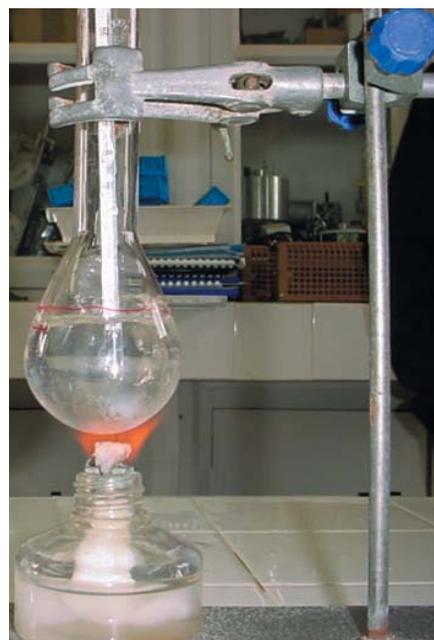
Prélever la température initiale de l'eau distillée et repérer le niveau qu'elle occupe dans le ballon.

Mettre la source de chaleur sous le ballon et déclencher le chronomètre.

Prélever la température au cours du temps.

Tracer la courbe de variation de la température en fonction du temps.

Expliquer les résultats expérimentaux et faire le lien avec la structure microscopique de la matière..



RECHERCHE DOCUMENTAIRE



LE CYCLE DE L'EAU

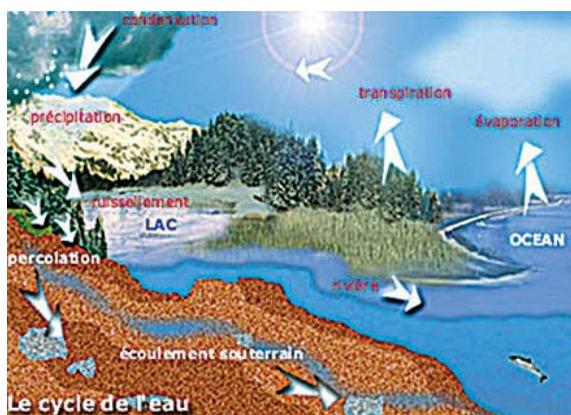
Le nom de planète bleue donné à la Terre, c'est à l'eau qu'elle le doit.

La plus grande partie de l'eau qui tombe en pluie provient de la mer. La chaleur du soleil sert à la vaporisation de l'eau par évaporation. Ce phénomène touche également les eaux des lacs et des rivières.

Les particules d'eau emportées par le vent s'élèvent graduellement. En s'élevant, l'air chaud se refroidit et les molécules d'eau se condensent sur de minuscules poussières : c'est la condensation.

Ces gouttelettes infinitésimales tombent lentement vers la Terre puis, au contact d'air chaud et humide ascendant, se vaporisent à nouveau et remontent. A mesure de la répétition du processus, les minuscules gouttelettes forment un nuage. Si le nuage rencontre de l'air plus froid, le volume des gouttelettes augmente. Devenues trop lourdes pour flotter avec le nuage, les gouttelettes d'eau tombent sous forme de pluie. Si le temps est très froid les gouttelettes d'eau se transforment en neige : c'est la solidification. La neige se transforme en eau liquide par contact avec l'air chaud : c'est la fusion.

Une fois tombée sur le sol, l'eau coule vers les ruisseaux et rivières puis conduite par les fleuves vers la mer et les océans ou vers des lacs d'eau douce. Une partie s'infiltré vers le sous-sol où elle forme des nappes d'eau souterraine qui se déverse par des sources vers des cours d'eau ou des lacs qui, ensemble, sont appelées les eaux de surface.



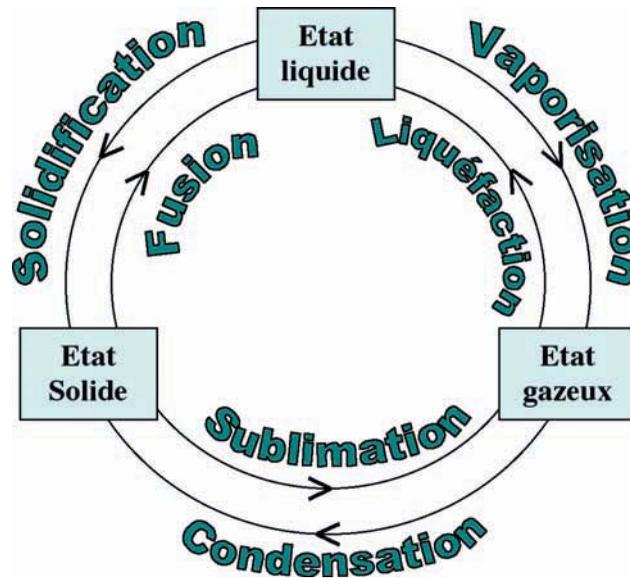
1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «percolation» indiqué sur la figure.

2/- A l'aide d'un schéma simple, représenter le cycle de l'eau ?

3/- Le brouillard est un nuage formé à proximité du sol. Expliquer sa formation.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Un corps peut être transformé d'un état physique à un autre par variation de sa température.
- A chaque changement d'état est associé un changement d'état inverse.



- Les corps purs ont, sous une pression donnée, une température de changement d'état constante.
- La fusion de l'eau pure se produit à une température constante égale à 0°C sous la pression atmosphérique normale
- La vaporisation de l'eau pure peut se produire par évaporation à des températures supérieures à sa température de fusion, ou par ébullition à une température constante égale à 100°C sous la pression atmosphérique normale.
- Pour un corps pur, la température d'un changement d'état et du changement d'état inverse est la même sous la même pression.
- Au cours des changements d'état, la nature et la masse d'un corps pur sont conservées.
- Tout système fermé, thermiquement isolé, siège de deux changements d'état inverses, est dans un état d'équilibre dynamique.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Celsius (1701/1744).

EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

1/- Sous pression atmosphérique normale, on refroidit un liquide (A) et on suit sa température au cours du temps θ . On trouve les résultats consignés dans le tableau suivant :

Température θ (°C)	24	20	16	12	8	6	5	5	5	5	5	5	5	4	2	0	-2
Temps t (mn)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

a)- Proposer un montage pour réaliser cette expérience.

b)- Tracer la courbe $\theta = f(t)$.

c)- Préciser l'état de (A) dans chacun des intervalles de temps suivants : [0mn,5mn], [6mn,12mn] et [12mn,16mn]

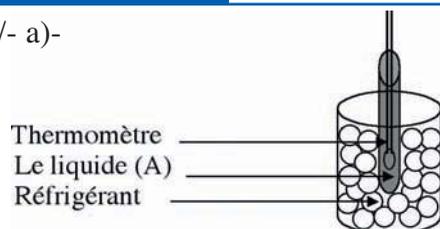
d)- Le liquide (A) est-il pur ?

2/- a)- Comment doit-on opérer pour réaliser la transformation inverse, sous la même pression.

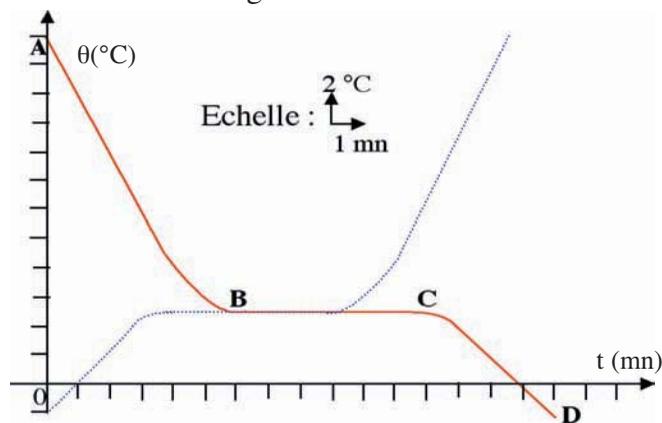
b)- Donner, dans ce cas, une allure de la courbe $\theta = f(t)$.

Solution

1/- a)-



b)- Voir la courbe rouge.



c)- Dans l'intervalle [0mn,5mn] : (A) est à l'état liquide. Il est entrain de se refroidir.

Dans l'intervalle [6mn,12mn] : une partie de (A) se trouve à l'état liquide et l'autre partie se trouve à l'état solide.

Dans l'intervalle [12mn,16mn] : (A) se trouve à l'état solide. Il est entrain de se refroidir.

d)- (A) subit une solidification à une température constante ($\theta = 5^\circ\text{C}$); donc le liquide (A) est un corps pur.

2/- a)- On doit chauffer (A) à l'état solide et suivre les variations de sa température au cours de son échauffement.

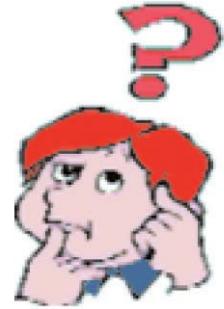
b)- Voir la courbe bleue en pointillé.

Commentaires

Le réfrigérant est de la glace mélangé avec du sel. Ce mélange ne fond pas à 0°C , ce qui permet de refroidir jusqu'à des températures négatives.

(A) étant pur, sous la même pression, ses transformations inverses (solidification et fusion) se produisent à la même température $\theta = 5^\circ\text{C}$.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Un corps peut être transformé d'un état physique à un autre par variation de sa à pression constante.
- 2/- La vaporisation de l'eau pure peut se produire par à toute température, ou par ébullition à une température égale à sous la pression atmosphérique normale.
- 3/- La sublimation et la d'un corps pur sont deux transformations inverses l'une de l'autre.

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Un thermomètre plongé dans la neige fondante indique 0°C même si la température ambiante est de 25°C .
- 2/- Le thermomètre médical dont la graduation va de 35 à 42°C peut servir pour mesurer la température d'une eau bouillante ou d'une eau glacée.
- 3/- Des vêtements mouillés, exposés à l'air, sèchent plus vite aux environs de la mer que dans le désert.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Lorsque la glace fond, son volume (*augmente/reste le même/diminue*), sa masse (*augmente/reste la même/diminue*) et par suite la masse volumique de l'eau liquide est (*plus grande qu'égale à/plus petite que*) celle de la glace.
- 2/- La buée est de l'eau à l'état (*liquide/gazeux/solide*), la grêle est de l'eau à l'état (*liquide/gazeux/solide*) et le nuage est formé de l'eau à l'état (*liquide/gazeux/solide*).
- 3/- La plus grande partie de l'eau de pluie provient de (*l'évaporation/l'ébullition*) de l'eau (*des lacs/des fleuves/de la mer*).

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Amel a exposé ses vêtements mouillés à l'air. Elle constate que l'eau retenue par les vêtements se solidifie par temps froid. Puis, lorsque le temps devient moins froid l'eau passe de l'état solide à l'état liquide, et ensuite les vêtements sèchent par le vent.

Pour la première transformation (par le temps froid), il s'agit d'une :

- (a) solidification ; (b) liquéfaction ; (c) condensation.

Pour la deuxième transformation (par le temps moins froid), il s'agit d'une :

- (a) sublimation ; (b) vaporisation ; (c) fusion.

Pour la troisième transformation (par le vent), il s'agit d'une :

- (a) évaporation ; (b) ébullition ; (c) liquéfaction.

2-

- 1/- Peut-on sécher sans s'essuyer à l'aide d'une serviette. Expliquer comment ?
- 2/- Par temps froid, lorsqu'on expire il se forme de la buée visible. Expliquer sa formation.

3-

- Dans le système international, la température s'exprime en kelvin, de symbole K.
- 1/- Chercher dans un dictionnaire ou dans une encyclopédie ou sur l'Internet, la signification de cette unité et la relation entre l'échelle kelvin et l'échelle celsius.
 - 2/- Donner, en kelvin, les températures de solidification et d'ébullition de l'eau pure sous la pression atmosphérique normale.

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

La température de solidification de l'alcool est $\theta_s = -117^\circ\text{C}$ et sa température d'ébullition est $\theta_e = 78^\circ\text{C}$.

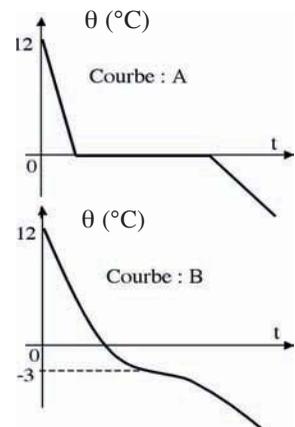
- 1/- Tracer une allure de la courbe représentant les variations de la température θ en fonction du temps lorsqu'on chauffe l'alcool de -120°C jusqu'à 100°C .
- 2/- Associer à chaque partie de la courbe l'état physique de l'alcool.
- 3/- A l'aide d'un thermomètre à alcool, peut-on repérer les températures de solidification et d'ébullition de l'eau pure.

2-

Deux béchers, l'un contient de l'eau pure et l'autre de l'eau salée, sont fournis à deux groupes d'élèves.

Chaque groupe a représenté les variations de la température, suite à un refroidissement, du contenu de son bécher en fonction du temps: le premier a obtenu la courbe (A) et le second la courbe (B).

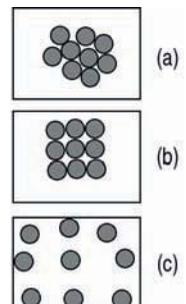
- 1/- Identifier pour chaque courbe le contenu du bécher correspondant.
- 2/- Utiliser cette expérience pour expliquer l'utilisation du mélange (glace+sel) comme réfrigérant.
- 3/- Expliquer comment l'ajout du sel, lorsqu'on fait bouillir des légumes dans l'eau, favorise la rapidité de la cuisson.



3-

Les molécules d'un corps pur sont représentées par des boules identiques. Selon l'état physique, ces molécules se trouvent soit dans l'état (a), soit dans l'état (b) soit dans l'état (c).

- 1/- Faire correspondre à chaque figure (a), (b) et (c) l'état physique du corps considéré.
- 2/- Expliquer comment les molécules du corps passent de l'état (a) à l'état (b).
Nommer cette transformation.
- 3/- Quelle propriété peut-on vérifier quant à la quantité de matière du corps pur au cours des transformations physiques qu'il subit ?



SAVOIR PLUS



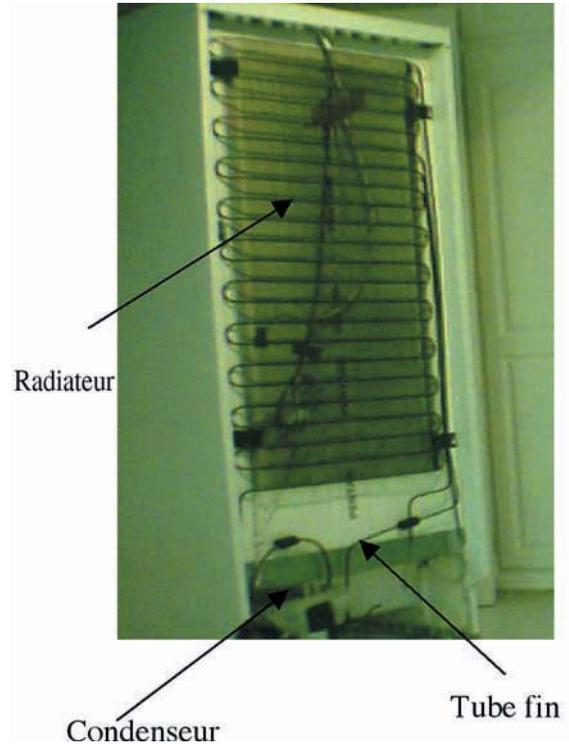
LA REFRIGERATION

Les aliments restent bien frais grâce aux transferts thermiques liés aux changements d'états et au comportement des gaz lors des variations de pression.

Le compresseur fait circuler le réfrigérant dans un circuit de tuyaux. Comprimé à 8-10 bars (de 8 à 10 fois la pression de l'air), le corps réfrigérant, sous forme gazeuse, a une température d'environ 40°C, lorsqu'il se trouve dans le condenseur situé à l'arrière du réfrigérateur. Refroidi par l'air, le corps réfrigérant cède de la chaleur à l'air environnant et se condense.

En quittant le condenseur, le liquide passe dans un tube très fin qui s'élargit ensuite : à cet endroit, le réfrigérant se vaporise partiellement. Dans l'évaporateur, situé sous le congélateur, le fluide absorbe de la chaleur (ce qui refroidit l'intérieur du réfrigérateur) et se vaporise complètement. Puis le gaz passe par le compresseur, s'échauffe (ce qui facilite l'évacuation de chaleur à l'arrière) et le cycle recommence. Le réfrigérant doit respecter de nombreux critères : température d'ébullition qui permet les changements d'état mentionnés, densité élevée pour que son volume soit petit, substance ininflammable, toxicité faible ou nulle, etc.

On a longtemps utilisé des chlorofluorocarbones (CFC), nuisibles à la couche d'ozone. Dans les réfrigérateurs récents, on emploie plutôt des hydrochlorofluorocarbones, comme le HCFC 134A (un frigo ordinaire en contient 110 grammes environ). Les HCFC sont dégradés par des radicaux hydroxyles (OH) dans la basse atmosphère et peu de chlore atteint la couche d'ozone.



Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Repérage du temps
- **Activités(II)** : Relativité d'un mouvement
- **Activités(III)** : Techniques d'étude d'un mouvement
- **Activités(IV)** : Trajectoire d'un mobile
- **Activités(V)** : Les trois types de mouvement
- **Activités(VI)** : Vitesse moyenne d'un mobile
- **Activités(VII)** : Vitesse instantanée

Pré-requis

- Repérage dans le plan (origine, axe des abscisses et axe des ordonnées).
- Coordonnées d'un point dans un repère orthonormé.
- Abscisse linéaire.

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



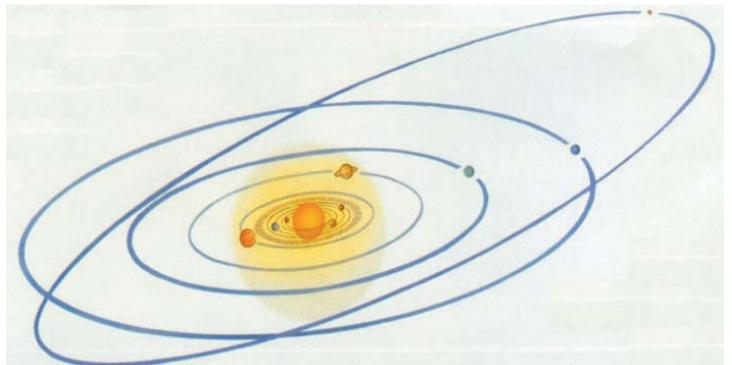
1/- Les trajectoires des voitures, supposées ponctuelles, sont-elles rectilignes ou curvilignes ?

2/- Comment calcule-t-on la vitesse moyenne d'une voiture ?

3/- A quoi sert le tachymètre d'une voiture ?

1/- Quelle est l'origine du repère dans lequel sont représentées les trajectoires des planètes mobiles autour du Soleil ?

2/- Le Soleil est-il en mouvement ou au repos dans ce repère ?





— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



Mohamed Gamoudi (N°904)

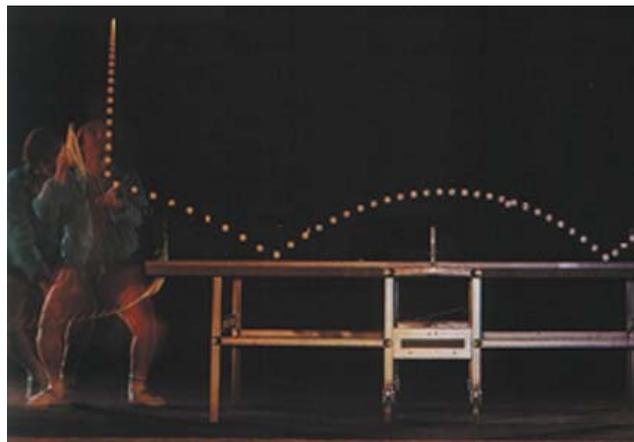
1/- Comment calcule-t-on la vitesse instantanée d'un athlète ?

2/- Ces athlètes ont-ils tous :

- la même trajectoire ?
- la même vitesse moyenne ?

1/- Qu'est ce que la chronophotographie ?

2/- Cette technique permet-elle de décrire la trajectoire de la balle de ping-pong ainsi que l'évolution de sa vitesse ?



ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Quelle est la différence entre temps, instant et date ?



- Chacun de nous voit se produire des évènements et des phénomènes tels que : la naissance d'un frère, la rentrée scolaire, la fête de fin d'année, l'éclipse du soleil....



- Des évènements ou des phénomènes peuvent se produire à :
 - un même **instant** : on dit qu'ils sont séparés par une **durée** nulle ;
 - des instants différents, séparés d'une durée plus ou moins longue.
- On appelle durée l'intervalle de temps séparant deux instants qui coïncident chacun avec un évènement donné.
- Pour situer des évènements ou des phénomènes dans le temps on a besoin d'un **repère temps**.

- Un repère temps est défini par :

- une origine : c'est l'instant d'un évènement ou d'un phénomène particulier (instant de naissance de Jésus Christ, instant d'Elhejra, instant de déclenchement d'un chronomètre, instant de départ d'un train...).

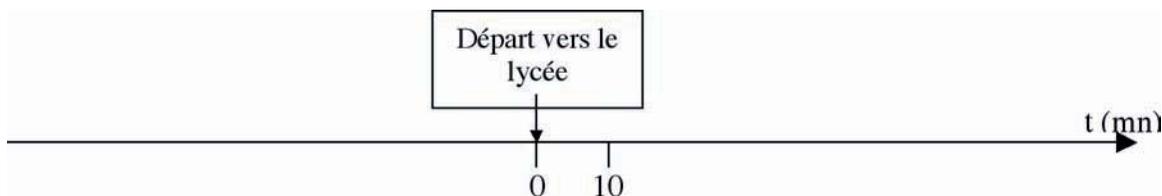
- une unité de durée : dans le système international l'unité de durée est la **seconde**, de symbole (s).

- Dans ce repère temps, à chaque instant on associe une **date**, notée **t**.

- Le repère temps est modélisé par un axe orienté vers le futur, muni d'une origine et gradué en unité de durée :

- à tout évènement qui se produit avant l'instant choisi comme origine des temps, on associe une date **t** négative ;

- à tout évènement qui se produit après l'instant choisi comme origine des temps, on associe une date **t** positive.



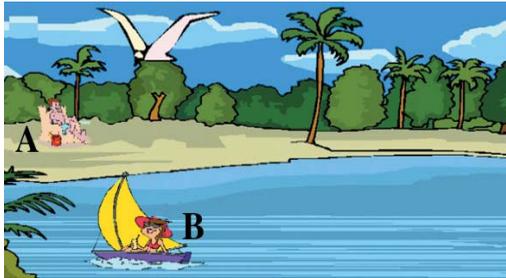
Situez sur l'axe précédent :

- la date t_1 de votre arrivée au lycée ;
- la date t_2 du début du premier cours ;
- la date t_3 de votre réveil.

Précisez le signe de chacune des trois dates.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Comment situer la position d'un mobile ?



- Par rapport à l'observateur (A) lié au sol, la voile du bateau est en mouvement.
- Par rapport à l'observateur (B) lié au bateau, la voile du bateau est au repos.
- Par rapport à l'observateur (A) lié au sol, l'oiseau est en mouvement.
- Par rapport à l'observateur (B) lié au bateau, l'oiseau est au repos.
- Par rapport à l'observateur (A) lié au sol, les palmiers sont au repos.
- Par rapport à l'observateur (B) lié au bateau, les palmiers sont en mouvement.



- Selon le choix de l'observateur, le même corps peut être en mouvement ou au repos.
- Pour déclarer si un corps est en mouvement ou s'il est au repos, il faut choisir un corps de référence.
- Le même corps peut avoir des mouvements différents par rapport à deux références différentes.

L'état de mouvement ou d'immobilité d'un corps n'a un sens que lorsque nous précisons une référence.

Une valise est posée sur le porte-bagage d'un train. Lequel des deux personnes suivantes :

- le propriétaire de la valise qui voyage dans le train
- le voyageur sur le quai de la gare,

qui voit la valise bouger au cours du temps, une fois le train est parti ?

- Pour décrire le mouvement d'un point mobile, nous devons définir, en plus du repère temps, un **repère espace**.

Le repère temps permet de situer un évènement dans le temps et le repère espace est un système d'axes permettant de repérer la position des corps (on dit aussi des «mobiles»).

En particulier, si le mouvement s'effectue sur une droite:

- on choisit une origine O sur cette droite;
- on oriente cette droite;
- et on se donne une unité de longueur qui, dans le système international, s'exprime en **mètre**, de symbole **m**.



L'ensemble, repère espace et repère temps, constitue un **référentiel**.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

Dans la suite, l'étude des mouvements, se fait par rapport à une référence (solide) liée à la Terre.

ACTIVITES (III) : Quelles sont les techniques qui permettent d'étudier les mouvements ?

Les techniques d'étude des mouvements rapides sont nombreuses.
Les plus couramment utilisées sont:

Le marquage par étincelage:

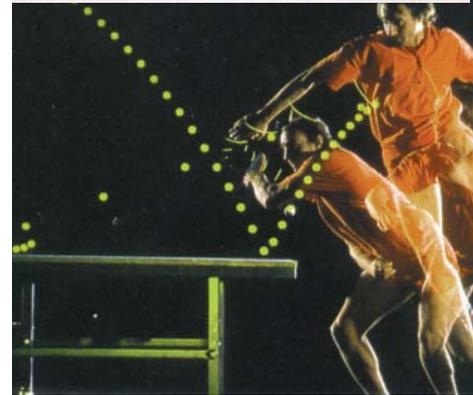
Cette technique permet de connaître la position d'un point M d'un mobile autoporteur, se déplaçant sur une table à coussin d'air, à des instants séparés par la même durée Δt (de l'ordre de 40 ms).

A un instant déterminé, une étincelle éclate entre le point M et la table produisant une marque fine sur le papier. Après une durée Δt , une nouvelle étincelle se produit etc....



La chronophotographie :

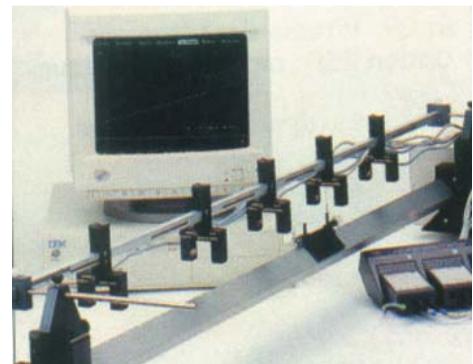
En impressionnant périodiquement une pellicule photographique, grâce à un disque troué tournant rapidement à vitesse constante devant l'objectif, d'un appareil photos, on obtient plusieurs images successives permettant de décomposer le mouvement.



Ordinateur muni d'une carte d'acquisition :

La carte d'acquisition permet l'enregistrement automatique des dates des instants au passage du mobile devant le capteur.

L'entrée des abscisses des positions des capteurs se fait au clavier. L'étude du mouvement s'effectue par des logiciels spécifiques.



La stroboscopie :

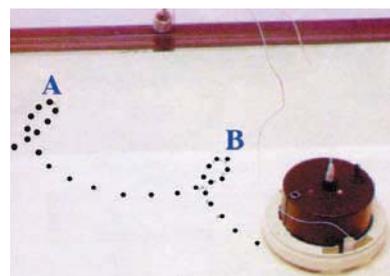
Un stroboscope est une source lumineuse qui émet de brefs éclairs à des intervalles de temps T_e réguliers. La stroboscopie est utilisée pour l'étude des mouvements périodiques rapides. Elle permet d'observer l'immobilité apparente ou le ralenti du mouvement.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV): Qu'appelle-t-on trajectoire ?



- Lançons un mobile autoporteur sur une table à coussin d'air.



- A un instant de date t_A la position du point M, source des étincelles, est repérée par le point A.
- A un instant de date t_B ($t_B > t_A$) la position du point M est repérée par le point B.
- Entre A et B les différentes positions par lesquelles le point M passe décrivent une courbe.



- La ligne qui matérialise les différentes positions successives occupées par M, durant son mouvement, est appelée **trajectoire**.
- Le mot "trajectoire" est une partie de la trajectoire de l'extrémité du stylo qu'on déplace pour écrire "trajectoire" sur une feuille blanche (l'autre partie est située dans l'air)



- Branchons un oscilloscope au secteur et mettons-le sous tension.
- Enclenchons (figure : 1) puis déclenchons le balayage (figure :2).
- Branchons à l'une des voies de l'oscilloscope un signal triangulaire puis un signal sinusoïdal délivrés par un générateur basses fréquences (figures:3 et 4).

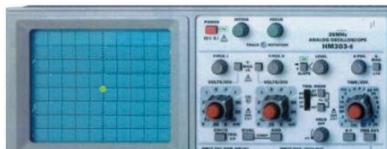


Figure : 1



Figure : 2

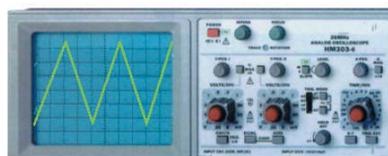


Figure : 3

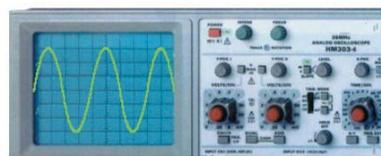


Figure : 4



- Lorsque le balayage est enclenché une tâche lumineuse, appelée spot, apparaît sur l'écran sans bouger.
- Lorsque le balayage est déclenché le spot se déplace sur une droite.
- Lorsque le balayage est déclenché, et pour un signal triangulaire (ou sinusoïdal) appliqué à l'une des entrées de l'oscilloscope le spot décrit une ligne brisée (ou une ligne courbe sinusoïdale).



- On distingue une multitude de forme de trajectoire :
 - si la trajectoire d'un mobile est portée par une **droite**, le mouvement est dit **rectiligne** ;
 - si la trajectoire est portée par une **ligne courbée**, le mouvement est dit **curviligne**. En particulier si la trajectoire est portée par une **circonférence** le mouvement est dit **circulaire**.

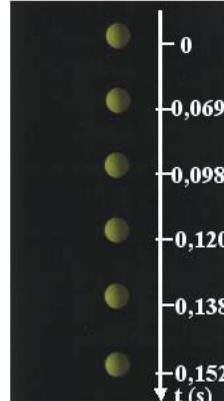
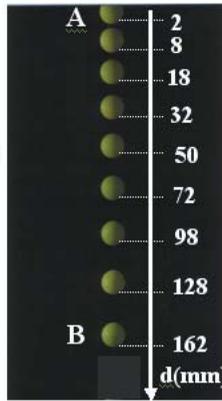
ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V) : Qu'appelle-t-on mouvement accéléré ou décéléré ou uniforme ?



- Etudions le mouvement d'une balle qui tombe selon la verticale et dont on fournit les deux clichés suivants :

Cliché n°1 :
Chronophotographie de la balle prise toutes les 0,02 s.



Cliché n°2 :
Enregistrement des instants de passage de la même balle par des positions équidistantes et espacées de 24 mm.



- Si on choisit la graduation 2 mm de la règle comme référence et l'instant d'arrivée de la balle à cette graduation comme origine des dates, on voit qu'entre les instants de dates 0 s et 0,16 s, la balle change de positions : elle passe de A vers B.
- Les distances parcourues par la balle à des intervalles de temps consécutifs et égaux à 0,02 s, sont de plus en plus grandes (cliché n°1).

- Les durées mises par la balle pour parcourir des distances successives et égales à 24 mm sont de plus en plus petites (cliché n°2).



- Le mouvement de la balle est tel que, les distances parcourues à des intervalles de temps consécutifs et égaux augmentent ou les durées mises pour parcourir des distances successives et égales diminuent: on dit que le mouvement est **accéléré**.
- On peut comparer la rapidité de deux mobiles en comparant:
 - soit les durées de parcours de trajets successifs de mêmes longueurs ;
 - soit les longueurs des trajets parcourus pendant des durées successives et égales.

Expliquer comment reconnaître que :

- le mouvement d'une boule qui se déplace du point M vers le point N, dont la chronophotographie est donnée par le cliché (A), est **décéléré** (ou retardé, ou ralenti, ou freiné) ;
- le mouvement d'une boule, dont la chronophotographie est donnée par le cliché (B), est **uniforme**.



Cliché : A



Cliché : B

ACTIVITES (VI) : Par quel moyen peut-on comparer la rapidité de deux mouvements ?

- Deux athlètes (A) et (B) ont parcouru respectivement 1500 m en 3 mn 26 s et 800 m en 1 mn 54 s.
- Comparons la rapidité de ces deux athlètes.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- En moyenne (A) parcourt : 7,28 mètres chaque seconde.
- En moyenne (B) parcourt : 7,02 mètres chaque seconde.



- (A) est plus rapide que (B) puisqu'il a parcouru en moyenne une distance plus grande que celle parcourue par (B) au bout de la même unité de temps.
- La notion de rapidité est caractérisée par une grandeur dépendant de la longueur du chemin parcouru et de la durée du parcours; elle est appelée **vitesse moyenne**.
- La vitesse moyenne, notée V_{moy} , d'un mobile est égale au quotient de la distance d parcourue par le mobile par la durée t du parcours : $V_{\text{moy}} = \frac{d}{t}$.
- La valeur de la vitesse moyenne nous apporte une information sur le déroulement d'ensemble du déplacement.
- Dans le système international la vitesse d'un mobile s'exprime **en mètre par seconde**, de symbole m.s^{-1} .
- Dans la vie courante, la vitesse moyenne est exprimée souvent en kilomètre par heure:

$$1\text{m.s}^{-1} = 3,6 \text{ km.h}^{-1}.$$

ACTIVITES (VII) : Quelle grandeur mesure le tachymètre d'une voiture ?



- Regardons, à deux instants différents de dates t_1 et t_2 , les valeurs indiquées par le compteur de vitesse (tachymètre) d'une voiture mobile sur une autoroute.



- A l'instant de date t_1 , le tachymètre indique 80 km.h^{-1} .
- A l'instant de date t_2 , le tachymètre indique 110 km.h^{-1} .

- A chaque instant, le tachymètre indique une valeur qui mesure la **vitesse instantanée** de la voiture.
- La vitesse instantanée, à un instant de date t , est la vitesse moyenne pendant une durée brève autour de la date t .
- La vitesse instantanée décrit mieux le mouvement ; elle est plus riche en information que la vitesse moyenne :

- la vitesse instantanée d'un mobile en mouvement uniforme reste constante au cours du temps ;
- la vitesse instantanée d'un mobile en mouvement accéléré croît au cours du temps ;
- la vitesse instantanée d'un mobile en mouvement retardé diminue au cours du temps.

Vitesses instantanées de quelques animaux

Animal	Tortue	Mouton	Lièvre	Cheval	Guépard	Faucon
Vitesse (km.h^{-1})	0,4	25	60	70	100	350

Vitesses instantanées d'autres mobiles

Mobile	Voiture de course	Avion	Satellite	Terre	Pluton	Mercur
Vitesse (km.h^{-1})	300	900	25200	107244	17064	172404

FICHE T.P

DIFFERENTS TYPES DE MOUVEMENTS

Buts

- Etudier le mouvement d'un mobile.
- Calculer des vitesses instantanées.
- Déduire la nature du mouvement du mobile.

Matériels

- Banc à coussin d'air.
- Cavalier menu d'un carton de largeur : $\Delta x = 2$ cm.
- Trois chronomètres à affichage numérique au 1/1000 s.
- Trois capteurs.

Expérimentation

1- Premier mouvement

Soit O la position du cavalier à $t = 0$ s, et M la position du mobile à l'instant t.

Placer le banc à coussin d'air horizontalement.

Placer les trois capteurs respectivement aux positions M_1 , M_2 et M_3 ($OM_1=40$ cm, $OM_2=80$ cm et $OM_3=120$ cm).

Lancer le cavalier, muni du carton, sur le banc à coussin d'air avec une vitesse initiale à $t=0$ s.

Mesurer la durée Δt du passage du carton de largeur $\Delta x=2$ cm devant chaque capteur.

Déterminer la vitesse instantanée v ($v = \Delta x / \Delta t$) du cavalier au passage par chaque position (M_1 , M_2 et M_3).

Déduire la nature du mouvement du cavalier.

2- Deuxième mouvement

Incliner le banc d'un angle β par rapport à l'horizontale.

De la position O (placée en haut) lâcher le cavalier sans vitesse initiale.

Reprendre les tâches précédentes et conclure .

3- Troisième mouvement

Garder le banc à coussin d'air incliné.

Lancer le cavalier de la position O (placée en bas) vers le haut avec une vitesse initiale.

Reprendre les tâches précédentes et conclure .

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



SECURITE ROUTIERE

La vitesse excessive est la première cause d'accidents dans notre pays : le conducteur est entièrement responsable de sa vitesse et son premier devoir est de se conformer au code de la route.

La vitesse d'un véhicule au moment du choc est déterminante : un choc à plus de 60 km.h⁻¹ est généralement mortel car notre squelette est fragile, d'où la nécessité de limiter la vitesse en agglomération à 50 km.h⁻¹. A cette vitesse, contre un mur, c'est une force de plus de vingt mille newtons qu'il faut développer pour retenir un corps de 75 kg. Non ceinturé, un corps est donc projeté à travers le pare-brise ou l'habitacle.

Le taux de mortalité des non ceinturés est deux à trois fois plus élevé que celui des ceinturés.

Pour protéger sa vie et la vie des autres, le conducteur doit respecter la distance de sécurité, c'est-à-dire la distance minimale à conserver pour suivre un véhicule en sécurité. Elle doit être supérieure à la distance d'arrêt D_A : $D_A = D_R + D_F$, avec :

- D_R est la distance de réaction : c'est la distance parcourue par le véhicule entre le moment où le conducteur voit l'obstacle et celui où il commence à freiner.

- D_F est la distance de freinage : elle dépend de la vitesse du véhicule, de l'état du véhicule et de l'état de la route.

Vitesse (km.h ⁻¹)	45	90	130
Distance d'arrêt sur chaussée sèche (m)	25	77	160



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «agglomération» et «habitacle».

2/- Comment peut-on éviter les accidents ?

3/- En quoi la ceinture de sécurité diminue-t-elle les risques encourus en cas d'accident ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Le mouvement d'un corps est relatif.
- Pour s'informer sur le mouvement d'un point mobile, nous devons définir un repère temps et un repère espace. Le repère temps permet de situer un évènement dans le temps et le repère espace est un système d'axes permettant de repérer la position des mobiles dans l'espace.
- Un corps est immobile s'il garde, au cours du temps, la même position par rapport au repère espace choisi. Il est en mouvement dans le cas contraire.
- Dans un repère donné, la trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions occupées par ce point au cours du mouvement.
- Dans un repère donné, un mouvement peut être :
 - rectiligne, si la trajectoire du mobile est portée par une droite ;
 - curviligne, si la trajectoire est portée par une ligne courbée (si la ligne courbée est un cercle, la trajectoire est circulaire).
- La vitesse moyenne d'un mobile est la distance qu'il parcourt, en moyenne pendant une unité de temps. Elle est égale au quotient de la distance d parcourue par le mobile à la durée t du parcours.
- Dans le système international la vitesse s'exprime en mètre par seconde, de symbole $m.s^{-1}$.
- La vitesse instantanée d'un mobile à un instant de date t est la vitesse moyenne pendant un intervalle de temps très bref autour de la date t .
- Un mouvement est dit :
 - accéléré, si la vitesse du mobile croît au cours du déplacement ;
 - décéléré, si la vitesse du mobile diminue au cours du déplacement ;
 - uniforme, si la vitesse du mobile reste inchangée au cours du déplacement

APERCU HISTORIQUE

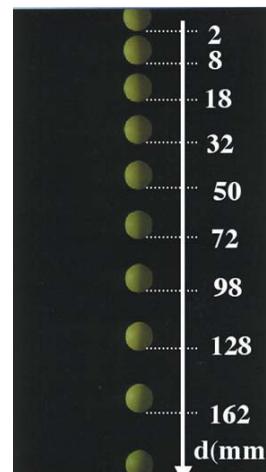
Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Galilée (1564/1642).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

On donne ci-contre une chronophotographie de la chute d'une balle prise toutes les 0,02 s.

- 1/- A quoi sert la chronophotographie ?
- 2/- Le mouvement de la balle est-il rectiligne ou curviligne ?
- 3/- a)- Calculer la vitesse moyenne de la balle entre la première et la deuxième position, puis, entre la deuxième et la troisième position.
b)- Le mouvement est-il uniforme, accéléré ou ralenti ?
- 4/- Calculer la vitesse moyenne de la balle entre la première et la dernière position.



Solution

1/- La chronophotographie est une technique qui permet de décrire la trajectoire d'un mobile, ainsi que l'évolution de sa vitesse.

2/- La trajectoire de la balle est une droite, donc il s'agit d'un mouvement rectiligne.

3/-a)- Entre la première et la deuxième position : $V_{\text{moy}_1} = \frac{d_1}{t_1} = \frac{0,006}{0,02} = 0,3 \text{ m.s}^{-1}$.

Entre la deuxième et la troisième position:

$V_{\text{moy}_2} = \frac{d_2}{t_2} = \frac{0,010}{0,02} = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$.

b)- La vitesse moyenne du mobile croît au cours du déplacement ; donc le mouvement est accéléré.

4/- Entre la première et la deuxième position : $V_{\text{moy}} = \frac{d}{t} = \frac{0,16}{0,16} = 1 \text{ m.s}^{-1}$.

Commentaires

La valeur de la vitesse moyenne entre deux positions est : $V_{\text{moy}} = \frac{d}{t}$, avec d la distance qui sépare ces deux positions et t la durée du parcours.

Les distances parcourues par la balle à des intervalles de temps consécutifs et égaux à 0,02 s, sont de plus en plus grandes.

La valeur de la vitesse moyenne nous apporte une information sur le déroulement d'ensemble du déplacement.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- La trajectoire d'un point M mobile est l'ensemble des occupées par ce point au cours de son
- 2/- Le Soleil se lève à et se couche à La Terre tourne donc de à
- 3/- Ismail est dans une voiture arrêtée au passage à niveau. Un train passe. Dans le wagon, les voyageurs sont assis et le contrôleur marche dans le couloir. Un avion passe dans le ciel. Parmi les objets et les personnes soulignés, ceux qui sont en mouvement par rapport au train sont :

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Si dans un repère, un mouvement est rectiligne, il le reste dans n'importe quel autre repère.
- 2/- On peut comparer la rapidité de deux mobiles en comparant les durées de parcours successifs et de mêmes longueurs.
- 3/- Pour décrire le mouvement d'un point M mobile il suffit de définir un repère espace.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- La vitesse moyenne apporte (*plus/moins*) de renseignements sur le mouvement que la vitesse instantanée.
- 2/- Dans un mouvement curviligne uniforme, la valeur de la vitesse est (*constante/variable*).
- 3/- Au démarrage le mouvement d'un autobus est (*accélééré/ralenti/uniforme*) et à l'arrêt son mouvement devient (*accélééré/ralenti/uniforme*).

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Hamza, Amina et Ismail sont assis dans un train en mouvement.

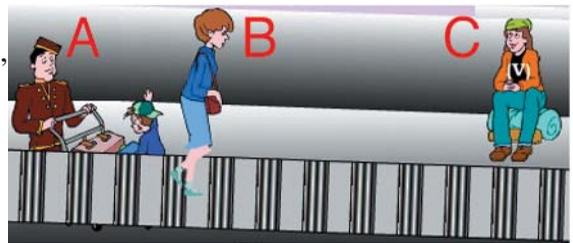
Hamza somnole. Amina affirme que pour elle Hamza est en mouvement, mais Ismail prétend que par rapport à lui, Hamza est immobile.

- (a) Amina a raison et son affirmation est complète ;
- (b) Ismail a raison et n'a pas de précisions à ajouter ;
- (c) Les deux ont tort.

2-

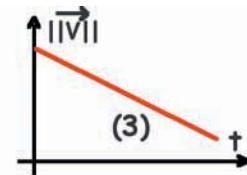
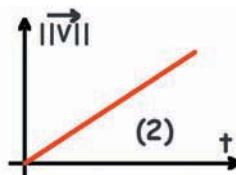
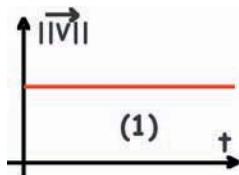
Parmi les personnages A, B et C du dessin ci-contre, lequel (ou lesquels) est (ou sont) en mouvement :

- par rapport au sol ;
- par rapport au tapis roulant ?



3-

Pour chaque diagramme déterminer la nature du mouvement (accélééré ou ralenti ou uniforme).

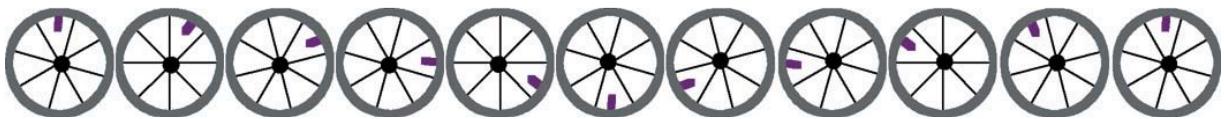


Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

On observe le mouvement de la valve de la chambre à air d'une roue de bicyclette qui roule sur le sol en ligne droite.

1/-a)- Donner la nature de la trajectoire décrite par le centre du moyeu (l'axe) de la roue si on prend



le sol comme repère de référence.

b)- Donner la nature de la trajectoire décrite par l'extrémité de la valve si on prend le moyeu de la roue comme repère de référence.

2/- Tracer la trajectoire de l'extrémité de la valve, en prenant le sol comme repère de référence.

2-

1/- Chercher dans le dictionnaire les valeurs des grandeurs suivantes : « le nœud marin », « le mille marin » et « le mile ».

2/- Calculer, en km.h^{-1} , la vitesse d'un vent de 25 nœuds.

3/- Calculer, en km puis en mile, la distance parcourue par un vent de 25 nœuds pendant 10 minutes.

3-

Sur le livret d'un code de la route, on donne le tableau suivant :

Vitesse (km.h^{-1})	Distance de réaction (m)	Distance de freinage sur route sèche (m)	Distance de freinage sur route mouillée (m)
45	12,5	13	26
90	25	52	104

1/-a)- Calculer, pour chacune des vitesses indiquées dans le tableau, les distances d'arrêt sur route sèche et sur route mouillée.

b)- Quelle est l'influence de l'excès de vitesse sur la distance de freinage ?

c)- Quelle est l'influence de l'état de la route sur la distance de freinage ?

2/-a)- Calculer le temps de réaction.

b)- Quelle est l'influence de la consommation de boissons alcooliques sur la distance de réaction ?

SAVOIR PLUS



SATELLISATION D'UN ENGIN

Pour placer un satellite sur une orbite autour de la Terre, il faut dépenser une énergie considérable et lui communiquer une vitesse horizontale.

Le satellite n'est pas du tout " libéré de l'attraction terrestre ", bien au contraire, il n'est soumis qu'à elle, et c'est encore elle qui incurve l'orbite des satellites artificiels ou non artificiels.

Si sa vitesse est faible, sa trajectoire s'incurve très fortement vers la Terre et il retombe en décrivant une parabole.

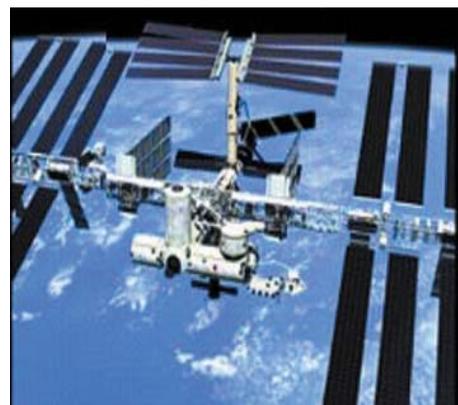
Si on augmente la vitesse initiale de l'objet, il retombe de plus en plus loin et il vient un moment où il ne retombe plus sur la surface: il décrit autour de la Terre une orbite fermée, qui est pratiquement un cercle si l'altitude de départ n'est pas trop grande. La vitesse minimale que doit avoir l'objet pour cela est la "première vitesse de libération", de l'ordre de 7 km.s^{-1} . Pour satelliser un engin, il ne suffit donc pas de le faire monter à l'altitude requise, il faut en plus lui donner à cet endroit la vitesse convenable.

Si sa vitesse est supérieure à cette valeur, l'engin s'éloigne de la Terre en décrivant une trajectoire elliptique plus ou moins allongée. Si la vitesse initiale est suffisante, l'ellipse devient une parabole et l'engin peut s'éloigner à l'infini; on parle de "seconde vitesse de libération", qui vaut $11,2 \text{ km.s}^{-1}$.

Si on augmente la vitesse initiale de l'objet, il retombe de plus en plus loin et il vient un moment où il ne retombe plus sur la surface:



La station spatiale internationale ISS (à 375 km d'altitude) telle qu'elle se présente actuellement: au premier plan (partie inférieure) le laboratoire Destiny, vers l'arrière, les modules russes Zarya et Zvezda surmontés des panneaux solaires P6. L'ensemble mesure 52 m de long et possède une envergure de 73 m.



La station une fois complétée (vers 2006) comportera à l'arrière la portion actuellement en orbite et des panneaux solaires autour de la grande poutrelle porteuse.

LA MECANIQUE

LES ACTIONS MECANIQUES

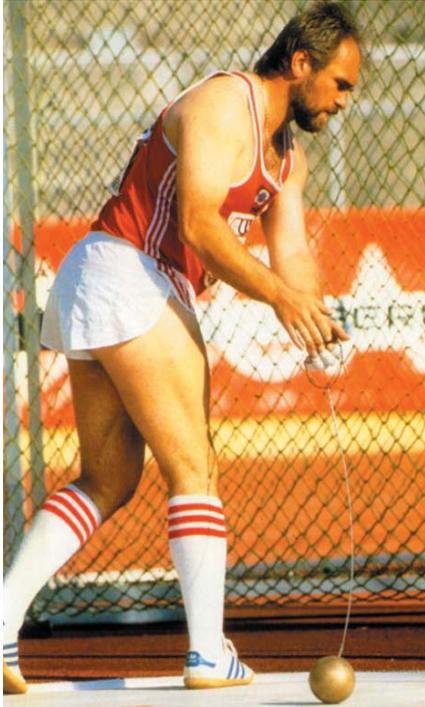
Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Les effets d'une action mécanique
- **Activités(II)** : Modélisation d'une action mécanique par une force
- **Activités(III)** : Le poids d'un corps
- **Activités(IV)** : Caractéristiques du poids d'un corps
- **Activités(V)** : Relation entre masse et valeur du poids d'un corps
- **Activités(VI)** : Première loi de Newton (Principe d'inertie)

Pré-requis

- Notion de vecteur
- Représentation d'un vecteur
- Mouvement et vitesse d'un mobile
- Masse d'un corps

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



Cet athlète s'apprête à lancer le marteau.

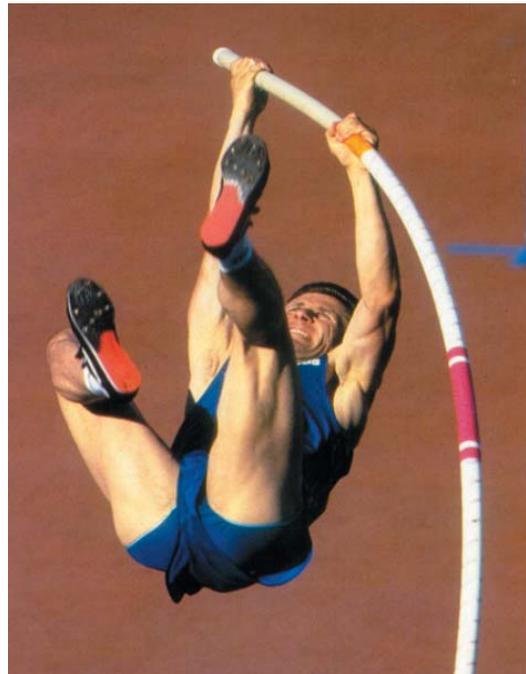
1/- Quels sont les éléments de son corps qui exercent une action sur le marteau ?

2/- Quel effet cette action produit-elle sur le marteau ?

Les mains du sauteur exercent une action mécanique sur la perche.

1/- Quel effet cette action produit-elle sur la perche ?

2/- La perche exerce-t-elle une action sur l'athlète ?





— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- L'action du vent sur la voile du bateau est-elle une action de contact ou à distance ? localisée ou répartie ?

2/- Quel effet produit l'action du vent sur le bateau ?



1/- Sous quelle action cet athlète retombe-t-il après avoir franchi la barre ?

2/- Cette action est-elle de contact ou à distance ? localisée ou répartie ?

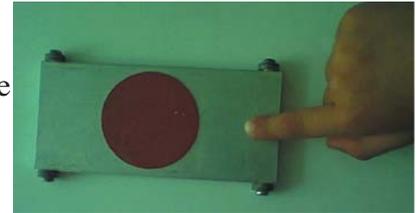
3/- Y a-t-il une relation entre cette action et la masse de l'athlète ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I): Quels sont les effets d'une action mécanique sur un corps ?



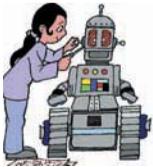
- Poussons sur un chariot ou une bille posée sur une table lisse et horizontale, puis cessons d'agir.



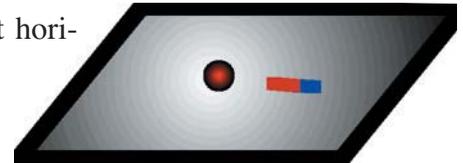
- Le chariot ou la bille se met en mouvement.
- Le solide continue à se déplacer en absence de l'action.



- Une action peut **mettre un corps en mouvement**.
- Le corps qui agit (le doigt) est en contact avec le corps qui subit l'action. Il s'agit d'une **action de contact**.
- Au moment où l'**action disparaît, la vitesse du solide ne s'annule pas**.



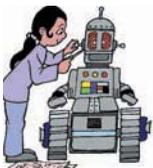
- Plaçons une bille en acier sur une table lisse et horizontale.
- Approchons un aimant.



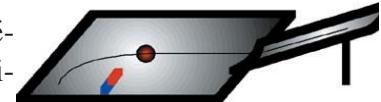
- La bille se met en mouvement.



- L'aimant a exercé une action sur la bille.
- L'action de l'aimant sur la bille est une action qui se manifeste sans qu'il ne soit nécessaire d'avoir un contact entre le corps qui agit et le corps qui subit l'action. Il s'agit d'une **action à distance**.



- Mettons une bille en acier en mouvement en l'abandonnant du sommet d'un plan incliné.
- Mettons de nouveau la bille en mouvement et présentons lui un aimant comme l'indique la figure ci-contre.



- Les trajectoires de la bille, en présence et en absence de l'aimant, sont différentes.

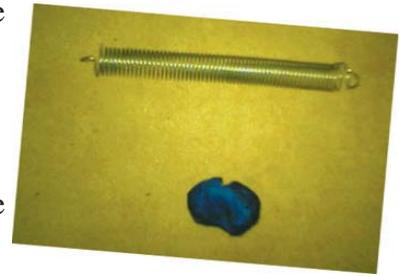


- Une action (action de l'aimant dans le cas de l'expérience) peut **modifier la nature du mouvement** d'un corps.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Posons un ressort et de la pâte à modeler sur une table lisse et horizontale.
- Que faire pour les déplacer ?
- Que faire pour les déformer ?



- Pour déplacer l'un des deux corps (le ressort ou la pâte à modeler) une seule action mécanique suffit.
- Pour déformer l'un des deux corps, il faut au moins deux actions.



- Des actions mécaniques peuvent **déformer** un corps.
- Pour déformer un corps, une seule action mécanique ne suffit pas. Il en faut au moins deux.
- Certains corps, comme le ressort, reprennent leur forme initiale une fois la cause de la déformation est supprimée : ce sont des **corps élastiques**.
- D'autres corps, comme la pâte à modeler, restent déformés bien que la cause soit supprimée : ce sont des **corps inélastiques**.

Définition

Une action est toute cause capable de produire ou de modifier le mouvement (vitesse et/ou trajectoire) d'un corps, ou de participer à la déformation d'un corps.

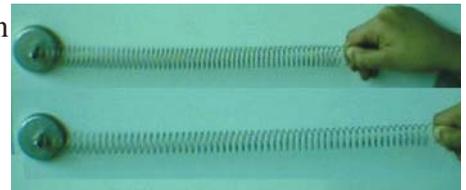
Remarque

La production ou la modification d'un mouvement est un **effet dynamique** des actions mécaniques. La déformation d'un corps est un **effet statique** des actions mécaniques.

ACTIVITES (II): Par quoi est caractérisée une action ?



- Attachons un ressort à spires non jointives à un crochet fixe.
- Agissons sur le ressort pour l'allonger.
- Allongeons davantage le ressort.



- Des déformations de plus en plus importantes nécessitent des actions de plus en plus grandes.

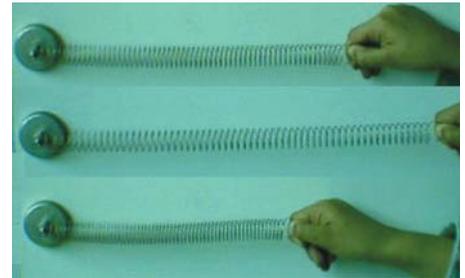


- Les actions sont comparables.
- A chaque action est associée une **valeur** ou **intensité**.

ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Fixons l'une des extrémités d'un ressort à des supports non jointives à un crochet fixe.
- Tirons horizontalement, dans une première expérience, son extrémité libre et poussons cette même extrémité dans une deuxième expérience.



- Le ressort reste horizontal dans les deux expériences.
- Dans la première expérience le ressort s'allonge, alors que dans la deuxième expérience il se raccourcit.



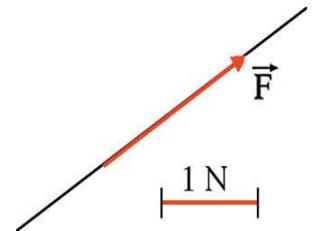
- L'axe du ressort est resté horizontal. Cela est dû au fait que les deux actions ont une caractéristique commune : c'est la direction.
- On attribue la différence de déformation (allongement et compression) non pas à une différence des valeurs des forces, ni à leurs directions, mais à une autre caractéristique : c'est le sens.

Une action mécanique est caractérisée par une valeur, une direction et un sens.

Modélisation d'une action mécanique

• On modélise une action mécanique par une **force** qui, à son tour, est modélisée par un vecteur appelé **vecteur force** et noté \vec{F} .

- L'intensité de la force, notée $\|\vec{F}\|$, s'exprime dans le système international en **newton**, de symbole (N).
- On représente la direction de la force par une droite, son sens par une flèche et son intensité par une longueur après le choix d'une échelle qui associe à une unité de force, une unité de longueur.



• Pour mesurer l'intensité d'une force, on utilise un appareil appelé **dynamomètre**.

dynamomètre droit



Dans cette figure est représentée l'action du corps sur le dynamomètre.



Dynamomètre à cadran

Dans cette figure est représentée l'action de la main sur le dynamomètre.



— ACTIVITES EXPERIMENTALES

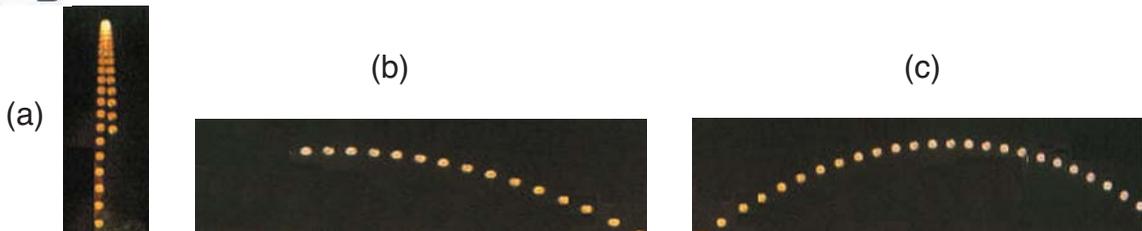
Ordre de grandeur des intensités de quelques forces

Force	Intensité (N)
Force exercée par un doigt sur le poussoir d'un stylo	1
Force exercée par le vent sur une voile de 20 m ²	200
Force exercée par la main au cours du lancement de poids	500
Force exercée par un cheval sur un chariot	700
Force de poussée d'un avion	100 000
Force de poussée d'une fusée	5 000 000
Force d'attraction exercée par le Soleil sur la Terre	$35 \cdot 10^{20}$

ACTIVITES (III): Pourquoi un corps abandonné à lui même finit par tomber sur le sol ?



- Lançons un corps (C) dans l'air verticalement vers le haut (a), puis horizontalement (b) et enfin obliquement vers le haut (c).
- Prenons, à chaque fois, la chronophotographie du mouvement de (C).



- Le corps (C) tombe sur la Terre suivant une trajectoire rectiligne s'il est lancé verticalement (a) ou curviligne s'il est lancé horizontalement ou obliquement (b, c).
- Lorsque le mouvement est ascendant, il est décéléré, et lorsque le mouvement est descendant, il est accéléré.

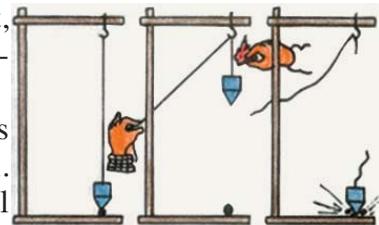


- Le changement de mouvement du corps lancé (changement de trajectoire et/ou de vitesse) prouve que le corps abandonné à lui même est soumis à une action à distance. Cette action est exercée par la Terre.
- Cette action est une **attraction** puisqu'elle freine les mouvements des corps qui s'éloignent de la Terre et accélère ceux des corps qui s'en approchent.
- L'action d'attraction exercée par la Terre sur un corps est appelée **poids du corps**.

ACTIVITES (IV) : Quelles sont les caractéristiques du poids d'un corps ?



- Suspendons un corps à un fil accroché à un support, l'ensemble constitue un fil à plomb matérialisant la verticale du lieu.
- Plaçons un morceau de craie en dessous de ce corps dans le prolongement de la droite matérialisée par le fil.
- Soulevons le corps en tirant sur l'extrémité libre du fil sans changer le point de suspension et brûlons le fil.



- Le corps tombe et écrase le morceau de craie.

ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Le corps tombe vers la Terre suivant la direction matérialisée par le fil.
- Le poids qui cause cette chute a une direction verticale. Il est orienté vers le bas.
- On modélise le poids d'un corps par un vecteur, noté \vec{P} , de direction verticale, de sens vers le bas et d'intensité $\|\vec{P}\|$ qui peut être déterminée à l'aide d'un dynamomètre.

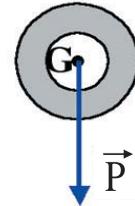
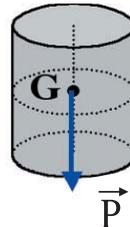
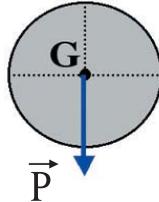
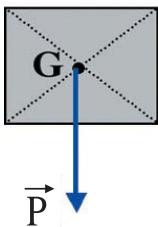
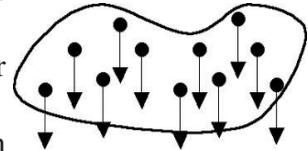
Remarques

L'action de la Terre sur un corps est répartie sur la totalité de son volume: chaque particule constituant le corps est attirée par la Terre.

On convient de représenter le poids d'un corps en un point particulier appelé son **centre de gravité** et noté **G**.

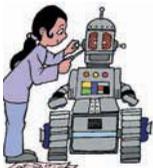
Pour un corps **homogène** de forme géométrique simple et possédant un centre de symétrie, le centre de gravité est confondu avec ce centre.

G n'appartient pas toujours au corps ; c'est le cas pour un anneau ou un cerceau.



La **verticale** d'un point est la droite qui joint ce point au centre de gravité de la Terre.

ACTIVITES (V) : Quelle est la relation entre la masse et le poids d'un corps ?



- Voir fiche T.P.



• En un lieu donné, l'intensité du poids d'un corps est proportionnelle à sa masse : $\|\vec{P}\| = m \cdot g$.

• **g** est une constante appelée intensité de la pesanteur ; elle s'exprime en newton par kilogramme, de symbole $N \cdot kg^{-1}$.

• **g** est la valeur d'une grandeur vectorielle, appelée **vecteur champ de pesanteur**

et notée \vec{g} .

• L'action de la Terre n'est pas la même partout. Plus on s'éloigne du centre de gravité de la Terre, plus la valeur du poids diminue. Puisque la masse d'un corps ne varie pas avec le lieu cela veut dire que **g** varie d'un lieu à un autre : elle diminue avec l'altitude et augmente avec la latitude.

Lieu	Equateur	Tunis	Pôle Nord
Latitude (°)	0	37	90
g (N.kg ⁻¹)	9,78	9,80	9,83

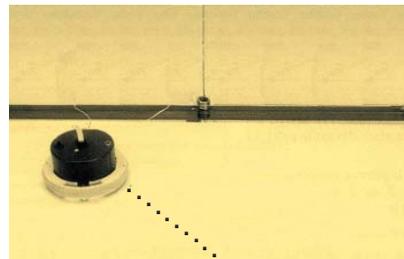
Lieu	Tunis	Echâmbi
Altitude (m)	0	1544
g (N.kg ⁻¹)	9,80	9,79

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VI) : Quel mouvement prend le centre de gravité d'un corps si on supprime sa cause ?



- Sur une table horizontale, lançons un mobile autoporteur muni d'un éclateur situé sur l'axe vertical passant par le centre de gravité G du mobile et enregistrons les projections des positions successives de G lors du mouvement.



- La trajectoire de G est une droite.
- Les traces de l'éclateur sont équidistantes.



- Le mobile autoporteur n'est pas en contact avec la table. L'effet du poids est compensé par l'air soufflé.
- Le mouvement de G , appelé mouvement d'ensemble du solide, est **rectiligne**.
- Puisque les distances parcourues par la pointe pendant des intervalles de temps consécutifs et égaux sont égales, le mouvement de G est **uniforme**.
- Parmi tous les points du mobile, G a le mouvement le plus simple. Le centre de gravité G est appelé aussi **centre d'inertie**.

Si l'autoporteur est abandonné en mouvement comme précédemment et si on met en mouvement la feuille d'enregistrement en la tirant brusquement, le mouvement du centre d'inertie G par rapport à la feuille, garde-t-il la même nature ?

Première loi de Newton (Principe d'inertie)

Principe d'inertie : Dans un référentiel dit galiléen, lorsqu'un solide est non soumis à des actions mécaniques (il est dit isolé) ou soumis à des actions qui se compensent (il est dit pseudo-isolé), et quel que soit le mouvement de ce solide, son centre d'inertie G peut :

- rester au repos, s'il est initialement immobile ;
- être animé d'un mouvement rectiligne uniforme, s'il est déjà en mouvement.

Ce principe ne régit que le mouvement de G .

Les expériences réalisées sur Terre montrent que le référentiel terrestre peut être assimilé, avec une bonne approximation, à un référentiel galiléen.

Le référentiel lié à la feuille en mouvement non uniforme n'est pas galiléen.

FICHE T.P

POIDS ET MASSE D'UN CORPS

Buts

Etablir une relation entre la masse et la valeur du poids d'un corps.

Déterminer la valeur de l'intensité de la pesanteur à l'endroit de l'expérience.

Matériels

Un dynamomètre droit ou à cadran (valeur maximale 5N).

Des masses marquées.

Un support.

Un corps (C) de masse inconnue.

Expérimentation

Pour différentes masses marquées, mesurer la valeur du poids à l'aide du dynamomètre.

Compléter le tableau suivant :

m (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$\|\vec{P}\|$ (N)					

Comparer les différents couples de valeurs $(m, \|\vec{P}\|)$ consignés dans le tableau puis conclure.
Tracer la courbe donnant les variations de $\|\vec{P}\|$ en fonction de m.

Déduire une relation entre $\|\vec{P}\|$ et m.

Déterminer la valeur de la constante de proportionnalité g ,appelée intensité de la pesanteur terrestre, qui lie $\|\vec{P}\|$ à m en précisant son unité.

Mesurer la valeur du poids du corps (C) à l'aide du dynamomètre, puis déduire sa masse en utilisant la courbe des variations de $\|\vec{P}\|$ en fonction de m.

Vérifier à l'aide d'une balance la valeur trouvée.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



LES FORCES MUSCULAIRES

La force exercée par un muscle qui se contracte a une intensité proportionnelle à la section du muscle; l'intensité maximale est de l'ordre de 40 N par centimètre carré de section. En s'entraînant les sportifs augmentent la taille de leurs muscles et peuvent exercer des forces plus intenses.

Des évaluations biométriques ont été effectuées sur des footballeurs et des tennismen pour identifier la co-activation des forces musculaires impliquées respectivement dans les mouvements de l'articulation du genou (football) et de l'articulation de l'épaule (tennis).

Une meilleure connaissance des effets du sport pratiqué de façon intensive pourrait agir en faveur d'une prévention musculo-tendineuse et permettrait de proposer aux sportifs des renforcements musculaires adaptés pour optimiser et préserver leur capital moteur tout au long de leur vie sportive.

La force moyenne exercée par la raquette sur la balle de tennis est de l'ordre de 1100 N (La masse de la balle est 58g et la vitesse de départ est 201,6 km.h⁻¹).



La force moyenne exercée par le club sur la balle du golf est de l'ordre de 2600 N (La masse de la balle est 47g et la vitesse de départ est 237,6 km.h⁻¹).



La force moyenne exercée par la main au cours du lancement de poids est de l'ordre de 500N (La masse du "poids" est 7,257kg et la vitesse de départ est 36 km.h⁻¹).



La force moyenne exercée par le pied d'un footballeur est de l'ordre de 1500 N (La masse du ballon est 430 g et la vitesse de départ est 93,6 km.h⁻¹).

1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «biométrie».

2/- Comment un sportif peut-il augmenter la taille de son muscle ?

3/- Représenter, à la même échelle, les forces exercées par les quatre sportifs.

L'ESSENTIEL DU COURS

- Une action mécanique est toute cause capable de produire ou de modifier le mouvement (vitesse et/ou trajectoire) d'un corps, ou de participer à la déformation d'un corps.
- Une action mécanique est caractérisée par : une intensité (appelée aussi valeur), une direction et un sens.
- On modélise une action mécanique par un vecteur force, noté \vec{F} .
- L'intensité de la force se mesure à l'aide d'un dynamomètre et s'exprime dans le système international en newton, de symbole N.
- La force d'attraction exercée par la Terre sur un corps est appelée le poids de ce corps. Elle est notée \vec{P} .
- On convient de représenter le poids d'un corps en un point particulier appelé son centre de gravité et noté G.
- Le poids d'un corps est une action dirigée vers le centre de gravité de la Terre suivant la verticale (qui est la droite joignant le centre de gravité du corps au centre de gravité de la Terre) et d'intensité proportionnelle à sa masse m ; soit : $\|\vec{P}\| = m \cdot g$; g est appelé intensité de la pesanteur.
- L'intensité de la pesanteur g varie avec le lieu ; elle diminue avec l'altitude et augmente avec la latitude.
- Le centre d'inertie G d'un corps est le point de ce corps qui a le mouvement le plus simple.
- Dans un repère galiléen le mouvement du centre d'inertie G d'un corps isolé ou pseudo-isolé est rectiligne uniforme.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>)
ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html)
et trouver les découvertes du savant Newton (1642/1727).

EXERCICE RÉSOLU

Enoncé

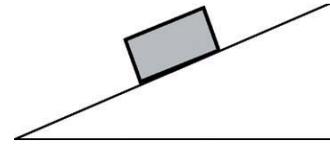
Un corps cubique, homogène, a une masse $m=5102$ g.

1/- Calculer la valeur de son poids sachant que l'intensité de la pesanteur est : $g=9,8$ N.kg⁻¹.

2/- Représenter le poids de ce corps lorsque celui-ci est placé sur un plan incliné. Echelle : 1 cm représente 20,00 N.

3/- a)- Chercher dans un dictionnaire ou dans une encyclopédie la hauteur de l'Everest (chaîne de l'Himalaya).

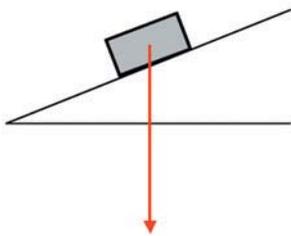
b)- Déterminer la valeur du poids du corps au sommet de l'Everest, sachant que la valeur du poids d'un corps diminue d'environ de $3/10000$ de sa valeur au sol chaque fois que le corps s'élève de 1000 m.



Solution

$$1/- \|\vec{P}\| = m \cdot g = 5,102 \times 9,8 = 50,00 \text{ N.}$$

$$2/- \|\vec{P}\| = 50,0 \text{ N est représentée par } 2,5 \text{ cm.}$$



3/- a)- La hauteur de l'Everest est : $h= 8846$ m, environ 9000m.

b)- La hauteur de l'Everest est d'environ 9000 m, donc la valeur du poids du corps diminue d'environ :

$$0,0003 \times 9 \times \|\vec{P}\| = 0,0003 \times 9 \times 50,00 = 0,13 \text{ N.}$$

la nouvelle valeur du poids du corps est alors :

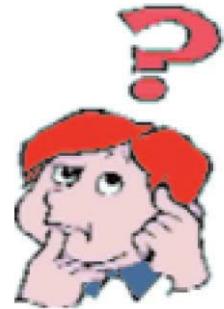
$$\|\vec{P}'\| = 50,00 - 0,13 = 49,87 \text{ N.}$$

Commentaires

La masse m doit être exprimée en kg.

Le poids du corps est porté par la verticale, orienté vers le bas et appliqué au centre de gravité G du corps.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- On appelle force toute cause capable de mettre en un objet au repos, ou de la vitesse ou la trajectoire d'un mobile ou bien de participer à la d'un corps.
- 2/- On représente la d'une force par une droite, son par une flèche et son par une longueur après le choix d'une échelle qui associe à une unité de force, une unité de longueur.
- 3/- Le est l'appareil qui sert à mesurer la valeur d'une force.

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- La valeur du poids d'un corps se mesure dans le système international en kg.
- 2/- Le poids d'un morceau de pâte à modeler dépend de la forme qu'on lui donne.
- 3/- Une force localisée est caractérisée uniquement par son point d'application.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- L'action du vent est une force (*à distance/ de contact*) (*localisée/ répartie*).
- 2/- Une pomme tombe d'un arbre sous l'action de (*son poids/sa masse*). Cette action est une action (*à distance/de contact*) exercée par (*l'arbre/la Terre*) sur la pomme.
- 3/- En deux endroits différents, deux corps qui ont le même poids (*n'ont pas/ont*) forcément la même masse.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Associer à chacune des forces ci-dessous citées, la valeur qui convient :

- force exercée par le pied d'un footballeur sur la balle ;
- force de poussée d'une fusée au moment du départ ;
- force exercée par la Terre sur une pomme.

- (a) 10^7 N
- (b) 10^3 N
- (c) 2 N .

2-

Pour soulever un couffin, la main d'une personne exerce une force de valeur 100 N.

1/- Donner les caractéristiques de la force exercée par la main sur le couffin.

2/- Schématiser le couffin et modéliser cette force.

3-

Recopier puis compléter le tableau suivant en cochant la case qui convient :

	L'action exercée par			
	un câble sur un lustre	une table sur un livre	la Terre Sur la lune	un aimant sur un clou
De contact ou à distance				
Localisée ou répartie				

Utiliser ses acquis pour une synthèse

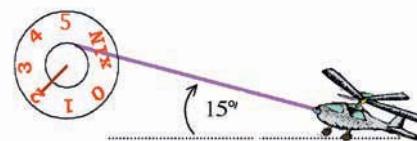
1-

On considère l'action mécanique exercée par le fil sur l'avion jouet.

1/- Dire s'il s'agit d'une force à distance ou de contact, localisée ou répartie.

2/- Donner les caractéristiques de cette force.

3/- Représenter cette force. Echelle: 2 cm ----> 1 N.



2-

Une boule de pétanque (A) tombe sur le sable, elle roule en laissant des traces et heurte une autre boule (B) immobile. Après le choc la boule (B) se déplace et la boule (A) change de direction, puis les deux boules s'arrêtent.

Recopier et compléter le tableau suivant :

Action mécanique	Action de la boule (A) sur le sable	Action de la boule (A) sur la boule (B)	Action de la boule (B) sur la boule (A)	Action du sable sur les boules après le choc
Effet produit par l'action				

3-

Deux corps C_1 et C_2 , de poids 97,8 N chacun lorsqu'ils sont situés l'un au pôle sud, l'autre à l'équateur, comme l'indique la figure ci-contre:

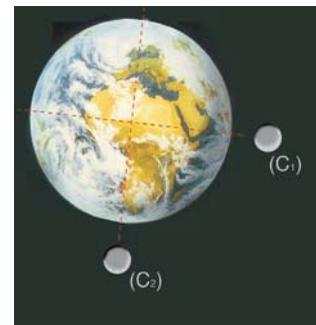
1/- Représenter, sur un schéma, leurs poids \vec{P} et \vec{P}' .

Echelle : 1 cm représente 48,9N.

2/- Déterminer la valeur de la masse m_1 de C_1 sachant que la valeur de la pesanteur à l'équateur est $9,78 \text{ N.kg}^{-1}$.

3/- a)- Déterminer la valeur de la pesanteur terrestre au pôle sud si, en ce lieu, la valeur du poids de C_1 est 98,3 N.

b)- En déduire la masse de C_2 .



SAVOIR PLUS



L'APESANTEUR

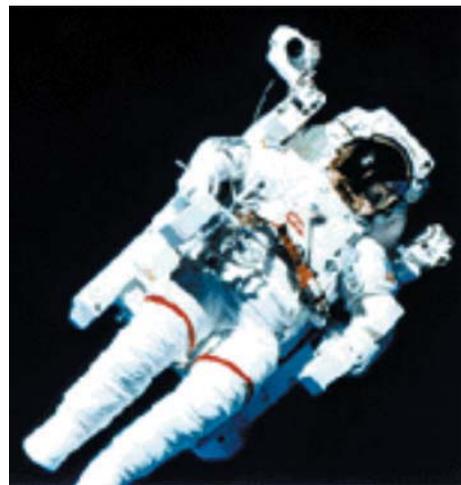
L'apesanteur (ou l'impesanteur) est la disparition apparente des effets de la pesanteur terrestre, notamment à l'intérieur d'un engin spatial.

Lorsque les spationautes s'agrippent aux parois des véhicules spatiaux et qu'ils se tirent vers l'avant ou se repoussent vers l'arrière, ils se sentent immobiles et ont l'impression que c'est le véhicule spatial qui se déplace. Ils perçoivent difficilement les mouvements, car leur organisme n'a plus la gravité comme référence.

Les séjours prolongés dans l'espace perturbent la physiologie humaine. En effet, en l'absence de gravité, les otolithes ne perçoivent plus les inclinaisons de la tête. Les membres étant dépourvus de poids, les muscles n'ont plus à se contracter pour maintenir le corps et le mettre en mouvement. Les récepteurs du toucher et de la pression des pieds et des chevilles n'indiquent plus l'orientation vers le bas. Ces changements provoquent des illusions d'orientation visuelle et des sensations d'auto-inversion. Les voyageurs cosmonautes, de retour de l'espace, n'arrivent pas à se tenir debout et manquent d'effort pour assurer les activités les plus élémentaires.



Des cosmonautes en apesanteur à l'intérieur de l'ancienne station orbitale Mir (satellisée en 1986 et détruite le 23 mars 2001).



LA MECANIQUE

FORCES ET EQUILIBRE

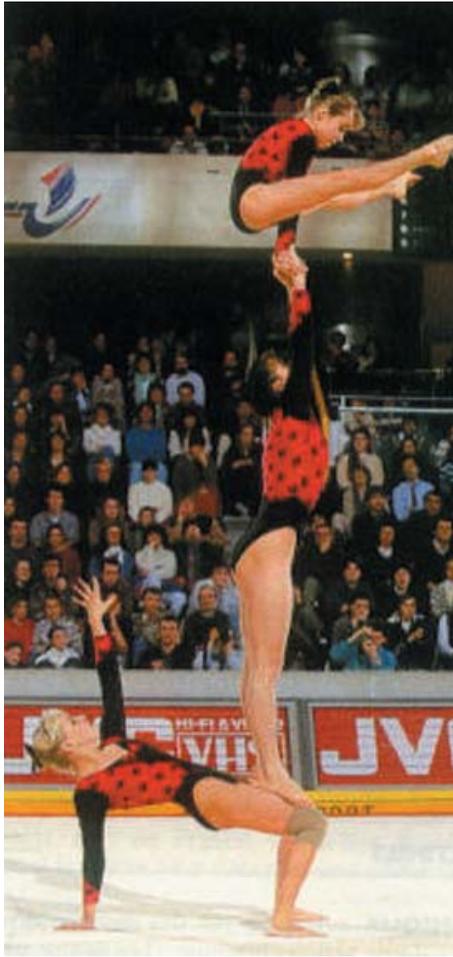
Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Equilibre d'un solide soumis à l'action de deux forces
- **Activités(II)** : Equilibre d'un corps suspendu à un fil
- **Activités(III)** : Equilibre d'un corps posé sur un plan
- **Activités(IV)** : Loi de Hooke
- **Activités(V)** : Principe d'interaction
- **Activités(VI)** : Transmission d'une force par un fil et par un ressort

Pré-requis

- Vecteurs opposés
- Somme de vecteurs opposés
- Corps au repos et corps en mouvement
- Modélisation d'une action mécanique par une force

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Quelles sont les actions mécaniques qui agissent sur l'ensemble des acrobates ?

2/- Quelle condition doivent remplir ces actions pour que ces acrobates restent en équilibre ?

3/- Si une quatrième acrobate vient rejoindre le groupe, l'action de la piste reste-t-elle inchangée ?

1/- Quelle(s) condition(s) doivent vérifier l'action du crochet auquel est suspendu le lustre et l'action de la Terre sur le lustre pour que ce dernier reste en équilibre ?

2/- Qu'appelle-t-on la tension de rupture d'un fil ou d'une chaîne de suspension d'un fardeau ?



— ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



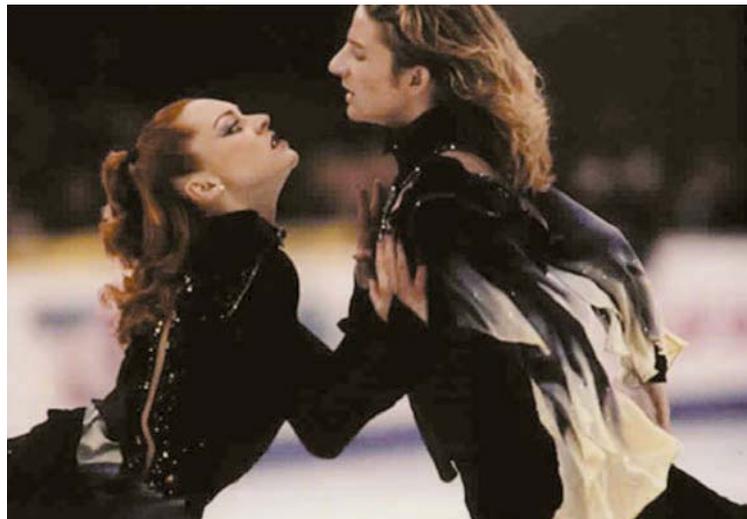
1/- Le ressort est un corps déformable. Sa déformation est-elle élastique ou inélastique ?

2/- Y a-t-il une limite à l'élasticité d'un ressort ?

3/- Y a-t-il une relation entre la déformation du ressort de suspension d'une voiture et l'action mécanique exercée par le châssis, le moteur et l'équipement de la voiture ?

1/- Si l'un des patineurs pousse l'autre, ce dernier agit-il sur son partenaire ?

2/- Le principe d'interaction reste-t-il valable lorsque les deux patineurs sont en mouvement ?



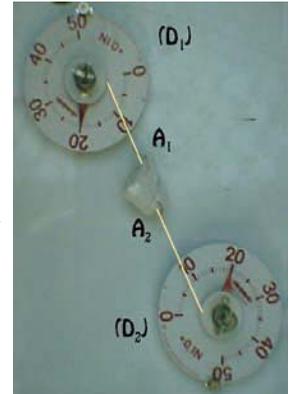
ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Quelle(s) condition(s) doivent remplir deux forces agissant sur un solide en équilibre ?



• A l'aide de deux fils attachés à deux dynamomètres à cadran (D_1) et (D_2), appliquons en deux points A_1 et A_2 d'un morceau de polystyrène (S) deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , d'intensités nettement supérieures à l'intensité du poids de (S), permettant d'obtenir son équilibre.

- Lisons les intensités de \vec{F}_1 et \vec{F}_2 , données respectivement par (D_1) et (D_2).



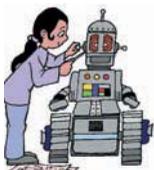
- Les deux fils attachés en A_1 et A_2 sont **tendus** et sont dans le prolongement l'un de l'autre.
- Les deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 ont des **sens contraires**.
- Les deux dynamomètres (D_1) et (D_2) indiquent des **intensités égales**.



- Lorsqu'un solide soumis à deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est **en équilibre**, alors ces deux forces:
 - ont la même droite d'action ;
 - sont de sens contraires ;
 - sont de même intensité.

- \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont dites deux forces **directement opposées**.

Tout en restant soumis à deux forces qui se compensent (deux forces directement opposées), quel état dynamique prend (S) si sa vitesse est non nulle ?

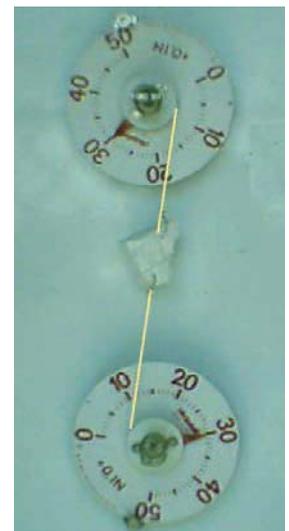


- Déplaçons le dynamomètre (D_1) dans une autre direction de telle sorte qu'il indique une intensité de 3 N.

- (S) prend une nouvelle position d'équilibre.
- Les forces exercées \vec{F}'_1 et \vec{F}'_2 sur (S), sont directement opposées.



- Si un nouvel état d'équilibre est réalisé, les deux forces exercées sur (S) sont directement opposées.

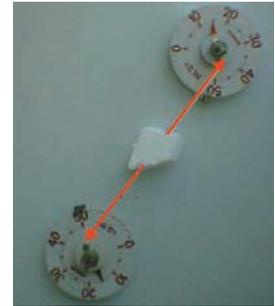


— ACTIVITES EXPERIMENTALES

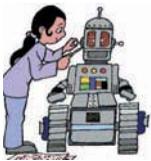
Condition d'équilibre

Dans un repère donné, un solide sur lequel s'exercent deux forces est en équilibre si ces deux forces sont directement opposées.

Ceci se traduit par : $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ ou $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$
 et \vec{F}_1 et \vec{F}_2 ont la même droite d'action.



ACTIVITES (II) : Comment expliquer l'équilibre d'un corps suspendu à un fil?



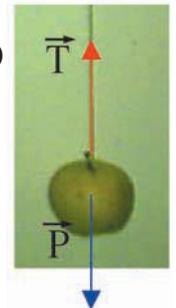
- Suspendons un corps (C) à un fil par son extrémité A. Son autre extrémité B est attachée à un support fixe.



- Le fil tendu ne laisse pas tomber le corps (C) sous l'action de son poids.
- Le corps (C) reste en équilibre.



- Le fil exerce sur (C) une force de contact **localisée** en A dirigée vers le haut suivant la verticale. Cette force est appelée **tension du fil**. Elle est notée \vec{T} .



- Le poids \vec{P} est directement opposée à la tension \vec{T} du fil, puisque (C) libre : $\vec{T} = -\vec{P}$.

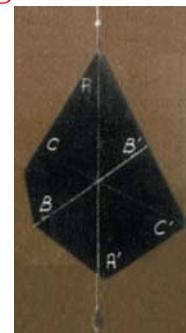
- Le fil tendu **matérialise** la droite d'action du poids \vec{P} .

Application : Détermination expérimentale du centre de gravité



- Prenons une plaque de carton percée de trois trous : A, B et C.
- Suspendons-la à un support à l'aide d'un fil fixé en A. Sur la droite d'action du poids, matérialisé par le fil tendu passant par A, marquons sur la plaque un second point A'.

- Suspendons la plaque par le point B, puis par le point C et marquons les points correspondants B' et C'.



ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Les droites (AA'), (BB') et (CC') se coupent en un même point.



- La droite d'action du poids de (S) passe toujours par un point particulier quelque soit l'orientation de (S) dans l'espace. Ce point, noté G, est appelé le centre de gravité du solide (S).

ACTIVITES (III): Comment expliquer l'équilibre d'un corps posé sur une table?



- Posons des corps (un livre, un stylo, un verre...) sur une table horizontale.

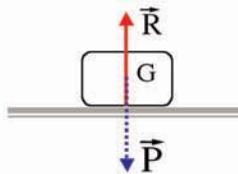


- Les corps posés sur la table restent en équilibre.

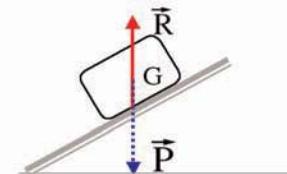


- Chacun des corps est soumis à une **force à distance** : c'est son poids \vec{P} .
- Pour expliquer l'état d'équilibre d'un corps, il faut admettre que le plan (la table) exerce sur ce corps une force de contact directement opposée à son \vec{P} . Cette force est appelée **réaction du plan** et notée \vec{R} .
- La réaction du plan est la force équivalente à toutes les actions mécaniques exercées par le plan sur le corps agissant. Ces actions sont **réparties** sur toute la **surface de contact**, appelée **base d'appui**, entre ce plan et ce corps.

- Lorsque l'intensité de l'action augmente, celle de la réaction augmente aussi.



Cas d'un solide en équilibre sur un plan horizontal



Cas d'un solide en équilibre sur un plan incliné rugueux.

Remarque

La réaction d'un **plan parfaitement lisse** est **normale** (perpendiculaire) à la surface de contact entre le plan et le corps agissant.

Un corps est abandonné sans vitesse initiale sur un plan parfaitement lisse.

Quelle est la disposition du plan qui permet d'obtenir l'équilibre ?

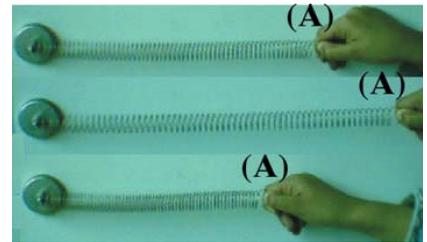
Que se passerait-il au corps s'il est abandonné sur ce plan avec une vitesse initiale ?

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV): Y a-t-il une relation entre la déformation d'un ressort et la cause de cette déformation ?



- Tirons sur l'extrémité A d'un ressort dont la deuxième extrémité B est fixée à un crochet fixe.
- Comprimons le ressort en poussant son extrémité A.



- Le manipulateur sent que le ressort tire sur sa main lorsqu'il est allongé, et que le ressort pousse sa main lorsqu'il est comprimé.
- Lorsqu'on immobilise la main, l'extrémité A du ressort prend un état d'équilibre.



- Lorsque le ressort est **déformé** (allongé ou comprimé) il exerce une force sur le corps agissant. Cette force est appelée **tension du ressort** et notée \vec{T} .
- En A agissent deux forces de contact :
 - la force musculaire \vec{F} exercée par l'expérimentateur ;
 - la tension \vec{T} du ressort.
- Puisque l'extrémité A du ressort est en équilibre, alors les deux forces \vec{F} et \vec{T} sont directement opposées : $\vec{T} = -\vec{F}$.

Remarque

A partir d'une certaine valeur X_m de l'allongement X , le ressort ne retrouve plus sa longueur initiale. Les déformations du ressort ne sont plus élastiques : la valeur X_m est la limite du domaine d'élasticité du ressort.

Application de la déformation d'un ressort

La construction d'un dynamomètre droit est basée sur la **loi de Hooke**.

D'après la loi de Hooke (voir fiche de T.P), la valeur $\|\vec{T}\|$ de la tension d'un ressort est une fonction linéaire de sa déformation Δl : $\|\vec{T}\| = k \cdot \Delta l$, où k est une grandeur scalaire positive caractéristique du ressort, appelée constante de raideur du ressort. Elle s'exprime dans le système international en **newton par mètre**, de symbole **N.m⁻¹**.

Un ressort qui obéit à la loi de Hooke est dit **ressort linéaire**.

Pour mesurer la valeur d'une force, on l'applique à un dynamomètre. Sa valeur, lorsque l'extrémité du dynamomètre est en équilibre, est égale à la valeur de la tension du ressort.

Le fonctionnement du dynamomètre droit repose sur la loi de Hooke. Pour le construire, on utilise un ressort et une force de valeur connue. Si une force de valeur 0,2N (par exemple) allonge le ressort de 2cm, on trace un trait à 2cm de la position de l'index au repos et on portera l'indication 0,2N, puis chaque 2cm on ajoute 0,2N.

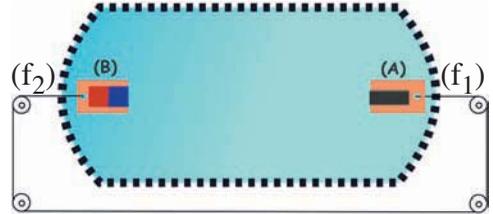


ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V) : S'il y a une action, y a-t-il toujours une réaction ?



- (A) et (B) sont respectivement un morceau de fer et un aimant, de masses voisines. Ils sont placés chacun sur un morceau de liège flottant à la surface d'un liquide, au repos, contenu dans une bassine.
- Retenons (A) et (B) par un fil comme l'indique la figure ci-contre (vue de dessus).
- Brûlons le fil à l'aide d'une bûchette allumée.



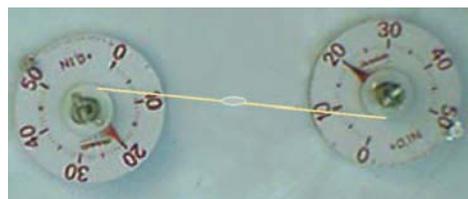
- Avant de brûler le fil, les brins de fil (f_1) et (f_2) retenant respectivement (A) et (B) sont tendus et sont dans le prolongement l'un de l'autre.
- Dès que (A) et (B) sont libérés (en brûlant le fil), ils se mettent simultanément en mouvement en allant l'un vers l'autre.



- Le brin de fil (f_1) attaché à (A) est tendu. (A) est en équilibre, donc (B) agit sur (A) avec une force notée $\vec{F}_{B/A}$.
- Le brin de fil (f_2) attaché à (B) est tendu. (B) est en équilibre, donc (A) agit sur (B) avec une force notée $\vec{F}_{A/B}$.
- La mise en mouvement **simultanée** de (A) et de (B), une fois libérés, montre que lorsque (A) agit sur (B) simultanément (B) agit sur (A). On dit qu'entre (A) et (B) se manifeste une **interaction à distance** et que $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ constituent les éléments de cette interaction.
- (f_1) et (f_2) sont dans le prolongement l'un de l'autre, donc les deux actions $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont la même droite d'action.
- $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont de sens contraires.
- (f_1) et (f_2) agissent respectivement sur (A) et (B) avec des forces de même valeur.
- Les deux éléments de l'interaction $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont directement opposés. Cela se traduit par l'écriture : $\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$.



- Faisons agir un dynamomètre (D_1) sur un dynamomètre (D_2).



- Les indications de deux dynamomètres sont égales.
- Les deux fils tendus des deux dynamomètres sont dans le prolongement l'un de l'autre.



- Entre (D_1) et (D_2) il y a une **interaction de contact**.
- Les éléments de cette interaction \vec{F}_{D_1/D_2} et \vec{F}_{D_2/D_1} sont directement opposés ; soit : $\vec{F}_{D_1/D_2} = - \vec{F}_{D_2/D_1}$.

Remarque

Pour les interactions de contact localisées, les points d'application des éléments d'une interaction sont confondus.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

Troisième loi de Newton (Principe d'interaction)

Lorsque deux corps (A) et (B) interagissent, (A) exerce sur (B) une force notée $\vec{F}_{A/B}$ et en même temps (B) exerce sur (A) une force notée $\vec{F}_{B/A}$ directement opposée à $\vec{F}_{A/B}$.

Remarque

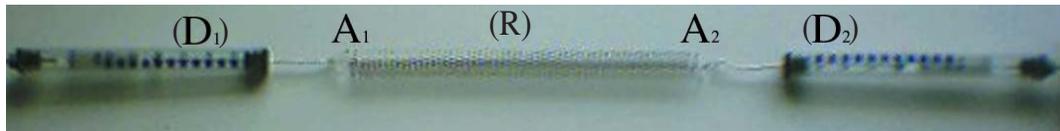
Le principe d'interaction s'applique aussi bien aux corps au repos et aux corps en mouvement.

Tous les objets matériels qui sont à la surface de la Terre exercent-ils une force sur la Terre ? Si oui, comparer sa valeur à celle exercée par la Terre sur eux.

ACTIVITES (VI) : Un fil et un ressort tendus peuvent-ils transmettre les forces?



- Relions les deux extrémités A_1 et A_2 d'un ressort (R), supposé de masse négligeable, à deux dynamomètres droits (D_1) et (D_2) de telle sorte que le ressort soit tendu.



- Le ressort reste en équilibre.
- L'axe du ressort est dans le prolongement des axes des deux dynamomètres.
- Les indications des deux dynamomètres sont égales.



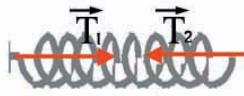
- Les forces \vec{F}_{D_1/A_1} et \vec{F}_{D_2/A_2} exercées respectivement par (D_1) et (D_2) sur le ressort sont directement opposées.
- D'après le principe d'interaction, le ressort exerce en A_1 sur (D_1) une force \vec{F}_{R/D_1} (ou une tension \vec{T}_1) directement opposée à \vec{F}_{D_1/A_1} , et il exerce en A_2 sur (D_2) une force \vec{F}_{R/D_2} (ou une tension \vec{T}_2) directement opposée à \vec{F}_{D_2/A_2} . Donc, \vec{T}_1 et \vec{T}_2

sont directement opposées.

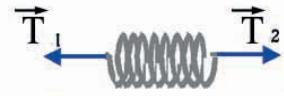
- Le ressort allongé (ou comprimé) exerce sur ses extrémités deux tensions directement opposées.
- Un ressort tendu permet de **transmettre** à une extrémité, la force subie à l'autre extrémité.



Ressort détendu



Ressort allongé



Ressort comprimé

Remarque

On peut vérifier aussi qu'un fil tendu permet de transmettre à une extrémité, la force subie à l'autre extrémité.



FICHE T.P

LOI DE HOOKE

Buts

Appliquer la condition d'équilibre à un solide soumis à l'action de deux forces dont l'une est la tension d'un ressort.

Etablir l'expression traduisant la loi de Hooke.

Appliquer la loi de Hooke pour réaliser un dynamomètre.

Matériels

Support pour suspendre verticalement un ressort.

Ressort à spires non jointives.

Masses marquées.

Papier millimétré.

Miroir plan.

Expérimentation

Suspendre le ressort au support fixe et repérer son extrémité inférieure A par un trait noté G_0 sur le papier millimétré.

Attacher à l'extrémité inférieure A du ressort un solide de masse m_1 et repérer la nouvelle position de A par un trait noté G_1 lorsque le solide est en équilibre.

Reprendre l'opération précédente en remplaçant m_1 par m_2 , puis par m_3 ...

Etablir une relation entre la valeur de la tension \vec{T} du ressort et celle du poids \vec{P} du solide.

A l'aide des allongements $\Delta l = G_i - G_0$ relevés sur le papier millimétré, compléter le tableau suivant:

m (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Δl (m)					
$\|\vec{T}\|$ (N)					

Représenter les variations de $\|\vec{T}\|$ en fonction de Δl .

Tirer le résultat fourni par le graphe obtenu et conclure.

Sachant que la tension du ressort est une force de rappel (elle agit en tendant à ramener l'extrémité du ressort vers sa position d'équilibre à vide), proposer une écriture vectorielle entre \vec{T} , Δl et un vecteur unitaire \vec{i} à définir.

Utiliser la loi trouvée (dite loi de Hooke) pour construire un dynamomètre droit à l'aide du ressort utilisé.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



PROPULSION D'UN COUREUR

Le starting-block est un cale-pied facilitant le départ des coureurs.

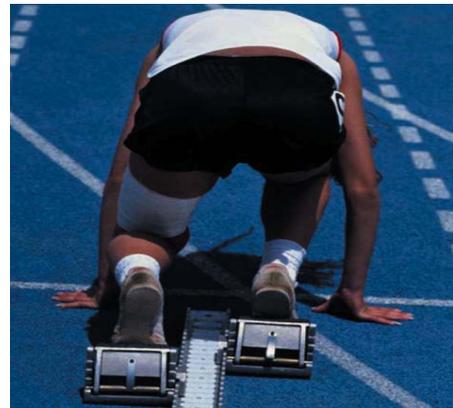
Lors du départ, un coureur s'élance vers l'avant; il est donc soumis à une force orientée vers l'avant.

Pour démarrer, le coureur pousse sur le starting-block en exerçant une force orientée vers l'arrière. Le starting-block exerce alors une force opposée sur le coureur. Cette force est donc bien orientée vers l'avant: on l'appelle force de propulsion.

L'action d'une piste rugueuse sur un coureur en mouvement peut être représentée par:

- une force de propulsion, horizontale, dirigée vers l'avant;
- une force verticale, opposée au poids, empêchant le coureur de s'enfoncer dans le sol.

Sur des surfaces lisses, les frottements sont très faibles. Donc, le sol ne peut pas exercer des forces de propulsion.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «rugueux» et «propulsion».

2/- Pourquoi, au démarrage, le coureur doit-il appuyer fortement sur le starting-block ?

3/- Le sol rugueux exerce-t-il uniquement une force de propulsion ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Lorsqu'un solide soumis à deux forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 est en équilibre, alors ces deux forces :
 - ont la même droite d'action D;
 - sont de sens contraires ;
 - ont la même intensité.
- \vec{F}_1 et \vec{F}_2 sont dites deux forces directement opposées. Elles vérifient la relation : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$.
- La droite d'action du poids d'un corps (C) passe toujours par un point particulier quelle que soit l'orientation de (C) dans l'espace. Ce point, noté G, est appelé le centre de gravité du corps (C).
- Lorsque un ressort est déformé (allongé ou comprimé) il exerce une force sur le corps agissant. Cette force est appelée tension du ressort. Elle est notée \vec{T} .
- La valeur $\|\vec{T}\|$ de la tension d'un ressort est une fonction linéaire de sa déformation Δl : $\|\vec{T}\| = k \cdot \Delta l$, où k est une constante positive appelée constante de raideur du ressort. Puisque \vec{T} est de sens opposé à celui de la déformation du ressort, elle s'écrit : $\vec{T} = -k \cdot \Delta l \cdot \vec{i}$. Cette relation traduit la loi de Hooke.
- Le principe de l'interaction stipule que lorsque deux corps (A) et (B) interagissent, (A) exerce sur (B) une force notée $\vec{F}_{A/B}$ et en même temps (B) exerce sur (A) une force notée $\vec{F}_{B/A}$ directement opposée à $\vec{F}_{A/B}$.
- $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ constituent les deux éléments de cette interaction. Un ressort ou un fil tendu permet de **transmettre** à une extrémité, la force subie par l'autre extrémité.

APERÇU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Hooke (1635/1703).

EXERCICE RÉSOLU

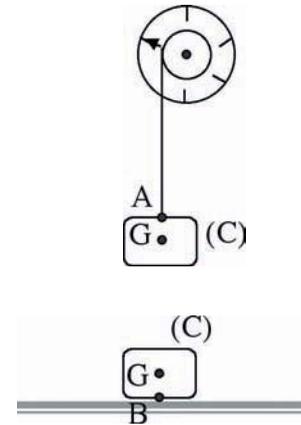
Enoncé

1/- En un lieu où g vaut $9,8 \text{ N.kg}^{-1}$, on suspend un corps (C) à un dynamomètre à cadran. Lorsque (C) est en équilibre, le dynamomètre affiche 10N .

- Représenter les forces appliquées à (C).
- Déterminer, en gramme, la valeur de la masse m de (C).

2/- Le corps (C) est posé sur un sol horizontal.

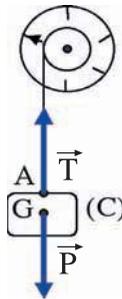
- Représenter les forces appliquées à (C).
- Déduire la valeur de l'action exercée par le sol sur (C).



Solution

1/- a)- (C) est en équilibre sous l'effet de deux actions :

- action de la Terre : \vec{P} ;
- action du fil : \vec{T} .



b)- A l'équilibre on a : $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$;
ou bien : $\vec{P} = -\vec{T}$.

Soit : $\|\vec{T}\| = \|\vec{P}\| = m.g$; d'où : $m = \frac{\|\vec{T}\|}{g}$.

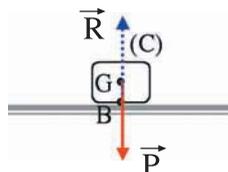
A.N : $m = \frac{10}{9,8} = 1,02 \text{ kg} = 1020 \text{ g}$.

1/- a)- (C) est en équilibre sous l'effet de deux actions :

- action de la Terre: \vec{P} ;
- action du sol: \vec{R} .

b)- A l'équilibre on a :
 $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$;
ou bien : $\vec{P} = -\vec{R}$.

Soit : $\|\vec{R}\| = \|\vec{P}\| = m.g = 10 \text{ N}$.



Commentaires

La tension du fil est appliquée au point de contact A entre le fil et le corps (C) alors que le poids du corps est appliqué au centre de gravité du corps.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Lorsque deux corps (A) et (B) interagissent, (A) exerce sur (B) une force notée $\vec{F}_{A/B}$, et (B) exerce sur (A) une force notée
- 2/- Les forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ constituent Chacune de ces deux forces est de l'interaction.
- 3/- La valeur de la tension d'un ressort linéaire est à sa déformation (allongement ou

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Un système soumis à deux forces directement opposées est obligatoirement immobile.
- 2/- Le poids d'un corps est l'un des éléments d'une interaction.
- 3/- La loi de Hooke ne s'applique que dans le domaine d'élasticité d'un ressort linéaire.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Lorsqu'on appuie avec un doigt sur la pointe d'un clou, la valeur de la force exercée par la pointe du clou sur le doigt est (*plus grande que /égale à /plus petite que*) celle exercée par le doigt sur la pointe du clou.
- 2/- Lorsqu'un objet soumis à deux forces est en équilibre, ces deux forces sont de (*sens contraires /même sens*), (*n'ont pas la même valeur /ont la même valeur*) et leurs droites d'action sont (*confondues/concourantes*).
- 3/- La Terre exerce une force sur la Lune (*plus intense que /moins intense que /d'intensité égale à*) celle exercée par la Lune sur la Terre.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Soit (R) un ressort linéaire à spires non jointives fixé par l'une des extrémités. Pour le comprimer de 5 cm, il faut pousser son extrémité libre par une force de valeur 2 N. La valeur de la constante de raideur de (R) est:

- (a) 40 N.m⁻¹ ;
- (b) 10 N.m⁻¹ ;
- (c) 40 m.N⁻¹.



2-

La tour de Pise est un clocher cylindrique qui pèse 14 500 tonnes.

La verticale (Δ) passant par le centre de sa base d'appui a 4 mètres de décalage par rapport au centre de sa partie supérieure.

- Calculer la valeur du poids \vec{P} de la tour. Prendre : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.
- Déduire la valeur de la réaction \vec{R} exercée par le sol sur la tour.
- Représenter \vec{R} après avoir précisé la position de sa droite d'action par rapport à (Δ).
En suppose que le centre de gravité G de la tour est à égale distance de ses deux bases.

3-

A l'aide d'un ressort linéaire de constante de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$, on veut réaliser un dynamomètre gradué en newton, pour mesurer des forces de valeurs inférieures à 10 N.

- Comment peut-on procéder pour construire la graduation si l'on ne dispose que d'une seule force connue de valeur 3 N ?
- Quelle est la distance entre deux divisions consécutives du dynamomètre ?

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Le dispositif ci-contre est formé par un solide, de masse m , accroché à un ressort linéaire à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur $k=20 \text{ N.m}^{-1}$.

- Représenter les éléments de l'interaction (Ressort/solide) et de l'interaction (Ressort/crochet).
 - Préciser les forces exercées sur le solide.
- Déterminer la valeur de la tension du ressort appliquée sur le solide et celle appliquée sur le crochet, sachant qu'à l'équilibre le ressort s'est allongé de $a=5 \text{ cm}$.
 - Déduire la valeur de la masse m du solide. Prendre : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

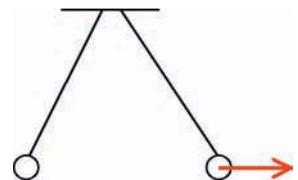


2-

On approche deux pendules électrostatiques P_1 et P_2 de charges électriques respectives Q_1 et Q_2 . On constate qu'il y a répulsion entre les deux pendules.

On a représenté ci-contre, la force $\vec{F}_{1/2}$ exercée par Q_1 sur Q_2 .

- Recopier le schéma et préciser Q_1 et Q_2 .
- S'agit-il d'une interaction à distance ou de contact ?
- Représenter la force $\vec{F}_{2/1}$ exercée par Q_2 sur Q_1 .
- La charge Q_1 étant positive, donner le signe de la charge Q_2 .



3-

1/-On suspend un corps (A) à un dynamomètre à cadran (D). Lorsque (A) est en équilibre, le dynamomètre affiche 10N.

- Représenter les éléments $\vec{F}_{D/A}$ et $\vec{F}_{A/D}$ de l'interaction entre (D) et (A).
 - L'interaction entre (D) et (A) est-elle une interaction de contact ou à distance ?
- 2/-Le poids du corps (A) est un élément de l'interaction entre (A) et un autre corps (B).
- De quel corps (B) s'agit-il ?
 - S'agit-il d'une interaction de contact ou à distance ?
- 3/-a)- Donner la relation qui lie les éléments de l'interaction entre (D) et (A) et le poids du corps (A).
b)- Déterminer la valeur de la masse m de (A). Prendre : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

SAVOIR PLUS



L'INTERACTION GRAVITATIONNELLE

La grande diversité des forces rencontrées dans la nature recouvre un nombre étonnamment réduit d'interactions fondamentales. En fait, à une échelle supérieure à celle du noyau atomique, on n'en connaît que deux : l'interaction électromagnétique (attraction ou répulsion électrique ou magnétique) et l'interaction gravitationnelle. Et, si la première a été constatée dès le VI^e siècle avant J.-C. par Thalès, il a fallu attendre Newton et la fin du XVII^e siècle pour que la seconde soit clairement mise en évidence.

Le savant anglais Isaac Newton cherchant à interpréter le mouvement de la Lune autour de la Terre fut amené à penser que la Terre devait exercer sur la Lune une force d'attraction à distance. La légende raconte que cette pensée lui vint en voyant tomber une pomme.

Afin d'interpréter les lois des mouvements des planètes découvertes par Kepler, Newton publia en 1687 sa théorie de l'attraction universelle : " Deux corps de masse m_1 et m_2 **s'attirent** ; l'intensité des forces d'interaction augmente avec les masses m_1 et m_2 et diminue lorsque la distance qui sépare les deux objets augmente. Ces forces gravitationnelles obéissent au principe d'interaction".



Grâce à des appareils très sensibles, les phénomènes d'attraction universelle ont pu être observés et mesurés au laboratoire entre des corps de masses voisines (quelques kilogrammes). Les premières expériences de cette nature ont été réalisées par Cavendish (1731-1810).

LA MECANIQUE

FORCES ET PRESSION

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Transmission des forces par les solides
- **Activités(II)** : Force pressante
- **Activités(III)** : Notion de pression
- **Activités(IV)** : Applications

Pré-requis

- Actions mécaniques
- Equilibre d'un corps soumis à l'action de deux forces
- Principe d'interaction

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

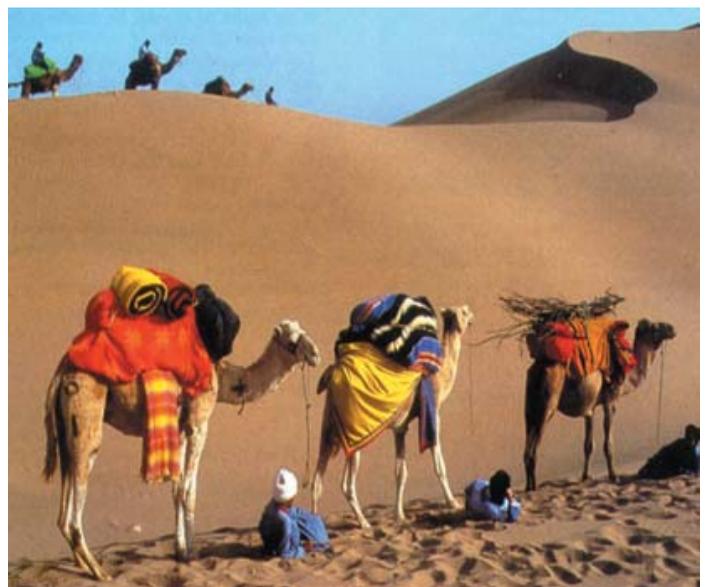


1/- La chaise transmet-elle au sol les actions de la Terre sur la personne assise ?

2/- Si le sol est sablonneux qu'observe-t-on ?

1/- Pourquoi la surface du sable sur laquelle sont passés les dromadaires a subi un enfoncement ?

2/- Quels sont les facteurs dont dépend la pression subie par le sol ?





—ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

Avec la même force musculaire exercée, pourquoi vaut-il mieux utiliser le côté aiguisé d'un couteau plutôt que le dos de sa lame pour couper du pain ?



1/- Pourquoi la punaise comporte-t-elle une extrémité pointue et une extrémité large ?

2/- La force musculaire exercée par le doigt est-elle égale à la force subie par la planche ?

3/- la pression subie par la punaise est-elle égale à la pression transmise à la planche ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Les solides transmettent-ils les forces ?



- Suspendons un solide (S) à un dynamomètre à cadran.

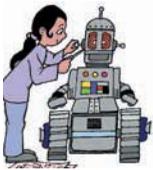


- Le dynamomètre étant sensible à la tension du fil ; il indique alors la valeur de cette tension.

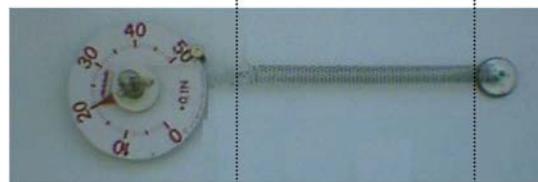


- (S) est en équilibre, le poids \vec{P} de (S) est directement opposée à l'action localisée \vec{T} du fil sur (S) : $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$.
- Le point d'attache (A) du fil au solide (S) est en équilibre tout en étant soumis à \vec{T} . Donc, en (A) agit une force \vec{F} directement opposée à \vec{T} : $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$.
D'où : $\vec{F} = \vec{P}$.
- Le solide (S) transmet, au fil du dynamomètre, l'action \vec{P} de la terre qu'il subit.

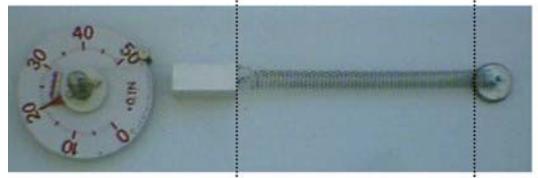
Montrer que, si le fil à une masse négligeable devant celle du solide (S), le dynamomètre indique la valeur de \vec{P} .



- Exerçons sur le ressort une force de valeur 2 N et repérons son extrémité libre.
- Attachons à l'extrémité libre du ressort un solide qui peut se déplacer sans frottement sur un plan horizontale. Tirons (S) jusqu'à amener la position libre du ressort à la position repérée dans l'opération précédente.



- Le dynamomètre indique 2 N.



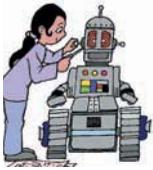
- Le fait que dans la deuxième opération, le ressort a repris la longueur qu'il avait dans la première opération, cela signifie que la force qu'il subit de la part de (S) a pour valeur 2 N.
- La force exercée par le dynamomètre sur (S) vaut 2 N. Donc, le solide (S) a transmis la force localisée que le dynamomètre a exercé sur lui au ressort avec lequel il est en contact.

Les expériences réalisées mettent en évidence le fait qu'un solide transmet toute action localisée ou répartie qu'il subit à tout corps en contact avec lui.

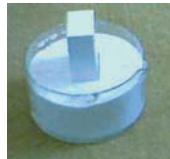


— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Qu'appelle-t-on force pressante ?



- Posons, sans appuyer, un corps (C) de forme parallélépipédique, par sa petite surface s , sur la surface plane et horizontale d'un solide (S) formé de petits grains de plâtre en poudre (ou du sable ou de la farine).



- Le corps laisse une trace (une empreinte) ayant la forme de la face mise en contact avec le plâtre.
- La profondeur de l'empreinte est partout la même.



- Le corps (C) transmet les actions à distance exercées par la Terre sur les particules qui le constituent au solide (S). Les actions transmises sont réparties sur toute la surface de contact s de (C) avec (S).

- Les actions exercées sur la surface de contact s sont équivalentes à une force \vec{F} , appelée **force pressante**, égale dans le cas de cette expérience, au poids \vec{P} du corps (C).

- La surface de contact s est appelée la **surface pressée**.

- La force pressante est **normale** (perpendiculaire) à la surface pressée et agit **uniformément** sur cette surface.

ACTIVITES (III) : Qu'appelle-t-on pression ?



- Reprenons l'expérience précédente et posons sur (C) un solide (C') de poids \vec{P}' ou exerçons tout simplement sur (C) une force musculaire \vec{F} dirigée vers le bas.



- La surface pressée est la même.
- L'empreinte est plus profonde que celle observée dans l'expérience précédente.



- (C) transmet des actions équivalentes au poids de l'ensemble formé par (C) et (C') et réparties sur la surface pressée s de (S)

- Pour une même surface pressée, l'empreinte est d'autant plus profonde que la force pressante est plus intense.

- La profondeur de l'empreinte croît avec l'intensité de la force pressante (force qui agit normalement sur la surface pressée).

ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Posons, sans appuyer, le corps (C), par sa grande surface S, sur la surface plane et horizontale du plâtre en poudre.



- La surface pressée S est plus importante que s.
- La profondeur de l'emprunte est moins importante que celle de l'emprunte observée au cours des activités (II).



- Pour une même force pressante, l'emprunte est d'autant moins profonde que la surface pressée est plus grande.
- La profondeur de l'emprunte décroît avec la surface pressée.
- L'effet statique d'une force pressante sur un corps dépend de l'intensité de la force et de la surface sur laquelle elle agit. Pour caractériser cet effet, on définit une nouvelle grandeur physique liée à la force pressante et à la surface pressée appelée **pression** et notée **p**.

La pression exercée par des actions réparties uniformément sur une surface s d'un corps pressé et agissant normalement à cette surface est égale au quotient de l'intensité de la force pressante \vec{F} , équivalente à ces actions, à la surface pressée s.

$$\text{Soit : } p = \frac{\|\vec{F}\|}{s}.$$

- La pression est une grandeur mesurable. Elle s'exprime dans le système international en **pascal**, de symbole (**Pa**).
- Si $\|\vec{F}\|$ est en newton (N) et s est en mètre carré (m^2), p est alors en pascal (**Pa**).

Remarque

Le pascal est une unité très petite. Pour cette raison, on utilise des multiples du pascal :

- le **bar** : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$;
- le **millibar** : $1 \text{ mbar} = 10^2 \text{ Pa}$.

Deux forces d'intensités différentes peuvent-elles engendrer des pressions égales ?

Dans la vie courante, les grandes pressions sont désirées pour certains besoins et sont à éviter dans d'autres cas. Que faire, pour augmenter ou réduire des pressions selon les besoins ?

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV) : Que faire pour réaliser de fortes ou de faibles pressions ?

Fortes pressions

Pour réaliser de fortes pressions et obtenir des déformations importantes, on peut :

- soit réduire la surface pressée. C'est ce qui est réalisé dans les instruments tranchants (rasoir, couteau, burin...) et pointus (poinçon, punaise, clou, aiguille...).
- soit augmenter la force pressante. C'est ce qui est réalisé dans les machines-outils. Ces machines permettent le travail des métaux en lingots ou en feuilles par martelage, laminage ou emboutissage : presses à forger, laminoirs, machines à emboutir et à matricer utilisées dans la production en grande série de boîtes et tubes métalliques sans soudure.



Faibles pressions

Pour réduire l'effet de pénétration d'un solide dans son support, on diminue la pression qu'il exerce. Comme, généralement, on a affaire à ne pas diminuer le poids du corps, on est conduit à augmenter la surface par laquelle il repose sur son support.

Une personne chaussée de souliers s'enfonce assez profondément dans une épaisse couche de neige ; elle s'enfoncera beaucoup moins si elle est munie de skis ou de raquettes parce que l'action du poids du corps se trouve répartie sur une surface beaucoup plus grande, et la pression exercée sur la neige est plus faible.

Les tracteurs agricoles sont munis de roues à gros et larges pneus. Les chars de combat et d'autres véhicules lourds (bulldozers) prennent appui sur le sol par des chenilles formées de plaques articulées.

Les voies de chemin de fer peuvent supporter sans s'affaisser le poids considérable des convois : les traverses sur lesquelles sont fixés les rails répartissent l'action de ce poids sur une large surface.

Les monuments et édifices lourds sont bâtis sur des socles en maçonnerie dont la surface est suffisante pour éviter les affaissements de terrain.



FICHE T.P

PRESSION SUBIE PAR UN CORPS SOLIDE

Buts

Déterminer les facteurs dont dépend la pression subie par un corps solide sous l'effet d'une force pressante.

Matériels

Un cristalliseur.

Du plâtre en poudre.

Deux boîtes (A) et (B) métalliques parallélépipédiques.

Une règle.

Un dynamomètre.

Expérimentation

Poser une boîte parallélépipédique (A), suivant l'une de ses grandes faces, sur le plâtre en poudre contenu dans un cristalliseur.

Enlever la boîte (A) et mesurer la profondeur h_1 de l'empreinte laissée à la surface du plâtre.

Poser la même boîte parallélépipédique (A), suivant l'une de ses petites faces, sur le plâtre.

Enlever la boîte (A) et mesurer la profondeur h_2 de l'empreinte obtenue.

Garder la boîte (A) suivant l'une de ses petites faces sur le plâtre et poser dessus la boîte parallélépipédique (B).

Enlever les deux boîtes et mesurer la profondeur h_3 de l'empreinte obtenue.

Comparer h_1 , h_2 et h_3 , puis conclure.

Mesurer, à l'aide d'un dynamomètre, la valeur du poids de (A) et celle de (B).

Calculer la valeur de la surface de la grande face et celle de la petite face de la boîte (A).

Remplir le tableau suivant :

Valeur de la force pressante (N)			
Aire de la surface pressée (m^2)			
Pression (Pa)			
Profondeur de l'empreinte (mm)			

Conclure.



RECHERCHE DOCUMENTAIRE



FRANCHIR LES DUNES

Autant rouler sur les pistes paraît simple au début, autant le franchissement des dunes peut le remplir d'inquiétude.

Le sable n'est pas toujours mou. Il est même en général plutôt dur au Sahara, mais pas partout. Le plus important pour franchir est de dégonfler un peu les pneus. En abaissant la pression, le pneu s'avachit et offre une plus grande surface au sol : le poids de la voiture se répartit donc sur plus de cm^2 , et les roues s'enfoncent moins.

Il y a plusieurs conséquences logiques du manque de consistance et de cohésion du terrain sableux :

- La première, c'est que des pneus dégonflés seront plus mous et épouseront mieux le sable, sans le heurter et détruire exagérément la fine couche superficielle un tout petit peu plus dure. Des pneus ballons, gros et mou, restent plus en surface que des pneus durs et renforcés taillés pour la caillasse. Des pneus faiblement sculptés creuseront moins. Des pneus larges, en offrant plus de surface au sol, s'enfonceront moins, mais ils pousseront plus de sable devant eux, ce qui peut annuler l'avantage si le moteur ne suit pas.

- La seconde conséquence, c'est que dans le sable, il faut conduire très doucement, un peu comme sur le verglas ou dans la boue. Il faut aussi sentir l'adhérence sous ses roues, pour se relancer chaque fois que c'est possible.

- Le troisième corollaire, c'est que le poids est un ennemi, puisqu'il enfonce le véhicule dans le sable. En faisant descendre un passager, même léger, le passage devient aisé. Chaque kilo gagné sur le véhicule réduit donc les efforts de franchissement.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «s'avachir» et «verglas».

2/- Pourquoi faut-il dégonfler un peu les pneus pour franchir les dunes ?

3/- Pourquoi en déchargeant un véhicule on réduit les efforts pour franchir des dunes ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Un solide transmet toute action localisée ou répartie qu'il subit à tout corps en contact avec lui.
- Les actions réparties sur une surface d'un corps solide sont équivalentes à une force \vec{F} , appelée force pressante.
- La surface de contact entre le corps pressant et le corps pressé est appelée surface pressée
- La pression exercée par des actions réparties uniformément sur une surface s d'un corps pressé et agissant normalement à cette surface est égale au quotient de l'intensité de la force pressante \vec{F} , équivalente à ces actions, à la surface pressée s .

$$\text{Soit : } p = \frac{\|\vec{F}\|}{s} .$$

- La pression est une grandeur mesurable. Elle s'exprime dans le système international en pascal, de symbole Pa.
- Le pascal est une unité très petite, on utilise ses multiples tels que le bar et le millibar:
 $1\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$
 $1\text{millibar} = 10^2 \text{ Pa}$

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Pascal (1623/1662).



EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

Une patineuse, de masse $m=54$ kg, glisse sur la glace avec les lames de ses patins. Si l'aire s de la surface de contact des deux patins avec la glace est évaluée à 30 cm².

En négligeant la masse des patins devant la masse de la patineuse ;

1/- Calculer la valeur de la pression exercée par le poids de la patineuse sur la glace.

2/- Quelle pression exercerait le poids de cette même patineuse, si elle marchait sur la glace avec ses chaussures ? L'aire S de la surface de chaque chaussure est évaluée à 160 cm².

3/- Que peut-on déduire en comparant ces deux pressions ?

Prendre : $g = 9,8$ N.kg⁻¹.

Solution

1/-

$$p = \frac{\|\vec{P}\|}{s} = \frac{m \cdot g}{s} = \frac{54 \times 9,8}{30 \cdot 10^{-4}} = 176,4 \cdot 10^3 \text{ Pa.}$$

2/-

$$p' = \frac{\|\vec{P}\|}{2 \cdot S} = \frac{m \cdot g}{2 \cdot S} = \frac{54 \times 9,8}{2 \times 160 \cdot 10^{-4}} = 16,5 \cdot 10^3 \text{ Pa.}$$

3/- p est, plus que dix fois, supérieure à p' .

La surface de la glace est dure, donc la patineuse ne va pas s'enfoncer dans la glace même si cette dernière est fortement pressée. Mais, elle va pouvoir glisser facilement sans qu'elle ne soit gênée par les frottements qui sont très réduits à cause de la petite aire de la surface de contact avec la glace.

Commentaires

La surface doit être exprimée en m².

Il faut tenir compte de la surface des deux chaussures.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Quand une force \vec{F} pousse un corps en répartissant son action sur une portion de de ce corps, on dit que \vec{F} est une force pressante.
- 2/- La pression p exercée par une force pressante agissant normalement et uniformément sur une surface pressée est égale au de la valeur de la force pressante à l'aire s de la
- 3/- A forces pressantes égales, la pression est d'autant plus importante que la surface pressée est

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- A chaque fois que la pression augmente, la déformation causée par la force pressante augmente et vice-versa.
- 2/- On ne peut augmenter la pression qu'en diminuant la surface pressée.
- 3/- Les skis d'un skieur permettent de diminuer la force pressante exercée sur la neige.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Dans le système international la pression s'exprime en (*pascal/ bar/ millibar*).
- 2/- La pression est une grandeur (*scalaire/ vectorielle*), notée (*Pa/ p/ \vec{P}*).
- 3/- Pour réduire (*la pression/ la force*) subie par le sol lors du passage d'un train, les rails de chemin de fer sont posés sur des traverses nombreuses et larges qui (*augmentent/ diminuent*) la surface pressée.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Une pince coupante appuie sur un métal, par une surface $s=0,8 \text{ mm}^2$, avec une force pressante de valeur 100 N. La pression subie par le métal est :

- (a) $0,8 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}$;
- (b) 125 Pa ;
- (c) $125 \cdot 10^6 \text{ Pa}$.



2-

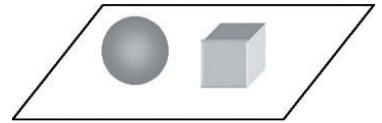
Un skieur de masse $m=80$ kg est équipé des deux skis. Chaque ski appuie sur la neige par une surface $S=0,225$ m².

1/- Calculer la pression subie par la neige.

2/- Quelle serait cette pression si le skieur n'avait pas de skis mais chaussé de chaussures de surface chacune $s=225$ cm². Conclure.

3-

Les deux corps ci-contre ont la même masse. Il sont posés tout les deux sur un support plan et horizontal.



1/- Dire dans quel cas, la pression subie par le support est la plus grande.

2/- Peut- on admettre que la surface de contact entre le corps sphérique et le support est un point. Si oui, Quel serait la valeur de la pression et que pourrait-il se produire au support ?

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Avec une force de valeur $\|\vec{F}\| = 20$ N, on appuie avec le pouce sur une punaise, pour l'enfoncer dans une planche. La tête de la punaise a un diamètre $D=6$ mm et sa pointe a une surface de $s=0,03$ mm².

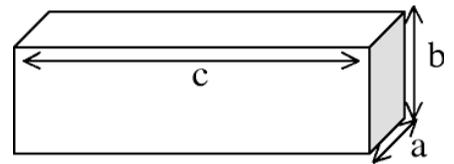
1/- Déterminer la surface S de la tête de la punaise.

2/- Calculer la pression subie par la punaise.

3/- Calculer la pression transmise à la planche.

2-

Une brique homogène, de masse $m = 3$ kg, en forme de parallélépipède rectangle, de dimensions ($a = 5$ cm, $b = 10$ cm, $c = 20$ cm), est posée sur du plâtre en poudre.



1/- Déterminer la valeur du poids de la brique.

2/- Evaluer, en pascal, la pression qu'exerce le poids de la brique sur le plâtre dans les trois positions différentes possibles.

3/- Comparer ces valeurs et conclure.

3-

1/- La masse totale d'un bâtiment est $M = 1000$ tonnes.

a)- Déterminer la valeur de la force pressante exercée par le bâtiment sur la surface des fondations.

b)- Déterminer l'aire de la surface pressée sachant que la pression subie par la surface des fondations est de 1 bar.

2/- Dans le jardin, sur le pourtour horizontal du bâtiment, on dépose une couche de terre d'épaisseur $e = 60$ cm. En supposant que la terre est homogène et de masse volumique $\rho = 1,4$ g.cm⁻³, déterminer la valeur de la pression exercée par la couche de terre sur la terrasse.

SAVOIR PLUS



LES FONDATIONS

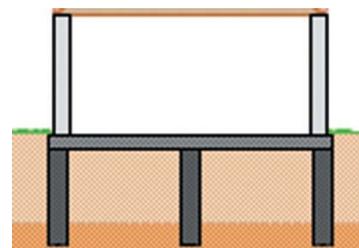
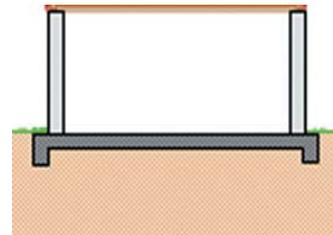
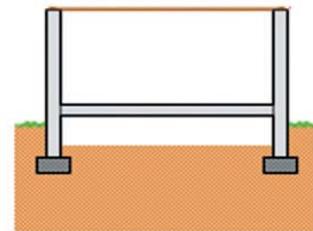
Partie déterminante de la construction, les fondations en assurent l'assise et en supportent le poids. Elles doivent être calculées et réalisées avec soins pour supporter le poids de la construction selon une technique adaptée à la nature du sol et du sous-sol. Des fondations mal étudiées peuvent être à l'origine de désordres graves (et même irrémédiables) de la maçonnerie.

Les sols sont caractérisés par leur taux de travail admissible (pression subie) qui traduit leur résistance à la charge. Ce taux est exprimé en MégaPascal (MPa) ou en bar (1bar = 0,1 MPa). Les sols rocheux et granuleux sont stables et posent peu de problèmes en dehors des risques d'affouillement alors que les sols cohérents (argileux ou limoneux) sont plus instables et d'autant plus qu'ils sont humides.

Ils existent plusieurs types de fondations :

- superficielles de type **semelles filantes** en béton armé, avec dalle sur terre-plein ou sur vide sanitaire. C'est la technique la plus habituelle (près de 90% des constructions) et la plus économique.
- superficielles par **radier général** avec bêche périphérique. Cette technique répartit la charge sur une surface beaucoup plus importante et s'adapte à des sols de faible portance (remblais anciens par exemple).
- profondes **sur pieux, micropieux, ou plots**, et **longrine** (poutre en béton armé) périphérique. Ce type de fondations, beaucoup plus coûteux est rendu nécessaire lorsque la couche portante se trouve en profondeur dans le sous-sol.

Les fondations doivent être à l'abri du gel lorsqu'elles sont réalisées sur un sol habituellement humide. La profondeur de garde au gel varie selon les régions et l'altitude du site de construction, de 25 cm à plus d'un mètre.



L'ENERGIE

ENERGIE ET CONTRÔLE

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Sources d'énergie renouvelables et sources d'énergie non renouvelables
- **Activités(II)** : Les principales formes d'énergie
- **Activités(III)** : Transformations mutuelles des formes d'énergie
- **Activités(IV)** : Les différents modes de transfert d'énergie
- **Activités(V)** : Les deux modes de transfert d'énergie par chaleur : la conduction et la convection
- **Activités(VI)** : Isolation thermique
- **Activités(VII)** : Energie et contrôle

Pré-requis

- Changement d'état physique de la matière
- Le thermomètre et son utilisation
- Mouvement

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- Quelle est l'origine de l'énergie du Soleil ?

2/- Comment cette énergie atteint-elle la surface de la Terre ?



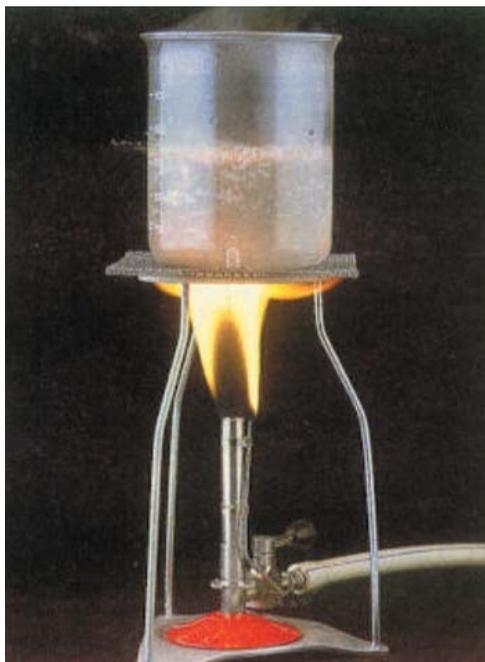
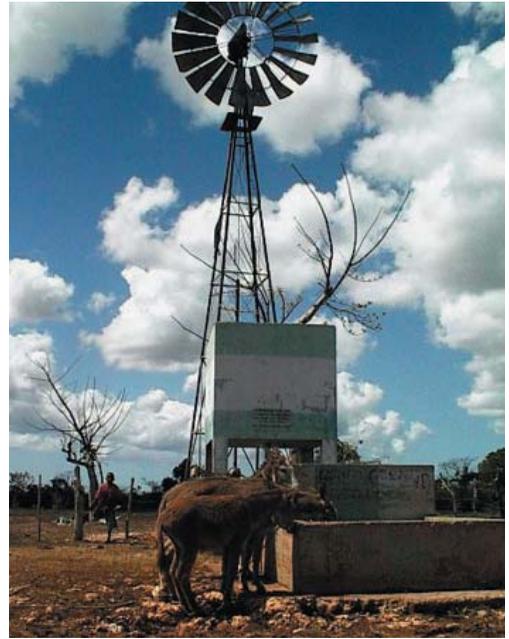
1/- Le bois est-il une source d'énergie ?

2/- Si oui est-elle renouvelable ou non ?



—ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

- 1/- Sous quelle forme une éolienne transforme-t-elle l'énergie du vent ?
- 2/- Sous quelle forme les animaux stockent-ils l'énergie des aliments ?



- 1/- Le gaz naturel est-il une source d'énergie renouvelable ou non ?
- 2/- Comment la chaleur se transmet-elle dans les solides, les liquides et les gaz ?
- 3/- Que signifie, isoler thermiquement un corps ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Quelles sont les sources d'énergie renouvelables et les sources d'énergie non renouvelables ?



- Observons les différentes sources d'énergie suivantes et classons les en sources renouvelables et sources non renouvelables.



Le charbon



Le vent



Le pétrole



Le Soleil



Le bois



L'uranium



Les marées



Le geyser



- Le soleil, le vent, la biomasse... assurent et entretiennent les activités des êtres vivants. Ce sont des sources d'énergie.
- Le Soleil, le vent, les marées, la biomasse (végétaux et animaux) et la géothermie (eau en contact avec des roches volcaniques) sont des **sources d'énergie renouvelables** vu qu'elles produisent de l'énergie de manière relativement **illimitée** dans le temps. Elles sont non polluantes et dont l'exploitation cause le moins de dégâts écologiques.

- Le charbon, le gaz naturel, le pétrole et l'uranium sont des sources épuisables d'énergie : elles disparaissent petit à petit au fur et à mesure qu'elles produisent de l'énergie. Elles sont dites **sources d'énergie non renouvelables**.

ACTIVITES (II) : Quelles sont les principales formes d'énergie ?

- Un ensemble de particules matérielles constitue un système matériel.
- L'énergie totale d'un système est la somme de son **énergie macroscopique** (ou mécanique) et de son **énergie microscopique**.

Remarque

- l'énergie mécanique est la somme:
 - de l'énergie cinétique macroscopique, due au mouvement d'ensemble du système (voiture en mouvement ; vent ; vagues...);
 - et de l'énergie potentielle macroscopique, due aux effets des interactions entre les parties qui le constituent (ressort ; perche ; {Terre-fusée}).

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

- L'énergie microscopique est la somme de:
 - l'énergie cinétique microscopique liée à l'agitation des particules du système (appelée énergie thermique) ;
 - l'énergie potentielle d'interaction microscopique liée aux interactions entre les particules constituant la matière (énergie chimique, énergie nucléaire...).

ACTIVITES (III) : Peut-on passer d'une forme d'énergie à une autre?



- Faisons tourner la génératrice d'une bicyclette.
- Touchons la lampe de la bicyclette.



- La lampe s'allume.
- La lampe s'échauffe.



- La génératrice de la bicyclette transforme l'**énergie cinétique**, liée à la rotation de la roue, **en une énergie électrique** (puisque'il y a un mouvement ordonné de porteurs de charges dans un circuit électrique).
- La lampe transforme une partie de l'**énergie électrique en énergie thermique**: le filament de la lampe est porté à haute température) .



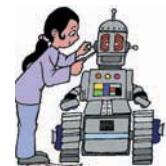
- Fermons le circuit ci-contre.



- Le moteur tourne et entraîne l'hélice du ventilateur en mouvement.



- La pile transforme de l'**énergie potentielle chimique en énergie électrique**.
- Le moteur transforme l'**énergie électrique en énergie mécanique**.



- Les cellules photovoltaïques transforment une partie de l'**énergie solaire en énergie électrique**.
- Le dromadaire transforme une partie de l'**énergie potentielle microscopique** (énergie chimique) provenant des aliments consommés, **en énergie mécanique** (énergie cinétique).

ACTIVITES EXPERIMENTALES

L'énergie contenue dans l'Univers est conservée. Elle peut passer d'une forme à une autre sans augmentation ni diminution.

- Les objets qui transforment l'énergie d'une forme à une autre sont appelés des **convertisseurs d'énergie**.
- Lorsqu'un système perd ou gagne de l'énergie, c'est toujours le résultat d'un transfert avec l'extérieur, c'est-à-dire avec le système environnant.
- L'énergie d'un système ne peut pas, en général, être mesurée ; seules **les variations d'énergie sont mesurables**.
- **La variation d'énergie**, notée ΔE , s'exprime dans le système international en **joule**, de symbole **J**.
- D'autres unités d'énergie sont souvent utilisées :
 - la **calorie**, de symbole **cal** : $1 \text{ cal} = 4,187 \text{ J}$;
 - le **kilowattheure**, de symbole **kWh** : $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.
 - l'**électron-volt**, de symbole **eV** : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Remarques

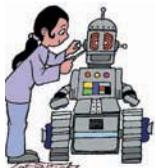
Les besoins énergétiques vitaux d'un adulte sont de l'ordre de 2.105 calories par jour (1 calorie = 4,187 J) : ils sont fournis par les aliments.

Un mètre carré de la surface de la Terre éclairée orthogonalement par le rayonnement du Soleil reçoit, en moyenne, 1000 J chaque seconde.

Equivalence énergétique d'une tonne de différentes sources d'énergie en joule

Source	Pétrole	Houille	Lignite	Essence	Fioul	Uranium
Equivalence énergétique	$4,2 \cdot 10^{10}$	$2,6 \cdot 10^{10}$	$1,7 \cdot 10^{10}$	$4,4 \cdot 10^{10}$	$4,6 \cdot 10^{10}$	$4,2 \cdot 10^{14}$

ACTIVITES (IV): Quels sont les différents modes de transfert d'énergie ?



- Un tracteur tire une remorque chargée.



- Le tracteur exerce une force qui déplace la remorque chargée.



- L'énergie mécanique du tracteur est transférée par **travail mécanique** à la remorque chargée.
- Le travail mécanique est un mode de transfert d'énergie entre deux systèmes. Il est notée W_M .

— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Alimentons un ventilateur à l'aide d'une pile.



- Le moteur tourne.



- L'énergie chimique de la pile est transférée par **travail électrique** au ventilateur.
- Le travail électrique est **un mode de transfert d'énergie** entre deux systèmes. Il est notée W_E .



- Plaçons dans un four à micro-ondes un récipient contenant de l'eau.



- L'eau devient chaude.



- L'énergie thermique du four à micro-ondes est transférée à l'eau par **rayonnement**.
- Le rayonnement est **un mode de transfert d'énergie** entre deux systèmes. Il est notée W_R .



- Chauffons dans un récipient métallique une certaine quantité d'eau.
- Immergeons ensuite le récipient dans un cristallisoir contenant de l'eau froide.



- La température de l'eau contenue dans le récipient métallique diminue.
- La température de l'eau contenue dans le cristallisoir augmente.
- Après une certaine durée la température devient la même dans les deux récipients.



- La paroi métallique du récipient, séparant l'eau chaude de l'eau froide, permet un transfert par **chaleur** de l'énergie thermique du corps le plus chaud vers le corps le plus froid.
- La chaleur est **un mode de transfert d'énergie** (microscopique) entre deux sources. Elle est notée Q .



Remarque

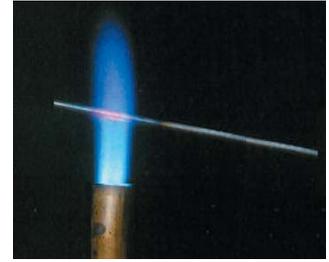
Le transfert d'énergie thermique par chaleur entre un corps pur et le milieu extérieur environnant peut provoquer, soit une variation de la température de ce corps, soit un changement de son état physique à température constante.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V) : Quelles sont les différents modes de transfert d'énergie par chaleur ?



- Plaçons une des extrémités d'une tige métallique dans une flamme.



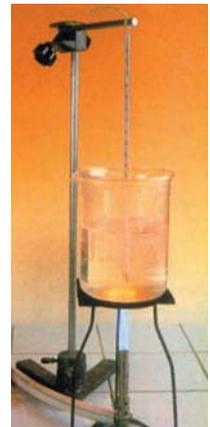
- L'autre extrémité de la tige devient rapidement brûlante.



- La chaleur s'est propagée, le long de la tige, d'une extrémité à l'autre.
- La propagation de la chaleur s'est produite de proche en proche **dans la tige sans aucun transfert de matière**. Ce mode de transfert d'énergie par chaleur est appelé la **conduction thermique**.



- Introduisons des grains de sciure de bois dans un bécher contenant de l'eau.
- Chauffons la base du bécher par la flamme d'un bec bunsen.



- Les grains de sciure se déplacent dans l'eau selon un mouvement de rotation allant du bas vers le haut à proximité des parois du récipient puis un retour vers le bas près de son centre.
- Le thermomètre indique une température de plus en plus élevée.



- Le déplacement des grains de sciure indique qu'un courant d'eau a pris naissance des régions chaudes vers les régions froides puis inversement.
- Une partie de l'énergie thermique initialement fournie au liquide par la flamme du bec bunsen est transférée par chaleur des parties chaudes vers les parties froides du liquide par **déplacement de matière**. Ce mode de transfert d'énergie par chaleur est appelé la **convection**.

- La convection de la chaleur est un transfert d'énergie par chaleur qui s'effectue avec un transport de matière.
- Ce déplacement provoque l'augmentation progressive de la température.

Remarque

Il ne faut pas confondre chaleur et température qui sont deux grandeurs différentes :

- la température est une grandeur caractéristique de l'énergie thermique d'un système ; elle se mesure en degré Celsius ou en kelvin ;
- la chaleur est un mode de transfert d'énergie entre deux sources ; elle s'exprime en joule.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

Interprétation microscopique

- L'énergie thermique est liée à l'agitation des particules (molécules, ions, atomes), appelée **agitation thermique**. Elle représente l'énergie cinétique microscopique des particules composant la substance considérée.
- La température est une indication de cette agitation incessante et désordonnée des particules. Elle renseigne sur l'énergie cinétique moyenne des particules qui constituent un corps donné. Plus le corps est chaud, plus la vitesse des particules est grande et plus sa température est élevée.
- Lorsque on met en contact un corps chaud et un corps froid, l'agitation des particules se répartit différemment : elle augmente dans le corps froid et diminue dans le corps chaud, ce qui se traduit par une augmentation de la température du corps froid et une diminution de celle du corps chaud.
- Lors d'un changement d'état physique :
 - la quantité de chaleur fournie au corps (lors d'un chauffage) sert non pas à augmenter sa température, puisqu'elle reste constante, mais à briser les liens qui existent entre les molécules du corps dans l'état considéré. Le corps passe alors d'un état plus ordonné à un état moins ordonné ;
 - la quantité de chaleur perdue par le corps (lors d'un refroidissement) ne sert pas à diminuer sa température mais à permettre aux particules de passer d'un état moins ordonné à un état plus ordonné dans lequel elles sont plus liées.

ACTIVITES (VI) : Peut-on isoler thermiquement un corps ?



- Versons une quantité d'eau chaude dans un calorimètre.
- Fermons le calorimètre.
- Après quelques minutes, mesurons la température de l'eau contenue dans le calorimètre.
- Quelques minutes plus tard mesurons de nouveau la température de l'eau



- La température de l'eau reste pratiquement la même.



- Le calorimètre ne permet pas l'échange d'énergie thermique avec le milieu extérieur. On dit qu'il est **thermiquement isolé**.
- Toute enceinte permettant de réaliser cette isolation est qualifiée d'enceinte **adiabatique** ou d'enceinte **calorifugée**.
- Une telle enceinte doit être conçue de manière à ce qu'elle empêche les transferts d'énergie par chaleur et par rayonnement entre l'intérieur et son extérieur. Pour cela il faut minimiser les mécanismes de transfert d'énergie thermique par conduction, par convection et par rayonnement.
- Les chambres froides des entrepôts frigorifiques, les glaciers, les réfrigérateurs, ainsi que les véhicules destinés aux transports frigorifiques ont leurs parois calorifugées. C'est ainsi que les wagons frigorifiques comportent deux parois en bois entre lesquelles sont intercalées des plaques de liège recouvertes de carton et de feutre.

On peut conserver longtemps un liquide chaud ou froid dans une bouteille thermos. Comment est constituée une telle bouteille ?



ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VII) : Peut-on économiser de l'énergie ?

Les sources d'énergie actuellement utilisées en Tunisie sont essentiellement des sources non renouvelables : pétrole, gaz naturel, bois charbon...

L'énergie solaire gratuite mais extrêmement diluée, ne pourra pas se substituer totalement à l'énergie concentrée fournie par les centrales électriques. D'où la nécessité d'économiser les sources d'énergie.

Economiser sur l'éclairage

- Au lieu d'utiliser des lampes incandescentes, on peut utiliser des lampes fluorescentes qui dégagent peu de chaleur. Elles ont une durée de vie de 8000h (7 à 8 fois plus que les lampes à incandescences) et consomment 5 fois moins que les incandescentes.
- N'oublier pas d'éteindre la lumière une fois la chambre est quittée.
- Utiliser la lumière du jour lorsqu'il est possible : elle est gratuite.

**Economiser sur l'eau chaude**

- Choisir la taille du ballon du stockage en fonction des besoins réels en eau (à raison de 30 à 50 litres par personne).
- Individualiser la production d'eau chaude sanitaire de celle du chauffage.
- Distribuer l'eau chaude à une température aussi faible que possible.

**Economiser sur la réfrigération**

- Disposer le réfrigérateur au moins à 10 cm d'un mur d'un local.
- Placer-le loin de toute source de chaleur, en particulier loin des fours, des cuisinières, du chauffage...
- Ouvrir le réfrigérateur le moins de fois possibles.
- Ne laisser jamais la porte d'un réfrigérateur ouverte.



— ACTIVITES EXPERIMENTALES

Economiser sur le chauffage et la climatisation

Chauffer (ou refroidir) une pièce de un degré de plus (ou de moins) entraîne une surconsommation de 7%.

- Pour économiser sur le chauffage ou la climatisation d'un local, il faut minimiser les échanges de chaleur avec le milieu extérieur, pour cela :

- construire les murs d'un local en briques creuses. Ils protègent beaucoup mieux des variations de température qu'un mur de même épaisseur en briques pleines : l'air enfermé dans les cavités des briques conduit mal la chaleur. Cette mauvaise conductivité de l'air explique l'utilisation des doubles portes et des doubles fenêtres.

- ou bien pour une bonne isolation thermique, utiliser la laine de verre, ou le polystyrène ou un mélange d'argile et de paille hachée dans des murs à double cloison

- Utiliser des chauffages ou des climatiseurs en tenant compte du volume du local.



Economiser sur la consommation des automobiles

- Conduire calmement : l'écart de consommation entre un conducteur calme et un conducteur brutal, enchaînant accélérations et coups de freins violents, peut facilement atteindre plus que 40%.

- Contrôler la pression des roues.

- Ne pas surcharger une voiture : on estime qu'une augmentation de 100 kg de masse d'une automobile se traduit par une augmentation de consommation d'environ 0,5 litre de carburant par 100 km.



L'ère de la domotique

- Les économies futures viendront surtout des progrès en intelligence artificielle. Du chauffage aux appareils domestiques, des réseaux informatiques réguleront et géreront toute la maison (ce système de gestion est appelé la domotique). Aujourd'hui, des thermostats programmables permettent déjà de chauffer les pièces à plein régime lorsqu'elles sont occupées en assurant un ralenti pendant la journée, lorsque personne ne vit à la maison.

- Lorsqu'une pièce sera vide mais que les lampes seront allumées, un système approprié les éteindra automatiquement. De même que le système d'aération pourra prendre en compte le nombre d'occupants et leur temps passé dans une pièce pour se mettre en marche. Un détecteur de présence (qui mesure le taux de dioxyde de carbone par exemple) pourra en contrôler la ventilation.

- L'énergie à meilleur marché reste quand même celle qui est gratuite, comme l'énergie solaire. Un chauffe-eau solaire se branche en amont d'un chauffe-eau classique : quand le rayonnement solaire n'est pas assez important, le classique prend le relais et couvre les besoins en eau chaude.

FICHE T.P

ELEVATION DE LA TEMPERATURE D UN CORPS

Buts

Etudier les différentes façons d'élever la température d'un corps :

- par transfert sous forme de chaleur ;
- par transfert sous forme de rayonnement ;
- par transfert sous forme de travail électrique ;
- par transfert sous forme de travail mécanique.

Matériels

Quatre béchers contenant de l'eau numérotés de (1) à (4).

Brûleur à gaz (bec bunsen).

Four micro-ondes.

Agitateur mécanique (ou batteur à œufs).

Résistance chauffante.

Source électrique

Thermomètre.

Expérimentation

Placer le bécher n°1 sur un brûleur à gaz.

Suivre la variation de la température en utilisant un thermomètre.

Analyser les transferts énergétiques et les représenter par un schéma.

Placer dans le bécher n°2 une résistance chauffante.

Suivre la variation de la température en utilisant un thermomètre.

Analyser les transferts énergétiques et les représenter par un schéma.

Placer le bécher n°3 dans le four micro-ondes.

Suivre la variation de la température en utilisant un thermomètre.

Analyser les transferts énergétiques et les représenter par un schéma.

Agiter l'eau du bécher n°4 à l'aide d'un batteur à œufs ou un agitateur mécanique.

Suivre la variation de la température en utilisant un thermomètre.

Analyser les transferts énergétiques et les représenter par un schéma.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



L'ENERGIE SOLAIRE

Véritable réacteur nucléaire, le Soleil rayonne en permanence une énorme quantité d'énergie.

L'énergie solaire est à l'origine de toutes les énergies:

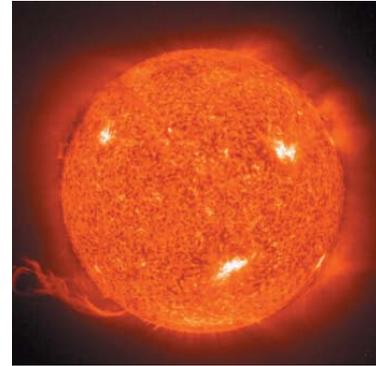
- éolienne: une partie du rayonnement incident réchauffe inégalement l'atmosphère au-dessus des terres et des mers, crée ainsi des zones de basse et de haute pression qui mettent en mouvement des masses d'air.
- hydraulique: les étendues d'eau réchauffées par le soleil dégagent de la vapeur d'eau qui retombent sous forme de précipitations sur les reliefs. Les cours d'eau grossissant entraînent, par gravité, roues et turbines.
- biomasse: la photosynthèse permet la croissance des végétaux et indirectement des animaux.

Toutefois, le rayonnement reçu par notre planète ne représente qu'une fraction de celui émis par le Soleil. Près de l'équateur, sa valeur moyenne est de $2500 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$ et en Tunisie elle est de $2000 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$ environ.

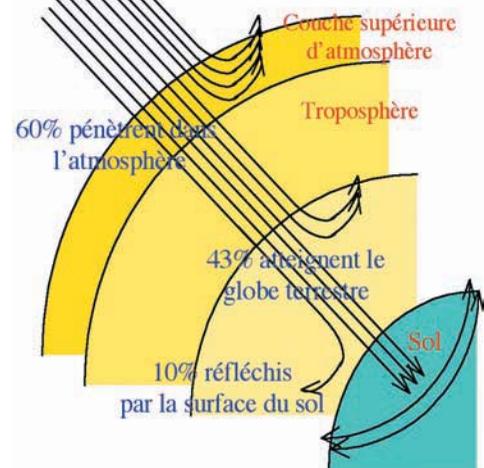
De nature diffuse et variable avec l'heure ou la saison, l'énergie solaire exige, pour son exploitation, des techniques de concentration et de stockage spécifiques.

Les applications les plus fréquentes ont trait au chauffage de l'eau et des locaux. L'apport des technologies solaires productrices d'électricité augmente en ce qui a trait aux applications photovoltaïques et aux technologies thermo-hélioélectriques à concentration.

L'énergie solaire, gratuite et écologique mais extrêmement diluée, ne pourra pas se substituer totalement à l'énergie concentrée fournie par les centrales classiques.



Energie Solaire à 100% à la limite de l'atmosphère



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «biomasse».

2/- Déterminer le pourcentage d'énergie solaire que reçoit le sol.

3/- Quels sont les avantages de l'utilisation de l'énergie solaire ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- On appelle source d'énergie renouvelable toute source qui produit de l'énergie de manière relativement illimitée dans le temps.
- Les sources épuisables d'énergie disparaissent petit à petit au fur et à mesure qu'elles produisent de l'énergie. Elles sont dites sources non renouvelables.
- L'énergie totale d'un système et la somme de son énergie mécanique et de son énergie microscopique.
- L'énergie contenue dans l'Univers se conserve mais, elle peut se transformer d'une forme à une autre.
- Les objets qui transforment l'énergie d'une forme à une autre sont appelés des convertisseurs d'énergie.
- Lorsqu'un système perd ou gagne de l'énergie, c'est toujours le résultat d'un transfert avec l'extérieur, c'est-à-dire avec le système environnant.
- L'énergie d'un système ne peut pas, en général, être mesurée ; seules les variations d'énergie sont mesurables.
- La variation d'énergie, notée ΔE , s'exprime dans le système international en joule, de symbole J.
- Les transferts d'énergie s'effectuent par travail mécanique (noté W_M) ou travail électrique noté (W_E) ou travail rayonnant noté (W_R) ou chaleur (notée Q).
- Le travail est un mode de transfert ordonné d'énergie, alors que chaleur est un mode de transfert désordonné d'énergie.
- La chaleur est un transfert d'énergie microscopique entre deux systèmes. Ce transfert s'effectue spontanément, par conduction ou par convection, du corps chaud vers le corps froid.
- L'énergie thermique est liée à l'agitation des particules (molécules, ions, atomes), appelée agitation thermique. Elle représente l'énergie cinétique microscopique des particules composant la substance considérée. La température renseigne sur cette agitation incessante et désordonnée des particules.
- Toute enceinte empêchant tout échange de chaleur avec le milieu extérieur est qualifiée d'enceinte adiabatique ou d'enceinte calorifugée. Elle réalise une isolation thermique.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Joule (1642/1727).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

On considère un circuit électrique comprenant une pile des fils de connexion, un interrupteur et une lampe à incandescence. Lorsqu'on ferme le circuit la lampe s'allume.

1/- Représenter le schéma du circuit.

2/- a)- Préciser la source d'énergie dans le montage du circuit. Sous quelle forme cette énergie se trouve-t-elle ?

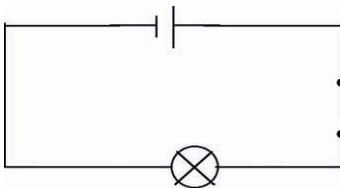
b)- Par quel mode, l'énergie dans la pile est-elle transférée ?

3/- a)- Analyser les transferts énergétiques assurés par la lampe.

b)- Représenter ces transferts par un schéma.

Solution

1/-

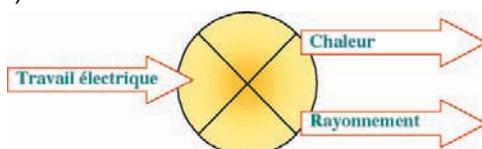


2/- a)- La pile est une source d'énergie chimique.

b)- Elle transfère son énergie par travail électrique.

3/- a)- La lampe reçoit du travail électrique qu'elle transfère vers l'extérieur par chaleur et par rayonnement, sous forme d'énergie thermique.

b)-



Commentaires

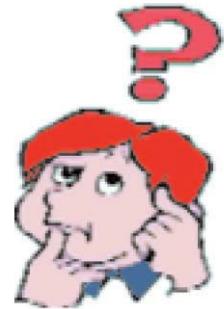
Le travail électrique, la chaleur et le rayonnement sont des modes de transfert d'énergie.

La pile et la lampe sont des convertisseurs d'énergie.

La chaleur et le rayonnement sont responsables de l'augmentation de l'agitation thermique des molécules d'air entourant la lampe, ce qui entraîne l'élévation de sa température.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/-Le charbon, le bois, le pétrole et le gaz naturel sont des d'énergie et le Soleil, le vent, le bois et la géothermie sont des d'énergie
- 2/- Dans une chaîne d'énergie, les n'emmagasinent pas l'énergie : ils transfèrent à des réservoirs toute l'énergie qu'ils reçoivent.
- 3/-Le transfert d'énergie thermique peut s'effectuer suivant trois modes qui se manifestent la plupart du temps simultanément et qui sont, et

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/-Il existe deux principales formes d'énergie : l'énergie mécanique et l'énergie microscopique.
- 2/-La chaleur s'exprime en degré Celsius.
- 3/-Un corps pur qui est en train de changer d'état physique possède une température constante. Il ne réalise aucun échange de chaleur avec le milieu extérieur lors du changement d'état.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/-Le travail, la chaleur et le rayonnement sont des (*sources/des formes/des modes de transfert*) d'énergie.
- 2/-Toute enceinte permettant d'isoler thermiquement un système est qualifiée d'enceinte (*adiabatique/thermométrique/calorifique*).
- 3/-Dans une voiture, le moteur est (*un convertisseur/une source*) d'énergie et l'essence est (*un convertisseur/une source*) d'énergie.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

Un rasoir électrique fonctionne grâce à une pile alimentant un moteur électrique. La source d'énergie utilisée pour assurer le fonctionnement du rasoir est :

- (a) le rasoir ; (b) la pile ; (c) le moteur.

Le convertisseur d'énergie électrique en énergie mécanique est :

- (a) la pile ; (b) le moteur ; (c) le rasoir.

2- Pour les immeubles, on construit souvent les murs extérieurs sous forme d'une double cloison dont les deux murs sont séparés soit par de la laine de verre, soit par des plaques de liège. A quoi servent ces matériaux introduits entre les deux cloisons ?

3- Un radiateur électrique, utilisant la rotation d'un ventilateur pour refroidir l'atmosphère environnante, est alimenté par le secteur.

- 1/- Analyser les transferts énergétiques par le convertisseur qu'on précisera.
- 2/- Représenter ces transferts par un schéma.

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1- Un tube à essais contient à son fond quelques petits morceaux de glace qui sont surmontés d'une rondelle métallique fermant hermétiquement le tube. Au dessus de la rondelle on a versé un volume d'eau dont on chauffe la partie supérieure à l'aide d'une résistance chauffante. On remarque que cette partie entre en ébullition sans que la glace ne fonde.

- 1/- Expliquer la non fusion de la glace bien que l'eau qui la surmonte est devenue bouillante ?
- 2/- a)- Analyser les transferts énergétiques de l'eau.
- b)- Représenter ces transferts par un schéma.

2- Recopier le tableau ci-dessous et le compléter en utilisant les convertisseurs d'énergie suivants : lampe, pile, électrolyseur, moulin traditionnel, moteur électrique, réacteur d'une fusée, brûleur à gaz, centrale thermique, moteur à vapeur, génératrice d'une bicyclette, agitateur magnétique, tête à combustion.

est convertie en	Mécanique	Electrique	Chimique	Thermique
Mécanique		.....	.....	.....
Electrique	.....		.....	.....
Chimique	Réacteur d'une fusée	.....		.....
Thermique	.....	.....	.....

3- Pour remonter l'eau d'un puits, on utilise un moteur électrique alimenté par une batterie rechargée par des cellules photovoltaïques. L'ensemble constitue une pompe solaire.

- 1/- Quel est l'élément qui joue, à la fois, le rôle de source d'énergie et de convertisseur d'énergie ?
- 2/- Schématiser la chaîne énergétique de cette pompe solaire, en identifiant les convertisseurs d'énergie.
- 3/- Identifier les formes d'énergie stockées et les modes de leur transfert.

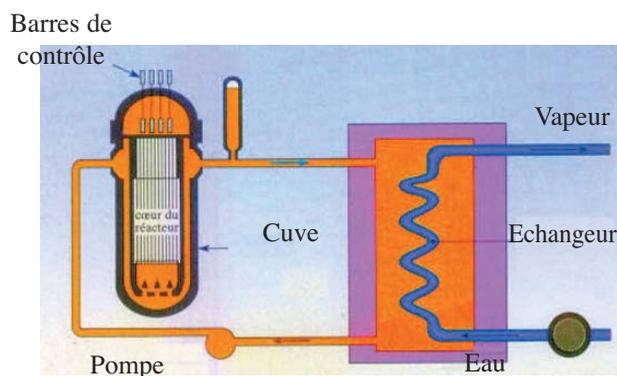
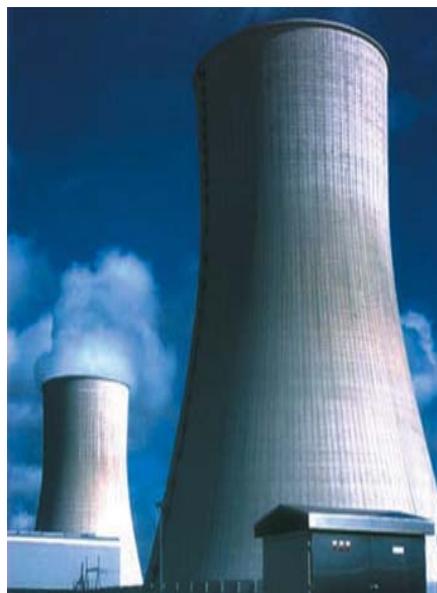
SAVOIR PLUS



LA CENTRALE NUCLEAIRE

Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Elle utilise pour cela la chaleur libérée par l'uranium qui constitue le "combustible nucléaire". L'objectif est de faire chauffer de l'eau afin d'obtenir de la vapeur. Les forces pressantes de la vapeur permettent de faire tourner à grande vitesse une turbine, laquelle entraîne un alternateur qui produit de l'électricité.

La marche d'un réacteur nucléaire peut être contrôlée avec précision. Pour le faire démarrer, pour l'arrêter, pour le faire fonctionner à différents niveaux de puissance, on agit sur l'intensité de la réaction en chaîne au moyen de barres de contrôle constituées de matériaux qui ont la faculté d'absorber les neutrons. La descente de ces barres dans le cœur du réacteur provoque l'absorption des neutrons et donc le ralentissement de la réaction en chaîne. On peut ainsi faire varier la puissance du réacteur en enfonçant plus ou moins profondément les barres de contrôle au milieu des assemblages combustibles contenant l'uranium. En cas de situations anormales, des barres de sécurité chutent automatiquement dans le cœur, stoppant instantanément le réacteur.



LA TERRE ET L'UNIVERS

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Les corps célestes
- **Activités(II)** : Les constellations
- **Activités(III)** : La Voie Lactée : notre Galaxie
- **Activités(IV)** : Le système solaire
- **Activités(V)** : La succession des jours et des nuits et celle des saisons

Pré-requis

- La matière et ses états
- Masse et densité
- Notion de mouvement

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Le ciel a-t-il le même aspect à différentes époques de l'année ?

2/- De quoi est constitué l'Univers ?

3/- Qu'appelle-t-on étoiles, constellations et galaxies ?

1/- Qu'appelle-t-on étoiles filantes ?

2/- Quelles différences y a-t-il entre un météore et un météorite ?

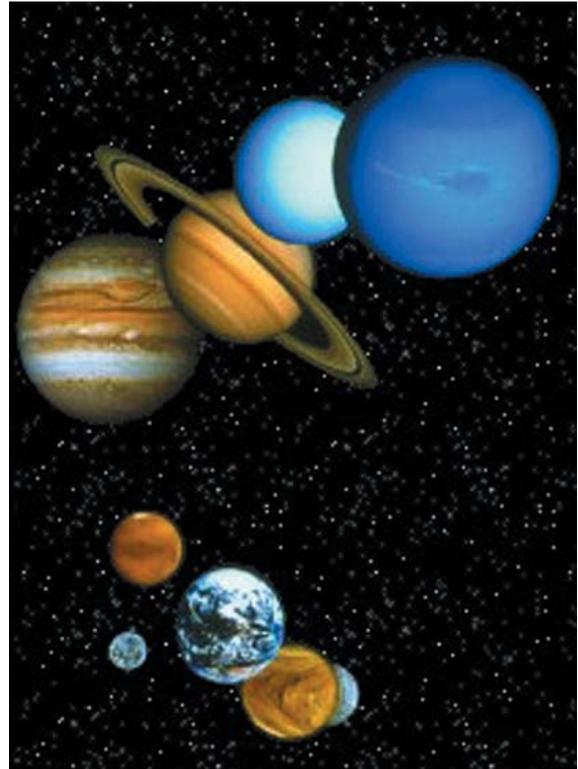




—ACTIVITES DE MISE EN SITUATION

1/- De quoi est constitué le système solaire ?

2/- Comment reconnaître à l'œil nu une planète parmi les étoiles ?



1/- Sommes-nous immobiles dans l'Univers ?

2/- Comment explique-t-on la succession des jours et des nuits ainsi que celle des saisons ?

3/- La Lune tourne-t-elle autour d'elle-même ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Qu'observe-t-on dans le ciel ?



- Par nuit dégagée, observons le ciel.



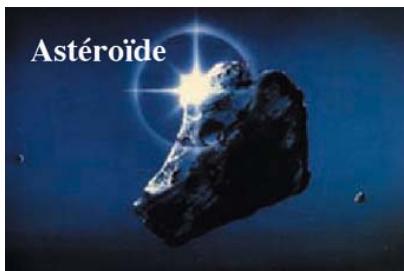
- Le ciel contient de petits corps assimilables à des points lumineux dont certains scintillent et d'autres éclairent de manière continue.
- Un corps lumineux relativement grand qui change d'aspect d'une nuit à une autre.



- Les corps lumineux qui scintillent sont appelés **étoiles**. Ils sont situés à des distances très grandes de la Terre. **Le Soleil** est une étoile.
- Les corps qui émettent de la lumière sans scintiller sont appelés des **planètes**. La **Terre** est une planète.
- Le corps lumineux qui change d'aspect est la **Lune**. C'est un **satellite naturel** de notre planète Terre.

- Certains corps lumineux qui brillent de façon continue sont envoyés par l'homme. Ce sont des **satellites artificiels**.

- Quelques traînées sont observées la nuit. Il s'agit de petits corps célestes appelés **astéroïdes**, qui se trouvant proche de la Terre, s'en rapprochent et brûlent au contact de l'atmosphère. La majorité des ces astéroïdes brûlants sont consommés totalement avant d'atteindre le sol de la Terre. On parle alors de **météores** ou d'**étoiles filantes**. Quelques uns n'arrivent pas à se transformer totalement (ils sont en nombre très limités) et tombent sur le sol avec une grande vitesse créant ainsi des **cratères**. Ce sont des **météorites**. Ils étaient la source d'information la plus précieuse sur la constitution de l'**Univers**.



Astéroïde



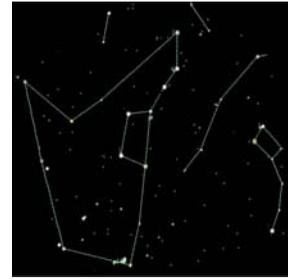
Météorite



Cratère

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

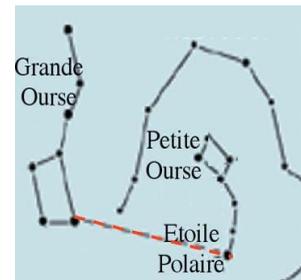
ACTIVITES (II) : Qu'est-ce qu'une constellation ?



• Des groupements d'étoiles dessinant dans le ciel des figures géométriques qu'on peut identifier à des personnages, des animaux ou des objets courants.



- Chaque groupement d'étoiles vu dans une même région du ciel est appelé **Constellation**.
- Les étoiles d'une même constellation n'ont pas le même éclat, ce qui veut dire qu'elles ne sont pas situées à la même distance de la Terre. C'est un effet de perspective qui nous mène à voir des formes simples.



- On peut citer quelques constellations identifiables par leur forme: Orion, Gémeaux, Cassiopée, Balance, Vierge, Grande Ourse, Aigle, Cygne, Petite Ourse, Lion, chien de chasse
- Ces constellations sont utilisées par nos ancêtres pour se repérer. Le nord est indiqué **par l'étoile Polaire**. La Polaire est facile à retrouver une fois la **Grande Ourse** (qui a la forme d'une casserole) est repérée : il suffit de prolonger vers la petite ourse, d'environ 5 fois, la distance du bord de la "casserole".
- Les distances qui séparent les étoiles sont très grandes (des dizaines de milliards de km). On utilise, en astronomie, une unité adaptée : l'**année lumière** de symbole (**a.l**). Une année lumière est la distance que parcourt, dans le vide, un signal lumineux pendant une durée d'une année avec la **célérité** (vitesse de propagation) $c = 3.10^8 \text{m.s}^{-1}$: $1 \text{a.l} = 1 \times 365 \times 24 \times 3600 \times 3.10^8 \approx 9,46.10^{12} \text{ km}$. Proxima du Centaure, étoile la plus proche de la Terre autre que notre Soleil, est située à 4,22 a.l: la lumière issue de cette étoile, qu'on reçoit aujourd'hui, est celle qui est émise il y a 4,22 années. La lumière met 8 mn environ pour nous arriver du Soleil. On dit que la distance qui nous sépare du Soleil est de 8 mn.l environ.

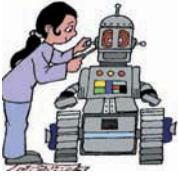
Remarque

Les étoiles ne sont pas éternelles ; leur durée de vie est liée à leur taille : une étoile moyenne comme le Soleil a une longévité de 10 milliards d'années. Au début de leur existence, les étoiles sont très chaudes ; leur couleur est bleue. Elles sont moins chaudes quand elles deviennent adultes; leur couleur est jaune. A la fin de sa vie, une étoile se transforme en une **géante rouge**.

Certaines lumières qu'on reçoit aujourd'hui peuvent correspondre à des étoiles ayant déjà disparu. De même, les lumières de certaines étoiles jeunes sont en cours de route et ne sont pas encore perçues sur Terre.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (III) : Qu'appelle-t-on la Voie lactée ?



- Par nuit dégagée, on distingue une traînée blanchâtre à travers le ciel.



- La traînée blanche est formée d'innombrables étoiles très éloignées de la Terre. Ces étoiles sont trop peu lumineuses et trop serrées pour être vues distinctement. Cette traînée fait partie d'un ensemble de 200 milliards d'étoiles qui constitue **notre Galaxie** : c'est la **Voie Lactée**.

• La voie Lactée, née il y a environ 15 milliards d'années, est une **galaxie spirale** qui ressemble à un grand disque qui aurait une bosse en son milieu et de grands bras couverts d'étoiles. Le Soleil se situe sur l'un de ses bras à 30 000 a.l. de son centre.



- La Voie Lactée, d'un diamètre d'environ cent mille années-lumière et d'épaisseur 15 000 années lumière, gravite dans l'espace, en tournant plus vite au centre.

- Dans l'Univers il y a des milliards de galaxies telles que :
 - - la **galaxie d'Andromède**, visible à l'œil nu dans l'hémisphère nord ;
 - - la **galaxie de Magellan**, visible à l'œil nu dans l'hémisphère sud.



Andromède

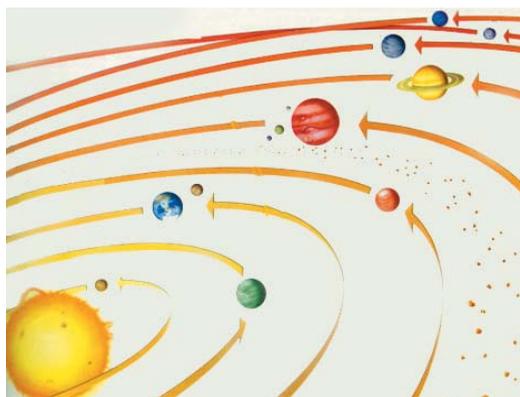


Magellan

- Certaines galaxies se distinguent par leur forme elliptique, spirale, irrégulière....
- Les galaxies à leur tour, sont groupées en **amas** (notre Galaxie, la galaxie de Magellan et la galaxie d'Andromède et une vingtaine d'autres appartiennent à un même amas appelé l'**Amas Local**).
- L'Univers stellaire est immense !

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV) : Qu'est ce que le système solaire et de quoi il est constitué ?



- On compte neuf corps célestes en mouvement autour du Soleil.
- Plusieurs petits objets se trouvent entre ces corps et le Soleil.



- Le Soleil est une étoile "boule de gaz incandescente". Sa température est de l'ordre de 6 000°C à la surface et de l'ordre de 15 000 000°C au centre. Il est une source d'énergie qui nous est transférée par rayonnement.
- L'âge estimé du Soleil est de 5 milliards d'années. Il lui reste encore 5 milliards d'années pour s'éteindre.
- Le Soleil, les neuf corps célestes qui gravitent autour du Soleil et les autres petits objets constituent ensemble le **système solaire**.

• Les neuf corps célestes qui gravitent autour du Soleil sont appelés des **planètes**. Mars, Jupiter et Saturne sont vues certaines nuits, vers le Sud, dans une bande du ciel située de part et d'autre de la trajectoire du Soleil ; quant à Mercure et Vénus, elles peuvent être observées au crépuscule, à l'Ouest, ou bien à l'aube à l'Est.

• Huit planètes ont des trajectoires planes elliptiques appelées **orbites**. Elles sont situées dans un même plan contenant le Soleil appelé **écliptique**. La neuvième planète (Pluton), la plus lointaine du soleil, a une trajectoire elliptique aussi mais, légèrement inclinée par rapport à celle des autres planètes.

• Les corps qui gravitent autour des planètes sont des Satellites. A l'exception de Mercure et de Vénus, toutes les planètes du système solaire possèdent un ou plusieurs satellites. Ceux-ci ont des tailles, des compositions et des aspects de surface assez variés. Certaines planètes telles que Saturne, Uranus et Neptune sont entourées d'**anneaux** constitués de petites roches et de Glace (hélium, méthane, hydrogène, ammoniac, ...).

• Une gigantesque ceinture, formée par des dizaines de milliers de roches appelées **astéroïdes**, se trouve entre les orbites de Mars et de Jupiter.

• Des corps célestes apparaissent périodiquement à des intervalles de temps relativement longs (vu que leur orbite est très grande). Ce sont des **comètes**. La **comète de Halley** en est une. Elle est visible depuis la Terre tous les 76 ans.



ACTIVITES EXPERIMENTALES

- La ceinture d'astéroïdes sépare les planètes en deux familles:
 - famille des **planètes internes** ou **telluriques** : Elle comprend **Mercury**, **Venus**, la **Terre** et **Mars**. Ces planètes sont principalement composées de roches et de métaux et ont une densité relativement élevée, une rotation lente, une surface solide, pas d'anneaux et peu de satellites.
 - famille des **Planètes externes** ou **gazeuses** : Elle comprend **Jupiter**, **Saturne**, **Uranus**, **Neptune** et **Pluton**. Les planètes gazeuses sont principalement composées d'hydrogène et d'hélium et généralement ont une faible densité, une rotation rapide, des atmosphères épaisses, des anneaux et beaucoup de satellites.

De la Terre, on voit que la Grande Ourse ainsi que les différentes constellations tournent autour de la Polaire en 23 h 56 mn. Ce qui montre que notre planète, la Terre, effectue autour de l'axe qui passe par ses pôles un mouvement de rotation de durée 23 h 56 mn (un jour) appelée **période de rotation**. Comme elle tourne autour du Soleil en 365,25 j (une année) appelée **période de révolution**.



Ciel étoilé photographié la nuit avec un temps de pose de 1 heure.

Planète / Caractéristiques	Mercury	Venus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Pluton
Distance moyenne au Soleil (millions de km)	57,93	108,20	149,6	227,94	778,33	1430	2870	4490	5910
Diamètre équatorial (km)	4878	12104	12756	6786	142264	120536	51118	49528	2300
Période de rotation (heure)	1403,5	5815,2	23,93	24,62	9,84	10,23	17,90	19,20	6,39
Période de révolution (année)	0,241	0,615	1	1,88	11,86	29,46	84,01	164,79	248,54
Vitesse moyenne orbitale (km/s)	47,89	35,03	29,79	24,14	13,06	9,64	6,81	5,47	4,74
Température de surface (°C)	de -180 à 430	480	de -55 à 70	de -120 à 25	-150	-180	-210	-220	-230
Masse relative à la Terre	0,06	0,81	1	0,11	317,93	95,18	14,53	17,14	0,01
Densité moyenne	5,43	5,25	5,52	3,95	1,33	0,69	1,29	1,64	2,03
Pesanteur à la surface (N/kg)	3,73	9,12	9,80	3,72	24,9	9,02	7,74	11,8	0,392
Nombre de satellites connus	0	0	1	2	16	23	15	8	1

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V) : Comment expliquer les saisons ainsi que la succession des jours et des nuits ?



- Dans une salle obscure, exposons à la lumière émise par une lanterne "le globe terrestre" sur lequel est placé, en Tunisie, le drapeau national.
- Faisons tourner "le globe terrestre" autour de l'axe polaire.

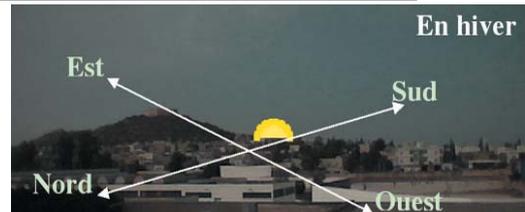
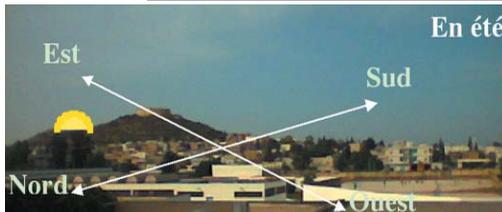
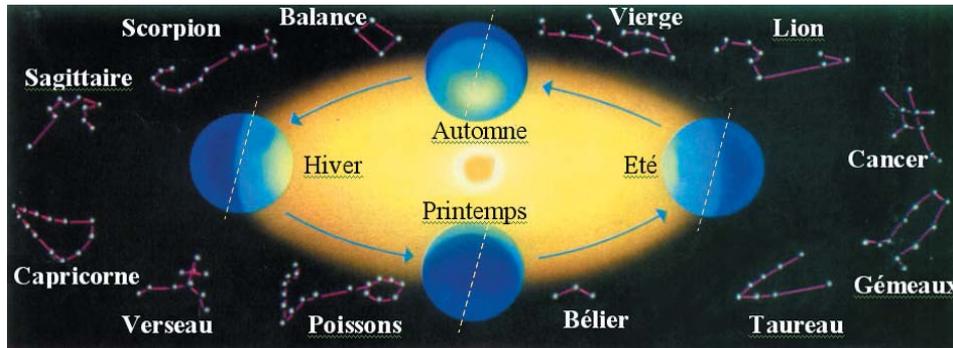


- La moitié de la Terre exposée à la lumière est éclairée.
- La deuxième moitié est dans l'obscurité.



- Une personne, se trouvant dans la moitié éclairée, voit ce qui l'entoure. Pour elle, il fait **jour**.
- Suite à la rotation de la Terre, la personne est dans la moitié non éclairée ; elle ne distingue plus ce qui l'entoure. Pour elle, il fait **nuît**.
- Si on continue à faire tourner le "globe", jour et nuit vont se succéder.

La rotation de la Terre autour de l'axe polaire engendre la succession des jours et des nuits.



- Le 21 (ou 22) Juin, les rayons solaires arrivent presque orthogonalement sur Tunis. Le décalage du Soleil vers le nord est maximal (le Soleil se lève au nord-est et se couche au nord-ouest).
- Le 21 (ou 22) Décembre, les rayons solaires arrivent avec une inclinaison maximale. Le décalage du Soleil vers le sud est maximal (le Soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest).
- Le 22 (ou 23) Septembre et le 20 (ou 21) Mars, le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest.



- Lorsque les rayons solaires sont presque orthogonaux à la surface de la Terre, le temps fera chaud. Il s'agit du début de l'**été**. Le 22 (ou 23) Décembre, les rayons solaires tombent avec une inclinaison telle que le temps fera froid. Il s'agit du début de l'**hiver**.
- A partir du début de l'hiver, le Soleil commence à se décaler vers le sud. Il passe par l'est le 20 (ou 21) Mars ; au début du **printemps** et y retourne le 22 (ou 23) Septembre; au début de l'**automne**.

Les débuts des couper du jeun sont-ils à la même heure le long des années ?

Dans la carte des saisons ci-dessus, repérez la position de la Terre à la date de votre naissance.

FICHE T.P

LES CONSTELLATIONS

Buts

Construire une partie de la carte du ciel en utilisant un document contenant des informations sur les positions de quelques étoiles.

Retrouver quelques constellations parmi les plus connues.

Utiliser la carte obtenue, pour reconnaître le nord géographique.

Matériels

Carte vierge du ciel.

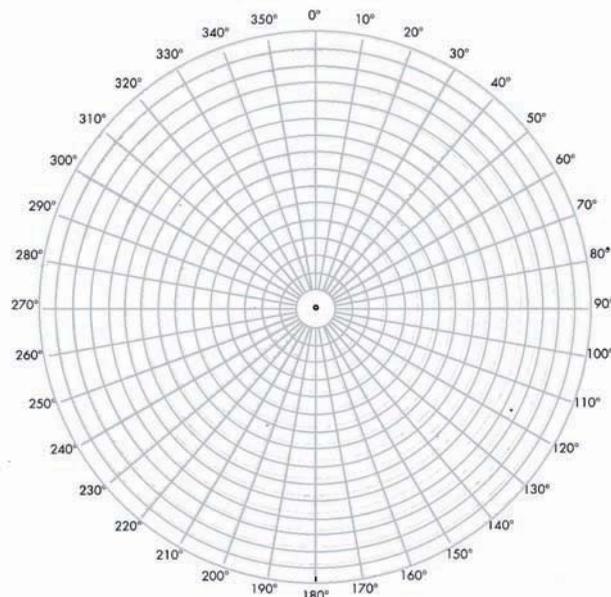
Un tableau contenant des informations sur les positions de quelques étoiles.

Expérimentation

Utiliser le document comportant le nom et les coordonnées (distance à l'étoile polaire choisie arbitrairement au centre et angle par rapport à la direction nord géographique) de quelques étoiles pour obtenir une partie de la carte du ciel.

Compléter la carte en plaçant les étoiles qui définissent quelques constellations. Dessiner ces constellations et porter le nom de chacune sur la carte obtenue.

Utiliser, par nuit dégagée, la carte ainsi construite pour retrouver le nord géographique.



Etoile	Angle	Distance
Etoile polaire	0°	0
Véga	345°	5,5 divisions
Castor	170°	6,0 divisions
Arcturus	280°	7,0 divisions
Pollux	175°	6,5 divisions

Constellation	Angle	Distance
Grande Ourse		
1	275°	5,0 divisions
2	270°	3,5 divisions
3	260°	3,5 divisions
4	245°	3,5 divisions
5	240°	4,0 divisions
6	225°	3,5 divisions
7	225°	3,0 divisions
Cassiopee		
1	95°	3,0 divisions
2	90°	3,5 divisions
3	85°	3,0 divisions
4	80°	3,5 divisions
5	75°	3,0 divisions

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



AUORES POLAIRES

Les aurores polaires apparaissent, vues depuis la Terre, comme des tâches ou des bandes de lumière, souvent striées, un peu comme des rideaux lumineux se balançant dans un courant d'air. Elles sont surtout de couleur verte ou rouge. On peut les observer pendant plusieurs dizaines de minutes.

Depuis l'hémisphère nord, on les observe à des latitudes voisines de 70 degrés, c'est-à-dire en Scandinavie, au Nord de la Sibérie, au Canada, en Alaska...

Au Sud de la planète, on les perçoit aux abords du continent Antarctique.

Les lumières aurorales sont émises dans l'ionosphère à des altitudes comprises entre 80 et 150 kilomètres.

On explique la formation des Aurores Polaires Boréale au Nord et Australe au Sud, par le fait que des particules chargées électriquement venant du Soleil sont attirées par les pôles magnétiques terrestres.

La lumière des aurores provient des collisions entre des particules rapides provenant de la magnétosphère et les atomes et ions de l'ionosphère.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «magnétosphère», «Collision» et «ionosphère».

2/- Comment expliquer la formation des aurores polaires ?

3/- Les aurores boréales sont-elles visibles de partout de la Terre ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Chaque groupement d'étoiles vu dans une même région du ciel est appelé Constellation.
- Ces constellations sont utilisées par nos ancêtres pour se repérer. Le nord est indiqué par l'étoile Polaire. La Polaire est facile à retrouver une fois la Grande Ourse (qui a l'aspect d'une casserole) est repérée.
- Une année lumière est la distance que parcourt, dans le vide, un signal lumineux pendant une durée d'une année avec la célérité $c = 3.108\text{m.s}^{-1}$: $1\text{a.l} \approx 9,46.10^{12} \text{ km}$.
- La voie Lactée, née il y a environ 15 milliards d'années, est une galaxie spirale qui ressemble à un grand disque qui aurait une bosse en son milieu et de grands bras couverts d'étoiles. Le Soleil se situe sur l'un de ses bras à 30 000 a.l. de son centre.
- Les galaxies sont groupées en amas (notre Galaxie, la galaxie de Magellan et la galaxie d'Andromède et une vingtaine d'autres appartiennent à un même amas appelé l'Amas Local).
- Le Soleil, les neuf planètes, leurs satellites, les astéroïdes et les comètes constituent ensemble le système solaire.
- La ceinture d'astéroïdes sépare les planètes en deux familles :
 - Planètes internes ou telluriques : Mercure, Venus, la Terre et Mars.
 - Planètes externes ou gazeuses : Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton.
- La rotation de la Terre autour de l'axe polaire engendre la succession des jours et des nuits.
- Du fait de l'inclinaison de son axe par rapport à l'écliptique, plan de sa trajectoire, et de sa rotation autour du Soleil, la Terre présente le phénomène périodique des saisons. En hiver le Soleil s'élève moins sur l'horizon qu'en été, la durée d'exposition devient plus courte et les températures plus basses.

APERCU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant Al Khawarizmi (780/850).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

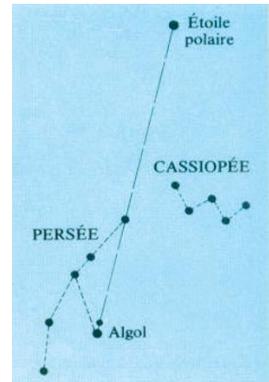
L'étoile Algol découverte dans la constellation de Persée nous cligne de l'œil. Tous les deux jours environ son éclat diminue pendant 4 heures.

Algol est une étoile double : les deux étoiles qui la constituent tournent l'une autour de l'autre en deux jours et 20 heures.

Vues depuis la Terre, elles paraissent l'une devant l'autre s'éclipsant à chaque passage. Comme l'une est 40 fois plus brillante que l'autre, nous ne percevons l'éclipse que lorsque l'étoile la moins brillante passe devant l'étoile la plus brillante.

1/- Dans la figure sont représentées deux constellations et deux étoiles : lesquelles ?

2/- Faire un schéma représentant la Terre et les deux étoiles Algol (en bleue la plus brillante et en rouge la seconde) permettant de voir l'éclipse.

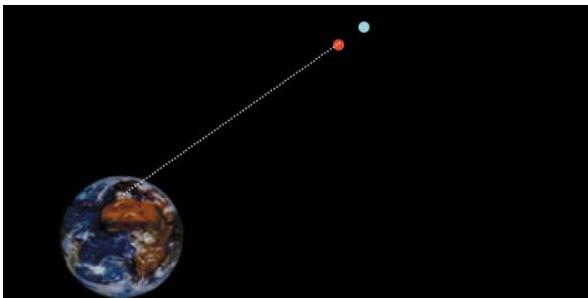


Solution

1/- Les deux constellations sont : Cassiopée et Persée.

Les deux étoiles sont : l'étoile Polaire et Algol.

2/-

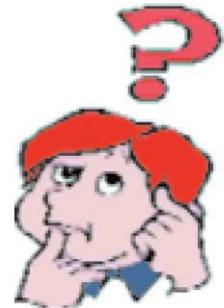


Commentaires

Algol en réalité est un ensemble de deux étoiles. Elle a été baptisée Algol par les astronomes arabes ce qui signifie "œil du démon".

L'éclipse est perçue lorsque les deux étoiles Algol et l'observateur lié à la Terre sont alignés.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Le système solaire comporte le , qui est une étoile, et des qui gravitent autour de lui. Autour de certaines de ces dernières gravitent des
- 2/- La nuit il faut se tourner vers pour repérer, dans le ciel, les planètes Mars, Jupiter et Saturne.
- 3/- Il existe des milliards de galaxies dans l'Univers qui sont regroupées en

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Certaines planètes telles que Saturne, Uranus et Neptune sont entourées d'anneaux constitués de petites roches et de glace.
- 2/- L'année lumière est une unité de durée.
- 3/- La nuit, dans le ciel, toutes les étoiles brillent d'un éclat continu.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- La durée de vie de notre Soleil est (5/10/15) milliards d'années.
- 2/- Quelques étoiles dessinent dans le ciel de grandes figures appelées (*comètes/ constellations*).
- 3/- Au début de leur existence, les étoiles ont une couleur (*bleue/rouge/jaune*) ; leur température en surface est très élevée. Cette couleur passe au (*bleue/rouge/jaune*) quand l'étoile est adulte et devient (*bleue/rouge/jaune*) à la fin de sa vie.

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

L'étoile la plus proche (Proxima du Centaure) est à 4,22 a.l de la Terre. La distance, en km, qui nous sépare de cette étoile est :

- (a) 40.10^9 ;
- (b) $12,66.10^8$;
- (c) $39,92.10^{12}$.

2- En vous aidant des informations fournies dans le tableau des caractéristiques des planètes, indiquer :

- la planète la plus proche du Soleil ;
- la planète la plus grosse ;
- la planète la moins dense ;
- sur quelle planète le poids d'un corps a la valeur la plus grande.



3. Recopier le tableau suivant puis cocher les cases qui conviennent

	Halley	Terre	Soleil	Véga	Lune	Io	Voie Lactée	Mars	Cassiopée
Galaxie									
Constellation									
Etoile									
Planète									
Satellite									
Comète									

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1. En vous aidant des informations fournies dans le tableau des caractéristiques des planètes et sachant que le diamètre du Soleil vaut $1,4 \cdot 10^6$ km.

1/- Calculer la longueur correspondant au diamètre de la Terre, si on représente le Soleil par une boule de 14 cm de diamètre.

2/- A la même échelle, préciser à quelle distance faudrait-il placer la Terre par rapport au Soleil.

2. Ces ellipses représentent les trajectoires des planètes autour du Soleil. Les points noirs correspondent aux positions de ces planètes à un moment donné.

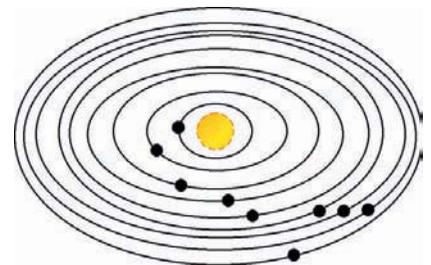
1/- a)- Donner le nom attribué à ces trajectoires.

b)- Donner le nom attribué au plan qui les contient.

2/- a)- Recopier ce schéma et placer à côté de chaque point le nom de la planète correspondant.

b)- Ces planètes à un instant ultérieur auront-elles la même position ?

3/- Classifier ces planètes en deux familles en précisant le(s) critère(s) adopté(s).



3. Pour le paysage représenté ci-contre, observer la course du Soleil, puis choisir la bonne réponse.

1/- Le Soleil se lève :

(a)- à l'Est ; (b)- au Sud-Est ; (c)- au Nord-Est.

2/- Le Soleil se couche :

(a)- à l'Ouest ; (b)- au Sud-Ouest ; (c)- au Nord-Ouest.

3/- Nous sommes :

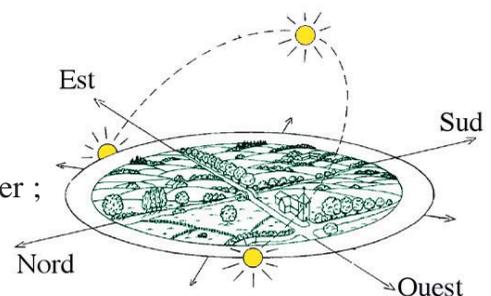
(a)- au printemps (ou en automne) ; (b)- en été ; (c)- en hiver ;

4/- Durant cette saison :

(a)- les jours sont plus longs que les nuits ;

(b)- les nuits sont plus longues que les jours ;

(c)- les jours et les nuits ont une durée sensiblement égale.



SAVOIR PLUS



LA NAISSANCE DE L'UNIVERS

Selon la théorie du Big-Bang, l'Univers serait né d'une explosion il y a environ 15 milliards d'années.

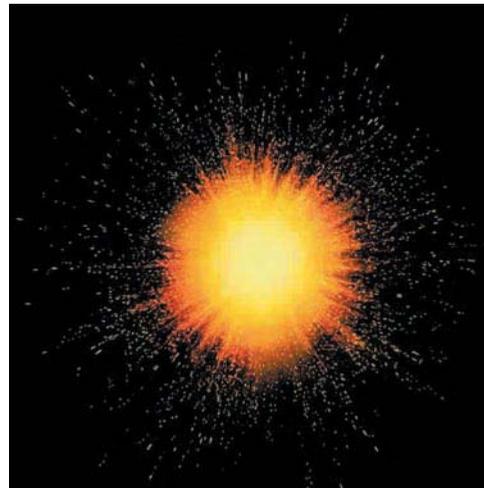
Au stade initial, l'Univers était infiniment petit, ultra-dense, mais également très chaud et très lumineux. Une seule particule subatomique (plus petite que l'atome) est peut être à l'origine de tous l'Univers.

L'idée du Big-Bang, c'est-à-dire d'une singularité originelle qui a explosé, est une conséquence directe de la loi de Hubble. Celle-ci dit que la vitesse d'éloignement d'une galaxie est proportionnelle à sa distance à notre Galaxie, et que si le mouvement d'éloignement des galaxies était inversé pendant un temps égal à l'âge de l'Univers, toutes les galaxies se rencontreraient en un seul point au même instant.

L'Univers a connu depuis sa naissance une formidable expansion et s'étendrait aujourd'hui sur environ 15 milliards d'années-lumière.

Au cours de l'expansion de l'Univers, une partie de sa masse s'est condensée pour former des milliards d'étoiles, regroupées en galaxies. Toutes les galaxies sont elles-mêmes en expansion et s'éloignent de leurs voisines.

Il n'est pas impossible qu'un jour l'Univers arrête son expansion, se contracte et donne un Big-Bang à l'envers nommé Big-Crunch.



L'OPTIQUE

LA LUMIERE ET SA PROPAGATION

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : L'œil, un détecteur de lumière
- **Activités(II)** : Sources primaires et sources secondaires de lumière
- **Activités(III)** : Propriété de la matière vis-à-vis de la lumière
- **Activités(IV)** : Propagation rectiligne de la lumière
- **Activités(V)** : Ombre et pénombre
- **Activités(VI)** : Les phases de la Lune - Les éclipses

Pré-requis

- Etoiles, planètes et satellites
- Théorème de Thalès
- Milieu homogène

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Voit-on cet objet lorsque les bougies sont éteintes ?

2/- Les bougies sont-elles des sources de lumière primaires ou secondaires ?

3/- Comment l'œil détecte-t-il les corps ?

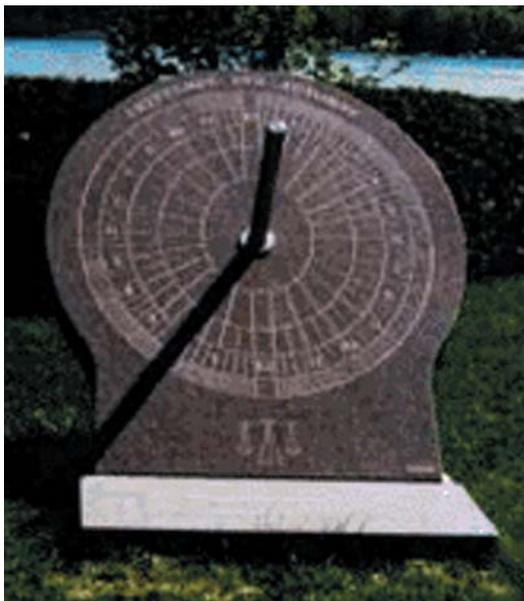
1/- La Lune émet-elle de la lumière ?

2/- Pourquoi, d'une nuit à une autre, la Lune nous apparaît-elle sous des formes différentes ?



1/- Qu'appelle-t-on éclipse de Soleil ?

2/- Comment explique-t-on l'éclipse total de Soleil ?



1/- Quel phénomène optique régit le fonctionnement d'un cadran solaire ?

3/- Pourquoi la longueur de l'ombre, à la même heure, change-t-elle suivant les saisons ?

2/- Quelle différence y a-t-il entre l'ombre et le pénombre ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : A quelle condition voit-on les objets qui nous entourent?



- Posons la nuit, un livre sur une table.
- Eclairons le livre.



- Le livre posé sur la table ne devient visible que lorsqu'il est éclairé.



- Dans l'obscurité, les objets sont invisibles. Eclairés, ils deviennent visibles. Ils **diffusent** (renvoient dans toutes les directions) une partie de la lumière qu'ils reçoivent.
- Pour voir il faut que nos yeux reçoivent de la lumière.
- La lumière renvoyée par l'objet éclairé traverse les différents **milieux transparents** de l'**œil** pour former, sur la rétine, l'**image** de cet **objet**.
- La rétine est le **récepteur** de lumière. Le cerveau reconnaît l'objet après un traitement des informations cheminées par les nerfs optiques en provenance de la rétine impressionnée par la lumière envoyée par l'objet.
- L'œil joue le rôle de **détecteur de lumière**.



Un objet n'est visible que s'il renvoie dans nos yeux, une partie de la lumière qu'il reçoit.

Remarque

Les pellicules photographiques et les végétaux chlorophylliens sont des détecteurs chimiques de la lumière.

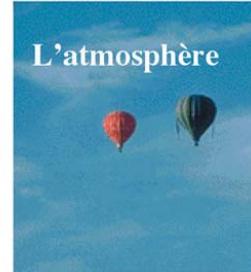
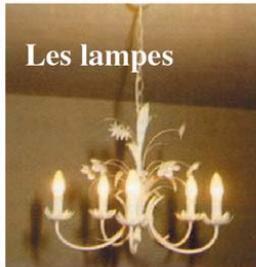
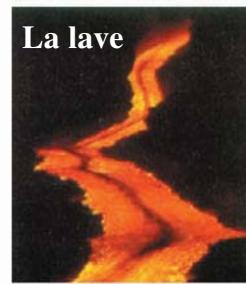
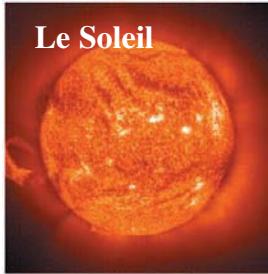
Les cellules des capteurs C.C.D (dispositif à transfert de charges) qui équipent les caméras vidéo et les cellules photovoltaïques qui équipent les capteurs solaires sont des détecteurs électroniques de lumière.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (II) : Qu'appelle-t-on source de lumière ?



- Observons les objets lumineux suivants :



- Le Soleil, la lave et les lampes émettent la lumière qu'ils produisent.
- La Terre, la Lune et l'atmosphère diffusent la lumière qu'ils reçoivent.



Les objets cités sont visibles par ce qu'ils émettent de la lumière.

- Une **source de Lumière** est un objet qui **émet de la lumière**.

- On distingue deux types d'émetteurs de lumière :

- Les **sources primaires** de lumière. Ce sont des corps qui produisent leur propre lumière.

- Les **sources secondaires** de lumière. Ce sont des corps qui diffusent une partie de la lumière qu'ils reçoivent d'une autre source.

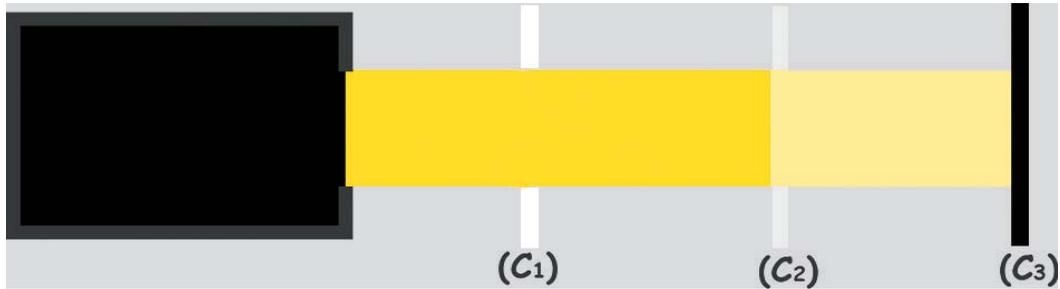
Remarque

La lumière du Soleil se répand dans tout l'espace qui nous entoure. Pourtant, la nuit, le ciel paraît noir. Cela s'explique par le fait qu'en traversant le vide spatial, la lumière émise par le Soleil ne rencontre pas des particules matérielles pour la diffuser.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (III) : Les corps laissent-ils passer la lumière ?

- Plaçons trois plaques [(C₁) en verre, (C₂) en verre martelé et (C₃) en bois] successivement sur le trajet d'un faisceau lumineux cylindrique.
- Plaçons l'œil derrière la plaque (C₃) et regardons dans la direction de la source de lumière.
- Retirons (C₃) puis (C₂) tout en regardant la source.



- (C₁) laisse passer la lumière reçue et permet de voir nettement le filament de la lampe.
- (C₂) laisse passer une partie de la lumière reçue sans permettre de reconnaître la forme du filament.
- (C₃) ne laisse pas passer la lumière reçue.



- La plaque en verre laisse passer la lumière reçue sans la diffuser : c'est un **corps transparent**.
- La plaque en verre martelé laisse passer une partie de la lumière reçue et diffuse par sa surface le reste. C'est un **corps translucide**.
- La plaque en bois ne laisse pas passer la lumière reçue. Elle en absorbe une partie au niveau de sa surface qui diffuse le reste : c'est un **corps opaque**.

Parmi les substances suivantes indiquer celles qui sont transparentes, celles qui sont translucides et celles qui sont opaques : l'eau, le nuage, le cuivre, le papier huilé, le carton, le verre, le fer, l'air et le papier calque.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV) : Comment se propage la lumière dans un milieu transparent homogène ?



- Utilisons le filament d'une petite lampe à peine incandescent comme source lumineuse.
- Visons ce filament à travers trois écrans opaques percés chacun d'un trou.



- Seule la disposition alignée des trous permet d'observer le filament.



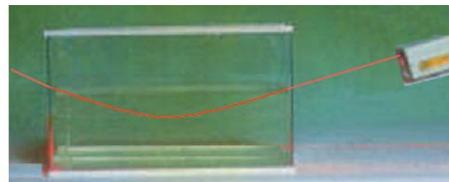
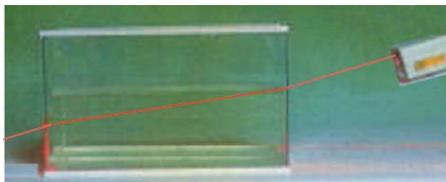
- Pour être perçue, la source doit être située sur la droite joignant la source à l'œil à travers les trous.
- Entre émetteur et récepteur, la lumière suit, au cours de sa propagation dans l'air, une ligne droite. On dit que **la propagation de la lumière est rectiligne**.

On modélise le trajet rectiligne de la lumière par une droite fléchée (portant une flèche indiquant le sens de propagation de la lumière) appelée **rayon lumineux**.

- L'ensemble de rayons lumineux issus d'une même source est appelé **faisceau de lumière**.
- En réalité, on ne peut jamais isoler un rayon lumineux. Mais, on peut obtenir un pinceau de lumière qui est un faisceau étroit de lumière cylindrique.
- On distingue trois types de faisceaux:
 - le **faisceau parallèle** ou cylindrique: tous les rayons lumineux de ce faisceau sont parallèles entre eux;
 - le **faisceau convergent**: les rayons lumineux qui constituent ce faisceau se dirigent vers un même point;
 - le **faisceau divergent**: les rayons d'un tel faisceau sont issus ou semblent provenir d'un même point.



- Eclairons une cuve contenant de l'eau pure par un faisceau laser.
- Déposons au fond de la cuve remplie d'eau une couche de sel de cuisine et l'éclairons avec la source laser.



- Le faisceau laser dans l'air est rectiligne ; c'est aussi le cas s'il traverse l'eau pure contenue dans la cuve en verre.
- Le faisceau laser n'est plus rectiligne dans l'eau salée.

ACTIVITES EXPERIMENTALES



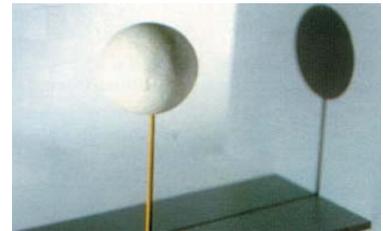
- L'air, l'eau pure et le verre sont des corps homogènes transparents.
- L'eau contenant un sel non mélangé est un milieu transparent non homogène (la concentration du sel diminue progressivement du bas en haut).
- Dans un milieu homogène transparent, la lumière se propage en ligne droite.
- Dans un milieu non homogène transparent, la propagation de la lumière n'est pas rectiligne.

• La vitesse de propagation (ou célérité) de la lumière dans le vide est égale à c : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$. Dans l'air, elle est voisine de c .

ACTIVITES (V) : Qu'appelle-t-on ombre et qu'appelle-t-on pénombre ?



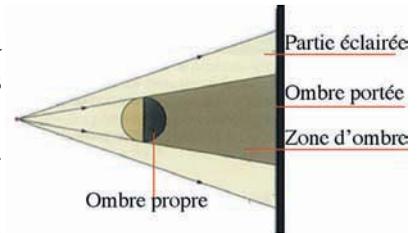
- Eclairons un écran avec une source ponctuelle de lumière et plaçons une sphère opaque dans le champ de l'espace éclairé.



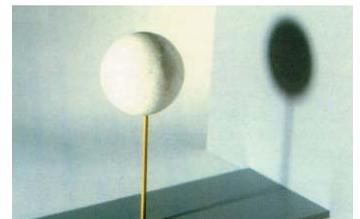
- L'ombre de la sphère portée sur l'écran est un cercle qui a un contour bien défini.



- Seule la partie de la sphère se trouvant face à la lumière est éclairée; l'autre partie se trouve dans l'ombre : c'est l'**ombre propre** de la sphère.
- On observe sur l'écran l'**ombre portée** de la sphère. Elle est plus grande que la sphère.
- Aucun rayon lumineux n'arrive en un point de la zone d'ombre.



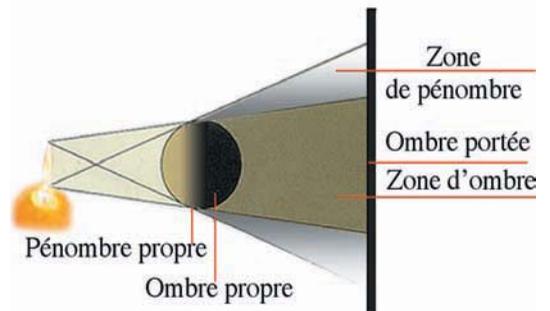
- Eclairons l'écran avec une source étendue de lumière et plaçons la sphère opaque dans le champ de l'espace éclairé.



- Les contours de l'ombre portée de la sphère sur l'écran ne sont plus nets.
- Tout autour de l'objet existe une zone sombre.



- Avec une source étendue éclairant un objet opaque, on obtient :
 - une **zone d'ombre** centrale : aucun rayon lumineux n'y parvient ;
 - une **zone de pénombre** : en s'éloignant de la zone d'ombre, une partie de plus en plus étendue de la source éclaire cette région.

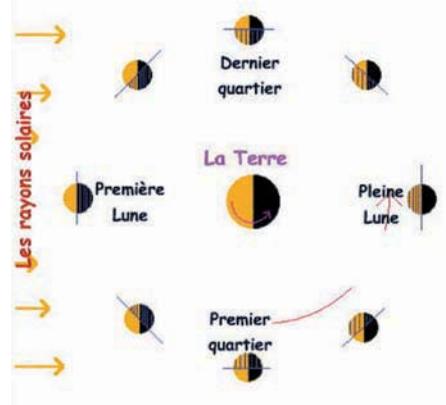


— ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (VI) : Pourquoi la Lune nous paraît-elle sous des formes différentes?



- La Lune tourne autour de la Terre. Nous ne voyons que la partie de la région éclairée de la Lune.
- Plusieurs formes de la Lune sont vues depuis la Terre.



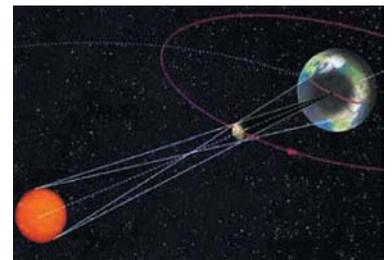
- Pour un observateur terrestre, la Lune effectue un tour en un mois lunaire de **29 jours et demi environ**. Cette durée est appelée **lunaison**. Ainsi, sa position dans le ciel et la forme de sa partie éclairée changent progressivement au cours d'un mois lunaire. On dit que la Lune présente différentes phases.
- Les **phases de la Lune** correspondent aux formes vues depuis la Terre. La même phase est visible après une lunaison.

- On distingue quatre positions particulières de la Lune: la **nouvelle Lune**, le **premier quartier**, la **pleine Lune** et le **dernier quartier**.



L'éclipse de Soleil

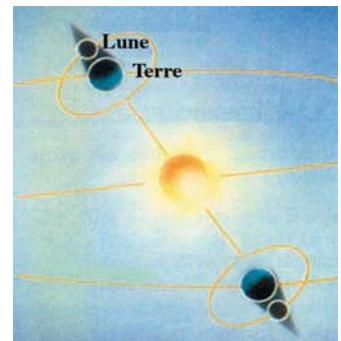
Dans la phase de nouvelle Lune, il arrive que la Lune passe entre la Terre et le Soleil. La Lune crée alors une ombre portée sur la Terre. Pour des observateurs terrestres situés dans cette ombre, la Lune peut masquer complètement le Soleil: c'est l'éclipse totale de Soleil.



L'éclipse de Lune

Dans la phase de pleine Lune, il arrive que la Lune pénètre dans la zone d'ombre de la Terre. N'étant plus éclairée, elle devient invisible dans le ciel nocturne c'est une éclipse de Lune. Le Soleil, la Terre et la Lune sont alors alignés dans cet ordre.

Deux éclipses de Lune consécutives sont séparées d'environ six mois.



FICHE T.P

CHAMBRE NOIRE

Buts

Observer l'image d'une bougie obtenue sur l'écran d'une chambre noire.

Appliquer le principe de la propagation rectiligne de la lumière pour expliquer la nature, la position et la grandeur de l'image obtenue.

Etudier les effets de variation des caractéristiques d'une chambre noire sur l'image obtenue (grandeur, netteté et luminosité).

Matériels

Une chambre noire dont l'ouverture du Diaphragme et la distance Diaphragme-Ecran sont réglables.

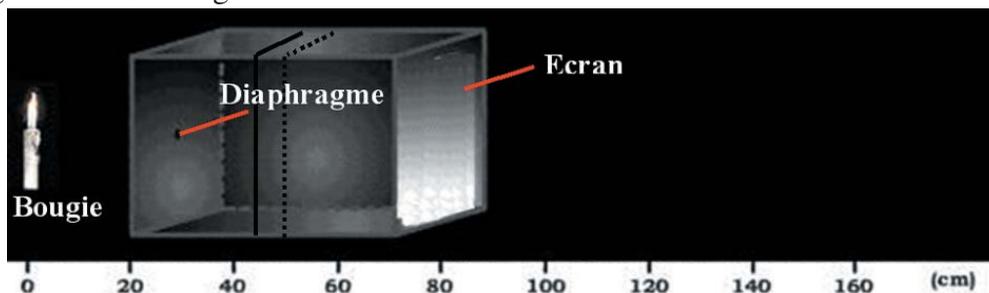
Une bougie.

Une règle.

Expérimentation

Observer l'image de la bougie obtenue sur l'écran de la chambre noire.

Appliquer le principe de la propagation rectiligne de la lumière pour expliquer la nature, la position et la grandeur de l'image.



Garder Constantes la distance Ecran-objet et l'ouverture du diaphragme et augmenter la distance Diaphragme-Objet. Observer l'image de la bougie obtenue sur l'écran de la chambre noire.

Noter les effets de l'augmentation de la distance Diaphragme-Objet sur l'image obtenue (grandeur, netteté et luminosité).

Garder Constantes la distance Diaphragme-objet et l'ouverture du diaphragme et augmenter la distance Ecran-Objet. Observer l'image obtenue de la bougie sur l'écran de la chambre noire.

Noter les effets de l'augmentation de la distance Ecran-Objet sur l'image obtenue.

Garder Constantes les distances Diaphragme-objet et Ecran-objet et augmenter l'ouverture du diaphragme. Observer l'image obtenue de la bougie sur l'écran de la chambre noire.

Noter les effets de l'augmentation de l'ouverture du diaphragme sur l'image obtenue.

Interpréter les observations relevées.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



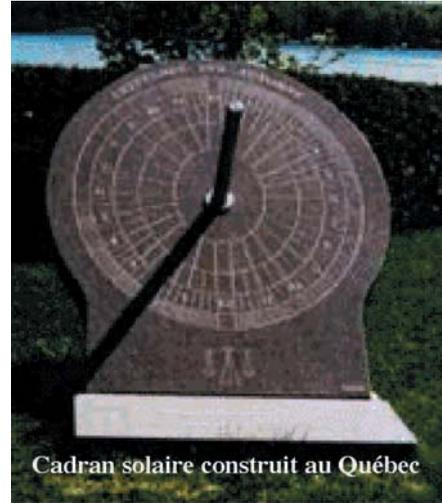
LE CADRAN SOLAIRE

Le cadran solaire est un instrument formé d'une tige, appelée style, et d'un cadran, horizontal ou vertical, sur lequel sont gravés des traits indiquant l'heure. Le style est une baguette traversant perpendiculairement le cadran en son centre.

La Terre tourne autour du Soleil, nous voyons celui-ci se lever à l'Est, et décrire une courbe dans le ciel avant de se coucher à l'Ouest. L'ombre de la tige va donc se déplacer. A midi, heure solaire, le Soleil culmine dans le ciel et l'ombre de la tige se trouve dans le plan du méridien contenant l'axe Nord-Sud.

La géométrie permet de calculer la position de l'ombre de la tige suivant l'heure de la journée afin de graduer correctement le cadran. En 24 heures, la Terre effectue une rotation complète autour d'elle-même, soit 360° . En 1 heure, elle tourne donc de $360^\circ/24$, soit 15° . Sur le cadran, on représente donc 1 heure par un angle de 15° .

Suivant l'époque de l'année, il faut ajouter une ou deux heures pour avoir l'heure légale, qui règle nos habitudes.



Cadran solaire construit au Québec



Cadran solaire portatif

1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens du mot «culmine».

2/- Comment est construit un cadran solaire ?

3/- Pourquoi doit-on ajouter selon l'époque de l'année une ou deux heures pour avoir l'heure légale ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Un objet nous n'est visible que s'il envoie de la lumière, qu'il reçoit ou qu'il produit, dans nos yeux.
- L'œil joue le rôle de détecteur de lumière.
- Une source de Lumière est un corps qui émet de la lumière.
- On distingue deux types d'émetteurs de lumière :
 - Les sources primaires de lumière. Ce sont des corps qui produisent leur propre lumière.
 - Les sources secondaires de lumière. Ce sont des corps qui diffusent une partie de la lumière qu'ils reçoivent d'une autre source.
- Un corps transparent laisse passer la lumière qu'il reçoit sans la diffuser.
- Un corps translucide laisse passer une partie de la lumière qu'il reçoit tout en diffusant le reste par sa surface.
- Un corps opaque ne laisse pas passer la lumière qu'il reçoit. Il en absorbe une partie et diffuse le reste par sa surface.
- Dans un milieu homogène transparent, la lumière se propage en ligne droite : c'est le principe de la propagation rectiligne de la lumière.
- La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est égale à c :
 $c = 3.108 \text{ m.s}^{-1}$. Dans l'air, elle est voisine de c .
- Le rayon lumineux est une représentation géométrique qui modélise le trajet suivi par la lumière pour aller d'un point à un autre.
- L'ensemble des rayons lumineux issus d'une même source est appelé faisceau de lumière.
- On distingue trois types de faisceaux lumineux : faisceau parallèle, faisceau convergent et faisceau divergent.
- Lorsqu'une source étendue de lumière éclaire un objet opaque :
 - on ne voit pas la source de lumière si l'on se trouve dans la zone d'ombre ;
 - on voit une partie de la source lumineuse si l'on se trouve dans la zone de pénombre ;
 - on voit toute la source si l'on se trouve dans la zone éclairée.
- La Lune est éclairée par le Soleil. Les formes visibles de la Lune, observé depuis la Terre, sont appelées les phases de la Lune :
 - si la Lune passe dans le cône d'ombre de la Terre, il y a éclipse de Lune ;
 - si une région de la Terre se trouve dans le cône d'ombre de la Lune, il y a éclipse de Soleil dans cette région.

APERÇU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant IBN ELHAITHAM (965/1040).

EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

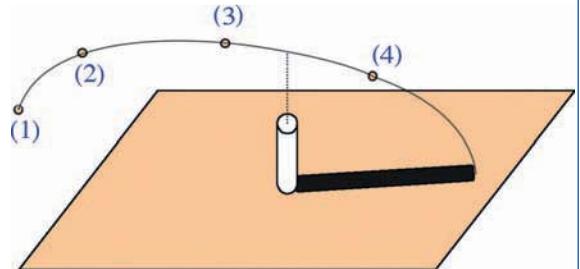
1/- a)- Par construction, indiquer la position de la source ponctuelle de lumière qui produit l'ombre portée de la craie.

b)- La craie est-elle transparente, translucide ou opaque ?

2/- Cette source se déplace, dans un plan verticale contenant la craie, de la position (1) vers la position (3) .

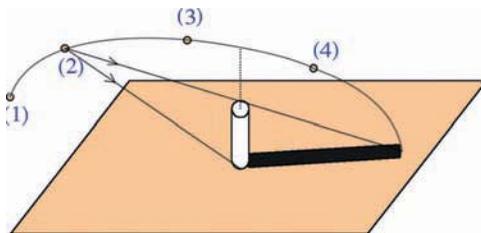
a)- Décrire comment va varier la longueur et l'orientation de l'ombre portée.

b)- Représenter l'ombre portée de la craie lorsque la source ponctuelle est dans la position (3).



Solution

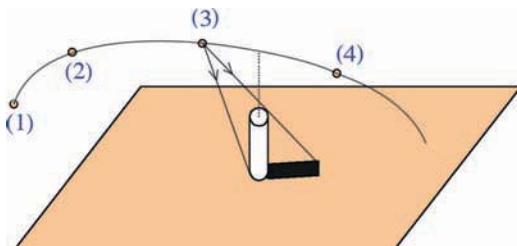
1/- C'est la position (2).



b)- La craie est opaque puisqu'on observe son ombre portée.

2/- a)- L'ombre portée de la craie garde la même direction, mais sa longueur diminue.

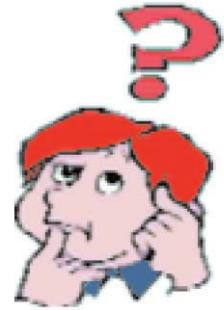
b)-



Commentaires

Dans un milieu homogène transparent, la lumière se propage en ligne droite.

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Un après-midi ensoleillé, Fares regarde une plante à travers une vitre. La source primaire de lumière est, l'objet éclairé est et le récepteur de lumière est Entre l'objet éclairé et le récepteur il y a deux milieux transparents : et
- 2/- Un corps est un corps qui laisse passer une partie de la lumière qu'il reçoit.
- 3/- La lumière se propage dans un milieu et suivant des lignes droites appelées lumineux.

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- L'écran de cinéma est une source primaire de lumière et l'écran de télévision est une source secondaire de lumière.
- 2/- L'eau pure est un milieu transparent.
- 3/- Une éclipse totale de Lune est observée en tout point du cône d'ombre de la Terre.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Un objet n'est visible que s'il (*envoie/reçoit*) de la lumière (*vers/en provenance de*) nos yeux.
- 2/- Pour se propager, la lumière (*nécessite/ ne nécessite pas*) un milieu matériel.
- 3/- L'image formée sur l'écran d'une chambre noire est (*droite/renversée*).

Utiliser ses acquis dans des situations simples

1- Choisir la bonne réponse.

La forme de l'ombre portée d'un cylindre opaque donnée par une source ponctuelle sur un écran vertical :

- dans le cas où l'axe du cylindre est vertical, est :
 - (a) un disque ; (b) un triangle ; (c) un rectangle.
- dans le cas où l'axe du cylindre est horizontal et perpendiculaire à l'écran, est :
 - (a) un disque ; (b) un triangle ; (c) un rectangle.

2-

La lumière de l'étoile Star est apparue pour la première fois sur Terre en 1992. Celle-ci est située à 750 années-lumières de la Terre.

- 1/- En quelle année l'étoile Star est-elle née ?
- 2/- Pourquoi la lumière est dite le messager des astres ?

3-

Compléter le tableau suivant en précisant la nature de chaque objet (source primaire, source secondaire, ou détecteur de lumière) :

Objet	Etoile	Satellite	Comète	Œil	Photopile	Laser
Nature						

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1-

Ahmed est à sa table et lit son roman.



- 1/- Identifier la source primaire de lumière, l'objet diffusant et les détecteurs de lumière.
- 2/- Indiquer parmi les schémas (a), (b), (c) et (d) celui qui représente correctement le trajet de la lumière.

2-

Entre une source ponctuelle (S) et un écran (E), on place, à une distance $d_1 = 20$ cm de (S) et à une distance $d_2 = 80$ cm de (E), un disque (D) opaque de rayon $r = 4$ cm. Le centre de (S) et celui de (D) qui est placé parallèlement à (E) sont alignés.

- 1/- a)- Faire un schéma de profil et tracer les rayons qui limitent la zone d'ombre portée sur l'écran.
A-t-on sur l'écran une zone de pénombre ?
- b)- Quelle est la forme de l'ombre portée sur l'écran ?

2/- a)- En utilisant le théorème de Thalès, montrer que le rayon R de l'ombre portée sur l'écran vérifie la relation : $R = (1 + \frac{d_2}{d_1})r$; puis calculer sa valeur.

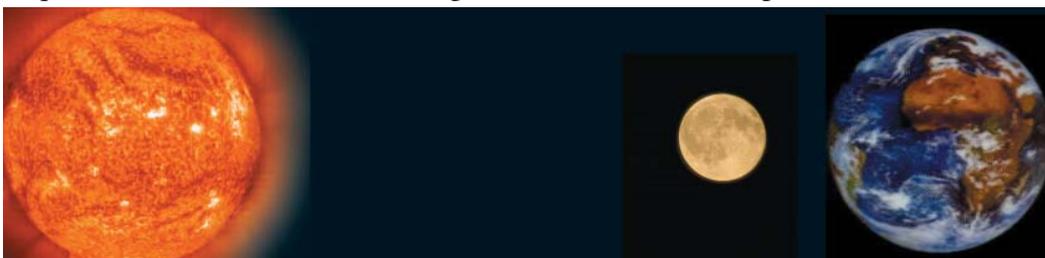
- b)- Comment varie R lorsqu'on approche le disque de l'écran ?

3-

1/- Donner le nom de la troisième planète à partir du Soleil, ainsi que le nom de son satellite naturel.

2/- a)- Préciser la cause d'une éclipse totale de Soleil.

- b)- Indiquer sur le schéma suivant, la région de la Terre où l'éclipse du Soleil est totale.



SAVOIR PLUS

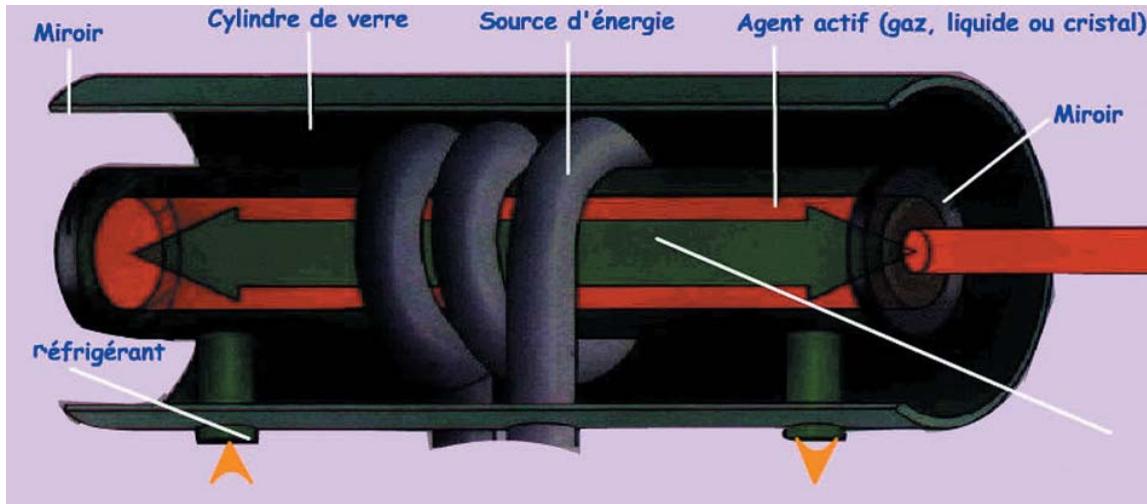


LE LASER

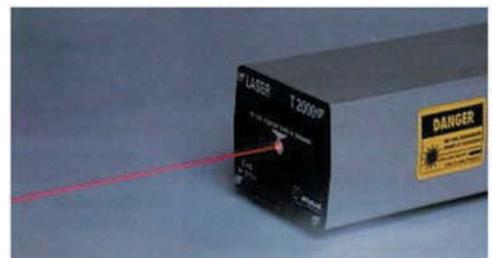
Le Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation , c'est-à- dire amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement) permet d'obtenir un faisceau lumineux étroit, quasi parallèle , de couleur bien définie et de grande intensité.

Un cylindre rempli d'un composé chimique génère de la lumière quand il reçoit de l'énergie. Une partie de cette lumière est réfléchiée d'avant en arrière et inversement par les miroirs. Mais une autre s'échappe par l'orifice sous forme d'un faisceau de lumière cohérentes : le Laser.

Lorsqu'un faisceau Laser puissant arrive sur un obstacle , l'énergie transportée est concentrée sur une petite surface et peut endommager ou détruire un matériau.



Les Lasers sont utilisés en télécommunication (transmission par fibre optique...) , en médecine (traitement du fond de l'œil...) , en microélectronique (tracer des circuits imprimés...) , en télémétrie spatiale (mesure de la distance Terre-Lune...) , ainsi que pour réaliser des jeux de lumière pour des spectacles.



L'OPTIQUE

SPECTRE DE LUMIERE ET VISION

Plan des activités expérimentales

- **Activités(I)** : Spectre de la lumière blanche
- **Activités(II)** : Lumière blanche et vision des couleurs
- **Activités(III)** : Le daltonisme
- **Activités(IV)** : Les illusions d'optique
- **Activités(V)** : L'énergie transportée par la lumière
- **Activités(VI)** : L'ultraviolet et l'infrarouge
- **Activités(VII)** : Adaptation aux températures extrêmes

Pré-requis

- Diffusion de la lumière par les corps éclairés
- Faisceaux lumineux
- Propagation rectiligne de la lumière
- Transfert d'énergie par rayonnement

ACTIVITES DE MISE EN SITUATION



1/- Quel renseignement nous apporte l'observation d'un arc-en-ciel ?

2/- Peut-on observer tous les jours un arc-en-ciel ?

3/- Par quels moyens peut-on former un spectre de lumière ?

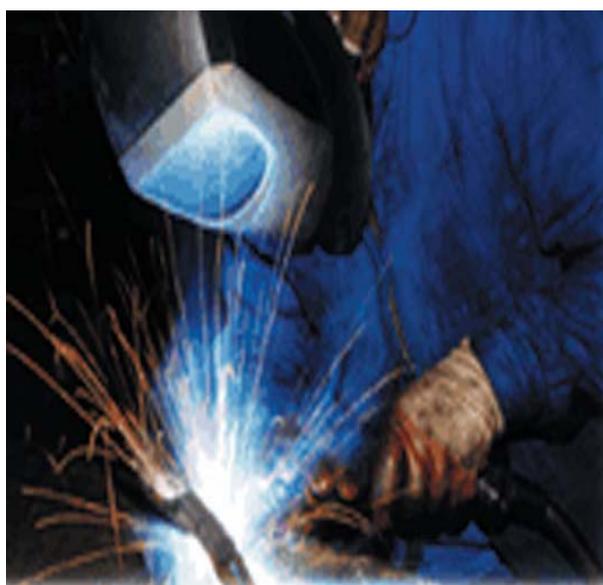
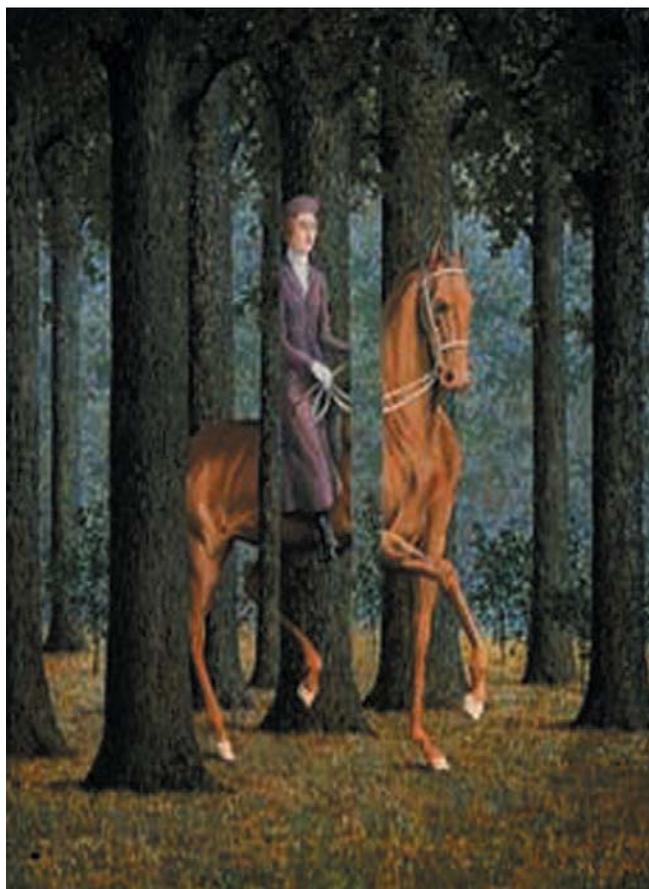
1/- Pourquoi les objets ont-ils des couleurs ?

2/- Voit-on toujours l'objet avec sa couleur "réelle" ?



1/- Voit-on toujours vrai ?

2/- Quelles sont les origines d'une illusion d'optique ?

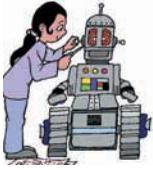


1/- Pourquoi le port de lunettes spéciales est-il indispensable lors de la soudure à l'arc électrique ?

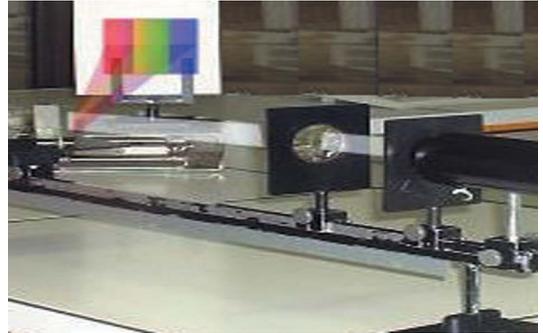
2/- Quand est-ce que les lunettes solaires sont-elles conseillées ?

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (I) : Qu'est ce qu'une lumière blanche ?



- Faisons passer la lumière blanche, donnée par un rétroprojecteur, à travers un prisme (c'est un milieu transparent à faces planes et non parallèles) ou un réseau.



- A la sortie du prisme la lumière obtenue n'est plus blanche. Elle est constituée de lumières colorées allant du rouge au violet en passant par l'orange, le jaune, le vert, le bleu et l'indigo.



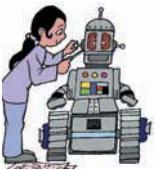
- Le prisme (ou le réseau) **décompose** la lumière blanche en plusieurs lumières colorées.
- Chaque lumière colorée est appelée **lumière monochromatique** ou **radiation simple**.
- L'ensemble des couleurs constitue le **spectre** de la lumière blanche.
- Le spectre de la lumière blanche décomposée est constitué de lumières monochromatiques allant du rouge au violet en passant par toutes les lumières monochromatiques intermédiaires. Un tel spectre est dit continu.

Une lumière blanche est une lumière **polychromatique** : elle est formée par la superposition de lumières monochromatiques que nos yeux ne distinguent pas séparément.

Remarque

Le spectre de l'arc-en-ciel résulte de la décomposition de la lumière blanche du Soleil par les gouttelettes d'eau, en suspension dans l'atmosphère, réparties en densité variable.

ACTIVITES (II) : Pourquoi les objets ont-ils des couleurs ?



- Eclairons avec une lumière blanche (lumière du jour par exemple) une tomate, un piment et un oignon.

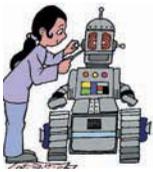


- La tomate paraît rouge, le piment vert et l'oignon blanc.



- La tomate est perçue rouge parce qu'elle diffuse la lumière rouge.
- L'oignon paraît blanc parce qu'il diffuse la lumière blanche.

— ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Présentons devant la source de lumière blanche un filtre rouge et éclairons la tomate, le piment et l'oignon, par la lumière qui traverse le filtre.



- La tomate paraît rouge, le piment noir et l'oignon rouge.

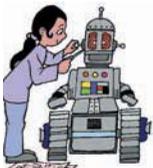


- Le piment reçoit la lumière rouge et ne diffuse aucune lumière.
- L'oignon reçoit la lumière rouge et diffuse la lumière rouge.
- La tomate reçoit la lumière rouge et diffuse la lumière rouge.
- Certains corps éclairés **absorbent** certaines lumières monochromatiques (ou radiations) et **laissent passer** ou **diffusent** les autres.

Un corps éclairé absorbe les radiations du spectre de la lumière qui l'éclaire sauf celle qu'il diffuse et que nous voyons. C'est sa couleur.

- Un corps qui absorbe la (ou les) radiation(s) qu'il reçoit paraît noir. Aucune lumière n'est diffusée. On le reconnaît à travers son contour.
- La couleur d'un objet est contenue dans la lumière qui l'éclaire.
- La couleur d'un objet dépend non seulement de l'objet lui-même, mais aussi de la lumière qui l'éclaire.

ACTIVITES (III) : Pourquoi des personnes confondent-elles certaines couleurs ?



- Observons les figures ci-contre et indiquons le motif perçu.

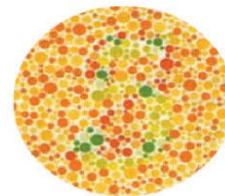


Figure (1)

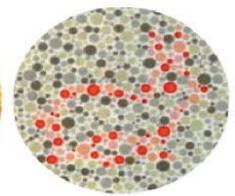


Figure (2)



- Pour la figure (1), certains observent le chiffre 5 d'autres le chiffre 2.
- Pour la figure (2), certains observent un lapin d'autres ne voient aucun motif.



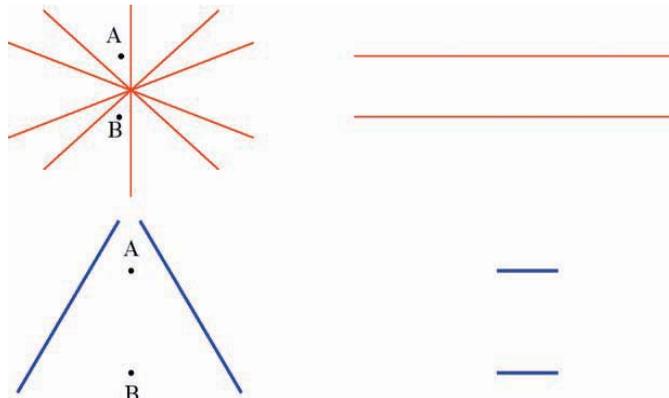
- Pour ceux qui ont observé le chiffre 5 et le lapin, le système de la vision est normal.
- Pour ceux qui voient autres choses, ils sont dits **daltoniens**. Leurs yeux fonctionnent normalement, mais le traitement de l'image, formée sur la rétine, par le cerveau est défaillant.
- Les cônes (cellules de la rétine responsables de la vision des couleurs) sont de trois types : celles qui sont sensibles au rouge, celles sensibles au vert et celles sensibles au bleu. Une absence ou une faiblesse de la sensibilité de l'un des trois types de cônes entraîne la non vision de la couleur correspondante.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (IV) : Voit-on toujours vrai ?



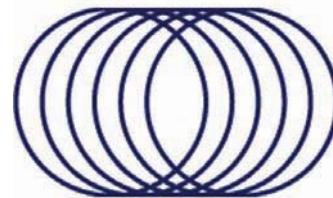
- Recopions les figures suivantes, translatons les droites parallèles et faisons les passer par les points A et B.



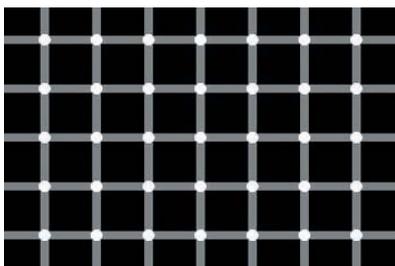
- Observons les figures suivantes :



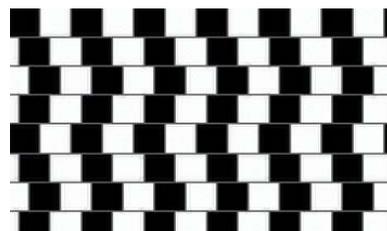
On voit de manière alternée, mais jamais en même temps, un vase ou deux visages.



En regardant ce cylindre fixement, on voit l'ouverture tantôt à gauche tantôt à droite.



En regardant fixement le motif, on voit disparaître quelques points blancs pour laisser la place à l'apparition de points noirs.



On voit des lignes courbes alors qu'en réalité elles sont des droites parallèles horizontales.



- Une double image, une fausse perspective, la persistance de l'impression lumineuse sur la rétine ou l'influence de l'environnement, peut conduire à une vision d'images qui peuvent ne pas correspondre à la réalité.
- Le cerveau donne parfois une mauvaise interprétation des informations qu'il reçoit de l'œil. Un tel phénomène, qui n'est pas dû au trajet de la lumière entre la source et l'œil mais au fonctionnement de la rétine et du cerveau, est appelé **illusion d'optique**.

ACTIVITES EXPERIMENTALES

ACTIVITES (V) : La lumière transporte-t-elle de l'énergie ?



- A l'aide d'une loupe, concentrons la lumière du Soleil sur un papier noir (papier carbone par exemple).

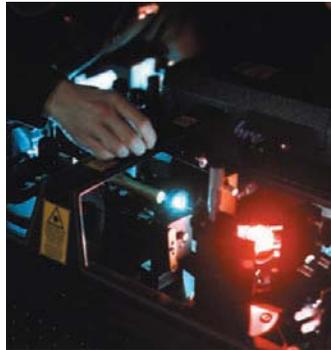


- Le bout de papier brûle.



- Le papier a reçu de l'énergie thermique.
- Cette énergie est le résultat d'un transfert d'énergie par rayonnement de la source lumineuse vers le papier.
- On peut obtenir à partir de sources appropriées des énergies importantes. Une source Laser en est une.

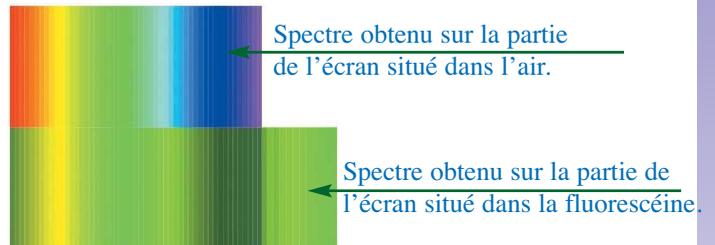
- A l'aide des faisceaux Laser on peut découper des plaques métalliques, casser des calculs et détruire, en les brûlant, les cellules malades...



ACTIVITES (VI) : Existe-t-il des radiations en deçà du rouge et au-delà du violet ?



- Envoyons, sur une cuve contenant de l'eau additionnée de fluorescéine ou un écran fluorescent, les radiations formant le spectre de la lumière du Soleil ou d'une lampe à incandescence.

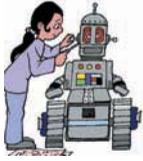


- La fluorescéine donne une couleur verte dans la zone située au-delà du violet.

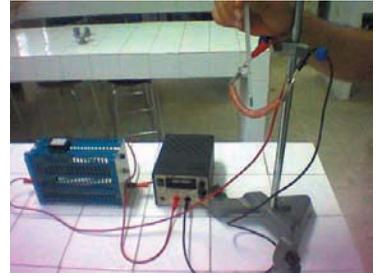


- La fluorescéine est impressionnée par des radiations invisibles situées dans le spectre après le violet. Elles sont appelées **radiations ultraviolettes**.

ACTIVITES EXPERIMENTALES



- Approchons un thermomètre à un filament (une résistance chauffante par exemple) émettant, sous l'effet d'un courant qui le parcourt, une lumière rouge .
- Notons la température θ_1 indiquée par le thermomètre.
- Agissons sur l'intensité du courant jusqu'à ce que la lampe n'émette plus de lumière. Approchons de nouveau le thermomètre et notons la nouvelle valeur θ_2 de la température.
- Comparons à la température θ indiquée par le thermomètre à l'ombre



$$\theta_1 > \theta_2 > \theta.$$



- Le fait que la température $\theta_2 > \theta$, cela prouve qu'en deçà du rouge il existe des radiations responsables de la sensation de chaleur. Ces radiations sont dites **infrarouges**.

Les radiations solaires ou émises par une lampe à incandescence sont formées :
 - de radiations visibles : la lumière blanche ;
 - et de radiations invisibles : l'infrarouge et l'ultraviolet.

Applications et dangers des ultraviolets

Les ultraviolets sont, pour notre vie, d'une importance telle que nous ne pouvons pas nous en passer :

- ils permettent la synthèse de la vitamine D, indispensable au développement des os et dont la carence conduit au rachitisme. C'est pour cette raison qu'on conseille les mères d'exposer, pendant une durée raisonnable, leurs petits aux rayons solaires.

- ils sont à l'origine du bronzage. Cependant, une exposition prolongée à l'ultraviolet peut entraîner des brûlures de la peau et même quelques cancers de la peau.



- ils sont responsables de la synthèse chlorophyllienne (photosynthèse) chez les plantes. Cette opération est le maillon fort dans le cycle de l'oxygène.

- ils sont utilisés pour la stérilisation de certains produits agricoles (pomme de terre, oignon...) ou de certaines substances (eau, lait, jus...).

ACTIVITES EXPERIMENTALES

- ils sont utilisés pour détecter les fausses monnaies. La monnaie en papier renferme un motif dessiné avec une substance qui devient fluorescente lorsqu'elle est exposée aux ultraviolets. Aux caisses, lorsqu'on doute de l'originalité d'une pièce de monnaies on l'expose à une source de radiation ultraviolette et on vérifie le motif...

Applications des infrarouges

Les radiations infrarouges sont très utilisées :

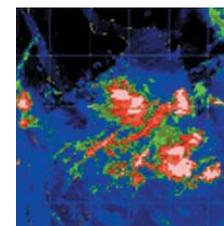
- elles sont utilisées dans les systèmes de commandes : commandes d'ouverture des portes dans les établissements publics et des déplacements des robots dans les usines.

- elles sont utilisées dans les télécommandes des téléviseurs et des chaînes. Les infrarouges sont émis par des diodes électroluminescentes (DEL) et sont détectés par des photorésistances ou des photodiodes.

- elles sont utilisées dans la thermographie. Les photographies prises par satellites, à l'aide des capteurs sensibles à l'infrarouge, renseignent sur la nature des paysages et le relief.

- elles sont utilisées pour observer dans l'obscurité les corps chauds, tels que les corps humains, en se servant de lunettes appropriées dites "lunettes infrarouges".

- elles sont à l'origine de l'effet de serre (voir recherche documentaire)...



ACTIVITES (VII) : Y a-t-il une relation entre l'énergie absorbée par un corps éclairé et sa couleur?



- Remplissons d'eau, deux bouteilles de même capacité peintes, l'une en blanc l'autre en noir et exposons les aux rayons solaires pendant une même durée.
- Mesurons, à l'aide d'un thermomètre, la température de l'eau dans chacune des bouteilles.



- La température de l'eau dans la bouteille peinte en noir est nettement plus élevée que celle de l'eau contenue dans la bouteille peinte en blanc.

Comment expliquer :

- les observations faites au cours des expériences précédentes ?
 - la tendance qu'ont les gens à porter des vêtements sombres en hiver et clairs en été ?
- En été, vaut-il mieux se vêtir en nylon ou en laine (ou en coton) ? Expliquer.

FICHE T.P

ILLUSIONS D'OPTIQUE

Buts

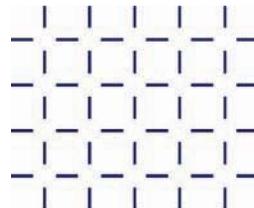
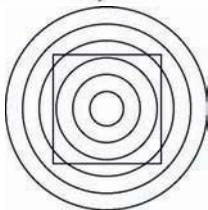
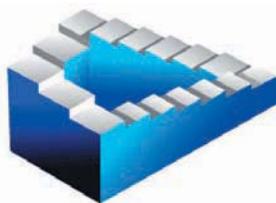
Créer des situations mettant en évidence des illusions d'optique en s'inspirant de documents fournis.

Matériels

Crayon.
Règle.
Compas.
Feuilles de dessins.

Expérimentation

Regarder chacune des situations suivantes illustrant des illusions d'optique et reconnaître pour chacune d'elles sa cause (double image, fausse perspective, persistance de l'impression lumineuse sur la rétine ou influence de l'environnement).



Créer une illusion inédite.
Essayer d'autres créations basées sur des causes variées.

RECHERCHE DOCUMENTAIRE



L'EFFET DE SERRE

Les infrarouges contenus dans le rayonnement solaire, parviennent à notre Terre et tombent sur le sol, provoquant alors une élévation de sa température. Celui-ci émet alors des infrarouges moins énergétiques que ceux absorbés. Les infrarouges émis peuvent être piégés par une couche vitrée ou en matière plastique transparente ou même une couche de dioxyde de carbone. L'effet qu'engendre la rétention de l'énergie piégée des infrarouges par une enceinte transparente ou une couche de dioxyde de carbone est connu sous le nom d'effet de serre.

Les serres horticoles sont utilisées pour assurer, pendant l'hiver, une température suffisante aux plantes qui, pour se développer et pour produire, demandent une atmosphère chaude et humide. Cela permet de promouvoir le secteur agricole en alimentant les marchés de produits agricoles à n'importe quelle saison. Leur fonctionnement repose sur deux phénomènes physiques : le rayonnement thermique et la transparence sélective. En effet, un milieu comme le verre nous paraît transparent, mais cette transparence n'existe que pour un domaine des radiations voisines aux radiations visibles : il est opaque à l'infrarouge faiblement énergétique, qu'il absorbe et réfléchit ou diffuse partiellement.

Dans l'atmosphère, le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau jouent le même rôle que les vitres d'une serre horticole. Un excès de dioxyde de carbone pourrait provoquer un réchauffement dangereux du sol terrestre.



1/- Préciser, en utilisant un dictionnaire, le sens des mots «horticole», «piéger» et «sélectif».

2/- Quels sont les phénomènes physiques qui permettent d'expliquer l'effet de serre ?

3/- Pourquoi les rejets industriels du dioxyde de carbone présentent-ils un risque pour la vie ?

L'ESSENTIEL DU COURS

- Le prisme (ou le réseau) décompose la lumière blanche en plusieurs lumières colorées que nos yeux ne distinguent pas séparément.
- La lumière blanche est constituée de lumières monochromatiques (ou radiations) allant du rouge au violet en passant par toutes les couleurs intermédiaires. Ces couleurs constituent le spectre de la lumière blanche.
- Le spectre de la lumière blanche est continu.
- Un corps éclairé absorbe les couleurs du spectre de la lumière qui l'éclaire sauf celle qu'il diffuse et que nous voyons. C'est sa couleur. Elle doit être contenue dans la lumière qui l'éclaire.
- Un corps qui absorbe la (ou les) lumière(s) qu'il reçoit paraît noir. Aucune lumière n'est diffusée. On le reconnaît à travers son contour.
- Les cônes (cellules responsables de la vision des couleurs) sont de trois types : celles qui sont sensibles au rouge, celles sensibles au vert et celles sensibles au bleu. Une absence ou une faiblesse de la sensibilité de l'un des trois types de cônes entraîne la non vision de la couleur correspondante. Une telle déficience est appelée daltonisme.
- Le cerveau donne parfois une mauvaise interprétation des informations qu'il reçoit de l'œil. Un tel phénomène, qui n'est pas dû au trajet de la lumière entre la source et l'œil mais au fonctionnement du cerveau dans le traitement de l'information visuelle, est appelé illusion d'optique.
- C'est par rayonnement que l'énergie est transférée d'une source lumineuse au milieu extérieur.
- Les radiations solaires ou émises par une lampe à incandescence sont formées :
 - de radiations visibles : la lumière blanche ;
 - et de radiations invisibles : l'infrarouge et l'ultraviolet.

APERÇU HISTORIQUE

Naviguer sur l'Internet (<http://www.edunet.tn/physique/savants.htm>) ou (http://www.infoscience.fr/histoire/biograph/biograph_som.html) et trouver les découvertes du savant DESCARTES (1596/1650).



EXERCICE RÉSOLU

Énoncé

1/- Au lever ou au coucher du Soleil, la température est plus douce qu'au milieu de la journée. Donner une explication.

2/- Quelle est la véritable cause du bronzage et des coups de Soleil ? Proposer une explication quant au rôle des crèmes qui protègent des coups de soleil et des crèmes qui stimulent le bronzage.

3/- Pourquoi va-t-on à la plage pour bronzer rapidement ?

Solution

1/- Au lever ou au coucher du Soleil, les rayons lumineux émis par le Soleil parcourent dans l'atmosphère une distance plus grande que celle qu'elle parcourt à midi. L'énergie transférée au sol est alors minimale au début et à la fin de la journée alors qu'elle est importante à midi. L'infrarouge rayonné par le sol chaud engendre une élévation de température relativement importante.

2/- C'est le rayonnement solaire ultraviolet qui est responsable du bronzage ainsi que des coups de soleil.

Les crèmes qui protègent contre les coups de soleil filtrent toute la lumière visible et les ultraviolets. Elles protègent les peaux sensibles mais ne permettent aucun bronzage.

Les crèmes utilisées lors d'un bronzage ont la propriété d'absorber sélectivement les ultraviolets agressifs.

3/- Le bronzage est plus important sur la plage qu'ailleurs vu que le sable diffuse les radiations ultraviolettes.

Commentaires

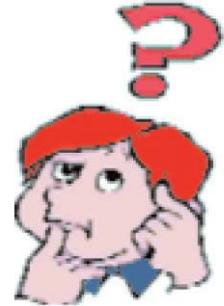
Plus le parcours dans l'atmosphère est long plus le rayonnement solaire est absorbé.

Les substances chimiques qui constituent les crèmes anti-solaires diffèrent de celles qui constituent les crèmes conçues pour le bronzage.

Le sable reçoit les radiations solaires et diffuse une lumière contenant les ultraviolets reçus, ce qui n'est pas le cas des végétaux.

EXERCICES

EXERCICES



Vérifier ses acquis

1- Recopier les phrases suivantes en les complétant.

- 1/- Un corps incandescent émet une lumière dont le est continu.
- 2/- Les illusions d'optique dues à la fonction optique de l'œil, mais au fonctionnement de la et du cerveau.
- 3/- Avec la lumière blanche qui nous arrive du Soleil, il existe des radiations auxquelles l'œil n'est pas sensible : l'..... et l'.....

2- Répondre par vrai ou faux et justifier la réponse.

- 1/- Un filtre rouge laisse passer toutes les lumières sauf la lumière rouge.
- 2/- La couleur d'un objet dépend non seulement de l'objet lui même, mais aussi de la lumière qui l'éclaire.
- 3/- Les radiations infrarouges et ultraviolettes prolongent le spectre de la lumière blanche de part et d'autre du rouge et du violet.

3- Choisir le ou les mots exacts.

- 1/- Les radiations solaires sont formées de radiations (*visibles uniquement/visibles, infrarouges et ultraviolettes/infrarouges et ultraviolettes uniquement*).
- 2/- En hiver on a tendance à porter des vêtements (*clairs/sombres*) vu que les corps (*clairs/sombres*) (*absorbent/diffusent*) toutes les radiations du spectre de la lumière blanche.
- 3/- Une substance fluorescente est sensible aux radiations (*infrarouges/ultraviolettes*).

Utiliser ses acquis dans des situations simples

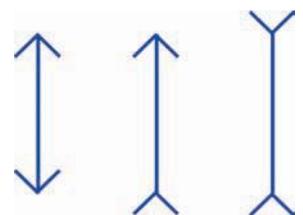
1- Choisir la bonne réponse.

Un plongeur sous marin est vêtu d'une combinaison blanche en lumière du jour. A 30 mètres de profondeur, la combinaison lui paraît de couleur bleu-vert car :

- (a) l'eau réfléchit les lumières de couleur autre que le bleu et le vert ;
- (b) l'eau d'épaisseur 30 mètres joue le rôle d'un filtre;
- (c) l'eau émet une lumière bleu-vert.

2-

De vue, les traits entre les pointes des flèches ont-ils la même longueur ? Vérifier la réponse en mesurant chacun des segments à l'aide d'une règle. Comment expliquer la différence entre l'observation faite et les informations fournies par les mesures ? Peut-on toujours se fier à nos sens ?





3.

Exposer la surface réfléchissante d'un disque compact (CD de l'anglais compact disc) à la lumière du jour.

- a)- Pour certaines dispositions du disque on observe un phénomène qu'on reconnaîtra. Le décrire.
- b)- Quelle fonction optique a joué le disque compact ?

Utiliser ses acquis pour une synthèse

1.

SCIENCES PHYSIQUES

1/- Le mot "sciences", écrit sur un fond blanc, est-il lisible à travers un filtre

- a)- rouge ?
- b)- vert ?

2/- Le mot "physiques", écrit sur un fond noir, est-il lisible à travers un filtre

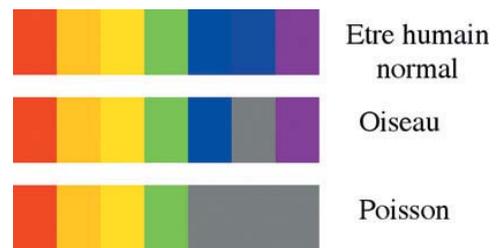
- a)- rouge ?
- b)- vert ?

3/- Pour lire toute l'expression "sciences physiques" peut-on utiliser un filtre ? Si oui lequel ?

2.

En général, les animaux ne sont pas sensibles aux mêmes radiations constituant la lumière solaire que les hommes "normaux".

Sur la figure ci-contre sont représentés les spectres de la lumière solaire tels que les verraient un être humain normal, un oiseau et un poisson.



1/- a)- Quelle(s) est(sont) la (les) couleur(s) que les oiseaux ne perçoivent pas ?

b)- Quelle(s) est(sont) la (les) couleur(s) que les poissons ne perçoivent pas ?

2/- Reproduire le spectre de la lumière blanche tel qu'il est perçu par un daltonien qui confond le rouge et le vert ?

3.

1/- Peut-on voir les radiations ultraviolettes et infrarouges ? s'agit-il d'un défaut optique de l'œil ou d'une limite de sa sensibilité ?

2/- a)- Citer deux sources des radiations ultraviolettes ?

- b)- Décrire une expérience qui met en évidence les radiations ultraviolettes.
- c)- Citer deux applications des radiations ultraviolettes.

3/- a)- Citer deux sources de radiations infrarouges ?

- b)- Décrire une expérience qui met en évidence les radiations infrarouges.
- c)- Citer deux applications des radiations infrarouges.

SAVOIR PLUS



MELANGES DE COULEURS

Toutes les couleurs peuvent être reconstituées à partir de trois d'entre elles, appelées couleurs fondamentales ou primaires: le rouge, le bleu et le vert. La lumière blanche, qui peut se décomposer en plusieurs couleurs, peut être recomposée (synthétisée) : l'addition de lumières colorées contenant les trois couleurs fondamentales, reconstitue le blanc. Avec trois projecteurs émettant chacun une des trois couleurs fondamentales, on obtient trois couleurs : du jaune (résultant d'un mélange de rouge et de vert), du magenta (résultant d'un mélange de rouge et de bleu) et du bleu cyan (résultant d'un mélange de bleu et de vert). Jaune, magenta et bleu cyan sont des couleurs secondaires. Ainsi, si on mélange à une couleur secondaire la couleur primaire qu'elle ne possède pas, on obtient du blanc.: de telles couleurs sont dites complémentaires. Le principe de la synthèse des couleurs est utilisé dans les téléviseurs couleurs. Si on examine l'image sur l'écran d'un téléviseur à l'aide d'une loupe, on observe des petits points rouges, bleus et verts. En effet l'écran est constitué d'îlots formés de trois minuscules pastilles fluorescentes. Sous l'impact des électrons émis par le tube, chaque pastille s'illumine de façon plus ou moins intense, l'une en rouge, l'autre en bleu et la troisième en vert. Le téléspectateur placé à quelques mètres ne voit pas séparément les trois pastilles. Sur sa rétine se superposent les trois images de couleurs différentes formant une seule image de la nuance attendue.

La superposition de deux couleurs complémentaires est utilisée pour blanchir des vêtements. En effet, Il arrive souvent que les vêtements blancs jaunissent avec le temps. On ajoute alors une teinture bleue au détergent pour qu'avec le jaune on perçoive le blanc. Le vêtement semble plus blanc qu'il n'est en réalité.

