

Chapitre 5

L'électricité et l'ingénierie électrique

Notes de cours



Source : Andreas Frank

Sciences et technologie de l'environnement

Nom : _____ Gr : _____

Dans ce chapitre, nous verrons d'abord l'électricité statique. Par la suite nous étudierons l'électricité dynamique. Enfin nous verrons le lien entre l'électricité et le magnétisme, soit l'électrostatique.



L'électricité et les charges électriques

Quelques définitions :

. **La charge électrique** est la grandeur physique responsable des phénomènes électriques. Elle se mesure en _____

Comme nous l'avons vu au chapitre 1, l'atome est formé de deux particules chargées. Le proton est la particule _____ et l'électron est la particule _____. Les protons et les électrons portent des charges qui ont exactement la même grandeur ($1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$), mais ils sont de signes _____.

Un corps neutre n'est donc pas un corps qui n'a pas de charge. C'est un corps qui possède autant de charges positives que négatives.

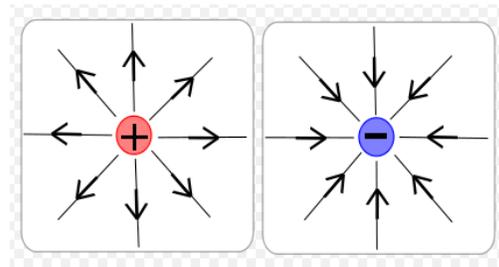
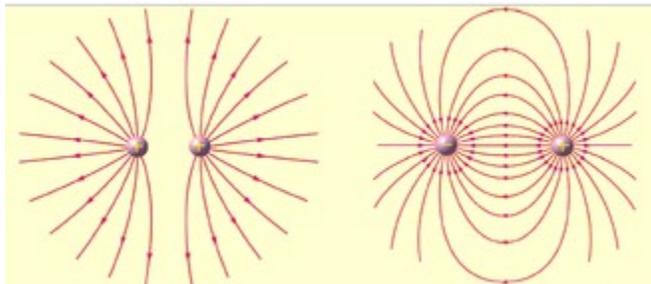
. L'**électricité statique** correspond aux phénomènes observables à la suite du transfert de charges.

Par exemple, lorsqu'on frotte deux corps ensemble, le corps qui retient moins ses électrons devient chargé _____ et le corps qui reçoit les électrons devient chargé _____.

Après ce transfert d'électrons, les deux corps _____, car ils sont de charge contraire.

☞ Un **champ électrique** correspond à _____

Champ électrique entre deux particules		Champ électrique ponctuel	
De mêmes charges	De charges opposées	Charge positive	Charge négative



Source : Nein Arimasen

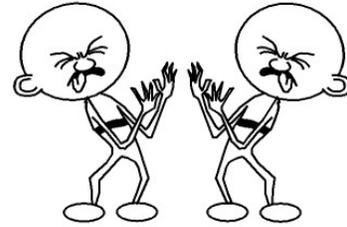
Rappel

Forces d'attraction et de répulsion

Capsule 5.2

Les charges électriques de mêmes signes

_____ (s'attirent / se repoussent).



Source : Network graphic



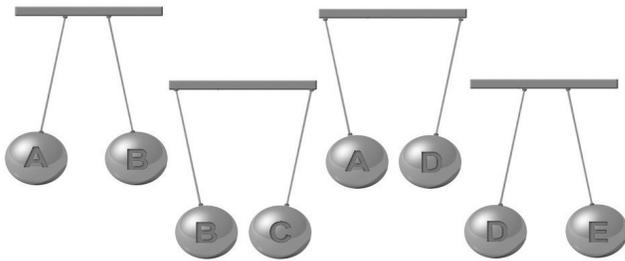
Source : Network Graphic

Les charges électriques de signes opposés

_____ (s'attirent/se repoussent).

. La loi de la conservation de la charge indique que _____

Ex : Soit l'illustration suivante.



Les sphères identifiées A à E portent une charge électrique. Si la charge A est négative, quel est le signe des autres sphères

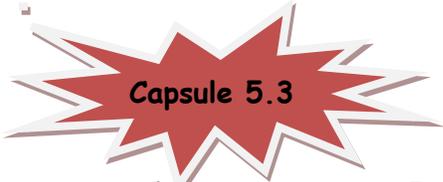
A= _____

B= _____

C= _____

D= _____

E= _____



Capsule 5.3

Distinction entre un conducteur et un isolant

Catégorie	Définition	Exemple
Conducteur	<hr/> <hr/> <hr/>	Fils électriques faits en cuivre.
Isolant	<hr/> <hr/> <hr/>	Gaine de plastique recouvrant les fils électriques.

Loi de Coulomb

- . La loi de Coulomb permet de calculer la force électrique qui s'exerce entre deux corps chargés (particules ou objets). Cette force peut être positive ou négative selon que les charges sont de même signe ou de signe contraire. Elle s'exerce à distance entre des charges immobiles.

Voyons comment appliquer la relation mathématique entre la force électrique, les quantités de charges électriques et la distance qui les sépare.

$$F_{\acute{e}} = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Attention, la distance entre les particules doit être exprimée en mètres !

où, $F_{\acute{e}} =$ _____

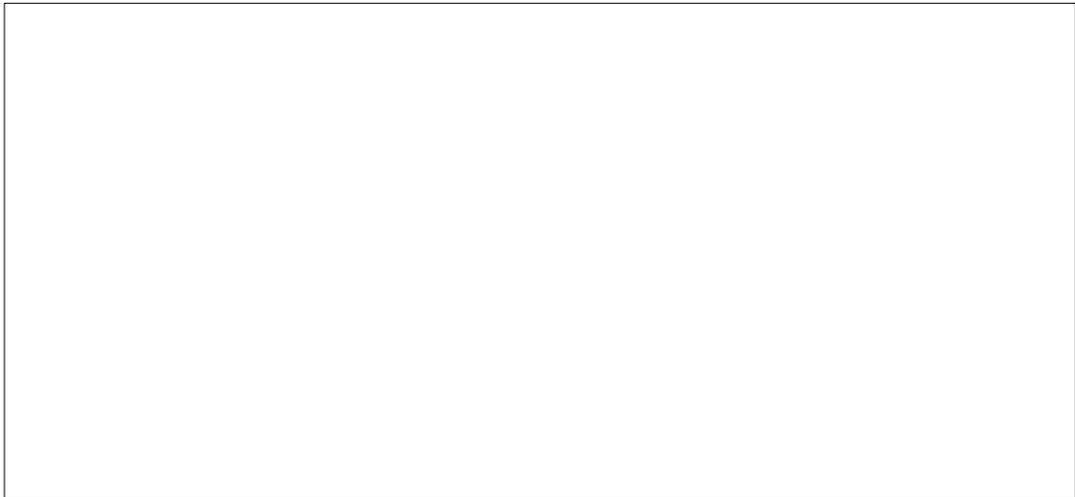
$k =$ _____ ($9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

$q_1 =$ _____

$q_2 =$ _____

$r =$ _____

Ex : Quelle est la grandeur de la force électrique entre 2 sphères situées à 5 cm de distance si la charge de la première sphère est de $7 \times 10^{-7} \text{ C}$ et la charge de la deuxième sphère est de $4 \times 10^{-7} \text{ C}$?



Le courant et la puissance électriques

Quelques définitions :

. **Le courant électrique** est un déplacement ordonné des charges négatives, les électrons libres des atomes dont sont faits les _____.

. **Le sens conventionnel** du courant va de la borne _____ vers la borne _____ d'une source de courant.

Il existe deux types de courant : Le courant continu et le courant alternatif.

. **Le courant alternatif** est un courant qui circule alternativement dans un sens puis dans l'autre. Ce type de courant se retrouve dans le réseau de distribution domestique.

. **Le courant continu** est un courant qui circule _____ dans le même sens. Ce type de courant se retrouve dans les circuits alimentés par des piles.

. **Le voltmètre** est l'instrument utilisé en laboratoire pour mesurer _____.

* *Il se branche toujours en _____ dans un circuit électrique.*

. **L'ampèremètre** est l'instrument utilisé en laboratoire pour mesurer _____.

* *Il se branche toujours en _____ dans un circuit électrique.*

Symboles utilisés en électricité

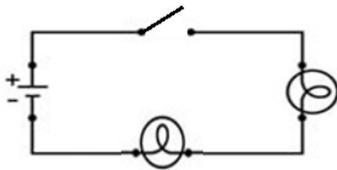
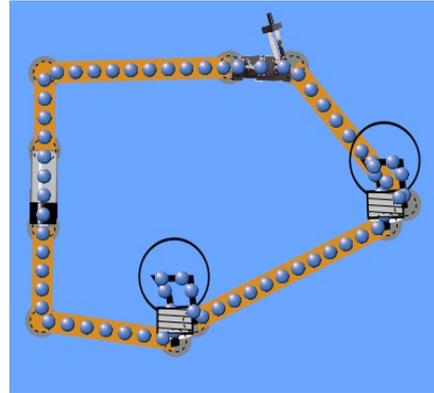
Nom	Fonction électrique	Symbole
Source de courant	_____	
Diode électroluminescente (DEL)	_____	
Ampoule	_____	
Résistance	_____	
Interrupteur Unidirectionnel	_____	
Interrupteur Bidirectionnel	_____	
_____	_____	
Interrupteur à bouton poussoir	_____	
Fusible	_____	
Condensateur	Autre	
Diode	_____	
Ampèremètre		
Voltmètre		

Deux types de branchements

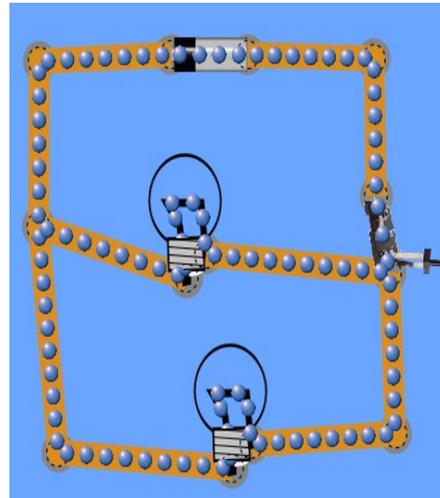


dans les circuits électriques

. Un circuit en série est un circuit dans lequel les éléments sont branchés _____



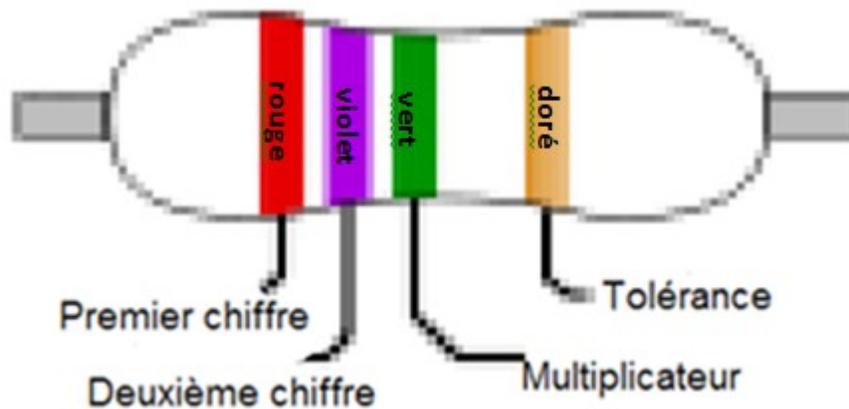
. Un circuit en parallèle est un circuit qui comporte au moins _____
_____. Chaque élément du circuit est relié à la _____



Dessine le circuit en parallèle ci-contre

. Détermination de la valeur d'un résistor

Puisqu'il est difficile d'inscrire la valeur d'un résistor, nous utilisons un code de couleur. Regardons ensemble un exemple de résistor.



Source : Johanne Proulx

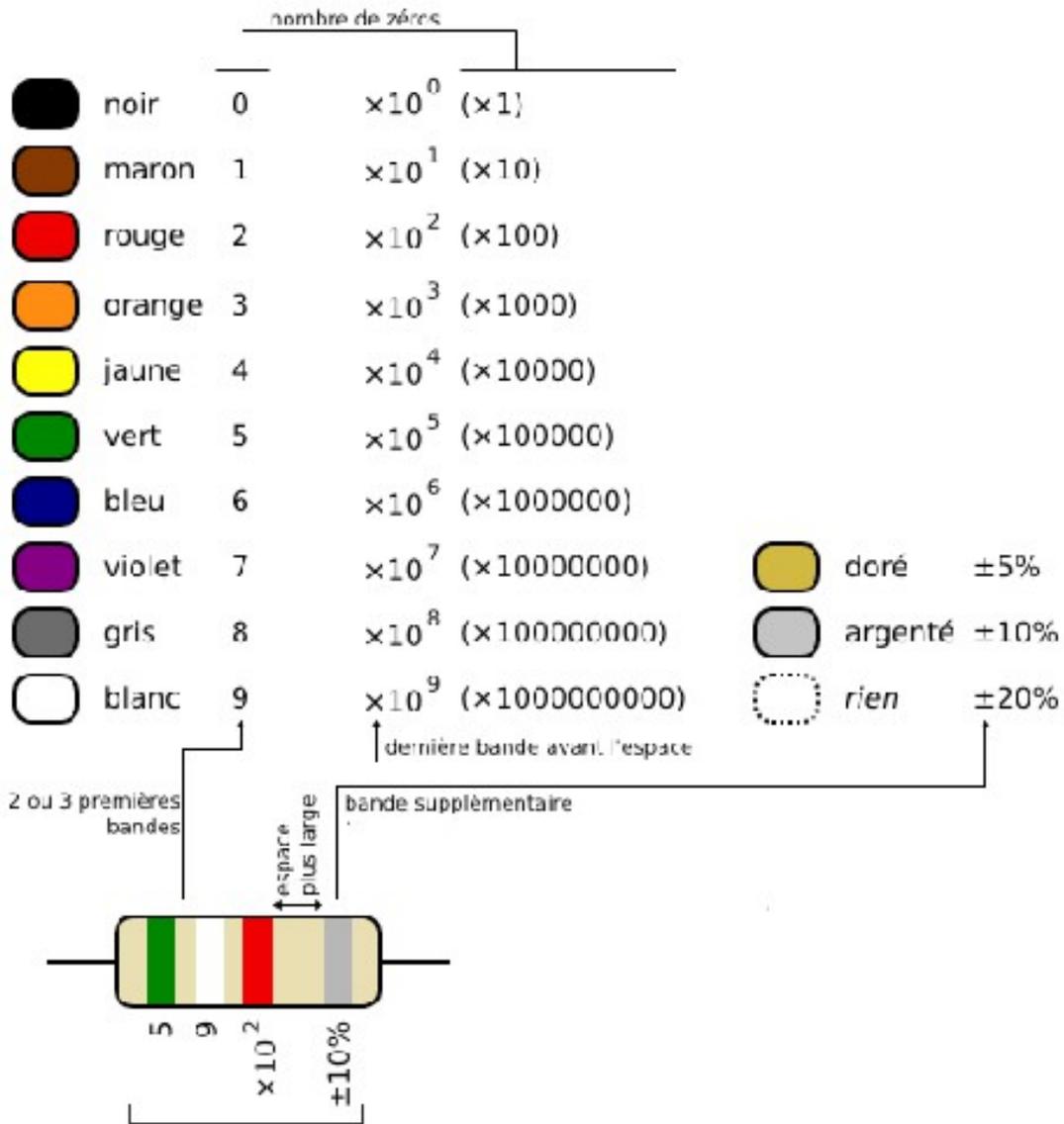
. La couleur de la **première bande** correspond _____

. La couleur de la **deuxième bande** correspond _____

. La couleur de la **troisième bande** correspond _____

. La couleur de la **quatrième bande** correspond _____

En utilisant le code de couleur suivant, on constate que le résistor ci-dessus a une valeur de $27 \times 10^5 \pm 5\%$ donc la valeur du résistor est de **2 700 000 $\pm 5\%$ Ω** .



Source : Wikipédia



La résistance équivalente

La résistance équivalente correspond à la valeur de la résistance qui permettrait de _____

Dans un circuit **en série**, la formule utilisée pour la calculer est

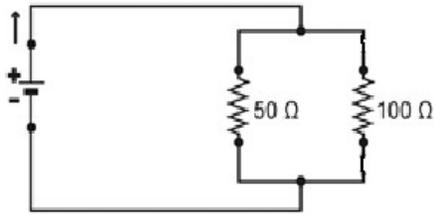
$$R_{\text{éq}} =$$

Dans un circuit **en parallèle**, la formule utilisée pour la calculer est

$$1/R_{\text{éq}} =$$

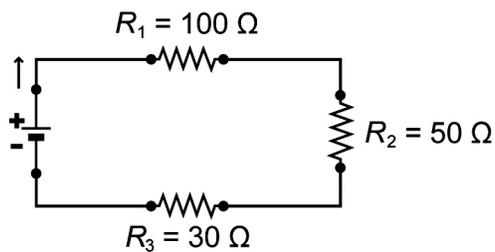
Ex : Calcule la résistance équivalente des circuits suivants :

A) Type de circuit _____ (série / parallèle)



Réponse : _____

B) Type de circuit _____ (série/parallèle)



Réponse : _____

Formules mathématiques et unités de mesure

1-Loi d'Ohm

La loi d'Ohm établit que, pour une résistance donnée, la différence de potentiel dans un circuit électrique est _____ (directement / inversement) proportionnelle à l'intensité du courant.

Sa formule est

$$U=RI$$

où $U =$ _____

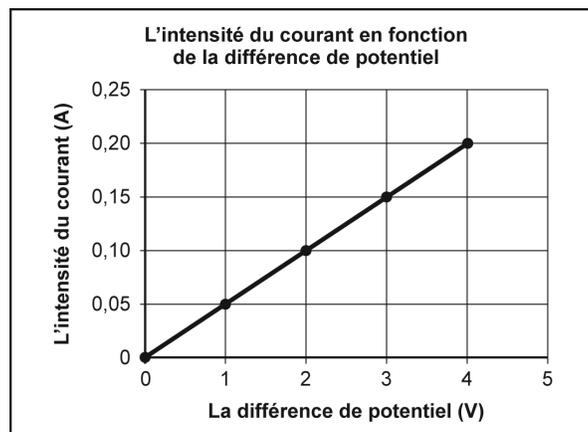
$R =$ _____

$I =$ _____

Ex : Afin de connaître la résistance d'un circuit, Joseph mesure la tension et l'intensité du courant à l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre. Il obtient une différence de potentiel égale à 10 V et il mesure un courant de 500 mA.

Quelle est la valeur de la résistance?

Ex : À l'aide des résultats notés au cours d'une expérience, un étudiant trace le diagramme suivant.



Source : Ministère de l'éducation du loisir et du sport

Quelle est la valeur de la résistance qui a servi à effectuer cette expérience ?

2-La puissance électrique

La puissance électrique permet d'évaluer la quantité d'énergie qu'un appareil consomme à chaque _____.

Voici une formule que l'on peut utiliser pour calculer la puissance électrique d'un appareil.

$$E = P \cdot \Delta t$$

où $P =$ _____

$E =$ _____

$\Delta t =$ _____

Ex : Quelle est la puissance électrique du rasoir de Mathieu s'il utilise 1 kJ pour faire sa barbe en 10 minutes?

3-Formule pour déterminer l'intensité du courant

La Formule est

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

où $I =$ _____

$q =$ _____

$\Delta t =$ _____

Ex : Une batterie a la capacité de fournir une charge de 280 000 coulombs. Si la batterie se décharge complètement en 3 heures, quelle est l'intensité du courant qu'elle a fourni ?

4-Formule exprimant la puissance électrique en fonction de la différence de potentiel et de l'intensité du courant

La Formule est

$$P_{\acute{e}} = U \cdot I$$

où $P_{\acute{e}} =$ _____

$U =$ _____

$I =$ _____

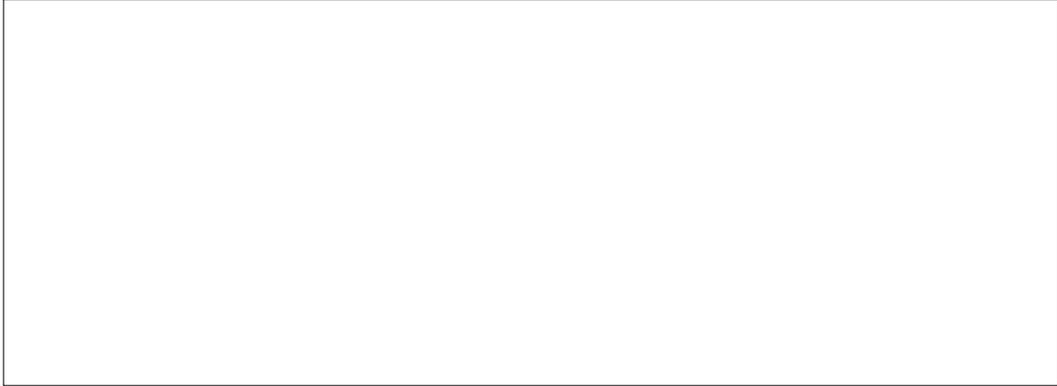
Ex. Voici les informations que l'on trouve sur la fiche signalétique d'un fer à repasser.

120 V
1100 W
60 Hz

a) Quelle information représente la puissance de l'appareil ?

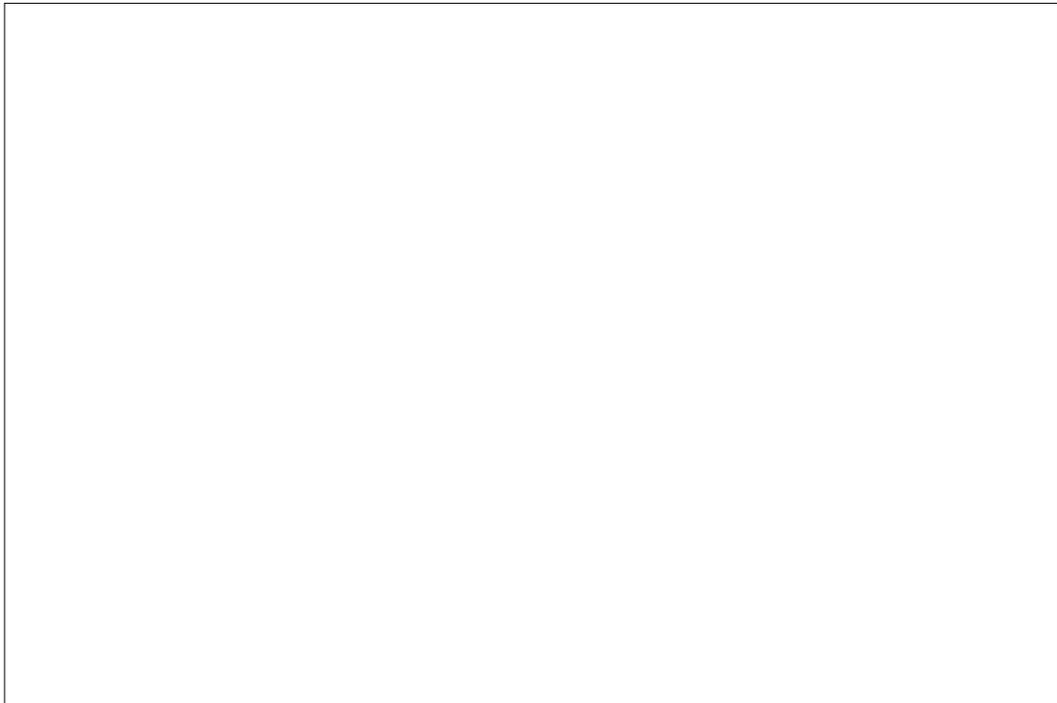
b) Quelle information représente la différence de potentiel de l'appareil ?

c) Quelle est l'intensité du courant qui alimente l'appareil ?



Ex : Un circuit alimenté par un courant qui fournit une tension de 120 V est protégé par un fusible de 20 A. On y branche en même temps un radiateur électrique portatif de 2 kW, un fer à repasser de 800 W et une lampe de 100 W.

Le fusible résistera-t-il ?



Les Lois de Kirchhoff

Gustav Robert Kirchhoff en 1945, à l'âge de 21 ans, élabore deux lois. La loi des courants et la loi des tensions. Ces lois sont aussi nommées les lois de Kirchhoff.

. La loi des courants

Dans un circuit en série

Dans un circuit en série, l'intensité du courant est _____, car ce type de circuit possède _____. Alors, le même nombre d'électrons quittent la source, circulent dans les fils et reviennent à la source.

Rappelons ici qu'en électricité, il est important de comprendre le principe de la conservation des charges électriques.

"Les charges électriques ne peuvent ni disparaître ni être créées."

Dans un circuit en parallèle

Dans un circuit en parallèle, la _____ de l'intensité du courant dans chacune des branches est égale à l'intensité du courant débitée par la _____.

Ici aussi, le principe de la conservation des charges est appliqué.

. La loi des tensions

Dans un circuit en série

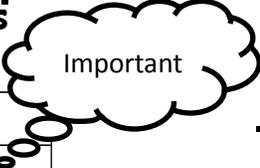
Dans un circuit en série, la _____ des tensions dans le circuit est égale à tension de la _____.

Il faut comprendre que les électrons, qui quittent la source, dépensent leur énergie dans chacun des composants du circuit. Ils reviennent donc à la source pour être rechargés.

Dans un circuit en parallèle

Dans un circuit en parallèle, la tension à chacune des branches est _____ à la tension de la source, car tous les composants du circuit sont reliés **directement** à la source.

Application des lois de Kirchhoff dans les circuits électriques



Important

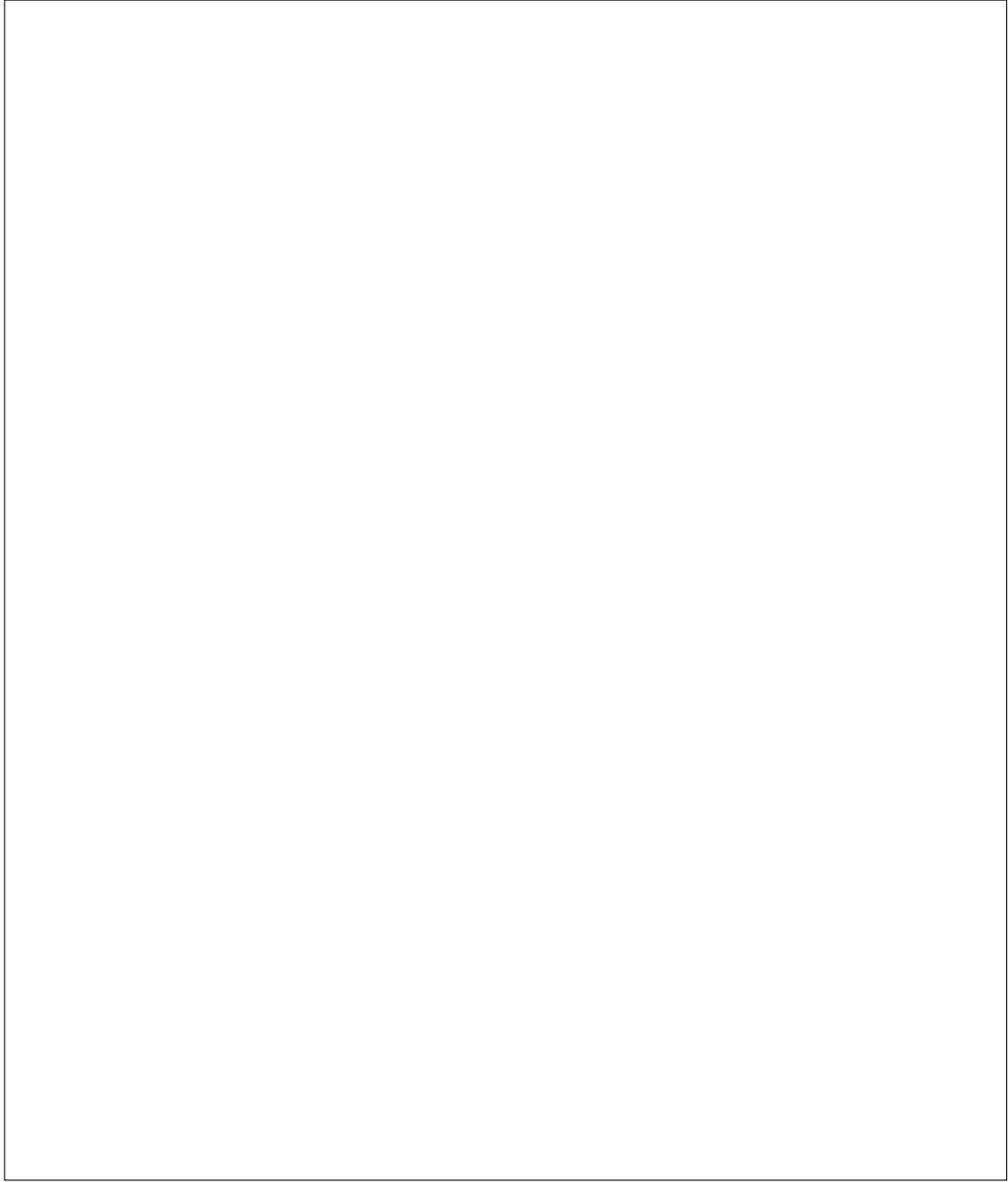
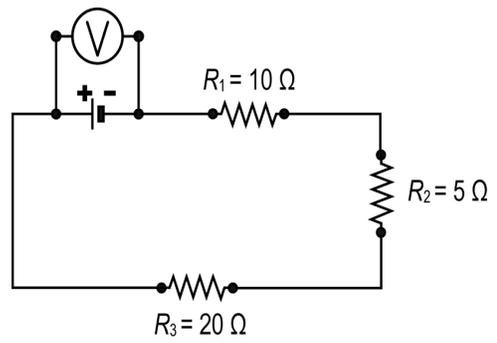
	Circuit série	Circuit parallèle
Intensité du courant	$I_t = \underline{\hspace{2cm}}$	$I_t = \underline{\hspace{2cm}}$
Différence de potentiel	$U_t = \underline{\hspace{2cm}}$	$U_t = \underline{\hspace{2cm}}$
Résistance	$R_{\text{éq}} = \underline{\hspace{2cm}}$	$1/R_{\text{éq}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Ex : Pour chacun des circuits suivants, si la tension totale vaut **12**

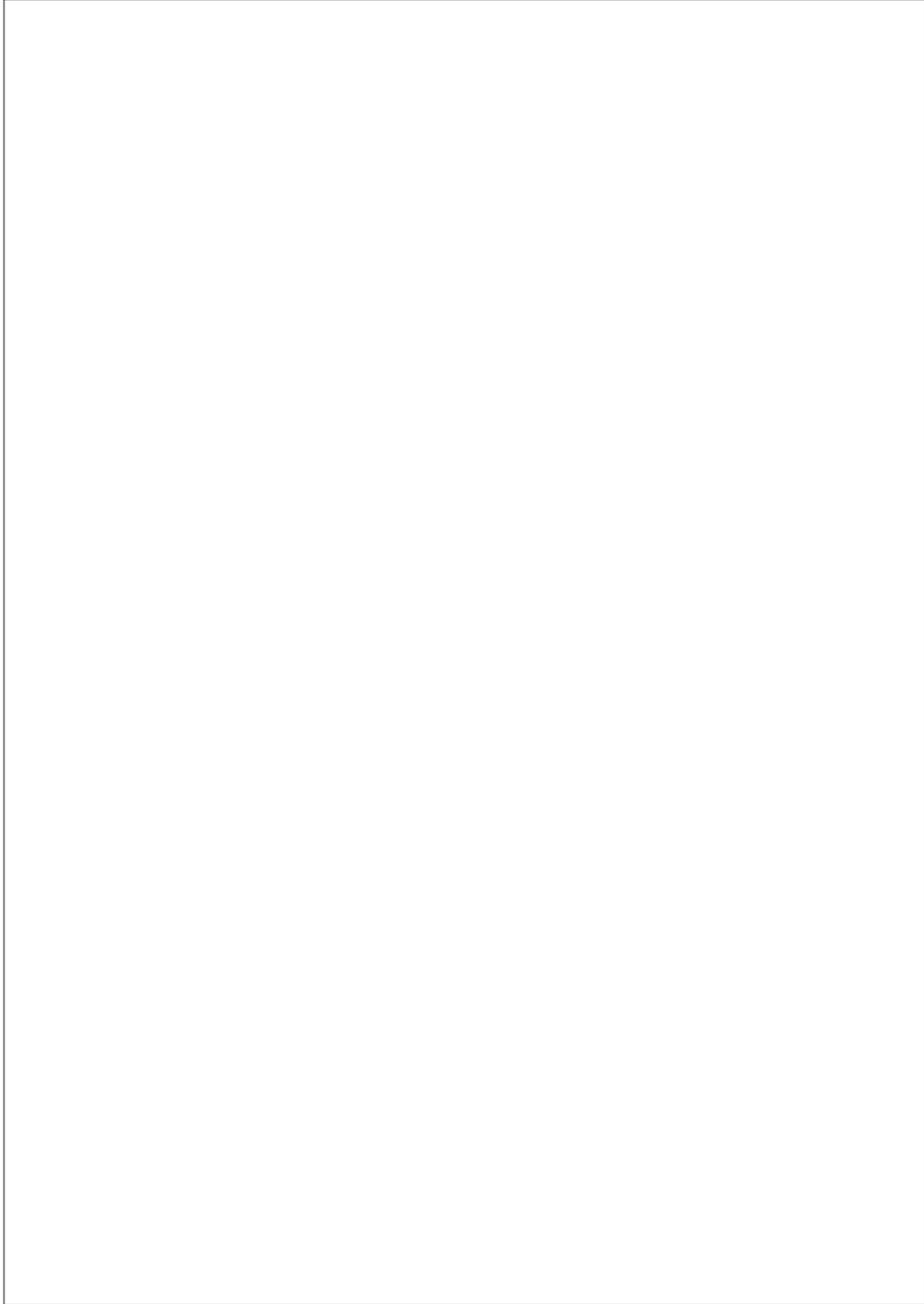
V, calculez :

- la résistance équivalente du circuit ;
- l'intensité du courant qui circule dans chacune des résistances ;
- la différence de potentiel aux bornes de chacune des résistances.

a)



b)



Résumé des notions



Variable	Symbole de la variable	Unité de mesure	Symbole de l'unité de mesure
Travail	_____	_____	_____
_____	U	_____	_____
_____	_____	_____	Ω
_____	_____	_____	A
_____	E	_____	_____
_____	_____	watt	_____
Charge électrique	_____	_____	_____
_____	Δt	seconde	_____

STE

Tableau des formules :



$U = RI$	$P = UI$
$\text{STE} \quad F_e = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$	$P = \frac{E}{\Delta t}$
$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	$1/R_{\text{eq}} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$
$I = \frac{q}{\Delta t}$	

Les phénomènes électromagnétiques

Définitions :

. **L'électromagnétisme** est _____

. **Un champ magnétique** correspond à la région de l'espace invisible dans laquelle la force magnétique d'un aimant peut agir sur un autre _____ ou sur une substance _____.

. **Un solénoïde** est une bobine faite de plusieurs _____
_____. (ex : les solénoïdes sont utilisés dans les haut-parleurs et dans les moteurs électriques)



Source : Wikipedia commons

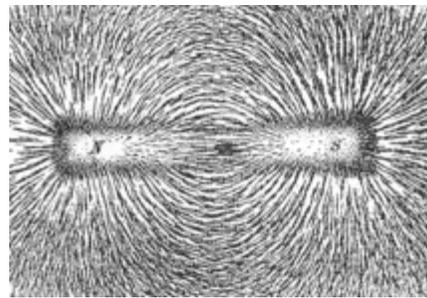
Forces d'attraction et de répulsion

Les pôles magnétiques semblables _____.

Les pôles magnétiques contraires _____.

Illustration d'un champ magnétique

Comme tu peux le constater en regardant l'illustration ci-contre. Il est possible d'illustrer le champ magnétique à l'aide de limailles de fer.



Source : Newton Henry Blank

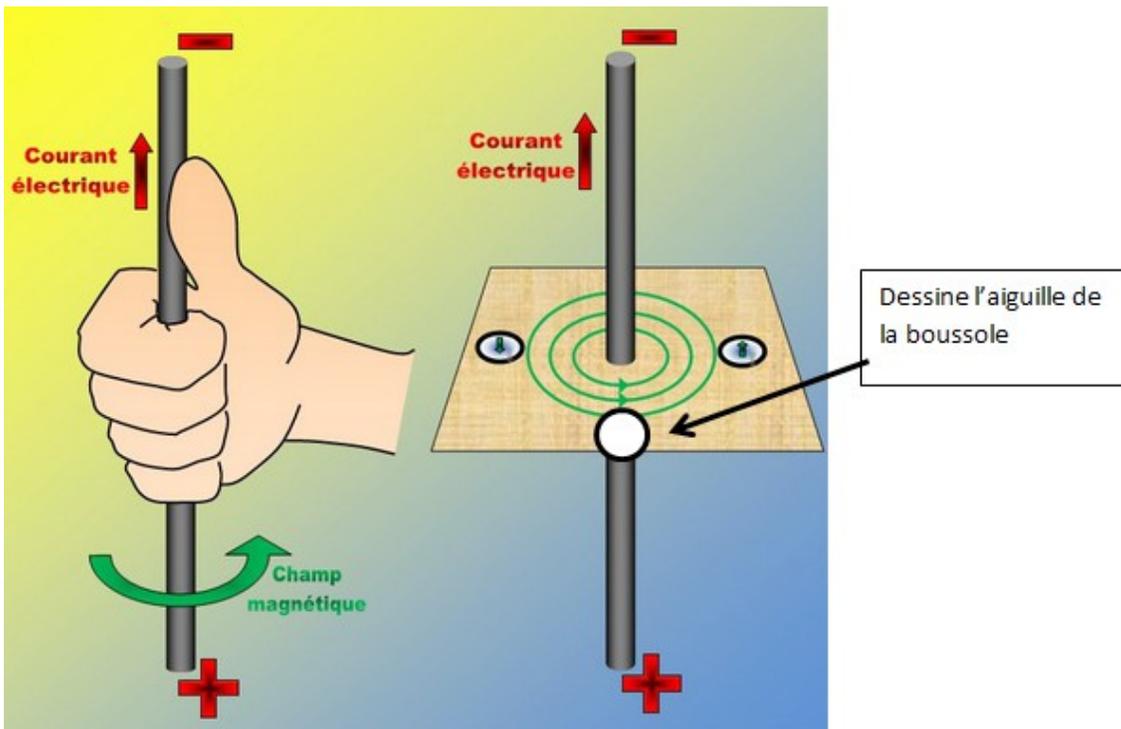
Important !

Par convention, dans un champ magnétique, les lignes du champ magnétique sortent du _____ et entre au _____.

Règles de la main droite

Détermination de la direction des lignes de champ générées par un fil conducteur

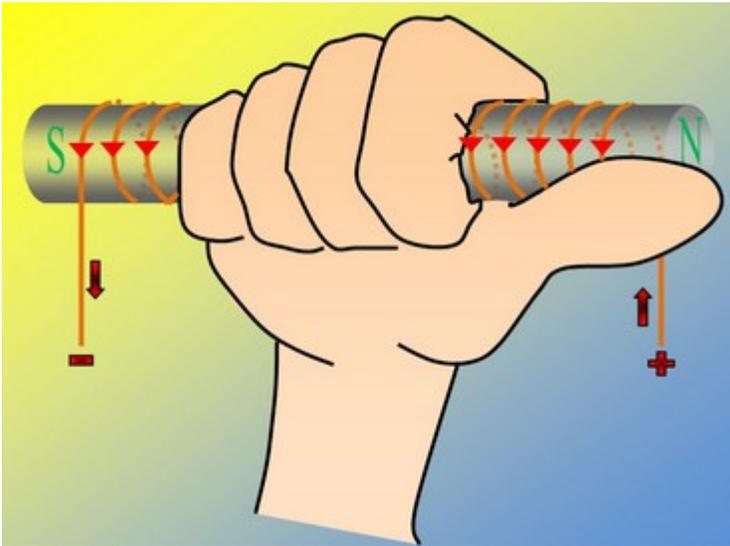
Dans un fil droit, le pouce indique _____ et les doigts représentent _____.



Source : Allo Prof

Détermination de la direction des lignes de champ générées
par un solénoïde

Dans un **solénoïde**, le pouce indique _____.
et les doigts s'enroulent dans le _____.



Source : Allo Prof

Facteurs qui influencent la force



Capsule 5.16

d'un électroaimant

- La nature du noyau ☺ : Il doit être fait d'une substance ferromagnétique
(Ex : fer, cobalt, nickel ou un alliage comme l'acier)
- ☺ Le noyau, dans un électroaimant est une tige de métal ferromagnétique placée à l'intérieur du solénoïde.
- Le nombre de spires (ou enroulements) : Plus le nombre de spires est grand, plus l'électroaimant _____.
- L'intensité du courant : Plus l'intensité du courant est élevée, plus l'électroaimant est _____.

Les fonctions électriques



Un circuit électrique est formé de différentes composantes. Ces dernières ont chacune une fonction et ces fonctions sont variées. Voyons les fonctions des composantes les plus usuelles.

Définitions :

- . **La fonction alimentation** est la fonction assurée par toute composante _____

Ex : Pile chimique, pile solaire, alternateur...

STE

- . **Un condensateur** est un dispositif composé de deux surfaces électriques séparées par un isolant. Il peut accumuler des _____ puis les libérer **rapidement**.

Ex : Défibrillateur cardiaque.

- . **La fonction conduction** est la fonction assurée par toute composante _____

Ex : Fil électrique

La conductibilité électrique dépend de quatre facteurs

Facteur	Influence
Température	Plus un fil est _____ (froid / chaud) plus la conductibilité électrique est grande.
La section du fil (son diamètre)	Plus le diamètre du fil est _____ (petit / grand) plus la conductibilité électrique est grande.
La longueur	Plus un fil est _____ (court / long) plus la conductibilité électrique est grande.
La nature	De façon générale, les métaux sont de bons conducteurs électriques.

. **La fonction isolation** est la fonction assurée par toute composante _____

Ex : Le caoutchouc, le plastique autour des fils électriques ...

. **La fonction protection** est la fonction assurée par toute composante _____ la circulation d'un courant électrique en cas de situation anormale.

Ex : Fusible et disjoncteur

. **La fonction commande** est la fonction assurée par toute composante _____.

Ex : Interrupteur et commande magnétique.



Il existe différents types d'interrupteurs.

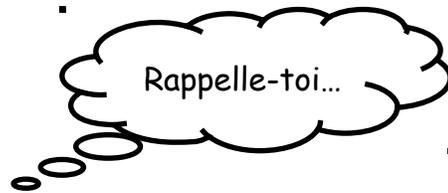
- ☞ Il y a les interrupteurs unipolaires ou bipolaires.
- ☞ Il y a les interrupteurs unidirectionnels ou bidirectionnels.

Voyons ici les 4 types d'interrupteurs possibles

Type d'interrupteur	Symbole
Unipolaire unidirectionnel	
Unipolaire bidirectionnel	
Bipolaire unidirectionnel	
Bipolaire bidirectionnel	

. La fonction transformation d'énergie est la fonction assurée par toute composante pouvant _____

Ex : Une ampoule incandescente transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante et en chaleur.



Ex : **Une diode** est un dispositif qui ne laisse passer un courant que dans un _____.

Une DEL (ou diode électroluminescente) transforme l'énergie électrique en énergie rayonnante, mais pas en chaleur.