

ÉLECTRICITE 1

La tension et l'intensité du courant électrique

OUVERTURE

Le lecteur mp3

Les élèves peuvent remarquer que ce type d'indications est présent sur tous les appareils électriques. Il peut être intéressant à cette occasion de demander une recherche sur les appareils électriques courants. Elle permet d'observer que les appareils qui se branchent directement sur le secteur portent l'indication 230 V ; en revanche, les appareils qui utilisent des batteries, des piles ou des transformateurs (téléphone fixe par exemple) portent une indication de valeur nettement plus faible en V : 6,5 V par exemple. Les valeurs en A diffèrent aussi ; elles sont nettement plus faibles pour des appareils à pile, pour lesquels on trouve plutôt des données en mA.

À quoi peut faire penser l'association d'un nombre et d'une lettre (30 V ; 1 A) ? Par analogie avec une mesure de longueur, par exemple 3 m, ou une mesure de durée, par exemple 25 min, les élèves peuvent proposer qu'il s'agit de mesures de grandeurs électriques. Souligner la différence entre une grandeur (la longueur), sa mesure (3), son unité (le mètre) et le symbole de l'unité (m). Ce peut être enfin l'occasion de rappeler les multiples des unités (mm, cm, km...). Dans le cas de 30 V et 1 A, le symbole de l'unité de ces grandeurs est respectivement V et A... Il reste à découvrir de quelles grandeurs il s'agit !

Le lecteur mp3 fonctionne avec une pile ou une batterie. La valeur de la tension électrique de cette pile, qui se mesure en volts (symbole V), doit être de 5 à 30 V.

1 A est la valeur de l'intensité du courant électrique mesurée en ampères (symbole A), qui circule dans le circuit électrique du lecteur mp3.

Le technicien

Le technicien mesure une tension électrique. L'appareil est un multimètre utilisé en voltmètre.

ACTIVITES

Activité 1 : Comprendre la tension et l'intensité du courant p. 90-91

Document

Réponses aux questions

1. La tension entre les bornes du dipôle générateur correspond à la différence d'altitude entre le haut et le bas du télésiège.
2. Quand la piste est interdite d'accès, aucun skieur ne l'emprunte et donc aucun skieur ne passe sous la banderole. Ainsi, le nombre de skieurs qui passent sous la banderole est égal à zéro. De même, dans un circuit électrique dont l'interrupteur est ouvert, l'intensité du courant est nulle.
3. Si la tension est nulle, c'est que l'on peut comparer la portion de circuit à une piste de dénivellation nulle. L'analogie recherchée est donc celle d'un tronçon de piste plate, pour laquelle il n'y a pas de différence d'altitude, mais cependant des skieurs qui passent. L'intensité du courant électrique n'est pas nulle...

4. La tension électrique correspond à une différence « d'altitude électrique » ; c'est une grandeur associée à un couple de points, car il est nécessaire de parler de deux points pour faire cette différence. Remarque : si les deux points sont confondus, ils sont à la même « altitude électrique » et la tension électrique est nulle. L'intensité du courant correspond au nombre de skieurs qui passent sous une banderole en un temps donné ; c'est une grandeur associée à un point du circuit électrique, de même que la banderole est placée à un endroit en travers de la piste.

Vers le bilan...

L'information qu'il manque est la manière de les mesurer et les unités dans lesquelles elles s'expriment.

Activité 2 : Mesurer une tension électrique

Document A : Découvrir le multimètre utilisé en voltmètre

Réponses aux questions

1. Les bornes V et COM sont situées dans la partie inférieure. Le curseur (sélecteur de calibre) est au centre ; en le faisant tourner, on le place en face du calibre souhaité.
2. L'unité de la tension électrique est le volt, de symbole V.
3. Pour mesurer une tension, il est nécessaire d'employer deux fils de connexion ; l'un pour connecter le point A à la borne V, l'autre pour connecter le point B à la borne COM.
4. Cf figure a page 92 pour la figure de voltmètre correspondant au multimètre photographié.
5. La première étape est le branchement du voltmètre en dérivation. La deuxième étape est la sélection du meilleur calibre pour la mesure à effectuer. Pour mesurer la tension aux bornes d'un dipôle en fonctionnement, il faut d'abord réaliser le circuit électrique, puis connecter une borne du dipôle à la borne V et l'autre borne à la borne COM du voltmètre. On place ensuite le curseur sur le calibre le plus grand, c'est-à-dire 600 V. On ferme enfin l'interrupteur du circuit.

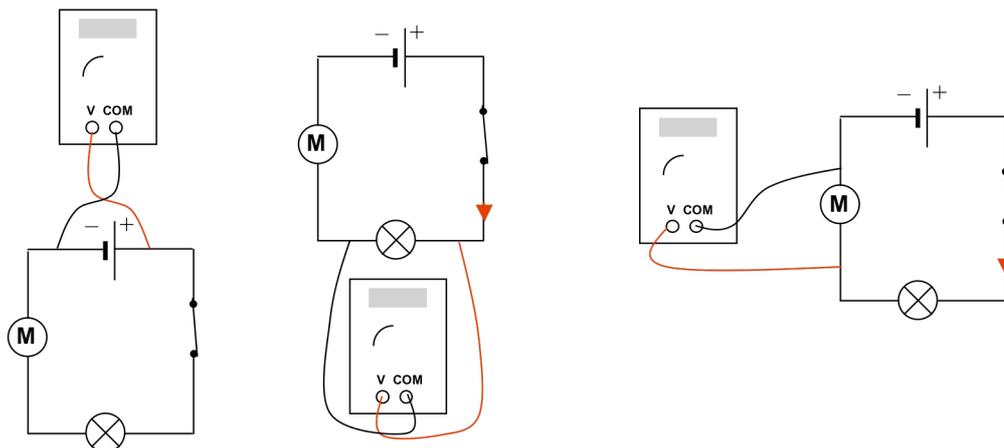
Pour lire la valeur affichée sur l'écran du voltmètre :

- si cette valeur est supérieure à 200 : la valeur de la tension est la valeur affichée, en volts ;
- si cette valeur est comprise entre 20 et 200, placer le sélecteur sur le calibre intermédiaire 1 : la valeur de la tension est alors la valeur affichée, en volts ;
- si cette valeur est comprise entre 2 et 20, placer le sélecteur sur le calibre intermédiaire 2 : la valeur de la tension est alors la valeur affichée, en volts ;
- si cette valeur est inférieure à 2, placer le sélecteur sur le petit calibre : la valeur de la tension est la valeur affichée, en millivolts.

Expérience B : Utiliser un voltmètre

Réponses aux questions

1. Pour lire une tension positive aux bornes d'un dipôle générateur : la borne V est connectée à la borne + du générateur ; la borne COM est connectée à la borne – du générateur.
2. Pour lire une tension positive aux bornes d'un dipôle récepteur : borne V connectée à la borne par laquelle entre le courant ; borne COM connectée à la borne par laquelle sort le courant.
3. On effectue la première mesure avec le grand calibre. Lorsqu'on modifie la position du curseur pour avoir le meilleur calibre, la mesure est plus précise.
- 4.



5. Il est important de choisir le meilleur calibre pour obtenir une mesure précise. Pour une mesure de tension, comme la tension aux bornes d'un générateur, le voltmètre indique moins de chiffres quand il est sur le calibre le plus grand que quand il est sur le meilleur calibre. Par exemple 12 V quand il est sur le calibre le plus grand ; 12,2 V quand il est sur le calibre intermédiaire 2. La mesure est donc plus précise dans le deuxième cas.

Quand on change le sens de branchement du voltmètre, la valeur affichée change de signe. La valeur absolue reste la même.

Vers le bilan...

Il faut placer le voltmètre en dérivation sur le dipôle étudié, dans le circuit électrique. Pour lire des valeurs positives, il faut relier la borne V du voltmètre au pôle + du dipôle s'il s'agit d'un générateur, au pôle par lequel entre le courant s'il s'agit d'un récepteur.

Activité 3 : Mesurer l'intensité d'un courant électrique

Document A : Découvrir le multimètre utilisé en ampèremètre

Réponses aux questions

1. Les bornes A et COM sont situées dans la partie inférieure. Le curseur (sélecteur de calibre) est au centre ; en le faisant tourner, on le place en face du calibre souhaité.

2. L'unité de l'intensité du courant électrique est l'ampère, de symbole A.

3. Pour mesurer une intensité en un point d'un circuit électrique, il est nécessaire d'employer un fil de connexion supplémentaire ; au point voulu dans le circuit, il faut débrancher le fil du circuit et le connecter à la borne 10A ; le fil supplémentaire est alors utilisé pour connecter la borne COM au point étudié du circuit, ce qui permet de refermer le circuit, l'ampèremètre étant ainsi branché en série.

4. Cf figure a page 94 pour la figure d'ampèremètre correspondant au multimètre photographié.

5. La première étape est le branchement de l'ampèremètre en série dans le circuit étudié. La deuxième étape est la sélection du meilleur calibre pour la mesure à effectuer. Pour mesurer l'intensité du courant électrique dans un dipôle en fonctionnement, il faut d'abord réaliser le circuit électrique, puis débrancher le fil placé sur la borne du dipôle par laquelle entre le courant électrique. On rebranche ensuite ce fil à la borne 10A de l'ampèremètre et on connecte la borne COM de l'ampèremètre à la borne du dipôle qui a été débranchée. On place alors le curseur sur le calibre le plus grand, c'est-à-dire 10A. On ferme enfin l'interrupteur du circuit.

Pour lire la valeur affichée sur l'écran de l'ampèremètre :

– si cette valeur est supérieure à 2 : la valeur de l'intensité du courant est la valeur affichée, en ampères ;

– si cette valeur est comprise entre 0,2 et 2, on débranche le fil de la borne 10A et on le rebranche sur la borne mA du multimètre ; on place le curseur sur le calibre intermédiaire 1 : la valeur de l'intensité du courant est alors la valeur affichée, en milliampères ;

– si cette valeur est comprise entre 0,02 et 0,2, on débranche le fil de la borne 10A et on le rebranche sur la borne mA du multimètre ; on place le curseur sur le calibre intermédiaire 2: la valeur de l'intensité du courant est alors la valeur affichée, en milliampères ;

– si cette valeur est inférieure à 0,02, on débranche le fil de la borne 10A et on le rebranche sur la borne mA du multimètre on place le curseur sur le petit calibre : la valeur de l'intensité du courant est alors la valeur affichée, en milliampères.

Investigation B : Utiliser un ampèremètre

Propose une hypothèse

L'élève doit dessiner le schéma du circuit électrique sans multimètre (pile + lampe + interrupteur en boucle simple), puis effacer le fil entre la borne + de la pile et la lampe et le remplacer par un fil de la borne + de la pile à la borne 10A de l'ampèremètre et un fil de la borne COM de l'ampèremètre à la lampe.

Réalise une expérience

La valeur affichée est positive si le courant entre dans l'ampèremètre par la borne 10A (ou A, après le choix du meilleur calibre).

Conclus

Il faut suivre le protocole suivant :

- réaliser le circuit électrique, comportant une pile, une lampe et un interrupteur ;
- débrancher le fil de la borne de la lampe par laquelle entre le courant électrique ;
- rebrancher ce fil à la borne 10A de l'ampèremètre ;
- connecter la borne COM de l'ampèremètre à la borne de la lampe qui a été débranchée ;
- placer le sélecteur de calibre sur le calibre le plus grand, c'est-à-dire 10A ;
- fermer l'interrupteur du circuit ;
- lire la valeur affichée sur l'écran de l'ampèremètre ;
- choisir le meilleur calibre (cf question 5. Doc A ci-dessus).

Investigation C : Étudier l'influence de l'ordre et du nombre des dipôles

Propose une hypothèse

L'éclairement d'une lampe augmente quand l'intensité du courant qui la traverse augmente (attention : ceci n'est valable que dans une certaine plage de valeurs de I , comme cela sera détaillé au chapitre *Électricité 2*). Les expériences d'électricité réalisées par les élèves en classe de 5^e devraient leur permettre de proposer : « l'intensité du courant électrique circulant dans une portion de circuit ne dépend pas de l'ordre des dipôles ; mais l'intensité diminue quand le nombre de dipôles augmente. »

Réalise une expérience

On peut réaliser un circuit électrique en boucle simple, comportant un ampèremètre et différents dipôles. On relève la valeur de l'intensité du courant électrique. Sans rien changer d'autre, on modifie l'ordre des dipôles et on lit la valeur affichée par l'ampèremètre ; toujours sans rien changer d'autre, on rajoute / on enlève un dipôle et on lit à nouveau la valeur affichée.

Exemple d'expérience à réaliser :

circuit en boucle simple comportant un générateur, un moteur, une lampe, l'ampèremètre.

- lire la valeur de l'intensité du courant ;
- échanger la place du moteur et de la lampe dans le circuit et lire la valeur affichée : elle est inchangée ;
- ajouter une deuxième lampe branchée en série dans le circuit, par exemple entre le générateur et le moteur et lire la valeur affichée : elle est plus faible.

Conclus

Dans un circuit en boucle simple, l'intensité du courant électrique ne dépend pas de l'ordre des dipôles ; elle diminue quand le nombre de dipôles récepteurs augmente.

Vers le bilan...

COM est l'abréviation de « commune », car la borne COM est utilisée à la fois quand le multimètre fonctionne en voltmètre et quand il fonctionne en ampèremètre : cette borne est commune aux deux.

EXERCICES

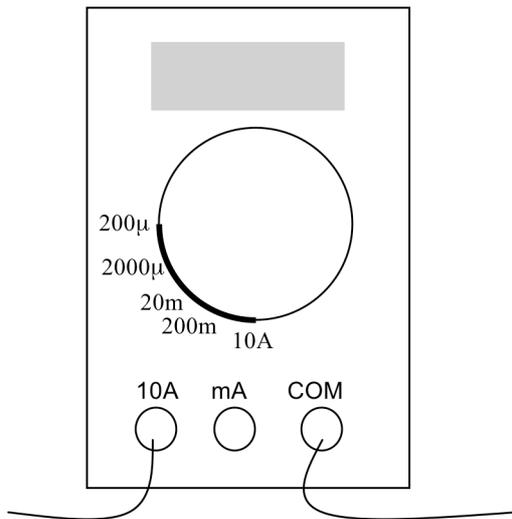
Je vérifie mes connaissances

Exercice 1 : Utiliser le modèle de la station de ski

L'analogie avec une station de ski peut être utilisée pour comprendre le fonctionnement d'un **circuit** électrique. L'intensité du courant électrique est une grandeur qui ressemble au **débit** de skieurs en un point de la piste. La **tension** est une grandeur électrique qui ressemble à une différence d'altitude.

Exercice 2 : Utiliser un appareil de mesure

1. Il s'agit d'un multimètre.
2. Pour mesurer l'intensité d'un courant électrique, il faut utiliser les bornes 10A et COM avec le calibre 10A ; ou, si la première mesure est inférieure à 10 A, les bornes mA et COM avec le meilleur calibre à choisir parmi 200m, 20m, 2000 μ , 200 μ .
- 3.



Exercice 3 : Lire un dessin de multimètre

1. Quand un multimètre est représenté par cette figure, il joue le rôle d'un voltmètre et mesure une tension électrique, en volts (symbole V).
2. Un voltmètre doit être branché en dérivation.
3. Quand le curseur est sur « 2 », la valeur la plus grande que le voltmètre peut mesurer est 2 V.

Exercice 4 : Vrai ou faux

- a. Vrai. L'unité de l'intensité du courant électrique est l'ampère, de symbole A.
- b. Faux. La tension électrique est définie entre deux points d'un circuit, comme la différence d'altitude qui est définie entre deux points.
- c. Faux. La tension électrique peut être soit positive, soit négative, soit nulle.

Exercice 5 : Lire une indication

1. L'indication « 3,7 V » correspond à une valeur de tension électrique.
2. La tension aux bornes de cette batterie est 3,7 V.
3. Quand le téléphone fonctionne, l'intensité du courant est 350 mA.

Exercice 6 : Prévoir un résultat

1. Ce multimètre est utilisé en voltmètre. En effet, il est relié en dérivation, les bornes utilisées sont les bornes V et COM ; enfin, la position du curseur correspond à une mesure de tension. Il mesure la tension aux bornes du générateur.
2. La valeur affichée sera positive : la borne V du voltmètre est connectée à la borne + du générateur, la borne COM est connectée à la borne - et « l'altitude électrique » de la borne + du générateur est supérieure à « l'altitude électrique » de sa borne -.

J'applique...

Exercice 8 : Quelques piles courantes

1. La pile LR14 est utilisée dans les lampes de poche. Les piles LR3 et LR6 sont très courantes : télécommandes, baladeurs, jouets, etc. La pile LR61 (9 V) est utilisée dans les pèse-personne par exemple. La pile au lithium au centre est utilisée dans les appareils photo.
2. De gauche à droite : 4,5 V ; 1,5 V ; 3,0 V ; 9 V ; 1,5 V.

3. Pour vérifier qu'une pile n'est pas déchargée, il suffit de mesurer la tension aux bornes de la pile avec un multimètre utilisé en voltmètre : la mesure doit correspondre à la valeur inscrite sur la pile.

Exercice 9 : Bornes cachées

Connecter le pôle + de la pile à la borne V ; connecter le pôle – de la pile à la borne COM.

Exercice 10 : Les calibres sont-ils adaptés ?

1. 0,3 A ; 3 mA ; 18,5 mA.

2.

1 → $0,3 \text{ A} < 2 \text{ A}$: le grand calibre n'est pas adapté ; il faut utiliser le calibre intermédiaire 1 et brancher l'ampèremètre avec les bornes mA et COM.

2 → $3 \text{ mA} < 20 \text{ mA}$; le calibre intermédiaire 2 n'est pas adapté ; il faut utiliser le petit calibre.

3 → le calibre est adapté.

Exercice 11 : Attention au signe

1. Le courant va du pôle + du générateur vers son pôle –.

2. L'ampèremètre doit être branché en série avec la lampe. Pour obtenir une valeur positive d'intensité de courant, le courant doit entrer dans l'ampèremètre par la borne A (ou mA si le calibre n'est pas le grand calibre) et sortir de l'ampèremètre par sa borne COM. Ici, la borne A est du côté de la pile, la borne COM du côté de la lampe.

3. Un seul fil de connexion supplémentaire est nécessaire.

J'approfondis

Exercice 12 : Attention au sens du courant

1. Circuit en boucle simple : pile + lampe + interrupteur + diode + ampèremètre. Le courant va du pôle + du générateur vers son pôle – ; ici, il entre dans l'ampèremètre par la borne A et sort par la borne COM.

2. Le multimètre est utilisé en ampèremètre ; il mesure une intensité de courant.

3. Si on échange les bornes du multimètre, l'intensité mesurée change de signe.

L'ampèremètre indique – 469.

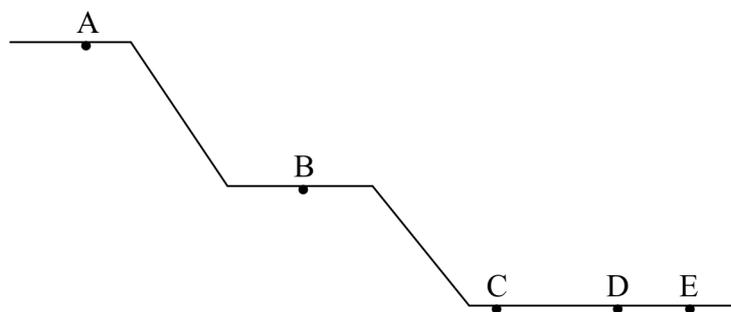
4. Si on échange les bornes de la diode, elle devient bloquante et le courant est nul dans le circuit. L'ampèremètre indique 0.

Exercice 13 : Qui est en haut de la pente ?

1. Pour la première mesure par exemple : schéma du circuit + figure de voltmètre branchée en dérivation avec V connectée au point A et COM connectée au point E.

2. $E = D = C < B < A$

3. Chaque fil correspond à une partie plate de la piste.



Mène l'enquête

Exercice 14 : Quel montage ?

Le multimètre utilisé en voltmètre est branché en parallèle aux bornes de la pile : la borne V est connectée à la borne – de la pile ; la borne COM est connectée à la borne + de la pile, ce qui donne bien une mesure de tension négative.

Le curseur est placé sur 20. Justification du choix du calibre : $2 < 4,5 < 20$.

Le multimètre utilisé en ampèremètre est branché en série entre la pile et la lampe : la borne A est connectée à la borne + de la pile ; la borne COM est connectée à la lampe. Le curseur est placé sur 200m. Justification du choix du calibre : $20 < 80 < 200$

Exercice 15 : À la recherche de l'élément défectueux

Le circuit de départ est un circuit en boucle simple pile + interrupteur + lampe.

– Il faut s'intéresser d'abord à la pile. Pour savoir si la pile est usée, on mesure la tension aux bornes de la pile en branchant un voltmètre en dérivation aux bornes de la pile : on relie le pôle + de la pile à la borne V et le pôle – à la borne COM. Si la valeur affichée est inférieure à la tension inscrite sur la pile, la pile est usée.

– Si la pile n'est pas usée, on s'intéresse à la lampe. Pour savoir si la lampe est grillée, on mesure l'intensité du courant qui traverse la lampe dans le circuit en branchant un ampèremètre en série entre la pile et la lampe dans le circuit. Si la valeur affichée est nulle, la lampe est grillée.

– Si la pile n'est pas usée et la lampe n'est pas grillée, il se peut que la pile et la lampe ne soient pas adaptées. (Cf chapitre Elec2 : la tension de la pile doit être égale à la tension nominale de la lampe.)

Exercice 16 : Impossible mais vrai !

Le multimètre mesure la tension aux bornes du générateur. La valeur 1 qui s'affiche est en contradiction avec la photo du générateur, qui est réglé sur 7,5 V.

Le générateur est branché sur une lampe allumée, donc il n'est pas défectueux.

C'est l'utilisation du voltmètre qui n'est pas correcte : le calibre choisi (2 = petit calibre) ne permet pas de mesurer une tension de 7,5 V. Il faudrait choisir le calibre 20 = calibre intermédiaire 2 pour cette mesure.

Une expérience simple et amusante : Un autre modèle de la tension et de l'intensité

1. C'est la personne qui « écope » l'eau de la bassine vers la bouteille !
2. Dans ce modèle, c'est le débit de l'eau qui correspond à l'intensité du courant électrique.
3. Dans ce modèle, comme dans celui de la station de ski, c'est la différence d'altitude qui correspond à la tension électrique.

DOSSIERS

Histoire – L'inventeur de la première pile électrique

1. De son vivant, Volta a été honoré par Napoléon qui le nomma comte de l'Empire.

C'est après sa mort que Volta a été honoré par la communauté scientifique qui a appelé volt l'unité de tension électrique.

2. Le mètre, symbole m, qui vient du mot mesure en grec.

Le kilogramme, symbole kg, qui vient du mot poids en grec.

Santé : L'électrocardiogramme : mesure de très faibles tensions

1. D'un pic à l'autre on mesure en abscisse : 1,85 cm, ce qui correspond à $1,85/2,4 = 0,77$ s.

2. Du point le plus haut au point le plus bas, on mesure 1,1 cm, soit $1,1 \times 3,5 = 3,85$ mV. Cette valeur correspond à la variation de « l'altitude électrique » du patient par rapport à la terre (au sol).

Technologie : Des lignes à très haute tension

1. C'est entre les fils de la ligne à THT et le sol (la terre) qu'il y a une tension de 400 000 V.
2. Il faut absolument éviter qu'un camion ou une échelle puisse faire un contact entre les fils et le sol.