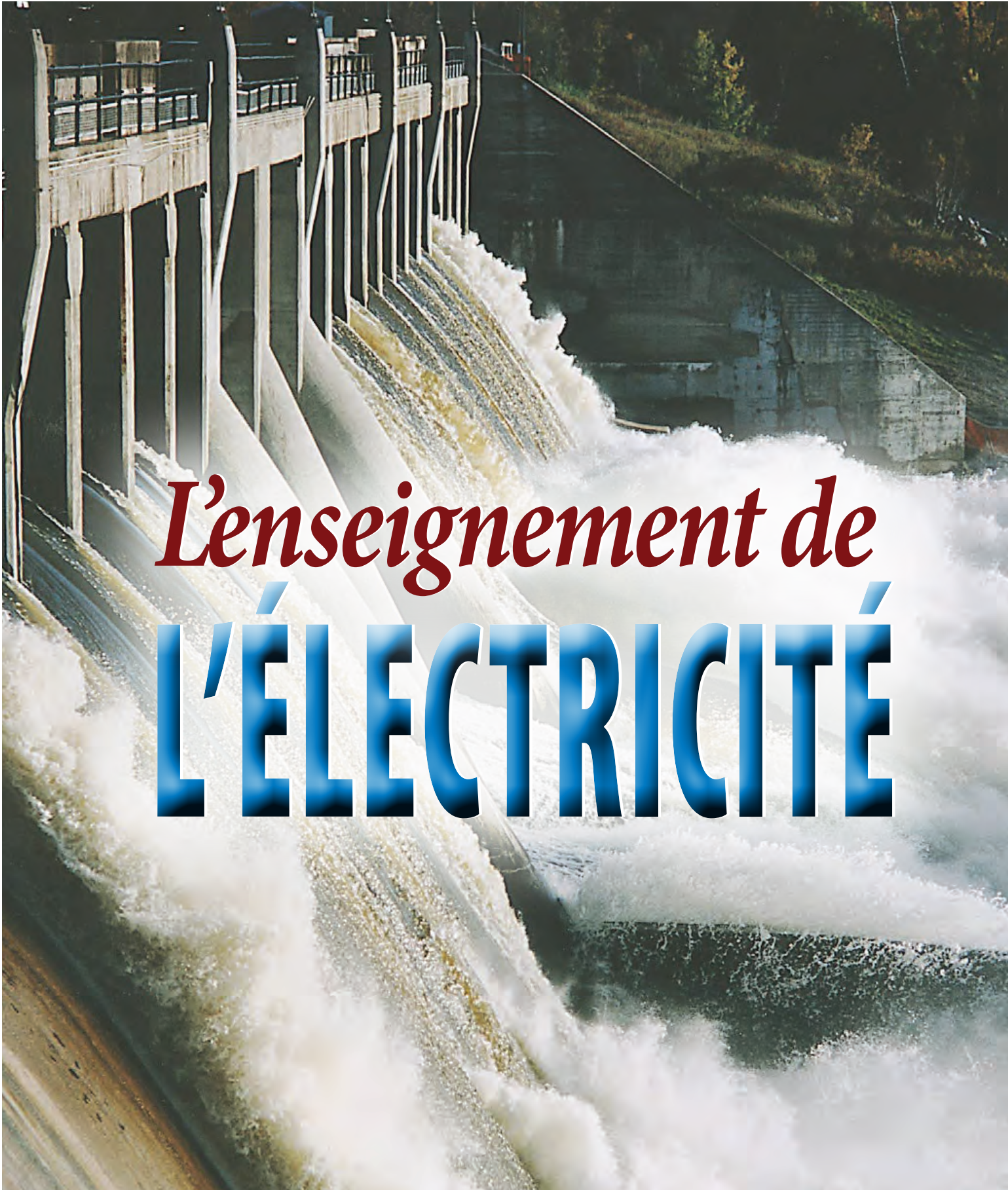




L'enseignement de **L'ÉLECTRICITÉ**



THE UNIVERSITY OF
WINNIPEG

 **Manitoba
Hydro**

Remerciements

Manitoba Hydro est heureuse de s'associer à l'Université de Winnipeg pour l'élaboration de cette ressource pédagogique. Le module a été conçu et élaboré en vue d'aider les enseignants à atteindre les résultats d'apprentissage du regroupement sur l'électricité faisant partie du programme d'études des sciences de la nature pour la 9^e année.

Auteur principal

Don Metz

Professeur agrégé

Faculté d'éducation

Université de Winnipeg

Conception graphique

Animation et illustrations du courant dans un fil par Don Metz et Trevor Bekolay;
programmation par Trevor Bekolay.

Éléments graphiques par Don Metz.

Production

Manitoba Hydro

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	4
INTRODUCTION	4
CHAPITRE UN – INTRODUCTION À L'ÉLECTRICITÉ	
Activité d'apprentissage : rédaction d'un récit	5
Activité d'apprentissage : vérification énergétique	6
Carrières – électricité	8
CHAPITRE DEUX – LA NATURE D'UNE CHARGE	
Activité d'apprentissage : la charge	9
Renseignements essentiels : premiers modèles de l'électricité	10
L'atome électrique	12
CHAPITRE TROIS – PHÉNOMÈNES ÉLECTROSTATIQUES	
Activité d'apprentissage : démonstrations de l'électrostatique	14
Démonstration n° 1 : attraction d'un isolateur neutre.....	15
Démonstration n° 2 : attraction d'un isolateur neutre.....	15
Démonstration n° 3 : renseignements essentiels – séparation vs polarisation.....	15
Démonstration n° 4 : renseignements essentiels – séparation	15
Démonstration n° 5 : charger un objet par le contact.....	16
Démonstration n° 6 : mise à la terre	16
Activité d'apprentissage : expériences sur l'électrostatique	17
Activité d'apprentissage : construction d'un électroscope.....	18
Activité d'apprentissage : l'électrophore	21
Fabrication d'une bouteille de Leyde	23

CHAPITRE QUATRE – COURANT ÉLECTRIQUE

Renseignements essentiels : courant électrique.....	24
Renseignements essentiels : différence de potentiel.....	25
Renseignements essentiels : courant dans un fil conducteur.....	26
Renseignements essentiels : sources de force électromotrice (fem)	27

CHAPITRE CINQ – CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Renseignements essentiels : circuits électriques.....	28
Pile et ampoule – Essayez-le!	28
Élargir le modèle de charge électrique pour inclure les circuits	29
Activité d'apprentissage : expérience sur les circuits électriques.....	29
Renseignements essentiels : élargir le modèle de charge électrique pour inclure les circuits	31
Activité d'apprentissage : feuille de travail sur les circuits à courant continu	32

CHAPITRE SIX – L'ÉLECTRICITÉ À LA MAISON

Manitoba Hydro	34
Circuits de maison.....	35
Appareils électroménagers	36
Puissance	36
Coût de l'énergie	36
Comment lire une étiquette ÉnerGuide	37
Lecture d'un compteur.....	38
Durabilité.....	40
Histoire de l'électricité au Manitoba.....	40
Centre d'éducation et Musée de l'électricité du Manitoba	41

PRÉFACE

La recherche a indiqué clairement qu'il y a beaucoup d'idées fausses par rapport à l'enseignement de l'électricité – même au niveau de l'instruction avancée. On a établi qu'un moyen essentiel d'aborder l'enseignement des concepts de l'électricité est de bâtir un modèle conceptuel sur lequel les élèves peuvent fonder des prédictions et les tester. L'élaboration de l'enseignement de l'électricité dans le programme d'études du Manitoba a comme objectif d'effectuer une transition claire du phénomène à une compréhension conceptuelle, puis enfin à une modélisation mathématique. En 6^e année, les élèves enquêtent sur l'électricité comme phénomène, en 9^e, on élabore un modèle conceptuel puis en 12^e, les élèves du cours de physique traitent du modèle mathématique.

INTRODUCTION

Dans ce module, l'élaboration conceptuelle du modèle particulière pour expliquer l'électricité sous-tend une compréhension de l'électrostatique et de l'électricité dynamique. Les élèves construisent des dispositifs simples comme un électrophore pour enquêter sur les phénomènes électrostatiques. Une transition de l'électricité statique à l'électricité dynamique initie les élèves aux concepts de courant, de tension et de résistance. Des applications quotidiennes pratiques, y compris les carrières et l'électricité à la maison, complètent le cours. L'objectif de l'unité est de permettre à l'apprenant de réaliser ce qui suit :

- conception d'un modèle de l'électricité;
- fabrication de dispositifs simples tels qu'un électroscope pour enquêter sur les phénomènes électrostatiques;
- enquête sur les circuits et établissement d'un lien entre ceux-ci et les applications quotidiennes, y compris le coût de l'énergie électrique, et la sécurité et l'efficacité des appareils électriques;
- enquête sur l'hydro-électricité et examen des questions de durabilité associées à la production et à la transmission de l'électricité au Manitoba.

Dans cette ressource, nous utiliserons les rubriques principales suivantes : *Résultats d'apprentissage*, *Renseignements essentiels*, *Activité d'apprentissage* et *Notes pour l'enseignant (NE)*. Les résultats d'apprentissage sont tirés du programme d'études pour les sciences de la nature de la 9^e année tel que prescrit par la Province du Manitoba. Les renseignements essentiels devraient être inscrits d'une manière quelconque dans les cahiers d'exercices des élèves aux fins d'évaluation future. Nous offrons une version électronique de cette ressource qui peut servir de notes pour les élèves. Pour plus de renseignements, communiquez avec d.metz@uwinnipeg.ca ou lcarter@hydro.mb.ca. Une activité d'apprentissage est une activité axée sur les élèves, qui est conçue pour élaborer les concepts. Pour la plupart des activités d'apprentissage, nous présenterons le fondement, le matériel requis pour l'activité, la marche à suivre, les questions à poser ainsi que des commentaires. Les notes pour l'enseignant (NE) comprennent des explications plus précises, des questions, des problèmes et une élaboration conceptuelle que l'enseignant peut intégrer à l'instruction donnée.

Les résultats d'apprentissage sont tirés directement du document d'Éducation Manitoba *Cadre manitobain de résultats d'apprentissage, Sciences de la nature, secondaire 1, Résultats d'apprentissage spécifiques (Regroupement 3, La nature de l'électricité)*, 2000.

Chapitre un – INTRODUCTION À L'ÉLECTRICITÉ

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE POUR LA 9^E ANNÉE AU MANITOBA :

- S1-3-23** Reconnaître et expliquer l'importance de prendre des décisions qui visent à conserver l'énergie électrique;
- S1-3-24** Utiliser le processus de prise de décisions afin d'examiner un enjeu lié à la production et à la distribution de l'électricité au Manitoba, entre autres l'énergie hydroélectrique, la durabilité.

Activité d'apprentissage : RÉDACTION D'UN RÉCIT

Fondement :

Tous les élèves de la classe ont été touchés d'une manière ou d'une autre par le phénomène de l'électricité. Raconter un récit personnel pour décrire son expérience est un excellent moyen de susciter l'intérêt et d'intégrer aux sciences naturelles d'autres disciplines telles que les langues.

Matériel requis pour l'activité :

Votre imagination et un endroit où écrire.



Marche à suivre pour l'activité :

Chaque élève écrit le récit d'une expérience personnelle liée à l'électricité. Les élèves ou l'enseignant lisent les histoires (ou seulement les meilleures) à voix haute devant la classe.

Questions :

Pouvez-vous expliquer ce qui s'est passé par rapport à l'électricité? La situation était-elle dangereuse? Que peut-on faire pour éviter une telle situation?

Commentaires :

Vous serez peut-être surpris de connaître les expériences qu'ont vécues les élèves par rapport à l'électricité. Une année, un élève m'a raconté l'histoire d'un groupe d'enfants qui faisaient une danse folklorique dans le gymnase en se tenant la main. Ils portaient des bottines de feutre pour protéger le plancher. Une charge électrostatique s'est accumulée et quand un des enfants a touché le poteau métallique du filet de volley-ball, le groupe tout entier a été renversé par la décharge électrostatique.

Activité d'apprentissage : VÉRIFICATION ÉNERGÉTIQUE

Fondement :

L'objectif est d'abord de présenter une activité pratique sur la conservation d'énergie. Les élèves peuvent aussi recueillir les données à la maison.

Matériel requis pour l'activité :

Tableau des données, bâtiment dont on fait la vérification

Dispositif électrique	Watts (W)	Heures par an	Kilowattheures par an	Coût

Marche à suivre pour l'activité :

Imaginez que vous êtes un vérificateur de la consommation d'énergie et que vous devez faire des recommandations au directeur de l'école qui permettront d'économiser l'énergie grâce à l'installation d'appareils d'éclairage écoénergétiques.

PREMIÈRE ÉTAPE

Dessinez un plan de la classe. Assurez-vous que le plan est à l'échelle et indiquez-y le genre d'appareil d'éclairage, son emplacement ainsi que sa puissance nominale (en watts). Vous devriez peut-être demander au concierge de vous aider à établir la puissance nominale.

DEUXIÈME ÉTAPE

Indiquez sur le plan la puissance nominale de tous les dispositifs dans la classe qui consomment l'électricité puis prenez-en note. Cherchez des dispositifs qui se trouvent typiquement dans une classe comme un rétroprojecteur, un ordinateur, un téléviseur, des enseignes SORTIE, etc.

TROISIÈME ÉTAPE

Établissez le nombre d'heures pendant lesquelles chaque dispositif consomme l'électricité au cours d'une année entière. Pour économiser du temps, chaque personne ou groupe peut faire les calculs pour un dispositif et communiquer les résultats à la classe. N'oubliez pas de rajuster les calculs en tenant compte des congés et des horaires de soirée.

Par exemple :

Heures par semaine pendant lesquelles les lumières sont allumées quand l'école est ouverte = 60

Semaines par année pendant lesquelles l'école est ouverte = 40

Heures par semaine pendant lesquelles les lumières sont allumées quand l'école n'est pas ouverte = 5

Semaines par année pendant lesquelles l'école n'est pas ouverte = 12

Voici les étapes à suivre pour compléter les calculs :

HL est le nombre d'heures pendant lesquelles les lumières sont allumées au cours de un an.

$$HL = (60 \times 40) + (5 \times 12)$$

$$HL = 2\,460 \text{ heures}$$

Déterminez le coût de l'électricité pour votre école (ou vérifiez la facture d'électricité pour connaître le tarif par kilowattheure). Le tarif est d'environ 0,06 dollar par kilowattheure donc le coût total par an est le suivant :

$$\text{Coût} = 2\,460 \times 100 / 1\,000 \times 0,06$$

$$\text{Coût} = 14,76 \$ \text{ par an pour une ampoule de 100 watts}$$

Questions :

Si toutes les écoles au Manitoba réduisaient de 1 % leur consommation d'énergie, combien de fonds pourrait-on libérer pour des activités parascolaires? (Négociez une entente avec la direction de l'école).

Commentaires :

Saviez-vous que l'éclairage électrique représente 15 % de la facture d'énergie totale des établissements d'enseignement dans l'ensemble du pays?¹ Les plus anciens bâtiments sont souvent équipés d'appareils d'éclairage fluorescents à 4 tubes, qui étaient les appareils standard utilisés dans les écoles et les immeubles de bureaux pendant bon nombre d'années. Conséquemment, dans de nombreuses écoles les frais d'électricité sont beaucoup plus élevés qu'ils devraient l'être.

Indice d'efficacité énergétique pour l'éclairage (IEEE)

Les ingénieurs énergéticiens ont souvent recours à un indice d'efficacité énergétique pour l'éclairage afin d'établir si un nouvel éclairage écoénergétique produira une réduction des coûts. Calculez l'IEEE pour votre salle de classe : divisez le total des watts consommés pour l'éclairage de votre classe par sa superficie totale. L'indice est exprimé en watts/m². Habituellement, l'installation d'éclairage écoénergétique produira une réduction des coûts si l'IEEE est moins de 0,12 watts/m².

¹ www.nrel.gov/education/pdfs/educational.../middle.../energy_audit_ms.pdf

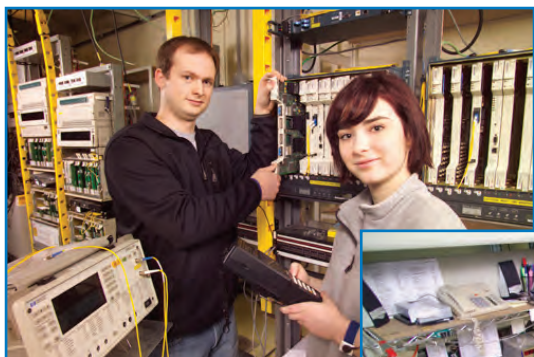
Carrières – ÉLECTRICITÉ



L'énergie électrique alimente nos maisons et nos entreprises, fournissant l'énergie nécessaire au fonctionnement de toute chose, des fermes et usines de fabrication en passant par les ampoules et les réfrigérateurs. La grande variété d'applications fait en sorte que les occasions d'emploi dans le secteur de l'électricité sont nombreuses et diverses, passant des membres de professions réglementées aux apprentis dans les métiers d'électricien ou de mécanicien d'automobiles. Certaines professions exigent une éducation universitaire ou collégiale, d'autres une formation en cours d'emploi mais pour tous les emplois, il est nécessaire d'avoir des antécédents au niveau secondaire. Lorsqu'on commence à comprendre l'électricité, une vaste gamme de possibilités se présentent. Effectivement, la retraite anticipée de la génération de « baby boomers » ouvrira beaucoup de portes aux nouveaux jeunes employés qualifiés.

Chez nous, Manitoba Hydro offre toute une série d'expériences de travail et de formation professionnelle dans le secteur de l'électricité. Voici quelques-uns des postes du secteur :

- **les techniciens de lignes électriques** construisent, entretiennent et réparent les réseaux de transmission et de distribution d'électricité;
- **les techniciens des opérations** commandent et régulent tous les éléments liés aux opérations qui servent à la production et à la conversion de l'énergie électrique dans un réseau électrique;
- **les électriciens de réseaux électriques** construisent, entretiennent et mettent en service l'appareillage électrique utilisé pour les réseaux de production, de transmission, de distribution et de conversion.



Chapitre deux : LA NATURE D'UNE CHARGE

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE POUR LA 9^E ANNÉE AU MANITOBA :

- S1-3-01** Faire des démonstrations qui appuient l'existence de deux types de charges.
- S1-3-02** Discuter des premiers modèles de l'électricité afin de reconnaître que les modèles scientifiques évoluent, entre autres le modèle du fluide unique, le modèle à deux fluides, le modèle particulaire.
- S1-3-03** Expliquer comment un événement inattendu peut remettre en question le modèle particulaire de l'électricité, entre autres l'attraction exercée par des objets chargés sur des objets neutres.
- S1-3-04** Lier le modèle particulaire de l'électricité à la structure atomique.

Activité d'apprentissage : LA CHARGE

Fondement :

Cette activité aide à initier les élèves à l'électrostatique en leur permettant de donner une charge à des matières ordinaires. La plupart des manuels n'offrent pas de preuve de l'existence de seulement 2 types de charge électrique. Cette activité permet aux élèves d'enquêter sur les effets d'une charge électrique et de spéculer sur l'existence d'un troisième genre de charge.

Matériel requis pour l'activité :

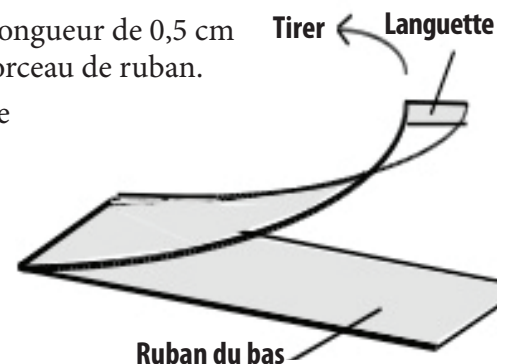
Ruban adhésif, un partenaire

Marche à suivre pour l'activité :

Cette activité peut être assignée aux élèves comme expérience à faire à la maison ou comme activité en classe. Distribuez les morceaux de ruban adhésif (fixez-les aux pupitres des élèves) pendant que les élèves lisent la marche à suivre. Montrez-leur comment plier la languette et charger les rubans. Demandez aux élèves de répondre attentivement aux questions. Donnez-leur du temps d'exploration puis faites une démonstration et répondez à chaque question avec la classe.

PREMIÈRE ÉTAPE

1. Prenez un morceau de ruban adhésif et repliez un bout sur une longueur de 0,5 cm pour former une languette. Répétez en utilisant un deuxième morceau de ruban.
2. Fixez les 2 morceaux de ruban, l'un dessus l'autre, sur une surface lisse et marquez le morceau du haut d'un « H » et celui du bas d'un « B ».
3. Détachez-les rapidement de la surface, ensemble.
4. Séparez les 2 morceaux de ruban.



Questions :

1. Rapprochez LENTEMENT les 2 morceaux de ruban. Qu'arrive-t-il?

DEUXIÈME ÉTAPE

1. Préparez une autre paire de rubans pour votre partenaire.

Questions :

1. Rapprochez lentement le ruban du haut et celui du haut de votre partenaire, et notez vos observations.
2. Répétez l'étape précédente en utilisant les rubans du bas.
3. Rapprochez chaque ruban du haut de chaque ruban du bas. Qu'arrive-t-il?
4. Demandez à votre partenaire d'expliquer le comportement des rubans. Notez ses impressions.

Conclusion :

Les rubans du haut sont attirés par ceux du bas. Les rubans du haut se repoussent mutuellement, tout comme le font ceux du bas. On n'observe aucun autre effet.

Question :

S'il existait un troisième genre de charge, qu'arriverait-il aux rubans du haut et du bas?

NE – S'il existait un troisième type de charge, la charge attirerait ou repousserait à la fois le ruban du haut et celui du bas. Conséquemment, il n'existe que 2 genres de charge.

Renseignements essentiels : PREMIERS MODÈLES DE L'ÉLECTRICITÉ

Plutarque (100 apr. J.-C.) croyait que l'attraction des petits brins de paille à un morceau d'ambre frotté était le résultat de la circulation de l'air chauffé qui poussait la paille vers l'ambre.

NE – Quand nous frotons une matière contre une autre, la friction produit de la chaleur. À l'époque où vivait Plutarque, son argument avait une certaine vraisemblance.

Question :

Demandez aux élèves de suggérer une expérience pour tester le modèle de Plutarque.

NE – Les élèves proposent typiquement de faire l'expérience sous vide. Dites-leur que les Grecs n'étaient pas en mesure de le faire sous vide. D'autres possibilités seraient d'effectuer le test dans le froid, ou sous l'eau, qui sont toutes de bonnes réponses réfléchies.

Gilbert (1600) a suggéré que l'ambre frotté dégageait un effluve qui se rendait aux objets à proximité.

Question

Demandez aux élèves de proposer une expérience qui discréditerait le modèle de Gilbert.

NE – Placez quelque chose entre l'ambre frotté et l'objet à proximité. Les élèves pourraient tenter cette expérience en plaçant un morceau de papier entre les assiettes quand ils feront l'activité de l'électrophore.

Les phénomènes électriques pourraient s'expliquer en fonction de nombreux modèles.

- a) à un fluide – un objet neutre contient un volume naturel de fluide électrique. Si l'objet acquiert un surplus de fluide, il a une charge positive et si l'objet a une insuffisance de fluide, il a une charge négative. Il s'agit du modèle de Ben Franklin.

NE – Pour développer l'esprit critique chez les élèves, il est utile de leur lancer le défi d'expliquer les résultats de l'expérience de ruban adhésif en termes de fluide électrique. Voici un exemple d'une bonne réponse : quand j'appuie sur le ruban du haut, je pousse le fluide électrique dans le ruban du bas. Le ruban du haut a alors une insuffisance de fluide et a une charge négative tandis que le ruban du bas contient un surplus de fluide et a une charge positive. Au niveau d'un modèle de charge électrique, la théorie de un fluide proposée par Franklin expliquait presque toutes les observations de l'électrostatique et a lancé l'idée fondamentale de la conservation de la charge.

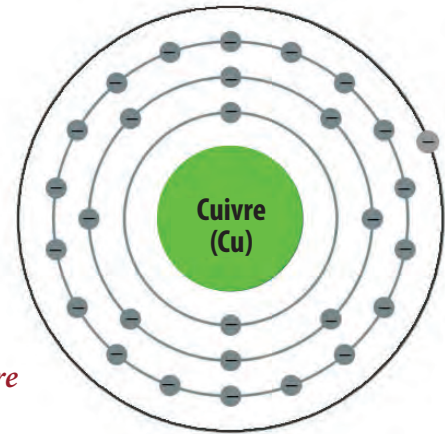
- b) à deux fluides – il existe deux genres de fluides appelés autrefois vitreux et résineux (positifs et négatifs). Si un objet contient un plus grand volume de l'un des deux fluides, il a une charge.
- c) particulaire – de manière semblable au modèle à deux fluides, ce modèle soutient qu'il y a deux genres de particules : positives et négatives. Si un objet contient une plus grande quantité d'un genre de particule, il aura une charge.

NE – Les modèles de l'électricité (celui à un fluide de Franklin et celui à deux fluides) expliquent assez bien tous les phénomènes électrostatiques. En raison d'importantes découvertes (comme la découverte par Thompson des électrons, l'expérience de la goutte d'huile de Millikan et l'expérience de feuille d'or de Rutherford) ainsi que l'élaboration du modèle atomique de la matière au début du 20^e siècle, nous avons maintenant accepté le modèle particulaire de la charge. En utilisant des gouttes d'huile ayant une charge, Robert Millikan a pu démontrer la nature discrète de la charge électrique, c'est-à-dire que la plus petite quantité de charge qui puisse être ajoutée ou enlevée est toujours une seule particule. J.J. Thomson a utilisé les rayons cathodiques pour démontrer que la particule en question était l'électron. Ernest Rutherford a bombardé une feuille d'or de particules alpha pour démontrer que le noyau était une masse chargée positivement.

Aujourd'hui, notre conception de l'atome est celle que nous voyons dans le schéma qui suit. Nous discutons du modèle atomique de la matière dans l'unité sur la chimie des sciences de la nature en 9^e année. Si les élèves complètent cette unité avant d'étudier celle de l'électrostatique, ils auront déjà une certaine compréhension de l'atome. De nombreux atomes, comme l'atome de cuivre sur l'illustration, comptent un électron « libre » dans l'orbite extérieure. Cet électron se déplace facilement d'un atome à l'autre, et en nous fondant sur le concept de la séparation des charges, nous pouvons faire déplacer ces électrons de manière à produire ce que nous appelons un courant. Nous en parlerons davantage dans le chapitre six.

L'ATOME ÉLECTRIQUE

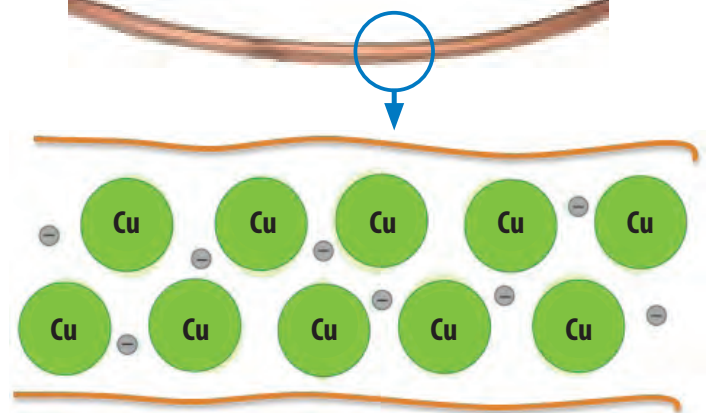
Un atome comprend des protons (charges positives) et des neutrons dans un noyau fixe à charge positive. Des électrons (charges négatives) entourent le noyau, disposés dans diverses configurations stables. Dans le cas de certains atomes, tels ceux du cuivre, il peut y avoir un électron « libre » dans une orbite extérieure. Il est faiblement lié à l'atome et peut se déplacer facilement d'un atome à l'autre.



NE – L'atome du cuivre est illustré en vert (bien sûr, les atomes du cuivre ne sont pas verts!) et les électrons libres se déplacent de façon aléatoire d'un atome à l'autre. Chaque atome du cuivre comporte 28 autres électrons mais ils sont solidement liés à l'atome.

Les enseignants devraient présenter le modèle de la charge électrique et les élèves devraient inscrire le modèle dans leur cahier d'exercice. Le modèle de la charge électrique devrait faire l'objet de tests car il est le fondement de tout le travail qui suit.

Vue de l'intérieur d'un fil de cuivre



Modèle d'une charge électrique

1. Il y a 2 genres de charge : **positive** et **négative**.

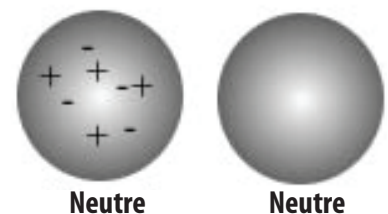
NE – La désignation « positive » et « négative » est totalement arbitraire. Dans le passé, quand on frottait le verre avec de la soie, la charge était appelée « positive » et quand on frottait l'ébène avec de la fourrure, la charge était appelée « négative ». Toute chose qui repoussait le verre ayant une charge serait chargée positivement et toute chose qui repoussait l'ébène ayant une charge serait chargée négativement.

2. La charge se **conserve**. Elle ne peut être ni créée, ni détruite.

NE – La notion qu'une charge puisse s'épuiser est une idée fausse très répandue. Une charge se conserve toujours et peut seulement se déplacer d'un endroit à l'autre. L'énergie produite par le déplacement des charges est ce qui donne lieu à la chaleur et à la lumière.

3. Un corps neutre a un nombre **égal** de charges positives et négatives.

NE – Les élèves devraient se souvenir qu'il y a BEAUCOUP de charges dans un objet. Sur nos schémas, nous en illustrons seulement quelques-unes. Sur le schéma à la droite où aucune charge n'est indiquée, nous disons que l'objet est neutre. Toutefois, même si aucune charge n'est indiquée, il y a quand même BEAUCOUP de charges.

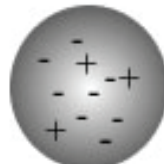


4. Les charges positives sont **fixes** et les charges négatives sont **libres** de se déplacer.

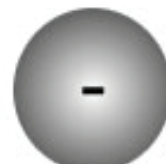
NE – Les charges positives peuvent effectivement se déplacer dans les solutions ioniques. Dans cette unité, nous ne traitons que des matières solides.

5. Une **surabondance** de charges négatives produit un corps chargé négativement. Une déficience de **charges** négatives produit un objet chargé positivement.

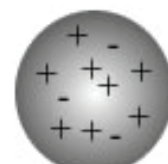
NE – Soulignez le fait que seules les charges négatives se déplacent. Pour qu'un objet soit chargé négativement, il doit recevoir des charges négatives et pour qu'il soit



Négative



Négative



Positive



Positive

chargé positivement il doit se libérer de charges négatives. Parfois dans les schémas on illustre seulement la charge nette. N'oubliez pas de souligner qu'il y a un grand nombre de charges des 2 types dans tout objet ayant une charge et que les symboles positif ou négatif indiquent tout simplement qu'il y a plus de charges positives ou négatives.

6. La charge se transmet par le **contact**. Les matières dans lesquelles les charges peuvent se déplacer facilement sont appelées **conducteurs**. Les matières dans lesquelles les charges ne se déplacent pas facilement se nomment **isolateurs**.

NE – Les charges peuvent se déplacer au moins quelque peu dans les matières, et les diverses matières se comportent de différentes façons. Nous pouvons penser à la capacité de déplacement des charges dans une matière en termes d'un continuum allant des bons isolateurs aux bons conducteurs, en passant par les mauvais isolateurs et les mauvais conducteurs.

7. Les charges semblables se **repoussent** et les charges contraires **s'attirent**.

Chapitre trois : PHÉNOMÈNES ÉLECTROSTATIQUES

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE POUR LA 9^E ANNÉE AU MANITOBA :

- S1-3-05** Étudier et expliquer des phénomènes électrostatiques en s'appuyant sur le modèle particulière de l'électricité, entres autres la conservation de la charge, la conduction, la mise à la terre, l'attraction d'un isolant neutre, l'induction.
- S1-3-06** Étudier des technologies et des phénomènes électrostatiques courants et décrire des mesures qui réduisent les risques associés à l'électrostatique, par exemple la photocopie, les bandes qui diminuent la surcharge électrostatique, la foudre, la peinture par pulvérisation électrostatique, un électrofiltre.
- S1-3-07** Fabriquer au moins un appareil électrostatique et en expliquer le fonctionnement en s'appuyant sur le modèle particulière de l'électricité, entre autres l'électrophore.

Activité d'apprentissage : DÉMONSTRATIONS DE L'ÉLECTROSTATIQUE

Fondement :

Les élèves ont maintenant un modèle particulière de l'électricité dont ils peuvent se servir pour expliquer les phénomènes électrostatiques. Il est souhaitable que l'enseignant commence par quelques démonstrations simples pour aider les élèves à expliquer quelques principes de base, puis qu'il les laisse compléter les expériences sur l'électrostatique qui suivent.

Matériel requis pour l'activité :

Matériel différent pour chaque démonstration. Voir les images.

Marche à suivre pour l'activité :

L'enseignant fait la démonstration et demande aux élèves de l'expliquer en fonction du modèle particulière de l'électricité.

Questions :

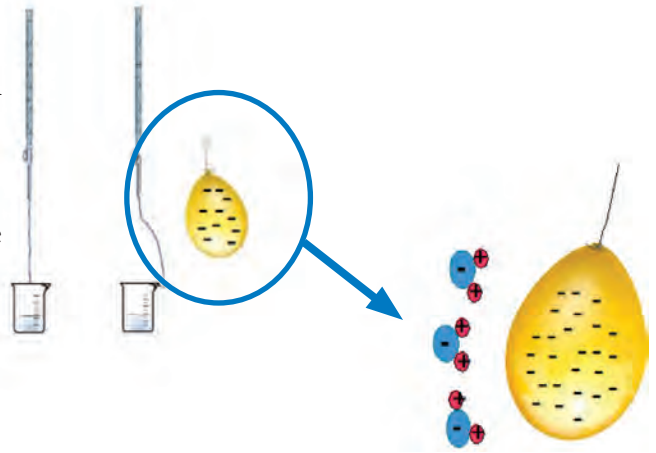
L'enseignant devrait demander aux élèves de façon répétée : « Où vont les charges négatives? Elles partent d'où, pour aller où? Quel est le résultat? »

NE – En introduisant une force électrique (c'est-à-dire en rapprochant une charge d'un objet), les charges négatives se déplacent et la charge d'une zone de l'objet devient plus négative tandis que celle d'une autre zone devient plus positive. Les charges nettes qui en résultent exercent des forces électriques qui font normalement bouger des choses. L'enseignant devrait illustrer chaque démonstration pour que les élèves puissent en prendre note dans leur cahier d'exercice. Le schéma devrait indiquer clairement le déplacement des charges négatives.

Démonstration n° 1 :

ATTRACTION D'UN ISOLATEUR NEUTRE

Si nous approchons un objet chargé (tel un ballon qu'on a frotté contre les cheveux) de l'eau, le jet d'eau est attiré par le ballon. Les molécules d'eau sont polaires et peuvent s'aligner de manière à ce que ceux qui sont chargés positivement soient plus près de la tige à charge négative, ce qui donne une force nette d'attraction.



Démonstration n° 2 :

ATTRACTION D'UN ISOLATEUR NEUTRE

Cette démonstration est très simple et très impressionnante.

Placez un morceau de 2 X 4 (d'une longueur de 8 pi) sur un support formé d'un verre de montre ou d'un couvercle de bouteille en plastique (qui permet au morceau de tourner facilement). Approchez de la planche un objet chargé pour la faire tourner. Même si le bois est un isolateur, les charges peuvent se déplacer suffisamment pour créer une force nette d'attraction.

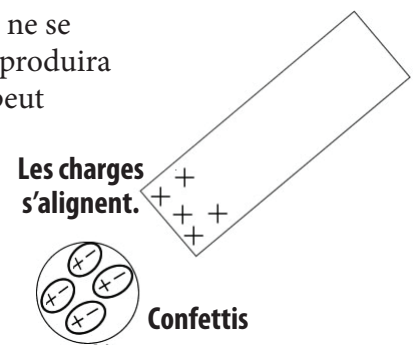


Démonstration n° 3 :

Renseignements essentiels – SÉPARATION VS POLARISATION

Dans les isolateurs, les charges positives sont fixes et les charges négatives ne se déplacent pas beaucoup. Toutefois, la paire positive-négative s'alignera et produira quand même une force nette d'attraction, c'est-à-dire qu'un objet chargé peut attirer un objet neutre (comme nous l'avons vu dans la démonstration du jet d'eau). Nous disons que les charges sont polarisées.

NE – Vous trouverez des confettis par milliers dans votre photocopieuse.



Démonstration n° 4 :

Renseignements essentiels – SÉPARATION

Dans le cas des conducteurs, les charges positives sont fixes et les charges négatives se déplacent librement. Les charges négatives se sépareront physiquement des charges positives. Encore une fois, le résultat est un objet chargé qui peut attirer un objet neutre, mais l'effet est beaucoup plus fort.

NE – Les matières ne sont pas soit des conducteurs, soit des isolateurs. Elles font plutôt partie d'un continuum qui s'étend des bons conducteurs (comme le cuivre) aux bons isolateurs (comme le verre), en passant par les faibles conducteurs et les faibles isolateurs.

Démonstration n° 5 :

CHARGER UN OBJET PAR LE CONTACT

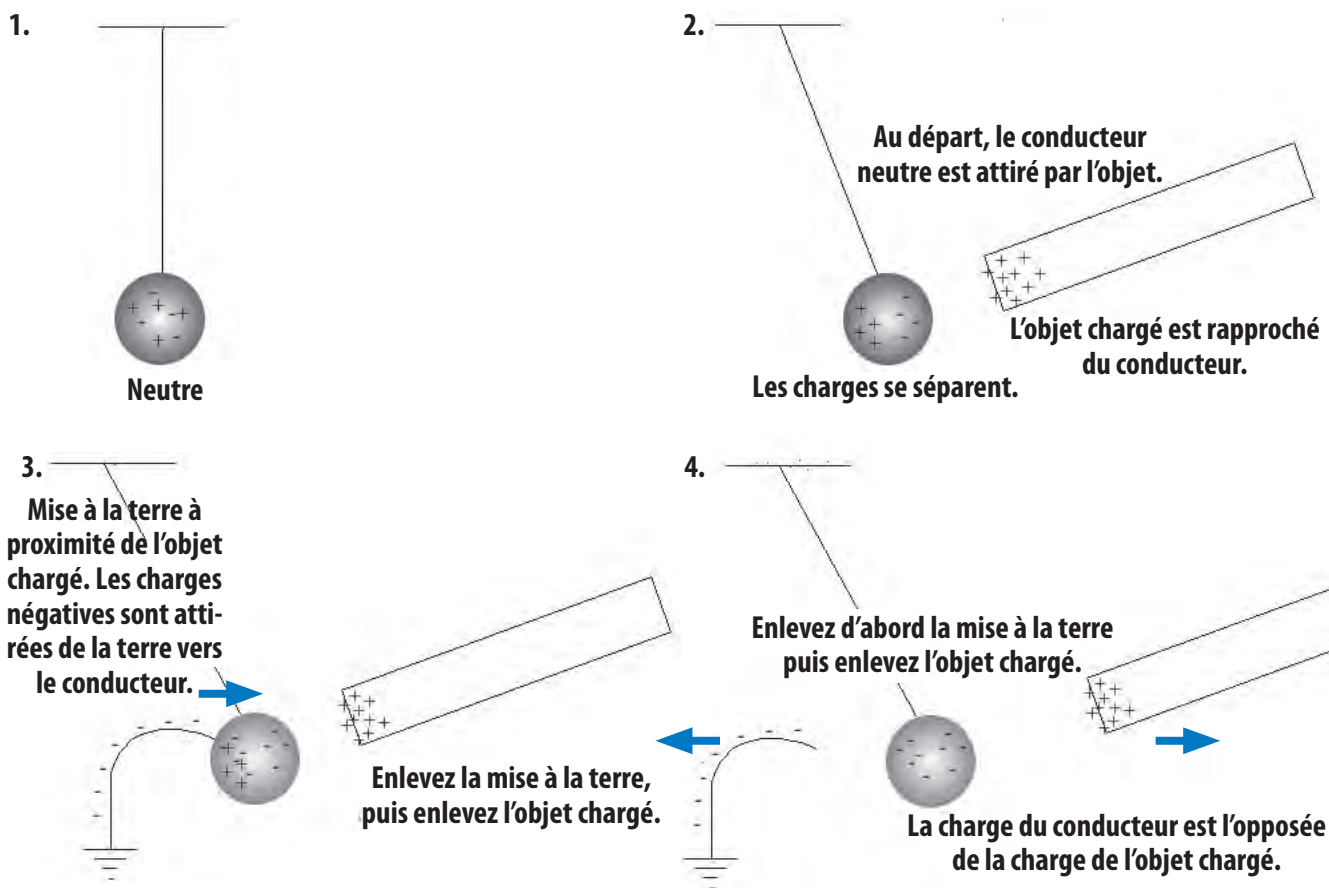
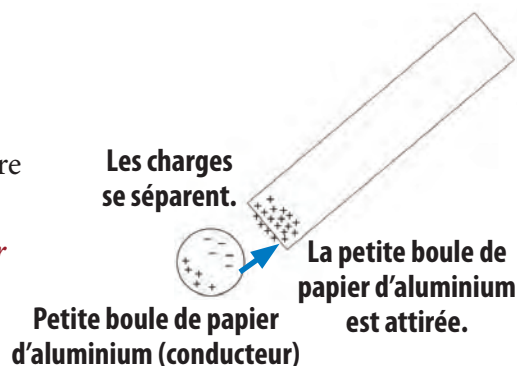
Si un objet chargé touche un conducteur, la charge se partage entre l'objet et le conducteur.

NE – Pour fabriquer une petite boule de papier d'aluminium, voir la section sur la construction d'un électroscope plus loin.

Démonstration n° 6 :

MISE À LA TERRE

La mise à la terre est le partage d'une charge avec un objet (souvent un fil connecté à la terre ou un morceau de métal). Le surplus de charges se déplace de l'objet vers la terre ou en sens inverse, de sorte que l'objet mis à la terre devient neutre. Une mise à la terre peut aussi servir de réservoir de charges. Remarque : en tant qu'objet, la Terre est si grande qu'elle demeure essentiellement neutre peu importe le gain ou la perte de charges.



NE – VOCABULAIRE

Il est essentiel d'utiliser le bon vocabulaire et d'insister sur celui-ci. Les élèves devraient établir une distinction nette entre les objets à proximité l'un de l'autre et les objets qui se touchent. Ils devraient utiliser les termes « conducteur » et « isolateur », ainsi que « séparation » et « polarisation » (alignement de charges).

Activité d'apprentissage : EXPÉRIENCES SUR L'ÉLECTROSTATIQUE

Fondement :

Les élèves ont maintenant élaboré un modèle particulière de l'électricité et ils ont acquis une certaine expérience, grâce aux démonstrations du professeur, pour expliquer des phénomènes électrostatiques. L'expérience qui suit comprend de nombreux phénomènes électrostatiques intéressants et amusants sur lesquels ils peuvent enquêter.

Matériel requis pour l'activité :

Électroscope, tiges en plastique, tiges en PVC, fil de soie, tuyaux de cuivre, tasses en mousse de polystyrène, confettis, papier d'aluminium

Marche à suivre pour l'activité :

Effectuez les activités suivantes et **DESSINEZ DES SCHÉMAS POUR EXPLIQUER VOS OBSERVATIONS**. (Chaque fois qu'il y a un changement – des objets qui se touchent par rapport à des objets à proximité et l'inverse – dessinez un nouveau schéma.) Utilisez le modèle de la charge électrique en indiquant le déplacement des charges négatives, la charge nette et les comportements qui en résultent.

REMARQUE. Nous considérons que les tiges en plastique qu'on a frottées avec de la soie sont chargées positivement, et que les tiges en PVC qu'on a frottées avec de la laine sont chargées négativement.

1. À votre avis, que se passera-t-il quand vous approcherez des objets chargés l'un de l'autre?

NE – Ils s'attireront ou se repousseront.

2. Prenez quelques-uns des confettis et approchez-les l'un de l'autre. Comment agissent-ils l'un sur l'autre? Quelle charge ont les confettis?

NE – Aucune. Ils sont neutres.

3. Mettez les confettis en deux tas. Frottez une tige en plastique avec de la soie pour donner à la tige une charge positive puis approchez-la des confettis. Qu'arrive-t-il? Frottez une tige en PVC avec de la laine pour donner à la tige une charge négative puis approchez-la des confettis. Qu'arrive-t-il? Quelle est votre conclusion?

NE – Les confettis sont attirés vers la tige positive (les charges s'alignent de manière à ce que les négatives soient plus près de la tige). Les confettis sont attirés vers la tige négative (les charges s'alignent de manière à ce que les positives soient plus près de la tige). Les objets neutres sont attirés vers des charges positives et négatives.

Activité d'apprentissage : CONSTRUCTION D'UN ÉLECTROSCOPE

Fondement :

L'électroscope est un dispositif de détection de charge qui sert à vérifier la charge. Afin de vérifier la charge d'un objet, nous donnons à l'électroscope une charge connue et nous approchons du dispositif des objets ayant des charges inconnues. S'ils se repoussent, ils ont une charge semblable. S'ils s'attirent, ils ont une charge opposée ou l'objet est neutre.

Nous pouvons normalement voir la différence entre les objets neutres et les objets ayant une charge opposée en observant la force de l'attraction, bien que ce critère ne soit pas définitif. Le seul vrai test par rapport à la charge est celui de la répulsion.

Matériel requis pour l'activité :

Tasse en mousse de polystyrène, paille en plastique, fil en nylon, papier d'aluminium

Marche à suivre pour l'activité :

NE – Ne laissez pas les élèves passer beaucoup de temps à l'étape de la vérification de la charge. Après 10 minutes, résumez la section et laissez-les passer à l'étape de l'enquête sur les phénomènes électrostatiques.

Vérification de la charge – Faites une démonstration et dessinez un schéma

1. Frottez une tige en plastique avec de la soie pour donner à la tige une charge positive. Touchez une petite boule de papier d'aluminium suspendue avec la tige en plastique chargée. Quelle charge a la boule? Comment le savez-vous?

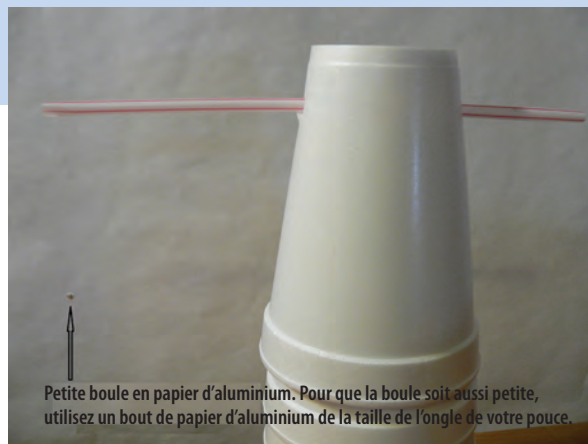
NE – La petite boule de papier d'aluminium a une charge positive. Les objets qui acquièrent une charge par le contact ont la même charge. La boule et la tige chargées se repoussent.

2. Frottez une tige en PVC avec de la laine pour donner à la tige une charge négative. Approchez la tige en PVC chargée de la boule qu'on a chargée à l'étape 1. Quelle charge a la tige en PVC? Comment le savez-vous avec certitude?

NE – La boule est attirée vers la tige en PVC. Soit que sa charge est négative, soit que l'objet est neutre. Nous pouvons le savoir avec certitude en approchant la tige en PVC d'un électroscope à charge négative.

3. Approchez d'une boule neutre la tige en PVC à charge négative (sans la toucher). Approchez de la boule une tige en plastique à charge positive. Dessinez un schéma pour chaque cas. Pourquoi la force de répulsion est-elle le seul vrai test de la charge?

NE – La boule est attirée à la fois vers la tige à charge positive et vers la tige à charge négative. Les charges s'alignent tel que nous l'avons illustré auparavant. La force de répulsion est le seul vrai test d'une charge et les objets neutres sont attirés à la fois vers les charges positives et négatives. Habituellement, nous pouvons distinguer les charges opposées des charges neutres en observant la force de l'attraction mais cette preuve n'est pas définitive. Le seul vrai test d'une charge repose sur la répulsion.



Enquête sur les phénomènes électrostatiques

1. Balancez une règle en bois sur un verre de montre et approchez une tige chargée d'un bout de la règle.



NE – Utilisez un couvercle de bouteille de plastique au lieu d'un verre de montre. Placez le couvercle sur la table, la partie ouverte vers le haut. Placez la règle sur l'ouverture du couvercle. L'utilisation d'un couvercle permet de réduire la friction.

2. Placez un tuyau en métal sur une tasse en mousse de polystyrène. Suspendez une petite boule de papier d'aluminium de manière à ce qu'elle touche un bout du tuyau. Touchez l'autre bout du tuyau avec une tige chargée.

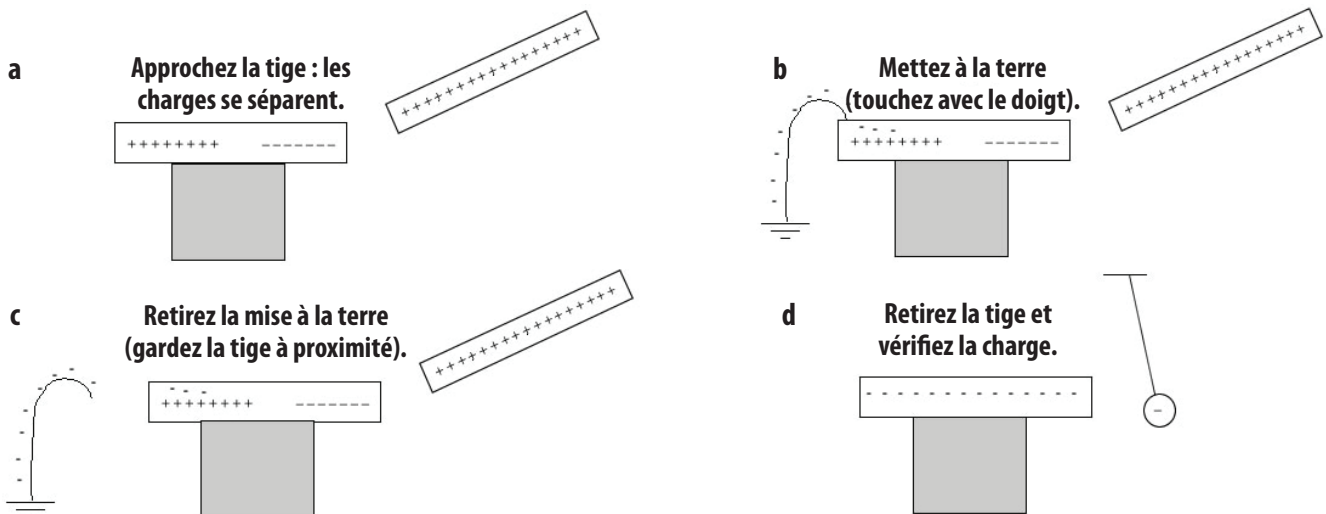


NE – Le côté du tuyau de cuivre repoussera la boule. Le tuyau a acquis une charge en raison du contact et puisqu'il est un conducteur, la charge se répand de manière égale dans le cuivre. La boule touche le cuivre donc elle acquiert une partie de la charge et est repoussée.

3. Approchez une tige chargée de un bout d'un seul tuyau et touchez brièvement du doigt l'autre bout du tuyau. Retirez le doigt en gardant la tige à proximité. Ensuite, retirez la tige et vérifiez la charge du tuyau.

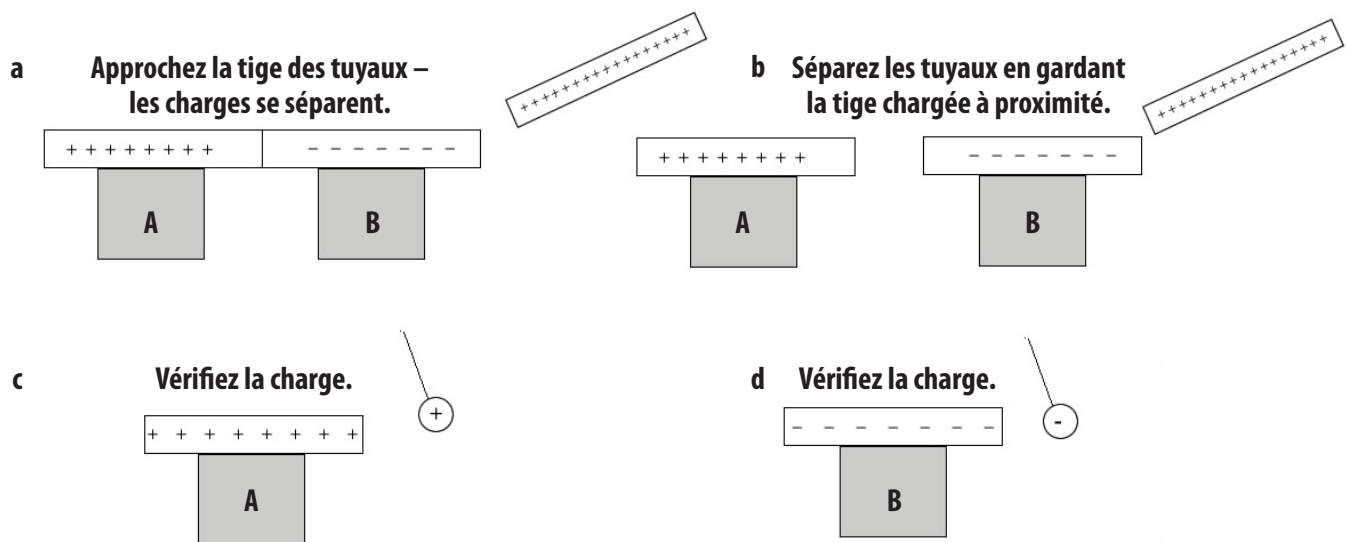


NE – Vérifiez la charge du tuyau en l'approchant d'un électroscope qu'on a chargé auparavant. La charge du tuyau sera contraire à celle de l'objet chargé qui a été rapproché.



4. Mettez 2 tuyaux en métal bout à bout pour qu'ils se touchent et approchez une tige chargée de un bout d'un tuyau. (N'approchez pas la tige assez pour que cela produise une étincelle). Tenant la tige chargée à proximité, séparez les tuyaux et vérifiez la charge de chacun.





5. Pliez un morceau de papier d'aluminium autour d'une règle pour former une longue bande étroite (30 cm) comme suit :

Retirez la bande de la règle et enroulez-la autour d'une tasse pour former une boucle; fixez la boucle avec du ruban adhésif. En glissant la boucle, enlevez-la de la tasse pour obtenir une roue lisse en papier d'aluminium.

Placez la boucle sur une surface plate et approchez-y une tige chargée pour faire rouler votre roue. Expliquez ce qui se passe en utilisant le modèle de la charge électrique.



6. Approchez d'une petite quantité de confettis une tige chargée. Essayez de faire osciller les confettis.

NE – Les confettis sont attirés alors que les charges s'alignent. Toutefois, un peu de la charge est parfois transféré et les confettis sont repoussés par la tige. Lorsque les confettis entrent en contact avec la table, ils perdent leur charge et redeviennent neutres, puis ils sont attirés de nouveau par la tige. Le processus peut se produire très rapidement.

7. Placez une petite boule de papier d'aluminium entre 2 tuyaux séparés d'environ 5 cm (vous pouvez adapter la distance pour obtenir l'effet maximal). Donnez une charge positive à un tuyau et une charge négative à l'autre. Pouvez-vous faire osciller la boule?

NE – La boule est neutre au départ donc elle est attirée par une des tiges chargées. Quand la boule touche la tige, elle acquiert la même charge, et elle est repoussée par une tige et attirée vers l'autre. Ensuite, le boule touche la deuxième tige et acquiert une partie de sa charge. Elle est encore repoussée, puis attirée par l'autre côté. Ce processus peut se produire très rapidement. Les élèves devraient dessiner un schéma indiquant chaque changement, montrant le déplacement des charges. N'oubliez pas de demander où vont les négatives. Le déplacement se fait de quel objet à quel objet?



Activité d'apprentissage : L'ÉLECTROPHORE

Fondement :

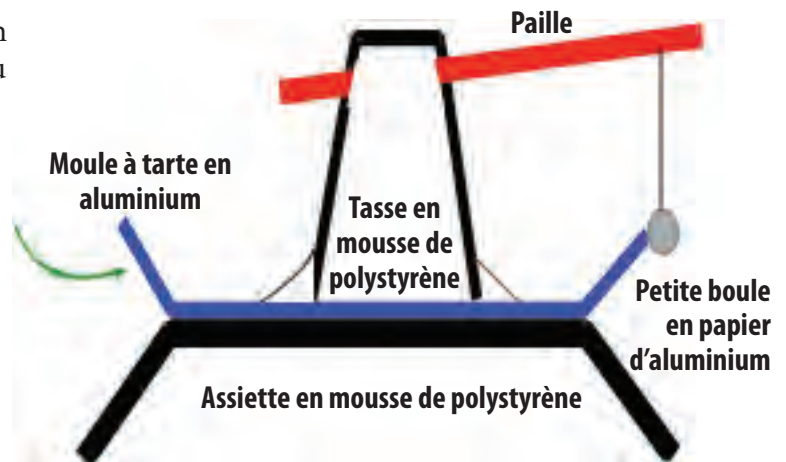
L'électrophore est un dispositif que les élèves peuvent construire facilement à partir de matériel bien ordinaire. L'électrophore peut servir à démontrer l'acquisition de la charge, la mise à la terre, l'induction, la conduction et le transfert de la charge. Si un élève est en mesure d'expliquer tous les phénomènes qu'il observe grâce à son électrophore, il aura une très bonne compréhension de l'électrostatique.

Matériel requis pour l'activité :

Assiette et tasse en mousse de polystyrène, moule à tarte en aluminium, fil de soie (ou fil de pêche en nylon fin), morceau de papier d'aluminium, ruban adhésif, paille

Marche à suivre pour l'activité :

La meilleure approche de cette activité consiste à laisser les élèves faire de l'exploration et répondre aux questions individuellement ou en groupes de deux. Des groupes de 3 élèves équipés de 2 assiettes d'électrophores peuvent aussi bien fonctionner. Après quelques minutes, l'enseignant devrait revoir avec les élèves les questions accompagnées d'explications et de schémas. Enfin, lancez un défi aux élèves – celui d'utiliser leur électrophore en vue de garder une ampoule à DEL allumée continuellement pour faire la transition de l'électricité statique à l'électricité dynamique.



1. a. Frottez l'assiette en mousse de polystyrène avec de la laine et vérifiez la charge. Quelle charge le polystyrène a-t-il? Comment pouvons-nous en être sûrs?

NE – La charge de l'assiette sera négative. Nous pouvons en être sûrs en approchant l'assiette d'un électroscope chargé négativement. L'assiette et l'électroscope se repousseront.

- b. Placez le moule à tarte en aluminium sur l'assiette. Qu'arrive-t-il à la boule en papier d'aluminium? À votre avis, quelle est la charge du moule à tarte?

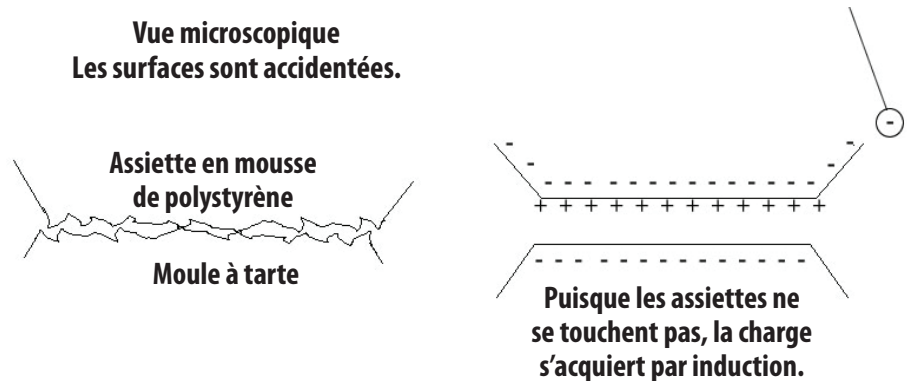
NE – La boule sera repoussée. (Remarque. Assurez-vous que la boule touche l'assiette au départ, tel qu'illustré.) Les élèves répondront typiquement que l'assiette a une charge négative car une charge a été transférée de la mousse de polystyrène au moule en aluminium. (REMARQUE. CETTE OBSERVATION N'EST PAS CORRECTE.)

- c. Enlevez le moule à tarte de l'assiette en mousse de polystyrène en touchant SEULEMENT la tasse isolante et en appuyant sur l'assiette en mousse de polystyrène. Qu'arrive-t-il à la boule? Quelle est la charge du moule à tarte? Comment savoir?

NE – La boule se balance vers l'arrière et touche le côté du moule en aluminium. Le moule en aluminium doit être neutre puisque la boule n'est pas repoussée.

REMARQUE SPÉCIALE. Pour les élèves, cette activité est discordante – pourquoi le moule semble-t-il être chargé quand il repose sur la mousse de polystyrène et être neutre quand il est enlevé de la mousse de polystyrène? Illustrez l'explication à l'aide d'un schéma clair. Quand l'assiette et le moule reposent l'un sur l'autre, ils ne se touchent pas au niveau microscopique. Conséquemment, il n'y a aucun transfert de charge entre eux. Toutefois, les charges négatives de la mousse en polystyrène repoussent les charges négatives du fond du moule et certaines sont transférées à la boule de sorte qu'elle est repoussée. Quand nous enlevons le moule à tarte, les charges se réalignent et l'assiette devient neutre. Les schémas des élèves devraient indiquer clairement la séparation du moule et de l'assiette, tel qu'illustré par le schéma à la droite.

2. a. Remettez le moule à tarte sur la mousse de polystyrène. Assurez-vous que le côté du moule à tarte repousse la boule. Sinon, levez le moule à tarte pour qu'il la touche, puis recommencez l'expérience en frottant la mousse de polystyrène. Pendant que la boule est repoussée légèrement du côté du moule à tarte, touchez l'assiette du doigt. Que ressentez-vous? Qu'arrive-t-il à la boule?



NE – Quand la boule est repoussée du côté du moule à tarte et vous touchez l'assiette, vous ressentirez un faible choc. Vous pouvez entendre une petite étincelle sauter du moule à votre doigt et aussi la voir dans la noirceur. (REMARQUE. Les chocs sont très faibles et inoffensifs.) La boule se balance vers l'arrière et touche le moule. Les charges négatives du moule sont repoussées par les charges négatives de la mousse de polystyrène. (N'oubliez pas que le moule et l'assiette ne se touchent pas!) Les charges négatives suivent un chemin vers la terre par le biais du doigt. Typiquement, quand vous approchez le doigt du moule à tarte, une étincelle sautera et vous ressentirez un choc.

- b. Enlevez le moule à tarte de la mousse de polystyrène en touchant SEULEMENT la tasse isolante et en appuyant sur l'assiette en mousse de polystyrène. Que ressentez-vous? Qu'arrive-t-il à la boule quand vous retirez le moule à tarte? À votre avis, quelle est la charge du moule à tarte? Dessinez un schéma et expliquez votre réponse en utilisant le modèle de la charge électrique. Testez vos prédictions.

NE – Quand vous essayez de retirer le moule à tarte, vous devriez ressentir une faible force qui tient le moule et l'assiette ensemble. Quand le moule et l'assiette sont séparés, la boule est repoussée (cela indique que le moule à tarte est maintenant chargé). Le moule à tarte est chargé positivement et il acquiert la charge par induction. Touchez le moule pour enlever la charge (mise à la terre du moule) et répétez le processus à plusieurs reprises. Le schéma est le même que celui qui représente l'acquisition de la charge par mise à la terre. La partie intéressante de l'acquisition de la charge de cette manière est qu'aucune charge de l'assiette en mousse de polystyrène n'est jamais transférée, et que le processus peut se répéter à plusieurs reprises. À la longue, la charge de la mousse de polystyrène se dissipera dans l'air.

3. a. Donnez une charge au moule à tarte de la manière décrite dans 2 b. Ensuite, approchez-y le doigt et touchez la boule en papier d'aluminium. Expliquez ce qui se passe en utilisant le modèle de la charge électrique.

NE – Quand vous approchez le doigt de la boule, elle oscille. La boule chargée positivement est attirée par le doigt neutre. Quand ils se touchent, des charges négatives du doigt sont transférées à la boule, de sorte qu'elle devient neutre. Ensuite, elle est attirée par le moule à tarte chargé positivement. Quand la boule touche le moule, les charges négatives de la boule sont attirées par le moule. Le moule a alors une charge positive un peu moins forte tandis que la boule a une charge positive un peu plus forte. La boule chargée positivement est maintenant attirée par le doigt neutre et le processus se répète, parfois très rapidement. Les élèves aiment cette activité. Assurez-vous de leur demander souvent où vont les charges négatives. Le déplacement se fait de quel objet à quel objet?

4. a. Répétez l'étape 2 b pour donner une charge au moule à tarte. Tenez un bout d'une ampoule au néon (de type NE – 2) entre les doigts de sorte que l'autre bout touche l'électrophore chargé. Observez l'ampoule. Dessinez un schéma et expliquez ce qui se passe en utilisant le modèle de la charge électrique.

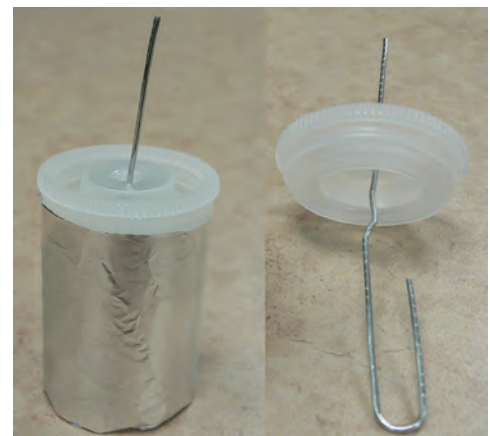
NE – Le moule à tarte aura une charge positive. Quand un bout de l'ampoule au néon touche le moule, des charges négatives provenant de la terre (le doigt) passent par l'ampoule au néon pour se rendre au moule. Alors que les charges négatives passent dans le gaz de néon, elles entrent en collision avec les particules dans le gaz, produisant de l'énergie sous forme de lumière. Le processus s'arrête quand le moule à tarte devient neutre – cela se produit très rapidement.

- b. Pouvez-vous garder l'ampoule allumée? Comment? Démontrez-le.

NE – Il y a de nombreuses façons d'essayer de garder l'ampoule allumée. Essentiellement, puisque la charge se perd très rapidement, vous devez continuellement ajouter une charge à un bout de l'ampoule. Les élèves essaient souvent de le faire en mettant l'ampoule en contact avec le côté du moule à tarte pendant qu'ils frottent continuellement l'assiette en mousse de polystyrène (le moule à tarte doit être repoussé sur un côté).

FABRICATION D'UNE BOUTEILLE DE LEYDE

La bouteille de Leyde sert à entreposer une charge. Recouvrez soigneusement de papier d'aluminium l'intérieur d'un contenant de film. Percez le couvercle du contenant avec un trombone de manière à ce qu'il touche le papier d'aluminium à l'intérieur du contenant. Recouvrez l'extérieur du contenant de papier d'aluminium tel qu'indiqué par le schéma. Donnez une charge à la bouteille de Leyde à l'aide d'une tige de plastique frottée avec de la soie (répétez de nombreuses fois). Tenez le contenant entre le doigt et le pouce et touchez le trombone avec un doigt de la même main. Faites un schéma montrant l'acquisition et la perte de la charge dans la bouteille de Leyde.



NE – La charge placée sur l'intérieur de la bouteille de Leyde induit une charge opposée sur l'extérieur de la bouteille. Ces charges opposées s'attirent de sorte que la bouteille garde sa charge. Il s'agissait du premier dispositif d'entreposage de charge. Quand vous touchez l'extérieur et l'intérieur de la bouteille de Leyde, la charge circule et la bouteille de Leyde devient neutre. Certaines bouteilles de Leyde commerciales, ou de très grandes bouteilles, peuvent entreposer une très grande charge et on doit les manipuler soigneusement. L'exemple que nous vous présentons est sécuritaire et fonctionne très bien.

Chapitre quatre : COURANT ÉLECTRIQUE

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE POUR LA 9^E ANNÉE AU MANITOBA :

- S1-3-08** Démontrer et expliquer les ressemblances entre l'électricité statique et le courant électrique, entre autres observer la décharge d'un électrophore dans une ampoule au néon.
- S1-3-09** Définir « courant électrique » comme une charge par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $I=Q/t$.
- S1-3-10** Définir « tension (différence de potentiel électrique) » comme l'énergie par unité de charge entre 2 points le long d'un conducteur et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $V=E/Q$.
- S1-3-11** Relever les 5 sources d'énergie électrique ainsi que des technologies connexes, entre autres les sources chimiques, photoélectriques, thermoélectriques, électromagnétiques et piézoélectriques.
- S1-3-12** Décrire la résistance en s'appuyant sur le modèle particulaire de l'électricité.

Renseignements essentiels : COURANT ÉLECTRIQUE

Imaginez un conducteur à charge négative placé près d'un autre conducteur mis à la terre. Le conducteur mis à la terre prendra par induction une charge positive à mesure que les charges négatives se déplacent vers le sol. Si nous relions les 2 plaques à l'aide d'un fil, les plaques se déchargent à mesure que les charges se déplacent d'une plaque à l'autre en passant par le fil.

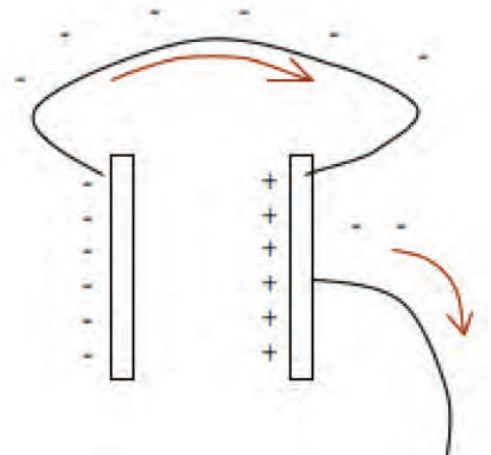
La baisse de la charge de l'électrophore par le biais de l'ampoule de néon et la baisse de la charge de la bouteille de Leyde illustrent toutes deux ce point.

Nous disons qu'un courant électrique (I) circule dans le fil et nous définissons un courant électrique comme étant le déplacement d'une charge électrique (Q) par unité de temps (t), dans le fil. Ainsi, par définition :

$$I = Q/t$$

Unités – Si la quantité de charge est appelée coulomb (C), et le temps se mesure en secondes (s) le courant se mesure en ampères (A).

Ampères = Coulombs/secondes



Ex. 1. Combien de coulombs de charge traversent un point donné en 2,5 secondes si le courant est de 1,2 A?

$$I = Q/t$$

$$1,2 = Q/2,5$$

$$Q = 1,2 \times 2,5$$

$$Q = 3,0 \text{ C}$$

Ex. 2. Ceci représente combien de charges si chaque charge est $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$?

$$N^{\text{bre}} \text{ de charges} = 3,0 / 1,6 \times 10^{-19}$$

$$N^{\text{bre}} \text{ de charges} = 1,86 \times 10^{19} \text{ (C'EST BEAUCOUP!)}$$

REMARQUE SPÉCIALE. L'enseignant peut décider dans quelle mesure il veut initier les élèves à l'élaboration de modèles mathématiques pour le courant et le potentiel électrique.

Renseignements essentiels : DIFFÉRENCE DE POTENTIEL

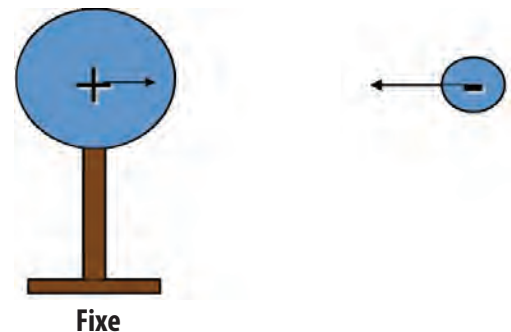
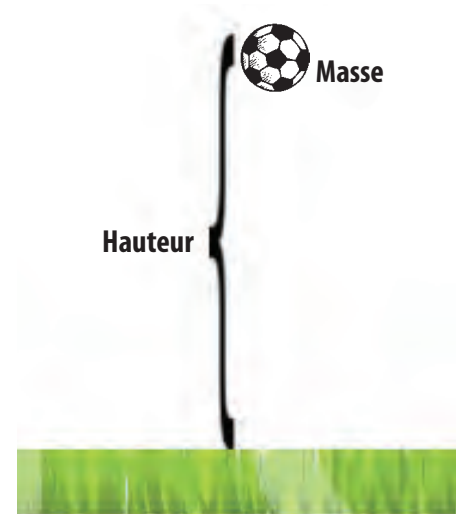
Prenez cet exemple bien connu pour analogie. Pour établir une différence de potentiel gravitationnel entre 2 masses, nous les séparons. Dans ce cas, les masses sont la Terre et un ballon de soccer. Considérant la Terre comme objet fixe, si nous lâchons le ballon de soccer, il accélère vers la Terre. En autres mots, l'énergie potentielle du ballon est convertie en l'énergie cinétique du mouvement du ballon. C'est du vécu quotidien.

De même, pour établir une différence de potentiel électrique entre 2 charges, nous les séparons. Encore une fois, si nous les lâchons, elles s'attirent. Les charges positives sont normalement fixes donc ce sont les charges négatives qui se déplacent. Dès que les charges se rapprochent, le potentiel disparaît. C'est ce qui est arrivé quand nous avons déchargé l'électrophore par le biais de l'ampoule au néon. Du potentiel a été perdu très rapidement et le courant était transitoire.

Si on peut continuellement ajouter des charges puis les laisser se déplacer dans un conducteur, un courant électrique se produit. Nous avons fait cela dans le cadre de la dernière activité au moyen de l'électrophore. Pour maintenir un courant électrique, nous devons maintenir une différence de potentiel en ajoutant une charge à un bout du conducteur. La différence de potentiel (ΔV) se définit comme suit : la quantité d'énergie (E) requise pour faire déplacer une charge (q) entre 2 points. Conséquemment,

$$\Delta V = E/q$$

Unités de mesure – Les unités d'énergie sont les joules (J) et nous savons déjà que les unités de charges sont les coulombs, donc les unités pour la différence de potentiel seraient J/C, que nous appelons volt.



Ex. Combien de joules d'énergie sont nécessaires pour déplacer une charge de $2,0 \times 10^{-3} \text{ C}$ autour d'un circuit ayant une différence de potentiel de 10 volts.

$$\Delta V = E/q$$

$$10 = E/2,0 \times 10^{-3} \text{ C}$$

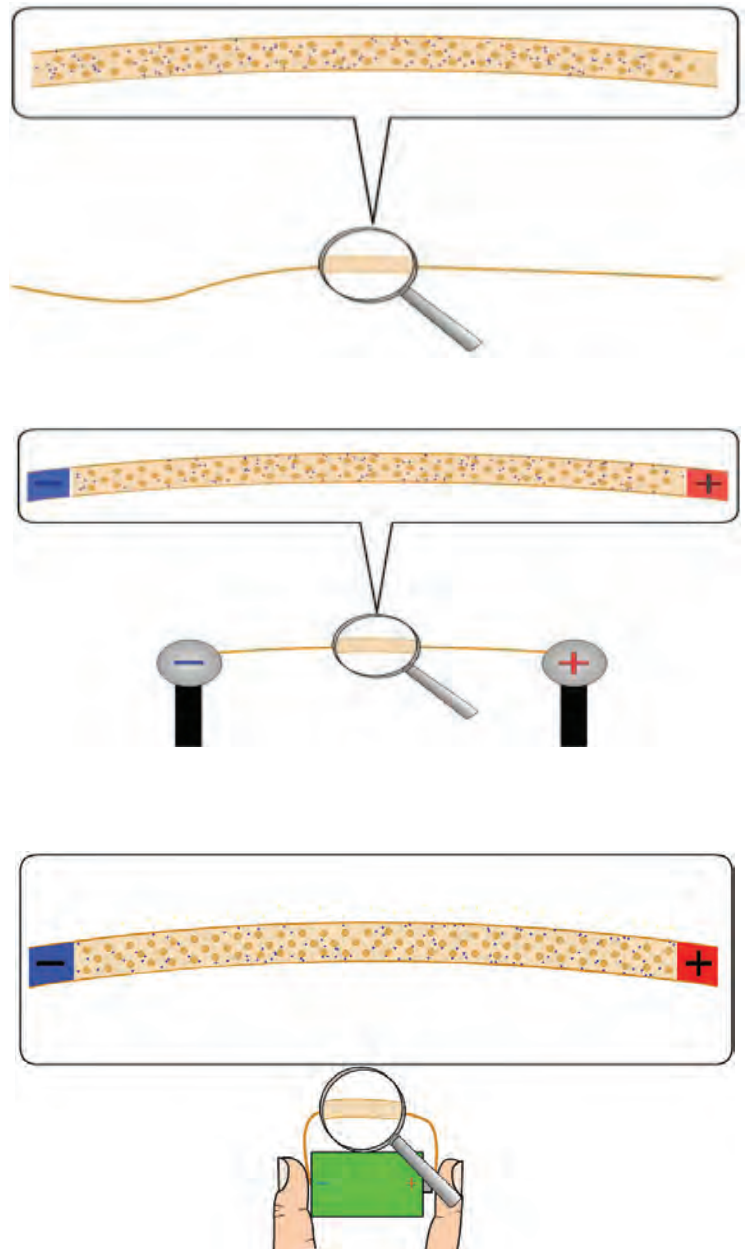
$$E = 2,0 \times 10^{-2} \text{ J}$$

Renseignements essentiels : COURANT DANS UN FIL CONDUCTEUR

Dans le conducteur, les électrons libres transportent la charge. Au repos, les électrons libres (électrons qui ne sont pas fortement liés à l'atome) se déplacent d'un atome à l'autre de manière aléatoire. Les électrons se déplacent simultanément dans toutes les parties du conducteur.

S'il y a séparation de charge, un électron se déplacera pour entrer dans le conducteur, attiré à la charge opposée de l'autre bout. Quand un électron se déplace pour entrer dans le conducteur, il repousse les électrons voisins et un électron à l'autre bout en sort. Si vous êtes debout à un bout du fil et qu'un électron est poussé dans le fil, un autre électron à l'autre bout du fil quittera celui-ci presque instantanément. En autres mots, même si le premier électron est encore à votre bout du fil, on sait que cet électron a été poussé dans le fil car un « signal » a été envoyé. Le « signal » électrique est instantané (voyageant à la vitesse de la lumière) même si les électrons eux-mêmes se déplacent beaucoup plus lentement.

Si des électrons sont continuellement poussés dans le fil, ils passeront lentement dans le conducteur et entreront en collision avec les particules fixes du conducteur, de sorte que ces derniers vibreront et libéreront de l'énergie sous forme de lumière et de chaleur. Cette opposition au courant s'appelle la résistance. N'OUBLIEZ PAS – même si les électrons se frappent contre des choses et se déplacent très lentement, les électrons dans toutes les parties du fil se déplacent en même temps et toutes les parties du fil se chaufferont simultanément.



Renseignements essentiels : SOURCES DE FORCE ÉLECTROMOTRICE (FEM)

Pour maintenir une différence de potentiel entre les bouts du fil nous devons continuellement ajouter une charge à mesure qu'elle est enlevée. La conversion d'une forme quelconque d'énergie en énergie potentielle électrique s'appelle la force électromotrice (tension). La différence de potentiel (tension) aux bornes d'une pile à circuit ouvert est égale à la force électromotrice de la pile. Il y a 5 sources de force électromotrice.

1. **Électromagnétisme** – Un fil en mouvement dans un champ magnétique transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

ex. génératrice



2. **Photoélectricité** – Certaines matières produisent de petites quantités de courant quand la lumière frappe leur surface.

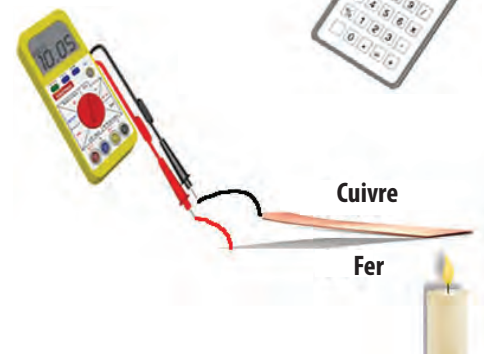
ex. cellule photoélectrique (comme une calculatrice solaire)



3. **Thermoélectricité** – Le transfert direct d'énergie thermique en énergie électrique.

Deux métaux différents, tels que le cuivre et le fer, produiront un petit courant lorsqu'ils sont reliés et chauffés.

ex. le thermocouple qui se trouve dans des dispositifs de détection de chaleur tels que des thermomètres électroniques.



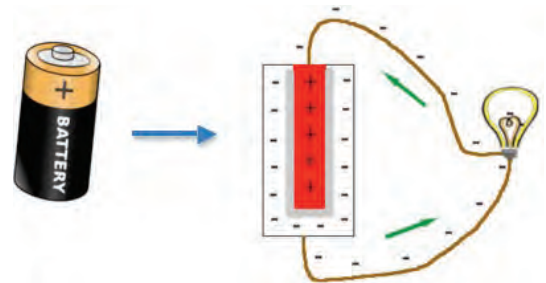
4. **Piézoélectricité** – Certains cristaux peuvent produire un courant électrique quand ils sont soumis à des contraintes ou à des vibrations.

ex. un briquet pour barbecue – un cristal piézoélectrique produit l'étincelle.



5. **Réaction chimique** – Dans certaines réactions chimiques, il y a un transfert d'électrons entre les réactifs. Dans une pile domestique, le centre est composé d'une matière riche en charges positives, et il est isolé d'un emballage imbibé de matière riche en charges négatives. Quand les 2 matières sont reliées, par exemple dans un circuit électrique, les charges négatives se déplacent dans le fil et l'ampoule jusqu'à la matière positive. Avec le temps, la pile s'use et doit être « rechargée ».

ex. pile



Chapitre cinq : CIRCUITS ÉLECTRIQUES

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE POUR LA 9^E ANNÉE AU MANITOBA :

- S1-3-13** Construire des circuits électriques à partir de schémas, entre autres des circuits en série et des circuits en parallèle.
- S1-3-14** Mesurer la tension (différence de potentiel électrique), le courant et la résistance à l'aide d'instruments et d'unités appropriés.
- S1-3-15** Comparer la tension (différence de potentiel électrique) et le courant dans des circuits en série à ceux dans des circuits en parallèle, entre autres des circuits composés de piles, des circuits composés de résistances.
- S1-3-16** Étudier et décrire qualitativement la relation entre le courant, la tension (différence de potentiel électrique) et la résistance dans un circuit électrique simple.
- S1-3-17** Lier l'énergie dépensée dans un circuit à la résistance, au courant et à la luminosité des ampoules.

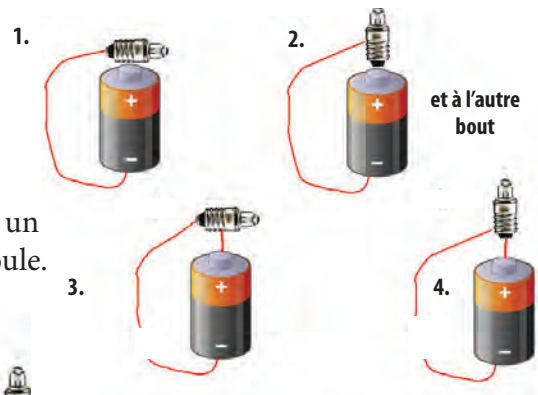
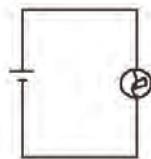
Renseignements essentiels : CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Pour utiliser cette énergie, il faut un circuit électrique. Un **circuit électrique** comprend les éléments suivants :

1. Source de fem (tension)
2. Résistance
3. Boucle conductrice

PILE ET AMPOULE – ESSAYEZ-LE!

1. À l'aide d'une pile de format D, d'un fil et d'une ampoule, fabriquez un circuit simple pour allumer l'ampoule. Dessinez un schéma indiquant les 4 combinaisons qui font allumer l'ampoule.
2. À l'aide d'une pile de format D, de 2 fils et d'une ampoule, fabriquez un circuit simple pour allumer l'ampoule. Dessinez un schéma.



ÉLARGIR LE MODÈLE DE CHARGE ÉLECTRIQUE POUR INCLURE LES CIRCUITS

1. Un circuit électrique est constitué de charges en mouvement. À mesure que les particules se déplacent dans le conducteur, elles entrent en collision avec les particules fixes du conducteur et l'énergie cinétique se transforme en chaleur et en lumière dans la résistance. Si la résistance est une ampoule, un courant plus fort indique qu'il y a plus d'énergie donc l'ampoule éclaire plus.
2. Un courant est conservé. Ce qui entre à un bout doit sortir à l'autre (la loi de Kirchhoff par rapport au courant).

Activité d'apprentissage : EXPÉRIENCE SUR LES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Fondement :

Les élèves devraient utiliser leur esprit critique pour expliquer leurs observations à l'aide du modèle de la charge électrique.

Matériel :

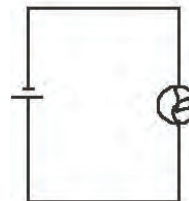
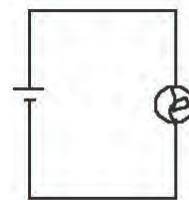
Piles et ampoules pour lampe de poche, douilles, fils, interrupteurs

Marche à suivre pour l'activité :

Montez les circuits qui suivent un à la fois. Notez vos observations sur la luminosité de l'ampoule et le courant passant par l'ampoule. Utilisez le circuit n° 1 comme référence, c'est-à-dire, notez si la luminosité de l'ampoule et par conséquent l'ampleur du courant sont pareilles à celles du circuit n° 1, ou plus ou moins importantes que celles du circuit n° 1. Vous **devez** dessiner un schéma pour chaque question si aucun n'est fourni.

1. Circuit simple

NE – L'illustration à la gauche est un schéma et celle à la droite montre les connexions réelles telles qu'elles se réalisent au cours de l'expérience. Les élèves devraient être en mesure d'assembler le circuit en se référant au schéma. La combinaison de ligne longue et ligne courte représente une pile, avec la ligne longue représentant la borne positive. Le circuit simple n° 1 est une norme et les autres circuits peuvent s'y comparer en termes de luminosité de l'ampoule.



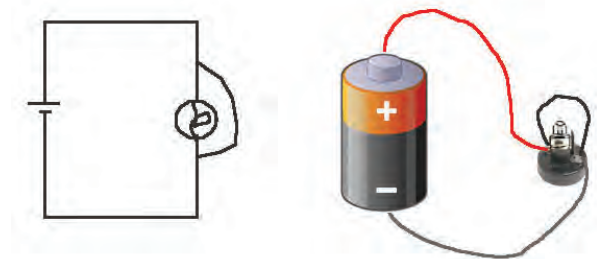
2. Inversez le courant du circuit n° 1 et faites une comparaison.

NE – L'ampoule s'allume avec la même luminosité que celle du circuit n° 1.

3. Court-circuit

À l'aide d'un fil, connectez les 2 bornes de l'ampoule.
Qu'arrive-t-il à la lumière? Pourquoi?

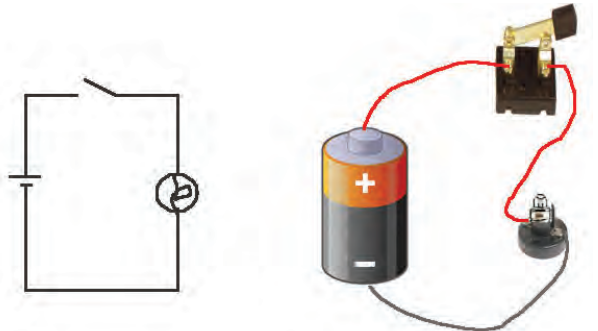
NE – Le courant suit le chemin offrant le moins de résistance et l'ampoule s'éteint.



4. Circuit simple (avec interrupteur)

Quand la lumière s'éteint-elle? Expliquez.

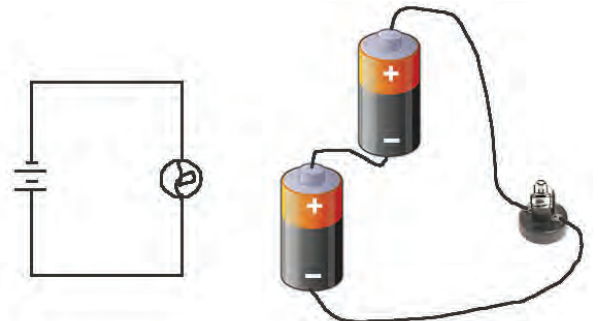
NE – Quand le circuit est ouvert, l'ampoule s'éteint. Le courant circule dans toutes les parties du circuit simultanément, et quand la boucle est ouverte, le courant cesse de circuler dans toutes les parties du circuit.



5. Piles en série

Comparez au circuit n° 1. Expliquez votre observation.

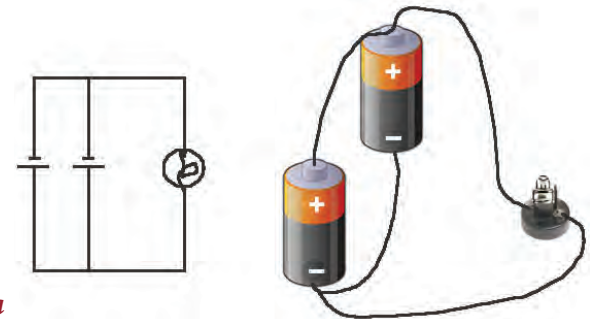
NE – L'ampoule éclaire plus. Les piles en série augmentent la tension. Puisque la résistance demeure la même, le courant augmente aussi. La luminosité de l'ampoule dépend du courant.



6. Piles en parallèle

Comparez au circuit n° 1. Expliquez votre observation.

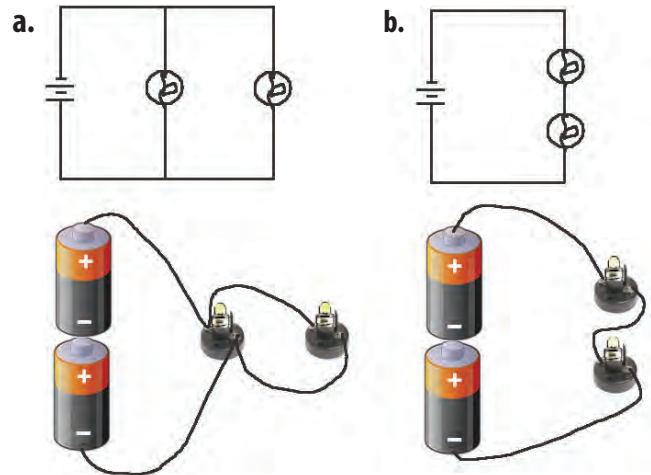
NE – L'ampoule éclaire autant que dans le cas du circuit simple. Les piles en parallèle fournissent la même tension qu'une pile simple. Remarquez que puisque chaque pile contribue une partie du courant au circuit, le circuit durera plus longtemps.



7. Créez les circuits illustrés ci-contre et comparez-les. Expliquez vos observations en termes de la luminosité des ampoules et du courant fourni à chaque ampoule.

NE – Dans le cas du circuit a, les ampoules éclairent plus que dans le cas d'un circuit simple. Les piles sont en série et la tension s'accumule. Les ampoules sont en parallèle et chacune reçoit la même tension fournie par le système de piles. Puisque la tension est plus élevée en comparaison avec la pile simple (circuit n° 1), et la résistance (l'ampoule) est pareille, le courant augmente et l'ampoule éclaire plus. Si la résistance demeure constante, une augmentation de la tension entraîne une augmentation du courant.

Dans le cas du circuit b, les ampoules ont la même luminosité que dans le cas du circuit n° 1. Puisque les piles sont en série, la tension augmente. Si la résistance demeure la même, l'augmentation de la tension entraînera une augmentation du courant mais les résistances (les ampoules) sont en série et augmentent aussi. L'augmentation de la résistance entraîne une baisse de courant et la luminosité de l'ampoule est la même que dans le cas d'un circuit simple. Si le système de piles fournit 3 volts, chaque ampoule consommera 1,5 volt.



Renseignements essentiels : ÉLARGIR LE MODÈLE DE CHARGE ÉLECTRIQUE POUR INCLURE LES CIRCUITS

Résumé

1. La luminosité des ampoules dépend du courant passant dans l'ampoule.
2. Si les piles et la résistance sont en série, la tension s'accumule. Si les piles et la résistance sont en parallèle, la tension demeure la même.
3. La tension est proportionnelle au courant si la résistance est constante.
4. La résistance en série s'accumule. La résistance est inversement proportionnelle au courant.

NE – Pour les énoncés 3 et 4, la proportionnalité est implicite mais non prouvée dans cette expérience. Les élèves devraient savoir que si la tension augmente, le courant augmente quand la résistance demeure constante, et le courant diminue quand la résistance augmente. Certains enseignants voudront peut-être étudier la loi d'Ohm à ce stade-ci mais ce n'est pas obligatoire pour satisfaire aux résultats d'apprentissage pour la 9^e année. Les élèves devraient pouvoir raisonner de manière qualitative sur les changements qui s'opèrent dans le circuit, en se fondant sur les principes de base de la tension, du courant et de la résistance. À la page suivante se trouve une feuille de travail. Il est facile de formuler des problèmes additionnels aux fins d'évaluation.

FEUILLE DE TRAVAIL SUR LES CIRCUITS À COURANT CONTINU

1. Dans une ampoule, est-ce que la production de la lumière consomme des charges?

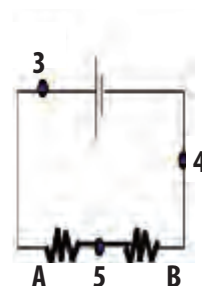
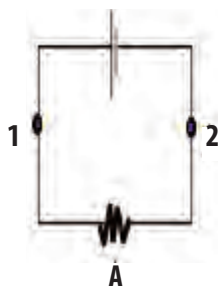
Non, les charges sont toujours conservées.

2. Quand vous ouvrez le robinet à la maison, l'eau en sort immédiatement, c'est-à-dire que vous n'avez pas à attendre que l'eau arrive du château d'eau. Expliquez.

L'eau est déjà dans le tuyau et dès qu'on enlève la pression, elle coule. Cela ressemble beaucoup au courant dans un fil. Le courant dans un fil circule dans toutes les parties du circuit en même temps parce que les charges y sont déjà.

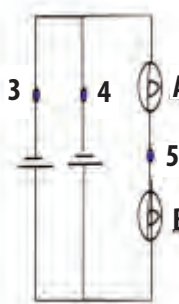
3. Supposons que le courant au point 1 a une valeur de I . Quelle sera la valeur du courant aux points 1, 2, 3, 4, 5?

La valeur du courant aux points 1 et 2 sera de I . La valeur du courant aux points 3, 4 et 5 sera de $I/2$. La tension est la même, la résistance est doublée et le courant est réduit de moitié.



4. Supposons que la valeur du courant au point 1 est de I . Quelle est la valeur du courant aux points 2, 3, 4, 5, 6 et 7?

La valeur du courant au point 2 est de I . La valeur du courant au point 5 est de I puisque la résistance et la tension ne changent pas (les piles sont en parallèle). La valeur du courant aux points 3 et 4 est de $I/2$ puisque chaque pile contribue aux ampoules ($I/2 + I/2 = I$).



Dans le troisième circuit, la tension est doublée et la résistance demeure la même (en comparaison avec le circuit 1), donc la valeur du courant est aussi doublée et aux points 6 et 7, elle est de $2I$.

5. Si la tension passant par la pile a la valeur de V , quelle est sa valeur entre les points a) 1 et 2, b) 1 et 3, c) 3 et 4, d) 4 et 5, e) 2 et 5?

La tension augmente lorsqu'elle passe par une pile et diminue lorsqu'elle passe par une résistance. Les résistances en série se partagent la tension tandis que les résistances en parallèle ont la même tension.

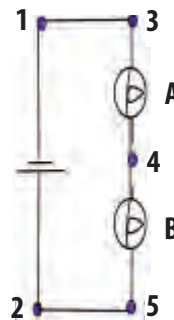
a) 1 et 2, V

b) 1 et 3, 0 (présumant qu'il n'y a pas de résistance dans les fils)

c) 3 et 4, $V/2$, puisque les résistances (ampoules) sont en série, la tension est partagée

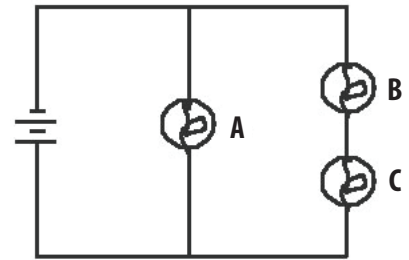
d) 4 et 5, $V/2$, comme dans la partie c

e) 2 et 5, 0, comme dans la partie b



6. Comparez la luminosité des ampoules A, B et C.

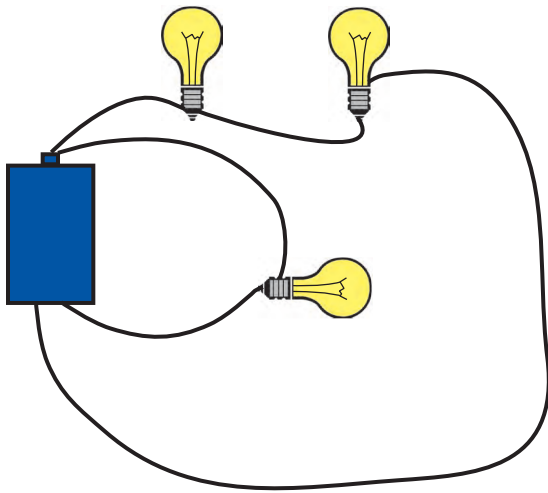
Les 2 dérivationes reçoivent la même tension. L'ampoule A éclaire plus. Les ampoules B et C sont pareilles mais elles éclairent moins que l'ampoule A car la résistance en série partage la tension.



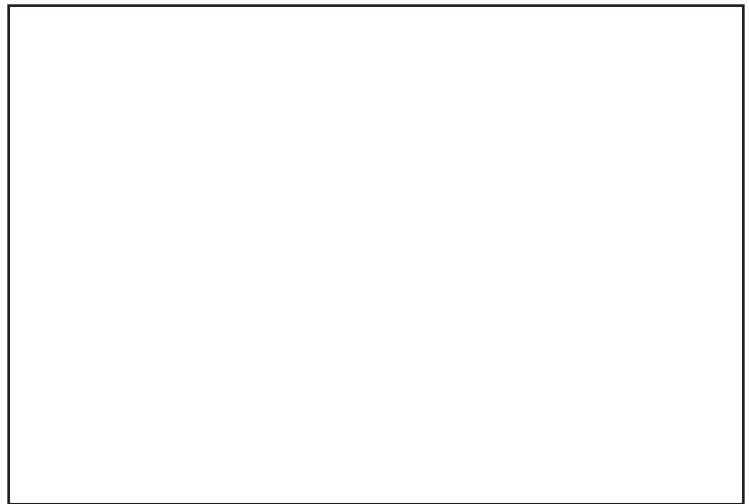
7. Pourquoi les ampoules des circuits s'allument-elles instantanément quand on complète le circuit?

Les charges sont déjà dans l'ampoule (comme l'eau dans un tuyau). Quand on complète le circuit à l'aide d'un interrupteur, les charges se déplacent en même temps dans toutes les parties du circuit.

8. Dessinez un schéma du circuit ci-dessous. (Le schéma est le même que pour la question 6 ci-dessus.)



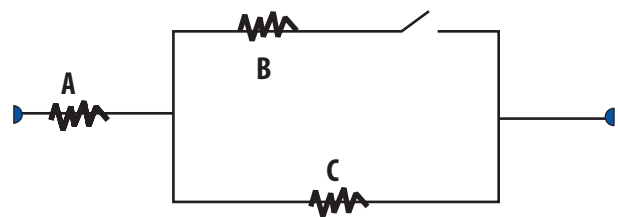
Schéma



9. Quelle est la résistance entre les points d'extrémité avant et après la fermeture de l'interrupteur si chaque résistance a la valeur R ?

Avant la fermeture du circuit, A et C sont en série et la résistance totale serait de $2R$. Après la fermeture du circuit, B et C sont en parallèle (résistance totale de $R/2$) et cette combinaison est en série avec A. La résistance totale après la fermeture du circuit est donc de $1,5R$.

Puisque la résistance totale diminue quand le circuit est fermé, le courant augmente et une plus grande quantité d'énergie peut être acheminée. Cette combinaison est souvent utilisée de manière pratique dans des appareils tel un sèche-cheveux à température basse ou élevée.



Chapitre six : L'ÉLECTRICITÉ À LA MAISON

RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE POUR LA 9^E ANNÉE AU MANITOBA :

- S1-3-18** Décrire divers composants de l'installation électrique d'une maison, expliquer pourquoi on y privilégie les circuits en parallèle et décrire des mesures prises pour assurer la sécurité des occupants, entre autres les interrupteurs, les fusibles, les disjoncteurs, les prises.
- S1-3-19** Décrire des dispositifs de sécurité qui entrent dans la conception d'appareils électriques courants et des précautions à prendre lors de l'utilisation de ces appareils, par exemple la bouilloire, la chauffe-éponge, le grille-pain.
- S1-3-20** Définir « puissance électrique » comme l'énergie par unité de temps et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $P = E/t$.
- S1-3-21** Élaborer une formule pour calculer le coût de la consommation électrique d'une famille et résoudre des problèmes scientifiques comportant cette relation, entre autres $\text{coût} = P \times \text{temps} \times \text{prix par unité/kWh}$.
- S1-3-22** Analyser la consommation d'énergie électrique d'une famille, entre autres le calcul de la consommation en s'appuyant sur l'étiquette ÉnerGuide, la lecture du compteur électrique, l'interprétation de la facture électrique mensuelle.
- S1-3-23** Reconnaître et expliquer l'importance de prendre des décisions qui visent à conserver l'énergie électrique.

MANITOBA HYDRO

Manitoba Hydro est une société d'état et le principal service public d'énergie de la province. Presque toute l'électricité au Manitoba est de l'énergie hydraulique renouvelable produite dans 15 centrales hydro-électriques situées principalement sur les rivières Winnipeg et Saskatchewan, et le fleuve Nelson.

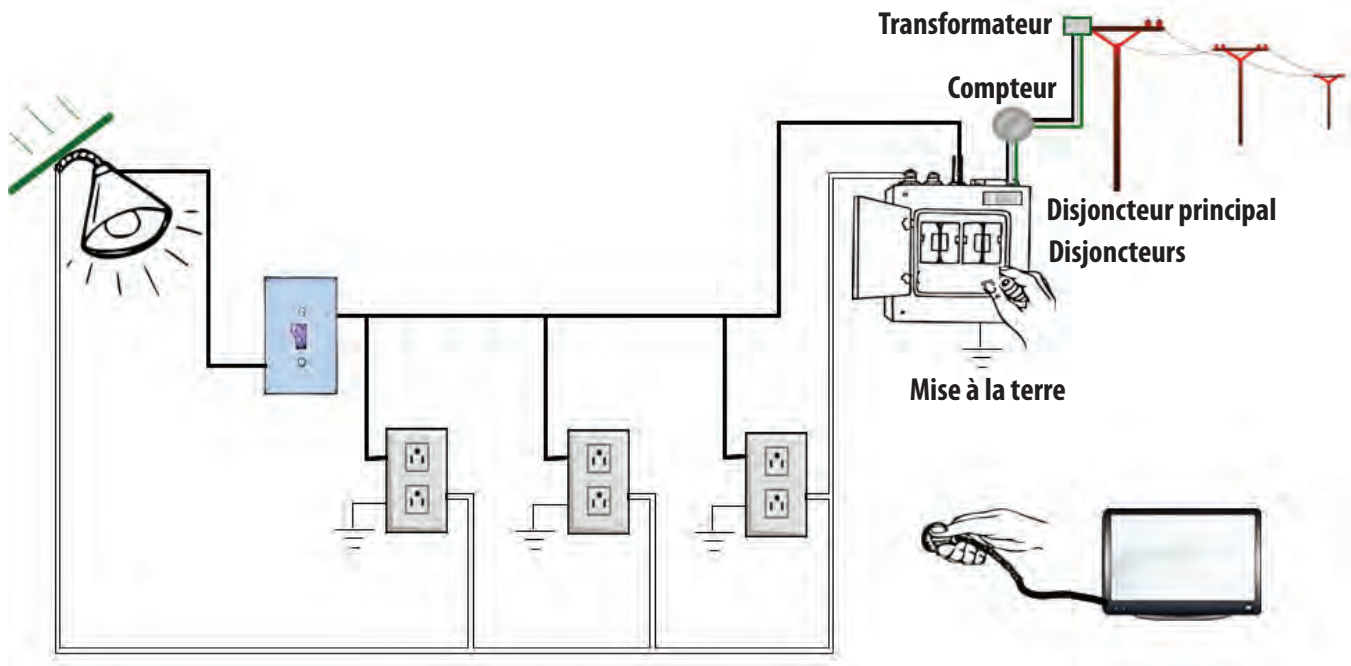
En plus de fournir un service électrique à 548 700 clients dans toute la province, Manitoba Hydro exporte l'électricité à plus de 30 services publics au Canada et dans le Midwest américain.

La livraison aux clients de l'électricité produite dans une centrale s'effectue en 3 étapes. D'abord, le réseau de lignes de transmission à haute tension de Manitoba Hydro transmet l'électricité des centrales dans le nord du Manitoba aux stations d'arrivée dans le sud de la province, où de grands transformateurs assurent sa conversion de haute tension à basse tension. Des lignes de répartition acheminent l'électricité jusqu'à un réseau de distribution où la tension est réduite de nouveau. La conversion finale se fait dans les transformateurs, montés sur poteau ou enfouis sous terre, qui alimentent les locaux des clients à des tensions de 120 et 240 volts.

CIRCUITS DE MAISON

Typiquement, trois lignes entrent dans votre maison, la première à une tension de +120 V (fil rouge), la deuxième à une tension de -120 V (fil noir), et la troisième est neutre (fil blanc ou dénudé). Remarque. Ces tensions peuvent être dangereuses et seuls les électriciens qualifiés devraient inspecter les installations électriques à la maison ou travailler avec celles-ci.

Les circuits de maison sont en parallèle. Vous vous souvenez que, dans notre expérience sur les circuits, nous avons découvert que les circuits en parallèle ont la même tension. Cette situation permet de brancher plus d'un appareil dans une seule ligne. Toutefois, nous avons aussi découvert dans notre expérience sur les circuits que plus il y a de dispositifs en parallèle, plus il faut de courant. Plus de courant suppose plus d'énergie dans le fil, de sorte que le fil peut chauffer. Les circuits de maison ont recours à des disjoncteurs pour couper le courant s'il dépasse un niveau sécuritaire.



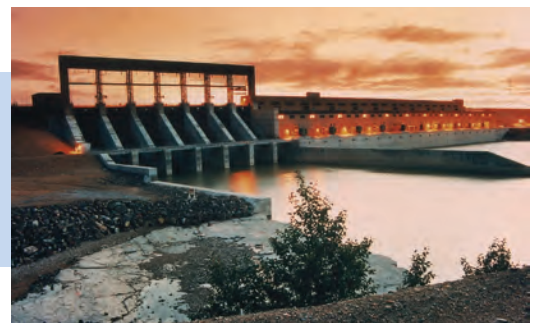
Question :

Qu'arriverait-il si les circuits de maison étaient en série?

NE – Dans le cas de circuits en série, si vous déconnectez un dispositif, vous déconnectez le circuit tout entier.

Savez-vous comment on construit une centrale?

Faites une visite guidée sur http://www.hydro.mb.ca/corporate/facilities/build_gen_station/index.html



APPAREILS ÉLECTROMÉNAGERS

La plupart des appareils qui se trouvent dans nos maisons, tels les chaufferettes, les sèche-cheveux et les grille-pains électriques ne sont que divers genres de résistances qui dégagent de la chaleur. Ils sont conçus pour fonctionner à l'intérieur d'une plage particulière de tension et de courant (normalement indiquée au verso de l'appareil). Vous vous souvenez de ce qui s'est produit dans notre expérience sur les circuits quand nous avons créé un « court-circuit » en relation avec l'ampoule. Le courant a suivi le chemin de moindre résistance et l'ampoule s'est éteinte. Avec le temps, les appareils s'usent, et les cordons fissurés ou effilochés peuvent produire des courts-circuits. Si le chemin vers le sol passe par votre corps, vous ressentirez un choc électrique. Dans les circuits de maison, ces chocs peuvent être mortels.

PUISSANCE

Les consommateurs paient Manitoba Hydro l'énergie électrique qu'ils consomment chez eux. Puisqu'un appareil consomme l'énergie pendant une durée de temps, nous définissons le terme « puissance » comme étant la quantité d'énergie par unité de temps. La quantité d'énergie dépend du nombre de charges (q) qui se déplacent dans un circuit. Puisque la tension est l'énergie par unité de charge, l'énergie totale dans le circuit est qV et nous pouvons calculer la puissance comme suit :

Puissance = Énergie/temps

Puissance = $\frac{qV}{t}$ où q/t = courant (I)

Puissance = VI (tension x courant)

Questions :

1. Calculez la puissance de chaque appareil :
 - a. un ouvre-boîte de 120 V qui consomme 2,2 A de courant;
 - b. un téléviseur branché sur une ligne de 120 V qui consomme 1,1 A de courant;
 - c. une lampe de poche utilisant 2 piles de 1,5 V en série consomme 80 mA;
 - d. Calculez la tension passant par un grille-pain de 1 200 W qui consomme 10 A de courant.
 - e. Quelle quantité de courant consomme une chaufferette de 1,6 kW branchée sur un circuit de 120 V?

COÛT DE L'ÉNERGIE

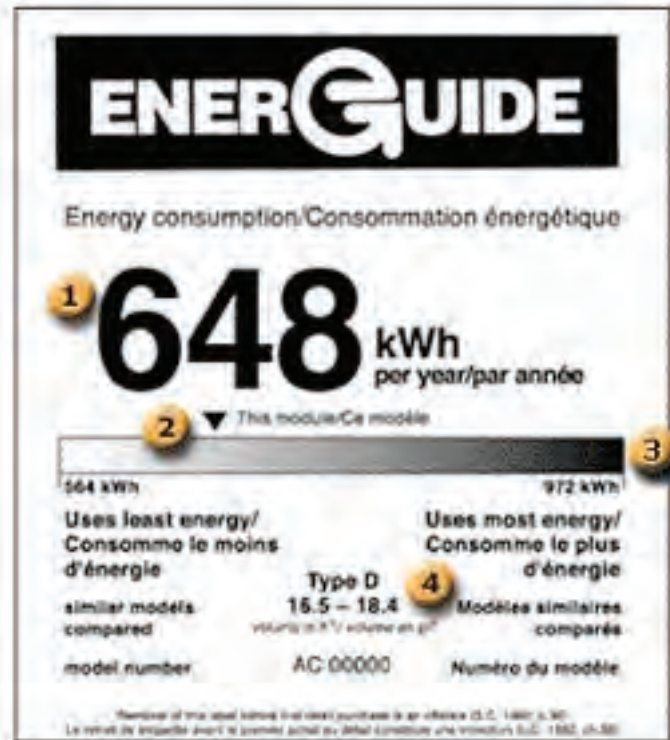
Nous pouvons calculer le coût de l'énergie comme suit :

Coût = Puissance x temps x coût par unité/kWh.

Puisque le service public d'électricité mesure l'énergie en kilowattheures (kWh), les unités de puissance doivent être des kilowatts et les unités de temps des heures. La Loi sur l'efficacité énergétique et les règlements qui en découlent établissent les normes pour les appareils électriques que nous utilisons dans nos maisons. Chaque appareil majeur vendu doit porter une étiquette ÉnerGuide qui indique la consommation énergétique annuelle estimative en kilowattheures de l'appareil et présente les appareils les plus et les moins écoénergétiques de la même catégorie. Cela permet aux consommateurs de comparer l'efficacité des produits de divers fabricants avant l'achat.

COMMENT LIRE UNE ÉTIQUETTE ÉNERGUIDE

1. La consommation annuelle d'énergie de l'appareil en kilowattheures. Plus la cote est basse, plus l'appareil est écoénergétique.
2. L'indicateur de la consommation d'énergie situe le modèle sur l'échelle par rapport à d'autres appareils de la même catégorie. Plus l'indicateur se rapproche du bout gauche de l'échelle, plus l'appareil est écoénergétique.
3. La bande présente la consommation d'énergie des appareils les plus et les moins écoénergétiques de la catégorie. Dans l'exemple, le modèle similaire le plus écoénergétique consomme 564 kWh par an tandis que le modèle le moins écoénergétique en consomme 972.
4. Ces données indiquent le type des modèles similaires comparés et l'étendue de leur capacité.



La « deuxième étiquette de prix »

La plupart des personnes qui achètent un appareil majeur sont très conscients du prix et ils utilisent cette information aux fins de comparaison pour décider quel appareil acheter. Toutefois, beaucoup trop de gens ne tiennent pas compte de la « deuxième étiquette de prix », c'est-à-dire le montant à payer pour faire fonctionner l'appareil pendant un an ou pendant sa durée de service.

Considérez l'exemple qui suit :

Le nombre de kWh par an indiqué sur l'étiquette ÉnerGuide, multiplié par les frais d'électricité (voir le tarif sur votre facture) vous donne une estimation des frais de fonctionnement de l'appareil pendant un an.

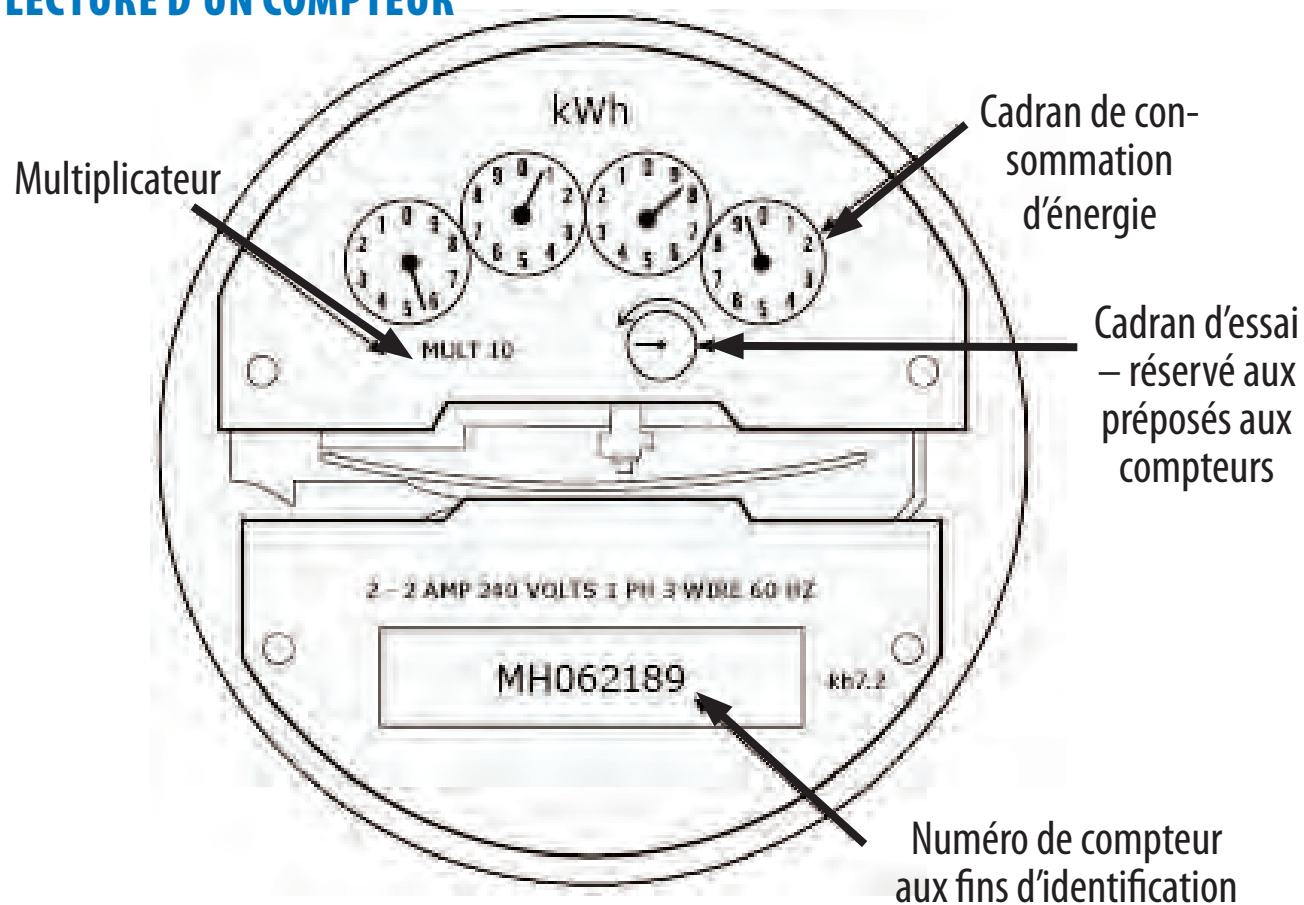
Cote ÉnerGuide (kWh/an) × frais d'électricité de votre localité (\$/kWh)

L'étiquette ÉnerGuide indique une consommation de 648 kWh par an. Si nous multiplions cette quantité par les frais par unité (0,06 \$/kWh), nous obtenons une deuxième étiquette de prix de $648 \times 0,06 = 38,88$ \$. Si l'appareil a une durée de vie utile de 18 ans (comme la plupart des réfrigérateurs), les frais pour la durée de service de l'appareil sont de $38,88 \$ \times 18 = 699,84$ \$.

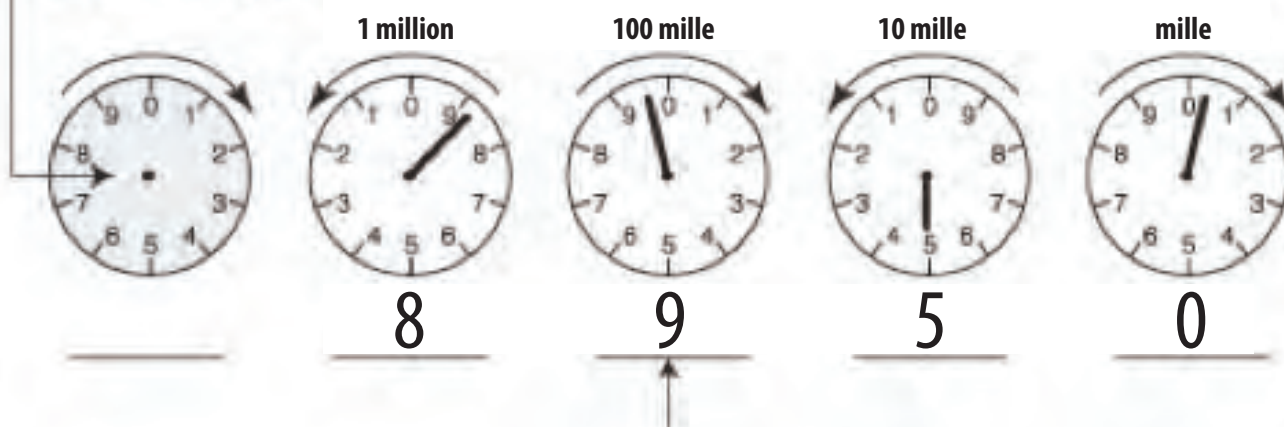
Questions :

Comparez 2 appareils, l'un ayant une cote ÉnerGuide de 95 kWh par an et l'autre, de 492 kWh par an. Quels sont les frais annuels si le tarif est de 0,06 \$ par kWh? Quels sont les frais annuels si le tarif est de 22 cents par kWh? Si l'appareil a une durée de vie utile de 16 ans, quels sont les frais pour sa durée de vie utile? Votre choix le plus économique est également écoénergétique et donc respectueux de l'environnement.

LECTURE D'UN COMPTEUR



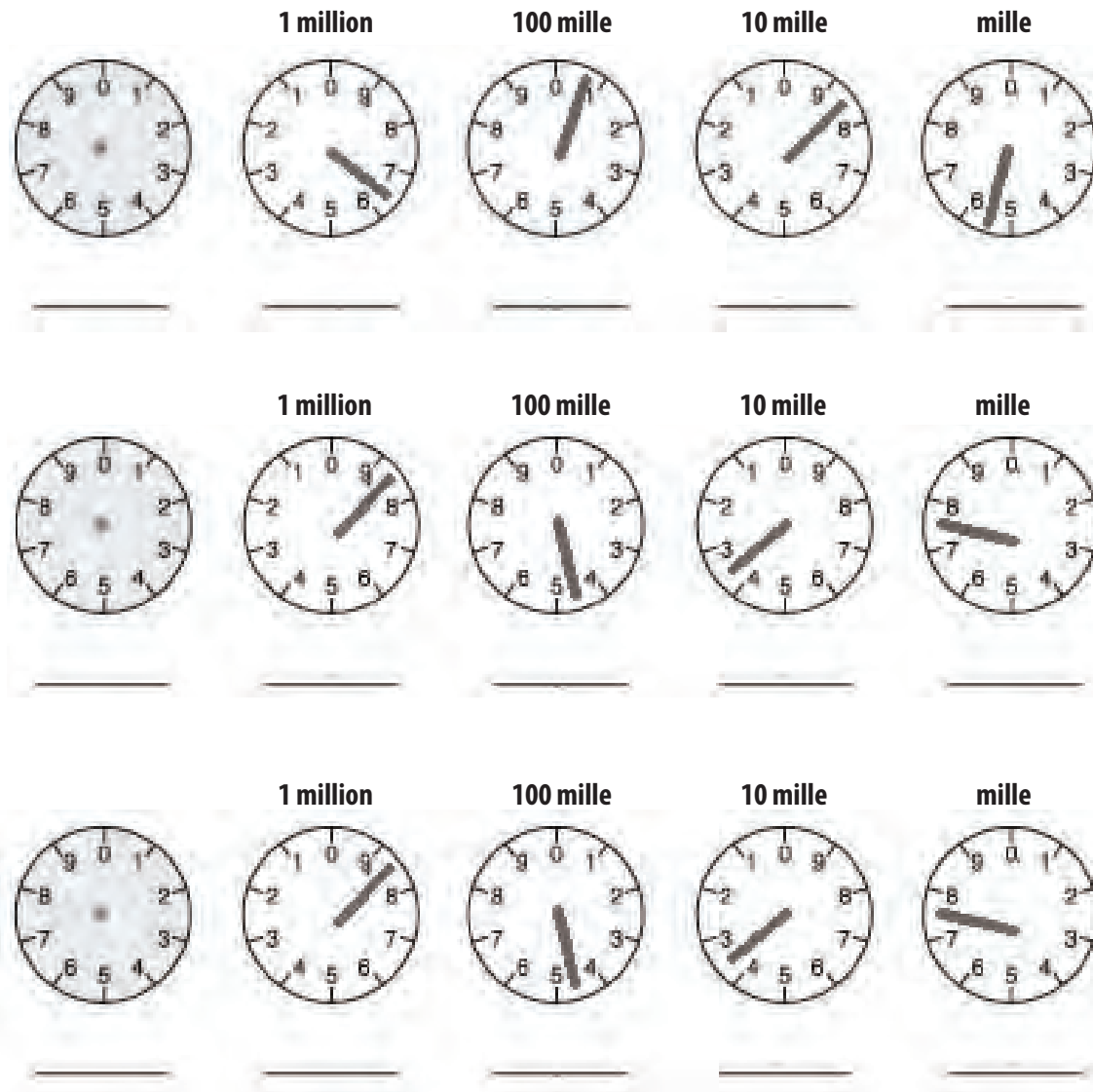
Peut être absent de votre compteur



Si l'aiguille est entre 2 chiffres, veuillez inscrire le chiffre le plus bas.

Si l'aiguille se trouve entre le 9 et le 0, le 9 représente le chiffre le plus bas.

Échantillons de problèmes



Questions :

Quels sont les frais d'énergie par unité dans l'ensemble du Canada et dans le monde (c'est-à-dire, le coût par kilowattheure)?

Calculez le coût de fonctionnement d'un appareil (tel un ordinateur portable) alimenté par des piles ou par l'énergie hydro-électrique.

À l'aide d'une facture d'électricité apportée de chez vous, calculez le coût d'utilisation d'un appareil pendant 24 heures.

Faites des recherches sur les différentes sortes d'ampoules (c'est-à-dire, incandescente, fluorescente, à l'halogène, fluocompacte) et faites-en rapport, puis comparez-les en termes de coût d'achat initial et de coût de fonctionnement.

DURABILITÉ

L'énergie électrique est un élément essentiel de notre quotidien depuis maintenant plus d'un siècle. À l'échelle mondiale, la consommation d'énergie électrique continue d'augmenter, mais les ressources que nous utilisons pour produire cette énergie ne sont pas toujours durables. Le terme « durabilité » veut dire qu'on doit tenir compte des préoccupations sociales, économiques et environnementales dans la consommation actuelle et future de l'énergie électrique. Manitoba Hydro s'est engagée depuis longtemps à intégrer la durabilité dans tous les aspects de ses activités. Les nouvelles centrales sont conçues et construites dans le but de réduire autant que possible les incidences environnementales tout en procurant un maximum d'avantages sociaux et économiques. Nous atteignons ces objectifs par des évaluations approfondies des effets environnementaux, l'intégration de caractéristiques de conception qui réduisent au minimum l'inondation, l'élaboration de plans de protection de l'environnement pour guider les activités de construction et la création de partenariats stratégiques avec les collectivités locales. Tous ces éléments aident à assurer une source d'énergie économique et fiable qui répond aux besoins actuels et futurs des Manitobains.

Pour des précisions sur les programmes et les projets de Manitoba Hydro qui intègrent les principes de développement durable et qui protègent l'environnement, rendez-vous sur www.hydro.mb.ca/francais/environnement.

Questions :

Quelles sont certaines questions sociales, économiques et environnementales qui influencent la production et la transmission d'électricité dans tout le pays?

HISTOIRE DE L'ÉLECTRICITÉ AU MANITOBA

Le développement de l'énergie hydro-électrique ne s'est pas produit du jour au lendemain. C'est une histoire de vision d'avenir et d'ingéniosité par rapport à l'ingénierie. En 1882, les premières lampes électriques ont été utilisées pour l'éclairage des rues et pour les entreprises. Quatre réverbères à arc électrique ont illuminé la rue Main de Broadway jusqu'au passage à niveau du Canadien Pacifique, inaugurant l'ère de l'électricité à Winnipeg. L'électricité servait non seulement à l'éclairage – en 1891, on a installé des tramways électriques à Winnipeg. À l'aide de dynamos alimentées au charbon, la ville a pu offrir le transport à prix abordable. À cette époque, les gens pouvaient voyager dans la ville à bord d'un tramway électrique pour seulement 10 cents.

Voyant l'augmentation de la demande d'électricité, un groupe de visionnaires ont financé, en 1900, la construction de la première centrale hydro-électrique. Cette centrale, bâtie sur la rivière Little Saskatchewan, a fourni l'électricité à la ville de Brandon pendant 8 mois de l'année jusqu'en 1924.

La Winnipeg Electric Railway Company a poursuivi la quête d'énergie hydro-électrique, et en 1906, la centrale de Pinawa sur la rivière Winnipeg a commencé à produire de l'électricité. Bien que la centrale ait depuis cessé ses activités, 6 autres centrales ont été construites sur la rivière Winnipeg et sont toujours en service aujourd'hui.



Au fur et à mesure que la population profitait des avantages de l'électricité, la demande a augmenté partout dans la province. Ce phénomène a mené à la création de la Manitoba Power Commission et à la mise sur pied du programme d'électrification des fermes. De 1946 à 1956, après 10 ans d'élaboration, le programme d'électrification des fermes a fourni le service d'électricité à 50 000 fermes au Manitoba.

L'électrification des fermes a été une réussite, mais la demande engendrée par les fermes nouvellement branchées au réseau électrique ainsi que la croissance économique après la Deuxième Guerre mondiale obligeaient le Manitoba à produire plus d'électricité. Comme solution, on a construit de plus grandes centrales hydro-électriques sur le fleuve Nelson dans le nord du Manitoba. La centrale de Kelsey dans le nord du Manitoba a été la première à répondre aux besoins croissants partout dans la province.

Manitoba Hydro a continué d'aménager des centrales pour répondre aux besoins de la province. À l'heure actuelle, Manitoba Hydro exploite 15 centrales hydro-électriques dans toute la province constituant une source d'énergie propre et renouvelable qui continuera de fournir de l'électricité en abondance à prix abordable pour de nombreuses années à venir.

CENTRE D'ÉDUCATION ET MUSÉE DE L'ÉLECTRICITÉ DU MANITOBA

Dans le premier chapitre de cette ressource, nous avons mentionné des carrières dans le domaine de l'électricité que les jeunes pourraient considérer. Bon nombre de personnes mettent à profit leur carrière après la retraite et continuent de contribuer de façon importante à leur collectivité grâce à la conservation du patrimoine et de la culture. Des retraités de Manitoba Hydro et de l'industrie de l'électricité ont formé un organisme de bénévoles ayant pour but la documentation et la diffusion de l'histoire de l'électricité au Manitoba par le biais du



Centre d'éducation et Musée de l'électricité du Manitoba. Situé au 680 de la rue Harrow à Winnipeg au Manitoba, ce musée unique fait découvrir l'histoire du développement hydro-électrique au Manitoba des années 1870 à nos jours. Au sous-sol, la zone des découvertes permet aux visiteurs d'apprendre comment utiliser l'électricité de manière sécuritaire et comment fonctionne l'énergie électrique. Les visiteurs verront entre autres des objets électriques bizarres du passé et un robot géant composé d'appareils, et découvriront comment on construit des centrales au Manitoba.

L'entrée au musée et le stationnement sont gratuits. Le musée est ouvert du lundi au jeudi, de 13 h à 16 h. Il est fermé les jours fériés. Des visites guidées sont offertes sur rendez-vous au grand public, aux écoles et aux groupes communautaires. Les groupes peuvent comprendre un maximum de 30 personnes. Il est possible d'obtenir des visites guidées en français. Pour réserver une visite guidée, veuillez composer le 1 204 360-7905.