

Correction des exercices – extrait les livres scolaires

QCM

1 Électrisation

1. L'électrisation par frottement est expliquée comme :
 - a. ☐ un transfert de protons d'un objet à l'autre.
 - b. ☒ un transfert d'électrons d'un objet à l'autre.
 - c. ☐ une transformation des électrons sous l'effet de la chaleur du frottement.
2. Lorsqu'on électrise par contact un objet conducteur, la charge électrique se répartit :
 - a. ☐ dans l'ensemble du volume de l'objet.
 - b. ☐ obligatoirement de manière uniforme à la surface de l'objet.
 - c. ☒ à la surface de l'objet, de manière plus concentrée sur les pointes de l'objet.
3. Lorsqu'on approche un objet chargé d'une substance dipolaire :
 - a. ☐ la substance s'éloigne de l'objet.
 - b. ☒ les molécules s'orientent dans un sens particulier.
 - c. ☐ il ne se passe rien.

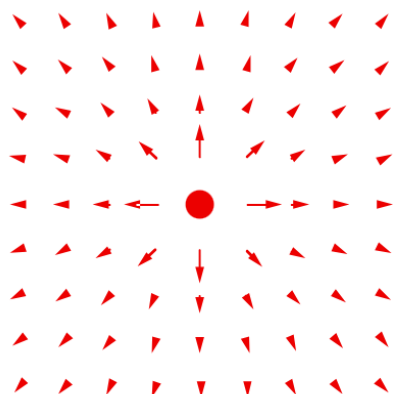
2 Forces gravitationnelle et électrostatique

1. Les forces gravitationnelle et électrostatique sont proportionnelles :
 - a. ☐ à la distance séparant les objets.
 - b. ☐ au carré de la distance séparant les objets.
 - c. ☒ à l'inverse du carré de la distance séparant les objets.
2. La force électrostatique est donnée par la relation :
 - a. ☒ $\vec{F}_e(A/B) = k \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{d^2} \vec{e}_r$.
 - b. ☐ $\vec{F}_e(A/B) = k \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{d} \vec{e}_r$.
 - c. ☐ $\vec{F}_e(A/B) = \frac{q_A \cdot q_B}{k \cdot d} \vec{e}_r$.
3. L'unité de la valeur de la force de la loi de Coulomb est :
 - a. ☐ le coulomb (C).
 - b. ☒ le newton (N).
 - c. ☐ le newton par coulomb (N/C).

3 Champs gravitationnel et électrostatique

1. Les champs gravitationnel et électrostatique sont donnés par les relations :
 - a. ☐ $\vec{g} = G \cdot \frac{m}{d} \vec{e}_r$ et $\vec{E} = k \cdot \frac{q}{d} \vec{e}_r$.
 - b. ☒ $\vec{g} = G \cdot \frac{m}{d^2} \vec{e}_r$ et $\vec{E} = k \cdot \frac{q}{d^2} \vec{e}_r$.
 - c. ☐ $\vec{g} = G \cdot \frac{d^2}{m} \vec{e}_r$ et $\vec{E} = k \cdot \frac{d^2}{q} \vec{e}_r$.
2. Plus les lignes de champ sont proches les unes des autres :
 - a. ☐ moins le champ est intense.
 - b. ☒ plus le champ est intense.
 - c. ☐ plus les particules sont proches.

20 Étude d'un champ électrostatique



1. À l'aide de l'orientation des vecteurs champ, identifier le signe de la charge à l'origine du champ représenté.

Les vecteurs champs sont orientés vers l'extérieur de la charge centrale. Une répulsion a lieu entre deux charges positives, la charge centrale est donc positive.

$f(x)$

2. Identifier la zone où le champ est le plus intense.

Les vecteurs champs sont d'autant plus grands qu'ils sont proches de la charge, donc le champ électrostatique est d'autant plus intense que l'on est proche de la charge centrale.

$f(x)$

27 Atome d'hélium, F_e et F_g

Un atome d'hélium 4 est noté ${}^4_2\text{He}$.

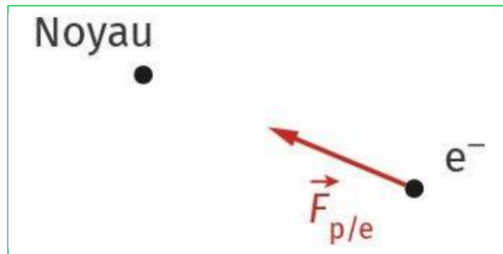
1. Donner la composition de cet atome.

L'atome d'hélium est constitué de deux protons, deux neutrons et deux électrons.

$f(x)$

Un atome d'hélium possède un rayon approximatif de $r = 31 \text{ pm}$.

3. Sans souci d'échelle, représenter cette force sur un schéma.



5. Calculer le rapport de ces deux intensités. Commenter.

$$\frac{2,4 \times 10^{-7}}{1,1 \times 10^{-46}} = 2,2 \times 10^{39}$$

L'interaction électrostatique entre un proton et un électron est $2,2 \times 10^{39}$ fois supérieure à leur interaction gravitationnelle.

2. En considérant le noyau comme ponctuel, calculer l'intensité de la force électrostatique exercée par un proton du noyau sur un des électrons du cortège électronique.

$$F_e(\text{proton/électron}) = k \cdot \left(\frac{e}{r}\right)^2 = 8,99 \times 10^9 \times \left(\frac{1,602 \times 10^{-19}}{31 \times 10^{-12}}\right)^2 = 2,4 \times 10^{-7} \text{ N}$$

La force électrostatique exercée par un proton du noyau sur l'un des électrons du cortège électronique est de $2,4 \times 10^{-7} \text{ N}$.

4. Calculer l'intensité de la force gravitationnelle de ce proton sur cet électron.

$$F_g(\text{proton/électron}) = G \cdot \frac{m_{\text{nucléon}} \cdot m_{\text{électron}}}{r^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{1,67 \times 10^{-27} \times 9,11 \times 10^{-31}}{(31 \times 10^{-12})^2} = 1,1 \times 10^{-46} \text{ N}$$

L'intensité de la force gravitationnelle du proton sur l'électron est de $1,1 \times 10^{-46} \text{ N}$.

Données

- $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$;
- $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
- $m_{\text{électron}} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$;
- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$.

38 La Lune s'éloigne



La Lune s'éloigne chaque année de 3,8 cm de la Terre.

1. Cet éloignement influence-t-il la valeur de la force gravitationnelle qui s'exerce entre les deux astres ?

Oui, car la force gravitationnelle qui s'exerce entre les deux astres est inversement proportionnelle au carré de leur distance. Lorsque cette distance augmente, l'intensité de l'interaction diminue.

Données

- $m_{\text{Terre}} = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$;
- $m_{\text{Lune}} = 7,3 \times 10^{22} \text{ kg}$;
- $d_{\text{Terre-Lune}} = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$;
- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$.

2. De quelle distance la Lune se sera-t-elle éloignée de la Terre dans 10 000 ans ?

$$3,8 \times 10^{-2} \times 10\,000 = 380 \text{ m}$$

Dans 10 000 ans, la Lune se sera éloignée de 380 mètres de la Terre.

3. Quelle sera alors la valeur de la force gravitationnelle entre les deux astres ?

$$\text{Calcul de la force gravitationnelle entre les deux astres :}$$

$$F = G \cdot \frac{m_{\text{Terre}} \cdot m_{\text{Lune}}}{(d_{\text{Terre-Lune}})^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6,0 \times 10^{24} \times 7,3 \times 10^{22}}{(3,84 \times 10^8 + 380)^2} = 1,98 \times 10^{20} \text{ N}$$

28 Comprendre les attendus Un ion cuivre Cu^{2+}

1. Donner la composition du noyau et du nuage électronique d'un ion cuivre Cu^{2+} .

Le noyau d'un ion cuivre est constitué de 29 protons et de 34 neutrons. Le nuage électronique est constitué de 27 électrons.

2. Calculer la charge électrique portée par cet ion.

Cet ion présente un déficit de deux électrons, or un électron porte une charge électrique égale à $-e$, donc la charge totale d'un ion cuivre Cu^{2+} est $+2e$, soit $3,204 \times 10^{-19} \text{ C}$.

3. Représenter les lignes du champ électrostatique créé par cet ion, modélisé par un point.

4. Calculer l'intensité du champ électrostatique que cet ion engendre à 1,0 cm de lui.

L'intensité du champ électrostatique que cet ion engendre à 1,0 cm de lui vaut :

$$E = k \cdot \frac{q}{d^2} = 8,99 \times 10^9 \times \frac{2 \times 1,602 \times 10^{-19}}{(1,0 \times 10^{-2})^2} = 2,9 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

5. Calculer l'intensité du champ gravitationnel que cet ion engendre à 1,0 cm.

L'intensité du champ gravitationnel que cet ion engendre à 1,0 cm de lui vaut :

$$G = G \cdot \frac{63 \cdot m_{\text{nucléon}} + 27 \cdot m_{\text{électron}}}{d^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{63 \times 1,67 \times 10^{-27} + 27 \times 9,11 \times 10^{-31}}{(1,0 \times 10^{-2})^2}$$

Données

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$;
- $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$;
- $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- ${}^{63}_{29}\text{Cu}$
- $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
- $m_{\text{électron}} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Détails du barème TOTAL /7 pts

1 pt 1. Identifier le nombre de protons et de neutrons à partir de Z et A .

1 pt 1. Identifier le nombre d'électrons à partir de Z et de la formule de l'ion cuivre (II) Cu^{2+} .

1 pt 2. Identifier le calcul, le réaliser avec la bonne unité et le nombre correct de chiffres significatifs.

1 pt 3. Représenter correctement des lignes de champ, bien orientées.

1,5 pt 4. Identifier et utiliser la relation $E = k \cdot \frac{q}{d^2}$ avec la bonne unité et le nombre de chiffres significatifs corrects.

1,5 pt 5. Identifier et utiliser la relation $g = G \cdot \frac{m}{d^2}$ avec la bonne unité et le nombre de chiffres significatifs corrects.

43 Les orages

✓ RAI/ANA : Utiliser des observations pour répondre à une problématique

Lors d'un orage, les molécules constituant les nuages s'ionisent et des charges électriques apparaissent. Ces charges se séparent telles que la moyenne des charges en bas du nuage soit négative et celle en haut positive. Par l'influence de ces nuages, le sol se charge positivement.

Expliquer l'action de ces charges sur l'air situé entre les nuages et le sol.



Lors d'un orage, les nuages sont en moyenne chargés négativement et le sol en moyenne chargé positivement. Ainsi l'air situé entre ces deux zones est soumis à un champ électrostatique qui est à l'origine des éclairs.

35 Cohésion d'un cristal de sel



Le sel de cuisine est appelé en chimie solide ionique de chlorure de sodium. On parle de solide ionique, car les liaisons mises en jeu sont des liaisons ioniques et non covalentes. On peut donc considérer que le chlore et le sodium sont présents dans ce solide sous forme ionique, soit Cl^- et Na^+ .

1. À l'aide de cette dernière phrase, expliquer la cohésion d'un cristal ionique, engendrée par les forces électrostatiques mises en jeu.

Les ions de charge opposée sont plus proches les uns des autres que ceux de charge identique : les forces attractives sont de plus grande intensité que les forces répulsives, ce qui explique la cohésion d'un cristal ionique. f(x)

On s'intéresse maintenant aux forces électrostatiques subies par un ion sodium.

2. Identifier le nombre d'ions chlorure les plus proches d'un ion sodium.

Il y a 6 ions chlorures les plus proches d'un ion sodium (un en haut, un en bas, un à gauche, un à droite, un derrière, un devant) f(x)

3. Identifier le nombre d'ions sodium les plus proches d'un ion sodium.

Il y a 6 ions sodium les plus proches d'un ion sodium. f(x)

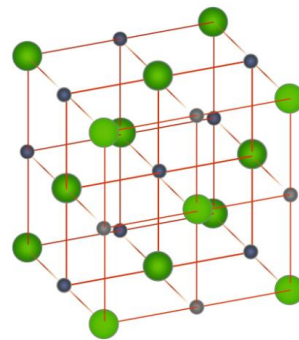
4. À l'aide de la maille représentée, calculer la distance $d_{\text{Na-Cl}}$ entre les centres d'un ion sodium et un ion chlorure.

La distance entre les ions sodium et chlorure vaut : f(x)

$$d_{\text{Na-Cl}} = \frac{a}{2} = \frac{564}{2} = 282 \text{ pm}$$

Données

- $r(\text{Na}^+) = 102 \text{ pm}$;
- $r(\text{Cl}^-) = 181 \text{ pm}$;
- $a = 564 \text{ pm}$;
- $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$;
- $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$.



Une maille de ce cristal est représentée ci-dessus, les ions chlorure en vert et les ions sodium en bleu.

On remarque une alternance des ions sodium et chlorure : les voisins immédiats d'un ion sont de charge opposée.

5. Calculer la valeur de la force électrostatique $F(\text{Cl}^- / \text{Na}^+)$ exercée par un ion chlorure sur un ion sodium.

La valeur de la force électrostatique exercée par un ion chlorure sur un ion sodium est : f(x)

$$F(\text{Cl}^- / \text{Na}^+) = k \cdot \frac{e^2}{(d_{\text{Na-Cl}})^2} = 8,99 \times 10^9 \times \frac{(1,602 \times 10^{-19})^2}{(282 \times 10^{-12})^2} = 2,90 \times 10^{-9} \text{ N}$$

6. En appliquant le théorème de Pythagore, déterminer la distance $d_{\text{Na-Na}}$ séparant deux ions sodium, en fonction de a .

La distance séparant deux ions sodium se calcule tel que : f(x)

$$d_{\text{Na-Na}}^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = 2 \left(\frac{a}{2}\right)^2$$

$$d_{\text{Na-Na}} = \sqrt{2 \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times a = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 564 = 399 \text{ pm}$$

7. Calculer la valeur de la force $F(\text{Na}^+ / \text{Na}^+)$ exercée par un ion sodium sur un autre ion sodium.

La force exercée par un ion sodium sur un autre ion sodium vaut : f(x)

$$F(\text{Na}^+ / \text{Na}^+) = k \cdot \frac{e^2}{(d_{\text{Na-Cl}})^2} = 8,99 \times 10^9 \times \frac{(1,602 \times 10^{-19})^2}{(399 \times 10^{-12})^2} = 1,44 \times 10^{-9} \text{ N}$$

8. Les résultats des questions 5. et 7. confirment-ils la cohésion du cristal ?

Selon les résultats des questions 5. et 7., $F(\text{Na}^+ / \text{Na}^+) < F(\text{Cl}^- / \text{Na}^+)$, les forces attractives sont plus intenses que les forces répulsives ce qui explique la cohésion du cristal. f(x)

Travailler autrement

A Charges électriques et force électrostatique

Utiliser l'application « [Ballons et électricité statique](#) ». Sélectionner le mode deux ballons en faisant apparaître les charges électriques. Tester l'application en faisant bouger les deux ballons et répondre aux questions.

1. Quels sont les deux types de charges électriques ?

Il existe des charges électriques positives et des charges électriques négatives.

2. Décrire l'interaction entre deux charges électriques du même type puis entre deux de différents types.

Deux particules de charge électrique de signe opposé s'attirent et deux particules de charge électrique de même signe se repoussent.

Utiliser l'application « [Loi de Coulomb](#) », avec l'échelle macroscopique.

3. Décrire les forces s'exerçant sur les charges électriques q_1 q_2 selon les signes de q_1 et q_2 .

Les forces d'interaction électrostatique ont toujours la même direction et la même intensité et sont toujours de sens opposé. Le point d'application de la force qu'exerce la particule 1 sur la particule 2 est le centre de la particule 2 et inversement.

Lorsque les charges électriques sont du même signe, les forces d'interaction électrostatique sont divergentes, ce qui confirme que les particules se repoussent.

Lorsque les charges électriques sont de signe opposé, les forces d'interaction électrostatique sont convergentes, ce qui confirme que les particules s'attirent.

4. Comment évolue la valeur des forces électrostatiques quand on divise la valeur de l'une des charges électriques par 2 ? par 3 ? par 4 ?

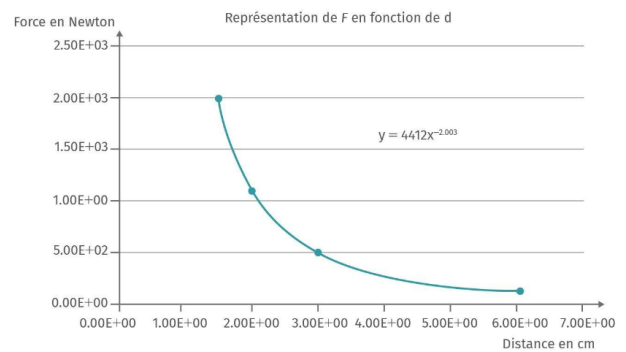
La valeur des forces électrostatiques est proportionnelle à la valeur de la charge électrique, lorsque l'on divise la charge électrique par 2, la force est divisée par 2, idem pour une division par 3 et par 4.

$f(x)$

5. Pour deux valeurs de charges électriques q_1 et q_2 , relever les valeurs des forces électrostatiques pour différentes distances séparant les centres des deux charges.

Pour obtenir les meilleurs résultats il faut choisir une valeur de distance initiale dont le quotient des divisions par 2, 3 et 4 est une distance facilement paramétrable sur l'animation.

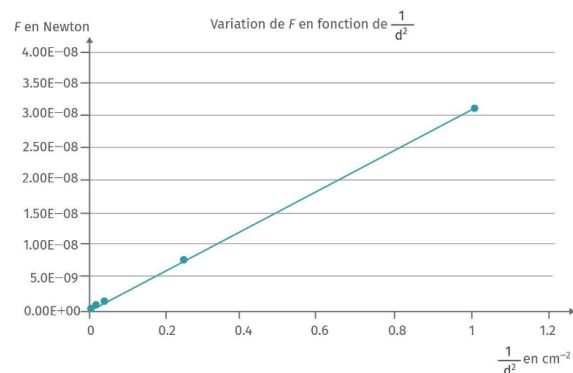
6.



Analyse du graphique : la courbe modélisant les variations de F en fonction de d est une branche d'hyperbole. L'équation de cette courbe est de la forme :

$$F = k \cdot d^{-2} = k \times \frac{1}{d^2}, k \text{ étant une constante. La}$$

valeur de la force électrostatique F est inversement proportionnelle à la distance d.



Analyse du graphique : le résultat est une droite qui passe presque par l'origine, ce qui signifie que F est proportionnelle à $\frac{1}{d^2}$, ou encore $F = k \times \left(\frac{1}{d^2}\right)$, confirmant la relation entre F et d.

B Force gravitationnelle

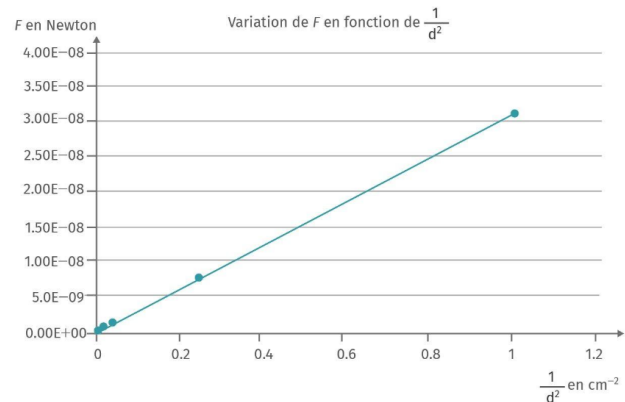
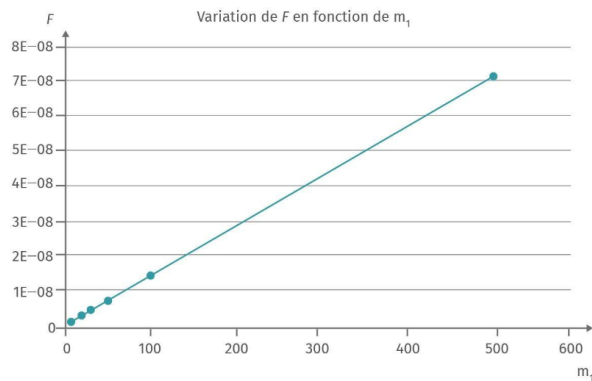
Utiliser l'application « Force de gravité » . Tester l'application avec différentes valeurs pour les masses m_1 et m_2 .

1. Quelle différence notable y a-t-il entre la force électrostatique et la force gravitationnelle ?

La force gravitationnelle n'est que attractive contrairement à la force électrostatique qui peut être attractive ou répulsive.

3. À l'aide des fonctionnalités du logiciel, représenter l'évolution de F en fonction de m_1 , puis de m_2 et finalement de $\frac{1}{d^2}$.

Pour $m_2 = 100 \text{ kg}$, $d = 10 \text{ m}$



Chaque représentation graphique met en évidence une relation de proportionnalité entre la grandeur considérée et la force F . Ainsi, la relation mathématique entre la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant entre deux objets est de la forme :

$$F = k \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot \left(\frac{1}{d^2} \right) = k \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}.$$