Corrections de la série 01 d'exercices sur l'électrostatique

Dans ce qui suit, le symbole "≡" signifie "correspond à".

1. Une charge élémentaire = e = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ [C]
X charges élémentaires = 1 [C], on utilise la règle de trois.

$$\frac{X}{1} = \frac{1}{1{,}602 \cdot 10^{-19}} = 6{,}24 \cdot 10^{18}$$

Il y a donc environ $6{,}24 \cdot 10^{18}$ charges élémentaires dans un coulomb. Autrement dit, il y a 6,24 milliards de milliards de charges élémentaires dans un coulomb !

---

2. 1 mol représente $6{,}02 \cdot 10^{23}$ objets (atomes, molécules, ions, ...)
Donc une mole d'ions contient $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ions.
Et la charge de cette mole d'ions portant chacun une charge positive vaut :
ΔQ = nombre d'ions · e = $6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ [C] = 96'440 [C] (Ce qui est énorme et irréaliste !)

---

3. 1 atome ionisé ≡ $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ [C]

X atomes ionisés ≡ 10^{-7} [C] Donc $X = \dfrac{10^{-7}\,[C]}{1{,}602 \cdot 10^{-19}\,[C]} = 6{,}24 \cdot 10^{11}$

Il y a $6{,}24 \cdot 10^{11}$ atomes ionisés dans 10^{-7} coulomb.

La masse atomique de l'argent est 108 [g / mol], donc
108 grammes d'argent ≡ 1 mol d'argent ≡ $6{,}02 \cdot 10^{23}$ atomes d'argent
200 grammes d'argent ≡ X atomes

La "règle de trois", donne : $\dfrac{X}{200} = \dfrac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{108}$, donc $X = 200 \cdot \dfrac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{108} = 1{,}11 \cdot 10^{24}$

Il y a $1{,}11 \cdot 10^{24}$ atomes dans 200 grammes d'argent.
La fraction d'atomes ionisés égale le nombre d'atomes ionisés pour obtenir 10^{-7} coulomb divisé par le nombre d'atomes dans 200 grammes d'argent, soit : $\dfrac{6{,}24 \cdot 10^{11}}{1{,}11 \cdot 10^{24}} = 5{,}62 \cdot 10^{-13}$

Il y a 0,000'000'000'056'2 % atomes d'argent ionisés sur la sphère !

---

4. Nombre de moles de Fe = $\dfrac{Masse\ [g]}{Masse\ Atomique\ [g/mol]} = \dfrac{200\ [g]}{56\ [g/mol]} = 3{,}57\ [mol]$

Nombre d'atomes de Fe = nombre de moles fois le nombre d'Avogadro

Nombre d'atomes de Fe = $3{,}57 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 2{,}15 \cdot 10^{24}$ = nombre d'électrons libres, en considérant qu'il y a un électron libre par atome de Fe.
La charge totale égale le nombre d'électrons libres fois la charge élémentaire =
$2{,}15 \cdot 10^{24} \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ = 344'400 [C] = $3{,}44 \cdot 10^{5}$ [C].
C'est une charge irréaliste pour 200 [g] de Fer !

---

5. La conservation de la charge est respectée, car lorsqu'un électron sort par la borne négative, il prend la place d'un électron libre dans la matière qui relie les deux bornes (car les bornes doivent être reliées par un conducteur pour que le courant circule), l'électron ainsi chassé va voler à son tour la place d'un électron situé un peu plus proche de la borne positive, et ainsi de suite jusqu'à la borne positive, dans laquelle le dernier électron de la 'chaîne' va rentrer.
Donc, lorsqu'un électron sort de la borne négative, au même moment, un électron rentre dans la borne positive. La batterie ainsi que le conducteur ne se sont donc pas chargé, ils sont toujours neutres, bien que le courant circule !

---

6. a) Le principe de la conservation de la charge est satisfait, car la charge totale des particules est neutre avant et après la réaction.
b) Impossible, car c'est neutre avant, alors qu'il y a deux charges élémentaires positives après.
c) Juste car la charge électrique avant et après, vaut −2e, elle n'a pas changée.
d) Impossible, car la charge électrique vaut +e avant, tandis que −e après.

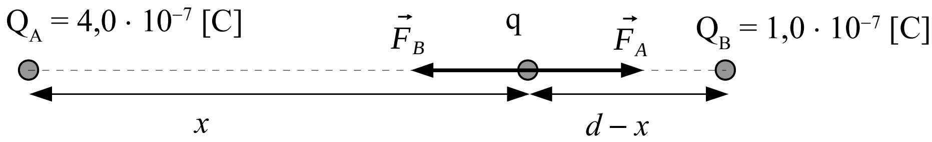
7. a) Distance proton - électron : 0,5 [Å] = $0{,}5\cdot10^{-10}$ [m] = $5\cdot10^{-11}$ [m]

$$F_{Gravité} = G\cdot\frac{m_p\cdot m_é}{r^2} = 6{,}67\cdot10^{-11}\left[\frac{N\cdot m^2}{kg^2}\right]\cdot\frac{1{,}67\cdot10^{-27}\,[kg]\ \cdot\ 9{,}11\cdot10^{-31}\,[kg]}{\left(5{,}00\cdot10^{-11}\,[m]\right)^2} = 4{,}07\cdot10^{-47}\,[N]$$

b) $$F_{Coulomb} = k\cdot\frac{|q_p\cdot q_é|}{r^2} = 9{,}0\cdot10^{9}\left[\frac{N\cdot m^2}{C^2}\right]\cdot\frac{1{,}6\cdot10^{-19}\,[C]\ \cdot\ 1{,}6\cdot10^{-19}\,[C]}{\left(5{,}00\cdot10^{-11}\,[m]\right)^2} = 9{,}24\cdot10^{-8}\,[N]$$

Les signes sont opposés, donc la force électrique est attractive. La force de gravitation est aussi attractive, mais elle est $2{,}27\cdot10^{39}$ fois plus faible. Donc la force de gravitation entre un électron et le noyau est négligeable devant la force électrique.

8. Un schéma de la situation est très utile.



Il faut se rendre compte que le seul endroit possible où placer q est sur le segment entre les deux charges Q_A et Q_B. Si elle était placée plus bas, la force résultante serait dirigée vers le bas. Le raisonnement est identique si on la plaçait plus haut, à droite des deux charges ou à gauche des deux charges.
On a noté x la distance entre la charge Q_A et la charge q. x étant l'inconnue cherchée.
Donc $d-x$ est la distance entre la charge Q_B et la charge q.

Le schéma suppose q chargé positivement. Notez que, si q est de signe négatif, les deux forces changent de sens, mais doivent toujours se neutraliser.
Si la force électrique que subie la charge q est nulle, alors $F_A = F_B$.

La force électrique entre q et Q_A vaut : $F_A = k\cdot\frac{q\cdot Q_A}{x^2}$

De même, la force électrique entre q et Q_B vaut : $F_B = k\cdot\frac{q\cdot Q_B}{(d-x)^2}$

Soit, après substitution : $k\cdot\frac{q\cdot Q_A}{x^2} = k\cdot\frac{q\cdot Q_B}{(d-x)^2} =$. On simplifie : $\frac{Q_A}{x^2} = \frac{Q_B}{(d-x)^2}$.

On fait le produit en croix : $Q_A\cdot(d-x)^2 = Q_B\cdot x^2$.
C'est une équation du second degré, elle se simplifie en prenant la racine carrée des deux côtés.
$\sqrt{Q_A}\cdot(d-x) = \sqrt{Q_B}\cdot x$.

En isolant x on obtient : $x = \frac{\sqrt{Q_A}}{\sqrt{Q_A}+\sqrt{Q_B}}\cdot d = \frac{2}{2+1}\cdot d = \frac{2}{3}\cdot d$

Il faut placer la charge aux deux tiers de la distance entre A et B, plus proche de B.