1e Spécialité Physique Chimie

CHAPITRE 9

INTERACTIONS FONDAMENTALES ET NOTION DE CHAMP

EXERCICES

Wulfran Fortin

Liste des exercices

Exercice 1

Énoncé

D'après Belin 2019.
La Lune de masse M_L est située à une distance d de la Terre de masse M_T. Ces deux corps s'attirent sous l'effet de leur masse.
a. Représenter les forces d'interaction gravitationnelles

$$\vec{F}_{\text{Lune/Terre}}$$

et

$$\vec{F}_{\text{Terre/Lune}}$$

sur un schéma sans soucis d'échelle.
b. Donner les formules permettant d'exprimer ces deux forces à partir des données de l'énoncé.

Correction

a. On considère dans un premier temps que le système étudié est la Lune, elle subit l'action de la Terre

$$\vec{F}_{\text{Terre/Lune}}$$

qui sera une force d'attraction gravitationnelle agissant sur la Lune et l'attirant vers la Terre. Voir figure 1.

On considère dans un deuxième temps que

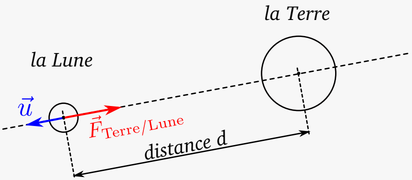

Figure 1 – *Le système étudié est la Lune*

le système étudié est la Terre, elle subit l'action de la Lune

$$\vec{F}_{\text{Lune/Terre}}$$

qui sera une force d'attraction gravitationnelle agissant sur la Terre et l'attirant vers la Lune. Voir figure 2.

b. En se basant sur la figure 1

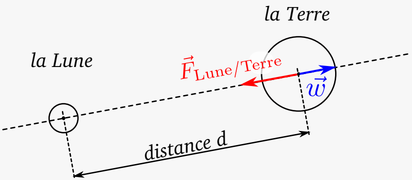

Figure 2 – *Le système étudié est la Terre*

$$\vec{F}_{\text{Terre/Lune}} = -\frac{\mathscr{G} \times M_L \times M_T}{d^2}\vec{u}$$

En se basant sur la figure 2

$$\vec{F}_{\text{Lune/Terre}} = -\frac{\mathscr{G} \times M_L \times M_T}{d^2}\vec{w}$$

On constate que

$$\vec{F}_{\text{Terre/Lune}} = -\vec{F}_{\text{Lune/Terre}}$$

car $\vec{u} = -\vec{w}$ et $\|\vec{F}_{\text{Terre/Lune}}\| = \|\vec{F}_{\text{Lune/Terre}}\|$.

Exercice 2

Énoncé

D'après Belin 2019.
La figure 3 représente deux électrons en interaction.
Exprimer les forces électrostatiques exercées sur chaque électron $\vec{F}_{\text{e1/e2}}$ et $\vec{F}_{\text{e2/e1}}$.

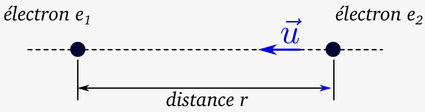

Figure 3 – *Deux électrons en interaction.*

Correction

Le système étudié est l'électron 1, il subit une force de répulsion exercée par l'électron 2 qui a une charge du même signe. La force de répulsion est dans le même sens que le vecteur $\vec{u}$ du schéma.

$$\vec{F}_{\text{e2/e1}} = \frac{K \times e^2}{r^2}\vec{u}$$

Le système étudié est l'électron 2, il subit une force de répulsion exercée par l'électron 1 qui a une charge du même signe. La force de répulsion est dans le sens opposé du vecteur $\vec{u}$ du schéma.

$$\vec{F}_{\text{e1/e2}} = -\frac{K \times e^2}{r^2}\vec{u}$$

On constate que

$$\vec{F}_{\text{e2/e1}} = -\vec{F}_{\text{e1/e2}}$$

Exercice 3

Énoncé

D'après Belin 2019.

Deux boules A et B en aluminium supposées ponctuelles possèdent des charges respectives

$$q_A = -2.0 \times 10^2 \; nC$$

et

$$q_B = 6.0 \times 10^2 \; nC$$

La distance entre ces deux boules est $d = 10 \; cm$.

a. Calculer la valeur de la force électrostatique exercée par la boule A sur la boule B.

b. Donner le sens attractif ou répulsif de l'interaction exercée entre les deux boules en justifiant votre réponse.

Correction

a. On convertit les différentes quantités avant de les utiliser dans les formules

$$d = 10\ cm = 0.10\ m$$

$$q_A = -2.0 \times 10^2\ nC = -2.0 \times 10^2 \times 10^{-9}\ C$$

$$q_B = 6.0 \times 10^2\ nC = 6.0 \times 10^2 \times 10^{-9}\ C$$

La valeur de la force d'interaction électrostatique est

$$\begin{aligned} F &= \frac{k \times q_A \times q_B}{(d)^2} \\ &= \frac{9.0 \times 10^9 \times 2.0 \times 10^{-7} \times 6.0 \times 10^{-7}}{(0.10)^2} \\ &= 0.108\ N \end{aligned}$$

b. Comme les charges électriques déposées sur les deux boules sont de signe contraire, les forces d'interaction seront attractives.

Exercice 4

Énoncé

D'après Belin 2019.
Le noyau d'un atome est composé de protons qui présentent une charge $e = 1.60 \times 10^{-19}\ C$ et de neutrons non chargés.
À l'intérieur du noyau, deux protons supposés ponctuels éloignés de la distance

$$d = 2.32 \times 10^{-6}\ nm$$

ont une masse

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27}\ kg$$

.
La constante de gravitation universelle vaut $\mathscr{G} = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$, constante de la loi de Coulomb dans l'air $k = 9.0 \times 10^9\ N.m^2.C^{-2}$.
a. Exprimer puis calculer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_g$ qui

s'exerce entre ces deux protons.

b. Calculer la valeur de la force d'interaction électrostatique $\vec{F}_e$ qui s'exerce entre ces deux protons.

c. Calculer le rapport des valeurs de ces deux forces. En déduire la force prédominante.

d. Expliquer pourquoi l'interaction prédominante n'explique pas la cohésion du noyau.

Correction

a.

$$
\begin{aligned}
F_g &= \frac{\mathcal{G} \times m_p \times m_p}{d^2} \\
&= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times (1.67 \times 10^{-27}\ kg)^2}{(2.32 \times 10^{-6} \times 10^{-9}\ m)^2} \\
&= 3.46 \times 10^{-35}\ N
\end{aligned}
$$

b.

$$
\begin{aligned}
F_e &= \frac{k \times e \times e}{d^2} \\
&= \frac{9.0 \times 10^{9} \times (1.60 \times 10^{-19}\ C)^2}{(2.32 \times 10^{-6} \times 10^{-9}\ m)^2} \\
&= 43\ N
\end{aligned}
$$

c.

$$
\begin{aligned}
\frac{F_e}{F_g} &= \frac{43}{3.46 \times 10^{-35}} \\
&= 1.2 \times 10^{36}
\end{aligned}
$$

La force électrostatique est largement prédominante.

d. La force électrostatique n'assure pas la cohésion du noyau car elle est répulsive entre les protons qui sont de même signe. Il existe deux autres interaction au cœur du noyau qui expliquent sa cohésion.

Exercice 5

Énoncé

D'après Belin 2019.
Dans un microscope électronique à balayage (MEB) les images sont obtenues grâce à l'interaction d'un faisceau d'électrons avec la matière observée. Les électrons sont accélérés dans un champ électrique de valeur $E = 10000\ V.m^{-1}$.
La masse d'un électron est

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31}\ kg$$

La charge électrique d'un électron est

$$q = -1.6 \times 10^{-19}\ C$$

a. Donner l'expression de la valeur du champ de gravitation puis calculer la force d'interaction gravitationnelle subie par l'électron.

b. Donner l'expression puis calculer la valeur de la force électrostatique agissant sur l'électron.

c. Comparer ces deux forces et préciser laquelle des deux peut être négligée à l'échelle de l'électron.

Correction

a.

$$\begin{aligned} F_g &= m_e \times g \\ &= 9.1 \times 10^{-31}\ kg \times 9.81\ N.kg^{-1} \\ &= 8.9 \times 10^{-30}\ N \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} F_e &= q \times E \\ &= 1.6 \times 10^{-19}\ C \times 10000\ V.m^{-1} \\ &= 1.6 \times 10^{-15}\ N \end{aligned}$$

c.

$$\begin{aligned} \frac{F_e}{F_g} &= \frac{1.6 \times 10^{-15}\ N}{8.9 \times 10^{-30}\ N} \\ &= 1.8 \times 10^{14} \end{aligned}$$

La force électrostatique est 10^{14} × plus grande que la force due à la gravitation, cette dernière est donc négligeable.

Exercice 6

Énoncé

D'après Belin 2019.
Une application de smartphone indique la valeur du champ de pesanteur local

$$g = 9.81\ N.kg^{-1}$$

La masse de la Terre est $5.97 \times 10^{24}\ kg$, la constante universelle de gravitation vaut $\mathscr{G} = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$. Le rayon de la Terre est de $6400\ km$.

a. Donner l'expression de l'intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet de masse m situé à sa surface.
b. En déduire l'expression de l'intensité du champ gravitationnel G créé par la Terre sur la masse m.
c. Déterminer sa valeur et comparer à la valeur du champ de pesanteur local donné par le smartphone.

Correction

a.

$$F = \frac{\mathcal{G} \times m \times M_{\text{Terre}}}{R^2}$$

b. On peut écrire

$$F = m \times G$$

si on pose

$$G = \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{R^2}$$

c.

$$\begin{aligned} G &= \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{R^2} \\ &= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}\ kg}{(6400000\ m)^2} \\ &= 9.72\ N.kg^{-1} \end{aligned}$$

La valeur calculée est légèrement plus faible. La différence est due au fait que la vraie valeur du rayon terrestre est 6370 km, l'énoncé l'a trop arrondi.

Exercice 7

Énoncé

D'après Belin 2019.
Soient deux plaques électriques séparées d'une distance $d = 10\ cm$ dans une cuve contenant de l'huile (isolant électrique) et des grains de semoule, les grains s'orientent entre les deux plaques aux bornes des quelles on a appliqué une tension $U = 6\ V$. Voir figure 4. La valeur E du champ électrique entre les deux plaques est donné par la formule $E = \frac{U}{d}$ avec pour unités le volt et le mètre.

a. Donner les caractéristiques du champ $\vec{E}$ créé entre les deux plaques.

b. Schématiser le champ au point A et au point B.

c. Décrire l'évolution du champ $\vec{E}$ lorsque d diminue et lorsque la tension U aux bornes des plaques augmente.

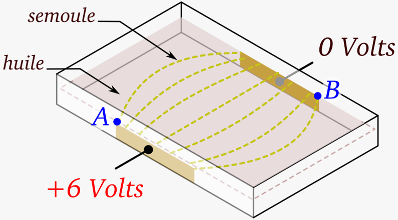

Figure *4 – Lignes de champ dans une cuve.*

Correction

a. Le champ sera uniforme dans la partie centrale de la cuve, orienté de la plaque positive vers la plaque négative.

b. Voir figure 5.

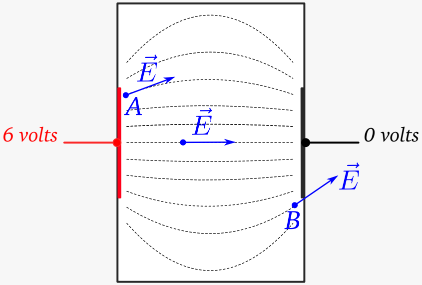

Figure 5 – *Champ dans une cuve.*

c. Dans les deux cas, la valeur du champ augmentera.

Exercice 8

Énoncé

D'après Belin 2019.
Le pont hydrogène est une interaction électrostatique attractive établie entre un atome d'hydrogène lié à un atome très électronégatif et un atome électronégatif comme l'oxygène ou l'azote. Les ponts hydrogènes qui s'établissent dans la glace ont une longueur de $170\ pm$. Le pont hydrogène peut être modélisé par une interaction entre quatre charges. Voir figure 6.
Afin de vaincre une interaction électrostatique, il faut fournir une énergie $\mathscr{E} = F_2 \times d$ avec F_e la force d'interaction électrostatique s'exerçant entre les deux charges et d la distance séparant les deux charges.

a. Reproduire le schéma 6 avec les charges A, B, C et D. Représenter les huit forces électrostatiques exercées par chaque charge d'une molécule sur celles de l'autre

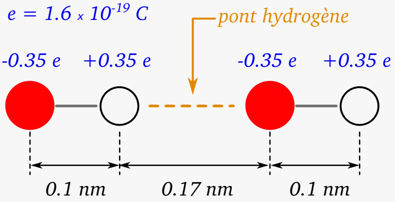

Figure *6 – Schéma simplifié d'un pont hydrogène.*

molécule.

b. Déterminer la valeur de chacune de ces forces.

c. En déduire les expressions puis les valeurs des forces d'interaction globales exercées par une molécule sur l'autre.

d. Calculer l'énergie nécessaire pour rompre l'interaction (pont hydrogène) entre les deux molécules.

Correction

a. Voir figure 7. Les charges de signe contraire s'attirent, celles de même signe se repoussent. **b.**

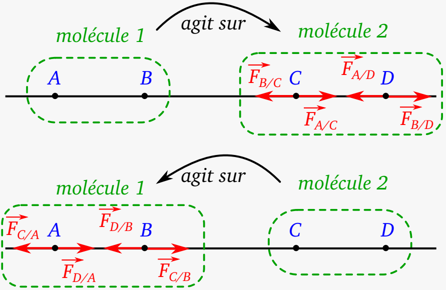

Figure 7 – *Bilan des forces.*

$$
\begin{aligned}
F_{B/C} = F_{C/B} &= \frac{k \times q \times q}{BC^2} \\
&= \frac{9.0 \cdot 10^9 \times (0.35 \times 1.6 \cdot 10^{-19})^2}{(0.17 \times 10^{-9})^2} \\
&= \frac{2.82 \times 10^{-29}}{(0.17 \times 10^{-9})^2} \\
&= 0.977\ nN
\end{aligned}
$$

$$
F_{A/C} = F_{C/A} = F_{D/B} = F_{B/D}
$$

$$
\begin{aligned}
F_{A/C} &= \frac{k \times q \times q}{AC^2} \\
&= \frac{9.0 \cdot 10^9 \times (0.35 \times 1.6 \cdot 10^{-19})^2}{(0.27 \times 10^{-9})^2} \\
&= \frac{2.82 \times 10^{-29}}{(0.27 \times 10^{-9})^2} \\
&= 0.387\ nN
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
F_{A/D} = F_{D/A} &= \frac{k \times q \times q}{AD^2} \\
&= \frac{9.0 \cdot 10^9 \times (0.35 \times 1.6 \cdot 10^{-19})^2}{(0.37 \times 10^{-9})^2} \\
&= \frac{2.82 \times 10^{-29}}{(0.37 \times 10^{-9})^2} \\
&= 0.206\ nN
\end{aligned}
$$

c. Si la molécule 1 agit sur la molécule 2 alors la résultante $\vec{F}$ des forces s'écrit

$$\vec{F} = \vec{F}_{B/C} + \vec{F}_{A/C} + \vec{F}_{A/D} + \vec{F}_{B/D}$$

En projetant sur l'axe horizontale, on peut calculer la valeur de cette force

$$F = -F_{B/C} + F_{A/C} - F_{A/D} + F_{B/D}$$

et donc

$$
\begin{aligned}
F &= -0.977 + 0.387 - 0.206 + 0.387 \\
&= -0.409\ nN
\end{aligned}
$$

C'est une force orientée vers la gauche sur le schéma, donc la molécule 1 attire la molécule 2, la liaison hydrogène est bien une attraction.

d. On utilise la formule donnée

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= 0.409 \times 10^{-9}\, N \times 0.17 \times 10^{-9}\, m \\ &= 1.7 \times 10^{-19}\, J\end{aligned}$$

soit pour une mole, une énergie de $10\, kJ.mol^{-1}$ ce qui est bien l'ordre de grandeur expérimental de ce genre d'énergie de liaison.

Exercice 9

Énoncé

D'après Belin 2019.
La valeur du champ gravitationnel terrestre subi par un objet de masse m dépend de l'altitude h à laquelle il se trouve au dessus de la surface de la Terre. L'altitude de l'Everest est $8848\ m$, l'altitude d'un satellite géostationnaire est $36000\ km$.
On rappelle aussi que

$$\mathscr{G} = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2 kg^{-2}$$

que

$$M_{\text{Terre}} = 5.97 \times 10^{24}\ kg$$

et que

$$R_{\text{Terre}} = 6400\ km$$

a. Donner l'expression vectorielle de la force d'attraction gravitationnelle subie par l'objet en fonction d'un vecteur unitaire dont on précisera les caractéristiques.

b. En déduire l'expression vectorielle du champ de gravitation.

c. Déterminer la valeur du champ de gravitation à la surface de l'océan, en haut de l'Everest, à l'altitude géostationnaire et à $100000\ km$ d'altitude.

d. Représenter le champ gravitationnel créé par la Terre à ces quatre altitude autour de la Terre en respectant l'échelle $1\ cm$ pour $3\ N.kg^{-1}$.

e. Justifier qu'il est possible de considérer le champ gravitationnel comme étant uniforme à la surface de la Terre.

Correction

a. Le vecteur unitaire $\vec{u}$ sera orienté vers l'extérieur par rapport au centre de la Terre.

$$\vec{F} = -\frac{\mathcal{G} \times m \times M_{\text{Terre}}}{(h + R_T)^2}\vec{u}$$

b. On va écrire que

$$\vec{F} = m\vec{G}$$

en posant

$$\vec{G} = -\frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(h + R_T)^2}\vec{u}$$

c.

— pour l'océan $h = 0\ m$

$$\begin{aligned} G &= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(0.0 + 6.4 \times 10^6)^2} \\ &= \frac{3.98 \times 10^{14}}{(0.0 + 6.4 \times 10^6)^2} \\ &= 9.72\ N.kg^{-1} \end{aligned}$$

— pour l'Everest $h = 8848\ m$

$$G = \frac{3.98 \times 10^{14}}{(8848 + 6.4 \times 10^6)^2} \\ = 9.69\ N.kg^{-1}$$

— pour le satellite $h = 3.6 \times 10^7\ m$

$$G = \frac{3.98 \times 10^{14}}{(3.6 \times 10^7 + 6.4 \times 10^6)^2} \\ = 0.22\ N.kg^{-1}$$

— pour la valeur $h = 1.0 \times 10^8\ m$

$$G = \frac{3.98 \times 10^{14}}{(1.0 \times 10^8 + 6.4 \times 10^6)^2} \\ = 0.035\ N.kg^{-1}$$

d. On réaliste une proportion pour calculer la longueur des vecteurs à dessiner

— pour l'océan, flèche de $\frac{9.72}{3} \times 1 = 3.24\ cm$.

— pour l'Everest, flèche de $\frac{9.69}{3} \times 1 = 3.23\ cm$.

— pour le satellite, flèche de $\frac{0.22}{3} \times 1 = 0.07\ cm$.

— pour 100000 km, flèche de $\frac{0.035}{3} \times 1 = 0.01\ cm$.

e. La variation de la valeur du champ est très faible

$$\frac{9.72-9.69}{9.72} = 0.3\ \%$$

Exercice 10

Énoncé

D’après Hatier 2019.
Trois objets ponctuels A, B et C de charges électriques q_A, q_B et q_C sont disposés aux sommets d’un triangle équilatéral. On représente à l’échelle les forces électrostatiques qu’ils exercent les uns sur les autres.
La charge q_A est positive. Voir figure 8.

a. Quels sont les signes de q_B et q_C ?

b. Parmi q_B et q_C dire laquelle est le double de q_A en valeur absolue et laquelle est la moitié de q_A en valeur absolue.

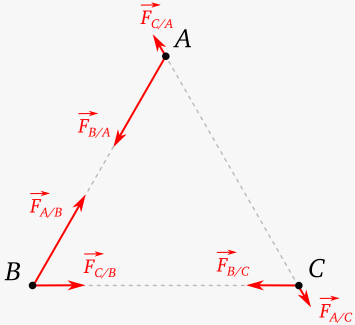

Figure *8 – Charges et forces.*

Correction

a. A et C se repoussent, leurs charges ont même signe, donc q_C est positive.
Par contre, A et B s'attirent, leurs charges sont de signe opposé et q_B est négative.
b. Comme les distances sont toutes identiques, on peut raisonner uniquement sur le produit des charges.
On constate que si $q_B = 2 \times q_A$ et $q_C = \frac{q_A}{2}$ alors on arrive a expliquer les proportions entre les différents vecteurs forces du schéma.

Exercice 11

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Deux billes de masse $m_1 = 1.0\ g$ et $m_2 = 3.0\ g$ portent des charges électriques $q_1 = 2.0\ \mu C$ et $q_2 = -6.0\ \mu C$. La distance entre leurs centres est $d = 12\ cm$.
On rappelle que

$$\mathcal{G} = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$$

et que

$$k = 9.0 \times 10^9 N.m^2.C^{-2}$$

a. Déterminer la norme F_g des forces gravitationnelles que les deux billes exercent l'une sur l'autre.
b. Déterminer la norme F_e des forces électrostatiques que les deux billes exercent l'une sur l'autre.
c. Calculer le quotient $\frac{F_e}{F_g}$ et commenter ce résultat.

Correction

a. On utilise les valeurs suivantes après conversion $m_1 = 1.0 \times 10^{-3}\ kg$, $m_2 = 3.0 \times 10^{-3}\ kg$ et $d = 0.12\ m$.

$$\begin{aligned} F_g &= \frac{\mathscr{G} \times m_1 \times m_2}{(d)^2} \\ &= 1.4 \times 10^{-14}\ N \end{aligned}$$

b. On utilise les valeurs suivantes après conversion $q_1 = 2.0 \times 10^{-6}\ C$, $q_2 = -6.0 \times 10^{-6}\ kg$ et $d = 0.12\ m$.

$$\begin{aligned} F_e &= \frac{k \times q_1 \times q_2}{(d)^2} \\ &= 7.5\ N \end{aligned}$$

c. Le quotient vaut

$$\frac{7.5}{1.4 \times 10^{-14}} = 5 \times 10^{14}$$

les forces électrostatiques sont très supérieures aux forces de gravitation, on pourra négliger ces dernières.

Exercice 12

Énoncé

D'après Hatier 2019.
Le rayon moyen de la Terre est

$$R_T = 6380\ km$$

La masse de la Terre est

$$m_T = 5.972 \times 10^{24}\ kg$$

a. Calculer la norme du champ gravitationnel créé par la Terre à sa surface.
b. Calculer la norme du champ gravitationnel créé par la Terre à l'altitude $h = 3.6 \times 10^4\ km$, altitude des satellites géostationnaire.
c. À quelle altitude la norme du champ gravitationnel est-elle divisée par quatre par rapport à la norme du champ à la surface de la Terre ?

Correction

a.

$$\begin{aligned} G &= \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(R_{\text{Terre}})^2} \\ &= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.972 \times 10^{24}}{(6380 \times 10^3)^2} \\ &= 9.79\, N.kg^{-1} \end{aligned}$$

b.

$$\begin{aligned} G &= \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(h + R_{\text{Terre}})^2} \\ &= \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.972 \times 10^{24}}{(3.6 \times 10^4 \times 10^3 + 6380 \times 10^3)^2} \\ &= 0.22\, N.kg^{-1} \end{aligned}$$

c.

$$\begin{aligned} G &= \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(h + R_{\text{Terre}})^2} \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(R_{\text{Terre}})^2} \end{aligned}$$

On va isoler h dans cette égalité

$$\frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(h + R_{\text{Terre}})^2} = \frac{1}{4} \times \frac{\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}}{(R_{\text{Terre}})^2}$$

On divise à gauche et à droite par $\mathcal{G} \times M_{\text{Terre}}$ puis on simplifie pour obtenir

$$\frac{1}{(h + R_{\text{Terre}})^2} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{(R_{\text{Terre}})^2}$$

On inverse l'égalité

$$(h + R_{\text{Terre}})^2 = 4 \times (R_{\text{Terre}})^2$$

On prend la racine carrée

$$h + R_{\text{Terre}} = \sqrt{4} \times R_{\text{Terre}}$$

On soustrait à gauche et à droite R_{Terre}

$$h = \sqrt{4} \times R_{\text{Terre}} - R_{\text{Terre}}$$

Et finalement

$$h = (\sqrt{4} - 1) \times R_{\text{Terre}}$$

$$h = (2 - 1) \times R_{\text{Terre}} = R_{\text{Terre}}$$

$$h = 6380\ km$$

Exercice 13

Énoncé

D'après Hatier 2019.

Une planète a la forme d'une boule de centre O, de rayon R et de masse m. On note $\vec{g}$ le champ de gravitation qu'elle crée en un point P de sa surface.

a. Quelle est la distance de O à P ?

b. Préciser la direction et le sens de $\vec{g}$.

c. Exprimer sa norme g en fonction de $\mathscr{G}$, m et R.

d. Calculer g à la surface de la planète Mars, de masse $m_{\text{Mars}} = 6.39 \times 10^{23}\ kg$ et de rayon $R_{\text{Mars}} = 3.39 \times 10^{6}\ m$.

Correction

a. $OP = R$.

b. direction OP, orienté vers le centre de la planète.

c.

$$g = \frac{\mathcal{G} \times m}{R^2}$$

d.

$$g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.39 \times 10^{23}}{(3.39 \times 10^6)^2}$$
$$= 3.71\ N.kg^{-1}$$

Exercice 14

Énoncé

D'après Hachette 2019.
Une particule A de charge positive est placée dans le champ électrostatique de deux particules B et C de charges négatives. Sur la figure 9, le champ électrostatique $\vec{E}_1$ dû à la particule B a pour coordonnées

$$(-1.5\ V.m^{-1}; 3.0\ V.m^{-1})$$

au point A et le champ $\vec{E}_2$ dû à la particule C a pour coordonnées

$$(2.0\ V.m^{-1}; 3.0\ V.m^{-1})$$

au point A.

a. Déterminer en A les coordonnées du champ électrostatique résultante

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

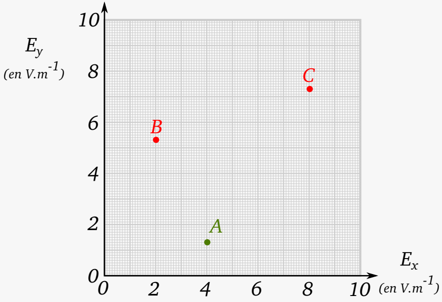

Figure 9 – *Carte des charges électriques.*

b. Déterminer la norme du champ résultant.
c. La construction est-elle en accord avec le signe des charges électriques annoncé ?

Correction

a. Comme

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

donc

$$\begin{pmatrix} E_x \\ E_Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1.5 \\ 3.0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2.0 \\ 3.0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.5 \\ 6.0 \end{pmatrix}$$

b. La norme de $\vec{E}$ est

$$\begin{aligned} E &= \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \\ &= \sqrt{0.5^2 + 6.0^2} \\ &= 6.02\ V.m^{-1} \end{aligned}$$

c. Si on trace les champs électriques (voir figure 10), on constate que les vecteurs pointent vers la charge leur ayant donné naissance, elles sont donc à plus bas potentiel et sont négatives.

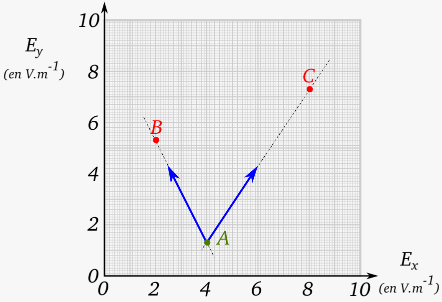

Figure *10 – Champs électriques.*