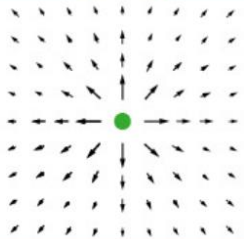
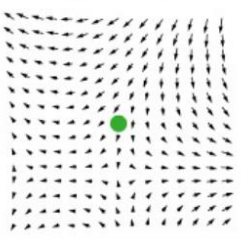
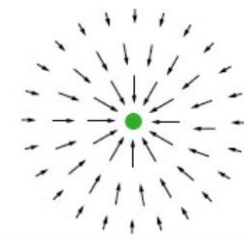


	A	B	C
1 La charge électrique d'un proton est :	positive.	égale à une charge élémentaire $e$ .	égale à une charge élémentaire $-e$ .
2 L'interaction électrostatique est :	uniquement répulsive.	répulsive et attractive.	uniquement attractive.
3 Deux charges négatives :	s'attirent.	se repoussent.	sont soumises à une interaction qui se modélise par des forces de même sens.

1. **A** et **B**

2. **B**

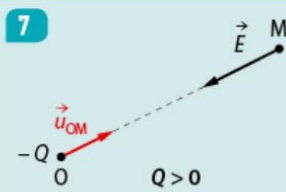
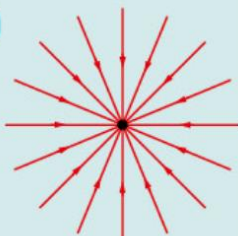
3. **B**

	A	B	C
4 Une masse $M$ peut engendrer le champ vectoriel suivant :			
5 Le champ de gravitation produit par la Lune dépend :	de la masse de la Lune.	de la masse de la Terre.	du volume de la Lune.
6 Sur Terre, tout objet lâché tombe vers le sol :	du fait de l'action de la Terre.	car il est dans le champ de gravitation de la Terre.	car il est dans le champ de pesanteur terrestre.

4. **C**

5. **A**

6. **A** **B** et **C**

	A	B	C
<p><b>7</b></p>  <p>Le vecteur champ électrostatique en M s'écrit :</p>	$\vec{E} = k \frac{Q}{OM^2}$	$\vec{E} = k \frac{Q}{OM^2} \vec{u}_{OM}$	$\vec{E} = -k \frac{Q}{OM^2} \vec{u}_{OM}$
<p><b>8</b></p>  <p>Ces lignes de champ sont engendrées par :</p>	<p>une charge ponctuelle négative.</p>	<p>une charge ponctuelle positive.</p>	<p>par un dipôle de charges positive et négative.</p>

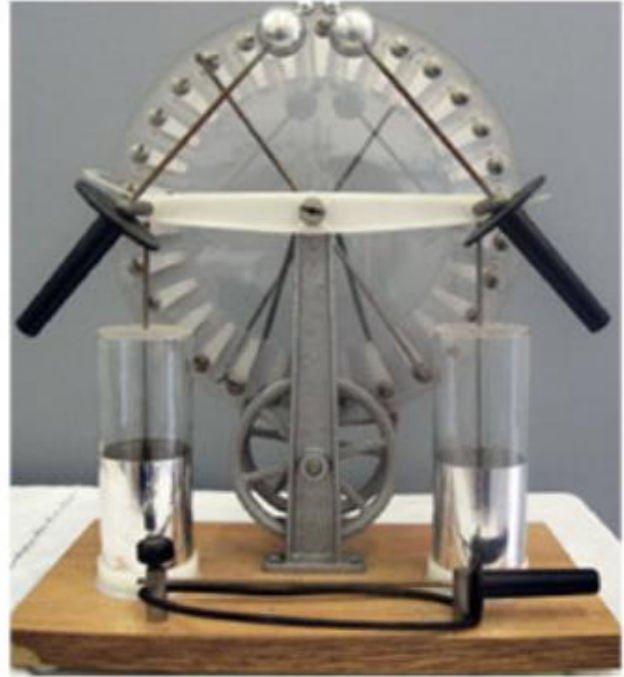
7. **C**

8. **A**

## 12 La machine de Wimshurst

À l'aide d'un dispositif appelé machine de Wimshurst, on charge par frottement deux sphères métalliques qui portent alors des charges  $q$  identiques en valeur mais de signes opposés.

**Données :**  $q = 1,0 \mu\text{C}$  ;  
distance entre les centres  
des deux sphères :  $d = 5,0 \text{ cm}$  ;  
constante  $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$



1. Qualifier l'interaction entre ces deux sphères.
2. Calculer la valeur de la force électrique qui s'exerce entre elles.

1. Il s'agit d'une **interaction électrostatique**.

2. L'expression de la loi de Coulomb est :

$$F = k \times \frac{q^2}{d^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{(10^{-6})^2}{(5,0 \times 10^{-2})^2}$$

$$F = 3,6 \text{ N}$$

## 14 Analogie entre les forces

Deux objets de masses différentes sont représentés sur le schéma ci-dessous.



1. Les deux objets exercent-ils une interaction attractive ou répulsive ?
2. Rappeler l'expression de la force de gravitation, puis exprimer les vecteurs forces en fonctions des grandeurs  $m$ ,  $d = AB$  et  $\vec{u}_{AB}$ .
3. Reproduire la figure et tracer les vecteurs forces sur celle-ci.
4. Quelles analogies peut-on relever par rapport l'expression de la loi Coulomb de l'exercice 13 ?

1. Interaction gravitationnelle donc attractive.

$$2. \vec{F}_{A/B} = G \frac{m \times 3m}{d^2} \times \vec{u}_{BA}$$

3.



4. La **charge  $q$**  et la **masse  $m$**  sont les grandeurs responsables de l'interaction

Les 2 interactions sont **inversement proportionnelles** au **carré** de la distance  **$d$** .

Les interactions ont un facteur multiplicateur : les **constantes  $k$**  et  **$G$** .

**15**

## La Lune, satellite naturel de la Terre

*Données : distance Terre-Lune :  $d = 3,84 \times 10^5$  km ;*

*masse de la Lune :  $m_L = 7,35 \times 10^{22}$  kg ;*

*masse de la Terre :  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$  kg ;*

*constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> s<sup>-2</sup>*

**1.** Pourquoi dit-on que la Lune se situe dans le champ de gravitation de la Terre ?

**2. a.** Exprimer, en fonction de  $G$ ,  $m_L$ ,  $M_T$  et  $d$ , l'intensité de la force d'attraction gravitationnelle qui modélise l'action de la Terre sur la Lune.

**b.** Calculer sa valeur.

**3. a.** Sur un schéma, représenter la force qui modélise l'action mécanique d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur la Lune.

**b.** Représenter cette force en différentes positions de la trajectoire de la Lune.

**c.** Comment peut-on qualifier le champ de gravitation terrestre ?

**d.** Représenter l'allure de quelques lignes de champ à proximité de la Terre.

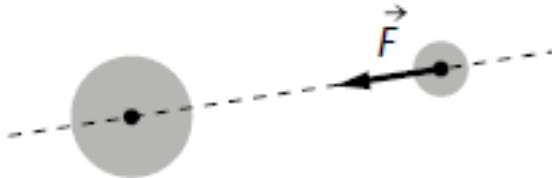
1. La Lune se situe dans le champ de gravitation de la Terre car elle est **très sensible à son attraction gravitationnelle** par celle-ci.

2.a. 
$$F = G \times \frac{M_L \times M_T}{d^2}$$

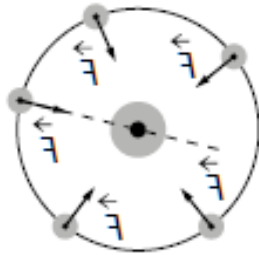
2.b. 
$$F = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,35 \times 10^{22} \times 5,98 \times 10^{24}}{(3,84 \times 10^8)^2}$$

$$F = 1,99 \times 10^{26} N$$

3.a.

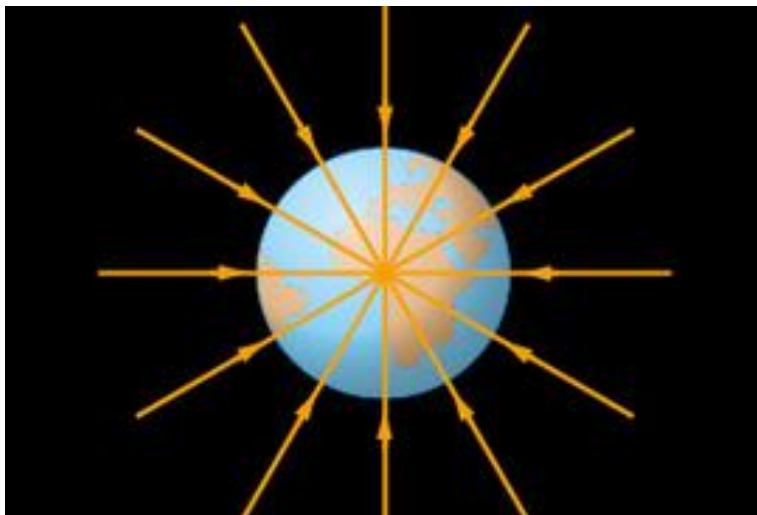


3.b.



3.c. On peut qualifier le champ de gravitation terrestre de **centripète**.

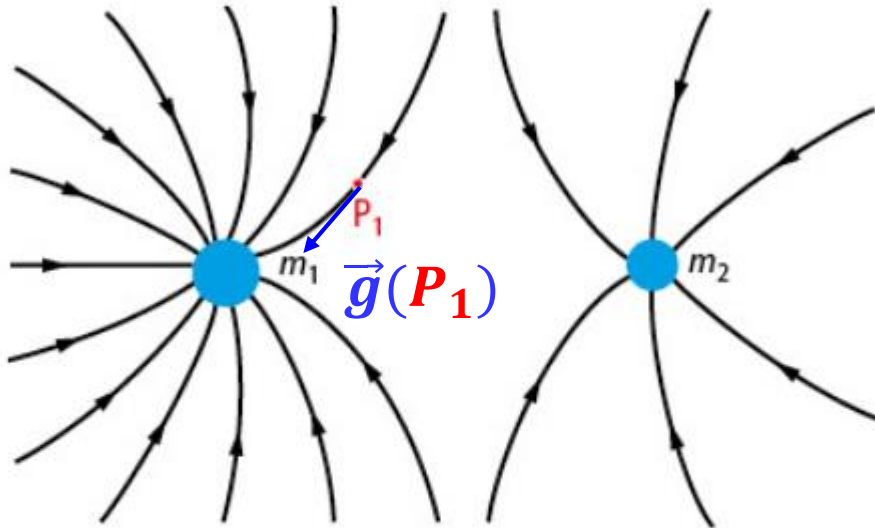
3.d.





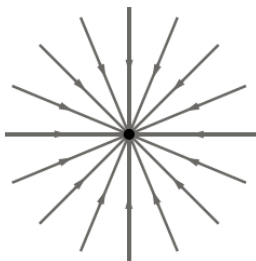
## 18 Deux masses et leurs lignes de champ

Deux astres de masse  $m_1$  et  $m_2$  sont en interaction gravitationnelle. Les lignes de champ engendrées sont représentées sur la figure.  $P_1$  est un point sur une ligne de champ.



- Dessiner l'astre de masse  $m_1$ , puis tracer les lignes de champ qu'il devrait engendrer s'il était seul.
  - Quelle est alors la direction et le sens du champ de gravitation ?
- Pour quelle raison les lignes de champ engendrées par l'astre de masse  $m_1$  sont-elles différentes en présence de la masse  $m_2$  ?
- Reproduire la masse  $m_1$  et la ligne de champ contenant le point  $P_1$ .
- Tracer le vecteur champ de gravitation  $\vec{g}(P_1)$ .
- Le vecteur  $\vec{g}(P_1)$  est-il dirigé vers le centre de l'astre de masse  $m_1$  ? Justifier.

1.a.



1.b. Les lignes de champ sont **dirigées vers le centre** de la masse  $m_1$  donc **centripète**.

2. La deuxième masse engendre aussi un champ de gravitation. Le vecteur champ de gravitation en un point de l'espace est donc la superposition des deux champs. L'allure des lignes de champ sont donc **composition** de **deux sources** de **champ gravitationnel**.

3. Voir schéma sujet

4. Voir schéma sujet

5. Le vecteur  $\vec{g}(P_1)$  n'est pas dirigé vers le centre de l'astre comme indiqué sur la représentation ci-dessus. En effet les lignes de champ n'étant plus radiales à cause de l'influence du champ gravitationnel engendré par la masse  $m_2$ , les vecteurs champ de gravitation ne sont plus dirigés vers le centre de l'astre.

## 20 vecteur champ électrostatique

Un objet possède une charge électrique  $q = +9,6 \times 10^{-18} \text{ C}$ , l'objet est suffisamment petit pour être considéré comme ponctuel.

1. Donner la relation vectorielle du champ électrostatique  $\vec{E}$  en un point M de l'espace éloigné d'une distance  $d = 2 \text{ cm}$  de la charge.

2. Calculer la valeur du vecteur  $\vec{E}$ .

3. Représenter la charge, le point M et le vecteur  $\vec{E}$  sur un schéma en prenant pour échelle  $1 \text{ cm}$  pour  $1,0 \times 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ .

1. La relation d'un vecteur champ électrostatique en un point M engendré par une charge ponctuelle  $q$  est :

$$\vec{E} = k \frac{q}{d^2} \vec{u}$$

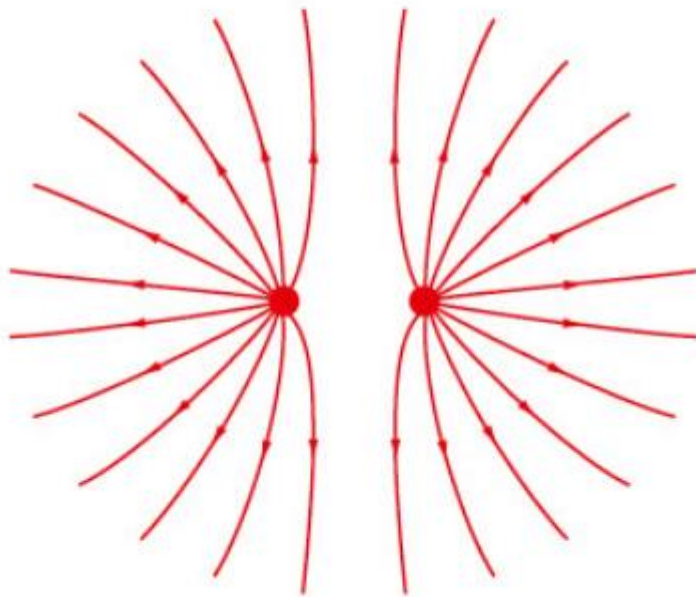
2. La valeur est de  $\mathbf{E = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}}$ .



3. La **longueur du vecteur d'après l'échelle donnée est de 2,2 cm.**

## **22** lignes de champ et charges électriques

Le spectre suivant est obtenu avec deux charges électriques représentées en rouge sur le schéma.



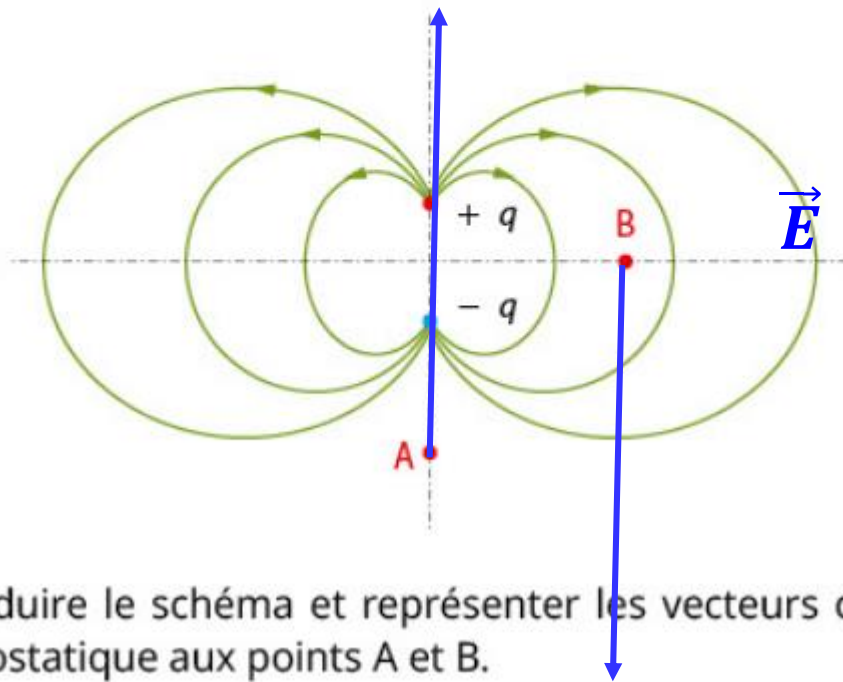
1. De quel signe sont les charges électriques ?
2. Justifier alors l'allure des lignes de champ.

1. L'orientation des lignes de champ montrent que celles-ci sont orientées partant des charges électriques, les **charges** sont **positives**.

2. Deux **charges positives se repoussent**, ce qui influence les lignes de champ donnant une figure où les **lignes de champ se repoussent**.

## 25 L'intensité d'un champ électrostatique

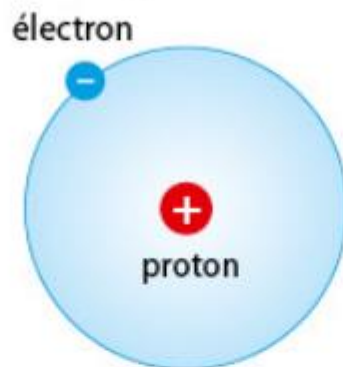
Un dipôle de charges est constitué par deux charges de signes opposés mais de même valeur absolue. L'allure des lignes de champ du champ électrostatique créé par ce dipôle est modélisée sur le schéma ci-dessous.



Reproduire le schéma et représenter les vecteurs champs électrostatique aux points A et B.

### 31 Modèle planétaire de l'atome d'hydrogène

L'atome d'hydrogène est le plus abondant dans l'univers ; sur Terre il est notamment présent dans la molécule d'eau.



**Données :** rayon atome hydrogène :  $R = 53 \text{ pm}$  ; masse de l'électron :  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ; masse du proton :  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ; intensité de la pesanteur terrestre :  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

1. Quelle est la composition d'un atome d'hydrogène (de numéro atomique  $Z = 1$ ) ?

Dans le modèle planétaire, on suppose que l'électron est animé d'un mouvement circulaire de rayon  $R$  autour du proton.

2. Indiquer les trois interactions auxquelles sont soumises les deux particules chargées sur Terre ?

3. Écrire la loi de Coulomb puis calculer l'intensité de la force électrostatique.

4. Écrire relation de la force modélisant l'interaction gravitationnelle entre les deux particules. Calculer l'intensité de cette force.

5. Calculer la valeur du poids de chaque particule.

6. Que pouvez-vous en conclure en comparant les différentes intensités des forces ?

1. Un atome d'hydrogène est composé d'un **proton** et d'un **électron**.

2. On peut citer :

– l'interaction **gravitationnelle** entre l'**électron** et le **proton** ;

- l'interaction **gravitationnelle** entre l'**électron** et la **Terre** ainsi que le **proton** et la **Terre** ;
- l'interaction **électrostatique** entre le **proton** et l'**électron**.

### 3. interaction **électrostatique**

$$\vec{F}_{e/p} = -\vec{F}_{p/e} = k \times \frac{e^2}{R^2} \times \vec{u}_{pe}$$

$$F_{e/p} = k \times \frac{e^2}{R^2}$$

$$F_{e/p} = 9,0 \times 10^9 \times \frac{(1,6 \times 10^{-19})^2}{(53 \times 10^{-12})^2}$$

$$F_{e/p} = 8,2 \times 10^{-8} N$$

### 4. interaction **gravitationnelle**

$$\vec{F}_{e/p} = -\vec{F}_{p/e} = G \times \frac{m_e \times m_p}{R^2} \times \vec{u}_{pe}$$

$$F_{e/p} = G \times \frac{m_e \times m_p}{R^2}$$

$$F_{e/p} = 6,67 \times 10^{-11}$$

$$\times \frac{9,11 \times 10^{-31} \times 1,67 \times 10^{-27}}{(53 \times 10^{-12})^2}$$

$$F_{e/p} = 3,6 \times 10^{-47} N$$

5. Poids de l'électron :

$$P_e = m_e \times g$$

$$P_e = 9,11 \times 10^{-31} \times 9,8$$

$$P_e = 8,9 \times 10^{-30} N$$

Poids du proton :

$$P_p = m_p \times g$$

$$P_p = 1,67 \times 10^{-27} \times 9,8$$

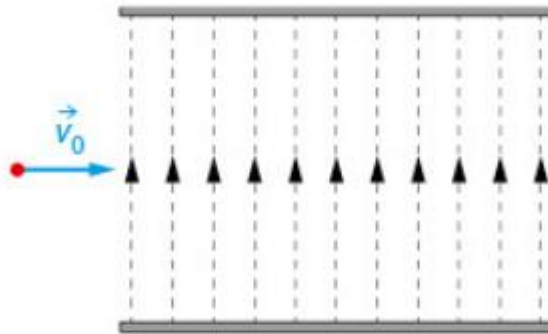
$$P_p = 1,6 \times 10^{-26} N$$

6. Les **interactions gravitationnelles** sont **très inférieures** à l'**interaction électrostatique**.



### 34 Déviation de particule dans un champ

Deux armatures formées de deux plaques parallèles en regard l'une de l'autre sont modélisées sur la figure ci-dessous avec les lignes de champ engendrées par les charges présentes sur les plaques. Le champ est considéré uniforme entre les armatures et de valeur  $2,0 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$ .



1. Reproduire la figure, puis placer en un point quelconque entre les armatures un vecteur champ électrique  $\vec{E}$ .
2. Indiquer le signe des charges accumulées sur chaque armature.
3. Un électron pénètre entre les deux armatures avec une vitesse constante  $v_e$ .
  - a. Tracer l'allure probable de la trajectoire de l'électron. Justifier.
  - b. Tracer l'allure du vecteur force électrostatique modélisant l'interaction électrostatique entre l'électron et les charges électriques accumulées sur les armatures.
  - c. Calculer l'intensité de cette force.
4. Effectuer la même étude pour un proton pénétrant entre les deux plaques avec une vitesse constante  $v_p$ .

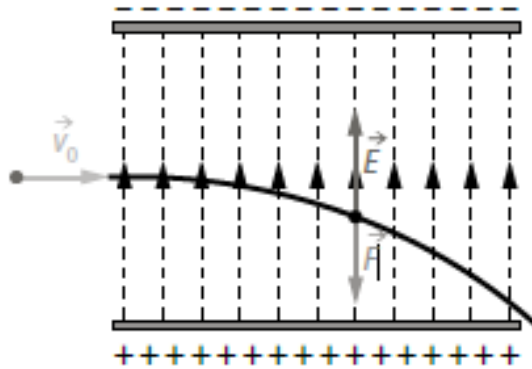
1. Le vecteur champ électrostatique est **tangent aux lignes de champ** et dans le même et sens.

2. Les lignes de champ sont **orientées** des **charges positives** vers les **charges négatives**.

3.a.

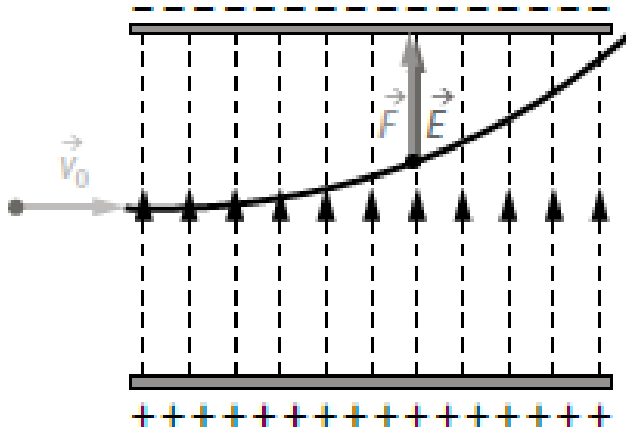
a. et b.

3.b.



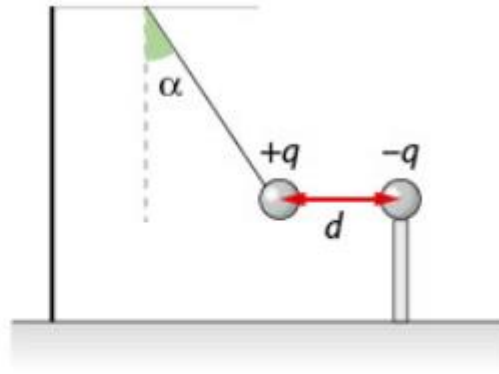
3.c.  $F = q \cdot E = e \cdot E = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,0 \cdot 10^3 = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ N}.$

4.



### 35 Valeur d'une charge électrique

Un système comportant un pendule en équilibre et une sphère fixée sur un support sont représentés sur le schéma ci-contre. Les sphères sont de masses identiques  $m = 1,0 \text{ g}$  et portent une charge électrique de même valeur mais de signe opposé.



**Données :** distance entre les deux sphères :  $d = 10 \text{ cm}$  ;  $\alpha = 30^\circ$  ;  
champ de pesanteur terrestre :  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

1. Donner l'expression de la valeur du vecteur force  $\vec{F}$  modélisant l'interaction électrostatique entre les deux sphères.

2. En effectuant une étude mécanique, on montre que :  
 $F = m \cdot g \cdot \tan \alpha$ .

En déduire la valeur de la charge électrique portée par les sphères.

1. L'expression modélisant l'**interaction électrostatique** entre les deux sphères s'écrit :

$$F = k \times \frac{q^2}{d^2}$$

2. D'après l'énoncé :  $F = m \times g \times \tan \alpha$

Et d'après la question 1.  $F = k \times \frac{q^2}{d^2}$

Donc :  $m \times g \times \tan \alpha = k \times \frac{q^2}{d^2}$

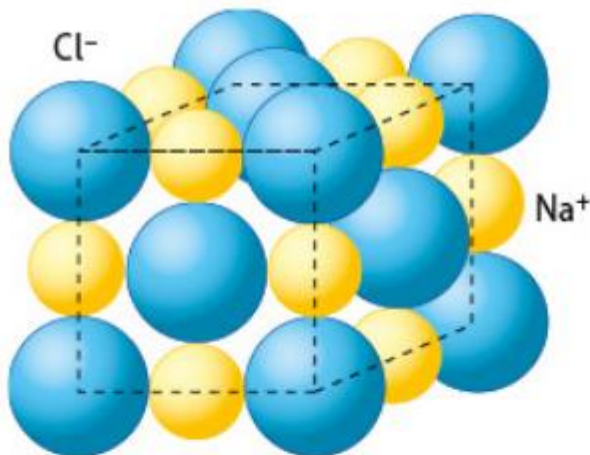
Soit :

$$q = d \times \sqrt{\frac{m \times g \times \tan \alpha}{k}}$$

$$q = 7,9 \times 10^{-8} \text{ C}$$

### 38 Interaction dans le sel de cuisine

Le sel de cuisine, ou chlorure de sodium, est un cristal ionique formé des ions sodium  $\text{Na}^+$  et chlorure  $\text{Cl}^-$ . La disposition des ions dans un cristal est régulière. Les ions s'ordonnent selon une structure élémentaire simple qui se reproduit aux dimensions du cristal. Cette structure est appelée une maille et, dans le cas du sel de cuisine, il s'agit d'un cube (en pointillés sur le schéma ci-dessous). Les ions  $\text{Cl}^-$  sont aux sommets du cube et au centre de chaque face, alors que les ions  $\text{Na}^+$  sont situés au milieu de chaque arête.



#### Données :

rayon de l'ion  $\text{Na}^+$  :  $r_{\text{Na}^+} = 99 \text{ pm}$  ;

rayon de l'ion  $\text{Cl}^-$  :  $r_{\text{Cl}^-} = 181 \text{ pm}$ .

1. Déterminer la valeur, en pm, de l'arête  $a$  du cube.
2. a. Quelle est la distance  $d_{\text{Cl}^-}$  séparant le centre de deux ions chlorure les plus proches ?

2.a. En utilisant le schéma ci-dessous, la distance entre ions chlorure les plus proches correspond à la demi-diagonale du carré.

Soit :

$$d_{Cl-Cl} = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

$$d_{Cl-Cl} = 4,0 \times 10^{-12} m$$

2.b. L'interaction est **répulsive**.

2.c. **interaction électrostatique ion chlorure-ion chlorure**

$$F = k \times \frac{e^2}{d_{Cl-Cl}^2}$$

$$F = 1,5 \times 10^{-9} N$$

**interaction électrostatique ion sodium-ion sodium**

$$(d_{Na-Na} = d_{Cl-Cl})$$

$$F = k \times \frac{e^2}{d_{Na-Na}^2}$$

$$F = 1,5 \times 10^{-9} N$$

**interaction électrostatique ion sodium-ion chlorure**



$$(d_{Na-Cl} = \frac{a}{2})$$

$$F = k \times \frac{e^2}{(\frac{a}{2})^2}$$

$$F = 2,9 \times 10^{-9} N$$

Ce sont les **interactions électriques attractives** entre ions de charges opposées, qui sont **plus intenses** que les interactions répulsives entre ions de charges de même signe.