

DS 5 : Les interactions qui gouvernent le monde / 33 pts

Les données :

- Masse de la Terre : $M_T = 5,9736 \times 10^{21}$ tonnes,
- Rayon de la Terre à Paris : $R_T = 6373$ km,
- Constante universelle de gravitation : $6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$.
- Constante universelle de coulomb : 9.10^9 S.I.
- Masse de l'électron : $m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$
- Masse du proton et égale à la masse du neutron : $m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$
- Charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

$$\|\vec{F}_{A \rightarrow B}\| = \|\vec{F}_{B \rightarrow A}\| = k \frac{q_A q_B}{AB^2} \quad F = \frac{G * m_1 * m_2}{d^2}$$

Exercice 1 : la loi de Coulomb / 4 pts.

On savait depuis longtemps qu'il y avait une force électrique entre deux objets chargés, mais on ne disposait pas de formule permettant de calculer cette force avant l'expérience de Coulomb en 1785. Des physiciens de l'époque s'appuyant sur des raisons de symétrie dans la nature, ont avancé l'hypothèse, que la formule de la force électrique devrait avoir la même forme que celle de la loi de gravitation universelle élaborée par Newton en 1667.

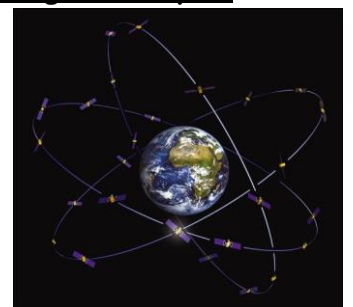


Lors de ses expériences, Coulomb électrise un objet avec d'une charge $Q_1 = 2000 \times e$. Cet objet est située à la distance $d = 50 \mu\text{m}$ d'un autre objet de charge Q_2 . Coulomb mesure la valeur de la force électrique répulsive qui s'exerce sur les 2 objets : $F = 18,4 \text{ pN}$.

- Calculer la valeur de la valeur Q_2 .

Exercice 2 : Galiléo et GPS, deux satellites pour un même système de navigation /6pts.

La constellation Galileo désigne le système européen de navigation par satellite initié par l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne. À terme, elle sera composée de trente satellites répartis en trois orbites circulaires à une altitude de 23 522 km. Cette configuration permet de recevoir simultanément en tout lieu de la surface terrestre et à tout instant, les signaux émis par un minimum de quatre satellites. Les signaux de Galileo couvriront des latitudes allant jusqu'à 75° nord et sud.



Nom du dispositif	GALILEO	GPS
Nombre de satellites	30	24
Altitude h de mise en orbite	23 522 km	20 200 km
Masse du satellite	730 kg	790 kg
Période de rotation d'un satellite	11 h 58 min	11 h 58 min

Pour certains services, Galileo sera compatible avec les deux principaux réseaux de satellites de radionavigation, le système GPS américain et le système Glonass russe. Sur le plan technique, il n'y a pas d'innovation majeure.

Avant sa mise en service, on aimerait déterminer pas calcul si le passage du nouveau système de navigation Galiléo va avoir un impact sur la trajectoire du système « GPS » actuel.

Pour cela :

- Représenter sur un schéma qui ne sera pas à l'échelle, l'alignement de la Terre, et des 2 satellites Galiléo et GPS.
- Calculer la force gravitationnelle de la Terre sur un satellite du système « GPS » puis la force gravitationnelle d'un satellite du système « Galiléo » sur un satellite du système « GPS ».
- Conclure.

Exercice n°3 : L'atome d'iode /10 pts.

Un atome d'iode a pour nombre de charge $Z = 53$ et pour nombre de masse $A = 127$. Les électrons périphériques de cet atome se trouvent à une distance moyenne du noyau $d = 0,216 \text{ nm}$.

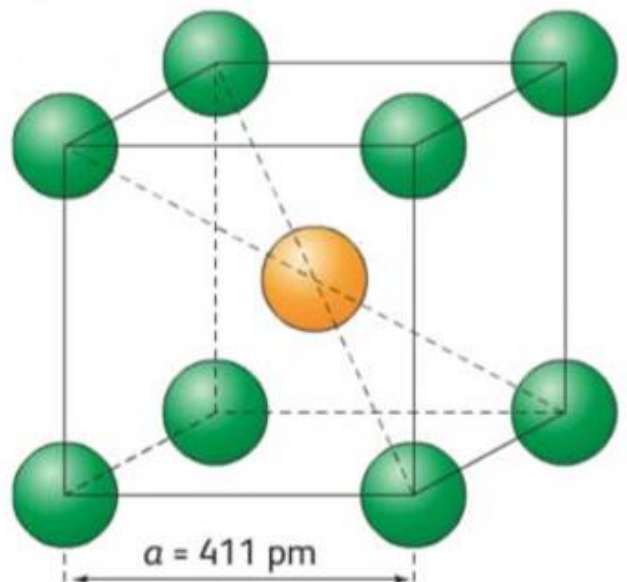
1. Calculer la valeur de la force d'interaction électrique s'exerçant entre le noyau de l'atome d'iode et un électron périphérique.

Le noyau de l'atome d'iode comporte des protons et des neutrons. Les protons sont séparés d'une distance de l'ordre de $d_1 = 1,0 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ et les neutrons d'une distance $d_2 = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$.

2. Calculer la valeur de la force gravitationnelle F_g qui s'exerce entre deux protons du noyau.
3. Calculer la valeur de la force électrique F_e qui s'exerce entre deux protons.
4. Préciser, dans chaque cas, si la force est attractive ou répulsive et faire un schéma des deux protons et représenter les forces $\vec{F}_g$ et $\vec{F}_e$ qui s'exercent sur chacun d'eux.
5. Expliquer pourquoi les physiciens ont été amenés à introduire un nouveau concept, celui d'interaction forte.

Exercice 4 : les solides ioniques / 8pts.

1. Donner la formule statistique du chlorure (élément chlore Cl en vert) de césium (élément césium Cs en orange).
2. Sans calcul, indiquer qui de l'interaction électrique ou de l'interaction gravitationnelle prédomine dans le cas d'un solide ionique.
3. Ecrire l'équation de dissolution pour les solides ioniques correspondants :
 - a) Solide K_2SO_4
 - b) Solide $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
4. L'élément potassium noté K est défini par : ${}^{39}_{19}\text{K}$.
Donner la composition de l'atome potassium et expliquer la charge prise par l'ion potassium.



Exercice 5 : vrai ou faux / 5 pts

Nom : Prénom :

Question	Vrai	Faux	Abstention
a)	☐	☐	☐
b)	☐	☐	☐
c)	☐	☐	☐
d)	☐	☐	☐
e)	☐	☐	☐

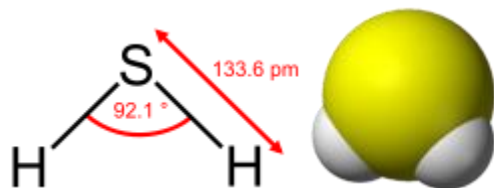
Toute réponse exacte rapporte un point. Toute réponse inexacte entraîne le retrait d'un point.
L'annulation d'une réponse ou l'abstention ne rapporte ni ne retire aucun point.
Afin de répondre, noircir les cases.

Document 1 : Electronégativité.

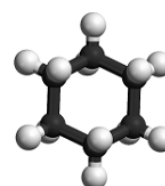
H : 2,1	Cl : 3,2	
C : 2,5	N : 3,0	O : 3,5
Si : 1,8	P : 2,1	S : 2,4

Questions.

- a) Un cristal ionique constitué d'ions Al^{3+} et d'ions O^{2-} a pour formule Al_3O_2
- b) Le sulfure d'hydrogène possède des liaisons polarisées :



- c) Le schéma d'une liaison hydrogène est :
- d) Dans le cyclohexane C_6H_{12} , la cohésion est assurée par des liaisons de Van der Waals et des liaisons hydrogène



- e) La force qui s'exerce entre deux particules chargées électriquement est proportionnelle à la distance qui les sépare.

Estimer votre note :

Ex 1 :/ 4 pts

Ex 2 :/ 6 pts

Ex 3 :/ 10 pts

Ex 4 :/ 8 pts

Ex 5 :/ 5 pts

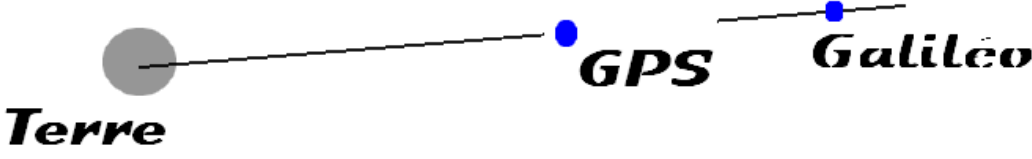
Total :/ 33 pts

Correction DS 5 : Les interactions.

Exercice 1 : la loi de Coulomb / 4 pts

$Q1 = 2000 \times e = 2000 \times 1,6.10^{-19} \text{ C}$ $Q2 = \text{inconnue}$ $F = 18,4 \text{ pN} = 18,4.10^{-12} \text{ N}$ $d = 50 \text{ } \mu\text{m} = 50.10^{-6} \text{ m}$ On utilise la force de coulomb : $F = k \cdot Q1 \cdot Q2 / d^2$ On isole $Q2 = F \times d^2 / (k \times Q1)$ $= 18,4.10^{-12} \times (50.10^{-6})^2 / (9.10^9 \times 2000 \times 1,6.10^{-19}) = 1,59.10^{-14} \text{ C}$	R��a + + ++
--	--

Exercice 2 : Galiléo et GPS, deux satellites pour un même système de navigation. /6pts

	Extraire +
$F = G \cdot m1.m2/d^2$ Force de la Terre sur GPS : $m1 = 5,9736 \times 10^{21} \text{ tonnes} = 5,9736 \times 10^{24} \text{ kg}$ / $m2 = 790 \text{ kg}$ / $d = 20\,200 + 6\,373 = 26\,573.10^3 \text{ m}$ $F = 6,67 \times 10^{-11} \times 5,9736 \times 10^{24} \times 790 / (26\,573.10^3)^2 = 446 \text{ N}$ Force de Galiléo sur GPS $m1 = 730 \text{ kg}$ / $m2 = 790 \text{ kg}$ / $d = 23\,522 - 20\,200 = 3\,322.10^3 \text{ m}$ $F = 6,67 \times 10^{-11} \times 730 \times 790 / (3\,322.10^3)^2 = 3,48.10^{-12} \text{ N}$	R��a ++ ++
Lorsque les trois objets sont alignés, la force de Galiléo sur GPS n'aura aucun effet sur GPS qui est soumis à la force attractive de la Terre.	Com +

Exercice n  3 : L'atome d'iode / 10pts.

1	On utilise la force de coulomb : $F = k \cdot Q1 \cdot Q2 / d^2$ Le noyau : 53 protons donc $Q1 = 53 \times e$ L'��lectron : $Q2 = e$ Distance $d = 0,216 \text{ nm} = 0,216.10^{-9} = 2,16.10^{-10} \text{ m}$ $F = 9.10^9 \times 53 \times (1,6.10^{-19})^2 / (2,16.10^{-10})^2 = 2,6.10^{-7} \text{ N}$	R��a + + +
2	Force gravitationnelle entre 2 protons : $F = G \cdot m1.m2/d^2 = 6,67 \times 10^{-11} \times (1,67.10^{-27})^2 / (1,0.10^{-15})^2 = 1,8.10^{-34} \text{ N}$	R��a ++
3	Force électrique entre 2 protons : $F = 9.10^9 \times (1,6.10^{-19})^2 / (1,0.10^{-15})^2 = 230 \text{ N}$	R��a ++
4	La force gravitationnelle est attractive, la force électrique est répulsive (deux charges identiques). 	Ana + +
5	La force répulsive étant plus importante que la force attractive, les protons du noyau ne devraient pas rester ensembles. Il existe donc une troisième force, l'interaction forte.	Val +

Exercice 4 : les solides ioniques / 8pts.

1	On observe une fois l'élément Cs pour 8 fois 1/8 de l'élément Cl donc on a un césium pour un chlore : CsCl	+
2	Dans le cas de l'atome, c'est l'interaction électrique qui prédomine.	+
3	a) $K_2SO_4 \rightarrow 2 K^+ + SO_4^{2-}$ b) $Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe^{3+} + 3 NO_3^-$	+++
4	Le potassium est composé de : 19 protons et $39-19 = 20$ neutrons, et 19 électrons. Les électrons sont répartis : (K)2 (L)8 (M)8 (N)1 il perd donc un électrons pour satisfaire à la règle de l'octet et donne K^+ .	+

Exercice 5 : vrai ou faux / 5 pts

Toute réponse exacte rapporte un point. Toute réponse inexacte entraîne le retrait d'un point.

L'annulation d'une réponse ou l'abstention ne rapporte ni ne retire aucun point.

Afin de répondre, noircir les cases.

Question	Vrai	Faux	Abstention
a)	☐	☒	☐
b)	☒	☐	☐
c)	☐	☒	☐
d)	☐	☒	☐
e)	☐	☒	☐

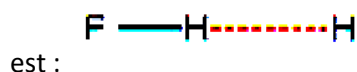
- a) Un cristal ionique constitué d'ions Al^{3+} et d'ions O^{2-} a pour formule Al_3O_2

Faux on a Al_2O_3 car 2 fois $3+$ pour 3 fois $2-$

- b) Le sulfure d'hydrogène possède des liaisons polarisées :

Une liaison est polarisée si il y a une différence d'électronégativité : $\Delta E = 2,4 - 2,1 = 0,3$

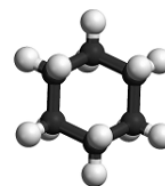
- c) Le schéma d'une liaison hydrogène



Faux : La liaison hydrogène ne se fait pas entre deux hydrogène mais un H et un F (O ou N).

- d) Dans le cyclohexane C_6H_{12} , la cohésion est assurée par des liaisons de Van der Waals et des liaisons hydrogène

Faux, le cyclohexane ne peut pas faire de liaisons hydrogène possible !



- e) La force qui s'exerce entre deux particules chargées électriquement est proportionnelle à la distance qui les sépare.

Faux : F est inversement proportionnel au carré de la distance.