

Interrogation de Sciences physiques – Sujet A

Durée 1 heure. Calculatrice autorisée.

Tous les exercices sont à traiter sur le sujet. Les calculs doivent être détaillés et les réponses justifiées.

Données :Constante de gravitation $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ constante de Coulomb $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$ Masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1013 \text{ hPa} = 1 \text{ bar}$ Intensité de pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ Exercice n°1 : Interaction électrostatique sur 8 pts

1 – Questions de TP

1/ a- Expliquer avec vos propres mots la différence entre le champ électrostatique et la force électrostatique.

Pour répondre, il faut citer les notions différentes entre champ et force :

→ Une charge Q_a crée un champ en tout point de l'espace→ La charge Q_a exerce sur une autre Q_b une force électrostatique, qui dépend de la valeur de Q_b . Alors que le champ ne dépend pas de Q_b .

1/ b- On frotte deux tiges en plastique contre des cheveux. Qu'observe-t-on si on les rapproche ensuite l'une de l'autre. Expliquer ce phénomène, d'un point de vue microscopique

→ Les deux tiges se repoussent car elles sont chargées du même signe

→ d'un point de vue microscopique, il y a eu un échange d'électrons entre la tige et les cheveux.

2 – On considère deux micro-billes en métal A et B, de masse identique $m = 2\text{g}$, électriquement chargées tel que $q_A = -25\text{nC}$ et $q_B = 60\text{nC}$. Elles sont espacées d'une distance $D = 400 \mu\text{m}$.

1,5/ a) Donner l'expression de la force électrostatique exercée par la bille A sur la B puis la calculer.

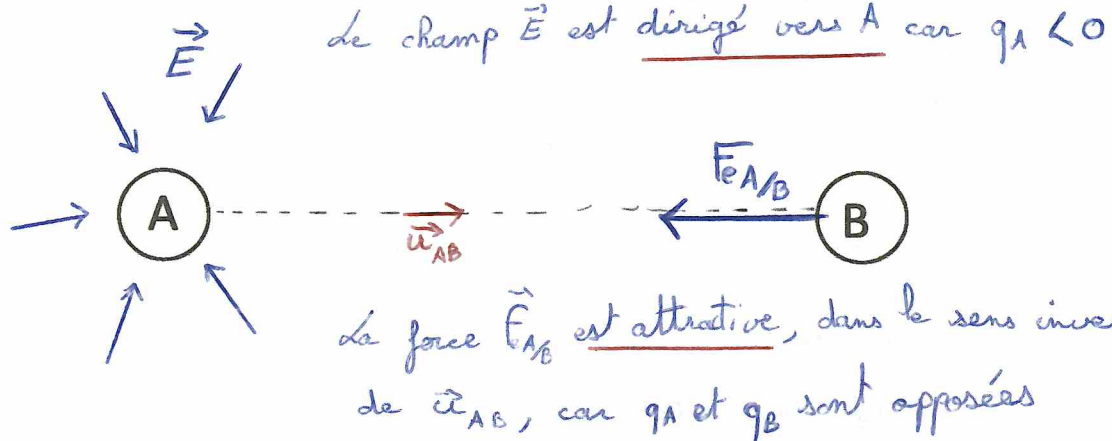
La force électrostatique de A sur B est : $\vec{F}_{A/B} = k \frac{q_A \times q_B}{D^2} \vec{u}_{AB}$ avec $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$; $|q_A| = 25 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $|q_B| = 60 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $D = 400 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

$$\vec{F}_{A/B} = 9 \cdot 10^9 \times \frac{(25 \times 60) \cdot 10^{-9}}{(400 \cdot 10^{-6})^2} \vec{u}_{AB}$$

La force est dans le sens inverse de \vec{u}_{AB} car les charges sont de signe opposés

$$|\vec{F}_{A/B}| = 84,375 \cdot 10^{-2} \text{ N} = 84,375 \text{ N}$$

- 2/ b) Sans tenir compte de l'échelle, représenter sur le schéma le vecteur de cette force électrostatique, puis les vecteurs du champ électrostatique créé par la bille A.



- 1,5/ c) Donner l'expression de la force de gravitation exercée par la bille A sur la B puis la calculer.

La force de gravitation est donnée par : $\vec{F}_{gA/B} = -G \frac{m \times m}{D^2} \vec{u}_{AB}$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$
 $D = 400 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

↳ donc $\|\vec{F}_{gA/B}\| = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{2 \cdot 10^{-3} \times 2 \cdot 10^{-3}}{(400 \cdot 10^{-6})^2} = \underline{1,66 \cdot 10^{-9} \text{ N}}$

force toujours attractive donc $\vec{F}_{A/B}$ est dans le sens inverse de \vec{u}_{AB} ⇒ dirigé la force est dirigée de B vers A

- 1/ d) Quelle est la force qui prédomine et pourquoi ?

la force qui prédomine est la force électrostatique car elle est prépondérante à l'échelle microscopique : il s'agit là de minuscules billes légères et très proches.

Exercice n°2 : Interaction gravitationnelle sur 1 pt

Le champ de gravitation créé par la Terre subit par la station spatiale internationale (ISS), située à 400 km d'altitude, vaut environ $8,7 \text{ N.kg}^{-1}$. On considère un satellite radio, dont la masse est 200 fois inférieure à l'ISS, qui tourne autour de la Terre à la même altitude que l'ISS. Entourer clairement la bonne réponse, pas de calculs pour justifier ne sont demandés.

- 0,5/ a) Le champ de gravitation créé par la Terre subit par le satellite radio est :

- Identique que celui subit par l'ISS
- Plus grand que celui subit par l'ISS
- Plus petit que celui subit par l'ISS
- Le satellite n'est pas soumis au champ de gravitation car sa masse est trop faible par rapport à l'ISS

le champ dépend de la distance à la Terre et de la masse de celle-ci, mais jamais de la masse de l'objet considéré.

0,5 b) Le satellite se rapproche de la Terre. Désormais, il est 2 fois plus proche de la Terre que l'ISS. Le champ de gravitation créé par la Terre subit par le satellite radio est :

- Identique que celui subit par l'ISS
- Plus grand que celui subit par l'ISS
- Plus petit que celui subit par l'ISS
- Le satellite n'est plus soumis au champ de gravitation car il est trop proche de la Terre

Le champ est inversement proportionnel à la distance

Exercice n°3 : Description de fluides au repos sur 7 pts

1 – Question de cours

- 1/ a- Pour pouvoir rouler correctement, les pneus de vélo doivent être gonflés à une pression 2 fois supérieure à la pression atmosphérique. Comment évolue la masse volumique de l'air piégé dans le pneu, et expliquer pourquoi, d'un point de vue microscopique ?

La masse volumique augmente, car on ajoute de l'air dans un volume identique. D'un point de vue microscopique, les molécules sont moins espacées (donc plus rapprochées).

- 1/ b- On considère une bouteille de champagne. Par quelle relation se traduit la pression qu'exerce le champagne sur la paroi de la bouteille ? Préciser les unités. D'un point de vue microscopique, comment cela s'explique ?

L'expression de la pression est $P = \frac{F}{S}$ avec

D'un point de vue microscopique, il s'agit des molécules qui tapent contre la paroi dû à leur vitesse.

- 1/ c- On secoue la bouteille. Le gaz du champagne fait régner une pression de 6 bars à l'intérieur. En considérant que le bouchon a une surface $S = 7 \text{ cm}^2$, calculer la norme de la force pressante exercée par le gaz sur le bouchon.

$$F = P \times S \text{ avec } P = 6 \text{ bars} = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa} \text{ et } S = 7 \text{ cm}^2 = 7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{donc } \underline{F = 420 \text{ N}} \text{ (ou } 425 \text{ N en prenant } 1 \text{ bar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa)}$$

2 – On considère un gros ballon de baudruche rempli d'air tel que son volume $V_0 = 250 \text{ L}$. Il flotte à la surface de la mer où l'altitude z_0 est nulle et la pression est donc la pression atmosphérique P_{atm} . On le plonge dans l'eau à 3 mètres de profondeur.

- 2/ a) Calculer la pression exercée à la profondeur du ballon, en utilisant la bonne formule, en détaillant le calcul et en précisant bien les unités.

On utilise la loi de la statique des fluides :

$$P_{\text{ballon}} - P_{\text{atm}} = \rho_{\text{eau}} g z \quad \text{où } z \text{ est la profondeur sous l'eau : } z = z_{\text{ballon}} \\ z = z_0 - z_{\text{ballon}} = +3 \text{ m}$$

$$\text{Donc } P_{\text{ballon}} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} g z = 1013 \cdot 10^2 + 1000 \times 9,81 \times 3 = \underline{1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}} \\ \underline{\approx 1,3 \text{ bars}}$$

- 2/ b) Calculer le volume d'air dans le ballon immergé, en utilisant la bonne formule, en détaillant le calcul et en précisant bien les unités.

On utilise la loi de Mariotte : $P_{\text{atm}} \times V_0 = P_{\text{ballon}} \times V_{\text{ballon}} = \text{constante}$

$$\text{Donc } V_{\text{ballon}} = \frac{P_{\text{atm}} \times V_0}{P_{\text{ballon}}} \quad \text{où } V_0 = 250 \text{ L}$$

$$V_{\text{ballon}} = \frac{1(\text{bar}) \times 250}{1,3(\text{bar})} = \underline{192,3 \text{ L}}$$

Exercice n°4 : Synthèse d'espèces chimiques sur 4 pts

On réalise une synthèse de menthone par une réaction de menthol dans de l'eau.

- 2/ a- Donner les 4 grandes étapes que l'on réalise pour effectuer une synthèse ?

① → Transformation ③ Purification
② Isolement ④ Analyse

- 0,5/ b- Dans quelle étape particulière de la synthèse utilise-t-on une ampoule à décanter ?

L'ampoule à décanter est utilisée pendant l'isolement
et plus précisément sur une extraction liquide-liquide.

- 0,5/ c- Dans cet exemple de synthèse, quel est le solvant de la réaction ?

Le solvant utilisé est l'eau

- 1/ d- Quel doit-être les caractéristiques du produit utilisé pour extraire la menthone ?

Pour extraire la menthone, le produit ne doit pas être miscible
à l'eau, et doit solubiliser la menthone.

Interrogation de Sciences physiques – Sujet B

Durée 1 heure. Calculatrice autorisée.

Tous les exercices sont à traiter sur le sujet. Les calculs doivent être détaillés et les réponses justifiées.

Données :Constante de gravitation $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ constante de Coulomb $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$ Masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1013 \text{ hPa} = 1 \text{ bar}$ Intensité de pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ Exercice n°1 : Interaction électrostatique *sur 8 pts*

1 – Questions de TP

1/ a- Expliquer avec vos propres mots la différence entre le champ électrostatique et la force électrostatique.

*Pour répondre, il faut citer les notions différentes :**→ Une charge Q_A crée un champ \vec{E} en tout point de l'espace.**→ La charge Q_A exerce une force, sur une autre charge Q_B soumise au champ, qui dépend de la valeur de Q_B , contrairement au champ.*

1/ b- On frotte deux tiges en plastique contre des cheveux. Qu'observe-t-on si on les rapproche ensuite l'une de l'autre. Expliquer ce phénomène, d'un point de vue microscopique

*→ Les deux tiges se repoussent car elles sont chargées du même signe.**→ d'un point de vue microscopique, il y a eu un échange d'électrons entre la tige et les cheveux.*2 – On considère deux micro-billes en métal A et B, de masse identique $m = 3\text{g}$, électriquement chargées tel que $q_A = -45\text{nC}$ et $q_B = 30\text{nC}$. Elles sont espacées d'une distance $D = 350 \mu\text{m}$.

1,5/ a) Donner l'expression de la force électrostatique exercée par la bille B sur la A puis la calculer.

La force électrostatique de B sur A est : $\vec{F}_{e_{B/A}} = k \frac{q_A \times q_B}{D^2} \vec{u}_{AB}$ *avec $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2}$; $q_A = -45 \cdot 10^{-9} \text{ C}$* *$q_B = 30 \cdot 10^{-9} \text{ C}$; $D = 350 \cdot 10^{-6} \text{ m}$* *force de B sur A \Rightarrow inverse du vecteur positif \vec{u}_{AB}*

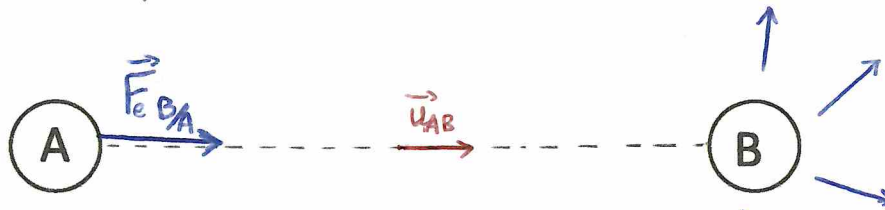
$$\vec{F}_{e_{B/A}} = \ominus 9 \cdot 10^9 \times \frac{(-45 \times 30) \cdot 10^{-9}}{(350 \cdot 10^{-6})^2} \vec{u}_{AB}$$

$$\|\vec{F}_{e_{B/A}}\| = 99,18 \text{ N}$$

Le vecteur est dans le sens de \vec{u}_{AB}

- 2/ b) Sans tenir compte de l'échelle, représenter sur le schéma le vecteur de cette force électrostatique, puis les vecteurs du champ électrostatique créé par la bille B.

Le champ E est dirigé vers l'extérieur car $q_B > 0$



La force $\vec{F}_{B/A}$ est attractive, dans le sens de u_{AB} , car les charges q_A et q_B sont opposées

- 1,5/ c) Donner l'expression de la force de gravitation exercée par la bille B sur la A puis la calculer.

La force de gravitation est donnée par $\vec{F}_{g_{B/A}} = G \frac{m \times m}{D^2} \vec{u}_{AB}$ et est toujours attractive donc de A vers B (dans le sens de \vec{u}_{AB}).

On a $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$; $m = 3 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ et $D = 350 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

$$\text{Donc } \|\vec{F}_{g_{B/A}}\| = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{3 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^{-3}}{(350 \cdot 10^{-6})^2} = \underline{4,9 \cdot 10^{-9} \text{ N}}$$

- 1/ d) Quelle est la force qui prédomine et pourquoi ?

La force qui prédomine est la force électrostatique car elle est prépondérante à l'échelle microscopique : il s'agit là de micro-billes légères et très proches.

Exercice n°2 : Interaction gravitationnelle sur 1 pt

Le champ de gravitation créé par la Terre subit par la station spatiale internationale (ISS), située à 400 km d'altitude, vaut environ $8,7 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. On considère un satellite radio, dont la masse est 200 fois inférieure à l'ISS, qui tourne autour de la Terre à la même altitude que l'ISS. Entourer clairement la bonne réponse, pas de calculs pour justifier ne sont demandés.

- 0,5/ a) Le champ de gravitation créé par la Terre subit par le satellite radio est :

- Identique que celui subit par l'ISS
- Plus grand que celui subit par l'ISS
- Plus petit que celui subit par l'ISS
- Le satellite n'est pas soumis au champ de gravitation car sa masse est trop faible par rapport à l'ISS

Le champ dépend de la distance à la Terre et de la masse de celle-ci, mais jamais de la masse de l'objet considéré

0,5/ b) Le satellite s'éloigne de la Terre. Désormais, il est 2 fois plus loin de la Terre que l'ISS. Le champ de gravitation créé par la Terre subit par le satellite radio est :

- Identique que celui subit par l'ISS
- Plus grand que celui subit par l'ISS
- Plus petit que celui subit par l'ISS
- Le satellite n'est plus soumis au champ de gravitation car il est trop loin de la Terre

Le champ est inversement proportionnel à la distance

Exercice n°3 : Description de fluides au repos sur 7 pts

1 – Question de cours

- 1/ a- Pour pouvoir rouler correctement, les pneus de vélo doivent être gonflés à une pression 2 fois supérieure à la pression atmosphérique. Comment évolue la masse volumique de l'air piégé dans le pneu, et expliquer pourquoi, d'un point de vue microscopique ?

La masse volumique augmente, car on ajoute de l'air dans un volume constant. D'un point de vue microscopique, les molécules sont moins espacées (donc plus rapprochées).

- 1/ b- On considère une bouteille de champagne. Par quelle relation se traduit la pression qu'exerce le champagne sur la paroi de la bouteille ? Préciser les unités. D'un point de vue microscopique, comment cela s'explique ?

L'expression de la pression est $P = \frac{F}{S}$ avec $\left| \begin{array}{l} P \text{ en Pascal} \\ F \text{ en Newton} \\ S \text{ en m}^2 \end{array} \right.$

Microscopiquement, cela s'explique par

la collision des molécules contre la paroi, dû à leur agitation et vitesse.

- 1/ c- On secoue la bouteille. Le gaz du champagne fait régner une pression de 4 bars à l'intérieur. En considérant que le bouchon a une surface $S = 6 \text{ cm}^2$, calculer la norme de la force pressante exercée par le gaz sur le bouchon.

$$F = P \times S \text{ où } P = 4 \text{ bars} = 4,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} (\approx 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \times 4 \\ \text{et } S = 6 \text{ cm}^2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Là donc } F = 4 \cdot 10^5 \times 6 \cdot 10^{-4} = 240 \text{ N} \quad (243 \text{ N en prenant } 4 \text{ bar} = 4,013 \text{ bar})$$

2 – On considère un gros ballon de baudruche rempli d'air tel que son volume $V_0 = 200 \text{ L}$. Il flotte à la surface de la mer où l'altitude z_0 est nulle et la pression est donc la pression atmosphérique P_{atm} . On le plonge dans l'eau à 4 mètres de profondeur.

- 2/ a) Calculer la pression exercée à la profondeur du ballon, en utilisant la bonne formule, en détaillant le calcul et en précisant bien les unités.

On utilise la loi de la statique des fluides :

$$P_{\text{ballon}} - P_{\text{atm}} = \rho_{\text{eau}} \times g \times (z_0 - z_{\text{ballon}}) \quad \text{où} \quad \left| \begin{array}{l} z_{\text{ballon}} = -4 \text{ m car 4 m sous la mer.} \\ \rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3} \\ g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1} \end{array} \right. \quad \text{et } P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar} = 10^{13} \cdot 10^2 \text{ Pa}$$

Donc ~~$P_{\text{ballon}} = \rho_{\text{eau}} g \times h$~~

$$P_{\text{ballon}} = P_{\text{atm}} + \rho_{\text{eau}} g (z_0 - z_b) = 10^{13} \cdot 10^2 + 1000 \times 9,81 \times 4 = \underline{1,405 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$
$$= \underline{1,4 \text{ bar}}$$

- 2/ b) Calculer le volume d'air dans le ballon immergé, en utilisant la bonne formule, en détaillant le calcul et en précisant bien les unités.

On utilise la loi de Mariotte : $P_{\text{atm}} \times V_0 = P_{\text{ballon}} \times V_{\text{ballon}} = \text{constante}$

$$\text{Donc } V_{\text{ballon}} = \frac{P_{\text{atm}} \times V_0}{P_{\text{ballon}}} = \frac{1 (\text{bar}) \times 200 (\text{L})}{1,4 (\text{bar})} = \underline{142,8 \text{ L}}$$

Exercice n°4 : Synthèse d'espèces chimiques *sur 4 pts*

On réalise une synthèse de menthone par une réaction de menthol dans de l'eau.

- 2/ a- Donner les 4 grandes étapes que l'on réalise pour effectuer une synthèse ?

① Transformation

③ Purification

② Isolement

④ Analyse

- 0,5/ b- Dans quelle étape particulière de la synthèse utilise-t-on une ampoule à décanter ?

L'ampoule à décanter est utilisée pendant l'isolement

et plus précisément sur une extraction liquide-liquide

- 0,5/ c- Dans cet exemple de synthèse, quel est le solvant de la réaction ?

Le solvant utilisé est l'eau

- 1/ d- Quel doit-être les caractéristiques du produit utilisé pour extraire la menthone ?

Le produit doit solubiliser la menthone et ne pas être miscible à l'eau.