

SESSION INTENSIVE DE NOVEMBRE 2 020 : EPREUVE DE PHYSIQUE

Partie A : Evaluation des ressources / 24 points

Exercice 1 : Vérification des savoirs / 8 points

1. Enoncer la loi de gravitation ou loi d'attraction universelle de Newton. 1,00 pt
2. Quelle est l'expression vectorielle du champ de gravitation créé en un point M par un objet ponctuel de masse $m = 9,0 \text{ kg}$ et placé en un point O tel que $OM = 3,0 \text{ m}$? Représenter ce champ sur le schéma. (\vec{i} est un vecteur unitaire). 1,50 pt

3. Qu'est-ce qu'un champ de pesanteur uniforme ? 1,00 pt
4. On place au point A une charge $q_A = +10,0 \text{ nC}$. Quelle est la force exercée par la charge q_A sur une charge $q_B = -20,0 \text{ nC}$ placée au point N tel que $AB = 20 \text{ cm}$? 1,50 pt
5. Quelle est l'unité légale de la valeur B du champ magnétique ? Retrouver son expression en unités de base SI, en exploitant la loi de Laplace $F = BIL$, où L est une longueur et I une intensité du courant. 1,50 pt
6. Déterminer la dimension de la capacité C d'un condensateur, sachant que l'énergie emmagasinée est $E_e = \frac{1}{2} CU^2$, U étant la tension électrique. 1,00 pt
7. Lorsque l'on relève la température d'un corps une seule fois, quel type d'incertitude est mis en jeu ? 0,50 pt

Exercice 2 : Application des savoirs / 8 points

- 1) L'indice d'un milieu dispersif peut s'écrire $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$, où λ est la longueur d'onde. Quelles sont les dimensions de A et B ? 1,00 pt
- 2) Vérifier si les formules suivantes sont homogènes. ℓ : longueur ; g : intensité de la pesanteur ; T : temps ; J : moment d'inertie ; **on donne** : $[J] = M \cdot L^2$.
 (a) $T = 2\pi \sqrt{\frac{mg}{\ell J}}$; (b) $T = 2\pi \sqrt{\frac{mg\ell}{J}}$; (c) $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m\ell + J}{g}}$; (d) $T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mg\ell}}$. 2,00 pt
- 3) Un solide a été pesé avec une balance de sensibilité 1 g ; la mesure a donné $m = 256 \text{ g}$. L'altitude h de cet objet par rapport au sol a été mesurée avec une règle à 1 cm près ; $h = 175 \text{ cm}$. La valeur de l'intensité du champ de pesanteur du lieu est de 9,78 N/kg connue à 0,01 N/kg près. On admettra que les mesures s'appuient sur des appareils analogiques.
 Déterminer l'incertitude élargie et l'expression du résultat de l'énergie potentielle de pesanteur du système solide-Terre. 2,00 pt

- 4) Une certaine charge électrique Q est répartie sur deux petits objets en deux charges q et $Q - q$ de même signe.
- 4.1. Les forces s'exerçant entre ces deux objets sont-elles attractives ou répulsives ? 0,50 pt
- 4.2. Ces deux objets sont placés à une distance d donnée. Quelle doit être la relation entre Q et q pour que la valeur F de ces forces soit maximale ? 1,00 pt
- 5) Soit deux charges ponctuelles immobiles sont placées dans le vide en A ($q_1 = 10^{-8}$ C) et en B ($q_2 = -9 \cdot 10^{-8}$ C). La distance entre A et B est $r = 5$ cm. Déterminer le sens et la valeur du champ électrique au milieu O du segment $[AB]$. 1,50 pt

EXERCICE 3 : Utilisation des acquis / 8 points

1. Forces de gravitation

Un satellite artificiel S_1 de masse $m_1 = 1,35 \times 10^3$ kg gravite en orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude $h_1 = 420$ km. La Terre est considérée à répartition sphérique de masse, de rayon $R = 6,38 \times 10^3$ km et de masse $M = 5,98 \times 10^{24}$ kg.

- 1.1. Calculer la valeur de la force de gravitation exercée par la Terre sur S_1 . 1,00 pt
- 1.2. On considère un deuxième satellite S_2 de masse $m_2 = 3,87 \times 10^3$ kg, en orbite circulaire autour de la Terre à l'altitude h_2 . La valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur S_2 est égale à deux (2) fois la valeur de la force exercée par la Terre sur S_1 .
Calculer la valeur de l'altitude h_2 . 1,50 pt

Donnée: Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m².kg⁻².

2. Charges électriques ponctuelles

On place dans le vide, en deux points O et M distants de $d = 25$ cm, deux charges électriques ponctuelles $q_O = -5 \cdot 10^{-6}$ C et $q_M = 2 \cdot 10^{-6}$ C. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique au point P tel que $OP = MP = 20$ cm. 2,00 pt

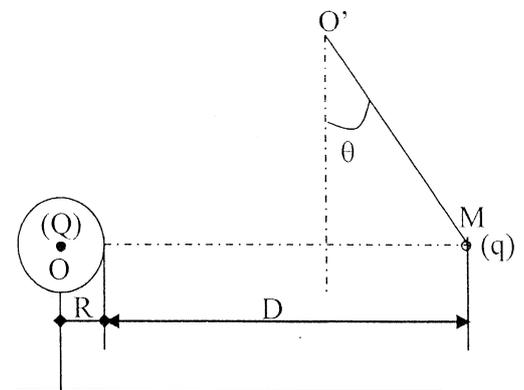
3. Superposition de champs

Une sphère métallique creuse de centre O et de rayon R, portant une charge Q uniformément répartie à sa surface, est fixée au sol par l'intermédiaire d'un support isolant. Un pendule électrostatique est formé d'une petite sphère légère, métallisée, de masse $m = 20$ g, suspendue à un fil isolant au point O'.

Lorsque la petite sphère porte une charge $q = -2 \times 10^{-8}$ C, on constate que le fil du pendule dévie d'un angle $\theta = 10^\circ$ par rapport à la verticale.

On donne : $R = 5$ cm ; $D = 35$ cm ; $g = 9,8$ N/kg.

- 3.1. Reproduire la figure et représenter les forces extérieures qui s'exercent sur la petite sphère. 1,00 pt
- 3.2. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ \vec{E} créé au point M par la sphère creuse chargée. 1,50 pt
- 3.3. Calculer la charge Q. 1,00 pt



NB : On utilisera le résultat suivant dû au théorème de Gauss : le champ à l'extérieur de la sphère de rayon R est le même que celui d'une charge ponctuelle égale à Q placée en son centre.

Partie B : Evaluation des compétences / 16 points

EXERCICE 4 : Voyage vers la Lune / 8 points

En lisant les aventures de Tintin, AKO a découvert que ce dernier faisait des voyages de la Terre vers la Lune à bord d'une fusée. En progressant vers la Lune, sur la ligne joignant les centres des deux astres, Tintin raconte que sur une très petite partie du voyage, tout était normal ; en s'éloignant de la Terre, il a eu le sentiment à un instant t_1 donné que la fusée ne subissait plus d'action gravitationnelle de la part de la Terre et de la Lune. AKO veut vérifier les déclarations de Tintin.

Données :

- Masse de la Terre : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg ;
- Masse de la Lune : $M_L = 7,39 \cdot 10^{22}$ kg ;
- Distance Terre – Lune : $D = 3,84 \cdot 10^5$ km ;
- Rayon de la Terre : $R_T = 6,38 \cdot 10^3$ km.
- Expression de la relative du champ de gravitation terrestre : $\frac{g_0 - g}{g_0}$; g_0 : valeur au sol ; g : valeur à une altitude quelconque.
- Pour $\varepsilon \ll 1$, $(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$

Consignes

En exploitant les informations du document, en lien avec tes connaissances :

1. Montre qu'il y a qu'une altitude au-dessus de la Terre en deçà de laquelle la variation relative du poids de Tintin reste inférieure à 2%. 5 points
2. Trouve la position de la fusée à l'instant t_1 . 3 points

EXERCICE 5 : Jupiter et ses satellites / 8 points

Les quatre plus gros satellites de Jupiter ont été découverts par Galilée. Voici leurs caractéristiques.

	Io	Europe	Ganymède	Callisto
a : rayon moyen de l'orbite (10^3 km)	421,6	670,9	1070	1883
T : période de révolution (j)	1,769	3,551	7,155	16,69

1. En exploitant les informations ci-dessus, dis comment évolue T^2 en fonction de a^3 pour ces satellites de Jupiter. 2,00 pt
2. La troisième loi de Kepler s'écrit sous la forme $\frac{T^2}{a^3} = Cte$; choisis la bonne expression de $\frac{T^2}{a^3}$ parmi les propositions suivantes ; M est la masse de Jupiter ; G la constante de gravitation universelle ; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
a) $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$; b) $\frac{T^2}{a^3} = \frac{GM}{4\pi^2}$; c) $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2 G + M}{GM}$. 3,00 pt
3. En exploitant les informations ci-dessus, trouve la planète la plus lourde, entre Jupiter et la Terre. 3,00 pt

Donnée : masse de la Terre : $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg