

PREMIÈRE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · MOUVEMENT ET INTERACTIONS · CHAPITRE 11

Contrôle B Interactions fondamentales et champs

Vrai ou faux, tube cathodique, orage et paratonnerre, entre la Terre et la Lune

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20



R. RINGUET · 2026 – 2027

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Dans l'exercice 4, toute démarche, même non aboutie, sera valorisée.

Exercice 1 Vrai ou faux ?

4 pts ●●○○

Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, en justifiant la réponse (une réponse non justifiée ne rapporte aucun point).

■ **DONNÉES** $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ • $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ • $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ • $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

- 1.1 « Une poussière peut porter la charge électrique $q = -2,4 \times 10^{-19} \text{ C}$. »
- 1.2 « Deux protons se repoussent toujours beaucoup plus qu'ils ne s'attirent par gravitation, quelle que soit la distance qui les sépare. »
- 1.3 « À une altitude égale au rayon de la Terre, le champ de gravitation terrestre est deux fois plus faible qu'au sol. »
- 1.4 « En tout point d'une ligne de champ électrostatique, le vecteur champ est perpendiculaire à cette ligne. »

Exercice 2 Dans un tube cathodique

6 pts ●●○○

Dans le tube cathodique d'un oscilloscope de laboratoire (figure 1), des électrons émis par la cathode C sont accélérés vers l'anode A, distante de 1,0 cm, par la tension $U_{AC} = 2,0 \text{ kV}$. Ils traversent l'anode par un petit trou, puis passent entre deux plaques horizontales Y_1 et Y_2 , distantes de $d = 1,5 \text{ cm}$, soumises à la tension $U = 450 \text{ V}$. Ils frappent enfin l'écran, où ils forment un point lumineux, le spot. Les champs entre C et A et entre les plaques sont supposés uniformes.

■ **DONNÉES** $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ • $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ • $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ • $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

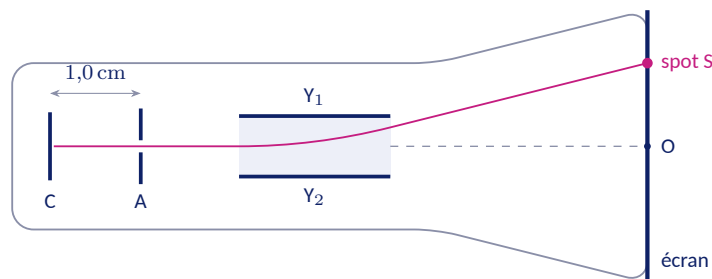


Figure 1 — Tube cathodique vu en coupe (sans souci d'échelle) ; sans tension entre Y_1 et Y_2 , le spot serait en O

- 2.1 Entre la cathode et l'anode : calculer la valeur du champ électrostatique, préciser son sens, et déterminer les caractéristiques de la force subie par un électron.
- 2.2 Le spot se forme en S, au-dessus du centre O de l'écran. Quelle plaque est reliée à la borne + ? Justifier.

- 2.3** Calculer la valeur du champ électrostatique entre les plaques et celle de la force subie par un électron. Représenter, sur un schéma des plaques, le champ et la force, avec l'échelle $1\text{ cm} \leftrightarrow 2,0 \times 10^{-15}\text{ N}$ pour la force.
- 2.4** Justifier que le poids de l'électron peut être négligé.
- 2.5** Si l'on envoyait des protons à la place des électrons, avec la même tension entre Y_1 et Y_2 , que pourrait-on dire de la force électrostatique subie entre les plaques (valeur, sens) ? Le poids serait-il encore négligeable ?

Exercice 3 Orage et paratonnerre

5 pts ●●○

La base d'un cumulonimbus, chargée négativement, se trouve à l'altitude $H = 2,0\text{ km}$ au-dessus d'un sol plat. On modélise l'ensemble « base du nuage – sol » par un condensateur plan soumis à la tension $U = 4,0 \times 10^7\text{ V}$.

■ **DONNÉES** $e = 1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$ • $g = 9,8\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

- 3.1** La surface du sol, située sous le nuage, se charge positivement. Nommer et expliquer ce phénomène.
- 3.2** Calculer la valeur du champ électrostatique entre le nuage et le sol et préciser son sens.
- 3.3** Une gouttelette d'eau sphérique de masse $m = 4,2 \times 10^{-9}\text{ kg}$ reste en suspension, immobile, entre le nuage et le sol. En supposant qu'elle n'est soumise qu'à son poids et à la force électrostatique, déterminer le signe et la valeur de sa charge.
- 3.4** Un éclair transfère une charge de -20 C entre le nuage et le sol. Calculer le nombre d'électrons transférés.
- 3.5** Un paratonnerre est une tige métallique pointue, reliée au sol. D'après la figure 2, comment sont disposées les lignes de champ au voisinage de sa pointe ? Que peut-on en déduire sur la valeur du champ électrostatique en ce lieu ? Expliquer pourquoi la foudre frappe préférentiellement le paratonnerre.

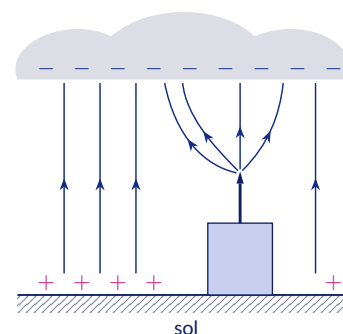


Figure 2 — Lignes de champ sous le nuage (schéma)

Exercice 4 Entre la Terre et la Lune

5 pts ●●○

Au cours d'un voyage vers la Lune, un vaisseau de masse $m = 2,6 \times 10^4\text{ kg}$ se déplace sur la droite qui joint les centres de la Terre et de la Lune. On ne tient compte que des attractions de la Terre et de la Lune.

■ **DONNÉES** $G = 6,67 \times 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ • Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$, $R_T = 6,37 \times 10^3\text{ km}$ • Lune : $M_L = 7,35 \times 10^{22}\text{ kg}$ • distance des centres $D = 3,84 \times 10^5\text{ km}$

- 4.1** Le vaisseau se trouve à mi-distance entre les centres de la Terre et de la Lune. Calculer les valeurs des forces gravitationnelles exercées par la Terre et par la Lune sur le vaisseau, puis représenter ces deux forces sur un schéma (sans souci d'échelle).
- 4.2** Il existe entre la Terre et la Lune un point E où les forces exercées par la Terre et par la Lune sur le vaisseau se compensent. Déterminer la distance entre le centre de la Terre et le point E. On pourra noter x cette distance.
- 4.3** Calculer la valeur du champ de gravitation créé par la Terre au point E et la comparer à sa valeur à la surface de la Terre.