

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Devoir bilan Interactions fondamentales et champs

Forces et gravitation sur la Lune, électrofiltre, photocopieur

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Les trois exercices sont indépendants. Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Exercice 1 Marcher sur la Lune

7 pts ●●●○

Dans le cadre d'une mission lunaire, une astronaute équipée de sa combinaison (masse totale $m = 180 \text{ kg}$) se tient immobile sur un sol lunaire horizontal. La Lune est assimilée à un corps à répartition sphérique de masse.

■ **DONNÉES** $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ • sur Terre, $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ • Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ • Lune : $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$, $R_L = 1737 \text{ km}$ • distance des centres $D = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$

- 1.1 Établir l'expression de la valeur $\mathcal{G}_L$ du champ de gravitation lunaire à la surface de la Lune, puis montrer que $\mathcal{G}_L \approx 1,6 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.
- 1.2 Calculer le poids de l'astronaute équipée sur la Lune, puis sur Terre. Sa masse a-t-elle changé ? Pourquoi peut-elle se déplacer sur la Lune avec une combinaison qui serait très difficile à porter sur Terre ?
- 1.3 Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'astronaute immobile, en négligeant l'attraction de la Terre. En utilisant le principe d'inertie, déterminer les caractéristiques de la force exercée par le sol. Représenter ces forces avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 100 \text{ N}$.
- 1.4 Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur l'astronaute (on prendra pour distance la distance D). Justifier qu'elle ait pu être négligée.
- 1.5 Caractériser (direction, sens, valeur) la force d'attraction gravitationnelle exercée par l'astronaute sur la Lune. Justifier.
- 1.6 Représenter, sur un schéma de la Lune en coupe, le vecteur champ de gravitation lunaire en un point A de la surface et en un point B situé à l'altitude $h = R_L$, au-dessus d'un autre point de la surface, avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,5 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Exercice 2 L'électrofiltre d'une cimenterie

7 pts ●●●○

Les fumées d'une cimenterie contiennent de fines poussières qu'on élimine grâce à un électrofiltre (figure 1). Les fumées circulent verticalement entre une électrode émissive E et une plaque collectrice P, verticales et parallèles, distantes de $d = 15 \text{ cm}$. La tension entre P et E vaut $U = 45 \text{ kV}$; la plaque P est reliée à la borne + du générateur. Près de l'électrode E, l'air est ionisé et des électrons libérés se fixent sur les poussières, qui se chargent négativement. On modélise le champ entre E et P par un champ uniforme.

■ **DONNÉES** $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ • $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ • $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ • $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

- 2.1 Reproduire la figure 1 et tracer quelques lignes du champ électrostatique entre E et P, orientées.
- 2.2 Calculer la valeur du champ électrostatique.
- 2.3 Une poussière de masse $m = 4,0 \times 10^{-12} \text{ kg}$, située en M, a capté 25 000 électrons. Calculer sa charge q , puis la valeur de la force électrostatique $\vec{F}$ qu'elle subit. Préciser la direction et le sens de $\vec{F}$.
- 2.4 Calculer le poids de la poussière et le comparer à F . Vers où la poussière est-elle entraînée ?
- 2.5 Deux poussières identiques à la précédente se trouvent à 1,0 mm l'une de l'autre. Calculer la valeur de la force électrostatique qu'elles exercent l'une sur l'autre ; est-elle attractive ou répulsive ? Peut-on la négliger devant F ?
- 2.6 Comparer, en calculant leur rapport, la force électrostatique et la force gravitationnelle entre ces deux poussières. Commenter.

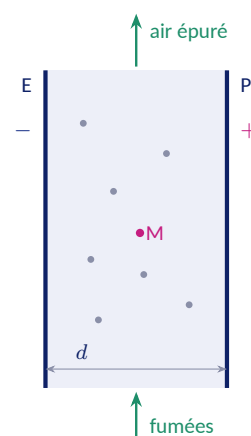


Figure 1 — Électrofiltre vu en coupe (schéma)

Exercice 3 Le photocopieur

6 pts ●●○

Dans un photocopieur, un tambour photosensible est d'abord chargé positivement sur toute sa surface. L'image du document est ensuite projetée sur le tambour : les zones éclairées (correspondant au blanc du document) deviennent conductrices et se déchargent, les autres restent chargées. On fait alors passer près du tambour de fines particules d'encre en poudre, le toner, électrisées négativement par frottement avec de petites billes. Le toner est enfin transféré sur une feuille de papier, puis fixé par chauffage.

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

- 3.1 Lors du frottement avec les billes, les particules de toner ont-elles gagné ou perdu des électrons ? Une particule porte la charge $q = -1,6 \times 10^{-15} \text{ C}$: combien d'électrons a-t-elle échangés ?
- 3.2 Expliquer pourquoi le toner ne se dépose que sur les zones du tambour correspondant aux parties sombres du document.
- 3.3 La figure 2 représente le tambour en coupe, supposé uniformément chargé positivement. Reproduire la figure et tracer l'allure de quelques lignes de champ à l'extérieur du tambour, orientées. Représenter, sans souci d'échelle, le champ électrostatique en T et en N (N étant plus éloigné du tambour que T), puis la force subie par une particule de toner placée en T.
- 3.4 Au voisinage immédiat du tambour, le champ électrostatique a pour valeur $E = 2,0 \times 10^5 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$. Une particule de toner a une masse $m = 8,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$. Comparer la force électrostatique qu'elle subit à son poids. Conclure.
- 3.5 Pour transférer le toner du tambour vers le papier, on charge la feuille positivement, plus fortement que le tambour. Expliquer ce choix.

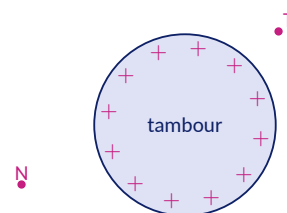


Figure 2 — Le tambour chargé, en coupe (schéma)