

Exercices 1 Interactions fondamentales et champs

Les bases : charge, électrisation, lois de Coulomb et de la gravitation, champs

7 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée



R. RINGUET · 2026 – 2027

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Relier une charge au nombre d'électrons transférés ; interpréter une électrisation (frottement, contact, influence).
- Calculer et représenter à l'échelle une force électrostatique ou gravitationnelle, un champ de gravitation ou électrostatique ; exploiter des lignes de champ.

■ RAPPEL — L'essentiel du chapitre

- La charge électrique d'un corps est **quantifiée** : $q = \pm Ne$, avec N entier et $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C (charge élémentaire). S'électriser, c'est gagner ou perdre des électrons. **Loi de Coulomb** : $F = k |q_A q_B| / d^2$ avec $k = 9,0 \times 10^9$ N·m²·C⁻² ; $\vec{F}_{A/B} = k (q_A q_B / d^2) \vec{u}_{AB}$ ($\vec{u}_{AB}$: vecteur unitaire orienté de A vers B). Deux charges de même signe se repoussent, de signes contraires s'attirent.
- **Loi de la gravitation** (toujours attractive) : $F = G m_A m_B / d^2$ et $\vec{F}_{A/B} = -G (m_A m_B / d^2) \vec{u}_{AB}$, avec $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N·m²·kg⁻².
- **Champs** : $\vec{F} = m \vec{g}$ et $\vec{F} = q \vec{E}$. Astre de masse M : $\vec{g} = G M / d^2$, dirigé vers son centre ; au voisinage du sol, $\vec{g} \approx \vec{g}_0$. Charge ponctuelle Q : $E = k |Q| / d^2$, $\vec{E}$ fuyant Q si $Q > 0$. Condensateur plan : champ uniforme, $E = U/d$, dirigé de l'armature + vers l'armature -. Une **ligne de champ** est tangente en chacun de ses points au vecteur champ et orientée dans son sens.

Exercice 1 Une charge quantifiée

●○○

- 1.1 Calculer la charge électrique d'un ion cuivre Cu²⁺ et d'un ion phosphate PO₄³⁻.
- 1.2 Frottée avec un chiffon de laine, une règle en plastique acquiert la charge $q = -4,8$ nC. La règle a-t-elle gagné ou perdu des électrons ? Combien ? Quelle est la charge acquise par le chiffon ?
- 1.3 Un élève affirme avoir mesuré la charge $q' = 4,0 \times 10^{-19}$ C sur une gouttelette d'huile. Ce résultat est-il possible ? Justifier.

Exercice 2 Le ballon et les cheveux

●○○

Un ballon de baudruche frotté sur des cheveux secs se charge négativement ; les cheveux se dressent, s'écartent les uns des autres et sont attirés par le ballon.

- 2.1 Quelles particules ont été transférées lors du frottement, et dans quel sens ? En déduire le signe de la charge des cheveux, puis interpréter les observations.
- 2.2 Approché d'un mur neutre, sans le frotter contre lui, le ballon reste « collé » au mur. Nommer ce mode d'électrisation du mur et l'interpréter par un schéma montrant la répartition des charges sur le ballon et sur la surface du mur.

Exercice 3 Gravitation et interaction électrostatique : analogies et différences

●○○

- 3.1 Citer deux analogies et deux différences entre la loi de Coulomb et la loi de la gravitation universelle.
- 3.2 La Lune (masse $m_L = 7,35 \times 10^{22}$ kg) et la Terre (masse $M_T = 5,97 \times 10^{24}$ kg) sont distantes, de centre à centre, de $D = 3,84 \times 10^5$ km. Calculer la valeur de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune. Que dire de la force exercée par la Lune sur la Terre ?

Exercice 4 Appliquer la loi de Coulomb

●○○

Deux petites sphères A et B, de charges $q_A = +2,0 \times 10^{-8} \text{ C}$ et $q_B = -3,0 \times 10^{-8} \text{ C}$, sont placées à la distance $d = 6,0 \text{ cm}$ l'une de l'autre. Elles sont assimilées à des charges ponctuelles.

- 4.1 L'interaction entre A et B est-elle attractive ou répulsive ? Justifier.
- 4.2 Calculer la valeur F de la force exercée par A sur B. Quelle est la valeur de la force exercée par B sur A ?
- 4.3 Représenter les forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sur un schéma, avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 5,0 \times 10^{-4} \text{ N}$.
- 4.4 Que devient la valeur de la force si la distance d est triplée ?
- 4.5 Dans l'expression vectorielle $\vec{F}_{A/B} = k (q_A q_B / d^2) \vec{u}_{AB}$, quel est le signe du coefficient qui multiplie $\vec{u}_{AB}$? Montrer que ce signe est cohérent avec la réponse à la question 4.1.

Exercice 5 Le champ de gravitation à la surface des planètes

●○○

Planète	Mercure	Vénus	Terre	Jupiter
Masse (kg)	$3,30 \times 10^{23}$	$4,87 \times 10^{24}$	$5,97 \times 10^{24}$	$1,90 \times 10^{27}$
Rayon (km)	2 440	6 052	6 371	71 492
$\mathcal{G}$ au sol ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)				

- 5.1 Établir l'expression de la valeur du champ de gravitation $\mathcal{G}$ à la surface d'une planète (supposée à répartition sphérique de masse) de masse M et de rayon R , puis compléter la dernière ligne du tableau.
- 5.2 À Paris, l'intensité de la pesanteur mesurée vaut $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Comparer à la valeur de $\mathcal{G}$ calculée pour la Terre.
- 5.3 Calculer le poids d'une sonde de masse 480 kg sur Terre, puis à la surface de Vénus.

Exercice 6 Champ créé par une charge ponctuelle

●●○

La figure 1 représente quelques lignes du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle Q placée en O. Les points M et N sont tels que $OM = 3,0 \text{ cm}$ et $ON = 6,0 \text{ cm}$. La valeur de Q est $|Q| = 2,0 \text{ nC}$.

- 6.1 Quel est le signe de Q ? Justifier.
- 6.2 Préciser la direction et le sens du champ électrostatique en M et en N, puis calculer E_M et E_N . Justifier que $E_M = 4 E_N$ sans refaire de calcul.
- 6.3 Reproduire la figure et représenter $\vec{E}_M$ et $\vec{E}_N$ avec l'échelle $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1,0 \times 10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$.

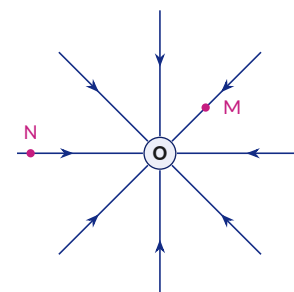


Figure 1 — Lignes de champ autour de O (distances non respectées)

Exercice 7 Entre les armatures d'un condensateur plan

●●○

Deux plaques métalliques horizontales, distantes de $d = 4,0 \text{ cm}$, sont soumises à une tension continue $U = 600 \text{ V}$; la plaque P_1 est reliée à la borne + du générateur (figure 2). Masse de l'électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

- 7.1 Reproduire la figure et y tracer quelques lignes du champ électrostatique entre les plaques (loin des bords). Comment qualifie-t-on ce champ ? Calculer sa valeur.
- 7.2 Déterminer les caractéristiques de la force électrostatique subie par un électron placé en M.
- 7.3 Calculer le poids de l'électron et le comparer à la force électrostatique. Conclure.

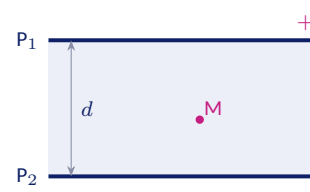


Figure 2 — Le condensateur plan (coupe)