

Corrigé et barème – Interactions fondamentales et introduction à la notion de champ

Loi de Coulomb, loi de la gravitation, champ électrostatique, champ de gravitation, lignes de champ
(thème Mouvement et interactions)

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1^{re}

Exercice 1 – Loi de Coulomb

(4 pts)

- a) Charges de signes contraires → interaction attractive. (1)
- b) $F = 9,0 \times 10^9 \times \frac{15 \times 10^{-9} \times 21 \times 10^{-9}}{(0,11)^2} \approx 2,3 \times 10^{-4} \text{ N. (1)}$
- c) F est proportionnelle à $\frac{1}{d^2}$: diviser F par 16 = 4^2 revient à multiplier d par 4 → $d' = 44 \text{ cm. (1)}$
- d) $N = \frac{|q_B|}{e} = \frac{21 \times 10^{-9}}{1,60 \times 10^{-19}} \approx 1,3 \times 10^{11} \text{ électrons. (1)}$

Erreur fréquente — Convertir les nC en C et les cm en m avant tout calcul, et raisonner sur le carré de la distance.

Exercice 2 – Champ créé par une charge ponctuelle

(4 pts)

- a) $E = k \frac{|Q|}{OM^2} = \frac{9,0 \times 10^9 \times 5,4 \times 10^{-9}}{(0,40)^2} \approx 3,0 \times 10^2 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}. (1)$
- b) $\vec{E}(M) = k \frac{Q}{OM^2} \vec{u}_{OM}$ avec $Q > 0$: sens de O vers M ; flèche d'environ 3,0 cm. (1)
- c) $\vec{F} = e\vec{E}$, de O vers M ; $F = 1,60 \times 10^{-19} \times 304 \approx 4,9 \times 10^{-17} \text{ N. (1)}$
- d) $r = \sqrt{\frac{k|Q|}{E}} = \sqrt{\frac{48,6}{135}} = \sqrt{0,36} = 0,60 \text{ m. (1)}$

Repère — Le champ en M ne dépend que de la source et de la distance : la charge placée en M ne change que la force.

Exercice 3 – Condensateur plan

(4 pts)

- a) $E = \frac{U}{d} = \frac{320}{1,6 \times 10^{-2}} = 2,0 \times 10^4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}. (1)$
- b) Perpendiculaire aux armatures, de l'armature + vers l'armature - ; lignes droites, parallèles, équidistantes (champ uniforme). (1)
- c) $\vec{F} = -e\vec{E}$, vers l'armature + ; $F = 1,60 \times 10^{-19} \times 2,0 \times 10^4 = 3,2 \times 10^{-15} \text{ N}$; $P = m_e g \approx 8,9 \times 10^{-30} \text{ N}$, soit $\frac{F}{P} \approx 3,6 \times 10^{14}$: poids négligeable. (1)
- d) Le champ est uniforme entre les armatures : $F = eE$ a la même valeur partout ; la loi en $\frac{1}{d^2}$ ne concerne que les charges ponctuelles. (1)

Le point clé — Entre les armatures d'un condensateur plan, $E = U/d$ ne dépend pas de la position : c'est le modèle du champ uniforme.

Exercice 4 – Pesanteur sur Mars

(4 pts)

- a) $g = G \frac{M}{R^2} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6,42 \times 10^{23}}{(3,39 \times 10^6)^2} \approx 3,73 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}. (1)$
- b) $P = mg = 1\,025 \times 3,73 \approx 3,82 \times 10^3 \text{ N. (1)}$
- c) Actions réciproques : même droite, même valeur $3,82 \times 10^3 \text{ N}$, dirigée du centre de Mars vers le robot. (1)
- d) $r = 2R$: $\mathcal{G} = G \frac{M}{(2R)^2} = \frac{1}{4} G \frac{M}{R^2}$, soit $\frac{3,73}{4} \approx 0,93 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}. (1)$

À retenir — Dans $G M/r^2$, r est la distance au centre de l'astre : à l'altitude R , la distance au centre double.

Exercice 5 – Lévitation électrostatique**(4 pts)**

- a) Poids $\vec{P}$ vertical vers le bas, force électrostatique $\vec{F}_{A/B}$ vers le haut car les charges de même signe se repoussent ; équilibre si $F_{A/B} = P$. (1)
- b) $k \frac{q^2}{r^2} = mg$ donc $q^2 = \frac{mgr^2}{k}$ et $q = r \sqrt{\frac{mg}{k}}$. (1)
- c) $q = 0,030 \times \sqrt{\frac{2,0 \times 10^{-4} \times 9,81}{9,0 \times 10^9}} \approx 1,4 \times 10^{-8} \text{ C}$, soit 14 nC. (1)
- d) $k \frac{q \cdot q/2}{r'^2} = mg$ donne $r'^2 = \frac{r^2}{2}$, donc $r' = \frac{r}{\sqrt{2}} \approx 2,1 \text{ cm}$. (1)

Attention — Si une seule charge est divisée par 2, la force l'est aussi : pour retrouver l'équilibre, la distance est divisée par $\sqrt{2}$ et non par 2.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).