
TD 1 Le champ électrique

Loi de Coulomb

Exercice 1.1

On considère deux électrons de charge $-e$, avec $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C la charge élémentaire, et de masse $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg. Donnez l'ordre de grandeur du ratio entre la force de Coulomb et la force gravitationnelle entre ces deux électrons, espacés d'une distance d quelconque. On rappelle que la constante universelle de gravitation G vaut environ 6.7×10^{-11} N m² kg⁻².

Exercice 1.2

- (a) L'atome d'hydrogène est constitué d'un proton, de charge $q_p = e$ et d'un électron de charge $q_e = -e$. La distance caractéristique entre le proton et l'électron est donnée par le rayon de Bohr $a_0 = 0.53$ Å (un angstrom, de symbol Å, équivaut à 0.1 nm = 10^{-10} m). Représentez les forces de Coulomb entre le proton et l'électron, et évaluez leur module.
- (b) On considère le noyau d'un atome, constitué de protons et de neutrons. Calculez le module de la force de Coulomb entre deux protons situés à une distance typique de 20 fm = 2×10^{-14} m.
- (c) Calculez le module de la force de Coulomb entre deux charges de 1 C séparées d'une distance de 100 m.

Exercice 1.3

- (a) Douze charges électriques identiques de charge q sont situées aux coins d'un dodécagone (polygone régulier à douze côtés). Quelle est la force totale exercée sur une charge test Q se trouvant au centre du dodécagone ?
- (b) On enlève l'une des douze charge. Quelle est la force exercée sur la charge test ?
- (c) Répétez les questions (a) et (b) pour un tridécagone (polygone régulier à treize côtés).

Champ électrique

Exercice 1.4

On considère deux charges ponctuelles de signes opposés ($+q$ et $-q$), séparées d'une distance d . On cherche à déterminer le champ électrique $\mathbf{E}(P)$ créé par ces deux charges en un point P se situant le long de la médiatrice du segment reliant les deux charges.

- (a) À l'aide d'un schéma, convainquez-vous que $\mathbf{E}(P)$ est perpendiculaire à la médiatrice.
- (b) Calculez $\mathbf{E}(P)$.
- (c) Esquissez le champ de vecteurs $\mathbf{E}(P)$.
- (d) Déterminez à présent le champ électrique le long de la droite reliant les deux charges. Commentez votre résultat.

Distributions de charges continues

Exercice 1.5

On considère un segment de longueur L et de densité de charge linéique uniforme λ . Déterminez le champ électrique à une distance z au dessus de l'une des deux extrémités du segment [voir Fig. 1(a)]. Le résultat obtenu est-il en accord avec ce à quoi on s'attend lorsque $z \gg L$?

Exercice 1.6

Calculez le champ électrique à une distance z au dessus du centre d'une boucle carrée de côté a se trouvant dans le plan xy , de densité de charge linéique uniforme λ [voir Fig. 1(b)]. Vous vous aiderez pour cela de l'Exemple 1.2 du cours.

Exercice 1.7

Calculez le champ électrique à une distance z au dessus du centre d'une boucle circulaire de rayon R se trouvant dans le plan xy et de densité de charge linéique uniforme λ [cf. Fig. 1(c)].

Exercice 1.8

Calculez le champ électrique à une distance z au dessus du centre d'un disque de rayon R se trouvant dans le plan xy et de densité de charge surfacique uniforme σ [Fig. 1(d)]. Que pouvez-vous dire des cas limites $R \rightarrow \infty$ et $z \gg R$?

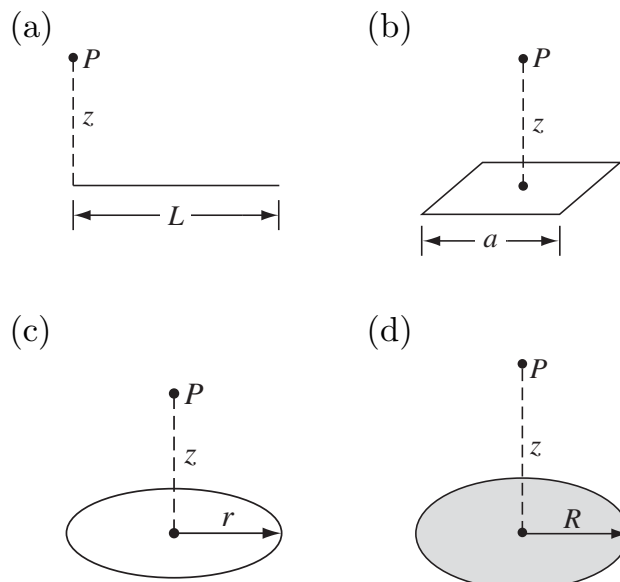


FIGURE 1