Calculatrice autorisée

Exercice 1 : Topographies de champs

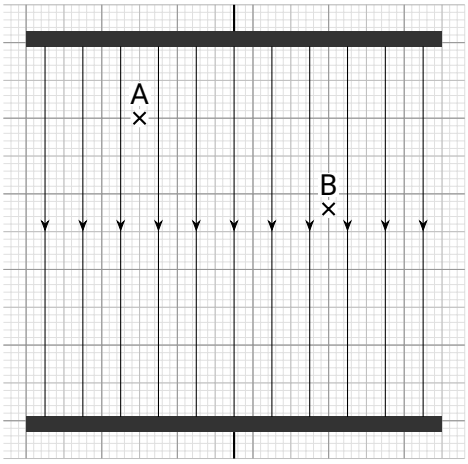
7 points

Partie A : Champ électrostatique d'un condensateur plan (5 points)

Le schéma ci-contre représente les lignes du champ électrostatique entre les deux armatures métalliques planes d'un condensateur, reliées aux deux bornes d'un générateur de tension $U = 5{,}0\,\text{V}$. Les deux armatures sont séparées d'une distance $d = 10\,\text{cm}$ (le schéma est réduit ; les vecteurs demandés seront tracés aux échelles indiquées).

Donnée : entre les armatures d'un condensateur plan, le champ électrostatique est uniforme ; sa valeur est

$$E = \frac{U}{d}$$ avec E en V·m^{-1}, U en V, d en m.



(à compléter sur le sujet)

1) Calculer la valeur E du champ électrostatique entre les armatures et donner ses caractéristiques (direction, sens).

2) Sur le schéma :

- représenter le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ aux points A et B, à l'échelle $1{,}0\,\text{cm}$ pour $20\,\text{V·m}^{-1}$;
- identifier l'armature chargée positivement (par un signe $+$) ;
- représenter la force électrostatique $\vec{F}$ subie par une charge $q = -3{,}2 \times 10^{-19}\,\text{C}$ placée au point B, à l'échelle $1\,\text{cm}$ pour $8 \times 10^{-18}\,\text{N}$.

Partie B : Champ créé par deux charges (2 points)

Les figures ci-dessous représentent les lignes du champ électrostatique créé par un ensemble de deux charges électriques placées aux points M et N.

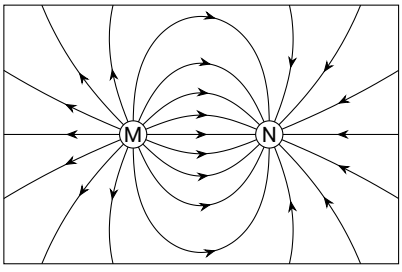


Figure a

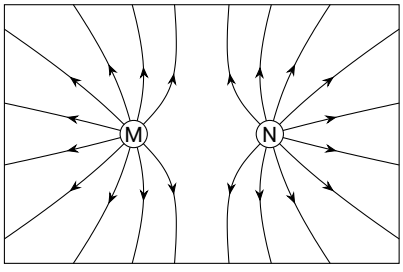


Figure b

Pour chaque figure, donner le signe des charges placées aux points M et N. Expliquer.

Exercice 2 : Statique des fluides

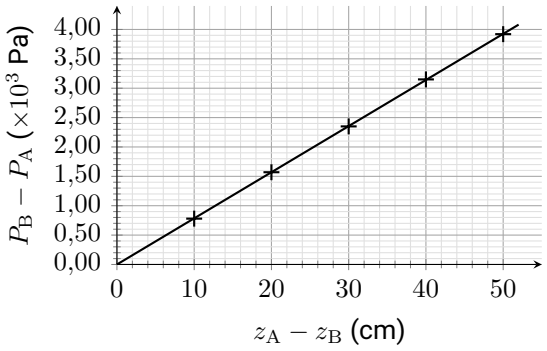
13 points

Données :

- loi fondamentale de la statique des fluides (axe (Oz) vertical orienté vers le haut) : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$;
- $P_{atm} = 1{,}0\,\text{bar} = 1{,}0 \times 10^5\,\text{Pa}$; $\rho_{eau} = 1\,000\,\text{kg·m}^{-3}$; $g = 9{,}81\,\text{N·kg}^{-1}$.

Partie A : Un liquide inconnu (4 points)

Lors d'une activité expérimentale, des élèves ont mesuré la pression à différentes profondeurs dans un liquide. Ils ont tracé la différence de pression $P_B - P_A$ entre un point B du liquide et un point A de sa surface, en fonction de la profondeur $z_A - z_B$ du point B.
Ce liquide est-il de l'eau ? Expliquer brièvement la démarche.

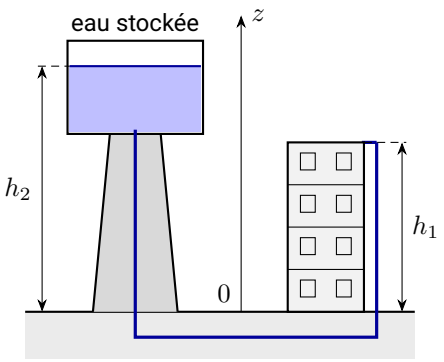


Partie B : Le château d'eau d'un écoquartier (9 points)

La surpression de l'eau en sortie d'un robinet domestique vaut $\Delta P = P_{eau} - P_{atm} = 3{,}0\,\text{bar}$. Lorsque le robinet est fermé, une vanne de surface $S = 1{,}0\,\text{cm}^2$ retient l'eau.

1) Calculer la pression P_{eau} de l'eau, puis la valeur de la force pressante qu'exerce l'eau sur cette vanne.

On souhaite construire un écoquartier sur un terrain plat, alimenté par un château d'eau. Le dernier étage de l'immeuble le plus haut est à la hauteur $h_1 = 10\,\text{m}$ au-dessus du sol (schéma ci-contre, qui n'est pas à l'échelle).
La pression P_2 de l'eau à sa surface libre dans le château d'eau est égale à la pression atmosphérique. Une distribution correcte exige qu'au robinet, la surpression de l'eau soit au moins égale à ΔP.



2) Évaluer la hauteur minimale h_2 de la surface de l'eau du château d'eau permettant d'assurer une distribution correcte d'eau courante au dernier étage de l'immeuble.

3) Le château d'eau a la hauteur minimale trouvée à la question 2). Une bulle d'air de volume $V_1 = 1{,}0\,\text{mL}$ se trouve au dernier étage, au niveau de la vanne du robinet fermé ; elle est remontée le long des tuyaux depuis le rez-de-chaussée, à l'altitude $z_0 = 0\,\text{m}$. La pression de l'air de la bulle est égale à celle de l'eau qui l'entoure.

La température étant constante le long des tuyaux, quel était le volume V_0 de la bulle à son point de départ ?

Voir le corrigé
scanner ou cliquer