

	<b>Concours EAMAC 2024</b>	<b>Cycle : INGENIEUR</b>
---	--------------------------------	--------------------------

## Epreuve de : Physique

Durée : 04 heures

### Exercice 1 (5pts)

L'espace est rapporté à un système d'axes (Oxyz).

Aux points A et B de coordonnées respectives  $(0, -a, 0)$  et  $(0, +a, 0)$  sont placées deux charges identiques positives  $(+q)$ . Le point C  $(0, 0, r)$  porte une charge mobile  $(+q)$ .

- 1) Calculer le champ électrique créé au point C par les charges placées en A et B. **(1pt)**
- 2) Calculer la force électrostatique  $\vec{F}_e(C)$  que subit la charge mobile  $(+q)$  au point C. **(1pt)**
- 3) Calculer les positions de la charge mobile pour que  $\vec{F}_e(C)$  soit maximal. **(1pt)**
- 4) Calculer la position d'équilibre. **(0,5pt)**
- 5) Calculer l'énergie potentielle électrostatique de ce système à la position d'équilibre. **(1pt)**
- 6) Montrez qu'elle est minimale dans cette position **(0,5pt)**

### Exercice 2 (5pts)

On dispose de  $n$  moles d'un gaz parfait monoatomique à la température  $T_0 = 1000K$  et à la pression  $P_0 = 10^6 Pa$  et on cherche à extraire de ce fluide une énergie mécanique maximale.

Le rapport des chaleurs massiques à pression et à volume constants est  $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{5}{3}$  et  $R = 8,32 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ .

1. Donner l'expression de l'énergie interne  $U$  d'un gaz parfait monoatomique en fonction de  $n$ ,  $R$  et  $T$ . **(0,5pt)**
2. Enoncer le premier principe de la thermodynamique. **(0,5pt)**
3. Montrer qu'une transformation adiabatique qui amènerait ce gaz de  $T_0$  à '0K' permettrait de récupérer entièrement l'énergie interne du fluide sous de travail mécanique. **(0,5pt)**
4. On fait subir à une mole ( $n = 1$ ) de ce fluide une détente adiabatique réversible l'amenant de l'état initial  $(T_0, P_0)$  à l'état final  $(T_1, P_1)$ .

On rappelle que la chaleur échangée au cours d'une transformation quasi-statique s'écrit :

$$\delta Q = C_v dT + P dV$$

4.a Montrer que la loi d'évolution du rapport des températures initiale et finale s'écrit :

$$\frac{T_1}{T_0} = \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^{\gamma-1} \quad (1\text{pt})$$

4.b Dédire le rapport des expressions des pressions finale et initiale  $\frac{P_1}{P_0}$  en fonction  $T_0$ ,  $T_1$  et  $\gamma$ . (0,5pt)

4.c Déterminer le travail mécanique  $W$  échangé par ce fluide. (1pt)

4.d. Calculer numériquement la température finale  $T_1$  et l'énergie extraite  $W$  pour une mole ( $n=1$ ) et pour  $P_1 = 10^5 \text{ Pa}$ . (1pt)

### Exercice 3 (5pts)

L'espace est rapporté à un système d'axes (Oxyz).

1. Ecrire les équations de Maxwell dans le vide loin des sources de charges et de courants. (1pt)

2. On superpose deux ondes planes qui se propagent dans le vide et qui ne diffèrent que par leurs vecteurs d'onde  $\vec{k}_1$  et  $\vec{k}_2$  :  $\vec{k}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ k \end{pmatrix}$  et  $\vec{k}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -k \end{pmatrix}$ .

Les champs électriques  $\vec{E}_1$  et  $\vec{E}_2$  associés à ces deux ondes sont polarisés rectilignement suivant  $\vec{Ox}$ , de même amplitude  $E_0$ , de même pulsation  $\omega$  et de même phase à l'origine des coordonnées.

2.1 Ecrire les expressions en notation réelle de  $\vec{E}_1$  et  $\vec{E}_2$ . (1pt)

2.2 En déduire les expressions en notation réelle des champs magnétiques correspondants  $\vec{B}_1$  et  $\vec{B}_2$ . (1pt)

2.3 Déterminer en notation réelle les expressions des champs électrique  $\vec{E}$  et magnétique  $\vec{B}$  résultants de cette superposition. (1pt)

2.4 Montrer que les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  sont constamment nuls dans certains plans que l'on précisera. (1pt)

### Exercice 4 (5pts)

On désire chauffer une maison avec une pompe à chaleur décrivant un cycle ditherme de transformations réversibles.

La température extérieure est  $\theta_2 = 5^\circ\text{C}$ . Pour maintenir la température de la maison à  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ , il faut lui fournir une quantité de chaleur de  $2 \cdot 10^8 \text{ J}$  à l'heure.

1- Calculer en degré Kelvin les températures  $T_1$  et  $T_2$  correspondant respectivement à  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .

2- Quelles sont les sources chaude (1) et froide (2). (0,5pt)

3- Donner le schéma de principe de la pompe en indiquant par des flèches, le sens des échanges de chaleur et de travail. On appellera  $Q_1$  la chaleur échangée avec la source chaude,  $Q_2$  la chaleur échangée avec la source froide et  $W$  le travail échangé durant le cycle. Quel est le signe de  $W$ ,  $Q_1$  et de  $Q_2$ ? (1,25pts)

- 4- Calculer la valeur de  $Q_1$  ? (0,5pt)
- 5- Enoncer le premier principe de la thermodynamique et donner l'expression de l'énergie interne du cycle  $\Delta U$  en fonction de  $W$ ,  $Q_1$ , et  $Q_2$ . En déduire l'expression de  $W$  en fonction de  $Q_1$ , et  $Q_2$ . (0,75pt)
- 6- Ecrire la relation de Clausius pour ce cycle ditherme et réversible. (0,5pt)
- 7- En déduire l'expression de  $W$  en fonction de  $Q_1$ ,  $T_1$  et  $T_2$ . (0,5pt)
- 8- Calculer la puissance consommée par la pompe. (0,5pt)
- 9- Définir et calculer l'efficacité  $e_p$  de la pompe en fonction de  $T_1$  et  $T_2$ . (0,5pt)