Royaume du Maroc

Ecole Hassania des Travaux Publics

المدرسة الحسنية للأشغال العمومية

Concours d'accès à la première année de l'Ecole Hassania des Travaux Publics
Epreuve de physique
Durée : 3h
Année académique : 2022-2023

RECOMMANDATIONS IMPORTANTES

- L'épreuve durera ***3 heures***.
- Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.
- Si un candidat est amené à repérer **ce qui peut lui sembler** être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.
- Toute réponse nécessitante un calcul non **encadrée** et **non justifiée** ne sera pas prise en considération.
- L'usage d'une calculatrice ***non programmable*** est autorisé pour cette épreuve.

Adresse : Km 7, Route d'El Jadida, BP 8108 Oasis-Casablanca
Tél : 05 20 42 05 15 Fax : 05 20 42 05 10 – 05 22 23 07 17
Site Web: www.ehtp.ac.ma

Exercice 1 : « Mécaniques »

On considère un axe fixe OZ vertical, et deux axes OX et OY perpendiculaires entre eux. Le plan (XOY) fait avec OZ un angle α aigué. Les axes OX et OY tournent autour de OZ avec une vitesse angulaire constante $\vec{\omega}$. Un point matériel M de masse m peut glisser sans frottement sur OX. Le point M est soumis en outre à une force dirigée de M vers O proportionnelle à la distance OM. Soit λ le coefficient de proportionnalité.

On pose $\overrightarrow{OM} = r(t)\,\vec{\imath}$, où $\vec{\imath}$ est le vecteur unitaire associé à l'axe OX et on note par $\vec{\jmath}$ et $\vec{k}$ les vecteurs unitaires associés respectivement à l'axe OY et OZ.

1- Faire le bilan des forces exercées sur le point matériel M dans le repère tournant.

2- Donner l'expression de chaque vecteur force tout en précisant son module et sa direction en fonction de α, ω, r et $\dot{r}(t)$.

3- Ecrire la relation fondamentale dans le repère tournant. En déduire :

3-1- l'équation du mouvement du point matériel M.

3-2- l'équation du mouvement du point matériel M.

4- Résoudre l'équation du mouvement en prenant comme conditions initiales $r(t = 0) = r_0$ et $\dot{r}(t) = 0$. Discuter les différentes solutions selon la valeur de λ.

5- A quelle condition sur r_0 le point M est-il en ´équilibre relatif. Discuter le résultat selon la valeur du paramètre λ.

Exercice 2 : « Électromagnétisme »

Entre les plans de deux fentes F_1 et F_2 centrées sur l'axe Oy et parallèles à Ox règnent un champ $\vec{E}$ parallèle à Oz et un champ magnétique $\vec{B}$ parallèle à Ox. Un faisceau de particules positives animées de vitesse $\vec{v}$ parallèle à Oy pénètre, à travers F_1, dans la région où $\vec{E}$ et $\vec{B}$ existent. (Fig.1)

1- Calculer la vitesse v_0 des particules qui traversent la fente F_2.

2- Les particules de masse m et de vitesse v_0 pénètrent par F_2 dans une région où règne un champ magnétique $\vec{B}'$ parallèle à Ox. Calculer la distance D à laquelle les particules qui pénètrent dans le champ $\vec{B}'$ en F_2 recoupent l'axe z'z, en fonction de m, v_0, q, et B'. Avec ρ le rayon de courbure de la trajectoire circulaire des particules. (Fig.2).

3- Déterminer l'expression du pouvoir séparateur dD/dm du spectrographe de masse ainsi constitué.

4- Calculer la différence des distances ΔD correspondant à deux isotopes de masses atomique A_1 et $A_2 = A_1 + \Delta A_2$.

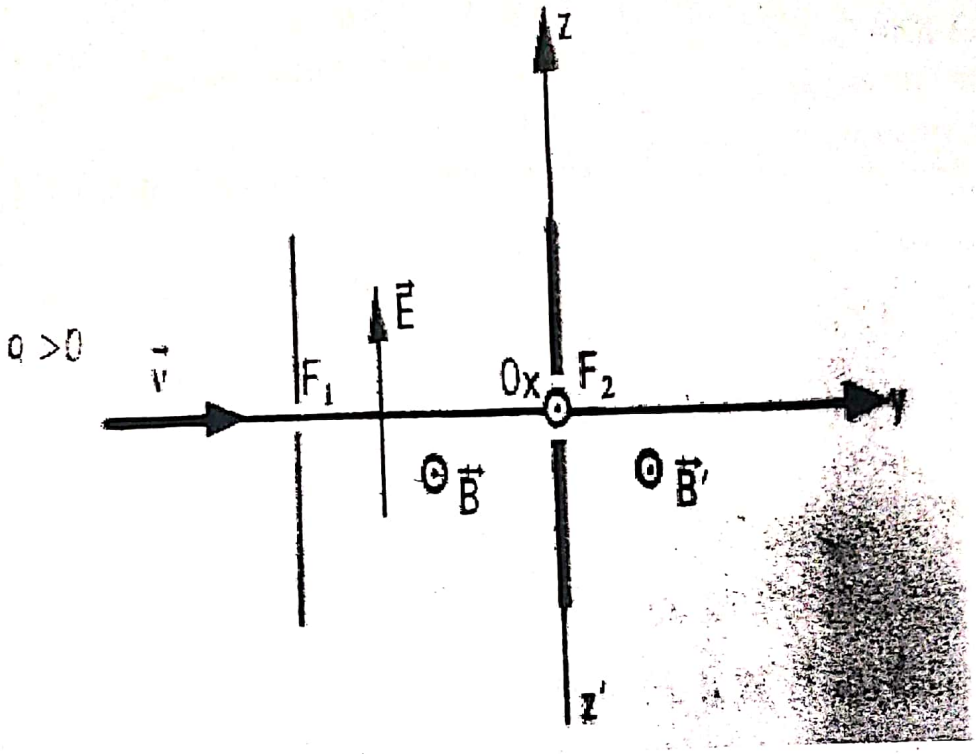


Fig.1

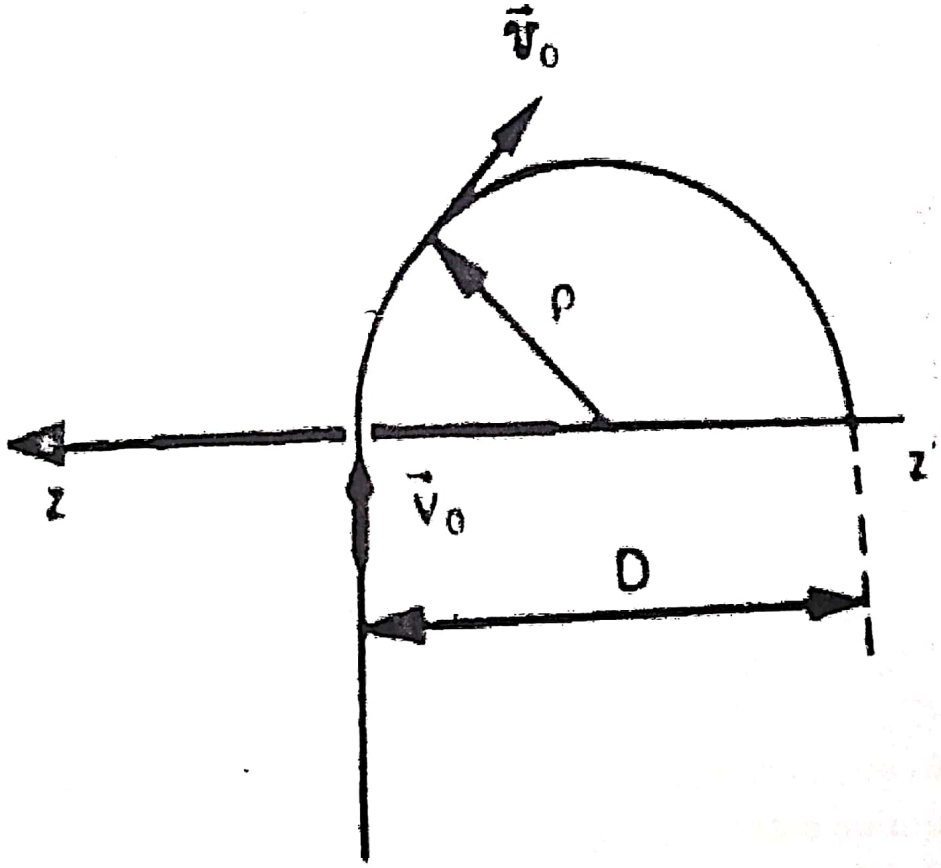
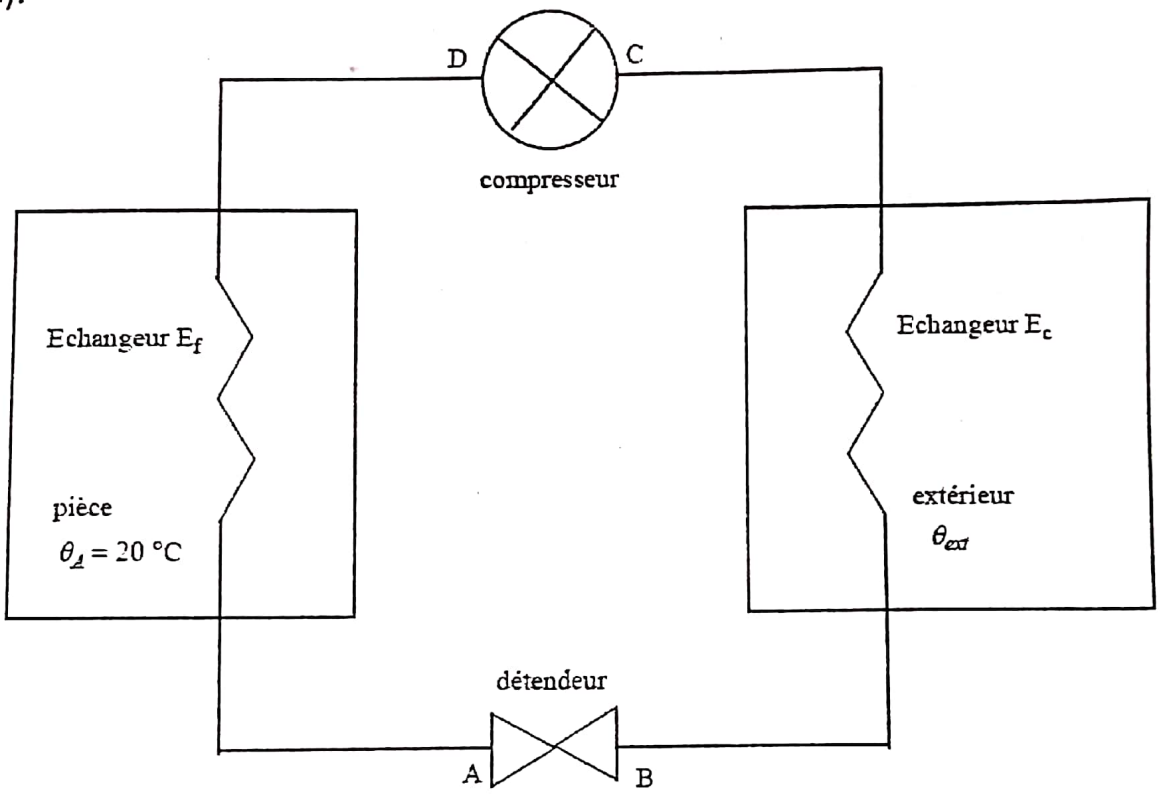


Fig.2

Exercice 3 : « Étude d'une pompe à chaleur »

Dans une pièce fermée, on souhaite maintenir une température $\theta_{amb} = 20$ °C tandis que l'air extérieur est à la température $\theta_{ext} = 0$ °C.
Pour cela, on considère une pompe à chaleur fonctionnant ainsi (voir figure ci-dessous).



Le fluide considéré est de l'hélium gazeux assimilé à un gaz parfait.

Caractéristiques de l'hélium :
Capacité thermique massique à pression constante $Cp = 5{,}26$ kJ. $K^{-1}.kg^{-1}$;
Masse molaire $M = 4{,}0$ g.mol^{-1} ;
Rapport des capacités thermiques massiques à pression et volume constants

$$\frac{C_P}{C_v} = \gamma = 1{,}67$$

Le fluide décrit des cycles au cours desquels il subit :

- Une détente adiabatique réversible dans le détendeur qui l'amène de l'état A ($\theta_A = \theta_{amb} = 20$ °C, $P_A = 3{,}0$ bar) à l'état B (T_B, $P_B = 2{,}0$ bar) ;
- Un réchauffement isobare dans l'échangeur E_c qui amène le fluide dans un état C ($\theta_C = \theta_{ext} = 0$ °C, PC) ;
- Une compression adiabatique réversible dans le compresseur qui amène le fluide dans un état D (T_D, P_D) ;
- Un refroidissement isobare dans l'échangeur E_f qui ramène le fluide dans l'état A.

1- Exprimer littéralement les températures T_B et T_D en fonction de T_{amb}, T_{ext}, P_A et P_B.

2- Faire les applications numériques.

3- Donner l'allure du cycle en coordonnées (P, V) en précisant le sens de parcours du cycle.

4- Est-ce un cycle moteur ou récepteur ? Que cela signifie-t-il ?

5- Calculer le transfert thermique Q_{BC} reçu par une masse m = 1,0 kg du fluide lors de la traversée de l'échangeur E_c. Commenter le signe.

6- Calculer le transfert thermique Q_{DA} reçu par une masse m = 1,0 kg du fluide lors de la traversée de l'échangeur E_f. Commenter le signe.

7- Calculer le travail W reçu par une masse m = 1,0 kg du fluide lors d'un cycle.

8- Définir l'efficacité e de la pompe à chaleur. La calculer.

9- Quelle est l'efficacité maximale e_{max} que l'on peut obtenir pour une pompe à chaleur fonctionnant avec ces deux mêmes sources de chaleur ? Pourquoi n'est-elle pas atteinte avec la pompe à chaleur étudiée ?

10- Quel est l'intérêt d'une pompe à chaleur par rapport à un chauffage électrique.

Données :

Correspondance : T (en K) = θ (en °C) + 273

Constante du gaz parfait R = 8,314 $J.K^{-1}.mol^{-1}$

Bon Courage