

Sujet n°1 Tom

Question de cours

Pendule pesant. On note (Oz) l'axe de rotation du solide et $J_{(Oz)}$ le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe (Oz) .

On néglige tous les frottements.

On repère la position du solide par l'angle θ que fait la droite (OG) avec la verticale descendante (Ox) .

On note d la distance OG .

- 1 - Faire un schéma.
- 2 - Donner l'expression du moment cinétique du solide par rapport à (Oz) .
- 3 - Effectuer le bilan des actions mécaniques et exprimer leurs moments par rapport à (Oz) .
- 4 - Établir l'équation du mouvement.
- 5 - Établir l'intégrale première du mouvement.

Interpréter les différents termes et la signification de l'équation.

Exercice n°1 Moteur de Stirling

Soit $n = 40\text{mmol}$ d'hélium assimilable à un gaz parfait dont le rapport des capacités thermiques à pression et à volume constants est $\gamma = 1,66$. Ce système subit le cycle composé des transformations quasi statiques suivantes :

- compression isotherme AB lors du contact thermique avec une source froide maintenue à la température $T_f = 330\text{ K}$ par le retour d'eau froide des circuits de chauffage,
- échauffement isochore BC au contact thermique avec une source chaude maintenue à la température $T_c = 930\text{ K}$ par un bruleur alimenté au méthane et en air,
- détente isotherme CD au contact thermique avec la source chaude,
- refroidissement isochore DA au contact thermique avec la source froide.

On donne $V_A = V_D = 1,00\text{ L}$ et $V_B = \frac{V_A}{4}$ ainsi que $R = 8,31\text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- 1 - Représenter l'allure du cycle en coordonnées de Watt (P, V) en justifiant la réponse. Le cycle est-il moteur ou récepteur ?
- 2 - Exprimer le travail W_{AB} et le transfert thermique Q_{AB} reçus par le fluide au cours de la transformation AB en fonction de n, R, T_f, V_A et V_B . Commenter le signe de W_{AB} .
- 3 - Déterminer le travail W_{BC} et le transfert thermique Q_{BC} reçus par le fluide au cours de la transformation BC en fonction de n, R, γ, T_c et T_f . Commenter le signe de Q_{BC} .
- 4 - Déterminer le travail W_{CD} et le transfert thermique Q_{CD} reçus par le fluide au cours de la transformation CD. Même question pour la transformation DA.
- 5 - Exprimer le travail total W_t fourni par le moteur au cours d'un cycle en fonction de n, R, T_c, T_f, V_A et V_B .
- 6 - Définir le rendement du moteur et l'exprimer en fonction de T_c et T_f . Calculer sa valeur.
- 7 - Combien de cycles par seconde doit effectuer le moteur pour fournir une puissance \mathcal{P} de $2,00\text{ kW}$?
- 8 - Établir le rendement de Carnot du moteur. Commenter.

Sujet n°2 Léandre

Question de cours

Pendule de torsion.

Le pendule de torsion est constitué d'une barre homogène de longueur L , de masse m et fixée en un point O (confondu avec le centre d'inertie de la barre) à un fil.

On fait tourner le fil sur lui-même de manière à le « tordre » et on lâche sans vitesse initiale et la barre se met à tourner autour de l'axe (Oz) .

- 1 - On note C la constante de torsion. Donner l'expression du moment du couple de torsion exercé par le fil.
- 2 - Établir l'équation différentielle du mouvement.
- 3 - Établir l'intégrale première du mouvement.

Interpréter les différents termes et la signification de l'équation.

Exercice n°1 Cycle de Lenoir

Une mole de gaz parfait, caractérisé par le coefficient $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ constant, subit les transformations suivantes :

- une détente isobare de l'état $E_0 (P_0, V_0, T_0)$ à l'état $E_1 (P_1, V_1 = 2V_0, T_1)$.
- une compression isotherme de l'état E_1 à l'état $E_2 (P_2, V_2 = V_0, T_2)$
- un refroidissement isochore de l'état E_2 à l'état E_0 .

On supposera que ce cycle, appelé cycle de Lenoir, est décrit de manière réversible.

- 1 - Exprimer les températures T_1 et T_2 en fonction de T_0 et les pressions P_1 et P_2 en fonction de P_0 .
- 2 - Représenter le cycle dans un diagramme de Watt (P, V) . En déduire la nature de la machine thermique ainsi réalisée.
- 3 - Exprimer les transferts thermiques reçus par le gaz au cours d'un cycle.
- 4 - En déduire le travail reçu par le gaz au cours d'un cycle et vérifier son signe.
- 5 - Le cycle est utilisé pour réaliser une pompe à chaleur. Calculer son efficacité.
- 6 - Le cycle est utilisé pour réaliser une machine frigorifique. Calculer son efficacité.

Sujet n°3 Pierre

Question de cours

Aspect énergétique.

- 1 - Donner l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe.
- 2 - Donner les expressions de la puissance et du travail d'une action mécanique qui s'exerce sur un solide en rotation.
- 3 - Énoncer le TPC et le TEC pour un solide.
- 4 - Établir l'équation du mouvement du pendule pesant avec le TPC.

Exercice n°1 Diesel à double combustion

Dans les moteurs Diesel à double combustion, le cycle décrit par le mélange air-carburant est modélisable par le cycle suivant :

Après la phase d'admission $1' \rightarrow 1$ qui amène le mélange au point 1 du cycle, celui-ci subit une compression adiabatique supposée réversible jusqu'au point 2. Après injection du carburant en 2, la combustion s'effectue d'abord de façon isochore de 2 à 3 puis se poursuit de façon isobare de 3 à 4. La phase de combustion est suivie d'une détente adiabatique à nouveau réversible de 4 à 5, puis d'une phase d'échappement isochore $5 \rightarrow 1$ puis isobare $1 \rightarrow 1'$.

Au point 1 du cycle, la pression $p_m = 1,0$ bar et la température $T_m = 293$ K sont minimales. La pression maximale, aux points 3 et 4, est $p_M = 60$ bar et la température maximale, au point 4, vaut $T_M = 2073$ K. Le rapport volumétrique de compression vaut $\beta = V_M/V_m = 17$.

On raisonne sur n mol de gaz, et on suppose que le mélange air-carburant se comporte exactement comme l'air, c'est-à-dire comme un gaz parfait diatomique de masse molaire $M = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, et de capacités thermiques respectives C_P et C_V , et on note $\gamma = C_P/C_V = 1,4$.

- 1 - Exprimer les températures T_2, T_3 et T_5 en fonction de p_m, p_M, T_m, T_M et β . Calculer les valeurs numériques.
- 2 - Exprimer le transfert thermique Q_c reçu par l'air au cours de la phase de combustion $2 \rightarrow 4$.
- 3 - Exprimer le transfert thermique Q_f échangé avec le milieu extérieur entre les points 5 et 1.
- 4 - En déduire le travail W échangé au cours d'un cycle.
- 5 - Définir et calculer le rendement de ce moteur.

Sujet n°4 Nathan

Question de cours

Système déformable : le tabouret d'inertie.

Une personne est assise sur un tabouret dont le siège peut tourner quasiment sans frottement autour d'un axe vertical Δ .

La personne se met en rotation, les bras repliés sur elle-même (état 1), à la vitesse angulaire ω_1 .

Ensuite elle détend les bras (état 2) et sa rotation se fait à une vitesse angulaire différente ω_2 .

- 1 - Comparer les moments d'inertie dans les deux états (bras écartés / bras resserrés).
- 2 - Justifier la conservation du moment cinétique.
- 3 - En déduire l'évolution de la vitesse de rotation.
- 4 - Effectuer un bilan d'énergie et déterminer le travail des actions mécaniques intérieures.

Exercice n°1 Diesel à double combustion

Dans les moteurs Diesel à double combustion, le cycle décrit par le mélange air-carburant est modélisable par le cycle suivant :

Après la phase d'admission $1' \rightarrow 1$ qui amène le mélange au point 1 du cycle, celui-ci subit une compression adiabatique supposée réversible jusqu'au point 2. Après injection du carburant en 2, la combustion s'effectue d'abord de façon isochore de 2 à 3 puis se poursuit de façon isobare de 3 à 4. La phase de combustion est suivie d'une détente adiabatique à nouveau réversible de 4 à 5, puis d'une phase d'échappement isochore $5 \rightarrow 1$ puis isobare $1 \rightarrow 1'$.

Au point 1 du cycle, la pression $p_m = 1,0$ bar et la température $T_m = 293$ K sont minimales. La pression maximale, aux points 3 et 4, est $p_M = 60$ bar et la température maximale, au point 4, vaut $T_M = 2073$ K. Le rapport volumétrique de compression vaut $\beta = V_M/V_m = 17$.

On raisonne sur n mol de gaz, et on suppose que le mélange air-carburant se comporte exactement comme l'air, c'est-à-dire comme un gaz parfait diatomique de masse molaire $M = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, et de capacités thermiques respectives C_P et C_V , et on note $\gamma = C_P/C_V = 1,4$.

- 1 - Exprimer les températures T_2, T_3 et T_5 en fonction de p_m, p_M, T_m, T_M et β . Calculer les valeurs numériques.
- 2 - Exprimer le transfert thermique Q_c reçu par l'air au cours de la phase de combustion $2 \rightarrow 4$.
- 3 - Exprimer le transfert thermique Q_f échangé avec le milieu extérieur entre les points 5 et 1.
- 4 - En déduire le travail W échangé au cours d'un cycle.
- 5 - Définir et calculer le rendement de ce moteur.

Sujet n°5 Lylian

Question de cours

Spectrogoniomètre

- 1 - Décrire le repérage de l'angle de déviation minimale.
- 2 - Décrire le protocole permettant de mesurer le pas du réseau.
- 3 - Décrire le protocole permettant de mesurer la longueur d'onde d'une radiation inconnue.

Exercice n°1 Moteur Diesel

Dans le fonctionnement d'un moteur Diesel, tout se passe comme si un système fermé constitué de n moles de gaz parfait diatomique et de coefficient $\gamma = 1,4$ décrivait le cycle $ABCD$ par une série de transformations quasi statiques :

- une compression adiabatique AB du gaz,
- une détente isobare BC du gaz se produisant lors de la combustion du carburant,
- une détente adiabatique CD du gaz,
- un refroidissement isochore DA du gaz.

On donne les pressions $P_A = 1,00 \cdot 10^5$ Pa et $P_B = 21,7 \cdot 10^5$ Pa, les températures $T_A = 300$ K et $T_C = 2176$ K ainsi que le volume $V_A = 2,49 \cdot 10^{-3}$ m³.

- 1 - Représenter le cycle dans le diagramme de Watt (P, V).
- 2 - Déterminer l'expression puis la valeur de la température T_B de l'état B.
- 3 - Déterminer l'expression puis la valeur de la température T_D au point D du cycle.
- 4 - Exprimer puis calculer le transfert thermique Q_{BC} .
- 5 - Déterminer le transfert thermique Q_{DA} .
- 6 - Estimer W le travail fourni lors d'un cycle.
- 7 - Établir que l'expression du rendement du moteur. Faire l'application numérique

Sujet n°6 Français

Question de cours

Pendule pesant. On note (Oz) l'axe de rotation du solide et $J_{(Oz)}$ le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe (Oz) .

On néglige tous les frottements.

On repère la position du solide par l'angle θ que fait la droite (OG) avec la verticale descendante (Ox) .

On note d la distance OG .

- 1 - Faire un schéma.
- 2 - Donner l'expression du moment cinétique du solide par rapport à (Oz) .
- 3 - Effectuer le bilan des actions mécaniques et exprimer leurs moments par rapport à (Oz) .
- 4 - Établir l'équation du mouvement.
- 5 - Établir l'intégrale première du mouvement.

Interpréter les différents termes et la signification de l'équation.

Exercice n°1 Cycle de Lenoir

Une mole de gaz parfait, caractérisé par le coefficient $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ constant, subit les transformations suivantes :

- une détente isobare de l'état $E_0 (P_0, V_0, T_0)$ à l'état $E_1 (P_1, V_1 = 2V_0, T_1)$.
- une compression isotherme de l'état E_1 à l'état $E_2 (P_2, V_2 = V_0, T_2)$
- un refroidissement isochore de l'état E_2 à l'état E_0 .

On supposera que ce cycle, appelé cycle de Lenoir, est décrit de manière réversible.

- 1 - Exprimer les températures T_1 et T_2 en fonction de T_0 et les pressions P_1 et P_2 en fonction de P_0 .
- 2 - Représenter le cycle dans un diagramme de Watt (P, V) . En déduire la nature de la machine thermique ainsi réalisée.
- 3 - Exprimer les transferts thermiques reçus par le gaz au cours d'un cycle.
- 4 - En déduire le travail reçu par le gaz au cours d'un cycle et vérifier son signe.
- 5 - Le cycle est utilisé pour réaliser une pompe à chaleur. Calculer son efficacité.
- 6 - Le cycle est utilisé pour réaliser une machine frigorifique. Calculer son efficacité.