Session : 2007

Durée : 2 H 30
Coefficient : 2

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET RÉALISATION DE CARROSSERIES

SCIENCES PHYSIQUES

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante, conformément à la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999.

- *Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*
- *Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

Session : 2007

Durée : 2 H 30
Coefficient : 2

SCIENCES PHYSIQUES

- **La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.**
- **Les 4 problèmes sont indépendants.**

Problème 1 : cycle thermodynamique du gaz diazote (7 points)

Données :

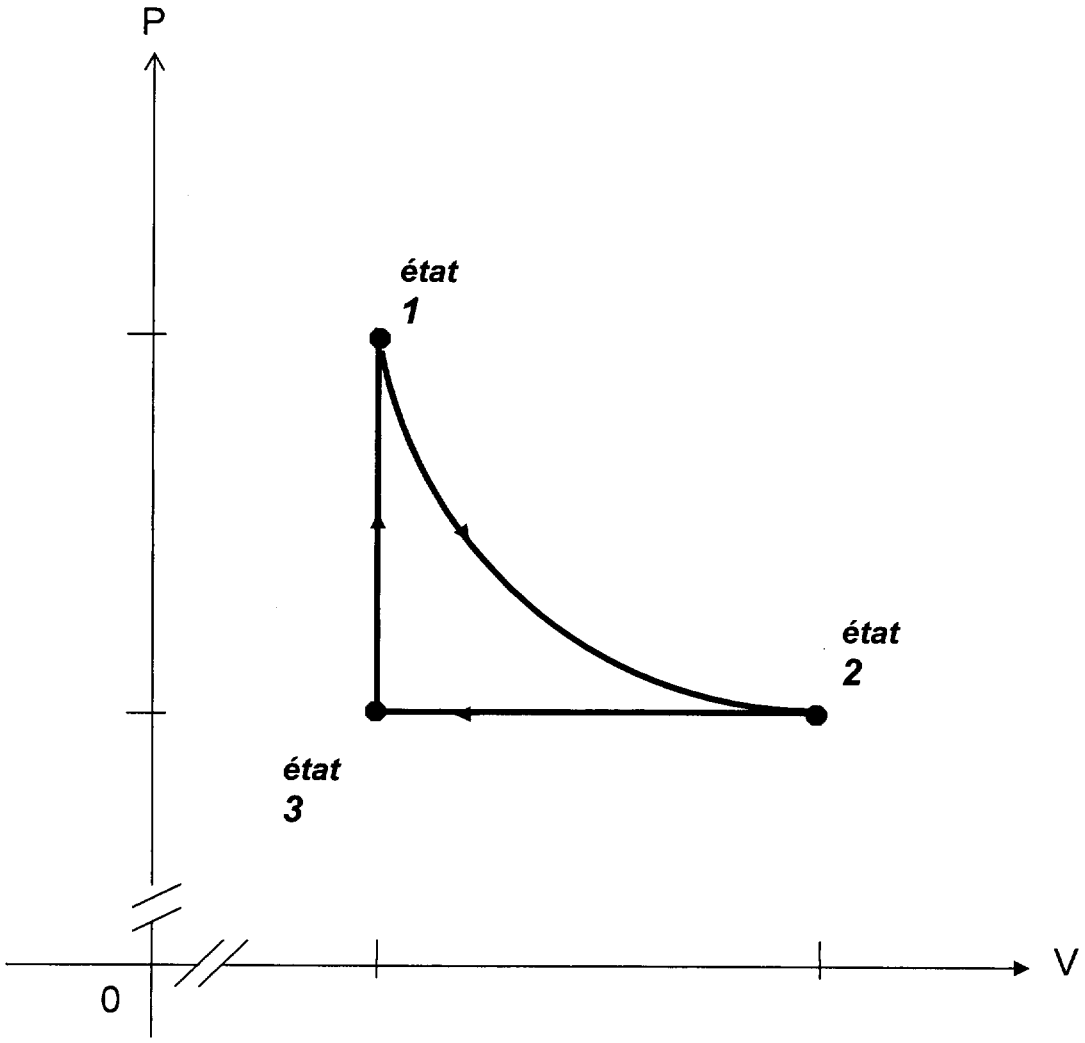
- $R = 8{,}32\ J.mol^{-1}.K^{-1}$.
- Capacité thermique molaire à volume constant : $C_V = \frac{5}{2}R$ (en $J.mol^{-1}.K^{-1}$).
- Capacité thermique molaire à pression constante : $C_P = \frac{7}{2}R$ (en $J.mol^{-1}.K^{-1}$).
- 0°C correspond à 273 K.

Transformation réversible : a → b	Q_{ab}	W_{ab}
Isotherme	$n \cdot R \cdot T_a \cdot \ln\frac{P_a}{P_b}$	$-n \cdot R \cdot T_a \cdot \ln\frac{P_a}{P_b}$
Isochore	$n.C_V \cdot (T_b - T_a)$	0
Isobare	$n.C_p \cdot (T_b - T_a)$	$P_a \cdot (V_a - V_b)$

1 - On considère du gaz diazote (formule chimique N_2) correspondant à une masse m = 0,15 kg. Sachant que la masse molaire du diazote est 28 $g.mol^{-1}$, déterminer le nombre n de moles contenues dans cette masse de diazote.

2 - Pour la suite du problème, on prendra n = 5 moles et on considérera le gaz comme parfait. Calculer le volume V_1 occupé par ce gaz si la température est 27° C et la pression 10^6 Pa.

3 - Ce gaz subit une suite de transformations réversibles représentées par le cycle suivant :



3.1 - La transformation de l'état 1 vers l'état 2 est une transformation isotherme.
Comment appelle-t-on la transformation de l'état 2 vers l'état 3 et celle de l'état 3 vers l'état 1 ?

3.2 - On donne $V_2 = 16{,}00$ L .
Calculer la pression P_2 en fin de transformation isotherme.

3.3 - Que valent le volume V_3 et la pression P_3 ?

3.4 - En déduire que la température T_3 est égale à 234 K.

3.5 - Quelle est la quantité de chaleur reçue par le gaz au cours de chacune des 3 transformations du cycle ?
On notera :

- Q_{12} la quantité de chaleur reçue par le gaz lors de la transformation **1 → 2**.
- Q_{23} la quantité de chaleur reçue par le gaz lors de la transformation **2 → 3**.
- Q_{31} la quantité de chaleur reçue par le gaz lors de la transformation **3 → 1**.

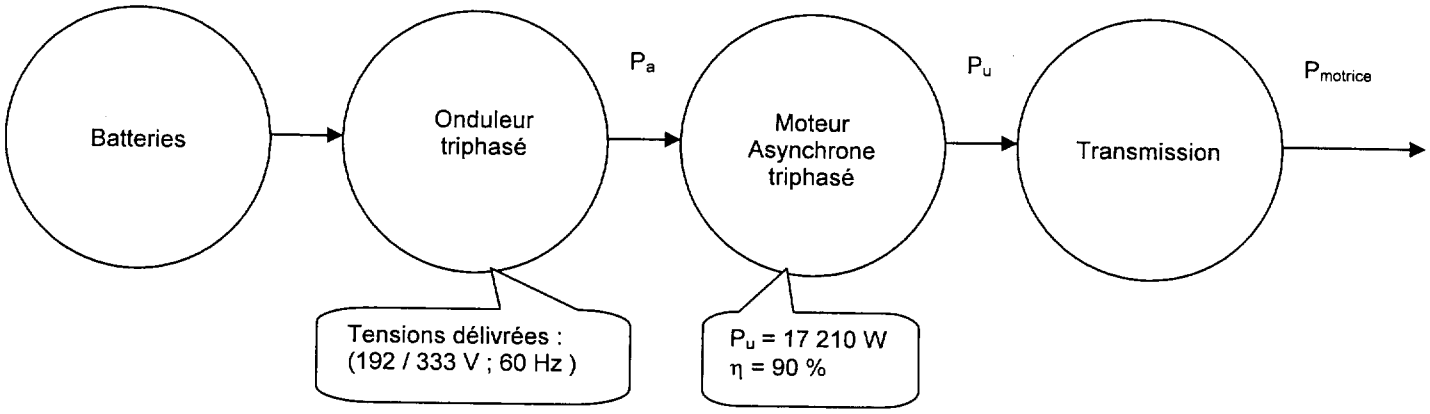
3.6 - Calculer la quantité de chaleur Q_{cycle} reçue par le gaz au cours du cycle complet.

3.7 - En déduire le travail W_{cycle} reçu par le gaz au cours du cycle complet.

24

Problème 2 : propulsion d'un véhicule électrique (7 points)

Afin de vaincre les forces de résistances au déplacement d'un véhicule à propulsion électrique, le moteur asynchrone hexapolaire (6 pôles) doit fournir une puissance utile P_u = 17210 W.



1 - Le rendement du moteur étant de 90 %, déterminer la puissance P_a absorbée par le moteur asynchrone triphasé.

2 - Grâce à un oscilloscope, on relève à la sortie de l'onduleur une différence de phases entre la tension simple v(t) et le courant en ligne i(t) de valeur φ = 25 °.

2.1 - Déterminer la valeur efficace U de la tension composée.

2.2 - Calculer le facteur de puissance du moteur asynchrone.

2.3 - En déduire l'intensité efficace I des courants en ligne appelée par ce moteur.

Dans toute la suite du problème, on admettra que cette intensité I est de 36,6 A.

3 - La résistance mesurée entre deux bornes de phase du moteur asynchrone est R_a = 0,1 Ω.
Quelles sont les pertes par effet joule p_{JS} dans le stator du moteur ?

4 - Les pertes fer statoriques p_{FS} et les pertes mécaniques p_m sont respectivement de p_{FS} = 300 W et p_m = 500 W.

4.1 - À l'aide d'un bilan de puissance, calculer la puissance P_{tr} transmise au rotor et la puissance p_{JR} perdue par effet joule dans le rotor.

4.2 - En déduire la valeur du glissement g du moteur asynchrone.

5 - On souhaite déterminer la fréquence de rotation du moteur.

5.1 - Calculer la fréquence de synchronisme n_s (en tours par minute).

5.2 - En déduire la fréquence de rotation n du moteur (en tours par minute).

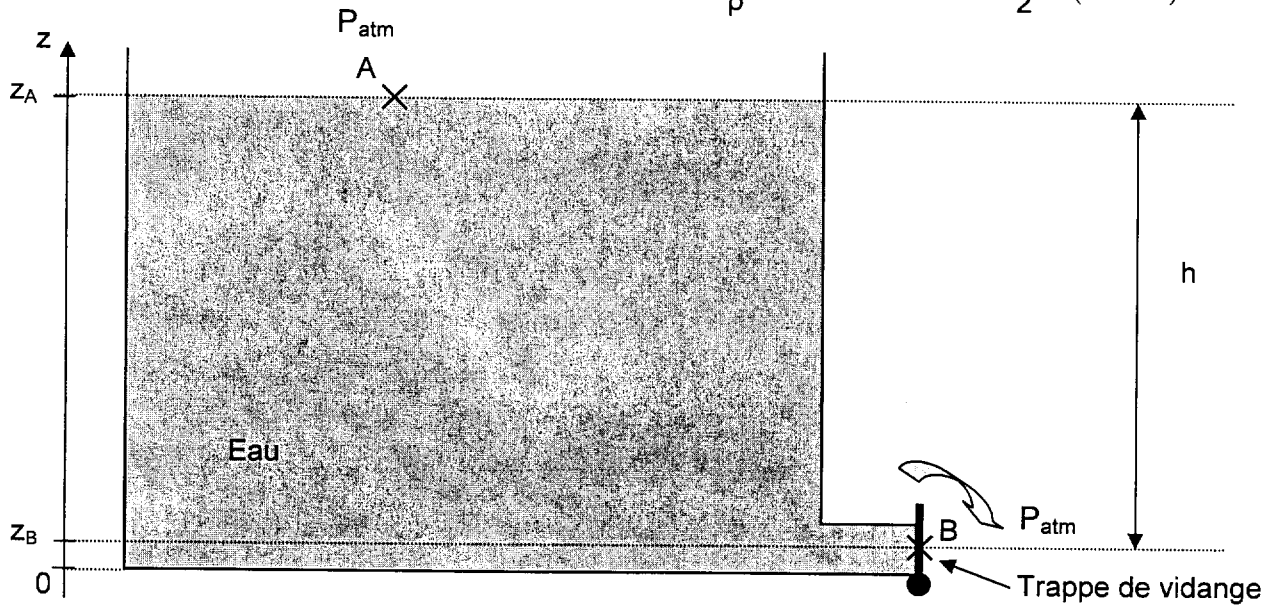
6 - Quel est le type de conversion effectué par l'onduleur ?

25

Problème 3 : vidange d'un réservoir (3 points)

Données :

- Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$;
- Accélération de la pesanteur : $g = 9{,}80\ m.s^{-2}$;
- Dénivellation entre A et B : $h = 2{,}00\ m$;
- Surface de la trappe : $S = 1{,}00 \times 10^{-2}\ m^2$;
- Pression atmosphérique : $P_{atm} = 1{,}00 \times 10^5 Pa$;
- Théorème de Bernoulli pour 1 kg de fluide : $\frac{P_2 - P_1}{\rho} + g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{1}{2} \cdot (v_2^2 - v_1^2) = 0$.



Soit un réservoir ouvert, contenant de l'eau, muni d'une trappe de vidange en B.

1 - Déterminer la pression P_B que l'eau exerce sur la trappe de vidange.

2 - En déduire l'intensité de la force $\overrightarrow{F_B}$ qui s'exerce sur la trappe de vidange au point B.

3 - On ouvre la trappe et on suppose que le réservoir est suffisamment grand pour estimer que le niveau d'eau reste constant.

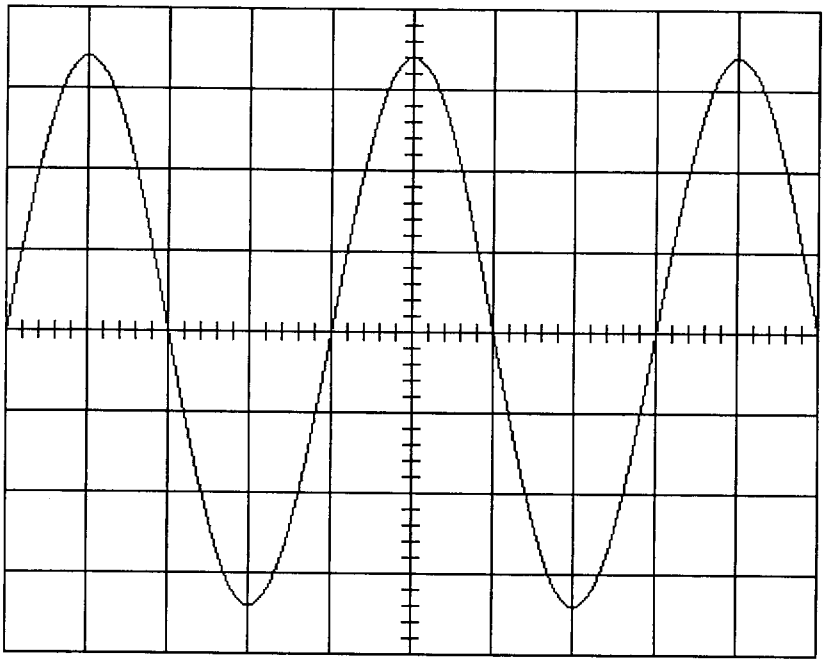
3.1 - En écrivant le théorème de Bernoulli entre les points A et B, montrer que la vitesse v d'écoulement de l'eau s'écrit $v = \sqrt{2.g.h}$ à l'ouverture de la trappe.
En déduire sa valeur numérique.

3.2 - Déterminer le débit volumique Qv du fluide au point B à l'ouverture de la trappe.

26

Problème 4 : transformateur monophasé (3 points)

A l'aide d'un oscilloscope, on a relevé l'allure en fonction du temps de la tension $u_2(t)$ délivrée par le secondaire d'un transformateur supposé parfait :



Calibres :

voie A
10 V/carreau

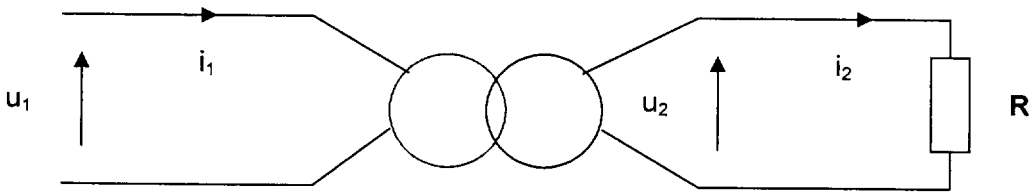
balayage
5 ms/carreau

1 - À partir de l'oscillogramme précédent, déterminer la période de la tension $u_2(t)$ au secondaire du transformateur. En déduire la fréquence f de cette tension.

2 - À partir de l'oscillogramme précédent, déterminer la valeur maximale U_{2M} et la valeur efficace U_2 de la tension $u_2(t)$ au secondaire du transformateur.

3 - Le rapport de transformation étant égal à m = 0,04, que vaut la valeur efficace U_1 de la tension $u_1(t)$ au primaire du transformateur ?

4 - Le secondaire du transformateur alimente une résistance R = 20 Ω.



Calculer la valeur efficace I_2 de l'intensité du courant $i_2(t)$ au secondaire puis l'intensité efficace I_1 du courant $i_1(t)$ au primaire du transformateur supposé parfait.