

## BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

### REALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNES

#### 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.*

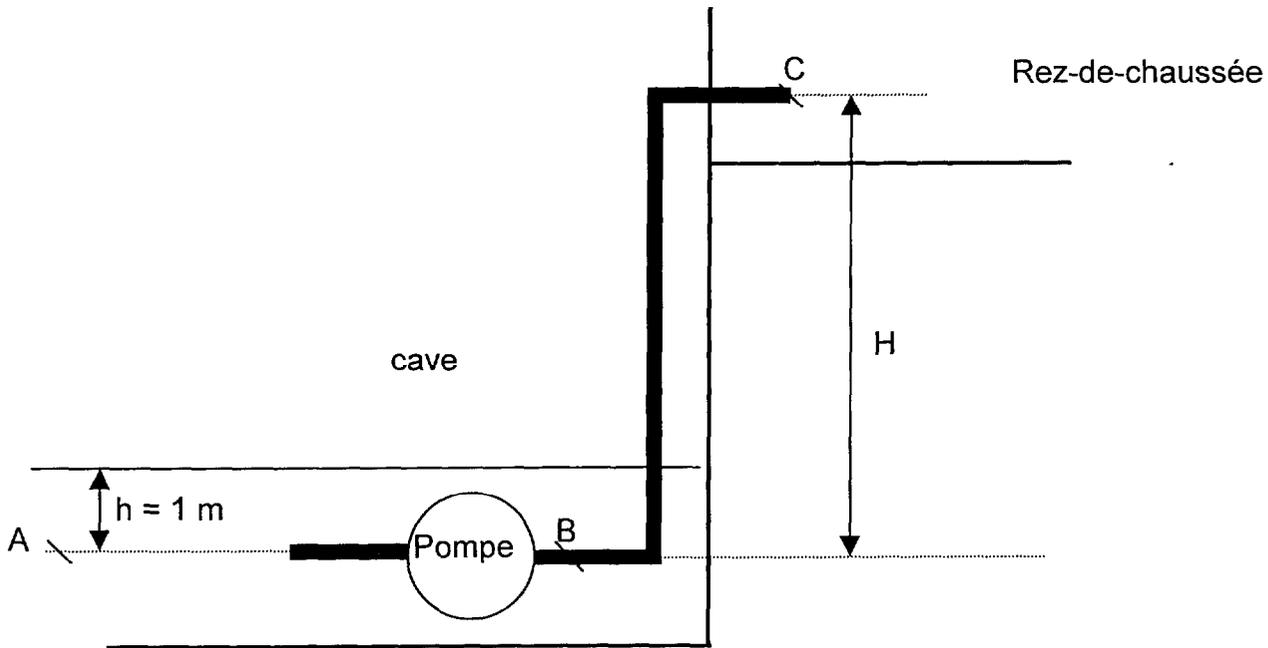
- Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*
- Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les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

## SCIENCES PHYSIQUES

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

### A : MECANIQUE DES FLUIDE (5 points)

Une pompe immergée de puisage est utilisée comme vide-cave. Elle est représentée sur le schéma ci-dessous.



Ses caractéristiques sont les suivantes :

- puissance utile :  $P_u = 220 \text{ W}$  ;
- débit volumique :  $Q_v = 7200 \text{ L/h}$  ;
- section constante du tuyau de refoulement :  $S = 7 \text{ cm}^2$  ;
- les pertes de charges en ligne dans les tuyaux sont négligeables. Chaque coude entraîne une perte de charge  $J_{\text{coude}} = -1,5 \text{ J/kg}$ .

On donne :

- la pression statique en C est la pression atmosphérique  $P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  ;
- la masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  ;
- l'intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- la relation de Bernoulli :  $\frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) + g(z_2 - z_1) + \frac{1}{\rho}(p_2 - p_1) = W_{12} + J_{12}$ .

### 1 - STATIQUE DES FLUIDES

Au début du pompage le niveau d'eau dans la cave est à la hauteur de  $h = 1 \text{ m}$  au-dessus de l'axe du tuyau de pompage.

- 1.1 - Montrer que la pression absolue au point A au niveau de l'axe du tuyau de pompage vaut  $P_A = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .
- 1.2 - Calculer le diamètre  $d$  du tuyau.

## 2 - DYNAMIQUE DES FLUIDES

- 2.1 - Calculer le débit massique  $Q_m$  de la pompe (l'exprimer en unité du système international).
- 2.2 - A partir de la puissance de la pompe et du débit, calculer le travail  $W_{AB}$  que doit fournir la pompe, pour faire circuler **un kilogramme** d'eau entre A et B.
- 2.3 - Quelle est la vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite à la sortie de la pompe (en B) ?
- 2.4 - La pression statique de l'eau en B étant de  $2,16 \times 10^5$  Pa, calculer la hauteur de relevage H de cette pompe en appliquant la relation de Bernoulli.

## B : THERMODYNAMIQUE (5 points)

### Données :

Constante des gaz  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Les chaleurs molaires sont données dans le tableau ci-dessous :

	Gaz monoatomiques	Gaz diatomiques
$C_v$ en $\text{J. mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,	$C_v = \frac{3}{2} \times R$	$C_v = \frac{5}{2} \times R$
$C_p$ en $\text{J. mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,	$C_p = \frac{5}{2} \times R$	$C_p = \frac{7}{2} \times R$

Le dioxygène  $O_2$  un gaz diatomique.

Pour une **transformation isochore** (à volume constant) :  $Q = n.C_v. \Delta T$  et  $W = 0$ .

Pour une **transformation isobare** (à pression constante) :  $Q = n.C_p \Delta T$  et  $W = -p\Delta V$ .

1 - L'équation d'état des gaz parfaits s'écrit :  **$p.V = n.R.T$** .

Donner la signification des grandeurs utilisées dans cette relation ainsi que leurs unités dans le système international.

2 - Une bouteille métallique de dioxygène  $O_2$  de contenance  $V_1 = 30$  litres, contient ce gaz supposé parfait, à la pression  $p_1 = 2. 10^7$  Pa et à la température  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$  (état 1). Soit  $T_1$  sa température absolue telle que  $T_1 = 273 + \theta_1$ .

Calculer le nombre de moles de molécules  $n_1$  de dioxygène contenu dans cette bouteille.

3 - La température de la bouteille augmente et est maintenant  $\theta_2 = 40^\circ\text{C}$  (état 2). La pression vaut  $p_2$  et la température absolue  $T_2$ .

3.1 - Ecrire la relation entre  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $T_1$  et  $T_2$ .

3.2 - Calculer la nouvelle pression  $p_2$  dans la bouteille.

3.3 - Calculer la variation de l'énergie interne  $\Delta U$  du dioxygène contenu dans la bouteille, dans la transformation de l'état 1 à l'état 2.

### C : ELECTRICITE (10 points)

#### 1 - ETUDE D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU (5 points)

La plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation indépendante comporte les indications nominales suivantes :

- Fréquence de rotation : 1500 tr/min.
- Puissance utile : 3,0 kW.
- Tension d'alimentation d'induit :  $U_i = 220V$ .
- Intensité du courant induit  $I_i = 15 A$ .
- Tension d'alimentation inducteur :  $U_e = 220V$ .
- Intensité du courant d'excitation  $I_e = 1,5 A$ .
- Résistance d'induit  $R_i = 1,0 \Omega$ .

1.1 - Donner un schéma équivalent du moteur, en précisant les conventions d'orientation (courant et tension). En déduire la relation entre  $U_i$ ,  $I_i$ , et  $E$  (force contre électromotrice du moteur).

1.2 - Calculer la valeur nominale de  $E$ .

1.3 - En régime nominal calculer :

1.3.1 - la puissance électrique absorbée par le moteur et le rendement de celui-ci ;

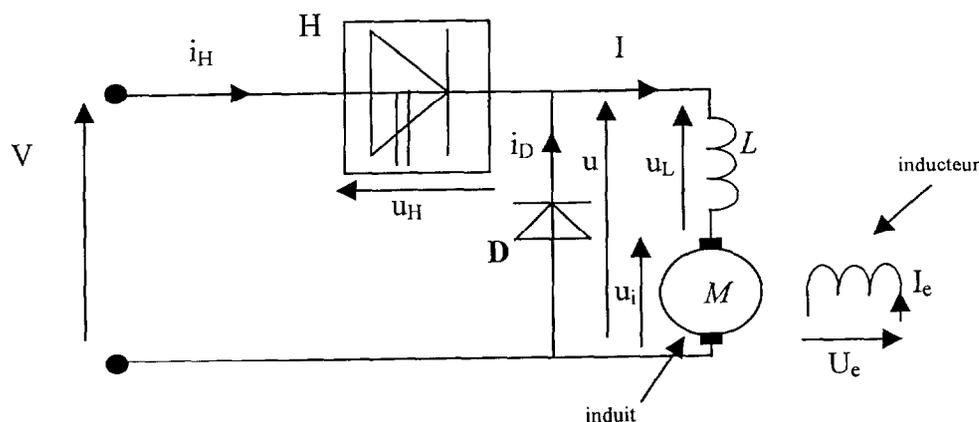
1.3.2 - le moment du couple électromagnétique.

1.4 - On maintient le courant d'excitation à sa valeur nominale.

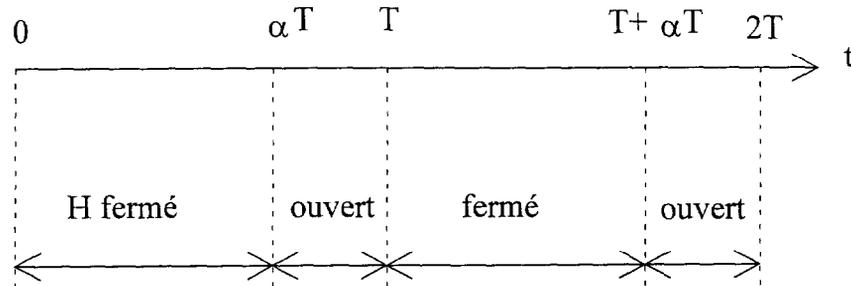
Le fonctionnement de ce moteur se faisant à charge constante, montrer que le moment du couple électromagnétique  $T_{em}$  est proportionnel à l'intensité du courant induit  $I_i$  :  $T_{em} = k \cdot I_i$ .

1.5 - La charge diminue : le moment du couple électromagnétique prend maintenant la valeur  $T_{em} = 15 N.m$ . Calculer la nouvelle intensité du courant induit.

#### 2 - ALIMENTATION DE L'INDUIT DU MOTEUR A COURANT CONTINU PAR UN HACHEUR (5 points)



H représente un interrupteur commandé dont le fonctionnement est décrit par le chronogramme ci-dessous :  
(la fréquence de fonctionnement de la commande du hacheur est  $f = 500 \text{ Hz}$ ).



M est le moteur précédemment étudié fonctionnant à couple constant.

D est une diode idéale. L est une inductance suffisamment grande pour que l'intensité du courant puisse être considérée comme constante  $I = 15 \text{ A}$ .

V est la tension délivrée par une source continue  $V = 300 \text{ V}$ .

2.1 - Calculer la période du hacheur.

2.2 - Pour  $\alpha = 0,3$  calculer numériquement la durée de fermeture  $\alpha T$  de H.

2.3 - Représenter sur le document réponse  $u(t)$ ,  $u_H(t)$ , et  $i_D(t)$ .

2.4 - Donner l'expression de la valeur moyenne de  $u(t)$  en fonction de V et de  $\alpha$ . En déduire l'intérêt d'alimenter l'induit d'un moteur à courant continu par l'intermédiaire du hacheur.

2.5 - Quelle valeur doit-on donner à  $\alpha$ , pour que le moteur précédent fonctionne dans les conditions nominales ?

DANS CE CADRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option\* : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le : \_\_\_\_\_ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

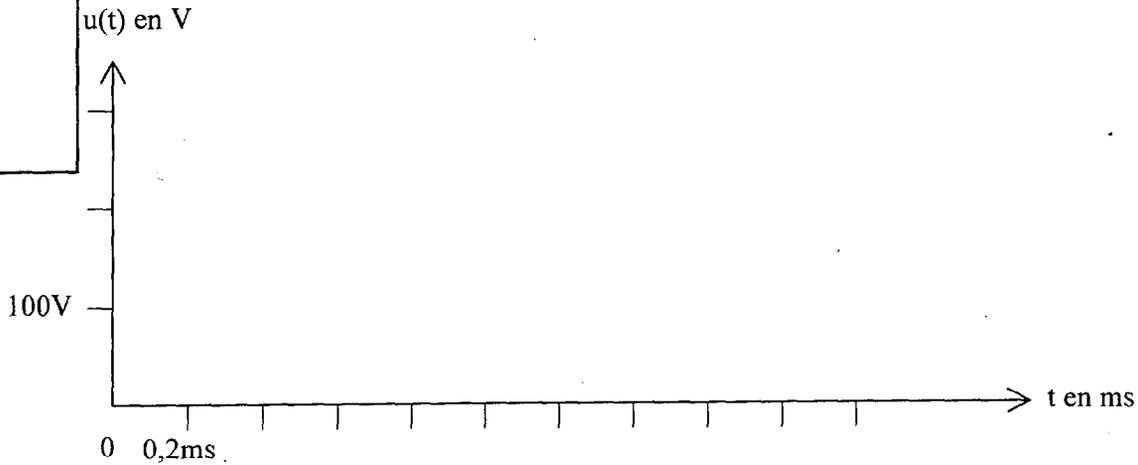
\* Uniquement s'il s'agit d'un examen

Repère : ROPHY Session : 2004  
Page : 5/5

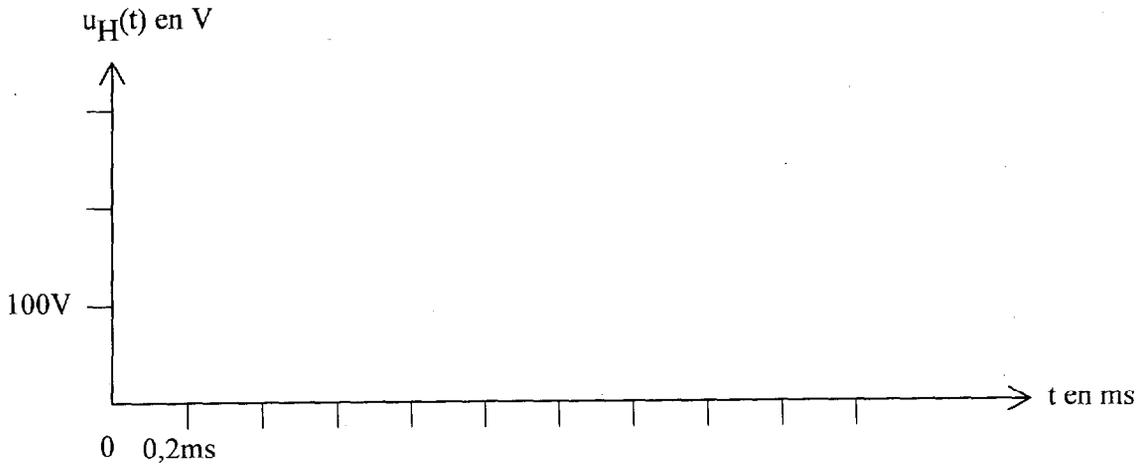
Durée : 2 H  
Coefficient : 2

**FEUILLE ANNEXE  
A RENDRE AVEC LA COPIE**

**Tension instantanée aux bornes de la charge ( induit du moteur)**



**Tension instantanée aux bornes du hacheur**



**Intensité instantanée dans la diode D**

