

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉTUDE ET RÉALISATION D'OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES MATÉRIAUX

SCIENCES PHYSIQUES

Durée 2 heures

coefficient 2

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte : 3 pages numérotées de 1/3 à 3/3.*

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront de façon
appréciable dans l'évaluation des copies.*

CALCULATRICE AUTORISÉE

*Sont autorisées 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'imprimantes.*

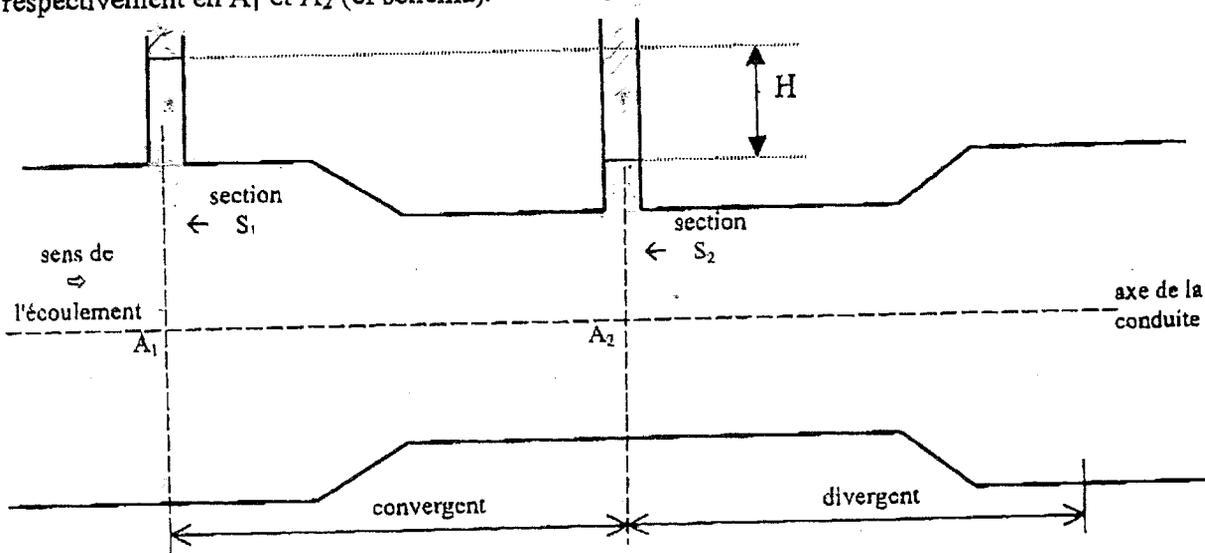
*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance,
il peut la remplacer par une autre.
Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la
consultation des notices fournies par les constructeurs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

EXERCICE I : TUBE DE VENTURI (8 points)

Un tube de venturi est constitué d'un convergent et d'un divergent que l'on intercale dans une conduite où circule un fluide de masse volumique ρ dont on veut mesurer le débit volumique q_v . Sur ce tube sont prévues deux prises de pression. Chacun des tubes, servant à mesurer la pression, est relié à une branche d'un manomètre différentiel sur lequel on lit une dénivellation H .

L'objectif de ce problème est d'établir la relation entre H et le débit volumique du fluide q_v ; nous supposons le fluide parfait et incompressible et l'écoulement permanent.

S_1 et S_2 sont les sections droites de la conduite à l'endroit des prises de pression; par hypothèse $S_1 > S_2$; V_1 et V_2 sont les vitesses du fluide respectivement en A_1 et A_2 ; P_1 et P_2 sont les pressions du fluide respectivement en A_1 et A_2 (cf schéma).



- 1) Etablir la relation reliant V_2 à V_1 , S_1 et S_2 ; comparer V_2 et V_1 .
- 2) On rappelle l'expression du théorème de Bernoulli :

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gz = \text{constante}$$

Le tube de Venturi étant disposé horizontalement, écrire le théorème de Bernoulli entre A_1 et A_2 , puis établir l'expression de $(P_1 - P_2)$ en fonction de ρ , V_1 et V_2 . En utilisant le 1), comparer P_1 et P_2 .

- 3) Le fluide s'écoulant de façon permanente et son débit volumique étant noté q_v , en déduire l'expression de $(P_1 - P_2)$ en fonction de ρ , q_v , S_1 et S_2 .

4) La mesure de $(P_1 - P_2)$ est faite avec un manomètre différentiel contenant de l'eau. Exprimer $(P_1 - P_2)$ en fonction de H , g (accélération de la pesanteur), et ρ_{eau} , la masse volumique de l'eau. Indiquer l'unité dans laquelle s'exprime chacune de ces grandeurs.

- 5) En identifiant les expressions obtenues aux questions, 3 et 4, montrer que $H = k \cdot q_v^2$ et déterminer l'expression de k en fonction de ρ , ρ_{eau} , g , S_1 et S_2 .

Indiquer l'unité de chacune des grandeurs.

6) Application Numérique :

masse volumique du fluide : $\rho = 900 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3}$

rapport des sections : $S_1/S_2 = 2$

diamètre de la section : $D_1 = 60 \text{ mm}$

accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

On mesure $H = 10 \text{ mm}$; calculer k . En déduire le débit volumique q_v du fluide.

EXERCICE II : MOTEUR A COURANT CONTINU (7points)

Sur la plaque signalétique d'un moteur à courant continu à excitation indépendante, on lit les indications suivantes :

$$\text{Induit : } U_N = 220\text{V ; } I_N = 15\text{A}$$

$$\text{Inducteur : } i_{\text{exc}} = 0,75\text{A}$$

$$n_N = 1500\text{tr/min}$$

On mesure la résistance de l'induit : $R = 0,8\Omega$.

Soient U la tension d'alimentation de l'induit, I le courant circulant dans l'induit et E la f.e.m. de la machine.

On alimente l'induit sous une tension variable ; l'intensité du courant d'excitation reste constante. Les pertes autres que celles par effet Joule sont négligées, et on assimile donc le couple électromagnétique T au couple utile.

- 1) a) Donner le schéma électrique du modèle équivalent de l'induit du moteur. Ecrire la relation reliant U , E , R et I .
b) Donner alors l'expression de I en fonction de la tension d'alimentation U de l'induit et de la fréquence de rotation n en tours par seconde.
- 2) Au fonctionnement nominal, calculer k constante de vitesse telle que $E=k.n$ (n état exprimée en tr.s^{-1})
- 3) Au fonctionnement nominal, calculer K constante de couple telle que $T=K.I$
- 4) En utilisant les questions 1,2 et 3, montrer qu'une relation entre T (en N.m), U (en V) et n (en tr.s^{-1}) peut alors s'écrire sous la forme :
$$T=1,66.U-13,8.n$$
- 5) Le moteur entraîne une charge dont le montant du couple résistant T_r est constant et égal à 20N.m . La tension d'alimentation d'induit est de 150V .

a) calculer la fréquence de rotation du moteur

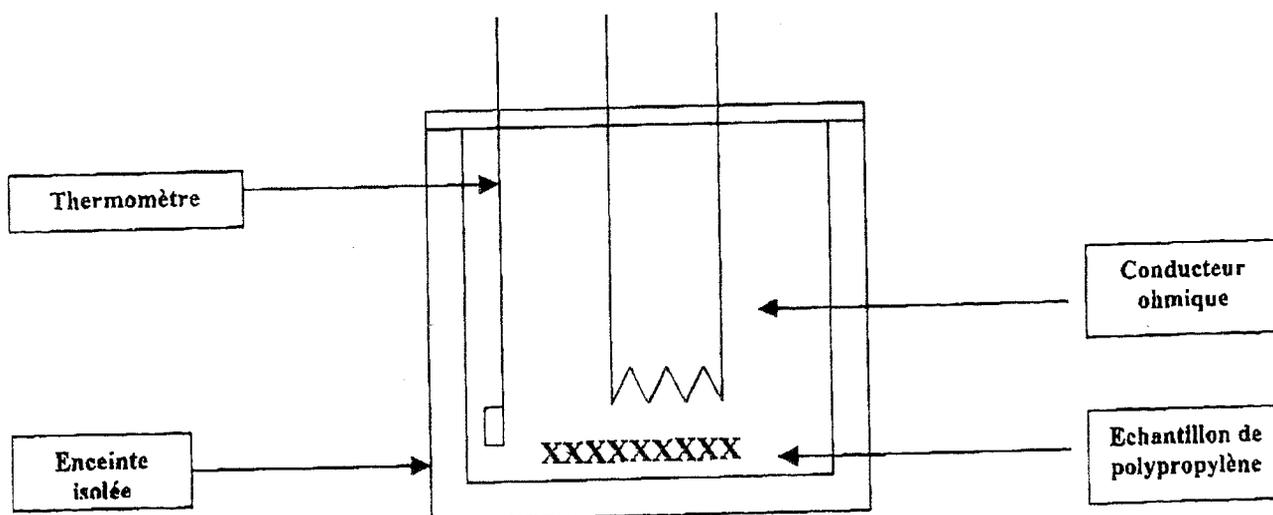
b) quelle est la puissance P_u fournie par le moteur à sa charge ?

EXERCICE III : MESURE D'UNE CAPACITE THERMIQUE MASSIQUE (5 points)

On se propose de mesurer la capacité thermique massique d'un polypropylène (PP).

L'appareil de mesure utilisé est un calorimètre qui fonctionne à pression constante. Le système est parfaitement isolé.

Schéma du montage



Le conducteur ohmique placé dans le calorimètre est un fil métallique de résistance $R=2\Omega$.

- 1) Quelle est la quantité d'énergie électrique Q apportée par le conducteur ohmique dans le calorimètre s'il est parcouru par un courant d'intensité $I=2,8A$ pendant une durée $\Delta t=90s$.
- 2) On place $m=50,0g$ de polypropylène dans le calorimètre à une température initiale $\theta_0 = 15,0^\circ C$.
Après un apport d'énergie $Q=1,4kJ$, la température à l'intérieur du calorimètre rempli d'air se stabilise à $\theta_e = 28,0^\circ C$.
 - a) Calculer Q_1 , quantité de chaleur absorbée par le calorimètre et ses accessoires, si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires est $C=18J.K^{-1}$.
 - b) Etablir une relation entre Q , Q_1 , et Q_2 (quantité de chaleur absorbée par l'échantillon).
 - c) Calculer la capacité thermique massique C_p de ce polypropylène.
- 3) On fournit la même quantité de chaleur à deux échantillons de masses identiques, l'un en polypropylène et l'autre en acier : déterminer qualitativement l'échantillon dont la température s'élève le plus.
Donnée : capacité thermique massique de l'acier : $c_a = 0,45kJ.kg^{-1}.K^{-1}$.