

## BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR REALISATION D'OUVRAGES CHAUDRONNES

### SCIENCES PHYSIQUES

#### **L'usage de la calculatrice est autorisé.**

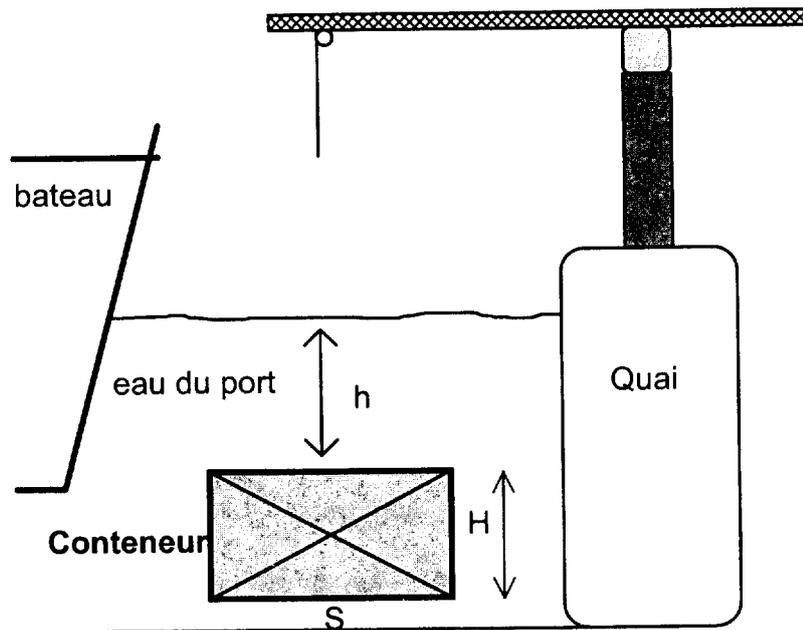
*Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.*

- *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.

Dans un port, une grue vide la cargaison d'un bateau de pêche et laisse tomber à l'eau un conteneur frigorifique de forme parallélépipédique. Celui-ci se retrouve, à un instant donné, immergé dans l'eau comme le montre la coupe du port sur la figure ci-dessous.



Les caractéristiques du conteneur sont les suivantes :

- hauteur :  $H = 3 \text{ m}$  ;
- aires des faces supérieure et inférieure :  $S = 10 \text{ m}^2$  chacune ;
- masse :  $M = 43\,000 \text{ kg}$  ;
- la surface supérieure du conteneur se trouve, à cet instant, à une profondeur  $h$  sous la surface de l'eau telle que  $h = 5 \text{ m}$  ;
- la température intérieure du conteneur est  $\theta_c = -18^\circ\text{C}$ .

Caractéristiques générales :

- masse volumique de l'eau du port :  $\rho = 1030 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;
- accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;
- pression atmosphérique :  $P_0 = 1,0\cdot 10^5 \text{ Pa}$  ;
- la température de l'eau est  $\theta_e = +13^\circ\text{C}$ .

## A : STATIQUE DES FLUIDES (7 points)

### 1 - Pressions statiques

1.1)

a) Exprimer la pression  $P_1$  s'exerçant sur la surface supérieure du conteneur en fonction de la pression atmosphérique  $P_0$ , de l'accélération de la pesanteur  $g$ , de la masse volumique  $\rho$  de l'eau du port et de la hauteur  $h$ .

Calculer  $P_1$ .

b) En déduire la norme de la force  $\vec{F}_1$  s'exerçant sur cette surface.

1.2)

a) Exprimer la pression  $P_2$  s'exerçant sur la surface inférieure du conteneur en fonction de la pression atmosphérique  $P_0$ , de l'accélération de la pesanteur  $g$ , de la masse volumique  $\rho$  de l'eau du port et des hauteurs  $h$  et  $H$ .

Calculer  $P_2$ .

b) En déduire la norme de la force  $\vec{F}_2$  s'exerçant sur cette surface.

1.3) Les forces s'exerçant sur les parois latérales se compensent. Calculer alors la résultante  $\vec{F}$  des forces de pression s'exerçant sur le conteneur.

### 2 - Poussée d'Archimède

2.1) Calculer le volume du conteneur.

2.2) Calculer les intensités des forces suivantes :

a) poids du conteneur  $\vec{P}$  ;

b) poussée d'Archimède  $\vec{F}_A$  s'exerçant sur le conteneur.

2.3) Représenter ces 2 vecteurs-force au point G sur le document-réponse.

Echelle : 1cm  $\leftrightarrow$  10<sup>5</sup> N.

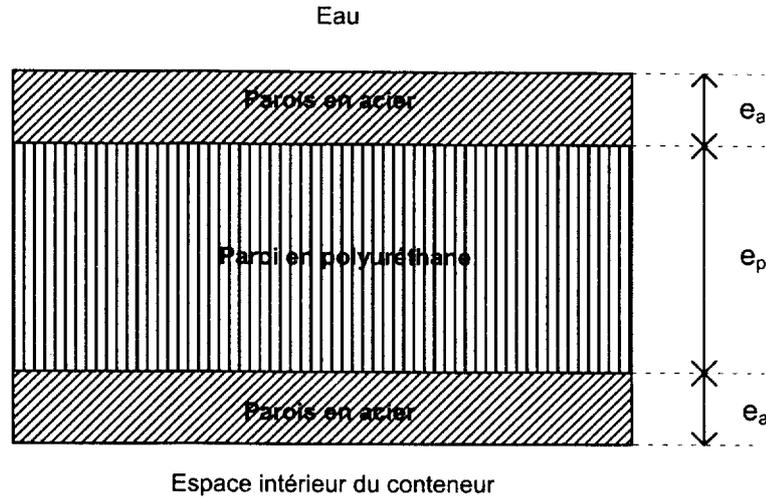
2.4) Construire la résultante  $\vec{F}_R$  qui s'appliquent des forces au conteneur.

2.5) Où, finalement, va se retrouver le conteneur : au fond de l'eau ou en surface ? Justifier.

**B : THERMODYNAMIQUE (4,5 points)**

La figure ci-dessous représente la coupe d'une paroi du conteneur frigorifique. Celle-ci est composée de :

- deux couches d'acier d'épaisseur respective  $e_a = 1 \text{ cm}$  ;  
le coefficient de conductivité thermique de l'acier est  $\lambda_a = 44,1 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$  ;
- une couche de polyuréthane d'épaisseur  $e_p = 4 \text{ cm}$  ;  
le coefficient de conductivité thermique du polyuréthane est  $\lambda_p = 0,025 \text{ W.m}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .



- 1 - Calculer les résistances thermiques  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  des trois couches de la paroi du conteneur.
- 2 - En déduire la résistance thermique totale  $R_{\text{tot}}$  de cette paroi.
- 3 - Déterminer le coefficient de transmission thermique  $K$  de la paroi. Préciser son unité.
- 4 - Calculer la puissance thermique  $P_{\text{th}}$  transmise par l'eau au conteneur à travers sa surface supérieure.

On donne :

- la formule de la résistance thermique d'une couche de paroi :  $R = \frac{e}{\lambda}$  ;
- la formule de la résistance thermique totale :  $R_{\text{tot}} = \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i}$  ;
- le coefficient de transmission thermique :  $K = \frac{1}{R_{\text{tot}}}$  ;
- la température de l'eau :  $\theta_e = + 13^\circ\text{C}$  ; température intérieur du conteneur :  $\theta_c = - 18^\circ\text{C}$  ;
- la loi de Fourier :  $P_{\text{th}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = K.S.\Delta\theta$ .

**C : ELECTRICITE (8 points)**

Le conteneur ayant tendance à couler, une grue est chargée de le remonter à la surface de l'eau et de le déposer sur le quai. Cette grue est entraînée par un moteur asynchrone dont la plaque signalétique indique :

400 V / 690 V ; 50 Hz ; 1445 tr.min<sup>-1</sup> ; 4 pôles.

Ce moteur est alimenté par un réseau triphasé 400 V / 690 V ; 50 Hz.

- 1 - Indiquer le couplage à réaliser pour que le moteur fonctionne dans les bonnes conditions.  
Justifier la réponse.
- 2 - Fonctionnement nominal du moteur dont la valeur du glissement est  $g = 0,037$ .
  - 2.1) Déterminer la fréquence de rotation de synchronisme  $n_s$ .
  - 2.2) En déduire la fréquence de rotation nominale  $n_n$ .

Sur le schéma de la page 5/5 sont représentées :

- la caractéristique mécanique  $T_u = f(n)$  du moteur (moment du couple en fonction de la fréquence de rotation) ;
- la caractéristique  $T_{re} = f(n)$  du couple résistant s'exerçant sur le moteur lorsque le conteneur est dans l'eau ;
- la caractéristique  $T_{ra} = f(n)$  du couple résistant s'exerçant sur le moteur lorsque le conteneur est dans l'air.

- 3 - Fonctionnement du moteur quand le conteneur est dans l'eau :
  - 3.1) déterminer graphiquement la fréquence de rotation  $n_e$  du moteur ;
  - 3.2) déterminer graphiquement le moment du couple  $T_{ue}$  fourni par le moteur ;
  - 3.3) en déduire la puissance fournie par le moteur.
- 4 - Fonctionnement du moteur lorsque le conteneur est dans l'air :
  - 4.1) déterminer graphiquement la fréquence de rotation  $n_a$  du moteur ;
  - 4.2) déterminer graphiquement le moment du couple  $T_{ua}$  fourni par le moteur ;
  - 4.3) déterminer graphiquement le moment du couple que le moteur doit fournir pour que, dans l'eau, sa vitesse de rotation soit la même que la vitesse de rotation dans l'air calculée à la question 4.1.

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 de \_\_\_\_\_  
**Repère : ROPHY**      **Session : 2005**      **Durée : 2 H**  
**Page : 5/5**      **A RENDRE AVEC LA COPIE**      **Coefficient : 2**

eau du port

Conteneur

