

Brevet de Technicien Supérieur

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

**SCIENCES PHYSIQUES**

*Durée : 2 heures*

*Coefficient : 1,5*

**Calculatrice réglementaire autorisée.**

Calculatrice conformément à la circulaire n° 99-186 du 16/11/1999.

**Tout autre matériel est interdit.**

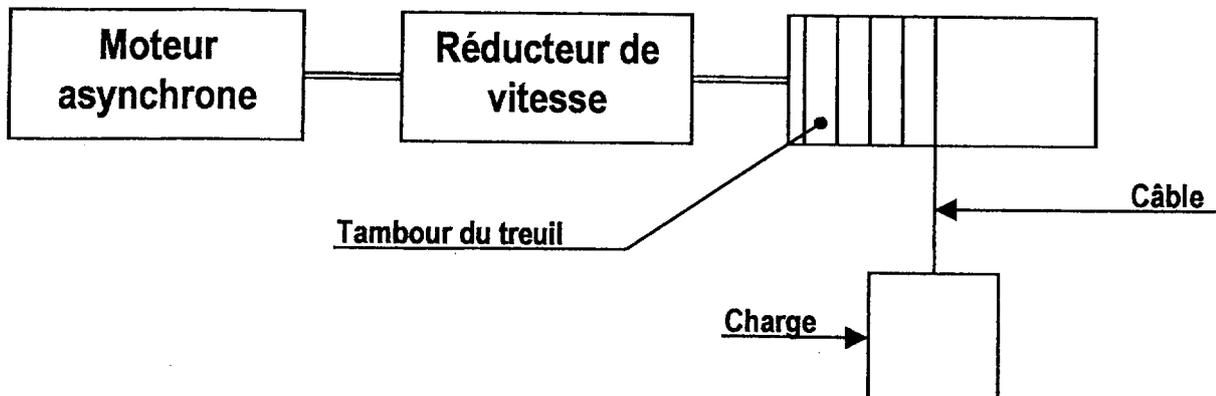


**Avant de composer, le candidat s'assurera que le sujet comporte bien 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.**

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.*

**EXERCICE 1 : Moteur asynchrone et résistance des matériaux (8 points)**

Dans un chantier, un moteur asynchrone triphasé, couplé à un réducteur de vitesse, commande le tambour d'enroulement du câble supportant un monte-charge.



**PARTIE I : Étude du moteur et son réducteur**

Le moteur asynchrone est alimenté par le réseau 230 V / 400 V. Sa plaque signalétique indique :  
 230 V / 400 V ;  $f = 50 \text{ Hz}$  ;  $n = 940 \text{ tr/min}$  ;  $P_u = 8,2 \text{ kW}$  ;  
 $I = 22 \text{ A}$  (courant en ligne) ;  $\cos \varphi = 0,8$ .

- 1)
  - a) Indiquer en justifiant, le couplage des enroulements statoriques.
  - b) Le moteur possède 6 pôles ; déterminer, en tours par minute, la fréquence de synchronisme.
  - c) Déterminer la valeur du glissement.
- 2) Déterminer la puissance absorbée  $P_a$  par ce moteur et en déduire son rendement.
- 3) Calculer le moment du couple utile  $T_u$  de ce moteur.
- 4) À la sortie du moteur précédent, le réducteur permet d'abaisser la vitesse de rotation de l'arbre de transmission à une valeur  $n' = 45 \text{ tr.min}^{-1}$ . La puissance à la sortie du réducteur vaut  $P_s = 7,3 \text{ kW}$ .  
 Calculer le moment du couple résistant  $T_r$  imposé par la charge.

**PARTIE II : Étude des contraintes mécaniques**

Les données utiles sont rassemblées en fin de partie.

- 1) L'arbre de transmission, entre le réducteur et le tambour, modélisé par une poutre de section circulaire  $S$  et de diamètre  $d$ , transmet un couple de moment  $M_t = 1549 \text{ N.m}$ .  
 La résistance élastique au glissement est  $R_{eg} = 180 \text{ MPa}$  ; le coefficient de sécurité est  $s = 3$ .
  - a) Déterminer la résistance pratique au glissement  $R_{pg}$ .
  - b) Déterminer l'expression littérale et la valeur minimale du diamètre  $d$  pour que la condition de résistance  $\tau_{\max} \leq R_{pg}$  soit vérifiée. ( $\tau_{\max}$  : contrainte maximale).

## GAPHYS

- 2) Le monte-charge de masse  $m_1 = 4500 \text{ kg}$  avec son chargement est soulevé par un câble de diamètre  $d = 30 \text{ mm}$ .

Pour la position la plus basse du monte-charge, le câble a une longueur  $L = 30 \text{ m}$ .

- a) Exprimer la masse  $m_2$  du câble déroulé en fonction des données. La calculer et vérifier que la masse totale de la charge est  $m = m_1 + m_2 = 4,65 \text{ t}$ .
- b) À partir de la condition de résistance pour la traction simple, exprimer et calculer le coefficient de sécurité  $s$  du câble lorsqu'il soutient le monte-charge à l'arrêt. ( $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ).

Données :

- Le moment quadratique polaire  $I_0$  pour un cylindre plein :  $I_0 = \frac{\pi d^4}{32}$
- $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$
- Les caractéristiques de l'acier constituant le câble sont :
  - contrainte limite élastique  $R_e = 400 \text{ MPa}$
  - masse volumique  $\rho = 7200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

### EXERCICE 2 : Datation d'une roche par la méthode "potassium-argon" (6 points)

La datation au potassium-argon est une méthode de datation radioactive qui permet de déterminer l'âge d'un échantillon de roches par la mesure des concentrations relatives du couple d'isotopes potassium 40 / argon 40.

Certaines roches volcaniques contiennent du potassium dont l'isotope 40 ( $Z = 19, A = 40$ ) qui se désintègre en donnant l'argon 40 ( $Z = 18 ; A = 40$ ). Au moment de leur formation, ces roches ne contiennent pas d'argon, le potassium 40 disparaît en même temps que l'argon apparaît.

- 1)
- a) Donner la composition des noyaux de potassium 40 et d'argon 40.
- b) Écrire l'équation de désintégration radioactive du potassium 40 en précisant les lois de conservation utilisées.

- 2) L'isotope 40 du potassium se désintègre avec une demi-vie ou période  $t_{1/2} = 1,25 \cdot 10^9 \text{ ans}$ .

Calculer la constante radioactive  $\lambda$  en  $\text{an}^{-1}$  et en  $\text{s}^{-1}$ .

$m = 150 \text{ g}$  et en déduire son activité  $A$ .

- 3) Des mesures au spectromètre de masse ont donné pour cet échantillon de roche

$$\frac{N_{\text{Ar}}}{N_{\text{K}}} = 0,4 \text{ avec } N_{\text{Ar}} : \text{le nombre de noyaux d'argon à la date } t.$$

Déterminer l'âge approximatif de la roche volcanique étudiée (en millions d'années).

Données :

- La loi de décroissance radioactive :  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

## EXERCICE 3 : Pile et produit de solubilité (6 points)

On réalise les deux demi-piles d'oxydoréductions suivantes :

**Demi-pile (1)** : Elle est constituée d'une lame d'argent plongeant dans une solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$ ) de volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  dans laquelle la concentration en ions argent vaut  $[\text{Ag}^+] = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

**Demi-pile (2)** : Elle est constituée d'une lame d'aluminium Al plongeant dans une solution de sulfate d'aluminium ( $2 \text{ Al}^{3+} + 3 \text{ SO}_4^{2-}$ ) de volume  $V_1 = 100 \text{ mL}$  dans laquelle la concentration en ions aluminium vaut  $[\text{Al}^{3+}] = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1) a) Écrire l'équation de dissolution du sulfate d'aluminium solide.  
b) Vérifier que la masse dissoute est de 342 mg.
- 2) En utilisant la relation de Nernst, exprimer puis calculer les potentiels  $E_1$  de la demi-pile (1) et  $E_2$  de la demi-pile (2).
- 3) On constitue une pile en associant les deux demi-piles (1) et (2) par un pont ionique.
  - a) Calculer la f.é.m.  $E$  de la pile au début de son fonctionnement.
  - b) Écrire l'équation de la réaction chimique mise en jeu lorsque la pile débite.
- 4) Dans le but de déterminer le produit de solubilité du sulfate d'argent, composé peu soluble, on réalise :
  - Une demi-pile (3) constituée d'une lame d'argent plongeant dans une solution saturée de sulfate d'argent  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  de volume  $V_3 = 100 \text{ mL}$ .
  - Le résultat de la mesure donne  $E_3 (\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = 0,72 \text{ V}$ .
  - a) Montrer que la concentration en ions  $\text{Ag}^+$  dans la demi-pile (3) a pour valeur  $[\text{Ag}^+] = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
  - b) Écrire l'équation de dissolution du sulfate d'argent dans la demi-pile (3).
  - c) Calculer la concentration des ions sulfates dans la demi-pile (3).
  - d) Donner l'expression littérale, puis calculer, la valeur du produit de solubilité  $K_s$  du sulfate d'argent.

**Données :**

- $\frac{RT}{F} \ln x = 0,06 \log x$
- Masse molaire du sulfate d'aluminium =  $342 \text{ g.mol}^{-1}$
- Potentiels standard d'oxydoréduction :  $E^\circ(\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$  ;  $E^\circ(\text{Al}^{3+} / \text{Al}) = - 1,67 \text{ V}$