

Brevet de Technicien Supérieur

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

SCIENCES PHYSIQUES

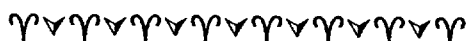
Durée : 2 heures

Coefficient : 1,5

Calculatrice réglementaire autorisée.

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

Tout autre matériel est interdit.

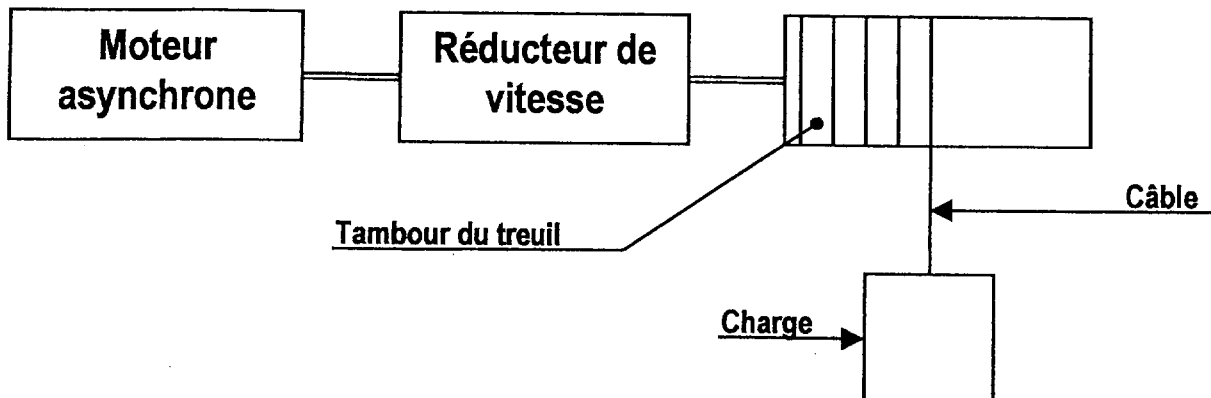


Avant de composer, le candidat s'assurera que le sujet comporte bien 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

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. (τ_{\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 λ en an^{-1} et en 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 Ag_2SO_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 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 g.mol^{-1}
- Potentiels standard d'oxydoréduction : $E^\circ(\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Al}^{3+} / \text{Al}) = - 1,67 \text{ V}$