

Devoir commun de 1^{ère} S – 2006.
Durée 2 h.

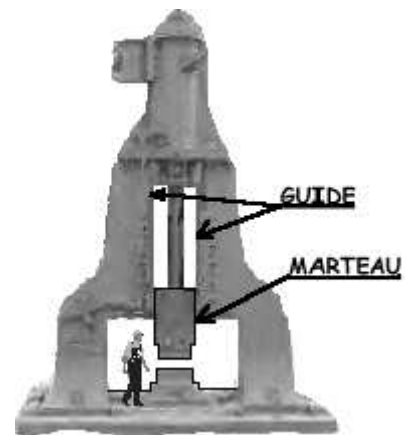
PHYSIQUE (20 points)

Exercice 1. (12 points) Marteau-pilon

Un marteau-pilon est constitué d'une lourde masse cylindrique en fonte de 1,2 tonne, appelée marteau, guidée en translation verticale. Son centre d'inertie se déplace d'une hauteur $h = AB = 1,6$ m (A et B sont respectivement la position la plus basse et la position la plus haute du centre d'inertie). Un câble permet de relever le marteau après chaque utilisation.

Ce dispositif est utilisé pour forger des pièces métalliques à chaud, emboutir des tôles, enfoncer des pieux dans le sol, etc.

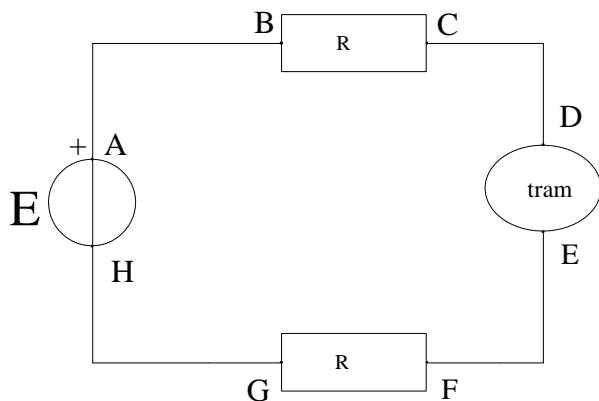
Donnée: $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.



Les trois parties de ce problème sont **indépendantes**.

- A 1.** Préciser les caractéristiques du poids du marteau.
- 2. a)** Donner l'expression la plus générale du travail d'une force F constante lorsque son point d'application se déplace d'un point A à un point B.
- b)** Calculer le travail du poids lors de l'opération de relevage du marteau.
- B 1. a)** Sachant que la cote au point A, le plus bas de la trajectoire, est choisie nulle ($z_A = 0$), donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur du marteau pour une cote z quelconque.
- b)** Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du marteau dans la position haute B.
- 2.** Déterminer la variation d'énergie potentielle du marteau au cours de la descente.
- 3.** Le marteau est abandonné en position haute avec une vitesse initiale nulle. On admet dans cette question que les forces de guidage du marteau dans le tube ne travaillent pas et que la résistance de l'air est négligeable. Quelle propriété caractérise l'énergie mécanique du marteau (somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle) dans ces conditions?
- 4.** Calculer l'énergie cinétique du marteau au bas de sa course ainsi que la valeur de sa vitesse.
- C** En fait la vitesse finale du marteau au point A ne vaut que $3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 1.** Calculer l'énergie cinétique du marteau en fin de course.
- 2.** Calculer la valeur de l'énergie mécanique du marteau :
- a)** lorsqu'il se trouve en position haute
- b)** puis lorsqu'il se trouve en position basse.
- 3.** Calculer la variation d'énergie mécanique entre la position haute et la position basse lors d'une descente.
- 4.** L'ensemble des forces qui s'opposent au mouvement du marteau est représenté par une force unique d'intensité constante f . Calculer f (à justifier, en énonçant par une phrase la propriété utilisée).

Exercice 2. (8 points) Alimentation électrique d'un tram



La ligne électrique d'un tram est alimentée par un générateur de tension de f.é.m. $E = 750\text{V}$, de résistance interne négligeable.

Le tram se trouve à 2 km du générateur. Il est connecté à la ligne par l'intermédiaire de deux perches.

La résistance de chacun des fils d'alimentation est $R = 0,080 \Omega$.

Le dispositif est symbolisé ci-dessus.

1/ Utiliser la loi d'addition des tensions pour exprimer U_{AH} en fonction des autres tensions intervenant dans le circuit.

2/ On précise que le moteur, au régime de fonctionnement de l'étude, peut être considéré comme un dipôle linéaire de force contre-électromotrice (f.c.é.m.) $E' = 540 \text{ V}$, et de résistance interne $r = 0,5 \Omega$. La tension aux bornes du moteur est donnée par la relation $U_{DE} = E' + r \cdot I$, où I désigne l'intensité du courant dans le circuit.

a/ Exprimer U_{BC} en fonction de R et I .

b/ En déduire l'expression de I en fonction des paramètres du circuit et calculer sa valeur numérique.

3/ Une partie de l'énergie électrique (donc de la puissance électrique) fournie au circuit par le générateur, est perdue par effet Joule.

a/ Quelle est l'expression de cette puissance perdue en fonction de R , r et I ?

b/ Faire l'application numérique.

4/a/ Calculer la puissance mécanique du moteur en l'absence de frottement.

b/ Quel serait alors le rendement de l'installation ?

CHIMIE (20 points)

Exercice 3. (10 points)

A/ Pour préparer une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, on dissout du chlorure d'hydrogène gazeux (HCl) dans de l'eau. Le volume de gaz utilisé est de 500 mL, et celui de la solution obtenue de 250 mL.

Données : le volume molaire des gaz est de $25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ dans les conditions de l'expérience.

couples utiles : $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$; HCl / Cl^-

1/ Quelle propriété acido-basique particulière, la molécule d'eau présente-t-elle ?

2/ Ecrire l'équation de la réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau.

3/ Calculer la concentration en ion oxonium H_3O^+ de cette solution.

B/ On possède 250 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium (dont la formule à l'état solide est NaOH) dont la concentration en soluté apporté est $c = 0,050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

1/ Quels sont les ions contenus dans cette solution ?

2/ Quelle est la quantité (en moles) de chacun de ces ions ?

3/ On mélange cette solution avec la solution acide du A/. Donner l'équation de la réaction qui a lieu.

4/ Quelle est la quantité (en moles) d'ions oxonium qui restent après la réaction ?

C/ On donne les conductivités molaires ioniques suivantes avec des notations classiques :

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,5 \text{ mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1} \text{ et } \lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 \text{ mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}.$$

Calculer la conductivité σ d'une solution d'acide chlorhydrique dont la concentration en acide introduit serait de $0,500 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Exercice 4. (10 points) Dosage de l'eau de Tarnier à 0,15%.

L'eau de Tarnier à 0,15% est une solution antiseptique contenant du diiode I_2 . Elle est très peu utilisée comme antiseptique mais reste employée en laboratoire pour des colorations.

On cherche à connaître la quantité de diiode contenue dans cette solution.

I. Solution titrante : le thiosulfate de sodium.

Le thiosulfate de sodium est un solide ionique de formule $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. On prépare une solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire en soluté apporté $c' = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

1. Ecrire l'équation de la réaction de dissolution de ce solide dans l'eau.

Donnée : ion thiosulfate : $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

2. Déterminer la concentration des ions en solution.

II. Réaction de dosage.

1. Ecrire l'équation de la réaction du diiode I_2 et des ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, sachant que les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont : $\text{I}_{2(\text{aq})} / \text{I}^-_{(\text{aq})}$ et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$.

2. Préciser si le diiode joue le rôle d'oxydant ou de réducteur. Justifier la réponse.

III. Protocole expérimental.

Dans un erlenmeyer, on verse un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ d'eau de Tarnier. Dans une burette, on place la solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire en soluté apporté $c' = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Au fur et à mesure que l'on verse la solution titrante, la solution se décolore (elle est initialement brune). Lorsqu'elle devient jaune pâle, on rajoute quelques gouttes d'empois d'amidon, la solution devient bleu foncé. On continue de verser la solution titrante, et lorsque la solution devient incolore, on lit le volume de solution versée : $V_E = 11,8 \text{ mL}$.

1. Pourquoi la solution se décolore-t-elle lorsqu'on ajoute du thiosulfate de sodium ?

2. Pourquoi ajoute-t-on de l'empois d'amidon ?

3. Définir l'équivalence d'un dosage.

4. Etablir le tableau d'avancement de la réaction de dosage. En déduire la concentration c de diiode de l'eau de Tarnier.

IV. Masse de diiode.

Calculer la masse de diiode nécessaire à la préparation de 100 mL de cette eau de Tarnier à 0,15 %.

Donnée : masse molaire atomique de l'iode : $M(\text{I}) = 126,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.