

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 1 h 30

Coefficient : 1

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 4 pages

Dans le cas où un candidat croit détecter une erreur dans l'énoncé, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction, et poursuit en conséquence sa composition. Il prend bien entendu l'entière responsabilité de la correction proposée.

NOTE IMPORTANTE :

Dès que le sujet de l'épreuve vous est remis, assurez-vous qu'il est complet en vérifiant le nombre de pages en votre possession.

Si le sujet est incomplet, demandez-en immédiatement un nouvel exemplaire aux surveillants.

Ce sujet comporte trois exercices indépendants :

Exercice I : CHIMIE

Exercice II : DYNAMIQUE DES FLUIDES

Exercice III : ELECTRONIQUE

EXERCICE I : CHIMIE : 7 POINTS

On sait que le fer est sensible à la corrosion. On examine quelques unes de ses propriétés.

1) Le fer est attaqué par les solutions aqueuses acides.

En présence d'une solution d'acide chlorhydrique diluée (pH de l'ordre de 3 ou 4), il apparaît des ions (fer II) (on notera ces ions : Fe^{2+}) et du dihydrogène H_2 .

Ecrire les demi-équations d'oxydo-réduction correspondant aux transformations du fer en ion (fer II) et de l'ion en H^+ en dihydrogène H_2 .

En déduire l'équation chimique traduisant l'attaque du fer par une solution acide.

2) Le zinc Zn et le cuivre Cu sont deux métaux susceptibles de donner respectivement les ions Zn^{2+} et Cu^{2+} .

On suppose que l'on se place dans des conditions telles que le fer ne peut donner que l'ion (fer II).

a) On construit les piles ($\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} // \text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$) et ($\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$).

Les montages correspondants sont représentés page 2/4.

Dans le premier cas, on lit une tension $U = 0,3 \text{ V}$, le zinc étant le pôle négatif.

Dans le deuxième, on lit $U = 0,7 \text{ V}$, le fer étant le pôle négatif.

Que prouvent ces deux expériences ? Ecrire les demi-équations électroniques qui ont lieu aux électrodes en précisant bien le sens.

Ecrire les équations représentant les réactions chimiques qui ont lieu quand les piles commencent à débiter, c'est-à-dire juste après qu'on ait remplacé le voltmètre par une lampe.

b) Un appareil comme un bateau (ou un tracteur) a une coque en acier susceptible de rester en milieu très humide.

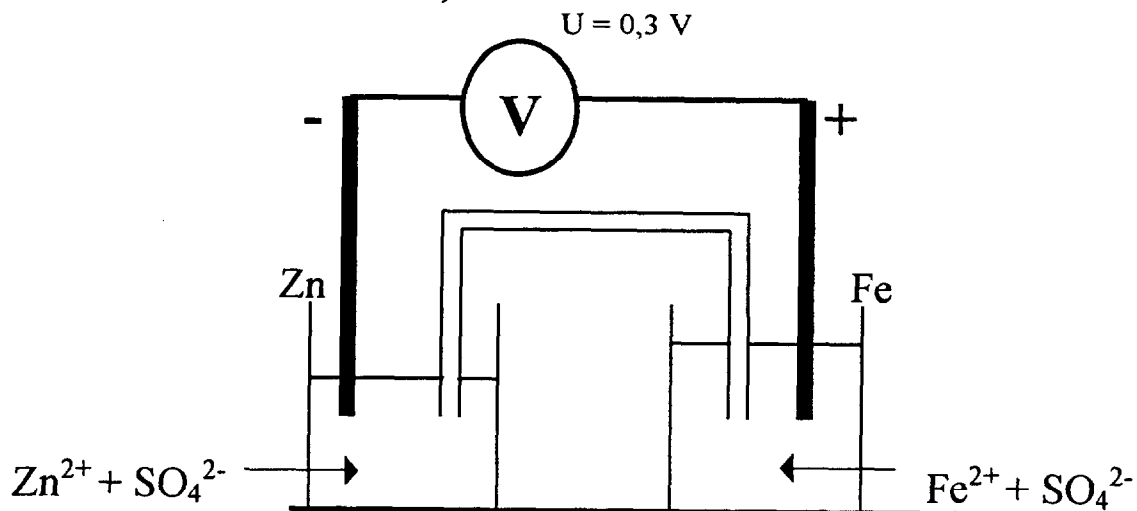
On admet que l'humidité ambiante joue le rôle des électrolytes (solutions de sulfate de fer, de zinc ou de cuivre) et que l'acier se comporte comme le fer.

On veut protéger l'appareil. Va-t-on choisir comme électrode un morceau de zinc ou un morceau de cuivre ? Pourquoi ? Que faut-il faire régulièrement ?

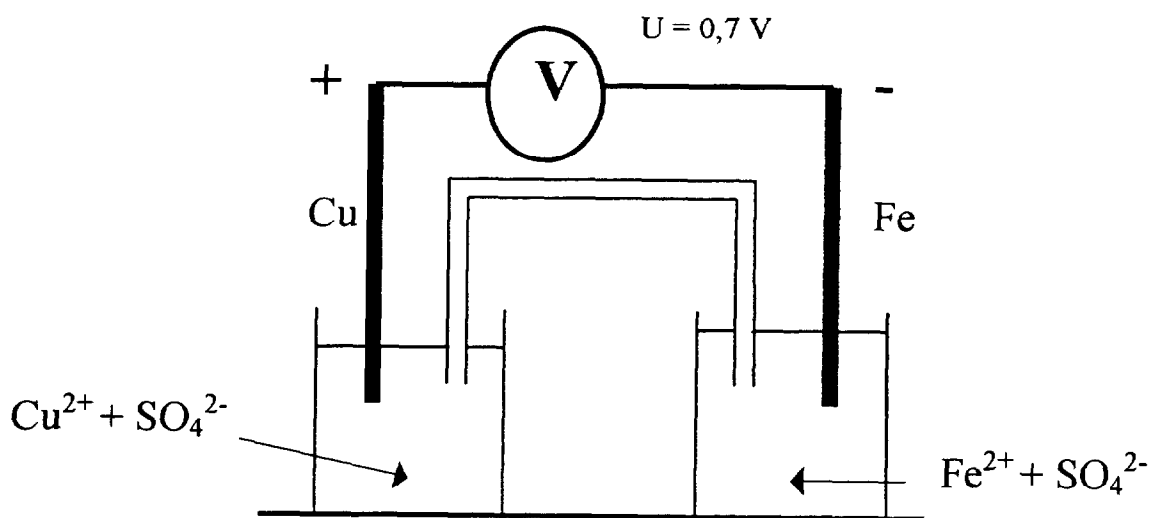
3) On sait que le fer est également protégé lorsqu'il est en milieu très basique (pH compris entre 10 et 13).

On veut renforcer le caractère basique des bétons qui le sont déjà. Quel produit envisageriez-vous d'incorporer au ciment afin que l'armature en acier des bétons armés ne soit pas attaquée ?

Pile (Zn / Zn²⁺ // Fe²⁺ / Fe)



Pile (Fe / Fe²⁺ // Cu²⁺ / Cu)



EXERCICE II : DYNAMIQUE DES FLUIDES : 6 POINTS

Dans une station service, le carburant, de masse volumique $\rho = 750 \text{ kg.m}^{-3}$, est puisé dans une citerne enterrée pour être transféré dans le réservoir du véhicule.

La surface libre du liquide dans la citerne, en communication avec l'atmosphère, est située à 5 m au dessous du niveau du sol. L'entrée du réservoir du véhicule est à 80 cm au dessus du sol et le tuyau de remplissage a pour diamètre 4 cm.

On suppose que, pendant le remplissage, le niveau de la cuve reste constant.

1) Faire un schéma simple de l'installation.

2) Déterminer la puissance de la pompe sachant que 50 L de carburant sont transférés en 2 minutes.

On rappelle la relation de BERNOULLI qu'on écrit entre deux points A et B de l'écoulement d'un fluide incompressible :

$$\frac{1}{\rho} \cdot (p_B - p_A) + g(z_B - z_A) + \frac{1}{2} (v_B^2 - v_A^2) = \frac{P}{q_m}$$

Si on utilise cette relation, on aura soin de préciser sur le schéma les points entre lesquels on l'écrit.

Les notations sont :

p : pression (statique) en A ou en B,

z : altitude par rapport à un niveau 0 de référence arbitraire, par exemple le sol,

v : vitesse moyenne d'écoulement,

P : puissance reçue par le fluide en mouvement de A vers B,

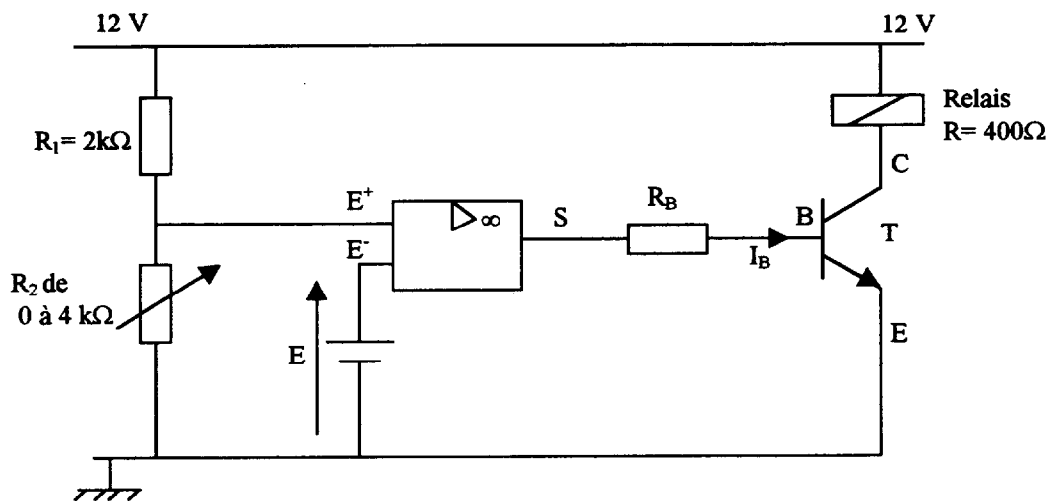
q_m : débit massique ou masse de fluide écoulée en une seconde,

$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$: accélération de la pesanteur.

Toutes les grandeurs sont exprimées en unités du système international SI.

EXERCICE III : ELECTRONIQUE : 7 POINTS

Dans le dispositif de commande d'un relais de résistance $R = 400 \Omega$, on trouve l'élément de circuit suivant :



L'amplificateur opérationnel est supposé parfait, ses tensions de saturation sont :

$$V_{\text{sat}+} = +6 \text{ V} \quad \text{et} \quad V_{\text{sat}-} = 0 \text{ V}$$

Le transistor T a un coefficient d'amplification (en courant) : $\beta = 100$.

A la saturation, on suppose : $U_{\text{CE}} = 0 \text{ V}$: $U_{\text{BE}} = 0,7 \text{ V}$.

Le générateur impose la tension $E = 6 \text{ V}$.

Le principe du montage est que le relais s'enclenche à la saturation de T.

- 1) Quel est le mode de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel ?
- 2) Comment choisir la résistance R_2 pour que le transistor soit passant ?
- 3) Comment choisir la résistance R_B pour que le relais soit enclenché ?