

NOM :

Prénom :

Jeudi 09/05/ 2019

DEVOIR SURVEILLE N°6

1^{ère} S

Chaque réponse devra être rédigée.

Pour ce devoir, voici le conseil de la #TeamPhys : #FaisGaffeATesBadges

Exercice 1 : Panneau solaire (5,25 points)

Un panneau solaire est exposé au soleil de façon à capter le rayonnement solaire. Il est constitué de cellules photovoltaïques qui permettent de réaliser une conversion d'énergie pour produire du courant électrique. Le rendement de cette conversion énergétique est de 20 % en moyenne.

Donnée : coût du kilowattheure 1,0 kWh = 0,10 euro

1. Compléter la chaîne énergétique ci-dessous en indiquant la nature de chaque transfert énergétique :

0,75



2. Ce panneau solaire est utilisé en générateur électrique, il a une puissance électrique égale à 570 W. Calculer la puissance du transfert d'énergie reçue.

1,5

3. Pour 1,0 m² de panneau solaire, la puissance du transfert d'énergie reçue vaut 1,0 kW pour un ensoleillement optimum.
Calculer la surface de panneau nécessaire pour obtenir ce générateur électrique de 570 W.

1

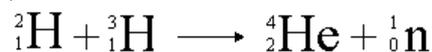
4. Ce générateur électrique fonctionne en moyenne pendant 3,0 h par jour sur une année avec l'ensoleillement optimum.
Quelle économie sur la facture d'électricité fait-on sur une année en utilisant ces panneaux ?

2

Exercice 2 : Contrôler la fusion nucléaire (3 points)

Le 28 juin 2005, le site de Cadarache (dans les bouches du Rhône) a été retenu pour l'implantation du projet international de fusion nucléaire ITER.

La fusion de deux noyaux légers en un noyau plus lourd est un processus qui libère de l'énergie. C'est le cas lors de la formation d'un noyau « d'hélium 4 » à partir de la réaction entre le deutérium et le tritium. On récupère une quantité d'énergie de quelques mégaelectronvolts, suivant la réaction :



Données :

- masse du neutron : $m(\text{n}) = 1,674927 \cdot 10^{-27}$ kg
- masse du proton : $m(\text{p}) = 1,672622 \cdot 10^{-27}$ kg
- masse d'un noyau de deutérium : $m({}^2\text{H}) = 3,344497 \cdot 10^{-27}$ kg
- masse d'un noyau de tritium : $m({}^3\text{H}) = 5,008271 \cdot 10^{-27}$ kg
- masse d'un noyau d'« hélium 4 » : $m({}^4\text{He}) = 6,646483 \cdot 10^{-27}$ kg
- perte de masse lors de la réaction de fusion des noyaux du deutérium et du tritium : $|\Delta m| = 3,1358 \cdot 10^{-29}$ kg
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹
- 1,00 eV = $1,60 \cdot 10^{-19}$ J

1. Donner l'expression de la perte (variation) de masse de cette réaction.

1

2. Donner l'expression de la variation d'énergie de masse correspondant à l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium 4.

0,5

3. Calculer cette énergie libérée.

0,5

4. Ce résultat est-il conforme aux informations de l'énoncé ? Justifier.

1

Exercice 3 : Piles et accumulateurs (9,75 points)

Nous avons en permanence besoin de piles, que ce soit pour les jouets des enfants, pour les baladeurs mp3, pour tous les appareils électriques ou électroniques nomades... Outre leur prix et leur durée de vie assez courte, leur recyclage n'est pas sans poser problème.

Une solution est donc d'utiliser des accumulateurs, appelés également « piles rechargeables ». Ceux-ci peuvent, pour les dernières générations, être rechargés un millier de fois ; ils ont donc une durée de vie nettement supérieure à celle des piles jetables. Ils sont parfaitement adaptés aux appareils utilisés régulièrement. Il existe actuellement trois principales sortes d'accumulateurs : les Ni-Cd (Nickel Cadmium), les Ni-MH (Nickel Metal Hydride) et les Li-Ion (Lithium-Ion). De la moins chère à la plus chère, de la plus polluante à la plus écologique.

D'après le site « fiches techniques-piles rechargeables »

Pile nickel-cadmium du laboratoire

La pile nickel-cadmium du laboratoire est constituée de deux demi-piles reliées par un pont salin.

Chaque demi-pile contient 20 mL de solution aqueuse :

- l'une de sulfate de nickel ($\text{Ni}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$)
- l'autre de sulfate de cadmium ($\text{Cd}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$).

Les concentrations molaires effectives des ions de ces solutions aqueuses sont identiques.

Leur valeur est égale à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Chacune, des deux électrodes, a une masse initiale de 2,0 g.

Soit l'équation de fonctionnement de la pile: $\text{Cd}^{2+}_{(aq)} + \text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Cd}_{(s)} + \text{Ni}^{2+}_{(aq)}$

Données : masses molaires : $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(\text{Cd}) = 112,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Quels sont les 2 couples intervenant dans cette pile ?
2. Schématiser et légender la pile avec un ampèremètre (sans préciser ses bornes) mesurant l'intensité du courant débité.
3. Écrire la demi-équation se produisant au niveau de chacune des électrodes. Préciser s'il s'agit d'une réduction ou d'une oxydation.
4. Indiquer sur le schéma le sens des électrons. En déduire celui du courant électrique.
5. Indiquer la polarité de chaque électrode en justifiant vos choix.
6. Exprimer puis calculer les quantités de matière initiales des réactifs de cette pile.
7. Quelle espèce chimique sera responsable de l'arrêt du fonctionnement de cette pile ? Justifier.

1

1,25

2

1

1

2

1,5

Exercice 4 : Equation d'oxydoréduction (2 point)

Ecrire l'équation d'oxydoréduction de la réaction entre les ions chlorure et les ions fer III sachant que les couples d'oxydant-réducteur intervenant sont :

$\text{Cl}_2 \text{ (g)} / \text{Cl}^- \text{ (aq)}$ et $\text{Fe}^{3+} \text{ (aq)} / \text{Fe}^{2+} \text{ (aq)}$.

2

Chers élèves, Mme Marquois est bien triste. Il s'agit du dernier devoir de 1S... mais également le dernier devoir à corriger avec moins d'un demi-siècle d'âge. La #TeamPhys aurait pu parler de son rendement à corriger les copies, de comparer son âge à celui du Soleil ou de pile pour pacemaker... mais la #TeamPhys n'a pas voulu dépasser les bornes (de pile !).

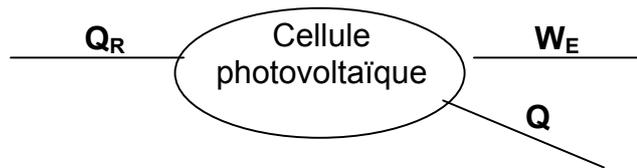
Pour lui remonter le moral, n'hésitez pas à lui envoyer un smiley par la messagerie de l'ENT le 07 août 2019.



Correction du devoir surveillé n°6 (1^{ère} S)

EXERCICE 1 :

1. Compléter la chaîne énergétique ci-dessous en indiquant la nature de chaque transfert énergétique :



2. Ce panneau solaire est utilisé en générateur électrique, il a une puissance électrique égale à 570 W. Calculer la puissance du transfert d'énergie reçue.

Le rendement de conversion η est de 20% donc : $\eta = P_E / P_R = 0,20$

Donc la **puissance reçue P_R par rayonnement** est : $P_R = P_E / \eta = 570 / 0,20 = 2,9 \times 10^3 \text{ W}$

3. Pour 1,0 m² de panneau solaire, la puissance du transfert d'énergie reçue vaut 1,0 kW pour un ensoleillement optimum. Calculer la surface de panneau nécessaire pour obtenir ce générateur électrique de 570 W.

On sait que la puissance reçue par mètre carré est : $P_R (1\text{m}^2) = 1,0 \text{ kW}$ et on veut une puissance reçue pour le générateur : $P_R (\text{générateur}) = 2,9 \times 10^3 \text{ W} = 2,9 \text{ kW}$ donc la surface de panneau nécessaire est : $S = P_R (\text{générateur}) / P_R (1\text{m}^2) = 2,9 / 1,0 = 2,9 \text{ m}^2$

4. Ce générateur électrique fonctionne en moyenne pendant 3,0 h par jour sur une année avec l'ensoleillement optimum. Quelle économie sur la facture d'électricité fait-on sur une année en utilisant ces panneaux ?

L'énergie électrique journalière, fournie par les panneaux photovoltaïques, est :

$$W_E (1 \text{ jour}) = P_E \times \Delta t = 570 \times 3,0 = 1,7 \times 10^3 \text{ Wh} = 1,7 \text{ kWh} \text{ (1 pt)}$$

L'énergie électrique, fournie par les panneaux photovoltaïques, en 1 année est donc :

$$W_E (1 \text{ année}) = W_E (1 \text{ jour}) \times 365,25 = 6,2 \times 10^2 \text{ kWh} \text{ (0,5 pt)}$$

Donc l'économie réalisée, en 1 année, sur la facture d'électricité, est de

$$(W_E (1 \text{ année}) \times \text{Prix(kwh)}) = 6,2 \times 10^2 \times 0,10 = 62 \text{ euros. (0,25 pt)}$$

EXERCICE 2 :

On considère la réaction de fusion traduite par l'équation suivante :

$${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$$

1. Donner l'expression de la variation de masse de cette réaction.

L'expression de la **variation de masse** est :

$$\Delta m = m(\text{produits}) - m(\text{réactifs}) = m({}^4_2\text{He}) + m({}^1_0\text{n}) - m({}^2_1\text{H}) - m({}^3_1\text{H})$$

2. Donner l'expression de la variation d'énergie de masse de cette réaction en fonction de la variation de masse. (0,5 pt)

L'expression de la **variation d'énergie de masse** est : $\Delta E = |\Delta m| \times c^2$

3. Calculer la valeur de l'énergie de masse libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium 4. (0,5 pt)

La variation d'énergie de masse libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium 4 est :

$$\Delta E = |\Delta m| \times c^2 = | - 3,1358 \cdot 10^{-29} | \times (3,00 \cdot 10^8)^2 = 2,82 \times 10^{-12} \text{ J}$$

4. Ce résultat est-il conforme aux informations de l'énoncé ? Justifier

On convertit la variation d'énergie de masse libérée en électronvolts :

$$\Delta E (\text{en eV}) = \Delta E (\text{en J}) / 1 \text{ eV}(\text{en J}) = 2,82 \times 10^{-12} / (1,60 \times 10^{-19}) = 17,6 \times 10^6 \text{ eV} = 17,6 \text{ MeV}$$

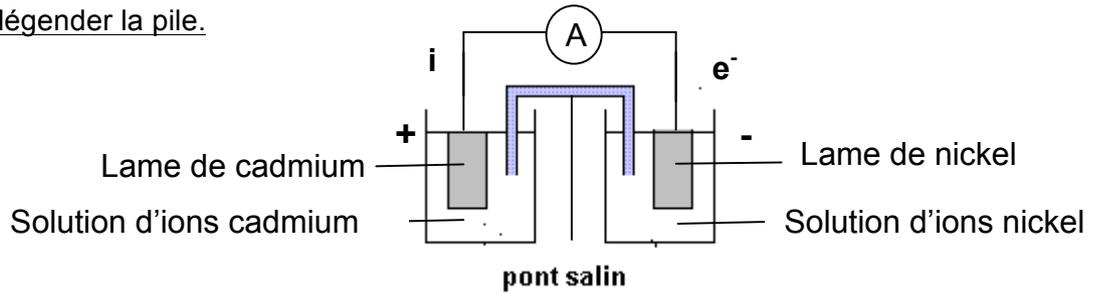
L'énergie libérée, lors de cette fusion, est bien de **quelques mégaelectronvolts !**

EXERCICE 3 : pile nickel-cadmium du laboratoire

1. Quels sont les 2 couples intervenant dans cette pile ?

Les 2 couples intervenant dans cette pile sont : $\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Cd}_{(\text{s})}$ et $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Ni}_{(\text{s})}$.

2. Schématiser et légender la pile.



3. Écrire la demi-équation se produisant au niveau de chacune des électrodes. Préciser s'il s'agit d'une réduction ou d'une oxydation.

Au niveau de la **lame de cadmium**, il se produit une **réduction** : $\text{Cd}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^- = \text{Cd}_{(\text{s})}$

Au niveau de la **lame de nickel**, il se produit une **oxydation** : $\text{Ni}_{(\text{s})} = \text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{e}^-$

4. Indiquer sur le schéma le sens des électrons. En déduire celui du courant électrique.

Sens de déplacement des électrons : e^- Sens conventionnel du courant électrique : i

5. Indiquer la polarité de chaque électrode sur votre schéma en justifiant vos choix.

Il se produit une **réduction** au niveau de la **lame de cadmium** donc cette dernière est la **borne positive (cathode) de la pile** et il se produit une **oxydation** au niveau de la **lame de nickel** donc cette dernière est la **borne négative (anode) de la pile**.

6. Exprimer puis calculer les quantités de matière initiales des réactifs de cette pile.

La **quantité de matière** initiale d'ions cadmium est :
 $n_i(\text{Cd}^{2+}) = [\text{Cd}^{2+}]_i \times V(\text{solution}) = 0,10 \times 20 \times 10^{-3} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

La **quantité de matière** initiale de métal nickel est :
 $n_i(\text{Ni}) = m_i(\text{Ni}) / M(\text{Ni}) = 2,0 / 58,7 = 3,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$

7. Quelle espèce chimique sera responsable de l'arrêt du fonctionnement de cette pile ? Justifier

On détermine l'avancement maximal en émettant les 2 hypothèses suivantes :

Si les ions cadmium sont le **réactif limitant** alors : $x_{\text{max}} = n_i(\text{Cd}^{2+}) / 1 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Si le métal nickel est le **réactif limitant** alors : $x_{\text{max}} = n_i(\text{Ni}) / 1 = 3,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$

Donc l'avancement maximal vaut $2,0 \times 10^{-3}$ mole, et le **réactif limitant** sont les **ions cadmium** qui seront donc **responsables de l'arrêt du fonctionnement de la pile**.

EXERCICE 4 :

Écrire l'équation d'oxydoréduction de la réaction entre les ions chlorure et les ions fer III sachant que les couples d'oxydant-réducteur intervenant sont : $\text{Cl}_{2(\text{g})} / \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ et $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} / \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$.

La demi-équation d'**oxydation** des **ions chlorure** est : $2 \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})} = \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2 \text{e}^-$

La demi-équation de **réduction** des **ions fer III** est : $(\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}) \times 2$

Donc l'**équation d'oxydoréduction** est : $2 \text{Cl}^{-}_{(\text{aq})} + 2 \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2 \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$