

Devoir Surveillé n°5 de Physique-Chimie

Toute réponse devra, dans la mesure du possible, être **justifiée** par un calcul ou un raisonnement **rédigé**. Le soin apporté à la copie et aux schémas sera pris en compte dans la notation.

L'usage d'une calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 7 exercices, **qui sont indépendants**, présentés sur 6 pages numérotées de 1 à 6, y compris celle-ci. La notation est sur 41 points.

Il n'y a pas de page d'annexe à rendre.

Données pour tous les exercices :

➤ Exercice 1 :

✓ Intensité de la pesanteur sur Terre : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

➤ Exercice 3 :

✓ Énergie molaire de combustion de l'acétylène : $E_m = 1,2 \times 10^3 \text{ kJ.mol}^{-1}$

✓ Masses molaires (g.mol^{-1}) : $M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{H}) = 1,0$; $M(\text{O}) = 16,0$

➤ Exercice 4 :

✓ Tensions aux bornes d'un générateur : $U_{PN} = E - rI$

✓ Rendement : $\eta = \frac{\text{Energie recueillie en sortie}}{\text{Energie fournie en entrée}}$

➤ Exercice 5 :

✓ Couple redox : $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Zn}_{(\text{s})}$

✓ $\frac{1}{2}$ équation redox : $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}_{(\text{aq})} + e^- = [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}_{(\text{aq})}$

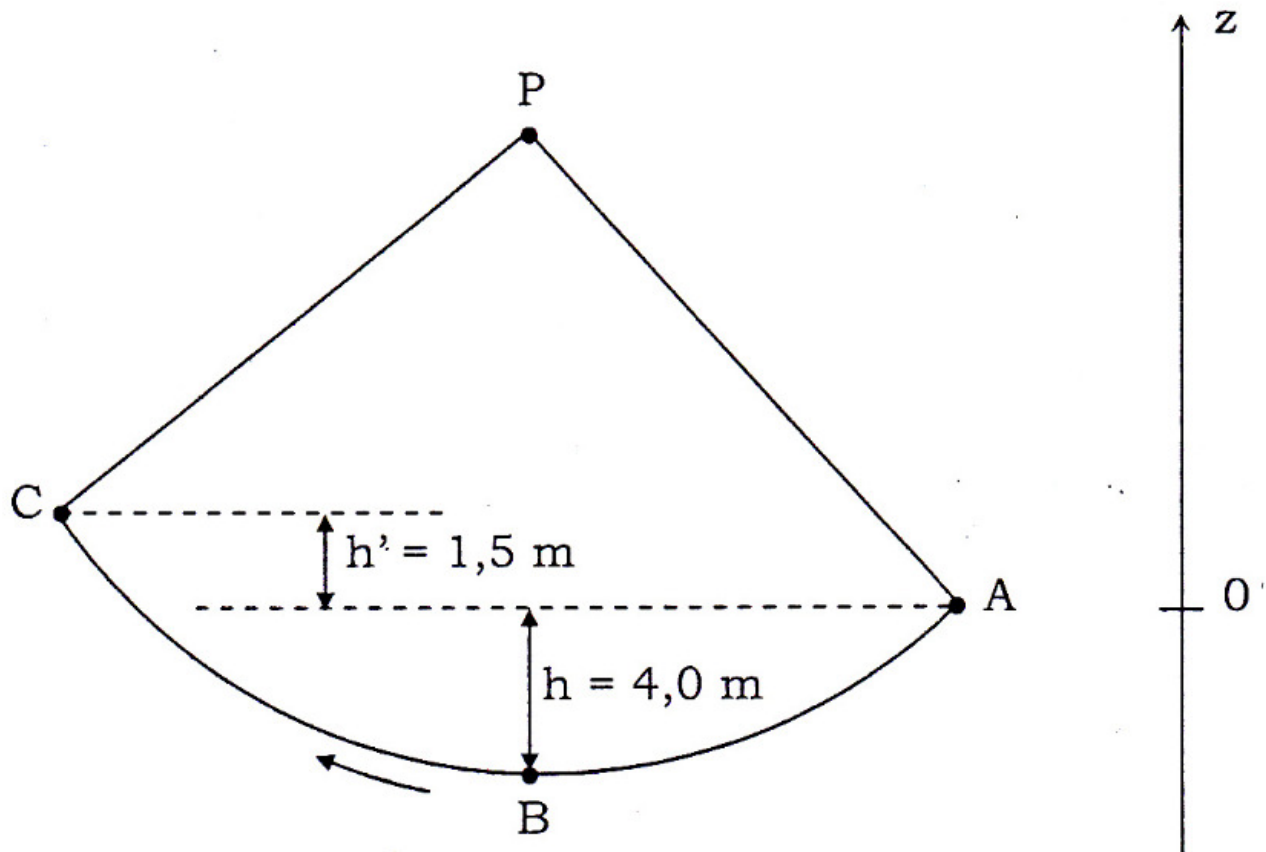
✓ Quelques ions : Nitrate NO_3^- ; potassium K^+ ;
chlorure Cl^- et sodium Na^+

Exercice 1 – Tarzan (6 points – 30 minutes conseillées) :

Alors qu'il se situe sur la branche d'un arbre (en position A), le célèbre Tarzan, assimilé à un corps ponctuel, s'accroche à une liane inextensible suspendue à un point P d'un autre arbre. Il forme ainsi un « pendule » prêt à se balancer.

Il quitte alors la position A avec une vitesse considérée comme nulle et atteint un point B, à une altitude inférieure de $h = 4,0$ m à celle de A.

Les frottements sont négligés. L'altitude du centre d'inertie de Tarzan est comptée à partir de la position de départ.



1. a) Calculer l'énergie mécanique $E_m(\mathbf{A})$ de Tarzan en A en justifiant (0,5 point).
 b) Exprimer l'énergie mécanique $E_m(\mathbf{B})$ de Tarzan lorsqu'il passe en B, puis donner sa valeur en justifiant (0,5 point).
 c) En déduire sa vitesse \mathbf{v}_B lorsqu'il passe en B. Convertir le résultat en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ en justifiant (2,5 points).
 d) Dans les mêmes conditions, quelle altitude maximale peut-il atteindre ? Justifier (0,5 point)
2. A quelle vitesse minimale \mathbf{v}_A devrait-il s'élancer pour atteindre une autre branche (point C) située à $h' = 1,5$ m au-dessus de sa position de départ ? (2 points).

Exercice 2 – Réfrigération (6 points – 25 minutes conseillées) :

COMPÉTENCES Réaliser, s'approprier, valider

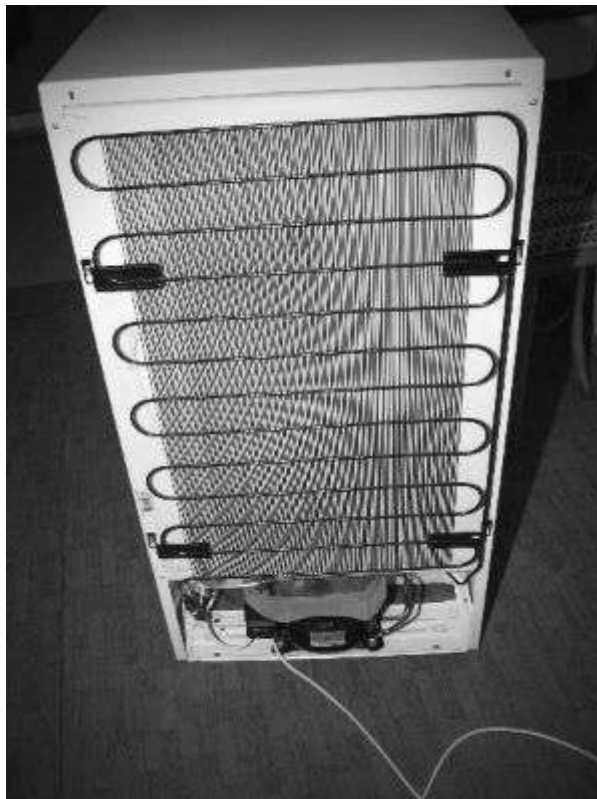
La réfrigération est un procédé servant à abaisser la température dans un espace donné et permettant de maintenir des produits à une température suffisamment basse pour les conserver, le froid stoppant la croissance bactérienne.

La réfrigération mécanique est effectuée par circulation d'un fluide (réfrigérant) suivant un cycle continu. Quatre éléments sont utilisés : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et le détendeur.

Le réfrigérant liquide se vaporise dans l'évaporateur à pression constante. Le gaz est ensuite amené vers un compresseur où, porté à une pression élevée, sa température augmente en même temps. Le gaz, surchauffé sous pression, se liquéfie alors dans un « condenseur » refroidi à l'air ou à l'eau, sans changement de la pression. Du condenseur, le liquide passe dans le détendeur pour diminuer sa pression et sa température.

Le réfrigérant retrouve alors la température qu'il avait dans l'évaporateur et le cycle peut recommencer.

1. Faire un schéma du cycle indiquant les quatre éléments cités dans le document, ainsi que le sens (**REA**).
2. Faire un graphique du cycle avec la température en ordonnée et la pression en abscisse (**REA**).
3. Préciser dans quelle partie du cycle le fluide est liquide ou gazeux (**APP**)
4. Dans chacun des éléments, préciser si le fluide cède ou reçoit de l'énergie ? Préciser alors le signe de l'énergie échangée ? (**APP**)
5. Lequel des quatre éléments est situé à l'intérieur de l'armoire frigorifique ? Lequel représente le serpentín qu'on observe derrière un réfrigérateur ? Justifier (**VAL**).



Exercice 3 – Acétylène (6 points – 25 minutes conseillées) :**COMPÉTENCES** S'approprier, réaliser, analyser

L'acétylène est notamment utilisé comme combustible dans le chalumeau oxyacétylénique pour réaliser des soudures.

Sur un site Internet de vente entre particuliers, on trouve le descriptif suivant d'un poste à souder.

***1 bouteille dioxygène 4,2 m³, soit 5,6 kg de gaz
1 bouteille acétylène 3 m³, soit 3,2 kg de gaz
1 mano-détendeur oxygène ; 1 mano-détendeur acétylène***



1. Écrire l'équation de la réaction de combustion complète de l'acétylène gazeux dans le dioxygène, de formule brute C_2H_2 et l'équilibrer (1 point).
2. Dans quel état physique se trouvent l'acétylène et le dioxygène dans les bouteilles vendues ? À quoi correspondent les volumes indiqués sur le descriptif ? Qu'est-ce qu'un mano-détendeur ? Justifier à chaque fois (2 points)
3. Calculer l'énergie libérée par la combustion lors du fonctionnement de ce poste à souder, avant que l'une des bouteilles fournies doive être remplie à nouveau (3 points).

Exercice 4 – Transfert d'énergie (8 points – 35 minutes conseillées) :

Les deux parties de cet exercice sont indépendantes.

1. Déterminer une force électromotrice E :

Un générateur, de résistance interne $r = 10 \Omega$, délivre un courant d'intensité $I = 120 \text{ mA}$. La tension entre ses bornes est $U_{PN} = 7,8 \text{ V}$.

- Pourquoi cette valeur diffère-t-elle de celle indiquée par le constructeur sur le générateur, à savoir 9 V ? (0,5 point)
- Retrouve la valeur de la force électromotrice **E** de ce générateur. Commenter le résultat (1,5 point).

2. Analyser un transfert thermique :

Une lampe de poche est alimentée par une pile plate, de force électromotrice $E' = 4,7 \text{ V}$ et de résistance interne $r' = 1,3 \Omega$. L'intensité du courant délivré par la pile est $I' = 0,31 \text{ A}$.

- Calculer l'énergie électrique E_e reçue par la lampe si elle est allumée pendant deux minutes (1,5 point).
- Quelle est la valeur de l'énergie E_d dissipée par effet Joule à l'intérieur de la pile pendant ces deux minutes ? (1,5 point)
- Si de l'énergie n'était pas dissipée par effet Joule, quelle serait la valeur de l'énergie chimique E_c que la pile pourrait convertir en énergie électrique durant deux minutes ? (1,5 point)
- Calculer le rendement de conversion η de la pile (1,5 point).

Exercice 5 – Pile zinc-fer (6 points – 25 minutes conseillées) :

COMPÉTENCES Analyser, restituer, réaliser, valider

Dans un premier bécher, on verse une solution de nitrate de zinc (II) contenant des ions $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$, dans laquelle on plonge une lame de zinc $\text{Zn}_{(\text{s})}$.

Dans un deuxième bécher, on mélange une solution de ferricyanure de potassium (contenant des ions $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}_{(\text{aq})}$) et une solution de ferrocyanure de potassium (contenant des ions $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}_{(\text{aq})}$). Les ions sont introduits dans les mêmes quantités. On plonge dans le deuxième bécher un fil de platine.

Les deux béchers sont reliés par un pont salin imbibé de chlorure de sodium. On les relie ensuite à un circuit extérieur. Après quelques minutes, on constate une perte de masse de la lame de zinc.

- Quel est le rôle du pont salin ? Bien détailler (0,5 point).
- Écrire la demi-équation rédox qui modélise la transformation ayant lieu dans le compartiment contenant le zinc. Est-ce une oxydation ou une réduction ? Justifier (1 point).
- Quand la pile est en fonctionnement, quelle espèce chimique voit sa quantité de matière augmenter dans le compartiment contenant le fil de platine ? (0,5 point)
- Quel est le rôle du fil de platine ? Pourquoi n'a-t-on pas mis un fil de fer ? (0,5 point)
- Écrire l'équation de la réaction qui a lieu lorsque la pile est en fonctionnement (1 point).
- Réalise un schéma de la pile en indiquant les différentes espèces chimiques présentes dans chaque compartiment, le sens conventionnel du courant, le sens de circulation des électrons dans les fils, le sens de déplacement dans le pont salin et la polarité de la pile (2,5 points).

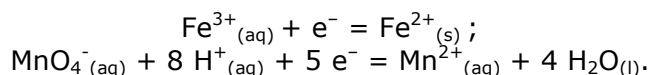
Exercice 6 – Oxydoréduction (5 points – 15 minutes conseillées) :

Les questions de cet exercice sont indépendantes.

1. Reconnaître l'oxydant et le réducteur (1 point) :

Pour déterminer la quantité d'ions $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ dans un vin blanc, on en prélève un échantillon. A celui-ci, on ajoute une certaine quantité d'ions permanganate $\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}$ jusqu'à ce que la coloration rose-magenta persiste.

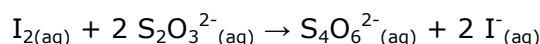
Les demi-équations redox des couples mis en jeu sont :



Les ions fer (II) sont-ils des oxydants ou des réducteurs ? Même question pour les ions permanganate. Bien justifier.

2. Reconnaître deux couples redox (1 point) :

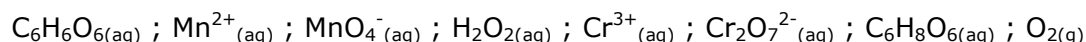
La bétadine est un antiseptique et antifongique largement utilisé. Elle contient du diiode. Pour déterminer la quantité de diiode contenue dans un échantillon de bétadine, on ajoute des ions thiosulfate à cet échantillon convenablement dilué jusqu'à sa décoloration. L'équation de réaction d'oxydoréduction s'écrit :



Quels sont les couples mis en jeu lors de cette réaction ? Les écrire dans le sens ox/red.

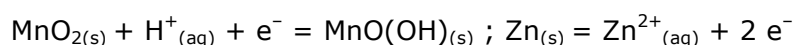
3. Ecrire des couples oxydant/réducteur (1 point) :

Associer les espèces chimiques suivantes deux à deux pour former des couples oxydant / réducteur et écrire les $\frac{1}{2}$ équations redox équilibrées.



4. Relier réaction et polarité (1 point) :

Lors du fonctionnement d'une pile saline Leclanché, les transformations qui ont lieu au niveau des électrodes, sont modélisées par les demi-équations redox suivantes :



Indiquer quelle demi-équation redox traduit le transfert d'électrons au niveau du pôle négatif de la pile. Donner également le nom de cette électrode. Justifier.

5. Ecrire une équation d'oxydoréduction (1 point) :

Le bronze est un alliage de cuivre et d'étain. Pour vérifier la composition d'un bronze, on peut en traiter un échantillon avec de l'acide chlorhydrique qui contient des ions hydrogène $\text{H}^+_{(\text{aq})}$. Seul l'étain, $\text{Sn}_{(\text{s})}$, réagit.

Ces deux espèces chimiques appartiennent aux couples redox $\text{H}^+_{(\text{aq})} / \text{H}_{2(\text{g})}$ et $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} / \text{Sn}_{(\text{s})}$.

Écrire l'équation d'oxydoréduction modélisant la transformation observée.

Exercice 7 – Alcools (4 points – 15 minutes conseillées) :

Ecrire les formules semi-développées et nommer tous les alcools acycliques possédant 5 atomes de carbone (8 isomères sont demandés).