

D.S.T. Commun n °2

ÉCOLE ALSACIENNE



Sciences Physiques

Première S

Ce sujet comporte 6 pages

Page 2-3 : Physique (sur 10 points)

Page 4-5 : Chimie (sur 10 points)

*Page 6 : Annexe à rendre avec la copie
(mettre immédiatement votre nom sur l'annexe)*

La calculatrice personnelle est autorisée.

*Les différentes parties tant en physique qu'en chimie sont indépendantes.
Mais il est conseillé de lire l'énoncé en entier avant de commencer la rédaction.*

PHYSIQUE : De l'énergie !

Crise économique et raréfaction des ressources énergétiques obligent, M. Dupont est bien décidé à faire des économies d'énergie. Il a trois objectifs:

- se fournir lui-même en électricité grâce à la rivière qui passe au fond de son jardin
- installer des panneaux photovoltaïques sur son toit
- investir dans une chaudière plus performante.

Cet exercice a pour but d'envisager ces changements et d'évaluer leur impact sur la facture énergétique de M. Dupont.

Actuellement, la consommation annuelle d'électricité de M. Dupont est de $E_{\text{cons}} = 5000 \text{ kW.h}$.

Les parties A, B et C sont totalement indépendantes.

La plupart des questions sont elles aussi indépendantes donc CONTINUEZ si vous restez bloqué(e) !

Données pour l'exercice :

- capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_l = 4,18 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ou en $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- capacité thermique massique de l'eau vapeur : $c_v = 1,41 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ou en $\text{J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- chaleur latente (ou énergie massique) de vaporisation de l'eau : $L_v = 2,26 \times 10^6 \text{ J.kg}^{-1}$
- la liquéfaction correspond au changement d'état de gaz à liquide, on l'appelle aussi « condensation » liquide.
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$
- masse molaire de l'eau : $M = 18,00 \text{ g.mol}^{-1}$
- norme du vecteur champ de pesanteur terrestre : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Partie A : Production d'électricité grâce à une chute d'eau.

La rivière qui passe au fond du jardin de M. Dupont a un débit à peu près constant $deb = 11 \text{ L.s}^{-1}$. M. Dupont envisage une conduite forcée qui provoquerait une chute d'eau d'une hauteur de $h = 2,0$ mètres.

- 1) Expliquer quelle est l'énergie que M. Dupont espère pouvoir transformer en énergie électrique.
- 2) Calculer en J la valeur de l'énergie E que M. Dupont peut transformer par seconde en énergie électrique.
- 3) En déduire la valeur de l'énergie électrique E_{an} qu'il peut ainsi espérer récupérer en un an.
- 4) Le dispositif de transformation d'énergie (les turbines) limite le rendement de l'opération. Le rendement de cette transformation d'énergie est évalué à $\eta = 0,60$.
 - a) En déduire l'énergie E_{elec} réellement récupérée.
 - b) Calculer en %, l'économie d'électricité que M. Dupont peut faire en exploitant cette rivière.

Partie B : Installation de panneaux photovoltaïques

Un module photovoltaïque comprend un grand nombre de cellules qui convertissent une partie de l'énergie rayonnante du Soleil qu'elles reçoivent en énergie électrique. Certaines caractéristiques d'un module photovoltaïque sont représentées sur le graphique de la feuille annexe à rendre avec la copie.

Les caractéristiques sont données pour des puissances lumineuses reçues par m^2 de cellule photovoltaïque. Par exemple : 800 W.m^{-2} : le module photovoltaïque reçoit une puissance rayonnante de 800 W sur 1 m^2 de surface de module.

Les caractéristiques électriques d'un module pour une puissance lumineuse reçue de 1000 W.m^{-2} sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Température du module (°C)	50
Puissance électrique maximale (W)	35,8
Tension aux bornes du module à puissance maximale (V)	15,0
Intensité (en A) pour une tension $U = 15 \text{ V}$	2,2
Tension en circuit ouvert (V)	18,4
Intensité de court-circuit I_{CC}^* (en A)	2,2

*L'intensité de court-circuit correspond à l'intensité du courant lorsque les deux bornes de la cellule photovoltaïque sont reliées par un fil conducteur.

- 1) Sur le graphique, placer respectivement pour une puissance rayonnante reçue de 1000 W.m^{-2} ; justifier les réponses sur la copie
- le point de fonctionnement A correspondant à la puissance électrique maximale disponible.
 - le point de fonctionnement B correspondant à l'intensité de court-circuit.
 - le point de fonctionnement C correspondant à un circuit ouvert.
- 2) Ce module reçoit à 50°C , une puissance rayonnante de 1000 W.m^{-2} . La tension à ses bornes lorsqu'il fonctionne est égale à 10 V .
- D'après le graphique, quelle est la valeur de l'intensité I du courant débité ?
 - Quelle est la puissance électrique fournie P_{elec} ?
 - La surface du module est égale à $0,19 \text{ m}^2$. Calculer η_{module} : le rendement énergétique du module.
- 3) M. Dupont souhaite utiliser ces panneaux photovoltaïques pour obtenir de l'eau chaude sanitaire (eau pour la vaisselle et les douches). La contenance de son ballon d'eau chaude est de $V = 100$ Litres.
- Montrer, à l'aide du tableau de valeurs, que la résistance R que monsieur Dupont doit brancher aux bornes d'un panneau solaire recevant 1000 W.m^{-2} pour qu'il fournisse une puissance maximale est de l'ordre de $6,5 \Omega$.
 - M. Dupont peut installer 20 panneaux identiques sur son toit. Chaque panneau est branché aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R qui chauffe le ballon d'eau chaude. Quelle sera la durée Δt nécessaire pour que l'eau du ballon, initialement à 30°C , atteigne la température de 60°C ?

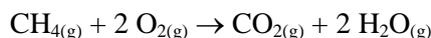
Partie C. Installation d'une chaudière à condensation dans un chauffage central.

Le principe d'un chauffage central est simple: une combustion a lieu dans une chaudière, cette combustion libère de l'énergie grâce à laquelle de l'eau est chauffée. Cette eau circule ensuite dans les différents radiateurs. La chaudière à condensation est une chaudière ayant la particularité de tirer profit de l'énergie thermique accumulée dans les gaz d'échappement issus de la combustion. Ces gaz contiennent de la vapeur d'eau: le refroidissement et la condensation de cette vapeur d'eau permet de récupérer de l'énergie. Une fois refroidies et condensées, les vapeurs forment de l'eau liquide qui est rejetée à l'égout (moyennant certaines précautions car cette eau est très acide).

Les dépliants d'information, dont M. Dupont dispose, indiquent que l'installation d'une chaudière à condensation sur un chauffage au gaz naturel réduit la consommation de gaz d'environ 8 %.

Le but de cette partie est d'estimer les économies réalisables lors de l'installation d'une chaudière à condensation.

- 1) L'eau arrivant dans une chaudière est environ à 30°C . Sa température est portée à 75°C avant d'être envoyée dans les radiateurs. Montrer que l'énergie E_1 nécessaire pour élever la température d'un volume d'eau $V = 1,0 \text{ L}$ de 30°C à 75°C vaut $E_1 = 1,9 \times 10^5 \text{ J}$
- 2) Dans une chaudière classique à gaz, cette énergie est fournie par la combustion du méthane CH_4 . L'équation de cette combustion est:



On estime que la combustion d'une mole de méthane libère environ 800 kJ .

- Montrer que la quantité de matière de méthane n à brûler pour élever la température de $1,0 \text{ L}$ d'eau de 30°C à 75°C vaut $n = 0,24 \text{ mol}$.

On admettra que cette combustion est à l'origine de la formation de $m = 8,6 \text{ g}$ d'eau sous forme de vapeur.

La chaudière à condensation récupère l'énergie thermique accumulée dans la vapeur d'eau issue de la combustion. Cette vapeur d'eau est initialement à la température de 160°C ; elle est refroidie jusqu'à 45°C ; au cours de ce refroidissement elle se condense; les conditions de pression font que la condensation n'a pas lieu à 100°C mais à 56°C .

- Exprimer puis calculer l'énergie E_2 pouvant être récupérée lors du refroidissement et de la condensation de $m = 8,6 \text{ g}$ d'eau vapeur.
- 3) Compte tenu de l'énergie récupérée sur la vapeur, on montre que l'énergie E_3 devant être apportée par la combustion de méthane pour chauffer $1,0 \text{ L}$ d'eau de 30°C à 75°C est : $E_3 = 169 \text{ kJ}$. Elle est obtenue grâce à la combustion de $0,21 \text{ mol}$ de méthane.

En déduire l'économie (en méthane consommé) réalisée en % et la comparer à l'indication du dépliant.

CHIMIE : De l'iode et de ses composés

La plupart des questions sont elles aussi indépendantes donc CONTINUEZ si vous restez bloqué(e) !

En 1811, le salpêtrier Courtais observe des fumées violettes lors de la calcination du goémon en Bretagne. C'est Gay-Lussac, en 1813, qui donnera son nom à ce nouvel élément : iode, du grec *iodos* signifiant violet. L'élément iode est présent en très faible quantité dans l'eau de mer (environ 50 µg par litre). Pendant longtemps, il fut extrait des algues qui concentrent cet élément dans leurs tissus. Aujourd'hui cet élément présente un regain d'intérêt. Des recherches sur la production de dihydrogène s'inscrivant dans une stratégie d'économie des énergies fossiles et de limitation de la production de gaz à effet de serre utilisent un procédé dans lequel intervient l'iodure d'hydrogène (HI).

Données :

Le diiode (I_2) se présente sous la forme d'un solide gris-violet à l'éclat métallique. L'ion iodure est incolore en solution. Le diiode est très peu soluble dans l'eau. En présence d'ions iodure, il est sous forme d'ions triiodure (I_3^-) solubles dans l'eau et de couleur brune. La solution ainsi obtenue est brune. Par souci de simplification, on notera, dans tous les cas, le diiode en solution $I_2(aq)$.

Couples redox : $IO_3^-(aq) / I_2(aq)$, $I_2(aq) / I^-(aq)$, $O_2(g) / H_2O(l)$, $H_2O_2(aq) / H_2O(l)$, $S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$
Ion tetrathionate/thiosulfate

Numéro atomique H : 1 Mg : 12 I : 53 K : 19

Masse molaire atomique (g.mol⁻¹) H : 1,00 Mg : 24,30 I : 129,6 K : 39,10

Solvant	eau	alcool	éther	Cyclohexane
S_m : solubilité du diiode(g.L⁻¹)	0,34	250	250	28
S : solubilité dans l'eau		grande	nulle	Nulle
Densité	1,0	0,80	0,71	0,78
Température d'ébullition	100°C	78°C	35°C	81°C

I. Préparation d'une solution de diiode

On veut préparer un volume $V = 250 \text{ mL}$ d'une solution S de d'eau iodée (diiode en solution)

1) Compte tenu de la solubilité du diiode dans l'eau, quelle est la concentration massique maximale c_{max} de diiode dans l'eau que l'on puisse obtenir ?

2) Pour obtenir des solutions iodées plus concentrées ($c > c_{\text{max}}$), que pourrait-on faire ?

On désire préparer une solution S de d'eau iodée de concentration $C = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour cela, au lieu de faire la solution dans l'eau, on prépare la solution en ajoutant les cristaux de diiode dans une solution d'iodure de potassium de concentration $C' = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$.

3) Rappeler la formule de l'iodure de potassium solide en la justifiant.

4) Quels sont les ions présents dans la solution d'iodure de potassium ?

5) D'après les informations ci-dessus, pourquoi faut-il préparer la solution d'eau iodée à partir de la solution d'iodure de potassium et pas simplement d'eau ?

6) Déterminer la masse m à peser de diiode pour faire la solution à la concentration molaire voulue.

7) Après avoir indiqué le matériel (verrerie, etc.) nécessaire à la préparation de cette solution, détailler le protocole correspondant..

II. Dilution de la solution S

A partir de la solution S d'eau iodée de concentration $C = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ on veut préparer une solution diluée Sf de concentration $C_{\text{fille}} = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

On dispose du matériel suivant :

fioles jaugées de 100, 200, 250, 500 mL et 1 L

pipettes graduées de 10 mL, 20 mL

une balance électronique

pipettes jaugées de 10 mL, 20 mL, 25 mL

burettes graduées de 25 mL, 50 mL

Après avoir indiqué **en justifiant** le matériel (verrerie, etc.) nécessaire à la préparation de cette solution, détailler le protocole correspondant à la dilution.

III. Réactions d'oxydo-réduction en milieu acide

On peut obtenir du diiode en faisant réagir de l'eau oxygénée (H_2O_2) en milieu acide sur des ions iodure, l'eau oxygénée se transformant en eau normale

1) Ecrire les demi-équations correspondant aux deux couples considérés

2) En déduire l'équation de la réaction rédox correspondante.

3) Recopier le tableau ci-dessous en cochant la réponse que vous estimez juste.

Dans la réaction décrite ci-dessus :

<i>l'ion iodure est :</i>	<i>L'eau oxygénée est :</i>	<i>l'ion iodure est :</i>	<i>L'eau oxygénée est :</i>
<input type="checkbox"/> un oxydant	<input type="checkbox"/> un oxydant	<input type="checkbox"/> oxydé	<input type="checkbox"/> Oxydée
<input type="checkbox"/> un réducteur	<input type="checkbox"/> un réducteur	<input type="checkbox"/> réduit	<input type="checkbox"/> Réduite

IV. Dosage rédox

Pour étudier la différence de solubilité du diiode entre l'eau (en présence d'ions iodure) et le cyclohexane, on verse dans une ampoule à décanter $V_{\text{fille}} = 100 \text{ mL}$ de solution de diode (I_2) de concentration $C_{\text{fille}} = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ (solution préparée dans la partie **III**) et $V_{\text{cyclo}} = 10 \text{ mL}$ de cyclohexane (C_6H_{12}) .

On agite pendant quelques minutes puis on laisse reposer. Le diiode se répartit entre les 2 phases.

1) Préciser d'une part pourquoi on obtient deux phases et d'autre part, à quoi correspond la phase supérieure et la phase inférieure.

On récupère alors la phase aqueuse dont on prélève un volume $V_{\text{prel}} = 20,0 \text{ mL}$ que l'on dose avec une solution de thiosulfate de sodium de concentration $C_{\text{thio}} = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Il en faut $V_E = 4,4 \text{ mL}$ pour atteindre l'équivalence.

2) Préciser la verrerie nécessaire pour faire le prélèvement.

3) Détailler le protocole du dosage .

4) Justifier l'équation de la réaction du dosage : $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

5) En discutant les couleurs des réactifs \Leftrightarrow produits, justifier pourquoi il sera difficile de mettre en évidence l'équivalence par un changement de couleur bien net.

Pour mieux observer le volume équivalent, on verse généralement un peu avant l'équivalence quelques mL d'empois d'amidon. L'empois d'amidon donne avec le diiode une coloration bleu violet. Si on opère ainsi...

6) Quelle sera la couleur avant et après l'équivalence. ?

7) Etablir la relation entre C_{prel} , V_{prel} , C_{thio} et V_E (Vous pouvez vous aider d'un tableau d'avancement si nécessaire, mais ce n'est pas une obligation sous réserve que les explications données soient claires)

8) En déduire la concentration C_{prel} du diiode dans la solution aqueuse après l'extraction.

Question bonus (hors barème)

9) Calculer les quantités de matière de diiode passée respectivement dans l'eau et dans le cyclohexane.

10) En déduire la concentration du diiode dans le cyclohexane à la fin de l'extraction ?

11) Les résultats obtenus sont-ils cohérents avec les **Données** du début de l'énoncé ?

NOM:

CLASSE:

FEUILLE ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

