

Sciences Physiques

DST Commun n °2

Première S

Correction.

PHYSIQUE : de l'énergie Sur 20 points

Partie A.

1) transformation d'énergie potentielle de pesanteur en énergie électrique.

2) En une seconde, il passe $V = 11$ L d'eau soit $m = \rho V = 11$ kg:

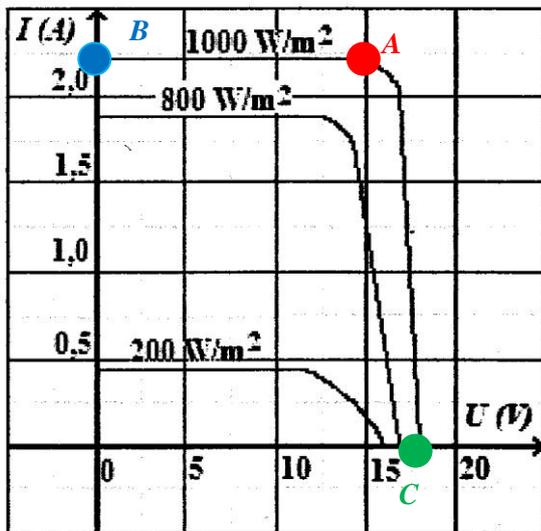
$$E = \Delta E_{pp} = m \cdot g \cdot h = 11 \times 9,8 \times 2,0 = 2,2 \times 10^2 \text{ J}$$

3) En un an: $E_{an} = 365 \times 24 \times 3600 \times \Delta E_{pp} = 6,9 \times 10^9 \text{ J}$

4) a) En tenant compte du rendement: $E_{elec} = \eta \times E_a t = 0,60 \times 6,9 \times 10^9 = 4,1 \times 10^9 \text{ J}$

b) Economie d'électricité: $\frac{4,1 \cdot 10^9}{5000 \cdot 10^3 \cdot 3600} = 0,23$ soit 23 %.

Partie B.



1) Voir graphique.

2) a) Lecture graphique: $I = 2,2 \text{ A}$

b) $P_{elec} = U I = 10 \times 2,2 = 22 \text{ W}$

c) rendement $\eta = \frac{P_{elec}}{P_{ray}}$

avec $P_{ray} = 0,19 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ pour avoir des Watt !

$$\text{soit } \eta_{\text{module}} = \frac{22}{0,19 \times 1000} = 12\%$$

3) a) $P = U^2 / R$ donc $R = U^2 / P$

$$R = (15,0)^2 / 35,8 = 6,30 \Omega$$

Autre solution à partir de la lecture du graphe qui ne donne pas exactement les mêmes valeurs que celles indiquées dans le tableau de données d'un module de l'énoncé

Soit directement dans les caractéristiques de l'énoncé

$$U = 15,0 \text{ V et } I = 2,2 \text{ A} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = 6,8 \Omega$$

Soit par lecture du graphe (suite de la réponse 1)

$$\Rightarrow U = 15 \text{ V et } I = 2,2 \text{ A} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = 6,8 \Omega$$

b) avec 20 panneaux, puissance disponible = 20 P

Il faut chauffer l'eau du ballon donc fournir l'énergie $E = m c_l \Delta \Theta$ pendant la durée Δt .

$$20 P = \frac{E}{\Delta t} \text{ donc } \Delta t = \frac{m c_l \Delta \theta}{20 P} \Rightarrow \Delta t = \frac{100 \times 4,18 \cdot 10^3 \times 30}{20 \times 35,8} = 1,8 \times 10^4 \text{ s} = 4 \text{ h } 50 \text{ min.}$$

Partie C.

1) $E_1 = m c_l \Delta \Theta = 1,0 \times 4,18 \times 10^3 \times 45 = 1,9 \times 10^5 \text{ J}$

2) a) il faut brûler $n = 190 / 800$ soit 0,24 mol de méthane.

Ce qui entraîne la formation de 0,48 mol d'eau soit une masse $m = 0,48 \times 18 = 8,6 \text{ g}$ de vapeur d'eau.

b) L'énergie récupérée correspond a) au refroidissement de la vapeur d'eau de 160°C à 56°C puis b) à la condensation de la vapeur à 56°C puis c) au refroidissement de l'eau liquide de 56°C à 45°C soit :

a) b) c)

$$E_2 = m_g c_v (\theta_{\text{condensation}} - \theta_i) - m_g L_v + m_g c_l (\theta_f - \theta_{\text{condensation}})$$

$$E_2 = 8,6 \times 10^{-3} \times 1,41 \times 10^3 \times (56 - 160) - 8,6 \times 10^{-3} \times 2,26 \times 10^6 + 8,6 \times 10^{-3} \times 4,18 \times 10^3 \times (45 - 56)$$

$$E_2 = -2,1 \times 10^4 \text{ J} = -21 \text{ kJ}$$

3) On a donc économisé $0,024 - 0,021 = 0,003$ mol de méthane soit une économie de $0,003 / 0,024$: environ 13 %. Le résultat est supérieur à 8 % car on n'a pas pris en compte la capacité thermique de la chaudière elle-même. (Note : en fait c'est un calcul très grossier)

CHIMIE : de l'iode et de ses composés

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'inscrivent dans une stratégie d'économie des énergies fossiles et de limitation de la production de gaz à effet de serre utilisant 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 : $IO_3^-(aq) / I_2(aq)$, $I_2(aq) / I^-(aq)$, $O_2(g) / H_2O(l)$, $H_2O_2(aq) / H_2O(l)$, $S_4O_6^{2-}(aq) / S_2O_3^{2-}(aq)$

Données : numéro atomique H : 1 Mg : 12 I : 53 P : 15 K : 19
Masse molaire atomique ($g \cdot mol^{-1}$) H : 1,00 Mg : 24,30 I : 129,6 P : 30,97 K : 39,10

Solvant	eau	alcool	éther	Cyclohexane
S_m : solubilité du diiode ($g \cdot L^{-1}$)	0,34	250	250	28
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)

- 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 ? **Il suffit de lire le tableau** $c_{\max} = 0,34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ *On pourrait alors calculer la solubilité molaire :*

$$c_{\max} = \frac{S_m}{M(I_2)} = 1,3 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L \text{ avec } M(I_2) = 2 \times 129,6 = 259,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{Résultat avec 2 CS comme } S_m)$$

- Pour obtenir des solutions iodées plus concentrées ($c > c_{\max}$), que pourrait-on faire ?
On pourrait faire une solution dans l'alcool qui est un nettement meilleur solvant pour le diiode que l'eau. A priori, on pourrait également utiliser l'éther ou le cyclohexane mais ces deux solvants sont des solvants organiques non miscibles à l'eau donc pour des manipulations ultérieures, ce n'est pas très pertinent. Dans l'eau, pour avoir une concentration supérieure, il faut donc faire une solution en présence d'ions iodure comme l'indique l'énoncé et ce que propose la suite...

On désire préparer une solution S de d'eau iodée de concentration $C = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$. 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 $C' = 0,100 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

- Rappeler la formule de l'iodure de potassium solide. **KI (Potassium \Rightarrow K et pas P = phosphore !)**
- Quels sont les ions présents dans la solution d'iodure de potassium ? **K^+ et I^-**
- 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.

L'énoncé dit que le diiode réagit avec les ions iodure pour former l'ion triiodure qui est très soluble dans l'eau

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

On veut un volume V de concentration C donc $n(I_2) = C \cdot V = \frac{m}{M(I_2)}$
 $\Rightarrow m = C \cdot V \cdot M(I_2) = 1,30 \text{ g} \quad (3 \text{ CS! donc pesée au cg près})$

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

Verrerie : fiole de 250 mL balance, boîte de Petri pour faire la pesée Solution d'iodure de potassium
Protocole :

- *Peser la masse m de cristal dans une boîte de Petri*
- *Prendre une fiole jaugée de 250mL, y verse de la solution d'iodure de potassium (et pas d'eau !) au 1/3 environ,*
- *verser les cristaux et récupérant l'eau ayant servi à nettoyer la coupelle ou la boîte de Petri dans laquelle ont été pesés les cristaux,*
- *agiter pour dissoudre les cristaux,*
- *puis compléter la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.*

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.

Rapport de dilution : $C/C_{\text{fille}} = 20$ donc on fait une dilution au 1/20^{ème}

Verrerie : une pipette jaugée et une fiole jaugée dont le rapport des volumes doit être 20

Dans la verrerie proposée on peut prendre

pipette	fiole
10 mL	200 mL

Meilleure combinaison pour une meilleure précision : 25 mL 500 mL

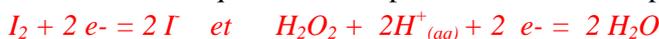
Protocole :

- *Prendre la fiole jaugée de 500 mL,*
- *La remplir à environ 1/3 d'eau distillée,*
- *Prélever avec la pipette jaugée 25 mL de solution mère S,*
- *Verser dans la fiole jaugée,*
- *Agiter pour homogénéiser,*
- *puis compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.*

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 :

l'ion iodure est :	L'eau oxygénée est :	l'ion iodure est :	L'eau oxygénée est :
<input type="checkbox"/> un oxydant	<input checked="" type="checkbox"/> un oxydant	<input checked="" type="checkbox"/> oxydé	<input type="checkbox"/> oxydée
<input checked="" type="checkbox"/> un réducteur	<input type="checkbox"/> un réducteur	<input type="checkbox"/> réduit	<input checked="" type="checkbox"/> réduite

V 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 diiode (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. *Deux phases parce que eau et cyclohexane non miscibles*

Phase inférieure ; phase aqueuse puisque Données : densité du cyclohexane < 1

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. *Prélèvement avec pipette jaugée*

3) Détailler le protocole du dosage.

Prélèvement versé dans un bécher Solution titrante dans une burette

4) Justifier l'équation de la réaction du dosage



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.

Equivalence par changement de couleur

Avant équivalence : I_2 : réactif en excès \Rightarrow couleur brune

Après équivalence : I_2 entièrement consommé \Rightarrow transformé en ions iodure \Rightarrow incolore

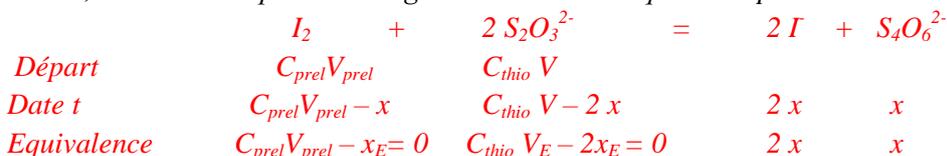
Mais la disparition de couleur brune du diiode sera progressive au fur et à mesure que celui-ci disparaît, il ne sera donc pas possible d'observer l'équivalence par une décoloration bien nette.

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 ?

Avant équivalence : bleu-violet Après équivalence : incolore

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)



Donc relation à l'équivalence : $C_{\text{thio}} V_E = 2 C_{\text{prel}} V_{\text{prel}}$

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

$$C_{\text{prel}} = \frac{C_{\text{thio}} V_E}{2 V_{\text{prel}}} = 1,1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Question bonus (hors barème)

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

Avant extraction : $N(I_2)_{\text{eau}} = V_{\text{file}} C_{\text{file}} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

Après extraction $N'(I_2)_{\text{eau}} = V_{\text{file}} C_{\text{prel}} = 1,1 \times 10^{-5} \text{ mol}$

Donc $N(I_2)_{\text{cyclohexane}} = N(I_2)_{\text{eau}} - N'(I_2)_{\text{eau}} = 8,9 \times 10^{-5} \text{ mol}$

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

donc $C(I_2)_{\text{cyclohexane}} = \frac{N(I_2)_{\text{cyclohexane}}}{V_{\text{cyclohexane}}} = 8,9 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

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

On observe que : $C(I_2)_{\text{cyclohexane}} = 8,9 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

et $C(I_2)_{\text{eau}} = C_{\text{prel}} = 1,1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ donc :

a) Le cyclohexane est un meilleur solvant que l'eau pour I_2

b) Le rapport des concentrations est d'environ 80 - 81 ce qui correspond au rapport des solubilités massiques données dans l'énoncé ($28/0,34 = 82$)