

DEVOIR COMMUN DE SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 H

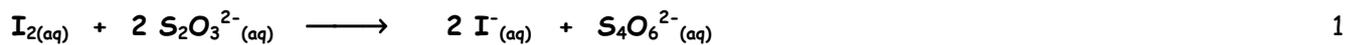
La rédaction et le soin seront pris en compte dans la note finale.
Rédiger la physique et la chimie sur deux feuilles doubles séparées.

Exercice 1 : Dosage d'une solution de diiode par une solution d'ions thiosulfate : 4,5 points

On donne les couples d'oxydoréduction :



1. Retrouver l'équation de la réaction d'oxydation des ions thiosulfate par le diiode en solution aqueuse :



2. Cette réaction peut être utilisée pour doser le diiode en solution aqueuse.

Dans un bêcher, on place un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de diiode à la concentration C_1 .

On fait couler une solution d'ions thiosulfate contenue dans une burette graduée où la concentration molaire des ions thiosulfate est $c = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$. On note v le volume versé.

Dans le bêcher, la solution jaune de diiode se décolore progressivement.

Lorsqu'elle apparaît décolorée, on ajoute de l'empois d'amidon qui prend une couleur bleu foncé, révélant une petite quantité de diiode encore présente. On poursuit l'ajout de solution de thiosulfate jusqu'à décoloration de l'empois d'amidon. On a alors versé un volume $v_{\text{éq}} = 12,6 \text{ mL}$ de solution d'ions thiosulfate.

a. Exprimer, en fonction de C_1 et V_1 , la quantité de matière initiale de diiode dans le bêcher.

Exprimer, en fonction de c et v , la quantité de matière de thiosulfate versée. 1

b. Compléter le tableau d'avancement permettant de suivre l'évolution de la transformation en fonction de l'avancement x . 0,5

		$\text{I}_{2(\text{aq})} + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})} \longrightarrow 2 \text{I}^{-}_{(\text{aq})} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})}$			
États du système	Avancement	$n(\text{I}_{2(\text{aq})})$	$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})})$	$n(\text{I}^{-}_{(\text{aq})})$	$n(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(\text{aq})})$
État initial					
État intermédiaire					
État final à l'équivalence					

c. Définir l'équivalence.

L'avancement à l'équivalence est noté $x_{\text{éq}}$. L'exprimer littéralement de deux façons différentes. 1

d. Calculer la concentration C_1 de la solution de diiode. 1

Exercice 2 : Dosage conductimétrique d'un déboucheur de canalisations : 3,5 points

Une solution aqueuse S_0 utilisée pour déboucher les canalisations contient essentiellement de l'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$).

On réalise une solution S_1 en diluant 45 fois la solution S_0 .

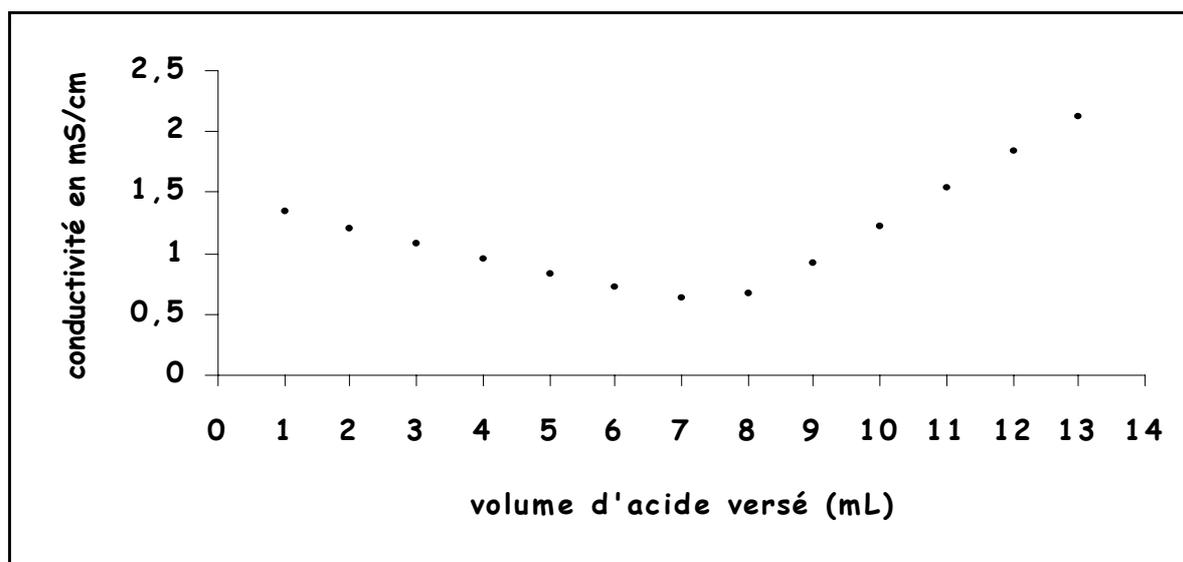
On introduit ensuite un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de solution S_1 dans un bécher. On ajoute un grand volume d'eau distillée et on plonge la cellule d'un conductimètre dans le mélange. On effectue alors le dosage par une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$) de concentration $C_A = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1°) On donne les couples acido-basiques : $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} / \text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$.

Écrire l'équation du dosage.

0,5

Les mesures permettent de tracer le graphique suivant :



2°) Justifier l'évolution de la conductivité de la solution au cours du dosage, sans oublier de comparer qualitativement les pentes (les calculs ne sont pas demandés).

1

3°) Déterminer graphiquement le volume $V_{A, \text{equiv}}$ d'acide versé à l'équivalence du dosage.

0,5

4°) L'ajout d'eau distillée dans le bécher avant le dosage modifie-t-il la valeur du volume équivalent ?

0,5

5°) En déduire la concentration C_1 de la solution S_1 .

0,5

6°) En déduire la concentration C_0 de la solution commerciale S_0 .

0,5

Données :

Conductivités molaires ioniques (en $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) :

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,5 \cdot 10^{-2} ; \quad \lambda_{\text{HO}^-} = 2 \cdot 10^{-2} ; \quad \lambda_{\text{Na}^+} = 5 \cdot 10^{-3} ; \quad \lambda_{\text{Cl}^-} = 7,6 \cdot 10^{-3} .$$

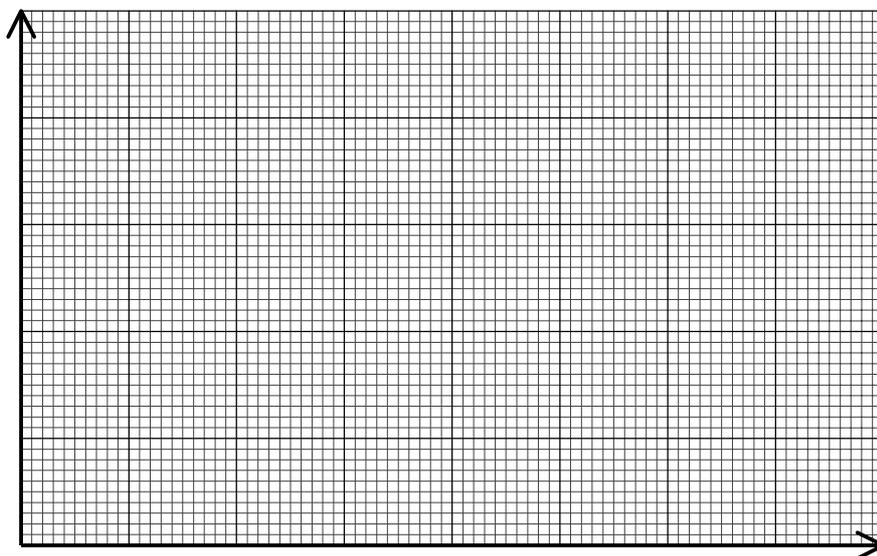
Exercice 3 : Étude d'une chaîne électrique : 5,5 points

1. Pour tracer la caractéristique d'un générateur, on dispose des valeurs suivantes :

I (mA)	100	200	300	400	500	600	700
U_{PN} (V)	4,45	4,30	4,15	4,00	3,85	3,70	3,55

Tracer le graphe $U_{PN} = f (I)$. En déduire les caractéristiques E et r de ce générateur.

1



2. Ce générateur alimente un petit moteur de caractéristiques $E' = 2,60 \text{ V}$ et $r' = 8,50 \Omega$

2.1. Faire un schéma du circuit en utilisant les modèles équivalents et en fléchant les tensions et l'intensité du courant considérées positives.

0,5

2.2. Montrer que $I = \frac{E - E'}{r + r'}$. Calculer I .

1

2.3. Faire un bilan des puissances dans le moteur sous forme d'un schéma (sans valeurs numériques).

0,5

2.4. Calculer :

- La puissance électrique P_e reçue par le moteur.
- La puissance P_J dissipée par effet Joule dans le moteur.
- La puissance mécanique P_m développée par le moteur.

1,5

2.5. Le moteur entraîne un petit alternateur. La puissance utile P_u transférée à l'alternateur n'est pas égale à la puissance mécanique P_m . Il existe différentes pertes (frottements, magnétiques, ...) appelés pertes internes. Le rendement pour ce moteur couplé à l'alternateur est de 25%.

Calculer les pertes internes.

1

Exercice 4 : Mouvement d'un skieur nautique (6,5 points)

Les parties I, II sont indépendantes.

Données :

Masse du skieur nautique équipé : $m = 80,0 \text{ kg}$

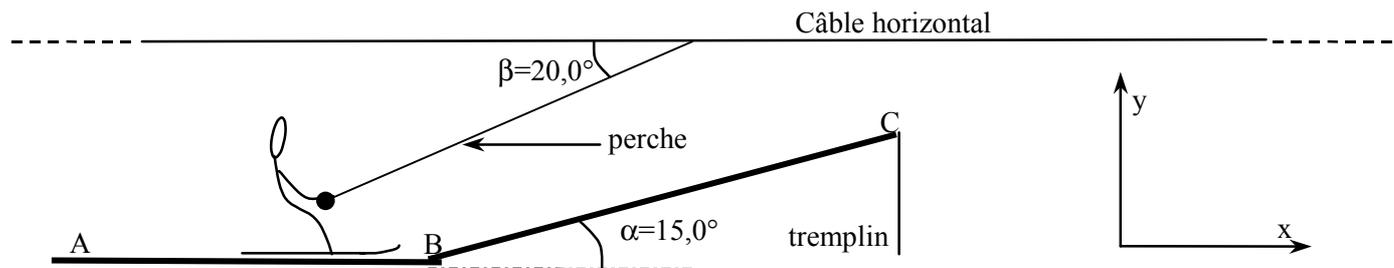
Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

Le tremplin fait un angle de $\alpha = 15,0^\circ$ avec l'horizontale.

Le câble fait un angle de $\beta = 20,0^\circ$ avec l'horizontale.

Longueur $BC = d = 15,0 \text{ m}$

Un skieur est tracté par une perche sur un plan d'eau horizontal (télési nautique). Il arrive sur un tremplin et lâche la perche. En arrivant en haut du tremplin il effectue un saut.



I. Approche du tremplin

Entre les points A et B le skieur progresse en ligne droite à la vitesse constante de $80,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. La perche fait alors un angle β avec l'horizontale.

On assimilera, entre les points A et B, l'ensemble des forces de frottement à une force \vec{f}_1 dont la norme est $f_1 = 200 \text{ N}$

1. Faire le bilan des forces extérieures exercées sur le skieur entre A et B.
Les représenter sur le schéma ci-dessus. 1
2. Que pouvez-vous dire de la somme vectorielle de ces forces ? 0,5
3. Calculer la norme de la force exercée par la perche sur le skieur.
Expliquer votre raisonnement. 1,5

II. Sur le tremplin

Le skieur arrive en B avec la vitesse $v_B = 80,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et il lâche aussitôt la perche.

Sa vitesse en haut du tremplin (point C) n'est plus que de $v_C = 60,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

1. Calculer la variation d'énergie cinétique $\Delta E_c = E_c(C) - E_c(B)$ du skieur entre B et C. 1
2. Calculer le travail du poids entre B et C. 1
3. Comparer les résultats obtenus en 1. et 2.
En déduire l'intensité moyenne des forces de frottements f_2 entre B et C. 1,5

Exercice 1

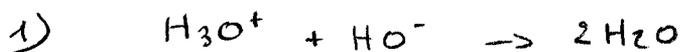
$$2 \text{ (a)} \quad n(\text{I}_2)_i = c_1 \cdot V_1 \quad n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})_v = c \cdot V$$

(b)

		$\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$			
États du système	Avancement	$n(\text{I}_2(\text{aq}))$	$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}))$	$n(\text{I}^-(\text{aq}))$	$n(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}))$
État initial	0	$c_1 V_1$	$c \cdot V$	0	0
État intermédiaire	x	$c_1 V_1 - x$	$c \cdot V - 2x$	$2x$	x
État final à l'équivalence	x_{equiv}	$c_1 V_1 - x_{\text{equiv}} = 0$	$c V_{\text{equiv}} - 2x_{\text{equiv}} = 0$	$2x_{\text{equiv}}$	x_{equiv}

(c) L'équivalence est le changement de réactif limitant
 $x_{\text{eq}} = c_1 \cdot V_1$ et $x_{\text{eq}} = \frac{c \cdot V_{\text{equiv}}}{2}$

$$(d) \quad c_1 \cdot V_1 = \frac{c \cdot V}{2} \Rightarrow c_1 = \frac{c \cdot V}{2V_1} = \frac{0,100 \times 12,6}{2 \times 20,0} \Rightarrow c_1 = \underline{\underline{3,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

Exercice 2

2) Au fur et à mesure que l'on verse l'acide, les concentrations des ions évoluent

ion	Na^+	HO^-	H_3O^+	Cl^-
av. l'équiv	=	↓	0	↗
ap. l'équiv	=	0	↗	↗

Avant l'équivalence : Cl^- remplace HO^- et $\lambda(\text{Cl}^-) < \lambda(\text{HO}^-) \Rightarrow \underline{\underline{G \downarrow}}$

Après l'équivalence : de plus en plus de H_3O^+ et $\text{Cl}^- \Rightarrow \underline{\underline{G \uparrow}}$

3) Intersection des 2 droites = équivalence $\Rightarrow \underline{\underline{V_{A \text{equiv}} = 7,5 \text{ mL}}}$

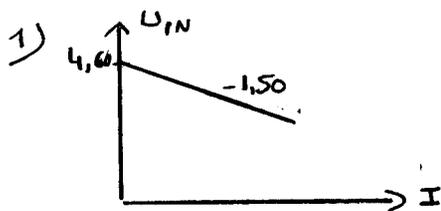
4) L'ajout d'eau ne modifie pas les quantités de matière et donc il ne modifie pas le volume équivalent.

$$5) \quad c_A \cdot V_{A \text{equiv}} - n_{\text{equiv}} = 0 \quad \text{et} \quad c_1 \cdot V_1 - n_{\text{equiv}} = 0 \quad \Rightarrow c_A \cdot V_{A \text{equiv}} = c_1 \cdot V_1$$

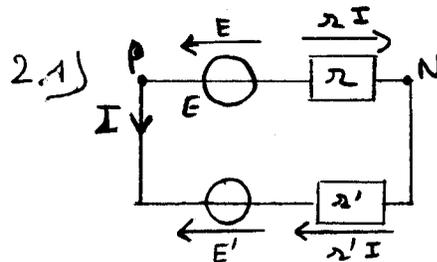
$$\text{donc} \quad c_1 = \frac{c_A \cdot V_{A \text{equiv}}}{V_1} = \frac{1,0 \times 10^{-1} \times 7,5}{10,0} \Rightarrow c_1 = \underline{\underline{7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

$$6) \quad c_0 = 45 \cdot c_1 = 45 \times 7,5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \underline{\underline{c_0 = 3,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

Exercice 3

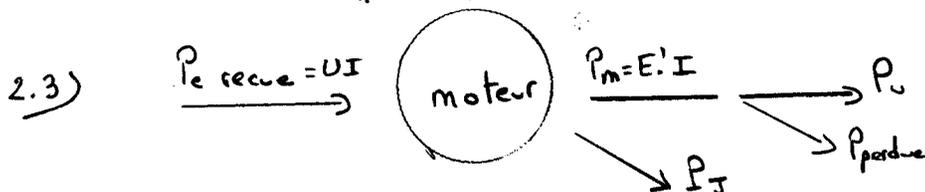


$\mathcal{E}_{em} = \underline{E = 4,60V}$
 résistance interne $\underline{r = 1,50\Omega}$



2.2) Loi des mailles : $E - E' - r'I - rI = 0 \Rightarrow I = \frac{E - E'}{r + r'}$

$I = \frac{4,60 - 2,60}{1,50 + 8,50} \Rightarrow \underline{I = 0,20A = 20mA}$



2.4) $P_e = U \cdot I = E'I + r'I^2 = 2,60 \times 0,20 + 8,50 \times 0,20^2 \Rightarrow \underline{P_e = 0,86W}$

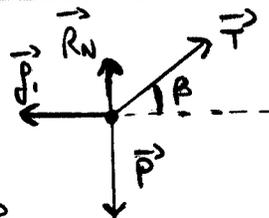
$P_J = R I^2 = r' I^2 = 8,50 \times 0,20^2 \Rightarrow \underline{P_J = 0,34W}$

$P_m = P_e - P_J = 0,860 - 0,34 \Rightarrow \underline{P_m = 0,52W}$

2.5) $\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{P_m - P_{perde}}{P_e} \Rightarrow P_{perde} = P_m - \eta P_e = 0,52 - \frac{25}{100} \times 0,86 \Rightarrow \underline{P_{perde} = 0,31W}$

Exercice 4

- I) forces extérieures :
- \vec{P} vertical vers le bas
 - traction \vec{T} direction du câble, vers le haut
 - frottements \vec{f} : opposés au mouvement
 - action \vec{R}_N de l'eau, verticale vers le haut



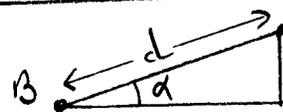
2) le mouvement est rectiligne uniforme donc $\underline{\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}}$

3) Projection de $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ sur axe horizontal $\Rightarrow T \cos \beta - f_1 = 0$

$\text{Et } T = \frac{f_1}{\cos \beta} = \frac{200}{\cos 20,0} \Rightarrow \underline{T = 213N}$

II 1) $\Delta_{B \rightarrow C}(E_c) = \frac{1}{2} m v_c^2 - \frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{1}{2} m (v_c^2 - v_B^2)$
 $= \frac{1}{2} \times 80,0 \times \left(\left(\frac{60,0}{3,6} \right)^2 - \left(\frac{80,0}{3,6} \right)^2 \right) \Rightarrow \underline{\Delta_{B \rightarrow C}(E_c) = -8,64 \times 10^3 J}$

2) $W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) = m g (y_B - y_C) = -m \cdot g \cdot h = -m \cdot g \cdot d \cdot \sin \alpha$
 $= -80,0 \times 9,81 \times 15,0 \times \sin 15,0 \Rightarrow \underline{W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) = -3,05 \times 10^3 J}$



3) $\Delta_{B \rightarrow C}(E_c) < W_{B \rightarrow C}(\vec{P})$ il y a d'autres forces qui ont un travail négatif
 Les frottements f_2 entre B et C $W_{B \rightarrow C}(\vec{f}_2) = \vec{f}_2 \cdot \vec{BC} = -f_2 \cdot BC = -f_2 d$

$\Delta_{B \rightarrow C}(E_c) = W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{f}_2) \Rightarrow W_{B \rightarrow C}(\vec{f}_2) = \Delta_{B \rightarrow C}(E_c) - W_{B \rightarrow C}(\vec{P})$

donc $f_2 = -\frac{\Delta_{B \rightarrow C}(E_c) - W_{B \rightarrow C}(\vec{P})}{d} = -\frac{-8,64 \times 10^3 - (-3,05 \times 10^3)}{15,0} \Rightarrow \underline{f_2 = 373N}$