BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2009

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14.

**Les feuilles d'annexes (pages 12/14, 13/14 et 14/14)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE**

EXERCICE I. RECORD DE SAUT EN LONGUEUR À MOTO (6 points)

Le 31 Mars 2008, l'Australien Robbie Maddison a battu son propre record de saut en longueur à moto à Melbourne. La Honda CR 500, après une phase d'accélération, a abordé le tremplin avec une vitesse de 160 km.h^{-1} et s'est envolée pour un saut d'une portée égale à 107 m.

Dans cet exercice, on étudie les trois phases du mouvement (voir figure 1), à savoir :

- la phase d'accélération du motard (de A à B),
- la montée du tremplin (de B à C),
- le saut (au-delà de C).

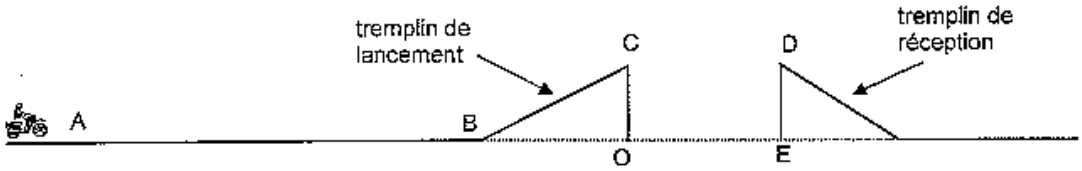


Figure 1.

Dans tout l'exercice, le système {motard+moto} est assimilé à son centre d'inertie G.
L'étude est faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen.
On pose h = OC = ED

Données :

- Intensité de la pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2}
- Masse du système : m = 180 kg
- L = BC = 7,86 m

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes.

1. La phase d'accélération du motard.

On considère que le motard s'élance, avec une vitesse initiale nulle, sur une piste rectiligne en maintenant une accélération constante.
Une chronophotographie (en vue de dessus) représentant les premières positions successives du centre d'inertie G du système est donnée **en annexe 1 à rendre avec la copie.**
La durée τ = 0,800 s sépare deux positions successives du centre d'inertie G.
À t = 0, le centre d'inertie du système est au point A (G_0 sur la chronophotographie).

1.1. Exprimer les valeurs des vitesses $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ du centre d'inertie G aux points G_2 et G_4 puis les calculer.

1.2. Représenter les vecteurs vitesses $\vec{v}_2$ et $\vec{v}_4$ **sur l'annexe 1** en respectant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 m.s^{-1}.

1.3. Représenter **sur l'annexe 1**, le vecteur $\Delta\vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$.

1.4. Donner l'expression du vecteur accélération $\vec{a}_3$ au point G_3 puis calculer sa valeur.

1.5. Sont représentées ci-dessous les évolutions au cours du temps de la valeur v de la vitesse du motard (figure 2) et de la distance d qu'il parcourt depuis la position G_0 (figure 3).

Figure 2 : Valeur v de la vitesse du système en fonction du temps.

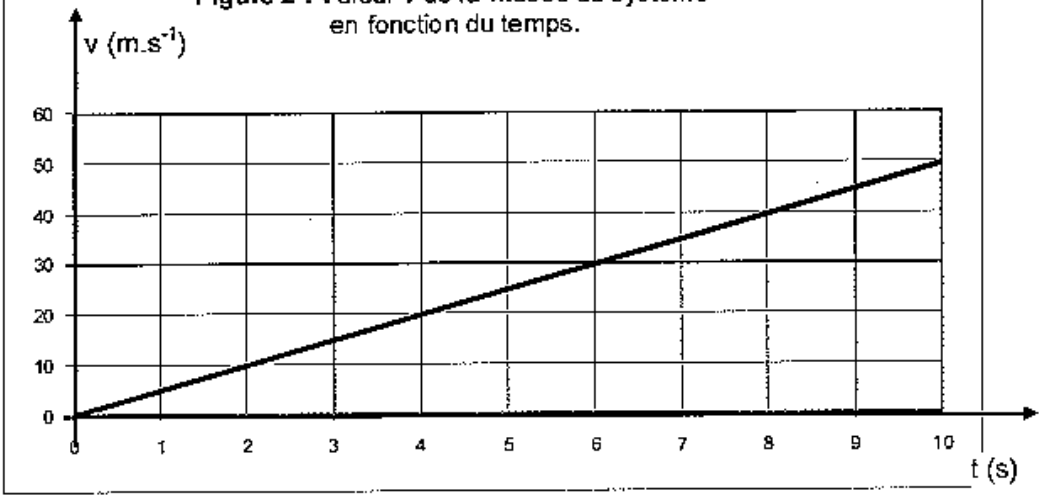
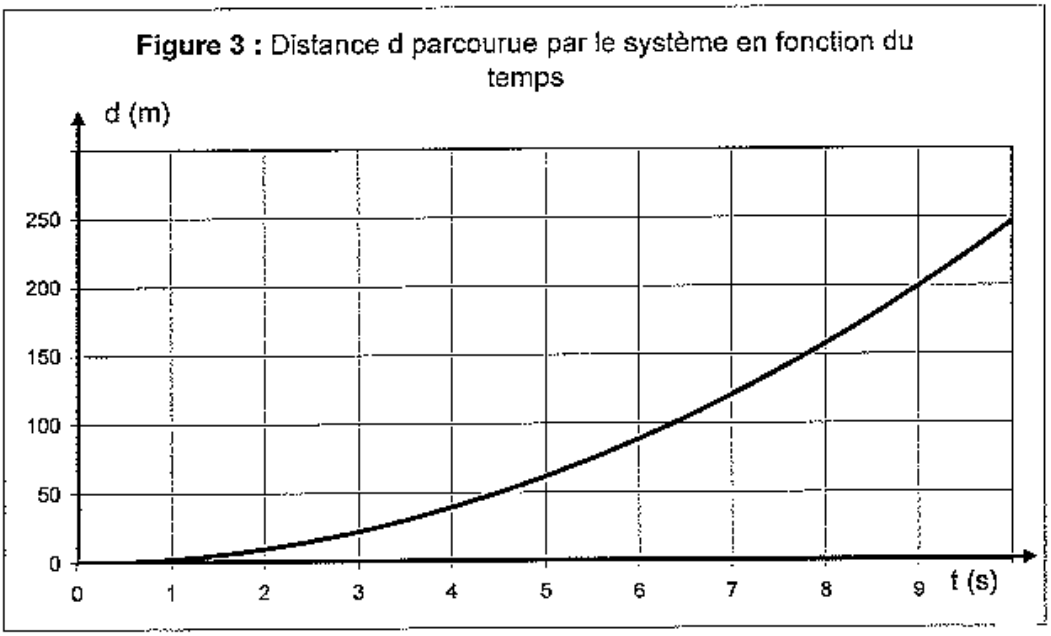


Figure 3 : Distance d parcourue par le système en fonction du temps



1.5.1. Montrer que la courbe donnée en figure 2 permet d'affirmer que la valeur de l'accélération est constante.

1.5.2. En utilisant la figure 2, estimer la valeur de l'accélération du motard. Vérifier que le résultat est compatible avec la valeur calculée en 1.4.

1.5.3. En utilisant la figure 2 et la figure 3, déterminer la distance parcourue par le motard lorsque celui-ci a atteint une vitesse de 160 km.h^{-1}.

2. La montée du tremplin.

Le motard aborde le tremplin au point B, avec une vitesse de 160 km.h^{-1} et maintient cette vitesse jusqu'au point C. Le repère d'étude $(O, \vec{i}, \vec{k})$ est indiqué sur **la figure 4**. Le tremplin est incliné d'un angle $\alpha = 27°$ par rapport à l'horizontale.

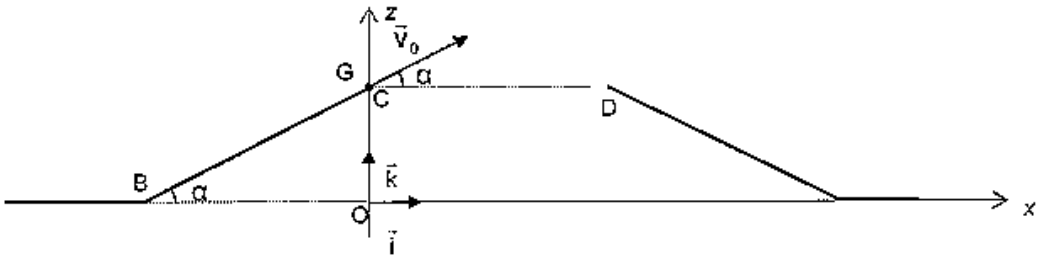


Figure 4

Dans cette partie du mouvement, on choisit l'altitude du point B comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur : Epp = 0 pour $z_B = 0$.

2.1. Exprimer l'énergie mécanique du système en fonction, entre autres, de la valeur de la vitesse instantanée v et de l'altitude z.

2.2. Exprimer la variation d'énergie potentielle de pesanteur du système, lorsqu'il passe du point B au point C en fonction de m, g, BC et α. La calculer.

2.3. En déduire en justifiant comment évolue l'énergie mécanique du système lorsqu'il passe de B à C.

3. Le saut.

Le motard quitte le tremplin en C avec une vitesse initiale $v_0 = 160$ km.h^{-1}.
Toutes les actions autres que le poids du système sont supposées négligeables. On souhaite étudier la trajectoire du centre d'inertie G du système dans ces conditions.
Le repère d'étude est $(O, \vec{i}, \vec{k})$ et l'origine des dates est choisie à l'instant où le système quitte le point C (voir figure 4).
La vitesse initiale $\vec{v}_0$ du centre d'inertie G du système est inclinée d'un angle $\alpha = 27°$ par rapport à l'horizontale.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que les équations horaires du mouvement du point G s'écrivent :

$$x(t) = (v_0 \cdot \cos\alpha) \cdot t$$

$$z(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin\alpha) \cdot t + h$$

3.2. Montrer que l'équation de la trajectoire est :

$$z(x) = -\frac{g}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2\alpha} \cdot x^2 + (\tan\alpha) \cdot x + h$$

3.3. À quelle distance maximale de C doit se trouver le point D pour que « l'atterrissage » se fasse sur le tremplin ?

3.4. Comparer cette valeur avec celle donnée dans l'énoncé. Comment peut-on interpréter cet écart ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. QUELLE SERA L'AUTOMOBILE DU FUTUR ? (6 points)

Le moteur thermique, étant très certainement appelé à disparaître, les constructeurs automobiles recourront probablement au « tout électrique » ou à une motorisation hybride mettant en jeu une pile à combustible.
Le but de cet exercice est d'étudier d'une part le supercondensateur pouvant intervenir dans ces deux types de véhicules et d'autre part, la pile à combustible.

1. Étude du supercondensateur

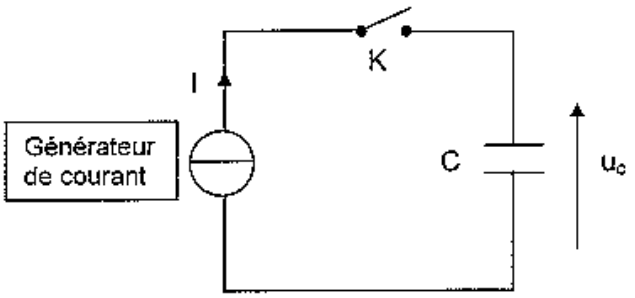
Un supercondensateur est un condensateur de technologie particulière permettant de stocker une quantité d'énergie beaucoup plus élevée qu'un condensateur électrolytique classique. Il permet de plus de la restituer plus rapidement qu'un accumulateur électrochimique.

Un supercondensateur est donc idéal pour stocker de l'énergie lors d'un freinage et la restituer, par exemple, lors d'une phase d'accélération.

Les caractéristiques du supercondensateur étudié, données à une température de 25°C par le fabricant, sont fournies ci-dessous :
- *Capacité* : 2600 F
- *Tension nominale* : 2,7 V
- *Masse* : 500 g
- *Énergie massique du condensateur chargé sous une tension de* 2,7 V : 19 $kJ.kg^{-1}$

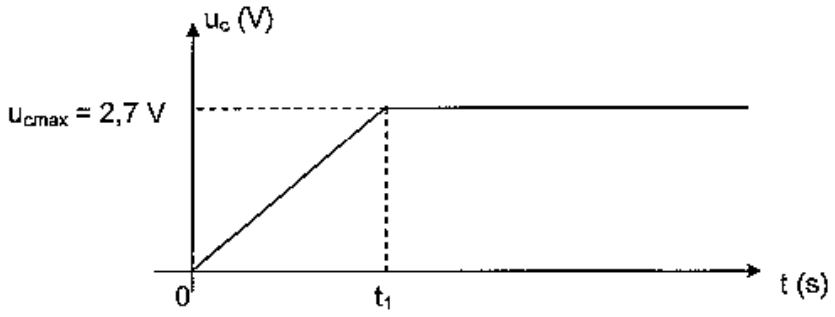
1.1. Charge du condensateur à courant constant

On réalise le circuit ci-dessous :



À l'instant t = 0 s, on ferme l'interrupteur K. On charge alors ce condensateur à l'aide d'un générateur de courant qui permet de délivrer une intensité constante I = 10 A puis on ouvre l'interrupteur à un instant $t = t_1$.
Un système d'acquisition permet de visualiser la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps.

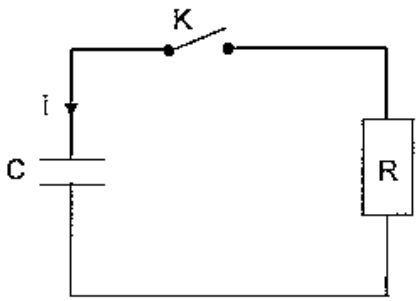
On obtient la courbe suivante :



1.1.1. Recopier le schéma du montage électrique puis indiquer les branchements à réaliser pour visualiser la tension aux bornes du condensateur (voie 1 et masse).
1.1.2. Exprimer uc en fonction de C et de la charge du condensateur.
1.1.3. Exprimer t en fonction de C, uc et I lorsque $0 \leq t \leq t1$.
1.1.4. À l'aide de la courbe ci-dessus, calculer t1.
1.1.5. Exprimer puis calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur lorsque la tension à ses bornes est de 2,7 V.
1.1.6. Le résultat est-il en accord avec les caractéristiques données par le fabricant ? Justifier.

1.2. Décharge du condensateur

Le condensateur étant chargé sous une tension de 2,7 V, on réalise le circuit suivant pour étudier sa décharge à travers un conducteur ohmique de résistance R = 1,0 Ω :



À l'instant t = 0 s, on ferme l'interrupteur K. On visualise, à l'aide du système d'acquisition, l'évolution de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.

1.2.1. Reproduire le schéma ci-dessus, puis, en utilisant la convention récepteur, représenter les tensions u_c aux bornes du condensateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.2.2. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_c, donnée ci-dessous :

$$RC\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

1.2.3. Par une équation aux dimensions, montrer que le produit RC est homogène à un temps.

1.2.4. La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme $u_C = A + B.e^{-t/RC}$ où A et B sont des constantes.
À partir de la condition initiale, trouver une relation entre A et B.
Quelle est la valeur de u_C lorsque le condensateur est déchargé ?
En déduire les valeurs de A et B.

1.2.5. La courbe représentant l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps est donnée en annexe 2 à rendre avec la copie.
Déterminer graphiquement la constante de temps du circuit, par une méthode au choix que l'on précisera. Vérifier cette valeur par le calcul.

2. Étude d'une pile à combustible

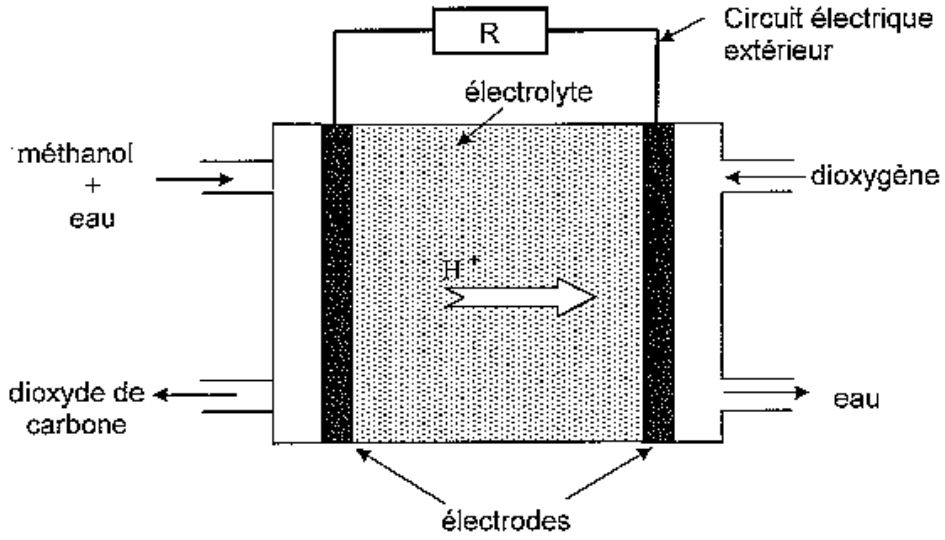
Une pile à combustible (PAC) est un assemblage de cellules élémentaires, comprenant deux électrodes contenant un catalyseur (le plus souvent du platine), séparées par un électrolyte, dont le rôle est de permettre la migration des ions d'une électrode à l'autre.
Le comburant est du dioxygène. Le combustible est le plus souvent du dihydrogène. Ce combustible, gazeux à température ambiante et inflammable, pose des problèmes de stockage.
Un autre combustible possible est le méthanol. Ce combustible est certes toxique, mais liquide, à température ambiante. Il est principalement produit à partir de gaz naturel. On se dispense ainsi du problème de stockage du dihydrogène. Une telle pile à combustible est appelée DMFC (Direct Methanol Fuel Cells).
L'électrolyte utilisé est acide.

Cette deuxième partie s'intéresse à la réaction dans les DMFC.

Données :

- La température est fixée à 298 K dans tout l'exercice.
- masses molaires :
  $M(H) = 1,0\ g.mol^{-1}$ $M(O) = 16,0\ g.mol^{-1}$ $M(C) = 12,0\ g.mol^{-1}$
- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23}\ mol^{-1}$
- charge élémentaire : $e = 1,60.10^{-19}\ C$
- masse volumique du méthanol liquide : $\rho = 0,79\ g.mL^{-1}$

La pile débite un courant à travers un dipôle ohmique de résistance R selon le schéma ci-dessous :



L'équation associée à la réaction lorsque la pile débite est :

$$2\ CH_3OH(aq) + 3\ O_2(g) = 2\ CO_2(g) + 4\ H_2O(l)$$

2.1. Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont $CO_2(g)/CH_3OH(aq)$ et $O_2(g)/H_2O(l)$.
Écrire les demi-équations électroniques rendant compte des transformations se produisant à chaque électrode.
Préciser à quelle électrode a lieu chaque réaction et indiquer s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

2.2. Indiquer la polarité des électrodes sur le schéma de la pile à combustible de **l'annexe 2 à rendre avec la copie** et représenter le sens de circulation des électrons dans le circuit extérieur, lorsque la pile fonctionne.

2.3. La pile débite un courant de 50 mA pendant 2,0 h.
Exprimer puis calculer le nombre de moles d'électrons n_e transférés spontanément pendant cette durée.

2.4. Exprimer la masse de méthanol consommé en fonction du nombre de moles d'électrons n_e puis la calculer.

2.5. Exprimer puis calculer le volume de méthanol consommé.

EXERCICE III. OXYDATION DU PROPAN-2-OL (4 points)

Dans cet exercice, on étudie l'évolution temporelle de la réaction d'oxydation du propan-2-ol par les ions permanganate. Cette réaction aboutit lentement à la formation de la propanone. L'équation (1) associée à la réaction s'écrit :

$$5\,C_3H_8O_{(aq)} + 2\,MnO_{4\,(aq)}^- + 6\,H_{(aq)}^+ = 5\,C_3H_6O_{(aq)} + 2\,Mn_{(aq)}^{2+} + 8\,H_2O_{(l)} \quad (1)$$

La transformation associée sera considérée comme totale.

Préparation du mélange réactionnel :

On introduit dans un erlenmeyer 50,0 mL d'une solution de permanganate de potassium de concentration $c_0 = 0{,}20\ mol.L^{-1}$ et 50,0 mL d'une solution d'acide sulfurique en excès.
On place l'erlenmeyer sous agitation magnétique.
À l'instant t = 0, on ajoute 1,0 mL de propan-2-ol au contenu de l'erlenmeyer.

Étude de l'évolution de l'avancement :

Afin de représenter la courbe qui traduit l'évolution de l'avancement x de la réaction au cours du temps, on prélève à l'instant t, un volume V = 10,0 mL du mélange réactionnel que l'on verse dans un bécher contenant 40 mL d'eau glacée.
On titre ensuite les ions permanganate contenus dans le bécher par une solution de sulfate de fer II de concentration $c' = 0{,}50\ mol.L^{-1}$. Le volume équivalent V'_E obtenu permet ensuite d'en déduire l'avancement x de la réaction d'oxydation de l'alcool à l'instant t.
On renouvelle l'opération à différents instants et on trace la courbe donnée **en annexe 3.**

Données :

- Propan-2-ol :
  Masse volumique : $\rho = 0{,}785\ g.mL^{-1}$;
  Masse molaire : $M = 60{,}0\ g.mol^{-1}$;
- Couples oxydant/réducteur qui interviennent :
  $Fe_{(aq)}^{3+}/Fe_{(aq)}^{2+}$; $MnO_{4\,(aq)}^-/Mn_{(aq)}^{2+}$
  $C_3H_6O_{(aq)}/C_3H_8O_{(aq)}$.
- On rappelle que l'ion permanganate MnO_4^- a une coloration violette en solution aqueuse. L'ion manganèse Mn^{2+} est incolore.

1. Étude de la réaction support de titrage (réaction 2).

1.1. Pourquoi a-t-on introduit chaque prélèvement dans 40,0 mL d'eau glacée ?

1.2. Montrer que l'équation (2) support de titrage est :

$$MnO_{4\,(aq)}^{-} + 8H_{(aq)}^{+} + 5\,Fe_{(aq)}^{2+} = 5\,Fe_{(aq)}^{3+} + Mn_{(aq)}^{2+} + 4\,H_2O_{(l)} \quad (2)$$

1.3. Définir l'équivalence du titrage. Comment repère-t-on l'équivalence ?

1.4. Exprimer la quantité $n_{MnO_4^-}^{prél.}(t)$ d'ions permanganate dans le prélèvement à l'instant t en fonction de c' et V'_E.

2. Étude de la réaction principale (réaction 1).

On peut considérer que la quantité n d'ions permanganate à l'instant t dans le mélange réactionnel est : $n_{MnO_4^-}(t) = 10 \times n_{MnO_4^-}^{prél.}(t)$.

2.1. Exprimer puis calculer les quantités initiales d'ions permanganate et de propan-2-ol dans le mélange réactionnel que l'on notera respectivement $n_{MnO_4^-}^{0}$ et $n_{prop.}^{0}$.

2.2. Compléter, avec des expressions littérales, le tableau d'avancement de la transformation associée à la réaction 1 **fourni en annexe 3 à rendre avec la copie.**

2.3. Calculer l'avancement maximal de la réaction. Quel est le réactif limitant ?

2.4. Exprimer l'avancement x de la réaction en fonction de $n_{MnO_4^-}^{0}$, c' et V'_E.

3. Temps de demi-réaction.

3.1. Définir, à l'aide d'une phrase, le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

3.2. La courbe représentant l'évolution de l'avancement de la réaction 1 en fonction du temps est donnée **en annexe 3 à rendre avec la copie.** Déterminer $t_{1/2}$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

galilee.ac

Bac S 2009 Polynésie rattrapage (ancien programme) - Sujet complet
Physique-chimie · 3 exercices · 20 points · 3 h 30

ANNEXE 1 à rendre avec la copie.

EXERCICE I :

1. Chronophotographie représentant les premières positions successives du centre d'inertie G du système :

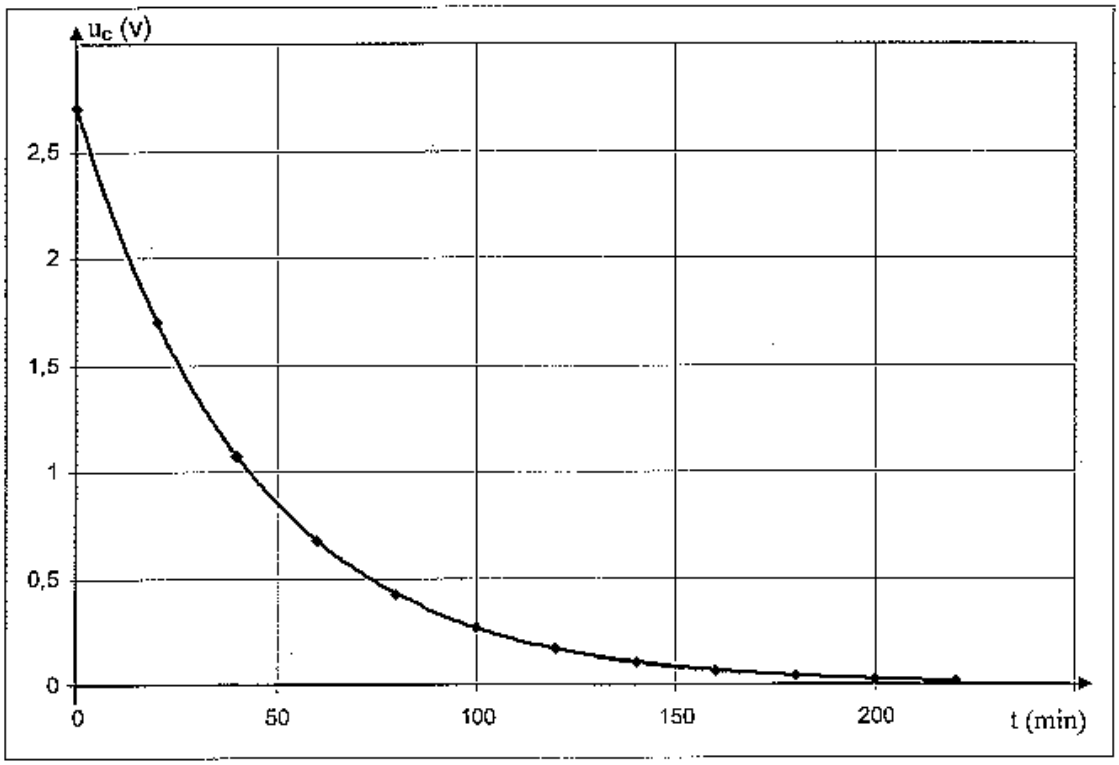
Échelle : 2 m



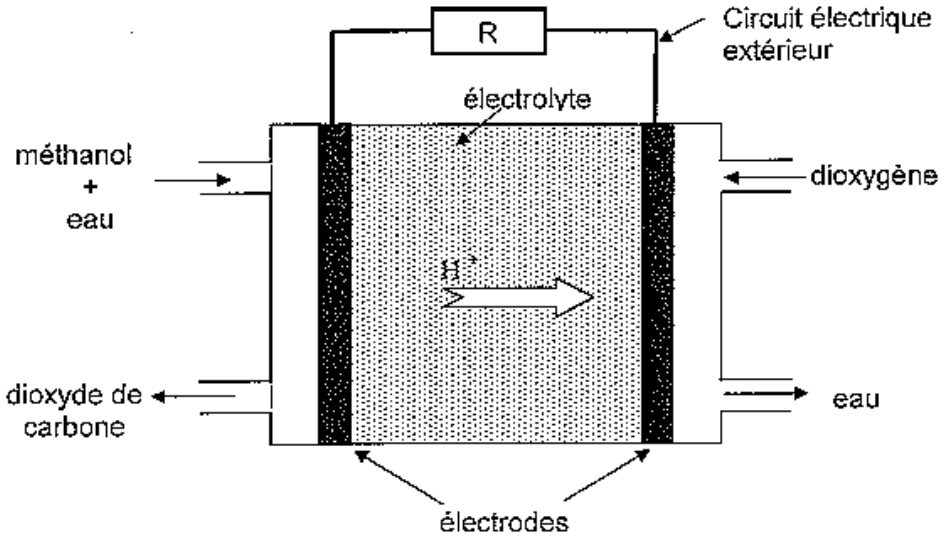
ANNEXE 2 à rendre avec la copie

EXERCICE II :

1.2.5. Courbe représentant l'évolution de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps :



2.2. Schéma de la pile à combustible :



ANNEXE 3 à rendre avec la copie

Exercice III :

2.2 Tableau d'avancement associé à la réaction 1

Équation de la réaction		$5\,C_3H_8O_{(aq)} + 2\,MnO_4^-{}_{(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 5\,C_3H_6O_{(aq)} + 2\,Mn^{2+}_{(aq)} + 8\,H_2O$					
États du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière					
État initial	$x = 0$	n_1	n_0	Excès			Solvant
État intermédiaire	x			Excès			Solvant
État final	x_{max}			Excès			Solvant

3.2 Courbe représentant l'évolution de l'avancement de la réaction 1 en fonction du temps

