

Corrigé du bac 2015 : Physique- Chimie Spécialité Série S – Amérique du Nord

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2015

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement de Spécialité

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 8

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

EXERCICE I : SUPER HÉROS EN DANGER... (6 points)

1. Mouvement ascensionnel de Rocketeer

1.1) Pour répondre, il nous faut retourner à la définition mathématique de l'accélération pour la phase 1 :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \simeq \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t_1} = \frac{\vec{v}_1 - \vec{0}}{\Delta t_1} = \frac{\vec{v}_1}{\Delta t_1}$$

Les vecteurs accélération et vitesse pour la phase 1 sont égaux à un facteur près. L'accélération possède donc la même direction et le même sens que la vitesse. Ainsi, l'accélération est donc verticale vers le haut (sens du mouvement).

Pour la phase 2, la vitesse est constante donc l'accélération associée est nulle.

1.2.1) L'autre force qui s'exerce sur le système est le poids \vec{P} .

1.2.2) Pour pouvoir décoller, il faut que la valeur de la norme de la force de poussée soit strictement supérieure à celle du poids du système.

Calculons le poids du système $\vec{P} = m_r \times \vec{g} = 120 \times 10 = 1200 \text{ N}$

Les propositions A et B ne remplissent pas la condition énoncée plus haut, donc seule la réponse C est la bonne.

1.2.3) Durant la phase 1 il s'est écoulé 3,0s. De plus, la valeur de la force de poussée est égale au produit du débit massique de gaz éjecté par la vitesse d'éjection de ces gaz.

En appliquant la formule du débit massique de fluide éjecté donnée dans l'énoncé, nous obtenons :

$$F = D_f \cdot v_f = \frac{m_f}{\Delta t_1} \cdot v_f \quad \text{d'où} \quad m_f = F \cdot \frac{\Delta t_1}{v_f} = \frac{1600 \times 3,0}{2 \cdot 10^3} = 2,4 \text{ kg}$$

1.2.4) On applique la seconde loi de Newton au système :

$m_r \cdot \vec{a} = \vec{P} + \vec{F}$ puis on projette suivant un axe vertical ascendant, ce qui nous donne :

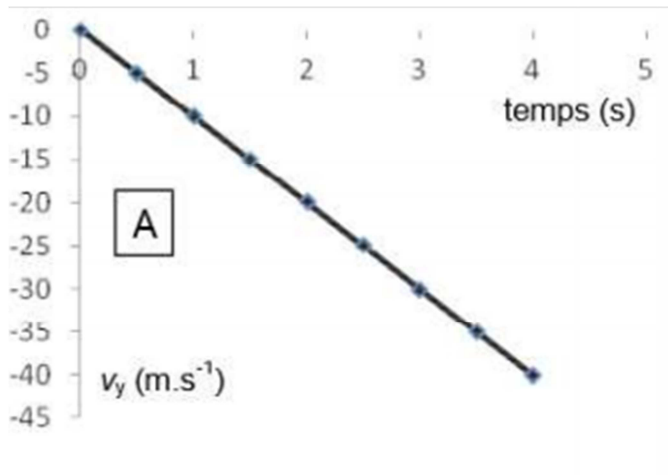
$$m_r \cdot a = -P + F \quad \text{puis} \quad a = \frac{F-P}{m_r} = \frac{1600-1200}{120} = 3,33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Ainsi, $v_1 = a \cdot \Delta t_1 = 3,33 \times 3,0 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2. Problème technique

2.1) D'après l'énoncé, la vitesse de Rocketeer à la date $t = 0$ est nulle, donc on peut éliminer d'office les graphes C et D.

De plus, comme le mouvement est descendant, et que la convention veut que l'axe Oy soit ascendant, nous allons nous retrouver avec une vitesse négative. Le graphe qui répond à ces conditions est le graphe A.



2.2) Lors de la chute, le système n'est soumis qu'à son poids.

$$\text{Ainsi } m_r \cdot \vec{a} = \vec{P} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$$

En projetant sur l'axe Oy , on obtient $a_y = -g$ que l'on primitive pour ensuite avoir $v_y = -g \cdot t + v_{y0}$ avec v_{y0} la vitesse initiale du système (c'est à dire celle qu'il possède à la panne du jet-pack) qui est nulle.

De plus, $v_y = \frac{dy}{dt}$ donc en primitivant une dernière fois, on obtient $y = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + y_0$

Au temps initial, le système se trouve à une hauteur de 80 m du sol.

$$\text{Ainsi, } y = -5t^2 + 80$$

2.3) Calculons la durée de la chute de Rocketeer telle que

$$y = -5t_c^2 + 80 = 0 \Rightarrow t_c = \sqrt{\frac{80}{5}} = 4s$$

Sur le schéma, nous mesurons 9,4 cm pour la distance que la Batmobile a à parcourir. A l'échelle, cela nous donne $d = 9,4$ km. On peut en déduire la vitesse moyenne minimale (la durée de parcourt du chemin par la Batmobile doit être inférieure ou égale à celle de la chute de Rocketeer pour avoir une chance de le sauver) :

$$v_{\text{moy}} = \frac{9,4 \cdot 10^3}{4} = 2,4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

Cette valeur de vitesse est aberrante pour une voiture classique : il va falloir que Batman investisse dans des super-pouvoirs plutôt que dans une Batmobile sinon Rocketeer risque de ne pas être sauvé.

EXERCICE II : L'HUILE D'OLIVE, MATIÈRE PREMIÈRE ET ALIMENT (9 points)

1. De l'huile d'olive au savon

1.1) Les TAG font partie de la famille des (tri)esters car ils possèdent 3 groupes esters.

1.2) Afin d'obtenir un « pain » de savon à l'issue du protocole, il faut :

- Effectuer une filtration sous vide (Büchner) du produit obtenu afin de l'extraire et le laver en utilisant de l'eau froide (attention à la redissolution possible !)
- Purifier le produit afin d'éliminer toute trace de produit nocif (soude par exemple)
- Sécher le savon

1.3) Le protocole de préparation stipule que la soude est introduite en excès. C'est donc l'oléine qui est le réactif limitant.

La réaction réagissant dans les proportions stœchiométriques, on peut affirmer

$$\text{que } n_{\text{savonmax}} = 3n_{\text{oléine}} = 3 \cdot \frac{m_{\text{oléine}}}{M_{\text{oléine}}} = 3 \cdot \frac{13,6}{884} = 4,62 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Expérimentalement, nous avons récolté 6,6 g de savon, ce qui nous donne une

$$\text{quantité de matière égale à } n_{\text{savonexp}} = \frac{m_{\text{savonexp}}}{M_{\text{savon}}} = \frac{6,6}{304} = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

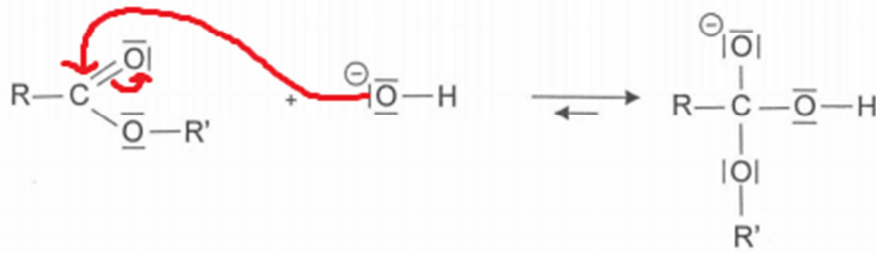
Le rendement d'une réaction est le rapport entre une quantité obtenue expérimentalement (quantité de matière, masse...) avec la quantité que l'on devrait obtenir théoriquement. Attention à faire un rapport de deux grandeurs de même unité : le rendement à la fin doit être sans unité.

$$r = \frac{n_{\text{savonexp}}}{n_{\text{savonmax}}} = \frac{2,2 \cdot 10^{-2}}{4,62 \cdot 10^{-2}} = 0,47$$

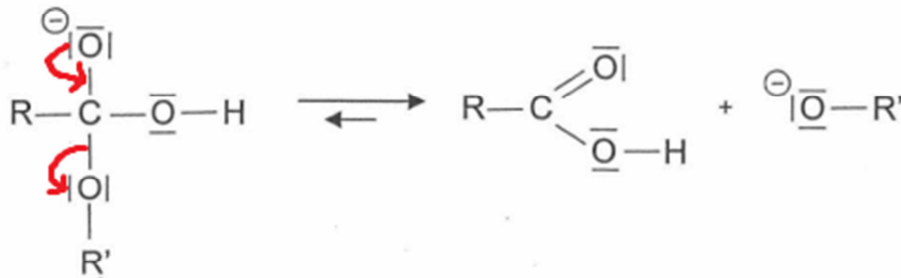
Le rendement de la réaction est de 47%.

1.4.1) Les flèches sont orientées depuis les sites nucléophiles vers les sites électrophiles.

Étape a)



Étape b)



Étape c)



1.4.2) L'étape a) correspond à une réaction d'addition, l'étape b) à une élimination et l'étape c) à une réaction acide-base.

2. Bénéfique pour la santé, l'huile d'olive ?

2.1.1) Dans les données il est indiqué que l'huile d'olive est miscible à un mélange d'éthanol et d'éther et qu'elle est non miscible à l'eau. Le mélange joue ainsi le rôle de solvant.

2.1.2) Les précisions de mesures des quantités de l'huile et de l'éthanol sont différentes, ils ne peuvent donc pas être prélevés avec la même verrerie. Le volume d'huile à prélever se doit d'être précis, on utilisera plutôt une verrerie jaugée contrairement à l'éthanol que l'on peut prélever avec de la simple verrerie graduée.

2.1.3) L'hydroxyde de potassium est corrosif et sa préparation dégage des vapeurs toxiques de potassium : il est donc nécessaire de porter une blouse, des gants et des lunettes, et de travailler sous une hotte.

2.1.4) Le technicien a analysé la qualité de la réaction grâce à un titrage colorimétrique de l'acide oléique présent dans l'huile d'olive étudiée.

2.2. Exploitation de l'analyse

2.2.1) A l'équivalence, les réactifs ont été introduits et ont réagi dans les proportions stœchiométriques. Ainsi, $n_{\text{RCOOH}} = n_{\text{HO}^-}$.

$$\text{or } n_{\text{RCOOH}} = C_b \cdot V_E$$

$$\text{d'où } m_a = m_{\text{RCOOH}} = C_b \times V_E \times M_{\text{acideoléique}} = 0,1 \times 10,4 \cdot 10^{-3} \times 282 = 0,293 \text{ g}$$

2.2.2) En utilisant la formule donnée, on peut en déduire l'expression de l'incertitude $U(m_a)$ sur la masse d'acide oléique :

$$U(m_a) = m_a \sqrt{\left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_b)}{C_b}\right)^2}$$

$$U(m_a) = 0,293 \times \sqrt{\left(\frac{0,1}{10,4}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{1,00}\right)^2} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$\text{Ainsi, } m_a = 0,293 \pm 0,007 \text{ g}$$

2.2.2) Pour déterminer à quel type d'huile d'olive celle-ci appartient il faut calculer son taux d'acidité, défini dans l'énoncé comme étant « la proportion d'acides gras libres qui apparaissent lorsque les triglycérides de l'huile d'olive sont dégradés par hydrolyse » et est exprimé en « grammes d'acide libre pour 100 g d'huile ».

Nous avons précédemment calculé 0,3 g d'acide oléique dans 20,0 mL d'huile, c'est à dire dans une masse d'huile :

$$m_{\text{huile}} = \rho_{\text{huile}} \times V_{\text{huile}} = 0,92 \times 20,0 = 18,4 \text{ g}$$

Ainsi, dans 100 g d'huile, nous avons la masse d'acide oléique suivante :

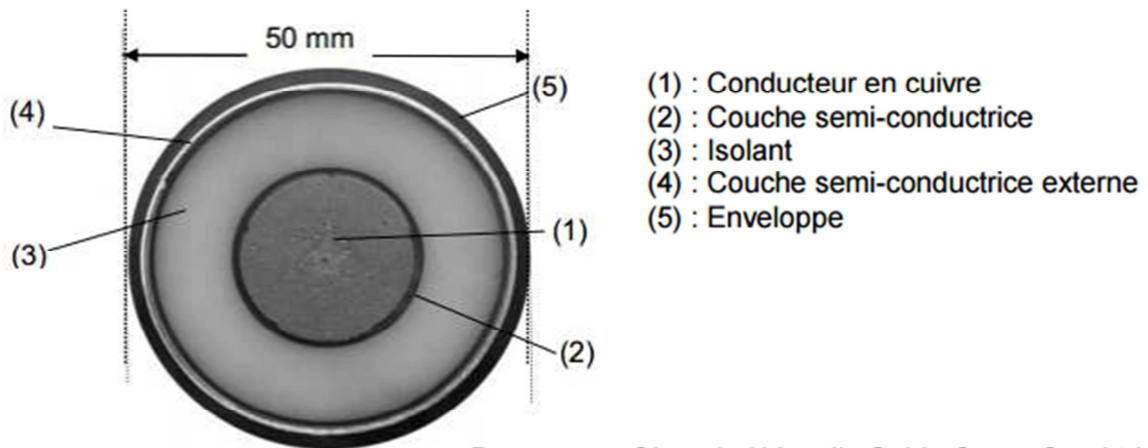
$$m_{\text{acideoléique}} = \frac{100 \times 0,3}{18,4} = 1,6 \text{ g}$$

Ceci nous permet de conclure sur le taux d'acidité de l'huile d'olive qui vaut 1,6%, ce qui la situe dans la gamme des huiles « vierges ». Ce genre d'huile possède en effet des atouts nutritionnels et diététiques, tout comme les huiles « extra vierges ».

EXERCICE III (spé) : LE PROJET AMPACITY (5 points)

Intéressons nous à la structure d'un câble traditionnel, donc la coupe est donnée dans les documents de l'exercice :

Coupe d'un câble électrique haute tension traditionnel



Ressource : Shanghai Yongjin Cable Group Co., Ltd

On remarque d'abord que le câble est constitué de cuivre, or l'énoncé nous apprend que le cuivre fond à une température $T = 1356 \text{ K}$. C'est à cette température que le câble fondra.

Pour répondre à la question, il nous faudra tout d'abord nous pencher sur la variation d'énergie interne du conducteur (le cuivre). Pour cela, nous avons besoin de connaître la masse du câble.

Appelons r le rayon du conducteur en cuivre. En mesurant directement sur le schéma, on obtient que 50 mm correspond en réalité à $5,9 \text{ cm}$.

Ainsi, $2r$ correspondent à $2,6 \text{ cm}$, ce qui nous donne :

$$r = \frac{50 \times 2,6}{2 \times 5,9} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

On peut maintenant calculer la masse du cuivre :

$$m_{\text{cuivre}} = \mu \cdot V = \mu \cdot L \cdot \pi \cdot r^2 = 8,92 \cdot 10^3 \times 1,0 \cdot 10^3 \times \pi \times (1,1 \cdot 10^{-2})^2 = 3,4 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Nous pouvons maintenant nous attaquer au calcul de la variation d'énergie interne du conducteur :

$$\Delta U = m_{\text{cuivre}} \cdot c \cdot \Delta T = 3,4 \cdot 10^3 \times 390 \times (1356 - 293)$$

$$\Delta U = 1,4 \cdot 10^9 \text{ J}$$

avec $T = 293 \text{ K} = 20^\circ\text{C}$, la température ambiante.

Calculons l'intensité du courant parcourue dans le câble supraconducteur :

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4,0 \cdot 10^7}{1,0 \cdot 10^4} = 4,0 \cdot 10^3 \text{ A}$$

Et calculons aussi la valeur de la résistance du câble que l'on étudie :

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = \rho \cdot \frac{L}{\pi \cdot r^2} = \frac{1,7 \cdot 10^{-8} \times 1,0 \cdot 10^3}{\pi \times (1,1 \cdot 10^{-2})^2} = 4,5 \cdot 10^{-2} \Omega$$

Nous avons calculé toutes les données nécessaires à la détermination de la durée recherchée.

En effet, $\Delta U = P_J \cdot \Delta t$ avec $P_J = R \cdot I^2$ la puissance dissipée par effet Joule par le câble.

$$\text{D'où } \Delta t = \frac{\Delta U}{P_J} = \frac{\Delta U}{R \cdot I^2} = \frac{1,4 \cdot 10^9}{4,5 \cdot 10^{-2} \times (4,0 \cdot 10^3)^2} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ s} \approx 33 \text{ min}$$

Ainsi, l'intérêt d'utiliser la supraconductivité est d'annuler la résistance électrique du câble conducteur. Cela permet d'éviter la dissipation d'énergie sous forme de chaleur à cause de l'effet Joule. Il est donc possible de faire circuler des grandes quantités d'énergie électrique dans des câbles de faible section sans risquer de faire fondre les câbles.