



Baccalauréat STL B

Épreuve de physique chimie

Proposition de correction

Session de juin 2015

Métropole

24/06/2015

www.udppc.asso.fr

Si vous repérez une erreur, merci d'envoyer un message à : [pa_besancon\[at\]judppc.asso.fr](mailto:pa_besancon@judppc.asso.fr)

Partie A : détermination de la vitesse du véhicule

Procès-verbal des enquêteurs :

L'accident s'est produit sur une portion de route départementale goudronnée dont la vitesse est limitée à 70 km/h. La chaussée n'était pas mouillée. Le conducteur a freiné (traces sur 28 m) mais n'a pu éviter le mur en face.

La masse du véhicule (conducteur compris) est de $1,00 \cdot 10^3$ kg.

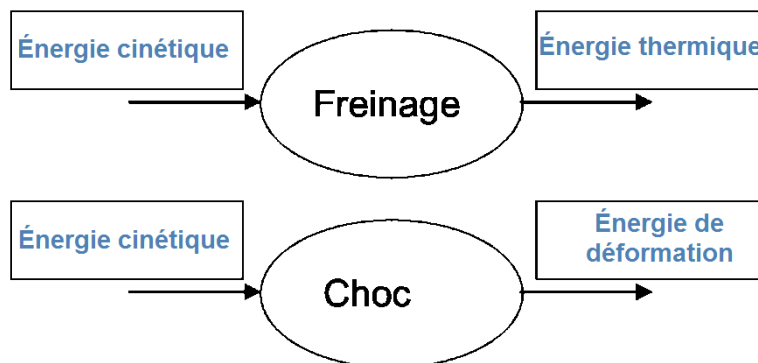
Intensité de pesanteur : vous prendrez $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Une équipe de spécialistes des crashes a évalué l'énergie cinétique du véhicule au moment du choc contre le mur d'après les déformations et l'écrasement des structures. Ils l'estiment à 90 kJ.

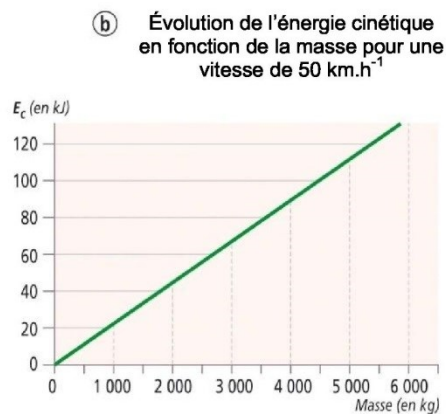
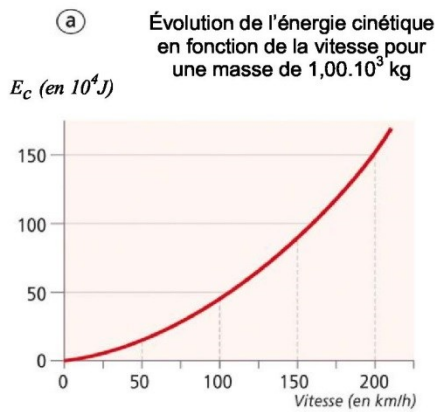
Une vitesse excessive du véhicule peut-elle être à l'origine de l'accident ?

A.1. Étude préalable

A.1.1. Exploiter le document A1 afin de compléter le document réponse DR1 en indiquant les types d'énergie mis en jeu.



A.1.2. L'énergie cinétique E_C (en J) du véhicule est liée à sa masse m (en kg) et sa vitesse v (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). En vous appuyant sur les courbes du document A2, faire un choix justifié de la relation qui convient parmi les trois proposées ci-dessous :



D'après la courbe a, on peut voir que l'énergie cinétique n'est pas proportionnelle à la vitesse, puisque la courbe n'est pas une droite passant par l'origine.

Par contre, d'après la courbe b, on peut voir que l'énergie cinétique est proportionnelle à la masse.

La seule relation qui répond à ces observations est : $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

A.2. Choc contre le mur

A.2.1. Montrer que la vitesse v du véhicule au moment de l'impact contre le mur était d'environ $13,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

$$\text{On a : } v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 90 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^3}} = 13,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

A.2.2. Vous décidez de comparer cette énergie à celle d'une chute du haut d'un immeuble.

- a) Rappeler l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} (en J) d'un corps en fonction de sa masse m (en kg) et de la hauteur h (en m) à laquelle il est placé par rapport au sol. On prend le sol comme référence des énergies potentielles.

$$E_{PP} = m \times g \times h$$

- b) Montrer que tout se passe comme si la voiture chutait du 3^{ème} étage (on prendra une hauteur de 3 mètres par étage).

$$h = \frac{E_{PP}}{m \times g} = \frac{90 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^3 \times 10} = 9 \text{ m soit en effet, 3 étages de 3 m.}$$



A.3. Phase de freinage (en vous aidant du document A3)

A.3.1. D'après l'étendue des traces de freinage relevées sur la chaussée, calculer la vitesse initiale v_i du véhicule (on rappelle que la vitesse du véhicule, juste avant l'impact, était de $13,4 \text{ m.s}^{-1}$).

$$\text{D'après le document A3 : } D_F = \frac{v_i^2 - v_F^2}{2.g.\mu}$$

On est sur une route sèche goudronnée, donc $\mu = 0,8$

D'après le procès-verbal, $D_F = 28 \text{ m}$

$$\text{Donc } v_i = \sqrt{D_F \times 2 \times g \times \mu + v_F^2} = \sqrt{28 \times 2 \times 10 \times 0,8 + 13,4^2} = 25 \text{ m.s}^{-1}.$$

A.3.2. Le conducteur était-il en excès de vitesse ? Justifier la réponse.

$$V_i = 25 \text{ m.s}^{-1} = 25 \cdot 10^{-3} \times 3600 = 90 \text{ km.h}^{-1}.$$

Il était donc en excès de vitesse.

A.3.3. Dans le but d'apporter un maximum d'informations aux enquêteurs, vous décidez de compléter leur demande en considérant la phase de réaction du conducteur.

Calculer la distance de réaction D_R parcouru par le véhicule pendant le temps de réaction du conducteur estimé à une seconde.

$$D_R = v_i \times t_R = 25 \times 1 = 25 \text{ m}$$

A.3.4. En déduire à quelle distance D du mur le conducteur a vu l'obstacle.

$$D = D_R + D_F = 25 + 28 = 53 \text{ m}$$

Partie B : détermination de l'heure de l'accident

Procès-verbal des enquêteurs :

L'appel au poste de secours a été enregistré à 23h00. Les pompiers ont mis 15 minutes pour intervenir. Lorsque les secours sont arrivés, les phares et l'autoradio étaient allumés, ils se sont éteints 45 minutes après l'intervention des pompiers.

À quelle heure l'accident s'est-il produit ?

Deux indices possibles sont exploités pour estimer l'heure de la collision : une fuite de liquide sur le véhicule et la décharge de la batterie.

B.1. Décharge de la batterie (en vous aidant du document B1)

B.1.1. Justifier que la tension de la batterie vaut $12,6 \text{ V}$.

D'après le document B1, la batterie est composée de 6 éléments de 2,1 V montés en série, donc : $U = 6 \times 2,1 = 12,6 \text{ V}$

B.1.2. Calculer l'intensité du courant total fourni par la batterie et la durée nécessaire à sa décharge complète (on supposera constante l'intensité du courant et la tension pendant la décharge).

D'après le document B1, la puissance totale est $P = 100 + 152 = 252 \text{ W}$.

$$\text{Donc } I = \frac{P}{U} = \frac{252}{12,6} = 20 \text{ A.}$$

La capacité de la batterie est $Q = I \times \Delta t = 40 \text{ A.h}$

$$\text{Donc } \Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{40}{20} = 2\text{h}$$

B.1.3. Évaluer l'heure de l'accident et montrer que les secours n'ont pas été appelé immédiatement.

D'après le procès-verbal, les pompiers sont arrivés à 23h15 et les phares se sont coupés 45 min après, donc à minuit.

D'après la question B.1.2. l'accident a eu lieu 2h avant, donc à 22h.

B.2. Fuite de liquide (en vous aidant des documents B2 et B3)

Le fluide écoulé semble provenir du liquide de lave glace ou du liquide de refroidissement. L'objectif de cette partie est d'identifier ce fluide.

B.2.1. Les deux fluides possibles sont-ils acide ou basique ? Justifier.

D'après le document B2, les deux liquides ont un pH supérieur à 7, ils sont donc basique.

B.2.2. Pour identifier ce liquide, vous essayez deux méthodes :

- introduction de l'eau dans les échantillons afin de déterminer si le fluide a une densité supérieure ou inférieure à 1 ;
- détermination du pH à l'aide d'un indicateur coloré : on obtient un pH > 10.

a) Quelle méthode vous semble la plus adaptée et préciser pourquoi ?

Les deux liquides étant solubles dans l'eau, on ne pourra pas connaître leur densité en les mélangeant à l'eau. il vaut mieux déterminer le pH.

b) Dans la seconde méthode – méthode du pH – quel indicateur coloré parmi ceux proposés dans le document B3, convient-il de choisir ?

Pour distinguer les deux liquides, il faut un indicateur qui change de couleur entre 8 et 10, donc la phénolphtaléine.

c) Identifier le liquide en cause.

Le pH étant supérieur à 10, il s'agit donc du lave-glace.

B.2.3. Le réservoir du fluide étant identifié, les enquêteurs ont repéré vers 00h05 une fuite par un orifice de section 2 mm^2 . Pour vous aider à proposer une estimation du temps mis pour répandre 3 litres de ce fluide sur la chaussée, la vitesse d'écoulement du liquide est considérée comme constante et vaut $0,20 \text{ m.s}^{-1}$.

a) Montrer que le débit volumique vaut $4,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

$$Q_v = S \times v = 2 \cdot 10^{-6} \times 0,20 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}.$$

b) En déduire la durée d'écoulement pour 3 litres répandus et l'estimation de l'heure de l'accident.

On peut aussi définir le débit volumique comme étant le rapport du volume écoulé par la durée d'écoulement : $Q_v = \frac{V}{\Delta t}$

$$\Delta t = \frac{V}{Q_v} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-7}} = 7500 \text{ s} = 2 \text{ h } 5 \text{ min}$$

Partie C : détermination du taux d'alcoolémie

Procès-verbal des enquêteurs :

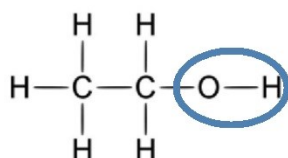
Deux canettes de boissons alcoolisées étaient présentes dans le véhicule. Le conducteur affirme avoir consommé ces canettes dans la matinée bien avant de prendre le volant.

Le début de l'enquête a permis de fixer l'heure de l'accident à 22h. Le conducteur a passé un test d'alcoolémie à 23h45.

Le taux d'alcoolémie du conducteur était-il au moment de l'accident supérieur au taux maximum toléré ?

C.1. Caractéristiques de l'éthanol (en vous aidant du document C1)

C.1.1. Identifier et nommer le groupe caractéristique permettant de classer cette molécule dans la famille des alcools.



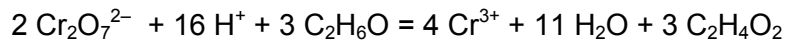
Il s'agit du groupe hydroxyle -OH

C.1.2. Montrer que la masse molaire M de l'éthanol vaut 46 g.mol^{-1} .

$$M = 2 \times M(\text{C}) + 1 \times M(\text{O}) + 6 \times M(\text{H}) = 2 \times 12 + 1 \times 16 + 6 \times 1 = 46 \text{ g.mol}^{-1}$$

C.2. Test alcoolémique (en vous aidant du document C2)

Le test alcoolémique a été réalisé à l'aide d'un éthylotest chimique dont le principe peut être modélisé par une équation d'oxydoréduction dans laquelle les ions $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ réagissent en présence d'éthanol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Cette réaction en milieu acide peut être modélisée par l'équation suivante :



C.2.1. Indiquer la couleur des cristaux avant et après réaction.

Comme indiqué dans le document C2, les cristaux sont jaune avant la réaction et deviennent vert après.

C.2.2. Identifier les 2 couples oxydant / réducteur mis en jeu dans cette réaction en complétant le document réponse DR2.

Couple 1	Couple 2
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 / \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

C.2.3. Lors du test, la moitié des cristaux changent de couleur. On admettra que la quantité de matière d'ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ qui réagit vaut $5,1 \cdot 10^{-6}$ mol.

Évaluer, d'après l'équation ci-dessus, la quantité de matière d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ dans l'air expiré contenu dans le ballon.

D'après l'équation donnée ci-dessus, on a : $\frac{n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{2} = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{3}$

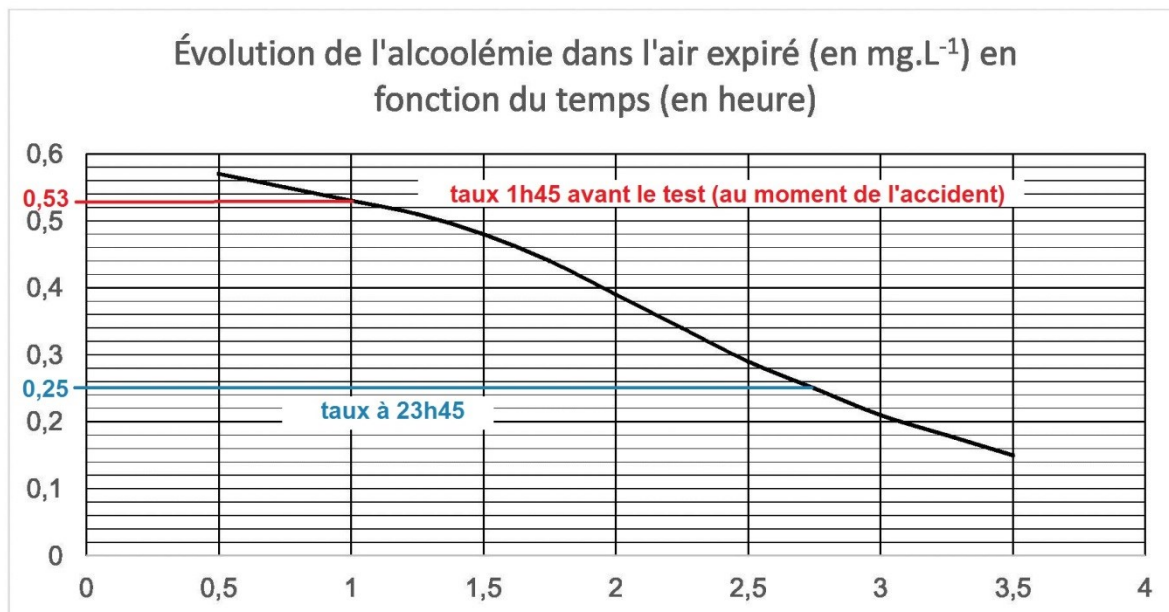
$$n(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = \frac{3 \times n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{2} = \frac{3 \times 5,1 \cdot 10^{-6}}{2} = 7,65 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

C.2.4. Calculer la concentration massique C_M (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) d'éthanol dans l'air dans le ballon.

D'après le document, le ballon fait 1,4 L :

$$C_M = \frac{m}{V} = \frac{n \times M}{V} = \frac{7,65 \cdot 10^{-6} \times 46}{1,4} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

C.2.5. Le résultat de l'alcootest montre que le conducteur atteint juste la limite autorisée de $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ d'air expiré. Relever, à l'aide du document C3, son taux d'alcoolémie au moment de l'accident afin de justifier qu'il n'était pas apte à conduire.



Le taux au moment de l'accident était de 0,53 g.L⁻¹ ce qui est supérieur à la limite autorisée.

Partie D : datation des ossements

Procès-verbal des enquêteurs :

Dans le coffre du véhicule, se trouvait une mallette contenant des ossements.

Il se trouve que dans la région, un site archéologique d'une grande richesse a été découvert. Des ossements d'hominidés, dans un état de conservation exceptionnel, ont été mis au jour. Ils auraient vécu, selon l'estimation des responsables du site, il y a 23500 ans. Malheureusement le site a en partie été pillé.

Les ossements peuvent-ils provenir du site archéologique ?

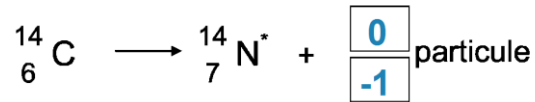
D.1. Questions préliminaires (à l'aide du document D1)

D.1.1. Quelle est la méthode utilisée pour dater les ossements ? Citer une limite à cette technique.

Il s'agit de la datation au carbone 14.

Elle ne fonctionne pas pour les ossements trop vieux car le taux est alors trop faible pour pouvoir être mesuré.

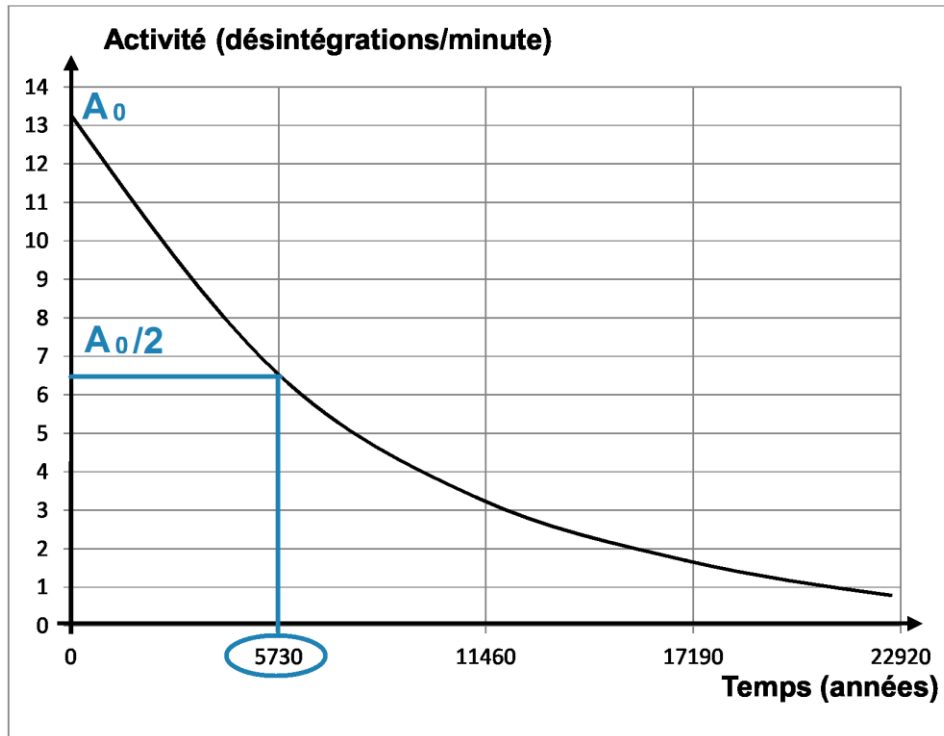
D.1.2. Le carbone 14 se désintègre pour donner de l'azote 14 en émettant une particule. Compléter l'équation de désintégration radioactive du document réponse DR3. En déduire le nom de la particule émise et le type de radioactivité.



D.2. Décroissance radioactive du carbone 14

On définit la demi-vie (notée $t_{1/2}$) d'un échantillon radioactif comme étant la durée au bout de laquelle l'activité d'un échantillon radioactif a été divisée par deux.

À l'aide du document D2, déterminer la valeur de la demi-vie $t_{1/2}$.



La demi-vie du carbone 14 est de 5730 ans.

D.3. Datation des ossements (à l'aide des documents D1 et D3)

Vous prélevez un échantillon des ossements de la mallette ; un comptage radioactif permet de relever une activité A de 14 mBq par gramme de carbone pur.

L'activité d'un échantillon radioactif est égale au nombre moyen de désintégrations par seconde de noyaux de l'échantillon. Elle s'exprime en becquerels (Bq) :

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration} \cdot \text{s}^{-1}$$

D.3.1. Montrer que l'activité A_0 (à « l'âge zéro ») est d'environ 0,23 Bq par gramme de carbone pur.

D'après le document D2, $A_0 = 13,2$ désintégrations par minute,

Le becquerel correspond au nombre de désintégrations par seconde soit $\frac{13,2}{60} = 0,22 \text{ Bq}$

D.3.2. Exploiter la relation du document D3 pour déterminer l'âge des ossements de la mallette.

$$t = \frac{1}{\lambda} \times \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) = \frac{1}{1,2 \cdot 10^{-4}} \times \ln\left(\frac{0,22}{14 \cdot 10^{-3}}\right) = 2,3 \cdot 10^4 \text{ ans.}$$

D.3.3. Ces ossements peuvent-ils provenir du site archéologique ? Justifier.

On estime que le site date de 23500 ans, ces ossements peuvent donc provenir de ce site.