Correction du bac de physique chimie 2009 section scientifique

Exercice I : Le Synthol® :

1.1. Molécule n°1 : vératrole
Molécule n°2 : acide salicylique
Molécule n°3 : résorcinol
1.2.1. $AH + H_2O = A^- + H_3O^+$
1.2.2.

Equation de la réaction		AH +	H_2O	$\rightarrow$ A^- +	H_3O^+
Etat	**Avancement (mol)**				
Initial	0	c_0V_0	Excès	0	0
En cours	x	$c_0V_0 - x$	Excès	x	x
final	$x_{éq}$	$c_0V_0 - x_{éq}$	Excès	$x_{éq}$	$x_{éq}$

1.2.3. On a $[H_3O^+] = 10^{-pH} = \frac{x_{éq}}{V_0}$

1.2.4. Donc $x_{éq} = 10^{-pH} \times V^0 = 100.0 \times 10^{-3} \times 10^{-2.6} = 2.5 \times 10^{-4}$ mol

1.2.5. $\tau = \frac{x_{éq}}{x_{\max}} = \frac{2.5 \times 10^{-4}}{7.20 \times 10^{-4}} = 35\%$ La réaction est donc limitée.

x_{max} est obtenue si la réaction est totale c'est-à-dire si $c_0V_0 - x_{max} = 0$ d'où $x_{max} = c_0V_0 = n_0 = 7.20 \times 10^{-4}$ mol

2.1. La solution pharmaceutique étant une solution alcoolique à 34.5%, sa masse volumique n'est pas de 1g/L donc 100 mL ne correspondent pas à 100 g de solution :
Trouvons alors la masse qui correspond à une solution pharmaceutique de 100 mL :
$m = \rho \times V = 0.950 \times 100.0 = 95.0$ g
Dans 100 g de solution pharmaceutique il y a 0.0105 g d'acide salicylique ;
Donc dans 95.0 g de solution pharmaceutique, il y a $\frac{95.0 \times 0.0105}{100} = 9.97 \times 10^{-3}$ g d'acide salicylique.

D'où $n_{acide} = \frac{m_{acide}}{M_{acide}} = \frac{9.97 \times 10^{-3}}{138} = 7.23 \times 10^{-5}$ mol pour 100 mL de solution pharmaceutique.

D'où $c_{sol\ phar} = \frac{n_{acide}}{V_{solution}} = \frac{7.23 \times 10^{-5}}{100.0 \times 10^{-3}} = 7.23 \times 10^{-4}\ mol / L$

2.2.1. A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques. Ici, comme une mole d'acide salicylique réagit avec une mole d'ion hydroxyde, on a :
$n_{C7H6O3} = n_{OH-}$

2.2.2. D'où $c_A \times V_A = c_{soude} \times V_{BE}$ d'où $c_{soude} = \frac{c_A \times V_A}{V_{BE}} = \frac{7.23 \times 10^{-4} \times 100.0 \times 10^{-3}}{5.0 \times 10^{-3}\ ou\ 20.0 \times 10^{-3}}$

Ainsi, si $5.0\ mL < V_{BE} < 20.0\ mL$ alors $1.4 \times 10^{-2}\ mol/L > c_{soude} > 3.6 \times 10^{-3}\ mol/L$

2.2.3. Il faut : 1 fiole jaugée de 50.0 mL, 1 pipette jaugée de 5.0 mL et une pisette d'eau distillée.

En effet , la quantité de matière d'hydroxyde de sodium est la même dans la solution mère et dans la solution fille : $c_0 \times V_0 = c_B \times V_B$ donc

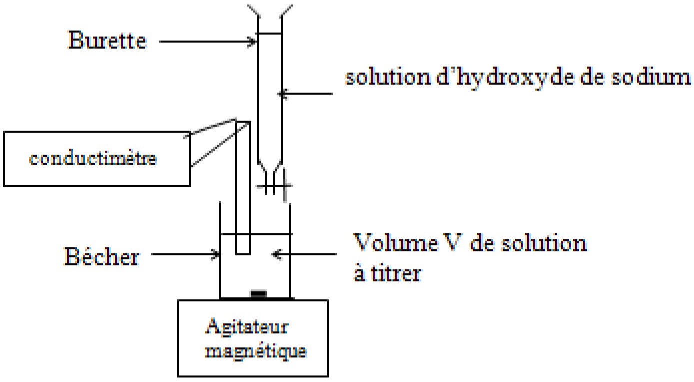
$$V_{0\text{ à prélever}} = \frac{c_B \times V_B}{c_0} = \frac{1.0\times10^{-2}\times50.0\times10^{-3}}{1.0\times10^{-1}} = 5.0\times10^{-3}\,L = 5mL$$

On prélève 5 mL de solution mère avec la pipette jaugée de 5 mL, on verse ce prélèvement dans la fiole jaugée de 50 mL, on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge puis on agite : on obtient alors la solution désirée.

2.3.1.a. Pour qu'un indicateur coloré convienne, il faut que le pH à l'équivalence du dosage se situe dans la zone de virage de l'indicateur. Ici, le pH à l'équivalence étant de 7, seul le bleu de bromothymol (BBT) convient ($6.0 < 7 < 7.6$).
2.3.1.b. Dans le Synthol® Il y a le colorant jaune de quinoléine (E104) qui peut perturber ce dosage colorimétrique.

2.3.2. Cette solution a un titre alcoolique de 34.5 % en volume, or les électrodes ne sont adaptées qu'à des mesures en solutions aqueuses.

2.4. Dispositif de titrage conductimétrique :



2.5.1. Après l'équivalence, on continue d'ajouter dans le bécher contenant la cellule conductimétrique de l'hydroxyde de sodium en excès contenant les ions hydroxydes qui ont une forte conductivité molaire ionique ce qui fait augmenter la conductivité de la solution.

2.5.2. On trouve $V_{BE} = 7.2$ mL

2.5.3. D'après la question 2.1.1. : $n_{C6H7O3} = n_{OH-}$ d'où $c_A \times V_A = c_B \times V_{BE}$

Et $c_A = \frac{c_B \times V_{BE}}{V_A} = \frac{1.0\times10^{-2}\times7\times10^{-3}}{100.0\times10^{-3}} = 7\times10^{-4}\,mol/L$

<u>Exercice II : Frottements avec l'air : qu'en dit la NASA ?</u>

1. Le champ de pesanteur est uniforme lorsque sa valeur est admise comme constante dans un espace donné ; comme ici, sur la hauteur de la chute.

2. <u>Point d'application :</u> centre de gravité du système car le système est entièrement immergé dans le fluide.
<u>Direction :</u> verticale
<u>Sens :</u> vers le haut
<u>Norme :</u> Poids du volume de fluide déplacé : $\Pi = \rho_{air} \times V \times g$

3. <u>Système :</u> l'ensemble de ballon de baudruche

<u>Référentiel :</u> le sol terrestre, référentiel terrestre considéré comme galiléen.

<u>Application de la deuxième loi de Newton :</u> $\vec{\Pi} + \vec{P} + \vec{f} = m \times \vec{a}$

<u>En projection</u> sur l'axe Oz :

$$- \rho_{air} \times V \times g - A \times \eta_{air} \times v = m \times \frac{dv}{dt} \Leftrightarrow \boxed{m\frac{dv}{dt} = mg\left(1 - \frac{\rho_{air} V}{m}\right) - A \times \eta_{air} \times v}$$

Ce qui donne pour le modèle n° 2 de la force de frottement :

$$\boxed{m\frac{dv}{dt} = mg\left(1 - \frac{\rho_{air} V}{m}\right) - B \times \rho_{air} \times v^2}$$

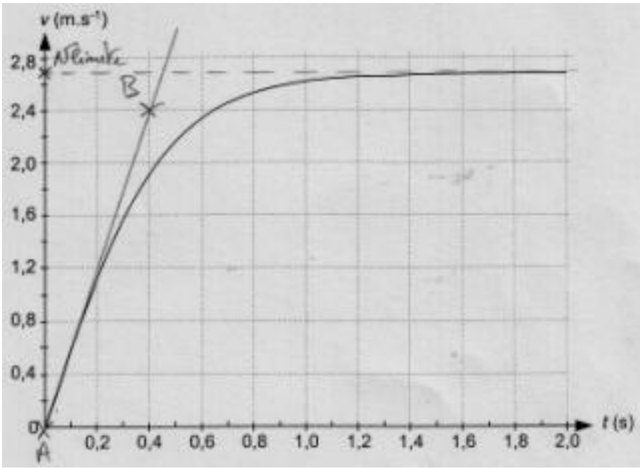
4.1. A la date t = 0, la force de frottement f est nulle d'où :

$$m \times a_0 = mg\left(1 - \frac{\rho_{air} V}{m}\right) \Leftrightarrow \boxed{a_0 = g\left(1 - \frac{\rho_{air} V}{m}\right)}$$

4.2. a_0 représente le coefficient directeur de la tangente à la courbe v=f(t) en t = 0 :

$$a_0 = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{2.4 - 0}{0.4 - 0} = 6 m.s^{-2}$$

4.3. $$a_0 = 9.8\left(1 - \frac{1.2 \times 7 \times 10^{-3}}{22 \times 10^{-3}}\right) = 6 m.s^{-2}$$



5.1. Pour trouver v_{lim}, on trace l'asymptote à la courbe v=f(t) quand t tend vers l'infini ; cette asymptote coupe l'axe des ordonnées en un point qui donne la valeur de la vitesse limite : $v_{lim} = 2.7 \text{ m.s}^{-1}$

5.2. Lorsque le système atteint la vitesse limite, alors la vitesse ne varie plus et $\frac{dv}{dt} = 0$. Ainsi,

$$mg\left(1 - \frac{\rho_{air} V}{m}\right) - A \times \rho_{air} \times v^2 = 0 \Leftrightarrow \boxed{v_{\lim 1} = \frac{mg\left(1 - \frac{\rho_{air} V}{m}\right)}{A \times \eta_{air}}}$$

5.3. $$v_{\lim 1} = \frac{22 \times 10^{-3} \times 9.8\left(1 - \frac{1.2 \times 7 \times 10^{-3}}{22 \times 10^{-3}}\right)}{1 \times 10^{1} \times 2 \times 10^{-5}} = 7 \times 10^{2} m.s^{-1}$$

5.4. vl_{im2} est bien plus proche de la valeur de v_{lim} expérimentale, c'est donc le deuxième modèle de la force de frottements qu'il faut privilégier.

6.1. La navette en orbite autour de la Terre possède de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur.
6.2. 2 térajoules est une valeur d'énergie.
1 mégawatt est une valeur de puissance.

6.3. L'énergie que l'on calcule est une perte d'énergie cinétique :

$$\Delta E = 1/2 \times m \times (v_1{}^2 - v_2{}^2) = 1/2 \times 70 \times 10^3 \times \left(\left(\frac{28000}{3.6} \right)^2 - \left(\frac{400}{3.6} \right)^2 \right) = 2.1\,TJ$$

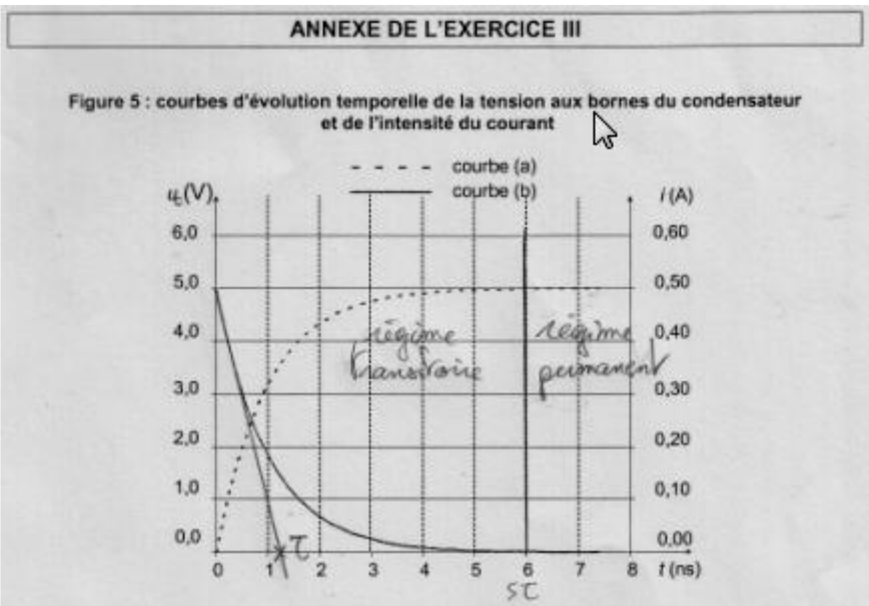
La division par 3.6 des valeurs de vitesses permet d'exprimer celles-ci en mètre par seconde, c'est-à-dire dans les unités légales de longueur et de temps.
Une puissance est une certaine énergie échangée par unité de temps :

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{2.1 \times 10^{12}}{2000} = 1.1 \times 10^9\ W = 1.1\,GW$$

<u>CL :</u> la valeur d'énergie donnée par l'élève est bonne, mais la valeur de la puissance est fausse, il s'agit de 1 GW (gigawatt) et non pas un MW (mégawatt).

<u>Exercice III obligatoire : airbag et condensateur, quel rapport ?</u>

1.1.Courbe (a) : tension aux bornes du condensateur : en effet, celle-ci augmente lors de la charge du condensateur.
Courbe (b) : intensité du courant dans le circuit, car elle tend vers 0 lorsque le condensateur est totalement chargé.
1.2. Lorsque les valeurs de la tension et de l'intensité ne varient plus (dans cette question, il est demandé de repérer approximativement les deux régimes), le régime permanent est atteint.



Si on voulait être plus précis : on dit que les deux régimes sont délimités grâce à la valeur de la constante de temps : en effet, on sait que, au bout de 5 τ, le régime permanent est atteint.

Pour trouver τ, il faut tracer la tangente à la courbe i(t) par exemple, en t = 0, et regarder son intersection avec l'axe des abscisses. On trouve τ = 1.2 ns donc 5τ = 6 ns.

Avant 5τ : régime transitoire, après 5τ régime permanent.

1.3. On vient de donner la méthode de détermination de τ, il faut donc normalement écrire la méthode de détermination dans cette question. On trouve τ = 1.2 ns (nanosecondes).

D'où τ << (très inférieure) à la durée d'un choc, c'est ce que l'on cherche obtenir pour que l'airbag se déclenche bien avant le choc.

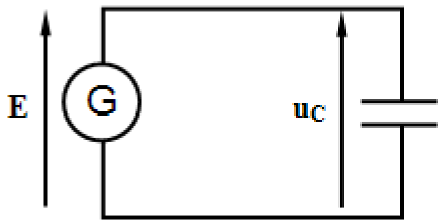
1.4.On a τ = RC, d'où R = $\frac{\tau}{C} = \frac{1.2\times10^{-9}}{100\times10^{-12}} = 12\Omega$

1.5.1. Lorsque t tend vers + infini, i(t) tend vers 0 et $u_C(t)$ tend vers 5.0 V.

1.5.2. On a la relation : $q = C\times u_C = 100\times10^{-12}\times5.0 = 5.0\times10^{-10}$ C

2.1. Nom de l'armature mobile : peigne.
Nom de l'armature fixe : cadre.

2.2.1. « Le rapprochement des armatures entraîne une augmentation de la capacité C du condensateur. » est écrit dans le texte d'où si d diminue alors C augmente, il faut choisir l'expression b) : C = $\frac{k}{d}$



2.2.2. On a donc u_C = E d'où $\frac{q}{C} = E \quad et \quad q = CE$

2.2.3. u_C reste égale à E quelque soit la distance entre les armatures du condensateur, or d'après $q = C\times u_C$, si C augmente (d diminue) alors q augmente.

2.3.

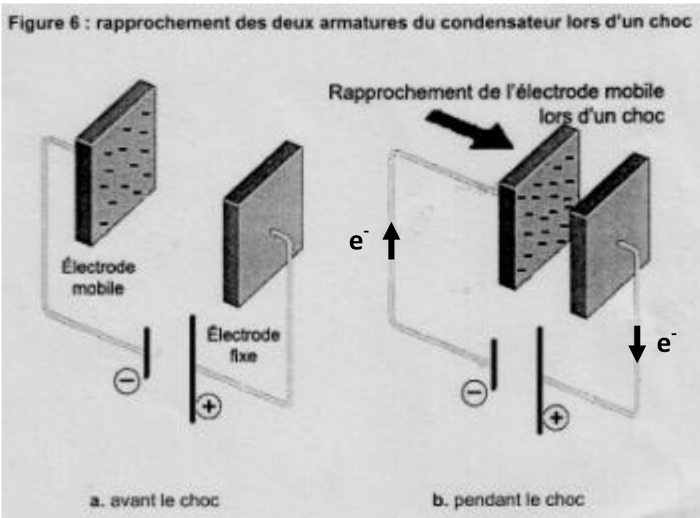


Figure 6 : rapprochement des deux armatures du condensateur lors d'un choc

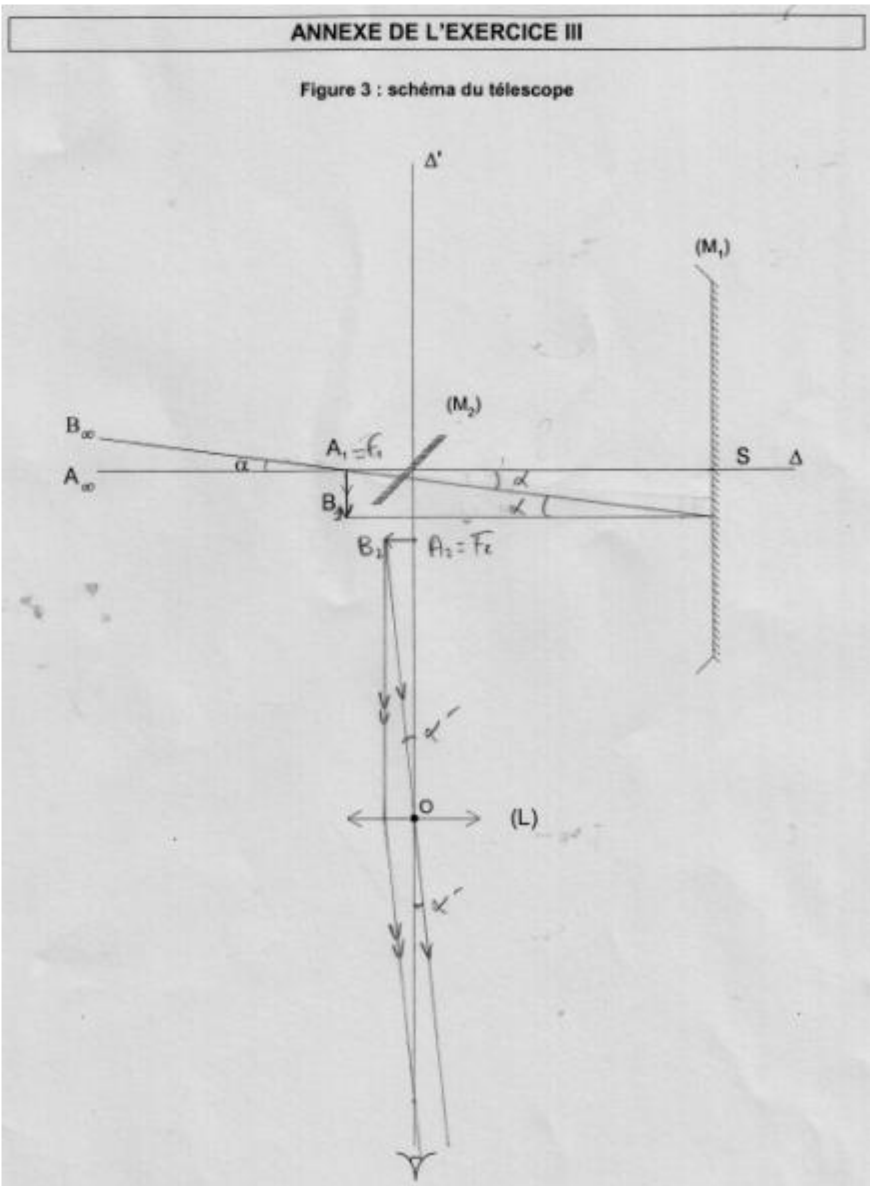
2.4. On a la relation i = $\frac{dq}{dt}$, il faut choisir la proposition b) : la détection d'une variation d'intensité du courant dans le circuit commande le déclenchement du gonflage de l'airbag.

Exercice III spécialité : détection d'exoplanète :

1.1. Voir ANNEXE ci-dessous.
L'objet pour le miroir M_1 étant situé à l'infini, l'image se forme dans le plan focal image du miroir : A_1 et F_1 sont confondus ($F_1 = F'_1$ dans le cas d'un miroir sphérique).

1.2. On a $\tan\alpha = \alpha = \dfrac{A_1B_1}{f_1}$

1.3.1.



1.3.2. Les longueurs de A_1B_1 et A_2B_2 sont les mêmes puisqu'un miroir plan conserve les longueurs entre un objet et son image.

1.4.1. L'image A'B' est à l'infini.

1.4.2. Les rayons issus de B_2 à la sortie de l'appareil sont bien parallèles ce qui est significatif d'une image qui se forme à l'infini.

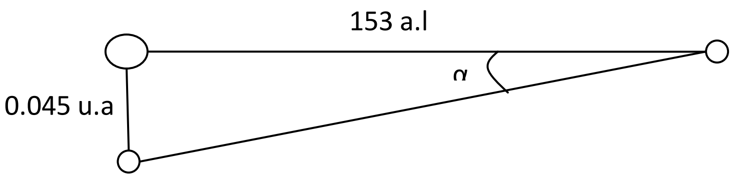
1.5.1. Voir ANNEXE ci-dessus.

1.5.2. $\tan\alpha' = \alpha' = \frac{A_2B_2}{f_2}$

1.5.3. Gr = $\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_2B_2}{f_2} \times \frac{f_1}{A_1B_1} = \frac{f_1}{f_2}$ car d'après la question 1.3.2. A_1B_1 et A_2B_2 ont même longueur.

AN : Gr = $\frac{1200}{30} = 40$ (grossissement sans unité)

1.6.1.



$$\tan\alpha = \alpha = \frac{0.045 \times 150 \times 10^6}{153 \times 9.5 \times 10^{12}} = 4.7 \times 10^{-9}\,rad$$

1.6.2. Gr = $\frac{\alpha'}{\alpha}$ d'où α' = Gr×α = 40×4.7×10^{-9} = 1.9×10^{-7} rad

1.6.3. On a α' << 3.5×10^{-4} donc il n'y a pas possibilité de distinguer l'exoplanète de son étoile.

2.1. Il y a diminution de la luminosité de l'étoile tous les 3.5 jours : T = 3.5×86400 = 3.0×10^5 s

2.2. $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_A}$ avec M_A la masse de l'astre attracteur. Ainsi :

$$a = \sqrt[3]{\frac{T^2 \times G \times M_A}{4 \times \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{(3.0 \times 10^5)^2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 1.057 \times 2.00 \times 10^{30}}{4 \times \pi^2}} = 6.9\times10^9 \text{ m}$$

Pour avoir a en unité astronomique : $\frac{6.9 \times 10^6}{150 \times 10^6} = 0.046$. On retrouve bien la distance moyenne annoncée dans le tableau de donnée.