EXERCICE 1- Contrôle de la qualité d'un biberon (10 points)

Partie A – Dosage spectrophotométrique des ions nitrate dans une eau

1. (0,5 point) En présence d'un excès d'acide 2,4-phénoldisulfonique la solution prend une teinte jaune plus ou moins prononcée selon la concentration en ions nitrate.
La solution est perçue de couleur jaune, c'est qu'elle absorbe des radiations de couleur complémentaire donc de couleur bleue de longueur d'onde comprise entre 424 et 491 nm.
Parmi les longueurs d'onde proposées, on choisit λ = 440 nm ainsi l'absorbance sera plus forte et l'incertitude relative sur la mesure sera plus petite.

2. (0,25 point) On cherche l'abscisse du point d'ordonnée A = 0,48.
On lit t_1 = 0,032 g.L^{-1}.

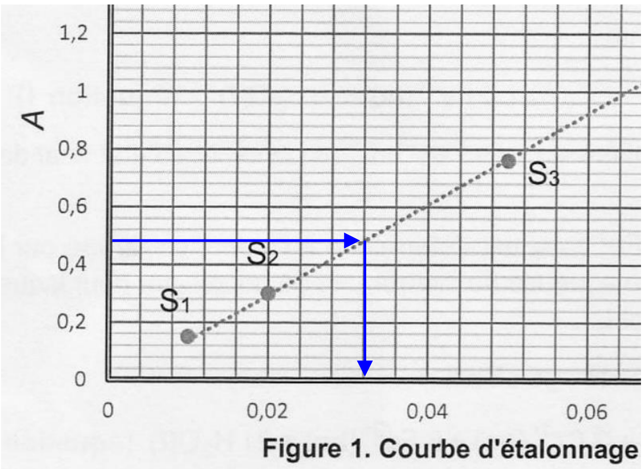


Figure 1. Courbe d'étalonnage

3. (0,5 point) $\frac{u(t_1)}{t_1} = \frac{15}{100}$

$u(t_1) = t_1 \times \frac{15}{100}$

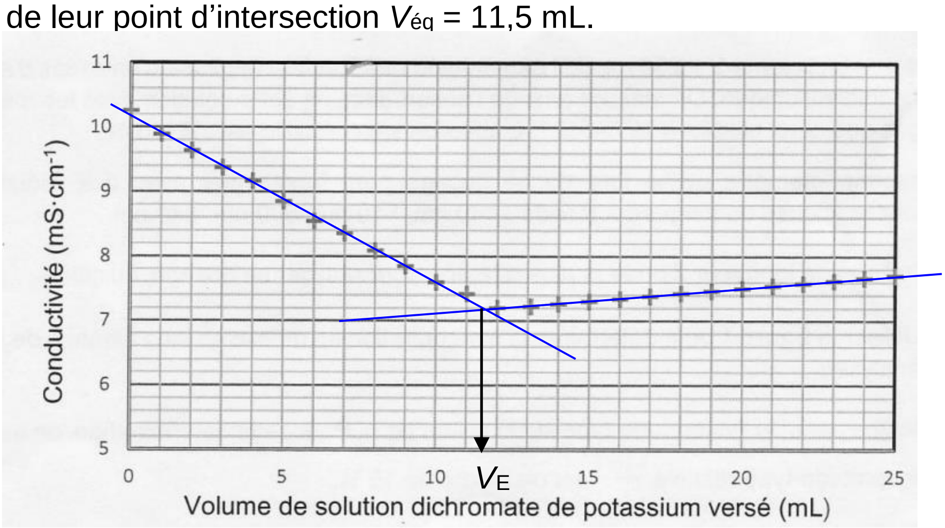
$u(t_1) = 0{,}032 \times \frac{15}{100} = 4{,}8\times10^{-3} = 5\times10^{-3}$ g.L^{-1}

Ainsi $t_1 = 0{,}032 \pm 0{,}005$ g.L^{-1} = 32 ± 5 mg.L^{-1}

Partie B – Dosage par titrage conductimétrique des ions nitrate dans l'eau étudiée

4. (0,25 point) Le réactif titrant est dans la burette, c'est l'ion $Cr_2O_7^{2-}$.
Le réactif titré est l'ion Fe^{2+}.

5. (1,25 point) La figure 2 permet de déterminer le volume à l'équivalence du titrage des ions Fe^{2+} par les ions $Cr_2O_7^{2-}$.
On trace deux droites moyennes passant au plus près des points expérimentaux, on trouve l'abscisse de leur point d'intersection $V_{éq}$ = 11,5 mL.



À l'équivalence du titrage, réalisé dans l'étape 2, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation (2) : $n_{Cr_2O_7^{2-}} = \dfrac{n\left(Fe^{2+}\right)_{excès}}{6}$.

$n\left(Fe^{2+}\right)_{excès} = 6n_{Cr_2O_7^{2-}} = 6.C.V_E$

$n\left(Fe^{2+}\right)_{excès}$ = 6 × 5,0×10^{-2} × 11,6×10^{-3} = 3,48×10^{-3} mol = 3,5×10^{-3} mol = 3,5 mmol.

Cette valeur est très proche des 3,6 mmol indiquées. La différence s'explique par la difficulté de lire le volume équivalent. Avec V_E = 12,0 mL alors on a $n\left(Fe^{2+}\right)_{excès}$ = 3,6 mmol.

6. (0,5 point) Lors de l'étape 1, une partie des ions Fe^{2+} réagit et consomme tous les ions nitrate. Il reste des ions Fe^{2+} en excès qui sont titrés lors de l'étape 2 en réagissant avec $Cr_2O_7^{2-}$.

$n\left(Fe^{2+}\right)_{totale} = n\left(Fe^{2+}\right)_{excès} + n\left(Fe^{2+}\right)_{conso\ par\ NO_3^-}$

donc $n\left(Fe^{2+}\right)_{conso\ par\ NO_3^-} = n\left(Fe^{2+}\right)_{totale} - n\left(Fe^{2+}\right)_{excès}$

D'après l'équation de la réaction (1), $n\left(NO_3^-\right) = \dfrac{n\left(Fe^{2+}\right)_{conso\ par\ NO_3^-}}{3}$

$3n\left(NO_3^-\right) = n\left(Fe^{2+}\right)_{conso\ par\ NO_3^-}$

$3n\left(NO_3^-\right) = n\left(Fe^{2+}\right)_{totale} - n\left(Fe^{2+}\right)_{excès}$

$n\left(NO_3^-\right) = \dfrac{1}{3}\left[n\left(Fe^{2+}\right)_{totale} - n\left(Fe^{2+}\right)_{excès}\right]$

7. (0,5 point) $n\left(NO_3^-\right) = \dfrac{1}{3}\times\left[4,0-3,6\right]$ = 0,133 mmol = 0,13 mmol

$t_2 = \dfrac{m_{NO_3^-}}{V} = \dfrac{n_{NO_3^-}.M_{NO_3^-}}{V}$

$t_2 = \dfrac{0,133\times10^{-3}\times62,0}{0,2500}$ = 3,3×10^{-2} g.L^{-1} = 33 mg.L^{-1}

8. (0,5 point) $u\left(t_2\right) = t_2.\sqrt{\left(\dfrac{u(C)}{C}\right)^2 + \left(\dfrac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\dfrac{u(V)}{V}\right)^2}$

Avec C = 5,0×10^{-2} ± 0,2×10^{-2} mol.L^{-1} ; V_E = 12,0 ± 0,5 mL ; V = 250,0 ± 0,2 mL

$u\left(t_2\right) = 33\times\sqrt{\left(\dfrac{0,2\times10^{-2}}{5,0\times10^{-2}}\right)^2 + \left(\dfrac{0,5}{12,0}\right)^2 + \left(\dfrac{0,2}{250,0}\right)^2}$ = 2 mg.L^{-1} en arrondissant à un seul chiffre significatif.

Ainsi t_2 = 33 ± 2 mg.L^{-1}

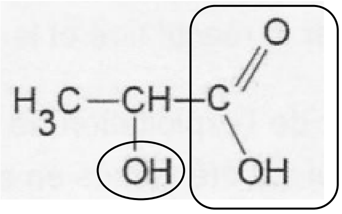
9. (0,5 point) L'introduction indique que d'après l'OMS, la concentration maximale en ions nitrate est de 50 mg.L^{-1}.

On a obtenu t_1 = 32 ± 5 mg.L^{-1} et t_2 = 33 ± 2 mg.L^{-1}. Ces deux concentrations en masse sont inférieures à 50 mg.L^{-1}, l'eau prélevée est potable.

Partie C – Combien de temps peut-on conserver un biberon préparé avec du lait en poudre ?

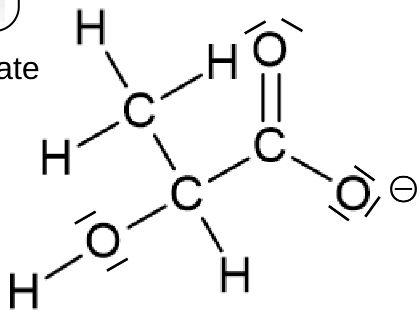
10. **(0,5 point)**

Groupe carboxyle



Groupe hydroxyle

11. **(0,5 point)** Schéma de Lewis de l'ion lactate



12. **(0,5 po**

pKa = 3,9

Le *p*H du lait vaut 6,2, il est supérieur au *p*Ka donc la base conjuguée A⁻ prédomine sur l'acide AH.

13. **(0,25 point)** $K_A = \dfrac{\dfrac{[A^-]_{éq}}{c^0}.\dfrac{[H_3O^+]_{éq}}{c^0}}{\dfrac{[AH]_{éq}}{c^0}} = \dfrac{[A^-]_{éq}}{c^0}.\dfrac{[H_3O^+]_{éq}}{c^0} \times \dfrac{c^0}{[AH]_{éq}} = \dfrac{[A^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{c^0.[AH]_{éq}}$

14. **(0,5 point)** $K_A = 10^{-pKA}$ et $[H_3O^+] = c_0.\ 10^{-pH}$

$$10^{-pK_A} = \frac{[A^-].c_0.10^{-pH}}{c^0.[AH]}$$

$$[A^-] = \frac{10^{-pK_A}.[AH]}{10^{-pH}}$$

$$[A^-] = \frac{10^{-3,9} \times [AH]}{10^{-6,2}} = 10^{-3,9+6,2}.[AH] = 10^{2,3}.[AH] = 199,5.[AH]$$

On retrouve effectivement que la concentration en ions lactate A⁻ est environ 200 fois supérieure à celle en acide lactique AH.

Dosage de l'acide lactique

15. **(0,25 point)** $AH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow A^-(aq) + H_2O(\ell)$

16. **(1,25 point)** À l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques,

$n_{AH\ initiale} = n_{HO^-\ versée}$

$$\frac{m_{AH}}{M_{AH}} = c_B.V_{BE}$$

$m_{AH} = c_B.V_{BE}.M_{AH}$

$c_{mAH} = \dfrac{m_{AH}}{V_L} = \dfrac{c_B.V_{BE}.M_{AH}}{V_L}$ L'eau apporté ne contient pas d'acide lactique.

$c_{mAH} = \dfrac{2,0 \times 10^{-2}\ \text{mol.L}^{-1} \times 12,2\ \text{mL} \times 90,0\ \text{g.mol}^{-1}}{40,0\ \text{mL}} = 0,549 = 0,55\ \text{g.L}^{-1}$

17. **(0,5 point)** La valeur du volume de lait V_L a une influence sur la valeur de V_{BE}. En effet, on peut considérer que l'ajout d'eau ne modifie pas la quantité d'acide lactique dans le lait.

Suivi temporel de la concentration en acide lactique dans plusieurs échantillons

18. **(1 point)** Les échantillons 2 et 3 sont respectivement à 20°C et 30°C. Leur température est plus élevée que celle de l'échantillon 1.
La température est un facteur cinétique, plus elle est élevée et plus l'acide lactique se forme rapidement.
La courbe (a) montre une croissance plus rapide de la concentration en acide lactique, elle correspond à l'échantillon le plus chaud donc l'échantillon 3.
Et la courbe (b) correspond à l'échantillon 2.

Le lait n'est plus considéré comme frais si son acidité dépasse 18°D.
Or 1°D correspond à 0,10 g d'acide lactique par litre de lait.
Donc si la concentration dépasse 18×0,10 = 1,8 g.L^{-1} alors le lait n'est plus frais.

Pour l'échantillon 3, la courbe (a) dépasse la valeur de 1,8 g.L^{-1} au bout d'environ 23 h.
Pour l'échantillon 2, la courbe (b) nous montre qu'il n'est plus frais au bout d'environ 42 h.

Ainsi il faut 23 h à l'échantillon 3 pour ne plus être considéré comme frais, et 42 h pour l'échantillon 2.

EXERCICE 2. OBSERVATION D'UN SATELLITE (5 pts)

Orbite d'un satellite Starlink

1. **(1 point)** **Justifier à l'aide de la deuxième loi de Newton que le mouvement du satellite est uniforme.**
Système : {Satellite Starlink} de masse m
Référentiel : géocentrique considéré galiléen
Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre
Deuxième loi de Newton :

$$\overrightarrow{F_{T/S}} = m.\vec{a}$$

$$\frac{G.m.M_T}{OS^2}.\overrightarrow{u_n} = m.\vec{a}$$ où $\overrightarrow{u_n}$ est un vecteur unitaire radial et centripète

$$\vec{a} = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2}.\overrightarrow{u_n}$$

Dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \frac{dv}{dt}.\overrightarrow{u_\tau} + \frac{v^2}{R_T + h}.\overrightarrow{u_n}$

Par analogie entre ces deux expressions de $\vec{a}$, on en déduit que $\frac{dv}{dt} = 0$.

Le mouvement du satellite Starlink est bien uniforme si la trajectoire est considérée circulaire.

2. **(0,5 point)** **Définir puis exprimer la période de révolution *T* en fonction de la vitesse v_S du satellite, du rayon terrestre R_T et de l'altitude *h* du satellite.**

La période de révolution T est la durée nécessaire pour que la satellite parcourt son orbite circulaire de périmètre $2\pi.(R_T + h)$.

Ainsi $v_S = \dfrac{2\pi.(R_T + h)}{T}$, soit $T = \dfrac{2\pi.(R_T + h)}{v_S}$

3. **(0,5)** **À l'aide de la deuxième loi de Newton, exprimer $R_T + h$ en fonction de G, M_T et v_S.**

Par analogie entre les deux expressions de $\vec{a}$, on déduit aussi que $\dfrac{v_S^2}{R_T + h} = \dfrac{G.M_T}{(R_T + h)^2}$

$v_S^2 = \dfrac{G.M_T}{(R_T + h)}$ donc $(R_T + h) = \dfrac{G.M_T}{v_S^2}$

4. **(0,75 point)** **Calculer l'altitude *h* du satellite. Commenter.**

$$h = \frac{G.M_T}{v_S^2} - R_T$$

$$h = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}{\left(\dfrac{2,73 \times 10^4}{3,6}\right)^2} - 6400 \times 10^3 = 5,24 \times 10^5 \text{ m} = 524 \text{ km.}$$

Ce résultat est en accord avec les données qui donnaient *h* comprise entre 340 et 1 200 km.

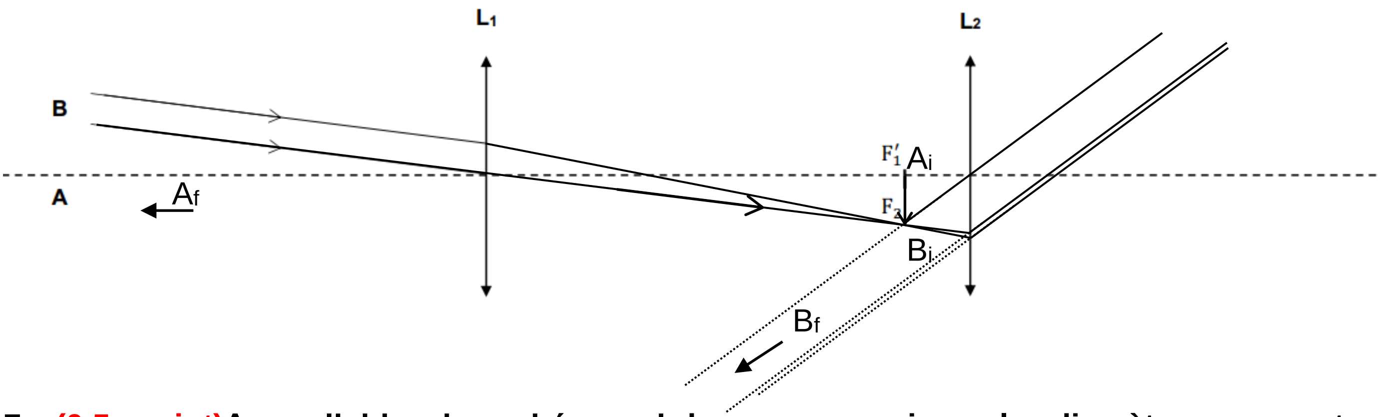
Observation du satellite

5. **(0,25 point)** **Donner la signification du terme afocal.**

Un instrument d'optique afocal donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

Pour cela, il faut que le foyer image F_1' de l'objectif soit confondu avec le foyer objet F_2 de l'oculaire.

6. **(0,5 point)** **Le satellite est schématisé comme un objet AB perpendiculaire à l'axe optique, situé très loin de l'objectif (à « l'infini »). Sur l'annexe à rendre avec la copie, construire l'image intermédiaire, A_iB_i, de AB, donnée par l'objectif, puis construire l'image finale, A_fB_f de l'objet AB par la lunette astronomique.**

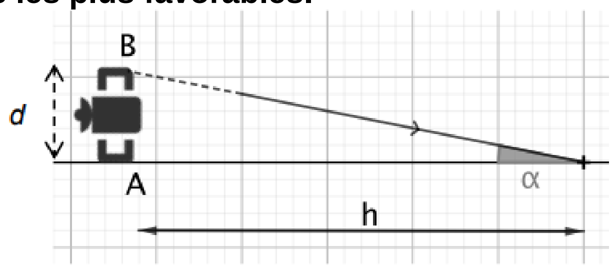


7. **(0,5 point)** **Avec l'aide du schéma ci-dessous, exprimer le diamètre apparent α correspondant à l'angle sous lequel les deux extrémités A et B du satellite sont observées depuis la surface de la Terre dans les conditions les plus favorables.**

$\tan \alpha = \dfrac{d}{h}$

Pour de petits angles exprimés en radians,
alors $\tan \alpha \approx \alpha$

donc $\alpha = \dfrac{d}{h}$



8. **(0,5 point)** **Indiquer si les points A et B d'un satellite Starlink peuvent être distingués à l'œil nu. On suppose que *h* = 520 km.**

La taille d'un satellite est d'environ *d* = 1,0 m.

$\alpha = \dfrac{d}{h}$

$\alpha = \dfrac{1{,}0}{520 \times 10^3}$ = 1,9×10^{-6} rad < α_{min} = 2,9×10^{-4} rad

À l'œil nu, il n'est pas possible de distinguer les points A et B d'un satellite.

9. **(0,5 point)** **Montrer que la lunette utilisée dans cet exercice ne permet pas d'observer les détails d'un satellite Starlink.**

À l'aide de la lunette, on observe le satellite sous un angle α'.

$\dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{f_1'}{f_2'}$ donc $\alpha' = \dfrac{f_1'}{f_2'}.\alpha$

$\alpha' = \dfrac{600 \text{ mm}}{32 \text{ mm}} \times 1{,}9 \times 10^{-6}$ = 3,6×10^{-5} rad < α_{min}

Donc on ne peut pas observer les détails d'un satellite.

EXERCICE 3 – PERFORMANCE D'UNE VOITURE ELECTRIQUE

Partie A : Évolution de la vitesse de la voiture électrique au cours du temps

1. **(0,25 pt)** **Identifier le référentiel adopté pour les valeurs de la vitesse indiquée par le compteur de la voiture.**

Le référentiel choisi est un référentiel terrestre, c'est à dire fixe par rapport au sol, ce peut être par exemple un point de la route.

Les constructeurs caractérisent l'accélération d'une voiture en donnant la durée nécessaire pour que la voiture atteigne 100 km/h. Dans le cas de la voiture étudiée, on mesure, par suivi de la vitesse donnée sur le tableau de bord, une durée de 8,3 s.

2. **(0,25 pt)** **Déterminer la valeur de l'accélération moyenne de la voiture.**

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

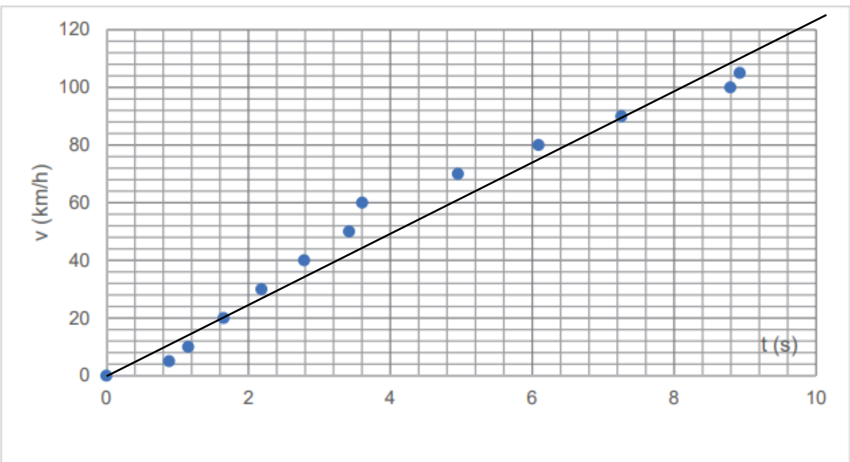
$$a = \frac{100 \frac{km}{h}}{8{,}3 s} = \frac{100000 \frac{m}{h}}{8{,}3 s} = \frac{\frac{100000}{3600} \frac{m}{s}}{8{,}3 s}$$ **= 3,3 m.s^{-2}**

On étudie le graphique donnant la vitesse de la voiture en fonction du temps.

3. **(0,5 pts)** **On choisit de modéliser la dépendance entre la vitesse et le temps par une relation de proportionnalité. Déterminer graphiquement la valeur de l'accélération de la voiture en faisant apparaitre la démarche sur le document-réponse 1 de l'ANNEXE à rendre avec la copie. Comparer avec la valeur obtenue à la question 2.**

Document-réponse 1 : EXERCICE A, question 3

Évolution de la vitesse de la voiture électrique au cours du temps



On détermine le coefficient directeur de la droite passant au plus près de tous les points.

On utilise le point de coordonnées (t = 4 s ; v = 50 km.h^{-1})

$v = a.t$

$a = \dfrac{v}{t}$

$a = \dfrac{50 \frac{km}{h}}{4 s} = \dfrac{\frac{50}{3{,}6} \frac{m}{s}}{4 s}$ = 3,5 m.s^{-2}

La valeur obtenue est légèrement différente en raison du manque de précision de la lecture graphique des coordonnées.

4. (0,5 pts) Déterminer la valeur de la distance nécessaire pour réaliser ce test. Commenter en la comparant au contexte quotidien de l'usage d'une voiture.

$a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt}$ donc $v_x(t)$ est une primitive de $a_x(t)$.

$v_x(t) = a_x(t).t + C_1$

Où C_1 est une constante déterminée par les conditions initiales. À $t = 0$ s, $v_x(t) = 0$ donc $C_1 = 0$.

$v_x(t) = a_x(t).t$

$v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt}$ donc la distance $x(t)$ est une primitive de $v_x(t)$.

$x(t) = \frac{1}{2}.a_x(t).t^2 + C_2$

Où C_2 est une constante déterminée par les conditions initiales. À $t = 0$ s, $x(t) = 0$ donc $C_2 = 0$.

$x(t) = \frac{1}{2}.a_x(t).t^2$

3.346720214E0*0.5*8.3²
1.152777778E2

Pour $t = 8{,}3$ s, $x(t) = \frac{1}{2} \times 3{,}3 \times 8{,}3^2 = 1{,}2 \times 10^2$ m.

Cette distance n'est pas très élevée, elle est facilement atteignable même en ville. Une telle accélération est dangereuse, elle permet d'atteindre une grande vitesse sur une courte distance.

5. (0,25 pt) Déterminer, à accélération constante, par quels facteurs la distance parcourue et la vitesse atteinte sont divisées lorsque la durée d'observation est divisée par deux.

Avec $t_2 = \frac{t_1}{2}$

Distance :

$x(t_1) = \frac{1}{2}.a_x.t_1^2$

$x(t_2) = \frac{1}{2}.a_x.t_2^2 = \frac{1}{2}.a_x.\left(\frac{t_1}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}.a_x.\frac{t_1^2}{4}$

Ainsi $x(t_2) = \frac{x(t_1)}{4}$, la distance parcourue est divisée par un facteur 4.

Vitesse :

$v_x(t_1) = a_x.t_1$

$v_x(t_2) = a_x.t_2 = a_x . \frac{t_1}{2}$ ainsi $v_x(t_2) = \frac{v_x(t_1)}{2}$, la vitesse est divisée par un facteur 2.

6. (0,25 pt) Déterminer la valeur de la résultante des forces extérieures exercées sur la voiture.

D'après la deuxième loi de Newton, appliquée au système voiture de masse m, dans le référentiel de la route.

3.346720214E0*1.6E3
5.354752342E3

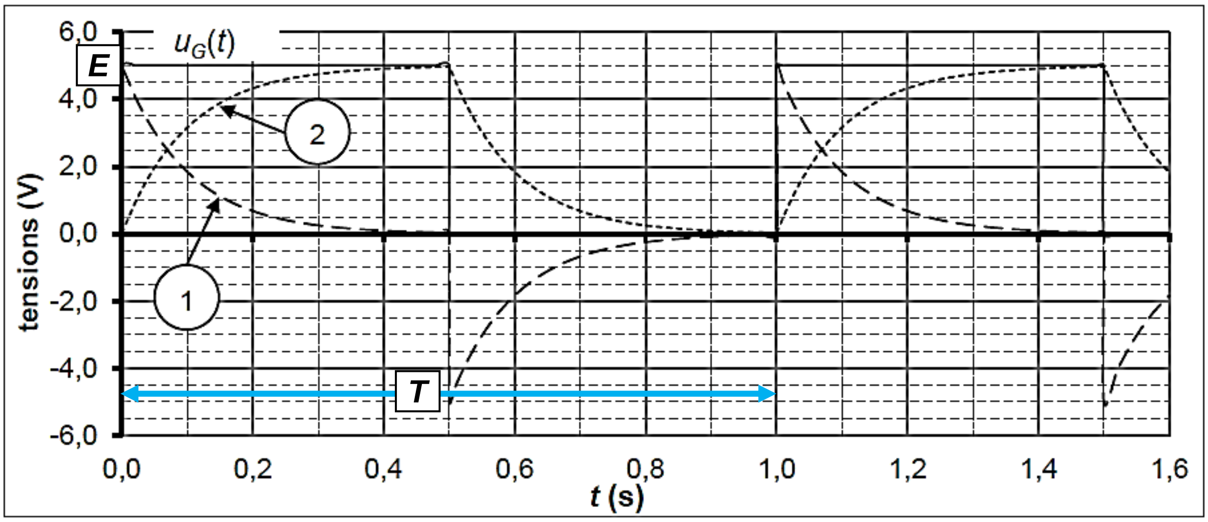
$\Sigma\overrightarrow{F_{Ext.}} = m.\vec{a}$

$\left\|\Sigma\overrightarrow{F_{Ext.}}\right\| = m.\left\|\vec{a}\right\|$

$\left\|\Sigma\overrightarrow{F_{Ext.}}\right\| = 1{,}6 \times 10^3 \times 3{,}3 = 5{,}4 \times 10^3$ N = 5,4 kN

Partie B . L'airbag

7. **(0,5 pt) À l'aide de la figure 2, déterminer la valeur de E ainsi que celle de la fréquence f de la tension en créneau $u_G(t)$.**



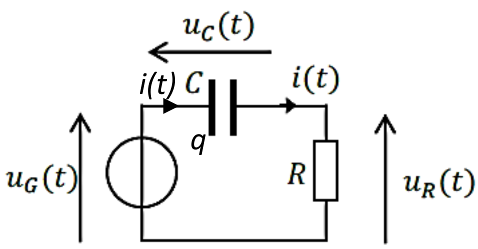
Graphiquement à t = 0 s u_G = $\boldsymbol{E}$ **= 5 V**.

$f = \dfrac{1}{T}$ et $\boldsymbol{T}$ **= 1,0 s** donc $f = \dfrac{1}{1{,}0\ \text{s}} = 1{,}0\ \text{Hz}$.

8. **(0,25 pt)** **Établir l'expression de l'intensité i(t) du courant circulant dans le circuit en fonction de C et** $\dfrac{du_C(t)}{dt}$.

$i(t) = \dfrac{dq}{dt} = \dfrac{d\left(C \times u_C\right)}{dt} = C \times \dfrac{du_C}{dt}$ car C est une constante.

9. **(0,5 pt)** **Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur lorsque $u_G(t) = E$.**



Loi des mailles : $u_G(t) = E = u_C(t) + u_R(t)$

Loi d'Ohm : $u_R(t) = R \times i(t)$

Relation intensité-tension : $i(t) = C \times \dfrac{du_C}{dt}$.

En reportant dans la loi des mailles :

$E = u_C(t) + R \times C \times \dfrac{du_C}{dt}$

En divisant tous les membres par $R \times C$: $\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{u_C}{RC} = \dfrac{E}{RC}$ équation différentielle sur u_C(t).

10. **(0,25 pt)** **Vérifier que $u_C(t) = E\left(1 - \exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)\right)$ est solution de l'équation différentielle.**

$u_C(t) = E\left(1 - \exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)\right)$ est une solution si elle vérifie l'équation différentielle ci-dessus.

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

$$\frac{u_C}{RC} = \frac{E\left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right)}{RC} = \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

$$\frac{du_C}{dt}+\frac{u_C}{RC}=\cancel{\frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)}+\frac{E}{RC}-\cancel{\frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)}=\frac{E}{RC}\ .$$

On retrouve bien l'équation différentielle donc $u_C(t)=E\left(1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right)$ est bien une solution.

11. **(0,25 pt) À partir de l'expression de $u_C(t)$, montrer que $u_R(t)=E\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$.**

$E = u_C(t) + u_R(t)$ donc $u_R(t) = E - u_C(t) = E - E\left(1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right)$

soit $u_R(t) = E\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$.

12. **(0,25 pt) Associer les courbes 1 et 2 de la figure 2 aux tensions $u_C(t)$ et $u_R(t)$. Justifier.**

La courbe (1) est décroissante de 5 V à 0 V : elle correspond à $u_R(t)=E\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$ car $u_R(0) = E = 5$ V et $u_R(\infty) = 0$ V.

La courbe (2) est croissante de 0 V à 5 V : elle correspond à $u_C(t)=E\left(1-\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right)$ car $u_C(0) = 0$ V et $u_C(\infty) = 5$ V.

13. **(0,25 pt) Les représentations temporelles de ces tensions ont été simulées avec C = 1 µF. Estimer la valeur de la résistance R en explicitant la méthode.**

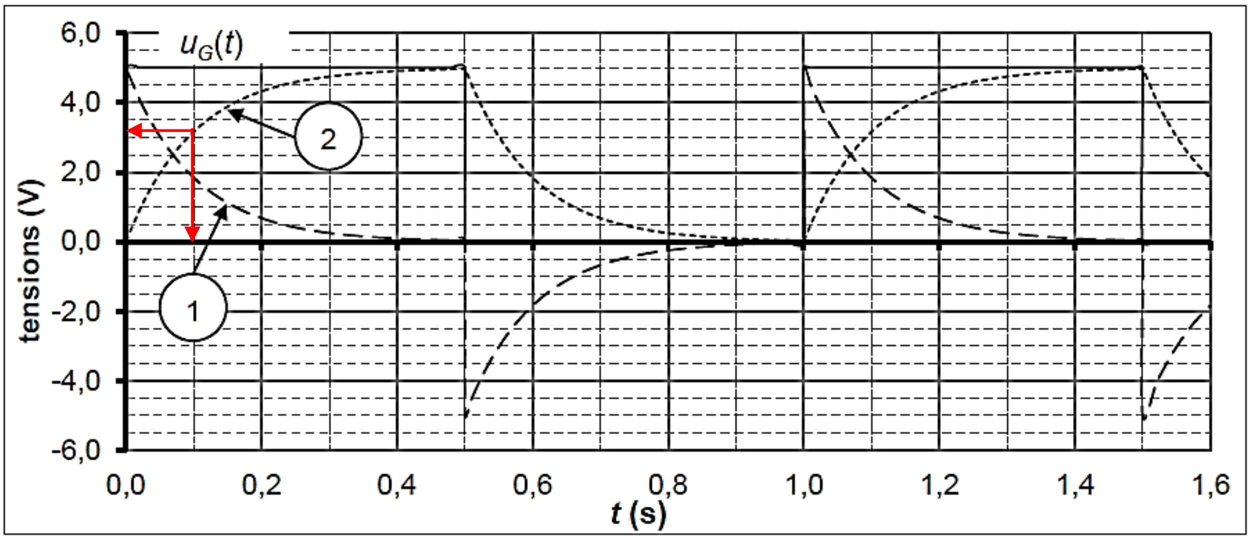
La constante de temps du dipôle RC est : $\tau = R\times C$ donc $R=\frac{\tau}{C}$ avec C = 1 µF.

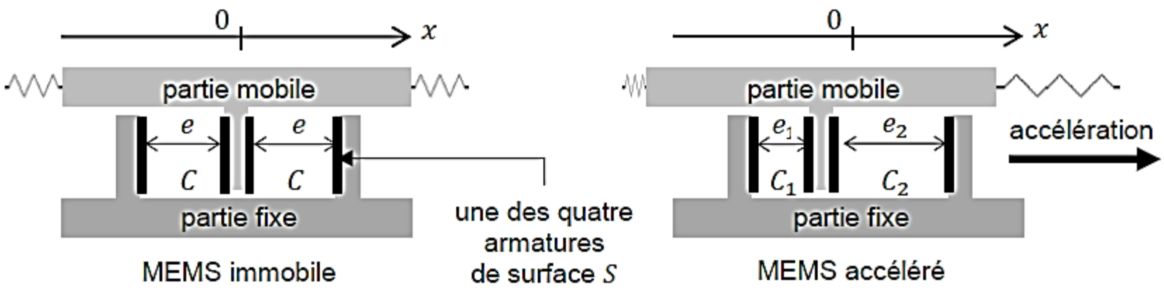
On détermine τ graphiquement la constante de temps τ:

$u_C(\tau)=E\left(1-\exp\left(-\frac{\tau}{RC}\right)\right)=E\left(1-\exp(-1)\right)=0,63\times E=0,63\times 5\,\text{V}=3,15$ V.

On trace la droite horizontale d'ordonnée 3,15 V qui coupe la courbe $u_C(t)$ à la date **τ = 0,1 s**.

Donc : $R=\frac{0,1}{1\times10^{-6}}\Omega=1\times10^{5}\Omega=100\text{ k}\Omega.$





14. (0,25 pt) **La capacité d'un condensateur plan dont les armatures ont une surface S et sont séparées d'une distance e est donnée par la relation : $C = \varepsilon \cdot \dfrac{S}{e}$ où ε est une constante.**
Comparer C_1 et C_2 en justifiant la réponse.

$C = \varepsilon \cdot \dfrac{S}{e}$ et $e_1 < e_2$ avec $\varepsilon \cdot S$ constante donc $C_1 > C_2$.

15. (0,25 pt) **Donner le signe de a_x qui permet de rendre compte de la situation schématisée sur la figure 3. Commenter.**

Le schéma de la figure 3. indique que l'accélération a_x est orientée vers la droite dans le sens positif de l'axe Ox donc a_x est positive.
Le produit $k \cdot ax$ est positif car $k > 0$ donc :

$C_1 = C \cdot (1 + k \cdot ax) > C$

$C_2 = C \cdot (1 - k \cdot ax) < C$

On retrouve bien l'inégalité $C_1 > C_2$.

16. (0,25 pt) **Pour un accéléromètre dédié à la détection d'un accident frontal et au déclenchement d'un airbag, S = 27 mV/g avec g = 9,8 m·s^{-2}. Donner la signification physique de V_0 et calculer la variation de la valeur de la tension de sortie pour une accélération suivant x de 40 g.**
Commenter.

On a $V_{out} = V_0 + S \cdot a_x$.
Si a_x = 0 m.s^{-2} alors $V_{out} = V_0$ et V_0 s'interprète comme étant la tension de sortie pour un mouvement rectiligne et uniforme selon l'axe Ox.

Dans le cas où $a_x = 40\,g$ on a :

$$\Delta V_{out} = \Delta V_0 + S \times \Delta a_x = 0 + S \times \Delta a_x = \frac{27mV}{g} \times 40g = 27mV \times 40 = 1080 \text{ mV} = \mathbf{1{,}08\ V}.$$

Pour des accélérations de l'ordre de $a_x \approx g$, ΔV_{out} = 27 mV et reste de l'ordre de quelques dizaines de mV.
Mais pour des accélération plus grandes ΔV_{out} est plus élevée, de l'ordre du volt pour une accélération de 40 g et le système déclenche l'airbag.