CORRIGÉ du DS élec/tableaux d'avancement 24/01/2025

Exercice 1

Résistance équivalente entre B et C (R12) : **0,25 pt**

Résistance équivalente entre A et C (R1234) : **0,5 pt**

Simplification en une maille + calcul du courant I : **0,5 pt**

Calcul de U_5 puis U_{AC} : **0,5 pt**

Calcul de U_{BC} : **0,25 pt**

Calcul de I_4 : **0,5 pt**

1. R1//R2 $R_{BC}=\frac{(R_1 R_2)}{(R_1+R_2)}$ A.N. : R_{BC} = 7,5 Ω
2. (R_3 + R_{BC}) // R_4 $R_{AC}=\frac{((R_3+R_{BC})R_4)}{(R_3+R_{BC}+R_4)}$ A.N. : R_{AC} = 19,4 Ω

3. $I=\frac{E}{(R_5+R_{AC})}$ A.N. : I = 0,14 A

4. $U_5=\frac{(R_5 E)}{(R_{AC}+R_5)}$ U_5 = 7,2 V U_{AC} = E – U_5 = 2,8 V

5. $U_{BC}=(R_{BC})\frac{U_{AC}}{(R_{BC}+R_3)}$ U_{BC} = 0,56 V

6. $I_4=\frac{((R_{BC}+R_3)I)}{(R_{BC}+R_3+R_4)}$ ou $I_4=\frac{U_{AC}}{R_4}$ I_4 = 0,07 A

Exercice 2

Montage 1 : calcul de U (E = 10 V) : **1 pt**

Montage 2 : calcul de I (I0 = 10 mA) : **1 pt**

Montage 1

R//R donne R_{eq} = R/2 d'où le pont diviseur de tension : $U=\frac{\frac{R}{2}}{(\frac{R}{2}+\frac{R}{2})}=\frac{E}{2}$ A.N. : U = 5 V.

Montage 2

2R // R donne $2\frac{R \times R}{(2R+R)} = 2\frac{R}{3}$ d'où le pont diviseur de courant : $I = 2\frac{\frac{R}{3} \times I_O}{(2\frac{R}{3}+R)} = \frac{2 \times I_O}{5}$

A.N. : I = 4 mA .

Exercice 3

1. Étude du dipôle RC (hors choc) : /2,5 pts

1.1 Identification des courbes (u_C et i) : 0,5 pt
1.2 Régimes transitoire / permanent : 0,5 pt
1.3 Constante de temps graphique + comparaison choc : 0,5 pt
1.4 Expression de τ et ordre de grandeur de R : 0,5 pt
1.5 Charge du condensateur (régime permanent, q) : 0,5 pt

2. Déclenchement de l'airbag : /1 pt

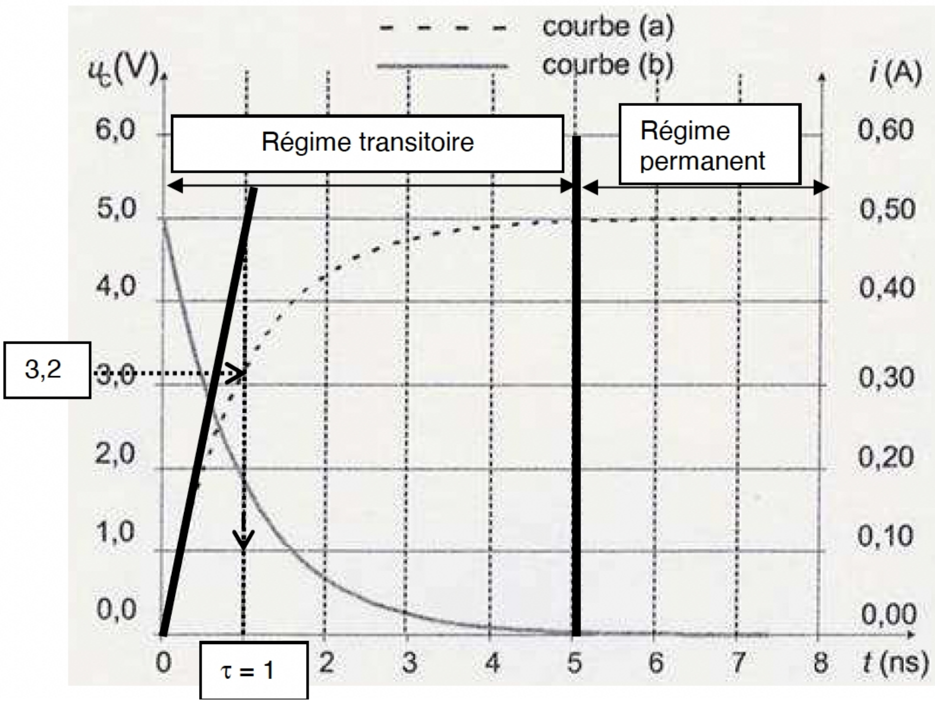
2.1 Identification des armatures : 0,25 pt
2.2 Capacité et conséquences du choc : 0,25 pt
2.3 Lien courant/charge et grandeur détectée : 0,5 pt

3. Charge explosive et gaz parfait : /1,5 pt

Équation d'état + calcul de $n(N_2)$: 0,5 pt
Stœchiométrie, masses de NaN_3 et KNO_3 + discussion sécurité : 1 pt

<u>1. Comportement de l'accéléromètre en dehors des chocs</u>

1.1. À l'instant t = 0, le condensateur est déchargé donc la tension à ses bornes est nulle.
La courbe (a) représente donc la courbe uc = f(t). Au bout d'un temps suffisamment long, le condensateur est chargé et l'intensité du courant dans le circuit vaut i = 0. La courbe (b) représente donc la courbe i = f(t).



1.2. Voir graphique ci-dessus.
1.3. –
- Méthode 1 : En régime permanent, $u_C = E = 5{,}0$ V
Pour $t = \tau$, $u_C(t) = 0{,}63\ E = 0{,}63 \times 5{,}0 = 3{,}15$ V $= 3{,}2$ V
Graphiquement pour $u_C = 3{,}2$ V, on lit t = t = 1,0 ns

- Méthode 2 : On trace la tangente à l'origine à la courbe $u_c = f(t)$. Elle coupe l'asymptote horizontale à la courbe à un instant $t = \tau = 1{,}0$ ns $= 1{,}0 \times 10^{-9}$ s $= 1{,}0 \times 10^{-6}$ ms.

Cette durée est très faible par rapport à la durée d'un choc (200 ms).

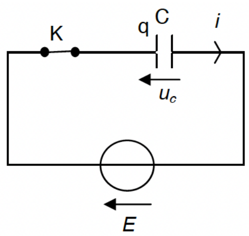
1.4. La constante de temps d'un circuit RC est $\tau = RC$

On a $R = \tau / C$ donc $R = \dfrac{1{,}0\times10^{-9}}{100\times10^{-12}}$ **= 10 Ω**. L'ordre de grandeur de la valeur de R est de 10 Ω.

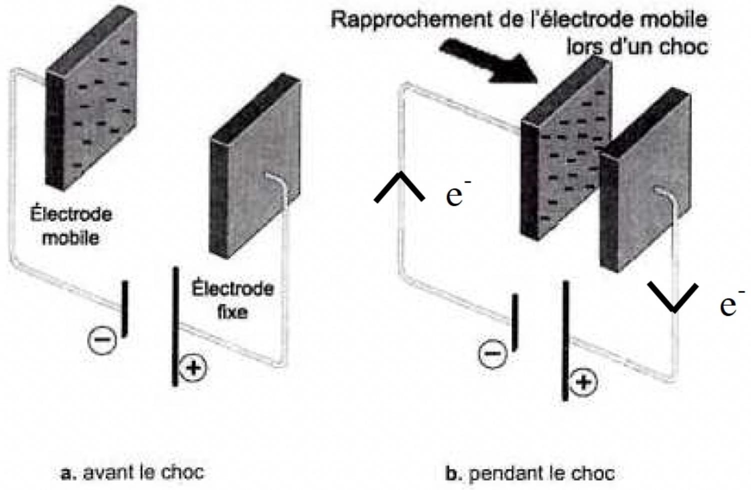
1.5.1. En régime permanent, d'après le graphique : $u_C = E = 5{,}0$ V et $i = 0$ A.
1.5.2. On a $q = C.u_C$ donc en régime permanent $q = C.E$ $q = 100\times10^{-12} \times 5{,}0 = 5{,}0\times10^{-10}$ C $= 0{,}50$ nC

<u>2. Déclenchement de l'airbag</u>
2.1. D'après le texte, « L'accéléromètre est constitué de deux pièces en forme de peignes complémentaires. L'une est fixe et constitue le cadre, l'autre est mobile à l'intérieur de ce cadre. (…) Ce changement de distance entre le peigne mobile et le cadre modifie la capacité du condensateur. »
La partie fixe se nomme donc le cadre, et la partie mobile le peigne mobile.
2.2.1. L'énoncé précise que « le rapprochement des deux armatures provoqué par un choc entraîne une augmentation de la capacité du condensateur ». La capacité du condensateur augmente quand d diminue, seule la proposition b) peut convenir : $C = k/d$.

2.2.2. Avant le choc : l'interrupteur a été fermé au moment de la mise sous tension de l'accéléromètre. Comme on néglige la résistance du circuit, on peut considérer que la charge du condensateur a été instantanée. On a donc $u_C = E$ et $q = C.u_C = C.E$.



2.2.3. Le choc ne modifie pas la force électromotrice de la pile E. La tension aux bornes du condensateur reste donc la même : $u_C = E = 5{,}0$ V.
Or $q = C.u_C$. Comme la capacité C du condensateur augmente avec le choc, et comme la tension u_c reste inchangée, la charge q du condensateur augmente lors du choc.
2.3. La charge q du condensateur augmente, ce qui signifie qu'il y a d'avantage d'électrons arrachés par la pile sur l'électrode positive, et d'avantage d'électrons stockés sur l'électrode négative. Le mouvement des électrons se fait donc de l'électrode positive fixe vers l'électrode négative mobile.



2.4. i = dq/dt

La variation de la charge q lors du choc provoque l'apparition d'un courant dans le circuit. Par contre, la force électromotrice de la pile ne varie pas donc la tension aux bornes du générateur ne varie pas. En régime permanent, la tension aux bornes du condensateur est égale à la force électromotrice du générateur donc elle ne varie pas non plus.
Le déclenchement du gonflage de l'airbag est donc commandé par la détection d'une variation d'intensité du courant dans le circuit (proposition b))

2ème partie : Airbag et transformations chimiques

Données :

- Volume de l'airbag : $V = 60\ \mathrm{L} = 6{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}^3$
- Température : $20°\mathrm{C} = 293\ \mathrm{K}$
- Pression atmosphérique : $P = 1{,}0 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$

On applique l'équation des gaz parfaits :

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{1{,}0 \times 10^5 \times 6{,}0 \times 10^{-2}}{8{,}314 \times 293}$$

$$n \approx \frac{6000}{2436} \approx 2{,}46\ \mathrm{mol}$$

Il faut donc environ 2,5 mol de diazote pour gonfler un airbag de 60 L dans ces conditions.

Masse minimale d'azoture de sodium

Équation de réaction : $10\ NaN_{3(s)} + 2\ KNO_3 \longrightarrow 16\ N_{2(g)} + K_2O + 5\ Na_2O$.

PV = nRT

P en Pa ; n en mol ; V en m^3 et T en K.

$$n(\mathrm{NaN_3}) = \frac{10}{16}\,n(\mathrm{N_2})$$

$$n(\mathrm{NaN_3}) = \frac{10}{16} \times 2{,}46 \approx 1{,}54 \text{ mol}$$

Masse molaire de l'azoture de sodium :

$M(NaN_3)$ = 23+3×14 = 65 g. mol^{-1}

$m(NaN_3)$ = 1,54 × 65 ≈ 100 g

Masse minimale de nitrate de potassium

D'après l'équation :

$$n(\mathrm{KNO_3}) = \frac{2}{16} \times 2{,}46 \approx 0{,}31 \text{ mol}$$

Masse molaire :

$M(KNO_3)$ = 39+14+3×16 = 101 g.mol^{-1}

$m(KNO_3)$ = 0,31×101 ≈ 31 g

La cartouche doit donc contenir environ 31 g de nitrate de potassium.

Le volume occupé par les réactifs solides est de 70 cm^3, ce qui est très faible.

Utiliser des réactifs solides présente plusieurs avantages par rapport au stockage de diazote sous pression :

• Gain de place considérable : 60 L de gaz à pression atmosphérique ce serait impossible à stocker directement.

• Sécurité accrue : pas de réservoir de gaz sous haute pression, donc moins de risques d'explosion ou de fuite.

• Déclenchement rapide et contrôlé : le gaz est produit uniquement en cas de choc.

• Stabilité à long terme : les solides sont chimiquement stables tant qu'ils ne sont pas mis à feu.

Exercice 4 – Guirlande électrique (4,0 pts)

1) Système de base (2,0 pts)

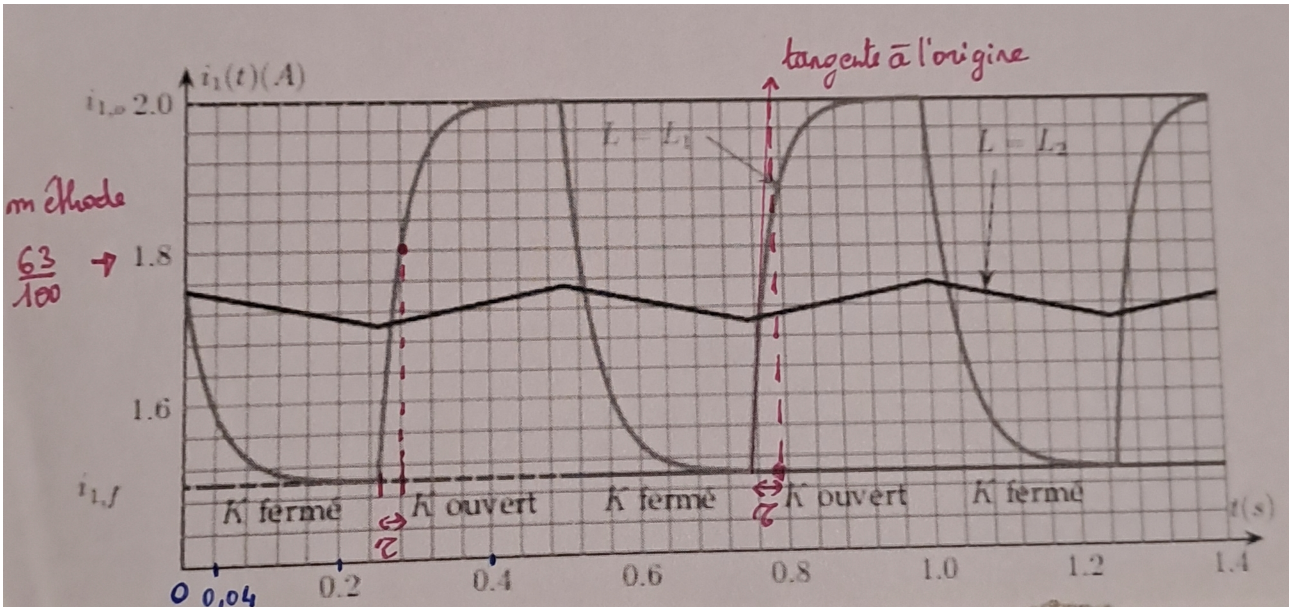
- 1.1 Expression de i_{1i}, i : **0,25**
- 1.2 Puissance P_{1i},: **0,25**
- 1.3 Puissance $P_{2,i} = 0$ justifiée : **0,25**
- 1.4 Courant total et courants dans chaque branche : **0,50**
- 1.5 Puissances $P_{1,f}$,$P_{2,f}$: **0,25**
- 1.6 Comparaison des puissances, observation physique : **0,25**
- 1.7 Choix de r et application numérique : **0,25**

2) Système amélioré avec bobine (2 pt)

- 2.1 Régime permanent inchangé (argument inductance) : **0,25**
- 2.2 Équation différentielle + τ_0: **0,50**
- 2.3 Courant i_1,i retrouvé : **0,25**
- 2.4 Écriture des lois + démonstration de l'Equation différentielle : **0,75**
- 2.5 Courant $i_{1,f}$ en régime permanent : **0,25**

3) Étude expérimentale (0,5 pt : 0,25 (1 et 2) + 0,25 (3 et 4))

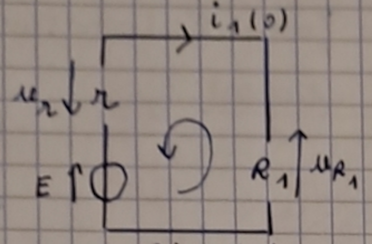
- 3.1 Mesure du courant via tension mesurée
- 3.2 Commentaire qualitatif précis des courbes
- 3.3 Détermination de τ_0, comparaison L_1,L_2
- 3.4 Choix argumenté de l'inductance :



Guirlande électrique de Noël

Système de base

1.1 K ouvert depuis longtemps.



Circuit 1

D'après la loi des mailles :

$$u_{R_1} + u_r - E = 0$$

$$R_1 i_1 + r i_1 = E$$

$$(R_1 + r) i_1 = E \quad \text{et} \quad R_1 = R$$

$$\boxed{i_1 = \frac{E}{R + r}}$$

A.N : 2 A

1.2. $P_1 = R_1 \times i_1^2$ d'où $P_1(t=0) = R_1 . i_1^2(t=0)$ et $R_1 = R$.

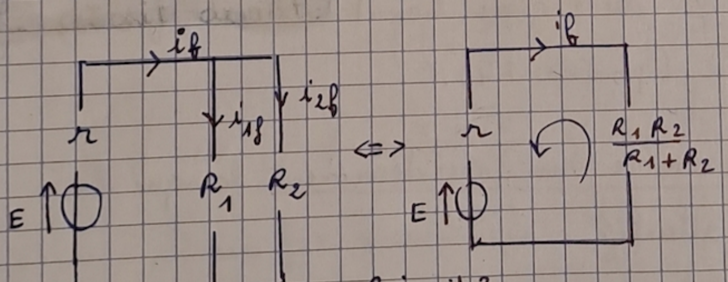
$$\boxed{P_1 = R \times \frac{E^2}{(R + r)^2}}$$

A.N : 8 W

1.3 Comme K est ouvert dans la branche où circule i_2 alors $i_2 = 0$

et comme $P_2 = R_2 i_2^2$, $\boxed{P_2 = 0}$

1.4 Lorsque l'interrupteur K est fermé depuis longtemps, le circuit devient :



Circuit 2

Loi des mailles :

$$r\, i_f + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} i_f = E$$

$$i_f = \frac{E}{r + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

et comme $R_1 = R_2 = R$ $\quad i_f = \frac{E}{r + \frac{R}{2}}$

$$\boxed{i_f = \frac{2E}{2r + R}}$$

A.N. : 3~~,6~~ A

Comme $R_1 = R_2$, $i_{1f} = i_{2f}$ et d'après la loi des noeuds : $i_{1f} + i_{2f} = i_f$

d'où : $i_{1f} = i_{2f} = \frac{i_f}{2}$

$$\boxed{i_{1f} = i_{2f} = \frac{E}{2r + R}}$$

A.N : 1,5 A

1.5.

$$P_{1f} = R_1 \cdot i_{1f}^2 = R\, i_{1f}^2 \quad \text{et} \quad P_{2f} = R_2\, i_{2f}^2 = R\, i_{2f}^2$$

Comme $i_{1f} = i_{2f}$ alors $\boxed{P_{1f} = P_{2f} = R \times \dfrac{E^2}{(R+2r)^2}}$ A.N : 4,5 W

1.6 On constate que $P_{1f} < P_1(t=0)$. Quand on ferme l'interrupteur, la guirlande 1 brille moins que lorsque K est ouvert.

1.7

$$P_{1i} = R\,\frac{E^2}{(r+R)^2} \quad \text{et} \quad P_{1f} = R \cdot \frac{E^2}{(R+2r)^2}$$

Si $r \ll R$ alors $r + R \simeq R$ ainsi que $R + 2r \simeq R$ et $P_{1f} = P_1(t=0)$

$$\boxed{P_{1f} = P_{1i} = \frac{R E^2}{R^2} = \frac{E^2}{R}} \quad \text{si } r \ll R.$$

Ici r négligeable devant R n'est pas vérifié car $r = 1\,\Omega$ et $R = 2\,\Omega$.
(même ordre de grandeur).

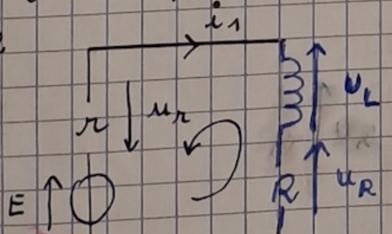
Système amélioré

2.1 En régime permanent, la bobine se comporte comme un fil et donc * pour $t = \frac{T}{2}$ fin du régime transitoire avec K ouvert, on retrouve le circuit 1 (question 1.1).

* pour $t = T$ fin du régime transitoire avec K fermé, on retrouve le circuit 2 (question 1.4).

Le courant i_1 est donc le même que précédemment lorsque les régimes permanents sont atteints.

2.2



Loi des mailles :

$$u_R + u_r + u_L - E = 0$$

$$R i_1 + r i_1 + L\frac{di_1}{dt} = E$$

$$L\frac{di_1}{dt} + (R+r)\, i_1 = E$$

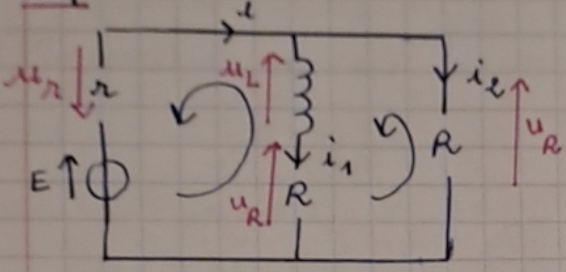
Sous la forme canonique : $\boxed{\dfrac{di_1}{dt} + \dfrac{(R+r)}{L}\, i_1 = \dfrac{E}{L}}$

Constante de temps du circuit : $\boxed{\tau_0 = \dfrac{L}{R+r}}$

2.3 En régime permanent, i_1 = constante d'où $\frac{di_1}{dt} = 0$.

$$0 + \frac{R+r}{L} i_{1i} = \frac{E}{L} \quad \rightarrow \quad \boxed{i_{1i} = \frac{E}{R+r}}$$

2.4



a) Loi des mailles:

$$\boxed{R i_1 + L\frac{di_1}{dt} + r i - E = 0}$$

b) Autre loi des mailles:

$$\boxed{R i_2 - L\frac{di_1}{dt} - R i_1 = 0}$$

c) Loi des noeuds: $\boxed{i = i_1 + i_2}$

d)

$$\begin{cases} i = \frac{E}{r} - \frac{L}{r}\frac{di_1}{dt} - \frac{R}{r} i_1 \\ i_2 = \frac{L}{R}\frac{di_1}{dt} + \frac{R}{R} i_1 \end{cases} \qquad i_2 = \frac{L}{R}\frac{di_1}{dt} + i_1$$

$$\underbrace{E - \frac{L}{r}\frac{di_1}{dt} - \frac{R}{r} i_1}_{i} = \underbrace{i_1 + \frac{L}{R}\frac{di_1}{dt} + i_1}_{i_2}$$

$$\frac{L}{r}\frac{di_1}{dt} + \frac{L}{R}\frac{di_1}{dt} + 2 i_1 + \frac{R}{r} i_1 = \frac{E}{r}$$

$$L\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R}\right)\frac{di_1}{dt} + \left(2 + \frac{R}{r}\right) i_1 = \frac{E}{r}$$

$$\frac{L(r+R)}{\cancel{r}R}\frac{di_1}{dt} + \left(\frac{2r+R}{\cancel{r}}\right) i_1 = \frac{E}{\cancel{r}}$$

Sous forme canonique: $\frac{di_1}{dt} + \frac{R}{L(r+R)} \times (2r+R)\, i_1 = \frac{E\;R}{L(r+R)}$

$$\tau = \frac{L(r+R)}{R(R+2r)} \qquad \boxed{\frac{di_1}{dt} + \frac{R(R+2r)}{L(r+R)} i_1 = \frac{E\;R}{L(r+R)}}$$

e) En régime permanent i_1 est constant donc $\frac{di_1}{dt} = 0$.

$$\frac{R(R+2r)}{L(r+R)} i_{1f} = \frac{E\;R}{L(r+R)}$$

$$(R+2r)\, i_{1f} = E \qquad \boxed{i_{1f} = \frac{E}{(R+2r)}}$$

Exercice 7 – Condensateur **(2,25 pts)**

1) Charge du condensateur (**1 pt**)

- 1.1 Branchement oscilloscope correct : 0,25
- 1.2 Détermination graphique de τ : 0,25
- 1.3 Expression de τ + calcul de C : 0,25
- 1.4 Méthode pour charger plus vite : 0,25

2) Décharge dans la bobine **(1,25 pt)**

- 2.1 Conditions initiales justifiées : 0,25
- 2.2 Équation différentielle LC : 0,25
- 2.3 Solution générale : 0,25
- 2.4 Période propre T_0: 0,25
- 2.5.1 Amortissement expliqué et 2.5.2 Rôle du dispositif électronique : 0,25

1.1 Branchement pour visualiser u_C

Pour mesurer la tension aux bornes du condensateur :

- on branche l'entrée + de l'interface (ou oscilloscope) sur la borne supérieure du condensateur,
- l'entrée − (masse) sur la borne inférieure du condensateur.

1.2 Détermination de la constante de temps τ

Méthode graphique

La constante de temps τ correspond :

- soit au temps pour lequel $u_C = 0,63\,E$
- soit à l'intersection entre la tangente à l'origine et l'asymptote finale $u_C=E$.

D'après la courbe de charge (annexe 1) :

- E = 4,5 V
- 0,63 E ≈ 2,8 V

On lit graphiquement : τ ≈ 0,50 s

1.3 Expression de τ et calcul de C

Expression littérale $\tau = RC$

Calcul de la capacité avec : R = 100 Ω et τ = 0,50 s; $C = \tau/R = 0{,}50/100 = 5{,}0\times10^{-3}$ F = 5,0 mF.

1.4 Charger plus rapidement le condensateur

Comme $\tau = RC$, pour diminuer le temps de charge : diminuer la résistance R

Décharge du condensateur dans la bobine

2.1 Valeurs initiales de u_C et i

À $t = 0^+$ (juste après la commutation) :

La tension aux bornes du condensateur ne peut pas varier instantanément : $u_C(0) = E = 4{,}5$ V

• Le courant dans une bobine ne peut pas varier instantanément : $i(0) = 0$

2.2 Équation différentielle vérifiée par u_C

On néglige la résistance rr de la bobine.

Loi des mailles : $u_C + u_L = 0$

On obtient : $\dfrac{d^2u_C}{dt^2} + \dfrac{1}{LC}u_C = 0$

2.3 Solution de l'équation différentielle

La solution est une oscillation sinusoïdale : $u_C(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t)$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

2.4 Période propre du circuit LC $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$

2.5 Étude expérimentale

2.5.1 Oscillations amorties

La courbe expérimentale montre que l'amplitude décroît avec le temps.

La bobine possède une résistance, de l'énergie est dissipée par effet Joule, d'où l'amortissement des oscillations.

2.5.2 Oscillations sinusoïdales entretenues

Le dispositif électronique ajouté a pour rôle de fournir de l'énergie au circuit, de compenser les pertes par effet Joule afin de maintenir des oscillations sinusoïdales de période T_0.

Il s'agit d'un dispositif d'entretien des oscillations (amplificateur, générateur d'oscillations).

Exercice 8 – Oscillateur mécanique (**2,0 pts**)

1. Équation différentielle + T_0 : 0,75
2. Nature des oscillations (fig. 2 et 3) : 0,25
3. Mesure de la période + méthode précise : 0,50
4. Calcul de la raideur k : 0,25
5. Frottements + solutions selon Q : 0,25

Équation différentielle des oscillations libres non amorties

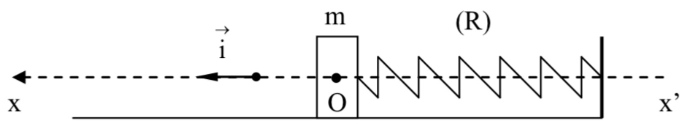
Système étudié

- Masse : m = 250 g = 0,250 kg
- Ressort de raideur k
- Mouvement horizontal
- Origine O = position d'équilibre
- Abscisse du centre d'inertie : x(t)

Forces appliquées à la masse

- Force de rappel du ressort (loi de Hooke) :

$\vec{F}_u = -kx\,\vec{u}_x$



Deuxième loi de Newton

Sur l'axe horizontal : $m\ddot{x} = -kx$

On obtient l'équation différentielle : $\boxed{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$

choix : origine du repère à la position d'équilibre : x correspond à l'allongement du ressort ≠ longueur du ressort.

Pulsation propre et période propre

On reconnaît l'équation d'un oscillateur harmonique : ω_0 = k/m

$$\boxed{T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$$

Nature des oscillations (figures 2 et 3)

Figure 2 (surface lisse)

Amplitude constante - Oscillations périodiques - Pas de perte d'énergie

Oscillations libres non amorties (harmoniques)

Figure 3 (surface rugueuse)

Amplitude qui décroît avec le temps - Période quasi constante au début

Oscillations libres amorties (perte d'énergie par frottement).

Période des oscillations

Méthode de mesure précise

Pour limiter les erreurs : mesurer la durée Δt de N oscillations complètes,

T_0 = Δt / N T = 3/3 = 1 s (période propre- fig. 2) et T = 2,5/2 = 1,25 (pseudopériode fig.3)

Plus N est grand, plus la mesure est précise.

Amplitude = valeur maximale de |x| lue sur la courbe : 6 cm.

Valeur moyenne : 0 (sinusoïde centrée sur 0)

Figure 3

- La période reste approximativement la même que sur la surface lisse
- L'amplitude décroît au cours du temps

$T \approx T_0$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}$$

Valeur de la constante de raideur k :

Avec :

- $m = 0,250$ kg
- $T_0 = 1,0$ s

$$k = 4\pi^2 \times 0,250 \approx 9,87 \text{ N.m}^{-1}$$

Oscillateur amorti : frottement

On ajoute une force de frottement fluide : $\vec{F}_f = -b\dot{x}\,\vec{u}_x$

Nouvelle équation différentielle

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{b}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$$

Facteur de qualité $Q = m\omega_0 / b$

Forme des solutions

Valeur de Q	Régime	Solution
$Q > \frac{1}{2}$	Sous-amorti	oscillations amorties
$Q = \frac{1}{2}$	Critique	retour le plus rapide sans oscillations
$Q < \frac{1}{2}$	Sur-amorti	pas d'oscillations

Solution sous-amortie :

$$x(t) = Ae^{-\alpha t}\cos(\omega t + \varphi)$$

Exercice 9 – Avancement (**1,0 pt**)

1. Tableau d'avancement complet : 0,25
2. Quantités pour ξ=1,5 mol : 0,25
3. Réactif limitant + ξmax : 0,25
4. État final (réaction totale) : 0,25

Équation de la réaction

$$CH_{4(g)} + 2\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2\ H_2O_{(g)}$$

Données initiales :

$n_{CH4,i}$ = 4,0 mol ; $nO_{2,i}$ = 6,0 mol ; $nCO_{2,i}$ = 0 ; $n_{H2O,i}$ = 0

1. Tableau d'avancement

On note ξ l'avancement (en mol).

État	CH_4 (mol)	O_2 (mol)	CO_2 (mol)	H_2O (mol)
Initial (i)	4,0	6,0	0	0
En cours	$4,0-\xi$	$6,0-2\xi$	ξ	2ξ
Final (f)	$4,0-\xi_f$	$6,0-2\xi_f$	ξ_f	$2\xi_f$

2. Quantités de matière pour ξ=1,5 mol

On remplace ξ par 1,5 :

- $n(CH_4)$ = 4,0−1,5 = 2,5 mol
- $n(O_2)$ = 6,0−2×1,5 = 3,0 mol
- $n(CO_2)$ = 1,5 mol
- $n(H_2O)$ = 2×1,5 = 3,0

3. Réactif limitant et avancement maximal

On calcule l'avancement maximal possible pour chaque réactif :

Le plus petit est 3,0 mol, donc :

- Réactif limitant : O_2
- Avancement maximal : ξ_{max} = 3,0 mol

4. État final (réaction totale)

On a $\xi_f = \xi_{max}$ = 3,0 mol

Quantités finales : $n_f(CH_4)$ = 4,0−3,0 = 1,0 mol ; $n_f(O_2)$ = 6,0−2×3,0 = 0 mol ; $n_f(CO_2)$ = 3,0 mol ; $n_f(H_2O)$ = 6,0 mol.

Exercice 2 Équilibre acido-basique (1,5 pt)

1. Concentrations initiales 0,25
2. Quotient de réaction : 0,25
3. Tableau d'avancement : 0,25
4. Avancement à l'équilibre : 0,25
5. xmax : 0,25
6. taux τ : 0,25

1. Concentrations initiales des réactifs

1. **Acide acétylsalicylique $C_9H_8O_4$**

Masse molaire : M = 9×12+8×1+4×16 = 180 g.mol^{-1}

Concentration initiale :

$$[C_9H_8O_4]_i = \frac{0{,}010}{0{,}050} = 0{,}20 \text{ mol.L}^{-1}$$ et $$[CH_3COO^-]_i = \frac{0{,}010}{0{,}050} = 0{,}2 \text{ mol.L}^{-1}$$

2. Quotient de réaction

Pour la réaction : $$Q_r = \frac{[C_9H_7O_4^-][CH_3COOH]}{[C_9H_8O_4][CH_3COO^-]}$$

3. Tableau d'avancement

État	$C_9H_8O_4$	CH_3COO^-	$C_9H_7O_4^-$	CH_3COOH
Initial	0,20	0,20	0	0
État intermédiaire	0,20−x	0,20−x	x	x
Équilibre	0,20 – x_f	0,20 – x_f	x_f	x_f

4. Avancement volumique à l'équilibre x_f

$$Q_r = K^\circ$$

$$\frac{x^2}{(0{,}20 - x)^2} = 15{,}8$$

On prend la racine :

$$\frac{x}{0{,}20 - x} = \sqrt{15{,}8} \approx 3{,}98$$

$$x = 3{,}98(0{,}20 - x)$$

$$x = 0.796 - 3.98x$$

4,98 x = 0,796 ⇒ $x_f \approx 0{,}160$mol.L^{-1}.

5. Avancement volumique maximal x_{max}

Les réactifs sont en proportions stœchiométriques (1:1) : x_{max} = 0,20 mol.L^{-1}

6. Taux d'avancement τ : $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{0{,}160}{0{,}20} = 0{,}80$

$$\boxed{\tau = 80\ \%}$$