الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاستدراكية 2023

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

RS 141	الموضوع	sssssssssssssssssss-sss

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	3h
الشعبة أو المسلك	شعبة الهندسة الميكانيكية بمسالكها	المعامل	5

- **La calculatrice scientifique non programmable est autorisée**
- **On donnera les expressions littérales avant toute application numérique**

Le sujet d'examen comporte quatre exercices: un exercice en chimie et trois exercices en physique

Chimie (6 points)	**Étude de quelques transformations chimiques**	**6 points**
Physique (14 points)	**Exercice 1 : La curiethérapie avec l'iridium 192**	**2,5 points**
	Exercice 2 : Dipôle RC – Circuit RLC série	**5 points**
	Exercice 3 : Étude du mouvement d'un système mécanique	**6,5 points**

Barème	Sujet

Chimie (6 points) : Étude de quelques transformations chimiques

Les réactions acide-base et les réactions d'estérification / d'hydrolyse sont deux types de transformations utilisées dans l'industrie alimentaire. Elles différent par leurs caractéristiques et peuvent être traitées selon des procédés différents.

Cet exercice vise :

- **l'étude d'une transformation associée à des réactions acido-basiques ;**
- **l'étude d'une réaction d'estérification.**

Partie 1 : Étude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque

Les acides carboxyliques sont très souvent utilisés dans l'industrie alimentaire. Les étiquettes des denrées alimentaires telles que : poissons marinés, jus, fruits et légumes marinés, ou purées de légumes/fruits mentionnent un additif $E236$ correspondant à l'acide méthanoïque $HCOOH$.

Au laboratoire d'une société de production des jus naturels, un technicien de laboratoire a reçu un lot de solution d'acide méthanoïque concentrée dédié à l'utilisation industrielle alimentaire portant l'étiquette ci-contre.

Acide Formique

Formule brute : CH_2O_2

Masse molaire : $M = 46\,g.mol^{-1}$

Concentration molaire : $C_0 = 0{,}1\,mol.L^{-1}$

Le technicien a préparé une solution aqueuse (S) de volume $V = 100\,mL$ et de concentration molaire $C = 10^{-3}\,mol.L^{-1}$, après avoir dilué 100 fois une solution (S_0) d'acide méthanoïque de concentration molaire C_0. La mesure du pH de la solution (S) donne $pH = 3{,}4$.

0,25 **1.** Identifier les couples acide-base mis en jeu lors de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.

0,5 **2.** Dresser le tableau d'avancement de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.

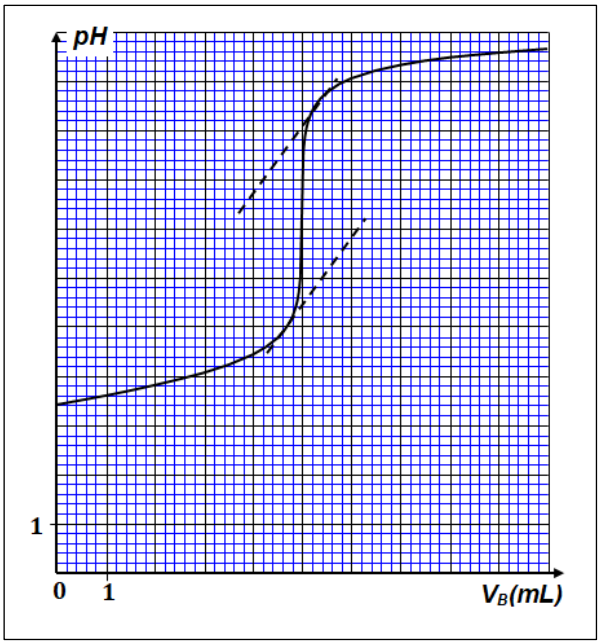
0,5 **3.** Calculer le taux d'avancement final de la réaction. Déduire.

0,75 **4.** Montrer que le quotient de réaction à l'état d'équilibre s'écrit sous la forme : $Q_{r,éq} = \dfrac{10^{-2\,pH}}{C - 10^{-pH}}$.

Calculer sa valeur.

0,5 **5.** Déterminer la valeur de pK_A du couple associé à l'acide méthanoïque.

6. Le technicien veut s'assurer de la valeur de la concentration molaire C_0 indiquée sur l'étiquette du lot reçu, pour cela, il a effectué un dosage pH-métrique du volume $V_A = 10\,mL$ de la solution (S) par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 2.10^{-3}\,mol.L^{-1}$. La figure ci-contre donne la courbe de titrage.



0,5 **6.1.** Écrire l'équation de la réaction du dosage supposée totale.

0,5 **6.2.** Déterminer les coordonnées $(V_{B,E}\,;\,pH_E)$ du point d'équivalence.

0,25 **6.3.** Déduire la valeur de C.

0,25 **6.4.** Vérifier que la valeur de la concentration molaire indiquée sur l'étiquette est fiable.

Partie 2 : Étude d'une estérification

La réaction d'estérification entre l'acide méthanoïque et l'éthanol produit un ester qui peut être utilisé comme arome de framboise pour la limonade et les essences aromatiques.

Le technicien de laboratoire veut synthétiser cet arome pour l'utiliser dans un nouveau jus.

Le mélange initial est équimolaire et contient $n_0 = 0,6\,mol$ d'acide méthanoïque et $n_0 = 0,6\,mol$ d'éthanol C_2H_5OH. La quantité de matière d'acide restant à l'état d'équilibre est $n_{éq}(HCOOH) = 0,2\,mol$.

0,75 **1.** Écrire la formule semi-développée de l'ester formé. Nommer cet ester.

0,5 **2.** Déterminer le rendement de cette estérification.

0,5 **3.** Le technicien a constaté que le rendement de cette estérification est petit à l'échelle industrielle. Proposer deux méthodes pour améliorer le rendement de cette estérification.

0,25 **4.** Pour améliorer le rendement de l'estérification, le technicien utilise à la place de l'acide méthanoïque, l'anhydride méthanoïque.

Donner, en justifiant, la valeur théorique du rendement de l'estérification dans ce cas.

Physique (14 points)

Exercice 1 (2,5 points) : La curiethérapie avec l'iridium 192

La curiethérapie est une technique qui consiste à implanter temporairement dans une tumeur, ou à proximité d'une tumeur, des sources radioactives. Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium $^{192}_{77}Ir$ et l'iode $^{125}_{53}I$.

La source est considérée active tant que le nombre N de noyaux radioactifs présents dans la source est supérieur ou égal à 10% du nombre initial N_0.

l'iridium $^{192}_{77}Ir$ se désintègre en platine $^{192}_{78}Pt$ avec émission d'une particule.

Données:

Noyau ou particule	Proton	Neutron	$^{192}_{77}Ir$	$^{125}_{53}I$
Masse en (u)	1,007276	1,008665	191,92076	124,90463
Énergie de liaison par nucléon $(MeV / nucléon)$				8,23
Demi-vie de l'iridium 192 : $t_{1/2} = 74$ jours		$1u = 931,5\ MeV.c^{-2} = 1,66.10^{-24}\,g$		

0,5 **1.** Identifier, en justifiant, la particule émise lors de la désintégration du nucléide $^{192}_{77}Ir$.

0,5 **2.** Déterminer l'énergie de liaison de l'iridium $^{192}_{77}Ir$.

0,5 **3.** Déterminer, en justifiant, le noyau le plus stable parmi $^{192}_{77}Ir$ et $^{125}_{53}I$.

4. Un praticien a placé, à l'instant $t_0 = 0$, dans la tumeur d'un patient une source d'iridium $^{192}_{77}Ir$ de masse $m_0 = 2,6.10^{-11}\,g$.

0,25 **4.1.** Déterminer le nombre initial N_0 de noyaux radioactifs présents dans la source.

0,25 **4.2.** Calculer l'activité initiale a_0 de la source.

0,5 **4.3.** Déterminer la durée au bout de laquelle la source restera active.

Exercice 2 (5 points): Dipôle RC – Circuit RLC série

La présence d'une bobine dans un circuit électrique alimenté par un générateur impose un comportement de celle-ci qui se traduit par une variation de l'intensité du courant. Lorsque la bobine est associée à un condensateur chargé et un conducteur ohmique, ces éléments peuvent constituer un oscillateur libre siège d'un échange énergétique et d'oscillations électriques qui peuvent être entretenues.

Cet exercice vise :

- **l'étude de la réponse d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension ;**
- **l'étude énergétique d'un circuit RLC série**.

On considère le circuit de la figure (1) comportant :
- un générateur idéal de tension de f.e.m E ;
- un condensateur de capacité C ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable et un autre de résistance R_0 ;
- un interrupteur K à double position.

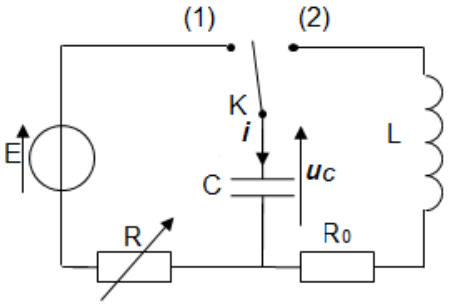


Figure (1)

1. Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

À l'instant $t_0 = 0$, on place l'interrupteur K en position (1).

0,5 **1.1.** Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur.

0,5 **1.2.** La solution de l'équation différentielle s'écrit $u_C(t) = E.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ avec τ la constante de temps. Établir l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant qui circule dans le circuit.

1.3. Un système d'acquisition permet d'obtenir les courbes de la figure (2) qui représentent $u_C(t)$ pour deux valeurs de R : $R_1 = 10\,\Omega$ et $R_2 > R_1$.

0,5 **1.3.1.** Identifier, en justifiant, la courbe représentant $u_C(t)$ dans le cas où $R = R_1$.

1.3.2. En exploitant les deux courbes, déterminer la valeur de :

0,25 **a.** la force électromotrice E.

0,5 **b.** la constante de temps τ_1 dans le cas où $R = R_1$.

0,5 **c.** la capacité C.

0,5 **d.** l'intensité maximale I_{02} du courant électrique qui traverse le circuit dans le cas où $R = R_2$.

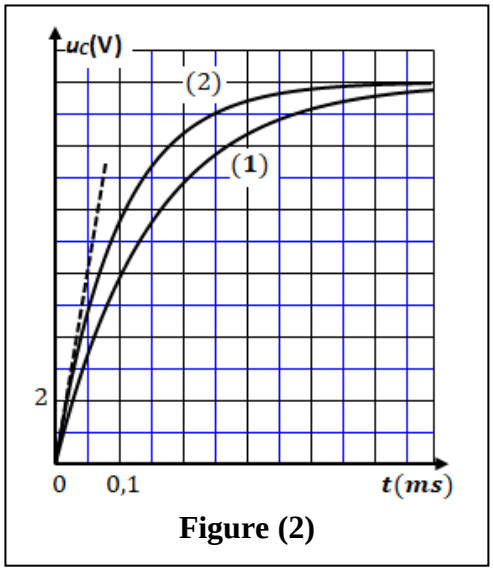


Figure (2)

2. Étude énergétique d'un circuit RLC série

Une fois le condensateur totalement chargé, on bascule l'interrupteur K en position (2) à $t_0 = 0$.

À l'aide du même système d'acquisition on obtient les courbes de la figure (3) (page 5/6) qui représentent l'énergie électrique $\mathscr{E}_e$ et l'énergie magnétique $\mathscr{E}_m$ emmagasinées respectivement dans le condensateur et la bobine.

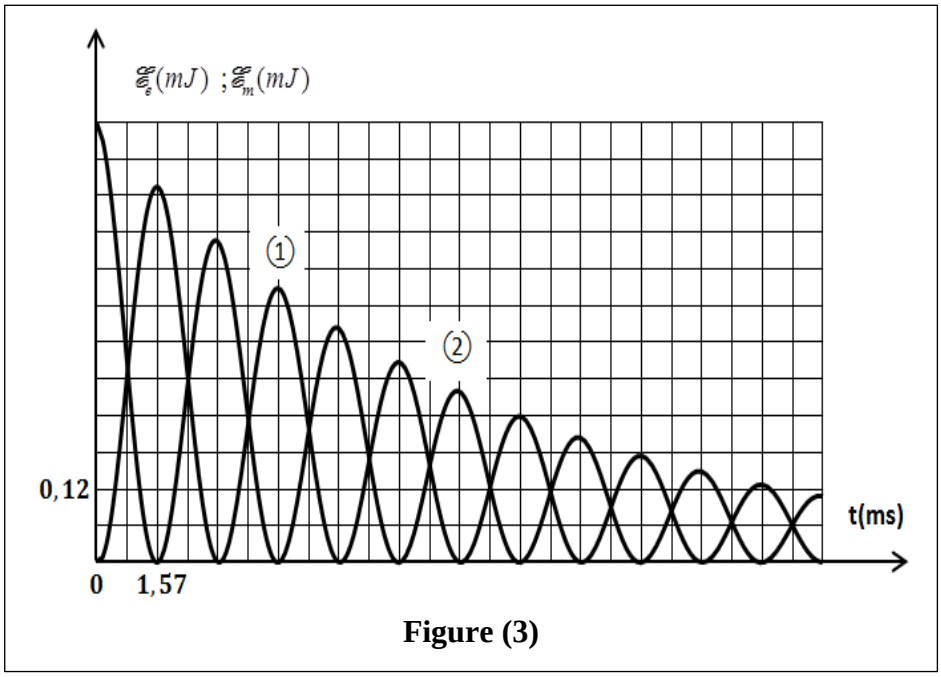


Figure (3)

0,5 **2.1**. Identifier, en justifiant, la courbe correspondante à l'énergie $\mathscr{E}_e$.

0,5 **2.2**. Déterminer la valeur de l'inductance L. On suppose que la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 des oscillations libres du circuit (LC).

0,75 **2.3.** Déterminer la variation $\Delta\mathscr{E}$ de l'énergie totale du circuit entre $t_0 = 0$ et $t_1 = 14{,}13\ ms$. Expliquer ce résultat.

Exercice 3 (6,5 points) : Étude du mouvement d'un système mécanique

Des systèmes mécaniques observés dans la vie courante peuvent évoluer selon des mouvements de translation rectiligne ou des mouvements de translation combinés à des mouvements de rotation. Ces mouvements différent selon la nature des actions mécaniques exercées sur ces systèmes et les conditions initiales imposées. L'étude de ces mouvements peut se faire par une étude dynamique en appliquant les lois de Newton, la relation fondamentale de la dynamique de rotation ou une étude énergétique en exploitant les diagrammes d'énergie.

Cet exercice vise :

- l'étude du mouvement d'un système formé d'un solide en translation et d'un autre en rotation;

- l'étude du mouvement d'un système oscillant.

Partie 1 : Étude du mouvement d'un système mécanique

On relie une poulie (P) de rayon r par l'intermédiaire d'un fil inextensible de masse négligeable, à un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m qui peut se déplacer sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontal. La poulie peut tourner sans frottement autour d'un axe (Δ) fixe, horizontal passant par son centre. Lors du mouvement, le fil ne glisse pas sur la gorge de la poulie (figure 1).

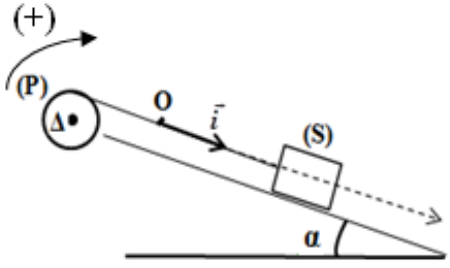


Figure (1)

On désigne par J_Δ le moment d'inertie de (P) par rapport à l'axe (Δ). On repère la position de G par son abscisse x_G dans le repère $(O,\vec{i})$ lié à la Terre supposé galiléen.

À l'instant $t_0 = 0$, on libère (S) sans vitesse initiale de la position O.

Données : - Tous les frottements sont négligeables

- $g = 10\ m.s^{-2}$; $m = 0,60\ kg$; $\alpha = 30°$; $r = 4\ cm$; $J_\Delta = 2,4.10^{-4}\ kg.m^2$

0,75 **1.** En appliquant la relation fondamentale de la dynamique de rotation à la poulie (P), exprimer la tension T du fil en fonction de J_Δ, r et l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ du mouvement de (P).

2.La figure (2) donne le diagramme des vitesses angulaires $\dot{\theta}$ de (P).

En exploitant le graphe :

0,75 **2.1.** Déterminer la valeur de $\ddot{\theta}$.

0,5 **2.2.** Écrire l'équation horaire du mouvement de (P).

0,75 **2.3.** Déterminer le nombre de tours n effectués par la poulie à l'instant $t_1 = 2\ s$.

0,25 **3.** Calculer la valeur de la tension T.

1 **4.** Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

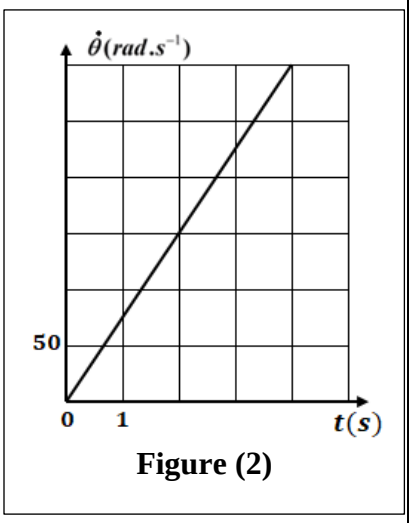


Figure (2)

L'équation horaire du mouvement du solide (S) s'écrit :

A	$x = -0,5.t^2 - 14,14.t$ (m)	B	$x = 1,5.t^2$ (m)	C	$x = 0,5.t^2$ (m)	D	$x = -3.t^2 + 14,14.t$ (m)

Partie 2 : Mouvement d'un système oscillant

On relie le solide (S) précédent à un ressort à spires non jointives, d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur K. On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide (S) dans un repère $(O, \vec{i})$ lié à la Terre supposé galiléen (figure 3). À l'équilibre $x_G = x_0 = 0$. On écarte (S) de sa position d'équilibre d'une distance X_m et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$. Le solide (S) prend alors un mouvement rectiligne sinusoïdal et effectue 20 oscillations pendant la durée $\Delta t = 12,56\ s$.

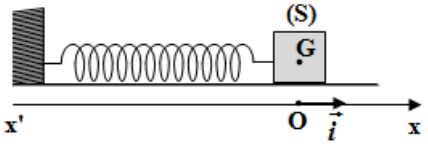


Figure (3)

0,75 **1.** Déterminer la valeur de K.

2. On choisit l'état où le ressort n'est pas déformé comme référence de l'énergie potentielle élastique E_{pe} et le plan horizontal contenant G comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp}.

La courbe de la figure (4) représente le diagramme d'énergie potentielle élastique.

2.1. En exploitant le diagramme, déterminer les valeurs de :

0,25 **a.** l'amplitude X_m.

0,75 **b.** l'énergie mécanique E_m du système oscillant.

0,75 **2.2.** Déterminer la valeur absolue de l'abscisse de G lorsque l'énergie cinétique du solide prend la valeur $E_C = \frac{3}{8}.E_m$.

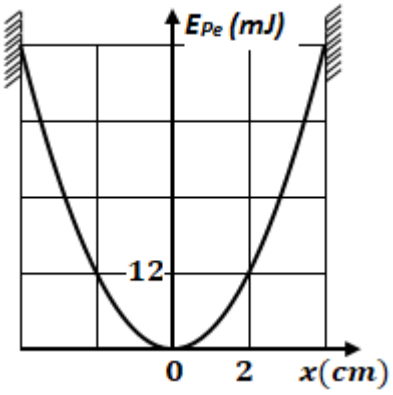


Figure (4)

*|

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة الاستدراكية 2023

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

RR 141	عناصر الإجابة	sssssssssssssssssss-sss	
المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	3h
الشعبة أو المسلك	شعبة الهندسة الميكانيكية بمسالكها	المعامل	5

Chimie (6 points)

Exercice		Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Chimie (6 points)	Partie 1	**1.**	$HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}$ $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$	**0,25**	▪ Écrire l'équation de la réaction associée à une transformation acido-basique et identifier dans cette équation les deux couples mis en jeu.
		2.	Tableau d'avancement de la réaction	**0,5**	▪ Dresser le tableau d'avancement d'une réaction et l'exploiter.
		3.	$\tau = 0,4$; $\tau < 1$: réaction limitée	**2x0,25**	▪ Définir le taux d'avancement final et déterminer sa valeur à partir d'une mesure.
		4.	Méthode	**0,5**	▪ Établir l'expression littérale du quotient de réaction Q_r. ▪ Donner l'expression du quotient de réaction Q_r et calculer sa valeur dans un état du système.
			$Q_{r,éq} = 2,6 .10^{-4}$	**0,25**	
		5.	Aboutir à $pK_A = 3,6$	**0,5**	▪ Savoir que le quotient de réaction $Q_{r,éq}$ à l'état d'équilibre d'un système prend une valeur, indépendante de la composition initiale, nommée constante d'équilibre K. ▪ Connaitre la relation $pK_A = -\log K_A$.
		6.1.	$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$	**0,5**	▪ Écrire l'équation de réaction de dosage (en utilisant une seule flèche).

		6.2.	$V_{B,E} = 5\ mL$; $pH_E = 7,2$ Toute valeur de pH_E comprise entre 7,2 et 7,4 est acceptable	**0,5**	▪ Repérer et exploiter le point d'équivalence. ▪ Exploiter la courbe ou les résultats du dosage.
		6.3.	$C = 10^{-3} mol.L^{-1}$	**0,25**	
		6.4.	Vérification de la valeur de C_0	**0,25**	
	Partie 2	**1.**	Formule semi-développé de l'ester	**0,5**	▪ Écrire l'équation des réactions d'estérification et d'hydrolyse. ▪ Nommer les esters comportant cinq atomes de carbone au maximum.
			Méthanoate d'éthyle	**0,25**	
		2.	$r = 0,67$	**0,5**	▪ Calculer le rendement d'une transformation.
		3.	- Utilisation de l'un des réactifs en excès - Elimination de l'un des produits	**2x0,25**	▪ Savoir que l'excès de l'un des réactifs et/ou l'élimination de l'un des produits déplace l'état d'équilibre du système dans le sens direct.
		4.	$r = 1$ + Justification	**0,25**	▪ Savoir que l'action d'un anhydride d'acide sur un alcool est rapide, totale et conduit à la formation d'un ester.

Physique (14 points)

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 1 (2,5 points)	**1.**	Particule émise : électron Justification	**0,25** **0,25**	▪ Reconnaître le type de radioactivité à partir de l'équation d'une réaction nucléaire.
	2.	$E_\ell(^{192}_{77}Ir) = 1523,9 MeV$	**0,5**	▪ Définir et calculer un défaut de masse et une énergie de liaison.
	3.	$^{125}_{53}I$ est le plus stable + Justification	**0,5**	▪ Définir et calculer l'énergie de liaison par nucléon et l'exploiter.
	4.1.	$N_0 = 8,16.10^{10}$	**0,25**	▪ Utiliser les relations entre τ , λ et $t_{1/2}$. ▪ Connaître l'expression de la loi de décroissance et exploiter la courbe de décroissance.
	4.2.	$a_0 = 8,85.10^3\ Bq$	**0,25**	
	4.3.	Aboutir à $t = 245,8\ Jours$	**0,5**	

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 2 (5 points)	**1.1.**	$\frac{du_c}{dt}+\frac{1}{R.C}.u_c=\frac{E}{R.C}$	**0,5**	▪ Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension et vérifier sa solution.
	1.2.	$i(t)=\frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$	**0,5**	▪ Connaître les variations de la tension aux bornes du condensateur lorsque le dipôle *RC* est soumis à un échelon de tension et déduire l'expression de l'intensité dans le circuit.
	1.3.1.	Courbe (2) + Justification	**0,5**	▪ Exploiter un document expérimental pour: - identifier les tensions observées ; - montrer l'influence de R et de C sur la charge ou la décharge ; - déterminer une constante de temps lors de la charge et de la décharge. ▪ Déterminer le type du régime (transitoire – permanent) et l'intervalle temporel de chacun des deux régimes.
	1.3.2.a.	$E=12\ V$	**0,25**	
	1.3.2.b.	$\tau_1=0,1\ ms$	**0,5**	
	1.3.2.c.	$C=10\ \mu F$	**0,5**	▪ Connaitre et utiliser l'expression de la constante de temps.
	1.3.2.d.	$I_{02}=0,8\ A$	**0,5**	▪ Connaître les variations de la tension aux bornes du condensateur lorsque le dipôle *RC* est soumis à un échelon de tension et déduire l'expression de l'intensité dans le circuit.
	2.1.	Courbe (2) + Justification	**0,5**	▪ Connaître et exploiter les diagrammes d'énergie. ▪ Connaître et exploiter l'expression de l'énergie électrique emmagasinée dans un condensateur.
	2.2.	Aboutir à $L=0,1\ H$	**0,5**	▪ Savoir exploiter un document expérimental pour déterminer une pseudo-période et une période propre. ▪ Connaître et exploiter l'expression de la période propre, la signification de chacun des termes et leurs unités.
	2.3.	Aboutir à $\Delta\mathscr{E}=-0,54\ mJ$	**0,5**	▪ Connaître et exploiter les diagrammes d'énergie. ▪ Connaitre et exploiter l'expression de l'énergie totale du circuit.
		Explication	**0,25**	

Exercice		Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 3 (6,5 points)	Partie 1	**1.**	Aboutir à $T = \frac{J_{\Delta}.\ddot{\theta}}{r}$	**0,75**	▪ Appliquer la relation fondamentale de la dynamique dans le cas de la rotation autour d'un axe fixe. ▪ Connaître et exploiter les caractéristiques du mouvement de rotation uniformément varié et ses équations horaires.
		2.1.	$\ddot{\theta} = 75\ rad.s^{-2}$	**0,75**	
		2.2.	$\theta(t) = 37,5.t^2\ (rad)$	**0,5**	
		2.3.	Aboutir à $n = 23,9\ tours$	**0,75**	
		3.	$T = 0,45\ N$	**0,25**	
		4.	B	**1**	▪ Faire l'étude dynamique d'un système mécanique formé d'un solide en translation et d'un autre en rotation autour d'un axe fixe. ▪ Connaître et exploiter les caractéristiques du mouvement rectiligne uniformément varié et ses équations horaires.
	Partie 2	**1.**	Aboutir à $K = 60\ N.m^{-1}$	**0,75**	▪ Connaître et exploiter l'expression de la période propre, et la fréquence propre du système {corps solide – ressort}.
		2.1.a.	$X_m = 4\ cm$	**0,25**	▪ Exploiter les diagrammes d'énergie. ▪ Connaître l'expression de l'énergie potentielle élastique et son unité. ▪ Connaître et exploiter l'expression de l'énergie mécanique d'un système {corps solide – ressort horizontal}. ▪ Exploiter la conservation de l'énergie mécanique d'un système (corps solide – ressort horizontal).
		2.1.b.	Aboutir à $E_m = 48\ mJ$	**0,75**	
		2.2.	Aboutir à $\lvert x_G \rvert = 3,16\ cm$	**0,75**	