*I

β

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

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية
الدورة الاستدراكية 2023

SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS-SSS	الموضوع	RS 27F

3h	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
5	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض (خيار فرنسية)	الشعبة أو المسلك

- **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 (7 points)	**Étude de transformations chimiques**	**7 points**
Physique (13 points)	**Exercice 1 : Radioactivité et médecine nucléaire**	**3 points**
	Exercice 2 : Dipôle RL - Circuit RLC série	**5 points**
	Exercice 3 : Parc de jeux	**5 points**

Barème	Sujet

Chimie (7 points) : Étude de transformations chimiques

En chimie des solutions, les transformations chimiques diffèrent selon les couples intervenants et les conditions expérimentales. L'étude de ces transformations qui correspondent dans certains cas à des réactions acide - base ou des réactions d'oxydo-réduction peut se faire en utilisant des méthodes différentes, ce qui permet de prévoir et de suivre l'évolution des systèmes chimiques et de déterminer certaines grandeurs qui les caractérisent.

Cet exercice vise :

- **l'étude cinétique d'une transformation chimique ;**
- **l'étude de transformations chimiques faisant intervenir des couples de types différents.**

1. Cinétique d'une transformation chimique

On introduit dans un ballon une solution aqueuse (S) d'acide méthanoïque HCO_2H de quantité de matière n_1. On y ajoute, à l'instant $t_0 = 0$, une solution aqueuse de dibrome $Br_{2(aq)}$ de quantité de matière n_2 (avec $n_2 < n_1$). Le mélange réactionnel est maintenu à une température constante θ_1.

L'équation chimique de la réaction qui a eu lieu s'écrit :

$$HCO_2H_{(aq)} + Br_{2(aq)} \rightarrow 2Br^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} + CO_{2(g)}$$

Une étude expérimentale a permis de déterminer les valeurs de l'avancement x et de la vitesse volumique v de la réaction à différents instants t. Les résultats sont dressés dans le tableau ci-dessous.

$t(s)$	50	200	450	800	1231	1300
$x(10^{-3}mol)$	0,190	0,600	0,941	1,13	1,20	1,20
$v(10^{-6}mol.L^{-1}.s^{-1})$	2,7	1,7	0,75	0,33	0	0

1.1. En exploitant les données du tableau :

0,5 **a.** déterminer la valeur de l'avancement final x_f de la réaction. Déduire la valeur de n_2.

0,5 **b.** déterminer la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

0,25 **c.** interpréter qualitativement la variation de la vitesse volumique de la réaction.

1.2. On refait l'expérience en utilisant les mêmes quantités de matière à une température θ_2 (avec $\theta_2 > \theta_1$).

Quel est l'effet de l'augmentation de la température sur:

0,25 **a.** la vitesse volumique de réaction?

0,25 **b.** la valeur de l'avancement final ?

2. Transformation acide - base

À partir de la solution précédente (S), on prépare une solution aqueuse (S_A) de concentration molaire C_A. Le taux d'avancement final de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau dans ce cas vaut $\tau = 0,21$.

Donnée : $pK_A(HCO_2H_{(aq)} / HCO^-_{2(aq)}) = 3,8$

0,5 **2.1.** Écrire l'équation chimique de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

0,75 **2.2.** Montrer que $C_A = \frac{1-\tau}{\tau^2}.10^{-pK_A}$. Calculer la valeur de C_A.

0,5 **2.3.** Déterminer la valeur du pH de la solution (S_A).

2.4. En utilisant le dispositif schématisé sur la figure (1), on dose le volume $V_A = 30\ mL$ de la solution (S_A) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$. La courbe de la figure 2 représente la variation du pH du mélange en fonction du volume V_B de la solution (S_B) versé au cours du dosage.

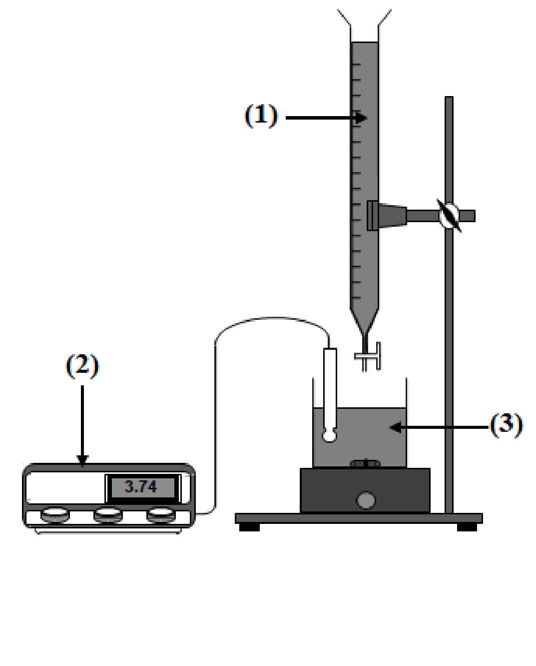


Figure 1

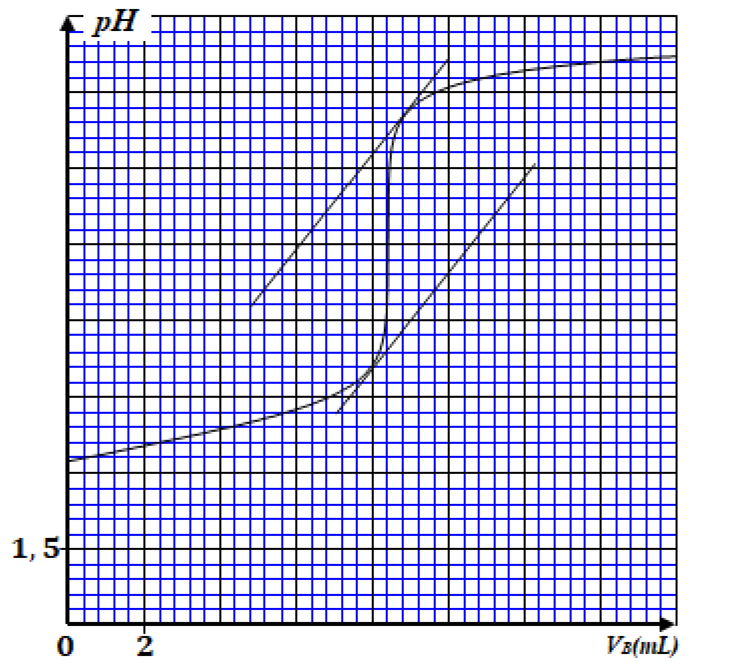


Figure 2

0,5 **a.** Nommer les éléments du dispositif numérotés 1, 2 et 3.
0,5 **b.** Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.
0,5 **c.** Retrouver la valeur de C_A.
0,25 **d.** Préciser, parmi les indicateurs colorés ci-dessous, l'indicateur convenable pour repérer cette équivalence.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Rouge de méthyle	Rouge	4,4 – 6,2	Jaune
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	Rouge
Alizarine	Rouge	11,0 – 12,4	Violette

3. Transformation d'oxydo-réduction

Pour étudier la réaction entre le cuivre et le dibrome en solution, on place dans un bécher :

- le volume $V_1 = 50\ mL$ d'une solution de bromure de cuivre II $Cu^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_1 = 4.10^{-2} mol.L^{-1}$;
- le volume $V_2 = 50\ mL$ d'une solution de dibrome $Br_{2(aq)}$ de concentration molaire $C_2 = 4.10^{-2} mol.L^{-1}$;
- la poudre de cuivre.

Données:

- Constante d'équilibre associée à l'équation $Br_{2(aq)} + Cu_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} 2Br^-_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)}$: $K = 1,2.10^{25}$
- Le cuivre est en excès.

0,5 **3.1.** Identifier les couples (ox /red) intervenants dans la réaction.
0,75 **3.2.** Calculer la valeur du quotient de réaction $Q_{r,i}$ à l'état initial du système chimique.
0,5 **3.3.** Préciser, en justifiant, le sens d'évolution du système chimique.

Physique (13 points)

Exercice 1 (3 points) : Radioactivité et médecine nucléaire

La médecine nucléaire est la spécialité médicale qui utilise les propriétés de la radioactivité à des fins médicales. Un radionucléide quelconque a autant de chance de se désintégrer à un moment donné qu'un autre radionucléide de la même espèce, et la désintégration ne dépend pas des conditions physico-chimiques dans lesquelles le nucléide se trouve.

On dispose de trois échantillons contenant chacun un des radionucléides : le Samarium 153, l'Yttrium 90 et le Lutétium 177. Le nombre initial de noyaux dans chaque échantillon est le même: $N_0({}^{153}_{62}Sm) = N_0({}^{90}_{39}Y) = N_0({}^{177}_{71}Lu)$.

Les demi-vies des trois radionucléides sont telles que : $t_{1/2}({}^{153}_{62}Sm) < t_{1/2}({}^{90}_{39}Y) < t_{1/2}({}^{177}_{71}Lu)$.

Données :

	39 protons	51 neutrons	Noyau ${}^{90}_{39}Y$
Énergie de masse en (MeV)	36592,8	47918,1	83748,5

Noyau	${}^{153}_{62}Sm$	${}^{177}_{71}Lu$
Énergie de liaison par nucléon en $(MeV / nucléon)$	8,23	7,85

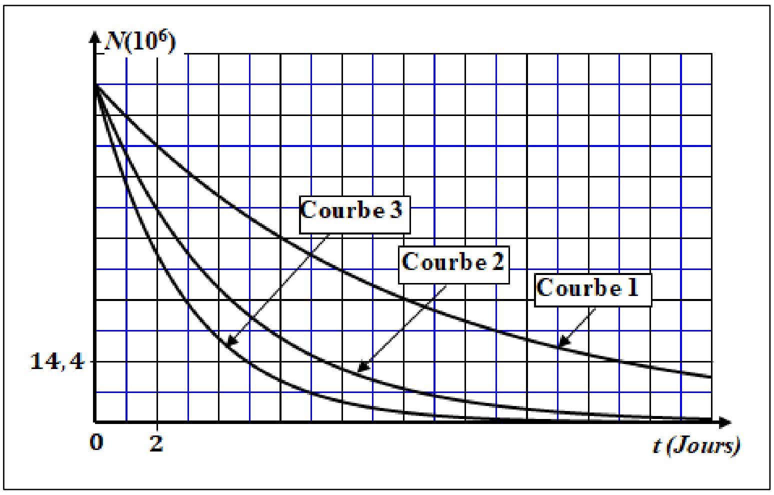
0,25 **1.** Définir la demi-vie d'un radionucléide.

2. Le graphe ci-contre donne les courbes de décroissance radioactive des trois radionucléides cités.

0,5 **2.1.** Attribuer, en justifiant votre réponse, chaque courbe au radionucléide correspondant.

0,5 **2.2.** Déterminer graphiquement :

- le nombre initial $N_0({}^{90}_{39}Y)$;
- la demi-vie du radionucléide ${}^{90}_{39}Y$.



3. On désire comparer la stabilité des trois radionucléides.

0,5 **3.1.** Calculer, en unité MeV, l'énergie de liaison du radionucléide ${}^{90}_{39}Y$.

0,5 **3.2.** Déterminer, en justifiant votre réponse, le noyau le plus stable parmi ${}^{153}_{62}Sm$, ${}^{90}_{39}Y$ et ${}^{177}_{71}Lu$.

4. Le radionucléide ${}^{90}_{39}Y$ se désintègre en Zirconium ${}^{90}_{40}Zr$.

0,25 **4.1.** Écrire l'équation de désintégration du radionucléide ${}^{90}_{39}Y$.

0,5 **4.2.** Pour irradier à midi (12h) une tumeur hépatique, un médecin prescrit l'injection d'une dose d'Yttrium 90 d'activité $a = 5.10^9\,Bq$. Cette dose a été préparée au laboratoire à 7h le même jour. Déterminer l'activité de l'Yttrium 90 à 7h.

Exercice 2 (5 points): Dipôle RL – 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 RL soumis à un échelon de tension;**
- **l'étude énergétique d'un circuit RLC série**.

Partie 1 : Étude d'un dipôle RL

Pour étudier la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ascendant, on dispose du matériel suivant :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 6\ V$;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 10\ \Omega$;
- une bobine d'inductance $L = 10\ mH$ et de résistance négligeable ;
- un interrupteur K.

0,5 **1.** Proposer le schéma du montage expérimental permettant de réaliser cette étude.

0,25 **2.** On ferme l'interrupteur K à l'instant $t_0 = 0$. On note i l'intensité du courant qui traverse le circuit. Représenter sur le schéma proposé la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_L aux bornes de la bobine en convention récepteur.

3. L'équation différentielle vérifiée par l'intensité i s'écrit $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}.i = \frac{E}{A}$.

0,5 **3.1.** Déterminer les expressions des constantes τ et A.

0,5 **3.2.** En utilisant les équations aux dimensions, déterminer la dimension de τ et calculer sa valeur.

4. La solution de l'équation différentielle s'écrit $i(t) = \frac{E}{R}.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

0,25 **4.1.** Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

L'expression de la tension aux bornes de la bobine en volt est :

A	$u_L(t) = 6.(1 - e^{-10^3.t})$	**B**	$u_L(t) = 6.e^{-10^3.t}$	**C**	$u_L(t) = 0,6.e^{-10^{-3}.t}$	**D**	$u_L(t) = 6.e^{-10^{-3}.t}$

0,25 **4.2.** Déterminer, en régime permanent, la valeur de l'intensité I_0 du courant électrique.

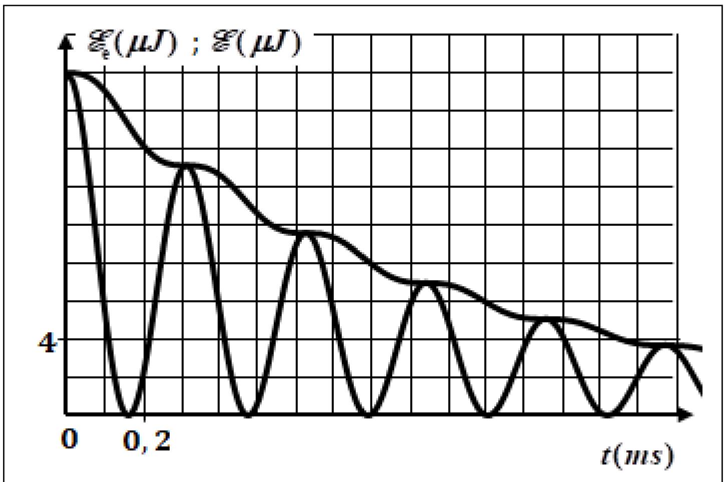
0,25 **5.** Quel rôle a joué la bobine durant la phase $0 < t < 5.\tau$?

Partie 2 : Étude énergétique d'un circuit RLC série

On monte la bobine et le conducteur ohmique précédents en série avec un condensateur de capacité $C = 1\ \mu F$, initialement chargé . On ferme l'interrupteur K à l'instant $t_0 = 0$.

0,5 **1.** Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur.

2. Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes de l'énergie électrique $\mathscr{E}_e$ emmagasinée dans le condensateur et de l'énergie totale $\mathscr{E}$ du circuit (figure ci-contre).



En exploitant les courbes :

0,5 **a.** Déterminer la valeur de l'énergie totale $\mathscr{E}_0$ du circuit à l'instant $t_0 = 0$.

Déduire la valeur de la charge initiale Q_0 du condensateur à l'instant $t_0 = 0$.

0,25 **b.** Déterminer, à l'instant $t_1 = 0,9\,ms$, la valeur de l'énergie électrique $\mathscr{E}_{e1}$ emmagasinée dans le condensateur et la valeur de l'énergie totale $\mathscr{E}_1$ du circuit.

0,5 **c.** Déterminer la valeur absolue de l'intensité i_1 du courant électrique dans le circuit à l'instant t_1.

0,25 **d.** Expliquer la diminution de l'énergie totale du circuit.

3. Pour entretenir les oscillations électriques dans le circuit, on ajoute à celui-ci un générateur délivrant une tension $u_G(t) = k.i(t)$ avec k constante positive.

0,25 **3.1.** Quelle doit être la valeur de k ?

0,25 **3.2.** Calculer la valeur de la période des oscillations électriques dans ce cas.

Exercice 3 (5 points) : Parc de jeux

Le parc de jeu constitue un cadre où se pratique du sport pour enfants. Les mouvements des enfants sont généralement de deux types et diffèrent par la nature des actions mécaniques exercées sur ces enfants. L'application des lois de Newton permet de déterminer l'évolution de certaines grandeurs cinématiques et dynamiques caractérisant les mouvements des enfants.

Cet exercice vise l'étude de deux types de mouvement et la détermination de certaines grandeurs qui les caractérisent.

Dans un parc de jeux, se trouve une glissière dont le profil est représenté dans le plan vertical (figure 1). La glissière est constituée :

- d'une partie AB rectiligne de longueur $AB = L$ inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal ;
- d'une partie de chute constituée d'un filet horizontal, situé à une hauteur h de B.

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'un enfant de masse m sur la glissière.

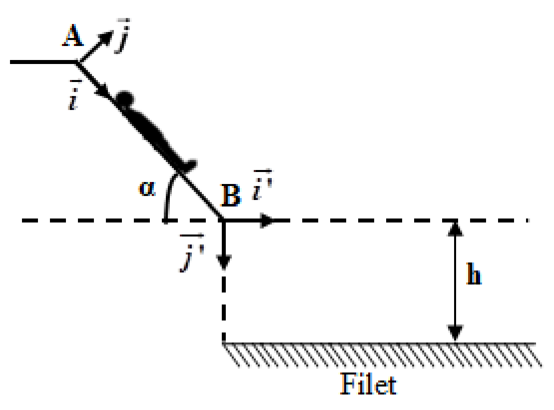


Figure 1

1. Étude du mouvement sur AB

L'enfant part de la position A sans vitesse initiale. Les frottements sont équivalents à une force constante $\vec{f}$ de même direction que le vecteur vitesse et de sens opposé.

Pour étudier le mouvement de G, on choisit un repère $(A,\vec{i},\vec{j})$ lié à la Terre supposé galiléen, et l'instant de départ de G de A comme origine de temps $(t_0 = 0)$. On repère la position de G à un instant t par son abscisse x_G dans ce repère.

À $t_0 = 0, x_G = x_0 = 0$ (figure 1).

Données : $f = 41\,N$; $m = 20\,kg$; $g = 10\,m.s^{-2}$; $\alpha = 40°$

0,5 **1.1.** En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x_G .

0,25 **1.2**. Déterminer, en justifiant, la nature du mouvement de G .

1.3. Lors du mouvement, G passe par la position B à l'instant $t_B = 1{,}35\,s$.

0,5 **a.** Calculer la distance AB.

0,25 **b.** Vérifier que la valeur de la vitesse en B est $v_B = 5{,}9\ m.s^{-1}$.

0,5 **1.4.** Déterminer l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par le plan incliné sur l'enfant.

2. Étude du mouvement de chute

L'enfant quitte la partie AB en B avec la vitesse $\vec{v}_B$ et tombe sur le filet de protection.

Pour étudier le mouvement de chute, on choisit un autre repère $(B,\vec{i}\,',\vec{j}\,')$ lié à la Terre supposé galiléen, et l'instant de passage de G en B comme nouvelle origine de temps $(t_0 = 0)$.

1 **2.1.** Établir l'expression de l'équation de la trajectoire du mouvement de G dans le repère $(B,\vec{i}\,',\vec{j}\,')$. Déduire sa nature.

2.2. L'enfant tombe à l'instant t_P sur le filet en une position où les coordonnées de G sont : $(x_P = 1{,}6\ m\ \ ;\ \ y_P = 2\,m)$.

0,5 **a.** Calculer la valeur de t_P .

0,5 **b.** Déterminer la valeur de la vitesse de G à l'instant t_P .

2.3. Un système d'acquisition convenable a permis de représenter les trajectoires ①, ② et ③ des centres d'inertie de trois enfants (E_1), (E_2) et (E_3) qui ont quitté la position B avec les vitesses respectives $v_1 = 3{,}5\ m.s^{-1}$, $v_2 = 4{,}5\ m.s^{-1}$ et $v_3 = 5{,}8\ m.s^{-1}$ (figure 2).

0,5 **a.** Attribuer à chaque enfant la trajectoire qui lui correspond.

0,5 **b.** Quel est l'enfant qui a eu la plus longue durée de chute ? Justifier.

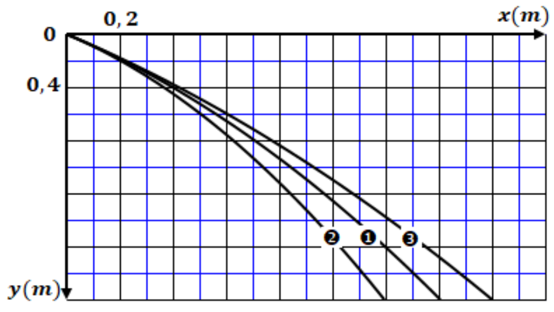


Figure 2