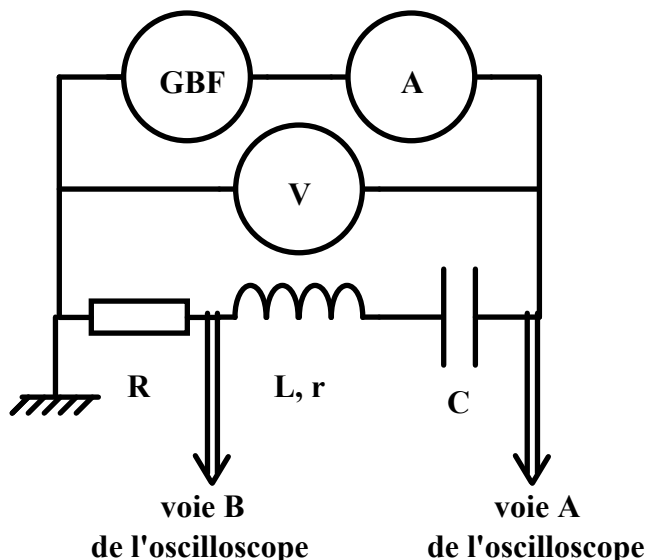


PREMIÈRE PARTIE : CONTRÔLE DES CONNAISSANCES. (30 points)

Q1 : Questionnaire à choix multiple (15 points)

Soit un dipôle R, L, C constitué d'un résistor de résistance $R = 20 \, \Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 0,50 \, \text{H}$ et de résistance $r = 10 \, \Omega$ et d'un condensateur de capacité $C = 10 \, \mu\text{F}$, associés en série et alimentés par un générateur basse fréquence (G.B.F) dont on peut régler la fréquence et la tension de sortie. Un ampèremètre et un voltmètre sont correctement installés dans le circuit. Un oscilloscope permet de visualiser la tension aux bornes du dipôle et l'intensité du courant dans le circuit. Le G.B.F. délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence N .

Le circuit est schématisé ci-contre.



On rappelle les notations usuelles :

valeur efficace : symbole en majuscule,

valeur instantanée : symbole en minuscule.

Cocher la réponse juste dans le tableau fourni à la fin du questionnaire : justifier la réponse quand ceci est demandé.

1. Le voltmètre permet de connaître :

- a) l'amplitude de la tension
- b) la valeur efficace de la tension
- c) la valeur instantanée de la tension

2. La valeur instantanée de l'intensité est connue à partir de :

- a) la voie A de l'oscilloscope
- b) la voie B de l'oscilloscope
- c) l'ampèremètre

Justifier.

3. L'impédance du dipôle :

- a) est indépendante de la fréquence N de la tension d'alimentation
- b) augmente avec cette fréquence
- c) varie avec cette fréquence.

Justifier.

4. Lorsque la fréquence de la tension d'alimentation est $N = 100 \, \text{Hz}$ l'impédance vaut :

- a) $Z = 158 \, \Omega$.
- b) $Z = 30 \, \Omega$
- c) $Z = 273 \, \Omega$

Justifier.

5. L'impédance peut aussi être mesurée par :

- a) $\frac{U}{I}$
- b) $\frac{I}{U}$
- c) $\frac{u}{i}$

6. Le régime imposé est celui :

- a) d'oscillations libres amorties
- b) d'oscillations libres entretenues
- c) d'oscillations forcées.

Justifier.

7. La résonance d'intensité se manifeste quand :

- a) u et i sont en phase
- b) u_C et u_B (respectivement tensions instantanées aux bornes du condensateur et la bobine) ont la même valeur
- c) u_B et i sont en phase.

8. La résonance a lieu pour une fréquence de :

- a) 204 Hz
- b) 113 Hz
- c) 71,2 Hz

Justifier.

9. La puissance moyenne consommée par ce dipôle est $P = U I \cos \varphi$ (φ est le déphasage entre u et i). A la résonance :

- a) $P = U I$
- b) $P = U_{\max} I_{\max}$
- c) $P = u.i.$

10. La puissance consommée l'est essentiellement :

- a) par effet Joule
- b) par l'apparition d'un champ magnétique dans la bobine
- c) par l'apparition d'un champ électrique dans le condensateur.

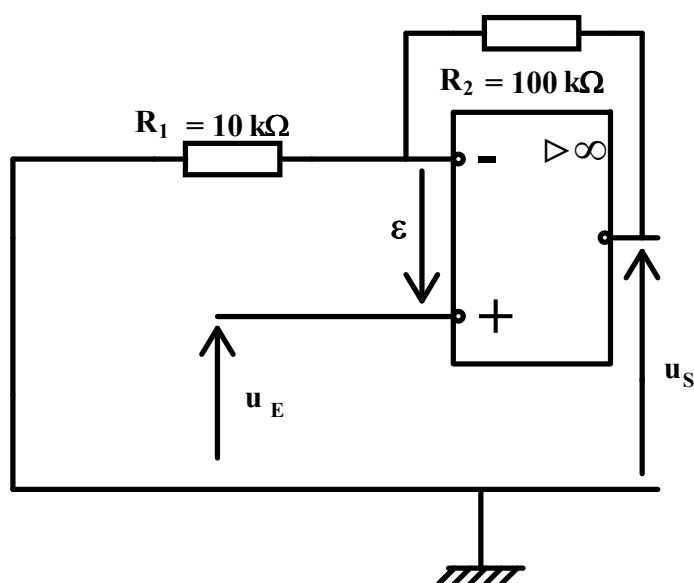
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A										
B										
C										

Q2 : Électronique : amplification (15 points)

On considère le montage ci-contre ; l'amplificateur opérationnel est alimenté par une source de tension symétrique (non représentée) -15 V, 0 V, +15V

1. Établir la relation reliant la tension d'entrée u_E à la tension de sortie u_S :

$$u_S = \frac{R_1 + R_2}{R_1} u_E$$



2.1. La tension u_E est créée par un générateur de tension continue de force électromotrice $E = 0,9 \text{ V}$; calculer la valeur de la tension de sortie u_S .

2.2. Que se passe-t-il si la tension E prend des valeurs supérieures (par exemple 2,0 V) ?

3. La tension u_E est maintenant créée par un générateur de tension alternative ; un oscilloscope, correctement connecté, permet d'observer simultanément les tensions u_E sur la voie A et u_S sur la voie B.

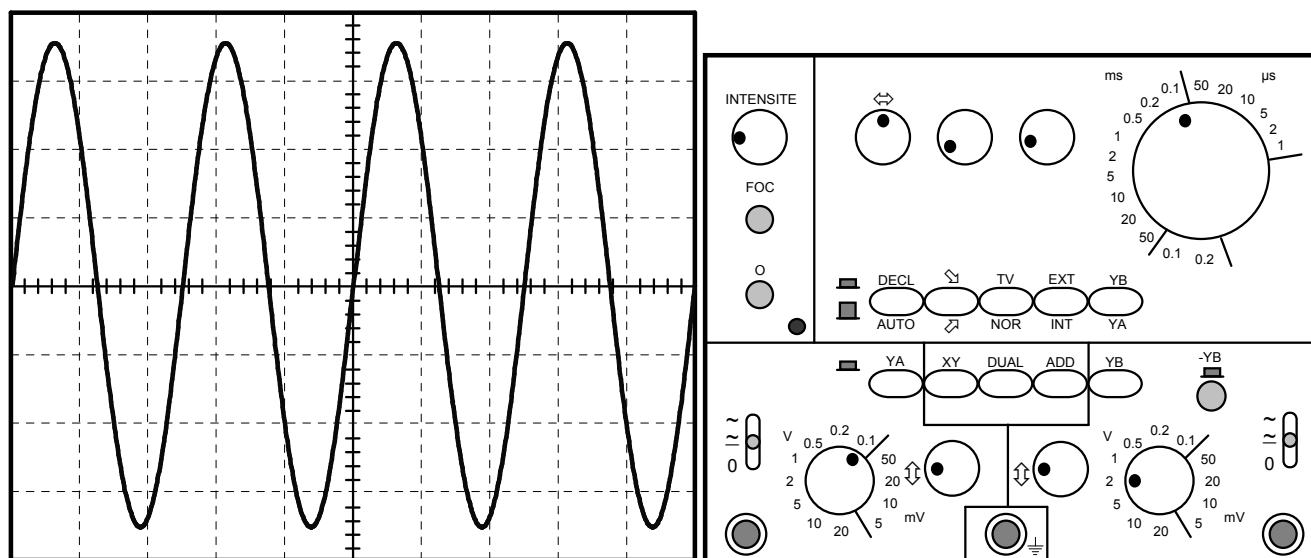
3.1. Reproduire le schéma précédent en y ajoutant le générateur de tension alternative et les connexions à l'oscilloscope.

On visualise la tension u_E sur l'oscilloscope (voir ci-dessous).

3.2. Donner les caractéristiques (amplitude et fréquence) de la tension u_E .

3.3. Calculer la valeur efficace de cette tension.

3.4. Déterminer les caractéristiques de la tension u_S ; représenter celle-ci sur l'oscillogramme ci-dessous.



SECONDE PARTIE : PROBLEMES (30 points)

DONNÉES :

charge élémentaire
 $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$,

célérité de la lumière
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

constante de Planck
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

I. Tube à rayons X ; fluorescence X

1. Étude de la source primaire de rayons X

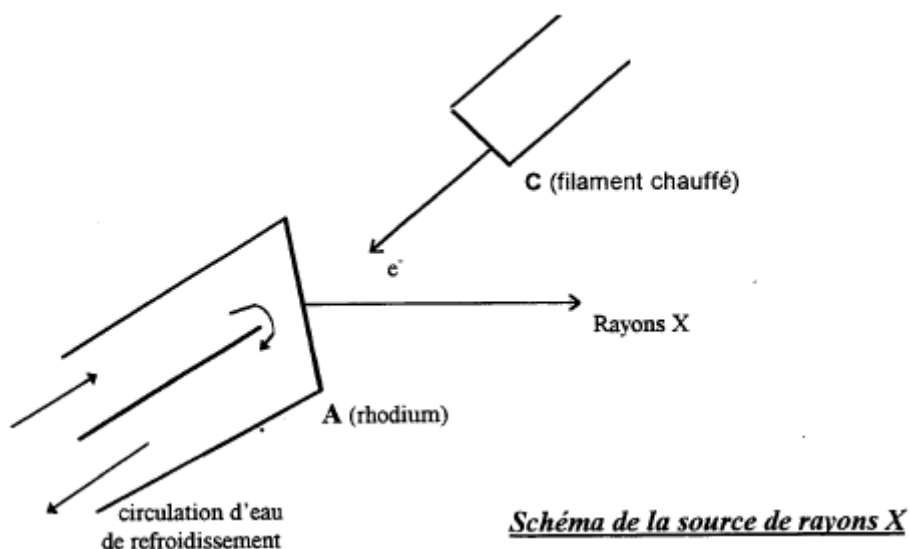
1. Des électrons émis par une cathode C sont accélérés sous une tension U_{AC} . Ils bombardent une anticathode A de rhodium, ce qui conduit à l'émission de rayons X.

1.1. Donner le signe de la tension U_{AC} . Justifier.

1.2. En admettant que la vitesse d'émission des électrons par la cathode C est nulle, exprimer leur énergie cinétique, lorsqu'ils atteignent l'anticathode, en fonction de U_{AC} .

1.3. Établir la relation reliant la longueur d'onde minimale $\lambda_{\min}$ des rayons émis et la tension U_{AC} .

1.4. Application numérique : calculer U_{AC} pour $\lambda_{\min} = 1,40 \times 10^{-10} \text{ m}$.



1.5. Calculer l'énergie des photons les plus nombreux émis par le tube (on rappelle que leur énergie vaut les deux tiers de l'énergie maximale des photons émis par le tube) ; le résultat doit être exprimé en joule et en électronvolt.

1.6. Dessiner l'allure du spectre d'émission d'un tube à rayons X ; on portera en abscisse l'énergie des photons émis.

2. Étude d'un échantillon par fluorescence X

Les rayons X produits par la source primaire sont envoyés sur un échantillon métallique. Ils peuvent être absorbés par les atomes présents. Dans ce cas, un électron de la couche K peut être expulsé de l'atome. L'atome ionisé émet alors, au cours de sa désexcitation, des raies de fluorescence X.

2.1. Donner la condition reliant l'énergie E_K du niveau K d'un atome et la longueur d'onde incidente minimum ($\lambda_{\text{mini}} = 1,40 \cdot 10^{-10} \text{ m}$) pour que le phénomène de fluorescence X soit possible.

2.2. Parmi les éléments du tableau suivant, quels sont ceux qui pourront donner lieu à un rayonnement de fluorescence X par départ d'un électron K, avec la source utilisée ($\lambda_{\text{mini}} = 1,40 \cdot 10^{-10} \text{ m}$) ?

Élément	Fe	Cu	Zn
Énergie du niveau K en keV	-7,14	-8,28	-9,70

2.3. L'échantillon émet un rayonnement de longueur d'onde $\lambda_{K\alpha} = 1,66 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ correspondant à la transition du niveau L au niveau K du nickel.

L'énergie du niveau L du nickel est $E_L = -853 \text{ eV}$; calculer l'énergie E_K du niveau K.

II. Étude d'un radio nucléide : l'iode 123.

L'iode 123, de numéro atomique $Z = 53$, est utilisé sous forme d'iodure de sodium (en injection) pour la scintigraphie ; c'est un émetteur de rayons γ purs.

1. Production de l'iode 123.

Par irradiation d'une cible gazeuse de xénon $^{124}_{54}\text{Xe}$ par un faisceau de protons, on obtient du césium $^{123}_{55}\text{Cs}$

1.1. Donner l'équation de cette transmutation ; quelles particules obtient-on également au cours de cette réaction nucléaire ?

1.2. Le césium 123 est émetteur β^+ et donne du xénon 123 par désintégration ; donner l'équation de la réaction ; préciser le numéro atomique du Xénon.

Cette réaction (comme beaucoup d'émissions β^+) est accompagnée d'une réaction de capture électronique ; expliquer brièvement ce qu'est une capture électronique et donner l'équation de celle-ci.

1.3. Le xénon 123 est également radioactif et permet d'obtenir l'iode $^{123}_{53}\text{I}$; donner les noms des deux réactions possibles (et différentes) permettant cette transformation.

2. Radioactivité de l'iode 123.

2.1. Par un processus de capture électronique, l'iode 123 donne du tellure Te.

Donner l'équation de la réaction ; préciser le numéro atomique et le nombre de masse du tellure.

2.2. La désintégration de l'iode 123 est accompagnée principalement par l'émission de deux types de photons :

photons γ d'énergie 159 keV

photons X d'énergie 27 keV.

2.2.1. Décrire le processus conduisant à la formation du photon γ .

2.2.2. Les énergies des niveaux électroniques internes du tellure sont, exprimés en électronvolt :

niveau	K	L-I	L-II	L-III	M-I	M-II	M-III	M-IV	M-V
nom	1s	2s	2p1/2	2p3/2	3s	3p1/2	3p3/2	3d3/2	3d5/2
énergie (keV)	-31,814	-4,939	-4,612	-4,341	-1,006	-0,871	-0,820.0	-0,583	-0,573

Construire un diagramme énergétique qualitatif des niveaux d'énergies internes du tellure.

Montrer que le photon X émis correspond à la raie K_{α} de cet atome.

2.3. La demi vie de l'iode 123 vaut 13,2 h.

Une ampoule contenant une solution d'iodure de sodium à une activité de $7 \cdot 10^7$ Bq à 8 h du matin ; calculer son activité à 14 h.

Déterminer l'activité de l'échantillon le lendemain à 10 h 30.

3. Pénétration des photons γ et X dans la matière.

Les photons émis (159 keV et 27 keV) se propagent dans les tissus que l'on considérera en première approximation comme constitués d'eau de "numéro atomique" moyen égal à 8, et dont on rappelle que la masse volumique vaut $1,0 \text{ g.cm}^{-3}$.

3.1. A l'aide du diagramme fourni ci-après, déterminer le type d'interaction que chaque sorte de photon présente avec les tissus traversés.

Donner une description sommaire des deux types d'interactions cités.

3.2. Le coefficient massique d'atténuation dans l'eau, pour des photons d'énergie 159 keV, vaut $0,15 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$, alors que pour des photons d'énergie 27 keV, il vaut $0,45 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$.

3.2.1. Calculer le coefficient d'atténuation linéique dans l'eau pour chaque type de photon.

3.2.2. Calculer la couche de demi atténuation dans l'eau pour chaque type de photon.

3.2.3. Comment évolue le rapport du nombre de photons γ au nombre de photons X contenus dans le faisceau au cours de la traversée des tissus ? Justifier la réponse.

