

**MATURITA DES SECTIONS BILINGUES
FRANCO-TCHÈQUES**

EXAMEN DE MATURITA BILINGUE

Année scolaire 2019/2020
Session de mars 2020

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3h

Le sujet est constitué de quatre exercices indépendants de même importance. Les candidats peuvent donc les résoudre dans l'ordre qui leur convient, en rappelant le numéro de l'exercice et des questions qui s'y rapportent.

Si au cours de l'épreuve un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

Les correcteurs tiendront compte des qualités de soin, de rédaction et de présentation.

L'utilisation des calculatrices est autorisée dans les conditions prévues par la réglementation.

1 feuille de papier millimétré est requise pour ce sujet.

L'annexe, page 7, est à renuméroter et à rendre avec la copie.

Chaque page x de la copie sera numérotée comme indiqué dans la salle d'examen.

Plan du sujet :

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Questions de cours..... | Nucléaire |
| 2. Exercice à caractère expérimental..... | Oscillations du dipôle RLC |
| 3. Problème..... | Lancement d'un projectile |
| 4. Etude de document..... | La pérovskite |

Question de cours Nucléaire

Partie I - Datation au carbone 14.

Un chimiste américain a démontré que tous les êtres vivants sont caractérisés par le même rapport de leur nombre de noyaux de $^{14}_6\text{C}$ par leur nombre de noyaux de $^{12}_6\text{C}$.

1. Comment appelle-t-on l'élément chimique suivant : $^{14}_6\text{C}$? La réponse comprend un nom et un numéro.
2. Expliquer pourquoi on dit que les noyaux de $^{14}_6\text{C}$ et les noyaux de $^{12}_6\text{C}$ sont des isotopes.
3. Écrire l'équation-bilan de la désintégration du $^{14}_6\text{C}$ en $^{14}_7\text{N}$ et indiquer de quel type de radioactivité il s'agit.
4. La loi de décroissance radioactive en fonction du temps est du type : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$.

Exprimer de deux manières $N(t)$ quand $t = t_{1/2}$, la demi-vie radioactive du $^{14}_6\text{C}$ et en déduire la relation qui existe entre $t_{1/2}$ et λ , la constante radioactive.

Partie II - Production de l'énergie nucléaire.

Fission nucléaire.

Une centrale nucléaire utilise la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le "combustible nucléaire". Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner une turbine qui entraîne un alternateur produisant l'électricité. Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs à forte activité et dont la demi-vie peut être très longue.

Fusion nucléaire.

L'objectif du projet ITER sur le site de Cadarache en France est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par la fusion des atomes. Il y a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion.

La fusion est la source d'énergie du Soleil et des autres étoiles.

5. Donner la définition d'une des 2 réactions citées dans le texte ci-dessus.
6. Entourer et indiquer clairement sur la courbe d'Aston (**annexe à rendre avec la copie**) le domaine où se trouvent les noyaux susceptibles de donner la réaction que vous avez défini à la question précédente.
7. Sur l'un des axes de la courbe d'Aston, donner une valeur approximative de l'énergie de liaison par nucléon de l'oxygène 16, stable, puis de l'uranium 235, instable.
8. « Plus l'énergie de liaison d'un noyau est grande, plus celui-ci est stable. »
Cette affirmation est-elle correcte ? Justifier la réponse avec les calculs des énergies de liaison de l'oxygène 16 et de l'uranium 235.

Exercice à caractère expérimental

Oscillations du dipôle RLC

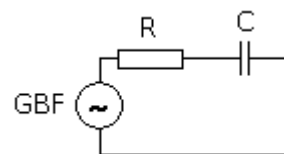
On dispose d'une bobine de résistance négligeable et d'inductance $L = 2,5 \text{ mH}$, d'un condensateur de capacité C inconnue, d'un GBF, d'un voltmètre, d'un ampèremètre, d'un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$ et d'un oscilloscope bicourbe.

Partie I.

Dans cette partie, on va déterminer la capacité C d'un condensateur.

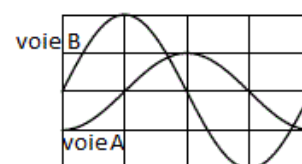
Pour cela, on réalise le circuit schématisé ci-contre.

On veut visualiser la tension aux bornes du condensateur (sur la voie B) et l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit (sur la voie A).



1. Recopier le schéma et noter les connexions de la masse, de la voie A et de la voie B de l'oscilloscope.

La voie A est inversée. On obtient l'oscillogramme ci-contre. Les réglages de l'oscilloscope sont :



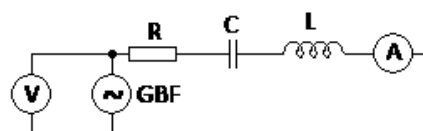
- sensibilité verticale : 2 V par division (pour les 2 voies)
- sensibilité horizontale : $0,2 \text{ ms}$ par division

2. Déterminer la valeur de la tension maximale $U_{C,max}$ du condensateur.
3. Déterminer la valeur de la tension maximale $U_{R,max}$ du conducteur ohmique et en déduire la valeur de l'intensité maximale I_{max} circulant dans ce circuit électrique.
4. Calculer alors l'impédance Z_C du condensateur grâce à la formule : $Z_C = \frac{U_{C,max}}{I_{max}}$.
5. Déterminer la période T des deux tensions mesurées.
6. En déduire leur fréquence f et leur pulsation ω .
7. Calculer alors la capacité C de ce condensateur, sachant que son impédance a aussi pour formule : $Z_C = \frac{1}{\omega C}$.

Partie II.

On réalise maintenant un autre circuit schématisé ci-contre. Les composants électriques étant les mêmes que dans la partie I, la capacité du condensateur vaut $C = 6,4 \mu\text{F}$.

On utilise un voltmètre pour mesurer la tension aux bornes du générateur et un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant dans le circuit.



Sans changer l'amplitude de la tension du générateur, on fait varier la fréquence à ses bornes et on mesure l'intensité du courant qui traverse le circuit.

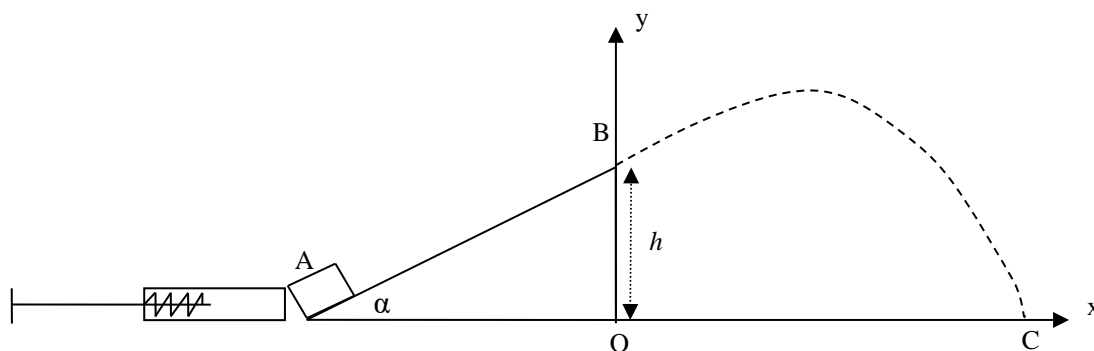
Les résultats sont dans le tableau ci-dessous :

f (Hz)	700	900	1100	1200	1300	1400	1500	1600	2000	2400
I (mA)	121	190	282	314	317	295	263	231	149	110

8. Tracer la courbe représentant la valeur de l'intensité I en fonction de la fréquence f .
9. Déterminer, à partir de cette représentation graphique, la valeur f_r de la fréquence de résonance.
10. La valeur théorique de la fréquence de résonance du circuit étudié vaut $f_{th} = 1258 \text{ Hz}$. Calculer les écarts absolu et relatif de la valeur de f_r , lue sur le graphique, par rapport à la valeur théorique f_{th} et conclure si l'expérience s'est bien passée ou non.

Problème Lancement d'un projectile

Ce problème comprend deux parties pouvant être traitées séparément. Dans la première partie, on s'intéresse à la phase de lancement d'un projectile et dans la seconde partie, à son mouvement de chute libre.



Données :

$$m = 500 \text{ g} ; f = 10,0 \text{ N} ; h = 2,00 \text{ m} ; \alpha = 30^\circ ; \Delta l = 1,00 \text{ m} ; g = 10,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}.$$

Partie I :

Pour mettre en mouvement le projectile de masse m au point A, on utilise un ressort de constante de raideur k qui lui transmet son énergie.

- 1) Exprimer, en fonction de la constante k , l'énergie potentielle élastique E_{pe} que le ressort pourra fournir au projectile au point A, sachant qu'il subit un allongement Δl .
- 2) On suppose que 80 % de l'énergie E_{pe} , fournie par le ressort, est convertie en énergie cinétique au point A.
Exprimer la valeur de la vitesse du projectile v_A au point A, en fonction de la constante k .
- 3) Sur le trajet AB, le projectile subit une force de frottement constante f .
Exprimer, en fonction de la constante k et à l'aide du théorème de l'énergie cinétique, la valeur de la vitesse du projectile v_B au point B.
- 4) Déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort pour que la vitesse du projectile au point B soit de $20,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Partie II :

Arrivé au point B, le projectile a un mouvement de chute libre.

La direction de son vecteur vitesse \vec{v}_B fait un angle α avec l'horizontale.

- 5) Déterminer les équations horaires du mouvement du projectile.
- 6) Déterminer l'équation cartésienne de sa trajectoire.
- 7) De quel type de trajectoire s'agit-il?
- 8) Calculer l'abscisse x_C du point C de l'impact du projectile avec le sol.
- 9) Calculer la valeur de sa vitesse v_C au moment de l'impact du projectile avec le sol.

Etude de documents

La pérovskite

DOCUMENT 1 - La pérovskite, futur de l'énergie solaire

De mois en mois, le rendement énergétique des cellules photovoltaïques à la base de pérovskite progresse de manière phénoménale. Il a été multiplié par quatre en seulement cinq ans pour atteindre récemment près de 19 %. Pas très loin derrière le rendement des panneaux en silicium vendus actuellement dans le commerce, qui eux culminent à 26 % en conditions de laboratoire. Son nom désigne depuis tout un groupe de matériaux qui présente la même structure cristalline – ABX_3 , où A est un cation organique ou inorganique, B un cation métallique et X un anion. Parmi eux, on trouve des pérovskites dites hybrides car constituées d'une combinaison de composants organiques et minéraux.

C'est l'une de ces hybrides, un organohalogénure de plomb, qui focalise aujourd'hui l'attention des chercheurs... En raison de sa structure électronique, la pérovskite absorbe davantage de la lumière que le silicium. En plus son organisation microscopique permet une bonne circulation des charges.

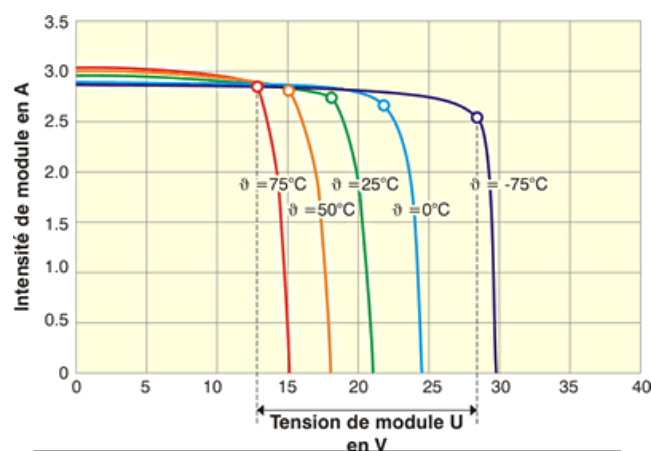
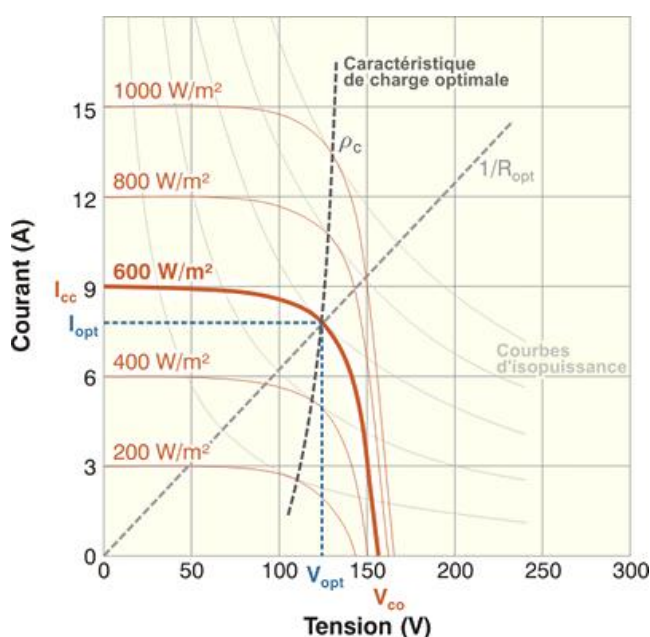
Autre point fort du matériau : sa fabrication demande peu d'énergie et met en œuvre des composés largement disponibles. Les cristaux peuvent être synthétisés directement sur une surface sous la forme d'une couche ne dépassant pas quelques centaines de nanomètres. Ou encore être préparés en solutions puis appliqués avec un spray comme une encre, par impression. Un jeu d'enfant comparé au silicium, qu'il faut extraire du sable, purifier, cristalliser à très haute température puis découper en lingots et finalement en lamelles. Il reste toutefois à lever certains obstacles. En premier lieu leur instabilité, en particulier lorsqu'elles sont exposées à l'humidité – en présence d'eau, la pérovskite se dissout. Deuxième problème, la composition à base de plomb qui est un métal toxique.

Source : Science et avenir, Novembre 2014

DOCUMENT 2 – Le rendement

Le rendement réel d'une cellule photovoltaïque varie continuellement en fonction des conditions externes. Pour permettre une comparaison de l'efficacité de différentes cellules, on définit ces caractéristiques dans des conditions bien précises. Ces conditions sont : émission lumineuse de 1000 W/m^2 , température de 25°C , conditions spectrales Air Masse 1,5 (la lumière traverse une épaisseur et demie d'atmosphère).

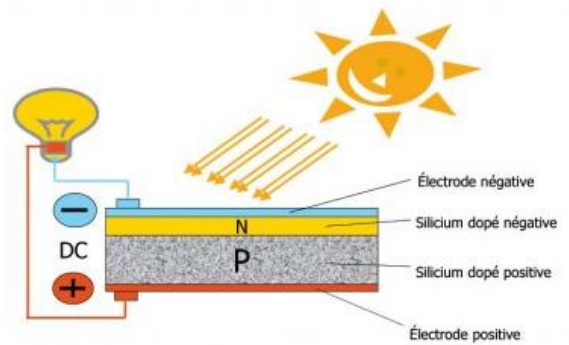
Les graphiques suivants montrent comment des caractéristiques tension-intensité d'un module (raccordement de plusieurs cellules) sont influencées par l'éclairement et la température.



Source: www.energieplus-lesite.be

DOCUMENT 3 – Cellule photovoltaïque

La cellule PV exploite les propriétés des matériaux semi-conducteurs. L'effet photovoltaïque se manifeste quand un photon est absorbé dans un matériau composé de semi-conducteurs dopés p (positif) et n (négatif), dénommé comme jonction p-n (ou n-p). Sous l'effet de ce dopage, un champ électrique est présent dans le matériau de manière permanente. Quand un photon incident interagit avec les électrons du matériau, il cède son énergie à l'électron qui se retrouve libéré de sa bande de valence et subit donc le champ électrique intrinsèque. Sous l'effet de ce champ, l'électron migre vers la face supérieure laissant place à un trou qui migre en direction inverse. Des électrodes placées sur les faces supérieure et inférieure permettent de récolter les électrons et de leur faire réaliser un travail électrique pour rejoindre le trou de la face antérieure.



intrinsèque – qui est propre à l'objet, qui est à l'intérieur de l'objet.

Source : http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/IF_ENERGIE_Mod3_Fonctionnement_technologies_PV_FR.PDF

6 points seront accordés au soin, à la présentation et à la rédaction de la copie.

Questions :

1) Décrire ou schématiser la conversion d'énergie réalisée dans une cellule photovoltaïque.
Aide : il ne faut pas oublier les pertes d'énergie.

2) Comment définit-on le rendement η d'une telle cellule en % ?

La puissance électrique fournie par un générateur se calcule comme le produit de la tension entre ses bornes et de l'intensité qu'il débite.

3) Sur le graphique de gauche du document 2, lire les valeurs numériques de l'intensité optimale I_{opt} et de la tension optimale U_{opt} correspondant ici à un éclairement de 600 W/m^2 .

4) Calculer la puissance P_{opt} fournie par le module dans ces conditions de fonctionnement.

5) Citer deux avantages de la pérovskite par rapport au silicium.

6) Les deux pourcentages donnés au début du document 1 vous semblent-ils étranges ? Justifier la réponse.

Annexe

Škola:

Jméno žáka

Třída

Courbe d'Aston

