

Physique

Rayonnement et matière

destiné aux élèves inscrits en 5 unités d'étude

Instructions au candidat

א. Durée de l'examen : deux heures.

ב. Structure du questionnaire et barème de notation :

Ce questionnaire comporte cinq questions, répondez à trois questions uniquement.

$33\frac{1}{3}$ points par question ; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ points.

ג. Matériel auxiliaire autorisé :

- (1) Calculatrice.
- (2) Formules et données de physique jointes en annexe au questionnaire.
- (3) Dictionnaire hébreu-langue étrangère / langue étrangère-hébreu.

ד. Instructions supplémentaires :

- (1) Répondez au nombre de questions demandé. Les réponses à des questions supplémentaires ne seront pas corrigées (les réponses seront corrigées selon leur ordre d'apparition dans le cahier d'examen).
- (2) En résolvant des questions nécessitant un calcul, donnez les formules que vous utilisez.
Lorsque vous utilisez un symbole qui ne figure pas dans le formulaire, donnez sa signification.
Avant d'effectuer des opérations de calcul, substituez les valeurs correspondantes dans les formules.
Écrivez le résultat obtenu dans les unités appropriées. Le fait de ne pas donner la formule, de ne pas substituer les valeurs ou de ne pas donner les unités est susceptible de vous faire perdre des points.
- (3) Lorsque vous devez exprimer une grandeur à l'aide des données de la question, donnez une expression mathématique incluant les données de la question, ou une partie d'entre elles ; si cela est nécessaire, il est possible d'utiliser également des constantes fondamentales, telles que l'accélération de la pesanteur g ou la vitesse de la lumière c .
- (4) Dans vos calculs, utilisez la valeur de 10 m/s^2 pour l'accélération de la pesanteur.
- (5) Écrivez vos réponses au stylo. Il ne sera pas possible de faire appel pour des réponses écrites au crayon ou effacées au Tipp-ex. Il n'est autorisé d'utiliser un crayon que pour tracer des figures.

Tout ce que vous voulez écrire en tant que brouillon (plans, calculs, etc...), doit être écrit dans votre cahier d'examen uniquement, sur des pages séparées.
Indiquez "טיטה" en haut de chaque page de brouillon. Écrire des notes de brouillon sur d'autres feuilles que celles du cahier d'examen, risque d'entraîner votre disqualification !

Bonne chance!

פיזיקה

קרינה וחומר

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה — $33\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

- (1) מחשבון.
- (2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- (3) מילון עברי-לועזי / לועזי-עברי.

ד. הוראות מיוחדות:

- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירושו הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
- (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במקרה הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או מהירות האור c .
- (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיטה" בראש כל עמוד טיטה. רישום טיטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בהצלחה!

Questions

Répondez à trois des questions 1-5.

($33\frac{1}{3}$ points par question ; le nombre de points attribués à chaque article est donné en fin d'énoncé)

- La figure ci-dessous représente le schéma d'une figure d'interférence. Cette figure est formée par un faisceau parallèle de lumière monochromatique traversant une paire de fentes parallèles d'une plaque opaque. La longueur d'onde du faisceau est λ .
Le faisceau a atteint la plaque orthogonalement au plan des fentes, formant ainsi la figure sur un écran parallèle au plan des fentes.
Les bandes lumineuses obtenues sont désignées par les lettres א-ט.
La bande lumineuse ה est la bande centrale.



- Déterminez laquelle (ou lesquelles) des bandes lumineuses א-ט est formée (ou sont formées) par la lumière provenant d'une des fentes, par un trajet plus long de trois longueurs d'onde que le trajet parcouru par la lumière provenant de l'autre fente.
Justifiez votre réponse. (7 points)
- Déterminez quel emplacement (où quels emplacements) a atteint la lumière provenant de l'une des fentes, par un trajet plus long d'une longueur d'onde et demi que le trajet parcouru par la lumière provenant de l'autre fente. Répondez en utilisant les lettres désignant les bandes lumineuses. (7 points)

La distance séparant les fentes est $d = 0,2 \text{ mm}$, et la distance séparant l'écran du plan des fentes est de $1,2 \text{ m}$.

On a ajouté une règle au bas du schéma de la figure d'interférence. Les valeurs de cette règle sont données en centimètres.

- Calculer la largeur de la bande lumineuse de sorte que l'erreur relative à la mesure soit la plus petite possible. Détaillez votre réponse. (6 points)
- Calculez la longueur d'onde du faisceau lumineux. (7 points)
- Expliquez pourquoi il est préférable d'utiliser un réseau de diffraction plutôt qu'une paire de fentes, afin de calculer la longueur d'onde le plus précisément possible. (3 points)

Soit un réseau de diffraction dont la distance séparant chaque paire de fentes contiguës est égale à la distance d séparant la paire de fentes présentée dans la question.

- Déterminez si la distance séparant les maxima principaux de la figure d'interférence obtenue par la paire de fentes est supérieure, inférieure ou égale à la distance séparant les maxima principaux de la figure d'interférence obtenue par le réseau de diffraction.
Justifiez votre réponse. ($3\frac{1}{3}$ points)

2. On a éclairé la cathode d'une cellule photoélectrique successivement avec trois faisceaux lumineux.

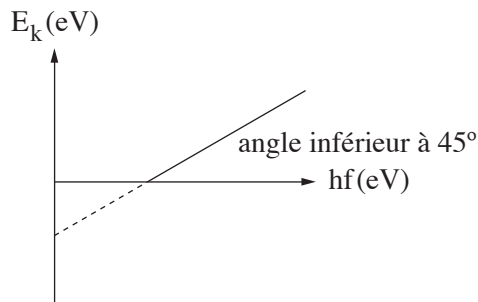
Les longueurs d'onde de ces faisceaux sont : $\lambda_1 = 200\text{nm}$, $\lambda_2 = 450\text{nm}$, $\lambda_3 = 650\text{nm}$.

La longueur d'onde de seuil (correspondant à la fréquence de seuil) est $\lambda_0 = 539\text{nm}$.

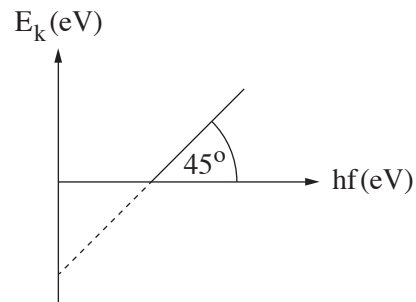
- א. Pour chacun de ces faisceaux, déterminez si un courant est créé dans la cellule photoélectrique. Si aucun courant n'est créé, expliquez pourquoi. (7 points)
- ב. Définissez la notion de "travail de sortie" (énergie de liaison) d'un métal. (6 points)
- ג. Calculez le travail de sortie du métal dont est fait la cathode. ($7\frac{1}{3}$ points)
- ד. Calculez la fréquence de la lumière entraînant l'émission d'électrons dont l'énergie cinétique maximale est $E_k = 0,5\text{ eV}$. (7 points)

Les graphiques I-IV ci-dessous représentent l'énergie cinétique $E_k(\text{eV})$ d'un électron en fonction de l'énergie $hf(\text{eV})$ d'un photon. Les deux axes sont tracés selon la même échelle.

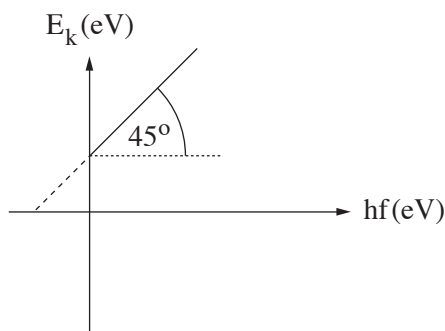
Graphique II



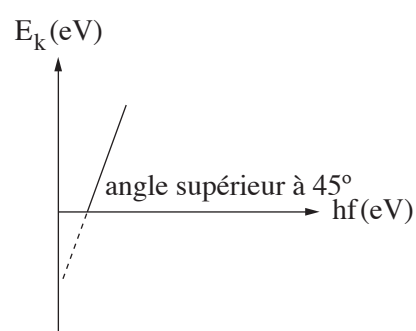
Graphique I



Graphique IV



Graphique III

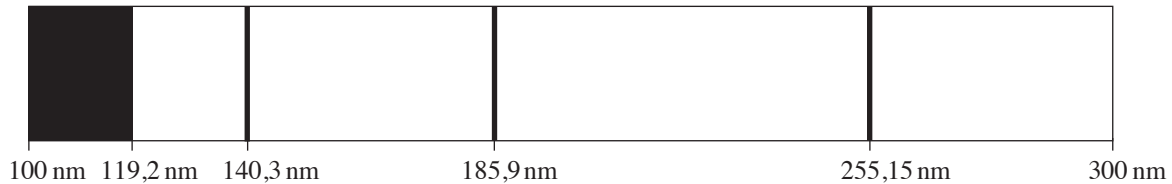


- ה. (1) Déterminez quel graphique représente correctement la relation entre l'énergie cinétique d'un électron émis par la cathode et l'énergie du photon qui a atteint la cathode.
- (2) Recopiez la courbe correcte dans votre cahier.
Ajoutez au graphique de votre cahier, des valeurs numériques aux points d'intersection de la courbe (linéaire) avec l'axe horizontal (hf) et avec l'axe vertical (E_k) .
Détaillez votre raisonnement.

(6 points)

3. Des chercheurs ont effectué une expérience afin de mesurer des niveaux d'énergie de l'atome de mercure. Pour cela, ils ont projeté un rayonnement ultra-violet à travers un tube contenant une vapeur d'atomes de mercure. Tous les atomes de mercure étaient au niveau fondamental. Les longueurs d'onde du rayonnement ultra-violet projeté se situaient dans l'intervalle 100 nm - 300 nm .

À l'aide d'un spectromètre, les chercheurs ont obtenu le spectre d'absorption d'atomes de mercure représenté dans la figure ci-dessous.



Ce spectre d'absorption inclut une bande sombre sur l'intervalle 100 nm - 119,2 nm , ainsi que trois raies spectrales sombres discrètes, correspondant aux longueurs d'onde 140,3 nm , 185,9 nm , 255,15 nm .

- א. Expliquez pourquoi l'on obtient toujours des raies sombres dans un spectre d'absorption. (6 points)
- ב. Calculez l'énergie d'ionisation des atomes de mercure. (6 points)
- ג. Tracez dans votre cahier le diagramme des quatre niveaux d'énergie de l'atome de mercure obtenus lors de cette expérience, puis calculez l'énergie de chacun de ces niveaux. Détaillez vos calculs. (8 points)
- ד. Calculez la vitesse maximale des électrons arrachés aux atomes de mercure lors de cette expérience. (6 points)

Les chercheurs ont également calculé le spectre d'émission des atomes de mercure correspondant aux niveaux d'énergie obtenus lors de l'expérience.

- ה. (1) Ajoutez au diagramme que vous avez tracé à l'article ג des flèches désignant toutes les raies spectrales du spectre d'émission.
 - (2) Calculez l'énergie des photons émis, dont les longueurs d'ondes sont situées dans le domaine visible (400 nm - 700 nm).
- (7 $\frac{1}{3}$ points)

4. Soit le noyau ${}^4_2\text{He}$ de l'isotope d'hélium 4 .

א. Pourquoi ce noyau reste stable malgré les forces électriques de répulsion qui y agissent ?
(8 points)

ב. Donnez l'exemple d'un noyau qui est un autre isotope de l'hélium (même si cet isotope n'existe pas réellement). (5 points)

ג. Nous appellerons "ensemble de particules à l'état 1" le noyau ${}^4_2\text{He}$. On décompose le noyau ${}^4_2\text{He}$ de manière à ce que tous ses composants se trouvent au repos à une grande distance les uns des autres. Nous appellerons "ensemble de particules à l'état 2" cet ensemble de particules.

L'énergie de l'ensemble des particules à l'état 1 est-elle supérieure, inférieure ou égale à celle de l'ensemble des particules à l'état 2 ?

Recopiez dans votre cahier la réponse juste parmi les réponses 1-4 ci-dessous, puis justifiez votre réponse.

1. L'énergie de l'ensemble des particules à l'état 1 est supérieure à celle de l'ensemble des particules à l'état 2.
2. L'énergie de l'ensemble des particules à l'état 1 est égale à celle de l'ensemble des particules à l'état 2.
3. L'énergie de l'ensemble des particules à l'état 1 est inférieure à celle de l'ensemble des particules à l'état 2.
4. Il n'est pas possible de le déterminer, car la réponse dépend de l'état que l'on définit comme étant le niveau zéro de l'énergie.

(5 points)

Il est donné que la masse atomique du ${}^4_2\text{He}$ est $M({}^4_2\text{He}) = 4,002602 \text{ u}$, que la masse de l'électron est $m_e = 0,000549 \text{ u}$, que la masse du proton est $m_p = 1,007276 \text{ u}$ et que la masse du neutron est $m_n = 1,008665 \text{ u}$.

ד. Calculez l'énergie de liaison nucléaire du noyau de l'isotope ${}^4_2\text{He}$ de l'hélium.
(11 points)

ה. Soit deux noyaux différents. Comment est-il possible de déterminer lequel est le plus stable ?
Recopiez dans votre cahier la réponse juste parmi les réponses 1-4 ci-dessous.

Il n'est pas nécessaire de justifier.

1. D'après l'énergie de liaison nucléaire.
2. D'après l'énergie de liaison nucléaire divisée par le nombre de nucléons.
3. D'après l'énergie de liaison nucléaire divisée par le nombre de protons.
4. D'après le nombre de nucléons.

(4 $\frac{1}{3}$ points)

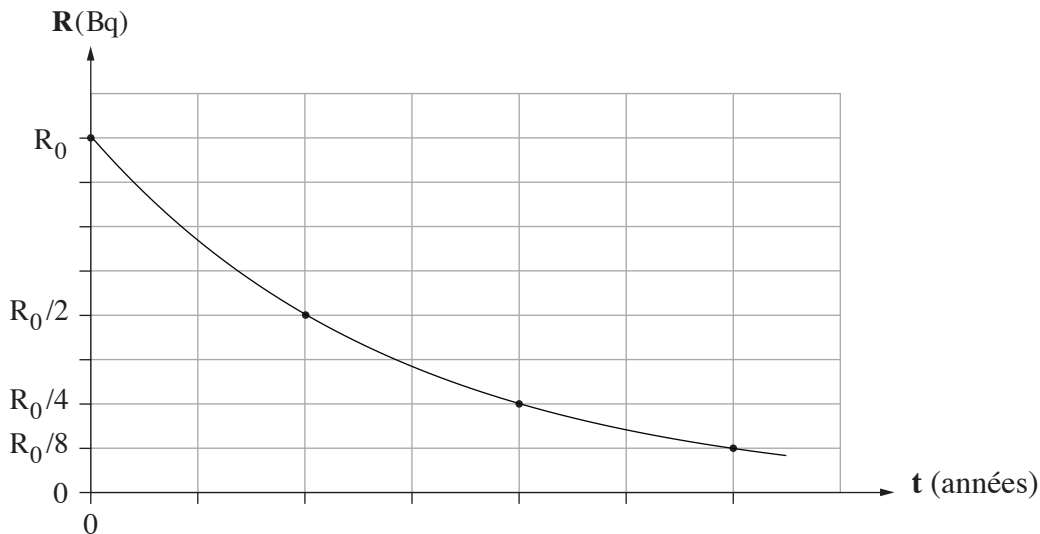
5. Le strontium naturel est un élément métallique stable découvert en 1790. Son isotope radioactif $^{90}_{38}\text{Sr}$ a été découvert au cours d'expériences nucléaires menées dans les années 1940.
- א. Indiquez la signification des nombres 38 et 90 figurant dans la notation $^{90}_{38}\text{Sr}$.
(6 points)

On a mené deux expériences, l'expérience I et l'expérience II.

L'expérience I a été menée sur un échantillon de $^{90}_{38}\text{Sr}$ dont la masse était de 2 gr.

La demi-vie de cet échantillon est de 29 années.

Le graphique ci-dessous représente l'activité R (en Bq — désintégrations par seconde) de cet échantillon en fonction du temps t (en années).



- א. Calculez en combien de temps l'activité est tombée à $\frac{R_0}{8}$. Détaillez vos calculs.
(6 points)
- א. Calculez (approximativement) le nombre de noyaux présents dans l'échantillon à l'instant $t = 0$, sachant que la masse de cet échantillon est de 2 gr. (6 points)
- א. (1) Calculez la constante de désintégration en $\frac{1}{s}$.
(2) Calculez l'activité R_0 (l'activité à l'instant $t = 0$).
($8\frac{1}{3}$ points)

L'expérience II a été menée sur un échantillon de $^{90}_{38}\text{Sr}$ dont la masse était de 1 gr.

- א. Recopiez le graphique dans votre cahier, puis désignez la courbe par le chiffre I. Ajoutez au repère de votre cahier la courbe correspondant à l'expérience II, puis désignez-la par le chiffre II. (7 points)

Bonne chance !

Tous droits réservés à l'État d'Israël.
Toute copie ou publication est interdite sans l'autorisation du
Ministère de l'Éducation.

בהצלחה !

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך