

Physique
Rayonnement et matière
Instructions au candidat

פיזיקה
קרינה וחומר
הוראות לנבחן

א. Durée de l'examen : deux heures.

א. משך הבחינה: שתיים.

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.

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. Matériel auxiliaire autorisé :

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

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

(1) מחשבון.

(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

(3) מילון עברי-לועזי / לועזי-עברי.

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.
Utilisez un crayon uniquement pour tracer des figures.

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-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום 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.

השתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

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 "טייטה" 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 !

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

Bonne chance!

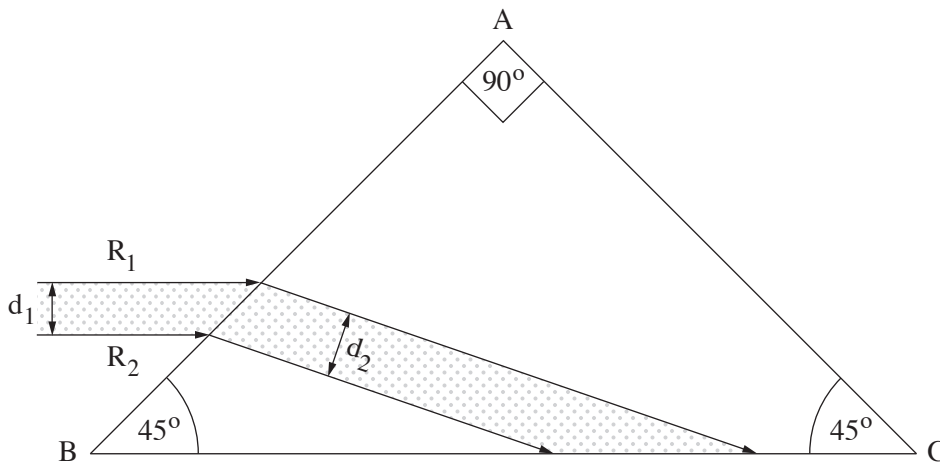
בהצלחה!

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 la section d'un faisceau parallèle de lumière monochromatique, pénétrant dans un prisme triangulaire depuis l'air. Ce faisceau atteint le prisme parallèlement à la base BC du prisme. Le prisme est fait de verre, et l'indice de réfraction du verre (relativement à l'air) est de 1,6 pour la longueur d'onde du faisceau. Les angles du prisme sont inscrits dans la figure.



Le faisceau lumineux est réfracté sur la face AB , atteint la face BC , puis est réfléchi par celle-ci en une réflexion totale interne.

- Calculez l'angle de réfraction de la lumière dans la face AB . (8 points)
- Démontrez qu'une réflexion totale interne se produit sur la face BC . (10 points)

R_1 et R_2 sont des rayons délimitant la coupe du faisceau (voir figure).

- Recopiez le schéma dans votre cahier.
Ajoutez au schéma de votre cahier le trajet du prolongement des rayons R_1 et R_2 se propageant vers la face AC , ainsi que le prolongement de ces rayons dans l'air après qu'ils ont traversé la face AC .
 - Déterminez si le faisceau qui émerge du prisme à travers la face AC est parallèle au faisceau qui atteint la face AB . Justifiez votre réponse.
(10 points)
- Déterminez si dans le faisceau qui émerge du prisme à travers la face AC , le rayon R_1 se trouve au-dessus du rayon R_2 (comme lors de la pénétration) ou en dessous.
Justifiez votre réponse. ($5\frac{1}{3}$ points)

2. 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.



- א. 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)
- ב. 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.

- ג. Calculez 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)
- ד. Calculez la longueur d'onde du faisceau lumineux. (7 points)
- ה. Expliquez pourquoi il est préférable d'utiliser un réseau de diffraction plutôt qu'une paire de fentes, afin de calculez 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.

- ו. 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)

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

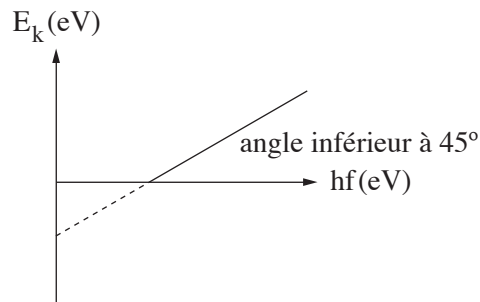
Les longueurs d'onde de ces faisceaux sont : $\lambda_1 = 200\text{nm}$, $\lambda_2 = 450\text{nm}$, $\lambda_3 = 650\text{nm}$.

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

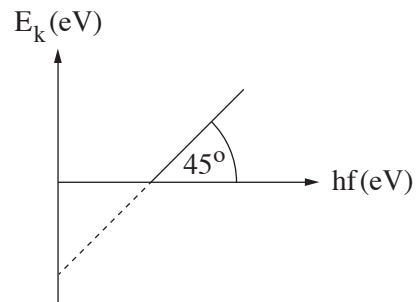
- א. Pour chacun de ces faisceaux, déterminez si un courant est créé dans la cellule photoélectrique. Si aucun courant n'est créé, expliquez pourquoi. (7 points)
- ב. Définissez la notion de "travail de sortie" (énergie de liaison) d'un métal. (6 points)
- ג. Calculez le travail de sortie du métal dont 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.

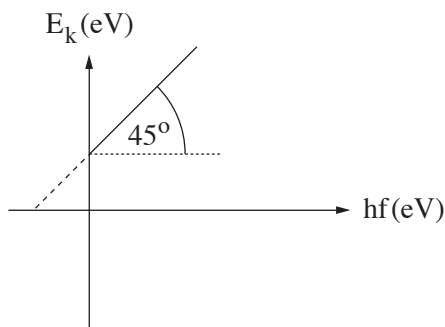
Graphique II



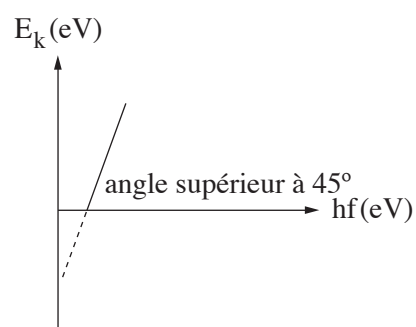
Graphique I



Graphique IV



Graphique III

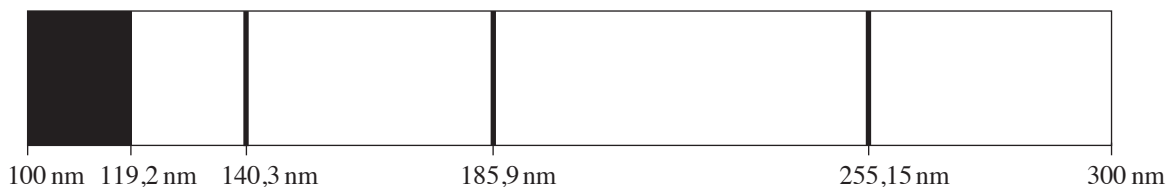


- ה. (1) Déterminez quel graphique représente correctement la relation entre l'énergie cinétique d'un électron émis par la cathode et l'énergie du photon qui a atteint la cathode.
- (2) Recopiez la courbe correcte dans votre cahier.
Ajoutez au graphique de votre cahier, des valeurs numériques aux points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

(6 points)

4. 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.

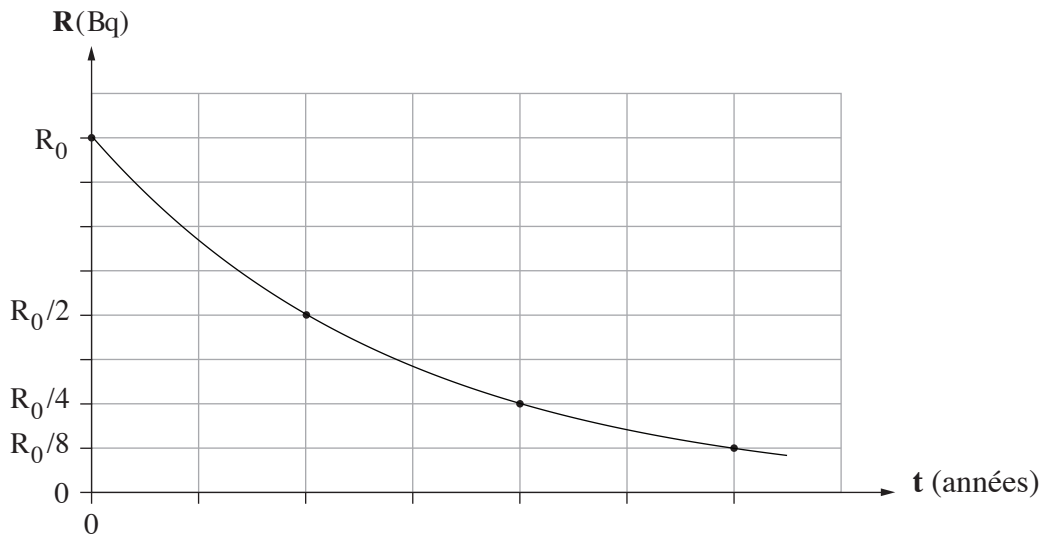
- ה. (1) Ajoutez au diagramme que vous avez tracé à l'article ג des flèches désignant toutes les raies spectrales du spectre d'émission.
 - (2) Calculez l'énergie des photons émis, dont les longueurs d'ondes sont situées dans le domaine visible (400 nm - 700 nm).
- (7 $\frac{1}{3}$ points)

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)
- ב. 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)
- ג. (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.

- ה. 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!

בהצלחה!