

Physique
Rayonnement et matière

pour les élèves effectuant 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 "טיטות" 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: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה חמש שאלות, ומחר 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 בסימון שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש 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 מהציון.
- (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.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיטות (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טיטות" בראש כל עמוד טיטות. 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)

1. Un élève a étudié des ondes mécaniques au moyen d'un logiciel de simulation. Dans ce logiciel, en définissant la fréquence de l'onde à $f = 400 \text{ Hz}$, il a obtenu la figure d'ondes apparaissant dans la figure 1 ci-dessous.

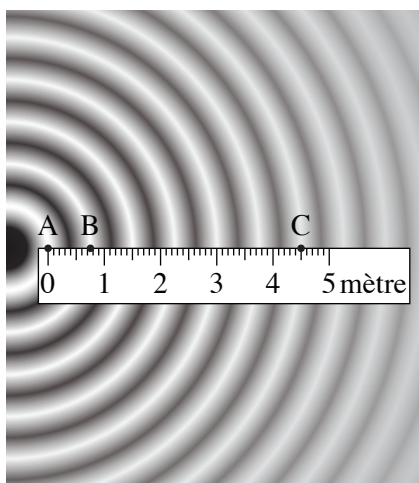


Figure 1

- ⌘. L'élève a calculé la longueur d'onde à l'aide de la figure 1 (prêtez attention aux unités de la règle).
 - (1) L'élève a mesuré la longueur du segment AB et la longueur du segment AC .
Laquelle de ces deux mesures, permet de calculer le plus précisément la longueur de cette onde ? Expliquez pourquoi.
 - (2) Calculez la longueur de l'onde.
(6 point)
- ⌘. Calculez la vitesse de l'onde. (5 points)
- ⌘. D'après la figure, déterminez si le milieu dans lequel progressent ces ondes est uniforme. Justifiez votre réponse. (5 points)

Lors d'une autre expérience, l'élève a défini dans le logiciel de simulation, deux sources S_1 et S_2 qui créent des ondes identiques. Il a mesuré l'intensité du signal obtenu en trois points différents A , B , C (voir figure 2).

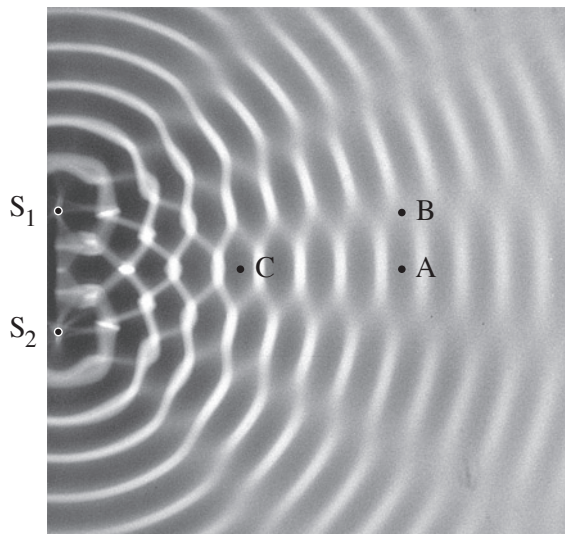


Figure 2

7. (1) Déterminez le type d'interférence (constructive / destructive / autre) en chacun des trois points.
 (2) Pour chacun des points, exprimez en fonction de la longueur d'onde, la différence entre la distance qui sépare ce point de la source S_1 et la distance qui le sépare de la source S_2 .
 (8 points)
- ה. Rangez les trois points selon l'intensité du signal qui y est mesuré, en allant de l'intensité la plus élevée à la moins élevée.
Expliquez votre réponse.
 ($6\frac{1}{3}$ points)
- ו. Déterminez le type d'interférence en chacun des trois points, dans le cas où la différence de phase entre la source S_1 et la source S_2 vaut la moitié de la période. (3 points)

2. Lors d'une expérience semblable à celle de Young, on projette une lumière blanche à travers un filtre laissant passer une lumière possédant une longueur d'onde spécifique. Après que la lumière a traversé le filtre, elle traverse deux fentes identiques, séparées par une distance d . La lumière atteint un écran situé à une distance L des fentes, et y forme une figure d'interférence (voir figure 1). L'expérience a été répétée plusieurs fois, en utilisant à chaque fois un filtre laissant passer une lumière d'une longueur d'onde différente.

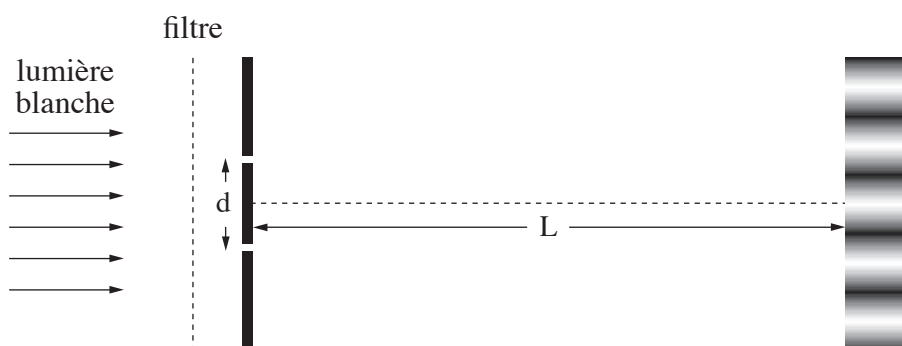


Figure 1

Dans la figure d'interférence obtenue pour chacune des longueurs d'onde, on a mesuré la largeur de 5 bandes lumineuses proches du milieu de la figure (segment AB). $x = 0$ désigne le milieu de la figure (voir figure 2).

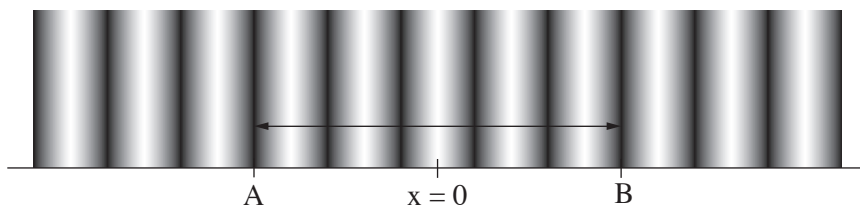


Figure 2

Le tableau ci-dessous représente les résultats des mesures.

λ (μm)	0,47	0,52	0,58	0,61	0,65
AB (mm)	14	15,8	17,4	18,1	19,5

- א. Sans vous fonder sur les résultats des mesures figurant dans le tableau, exprimez la distance AB en fonction des paramètres : λ , d , L .
(8 points)
- ב. D'après les résultats des mesures, tracez dans votre cahier, la courbe représentant la distance AB en fonction de la longueur d'onde.
(9 points)

Donnée : $L = 3 \text{ m}$.

- ג. Calculez la distance d qui sépare les fentes en vous aidant de l'expression que vous avez développée à l'article א et de la courbe que vous avez tracée à l'article ב. (10 points)
- ד. Le dispositif expérimental comportait un filtre supplémentaire laissant passer une lumière de longueur d'onde inconnue. Lorsqu'on l'utilise, on obtient $AB = 15 \text{ mm}$.
Déterminez la longueur de l'onde que ce filtre laisse passer.
Détaillez votre raisonnement. ($6\frac{1}{3}$ points)

3. Un système est constitué d'une cellule photoélectrique, d'un ampèremètre (hautement sensible) et de fils idéaux.

Le travail de sortie de la cathode de cette cellule est $B = 2\text{eV}$.

Un faisceau lumineux de longueur d'onde λ atteint la cathode (voir figure 1).

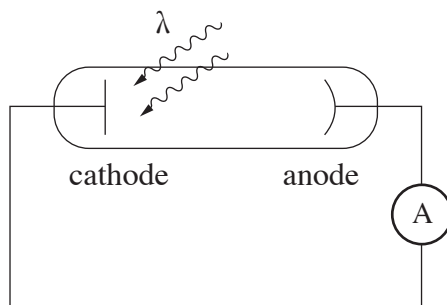


Figure 1

- א. Calculez pour quel intervalle de longueurs d'onde un courant circulera dans le circuit. (8 points)

Il est donné que l'ampèremètre indique $2 \cdot 10^{-8} \text{ A}$.

- ב. Calculez le nombre minimal de photons qui atteignent la cathode pendant une seconde. (7 points)

Donnée : La longueur d'onde du faisceau lumineux qui atteint la cathode est $\lambda = 420 \text{ nm}$.

- ג. Calculez la vitesse maximale des électrons émis par la cathode. ($9\frac{1}{3}$ points)

On ajoute au système une source de tension V dont la valeur est modifiable. Les points A et B de la figure 2 désignent les bornes de la source de tension.

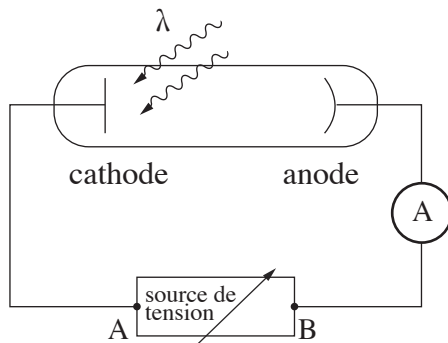


Figure 2

Pour une tension V_{AB} spécifique, l'intensité du courant dans le circuit s'annule.

7. Déterminez si la borne A est positive ou négative.

Expliquez votre réponse. (4 points)

8. Quelle est la tension (en valeur absolue) aux bornes de la source de tension ? Détaillez votre raisonnement. (5 points)

4. En 1913, le physicien Niels Bohr a publié un article dans lequel il propose un modèle de l'atome d'hydrogène. Ce modèle est dans la continuité du modèle planétaire proposé par Ernst Rutherford. Le modèle proposé par Bohr est le premier utilisant des principes quantiques.

- א. Expliquez la notion de "niveau d'énergie" d'après le modèle de Bohr.
(5 points)
- ב. Tracez le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène, comportant les 4 premiers niveaux ainsi que le niveau d'ionisation.
(10 points)

Un électron dans un atome d'hydrogène est descendu du niveau d'énergie $n = 4$ au niveau $n = 2$. Lors de la descente de l'électron, un photon a été émis.

- ג. Calculez la fréquence du photon émis. (7 points)
- ד. Calculez la vitesse de l'électron au niveau d'énergie $n = 2$. (8 points)
- ה. Il n'est pas possible d'expliquer le spectre d'absorption de l'hydrogène d'après le modèle de Rutherford. Expliquez pourquoi.
($3\frac{1}{3}$ points)

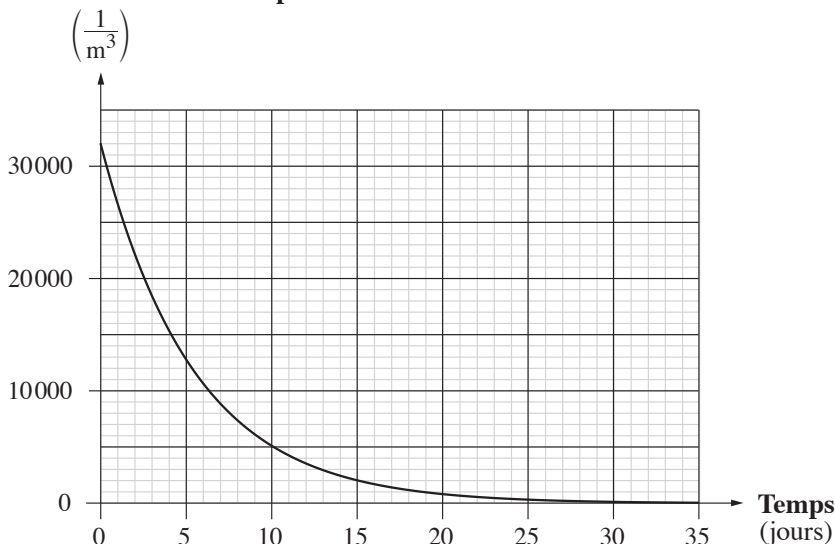
5. Le radon, $^{222}_{86}\text{Rn}$, est un élément radioactif naturel présent dans le sol, en petite quantité et également dans l'eau. Le radon se désintègre en polonium, Po , qui est également un élément radioactif, en émettant un rayonnement alpha. L'énergie du rayonnement alpha est suffisamment élevée pour provoquer une altération de molécules du corps humain, ce rayonnement est donc potentiellement dangereux pour la santé.
- Le ministère de la protection de l'environnement a établi une norme définissant le niveau d'activité maximal autorisé en Israël de radon par m^3 (mètre cube) dans les bâtiments d'habitation : $200 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$, ($\text{Bq} = \frac{1}{\text{s}}$).

- א. Expliquez la signification physique de cette phrase : "Le niveau d'activité maximal autorisé en Israël, de radon par m^3 dans un bâtiment d'habitation, est de $200 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$ ". (4 points)
- ב. Lors de la désintégration d'un noyau de radon en polonium, une particule alpha unique est émise.
- Donnez l'équation de cette désintégration, puis indiquez le nombre de masse et le numéro atomique du noyau de polonium. (8 points)

(Attention : la suite de la question se trouve à la page suivante)

Voici la courbe représentant le nombre d'atomes de radon par m^3 d'un échantillon de radon en fonction du temps. Au début de la mesure, le nombre d'atomes de radon par m^3 était de $32000 \frac{1}{\text{m}^3}$.

Nombre d'atomes de radon par m^3



- ג. D'après le graphe, déterminez approximativement le temps de demi-vie du radon. Détaillez votre raisonnement. $(6\frac{1}{3} \text{ points})$
- ד. (1) Donnez une formule exprimant l'activité en fonction du temps.
 (2) Calculez combien de temps après le début de la mesure, le niveau d'activité par m^3 de cet échantillon de radon atteindra la norme définie par le ministère de la protection de l'environnement.
 (10 points)

Par le calcul, on sait que durant les 10 jours suivant le début de la mesure, plus de 25 000 atomes de polonium par m^3 sont créés.

Lors d'une mesure effectivement réalisée 10 jours après le début de la mesure, quasiment aucun atome de polonium n'a été détecté.

Données : l'intégralité du radon désintégré se transforme en polonium.

La zone analysée était fermée, empêchant ainsi les atomes de polonium d'en sortir.

- ה. Expliquez la contradiction entre les résultats obtenus par le calcul et les résultats de la mesure effectivement réalisée. (5 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