

Физика

Излучение и вещество

для учащихся на 5 единиц обучения

פיזיקה

קרינה וחומר

לתלמידי 5 יחידות לימוד

Указания экзаменуемым

- а. Продолжительность экзамена: 1 час 45 минут.
- б. Строение вопросника и ключ к оценке: этот вопросник состоит из пяти вопросов, и вам нужно ответить только на три вопроса. За каждый вопрос – $33 \frac{1}{3}$ балла.
 $3 \times 33 \frac{1}{3} = 100$ баллов.

- в. Разрешенный вспомогательный материал:

1. Калькулятор.
2. Физические данные и формулы, прилагающиеся к вопроснику.
3. Двухязычный словарь по выбору ученика.

- г. Особые указания:

1. Ответьте на заданное количество вопросов. Ответы на дополнительные вопросы не будут проверяться. (Ответы будут проверяться в порядке их появления в экзаменационной тетради.)
2. При решении вопросов, требующих вычислений, напишите использованные вами формулы (если вы пользуетесь символами, не указанными на листах с формулами, определите их смысл словесно). Подставьте соответствующие значения в формулы до того, как станете производить вычисления. Производите вычисления только после подстановки. Несоблюдение требования о записи формул и произведении подстановки может привести к снижению вашей оценки за экзамен. Напишите полученный результат в соответствующих единицах.
3. Когда от вас требуется представить величину с помощью данных вопроса, запишите математическое выражение, включающее данные вопроса или их часть; при необходимости можно также пользоваться основными константами, например, ускорением свободного падения g или скоростью света c .
4. В своих вычислениях ускорение свободного падения принимайте равным 10 m/s^2 .
5. Пользуйтесь ручкой. Запись ответов карандашом или использование тилекса не позволяют подать апелляцию. Карандаш можно использовать для чертёжей.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה). רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה.
רישום טייטות לשהן על דפים מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

Все черновые записи (тезисы, вычисления и т.п.) делайте только на отдельных страницах экзаменационной тетради. Напишите слово «черновик» в начале каждой страницы, отведенной вами под черновик. Выполнение любых черновых записей на листах, не относящихся к экзаменационной тетради, может привести к тому, что экзамен будет аннулирован!

Желаем успеха!

בהצלחה!

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש 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 הנתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
 3. מילון עברי-לועזי/לועזי-עברי.

הוראות מיוחדות:

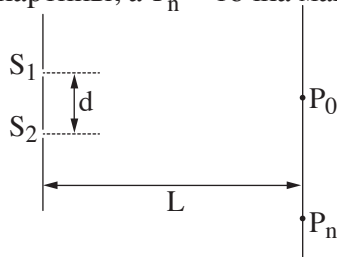
1. ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
2. בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רק לאחר ההצבה בצע את פעולות החישוב. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
3. כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת 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 לטרוטטים בלבד.

Вопросы

Ответьте на три из вопросов 1–5 (за каждый вопрос – $33\frac{1}{3}$ балла; количество баллов за каждый пункт вопроса указано в его конце).

1. На чертеже изображена непроницаемая пластина с двумя узкими параллельными друг другу щелями: S_1 и S_2 . Расстояние между щелями равно d . Параллельный пучок монохроматического желтого света падает на пластину перпендикулярно ей. Длина волны желтого света обозначена как $\lambda_{\text{желтый}}$.

На экране, параллельном пластине и находящемся на расстоянии L от нее, возникает интерференционная картина пучка. P_0 – центр интерференционной картины, а P_n – точка максимума порядка n .



- (**х**) Выразите разность хода $S_1P_n - S_2P_n$ с помощью параметров, приведенных в условии вопроса (или с помощью некоторых из них).
Обратите внимание: $S_1P_n > S_2P_n$. (7 баллов)

- (**а**) В опытах по интерференции света (видимого света) от двух параллельных щелей длину волны вычисляют по приблизительной формуле. Объясните, почему не используют линейку для измерения S_1P_n и S_2P_n и выражение, найденное вами в пункте (**х**), хотя это выражение не является приблизительным. (6 баллов)

Пучок желтого света заменяют на пучок синего света, длиной волны $\lambda_{\text{синий}}$, для которого $\lambda_{\text{синий}} < \lambda_{\text{желтый}}$. Этот пучок также монохроматический, параллельный и падает на пластину перпендикулярно ей.

- (**б**) Расстояние между центром интерференционной картины, P_0 , и точкой максимума порядка n синего света, больше расстояния между этими точками для желтого света, меньше его или равно ему? Обоснуйте свой ответ. (7 баллов)

- (**г**) Дано: $d = 0.06 \text{ mm}$, $\lambda_{\text{синий}} = 440 \text{ nm}$ и $L = 0.8 \text{ m}$.
Вычислите ширину полосы максимума в интерференционной картине, образованной синим светом. (8 баллов)

- (**н**) Пучок синего света заменяют параллельным пучком белого света. Как будет выглядеть линия максимума нулевого порядка? Объясните почему. ($5\frac{1}{3}$ балла)

продолжение на странице 3 ►

2. (⌘) Спектр испускания атома водорода является линейчатым [טבד].

Как можно объяснить этот факт при помощи модели атома Бора?
(5 баллов)

- (א) При помощи модели атома Бора можно вычислить энергию электрона на различных энергетических уровнях атома водорода. Если нулевой уровень потенциальной электрической энергии выбран в бесконечности ($U_{\infty} = 0$), энергия системы ядро-электрон отрицательна. Объясните, в чем заключается физический смысл отрицательной энергии. (5 баллов)

- (ב) Определите, какой из вариантов (1)-(3) верно дополняет следующее предложение.

Согласно модели Бора, при переходе электрона с возбужденного уровня на основной уровень

- (1) энергия атома увеличивается.
- (2) сила электрического притяжения, действующая на электрон, увеличивается.
- (3) энергия атома не изменяется.

Обоснуйте свой ответ. (8 баллов)

- (ג) Пучок фотонов попадает на атом водорода. Выясните, каков результат взаимодействия между фотоном из данного пучка и электроном, находящемся на основном уровне $n = 1$, для каждой из двух следующих частот:

(1) частота фотона $f = 4 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

(2) частота фотона $f = 2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

(8 баллов)

- (ה) Два фотона А и В испускаются при переходе электрона между двумя энергетическими уровнями в атоме водорода. Фотон А испускается при переходе между энергетическими уровнями 2 и 1, а фотон В испускается при переходе между уровнями 3 и 2.

- (1) Энергия фотона А больше энергии фотона В, меньше ее или равна ей? Объясните почему.
- (2) Согласно вашему ответу на вопрос подпункта (ה)-(1) определите, длина волны фотона А больше длины волны фотона В, меньше ее или равна ей.

(7 $\frac{1}{3}$ балла)

продолжение на странице 4 ►

3. Монохроматическое электромагнитное излучение, в котором каждый фотон обладает энергией 5 eV , попадает на определенный металл и вырывает из него электроны. Кинетическая энергия вырванных электронов **с самой большой энергией** равна 2 eV .

(א) Дайте определение понятию "работа выхода" (энергии связи металла) [פונקציית העבודה]. (6 баллов)

(ב) Вычислите "работу выхода" металла, упомянутого в условии задачи. (8 баллов)

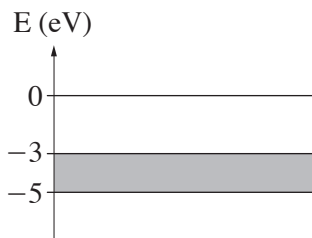
(ג) Вычислите величину скорости электронов с самой большой энергией, вырванных из металла. (8 баллов)

Свободные электроны в металле обладают различными значениями энергии (в интервале между максимальным и минимальным значениями).

Ниже приведена диаграмма энергии определенного металла; эта диаграмма похожа на диаграмму энергетических уровней атома, однако в данном случае речь идет не об отдельных линиях, а о непрерывной последовательности очень тесно расположенных линий, которые можно рассматривать как одну полосу, имеющую ширину. Для полосы на приведенной диаграмме максимальное значение энергии равно -3 eV , а минимальное значение ее энергии равно -5 eV .

Каждый свободный электрон в этом металле обладает такой энергией E , что $-5 \text{ eV} \leq E \leq -3 \text{ eV}$.

Электрон, находящийся в состоянии покоя за пределами металла, имеет нулевую энергию (смотрите чертеж).



(ד) Металл облучают монохроматическим излучением, энергия каждого фотона в котором 4 eV .

Это излучение вырывает из металла свободные электроны.

Каков диапазон значений кинетической энергии этих электронов, после того как они были вырваны из металла? ($6\frac{1}{3}$ балла)

(ה) Объясните, почему в условии задачи в начале страницы было важно подчеркнуть, что кинетическая энергия 2 eV – это энергия электронов с самой большой энергией. (5 баллов)

продолжение на странице 5 ►

4. Щитовидная железа человека использует иод, I , для выработки гормона, влияющего на скорость обмена веществ в клетках организма. Если в железе есть поврежденные участки, то иод не поступает в них.

Для диагностики дефектов щитовидной железы пациент должен выпить раствор, содержащий радиоактивный изотоп иода, и тогда по испускаемому излучению можно выявить активные участки железы.

(⌘) Для приготовления радиоактивного иода используют нестабильный изотоп теллурия (tellurium) ${}_{52}^{131}\text{Te}$, который испускает излучение β^{-} и превращается в радиоактивный изотоп иода. Период полураспада теллурия – 25 минут.

Сколько протонов и сколько нейтронов есть в ядре образовавшегося радиоактивного изотопа иода? (5 баллов)

(⌘) Радиоактивный изотоп иода, образовавшийся из теллурия, распадается, и образуется ${}_{54}^{131}\text{Xe}$. Период полураспада изотопа иода – 8 дней.

Напишите уравнение данного радиоактивного процесса. (5 баллов)

В начале процесса, в момент времени $t = 0$, было $2 \cdot 10^{18}$ ядер ${}_{52}^{131}\text{Te}$.

В определенный момент времени, t_1 , оставшийся ${}_{52}^{131}\text{Te}$ отделили от образовавшегося радиоактивного иода и поместили их в две различные пробирки.

В момент разделения количество ядер теллурия было равно количеству ядер иода: 10^{18} ядер в каждой пробирке.

(⌘) (1) Дайте определение понятию "активность" ["פעילות רדיואקטיבית"], $R(t)$, и назовите соответствующие единицы измерения.

(2) Активность которого из двух данных веществ выше в момент разделения? Вычислите, во сколько раз.

(12 баллов)

(⌘) Объясните, почему время t_1 немного длинее периода полураспада теллурия. (6 балла).

(⌘) Вычислите процент ядер иода, которые останутся в пробирке с иодом, и процент ядер теллурия, которые останутся в пробирке с теллурием, по прошествии суток (24 часа) с момента разделения. ($5\frac{1}{3}$ балла)

5. $^{235}_{92}\text{U}$ – радиоактивный изотоп урана. Когда медленный нейтрон попадает в ядро $^{235}_{92}\text{U}$, ядро может расщепиться. Один из возможных вариантов продуктов расщепления: изотоп ксенона, $^{140}_{54}\text{Xe}$, изотоп стронция, $^{93}_{38}\text{Sr}$, и несколько нейтронов.

(*) (1) Напишите уравнение процесса и найдите количество нейтронов, высвобождающихся в процессе расщепления.

(2) С помощью одного из законов сохранения объясните, почему не может быть, чтобы одной из частиц, высвобождающихся в процессе расщепления, был протон.

(10 баллов)

(*) Дайте определение понятия "средняя энергия связи на нуклеон в ядре". (5 $\frac{1}{3}$ балла)

Средняя энергия связи на нуклеон в ядре стронция, $^{93}_{38}\text{Sr}$, равна 8.61 MeV, а в ядре урана, $^{235}_{92}\text{U}$, равна 7.59 MeV.

(*) Каковы ваши ожидания: энергия связи на нуклеон в ядре ксенона, $^{140}_{54}\text{Xe}$, будет больше, чем в ядре урана, $^{235}_{92}\text{U}$, меньше или равна ей? Обоснуйте свой ответ. (6 баллов)

(*) Полная кинетическая энергия продуктов реакции в процессе, описанном в условии задачи, больше на 178 MeV полной кинетической энергии реагентов.

Вычислите среднюю энергию связи на нуклеон в изотопе $^{140}_{54}\text{Xe}$. (12 баллов)

Желаем успеха!

Авторские права принадлежат Государству Израиль.
Копировать или публиковать можно только
с разрешения Министерства просвещения.

בהצלחה!

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