

6. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

6.1. Фотоны. Фотоэффект. Спектроскопия

500. Какова энергия фотона, соответствующего длине световой волны $\lambda = 6$ мкм?

- 1) $3,3 \cdot 10^{-40}$ Дж 2) $4,0 \cdot 10^{-39}$ Дж 3) $3,3 \cdot 10^{-20}$ Дж 4) $4,0 \cdot 10^{-19}$ Дж

501. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке.

Отношение частоты света первого пучка к частоте второго равно

- 1) 1 2) 2 3) $\sqrt{2}$ 4) $1/2$

502. Атом испустил фотон с энергией $6 \cdot 10^{-18}$ Дж. Каково изменение импульса атома?

- 1) 0 кг·м/с 3) $5 \cdot 10^{-25}$ кг·м/с
2) $1,8 \cdot 10^{-9}$ кг·м/с 4) $2 \cdot 10^{-26}$ кг·м/с

503. В каком излучении энергия фотонов имеет наименьшее значение?

- 1) рентгеновском 3) видимом
2) ультрафиолетовом 4) инфракрасном

504. Энергия фотона, соответствующая электромагнитной волне длиной λ , пропорциональна

- 1) $1/\lambda^2$ 2) λ^2 3) λ 4) $1/\lambda$

505. Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза 3) меньше в 4 раза
2) больше в 2 раза 4) меньше в 2 раза

506. От чего зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте?

А. от частоты падающего света.

Б. от интенсивности падающего света.

В. от работы выхода электронов из металла.

Правильными являются ответы:

- 1) только Б 2) А и Б 3) А и В 4) А, Б и В

507. Работа выхода для материала пластины равна 2 эВ. Пластина освещается монохроматическим светом. Какова энергия фотонов падающего света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

- 1) 0,5 эВ 2) 1,5 эВ 3) 2 эВ 4) 3,5 эВ

508. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) увеличилось в 1,5 раза 3) уменьшилось в 2 раза
2) стало равным нулю 4) уменьшилось более чем в 2 раза

509. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зеленым, затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?

- 1) при освещении красным светом 3) при освещении синим светом
2) при освещении зеленым светом 4) во всех случаях одинаковой

510. Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
3) будет увеличиваться энергия фотоэлектронов
4) будет увеличиваться как энергия, так и количество фотоэлектронов

511. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

- 1) 300 нм 2) 400 нм 3) 900 нм 4) 1200 нм

512. Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом фиксированной частоты. При этом задерживающая разность потенциалов равна U . После изменения частоты света задерживающая разность потенциалов увеличилась на $\Delta U = 1,2$ В. Насколько изменилась частота падающего света?

- 1) $1,8 \cdot 10^{14}$ Гц 2) $2,9 \cdot 10^{14}$ Гц 3) $6,1 \cdot 10^{14}$ Гц 4) $1,9 \cdot 10^{15}$ Гц

513. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ и стали освещать ее светом частоты $3 \cdot 10^{15}$ Гц. Затем частоту падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной интенсивность светового пучка. В результате этого максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) не изменилась, т.к. фотоэлектронов не будет 3) увеличилась в 2 раза
2) увеличилась более чем в 2 раза 4) увеличилась менее чем в 2 раза

514. На рисунке приведен спектр поглощения неизвестно-го газа и спектры поглощения паров известных металлов. По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы

- 1) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
2) только натрия (Na) и стронция (Sr)
3) только стронция (Sr), кальция (Ca) и натрия (Na)
4) стронция (Sr), кальция (Ca), натрия (Na) и другого вещества



515. На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения паров стронция, неизвестного образца и кальция. Можно утверждать, что в образце

- 1) не содержится ни стронция, ни кальция
2) содержится кальций, но нет стронция
3) содержатся и стронций, и кальций
4) содержится стронций, но нет кальция

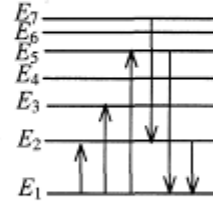


516. На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). В химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) только гелия
- 3) водорода и гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

517. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной частоты?



- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 1 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 2 на уровень 1

518. (В). Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 5 \cdot 10^{14}$ Гц. Поглощаемая мощность $P = 3,3 \cdot 10^{-14}$ Вт. Сколько фотонов поглощает детектор за время $t = 5$ с? Полученный ответ разделите на 10^{15} .

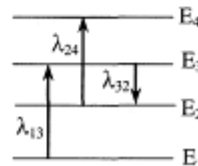
519. (С). Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на 10°C , если источник за 1 с излучает 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

520. (С). Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

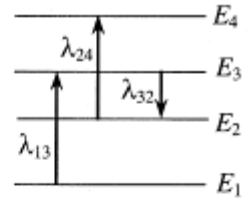
521. (С). Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

522. (С). При какой температуре газа средняя энергия теплового движения атомов одноатомного газа будет равна максимальной кинетической энергии электронов, выбиваемых из металлической пластинки с работой выхода $A_{\text{вых}} = 2$ эВ при облучении монохроматическим светом с длиной волны 300 нм?

523. (С). На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны для фотонов, излучаемых при переходе с уровня E_4 на уровень E_1 , если $\lambda_{13} = 400$ нм, $\lambda_{24} = 500$ нм, $\lambda_{32} = 600$ нм?



524. (С). На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?



6.2. Атом. Атомное ядро

525. Длина волны фотона, поглощенного атомом при переходе атома из основного состояния с энергией E_0 в возбужденное с энергией E_1 , равна

- 1) $\frac{E_0 - E_1}{h}$
- 2) $\frac{E_1 - E_0}{h}$
- 3) $\frac{ch}{E_1 - E_0}$
- 4) $\frac{ch}{E_0 - E_1}$

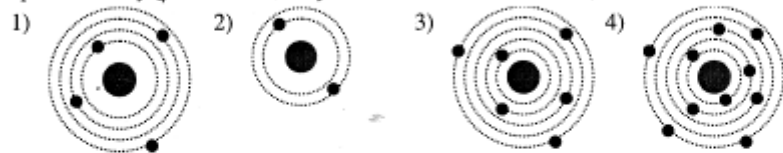
526. Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра ${}_{20}^{48}\text{Ca}$?

	p – число протонов	n – число нейтронов
1)	48	68
2)	48	20
3)	20	48
4)	20	28

527. Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра ${}_{18}^{37}\text{Ar}$?

	p – число протонов	n – число нейтронов
1)	18	19
2)	18	37
3)	37	18
4)	37	55

528. На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому ${}_{4}^{6}\text{Be}$ соответствует схема



529. Бета-излучение – это

- 1) поток ядер гелия
- 2) поток протонов
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

530. α -излучение – это

- 1) поток электронов
- 2) поток протонов
- 3) поток ядер гелия
- 4) электромагнитные волны

531. Гамма-излучение – это

- 1) поток ядер гелия
- 2) поток протонов
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

532. Как изменится число нуклонов в ядре атома радиоактивного элемента, если ядро испустит γ -квант?

- 1) увеличится на 2 2) не изменится
3) уменьшится на 2 4) уменьшится на 4

533. Ядро изотопа золота ${}_{79}^{204}\text{Au}$ претерпевает β -распад. В результате получается изотоп

- 1) ${}_{77}^{200}\text{Ir}$ 2) ${}_{78}^{204}\text{Pt}$ 3) ${}_{80}^{204}\text{Hg}$ 4) ${}_{81}^{208}\text{Tl}$

534. Ядро изотопа урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ после нескольких радиоактивных распадов превратилось в ядро изотопа ${}_{92}^{234}\text{U}$. Какие это были распады?

- 1) один α и два β 3) два α и один β
2) один α и один β 4) такое превращение невозможно

535. Какие заряд Z и массовое число A будет иметь ядро элемента, получившегося из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после одного α -распада и двух β -распадов?

- 1) $Z = 234$ 2) $Z = 92$ 3) $Z = 88$ 4) $Z = 234$
 $A = 92$ $A = 234$ $A = 234$ $A = 94$

536. Горий ${}_{90}^{232}\text{Th}$, испытав 2 электронных β -распада и 1 α -распад, превращается в элемент

- 1) ${}_{94}^{236}\text{Pu}$ 2) ${}_{90}^{228}\text{Th}$ 3) ${}_{86}^{228}\text{Rh}$ 4) ${}_{86}^{234}\text{Rh}$

537. Изотоп ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ превратился в изотоп ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. При этом произошло

- 1) пять α -распадов и четыре β -распада 3) два α -распада и два β -распада
2) четыре α -распада и три β -распада 4) два α -распада и три β -распада

538. Ядро ${}_{93}^{237}\text{Np}$, испытав серию α - и β -распадов, превратилось в ядро ${}_{83}^{213}\text{Bi}$. Определите число α -распадов.

- 1) 6 2) 2 3) 24 4) 4

539. α -частица столкнулась с ядром азота ${}_{7}^{14}\text{N}$. При этом образовались ядро водорода и ядро

- 1) кислорода с массовым числом 17 3) кислорода с массовым числом 16
2) азота с массовым числом 14 4) фтора с массовым числом 19

540. При распаде ядра изотопа лития ${}_{3}^{8}\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и β -частица. Два одинаковых ядра – это ядра

- 1) водорода 2) гелия 3) бора 4) дейтерия

541. В результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы ${}_{2}^{4}\text{He}$ появился протон ${}_{1}^{1}\text{H}$ и ядро

- 1) ${}_{14}^{30}\text{Si}$ 2) ${}_{16}^{32}\text{S}$ 3) ${}_{14}^{28}\text{Si}$ 4) ${}_{17}^{35}\text{Cl}$

542. При бомбардировке изотопа бора ${}_{5}^{10}\text{B}$ нейтронами ${}_{0}^{1}\text{n}$ образуются α -частица ${}_{2}^{4}\text{He}$ и ядро

- 1) ${}_{3}^{6}\text{Li}$ 2) ${}_{4}^{7}\text{Be}$ 3) ${}_{3}^{7}\text{Li}$ 4) ${}_{2}^{6}\text{He}$

543. Какое уравнение **противоречит** закону сохранения массового числа в ядерных реакциях?

- 1) ${}_{7}^{12}\text{N} \longrightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_{1}^{0}\text{e}$
2) ${}_{3}^{6}\text{Li} + {}_{1}^{1}\text{p} \longrightarrow {}_{2}^{4}\text{He} + {}_{2}^{3}\text{He}$
3) ${}_{6}^{11}\text{C} \longrightarrow {}_{7}^{10}\text{N} + {}_{-1}^{0}\text{e}$
4) ${}_{4}^{9}\text{Be} + {}_{1}^{2}\text{H} \longrightarrow {}_{5}^{10}\text{B} + {}_{0}^{1}\text{n}$

544. Какое уравнение **противоречит** закону сохранения заряда в ядерных реакциях?

- 1) ${}_{7}^{12}\text{N} \longrightarrow {}_{6}^{12}\text{C} + {}_{1}^{0}\text{e}$
2) ${}_{6}^{11}\text{C} \longrightarrow {}_{7}^{11}\text{N} + {}_{-1}^{0}\text{e}$
3) ${}_{3}^{6}\text{Li} + {}_{1}^{1}\text{p} \longrightarrow {}_{2}^{4}\text{He} + {}_{2}^{3}\text{He}$
4) ${}_{4}^{9}\text{Be} + {}_{1}^{2}\text{H} \longrightarrow {}_{7}^{10}\text{N} + {}_{0}^{1}\text{n}$

545. Какая ядерная реакция может быть использована для получения цепной реакции деления?

- 1) ${}_{96}^{243}\text{Cm} + {}_{0}^{1}\text{n} \longrightarrow 4{}_{0}^{1}\text{n} + {}_{42}^{108}\text{Mo} + {}_{54}^{132}\text{Xe}$
2) ${}_{6}^{12}\text{C} \longrightarrow {}_{3}^{6}\text{Li} + {}_{3}^{6}\text{Li}$
3) ${}_{90}^{227}\text{Th} + {}_{0}^{1}\text{n} \longrightarrow {}_{49}^{129}\text{In} + {}_{41}^{99}\text{Nb}$
4) ${}_{96}^{243}\text{Cm} \longrightarrow {}_{43}^{108}\text{Tc} + {}_{53}^{141}\text{I}$

546. Как изменяется полная энергия системы из нескольких свободных покоящихся протонов и нейтронов в результате соединения их в атомное ядро:

- 1) увеличивается;
2) уменьшается;
3) не изменяется;
4) увеличивается, если образуется радиоактивное ядро; уменьшается, если образуется стабильное ядро?

547. Между источником радиоактивного излучения и детектором помещен лист фанеры толщиной 25 мм. Какое излучение может пройти через него?

- 1) α и β 2) только β 3) α и γ 4) только γ

548. Детектор радиоактивных излучений помещен в закрытую картонную коробку с толщиной стенок ~ 1 мм. Какие излучения он может зарегистрировать?

- 1) α и β 2) α и γ 3) β и γ 4) α , β , γ

549. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. Через какой период времени распадется 75% ядер висмута в исследуемом образце?

- 1) 19 мин 2) 38 мин 3) 28,5 мин 4) 9,5 мин

550. Период полураспада радона 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 64 раза?

- 1) 19 дней 2) 38 дней 3) 3,8 дня 4) 22,8 дня

551. Какая доля от большого количества радиоактивных атомов остается нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

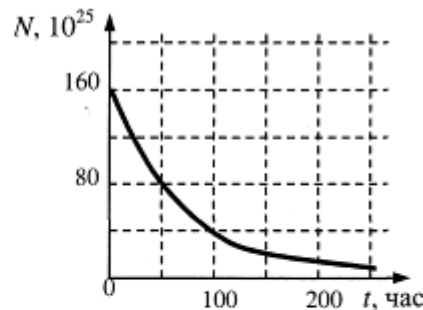
- 1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0%

552. Наблюдение за препаратом актиния массой 1 г показало, что период полураспада ядер атомов актиния ${}_{89}^{227}\text{Ac}$ составляет 21,6 года. Это означает, что

- 1) за 21,6 года массовое число каждого атома уменьшится вдвое
2) один атом актиния распадается каждые 21,6 года
3) половина изначально имевшихся атомов актиния распадается за 21,6 года
4) все изначально имевшиеся атомы актиния распадутся за 43,2 года

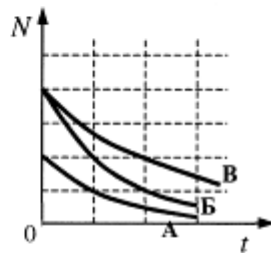
553. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}_{68}^{172}\text{Er}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа эрбия?

- 1) 25 часов
2) 50 часов
3) 100 часов
4) 200 часов



554. На рисунке приведена зависимость от времени числа нераспавшихся ядер в процессе радиоактивного распада для трех изотопов. Для какого из них период полураспада наибольший?

- 1) А
2) Б
3) В
4) у всех одинаков



555. Какова энергия связи ядра изотопа натрия ${}_{11}^{23}\text{Na}$? Масса ядра равна 22,9898 а.е.м.

- 1) $3 \cdot 10^{11}$ Дж; 2) $3 \cdot 10^{-11}$ Дж; 3) $2 \cdot 10^{-14}$ Дж; 4) 253 Дж.

556. (В). Какая энергия выделяется при протекании ядерной реакции

${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2{}^4_2\text{He}$? Ответ выразите в пикоджоулях (пДж) и округлите до целых.

557. (С). При облучении металлической пластинки быстрыми α -частицами небольшая часть этих частиц в результате упругого взаимодействия с ядрами атомов меняет направление скорости на противоположное (аналог опыта Резерфорда). Найдите заряд ядра, если минимальное расстояние, на которое сближались ядро и частица, составило $5 \cdot 10^{-13}$ см. Масса и скорость α -частиц составляют соответственно $7 \cdot 10^{-27}$ кг и $26 \cdot 10^3$ км/с. (Частицу считать точечной, а ядро – точечным и неподвижным. Релятивистским эффектом пренеб-

речь. Потенциальная энергия ядра и α -частицы $E_{\text{пот}} = K \frac{q_1 q_2}{r}$, где r – расстояние между ядром и α -частицей).

558. (С). π^0 -мезон массой $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π^0 -мезон покоится.

559. (С). Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж. Каков средний импульс α -частиц? Масса α -частиц равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистским эффектами пренебречь.

560. (С). Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За какое время температура контейнера повышается на 1 К, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает α -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

561. (С). Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией 1,5 эВ, столкнулся с одним из таких атомов и отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Определите импульс электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

