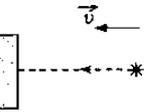
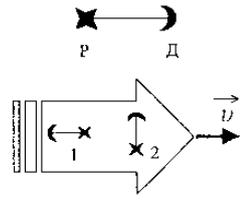


1. На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, который приближается к зеркалу со скоростью  $v$ . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с источником?



- 1)  $c - v$       2)  $c + v$       3)  $c$       4)  $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

2. В установке искровой разряд создает вспышку света и звуковой импульс, регистрируемые датчиком, расположенным на расстоянии 1 м от разрядника. Схематически взаимное расположение разрядника Р и датчика Д изображено стрелкой. Время распространения света от разрядника к датчику  $T_1$ , а звука –  $t_1$ . Проводя эксперименты с двумя установками 1 и 2, расположенными в космическом корабле, летящем со скоростью  $v = \frac{c}{2}$  относительно Земли, как показано на рисунке, космонавты обнаружили, что



- 1)  $T_1 = T_2$       2)  $T_1 < T_2$       3)  $T_1 > T_2$       4)  $T_1 = T_2$   
 $t_1 < t_2$        $t_1 < t_2$        $t_1 > t_2$        $t_1 = t_2$

3. Космический корабль, удаляющийся от Земли со скоростью  $v = 0,3c$  ( $c$  – скорость света), послал на Землю радиосигнал. Каковы значения  $u_x$  и  $u_y$  скорости радиосигнала относительно корабля и относительно Земли?

- 1)  $u_x = c, u_y = 0,7c$   
 2)  $u_x = 1,3c, u_y = c$   
 3)  $u_x = c, u_y = c$   
 4)  $u_x = 0,7c, u_y = c$

4.  $\beta$ -излучение – это

- 1) поток ядер бериллия  
 2) поток нейтронов, образующихся в цепной реакции  
 3) поток электронов  
 4) электромагнитные волны

5.  $\beta$ -излучение вызвано тем, что в атомных ядрах

- 1) электрон и протон соединяются, образуя нейтрон  
 2) содержатся электроны, которые могут вылететь из ядра  
 3) нейтрон распадается на протон, электрон и антинейтрино  
 4) протон распадается на нейтрон и электрон

6. Если ядро атома радиоактивного элемента испустит  $\beta$ -частицу, то число нуклонов в ядре

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

7. Ядро атома содержит 13 нейтронов и 9 протонов, вокруг него обращаются 8 электронов. Эта система частиц –

- 1) атом фтора  ${}^{23}_9\text{F}$   
 2) ион фтора  ${}^{23}_9\text{F}$   
 3) атом кислорода  ${}^{22}_8\text{O}$   
 4) ион кислорода  ${}^{13}_8\text{O}$

8. Связанная система элементарных частиц содержит 49 электронов, 60 нейтронов и 50 протонов. Это ион

- 1) индия  ${}^{109}_{49}\text{In}$   
 2) индия  ${}^{110}_{49}\text{In}$   
 3) олова  ${}^{109}_{50}\text{Sn}$   
 4) олова  ${}^{110}_{50}\text{Sn}$

9. Связанная система элементарных частиц состоит из 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система является

- 1) нейтральным атомом хлора  ${}^{30}_{17}\text{Cl}$   
 2) ионом фтора  ${}^{22}_9\text{F}$   
 3) нейтральным атомом кислорода  ${}^{13}_8\text{O}$   
 4) ионом кислорода  ${}^{21}_8\text{O}$

10. На рисунке изображены схемы четырех атомов. Черными точками обозначены электроны. Атому  ${}^{14}_3\text{B}$  соответствует схема

- 1)    2)    3)    4)

11. Радиоактивный изотоп нептуния  ${}^{237}_{93}\text{Np}$  после одного  $\alpha$ -распада и одного электронного  $\beta$ -распада превращается в изотоп

- 1)  ${}^{233}_{91}\text{Pa}$       2)  ${}^{233}_{92}\text{U}$       3)  ${}^{234}_{90}\text{Th}$       4)  ${}^{241}_{94}\text{Pu}$

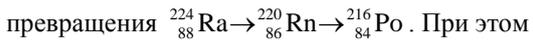
12. Ядро урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после  $\alpha$ -распада и двух электронных  $\beta$ -распадов превращается в ядро

- 1) урана  ${}^{234}_{92}\text{U}$   
 2) плутония  ${}^{244}_{94}\text{Pu}$   
 3) тория  ${}^{232}_{90}\text{Th}$   
 4) кюрия  ${}^{247}_{96}\text{Cm}$

13. Радиоактивный полоний  ${}^{218}_{84}\text{Po}$ , испытав один  $\alpha$ -распад и два  $\beta$ -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца  ${}^{214}_{82}\text{Pb}$   
 2) полония  ${}^{214}_{84}\text{Po}$   
 3) висмута  ${}^{214}_{83}\text{Bi}$   
 4) радона  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$

14. В образце, содержащем изотоп  ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ , происходит реакция



- регистрируются следующие виды радиоактивного излучения:  
 1) только  $\alpha$ -частицы      2) только  $\beta$ -частицы  
 3) и  $\alpha$ - и  $\beta$ -частицы одновременно  
 4) только  $\gamma$ -излучение

15. В образце, содержащем радиоактивный изотоп висмута  ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ , одновременно происходят реакции превращения его в полоний  ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{212}_{84}\text{Po}$  и таллий  ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{208}_{81}\text{Tl}$ .

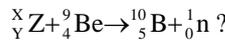
При этом регистрируются следующие виды радиоактивного излучения:

- 1)  $\alpha$ -излучение и  $\gamma$ -излучение  
 2) только  $\beta$ -излучение  
 3) и  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучение  
 4) только  $\gamma$ -излучение

16. Реакция деления урана тепловыми нейтронами происходит в соответствии с уравнением  ${}_0^1n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^Y_Z\text{Z} + {}^{131}_{52}\text{Te} + {}^5_0n + 6\gamma$ . Ядро химического элемента  ${}^Y_Z\text{Z}$ . Что это за ядро?

- 1)  ${}^{92}_{40}\text{Zr}$       2)  ${}^{98}_{46}\text{Pd}$       3)  ${}^{98}_{40}\text{Zr}$       4)  ${}^{98}_{38}\text{Sr}$

17. Каковы массовое  $X$  и зарядовое  $Y$  числа ядра  $Z$  в реакции

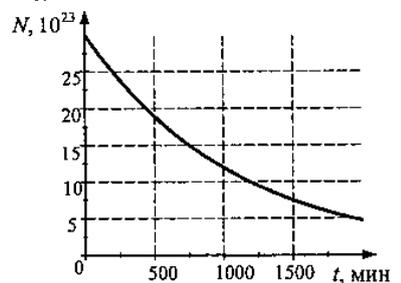


- 1)  $X = 1$       2)  $X = 2$       3)  $X = 4$       4)  $X = 9$   
 $Y = 1$        $Y = 1$        $Y = 2$        $Y = 3$

18. Период полураспада ядер атомов радона  ${}^{219}_{86}\text{Rn}$  составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого ядра  ${}^{219}_{86}\text{Rn}$  уменьшится вдвое  
 2) одно ядро  ${}^{219}_{86}\text{Rn}$  распадается каждые 3,9 с  
 3) половина большого исходного количества ядер  ${}^{219}_{86}\text{Rn}$  распадется за 3,9 с  
 4) все изначально имевшиеся ядра  ${}^{219}_{86}\text{Rn}$  распадутся за 7,8 с

19. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута  ${}^{211}_{83}\text{Bi}$  от времени. Каков период полураспада этого изотопа висмута?



- 1) 500 мин  
 2) 750 мин  
 3) 1000 мин  
 4) 1200 мин

20. На рисунке приведена зависимость от времени числа нераспавшихся ядер в процессе радиоактивного распада для трех изотопов. Сравните периоды полураспада ядер А, Б и В.



- 1) наибольший период полураспада у ядра А  
 2) наибольший период полураспада у ядра Б  
 3) наибольший период полураспада у ядра В  
 4) периоды полураспада у всех изотопов одинаковы

21. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda_1 = 700$  нм, другой – с длиной волны  $\lambda_2 = 350$  нм. Отношение импульсов  $\frac{P_1}{P_2}$  фотонов, излучаемых лазерами, равно

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

22. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda_1 = 300$  нм, а другой — с длиной волны  $\lambda_2 = 700$  нм. Отношение импульсов  $p_1/p_2$  фотонов, излучаемых лазерами равно:

1)  $7/3$     2)  $3/7$     3)  $\sqrt{7/3}$     4)  $\sqrt{3/7}$

23. Протон и  $\alpha$ -частица движутся с такими скоростями, что их длины волн де Бройля оказываются равными. Определите отношение кинетической энергии протона к кинетической энергии  $\alpha$ -частицы.

1)  $\frac{1}{4}$     2)  $\frac{1}{2}$     3)  $\frac{2}{1}$     4)  $\frac{4}{1}$

24. При фотоэффекте работа выхода электрона из металла определяется преимущественно

1) частотой падающего света  
2) интенсивностью падающего света  
3) химической природой металла  
4) кинетической энергией вырываемых электронов

25. При увеличении угла падения монохроматического излучения с длиной волны  $\lambda$  на плоский фотокатод максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

1) возрастает  
2) уменьшается  
3) не изменяется  
4) возрастает при  $\lambda > 500$  нм и уменьшается при  $\lambda < 500$  нм

26. Наблюдая фотоэффект, поверхность металла освещают светом с известной частотой и измеряют энергию вылетающих электронов. На сколько увеличили частоту света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов возросла на  $4,14$  эВ?

1)  $3,14 \cdot 10^{14}$  Гц  
2)  $6,62 \cdot 10^{14}$  Гц  
3)  $10^{15}$  Гц  
4)  $1,6 \cdot 10^{15}$  Гц

27. Работа выхода электрона из металла  $A_{\text{вых}} = 3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Найдите максимальную длину волны  $\lambda$  излучения, которым могут выбиваться электроны.

1) 660 нм    2) 66 нм    3) 6,6 нм    4) 6600 нм

28. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода  $3,5$  эВ и стали освещать ее светом частоты  $3 \cdot 10^{14}$  Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны уменьшили в 2 раза, оставив неизменной ее частоту. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

1) уменьшилось в 4 раза  
2) не изменилось и осталось равным нулю  
3) уменьшилось в 2 раза  
4) уменьшилось более чем в 2 раза

29. Наблюдая фотоэффект, поверхность металла освещают светом известной частоты и измеряют энергию вылетающих электронов. На сколько увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при увеличении частоты света на  $10^{15}$  Гц?

1) 1 эВ    2)  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж    3)  $6,6 \cdot 10^{-19}$  Дж    4) 1 Дж

30. Фотоны с энергией 3 эВ выбивают с поверхности некоторого вещества электроны, максимальная кинетическая энергия которых 1,5 эВ. Работа выхода электрона с поверхности этого вещества равна

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

31. На металлическую пластинку падает свет, длина волны которого  $\lambda = 400$  нм. Красная граница фотоэффекта для металла этой пластинки  $\lambda_{\text{кр}} = 600$  нм. Во сколько раз энергия падающего фотона превосходит максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона, выбитого из пластинки?

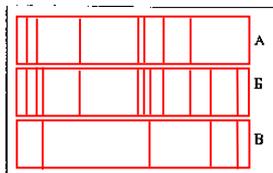
1) 1,5    2) 2    3) 3    4) 4

32. При освещении металлической пластины монохроматическим светом максимальный импульс фотоэлектронов приблизительно равен  $6 \cdot 10^{-25}$  кг·м/с. Какова длина световой волны, если работа выхода электронов из данного металла составляет  $1,37 \cdot 10^{-19}$  Дж?

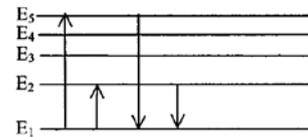
33. Длина электромагнитной волны, падающей на медную пластину, в 2 раза меньше красной границы фотоэффекта для меди. Во сколько раз кинетическая энергия фотоэлектронов больше (или меньше) работы выхода электронов из меди?

34. На рисунках А, Б, В приведены спектры излучения газов А и В и газовой смеси Б. На основании анализа этих участков спектров можно сказать, что смесь газов содержит

1) только газы А и В  
2) газы А, В и другие  
3) газ А и другой неизвестный газ  
4) газ В и другой неизвестный газ

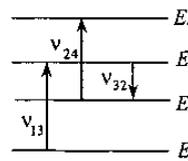


35. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается излучением кванта с минимальной энергией?

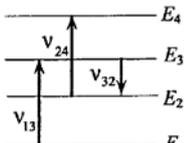


1) с уровня 1 на уровень 5  
2) с уровня 1 на уровень 2  
3) с уровня 5 на уровень 1  
4) с уровня 2 на уровень 1

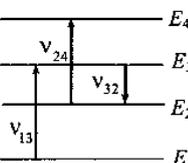
36. На рисунке представлены несколько энергетических уровней электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между этими уровнями. Какова максимальная длина волны фотонов, излучаемых атомом при любых возможных переходах между уровнями  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  и  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{24} = 5 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$  Гц?



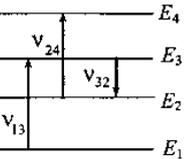
37. На рисунке представлены несколько энергетических уровней электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между этими уровнями. Какова длина волны фотонов, поглощаемых при переходе с уровня  $E_1$  на уровень  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$  Гц?



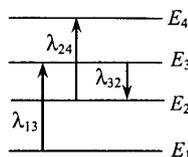
38. На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между этими уровнями. Какова частота  $\nu_{24}$ , если  $\nu_{13} = 7 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$  Гц, а при переходе с уровня  $E_4$  на уровень  $E_1$  излучаются фотоны длиной волны  $\lambda = 360$  нм?



39. На рисунке представлены энергетические уровни электронной оболочки атома. Минимальная длина волны света, излучаемого при всех возможных переходах между уровнями  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  и  $E_4$ ,  $\lambda_{\text{min}} = 250$  нм. Известно, что частоты переходов относятся друг к другу как  $\nu_{13} : \nu_{24} : \nu_{32} = 9 : 7 : 4$ . Найдите максимальную длину волны света в переходах между уровнями  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  и  $E_4$ .



40. 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  $\lambda_{13}$ , если  $\lambda_{32} = 545$  нм,  $\lambda_{24} = 400$  нм?



41. Образец, содержащий радий, за 1 с испускает  $3,7 \cdot 10^{10}$   $\alpha$ -частиц, обладающих импульсом  $1,0 \cdot 10^{-19}$  кг·м/с. За какое время выделится энергия 100 Дж? Масса  $\alpha$ -частиц равна  $6,7 \cdot 10^{-27}$  кг. Энергией отдачи ядер,  $\gamma$ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

42. Препарат активностью  $1,7 \cdot 10^{11}$  частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За 30 мин температура контейнера повышается на 1,3 К. Найдите энергию  $\alpha$ -частицы, считая, что энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

43. Препарат активностью  $1,7 \cdot 10^{11}$  частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. На сколько повысилась температура контейнера за 1 ч, если известно, что данное радиоактивное вещество испускает  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

44. Препарат, активность которого равна  $1,7 \cdot 10^{12}$  частиц в секунду, помещен в калориметр, заполненный водой при 293 К. Сколько времени потребуется, чтобы довести до кипения 10 г воды, если известно, что данный препарат испускает  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ, причем энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоемкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

45. В ускорителе на встречных пучках сталкиваются и аннигилируют электрон  $e^-$  и позитрон  $e^+$ . Энергия каждой частицы  $E_k = 100$  МэВ, суммарный импульс частиц равен нулю. В результате аннигиляции образуются два  $\gamma$ -кванта. Чему равна величина импульса каждого  $\gamma$ -кванта?

46.  $\pi^0$ -мезон распадается на два  $\gamma$ -кванта. Длина волны одного из образовавшихся  $\gamma$ -квантов в системе отсчета, где первичный  $\pi^0$ -мезон покоится,  $\lambda = 1,83 \cdot 10^{-14}$  м. Найдите энергию покоя  $\pi^0$ -мезона (в МэВ).