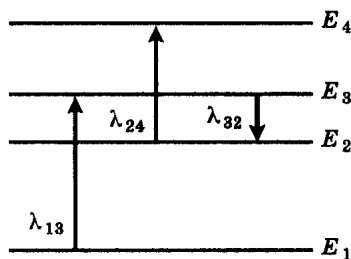
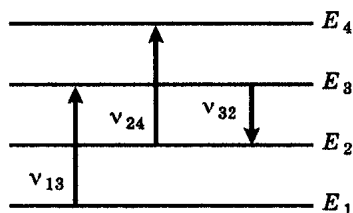


**Задания с развернутым ответом
по квантовой физике**

1. На рисунке приведена схема энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Чему равна 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?



2. На рисунке представлена схема энергетических уровней электронной оболочки атома и указаны частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах между этими уровнями. Какова минимальная 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?



3. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом r . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Определите значение модуля индукции B магнитного поля.
4. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле индукцией B , испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Выделившаяся

при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$. Определите значение модуля отношения заряда к массе $\left| \frac{q}{M} \right|$ для тяжелого иона.

Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α -распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом R . Масса α -частицы равна m_α , ее заряд равен $2e$, масса тяжелого иона равна M . Определите значение модуля индукции B магнитного поля.

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.

Радиоактивный препарат помещен в медный контейнер массой $0,5$ кг. За 2 ч температура контейнера повысилась на $5,2$ К. Известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией $5,3$ МэВ, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Определите активность препарата A , т.е. количество α -частиц, рождающихся в нем за 1 с. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

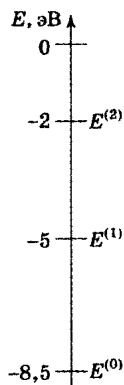
Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус — скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Какой должна быть площадь паруса S , чтобы аппарат массой $m = 500$ кг (включая массу паруса) имел ускорение $10^{-4}g$? Мощность солнечного излучения, падающего на 1 м² поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет $W = 370$ Вт/м².

9. Для разгона космических аппаратов и коррекции их орбит предложено использовать солнечный парус — скрепленный с аппаратом легкий экран большой площади из тонкой пленки, которая зеркально отражает солнечный свет. Рассчитайте массу космического аппарата, снабженного парусом в форме квадрата размерами $100 \text{ м} \times 100 \text{ м}$, которому давление солнечных лучей сообщает ускорение $10^{-4} g$. Мощность W солнечного излучения, падающего на 1 м^2 поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет 1370 Вт/м^2 .
10. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?
11. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4 \text{ В}$. Определите длину волны λ .
12. При облучении катода светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4 \text{ В}$. Определите красную границу фотоэффекта λ_0 для вещества фотокатода.
13. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300 \text{ нм}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции этого поля. Рассчитайте максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны.
14. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 225 \text{ нм}$. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса $R = 5 \text{ мм}$. Вычислите модуль индукции магнитного поля B .
15. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$), освещается светом с частотой $\nu = 2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса $R = 5 \text{ мм}$. Вычислите модуль индукции магнитного поля B .

16. Какие максимальные скорость и импульс получают электроны, вырванные из натрия излучением с длиной волны 66 нм, если работа выхода составляет $4 \cdot 10^{-19}$ Дж?
17. Фотоны, имеющие энергию 5 эВ, выбивают электроны с поверхности металла. Работа выхода электронов из металла равна 4,7 эВ. Какой импульс приобретает электрон при вылете с поверхности металла?
18. Чему равна скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины, если при задерживающем напряжении $U = 3$ В фотоэффект прекращается?
19. Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины светом с длиной волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ м, если красная граница фотоэффекта 540 нм?
20. При какой температуре газа средняя энергия теплового движения атомов одноатомного газа будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлической пластинки с работой выхода $A_{\text{вых}} = 2$ эВ при облучении монохроматическим светом с длиной волны 300 нм?
21. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении катода светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны λ света, освещающего катод.
22. При облучении катода светом с частотой $\nu = 1,0 \cdot 10^{15}$ Гц фототок прекращается при приложении между анодом и катодом напряжения $U = 1,4$ В. Чему равна частотная красная граница фотоэффекта ν_0 для вещества фотокатода?
23. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью C . При длительном освещении катода светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $q = 11 \cdot 10^{-9}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите емкость конденсатора C .

24. 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.
25. Электромагнитное излучение используется для нагревания воды массой 1 кг. За время 700 с температура воды увеличивается на 10°C . Какова длина волны излучения, если источник испускает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой.
26. Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды. Какую массу воды можно нагреть за 700 с на 10°C , если источник излучает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

27. 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.



28. Предположим, что схема энергетических уровней атомов некоего вещества имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, столкнувшись с одним из таких атомов, отскочил, приобретя некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $1,2 \cdot 10^{-24}$ кг·м/с. Определите кинетическую энергию электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

