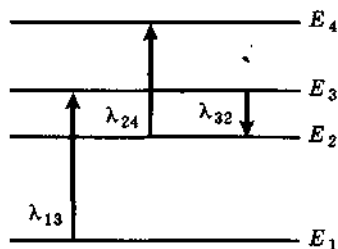
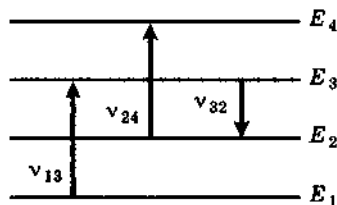


**Задания с развернутым ответом  
по квантовой физике**

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  $\alpha$ -распад. При этом рождаются  $\alpha$ -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при  $\alpha$ -распаде энергия  $\Delta E$  целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек  $\alpha$ -частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом  $r$ . Масса  $\alpha$ -частицы равна  $m_\alpha$ , 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  $\alpha$ -распад. При этом рождаются  $\alpha$ -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  $\alpha$ -распаде энергия  $\Delta E$  целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Масса  $\alpha$ -частицы равна  $m_\alpha$ , ее заряд равен  $2e$ . Определите значение модуля отношения заряда к массе  $\left| \frac{q}{M} \right|$  для тяжелого иона.
5. Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает  $\alpha$ -распад. При этом рождаются  $\alpha$ -частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при  $\alpha$ -распаде энергия  $\Delta E$  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  $\alpha$ -частицы равна  $m_\alpha$ , ее заряд равен  $2e$ , масса тяжелого иона равна  $M$ . Определите значение модуля индукции  $B$  магнитного поля.

6. 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  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ? Считать, что энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.
7. 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  $\alpha$ -частицы энергией 5,3 МэВ, причем энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Определите активность препарата  $A$ , т.е. количество  $\alpha$ -частиц, рождающихся в нем за 1 с. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.
8. 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  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет  $W = 370 \text{ Вт/м}^2$ .
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  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной солнечным лучам, составляет  $1370 \text{ Вт/м}^2$ .
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  $\lambda_0 = 450$  нм. При облучении катода светом с длиной волны  $\lambda$  фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом  $U = 1,4$  В. Определите длину волны  $\lambda$ .
12. При облучении катода светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом  $U = 1,4$  В. Определите красную границу фотоэффекта  $\lambda_0$  для вещества фотокатода.
13. 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. Рассчитайте максимальный радиус окружности  $R$ , по которой движутся электроны?
14. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны  $\lambda = 225$  нм. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса  $R = 5$  мм. Вычислите модуль индукции магнитного поля  $B$ ?
15. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж), освещается светом с частотой  $\nu = 2 \cdot 10^{15}$  Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и движутся по окружности максимального радиуса  $R = 5$  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  $\lambda$  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  $\nu_0$  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  $C$ .