

5.1.1 Гипотеза М. Планка о квантах

5.1.2. Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона

Энергия фотона

№24

24.1. 18021 ЭВ-302 На площадку падает зелёный свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые Вы использовали при обосновании своего ответа.

№29

29.1. 18306 Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 600$ нм равна $P = 2$ мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.

29.2. 18334 Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 500$ нм равна 1 мВт. Определите время, за которое лазерная указка излучает $N = 5 \cdot 10^{15}$ фотонов.

29.3. 22700 С0А74Е Лазер излучает в импульсе 10^{19} световых квантов. Средняя мощность импульса лазера 1100 Вт при длительности вспышки $3 \cdot 10^{-3}$ с. Определите длину волны излучения лазера. Ответ выразите в микрометрах.

29.4. 18363 Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за $t = 5$ с, $N = 6 \cdot 10^{16}$. Длина волны излучения указки равна $\lambda = 600$ нм. Определите мощность P излучения указки.

29.5. 18390 Число фотонов, излучаемых лазерной указкой мощностью $P = 2$ мВт за 1 с, равно $4 \cdot 10^{15}$. Определите длину волны λ излучения лазерной указки.

29.6. 22764 Е74В94 На сетчатку глаза человека падает 135 фотонов за 3 с. Мощность поглощённого сетчаткой света равна $1,98 \cdot 10^{-17}$ Вт. Определите длину волны света. Ответ запишите в нанометрах.

29.7. 2014-405 Рентгеновская трубка, работающая при напряжении $U = 28$ кВ, излучает каждую секунду $n = 2 \cdot 10^{20}$ фотонов частотой $\nu = 2,3 \cdot 10^{17}$ Гц. Сила тока через трубку $I = 10$ А. Определите коэффициент полезного действия трубки.

29.8. 2014-408 Рентгеновская трубка, работающая при напряжении $U = 30$ кВ, излучает каждую секунду $n = 1,8 \cdot 10^{20}$ фотонов частотой $\nu = 1,5 \cdot 10^{17}$ Гц. КПД трубки равен 6,6%. Определите силу тока в рентгеновской трубке.

29.9. 75АВ28 63F984 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.

29.10. 7014AB 934520 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.

29.11. 6CD415 5D87A0 Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \times 10^{-7}$ 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.

29.12. 002D3A Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды. Какую массу воды можно нагреть за 70 с на 10°C , если источник излучает 10^{20} фотонов за 1 с? Считать, что излучение полностью поглощается водой, а теплопотерь в окружающую среду нет.

29.13. 18201 Э-2015-349 Излучением лазера с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м за время $1,25 \cdot 10^4$ с был расплавлен лёд массой 1 кг, взятый при температуре 0°C , и полученная вода была нагрета на 100°C . Сколько фотонов излучает лазер за 1 с? Считать, что 50% излучения поглощается веществом.

Импульс фотона

№24

24.2. 17986 Э-2015 При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором – на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

№29

29.14. F1071D 517253 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 -частицы? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

29.15. 28ABF8 Источник в монохроматическом пучке параллельных лучей за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи падают по нормали на площадку $S = 0,7 \text{ см}^2$ и создают давление $P = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения.

29.16. К-2012-45 Движущаяся нейтральная частица (π^0 -мезон) распалась на два - кванта с энергиями E_1 и E_2 , которые летят в противоположных направлениях. Найдите скорость частицы до распада, если $\frac{E_1}{E_2} = 1,5$.

29.17. 264BDB 7640D4 π_0 -мезон массой $2,4 \times 10^{-28}$ кг распадается на два γ -кванта. Найдите модуль импульса одного из образовавшихся γ -квантов в системе отсчета, где первичный π_0 -мезон покоится.

29.18. 721888 F3F56F Свободный пион (π^0 -мезон) с энергией покоя 135 МэВ движется со скоростью V , которая значительно меньше скорости света. В результате его распада образовались два γ -кванта, причём один из них распространяется в направлении движения пиона, а другой – в противоположном направлении. Энергия одного кванта на 10% больше, чем другого. Чему равна скорость пиона до распада?

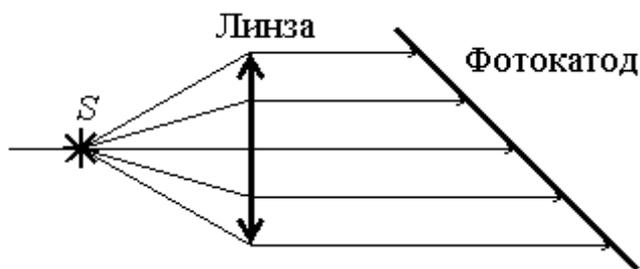
29.19. К-2012-46 На большом адронном коллайдере (БАК) в конце 2009 года проведены первые эксперименты по ускорению протонных сгустков, содержащих $N = 20$ миллиардов частиц, до энергии $E_p = 1,18$ ТэВ = 1180 ГэВ, приходящейся на каждый протон. Представим себе, что такой сгусток полностью поглощается шариком массой $m = 1$ г и теплоемкостью $C = 5$ Дж/К. Какую скорость приобретет после этого шарик и на сколько градусов он нагреется?

5.1.3. Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта

1 закон фотоэффекта

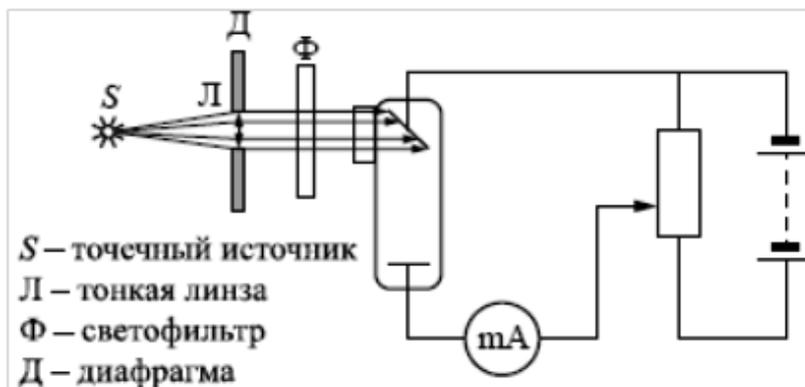
№24

24.3. 17721 AC93C2 В установке по наблюдению фотоэффекта свет от точечного источника S , пройдя через собирающую линзу, падает на фотокатод параллельным пучком. В схему внесли изменение: на место первоначальной линзы поставили другую того же диаметра, но с большим фокусным расстоянием.

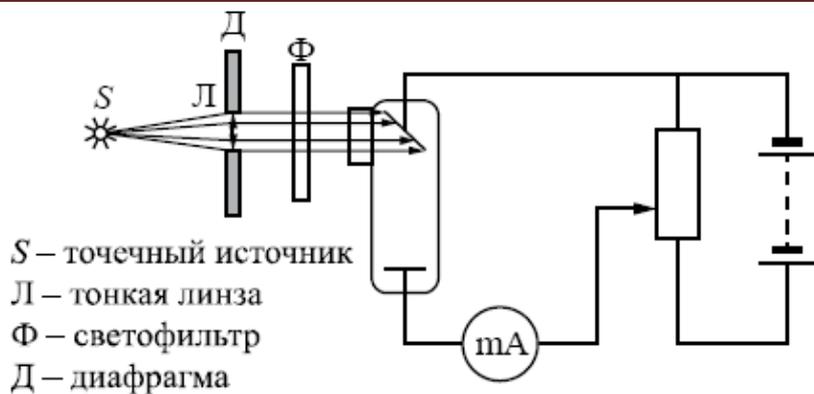


Источник света переместили вдоль главной оптической оси линзы так, что на фотокатод свет снова стал падать параллельным пучком. Как изменился при этом (уменьшился или увеличился) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

24.4. 2013-1 На рисунке представлена схема эксперимента по наблюдению фотоэффекта. Точечный источник S помещён в фокусе линзы L . Линзу L заменили линзой L_1 с меньшим фокусным расстоянием. Точечный источник S поместили в фокусе линзы L_1 . Как изменится при этом (уменьшится или увеличится) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения. Диаметры линз одинаковы.



24.5. 2013-2 На рисунке представлена схема эксперимента по наблюдению фотоэффекта. Точечный источник S помещён в фокусе линзы L . Линзу L заменили линзой L_1 с меньшей оптической силой. Как изменится при этом (уменьшится или увеличится) фототок насыщения? Объясните, почему изменяется фототок насыщения, и укажите, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения. Диаметры линз одинаковы.

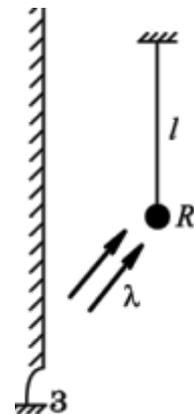


2 закон фотоэффекта

3 закон фотоэффекта

№24

24.6. К-2012-47 Маленький незаряженный металлический шарик, подвешенный на непроводящей нити в вакууме около большой вертикальной заземленной металлической плоскости (см. рисунок), начинают облучать узким пучком монохроматического света, длина волны которого находится в видимом диапазоне. Опишите, как может в дальнейшем изменяться угол наклона нити к вертикали. Силами светового давления можно пренебречь, длина нити подвеса намного больше радиуса шарика, и превышает расстояние от точки подвеса до плоскости.



5.1.4 Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

№29

29.20. К-2013-32 Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из металлической пластины светом с длиной волны $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ м, если красная граница фотоэффекта $\lambda_{кр} = 540$ нм?

29.21. К-2013-42 Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,5$ В. Определите длину волны λ .

29.22. К-2013-43 Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1,9$ В. Определите длину волны λ .

- 29.23.** К-2013-44 Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 220$ нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается?
- 29.24.** К-2013-48 Фотокатод облучают светом с длиной волны 300 нм. Красная граница фотоэффекта фотокатода 450 нм. Вычислите запирающее напряжение U между анодом и катодом.
- 29.25.** К-2013-47 Фотоэффект с поверхности данного металла наблюдается при частоте излучения не менее $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Найдите частоту падающего света, если вылетающие с поверхности металла фотоэлектроны полностью задерживаются сеткой, потенциал которой относительно металла составляет 3 В.
- 29.26.** К-2014-57 При какой температуре газа средняя энергия теплового движения частиц 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?
- 29.27.** 72FC65 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.
- 29.28.** P-2013-1 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) в сосуде, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем с напряженностью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. Какой путь S должен пройти электрон в электрическом поле, чтобы он разогнался до скорости, составляющей 10% от скорости света в вакууме? Релятивистские эффекты не учитывать.
- 29.29.** P-2013-49 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. Какой путь пролетел в этом электрическом поле электрон, если он приобрел скорость $v = 3 \cdot 10^6$ м/с? Релятивистские эффекты не учитывать.
- 29.30.** P-2013-2 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) в сосуде, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется постоянным электрическим полем с напряженностью $E = 1,8 \cdot 10^3$ В/м. За какое время t электрон может разогнаться в электрическом поле до скорости, составляющей 10% от скорости света? Релятивистские эффекты не учитывать.
- 29.31.** P-2013-47 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем. Чему равен модуль напряженности этого поля, если на пути $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м электрон разгоняется до скорости, составляющей 10% от скорости света в вакууме? Релятивистские эффекты не учитывать.

P-2013-48 Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода), помещенной в сосуд, из которого откачан

воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью E . Пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м, он приобретает скорость $v = 3 \cdot 10^6$ м/с. Какова напряженность электрического поля? Релятивистские эффекты не учитывать.

29.32. Репет-2017-3 Фотоэлектроны, выбитые рассеянным монохроматическим светом из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В. Какова частота света ν , если длина тормозного пути у фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль линий напряженности поля E , составляет 8,85 мм?

29.33. Репет-2017-4 Фотоэлектроны, выбитые рассеянным светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$ Гц из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле. Какова напряженность поля E , если длина тормозного пути у фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль линий напряженности поля E , составляет 8,85 мм?

29.34. **18486** CF6142 Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 531$ нм. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла $A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19}$ Дж?

29.35. **22584** Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м, причём вектор напряженности \vec{E} поля направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Измерения показали, что на расстоянии 10 см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 15,9 эВ. Определите работу выхода электронов из данного металла.

29.36. **22619** Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м, причём вектор напряженности \vec{E} направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

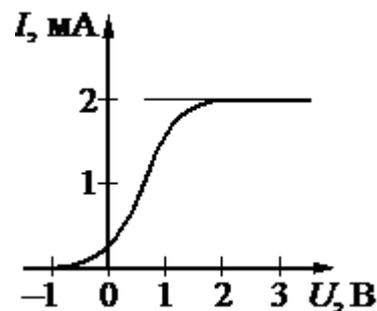
29.37. **18923** BD8A11 На плоскую цинковую пластинку ($A_{\text{вых}} = 3,75$ эВ) падает электромагнитное излучение с длиной волны 0,3 мкм. На какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фотоэлектрон, если задерживающее однородное электрическое поле, перпендикулярное пластинке, имеет напряженность 1 В/см?

29.38. 3926A9 На плоскую цинковую пластинку ($A_{\text{вых}} = 3,75$ эВ) падает электромагнитное излучение с длиной волны 0,3 мкм. Какова напряженность задерживающего однородного электрического поля, вектор напряженности которого перпендикулярен пластине, если фотоэлектрон может удалиться от поверхности пластинки на максимальное расстояние $d = 2,5$ мм?

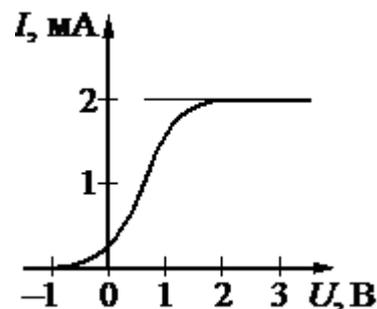
29.39. **18985** 3E43EA На плоскую цинковую пластинку падает электромагнитное излучение. Фотоэлектроны удаляются от поверхности пластинки на расстояние не более 8,75 см в задерживающем однородном электрическом поле, перпендикулярном пластинке. Напряженность поля 100 В/м. Работа выхода электрона с поверхности цинка 3,74 эВ. Какова длина волны падающего излучения?

29.40. **22655** 4E30DA Вольфрамовую пластину облучают светом с длиной волны 200 нм. Каков максимальный импульс вылетающих из пластины электронов, если работа выхода электронов из вольфрама равна 4,54 эВ?

29.41. Демо 2021 83BB19 В опыте по изучению фотоэффекта монохроматическое излучение мощностью $P = 0,21$ Вт падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова частота ν падающего света, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



29.42. **18861** 6C6442 В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой $\nu = 6,1 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света P , если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



29.43. К-2013-45 Катод вакуумного фотоэлемента облучается световым пучком с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм и мощностью $W = 0,5$ Вт. На один электрон, выбитый из катода, приходится $N = 50$ фотонов. При больших ускоряющих напряжениях между катодом и анодом фототок достигает насыщения (все электроны, выбитые из катода в единицу времени, достигают анода). Найти силу фототока насыщения.

29.44. **22623** 3F1F2B Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$ Гц из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В/м. Каков тормозной путь для тех электронов, чья скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля?

29.45. 19794E Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В/м. Какова частота света ν , если длина тормозного пути у фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля \vec{E} , составляет $d = 8,7$ мм?

29.46. 696A12 5D6DB9 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?

29.47. P-2015-3 Фотокатод облучают светом с частотой $\nu = 6,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода соответствует частоте света $\nu_0 = 1,5 \cdot 10^{15}$ Гц. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

29.48. **18954** DD17C6 Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 200$ нм. «Красная граница» фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. Какое напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

- 29.49.** C63D97 BA3ED7 Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Определите длину волны λ .
- 29.50.** 629801 Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,9$ В. Определите длину волны λ .
- 29.51.** 18667 40A8A6 «Красная граница» фотоэффекта для натрия $\lambda_{кр} = 540$ нм. Каково запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих из натриевого фотокатода, освещенного светом с длиной волны $\lambda = 400$ нм? Ответ округлите до десятых.
- 29.52.** 18454 3E3AE5 В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $5,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. «Красная граница» фотоэффекта для кальция $\lambda_0 = 450$ нм. Определите частоту световой волны, освещающей катод. Ёмкостью системы электродов пренебречь.
- 29.53.** 981E06 2BD5FC 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 λ_0 для вещества фотокатода.
- 29.54.** 18635 7149BD Во сколько раз частота света, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода 1 эВ, меньше частоты света, соответствующей «красной границе» фотоэффекта для металла с работой выхода $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж?
- 29.55.** 250AD7 При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов $\Delta U = 5$ В. Какова работа выхода $A_{вых}$, если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?
- 29.56.** К-2009-70 При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов U . Работа выхода электронов из металла $A_{вых} = 2$ эВ. Определите ускоряющую разность потенциалов U , если максимальная энергия ускоренных электронов E_e равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла.
- 29.57.** 18892 0BACBC Частота световой волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для калия, $\nu_1 = 5,33 \cdot 10^{14}$ Гц. Этой волной облучают фотокатод, изготовленный из некоторого (другого) металла. При этом оказалось, что максимальная кинетическая энергия выбитых электронов в 3 раза меньше работы выхода из этого металла. Определите частоту ν_2 , соответствующую «красной границе» фотоэффекта для этого металла.
- 29.58.** 18573 117334 Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если уменьшить длину волны падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите энергию падающих фотонов в первом случае.

- 29.59.** P-2015-4 Катод фотоэлемента освещается монохроматическим светом. При напряжении между катодом и анодом, равном 2 В, ток прекращается. Если уменьшить длину волны падающего свет в 2 раза, то ток в цепи прекратится при напряжении между катодом и анодом, равном 7 В. Рассчитайте работу выхода электронов для материала катода.
- 29.60.** 18699 F31202 Когда на металлическую пластину падает электромагнитное излучение с длиной волны λ , максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 4,5 эВ. Если длина волны падающего излучения равна 2λ , то максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1 эВ. Чему равна работа выхода электронов из металла?
- 29.61.** 18794 A7B3E5 Энергия фотона в потоке фотонов, падающих на поверхность металла, в 2 раза превышает работу выхода электронов из металла. Во сколько раз надо увеличить частоту падающего излучения, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличилась в 2 раза?
- 29.62.** 17517 5BF1E9 При увеличении в 2 раза частоты света, падающего на поверхность металла, задерживающее напряжение для фотоэлектронов увеличилось в 3 раза. Первоначальная частота падающего света была равна $0,75 \cdot 10^{15}$ Гц. Какова длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для этого металла?
- 29.63.** 18830 D-2017 8185D1 При увеличении в 2 раза частоты света, падающего на поверхность металла, запирающее напряжение для вылетающих с этой поверхности фотоэлектронов увеличилось в 3 раза. Первоначальная длина волны падающего света была равна 250 нм. Какова частота, соответствующая «красной границе» фотоэффекта для этого металла?
- 29.64.** K-2013-45 При облучении металла светом с длиной волны 245 нм наблюдается фотоэффект. Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Рассчитайте величину напряжения, которое нужно приложить к металлу, чтобы уменьшить максимальную скорость вылетающих фотоэлектронов в 2 раза.
- 29.65.** Реал-2013-4 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн λ_1 и λ_2 . Какой была частота света во втором опыте ν_2 , если длина волны в первом опыте $\lambda_1 = 350$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?
- 29.66.** 4F59B4 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка облучалась светом с длинами волн соответственно $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $\frac{v_1}{v_2} = 2$ раза. Какова работа выхода металла, из которого изготовлена пластинка?
- 29.67.** Реал-2013-3 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластинка, для которой работа выхода с поверхности металла $A_{\text{вых}} = 1,9$ эВ, облучалась светом с длинами волн λ_1 и λ_2 . Какой была частота света в первом опыте ν_1 , если длина волны во втором опыте $\lambda_2 = 540$ нм, а отношение максимальных скоростей фотоэлектронов $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

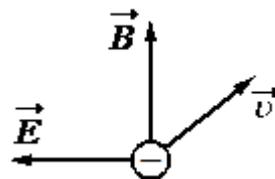
- 29.68.** **22732** 8A9F85 Работа выхода электронов из металла равна $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Задерживающая разность потенциалов для фотоэлектронов, вылетевших с поверхности этого металла под действием излучения с некоторой длиной волны λ , равна 3 В. Чему будет равна задерживающая разность потенциалов для фотоэлектронов в случае длины волны излучения 2λ ?
- 29.69.** **2015 В-545-32** При поочерёдном освещении поверхности некоторого металла светом частотой $\nu_1 = 8,57 \cdot 10^{14}$ Гц и $\nu_2 = 5,56 \cdot 10^{14}$ Гц было обнаружено, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в 2 раза. Рассчитайте работу выхода электронов для этого металла.
- 29.70.** **К-2012-45** В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью $C = 8000$ пФ. При длительном освещении катода светом с частотой $\nu = 10^{15}$ Гц фототок, возникший вначале, прекращается. Работа выхода электронов из кальция $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Какой заряд q при этом оказывается на обкладках конденсатора?
- 29.71.** **К-2012-46** 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.
- 29.72.** **22687** 5BD390 Кванты света с длиной волны 660 нм вырывают с поверхности металла фотоэлектроны, которые описывают в однородном магнитном поле с индукцией 1 мТл окружности максимальным радиусом 2 мм. Определите работу выхода электрона из металла.
- 29.73.** **Репет-2017-1** Фотокатод освещается светом с частотой $1,0 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности равен 2 см. Чему равна работа выхода электронов из вещества фотокатода?
- 29.74.** **17656** К-2017-45 Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 2 см. Какова частота ν падающего света?
- 29.75.** **18518** D4025B Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота ν падающего света?
- 29.76.** **Репет-2017-2** Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны 330 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $6,8 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус

окружности, по которой движутся электроны, если работа выхода электронов из кальция равна $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж?

29.77. К-2017-54 Катод фотоэлемента с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом частотой $1,0 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

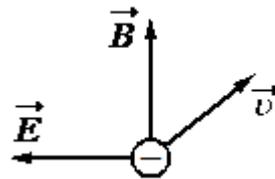
29.78. К-2017-48 Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности, по которой движутся электроны?

29.79. ЗСЕ1А2 Монохроматический свет частотой $6,2 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность фотокатода с работой выхода 2,39 эВ. Электроны, вылетевшие с поверхности фотокатода горизонтально в северном направлении, попадают в электрическое и магнитное поля. Электрическое поле направлено горизонтально на запад, а магнитное – вертикально вверх (см. рисунок).

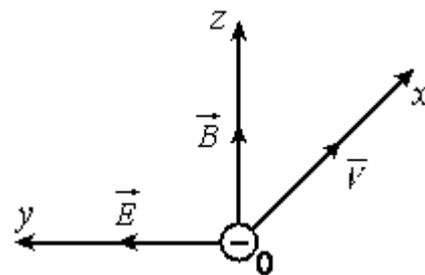


Индукция магнитного поля равна 10^{-3} Тл. При каких значениях напряжённости электрического поля самые быстрые электроны в момент попадания в область полей отклонялись бы на восток?

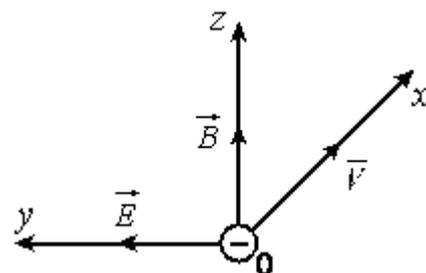
29.80. 19016 В387DC Монохроматический свет частотой $6,2 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность фотокатода с работой выхода A . Электроны, вылетевшие горизонтально в северном направлении, попадают в электрическое и магнитное поля. Электрическое поле направлено горизонтально на запад, а магнитное – вертикально вверх. Какой должна быть работа выхода, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена на восток? Напряжённость электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.



29.81. 22481 17761 F4B3A9 Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox с катода фотоэлемента под действием света, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть напряжённость электрического поля E , чтобы самые быстрые электроны отклонялись в положительном направлении оси Oy ? Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, частота света $6,4 \cdot 10^{14}$ Гц, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.



29.82. 45ЕСЕ8 Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света ν , чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена против оси Oy ?



Работа выхода для вещества катода 2,39 эВ, напряжённость электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.

29.83. 18236 ED45CD 2014-365 Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает число фотонов, если один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

29.84. P-2014-380 Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta \varphi = 15\,000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для падающего на катод света $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Какое количество k фотонов, падающих на катод, приходится в среднем на один выбитый фотоэлектрон, если прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод, в $N = 1000$ раз? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия электронов переходит в энергию света без потерь.

5.1.5. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах

№29

29.85. K-2013-68 Фотон частоты $\nu = 5 \cdot 10^{18}$ Гц летит вдоль оси OX и сталкивается с электроном, при этом наблюдается рассеяние фотона на электроне (так называемый эффект Комптона). В результате рассеяния электрон приобретает скорость $v = 0,2 \cdot 10^8$ м/с, а рассеянный фотон летит в направлении, противоположном направлению оси OX . Считая, что электрон изначально покоился, найти частоту рассеянного фотона. Какой части шкалы электромагнитных волн соответствует эта частота?

5.1.6. Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность

№29

29.86. 28ABF8 Источник в монохроматическом пучке параллельных лучей за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи падают по нормали на площадку $S = 0,7$ см² и создают давление $P = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения.