# Фотоэффект

**1.** 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.

Задание 31 № 3039

**2.** 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.

Задание 31 № 3040

**3.** 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?

Задание 31 № 3041

**4.** 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.

Задание 31 № 3042

**5.** Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны $\lambda$ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1{,}5$ В. Определите длину волны $\lambda$.

Задание 31 № 3043

**6.** 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?

Задание 31 № 3044

**7.** Фотокатод облучают светом с длиной волны 300 нм. Красная граница фотоэффекта фотокатода 450 нм. Вычислите запирающее напряжение $U$ между анодом и катодом.

Задание 31 № 3055

**8.** 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 с поверхности металла?

Задание 31 № 3083

**9.** 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 $S = 0{,}7$ см$^2$ и создают давление $P = 1{,}5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения.

Задание 31 № 3084

**10.** Для измерения величины постоянной Планка $h$ в своё время использовался следующий опыт. В вакуумный фотоэлемент помещался катод из какого-либо металла, окружённый металлическим анодом. Катод облучали светом определённой длины волны (и частоты) и измеряли задерживающее напряжение между катодом и анодом, при котором ток в цепи с фотоэлементом прекращался. Оказалось, что при длине волны света, падающего на фотокатод, равной $\lambda_1 = 250$ нм, задерживающее напряжение было равно $U_1 = 2{,}82$ В, а при освещении светом с частотой $\nu_2 = 1{,}5 \cdot 10^{15}$ Гц оно равнялось $U_2 = 4{,}05$ В. Найдите по этим данным величину постоянной Планка.

Задание 31 № 3673





**11.** 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 напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости $\vec{E}$ направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Дальний Восток. Вариант 1.

Задание 31 № 4513

**12.** Металлическая пластина облучается светом. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м. Вектор напряжённости $\vec{E}$ 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 частоту падающего на пластину света.

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Дальний Восток. Вариант 3.

Задание 31 № 4583

**13.** Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости $\vec{E}$ 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.

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Дальний Восток. Вариант 5.

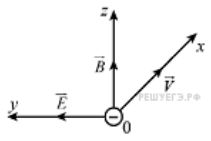
Задание 31 № 4653

**14.** 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, вектор напряжённости $\vec{E}$ которого направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Измерения показали, что на расстоянии 10 см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 15,9 эВ. Чему равен модуль напряжённости электрического поля?

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Дальний Восток. Вариант 6.

Задание 31 № 4688

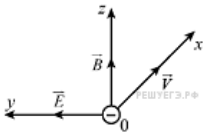
**15.** Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси $OX$ под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть работа выхода $A$ с поверхности фотокатода, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена вдоль оси $OY$ в положительном направлении? Частота света $6{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц, напряжённость электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля $10^{-3}$ Тл.




Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Урал. Вариант 1.

Задание 31 № 4968

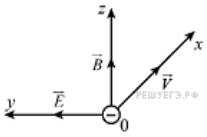
**16.** Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси $OX$ под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света $\nu$, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них 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.




Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Урал. Вариант 2.

Задание 31 № 5178

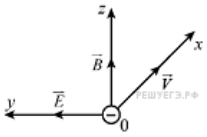
**17.** Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси $OX$ под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Какой должна быть частота падающего света $\nu$, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена в положительном направлении 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.




Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Урал. Вариант 3.

Задание 31 № 5213

**18.** Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси $OX$ под действием света с катода фотоэлемента, 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 $6{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц, индукция магнитного поля $10^{-3}$ Тл.




Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Урал. Вариант 6.

Задание 31 № 5318

**19.** Законы фотоэффекта, как выяснилось недавно, не имеют абсолютного характера. В частности, это касается «красной границы фотоэффекта». Когда появились мощные лазерные источники света, оказалось, что за счёт нелинейных эффектов в среде возможно так называемое многофотонное поглощение света, при котором закон сохранения энергии (формула Эйнштейна для фотоэффекта) имеет вид:

$$n \cdot h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

Какое минимальное число $n$ фотонов рубинового лазера с длиной волны $\lambda = 694{,}3$ нм должно поглотиться, чтобы из вольфрама с работой выхода $A_{\text{вых}} = 4{,}5$эВ был выбит один фотоэлектрон?

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 14.02.2014 вариант ФИ10401.

Задание 31 № 5986

**20.** Законы фотоэффекта, как выяснилось недавно, не имеют абсолютного характера. В частности, это касается «красной границы фотоэффекта». Когда появились мощные лазерные источники света, оказалось, что за счёт нелинейных эффектов в среде возможно так называемое многофотонное поглощение света, при котором закон сохранения энергии (формула Эйнштейна для фотоэффекта) имеет вид:

$$n \cdot h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

Какое минимальное число $n$ фотонов рубинового лазера с длиной волны $\lambda = 488{,}3$ нм должно поглотиться, чтобы из платины с работой выхода $A_{\text{вых}} = 6{,}3$эВ был выбит один фотоэлектрон?

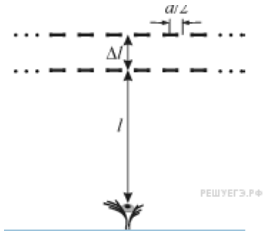




Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 14.02.2014 вариант ФИ10402.

Задание 31 № 6021

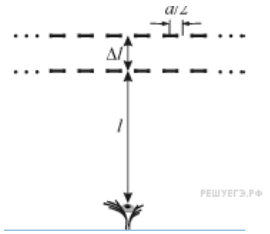
**21.** Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами – рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 5$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 50$ м, а до второго — на $\Delta l = 10$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период $D$ (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.




Источник: МИОО: Диагностическая работа по физике 10.12.2013 вариант ФИ10201.

Задание 31 № 6072

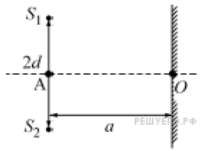
**22.** Пассажир автобуса едет в нём по шоссе и смотрит вбок, на поле, огороженное двумя одинаковыми заборами — рядами тёмного штакетника, параллельными дороге. Зазор между вертикальными штакетинами в каждом из заборов равен их ширине $d/2 = 6$ см, расстояние от наблюдателя до первого забора равно $l = 60$ м, а до второго — на $\Delta l = 15$ м больше. Поле, наблюдаемое пассажиром через первый забор, видно через мелькающий штакетник достаточно хорошо, а то, что пассажир видит сквозь оба забора, пересечено периодическими темными вертикальными полосами. Найдите период $D$ (по горизонтали) этих полос на уровне первого забора, считая, что наблюдение ведётся почти перпендикулярно к заборам.




Источник: МИОО: Диагностическая работа по физике 10.12.2013 вариант ФИ10202.

Задание 31 № 6107

**23.** Расстояние между двумя точечными монохроматическими когерентными источниками света $S_1$ и $S_2$ равно $2d = 1$ мм. Мысленно соединим источники отрезком $S_1S_2$ и восстановим срединный перпендикуляр к этому отрезку (он пересечет $S_1S_2$ в точке A). Расположим плоский экран так, чтобы его середина O лежала на указанном срединном перпендикуляре, а сам экран был перпендикулярен отрезку AO (на рисунке экран показан линией со штриховкой). Каков будет период интерференционных полос вблизи точки O, если $|AO| = a = 1$ м, а длина волны света источников равна $\lambda = 600$ нм. Угол $\varphi$ падения интерферирующих лучей на экран можно считать малым, так что $\sin\varphi \approx \varphi$.




Источник: МИОО: Диагностическая работа по физике 01.04.2014 вариант ФИ10602. Задание 31 № 6177

**24.** Мощность излучения лазерной указки с длиной волны λ = 600 нм равна P = 2 мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.

Источник: ЕГЭ по физике 05.05.2014. Досрочная волна. Вариант 1. Задание 31 № 6221

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

Источник: ЕГЭ по физике 05.05.2014. Досрочная волна. Вариант 2. Задание 31 № 6256

**26.** 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.

Источник: ЕГЭ по физике 05.05.2014. Досрочная волна. Вариант 3. Задание 31 № 6293

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

Источник: ЕГЭ по физике 05.05.2014. Досрочная волна. Вариант 4. Задание 31 № 6329

**28.** Давление света от Солнца, который падает перпендикулярно на абсолютно чёрную поверхность, на орбите Земли составляет около $p = 5 \cdot 10^{-6}$ Па. Оцените концентрацию $n$ фотонов в солнечном излучении, считая, что все они имеют длину волны $\lambda = 500$ нм.

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 06.05.2014 вариант ФИ10701. Задание 31 № 6365

**29.** Солнечная постоянная, то есть мощность света, падающего перпендикулярно на единицу площади на уровне орбиты Земли, составляет примерно $C = 1{,}4$ кВт/м$^2$. В ряде проектов для межпланетных сообщений предлагается использовать давление этого света, идущего от Солнца. Оцените силу давления света на идеально отражающий «парус» площадью $S = 1000$ м$^2$, расположенный на орбите Земли перпендикулярно потоку света от Солнца.

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 06.05.2014 вариант ФИ10702. Задание 31 № 6400

**30.** Два покрытых кальцием электрода, один из которых заземлён, находятся в вакууме. Один из электродов заземлён. К ним подключён конденсатор ёмкостью $C_1 = 20\,000$пФ. Появившийся в начале фототок при длительном освещении прекращается, при этом на конденсаторе возникает заряд $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция $A = 4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны света, освещающего катод.

Источник: РЕШУ ЕГЭ — Предэкзаменационная работа 2014 по физике. Задание 31 № 6478





**31.** В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор емкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд, равный $3{,}3 \cdot 10^{-10}$ Кл. Работа выхода электронов из кальция составляет $4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите длину волны света, освещающего катод. Электроёмкостью системы электродов по сравнению с электроёмкостью конденсатора пренебречь.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 06.02.2015 Вариант ФИ10401. Задание 31 № 6751

**32.** Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A_{вых} = 4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 4$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля $B$?

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 06.02.2015 Вариант ФИ10402. Задание 31 № 6784

**33.** Ныряльщик, находящийся в бассейне, смотрит вверх с глубины $h$ на спокойную поверхность воды и видит через неё, что его тренер стоит на кромке бассейна, причём ступни ног находятся на уровне воды, а голова видна ныряльщику под углом $\varphi = 45^\circ$ к вертикали. Показатель преломления воды $n = 4/3$, расстояние по горизонтали от глаз ныряльщика до ног тренера равно $l = 7$ м, рост тренера $H = 1{,}77$ м. Чему равна глубина $h$, с которой смотрит ныряльщик?

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 12.03.2015 Вариант ФИ10902. Задание 31 № 6873

**34.** Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой: $E_n = -\dfrac{13{,}6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \ldots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана, на уровень с $n = 2$ – серию Бальмера т. д. Найдите отношение $\gamma$ максимальной длины волны фотона в серии Бальмера к максимальной длине волны фотона в серии Лаймана.

Источник: ЕГЭ — 2015. Досрочная волна. Задание 31 № 6913

**35.** Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.

Источник: СтатГрад: Репетиционная работа по физике 17.05.2015 Вариант ФИ10801 Задание 31 № 7131

**36.** 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 напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости $E$ направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

Источник: СтатГрад: Репетиционная работа по физике 17.05.2015 Вариант ФИ10802 Задание 31 № 7163

**37.** 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.

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2016 по физике. Задание 31 № 7203

**38.** Небольшой уединённый металлический шарик долго облучали в вакууме светом с длиной волны $\lambda$ = 300 нм, в результате чего он зарядился и приобрёл потенциал $\varphi$ = 2,23 В. Чему равна работа выхода электрона из этого металла? Ответ выразите в эВ.

Источник: СтатГрад: Тренировочная работа по физике 17.02.2016 Вариант ФИ10303 Задание 31 № 7645





## Ключ

| № п/п | № задания | Ответ |
|---|---|---|