

## 18.3. Фотоэффект. Часть 2

**18.3.20.** Сила тока насыщения, протекающего через вакуумный фотоэлемент при его освещении,  $I_n = 4,8 \cdot 10^{-10}$  А. Определите число электронов, испускаемых катодом фотоэлемента в одну секунду, и полный заряд, проходящий через фотоэлемент за одну минуту.

**18.3.21.** На катод фотоэлемента падает световой поток мощностью  $P = 30$  мВт. На каждые  $n = 12$  квантов света, упавших на катод, в среднем приходится один выбитый фототок. Определите силу тока насыщения фотоэлемента. Частота падающего света  $\nu = 2 \cdot 10^{15}$  Гц.

**18.3.22.** При освещении фотоэлемента светом с длиной волны  $\lambda = 180$  нм получили вольт-амперную характеристику, представленную на рисунке 18.3.1. Пользуясь данной вольт-амперной характеристикой, определите: а) работу выхода электрона из фотокатода; б) число электронов, выбиваемых из фотокатода в единицу времени.

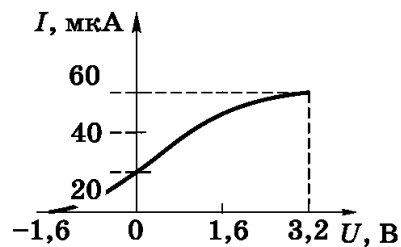


Рис. 18.3.1

**18.3.23.** Если освещать медный шарик радиусом  $r = 0,5$  см светом с длиной волны, вдвое меньшей красной границы фотоэффекта, то шар заряжается. Какой заряд приобретает шар?

**18.3.24.** Уединенный железный шарик облучают светом с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. До какого максимального потенциала зарядится шарик, теряя фототок? Работа выхода электрона из железа  $A = 4,36$  эВ.

**18.3.25.** Уединенную металлическую сферу радиусом  $R = 1$  см облучают светом, и она испускает фототок. Сколько электронов она может испустить, если фотоэффект прекращается при возникновении вблизи поверхности сферы электрического поля напряженностью  $E = 40$  В/м? Поле фототок пренебречь.

**18.3.26.** Вакуумный фотоэлемент (рис. 18.3.2) является источником тока. Чему равна ЭДС этого источника (т. е. разность потенциалов на клеммах разомкнутого источника), если на фотоэлемент падает свет с частотой  $\nu$ ? Работа выхода электрона из материала катода равна  $A$ .

**18.3.27.** При освещении вакуумного фотоэлемента (отключенного от электрической цепи) желтым светом длиной волны  $\lambda_1 = 600$  нм он заряжается до разности потенциалов  $\Delta\phi_1 = 1,2$  В. До какой разности потенциалов зарядится этот фотоэлемент при освещении его фиолетовым светом с длиной волны  $\lambda_2 = 400$  нм?

**18.3.28.** В фотоэлементе (рис. 18.3.3) катод, изготовленный из материала с работой выхода  $A = 6 \cdot 10^{-19}$  Дж, облучают светом с длиной волны  $\lambda = 2 \cdot 10^{-7}$  м. Чтобы избавиться от объемного заряда, между сеткой С и катодом создана ускоряющая разность потенциалов  $\Delta\phi_1 = 2$  В. Чему должна быть равна разность потенциалов между сеткой С и анодом, чтобы фототок прекратился?

**18.3.29.** Вакуумный фотоэлемент состоит из центрального катода (вольфрамового шарика) и анода (внутренней поверхности посеребренной изнутри колбы). Контактная разность потенциалов между электродами  $U_0 = 0,6$  В ускоряет вылетающие электроны. Фотоэлемент освещают светом с длиной волны  $\lambda = 230$  нм. Какую задерживающую разность потенциалов  $U$  надо приложить между электродами, чтобы фототок прекратился? Какая скорость  $v$  будет

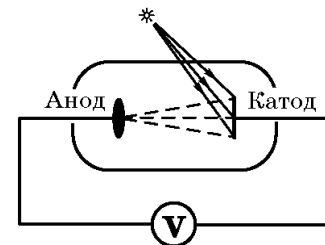


Рис. 18.3.2

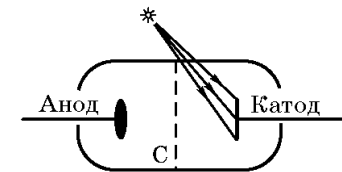


Рис. 18.3.3

у электронов, когда они долетят до анода, если не прикладывать между катодом и анодом разности потенциалов?

**18.3.30.** Фотоны с энергией  $E = 4,9$  эВ выбивают электроны из металла, работа выхода электрона из которого  $A = 4,5$  эВ. Определите максимальный импульс, передаваемый поверхности металла каждым вылетевшим электроном.

**18.3.31.** Плоскую алюминиевую пластинку освещают ультрафиолетовыми лучами с длиной волны  $\lambda = 83$  нм. На какое максимальное расстояние от поверхности пластинки может удалиться фототок, если вне пластинки создано перпендикулярное ей задерживающее однородное электрическое поле напряженностью  $E = 7,5$  В/см? Красная граница фотоэффекта для алюминия  $\lambda_0 = 332$  нм.

**18.3.32.** Плоскую серебряную пластинку освещают светом с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. Выбиваемые светом фототок попадают в однородное тормозящее электрическое поле, линии напряженности которого перпендикулярны поверхности пластинки. На расстоянии  $l = 1$  мм от поверхности пластинки максимальный импульс выбитых электронов, вылетающих перпендикулярно поверхности пластинки,  $p_{\max} = 5 \cdot 10^{-25}$  кг · м/с. Найдите напряженность тормозящего поля, если работа выхода электрона из серебра  $A = 4,74$  эВ.

**18.3.33.** Плоскую пластинку из калия освещают светом с длиной волны  $\lambda = 400$  нм. Вблизи поверхности пластинки создано однородное электрическое поле напряженностью  $E = 50$  В/м. Поле перпендикулярно пластине и направлено к ней. Спустя какое время после вылета из пластинки фотоэлектрон потеряет треть своей начальной скорости? Считать, что электрон вылетает с максимальной скоростью перпендикулярно поверхности пластинки. Красная граница фотоэффекта для калия  $\lambda_0 = 577$  нм.

**18.3.34.** Незаряженный плоский конденсатор с пластинами площадью  $S = 6 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup> каждая и расстоянием между ними  $d = 10$  мм помещен в вакуум. Внутреннюю поверхность одной из пластин равномерно освещают светом с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. Вылетающие фотоэлектроны попадают на другую пластину. Оцените, через какое время после начала освещения фототок между пластинами прекратится, если в среднем за время  $t = 1$  с вылетает  $n = 10^5$  электронов. Работа выхода электрона из вещества пластины  $A = 3$  эВ.

Ответы:

$$\mathbf{18.3.20.} \quad n = \frac{I_{\text{н}}}{e} = 3 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1};$$

$$q = I_{\text{н}} t = 2,88 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$$

$$\mathbf{18.3.21.} \quad I_{\text{н}} = \frac{eP}{nh\nu} = 302,1 \text{ мкА.}$$

**18.3.22.**

$$\text{а) } A = \frac{hc}{\lambda} - eU = 8,47 \cdot 10^{-19} \text{ Дж};$$

$$\text{б) } n = \frac{I}{e} = 3,75 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}.$$

$$\mathbf{18.3.23.} \quad q = \frac{Ar}{ke} = 3,97 \cdot 10^{-12} \text{ Кл,}$$

где  $k = 9 \cdot 10^9$  м/Ф — электрическая постоянная.

$$\mathbf{18.3.24.} \quad \varphi = \frac{hc - \lambda A}{e\lambda} \approx 1,85 \text{ В.}$$

$$\mathbf{18.3.25.} \quad N = \frac{ER^2}{ke} \approx 2,8 \cdot 10^6.$$

$$\mathbf{18.3.26.} \quad \mathcal{E} = \frac{h\nu - A}{e} \text{ при } h\nu > A;$$

$$\mathcal{E} = 0 \text{ при } h\nu \leq A.$$

$$\mathbf{18.3.27.} \quad \Delta\varphi_2 = \Delta\varphi_1 + \frac{hc(\lambda_1 - \lambda_2)}{e\lambda_1\lambda_2} \approx 2,23 \text{ В.}$$

$$\mathbf{18.3.28.} \quad \Delta\varphi = \Delta\varphi_1 + \frac{hc - \lambda A}{e\lambda} = 4,46 \text{ В.}$$

$$\mathbf{18.3.30.} \quad p = \frac{E}{c} + \sqrt{2m_e(E - A)} \approx$$

$$\approx 3,44 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

$$\mathbf{18.3.31.} \quad s = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{eE\lambda_0\lambda} \approx 1,5 \text{ см.}$$

$$\mathbf{18.3.32.} \quad E \approx 608 \text{ В/м.}$$

$$\mathbf{18.3.33.} \quad \Delta t = \frac{1}{3eE} \sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda_0\lambda}} \approx 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ с.}$$

$$\mathbf{18.3.34.} \quad \Delta t = \frac{\varepsilon_0(hc - \lambda A)S}{ne^2\lambda d} \approx 106,4 \text{ с.}$$