

16 Формулы для фотоэффекта

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта позволяет объяснить все экспериментально установленные законы фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{к. max}}, \quad (1)$$

где $h\nu$ — энергия фотона, $A_{\text{вых}}$ — *работа выхода*¹ (см. справочные таблицы), $E_{\text{к. max}}$ — *максимальная кинетическая энергия* фотоэлектронов.

Формула (1) есть закон сохранения энергии: энергия фотона идет на совершение работы по «вытаскиванию» электрона из вещества и на придание электрону кинетической энергии.

Работа выхода вычисляется через красную границу фотоэффекта²:

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \quad (2)$$

Минимальная частота $\nu_{\text{кр}}$ («критическая частота»), при которой еще возможен фотоэффект, есть частота, при которой преломляется полученный из эксперимента график зависимости максимальной кинетической энергии $E_{\text{к. max}}$ фотоэлектронов от частоты ν света (рис. 1, слева; облучаемое вещество не меняется). Ход графика на рис. 1 (слева) объясняется формулой (1), если в ней выразить энергию $E_{\text{к. max}}$ и учесть, что энергия не может быть отрицательна.

Запирающее напряжение ($U_{\text{з}}$ [В]) — это минимальная величина напряжения в опыте по исследованию явления фотоэффекта, при котором фототок равен нулю (это значит, что фотоэлектроны практически достигают анода, но их скорость у анода равна нулю).

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов находится через запирающее напряжение³:

$$E_{\text{к. max}} = eU_{\text{з}}, \quad (3)$$

где e — заряд электрона (см. таблицы).

Запирающее напряжение $U_{\text{з}}$ есть напряжение, при превышении которого появляется фототок (см. график зависимости фототока $I_{\text{ф}}$ от напряжения U при постоянных мощности и частоте света на рис. 1, справа; при достаточно больших положительных напряжениях ток достигает предельной величины $I_{\text{н}}$, называемой *током насыщения*).

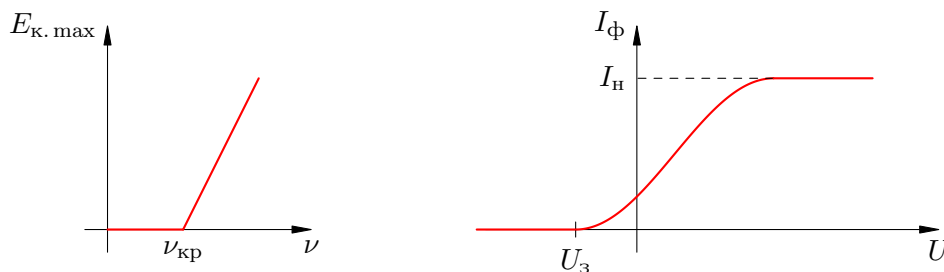


Рис. 1. Зависимости $E_{\text{к. max}}(\nu)$ и $I_{\text{ф}}(U)$ для фотоэффекта

¹Минимальная энергия, которую нужно сообщить электрону, чтобы он покинул вещество.

²Красная граница фотоэффекта ($\nu_{\text{кр}}$) — термин, *не связанный с цветом* света! Для избежания лишних ассоциаций вместо этого термина используют термин «критическая частота».

³Фактически это запись закона изменения энергии: работа электрического поля равна изменению механической энергии тела.