

Тема: Квантовая гипотеза Планка. Фотоны. Внешний фотоэлектрический эффект. Внутренний фотоэффект. Типы фотоэлементов.

Изучите внимательно главу 11 Световые кванты учебника **Мякишев Г.Я. Физика.11 класс:** учебник для общеобразоват. учреждений: базовый уровень -5-е изд.-М.: Просвещение, 2011, а также опорный конспект (см.ниже)

Выполните краткий конспект темы урока в тетради, решите задачи, ответьте на вопросы.

Отчет о выполненной работе отправьте по электронной почте на yun707@yandex.ru. При отправлении укажите фамилию и свою учебную группу, в Теме НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ и НАЗВАНИЕ ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЫ.

Гипотеза Планка: Атомы испускают электромагнитную энергию не непрерывно, а отдельными порциями – **квантами** (фотонами). Энергия **E** каждой порции прямо пропорциональна частоте **ν** излучения:

$$E = h\nu$$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка.

Фотон - частица электромагнитного поля; не имеет электрического заряда, существует только в движении ($m_0 = 0$); движется со скоростью света.

Импульс фотона определяется:

$$p = \frac{E}{c} = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad [p] = \text{кг} \cdot \text{м/с}$$

Фотоэффект – это вырывание электронов из вещества под действием света.



Законы внешнего фотоэффекта

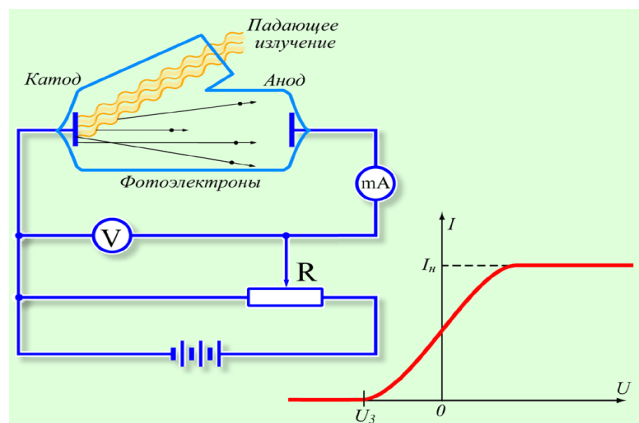
Первый закон: Фототок насыщения пропорционален световому потоку, падающему на катод ($I_n \sim \Phi$)

I_n – ток насыщения

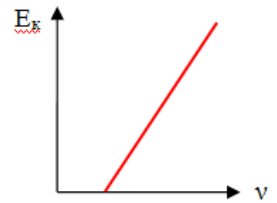
U_3 – запирающее или задерживающее напряжение (напряжение, при котором прекращается фототок)

Максимальное значение кинетической энергии электронов:

$\frac{mv^2}{2} = eU_3$, где $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона, v – скорость электронов, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд электрона



Второй закон: Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно растет с частотой света и не зависит от его интенсивности ($E_k \sim \nu$)



Если частота света меньше определенной для данного вещества минимальной частоты ν_{\min} , то фотоэффект не происходит

$$\begin{aligned} h\nu &= A + E_k \\ h\nu &= A + \frac{mv^2}{2} \end{aligned}$$

- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, где A – работа выхода электронов, E_k – максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Работа выхода – это минимальная энергия, которую надо сообщить электрону, чтобы он покинул металл. Работа выхода зависит от вещества.

$$\nu_{\min} = \frac{A}{h}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{A}$$

Если $\nu < \nu_{\min}$ или $\lambda > \lambda_{\max}$ то фотоэффект не возникнет

ν_{\min} – предельную частоту и λ_{\max} – предельную длину волны называют **красной границей фотоэффекта**

Третий закон: Для каждого вещества существует максимальная длина волны, при которой фотоэффект еще наблюдается. При больших длинах волн фотоэффекта нет.

Применение

- Давление света
- Химическое действие света
- Фоторезистор
- Полупроводниковые фотоэлементы
- Фотодиоды, светодиоды
- Фотоумножитель

Вопросы и задания для повторения

1. Почему в опытах Герца не видимое, а ультрафиолетовое излучение вызывало фотоэффект?
2. Цинковая пластинка, заряженная отрицательно, теряет свой заряд при облучении ультрафиолетовым светом. Что представляет собой это утверждение: а) гипотезу, б) явление, в) формулировку закона, г) определения понятия?
3. Как изменится кинетическая энергия электронов при фотоэффекте, если, не изменяя частоту, увеличить световой поток в 2 раза?
4. Какие факторы определяют красную границу фотоэффекта?
5. Ученик, объясняя уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, сказал: «Энергия падающего света равна работе выхода электронов и кинетической энергии их движения». В чём неточность ответа?
6. Можно ли фотон считать материальным объектом, если его масса равна нулю?
7. Приведите примеры применения фотоэлементов в технике. Чем принципиально отличаются фоторезисторы от фотодиодов?

Задачи:

1. Найти красную границу фотоэффекта для калия ($A = 0,35 \text{ аДж} = 0,35 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$) ($\nu_{\min} = \frac{A}{h}$)
2. Возникнет ли фотоэффект в цинке под действием облучения, имеющего длину волны 450 нм? ($A = 0,67 \text{ аДж} = 0,67 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$) ($\lambda_{\max} = \frac{hc}{A}$)
3. Найти максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вырванных с катода, если запирающее напряжение равно 1,5 В ($E_k = eU_z$)
4. Какую максимальную кинетическую энергию имеют фотоэлектроны при облучении железа светом с длиной волны 200 нм? Красная граница фотоэффекта для железа 288 нм ($h\nu = A + E_k$, $\lambda_{\max} = \frac{hc}{A}$, $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$)
5. Определить энергию и импульс фотонов, соответствующих наиболее длинным ($\lambda = 760 \text{ нм}$) и наиболее коротким ($\lambda = 380 \text{ нм}$) волнам видимой части спектра ($E = \frac{hc}{\lambda}$, $p = \frac{h}{\lambda}$)