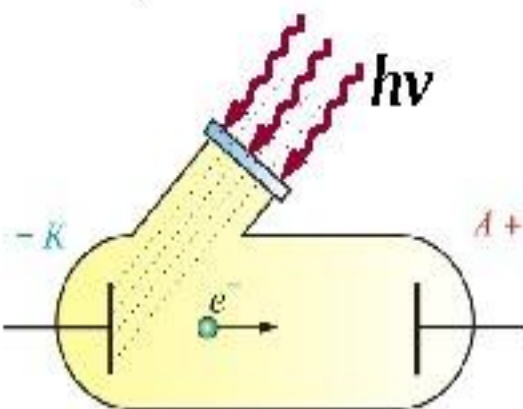


**Подготовка к ЕГЭ**

**тема**

**«Решение задач  
на фотоэффект»**

**Внешний фотоэффект** – испускание электронов веществом под действием электромагнитного излучения.



энергия фотона  $h\nu = \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} + A$  – уравнение Эйнштейна

кинетическая энергия электрона

работа выхода электронов из металла (зависит только от свойств металла)

$h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$  – постоянная Планка

$\nu_{\text{кр}} = \frac{A}{h}$  – красная граница фотоэффекта

$\nu < \nu_{\text{кр}}$   
 $\lambda > \lambda_{\text{кр}} = \frac{c}{\nu_{\text{кр}}}$  } фотоэффекта нет  
 энергии фотона недостаточно для выбивания электрона

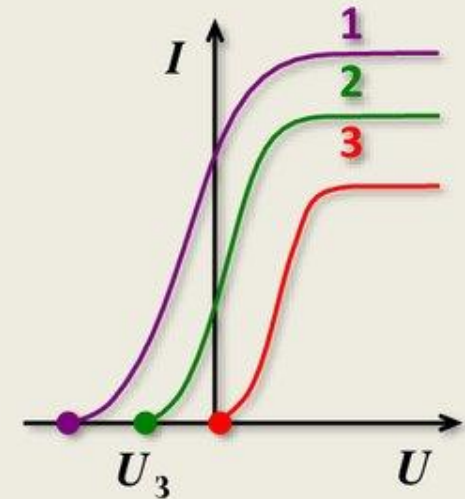
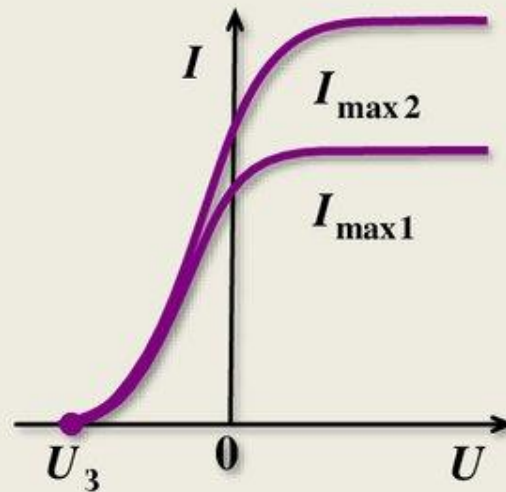
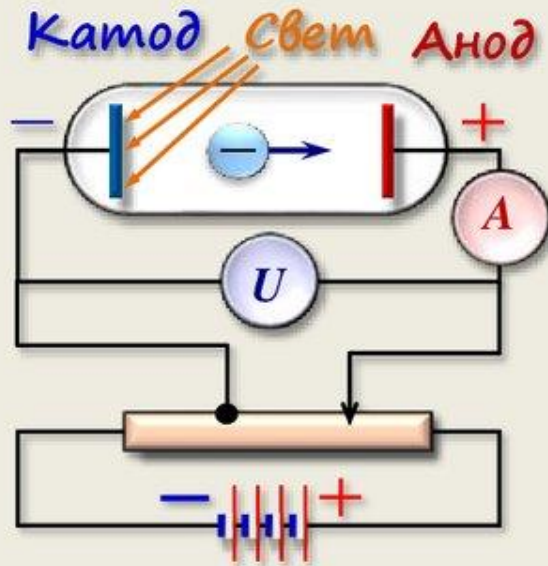
$\frac{mV_{\text{max}}^2}{2} = h\nu - A \Rightarrow$  Для данного материала **кинетическая энергия электрона зависит только от энергии падающего фотона** (не зависит от их количества, т.е. интенсивности света)

# Фотоэффект.

Внешний фотоэффект – это выбивание электронов из вещества под действием света.

При освещении катода в цепи возникает электрический ток (рис.).

Фотоэффект подтверждает корпускулярные свойства света.



**Задерживающее напряжение  $U_3$ , В:**

Напряжение между анодом и катодом, при котором прекращается фототок:

$$eU_3 = \frac{m_0 v_{\max}^2}{2}.$$




$$\frac{m_0 v_{\max}^2}{2}$$

— максимальная кинетическая энергия выбитых электронов.



# Законы фотоэффекта

Ток насыщения- максимальное значение силы тока (определяется числом электронов, испущенным за 1с освещённым электродом)

-  1 Фототок насыщения пропорционален интенсивности света, падающего на это вещество
-  2 Кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от частоты
-  3 Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта ( $\nu_{кр}$ ), наименьшая частота  $\nu_{min}$ , при которой еще возможен фотоэффект.

при  $\nu < \nu_{кр}$  фотоэффекта не будет

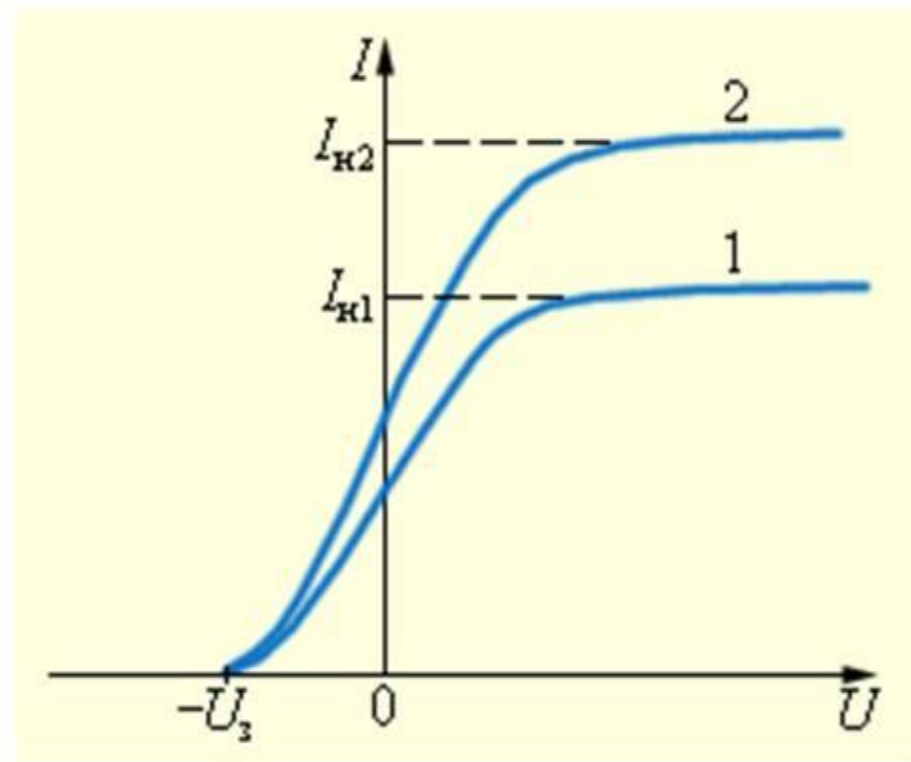


# Первый закон фотоэффекта

**Фототок насыщения прямо пропорционален интенсивности света, падающего на катод.**

Т.к. сила тока определяется величиной заряда, а световой поток - энергией светового пучка, то можно сказать:

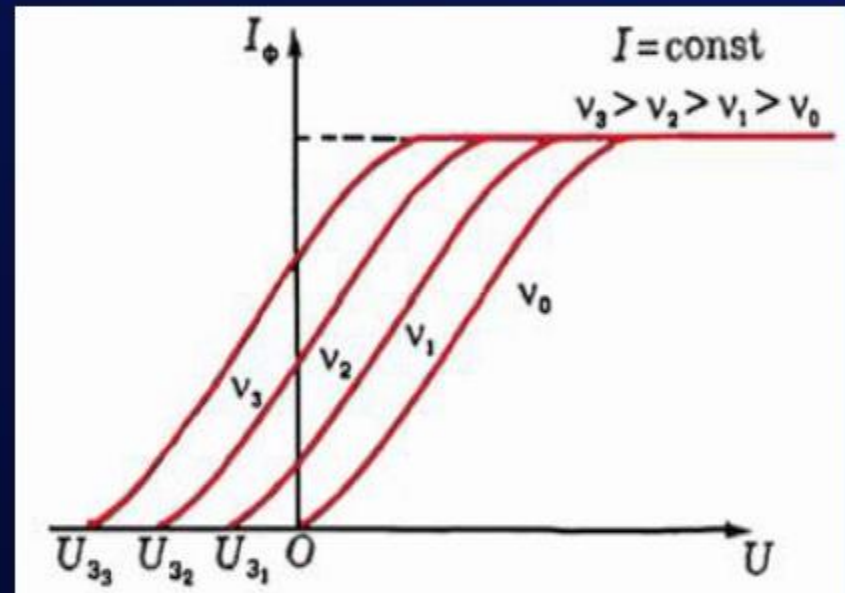
*число электронов, выбиваемых за 1 с из вещества, пропорционально интенсивности света, падающего на это вещество*





# Второй закон фотоэффекта.

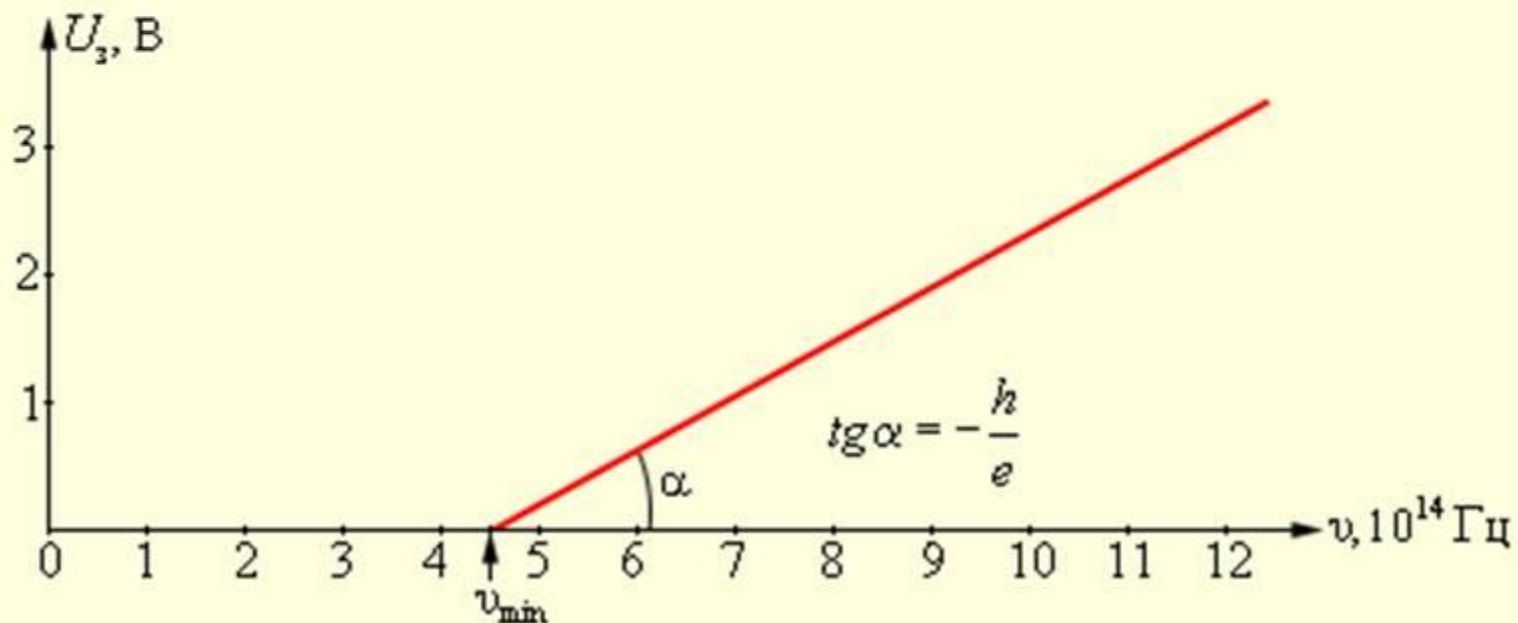
Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с частотой света и не зависит от его интенсивности.



$$e \cdot U_3 = \frac{m \cdot v_{\max}^2}{2}$$

# Третий закон фотоэффекта

Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта, т. е. существует наименьшая частота  $\nu_{\min}$ , при которой еще возможен фотоэффект.



# Закономерности фотоэффекта:

- Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с увеличением частоты света  $\nu$  и не зависит от его интенсивности.
- Для каждого вещества существует так называемая **красная граница фотоэффекта**, т. е. наименьшая частота  $\nu_{\min}$ , при которой еще возможен внешний фотоэффект.
- Число фотоэлектронов, вырываемых светом из катода за 1 с, прямо пропорционально интенсивности света.
- Фотоэффект практически безынерционен, фототок возникает мгновенно после начала освещения катода при условии, что частота света  $\nu > \nu_{\min}$ .

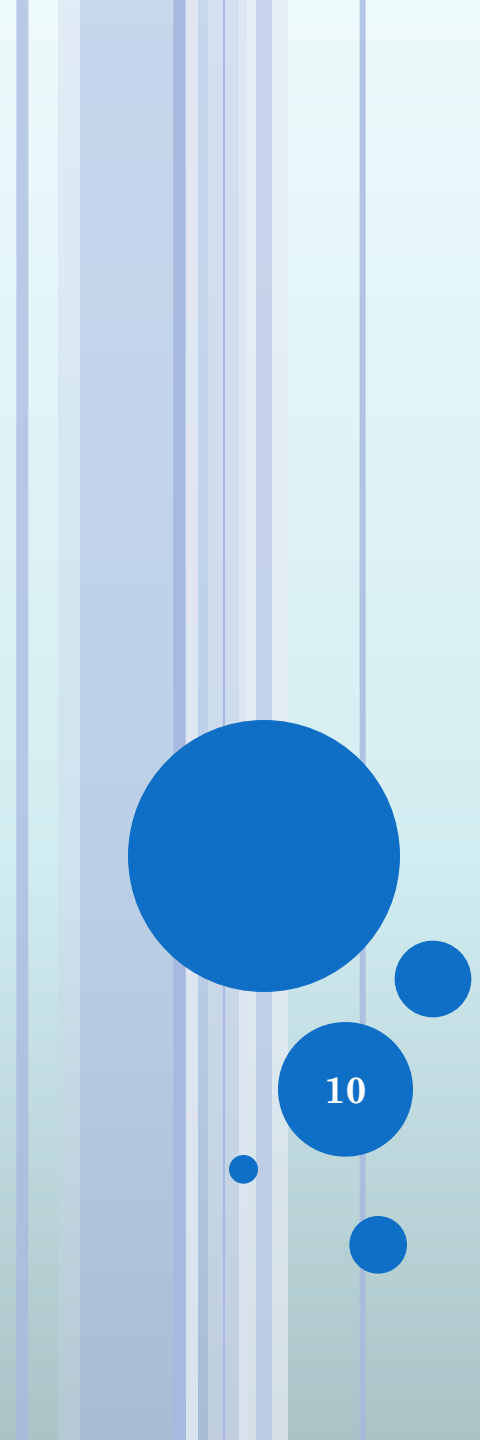


# Фотоэффект

## *Применение фотоэффекта*

Фотоэффект нашел широкое применение в технике. Вакуумные фотоэлементы используются в турникетах метро, системах защитной и аварийной сигнализации, фотоэкспонометрах, военной технике, системах связи, считывании светового сигнала, проходящего через звуковую дорожку киноплёнки, и т. д.



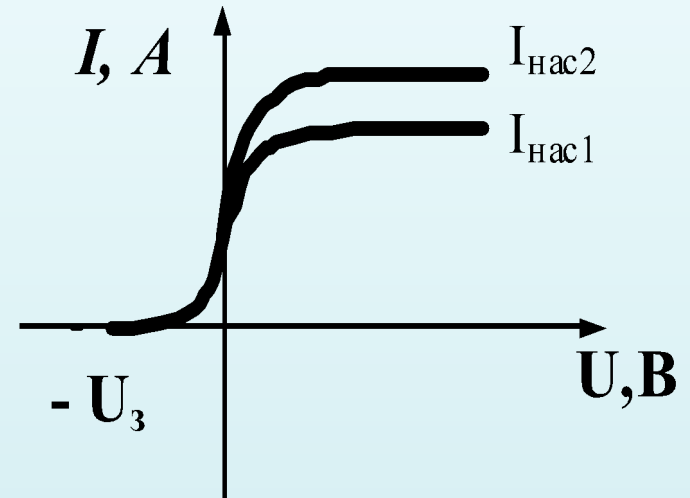


# ГРАФИКИ ЗАВИСИМОСТЕЙ ВЕЛИЧИН ПРИ ФОТОЭФФЕКТЕ

10

## ЗАВИСИМОСТЬ СИЛЫ ФОТОТОКА ОТ ПРИЛОЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

$$N_{\phi 2} > N_{\phi 1}$$



Чем выше расположен график, тем больше ток насыщения, тем больше интенсивность падающего света.

Интенсивность падающего света пропорциональна числу электронов,

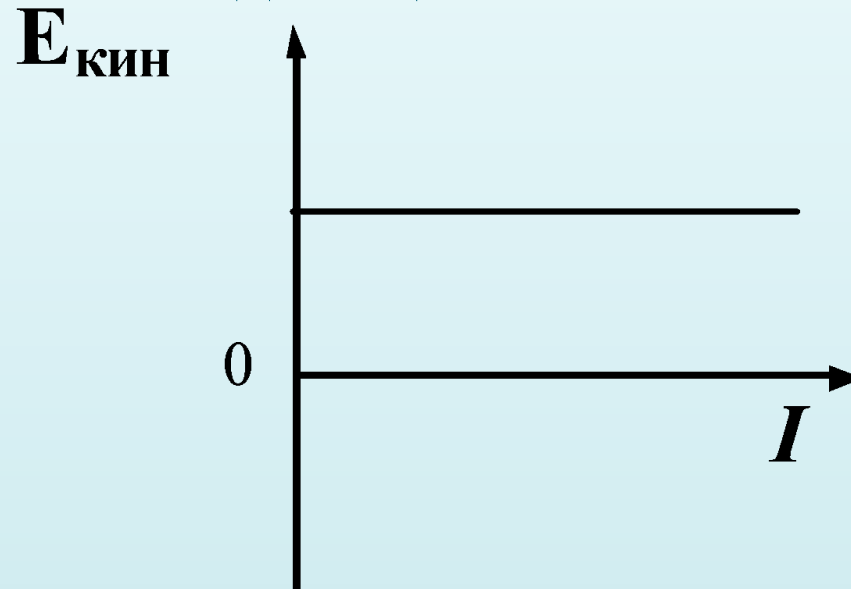
вырванных из металла:

$N_{\phi 2}$   
- максимальное число фотонов

$N_{\phi 1}$   
- минимальное число фотонов



## ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНОВ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ПАДАЮЩЕГО СВЕТА



Максимальная кинетическая энергия электронов

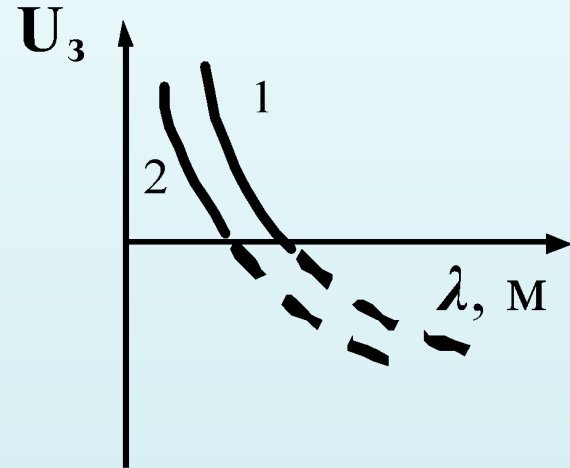
$$E_{\text{к}} > 0$$

не зависит от интенсивности падающего света.

# ЗАВИСИМОСТЬ ЗАДЕРЖИВАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

**Задерживающее напряжение** - это напряжение при котором все выбитые из катода электроны тормозятся у анода, после чего возвращаются назад,  
- зависит от максимальной кинетической энергии, которую имеют вырванные светом электроны  
- не изменяется при изменении интенсивности света.

$U_3$



$$eU_3 = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

График - гипербола, смещенная по оси абсцисс  
вниз

$$U_3 = \frac{\frac{ch}{\lambda} - A_{\text{вых}}}{e}$$

# ЗАВИСИМОСТЬ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ФОТОЭЛЕКТРОНОВ ОТ ЭНЕРГИИ ПАДАЮЩИХ НА ВЕЩЕСТВО ФОТОНОВ

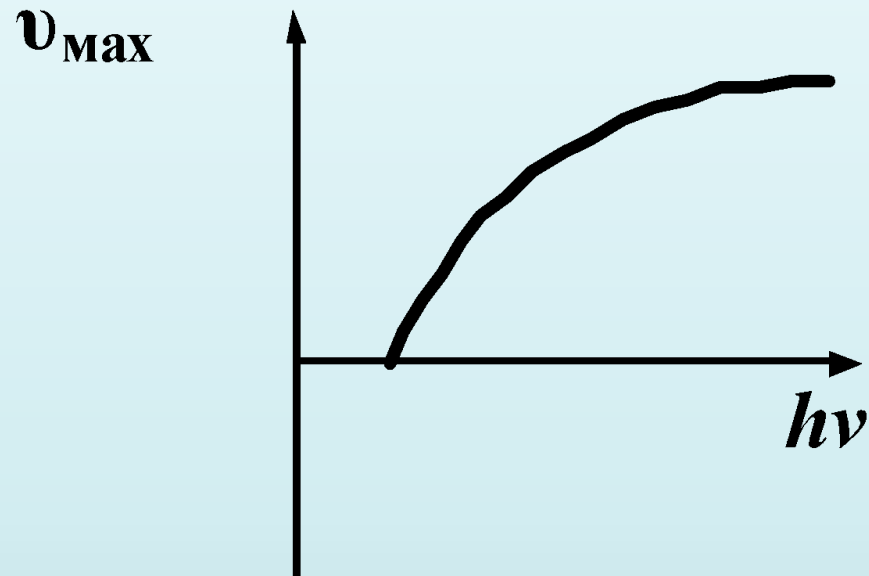


График – ветвь параболы, смещенная по оси абсцисс вправо

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2(h\nu - A_{\text{вых}})}{me}}$$



# ПРЯМАЯ ЭЙНШТЕЙНА

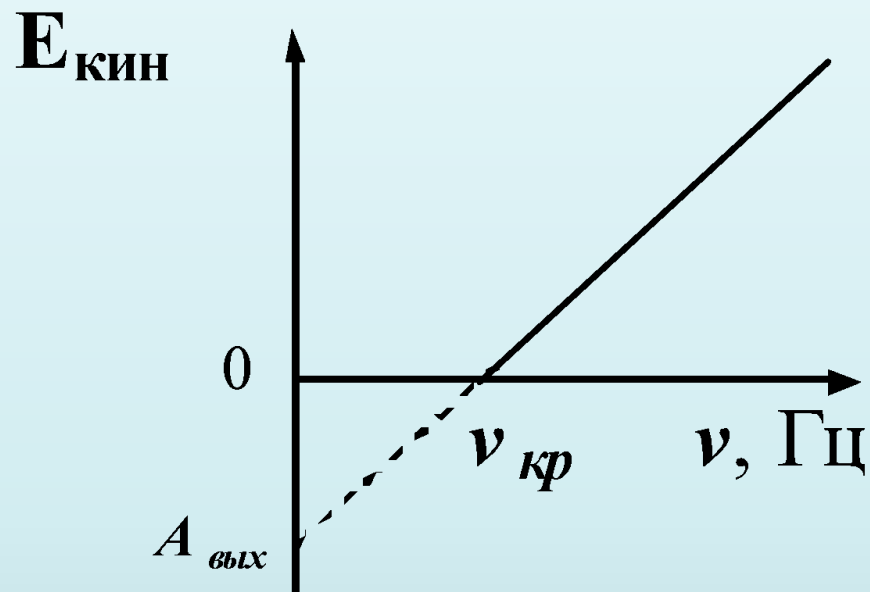


График - прямая линия, точка пересечения с осью частот дает красную границу фотоэффекта

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



16

# Задача 1

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта представляет собой применение к данному явлению закона сохранения

1. импульса
2. заряда
3. энергии
4. момента импульса



## ЗАДАЧА 2

При изучении фотоэффекта увеличили частоту излучения без изменения светового потока. При этом...

- 1) Увеличилось количество вылетающих из металла электронов
- 2) **Увеличилась скорость вылетающих электронов**
- 3) Увеличилась сила фототока насыщения
- 4) Увеличилась работа выхода электронов из металла

**Решение.** Согласно II закону фотоэффекта при увеличении частоты света увеличится линейно связанная с частотой кинетическая энергия, соответственно и скорость.

## ЗАДАЧА 3

При фотоэффекте с увеличением длины волны падающего света работа выхода фотоэлектронов

1. уменьшается
2. увеличивается
3. не изменяется
4. увеличивается или уменьшается в зависимости от кинетической энергии фотоэлектронов

**Решение.** Согласно III закону фотоэффекта, каждому веществу соответствует

Своя красная граница фотоэффекта.

Запишем формулу для расчета работы выхода

$$A = h\nu_{кр} = \frac{ch}{\lambda_{кр}}$$

Следовательно, при увеличении длины волны, работа выхода уменьшается.

## ЗАДАЧА 4

При увеличении интенсивности света, падающего на фотокатод

1. уменьшается максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
2. **увеличивается число фотоэлектронов**
3. увеличивается скорость фотоэлектронов
4. увеличивается работа выхода электронов

**Решение.** По I закону фотоэффекта увеличение интенсивности света приводит к увеличению числа фотоэлектронов



## ЗАДАЧА 5

Какое (-ие) из утверждений справедливо (-ы)?

А. Максимальная кинетическая теория фотоэлектронов линейно возрастает с частотой и не зависит от интенсивности света.

Б. Максимальная кинетическая теория фотоэлектронов обратно пропорциональна частоте света и зависит от интенсивности света.

- 1) **только А**
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

## ЗАДАЧА 6

Одним из фактов, подтверждающих квантовую природу света, является внешний фотоэффект. Фотоэффект- это

- А. возникновение тока в замкнутом контуре или разности потенциалов на концах разомкнутого контура при изменении магнитного потока, пронизывающего контур.
- Б. выбивание электронов с поверхности металла под действием света.
- В. Взаимное проникновение соприкасающихся веществ вследствие беспорядочного движения составляющих их частиц.

Какое (-ие) из утверждений справедливо (-ы)?

- 1) Только А
- 2) **Только Б**
- 3) Только В
- 4) А и В

## ЗАДАЧА 7

В опытах по фотоэффекту взяли металлическую пластину с работой выхода  $3,5$  эВ и стали освещать ее светом с частотой  $3 \cdot 10^{15}$  Гц. Затем частоту падающего света увеличили в 2 раза, а интенсивность падающего света оставили прежней. В результате этого максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

1. увеличилась в 2 раза
2. не изменилась
3. увеличилась более чем в 2 раза
4. фотоэлектронов нет ни в первом, ни во втором случае

**Решение.** 1. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

2. Выразим в эВ:

$$h\nu = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{19,8 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 12,375 \text{ эВ}$$

3. Вычислим для 1 случая

4. Вычислим для 2 случая

$$E_{\text{кин}1} = h\nu - A_{\text{вых}} \quad E_{\text{кин}1} = 12,375 \text{ эВ} - 3,5 \text{ эВ} = 8,875 \text{ эВ}$$

$$E_{\text{кин}2} = 2h\nu - A_{\text{вых}}$$

5. Сравним  $E_{\text{кин}2} = 2h\nu - A_{\text{вых}} = (2 \cdot 12,375 - 3,5) \text{ эВ} = 21,25 \text{ эВ}$

$$\frac{E_{\text{кин}2}}{E_{\text{кин}1}} = \frac{21,25}{8,875} = 2,394$$

## ЗАДАЧА 8

В опытах по фотоэффекту взяли металлическую пластину с работой выхода  $3,4 \cdot 10^{-19}$  Дж и стали освещать ее светом с частотой  $3 \cdot 10^{14}$  Гц. Затем частоту увеличили в 2 раза, оставив неизменным число фотонов, падающих на пластину за 1 с. В результате число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1с:

1. не изменилось
2. стало не равным нулю
3. увеличилось в два раза
4. увеличилось менее чем в 2 раза

**Решение.** 1. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

2. Вычислим энергию кванта и сравним с работой выхода::

$$E = h\nu_{\text{кр}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{14} = 19,8 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} = 1,98 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

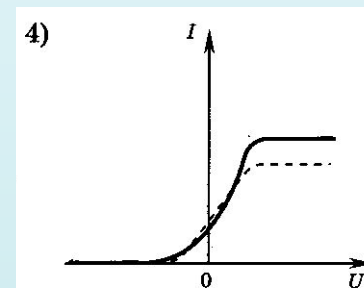
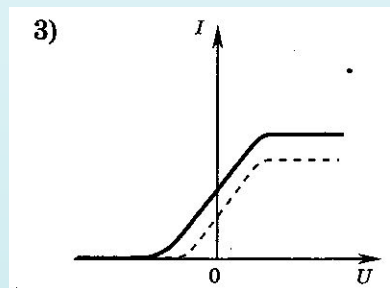
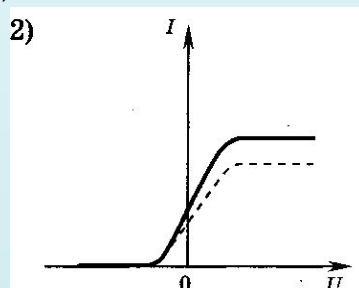
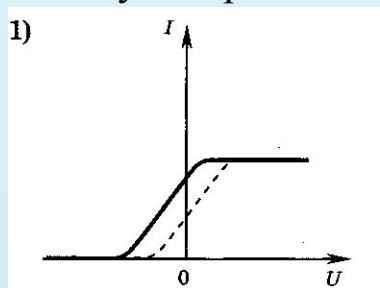
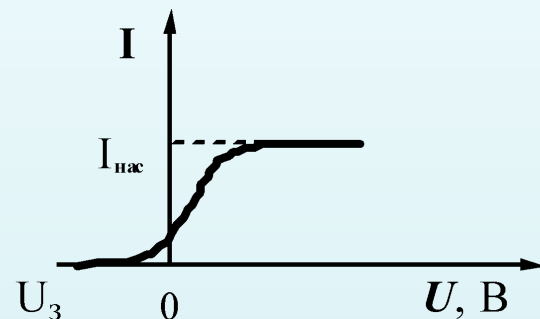
3. Т.е первоначальной энергии недостаточно, чтобы начался процесс выбивания электронов

$$E = 1,98 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} < A_{\text{вых}} = 3,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Ответ: 2

## Задача 9

На рисунке представлен график зависимости силы фототока в фотоэлементе от приложенного к нему напряжения. Если начать увеличивать частоту падающего на катод света (при одинаковой интенсивности света). На каком из приведенных ниже графиков правильно показано изменение графика? (первоначальное состояние – пунктирная линия)



Уровень А (повышенный)

**Решение.** Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта через задерживающее напряжение :

$$E = A_{\text{вых}} + eU_3$$

Выразим задерживающее напряжение

$$eU_3 = h\nu - A_{\text{вых}}$$

При увеличении частоты запирающее напряжение уменьшается, нижняя часть графика будет сдвигаться влево.

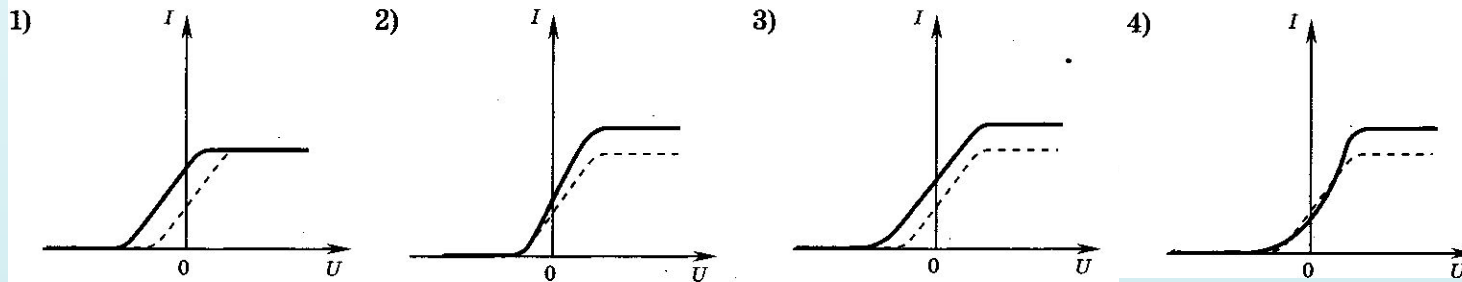
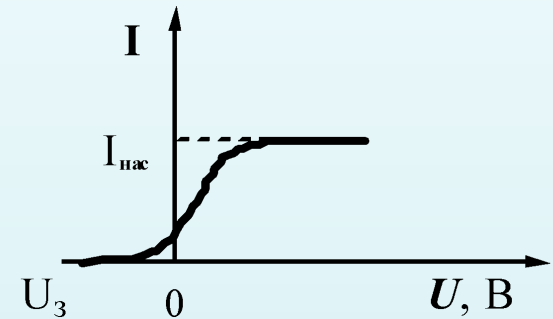
Ответ: 1



2 способ решения: Интенсивность падающего света определяется отношением суммарной энергии падающих фотонов к интервалу времени и площади поверхности, на которую они падают. С ростом частоты постоянная интенсивность излучения означает уменьшение числа фотонов. Т.е с увеличением частоты падает ток насыщения. Следовательно, уменьшается значение запирающего напряжения.

## Задача 10

На рисунке представлен график зависимости силы фототока в фотоэлементе от приложенного к нему напряжения. В случае увеличения интенсивности падающего света той же частоты график изменится. На каком из приведенных ниже графиков правильно показано изменение графика?



Уровень А (повышенный)

**Решение.** Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта через задерживающее напряжение :

$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU_3$$

так как задерживающее напряжение не меняется , а увеличение интенсивности приводит к увеличению числа электронов, то, значение не изменяется , то график будет сдвигаться вверх.

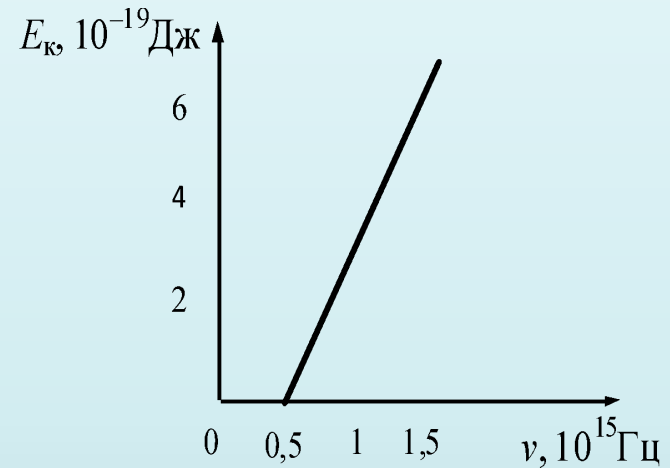
Ответ: 2

$U_3$

# Задача 11

Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график изменения максимальной энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Какова работа выхода фотоэлектронов из оксида кальция?

1. 0,7 эВ
2. 1,4 эВ
3. 2,1 эВ
4. 2,8 эВ



$$\nu_{кр} = 0,5 \cdot 10^{15}$$

**Решение.** По графику определим численное значение

По формуле для работы выхода

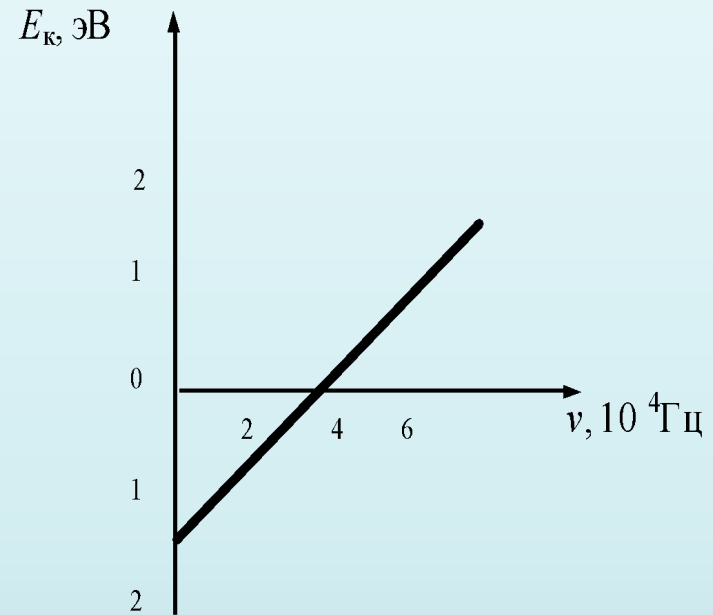
$$A = h \nu_{кр}$$

Переводим Дж в эВ

## ЗАДАЧА 12

На рисунке представлен график зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты фотонов, падающих на поверхность катода. Какова работа выхода электрона с поверхности катода?

- 1) 1эВ
- 2) 1,5 эВ
- 3) 2эВ
- 4) 3,5 эВ



Уровень А (повышенный)

**Решение.** По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

По графику находим, что при частоте равной 0,

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

$$A_{\text{вых}} = -E_{\text{кин}}, E_{\text{кин}} = -1,5\text{эВ}$$

$$A_{\text{вых}} = -(-1,5\text{эВ}) = 1,5\text{эВ}$$

# ЗАДАЧА 13

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами

Физическое явление

А. Явление вырывания электронов из вещества под действие света

Б. Явление вырывания электронов из вещества, при котором электроны остаются внутри него

Название явления

1) Внутренний фотоэффект

2) Внешний фотоэффект

А	Б
2	1



# Задача 14

Металлическую пластину освещали монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda=500\text{нм}$  одинаковой интенсивности. Что происходит с частотой падающего света, импульсом фотонов и кинетической энергией вылетающих электронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda=700\text{нм}$ ?

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины

А. частота падающего света

Б. импульс фотонов

В. кинетическая энергия вылетающих электронов

Характер изменений

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится

А

2

Б

2

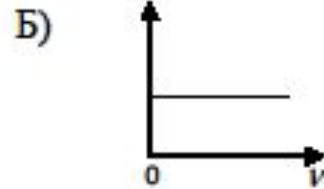
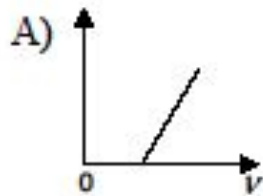
В

2

# ЗАДАЧА 15

**В3.** Металлический катод освещается монохроматическим светом. Графики А и Б представляют изменение физических величин, характеризующих наблюдаемое явление фотоэффекта. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от частоты падающего света эти графики могут представлять.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) задерживающее напряжение
- 2) максимальная начальная скорость фотоэлектронов
- 3) работа выхода электрона из металла

А	Б
1	3

**РЕШЕНИЕ  
РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ,  
ИСПОЛЬЗУЯ КВАНТОВОЕ  
ДЕРЕВО**

## ЗАДАЧА 16

25. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  эВ, где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попад на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?



№ 25 ср 222  
(Демидова)

Дано

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

где  $n = 1, 2, 3$

$$\gamma_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$

$v_{\text{max}} - ?$

Найти - Решение

1. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + E_{k_{\text{max}}}$$

$$(h\nu) = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$$

2. С другой стороны энергия фотона  $(h\nu) = E_2 - E_1$  (по условию задачи)

$$3. E_2 - E_1 = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} \quad (4.2)$$

$$2(E_2 - E_1) = 2h\nu_{\text{кр}} + m_e v_{\text{max}}^2$$

$$v_{\text{max}}^2 = \frac{2(E_2 - E_1) - 2h\nu_{\text{кр}}}{m_e}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]}$$



$$v = \sqrt{\frac{2}{9,4 \cdot 10^{-31}} \left[ \left( -\frac{13,6}{2^2} + \frac{13,6}{12} \right) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} - 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 6 \cdot 10^{14} \right]}$$

$$v = \sqrt{0,22 \cdot 10^{31} \left[ 10,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} - 39,78 \cdot 10^{-20} \right]}$$

$$v = \sqrt{0,22 \cdot 10^{31} \left[ 163,2 \cdot 10^{-20} - 39,78 \cdot 10^{-20} \right]}$$

$$v = \sqrt{0,22 \cdot 10^{31} \cdot 123,42 \cdot 10^{-20}} = \sqrt{27,2 \cdot 10^{11}}$$

$$v = \sqrt{272 \cdot 10^{10}} \approx 16,5 \cdot 10^5 \frac{m}{s} \approx 1,65 \frac{Mm}{s}$$

$$[v] = \left[ \sqrt{\frac{1}{kr} \cdot \frac{H \cdot m}{kr}} = \sqrt{\frac{kr \cdot \frac{m}{c^2} \cdot m}{kr}} = \sqrt{\frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{m}{c}} \right]$$



# САМОСТОЯТЕЛЬНО

26. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  эВ, где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода,  $U_{\text{зап}} = 6,1$  В. Какова частота света  $\nu_{\text{кр}}$ , соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода?

Ответ :  $10^{15}$  Гц

27. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  эВ, где  $n = 1, 2, 3, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, этот фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$  Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

Ответ :  $1,5 \cdot 10^{-24}$  кг м/с

## Задача 17

Фотоны, имеющие энергию 5 эВ, выбивают электроны с поверхности металла. Работа выхода электронов из металла равна 4,7 эВ. Какой импульс приобретает электрон при вылете с поверхности металла?

Решение. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта,

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

кинетическая энергия фотоэлектронов равна,

, импульс равен

$$E_{\text{кин}} = h\nu - A_{\text{вых}} \qquad p = m\nu$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{m\nu^2}{2} = \frac{m^2\nu^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

Следовательно, решая совместно уравнения получим:

$$p = \sqrt{2mE_{\text{кин}}} = \sqrt{2m(h\nu - A_{\text{вых}})}$$

$$p \approx 2,5 \cdot 10^{-25} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

## ЗАДАЧА 18

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?

Решение.

1. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$E = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

2. Уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с величиной центростремительного ускорения:

$$evB = \frac{mv^2}{R}$$

3. Решая систему уравнений

$$R = \frac{\sqrt{2m \left( h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB}$$

Ответ :  $R \approx 4,7 \cdot 10^{-3}$  м.

## ЗАДАЧА 19

В вакууме находятся два электрода, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 4000$  пФ. При длительном освещении одного электрода светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  $q = 5,5 \cdot 10^{-9}$  Кл. Какова работа выхода  $A_{\text{вых}}$  электронов из вещества фотокатода? Емкостью системы электродов пренебречь.

Решение.

1. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

или

$$E = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}} \quad \frac{ch}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

2. Запишем равенство кинетической энергии электрона его энергии в электрическом поле конденсатора:

формулу расчета электроемкости конденсатора:  $E_{\text{кин}} = eU$

$$C = \frac{q}{U}$$

3. Совместно решая уравнения :

$$A = \frac{ch}{\lambda} - \frac{eq}{C}$$

Ответ:

$$4,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

## ЗАДАЧА 20

Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна 275 нм. Найти величину задерживающего напряжения, если вольфрам облучается фотонами, масса которых равна  $1,2 \cdot 10^{-35}$  кг.

Решение. По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$E = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$$

кинетическая энергия фотоэлектронов равна,

$$E_{\text{кин}} = eU_3$$

$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU_3$$

Работа выхода равна

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}$$

Энергия фотона

$$E_{\text{ф}} = h\nu = m_{\text{ф}}c^2$$

Следовательно, решая совместно уравнения получим:

$$eU_3 = m_{\text{ф}}c^2 - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$$

$$U_3 = \frac{c}{e} \left( m_{\text{ф}}c - \frac{h}{\lambda_{\text{кр}}} \right)$$

Ответ: 2,2 В

# ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мякишев Г.Я. Физика: Учебник для 11 кл. общеобразовательных учреждений.
2. ЕГЭ 2010. Физика: экзаменационные задания/М.Ю. Демидова, И.И. Нурминский. - М.: Эксмо, 2010.-304 с. – (ЕГЭ. Федеральный банк экзаменационных материалов).
3. Е. Б. Колпакова. СОШ № 2, с. Богучаны, Красноярский край. Издательский дом «Первое сентября». Физика. № 19 2006г.
4. Фадеева А.А. ЕГЭ 2011. Физика: тематические тренировочные задания. –М. : Эксмо, 2010. – 112 с. (ЕГЭ. Тематические тренировочные задания).
5. О.Э. Родионова. Графические задачи по теме «Фотоэффект» Издательский дом «Первое сентября» Физика. №6.2009 г. 17стр.