

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОДЕРЖАНИЯ КИМ ЕГЭ-2018 ПО ФИЗИКЕ (05.04.2018)

Исакова Наталья Петровна,

председатель региональной предметной комиссии по физике,  
старший преподаватель кафедры физики, методов контроля и  
диагностики Тюменского индустриального университета

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ, ПРОВЕРКИ И ОЦЕНИВАНИЯ  
ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ  
(РАСЧЕТНАЯ ЗАДАЧА №32 ПО ОПТИКЕ, КВАНТОВОЙ  
ФИЗИКЕ)

# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: );</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные <u>обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений<sup>1</sup> величин, используемых при написании физических законов)</u>;</p> <p>III) проведены <u>необходимые математические преобразования</u> и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3

<sup>1</sup> Здесь и далее стандартными считаются обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике

# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	2
Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.	2.1
И (ИЛИ)	
В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).	2.2
И (ИЛИ)	
В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	2.3
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2.4

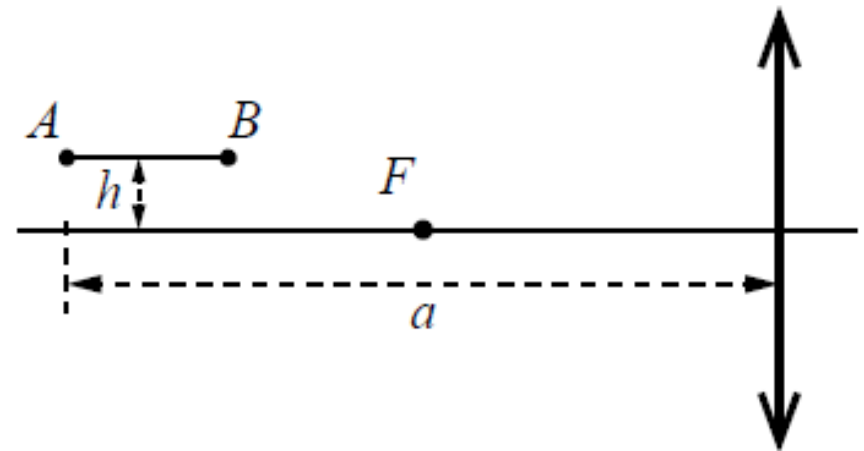
# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

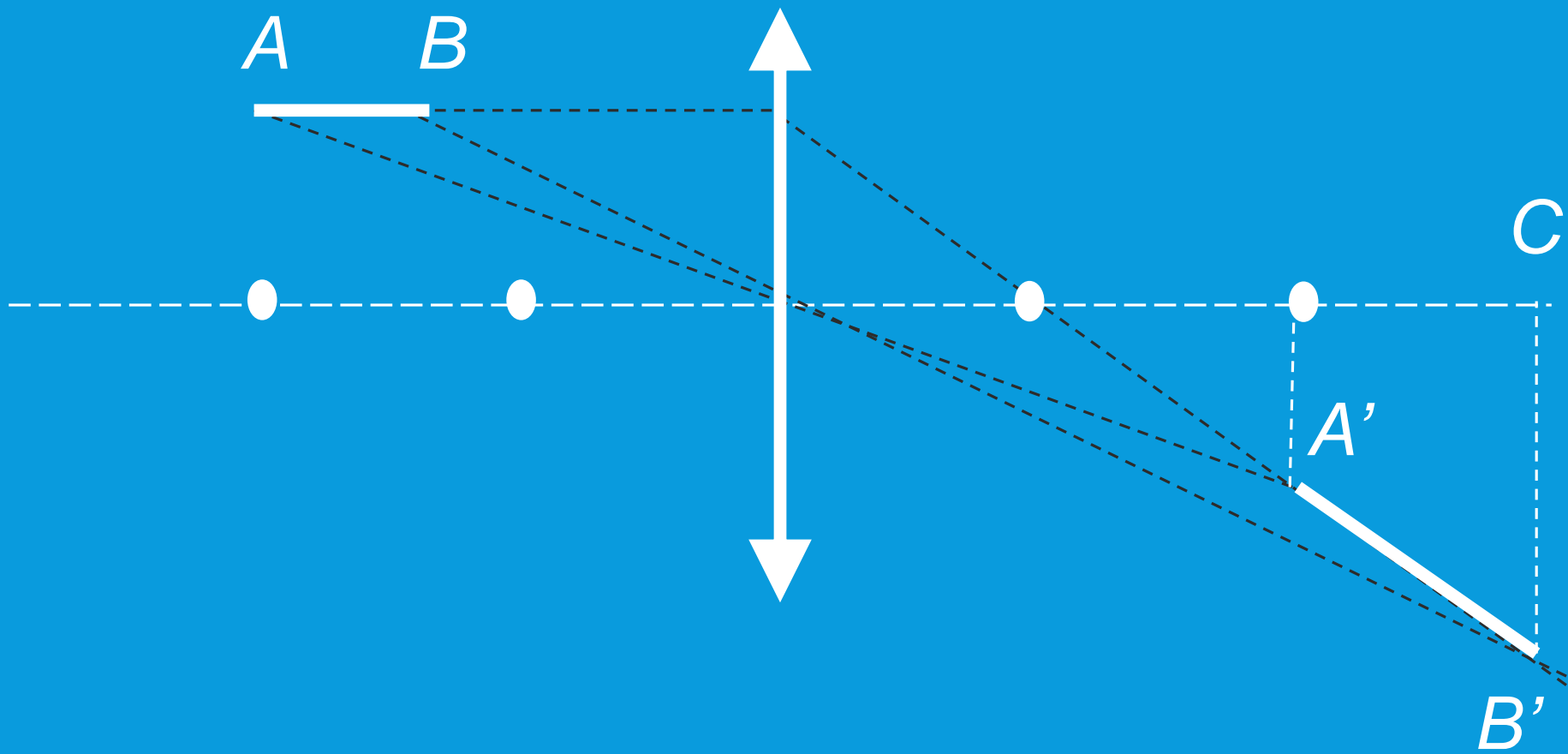
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	1
Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых <u>необходимо и достаточно</u> для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1.1
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1.2
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1.3
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

# ЗАДАЧА №32

# ПРИМЕР - 1

Тонкая палочка  $AB$  длиной  $l = 10$  см расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $h = 15$  см от неё (см. рисунок). Конец  $A$  палочки располагается на расстоянии  $a = 40$  см от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину  $L$ . Фокусное расстояние линзы  $F = 20$  см.





$$L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}.$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F - l} + \frac{1}{OC}$$

$$OC = \frac{F(2F - l)}{F - l} = 60 \text{ cm.}$$

$$\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F - l},$$

$$B'C = h \frac{OC}{2F - l} = 30 \text{ cm.}$$

$$L = \sqrt{(20)^2 + (15)^2} = \sqrt{625} = 25 \text{ cm.}$$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула линзы, выражение для длины изображения</i>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок, с указанием хода лучей в линзе;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p>	3
<p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	

32.

DANO:

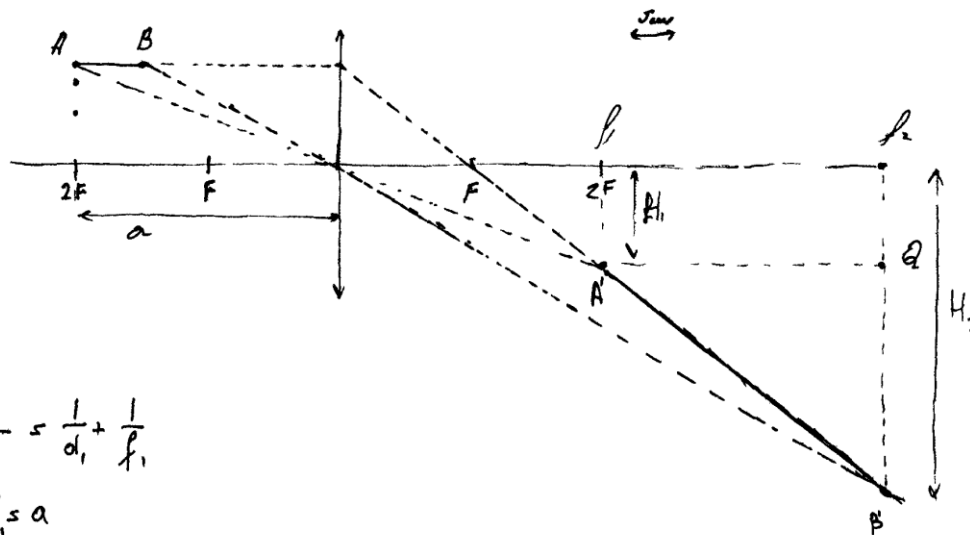
$$l = 0,1 \text{ m}$$

$$h = 0,15 \text{ m}$$

$$a = 0,4 \text{ m}$$

$$F = 0,2 \text{ m}$$

L - ?



A'

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$$

$$d_1 = a$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{a-F}{Fa} = \frac{1}{f_1} \Leftrightarrow f_1 = \frac{Fa}{a-F} = \frac{0,08}{0,2} = 0,4 \text{ m}$$

$$\frac{H_1}{h} = \frac{f_1}{a} \Leftrightarrow H_1 = h \cdot \frac{f_1}{a} = h = 0,15 \text{ m}$$

$$B' \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \\ d_2 = a-l \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{F} = \frac{1}{a-l} + \frac{1}{f_2} \\ d_2 = a-l \end{array} \right.$$

$$f_2 = \frac{F(a-l)}{(a-l)-F} = \frac{0,06}{0,2} = 0,3 \text{ m}$$

$$\frac{H_2}{h_2} = \frac{f_2}{a_2} \Leftrightarrow H_2 = h_2 \cdot \frac{f_2}{a_2} = 0,3 \text{ m}$$

 $\triangle A'B'Q$ 

$$\left\{ \begin{array}{l} A'B' = \sqrt{A'Q^2 + B'Q^2} \\ A'Q = f_2 - f_1 \\ B'Q = H_2 - H_1 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} A'B' = \sqrt{(f_2 - f_1)^2 + (H_2 - H_1)^2} = \sqrt{(0,2)^2 + (0,15)^2} = \\ = 0,25 \text{ m} \end{array} \right.$$

Odgovor: 0,25 m.

Дано:

$$h = 15 \text{ см}$$

$$l = 10 \text{ см}$$

$$a = 40 \text{ см}$$

$$F = 20 \text{ см}$$

$L = ?$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{OC} + \frac{1}{OC'} = \frac{1}{F} \quad OC = a$$

$$\frac{1}{40} + \frac{1}{OC'} = \frac{1}{20} \quad OC' = 40 \text{ см}$$

Точка А находится под точкой С'

$$A'C' = AC = l$$

$$A'C' = 15 \cdot 1 = 15 \text{ см}$$

$$OD = a - CD = a - l = 40 - 10 = 30 \text{ см}$$

$$\frac{1}{OD'} + \frac{1}{OD} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{OD'} = \frac{1}{20}$$

$$l = \frac{f}{d} = \frac{40}{40} = 1$$

$$CD = l$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{OD'} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{1}{OD'}$$

$$\frac{1}{OD'} = \frac{1}{60} \quad OD' = 60 \text{ см}$$

Т. В' находится под точкой D'

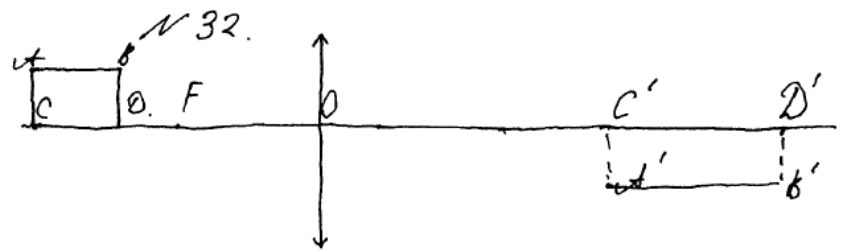
$$B'D' = l = 15 \cdot 1 = 15 \text{ см}$$

$$\text{Отсюда } l' = A'B' = OD' - OC' = 60 - 40 = 20 \text{ см}$$

$$l' = L$$

$$L = 20 \text{ см}$$

Ответ: 20 см



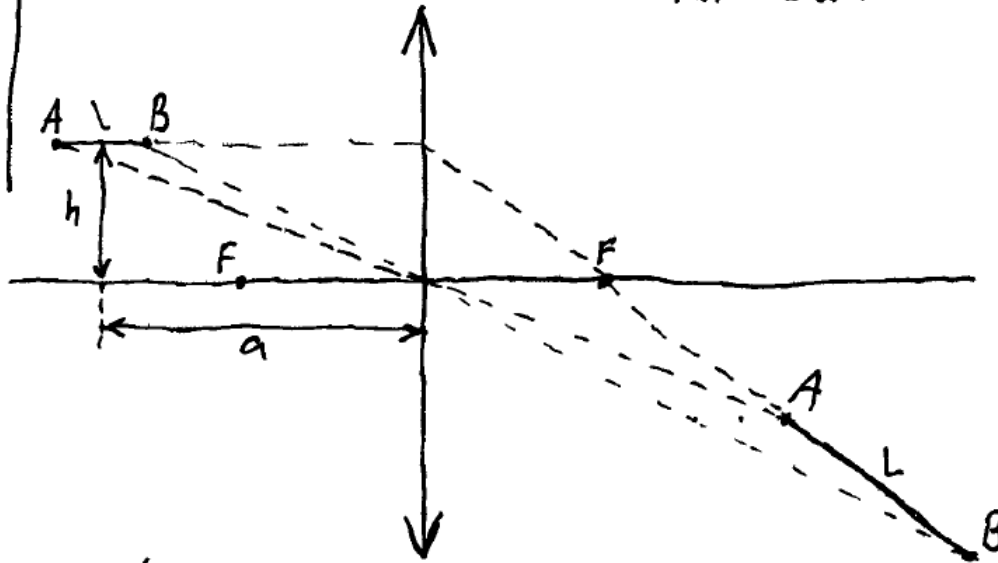
Свершим построение перпендикуляров AC и BD, причем AC = BD = h.

✓ 3 2

Дано:	СИ:
$L = 10 \text{ см}$	$= 0,1 \text{ м}$
$h = 15 \text{ см}$	$= 0,15 \text{ м}$
$a = 40 \text{ см}$	$= 0,4 \text{ м}$
$F = 20 \text{ см}$	$= 0,2 \text{ м}$
$L = ?$	

Задача:

$$1 \text{ км} = 5 \text{ см}$$

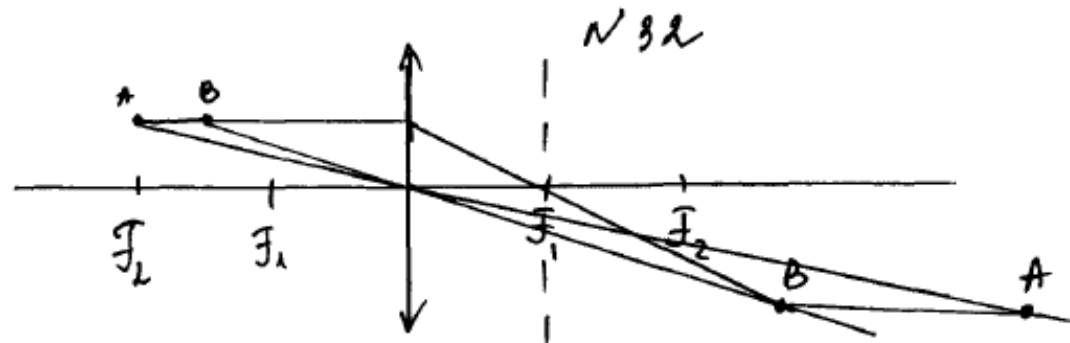


Удвоенный микроскоп и микроскоп:  
Горизонтальная, перевернутая и увеличенная.

$$L = \sqrt{0,15^2 + 0,2^2} = \sqrt{0,0625 \text{ м}} = 0,25 \text{ м} = 25 \text{ см}$$

Ответ:  $L = 25 \text{ см}$

1.4



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{40} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{40}$$

$$d = 40 \text{ cm}$$

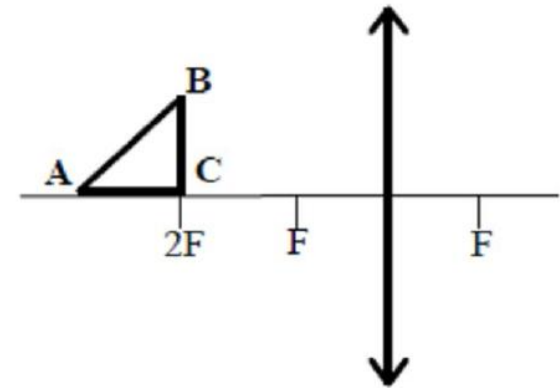
$$\Gamma = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

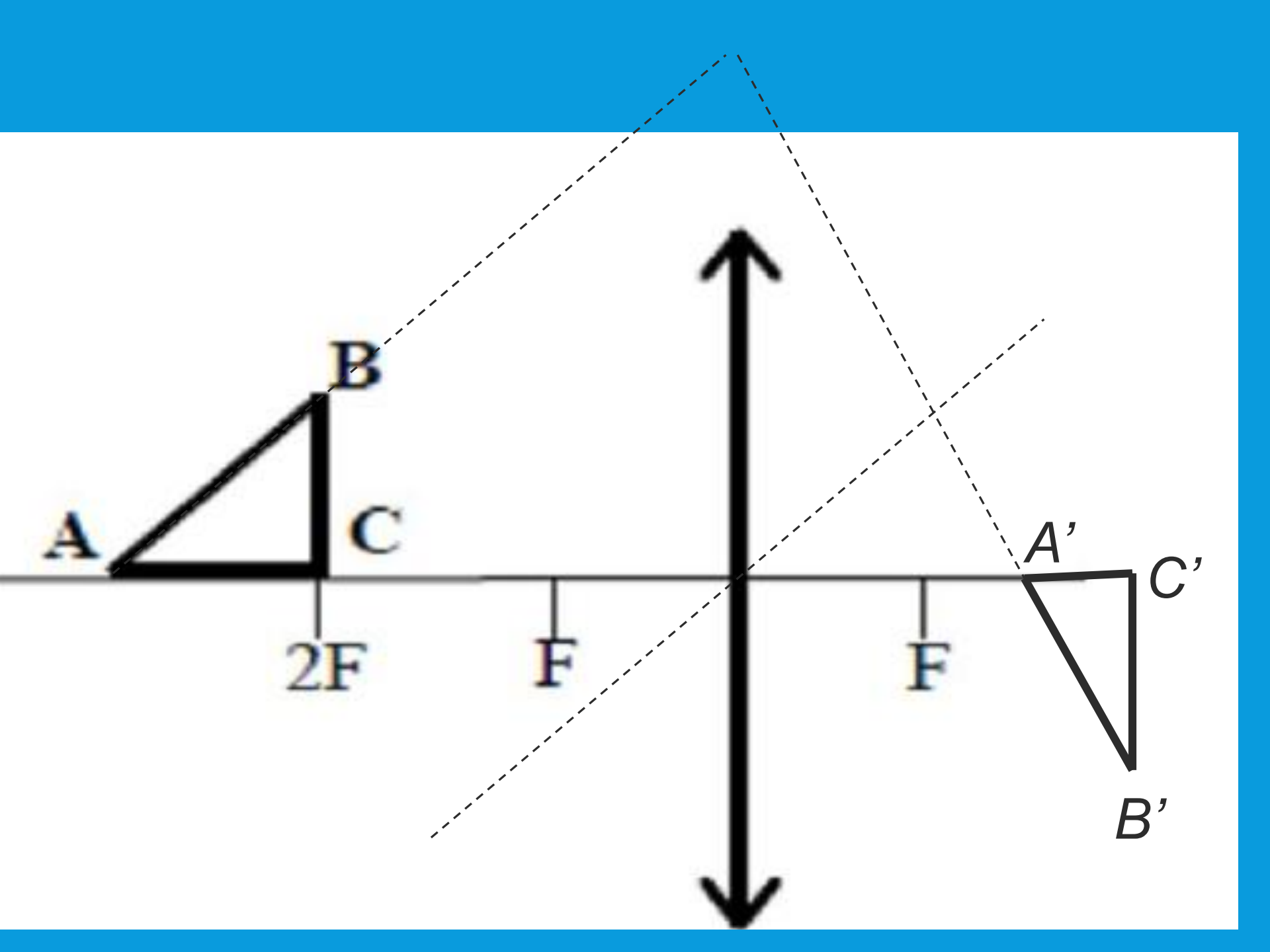
0

# ЗАДАЧА №32

# ПРИМЕР - 2

Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  площадью  $50 \text{ см}^2$  расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы  $50 \text{ см}$ . Вершина прямого угла  $C$  лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $C$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.





$$AC = BC = a = \sqrt{2S} = 10 \text{ cm.}$$

$$\frac{1}{2F + a} + \frac{1}{2F - x} = \frac{1}{F},$$

$$x = \frac{aF}{F + a}.$$

$$S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = S \cdot \frac{F}{F + \sqrt{2S}} \approx 41,7 \text{ cm}^2.$$

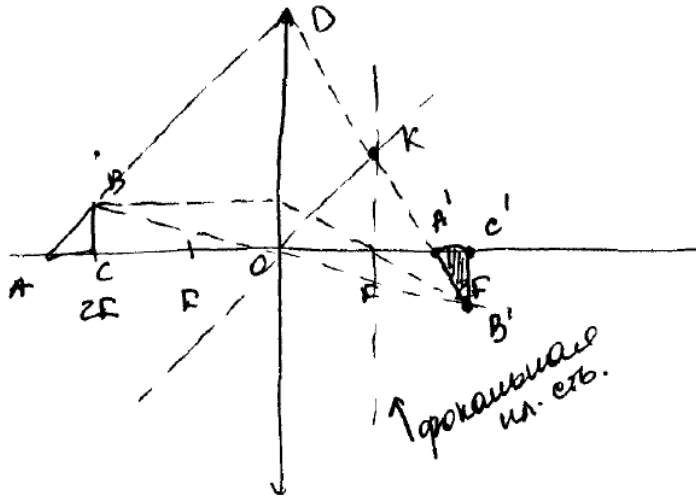


Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p data-bbox="48 394 1329 436">Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p data-bbox="48 444 1692 596">I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула линзы, формула для площади изображения</i>);</p> <p data-bbox="48 604 1692 803">II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p data-bbox="48 811 1360 858"><b>III) представлен правильный рисунок, поясняющий решение.</b></p> <p data-bbox="48 865 1692 1011">IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p data-bbox="48 1018 1692 1109">V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

32

Дано:  
 $AC = BC$   
 $S_{ABC} = 50 \text{ см}^2$   
 $f = 50 \text{ см}$   
 $S' = ?$

Построим уоб-е  $\tau B$ . (Ми этого нусле 2 нуся!  
 1 - параллельно н. ось. (он проиштитя и проит  
 $\frac{1}{2}$  фокус); 2 -  $\frac{1}{2}$  ось центр мшца (он не дует пре-  
 делиться). Уоб-е точки  $C$  лажне помешне в  
 двойном фокусе. Уобреине  $B'C'$  предлает  $BC$  нок-ся  
 в двойном фокусе, оно ровное и перевернутое.



Получим  $AB$  по пересечению с  
 мшца параллельной этому  
 нулю нусле  $\frac{1}{2}$  ось. Центр  
 мшца. Найдем его пересече-  
 ние с фокальной н. осью  
 ( $LF$ ). Прямой нуль  $AB$   
 пройдет  $\frac{1}{2}$  точку пересече-  
 ния параллельного нуля и  
 фокальной н. осью. Тогда  
 получим  $\tau A'$  - уоб-е точки  $A$ .  
 $\Rightarrow$  Построим  $\Delta A'B'C'$

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} BC \cdot AC = \frac{1}{2} BC^2 = 50 \text{ см}^2 \Rightarrow BC = 10 \text{ см}$$

$$\angle BAC = 45^\circ \Rightarrow \angle KOF = 45^\circ \Rightarrow KF = OF = f. \quad \Delta A'DO \sim \Delta A'KF$$

$$\Rightarrow \frac{A'F}{KF} = \frac{A'O}{OD}$$

значит  $A'F = L$  и тогда

$$\frac{L}{f} = \frac{f+L}{OD}$$

Поскольку  $\angle BAC = 90^\circ \Rightarrow DO = AO = 2f + BC \Rightarrow$

$$\frac{L}{50 \text{ см}} = \frac{50 \text{ см} + L}{100 \text{ см} + 10 \text{ см}}$$

$$11L = 250 \text{ см} + 5L$$

$$6L = 250 \text{ см} \Rightarrow L = \frac{250}{6} \text{ см.}$$

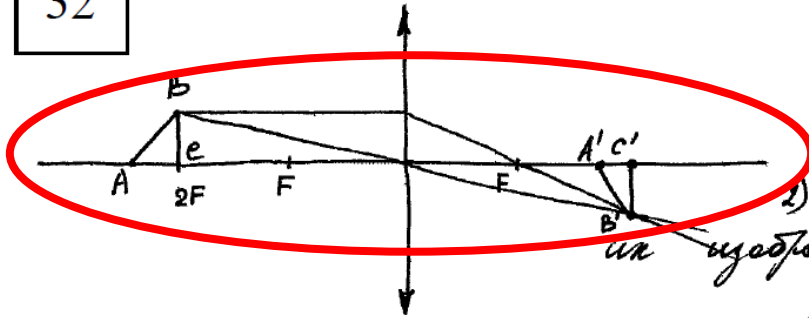
$$\Rightarrow A'C' = f - L = 50 \text{ см} - \frac{250}{6} \text{ см}$$

$$= \frac{50}{6} \text{ см.}$$

$$S_{\Delta A'B'C'} = \frac{1}{2} B'C' \cdot A'C' = \frac{1}{2} BC \cdot A'C' = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ см} \cdot \frac{50}{6} \text{ см} = \frac{250}{6} \text{ см}^2$$

Ответ:  $S' = \frac{250}{6} \text{ см}^2 \approx 41,67 \text{ см}^2$

32



$$1) S_{ABCe} = 50 \text{ см}^2 \\ Al \cdot Bl \cdot \frac{1}{f} = 50 \\ Al = Bl = 10 \text{ см.}$$

2) Т. А и С накладываются на ш. ось, значит их изображение будет тоже на ш. оси

$$3) \text{В: } \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f} = \frac{d-F}{F \cdot d}, \quad f = \frac{F \cdot d}{d-F} = \frac{50 \cdot 100}{100-50} = 100$$

4) В: Прямому лучу из В через центр линзы, луч идет без преломления. Прямому лучу параллельно ш. оптической оси, после линзы этот луч пойдет через фокус F. Пересечение двух лучей дает нам изображение точки В В'. Т.к. ВС накладывается на расстоянием двойного фокуса 2F, значит В'С' = ВС

$$5) \text{А: } \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \quad f = \frac{F \cdot d}{d-F} = \frac{50 \cdot 110}{60} = \frac{550}{6} \text{ см.}$$

6) Построим прямоугольный треугольник с катетами А'С' и В'С'

$$S_{A'B'C'} = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{1}{2} \left( 100 - \frac{550}{6} \right) \cdot 10 = 5 \cdot \left( \frac{600-550}{6} \right) = \frac{250}{6} \text{ см}^2$$

$$\text{Ответ. } S_{A'B'C'} = \frac{125}{3} \approx 42 \text{ см}^2$$

32

Дано:

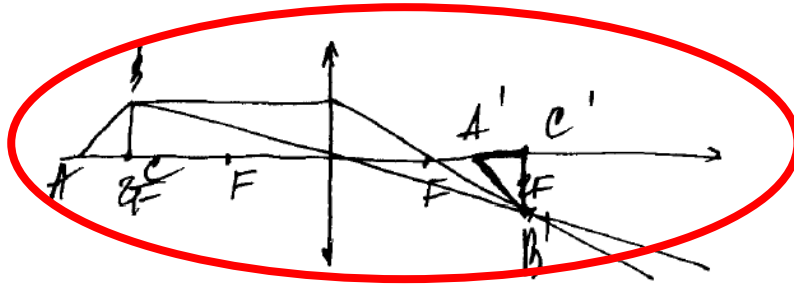
$$S = 50 \text{ см}^2$$

$$F = 50 \text{ см}$$

$$MC = AC$$

 $S = ?$ 

Решение:



$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot AB \cdot AC = \frac{1}{2} AC^2$$

$$AC^2 = 100 \text{ см}^2$$

$$AC = BC = 10 \text{ см}$$

Так как площадь параболы  $S$   
 равна площади треугольника  $ABC$ ,  
 то имеет место равенство

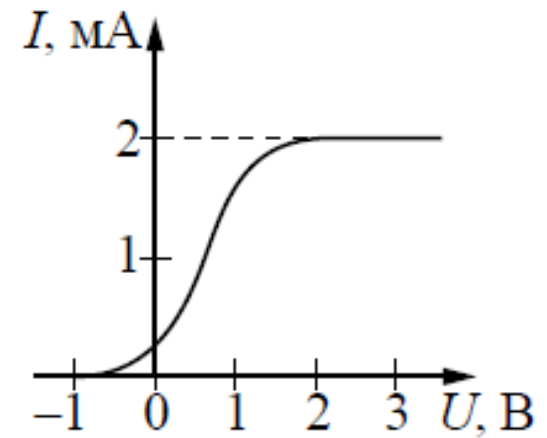
$$S_1 = S_2 \Rightarrow S_2 = 50 \text{ см}^2$$

Ответ:  $S_2 = 50 \text{ см}^2$

# ЗАДАЧА №32

# ПРИМЕР - 3

В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой  $\nu = 6,1 \cdot 10^{14}$  Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока  $I$  от напряжения  $U$  между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света  $P$ , если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = NE_{\phi} = Nh\nu$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{1}{20} \frac{Ne}{t}$$

$$N = \frac{20It}{e}$$

$$P = \frac{Nh\nu}{t} = \frac{20It}{e} \frac{h\nu}{t} = \frac{20Ih\nu}{e}$$

$$P = \frac{20 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,1 \cdot 10^{14}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 0,1 \text{ Вт.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>определение силы тока; связь силы тока насыщения с количеством фотонов, падающих на катод в единицу времени; выражения для энергии фотона и мощности излучения</u>);</p> <p>II) <u>описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)</u>;</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3



31) Дано  
 $\nu = 6,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$   
 $N_{\varphi} = 20 N_{\bar{e}}$   
 $P = ?$

По усл.  ~~$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{N_{\bar{e}} \cdot \bar{e}}{\Delta t} = \frac{N_{\varphi} \cdot \bar{e}}{\Delta t}$~~

Выразим  $N_{\varphi} = \frac{I \cdot \Delta t \cdot 20}{\bar{e}}$

Зная, что мощность светового потока

$P = \frac{E_{\varphi} \cdot N_{\varphi}}{\Delta t}$ ; Подставим  $N_{\varphi}$

$P = \frac{h\nu \cdot I \cdot \Delta t \cdot 20}{\Delta t \cdot \bar{e}} = \frac{h\nu I \cdot 20}{\bar{e}}$ ; Подставим чис. значения;

$P = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot 6,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 20}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}} = \frac{6,6 \cdot 6,1 \cdot 2 \cdot 20}{1,6} \cdot 10^{-4} \approx 100,65 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$

$P \approx 0,1 \text{ Вт}$

Дано:

$$J = 6,1 \cdot 10^{-14} \text{ Гц}$$

$U_3$  удерживающее напряжение  $U_3 = 1 \text{ (В)}$   
По уравнению Эйнштейна для фотоэффекта.

Решение:

P-?

$$h\nu = A_B + E_k; \quad E_k = eU_3, \text{ где } e - \text{элементарный заряд}$$

$$h\nu = A_B + eU_3; \text{ Тогда работа выхода из катода равна:}$$

$$A_B = h\nu - eU_3, \quad A_B = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,1 \cdot 10^{14} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 = 2,43 \cdot 10^{-19} \text{ (Дж)}$$

Если в среднем 20 фотонов выбивают 1  $\bar{e}$ , то для этого в среднем необходимо  $20 h\nu$  энергии

Мощность  $P = \frac{A}{t}$ , где A - работа, t - время.

~~$A = A_B$~~ ; Пусть N электронов выбиваются в секунду, тогда

~~$$P = \frac{20 A_B}{t}; \quad t = 1 \text{ (с)}; \quad P = \quad E = 20 N h\nu$$~~

$$P = \frac{20 N h\nu}{t}; \quad t = 1 \text{ (с)} \rightarrow P = 20 N h\nu = 8,052 N \cdot 10^{-18}$$

~ 31. Дано:  
 $\lambda = 6,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$   
 $N = 20$   
 $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$   

---

 $P = ?$

Решение: Мощность падающего света вычисляется по формуле:  $P = N \cdot E_{\text{ф}}$

где  $N$  - число фотонов

$E_{\text{ф}}$  - энергия одного фотона, вычисляемая

по формуле  $E_{\text{ф}} = h \nu$ , где  $\nu$  - частота света

$h$  - постоянная Планка

тогда  $P = N \cdot h \cdot \nu = 20 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с} \cdot 6,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 805,2 \cdot 10^{-20} \text{ Вт}$

Ответ:  $805,2 \cdot 10^{-20} \text{ Вт}$

## ЗАДАЧА №32

## ПРИМЕР - 4

На плоскую цинковую пластинку падает электромагнитное излучение. Фотоэлектроны удаляются от поверхности пластинки на расстояние не более 8,75 см в задерживающем однородном электрическом поле, перпендикулярном пластинке. Напряжённость поля 100 В/м. Работа выхода электрона с поверхности цинка 3,74 эВ. Какова длина волны падающего излучения?

### Возможное решение

1. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из пластины,  $W_{\max}$  определяется уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых.}} + W_{\max}. \quad (1)$$

2. Максимальное удаление от пластины  $d$  для электрона с зарядом  $e$  в электрическом поле  $E$  определяется законом сохранения энергии:

$$W_{\max} = Eed. \quad (2)$$

3. Отсюда:  $\lambda = \frac{hc}{A_{\text{вых.}} + eEd}$ .

4. Подставляя значения физических величин, получим:

$$\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,74 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^2 \cdot 8,75 \cdot 10^{-2}} \approx 100 \text{ нм.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формула связи разности потенциалов с напряжённостью однородного электростатического поля, формула работы электростатического поля, закон сохранения энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3
<p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	

Дано:

$$d = 8,75 \mu\text{m} = 0,0875 \mu\text{m}$$

$$E = 100 \text{ В/м}$$

$$A_{\text{вык}} = 3,74 \text{ эВ} =$$

$$= 3,74 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 5,984 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

$\lambda - ?$

$$\lambda = \frac{hc}{A_{\text{вык}} + E \bar{e} d}$$

$$= \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,984 \cdot 10^{-19} + 100 \cdot 0,0875 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 9,9 \cdot 10^{-8} \text{ м} = 99 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 99 \text{ нм.}$$

Вспомогательное уравнение Швинштейна.

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вык}} + \frac{m \bar{e} u^2}{2}$$

~~где~~  $A$  — работа выхода  
по перемещению заряда

по закону ~~сохранения~~ сохранения энергии.

$$\frac{m \bar{e} u^2}{2} - A = 0. \quad A = Fs = E \bar{e} d$$

$$\frac{m \bar{e} u^2}{2} = E \bar{e} d. \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вык}} + E \bar{e} d.$$

Ответ: 99 нм.

31. Дано:

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$l = 8,45 \text{ м}$$

$$U = 100 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$A_B = 3,74 \text{ эВ}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

CU

$$\approx 6 \cdot 10^{-19} \text{ В}$$

$$\lambda = ?$$

Решение:

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

$$E_{\text{ф}} = A_B + eU_3 = A_B + \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{\text{ф}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = A_B + eU_3$$

$$\lambda = \frac{hc}{A_B + eU_3} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{6 \cdot 10^{-19} \text{ В} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100 \text{ В}} =$$

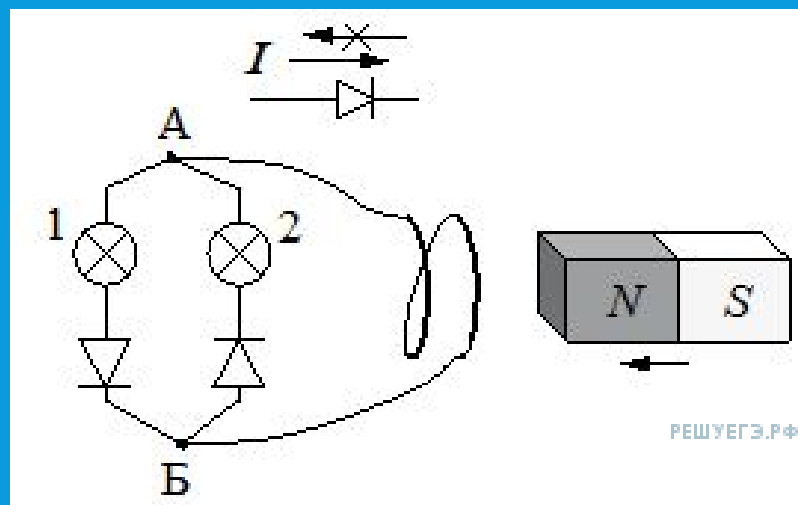
$$= \frac{19,8 \cdot 10^{-26}}{166 \cdot 10^{-19}} \approx 0,1 \cdot 10^{-7} = 100 \cdot 10^{-9} = 100 \text{ нм.}$$

Ответ:  $\lambda = 100 \text{ нм.}$



# ЗАДАЧА №28

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка). Какая из лампочек загорится, если к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.



## Решение.

1. Загорится лампочка 2.

2. При приближении магнита к витку будет меняться магнитный поток сквозь виток, и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому выходящие из витка линии индукции этого поля будут направлены в сторону магнита. Для создания такого поля согласно правилу «буравчика» индукционный ток в цепи, содержащей виток, должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи ламп — от Б к А. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 2, она и будет гореть.

## ЗАДАЧА №29

В последнюю секунду свободного падения тело прошло путь вдвое больше, чем в предыдущую секунду. Найдите полное время падения, если начальная скорость тела равна нулю.

Путь за последнюю секунду  $S_1$  — это разность пути за все время  $t$  и пути за  $(t-1)$  секунд. Аналогично, путь за предпоследнюю секунду  $S_2$  — это разность пути за  $(t-1)$  секунд и пути за  $(t-2)$  секунд.

$$S_1 = \frac{gt^2}{2} - \frac{g(t-1)^2}{2}$$
$$S_2 = \frac{g(t-1)^2}{2} - \frac{g(t-2)^2}{2}$$

по условию  $S_1 = 2S_2$

$$-2t + 5 = 0$$

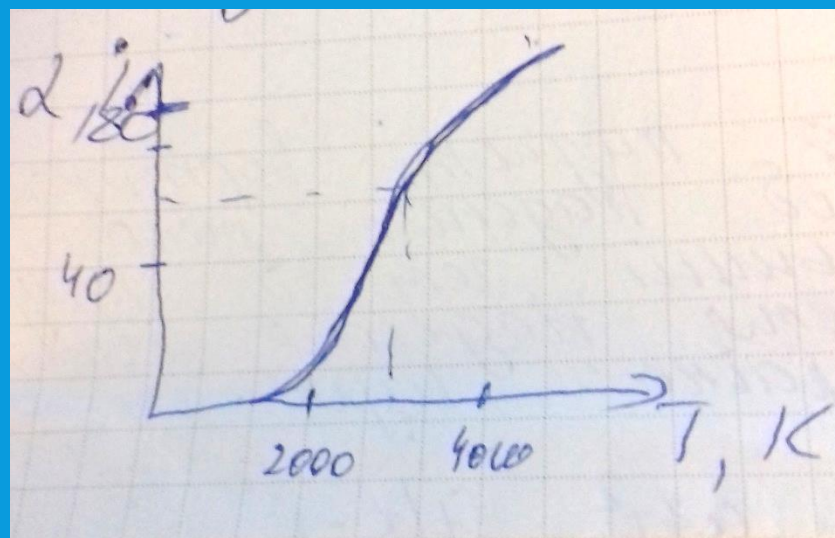
$$t = 2,5 \text{ с}$$

# ЗАДАЧА №30

В вольфрамовом цилиндре под поршнем находится смесь азота и диоксида углерода, которая при нормальном атмосферном давлении и температуре 300К занимает объем 0.1 л. При нагревании газа в цилиндре при постоянном давлении часть молекул распадается согласно реакции:



причем % распавшихся молекул увеличивается с ростом температуры, как показано на графике. Молекулы азота не распадаются. Какой объем будет занимать газ при 3000К, если вначале концентрация молекул азота и диоксида углерода была одинакова?



$$p = nkT = \frac{N}{V}kT$$

$$p = n_1kT_1 = \frac{N_1}{V_1}kT_1$$

$$p = n_2kT_2 = \frac{N_2}{V_2}kT_2$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2T_2}{N_1T_1}$$

$$N_1 = 2N_0$$

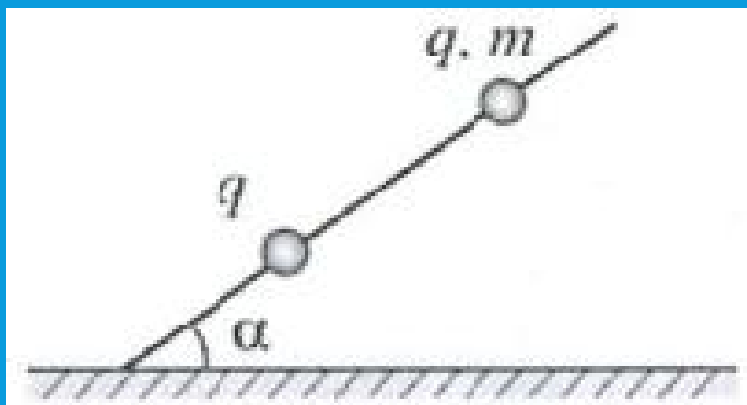
$$N_2 = N_0 + (1 - \alpha)N_0 + \alpha N_0 + \frac{\alpha}{2}N_0$$

$$N_2 = N_0\left(2 + \frac{\alpha}{2}\right)$$

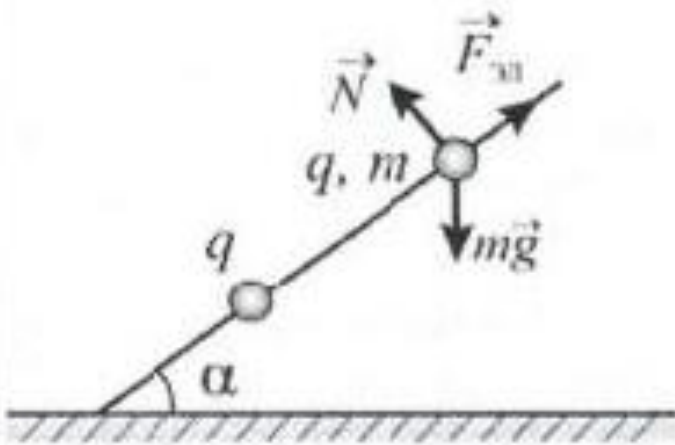
$$V_2 = V_1 \frac{N_0\left(2 + \frac{\alpha}{2}\right)T_2}{2N_0T_1}$$

# ЗАДАЧА №31

На столе закреплён тонкий непроводящий стержень, наклонённый под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. На стержне закреплена маленькая заряженная бусинка. Выше неё на стержне надета другая такая же заряженная бусинка, которая может скользить по нему без трения. Заряды бусинок одинаковы, масса бусинки  $m$ , расстояние между бусинками, если они находятся в равновесии  $l$ . Определите заряд каждой бусинки. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на верхнюю бусинку.







1. На верхнюю бусинку со стороны Земли действует сила тяжести  $m\vec{g}$ , со стороны нижней бусинки – кулоновская сила  $\vec{F}_{эл}$  и со стороны стержня – сила реакции  $\vec{N}$  (см. рисунок). Верхняя бусинка находится в равновесии под действием этих сил, т.е. их сумма равна нулю.

2. Тогда согласно второму закону Ньютона в проекции на ось, направленную вдоль стержня от нижней бусинки к верхней, имеем:  $F_{эл} - mg \sin \alpha = 0$ .

3. Согласно закону Кулона  $F_{эл} = \frac{kq^2}{l^2}$ . Тогда  $\frac{kq^2}{l^2} = mg \sin \alpha$ .

# ЗАДАЧА №32

В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени  $t$  заряд конденсатора  $q = 4 \cdot 10^{-9}$  Кл, а сила тока в катушке  $I = 3$  мА. Период колебаний  $T = 6,3 \cdot 10^{-6}$  с. Найдите амплитуду заряда.

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_m^2}{2C},$$

где  $C$  — ёмкость конденсатора;  $L$  — индуктивность катушки;  $q_m$  — амплитуда колебаний заряда в конденсаторе.

По формуле Томсона  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ .

Из закона сохранения энергии определяем:  $q_m^2 = q^2 + LC I^2$ , откуда получаем:

$$q_m = \sqrt{q^2 + \frac{I^2 T^2}{4\pi^2}} = \sqrt{(4 \cdot 10^{-9})^2 + \frac{(3 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (6,3 \cdot 10^{-6})^2}{4\pi^2}} \approx 5,0 \text{ нКл.}$$

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Исакова Наталья Петровна,  
e-mail: [vasvas25@mail.ru](mailto:vasvas25@mail.ru)