

ЕГЭ 2020

**Рекомендации по решению
и оформлению открытых
заданий по физике**

Председатель ПК Колегичева Т.В





КИМ ЕГЭ-2020

Внесены изменения в форму задания 24

- ✓ 2 или 3 верных ответа. Выбор ВСЕХ верных утверждений
- ✓ Максимальный балл – 2
- ✓ 1 балл, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа)
- ✓ 0 баллов, если допущено две ошибки.

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-7}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-7}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^9$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звёзд спектрального класса *O*.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса *B*.
- 4) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.
- 5) Звезда ϵ Возничего В относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Гершпрунга – Рассела.

Ответ: _____



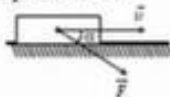
КИМ ЕГЭ-2020

Число заданий с развернутым ответом увеличено до 6

Задание 28

- «Механика» или «МКТ и термодинамика»
- Максимальный балл – 2
- Сюжеты стандартные

- 28 Брусок массой 2 кг движется по горизонтальному столу. На тело действует сила \vec{F} под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,3. Каков модуль силы \vec{F} , если модуль силы трения, действующей на тело, равен 7,5 Н?



Возможное решение

На брусок, кроме сил F и $F_{\text{тр}}$, действуют еще сила тяжести mg и сила реакции опоры N . Проекция второго закона Ньютона на вертикальную ось имеет вид:

$$0 = N - mg - F \sin \alpha.$$

Сила трения скольжения: $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu(mg + F \sin \alpha)$.

$$\text{Для искомой силы получаем } F = \frac{F_{\text{тр}} - \mu mg}{\mu \sin \alpha} = \frac{7,5 - 0,3 \cdot 2 \cdot 10}{0,3 \cdot 0,5} = 10 \text{ Н}$$



ФИПИ

КИМ ЕГЭ-2020

Критерии оценивания задания 28

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 <i>вновь</i> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин;</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>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2



Основные результаты: законы и формулы

Пример (средний процент выполнения – 54%)

Два одинаковых маленьких шарика массой m каждый, расстояние между центрами которых равно r , притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю $0,2$ пН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $2m$, а расстояние между их центрами $2r$?

Ответ: _____ пН.

Пример (средний процент выполнения – 43%)

В сосуд глубиной 20 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равно дополнительное к атмосферному давление столба воды на плоское дно сосуда?

Ответ: _____ кПа.

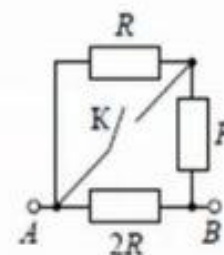


Основные результаты: законы и формулы

Пример (средний процент выполнения – 24%)

На сколько уменьшится сопротивление участка цепи АВ, изображённого на рисунке, если ключ К замкнуть? Сопротивление $R = 3 \text{ Ом}$.

Ответ: на _____ Ом.



Пример (средний процент выполнения – 49%)

Образец радиоактивного висмута находится в закрытом сосуде. Ядра висмута испытывают α -распад с периодом полураспада 5 суток. Какая доля (в процентах) от исходно большого числа ядер этого изотопа висмута распадётся за 15 суток?

Ответ: _____ %.



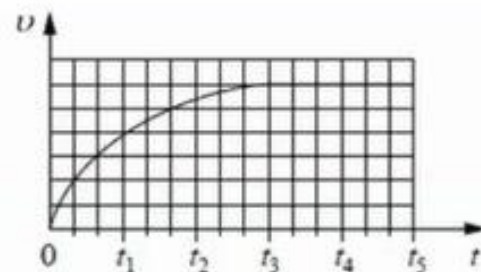
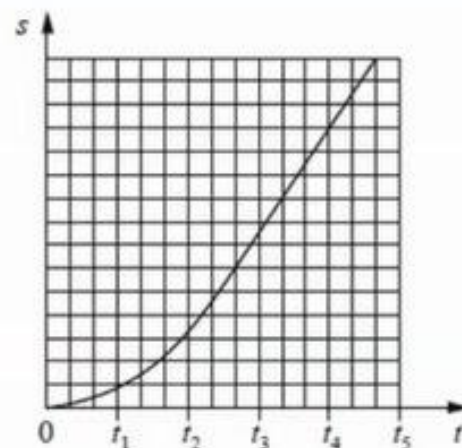
ФИПИ

Пример

Учащиеся роняли с башни шарик для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и его скорости v от времени падения t .

Выберите два верных утверждения, характеризующих наблюдаемое падение.

- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ величина импульса шарика постоянно возрастала.
- 5) Величина ускорения, с которым падал шарик, уменьшалась в интервале времени $(0-t_3)$.



**Основные
результаты:
анализ
процессов**

Полностью верный ответ «25» указало 14% выпускников.

Утверждение об изменении потенциальной энергии выбрали 56%.

25% выбрали утверждение 3 о неизменности полной механической энергии.

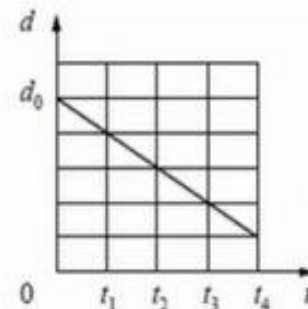
11% указали на неизменность ускорения в процессе падения.

Основные результаты: анализ процессов

Пример

Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике.

Выберите два верных утверждения, соответствующих описанию опыта.



- 1) В момент времени t_4 ёмкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
- 2) В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора возрастает.
- 3) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
- 4) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
- 5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

Полностью верный ответ «12» выбрали 30%.

12% выбрали утверждения 2 и 4.

17% выпускников выбрали ответы 3 и 5.



Основные результаты: методология

Пример

Школьный реостат состоит из керамического цилиндра, на который плотно, виток к витку, намотана проволока. Для выполнения лабораторной работы по измерению удельного сопротивления материала, из которого изготовлена проволока реостата, необходимо измерить её диаметр. Ученик насчитал 40 витков проволоки, а длина намотки, измеренная линейкой, составила 3 см. Чему равен диаметр проволоки по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ± 1 мм?

Ответ: (0,75 \pm 0,025) мм.

61% смогли определить диаметр проволоки, но 37% ошиблись в определении абсолютной погрешности измерений, либо записав ее без изменений (± 1 мм), либо не указав вовсе.

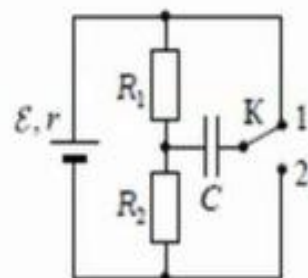
0	,	7	5	0	0	,	0	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Основные результаты: решение задач

Пример

В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $C = 0,2 \text{ мкФ}$, ключ K длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа K в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0,55 \text{ мкКл}$. Найдите ЭДС источника.



Лишь 4 % смогли представить полностью верное решение. После перевода ключа в другое положение меняется и полярность подключения конденсатора к источнику. Именно с определением изменения заряда обкладки и было связано основное затруднение выпускников при решении данной задачи.

Оценивание №27 (качественная задача)

- Требования к полноте ответа приводятся в самом тексте задания. Как правило, все задания содержат:
- А) требование к формулировке ответа — *«Как изменится ... (показание прибора, физическая величина)», «Опишите движение ...»* или *«Постройте график ...»* и т.п.
- Б) требование привести развёрнутый ответ с обоснованием — *«объясните ..., указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано»* или *«...поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения»*.
- Как правило, в авторском решении правильный ответ и объяснение выделяются отдельными пунктами.
- В критериях оценивания приводится перечень явлений и законов, на основании которых строится объяснение.

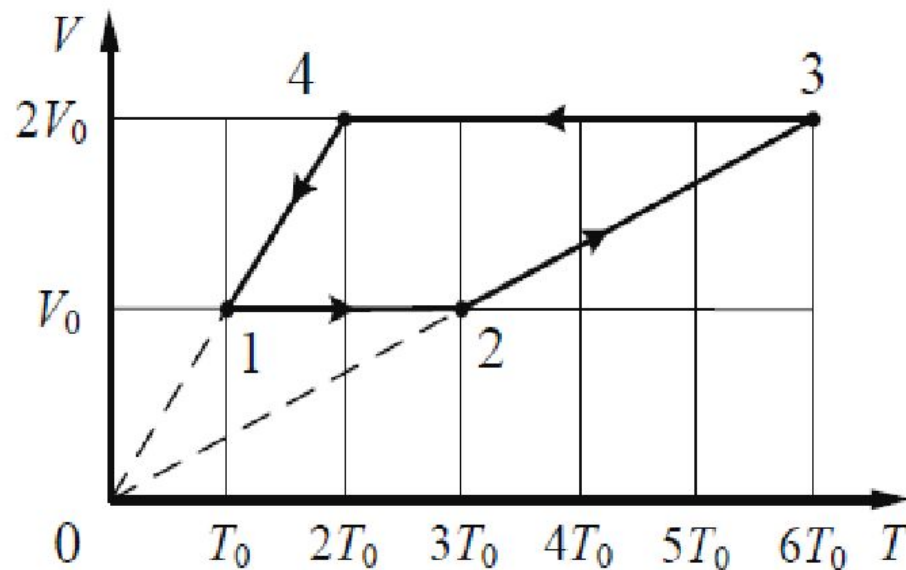
Оценивание №27 (качественная задача)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <u>*****</u>) и исчерпывающие верные рассуждения с <u>прямым указанием наблюдаемых явлений и законов</u> (в данном случае: <u>*****</u>)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются <u>один или несколько из следующих недостатков.</u>	2
В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)	2.1
И (ИЛИ)	2.2
Указаны все необходимые для объяснения <u>явления и законы</u> , закономерности, но <u>в них содержится один логический недочёт.</u>	2.3
И (ИЛИ)	2.4
В решении имеются лишние записи, <u>не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</u>	2.4
И (ИЛИ)	2.4
В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	

<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p>	1
<p>Дан <u>правильный ответ</u> на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны <u>два явления или физических закона</u>, необходимых для полного верного объяснения.</p>	1.1
<p>ИЛИ</p>	
<p>Указаны <u>все необходимые для объяснения явления и законы</u>, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p>	1.2
<p>ИЛИ</p>	
<p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат <u>ошибку (ошибки)</u>.</p>	1.3
<p>ИЛИ</p>	
<p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но <u>имеются верные рассуждения</u>, направленные на решение задачи</p>	1.4
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

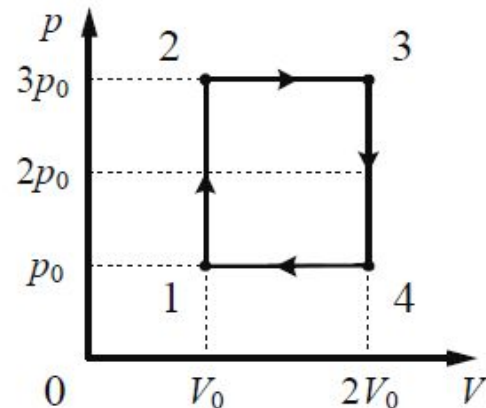
Задача №27 Пример - 1

1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах V – T , где V – объём газа, T – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах p – V , где p – давление газа, V – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика. Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.



Возможное решение

1. $\frac{A_{23}}{|A_{41}|} = 3.$



2. Перестроим график цикла в координатах p - V .

Процесс 1–2 является изохорным, в нём абсолютная температура газа увеличилась в 3 раза, а значит, согласно закону Шарля $\left(\frac{p}{T} = \text{const}\right)$

и давление газа увеличилось в 3 раза.

Процесс 2–3 является изобарным, поскольку его график в координатах V - T проходит через начало координат $\left(\frac{V}{T} = \text{const}\right)$. В этом процессе и объём,

и абсолютная температура газа увеличились в 2 раза.

В процессе 3–4 газ изохорно уменьшил свою абсолютную температуру и

давление в 3 раза, а в процессе 4–1 изобарно вернулся в исходное состояние (см. рисунок).

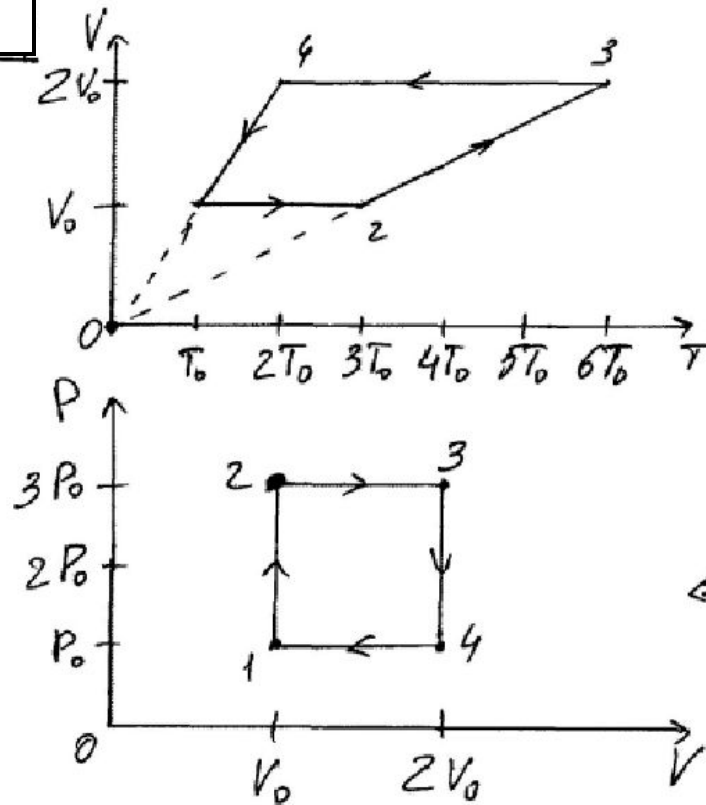
3. Из графика видно, что работа газа в процессе 2–3 $A_{23} = 3p_0(2V_0 - V_0) = 3p_0V_0$, а модуль работы внешних сил в процессе 4–1 $|A_{41}| = p_0(2V_0 - V_0) = p_0V_0$.

Таким образом, искомое отношение $\frac{A_{23}}{|A_{41}|} = 3.$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <u><i>n. 1</i></u>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <u><i>законы изопроцессов, графический смысл работы в термодинамике</i></u>)	3

27

Примеры решения



$$1) \frac{PV}{T} = \text{const.}$$

$$1-2: V = \text{const.}; T \uparrow \Rightarrow P \uparrow$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{3T_0}{T_0} = 3 = \frac{P_2}{P_1}$$

$$2-3: P = \text{const.}; V \uparrow; T \uparrow$$

$$P_2 = P_3$$

$$3-4: V = \text{const.}; T \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

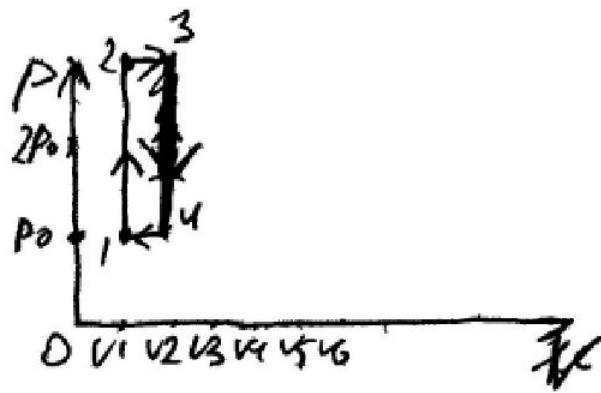
$$\frac{T_4}{T_3} = \frac{2T_0}{6T_0} = \frac{1}{3} = \frac{P_4}{P_3}$$

$$4-1: P = \text{const.}; V \downarrow; T \downarrow$$

$$P_4 = P_1$$

$$2) \frac{A_{23}}{|A_{41}|} = \frac{P_{23} \cdot \Delta V_{23}}{|P_{41} \cdot \Delta V_{41}|} = \frac{3P_0 \cdot (2V_0 - V_0)}{P_0 \cdot (2V_0 - V_0)} = \frac{3V_0}{V_0} = 3$$

Ответ: работа газа в процессе 2-3 больше
модуля работы внешних сил в процессе
4-1 в 3 раза.



1) процесс 1-2 изохор, $V = \text{const}$

$\frac{p}{T}$ пропорц. по закону Шарля

$T \uparrow$ в 3 раз; $p \uparrow$ в 3 раз

2) 2-3 V растет в 2 раза, T растет в

2 раза $\Rightarrow p = \text{const}$ по закону Бойля-Мариотта.

3) 3-4 $V = \text{const}$, T уменьшается в 3 раза $\Rightarrow p \downarrow$ в 3 раза

4) 4-1 V уменьшается в 2 раз, T уменьшается в 2 раза $p = \text{const}$.

Запишем 1 закон термодинамики для процессов 2-3 и 4-1

а) для 2-3 работа в осях $pV = \int$ под графиком

$$A_{23} = p \Delta V = 3 p_0 \cdot V = 3 p_0 V$$

б) для 4-1 аналогично

$$A_{41} = p \Delta V = p_0 V$$

$$\frac{A_{23}}{A_{41}} = \frac{3 p_0 V}{p_0 V} = 3$$

Ответ: в 3 раза.

2.1
+
2.3

Пусть начальное давление (P) равно P_0 :

1) 1-2: изохорное нагревание: $V = \text{const}$; $V_1 = V_2 = V_0$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{P_0 \cdot 2T_0}{T_0} = 2P_0$$

В координатах P-V: точка ~~1~~ 1 ($V_0; P_0$) точка 2 ($V_0; 2P_0$)

2) 2-3: изобарное нагревание: $P = \text{const}$; $P_2 = P_3 = 2P_0$

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3}; V_3 = \frac{V_2 \cdot T_3}{T_2} = \frac{V_0 \cdot 6T_0}{3T_0} = 2V_0$$

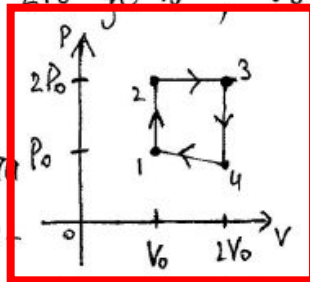
В координатах P-V: точка 3 ($2V_0; 2P_0$)

3) 3-4: изохорное охлаждение: $V = \text{const}$; $V_3 = V_4 = 2V_0$

$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_4}{T_4}; P_4 = \frac{P_3 \cdot T_4}{T_3} = \frac{2P_0 \cdot 2T_0}{6T_0} = \frac{2}{3} P_0$$

В координатах P-V: точка 4 ($2V_0; \frac{2}{3}P_0$)

4) 4-1: не изопроцесс, т.к. давление повышается от $\frac{2}{3}P_0$ до P_0 , температура падает от $2T_0$ до T_0 , объем также падает от $2V_0$ до V_0 .



В координатах P-V работа равна площади фигуры, ле-

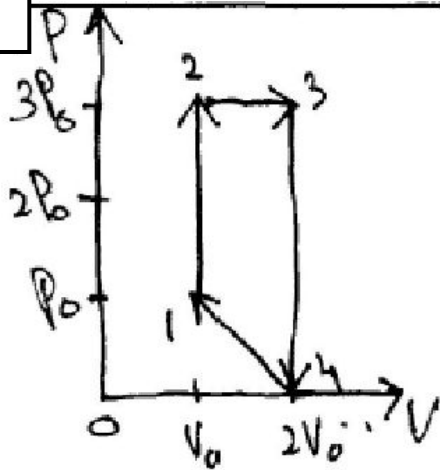
жащей под графиком; $A_{2-3} = (2V_0 - V_0) \cdot 2P_0 = 2P_0V_0$

$$\frac{A_{1-2}}{A_{4-1}} = \frac{2P_0V_0}{\frac{2}{3}P_0V_0} = 3$$

$$A_{4-1} = \frac{(P_0 + \frac{2}{3}P_0)}{2} \cdot (2V_0 - V_0) = \frac{2}{3}P_0V_0$$

Ответ: 3.

27



Запишем 1-й закон термодинамики для двух изохорических процессов:

$$1) Q_{23} = A'_{23} + \Delta U$$

$$2) Q_{41} = A_{41} + \Delta U$$

Выразим и сравним работы этих процессов:

$$1) A'_{23} = p_1 \Delta V_1 = \nu R \Delta T_1 = \nu R (6T_0 - 2T_0) = 4\nu R T_0$$

$$2) A_{41} = p_2 \Delta V_2 = \nu R \Delta T_2 = \nu R (2T_0 - T_0) = \nu R T_0$$

$$\frac{A'_{23}}{A_{41}} = \frac{4\nu R T_0}{\nu R T_0} = 4$$

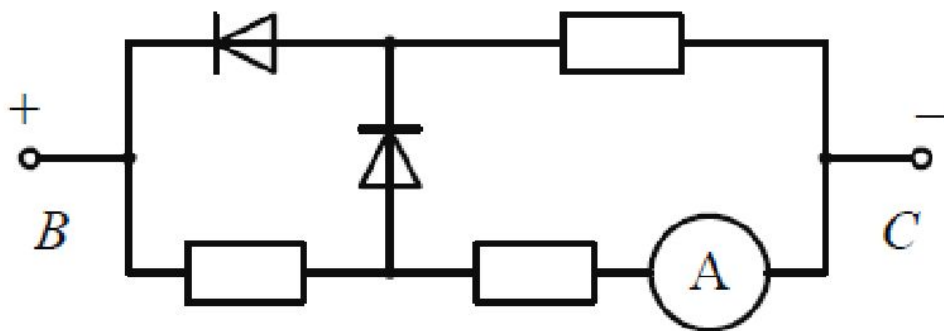
 $\frac{1}{3}$

Ответ: 6 и раз.

0

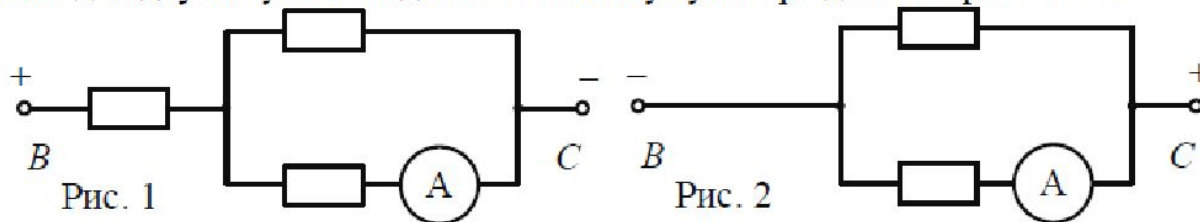
Задача №27 Пример - 2

Три одинаковых резистора и два одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках B и C . Показания амперметра равны 2 А . Определите силу тока через амперметр при смене полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.



Возможное решение

1. Сила тока через амперметр будет равна 6 А. Эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора даны на рис. 1 и 2.



2. В первом случае верхний диод включён в обратном направлении, обладает бесконечно большим сопротивлением и ток через него не течёт. Диод, расположенный в центре схемы, включён в прямом направлении, обладает нулевым сопротивлением и пропускает электрический ток. Эквивалентная электрическая схема для первого случая имеет вид, представленный на рис. 1. Получается, что первый резистор соединён последовательно с двумя другими, соединёнными параллельно друг другу. Используя формулы для вычисления сопротивления последовательно и параллельно подключённых резисторов, получим общее сопротивление схемы в первом случае:

$$R_1 = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R, \text{ где } R - \text{сопротивление каждого из резисторов.}$$

3. При смене полярности подключения аккумулятора оба диода окажутся включёнными в прямом направлении и ток через левый резистор протекать не будет. Эквивалентная электрическая схема для второго случая примет вид, представленный на рис. 2. Используя формулу для вычисления сопротивления параллельно подключённых резисторов, получим общее сопротивление схемы во втором случае: $R_2 = \frac{R}{2}$.

4. Таким образом, сопротивление участка цепи уменьшилось в 3 раза.

Используя закон Ома для полной цепи $\left(I = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}}} \right)$, получим, что сила тока

через источник увеличилась в 3 раза. Сила тока, текущего через амперметр, также увеличилась в 3 раза и стала равна 6 А, так как сила тока в каждой из ветвей разветвлённой части цепи в 2 раза меньше силы тока через источник

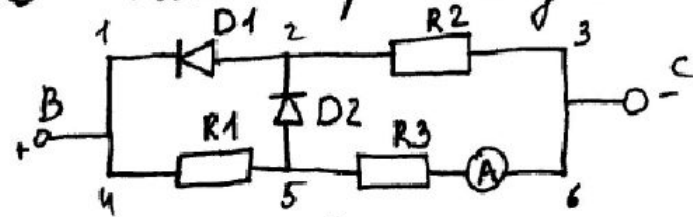
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <u><i>n. 1</i></u>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <u><i>закон Ома для полной цепи, условия протекания электрического тока через полупроводниковый диод, формулы для вычисления общего сопротивления в случае последовательного и параллельного соединений проводников</i></u>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении не приведены эквивалентные электрические схемы для двух случаев или в них допущены ошибки</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении приведены только эквивалентные электрические схемы для двух случаев</p>	1

Примеры решения

Ответ: при смене полярности через амперметр будет течь ток $I_2 = 6 \text{ A}$.

Пояснение ответа.

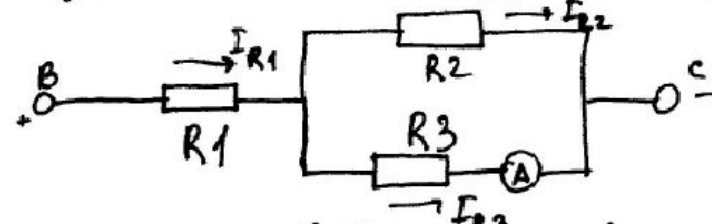
① Размотаем случай до смены полярности.



При такой полярности анод диода $D1$ будет

закрит. А значит ток по 1-2 пути не будет. Но зато он пойдёт через 4-5, а значит диод $D2$ будет открыт.

Можно составить эквивалентную схему:



Таки обозначены на рисунке (I_{R1} , I_{R2} и I_{R3}). Так как сопротивления

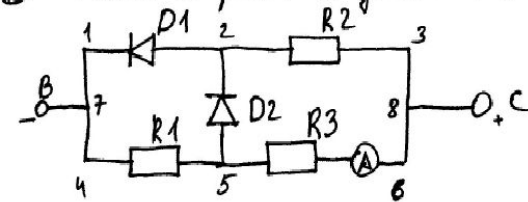
резисторов $R2$ и $R3$ равны и амперметр идеальный, то $I_{R2} = I_{R3}$. А по первому правилу Кирхгофа $I_{R1} = I_{R2} + I_{R3}$. Отсюда $I_{R2} = I_{R3} = \frac{1}{2} I_{R1}$.

$R2$ и $R3$ соединены параллельно. Их общее сопротивление равно $\frac{R}{2}$, где R - сопротивление $R1$, $R2$ и $R3$ (по условию они равны).

$R1$ и параллельное соединение $R2$ и $R3$ соединены последовательно. Значит сопротивление всей цепи равно $R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R = R_{01}$

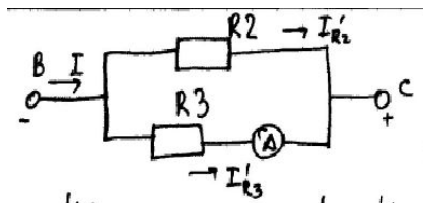
Пусть U_0 - напряжение между точками В и С. По закону Ома для участка цепи $I_{R1} = \frac{U_0}{R_{01}}$. Ампера $I_{R1} = \frac{2}{3} \frac{U_0}{R}$. Значит $I_{R3} = \frac{1}{2} I_{R1} = \frac{1}{3} \frac{U_0}{R}$. $I_{R1} = I_1$, где I_1 - ток, текущий через амперметр в этом случае. То есть $I_1 = \frac{1}{3} \frac{U_0}{R}$

II Рассмотрим случай после смены полярности



Ток через $D2$ будет течь только по направлению 5-2. Через резистор $R2$ - по направлению 3-2. Значит диод $D2$ будет всегда открыт. Заметим, что потенциалы точек 7, 1, 2 и 5 равны, так как диоды идеальные. А значит ток через резистор $R1$ течь не будет (так как равны потенциалы точек 7 и 5). В таком случае диод $D2$ будет всегда открыт.

Можно составить эквивалентную схему:



Амперметр идеальный, значит резисторы $R2$ и $R3$ соединены параллельно. ~~Амперметр идеальны!~~ Полюсность! Если амперметр идеальный, то его сопротивление равно 0. Значит общее сопротивление цепи равно $\frac{R_{02} = R}{2}$, так как сопротивление $R2$ и $R3$ равны R .

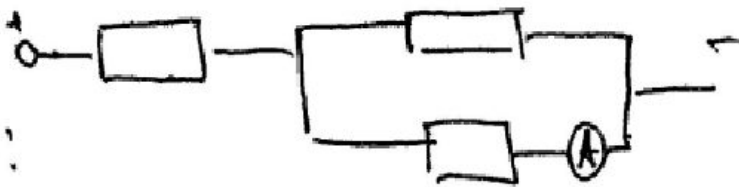
Токи обозначены на рисунке (I , I'_{R2} и I'_{R3}). Так как сопротивления резисторов $R2$ и $R3$ равны, то $I'_{R2} = I'_{R3}$. По первому правилу Кирхгофа $I = I'_{R2} + I'_{R3}$. Отсюда $I'_{R3} = I'_{R2} = \frac{1}{2} I$. По закону Ома для участка цепи: $I = \frac{U_0}{R_{02}}$. $I = \frac{2U_0}{R}$. $I'_{R3} = \frac{1}{2} I = \frac{U_0}{R}$. $R3$ и амперметр соединены параллельно. Значит $I_2 = I'_{R3} = \frac{U_0}{R}$ - ток, текущий через амперметр в этом случае.

III Из I $I_1 = \frac{1}{3} \frac{U_0}{R}$, а из II $I_2 = \frac{U_0}{R}$.

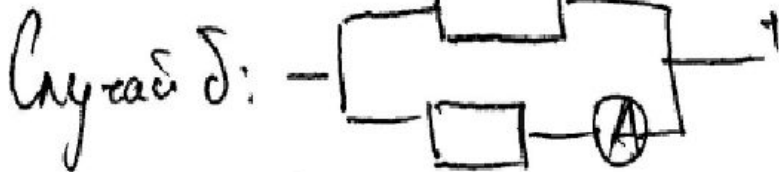
Отсюда $I_2 = 3I_1$. По условию $I_1 = 2A$. Значит $I_2 = 3I_1 = 6A$

3

Случай а:



(Т.ч. для идеального, при первом перех. ток $R \rightarrow 0$, в обратном ток не будет)



2. 3-и Дна для полного цепи $\mathcal{E} = I_{\text{одн}} (R_{\text{одн}} + r)$
 $r = 0$ по уел. Для случая а: $\mathcal{E} = I_{\text{одн}} R_{\text{одн}}$

$$R_{\text{одн}} = R + \frac{R}{2} = 1,5R \quad \text{т.о.} \quad I_{\text{одн}} = \frac{\mathcal{E}}{1,5R}$$

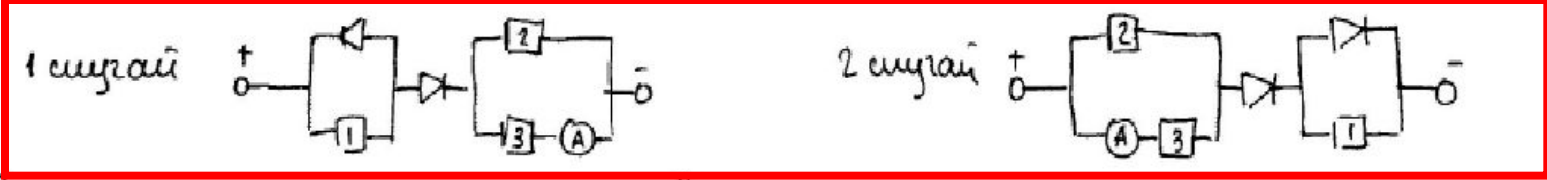
С другой стороны: $I_a R + I_{\text{одн}} R = \mathcal{E}$ (послед. сог.)

$$I_a R + \frac{\mathcal{E}}{1,5} = \mathcal{E} \quad I_a R = \frac{1}{3} \mathcal{E} \quad \mathcal{E} = 3 I_a R \quad (I_a \text{ — показания амперметра})$$

3. Случай б: $I_b = \frac{\mathcal{E}}{R}$; U_3 2. полур. $I_b = \frac{3 I_a R}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow I_b = 3 \cdot 2 \text{ A} = 6 \text{ A}$$

Ответ: Во втором случае амперметр 6 A.



1) В 1 случае ток потечет через оба резистора

$$R_{0\delta} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \Rightarrow R_{0\delta} = 1,5 R$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R$$

Напряжение на парал. участке $U_{23} = U_2 = U_3 = I \cdot R \Rightarrow I_{23} = \frac{U_{23}}{R_{23}} = \frac{I R^2}{R} = 2I$

Общий ток будет равен $I_{0\delta} = 2I$, ~~$I_{0\delta} = I_1 = I_{23} = 2I$~~ $I_{0\delta} = I_1 = I_{23} = 2I$ (посл. след)

$$U_{0\delta} = I_{0\delta} \cdot R_{0\delta} = 1,5 R \cdot 2I = 3RI$$

2) В 2 случае ток не потечет через R_1 , так как ток всегда идет по пути наим. сопротивл

$$R_{0\delta} = R_{23} = \frac{R}{2} = 0,5 R$$

$$U_{0\delta} = U_{23} = U_3 = I_2 \cdot R$$

2.5

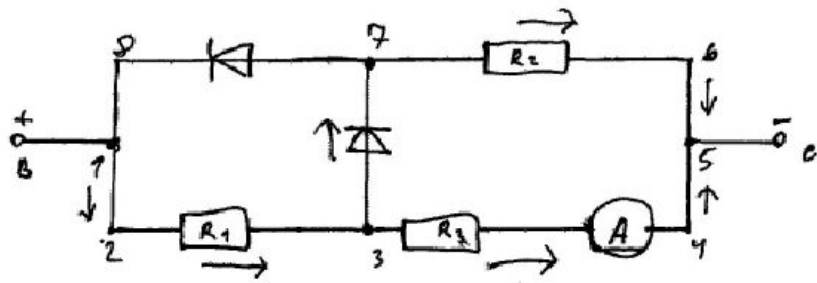
3) Напряжения на источнике и в 1 и во 2 случае одинаковы

Приравниваем: $I_2 R = 3RI \Rightarrow I_2 = 3I = 3 \cdot 2 = 6A$ ($I = 2A$ по условию)

Ответ : 6A.

Задача 2 вычит

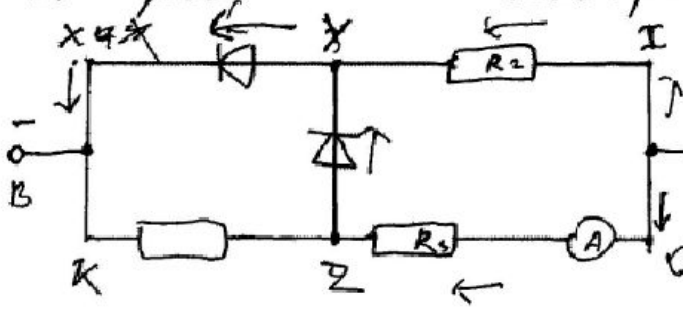
1)



из условия мы знаем, что $R_1 = R_2 = R_3 = R$ и мы можем считать, что ток протекает через диоды в том же направлении $I_3 = 2A$.

В данном случае ток протекает по направлению стрелок, указанных на рисунке. Рассмотрим R_2 и R_3 параллельно и считаем напряжение $\Rightarrow I_2 = I_3 = 2$ из этого можно считать вытекает, что общее сопротивление равно $R_0 = 1,5R$ и ток $I_0 = 4$.

2)



Тогда интереснейшее ток будет проходить по направлению стрелок, как показано на рисунке. И ток протекает по ветви I_X и OZY . $I_0 = 4A$, а $R_0 = 0,5R$.

1.4

Интересно отметить, что $I_3 = 2A$, так, как ток протекает через резисторы R_3 и R_2 , так, как ток протекает параллельно соединенным. А на участке $KZYX$ ток протекает по пути наименьшего сопротивления, т.е. по ZXY .

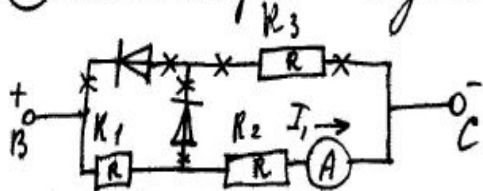
Дано:

$$I_1 = 2A$$

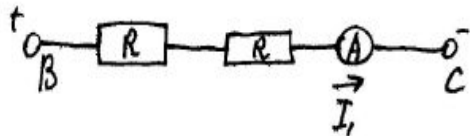
$$I_2 = ?$$

Решение:

① Рассмотрим первый случай из условия:



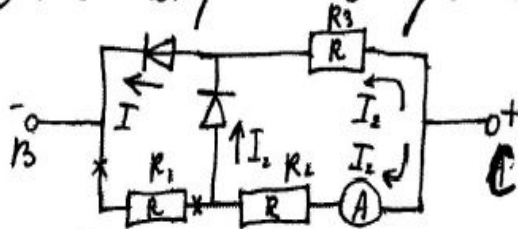
Эквивалентная цепь:



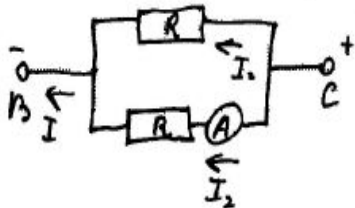
1) Через диоды ток течет только в одну сторону. В данном случае ток через них течь не будет \Rightarrow через R_3 ток тоже не течет.

2) $R_{01} = R \cdot 2 = 2R$
 $I_1 = 2A$ (из условия)

② Рассмотрим второй случай:



Эквивалентная цепь:



1) В данном случае ток будет течь через диоды. Но так как диоды идеальные (не имеют сопротивления), то ток через резистор R_3 течь не будет.

2) $R_{02} = \frac{R^2}{2R} = \frac{1}{2}R$

3) $\frac{I}{I_1} = \frac{R_{01}}{R_{02}} \Rightarrow I = 4I_1 = 8A$

4) $I_2 = \frac{1}{2}I$ (так как резисторы одинаковые и подключены параллельно)

$I_2 = 4A$

Ответ: 4A.



Обобщенная схема оценивания задания 28

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 <u>выбранным способом</u> (в данном случае: *****);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин;</p> <p>III) <u>проведены необходимые математические преобразования и расчёты</u>, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) <u>представлен правильный ответ</u> с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2

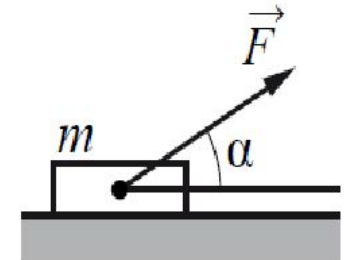
¹ Здесь и далее стандартными считаются обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике

Обобщенная схема оценивания задания 28

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	1
Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.	1.1
И (ИЛИ)	
В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.	1.2
И (ИЛИ)	
В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	1.3
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	1.4
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
	Максимальный балл
	2

Задача №28 Пример - 2

Брусек массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,2$.



Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{\text{тр}} = 2,8$ Н. Чему равен модуль силы F ?

Возможное решение

Запишем проекции второго закона Ньютона на вертикальную ось:
 $0 = N - mg + F \sin \alpha$. Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим $F_{\text{тр}} = \mu(mg - F \sin \alpha)$. В итоге,

$$\text{искомая сила равна } F = \frac{\mu mg - F_{\text{тр}}}{\mu \sin \alpha} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10 - 2,8}{0,2 \cdot 0,5} = 12 \text{ Н.}$$

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 обозначения физических величин;</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>	2

Примеры решения

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,2$$

$$F_{\text{тр}} = 2,8 \text{ Н}$$

$$\text{Решение: } \vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

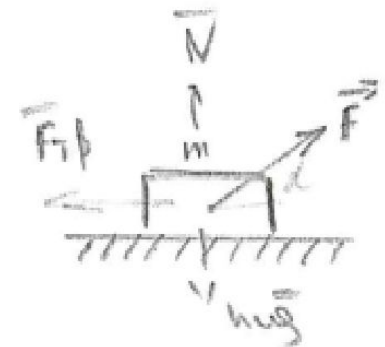
$$Ox: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma \quad Oy: N + F \sin \alpha = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg - F \sin \alpha \mu$$

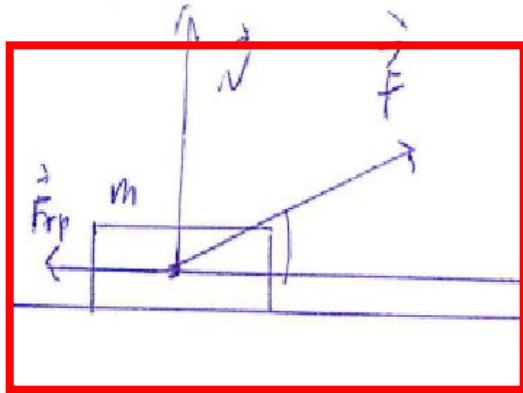
$$F = \frac{\mu mg - F_{\text{тр}}}{\sin \alpha \mu} = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 10 - 2,8}{0,5 \cdot 0,2} = 12 \text{ Н.}$$

$$F_1 = ?$$

Ответ: 12 Н.



3.



Deno:

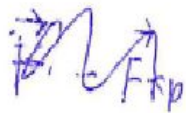
$$m = 2 \text{ kg}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,2$$

$$F_{rp} = 2,8 \text{ H}$$

$$|F| = ?$$



$$N + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$|F| = \frac{mg - N}{\sin \alpha} = \frac{mg - \frac{F_{rp}}{\mu}}{\sin 30} = \frac{2 \cdot 10 - \frac{2,8}{0,2}}{\frac{1}{2}} = \frac{20 - 14}{\frac{1}{2}} = 12$$

Odgov: 12 H,

1.2

Dado:

$$m = 2 \text{ t}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

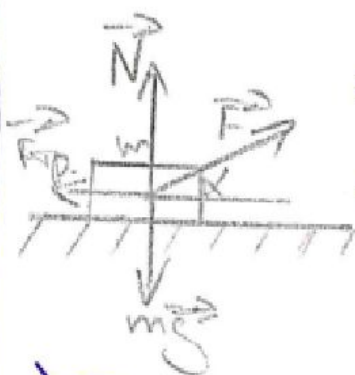
$$\mu = 0,2$$

$$F_{fp} = 2,8 H$$

$$|\vec{F}| = ?$$

Resolvente:

~~$\vec{F} + \vec{N} + \vec{mg} + \vec{F}_{fp} = m\vec{a}$~~



$$Ox; F_{\cos} F_{fp} = ma$$

$$Oy; mg = N + F \cdot \sin \alpha$$

1) $F_{fp} = \mu N$;

$$N = \frac{2,8}{0,2} = 14$$

2) ~~$mg = N + F \cdot \sin \alpha$~~

$$2 \cdot 10 = 14 + F \cdot \frac{1}{2}$$

$$|F| = 12$$

Oberes 12.

nr 3 Gaus:

$$m=2$$

$$\alpha=30^\circ$$

$$\mu=0,2$$

$$F_{\text{fr}}=2,8\text{N}$$

Geheim:

F

Geheim: F'



$$N + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$F = \mu N$$

$$F = 2,8 \quad \text{Onder: } F = 2,8$$

$$F = \mu (mg - F \sin \alpha) = 0,2 \cdot (20 - 6) = 0,2 \cdot 14$$

0

53

Dauer

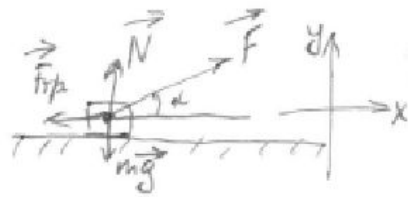
$$m = 2 \text{ kg}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,2$$

$$F_{\text{Tp}} = 2,8 \text{ N}$$

$|F| = ?$



Remember

$$0 \text{ x: } -F_{\text{Tp}} + F \sin \alpha = ma$$

$$0 \text{ y: } mg = N + F \cos \alpha$$

$$ma = F \sin \alpha - \mu mg$$

$$F = \frac{m(a + \mu g)}{\sin \alpha}$$

$$F_{\text{Tp}} = \mu(mg - F \cos \alpha)$$

$$-F \cos \alpha = \frac{F_{\text{Tp}}}{\mu} - mg$$

$$|F| = \frac{mg - \frac{F_{\text{Tp}}}{\mu}}{\cos \alpha}$$

$$\text{Dabei: } 6,93 \text{ N}$$

$$F_{\text{Tp}} = \mu N = \mu(mg - F \cos \alpha)$$

$$N = mg - F \cos \alpha$$

$$ma = F \sin \alpha + \mu mg - (\mu F \cos \alpha)$$

$$F \sin \alpha - \mu F \cos \alpha = m(\mu g - a)$$

$$0,33 F - 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} F = m(\mu g - a)$$

$$0,33 F = 2(0,2 \cdot 10 - a)$$

$$0,33 F = 4 - 2a$$

$$F = \frac{2 \cdot 10 - \frac{2,8}{0,2}}{0,33} = \frac{6 \cdot 2}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 6,93 \text{ N}$$

Оценивание №29-32 (расчетных задач)

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех (**пяти**) элементах решения:

- ▣ Исходные формулы и законы (кодификатор);*
- ▣ Обозначения физических величин (рисунок);*
- ▣ Рисунок с указанием сил (если требуется);*
- ▣ Математические преобразования и расчеты;*
- ▣ Правильный числовой ответ, размерность.*

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 <u>буквенные обозначения физических величин</u> (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, <u>приводящие к правильному числовому ответу</u> (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3

исключение составляют обозначения констант, обозначения величин, используемых в условии задачи, и стандартных величин, используемых в кодификаторе

Обобщенная схема оценивания заданий 29-32

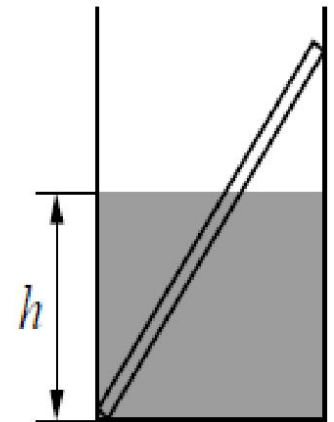
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p>	2
<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	2.1
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p>	2.2
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p>	2.3
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	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 №29

В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты $h = 4$ см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите силу F , с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.



Возможное решение

1. Высота конца палочки относительно дна стакана

$H = \sqrt{l^2 - 4R^2} = \sqrt{0,1^2 - 4 \cdot 0,04^2} = 0,06 \text{ м}$, где l – длина палочки, R – радиус стакана.

2. Сила Архимеда

$$F_{\text{арх}} = \rho_{\text{ж}} \left(\frac{h}{H} V \right) g = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho} \frac{h}{H} mg,$$

где V – объём палочки, ρ – её плотность, $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости.

3. Поскольку палочка покоится, сумма приложенных к ней сил равна нулю. Поэтому можно записать правило моментов так, чтобы исключить из него упоминание неизвестных сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , т.е. записать это правило относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через нижний конец палочки:

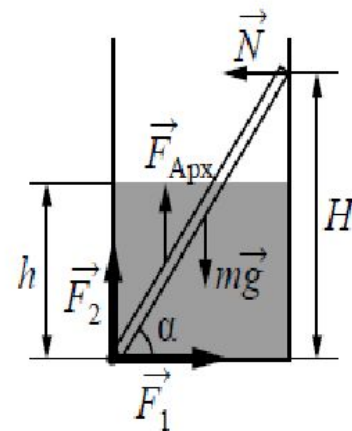
$$mgR - F_{\text{арх}} \left(\frac{h}{2} \text{ctg} \alpha \right) - NH = 0, \text{ где } \text{ctg} \alpha = \frac{2R}{H}.$$

4. Отсюда:

$$\begin{aligned} N &= mg \frac{R}{H} - F_{\text{арх}} \left(\frac{h}{2H} \text{ctg} \alpha \right) = mg \frac{R}{H} \left(1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho} \left(\frac{h}{H} \right)^2 \right) = \\ &= 9 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot \frac{0,04}{0,06} \left(1 - 0,75 \cdot \frac{0,04^2}{0,06^2} \right) = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}. \end{aligned}$$

По третьему закону Ньютона, $N = F$, поэтому $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$.

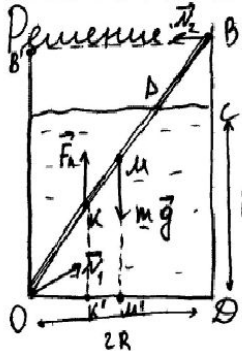
Ответ: $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p data-bbox="156 137 1734 194">Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p data-bbox="156 201 1734 401">I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для силы Архимеда, правило моментов, формула плотности тела, третий закон Ньютона</i>);</p> <p data-bbox="156 408 1734 679">II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на палочку;</p> <p data-bbox="156 686 1734 1029">III) 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="156 1036 1734 1236">IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p data-bbox="156 1243 1734 1372">V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

Примеры решения

Дано:
 $R = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 $l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м} = 10^{-1} \text{ м}$
 $m = 0,9 \text{ г} = 9 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$
 $h = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 $\rho_m = 0,75 \rho_{\pi}$



Решение
 1) $OC = h$. $OD = 2R$.
 $OB = l$. По теореме Пифагора
 $BD = \sqrt{OB^2 - OD^2} = \sqrt{l^2 - 4R^2}$
 $BD = \sqrt{(10^{-1})^2 - 4 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

$BC = BD - DC = BC = (6 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-2}) \text{ м} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 По теореме Фалеса $BC : CO = AB : OB = 1 : 2$

$F = ?$
 Знаем центр тяжести, а следовательно и центр тяжести (плоская однородная), лежит под верой (точка M). Сила Архимеда приложена к центру той части цилиндра, которая находится под верой. Ищем это точка K. На цилиндр также действуют силы реакции опоры \vec{N}_1 и \vec{N}_2 , приложенны к точкам O и B соответственно. Искомое \vec{N}_2 направлена перпендикулярно BD. \vec{N}_1 же направлена схематично (не знаем, откуда будет направлена сила относительно O).

2) Цилиндр находится в равновесии. Значит сумма моментов сил относительно точек O равна 0.

$$\vec{M}_{N_1} + \vec{M}_{F_A} + \vec{M}_{mg} + \vec{M}_{N_2} = 0$$

$M_{N_1} = 0$, так как N_1 приложена к точке O.

Итого силы $F_A - OK'$ на рисунке. Мы выведем что $OK = \frac{1}{2} OA = \frac{1}{2} (\frac{2}{3} OB) = \frac{1}{3} l$. $OK : KB = \frac{OK}{KB} = \frac{\frac{1}{3} l}{l - \frac{1}{3} l} = \frac{1}{2} = \frac{OK'}{KB}$
 Отсюда $OK' = \frac{1}{3} OD = \frac{2}{3} R$.

$$M_{F_A} = F_A \cdot \frac{2}{3} R$$

Итого сил mg является OM' . $OM' = \frac{1}{2} OD = R$

$$M_{mg} = -mgR$$

Итого сил N_2 является $OB' = BD$. Отсюда $M_{N_2} = N_2 \cdot BD$

$$\text{Отсюда: } F_A \cdot \frac{2}{3} R - mgR + N_2 \cdot BD = 0 \text{ (проекции)}$$

по равной сумме относительно O мы брали -, а проекция - с +).

$$3) F_A = V \rho_m g, \text{ где } V - \text{объем части под верой. То есть } V = OA \cdot S, \text{ где } S - \text{площадь сечения } F_A = OA \cdot S \cdot \rho_m \cdot g.$$

Там же $m = V_0 \cdot \rho_{\pi}$, где V_0 - объем цилиндра. $V_0 = l \cdot S$
 $m = l \cdot S \cdot \rho_{\pi} \Rightarrow \rho_{\pi} = \frac{m}{lS}$. Но известно $\rho_m = 0,75 \rho_{\pi}$.
 Значит $F_A = 0,75 \cdot OA \cdot S \cdot \rho_{\pi} \cdot g = \frac{0,75 \cdot OA \cdot S \cdot g \cdot m}{lS} = mg \cdot \frac{3 \cdot OA}{4l}$
 Подставляем в (1): $mg \cdot \frac{3 \cdot OA \cdot R}{2l \cdot 3} - mgR + N_2 \cdot BD = 0$
 $N_2 \cdot BD = mgR (1 - \frac{OA}{2l})$; $N_2 = mg \frac{R}{BD} (1 - \frac{OA}{2l})$. $OA = \frac{2}{3} l$.
 $N_2 = mg \frac{R}{BD} \cdot (1 - \frac{2}{3} \frac{l}{2l}) = mg \cdot \frac{2R}{3BD}$; $N_2 = (9 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 6 \cdot 10^{-2}}) \text{ Н} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$

Ответ: По третьему закону Ньютона $\vec{F} = -\vec{N}_2$ и $|\vec{F}| = |N_2|$

$$F = N_2; \quad F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$



29) F = ?

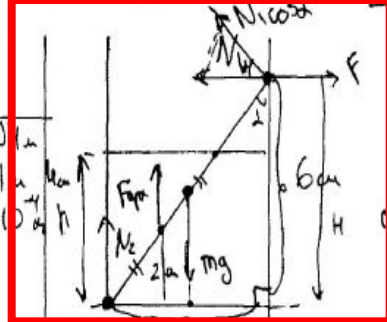
$R = 4a = 0,04$

$l = 10a = 0,1$

$m = 0,92 = 9 \cdot 10^{-4}$

$h = 4a$

$\rho_* = 0,75 \rho_0$



диаметр стержня $d = 2R = 8a$

по теореме Пифагора найдем расст от угла
откуда до верхней точки стержня

$H = \sqrt{l^2 - d^2} = \sqrt{100a^2 - 64a^2} = 6a$

$h > \frac{H}{2}$, то центр масс стержня лежит

внизу давление N_1 верхней точки на стенку F перпендикулярно
стенке, т.к. сила трения нет (стенка гладкая, берем с осью F от
по 3-ему з. Аксиома с силой N_1 по закону F стенка действует
на стержень $N_1 = -F$ (сила реакции опоры)

Итак система находится в равновесии, сумма моментов относительно

O равно нулю. На стержень действуют сила $P_0(N_1)$, сила тяжести
(mg) и сила давления ($F_{арх}$).

$mg \cdot R - F_{арх} \cdot l_1 - N_1 \cos \alpha \cdot l = 0$

$l_1 = \frac{2a}{6a} \cdot 8a = \frac{8}{3}a$
по подобию

$9 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 0,04 - g \frac{9 \cdot 10^{-4}}{2} \cdot 10 \cdot \frac{8}{3} \cdot 10^{-2} - N_1 \cdot 0,6 \cdot 0,1 = 0$

$\cos \alpha = \frac{6}{10} = 0,6$

$\frac{4}{6} v_0$

$0,04mg - \frac{mg}{2} \cdot \frac{8}{3} - N_1 \cdot 0,6 \cdot 0,1 = 0$

$F_{арх} = \rho_* \cdot V \cdot g = 0,75 \rho_0 \cdot \frac{20}{3} V_0 \cdot g = 0,5 mg$

$N_1 = \frac{4mg - \frac{8}{3}mg}{0,6} =$

$\frac{4}{6} = \frac{x}{10}$ по подобию треугол

где x - длина стержня

$= \frac{2}{3} mg - \frac{2}{9} mg = \frac{4}{9} mg =$

$x = \frac{40}{6} = \frac{20}{3} a$ ($\rho_0 V_0 = m$)

$x = \frac{4}{6} l \quad V_* = \frac{4}{6} V_0$

$= 4 \frac{9 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{9} = 4 \cdot 10^{-3} H = 4aH$

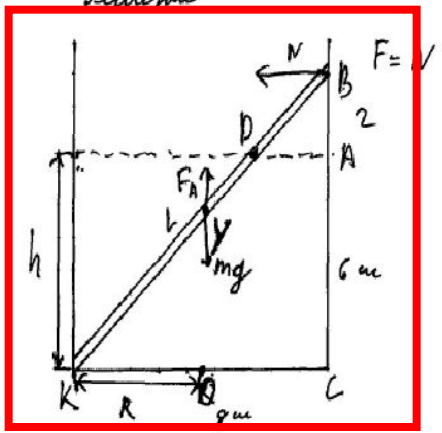
Ответ $4aH$

2.2

Дано
 $m = 0,92$
 $R = 4 \text{ м}$
 $h = 4 \text{ м}$
 $\rho_{ж} = 0,75 \rho_{н}$
 $L = 10 \text{ м}$
 $F \rightarrow$

С.И.
 $9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
 $4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 $4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$

Решение



1) Рассчитаем длину отсеченного отрезка KB.
 искомая сила F действует в точке B C = 1,
 ищем ее силу $mg - F_A$ действует в R KC = 2R = 8 м = $8 \cdot 10^{-2}$ м
 \Rightarrow по Т. Пифагора BC = 6 м = $6 \cdot 10^{-2}$ м ; BA = 2 м = $2 \cdot 10^{-2}$ м
 $\frac{\Delta KBC}{\Delta BDA} = \frac{DA}{KC} = \frac{AB}{AC} \quad \frac{DA}{8} = \frac{2}{6} \quad DA = \frac{8}{3} \Rightarrow$ по Т. Пифагора $BD = \frac{10}{3}$
 $\Delta OK = \frac{20}{30}$ м. Этого можно избежать, если, что объем по-
 пупленной части в баше равен $\frac{2}{3}$ от объема отбыва.

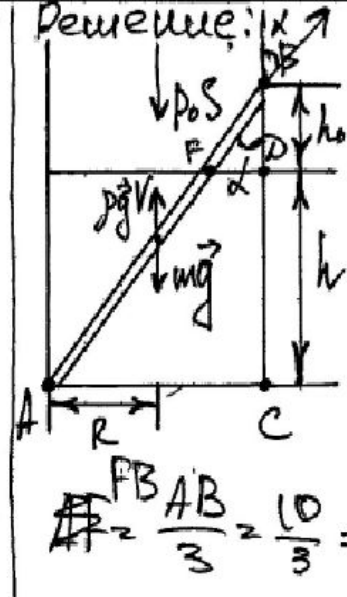
2) $\rho = \frac{m}{V} \quad V = \frac{m}{\rho} \quad F_A = \rho_{ж} \cdot g \cdot V \Rightarrow F_A = \frac{3}{4} \rho_{н} \cdot \frac{2}{3} \frac{m}{\rho_{н}} \cdot g = \frac{1}{2} mg$

3) для момента силы F : $M = F \cdot l_1 \cdot \cos \angle KBC$; $\cos \angle KBC = 0,6$
 для момента сил $mg - F_A$: $M = (mg - F_A) \cdot R \cdot \cos \angle KBC$; $\cos \angle KBC = 0,8$

Сила этих моментов относительно точки K равна $F \cdot l_1 \cdot \cos \angle KBC$

$F \cdot l_1 \cdot \cos \angle KBC - (mg - F_A) \cdot R \cdot \cos \angle KBC = 0$, откуда $F = \frac{0,2 mg R}{0,3 l_1}$
 $F = \frac{0,2 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{0,3 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 0,004 \text{ Н}$

29. Дано:
 $R = 4 \text{ см}$
 $l = 10 \text{ см}$
 $m = 0,9 \text{ г}$
 $h = 4 \text{ см}$
 $\rho_k = 0,75 \rho_n$



Т.к. $R = 4 \text{ см}$, то диаметр $= 8$.
 Из Т. Пифагора: $h_0 + h = \sqrt{l^2 - d^2} = 6 \text{ см}$
 Тогда $h_0 = 2 \text{ см}$.
 $\triangle ABC \sim \triangle FBD$ (по углу и 3-м стороне)
 Тогда $\frac{BD}{BC} = \frac{FB}{AB} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

$F = ?$

$$\frac{FB}{AB} = \frac{10}{3} \Rightarrow AF = \frac{20}{3}$$

Объем погруженной части палочки: $V_T = \frac{m}{\rho_T}$; $V = \frac{20}{3} V_T = \frac{20m}{3\rho_T}$
 Т.к. $\rho_{палочки} = \frac{\rho_k}{0,75}$, то $V_{палочки} = \frac{15m}{\rho_k}$

Палочка давит на стенку под углом α , а сила вертикальной проекции с силой $F \cos \alpha$, где $\cos \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{6}{10} = 0,6$

Составим уравнение:

$$\rho_k g V_{палочки} = mg + F \cos \alpha, \quad F = \frac{\rho_k g V_{палочки} - mg}{\cos \alpha} = \frac{\rho_k g \frac{15m}{\rho_k} - mg}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{15mg - mg}{\cos \alpha} = \frac{14mg}{\cos \alpha} = \frac{14 \cdot 9 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м}^2/\text{с}^2}{0,6} = 210 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 210 \text{ мН}$$

Ответ: 210 мН

Задача №30

В стакан с водой, нагретой до температуры $t_1 = 50$ °С, положили металлический шарик, имеющий температуру $t_2 = 10$ °С. После установления теплового равновесия температура воды стала $t_3 = 40$ °С. Определите температуру воды t_4 после того, как в стакан положили ещё один такой же шарик температурой t_2 (первый шарик остался в стакане). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Возможное решение

1. Запишем уравнение теплового баланса для системы «стакан с водой + первый шарик»:

$$C_{\text{в}}(t_3 - t_1) + C_{\text{ш}}(t_3 - t_2) = 0.$$

Здесь $C_{\text{в}}$ – теплоёмкость стакана с водой, $C_{\text{ш}}$ – теплоёмкость шарика.

2. Запишем уравнение теплового баланса для системы «стакан с водой + первый шарик + второй шарик»:

$$C_{\text{в}}(t_4 - t_3) + C_{\text{ш}}(t_4 - t_3) + C_{\text{ш}}(t_4 - t_2) = 0.$$

Решая записанную систему уравнений относительно t_4 , получаем:

$$t_4 = \frac{t_1 t_2 - 2t_2 t_3 + t_1 t_3}{2t_1 - t_2 - t_3} = \frac{50 \cdot 10 - 2 \cdot 10 \cdot 40 + 50 \cdot 40}{2 \cdot 50 - 10 - 40} = 34 \text{ °С.}$$

Ответ: $t_4 = 34$ °С

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p data-bbox="216 214 1580 268">Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p data-bbox="216 278 1684 599">I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение теплового баланса для двух случаев; формула для количества теплоты, передаваемого при теплообмене</i>);</p> <p data-bbox="216 614 1684 935">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 data-bbox="216 949 1684 1135">III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p data-bbox="216 1149 1684 1256">IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

N 30.

Дано:

$$t_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 40^\circ\text{C}$$

$t_4 = ?$

1) По закону сохранения энергии имеем:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_1 = c_1 M_1 (t_3 - t_1)$$

$$Q_2 = c_2 M_2 (t_3 - t_2)$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = c_1 M_1 (t_3 - t_1) \\ Q_2 = c_2 M_2 (t_3 - t_2) \end{array} \right\} \begin{array}{l} -c_1 M_1 (t_3 - t_1) = c_2 M_2 (t_3 - t_2) \\ c_1 M_1 (t_1 - t_3) = c_2 M_2 (t_3 - t_2) \end{array}$$

2) $Q_1' + Q_2' + Q_3 = 0$

$$Q_1' = c_1 M_1 (t_4 - t_3)$$

$$Q_2' = c_2 M_2 (t_4 - t_2)$$

$$Q_3 = c_2 M_2 (t_4 - t_1)$$

$$\left. \begin{array}{l} Q_1' = c_1 M_1 (t_4 - t_3) \\ Q_2' = c_2 M_2 (t_4 - t_2) \\ Q_3 = c_2 M_2 (t_4 - t_1) \end{array} \right\} c_2 M_2 (t_4 - t_2) = -c_1 M_1 (t_4 - t_3) - c_2 M_2 (t_4 - t_1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} c_2 M_2 (t_4 - t_2) = c_1 M_1 (t_3 - t_4) + c_2 M_2 (t_3 - t_4) \\ c_1 M_1 (t_1 - t_3) = c_2 M_2 (t_3 - t_2) \end{array} \right.$$

$$30 c_2 M_2 = 10 c_1 M_1$$

$$c_1 M_1 = 3 c_2 M_2$$

$$c_1 M_1 = 3 c_2 M_2$$

$$3 c_2 M_2 (t_4 - t_2) = 3 c_2 M_2 (t_3 - t_4) + c_2 M_2 (t_3 - t_4) : (c_2 M_2)$$

$$t_4 - t_2 = 3(t_3 - t_4) + (t_3 - t_4)$$

$$t_4 - t_2 = 3t_3 - 3t_4 + t_3 - t_4$$

$$5t_4 = 4t_3 + t_2$$

$$t_4 = \frac{4t_3 + t_2}{5}$$

$$t_4 = \frac{4 \cdot 40 + 10}{5} = 34^\circ\text{C}$$

Ответ: $t_4 = 34^\circ\text{C}$.

N 30

Dano.

$$t_1 = 50^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 40^\circ\text{C}$$

$$t_4 = ?$$

Решение

Занумен YTB: (Dene 1-20)

$$Q_{\text{omg}} = Q_{\text{non}}$$

$$C_b m_b (t_1 - t_3) = C_m m_m (t_3 - t_2)$$

$$\frac{C_b m_b}{C_m m_m} = \frac{t_3 - t_2}{t_1 - t_3} = \frac{40 - 10}{50 - 40} = 3$$

Dene 2 cu:

$$(m_b C_b + m_m C_m) (t_2 - t_4) = m_m C_m (t_4 - t_2), \text{ orcloge}$$

$$t_4 = 34^\circ\text{C}$$

Ombem: $t_4 = 34^\circ\text{C}$

№30

Уравнение теплового баланса

$$c_{\text{вода}} \cdot m_{\text{вода}} \cdot \Delta t_{\text{вода}}$$

$$c_{\text{л}} = c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}} \cdot \Delta t_{\text{ж}}$$

0

$$\frac{c_{\text{л}} \cdot m_{\text{л}}}{c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}}} = \frac{\Delta t_{\text{ж}}}{\Delta t_{\text{л}}} = \frac{30^{\circ}\text{C}}{10^{\circ}\text{C}} = 3$$

$$c_{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} = 3 c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}}$$

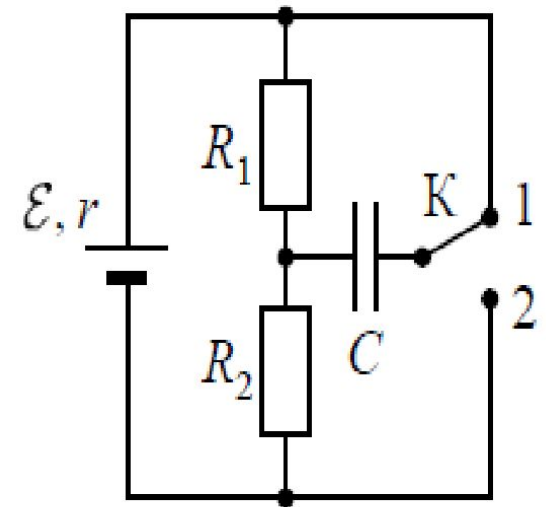
после того как еще раз (умножив) попеременим шарик

$$(c_{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} + c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}}) (40 - t) = (c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}}) \cdot (t - 10) \quad ; \quad (3c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}} + c_{\text{ж}} \cdot m_{\text{ж}}) (40 - t) =$$

Решим: $t = 34^{\circ}\text{C}$

Задача №31

В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $C = 0,2 \text{ мкФ}$, ключ K длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа K в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0,55 \text{ мкКл}$. Найдите ЭДС источника \mathcal{E} .



Возможное решение

1. Когда ключ К находится в положении 1, эквивалентная схема электрической цепи выглядит, как показано на рис. 1. Когда заряд на конденсаторе уже установился, ток через конденсатор равен нулю. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе R_1 :

$$U_{1C} = IR_1, \text{ где } I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + R_2}.$$

$$\text{Заряд конденсатора } q_1 = CU_{1C} = \frac{C\mathcal{E}R_1}{r + R_1 + R_2}.$$

Правая обкладка конденсатора соединена с положительным полюсом источника и заряжена положительно. Поэтому её заряд равен q_1 .

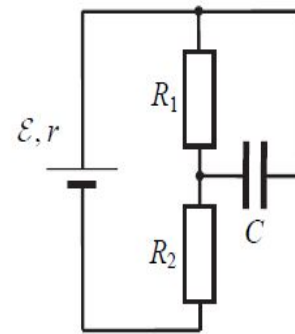


Рис. 1

2. Когда ключ К находится в положении 2, эквивалентная схема электрической цепи выглядит, как показано на рис. 2. Когда заряд на конденсаторе уже установился, ток через конденсатор равен нулю. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе R_2 :

$$U_{2C} = IR_2, \text{ где по-прежнему } I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + R_2}.$$

$$\text{Заряд конденсатора } q_2 = CU_{2C} = \frac{C\mathcal{E}R_2}{r + R_1 + R_2}.$$

Правая обкладка конденсатора соединена теперь с отрицательным полюсом источника и заряжена отрицательно. Поэтому её заряд равен $(-q_2)$.

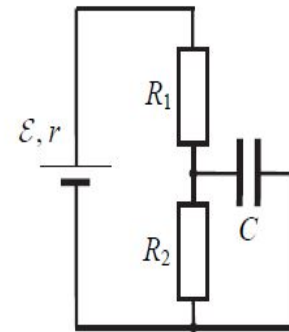


Рис. 2

3. Изменение заряда на правой обкладке конденсатора

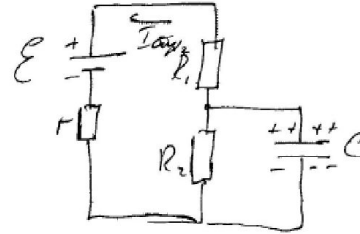
$$\Delta q = (-q_2) - q_1 = -\frac{C\mathcal{E}(R_1 + R_2)}{r + R_1 + R_2}, \text{ откуда:}$$

$$\mathcal{E} = \frac{(-\Delta q) \cdot (r + R_1 + R_2)}{C(R_1 + R_2)} = \frac{0,55 \cdot 10^{-6} \cdot (1 + 4 + 7)}{0,2 \cdot 10^{-6} \cdot (4 + 7)} = 3 \text{ В.}$$

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>закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной цепи, формула для заряда конденсатора</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> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

Примеры решения

2 После установления равновесия часть заряда уйдет с нижней обкладки



$$I_{\text{общ}} = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = I_{\text{общ}}, \text{ по амперомам.}$$

$$U_{C2} = I_{\text{общ}} R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2 + r}$$

Тогда заряд на обкладке станет:

$$q_2 = -C \cdot U_{C2}$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = -C U_{C2} - (+C U_{C1}) = -C (U_{C1} + U_{C2});$$

$$\Delta q = -0,55 \cdot 10^{-6} \text{ Кл.}$$

$$\Delta q = -C \left(\frac{E R_1}{R_1 + R_2 + r} + \frac{E R_2}{R_1 + R_2 + r} \right) = -\frac{C E (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + r}$$

$$E = -\frac{\Delta q \cdot (R_1 + R_2 + r)}{C \cdot (R_1 + R_2)} = \frac{-(-0,55 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}) \cdot ((1+2) \text{ Ом})}{0,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot (1+2) \text{ Ом}}$$

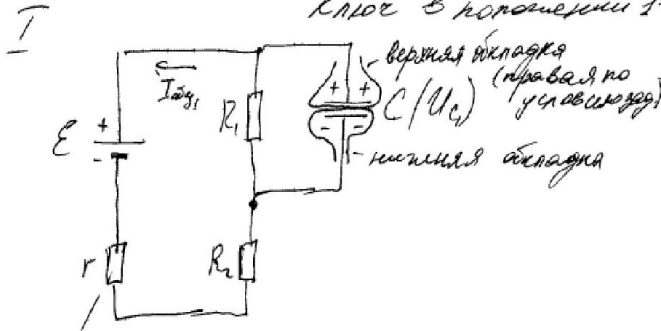
$$= \frac{0,55 \cdot 12}{0,2} = 3 \text{ В}$$

Ответ: 3 В.

№31

Решение

Ключ в положении 1



Вынес внутреннее сопротивление источника.

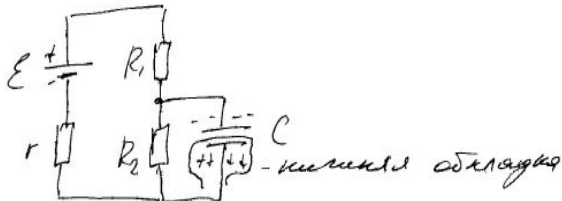
Ток не будет течь через конденсатор, тогда ток будет протекать только через резисторы:

$$I_{\text{общ}} = \frac{E}{R_1 + R_2 + r}$$

$$U_{C1} = I_{\text{общ}} R_1 = \frac{E R_1}{R_1 + R_2 + r} \text{ - напряжение на конденсаторе}$$

$$q_1 = +C U_{C1} \text{ - заряд на верхней обкладке}$$

II 1. Сразу после замыкания





№ 31.

Дано:

$r = 1 \text{ Ом}$

$R_1 = 4 \text{ Ом}$

$R_2 = 7 \text{ Ом}$

$C = 0,2 \text{ мкФ}$

$\Delta q = -0,55 \text{ мкКл}$

$\mathcal{E} = ?$

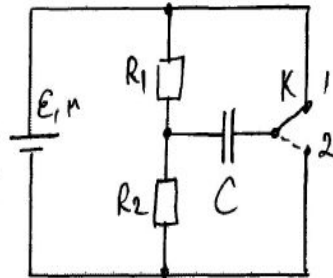
C_{Σ}

$0,2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

$-0,55 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$

Решение:

1) При замыкании ключа К в каждом из положений, по 3-му Ома для каждой цепи, в цепи будет течь ток, равный, соответственно для каждого случая:



$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r}; \quad I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}, \quad \text{где } \mathcal{E} - \text{ЭДС источника тока.}$$

2) В каждом из случаев напряжение на нагрузке, а след-но и на конденсаторе, будет равно:

$$U_1 = \mathcal{E} - I_1 r = \mathcal{E} \left(\frac{R_2}{R_2 + r} \right)$$

$$U_2 = \mathcal{E} - I_2 r = \mathcal{E} \left(\frac{R_1}{R_1 + r} \right)$$

3) Заряд определяется, как $q = CU$. В каждом из случаев заряд конденсатора равен, соответственно: $q_1 = CU_1$ и $q_2 = CU_2$.

Объединим в систему выражения для зарядов и вычтем из 2-го урав-я 1-е:

$$\begin{cases} q_1 = CU_1 \\ q_2 = CU_2 \end{cases} \Rightarrow q_2 - q_1 = \Delta q = C(U_2 - U_1) = C\mathcal{E} \left(\frac{R_1}{R_1 + r} - \frac{R_2}{R_2 + r} \right),$$

откуда ЭДС источника равна:
$$\mathcal{E} = \frac{\Delta q}{C \left(\frac{R_1}{R_1 + r} - \frac{R_2}{R_2 + r} \right)} = \frac{-0,55 \cdot 10^{-6}}{0,2 \cdot 10^{-6} \left(\frac{4}{5} - \frac{7}{8} \right)}$$

$\approx 36,7 \text{ В}$

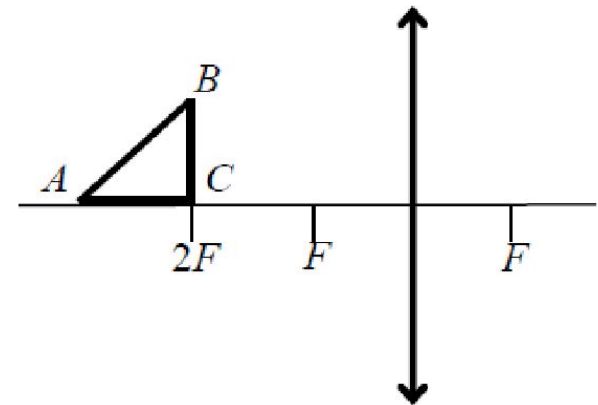
См. гл. Блани ответов №2 (лист 4)!!!

Ответ: $\mathcal{E} \approx 36,7 \text{ В}$



Задача №32

32 Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой линзой оптической силой $2,5$ дптр так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. 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, $AC = 4$ см (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.

Возможное решение

Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F+a} + \frac{1}{2F-x} = \frac{1}{F} \quad (\text{где } a = AC),$$

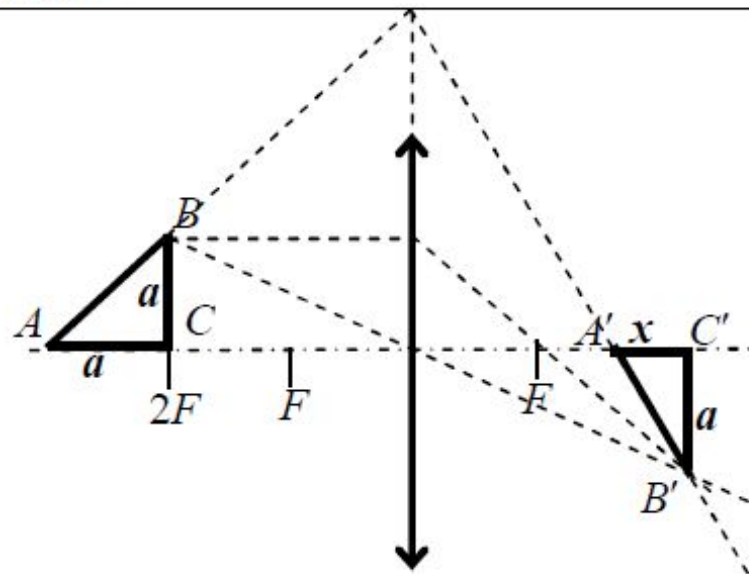
откуда $x = \frac{aF}{F+a} = \frac{a}{1+aD}$. Длина

вертикального катета $B'C'$ изображения равна a , так как для него $d = f = 2F$.

Площадь изображения

$$S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1+aD)} = \frac{(0,04)^2}{2 \cdot (1+0,04 \cdot 2,5)} \approx 7,3 \text{ см}^2.$$

Ответ: $S_1 \approx 7,3 \text{ см}^2$



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 для решения задачи выбранным способом</u> (в данном случае: <i>определение оптической силы линзы, формула тонкой линзы, формула площади треугольника</i>);</p> <p>II) построено изображение треугольника в линзе;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <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>	3

Примеры решения

32. Дано

$$AC = BC = 4 \text{ см}$$

$$D = 2,5 \text{ гтр.}$$

$S = ?$

ка $2F$, придем к тому же по размерам $\Rightarrow B, C, = BC = 4 \text{ см}$.

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{2,5 \text{ гтр}} = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см.}$$

$d = 2F + AC$; По формуле фокальной длины

$$\begin{aligned} \frac{1}{d} + \frac{1}{f} &= \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{F(2F + AC)}{2F + AC - F} = \\ &= \frac{F(2F + AC)}{F + AC} = \frac{40 \text{ см} (2 \cdot 40 \text{ см} + 4 \text{ см})}{40 \text{ см} + 4 \text{ см}} \approx 46,36 \text{ см.} \end{aligned}$$

$$A, C_1 = 2F - f = 2 \cdot 40 \text{ см} - 46,36 \text{ см} = 36,64 \text{ см.}$$

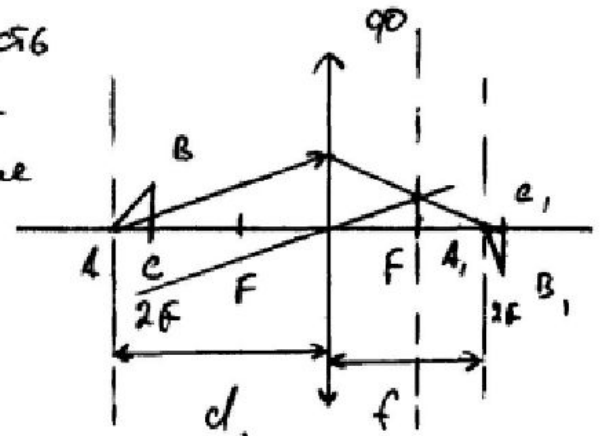
$$S = \frac{1}{2} A, C_1 \cdot B, C_1 = \frac{1}{2} 36,64 \text{ см} \cdot 4 \text{ см} = 7,33 \text{ см}^2.$$

Ответ: $7,33 \text{ см}^2$.

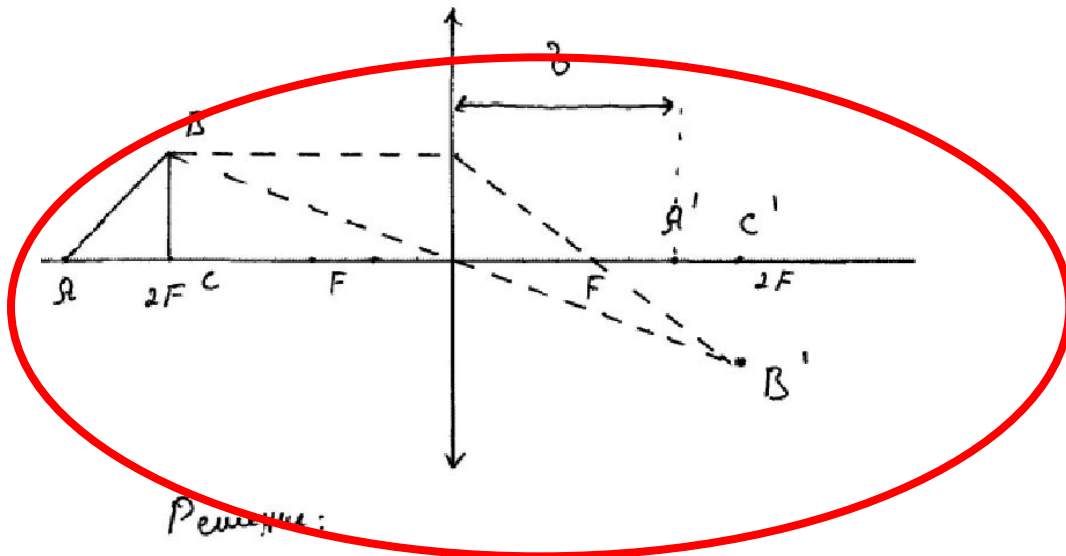
Решение.

φ - фокальная плоскость

т.к. сторона BC лежит на $2F$, то изображение B, C_1 тоже будет лежать на $2F$.



~32



Решение:

Если точка лежит на прямой \perp главной оптической оси и пересекающей двойной фокус, то эта точка симметрично отобразится относительно центра линзы, поэтому весь отрезок BC симметрично отобразится относительно центра линзы, $BC = B'C'$

Найдем A' по формуле тонкой линзы:

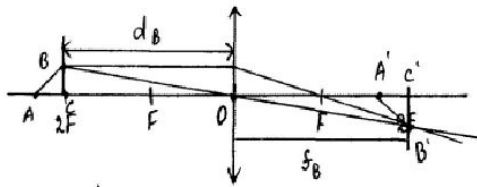
$$\begin{cases} \frac{1}{F} = \frac{1}{2F + AC} + \frac{1}{b} \\ D = \frac{1}{F} \end{cases} \Rightarrow b = \frac{F(2F + AC)}{F + AC}; \quad F = 0,4 \text{ м}; \quad AC = 0,04 \text{ м}$$

$$b \approx 0,764 \text{ м} = 76,4 \text{ см}$$

Площадь Δ равна: $S = \frac{1}{2} \cdot 4(80 - 76,4) = 7,2 \text{ см}^2$

2.1

Ответ: площадь треугольника равна $7,2 \text{ см}^2$.



Из формулы оптической силы линзы D найдём фокусное расстояние линзы F :

$$D = \frac{1}{F}$$

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ м}$$

По условию точка C лежит на расстоянии $2F$ от линзы, а т.к. точка B расположена над точкой C , то расстояние d_B от точки B до линзы равно $2F = 0,8 \text{ м}$.

Из формулы оптического расстояния линзы найдём расстояние $f_{B'}$ от линзы до изображения точки

B' :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_B} + \frac{1}{f_{B'}}$$

$$F = \frac{d_B \cdot f_{B'}}{d_B + f_{B'}}, \text{ отсюда следует, что}$$

$$f_{B'} = 0,8 \text{ м.}$$

Найдём увеличение линзы Γ :

$$\Gamma = \frac{f_{B'}}{d_B} = \frac{0,8}{0,8} = 1.$$

П.к. увеличение линзы Γ равно 1, то линза не увеличивает изображение, значит площадь S треугольника ABC равна площади S_1 треугольника $A'B'C'$. Найдём площадь S_1 треугольника $A'B'C'$.

$$S_1 = \frac{AC \cdot BC}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{2} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$\text{ответ: } S = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$



**Благодарим за
внимание!**

