



***Методика проверки и оценивания заданий с
развернутым ответом ЕГЭ по ФИЗИКЕ 2019 г.
(качественные задачи)***

Гиголо Антон Иосифович –
член Федеральной комиссии
по разработке контрольно-измерительных материалов
ЕГЭ по физике

Памятка для экспертов

Памятка для эксперта, проверяющего ответы на задания 28-32 по физике

Эксперт, проверяющий задания с развернутым ответом, располагает следующими материалами:

- тексты заданий;
- возможные варианты решения задач 28-32;
- критерии оценивания заданий 28-32;
- таблица справочных величин (аналогичная таблицам КИМ ЕГЭ по физике);
- кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике (1 экземпляр на аудиторию).

При проверке заданий с развернутым ответом эксперт имеет право пользоваться *непрограммируемым калькулятором*.

Кодификатор

2.1.7	Абсолютная температура: $T = t^{\circ} + 273 \text{ К}$
2.1.8	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц: $\overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \left(\frac{m_0 v^2}{2} \right) = \frac{3}{2} kT$
2.1.9	Уравнение $p = nkT$
2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике: { Уравнение Менделеева – Клапейрона { Выражение для внутренней энергии Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи): $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}$ Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи): $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_{\nu} T = \frac{3}{2} pV$
2.1.11	Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 + \dots$

При работе с формулами, помещенными в кодификатор следует иметь в виду, что учащиеся не обязаны писать эти формулы в точном соответствии с записью в кодификаторе. Например, возможна запись формулы для частного случая применения физического закона или определения физической величины.

Заполнение протоколов

- При оценивании экзаменационных работ эксперт рассматривает решения в выданных ему работах по заданиям: вначале решения задачи 28 во всех работах, затем все решения задачи 29, потом все решения задач 30, 31 и 32. Даже если некоторые работы занимают несколько страниц и решения в них представлены не по порядку предъявления задач в варианте. Тем самым обеспечивается более согласованное решение о выставлении баллов за одно и то же задание.
- Перед проведением проверки каждого из заданий необходимо изучить критерии его оценивания в материалах для эксперта, обратив внимание на возможные отличия от обобщенной системы оценивания.
- При работе эксперт выставляет свои оценки в специальный бланк («Протокол проверки ответов на задания в бланке № 2»), в который вносить изменения и исправления крайне нежелательно.
- При отсутствии решения или свидетельств попытки решения какой-либо задачи (отсутствуют любые записи о данном задании) в бланк вносится знак «X» в поле соответствующей задачи.
- Если в работе указан хотя бы номер задания (при отсутствии решения) в протокол ставится «0»
- Если в работе введены неверные обозначения задания, то только за номер ставится «0» баллов, а вторая задача оценивается по существу решения. (Например, записано №29, а решается задача №30. В протокол под №29 ставится 0 баллов, а под №30 – балл по сути проверки)

Оценивание №28 (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 №28 (качественная задача)

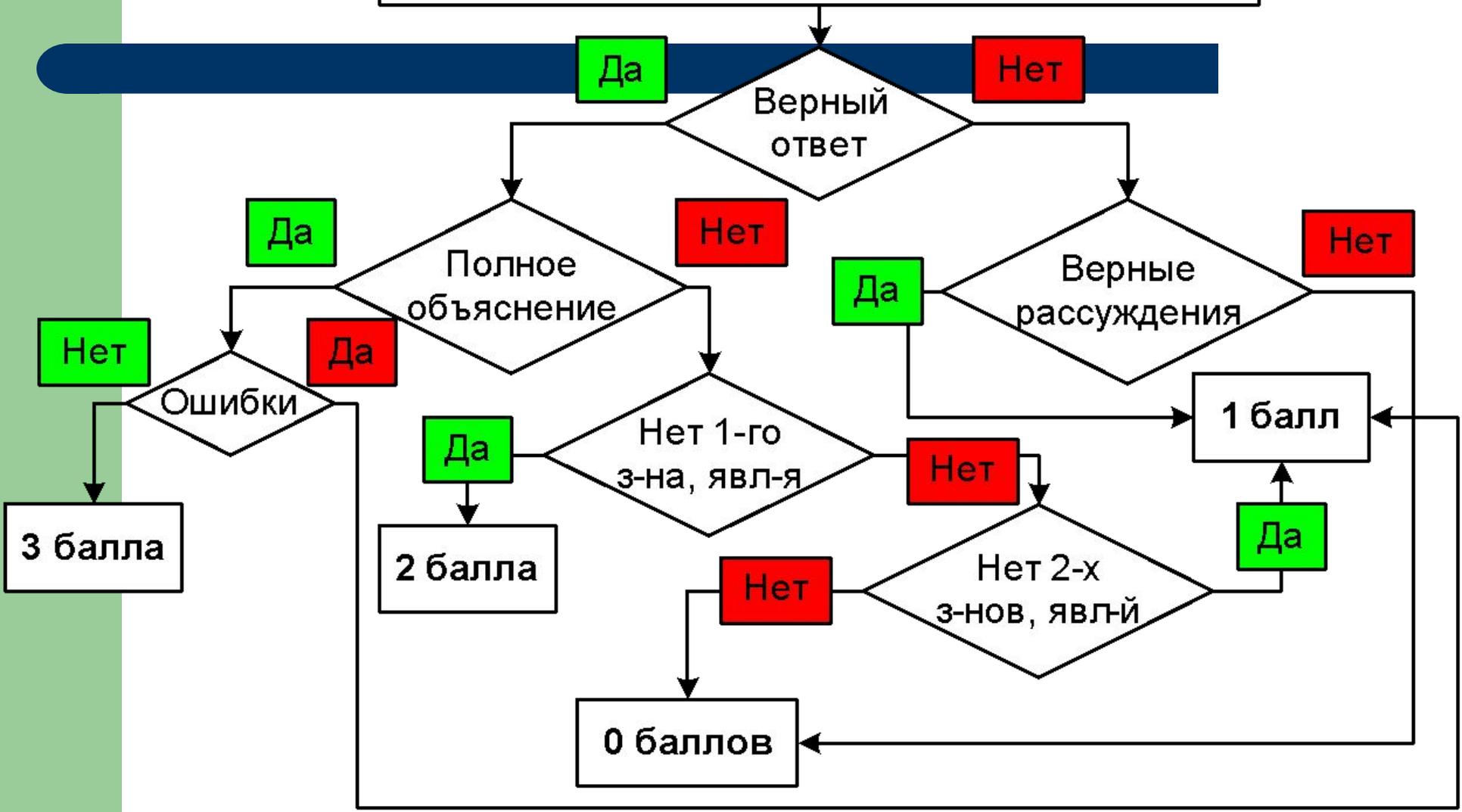
Обобщенная схема оценивания строится на основании трех элементов решения:

- *формулировка ответа;*
- *объяснение;*
- *прямые указания на физические явления и законы.*

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

<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, необходимых для полного верного объяснения.</u></p>	1.1
<p>ИЛИ</p>	
<p>Указаны <u>все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности,</u> 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, содержат ошибку (ошибки).</u></p>	1.3
<p>ИЛИ</p>	
<p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются <u>верные рассуждения, направленные на решение задачи</u></p>	1.4
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании качественных задач №28



Изменения в схеме оценивания №28

- **Задания с дополнительными условиями.** Например, дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи или рисунок с ходом лучей в оптической системе. В этом случае **в описание полного правильного решения вводится еще один пункт (верный рисунок или схема).**
- Отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению на 1 балл.
- Наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа - 1 балл.

Задача №28

Пример - 1

28

Параллельно катушке индуктивности L включена лампочка (см. рис. а). Яркость свечения лампочки прямо пропорциональна напряжению на ней. На рисунке б представлен график зависимости силы тока I в катушке от времени t . Сопротивлением катушки пренебречь. Опираясь на законы физики, изобразите график зависимости яркости свечения лампочки от времени.

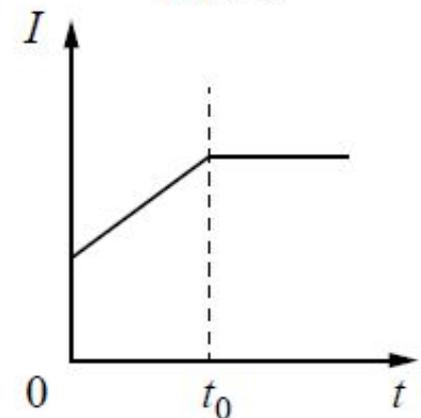
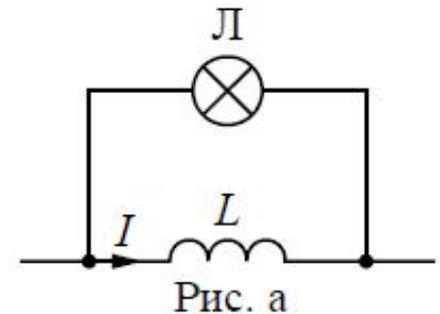
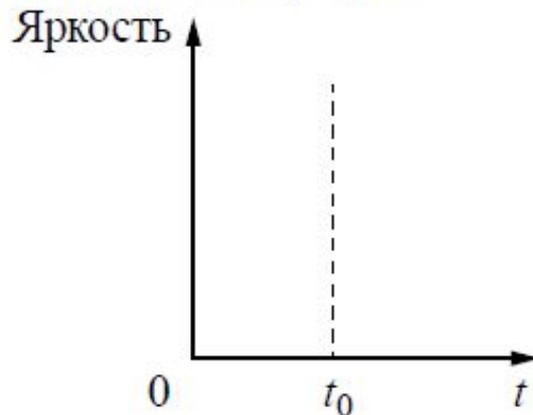
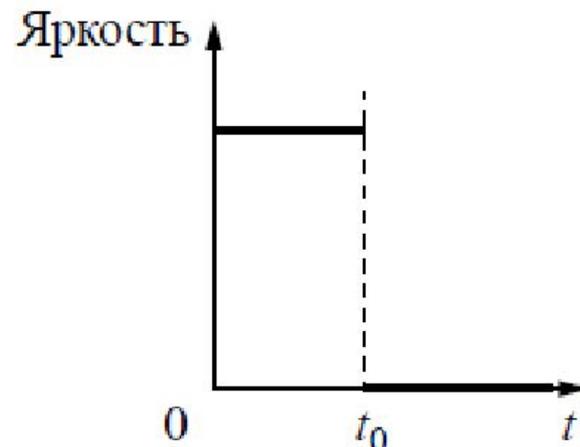


Рис. б

Возможное решение

1. Катушка и лампочка соединены параллельно, поэтому напряжение на лампочке равно напряжению на катушке.
2. При $t < t_0$ сила тока в катушке изменяется по линейному закону. ЭДС самоиндукции катушки $\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = const$. Напряжение на лампочке равно ЭДС самоиндукции катушки, а значит постоянно, и яркость свечения лампочки на этом интервале времени также постоянна.
3. При $t > t_0$ сила тока в катушке постоянна, $\frac{\Delta I}{\Delta t} = 0$ и, следовательно, ЭДС самоиндукции катушки и напряжение на лампочке равны нулю. На этом интервале времени лампочка не светит.
4. График зависимости яркости свечения лампочки от времени приведён на рисунке.



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее <u>правильный ответ (в данном случае: <i>правильно изображён график зависимости яркости лампочки от времени</i>)</u> и <u>исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>указано, что при параллельном соединении элементов цепи напряжения на них одинаковы; правильно применяется формула для расчёта ЭДС самоиндукции катушки</i>)</u></p>	3

№ 28:

Примеры решения

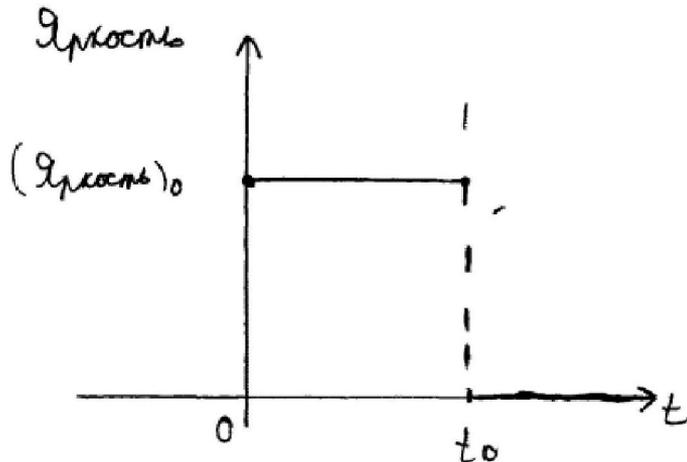
Пусть сопротивление лампы R . Тогда её напряжение $U = IR$ по закону Ома. В катушке возникает ЭДС самоиндукции: $|\mathcal{E}_i| = L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow$

$\Rightarrow |\mathcal{E}_i| = L \frac{dI}{dt}$. Так как катушка и лампа соединены параллельно, то

$U = \text{напр. катушки}$. Т.к. сопротивление катушки $= 0$, то её напряжение равно $|\mathcal{E}_i|$. В момент времени t_0 лампочка гаснет, так как $\mathcal{E}_i = U = 0$ (т.к. далее ток не идет). До времени t_0 : $U = L(I)'$,

где I - линейная функция $\Rightarrow (I)' = \text{const} \Rightarrow U = \text{const} \Rightarrow$
 \Rightarrow Яркость постоянна до времени t_0 .

Ответ:



В момент времени $t=0$ ток не течет через лампу, поэтому она не светится. Когда сила тока в катушке начинает увеличиваться, возникает ЭДС самоиндукции, ~~то~~ через лампу проходит индукционный ток - поэтому лампа горит при $0 < t < t_0$.

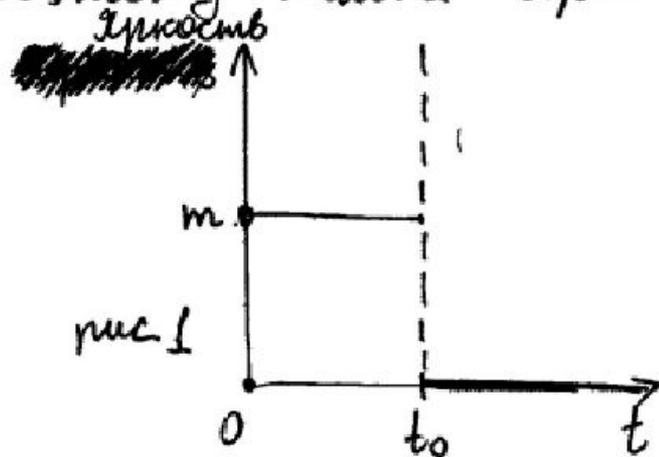


рис. 1

$$\mathcal{E}_i = \frac{L \Delta I}{\Delta t} = \frac{L \cdot \Delta I}{t_0}, \text{ где } \Delta I - \text{изменение силы тока}$$

ЭДС лампы пропорциональна I , следовательно, пропорциональна \mathcal{E}_i .

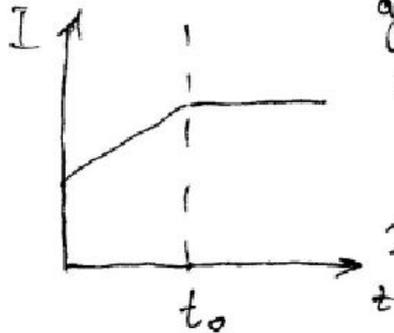
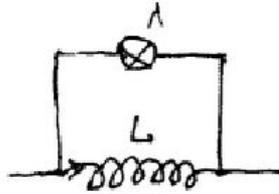
Сила тока измен-ся линейно:

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = k, \text{ где } k = \frac{dI}{dt} - \text{неизм. величина.}$$

~~В момент времени $t > t_0$ сила тока в катушке постоянна, поэтому индукционный ток не возникает и лампа снова не горит~~

Ответ: график представлен на рисунке 1.

№ 28



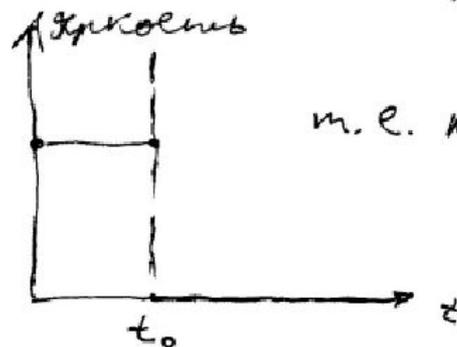
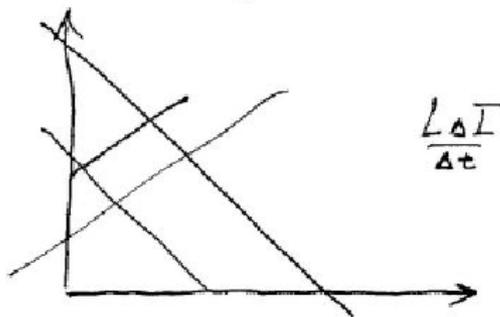
1) т.к. сопротивление катушки не пренебрегаем, ток через лампу не идет, следовательно напряжение на лампе во время замещения катушки равно нулю

2) Закон самоиндукции:

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

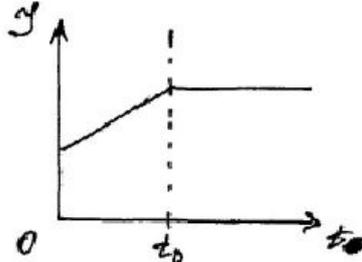
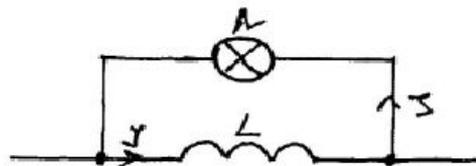
3) т.к. яркость лампы зависит от напряжения на ней, то она напрямую зависит от \mathcal{E}_{si}

4) пользуясь (2) и (3), построим график яркости (t)



т.е. после t_0 лампа горит.

т.к. $\Delta I = 0$



Пояснение: 1. В промежуток времени от 0 до t_0 сила тока в катушке увеличивалась, а т.к. это катушка индуктивности, то в ней происходит процесс самоиндукции, и по правому правилу возникает индуцированный ток такого направления, что он препятствует быстрому возрастанию внешнего магнитного поля (своим магн. полем).

ЭДС самоиндукции: $\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $\mathcal{E} = U_L$

2. По закону Ома: $I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = I \cdot R$, следовательно для лампочки:

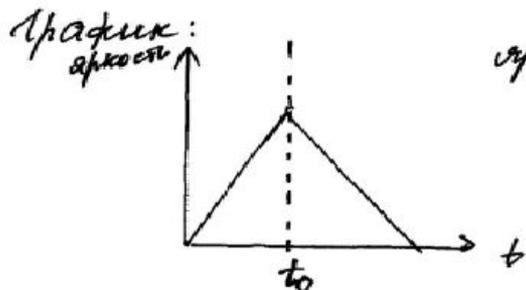
$U_L = I \cdot R_L$ (т.е. напряжение пропорционально силе тока в цепи)

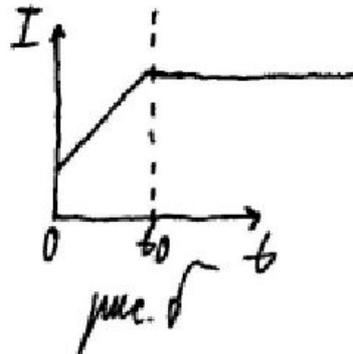
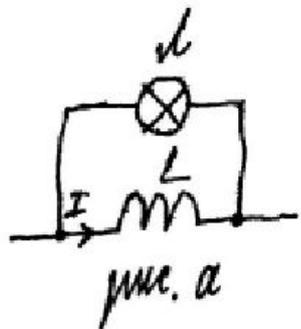
3. т.к. от 0 до t_0 сила тока увеличивалась, то и напряжение тоже увеличивалось, а значит совместно условию задано яркость лампочки увеличивалась.

4. В момент времени t_0 и дальше, сила тока в цепи остается постоянной т.е. ЭДС самоиндукции равна нулю.

$U_L = 0$

яркость лампочки считается до нуля.

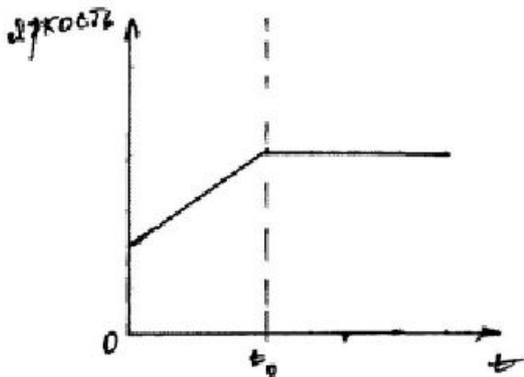
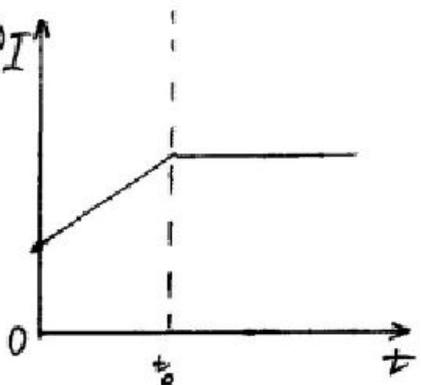




$$C'_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$
 Всегда из рис. б мы видим, что в промежутке времени от 0 до t_0 увеличивается I . Всегда из формулы, приведенной выше, мы можем сказать, что в промежутке времени этот ток, который, мы знаем, следовательно, в этот сила тока (I) увеличивается, ~~тогда увеличивается~~ поэтому увеличивается и напряжение (U), т.к. $U = IR$. В промежутке времени от t_0 до $+\infty$ $\Delta I = 0$, следовательно $C'_{is} = 0$, поэтому, "мгновенный" ток не будет, поэтому U возрастает и не меняется не будет.

28

1



② При изменении силы тока, в цепи возникает ЭДС самоиндукции, которое препятствует мгновенному нарастанию тока.

Чем больше заряд будет в цепи, тем ярче загорится лампочка, $I = \frac{q}{t}$, где q - заряд.

По условию, яркость прямо пропорциональна напряжению. По закону Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$, где U - напряжение; R - сопротивление

③ $I = \frac{U}{R} = \frac{q}{t} \Rightarrow$ яркость прямо пропорциональна заряду в цепи \Rightarrow яркость прямо пропорциональна I

№ 28. I-сила тока в цепи

$$I = I_k + I_n$$

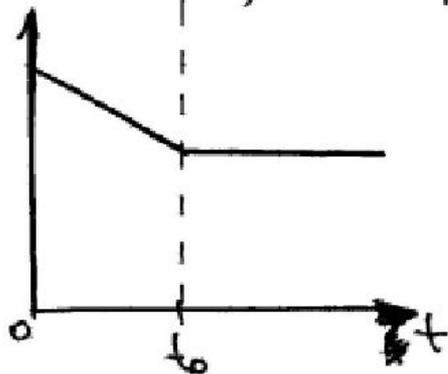
I_k в начале возрастает, тогда I_n убывает

$$U = IR$$

$U_n = I_n R_n$, напряжение на лампочке тоже убывает,

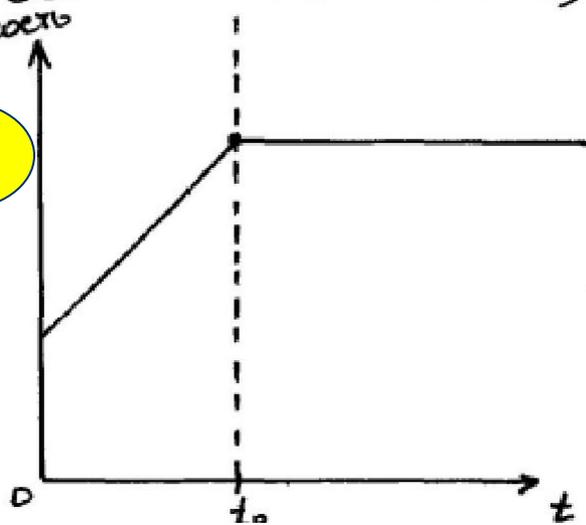
а по условию яркость свечения лампочки прямо пропорциональна

напряжению на ней, тогда
яркость



28. Яркость

1.8



В катушке протекает ток \Rightarrow
 $W_{\text{кат}} = \frac{LI^2}{2}$; до t_0 I возрастает \Rightarrow

возрастает и $W_{\text{кат}}$.

Лампа подключена параллельно катушке \Rightarrow
 напряжение на катушке равно напряжению
 на лампе (параллельное соединение)

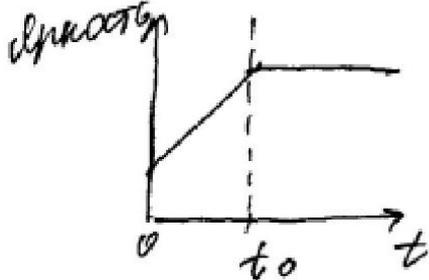
Во всяком случае ^{участка} цепи.

$$U_L = U_K$$

~ 28

1.9

Так как сопротивление лампы не меняется,
 то сила тока увеличивается прямо пропорционально
 напряжению, а яркость и энергия увеличивается прямо
 пропорционально силе тока.

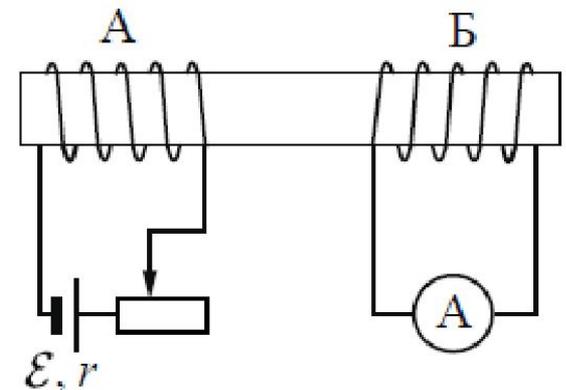


Задача №28

Пример - 2

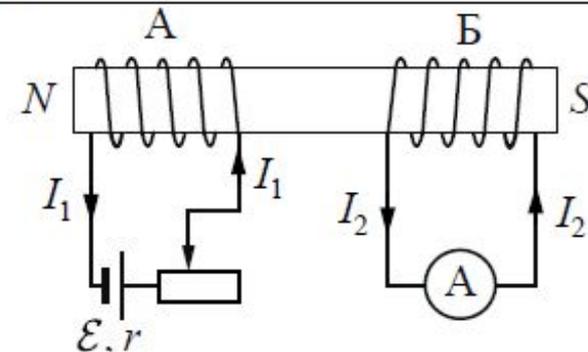
28

На железном стержне намотаны две катушки изолированного медного провода А и Б. Катушка А подключена к источнику с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , как показано на рисунке. Катушка Б замкнута на амперметр малого сопротивления. Ползунок реостата передвигают влево. В каком направлении протекает при этом ток через амперметр, подключённый к катушке Б? Ответ обоснуйте, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Возможное решение

1. При протекании электрического тока по катушке А в пространстве возникает магнитное поле, которое пронизывает сердечник из железа, создавая в нём магнитный поток Φ_1 . Сердечник с намотанной на него катушкой А образует электромагнит. При этом, исходя из обозначений полюсов источника и правила буравчика, у левого торца катушки А находится северный полюс этого магнита (см. рисунок).



2. При движении ползунок влево число витков реостата, включённых в цепь, уменьшается, следовательно $\left(R_0 = \rho \frac{l}{S}\right)$ уменьшается сопротивление внешнего участка цепи источника R , а сила тока по закону Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$ — возрастает.

3. Возрастание силы тока в катушке А приводит к возрастанию создаваемого им магнитного потока, который также пронизывает и катушку Б.

4. Возрастание магнитного потока сквозь катушку Б, замкнутую на амперметр, приводит по закону электромагнитной индукции $\left(\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right)$ к возбуждению в ней индукционного тока, который, по правилу Ленца, возникает такого направления (через амперметр — слева направо), чтобы своим магнитным потоком компенсировать увеличение магнитного потока сквозь катушку Б.

Ответ: при перемещении ползунка реостата влево через амперметр протекает ток, направленный вправо

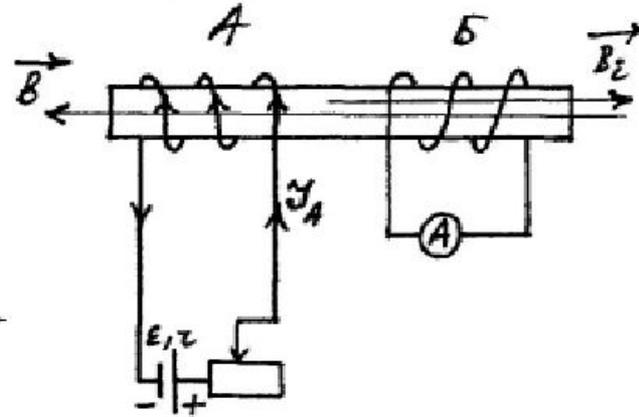
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>возникновение индукционного тока в катушке Б и его направление</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <u><i>возникновение магнитного поля вокруг проводника с током, зависимость сопротивления проводника от его длины, закон Ома для цепи, содержащей ЭДС, закон электромагнитной индукции, правило Ленца; правильно применяется правило буравчика для определения направления линий магнитной индукции магнитного поля в стержне</i></u>)</p>	3

Примеры решения

2.8. По правилу протекания тока в цепи (от "+" источника к "-") определим направление тока в цепи катушки А (см. рис.)

2.1

Тогда направление \vec{B} , созданного катушкой А через стержень, определим по правилу правого винта (буравтика) - \vec{B} направлен влево (см. рис.)

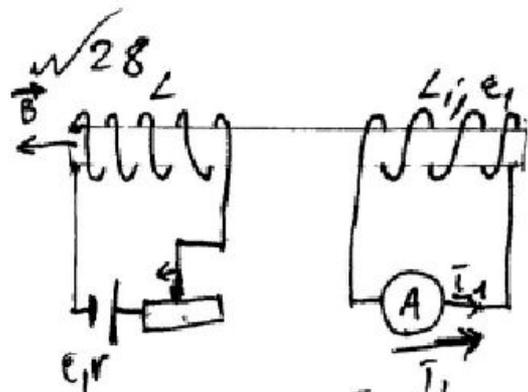


При передвижении ползунок реостата влево сопротивление реостата уменьшится, тем самым по закону Ома для полной цепи $I = \frac{E}{r+R}$ увеличится ток I через контур, а т.е. и через катушку А. Тогда ув-ся и \vec{B} через стержень (т.к. $|\vec{B}| \propto I$), что приводит к уменьшению (нарастаанию) магнитного потока Φ в том числе и через катушку Б, из-за чего возникает яв-ие электромагнитной индукции.

Из-за нарастания Φ через катушку Б по правилу Ленца она генерирует собственное \vec{B}_i , направленную \bullet против \vec{B} (т.е. вправо)

Индукционный ток в контуре катушки Б определим по правилу правого винта, т.е. через амперметр I_2 будет протекать слева направо (I_2 - вправо)

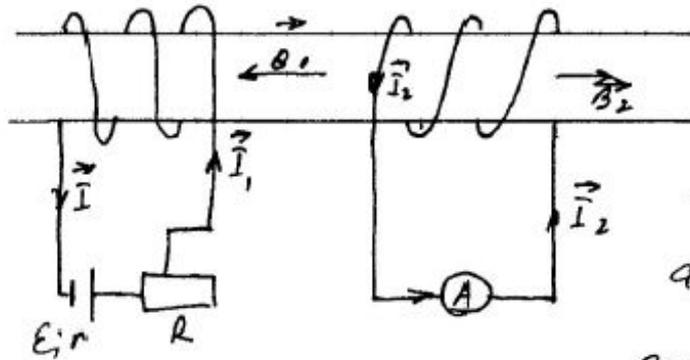
ОТВЕТ: слева направо.



1) ~~Сила тока~~ Ток через амперметр протекает вправо

2) При переключении конзукта реостата вправо уменьшением сопротивления R . По закону Ома для полной цепи $\bar{I} = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ сила тока \bar{I} будет увеличиваться. При увеличении \bar{I} магнет будет изменяться магнитный поток через катушку $\Phi = L\bar{I}$. По правилу правой руки находим \vec{B} направленные вектора \vec{B} . Магнитный поток Φ пронизывает обе катушки и его изменение будет вызывать возникновение \mathcal{E}_2 в правой катушке. По правилу Ленца, в правой катушке будет течь ток таким образом, чтобы препятствовать изменению Φ . ~~$\mathcal{E}_2 = -L \frac{d\bar{I}}{dt}$~~ $\mathcal{E}_2 = -L \frac{d\bar{I}}{dt}$. Изменение будет направлено в увеличении $B \Rightarrow$ по правилу правой руки противоточителю ток будет течь вправо.

При перемещении катушка влево сопротивление реостата будет уменьшаться (так же из формулы сопротивления проводника $R = \rho \frac{l}{S}$ видно, что при уменьшении его длины, сопротивление будет уменьшаться) По закону Ома для полной цепи: $I = \frac{E}{R+r}$ видно, что при уменьшении сопротивления реостата сила тока в ^{первичной катушке} цепи будет возрастать



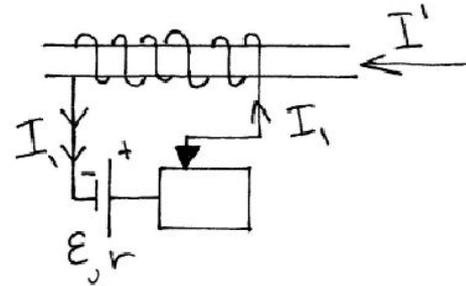
по правилу бура правой руки определяем направление магнитной индукции в стержне а так обе катушки намотаны на один и тот же стержень, то

~~силу тока во вторичной катушке так же определим по правилу~~
~~правой руки.~~ ^{вектор магн инд B_2 вo} по правилу Ленца вторичная катушка будет препятствовать увеличению тока в первичной катушке, поэтому $B_1 \downarrow \neq B_2 \uparrow$, а магнитное поле течет через амперметр слева направо (как показано на рисунке)

28) При передвижении ползунка реостата влево, уменьшается его сопротивление ($\downarrow R = \rho \cdot \frac{l \downarrow}{S}$) и согласно закону Ома для полной цепи ($(\downarrow R + r) = \frac{\mathcal{E}}{I \uparrow}$) сила тока в цепи повышается.

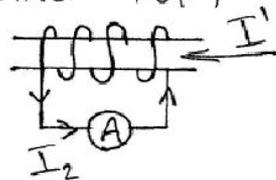
Определим направление тока для катушки (А). Ток течет от плюса к минусу.

По правилу правой руки определяем направление тока в железном стержне.



Получается ток течет влево.

По направлению I' найдем направление силы тока на катушке (Б).



Точно используем правило правой руки. Получается что направление тока на катушках (А) и (Б) совпадает. Направление тока показано (\rightarrow)

28. Поскольку катушка Б не подключена к источнику тока, а намотана на один стержень с катушкой А, то ток и его направление будут изменяться согласно с изменением магнитного поля в катушке А. Катушечек резистора передвинуть влево, ближе к его выходу. Это говорит нам о том, что сопротивление в нём уменьшилось, а значит, увеличилась сила тока и, согласно формуле энергии магнитного поля катушки $W = \frac{L I^2}{2}$, увеличилось магнитное поле в катушке А. Отсюда делаем вывод, что ток через амперметр в катушке Б будет протекать как и в катушке А — против часовой стрелки.

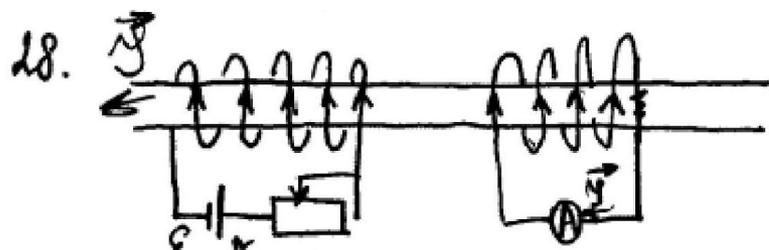
Ответ. Ток через амперметр, подключенный к катушке Б, протекает против часовой стрелки.

~ 28

1. Т.к. ползунок реостата движется влево, то сопротивление увеличивается. Значит сила тока на 1-ой катушке уменьшается.

2. Следовательно происходит уменьшение магнитного потока т.к. $\Phi = I \cdot L$

3. Т.к. происходит уменьшение магнитного потока в левой катушке, то ~~она будет~~ во второй катушке ток тоже будет меняться.



при перемещении ползунка влево сопротивление увеличивается

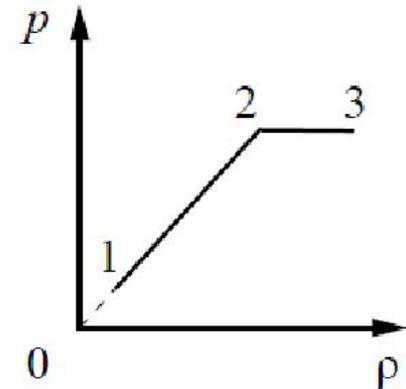
по закону Ома для полной цепи ($I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}} + r}$) так будет возрастать так будет направлено влево (по закону правой руки)

2.6

2.7

Задача №28 Пример - 3

На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



Возможное решение

1. Плотность газа $\rho = \frac{m}{V}$, где m – масса газа, V – его объём. В соответствии с уравнением Менделеева – Клапейрона $p = \frac{m}{\mu V} RT = \frac{\rho}{\mu} RT$. На участке 1–2 давление изменяется пропорционально плотности газа: $p \sim \rho$. Следовательно, в этом процессе температура газа не изменяется. Поскольку плотность газа на этом участке возрастает, объём газа уменьшается.
2. В процессе 2–3 плотность газа возрастает, что означает уменьшение его объёма. Давление газа при этом не изменяется, следовательно, согласно уравнению Менделеева – Клапейрона температура газа уменьшается.

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: изменение температуры и плотности газа в процессах 1–2 и 2–3) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: уравнение Менделеева – Клапейрона, формула плотности вещества)

3

Примеры решения

~ 27 по условию масса газа m не изменяется.

1) воспользуемся формулой $p = \frac{pRT}{\mu} \Rightarrow \frac{p}{p} = \frac{RT}{\mu}$

Как видно из графика, $\frac{p}{p} = \text{const}$. $\begin{matrix} R - \text{const} \\ \mu - \text{const} \end{matrix} \Rightarrow \Delta T_{1-2} = 0$.

$\Delta T_{1-2} = 0 \Rightarrow$ процесс 1-2 - изотермический. $pV = \text{const}$
давление в ходе процесса увеличивается $\uparrow p \downarrow V = \text{const} \Rightarrow$ объём V уменьшается.

2) Как видно из графика, в ходе процесса 2-3 давление p не меняется.
процесс 2-3 - изобарический $\frac{p}{T} = \text{const}$.

$\uparrow p = \frac{p\mu}{RT} \downarrow$ плотность газа в процессе 2-3 увеличивается \Rightarrow температура газа T уменьшается.

$\frac{\downarrow V}{\downarrow T} = \text{const}$ процесс изобарический $\Rightarrow V$ уменьшается.

Ответ: 1-2: температура не изменяется, объём уменьшается.

2-3: температура уменьшается, объём уменьшается.

Воспользуемся уравнением Клапейрона - Менделеева $PV = \frac{m}{M} RT$ и формулой плотности $\rho = \frac{m}{V}$

процесс 1-2: возрастает давление и плотность

из формулы $\rho = \frac{m}{V}$ выразим объем $V = \frac{m}{\rho}$, т.к.

$m = \text{const}$ (по условию), а плотность увеличивается, то объем будет уменьшаться

Теперь температура

выразим температуру из $PV = \frac{m}{M} RT$, $T = \frac{PVM}{mR}$

температура газа не изменилась, т.к. $m = \text{const}$, и во столько раз увеличивается давление, во столько раз уменьшится и объем (т.к. давление и плотность на участке 1-2 увелич. равномерно, а объем \propto обратнопропорционален плотности).

процесс 2-3:

Давление не изменяется, а плотность увеличивается.

из формулы плотности выразим объем $V = \frac{m}{\rho}$,

$m = \text{const}$ (по условию), а плотность увеличивается, то объем уменьшается

из формулы $PV = \frac{mR}{M}T$ выразим температуру $T = \frac{PVM}{mR}$,

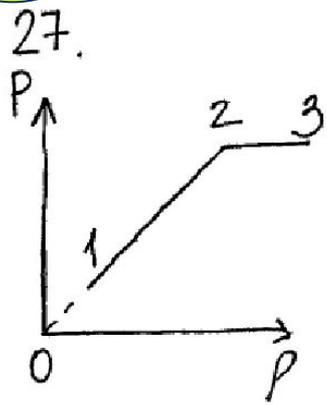
$m = \text{const}$, давление не изменяется, а объем уменьшается, то и температура уменьшается.

Ответ. участок 1-2: объем уменьшается, температура не изменяется
участок 2-3: объем уменьшается, температура уменьшается

3.3

1. $m_2 = \text{const}$, на участках 1-2 и 2-3 ρ увеличивается \Rightarrow из формулы плотности по определению $\rho = \frac{m}{V}$, объём уменьшается пропорционально увеличению плотности.
 2. Участок 1-2 - изотерма (по графику), начало участка уходит в 0. Значит, на участке 1-2 $T = \text{const}$, т.е. $m = \text{const}$, $pV = \text{const}$.
 3. Участок 2-3 - изобара, так как $p = \text{const}$, то если $\frac{V}{T} = \text{const}$. Так как V уменьшается (по сказанному в пункте 1), то T тоже уменьшается.
- Ответ: в процессе 1-2 объём уменьшается, а температура не изменяется; в процессе 2-3 и объём, и температура газа уменьшаются.

3.4



- 1) $m = \text{const}$ (по условию); $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho \sim \frac{1}{V}$
- 2) процесс 1-2 ~~$PV = \nu R T$~~ $P \uparrow$ (увеличивается); $\rho \uparrow$ (ув.)
 $\Rightarrow V \downarrow$ (уменьшается) $\Rightarrow T = \text{const}$ ($P_1 V_1 = P_2 V_2$ по уравнению Клапейрона)
- 3) процесс 2-3 $P = \text{const}$; $\rho \uparrow$ (ув.) $\Rightarrow V \downarrow$ (ув.)
 $\Rightarrow T \downarrow$ (ув.) ($\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$) по уравнению Клапейрона

Ответ: 1-2 V -уменьшается; $T = \text{const}$; 2-3 V и T - уменьшаются

27) Основное уравнение МКТ: $p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2 = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$, где p - давление газа, m_0 - масса одной молекулы, n - концентрация молекул, \bar{v} - средняя скорость др. молекул, ρ - плотность газа.

Закон Максвелла для движения молекул: $\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$, \bar{E}_k - ср. кинетич. энергия движения молекул газа, T - абсолютная температура.

Процесс (1-2): зависимость $p(p)$ прираще. Из формулы $p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$ следует, что $T = \text{const}$. Значит, T не меняется, т.к. $\frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$, $m_0 = \text{const}$, $k = \text{const}$.

$\frac{1}{3} \rho \bar{v}^2 = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2 \Rightarrow \rho = m_0 n = \frac{m_0 N}{V}$, где N - количество молекул, V - объем.

т.к. $N = \text{const}$ и $m_0 = \text{const}$, то $\rho \sim \frac{1}{V} \Rightarrow$ значит V уменьшается, т.к. ρ увеличивается.

Процесс (2-3): Из осн. ур. МКТ: $p = \frac{\rho \bar{v}^2}{3}$, т.к. $p = \text{const}$, а ρ увеличивается, то \bar{v} уменьшается, следовательно, T уменьшается, т.к. $\frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$, $m_0 = \text{const}$, $k = \text{const}$. Из процесса (1-2): $\rho \sim \frac{1}{V} \Rightarrow V$ уменьшается, т.к. ρ увеличивается.

Ответ: в процессе (1-2): температура газа не изменяется; объем увеличивается. в процессе (2-3): температура газа уменьшается, объем газа увеличивается.

2) В процессе 1-2 увеличивается $\uparrow p$ и увеличивается $\uparrow p$ (масса постоянна), если при $m = \text{const}$ условие $p = \frac{m}{V}$, то V тоже увеличивается, т.е. масса газ будет постоянно увеличиваться. Соответственно $\downarrow V$ и соответственно для того чтобы $\uparrow p$ (из закона) газ увеличится в свою температуру $\uparrow T$ (уравнение состояния $Q = \Delta U + A_{\text{ext}}$, где Q количество тепла переданное газу в процессе расширения (энтальпия))

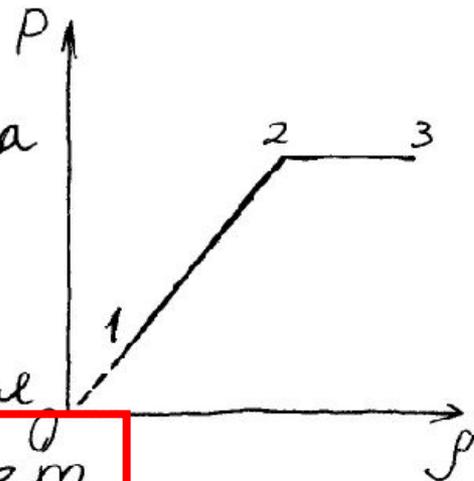
В процессе 2-3, процесс изобарный $p = \text{const}$, $\uparrow p$ увеличивается (из закона), масса при $m = \text{const}$ $p = \frac{m}{V}$; V тоже увеличивается; если $p = \text{const}$, то из уравнения $Q = \Delta U + A_{\text{ext}}$, газ будет совершать все количество работы энтропии за счет своей внутренней энергии ΔU (в том числе $-\Delta U = A_{\text{ext}}$) т.е. ΔU увеличивается и соответственно уменьшается и температура

Итого: процесс 1-2: температура-увеличивается; объем-уменьшается; процесс 2-3: температура-уменьшается; объем-увеличивается.

27. Процессе 1-2 - изохорный,
 $V = \text{const}$ (т.к. прямая 1-2 направлена
в начало координат).

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2 = nkT \Rightarrow$$

с ростом плотности и давлением
газа температура тоже растет.



Из графика видно, что процесс 2-3 - изобарный,
 $p = \text{const}$. Следовательно, температура газа с
ростом плотности будет уменьшаться (по
формулам давления). При изобарном процессе
выполняется уравнение Гей-Люссака:

$$\frac{V}{T} = \text{const}. \quad \text{Плотность газа будет уменьшаться}$$

вместе с температурой газа.

Ответ: в процессе 1-2 $V = \text{const}$, T увеличивается;
в процессе 2-3 V и T уменьшаются
с ростом плотности газа.

3.8

№ 27) На ~~рис~~ рисунке представлена зависимость от давления и температуры (P) и (T), в процессе 1-2 $T = \text{const}$, температура не изменяется значит это изотермический процесс, 2-3 $P = \text{const}$, давление не меняется изотопный процесс

3.9

- а) В процессе 1-2 температура и объём газа увеличиваются
- б) В процессе 2-3 температура остаётся неизменной, а объём газа увеличивается.

3.10

В процессе 1-2: объём уменьшается т.к. ρ и P возрастают т.е. молекулы становятся ближе к друг другу. А температура ~~возрастает т.к. она внутренняя энергия~~ ~~возрастает.~~ $U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1$; $U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2$.

$$\cancel{P_1 V_1 = \nu R T_1}; \quad \cancel{P_2 V_2 = \nu R T_2}.$$

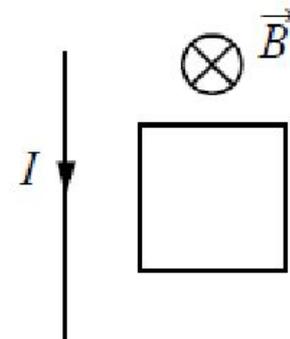
$$\cancel{P_1 < P_2 \rightarrow T_2 > T_1}.$$

В процессе 2-3 объём тоже уменьшается т.к. ρ возрастает. Температура ~~во~~ не изменяется т.к. вещество переходит в более твердое состояние.

Задача №28 Пример - 4

28

Прямолинейный проводник с током и проводящая рамка лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции \vec{B} уменьшается.

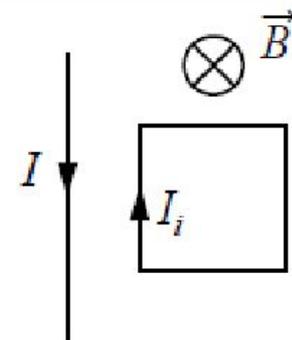


Возможное решение

1. При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, в контуре возникает индукционный ток I_i , направление которого определяется правилом Ленца (см. рис).

2. В однородном магнитном поле на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Её направление находится по правилу левой руки, а величина – по формуле $F_A = I_i B l \sin \alpha$,

где α – угол между направлением проводника и вектором \vec{B} . Так как рамка прямоугольная, а угол α во всех случаях равен 90° , то силы, приложенные к противоположащим сторонам рамки, равны по модулю и направлены взаимно противоположно. Результирующая сил, действующих на рамку со стороны однородного магнитного поля, равна нулю.



3. Прямолинейный проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле, которое вблизи проводника сильнее, чем на удалении от него. Направление линий индукции этого поля в каждой точке рамки одинаково, оно определяется по правилу буравчика. В проводнике протекает постоянный ток, поэтому поле проводника постоянно и не влияет на индукционный ток в рамке.

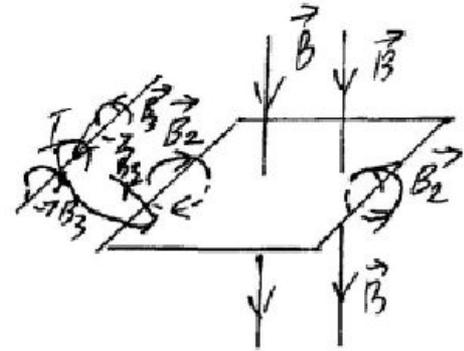
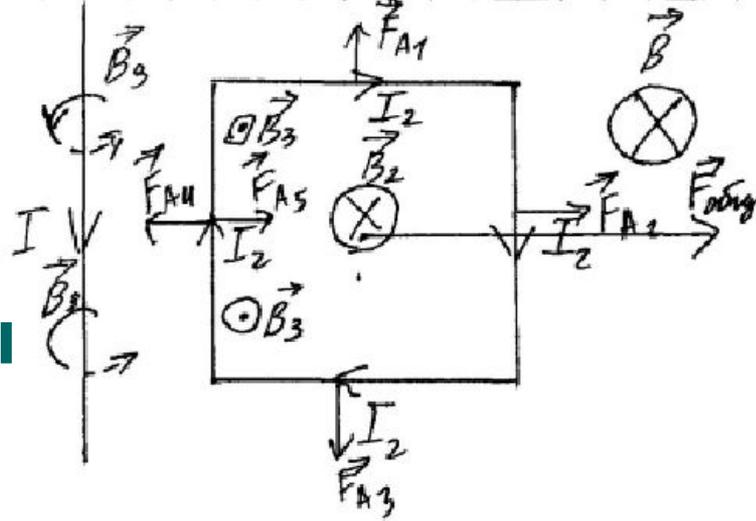
4. В магнитном поле проводника на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Стороны рамки, перпендикулярные проводнику, расположены на одинаковом расстоянии от проводника. На них действуют силы, равные по модулю и направленные противоположно друг другу. Их сумма равна нулю. Силы, действующие на параллельные проводнику стороны рамки, направлены тоже противоположно друг другу. Из-за неоднородности поля проводник с током отталкивает ближнюю сторону рамки сильнее, чем притягивает более удалённую от него сторону. Результирующая этих сил отталкивает рамку от проводника.

5. Согласно принципу суперпозиции, однородное магнитное поле и поле проводника с током действуют на рамку независимо друг от друга. Поэтому результирующая сил, приложенных к рамке, направлена вправо от проводника с током.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, <u>включающее правильный ответ</u> (в данном случае: <u>правильно указано направление силы, действующей на рамку</u>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <u>правило Ленца, правило левой руки, формула для расчёта силы Ампера, правило буравчика, принцип суперпозиции; указано, что проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле</u>).</p>	3

Примеры решения

28.



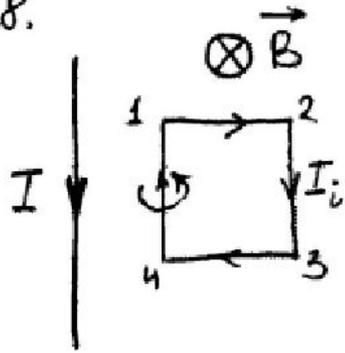
Так как магнитная индукция уменьшается ($\vec{B} \downarrow$), будет происходить изменение магнитного потока ($\Delta \Phi = \Delta B S$), поэтому в рамке наводится ЭДС индукции (\mathcal{E}_i), так как ($\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$). С ЭДС индукции в рамке наведётся индукционный ток. По правилу Ленца, ток в рамке будет течь так, чтобы магнитный поток образовываемого тока в проводнике (катушке) противодействовал изменению внешнего магнитного потока. Так как внешний магнитный поток уменьшается, то магнитный поток тока в рамке будет направлен в том же направлении (\vec{B}_2), что и внешний.

По правилу буравчика определяем направление тока (индукцируют) в рамке (I_2). На все стороны рамки, так как они стали проводниками, будет действовать сила Лоренца со стороны внешнего магнитного поля (\vec{B}), где они: \vec{F}_{A1} ; \vec{F}_{A2} ; \vec{F}_{A3} ; \vec{F}_{A4} . И они будут между собой равными. И по правилу суперпозиции эти скаллярно ^{суммирует} ~~отчет-отчета~~.

Также, рядом с рамкой лежит проводник, который образует собственное магнитное поле (\vec{B}_3) и магнитный ток. По правилу буравчика определяем направление магнитного поля проводника. Этот магнитный ток притягивает рамку так, что сила Лоренца (\vec{F}_5), которая будет действовать на ближайшую сторону рамки (параллельно проводнику), будет направлена вправо.

По правилу суперпозиции найдем, что \vec{F}_{A4} и \vec{F}_{A5} перпендикулярны друг-другу или \vec{F}_{A5} уменьшит \vec{F}_{A4} . \vec{F}_{A1} и \vec{F}_{A3} перпендикулярны друг-другу, поэтому общая сила, действующая на рамку, будет направлена вправо. ($\vec{F}_{общ}$).

28.



Сначала магнитный поток Φ пронизывает проводящий контур в направлении от наблюдателя.

При уменьшении магнитной индукции B в контуре возникнет индукционный ток I_i , направлением линий его поля будет совпадать и направлением силовых линий магнитной индукции B (поддерживать её). По правилу буравтика в таком случае будет идти в направлении $4 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

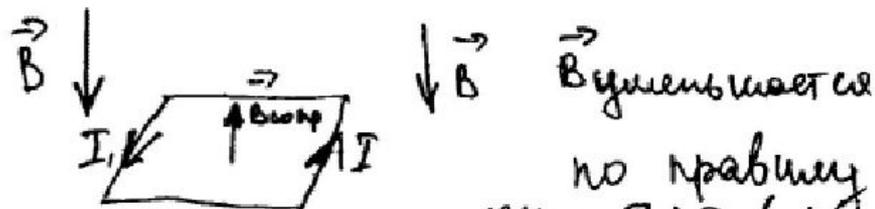
Прямолинейный проводник взаимодействовать со сторонами 4-1 и 2-3 контура.

Т.к. направление тока в проводнике и стороны

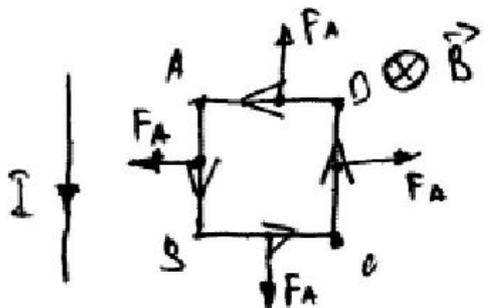
4-1 противоположное, то они будут отталкиваться, в случае с 2-3 наоборот притягиваться. Сила взаимодействия с 1-4 больше (меньше расстояния) \Rightarrow контур в целом будет отталкиваться вправо.

№8

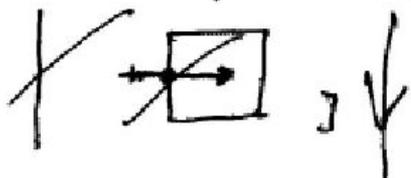
В рамке будет возникать индукционный ток, противодействующий причине, её вызывающей (уменьшение магнитного потока $\Phi = BS$)



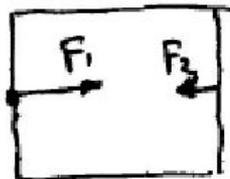
по правую руку правой руки определяем направление тока (против часовой стрелки)



кроме этого на AB сила F_1 , а на CD



сила Ампера, действующая на рамку определяется по правую руку: При сложении эти силы компенсируются действует сила отталкивания со стороны проводника притягивание F_2 , причем $F_2 < F_1$



Итак, на рамку будет действовать сила, направленная влево

28.

 $\otimes \bar{B}$  $B \downarrow$ - по условию.

на провод действует сила Ампера

$$F_A = B I L \sin \alpha \quad \alpha = 50^\circ$$

 $F_A = B I L$. если $B \downarrow$, то $F_A \downarrow$.

в рамке возникает ЭДС.

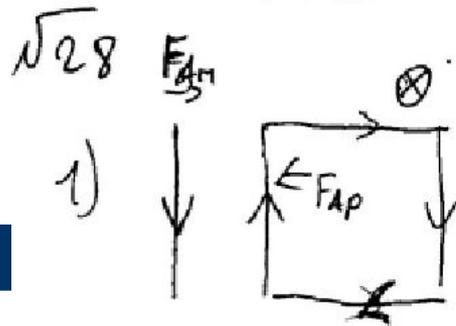
$$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\Delta B S}{\Delta t}$$

в рамке есть заряд т.к. есть ЭДС.

в рамке и проводе есть заряды.

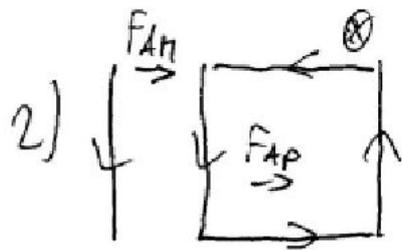
в проводе \ominus . в рамке \ominus .

они отталкиваются
поэтому сила будет направлена вправо.



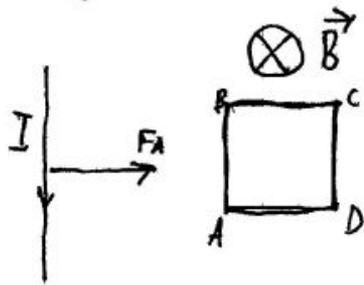
При увеличении тока в проводнике, в рамке будет возникать индукционный ток, который противодействует увеличению тока в проводнике.

Сила Ампера в проводнике (F_{AII}) по правилу Ленца будет направлена вправо; в сила Ампера в рамке (F_{AP}) - влево.



При уменьшении ток. индукции, индукционный ток в рамке изменит направление для поддержания I в проводнике; с изменением направления тока, изменится и направление F_{AP} ; сила Ампера в проводнике и сила Ампера в рамке будут сонаправлены.

№ 28.

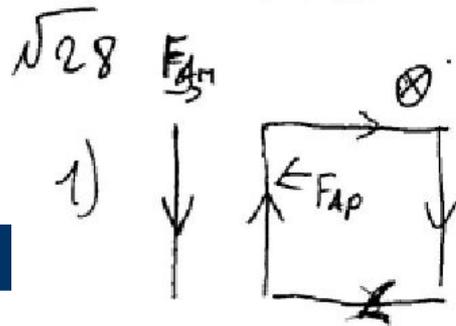


4.7

• Согласно правилу левой руки, для определения направления силы Ампера нам следует поместить свою руку таким образом, чтобы вектор магнитной индукции входил в ладонь, а четыре пальца руки ~~конец~~ большого указывали на направление силы тока, тогда большой палец будет указывать нам силу, действующую на рамку, то есть силу Ампера.

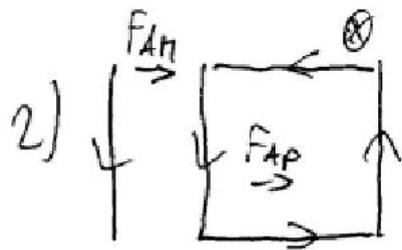
- Из данного рисунка мы видим, что вектор магнитной индукции направлен от наблюдателя, а ток направлен вниз. Таким образом \vec{B} направлен вправо, к рамке ABCD.
- $F_A = B I L \cdot \sin \alpha \Rightarrow$ что с уменьшением магнитной индукции само направление \vec{B} не ~~меняется~~ ^{меняется}.

Ответ: вправо.



При увеличении тока в проводнике, в рамке будет возникать индукционный ток, который противодействует увеличению тока в проводнике.

Сила тока в проводнике (F_{AII}) по правилу Ленца будет направлена вправо; в сила тока в рамке (F_{AP}) - влево.



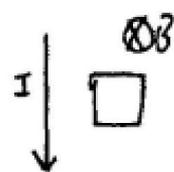
При уменьшении тока индукция, индукционный ток в рамке изменит направление для поддержания I в проводнике; с уменьшением направления тока, уменьшится и направление F_{AP} ; сила тока в проводнике и сила тока в рамке будут сонаправлены.

4.9

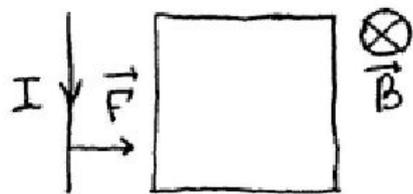
28. Правильно левой руки. При таком рисунке сила Ампера будет направлена вправо.

При уменьшении вектора магнитной индукции (\vec{B}) уменьшится сила Ампера $F_A = I(\vec{L} \times \vec{B})$.

Направление не изменится.



4.10



Вспользуемся правилом левой руки:

Четыре пальца левой руки направим по направлению тока, ладонь ладонью перпендикулярно входит в ладонь, большой палец указывает направление силы, действующей на рамку.

Когда величина магнитной индукции \vec{B} уменьшается, то величина силы тоже уменьшается во столько же раз, что и величина магнитной индукции, но направление её не изменяется.

Ответ: вправо

Задача №28 Пример - 5

28

Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране \mathcal{E} (см. рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона K (см. рис. 2)? Для обоих случаев постройте ход лучей в линзе, поясняющий решение. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

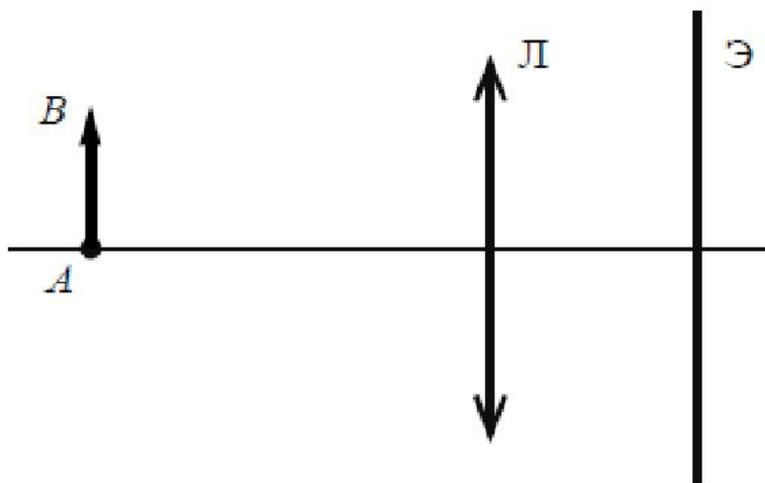


Рис. 1

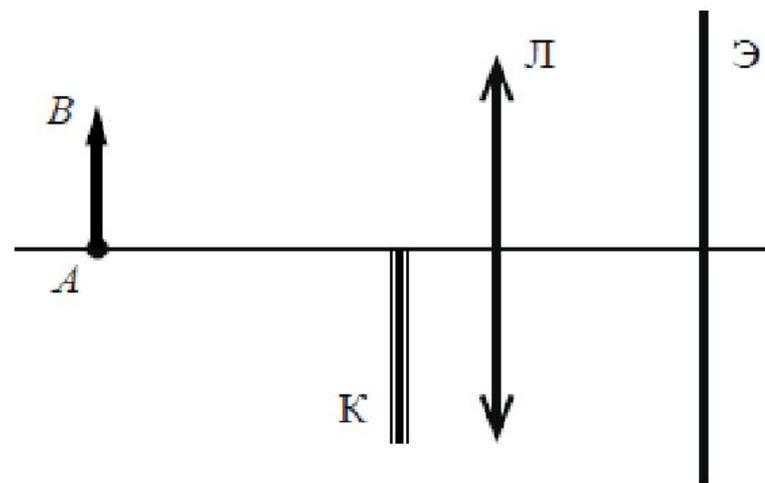


Рис. 2

Возможное решение

1. Изображением точки в тонкой линзе служит точка. В данной задаче это значит, что все лучи от любой точки предмета, давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

2. Пока картон не мешает, построим изображение предмета AB в линзе, используя лучи, исходящие из точки B (см. рис. 3). Проведя луч 1 через центр линзы, находим точку B' – изображение точки B . Проводим луч 2, попутно находя задний фокус линзы. Затем проводим лучи 3 и 4.

3. Кусок картона K «перехватывает» лучи 3 и 4, но никак не влияет на ход лучей 1 и 2 (см. рис. 4). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей (например, лучи 3 и 4) больше не участвует в построении изображения.

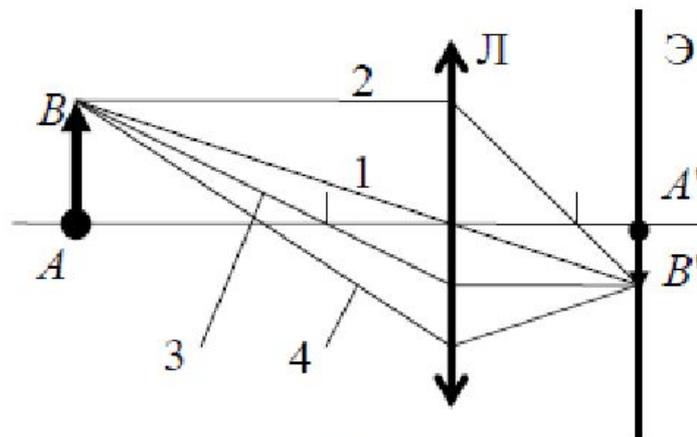


Рис. 3

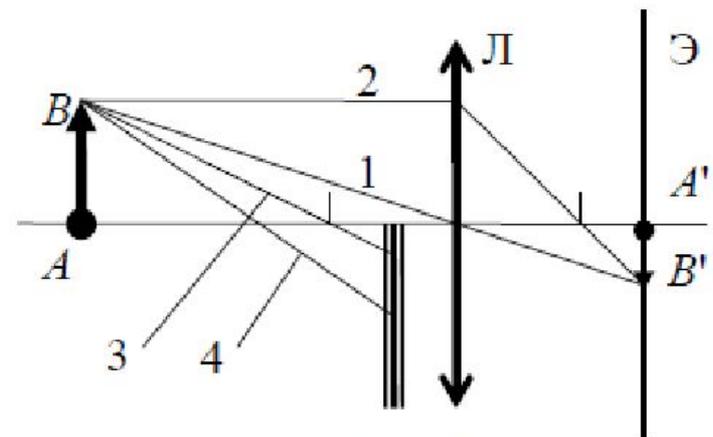


Рис. 4

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: изображение осталось, но стало менее ярким) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: приведены два рисунка, демонстрирующие ход лучей в линзе; отмечена зависимость яркости изображения от количества лучей, формирующих изображение)

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.

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.)

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

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.).

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.

И (ИЛИ)

Приведены неверные рисунки, демонстрирующие ход лучей в линзе

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.

ИЛИ

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи

ИЛИ

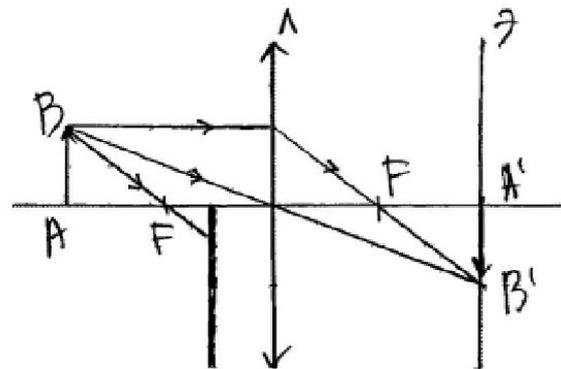
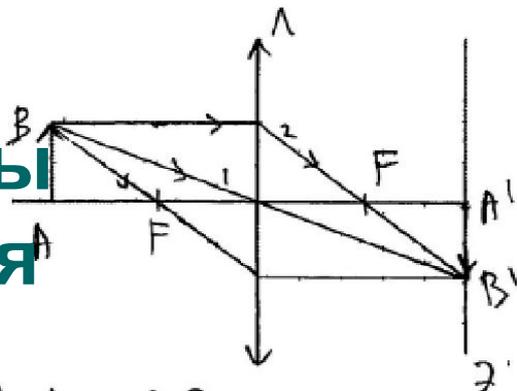
Приведены только два верных рисунка, демонстрирующих ход лучей в линзе

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

1

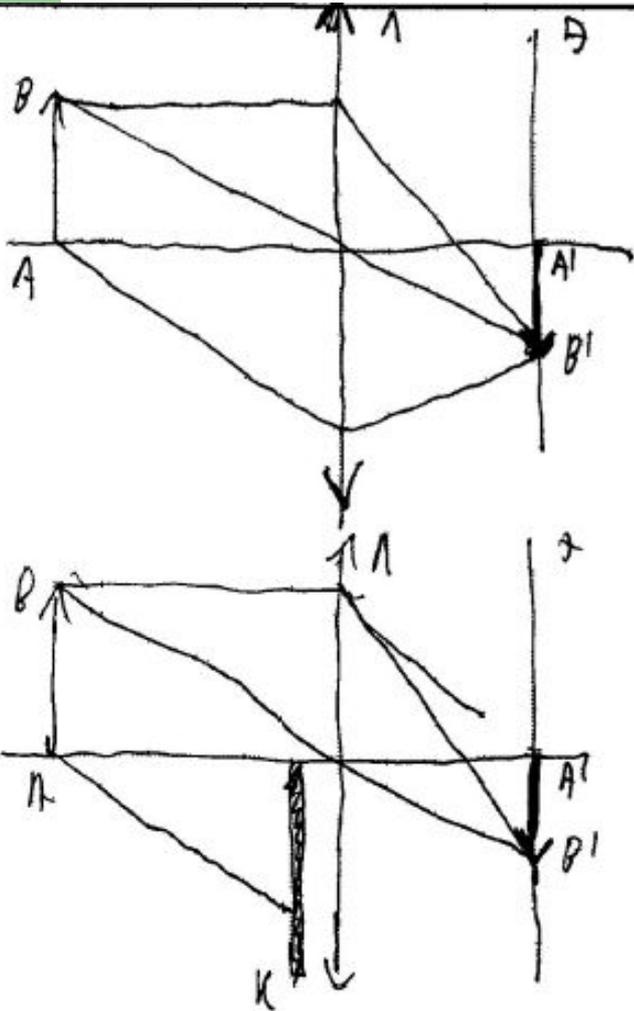
0

Примеры решения



- 1) Проведем луч 1 найдем положение B' .
 Луч 2 идет сначала паралл. оси, а потом через фокус в точку B . Таким образом найдем фокус.
- 2) Свет распространяется прямолинейно. Лучи будут преломляться в линзе и фокусироваться на экране, давая четкое изображение.
- 3) После того, как нижней половиной закроем, часть лучей не будет доходить до экрана. Но лучи, идущие через верхнюю часть линзы, всё ещё будут давать изображение, оно просто станет менее ярким, т.к. лучей станет меньше.
 Ответ: изображение станет менее ярким.

5.2

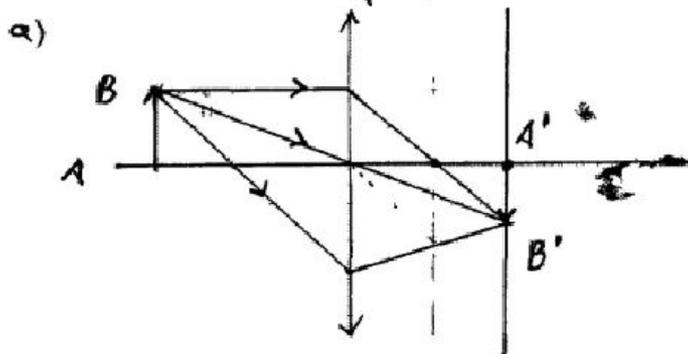


N/28

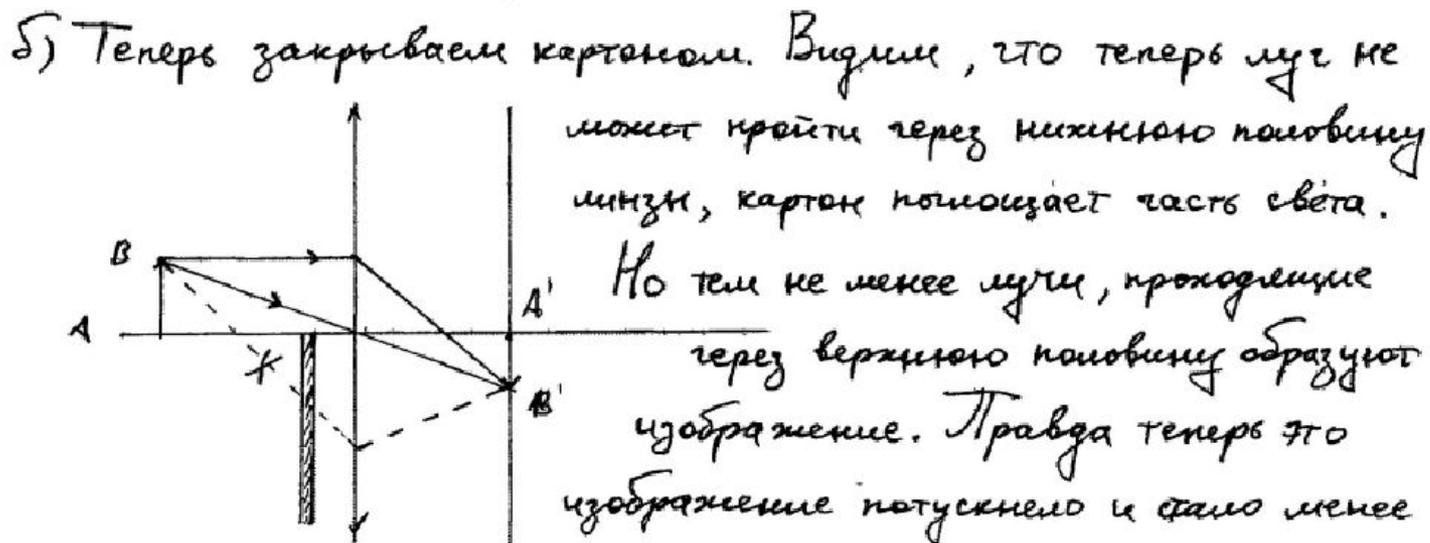
$A'B'$ - четкое изображение $AB \Rightarrow$ каждый луч, прошедший из некоторой точки предмета AB попадает в изображение этой точки на экране \Rightarrow если закрыть половину линзы, то только половина лучей, прошедших из точки предмета AB в точку изображения этой точки попадет в это изображение этой точки \Rightarrow изображение $A'B'$ станет в 2 раза менее ярким.

Ответ: яркость изображения уменьшится в 2 раза.

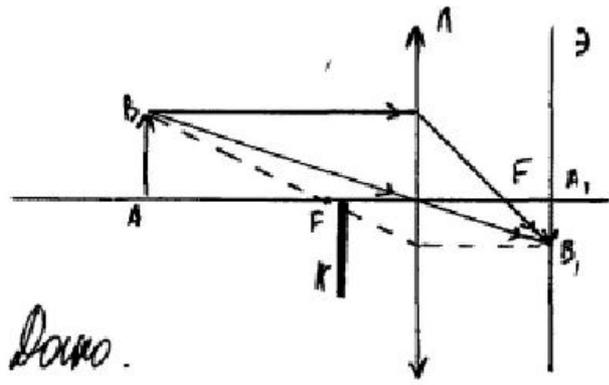
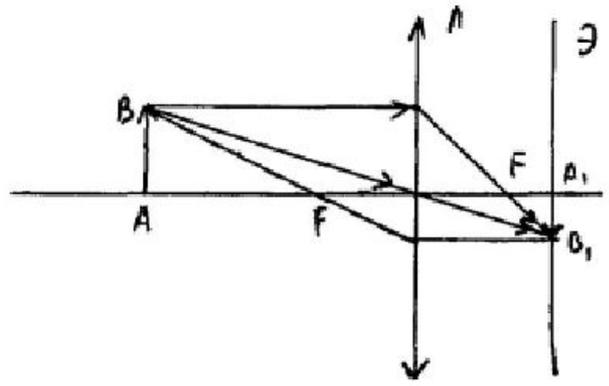
28.) Изобразим ход лучей в первом случае, учитывая, что лучи, параллельные глав. оп. осн, сходятся в фокусе линзы, а луч, проходящий через оптич. центр линзы, не преломляется. Вообще эти законы основываются на принципе того, что луч выбирает тот путь, который затрачивает меньше всего времени. (принцип Ферма).



Наблюдаем, что лучи идут как через верхнюю, так и через нижнюю половины линзы.



5.4



Доказ.
 АВ - предмет
 Л - линза
 Э - экран
 К - картонка.
 А₁В₁ - изображение предмета.

П.к. по условию задано на экране четкое изображение предмета, то лучи проходящие через линзу будут пересекаться в точке на экране. По этой причине построения изображений мы можем определить ^{линзы} F - фокусное расстояние ^{картонки}.
 $F = 2$ клеточки.

П.к. картонка не закрывает предмет линзе (находится ниже главной оптической оси), то изображение предмета не изменится после того как поставят картонку.

28)

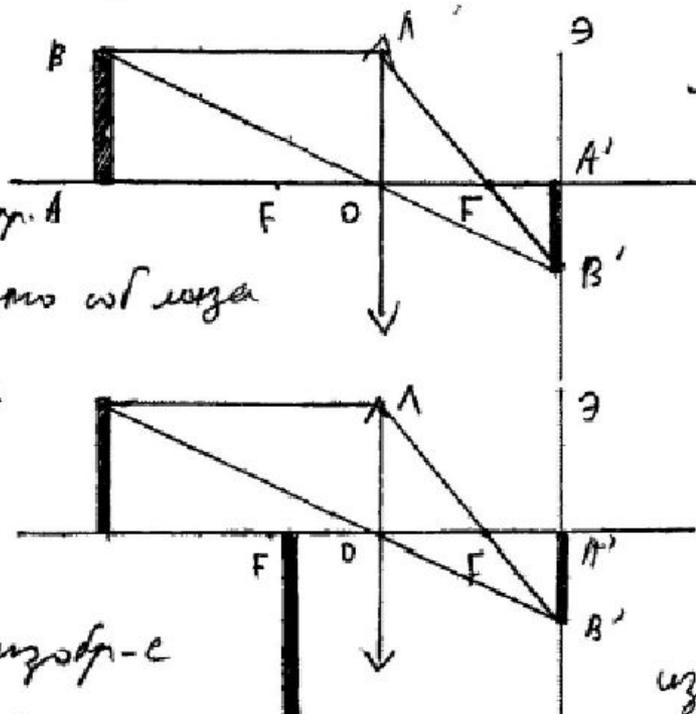
Ответ: изображение не изменится

1) Если изобр-е четкое и действительное, то это значит, что лучи из т. В пересекаются в точке Е на той стороне.

* Изобр-е в I и II

а-е. было постр. А
с учетом того, что ось опра
дает действ. II
перевернутое
изобр-е.

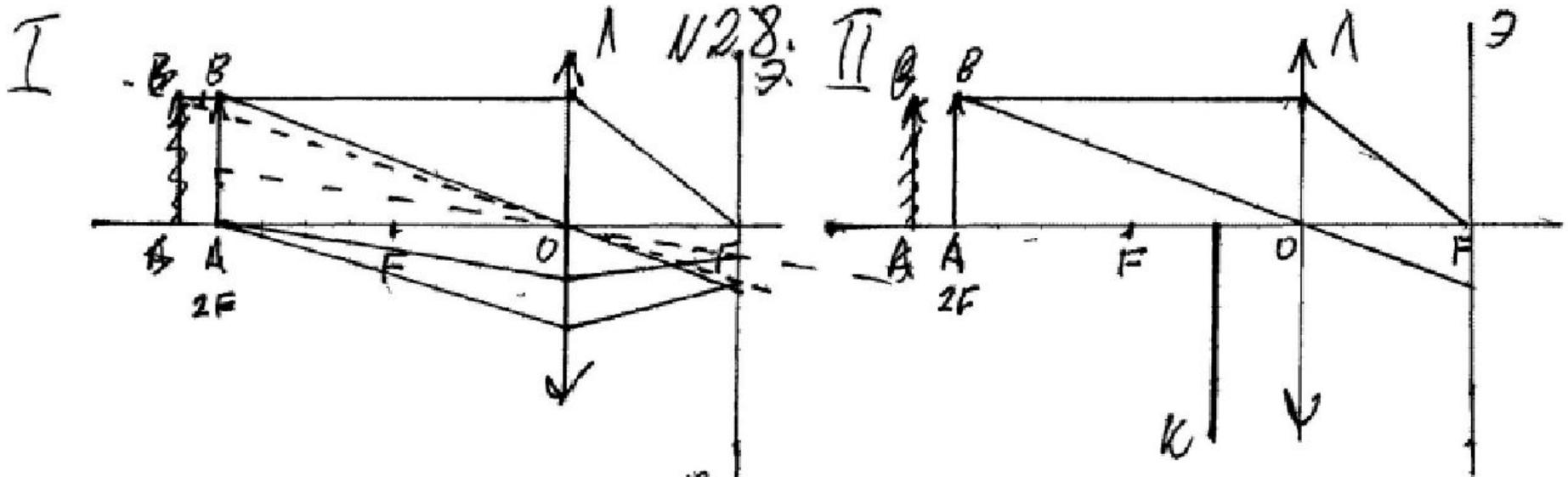
В точке а-е изобр-е
было бы мнимым или переверну.



луч из т. А проходит
через опт. центр
линзы (т. О) и не
преломляется, создавая
на экране изобр-е
т. А в т. А'
А'В' эв-тия мнимого
изобр-еи предмета АВ.

2) Как можно видеть, закрывающий кипятильником лавнику
линзы кусок картона не видно на его лучи.

5.6

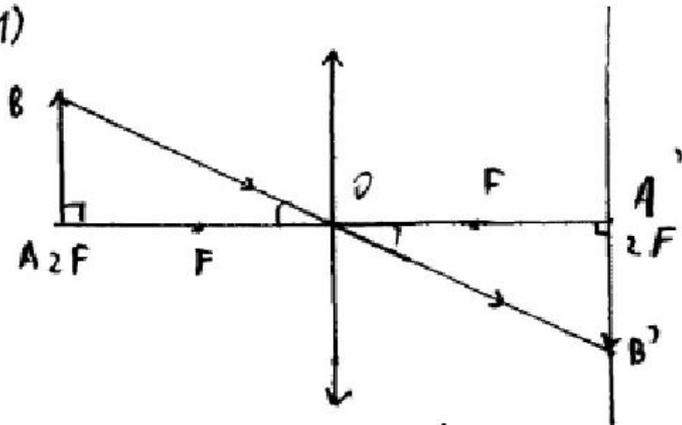


Решение.

Если закрыть ^{линией} ~~половину~~ ^{горизонтальной} ~~картона~~ ^{линией} картона изображение станет менее ~~ярким~~ ^{ярким}, так как меньшее количество лучей будет добираться до экрана.

~ 2 8

1)



по сим $AB = A'B'$
 $\angle ABO = \angle A'B'O$ (вертикалы) \Rightarrow
 $\angle BOA = \angle B'O A'$ (вертикалы) \Rightarrow

$\Rightarrow \triangle ABO \sim \triangle A'B'O$ по 2 углам

$$K = \frac{AB}{A'B'} = 1 \Rightarrow \triangle ABO = \triangle A'B'O \Rightarrow$$

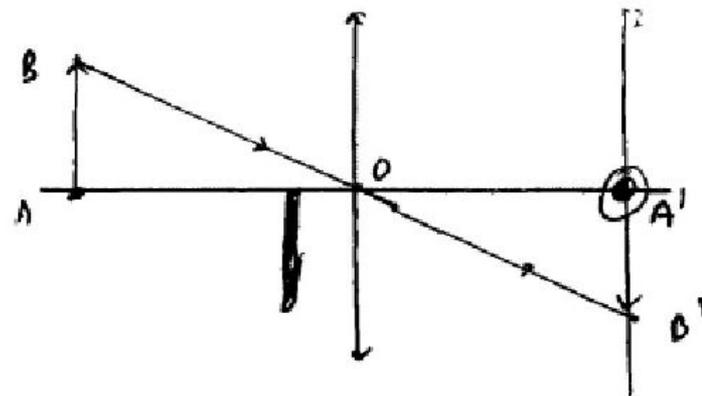
$$\Rightarrow AO = OA'$$

• Оптическая сила. Мощность линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{AO} + \frac{1}{OA'} = \frac{2}{AO} \Rightarrow F = \frac{AO}{2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow AB$ лежит на $2F$

2)



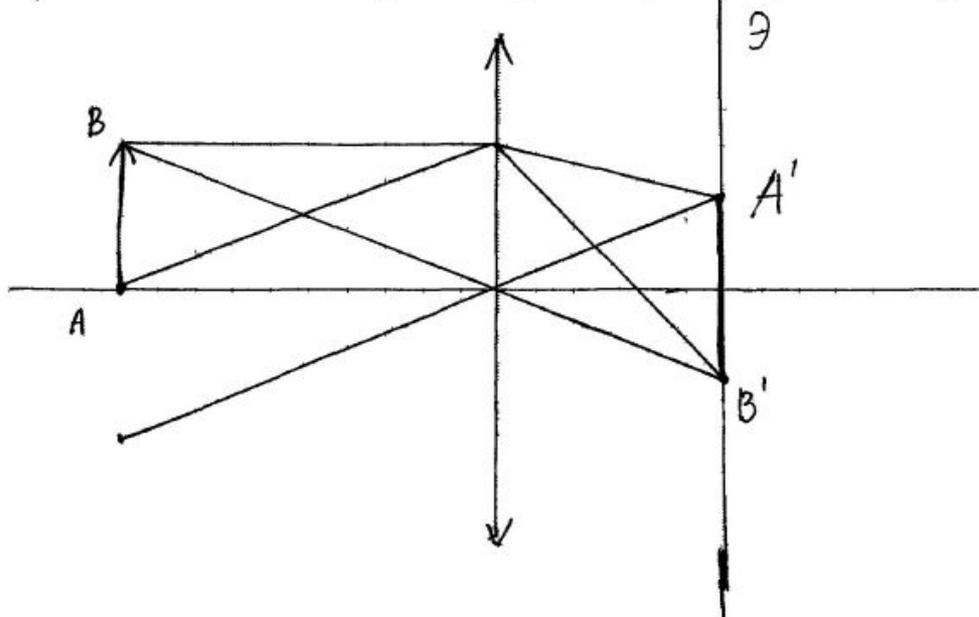
м.к. AB лежит на $2F$ и круг чертого картона не закрывает объектив объектива от линзы и все лучи проходят через вертикальную плоскость.

изображение такое как и в 1),

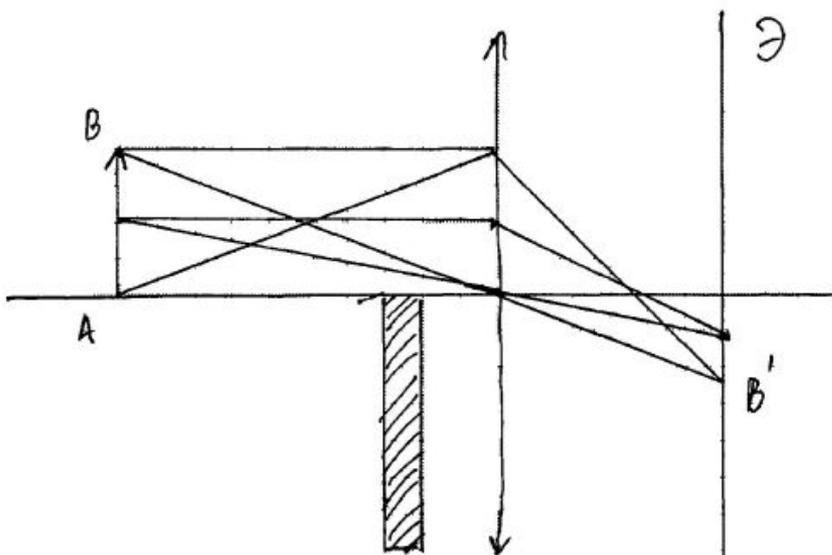
но у него дуги, объектив не закрывает $\Rightarrow A'$

№28

изображение объекта
Спрямим объект через тонкую собирающую линзу.



ТК изображение
на экране Э
четкое, то изобр
тако и далеко
было быть



Изображение
на экране
будет нечеткое
и не полностью
видно.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!