

**МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ КОЗЬМЫ МИНИНА»**

**ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО
ФИЗИКЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Пояснения к демонстрационному варианту

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому абитуриенту составить представление о структуре вариантов, количестве заданий, их форме, уровне сложности.

Общее число заданий в демонстрационном варианте экзаменационной работы – 26. Часть 1 – задания 1-20, часть 2 – задания 21-26.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

Система оценивания заданий

Правильное выполнение заданий с номерами 1,2,3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 19, 20 оцениваются 1 баллом; задания с номерами 6, 10, 15, 17 оцениваются 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. Выставляется 1 балл, если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе больше требуемого, выставляется 0 баллов вне зависимости от того, были ли указаны все необходимые символы. В заданиях на множественный выбор 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Правильное выполнение каждого из заданий 5, 9, 14 и 18 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, каждый символ присутствует в ответе, в ответе отсутствуют лишние символы. Порядок записи символов в ответе значения не имеет. Выставляется 1 балл, если только один из символов, указанных в ответе, не соответствует эталону (в том числе есть один лишний символ наряду с остальными верными) или только один символ отсутствует; во всех других случаях выставляется 0 баллов. Максимальный первичный балл за выполнение каждого из заданий с развёрнутым ответом 22 и 23 составляет 2 балла, заданий 21, 24 и 25 составляет 3 балла, задания 26 – 4 балла. В критериях оценивания выполнения развёрнутых ответов к каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл – от нуля до максимального балла.

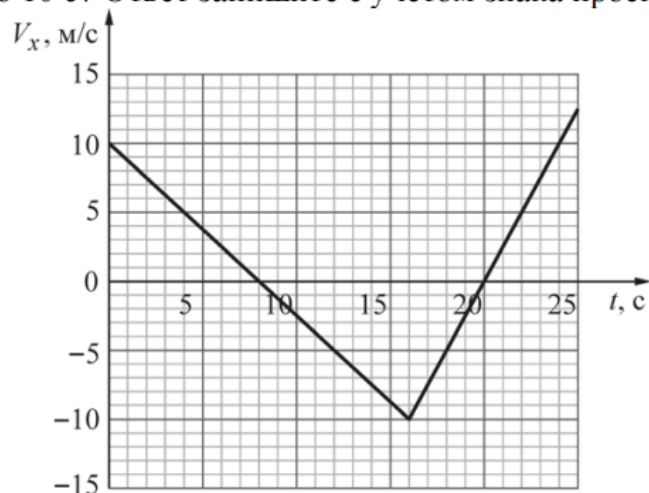
При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Максимальный балл, который можно получить за экзаменационную работу составляет 45 баллов, он переводится в 100-балльную систему.

Часть 1

- 1 На рисунке приведён график зависимости проекции скорости V_x тела от времени t . Чему равна проекция ускорения a_x этого тела в интервале времени от 0 с до 10 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

- 2 Вокруг Земли по круговым орбитам обращаются два искусственных спутника. Сила притяжения к Земле первого спутника в 2,25 раза больше, чем второго. Чему равно отношение $\frac{R_2}{R_1}$ радиусов орбит второго и первого спутников, если они имеют одинаковые массы?

Ответ: _____.

- 3 Камень упал в овраг с высоты 12 м без начальной скорости. Его кинетическая энергия при падении на дно оврага равна 30 Дж. Потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 6 Дж. Чему равна масса камня?

Ответ: _____ кг.

4

Период собственных малых колебаний математического маятника равен 1,25 с. Каким станет период колебаний маятника, если массу груза маятника увеличить в 9 раз, а длину нити оставить без изменения?

Ответ: _____ с.

5

Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся поступательно как единое целое.

Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

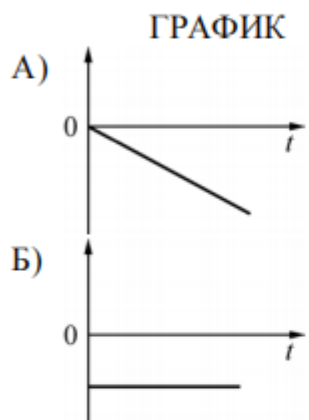
- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,1 Дж.
- 3) Суммарная кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» в результате соударения не изменилась.
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,3 Дж.
- 5) Импульс налетающего шарика изменился на 0,5 кг · м/с.

Ответ: _____.

6

Небольшое тело движется вдоль оси Ox , при этом его координата x изменяется с течением времени t в соответствии с формулой $x(t) = -4 - 2t$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- 1) проекция перемещения тела на ось Ox
- 2) проекция импульса тела на ось Ox
- 3) проекция ускорения тела на ось Ox
- 4) модуль равнодействующей сил, приложенных к телу

Ответ:

А	Б

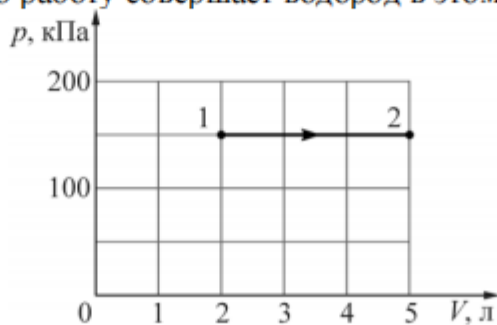
7

Температура постоянной массы идеального газа увеличилась в 2 раза, а его давление уменьшилось в 4 раза. Во сколько раз увеличился объём газа?

Ответ: _____ раз(а).

8

На рисунке показан процесс расширения водорода (p – давление водорода, V – его объём). Какую работу совершает водород в этом процессе?



Ответ: _____ Дж.

9

В сосуде постоянного объёма находилась смесь двух идеальных газов: 2 моль гелия и 3 моль аргона. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль гелия. Температура газов в сосуде поддерживалась неизменной. Выберите все утверждения, верно отражающие результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Давление в сосуде не изменилось.
- 2) В конце опыта концентрация молекул аргона в 2 раза меньше, чем концентрация молекул гелия.
- 3) Внутренняя энергия гелия увеличилась.
- 4) Парциальное давление гелия уменьшилось.
- 5) Масса гелия в сосуде увеличилась.

Ответ: _____.

10

В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А) и Б) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа (p – давление; V – объём; ν – количество вещества; T – абсолютная температура; R – универсальная газовая постоянная).

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) $\frac{\nu RT}{V}$

1) давление

Б) $\frac{3}{2}pV$

2) объём

3) абсолютная температура

4) внутренняя энергия газа

Ответ:

А	Б

11

Сила кулоновского взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 3 мН. Расстояние между ними увеличили в 2 раза, а заряд одного из тел увеличили в 5 раз. Определите величину силы кулоновского взаимодействия в этом случае.

Ответ: _____ мН.

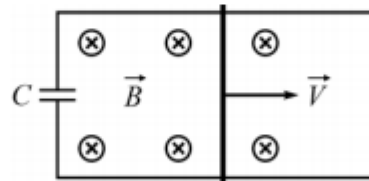
- 12) Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $0,7 \text{ мГн}$ при силе тока в ней 3 А .

Ответ: _____ мДж.

- 13) Точечный источник света находится на расстоянии 15 см от плоского зеркала. На сколько сантиметров увеличится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, отодвинуть его от источника на $3,2 \text{ см}$?

Ответ: _____ см.

- 14) По двум горизонтально расположенным параллельным проводящим рельсам, между которыми подключён конденсатор ёмкостью $C = 10 \text{ мкФ}$, поступательно и равномерно со скоростью $V = 1 \text{ м/с}$ скользит проводящий стержень (см. рисунок, вид сверху). Расстояние между рельсами $l = 0,5 \text{ м}$. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$. Рельсы закреплены на диэлектрической подложке. Сопротивлением рельсов можно пренебречь. Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.



- 1) Напряжение на конденсаторе со временем возрастает.
- 2) Магнитный поток, пронизывающий контур, образованный рельсами, конденсатором и стержнем, возрастает со временем.
- 3) Сила тока через перемычку изменяется по гармоническому закону.
- 4) Заряд конденсатора равен $0,2 \text{ мКл}$.
- 5) Энергия конденсатора при движении стержня не изменяется.

Ответ: _____.

15

Проводник длиной l подключили к источнику постоянного напряжения U . Как изменятся сила тока, протекающего по проводнику, и тепловая мощность, выделяющаяся в проводнике, если напряжение увеличить в 2,5 раза и площадь поперечного сечения проводника увеличить в 2 раза, не меняя материал и длину проводника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Тепловая мощность

16

Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа актиния ${}_{89}^{227}\text{Ac}$?

Ответ: _____.

17

Интенсивность монохроматического светового пучка плавно увеличивают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и импульс каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация фотонов в световом пучке	Импульс каждого фотона

18

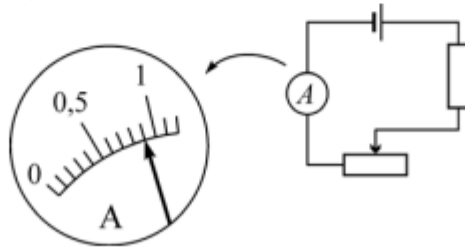
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении радиуса орбиты искусственного спутника Земли сила его притяжения к Земле увеличивается.
- 2) Внутренняя энергия неизменного количества одноатомного идеального газа зависит только от его температуры.
- 3) Скорость любой электромагнитной волны в вакууме равна скорости света в вакууме.
- 4) При исследовании фотоэффекта русский физик А. Г. Столетов выяснил, что при постоянном задерживающем напряжении сила фототока прямо пропорциональна интенсивности падающего света.
- 5) У изотопов одного химического элемента одинаковое количество нейтронов в ядре, но различное количество протонов.

Ответ: _____.

19

Ученик собрал цепь постоянного тока, схема которой показана на рисунке. Погрешность измерения силы тока равна половине цены деления амперметра. Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) А.

20

Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра школьнику выдали пять разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	6 м	1,5 мм	Медь
2	2 м	0,8 мм	Медь
3	3 м	1,5 мм	Сталь
4	2 м	1,5 мм	Медь
5	2 м	0,8 мм	Алюминий

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

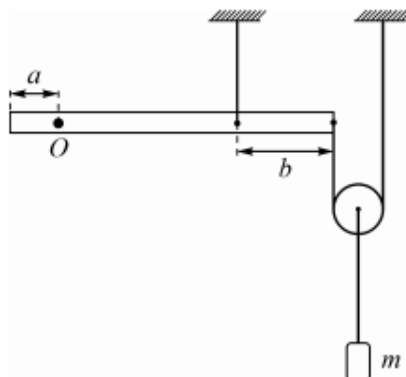
Часть 2

21

Закрытый сосуд с жёсткими стенками, содержащий только ненасыщенный водяной пар, получил некоторое количество теплоты от нагревателя. Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменились в результате этого температура пара, парциальное давление пара и относительная влажность в сосуде.

22

Горизонтальный невесомый стержень длиной $L = 0,9$ м находится в равновесии (см. рисунок). Масса груза, подвешенного к оси блока, равна $m = 2$ кг. Расстояние от левого конца стержня до неподвижной оси O равно $a = 10$ см. Расстояние от правого конца стержня до точки прикрепления вертикальной нити, на которой стержень прикреплен к потолку, равно $b = 20$ см. Определите модуль T силы натяжения этой нити. Блок невесомый, все нити невесомы и нерастяжимы, трение отсутствует. Участки нити, не лежащие на блоке, вертикальны.



- 23 Квадратная проводящая замкнутая рамка со стороной $a = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 3$ мТл. Сопротивление рамки равно $R = 0,5$ Ом. Вектор магнитной индукции этого поля лежит в плоскости рамки и направлен перпендикулярно одной из её сторон (см. рисунок 1). Какой заряд q протечёт по рамке, если её повернуть на угол $\beta = 30^\circ$ вокруг оси OO_1 (см. рисунок 2)?

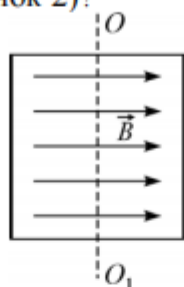


Рис. 1

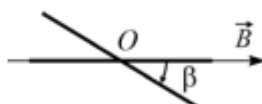
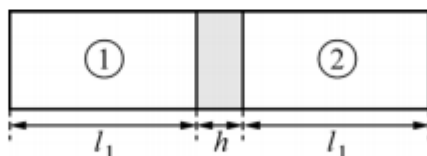


Рис. 2

- 24 В цилиндрической трубочке, запаянной с одного конца, находится столбик ртути длиной h . В начале эксперимента трубочка расположена горизонтально. Расстояния от запаянного и от открытого конца трубочки до столбика ртути одинаковы и равны l_1 . Открытый конец трубочки плотно закрывают плоской пробочкой и медленно переворачивают трубочку в вертикальное положение запаянным концом вверх. В результате поворота столбик ртути смещается на расстояние d . Определите величину атмосферного давления. Размером пробочки можно пренебречь. Температура воздуха в процессе эксперимента оставалась постоянной.



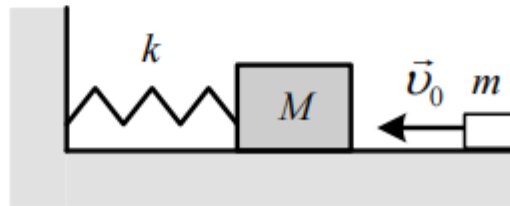
- 25 Две тонкие линзы, собирающая с фокусным расстоянием $F_1 = 30$ см и рассеивающая с фокусным расстоянием $F_2 = -20$ см соответственно, расположены друг за другом (рассеивающая справа от собирающей) и имеют одну и ту же главную оптическую ось. Расстояние между линзами равно $L = 30$ см. Слева от собирающей линзы на расстоянии $a_1 = 60$ см от неё помещён точечный источник света на главной оптической оси. На каком расстоянии от рассеивающей линзы формируется окончательное изображение источника? Сделайте рисунок, на котором постройте изображение точечного источника в системе линз, указав ход всех необходимых для построения лучей.

26

На гладком горизонтальном столе лежит брусок, к которому одним концом прикреплена лёгкая пружина жёсткостью $k = 1 \text{ кН/м}$. Второй конец пружины закреплён на стене (см. рисунок). Небольшая шайба массой $m = 40 \text{ г}$, скользящая по столу горизонтально со скоростью $v_0 = 11 \text{ м/с}$ в направлении, перпендикулярном стене, сталкивается с бруском. Чему равно максимальное сжатие пружины? Масса шайбы в $n = 10$ раз меньше массы бруска.

Удар считать абсолютно упругим, движение бруска – поступательным. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Ответы и критерии оценивания

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ответ	- 1,25	1,5	0,3	1,25	14	12	8	0,45	235	14	3,75	3,15	6,4	25	11	138	13	234	0,90± 0,5	24

Часть 2

Критерии оценивания задания 21

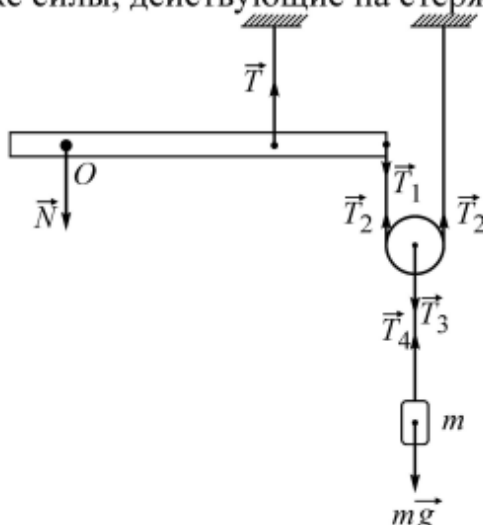
Возможное решение
<p>1. Так как сосуд жёсткий, объём газа не изменяется, то есть это изохорный процесс. По первому закону термодинамики $Q = \Delta U$, поэтому внутренняя энергия газа U увеличивается. Так как внутренняя энергия водяного пара прямо пропорциональна температуре, то температура газа T также увеличится. Тогда $p_1/T_1 = p_2/T_2$, где p_1 и p_2 – соответственно парциальные давления пара при температурах T_1 и T_2. Так как $T_2 > T_1$, то $p_2 > p_1$, следовательно, парциальное давление пара увеличится.</p> <p>2. При увеличении температуры плотность насыщенного пара $\rho_{\text{нп}}$ увеличивается, а плотность паров в сосуде $\rho_{\text{пара}}$ не изменяется (сосуд герметичный, масса газов не меняется). Так как относительная влажность воздуха $\varphi = \frac{\rho_{\text{пара}}}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\%$, то относительная влажность воздуха уменьшится.</p> <p>3. Температура и парциальное давление пара увеличатся, а относительная влажность в сосуде уменьшится.</p>

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>п. 3</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>первый закон термодинамики, связь внутренней энергии и температуры, связь давления разреженного газа и его температуры в изохорном процессе, связь плотности с массой и объёмом, формула относительной влажности, зависимость плотности насыщенных паров от температуры</i>)	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>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.)</p>	2

<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Возможное решение

1. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, на блок и на груз.



Поскольку трения в оси блока нет, модули сил натяжения нити, охватывающей блок, слева и справа от него одинаковы. Так как нити невесомые, то $T_1 = T_2$; $T_3 = T_4$. Из второго закона Ньютона для невесомого блока получим: $T_3 = 2T_2$.

2. Из второго закона Ньютона для груза получим: $T_4 = mg$. Следовательно, $T_1 = mg/2$.

3. Рассмотрим моменты сил, действующих на стержень, относительно оси O , и запишем условие равновесия стержня относительно этой оси (момент силы нормальной реакции оси относительно O равен нулю):

$$T_1(L - a) = T(L - a - b).$$

Тогда

$$T = \frac{mg(L - a)}{2(L - a - b)} = \frac{2 \cdot 10 \cdot (0,9 - 0,1)}{2 \cdot (0,9 - 0,1 - 0,2)} \approx 13,3 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{mg(L - a)}{2(L - a - b)} \approx 13,3 \text{ Н.}$$

<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>второй закон Ньютона для блока и груза, условие равновесия стержня (равенство моментов сил, действующих на стержень)</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), 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 имеется 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	2

Возможное решение

<p>1. При повороте рамки в магнитном поле наблюдается явление электромагнитной индукции. Пусть при повороте рамки на малый угол за малое время Δt через поперечное сечение проводника проходит электрический заряд:</p>
--

$$\Delta q_i = I_i \Delta t.$$

В соответствии с законом Ома для замкнутой электрической цепи, сила возникающего при этом индукционного тока равна

$$I_i = \frac{|\mathcal{E}_i|}{R},$$

где модуль ЭДС индукции:

$$|\mathcal{E}_i| = \frac{|\Delta\Phi_i|}{\Delta t},$$

а $|\Delta\Phi_i|$ – модуль изменения магнитного потока при повороте рамки.

2. Из записанных уравнений получаем, что

$$\Delta q_i = \frac{\Delta\Phi_i}{R},$$

то есть величина заряда, протекающего в рамке за некоторое время Δt , прямо пропорциональна модулю изменения магнитного потока через плоскость рамки за это время. Поэтому полный заряд, протекший через рамку, прямо пропорционален модулю полного изменения магнитного потока и равен $q = \Delta\Phi/R$.

3) В начальном положении рамки угол между вектором магнитной индукции и нормалью к рамке равен $\alpha = 90^\circ$. После поворота угол между вектором магнитной индукции и нормалью к рамке равен $\gamma = 90 - \beta = 90 - 30 = 60^\circ$. Тогда

$$|\Delta\Phi| = BS|\cos\gamma - \cos\alpha| = BS\left(\frac{1}{2} - 0\right) = \frac{1}{2}BS,$$

где $S = a^2$ (a – сторона рамки).

4. С учётом выражения для $|\Delta\Phi|$ получим:

$$q = \frac{Ba^2}{2R} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1^2}{2 \cdot 0,5} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = \frac{Ba^2}{2R} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$

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>определение силы электрического тока, закон Ома для замкнутой электрической цепи, закон электромагнитной индукции, определение магнитного потока</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение</p>	2
<p>«по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	2

Возможное решение

1. В горизонтальном положении оба воздушных объёма 1 и 2 имеют одинаковые давления, равные атмосферному p_0 , а объёмы, занимаемые воздухом, равны между собой $V = l_1 S$, где S – площадь поперечного сечения трубочки.

2. После поворота трубочки в вертикальное положение давление воздуха в верхней части трубочки равно p_1 , а объём равен $V_1 = (l_1 + d)S$. Давление воздуха в нижней части при этом равно p_2 , а объём $V_2 = (l_1 - d)S$.

3. По условию задачи температура и массы воздуха в обеих частях трубочки не изменяются. По закону Бойля – Мариотта получим:

$$p_0 l_1 S = p_1 (l_1 + d) S, \quad (1)$$

$$p_0 l_1 S = p_2 (l_1 - d) S. \quad (2)$$

4. При этом давление воздуха в нижней части трубочки больше давления воздуха в верхней её части на величину давления столбика ртути $p_{\text{ртути}} = \rho g h$, то есть:

$$p_2 = p_1 + \rho g h.$$

5. Из уравнения (1) найдём:

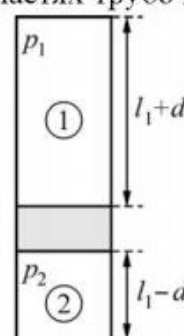
$$p_1 = \frac{p_0 l_1}{l_1 + d}.$$

Тогда из уравнения (2) получим:

$$p_0 l_1 = (p_1 + \rho g h)(l_1 - d),$$

$$p_0 = \frac{\rho g h (l_1^2 - d^2)}{2 d l_1}.$$

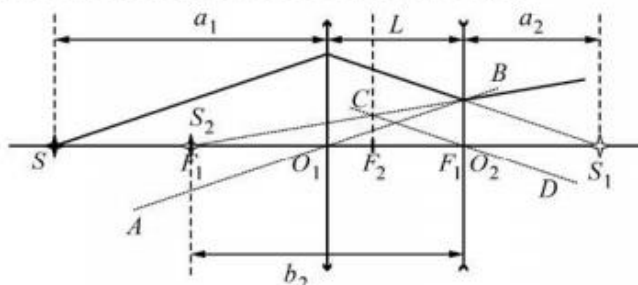
Ответ: $p_0 = \frac{\rho g h (l_1^2 - d^2)}{2 d l_1}.$



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>формула давления столба жидкости, соотношение давлений двух объёмов воздуха для двух положений трубочки, закон Бойля – Мариотта для каждого из двух объёмов воздуха в трубочке</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</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
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

Возможное решение

1. Для построения изображения точечного источника проведём побочные оптические оси AB и CD , а также фокальные плоскости через фокусы F_1 и F_2 (см. рисунок). Здесь S_1 и S_2 – изображения точечного источника в собирающей линзе и системе линз соответственно.



2. По формуле тонкой линзы определим расстояние от первого изображения S_1 источника в собирающей линзе до этой линзы:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} \Rightarrow b_1 = \frac{a_1 F_1}{a_1 - F_1} = \frac{60 \cdot 30}{60 - 30} = 60 \text{ см.}$$

3. Итак, первое изображение находится на расстоянии $b_1 = 60$ см справа от собирающей линзы. Значит, расстояние от первого изображения до рассеивающей линзы:

$$a_2 = b_1 - L = 60 - 30 = 30 \text{ см.}$$

4. Следовательно, первое изображение лежит справа от рассеивающей линзы. Для рассеивающей линзы это мнимый предмет. Тогда по формуле тонкой линзы определим расстояние от второго изображения S_2 источника в рассеивающей линзе до этой линзы:

$$\frac{1}{F_2} = -\frac{1}{a_2} - \frac{1}{b_2} \Rightarrow b_2 = -\frac{a_2 F_2}{F_2 + a_2} = -\frac{30 \cdot (-20)}{-20 + 30} = 60 \text{ см.}$$

Ответ: $b_2 = 60$ см

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>формула тонкой линзы для случаев собирающей линзы и рассеивающей линзы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</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
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы,	2

<p>закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Возможное решение

Обоснование.

1. Будем рассматривать задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй, будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Будем описывать шайбу m и брусок M моделью материальной точки, так как их размерами по сравнению с длиной недеформированной пружины можно пренебречь, а их движение является поступательным.
3. Будем считать время взаимодействия шайбы и бруска очень малым. Тогда в процессе соударения брусок не успевает сдвинуться, то есть пружина не успевает деформироваться. Поэтому проекция на направленную вдоль пружины ось Ox равнодействующей всех внешних сил, действующих на систему тел «шайба + брусок», равна нулю. Следовательно, в проекции на эту ось для процесса соударения выполняется закон сохранения импульса.
4. Так как удар абсолютно упругий, суммарная работа сил взаимодействия, действующих в процессе соударения бруска и шайбы, равна нулю. За очень короткое время соударения внешние силы, действующие на систему тел «шайба + брусок», также не совершают работы. Следовательно, для этой системы тел выполняется закон сохранения механической энергии в процессе их абсолютно упругого удара.
5. Стол гладкий, сопротивлением воздуха можно пренебречь, сила тяжести и сила нормальной реакции опоры при движении бруска не совершают работы, а сила упругости, возникающая при деформации пружины, является потенциальной. Поэтому после абсолютно упругого удара для системы тел «брусок + пружина» выполняется закон сохранения механической энергии. Кинетической энергией пружины можно пренебречь из-за её невесомости.

Решение.

Для абсолютно упругого соударения шайбы с бруском справедливы закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось Ox и закон

сохранения механической энергии:

$$mv_0 = Mv_1 - mv_2; \quad (1)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}, \quad (2)$$

где v_1 и v_2 – модули скорости бруска и шайбы после удара.

Решая систему уравнений (1) и (2), получим выражение для скорости бруска

$$v_1 \text{ после соударения: } v_1 = \frac{2mv_0}{M+m}.$$

Для дальнейшего движения бруска запишем закон сохранения механической энергии:

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \frac{k\Delta x^2}{2}.$$

В итоге получим максимальное сжатие пружины:

$$\Delta x = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{2mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{2mv_0}{nm+m} \sqrt{\frac{nm}{k}} = \frac{2v_0}{n+1} \sqrt{\frac{nm}{k}} = \frac{2 \cdot 11}{10+1} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 0,04}{1000}} = 0,04 \text{ м.}$$

Ответ: $\Delta x = 0,04$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<i>Критерий 1</i>	

Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: <i>выбор ИСО, модель материальной точки, условия применимости для соударения закона сохранения импульса в проекции на ось Oх, условия применимости закона сохранения механической энергии для систем «шайба + брусок» и «брусок + пружина».</i>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
I) Приведено полное решение, включающее следующие элементы: записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, закон Гука, выражения для потенциальной энергии пружины, потенциальной энергии тела в однородном поле силы тяжести, кинетической энергии материальной точки, закон сохранения механической энергии</i>);	3
II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо	1

<p>преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	4