

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: -2,5 м/с². -2,5 Бланк

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ:

А	Б
4	1

41

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 1,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелиевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы	
число π	π=3,14
ускорение свободного падения на Земле	g = 10 м/с ²
гравитационная постоянная	G = 6,7 · 10 ⁻¹¹ Н·м ² /кг ²
универсальная газовая постоянная	R = 8,31 Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	k = 1,38 · 10 ⁻²³ Дж/К
постоянная Авогадро	N _А = 6 · 10 ²³ моль ⁻¹
скорость света в вакууме	c = 3 · 10 ⁸ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	k = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ = 9 · 10 ⁹ Н·м ² /Кл ²
модуль заряда электрона	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
(элементарный электрический заряд)	
постоянная Планка	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж·с

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж
Масса частиц	
электрона	9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность	подсолнечного масла 900 кг/м ³
воды 1000 кг/м ³	алюминия 2700 кг/м ³
древесины (сосна) 400 кг/м ³	железа 7800 кг/м ³
керосина 800 кг/м ³	ртути 13 600 кг/м ³



Удельная теплоёмкость	
воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда $2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	
Удельная теплота	
парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг	
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг	
плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг	

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1** Материальная точка движется вдоль оси OX . Её координата изменяется с течением времени по закону $x=3+3t-2t^2$ (все величины даны в СИ). Чему равна проекция скорости материальной точки на ось OX в момент времени $t = 2$ с?
- Ответ: _____ м/с.
- 2** Тело массой 1,5 кг лежит на горизонтальном столе. На него почти мгновенно начинает действовать сила, направленная вертикально вверх. Через 3 с после начала действия силы модуль скорости этого тела равен 9 м/с. Чему равен модуль приложенной к телу силы?
- Ответ: _____ Н.
- 3** Координата тела массой 8 кг, движущегося вдоль оси x , изменяется по закону $x=x_0 + v_x t$, где $x_0 = 6$ м; $v_x = 8$ м/с. Чему равна кинетическая энергия тела в момент времени $t = 10$ с?
- Ответ: _____ Дж.
- 4** Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанные друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок). Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.
- 1) Плотность материала, из которого сделаны бруски, равна 500 кг/м^3 .
 - 2) Если на верхний брусок положить груз массой 0,7 кг, то бруски утонут.
 - 3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.
 - 4) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 20 Н.
 - 5) Если в стопку добавить еще 2 таких же бруска, то глубина её погружения увеличится на 10 см.
- Ответ: _____.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221107



5 Высота полёта искусственного спутника Земли увеличилась с 400 до 500 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и его потенциальная энергия?

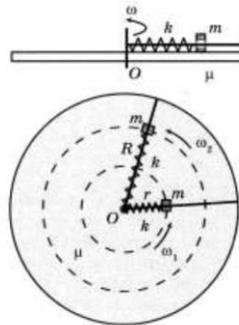
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Скорость спутника	Потенциальная энергия спутника

6 Маленькая шайба массы m , способная перемещаться вдоль гладкого стержня, находится на поверхности горизонтального диска, равномерно вращающегося с угловой скоростью ω_1 , на расстоянии r от оси O , с которой шайба соединена легкой недеформированной пружинкой жесткости k (см. рисунок). Коэффициент трения между шайбой и диском – μ . Как только угловая скорость начинает медленно и плавно возрастать, шайба начинает смещаться. При угловой скорости ω_2 , расстояние до оси стало R , при этом диск вновь стал вращаться равномерно.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль скорости шайбы, находящейся на расстоянии R оси вращения
 Б) модуль равнодействующей всех сил, действующих на шайбу на расстоянии R

ФОРМУЛЫ

- 1) $\omega_2^2 R$
- 2) $\omega_2 R$
- 3) $k(R - r) + \mu mg$
- 4) $k(R - r)$

Ответ:

А	Б

7 Какое изменение температуры Δt (в градусах Цельсия) соответствует нагреву на 27 К?

Ответ: _____ °С.

8 Рабочее тело тепловой машины с КПД 40% за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 50 Дж. Какое количество теплоты рабочее тело за цикл отдает холодильнику?

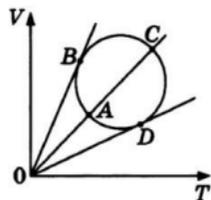
Ответ: _____ Дж.

9 Кусок свинца, находившийся при температуре +27,5 °С, начали нагревать, подводя к нему постоянную тепловую мощность. Через 39 секунд после начала нагревания свинец достиг температуры плавления +327,5 °С. Через сколько секунд после этого момента кусок свинца расплавится? Потери теплоты отсутствуют.

Ответ: _____ с.



- 10** Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на V-T диаграмме (см. рисунок). Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем с газом. В ответе укажите их номера.



- 1) Давление газа максимально в состоянии D.
- 2) При переходе из состояния D в состояние A внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа все время положительна
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии A.
- 5) При переходе из состояния B в состояние C внутренняя энергия газа увеличивается.

Ответ: _____.

- 11** Температуру нагревателя тепловой машины Карно уменьшили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя?

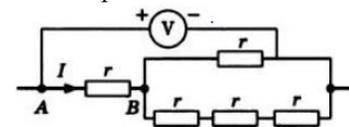
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

- 12** Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 0,5$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку АВ идет ток $I = 2$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

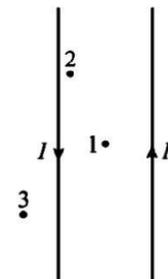
- 13** На сколько отличаются наибольшее и наименьшее значения модуля силы, действующей на прямой провод длиной 20 см с током 10 А, при различных положениях провода в однородном магнитном поле, индукция которого равна 1 Тл?

Ответ: _____ Н.

- 14** На какой частоте корабли передают сигнал SOS, если по Международному соглашению длина радиоволн должна быть равна 600 м?

Ответ: _____ кГц.

- 15** По двум очень длинным тонким параллельным проводам текут одинаковые постоянные токи, направления которых показаны на рисунке. В плоскости этих проводов лежат точки 1, 2 и 3, причем точка 1 находится посередине между проводами.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Провода притягиваются друг к другу.
- 2) Провода отталкиваются друг от друга.
- 3) В точке 1 индукция магнитного поля равна нулю.
- 4) В точке 2 вектор индукции магнитного поля направлен перпендикулярно плоскости рисунка «на нас».
- 5) В точке 3 вектор индукции магнитного поля направлен перпендикулярно плоскости рисунка «от нас».

Ответ: _____.



16 Плоский воздушный конденсатор зарядили до некоторого напряжения и отключили от батареи. Затем расстояние между пластинами конденсатора уменьшили. Определите, как в результате этого изменились емкость конденсатора и напряженность электрического поля в конденсаторе.

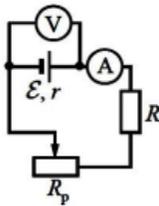
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Емкость конденсатора	Напряженность электрического поля в конденсаторе

17 Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.



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

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

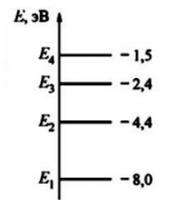
- А) $\frac{\varepsilon}{R+R_p+r}$
 Б) $\frac{\varepsilon(R+R_p)}{R+R_p+r}$

- 1) показания амперметра
- 2) мощность, выделяющая на резисторе R
- 3) показания вольтметра
- 4) напряжение на резисторе R

Ответ:

А	Б

18 Атомы некоторого газа могут находиться в четырех энергетических состояниях, энергетическая диаграмма которых приведена на рисунке. Атом находится в состоянии с энергией E_3 . Фотон с какой энергией может поглотить атом этого газа?



Ответ: в _____ эВ.

19 Источник монохроматического света заменили на другой, более высокой частоты. Как изменилась при этом длина световой волны и энергии фотона в световом пучке?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Длина световой волны	Энергия фотона

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

- 1) При увеличении частоты звуковой волны скорость ее распространения увеличивается.
- 2) При изотермическом сжатии идеального газа его давление уменьшается.
- 3) Сопротивление резистора не зависит от силы тока через него.
- 4) При переходе света из воздуха в стекло угол падения меньше, чем угол преломления.
- 5) Работа выхода электронов из металла при фотоэффекте не зависит от энергии падающих фотонов.

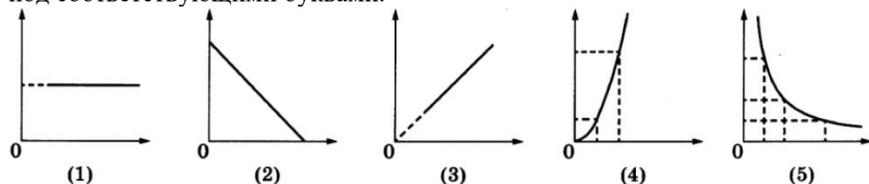
Ответ: _____.



21 Даны следующие зависимости величин:

- А) Зависимость пути, пройденного равноускоренно движущимся телом, от времени движения при начальной скорости тела, равной нулю;
- Б) Зависимость модуля силы Лоренца, действующей на частицу зарядом q в однородном магнитном поле с индукцией B , от скорости частицы;
- В) зависимость энергии фотона от импульса фотона.

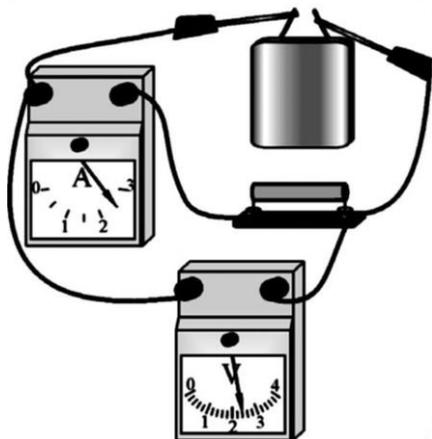
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Ответ:

А	Б	В

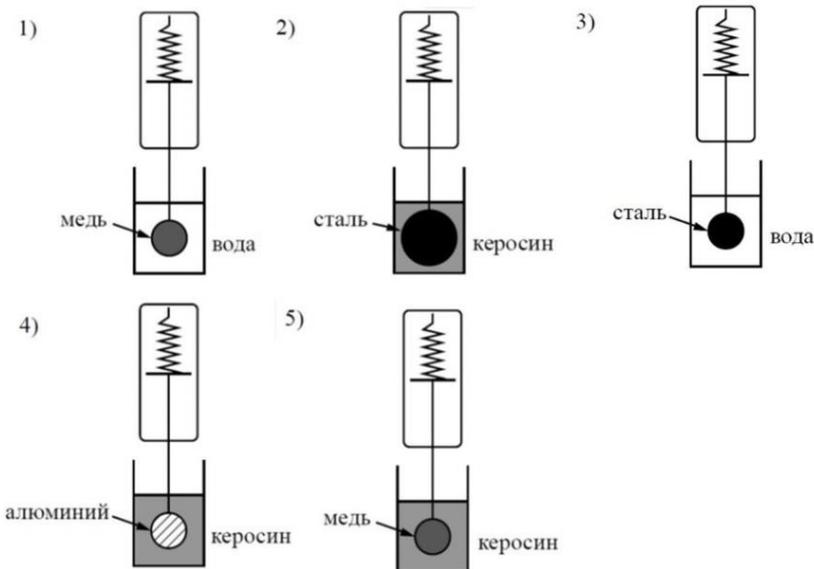
22 Определите показания амперметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления шкалы прибора.



Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость силы Архимеда, действующей на тело, погруженное в жидкост, от плотности жидкост. Какие **две** установки надо выбрать для проведения такого исследования?



Запишите в таблицу номера колебательных контуров.

Ответ:

--	--

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работ. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

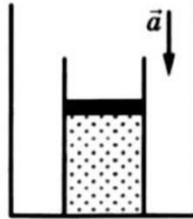


Часть 2

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24

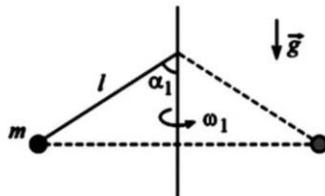
На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжелым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.



Полное правильное решение каждой из задач 25–30 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.

25

Конический маятник представляет собой маленький грузик массой $m = 100$ г, вращающийся с угловой скоростью ω_1 вокруг вертикальной оси на невесомой нерастяжимой нити длиной l , составляющей угол $\alpha_1 = 60^\circ$ (см. рисунок). Во сколько раз надо увеличить угловую скорость маятника, чтобы нить порвалась, если она выдерживает силу натяжения, равную nmg , где $n = 4$



26

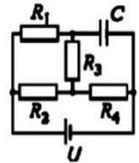
Поток фотонов выбивает из металла электроны. Энергия фотона равна 2 эВ. Если длину волны падающего излучения уменьшить в 2,5 раза, то максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличится в 2 раза. Определите работу выхода электронов из металла.

27

В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня $L = 0,3$ м. Площадь поперечного сечения поршня S . В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите S . Считать, что сосуд находится в вакууме.

28

Найдите заряд q конденсатора емкостью $C = 5$ мкФ в цепи, схема которой изображена на рисунке. Сопротивления резисторов равны $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $R_3 = 1$ Ом, $R_4 = 2,5$ Ом, источник постоянного напряжения идеальный, $U = 4$ В.

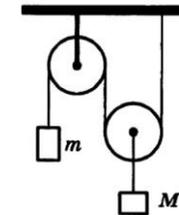


29

В плоскости, параллельной плоскости тонкой собирающей линзы, по окружности со скоростью $v = 5$ м/с движется точечный источник света. Расстояние между плоскостями $d = 15$ см. Центр окружности находится на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Найдите скорость движения изображения точечного источника света. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе.

30

В устройстве, изображенной на рисунке, оба блока невесомые и гладкие, а все нити невесомы и нерастяжимы. Определите a_2 ускорение груза массой $M = 2$ кг, если оба груза движутся поступательно. Масса груза $m = 0,5$ кг. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на подвижные тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221 107



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–23

Правильное выполнение каждого из заданий 1–3, 7–9, 12–14, 18, 22 и 23 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа. В ответе на задание 23 порядок записи символов значения не имеет.

Правильное выполнение каждого из заданий 5, 6, 11, 16, 17 и 19, 21 оценивается 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. 1 балл выставляется, 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.

Правильное выполнение каждого из заданий 4, 10, 15 и 20 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. 1 балл выставляется, 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.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	5	12	1,75
2	19,5	13	2
3	256	14	500
4	14 41	15	245
5	21	16	13
6	23	17	13
7	27	18	0,9
8	30	19	21
9	25	20	35 53
10	15 51	21	433

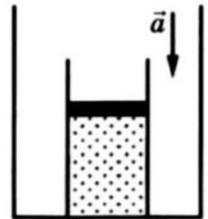
11	22	22	2,500,25
		23	15 51

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до максимального балла.

24

На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжелым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.



Возможное решение

рис. 1

рис. 2

1) $a = 0$ (рис. 1) Поршень неподвижен $\Rightarrow F_1 = mg + F_0$
 $F_0 = p_0 S$, $F_1 = p_1 S$ - силы, действующие на поршень со стороны атм. воздуха и газа в сосуде
 (p_0 - атм. давление, p_1 - давление газа, m - масса поршня, S - площадь основания)

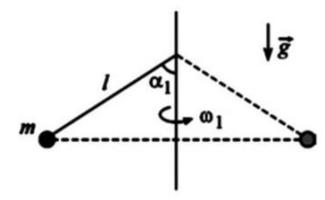
$$p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$$

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ №221107

<p>2) \vec{a} вниз (рис. 2) ii Закон Ньютона для поршня: $O_y: mg + F_0 - F_2 = ma$ $P_2 S + mg - P_1 S = ma \Rightarrow P_2 = P_0 + \frac{m(g-a)}{S} < P_1.$</p> <p>3) Кол-во газа $\nu = const$, сосуда теплоизолированы \Rightarrow адиабатный процесс. $\Rightarrow P \downarrow$ при $V \uparrow (V_2 > V_1)$ \Rightarrow поршень сойдет оти-подня сосуда вверх</p> <p>4) I закон ТД для адиабат. проц.: $Q = \Delta U + A = 0$ $A_{газа} > 0$, т.к. $V \uparrow$; $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = -A < 0$ $\Rightarrow \Delta T < 0 \Rightarrow T_2 < T_1.$ Ответ: поршень сойдет вверх; темп-ра газа уменьш-ся</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>мощность увеличивается</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи; мощность, выделяющаяся во внешней цепи</i>)	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.).	2

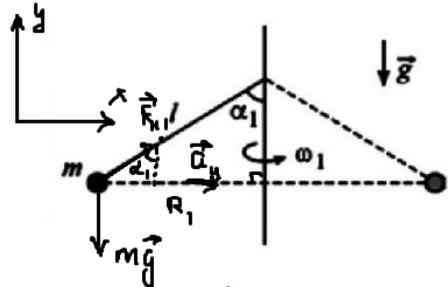
И (ИЛИ)	
В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём 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, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

25 Конический маятник представляет собой маленький грузик массой $m = 100$ г, вращающийся с угловой скоростью ω_1 вокруг вертикальной оси на невесомой нерастяжимой нити длиной l , составляющей угол $\alpha_1 = 60^\circ$ (см. рисунок). Во сколько раз надо увеличить угловую скорость маятника, чтобы нить порвалась, если она выдерживает силу натяжения, равную nmg , где $n = 4$.



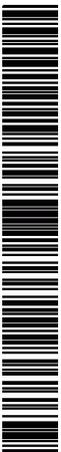
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221107



Возможное решение:	
 <p> Π 3. и где $\omega_1: \vec{F}_{H1} + m\vec{g} = m\vec{a}_{y1}$ \vec{F}_{H1} - сила натяжения нити, центр. ускор. $a_{y1} = \omega_1^2 \cdot R_1$, радиус траектории $R_1 = l \sin \alpha_1$ $Ox: F_{H1} \cdot \sin \alpha_1 = m a_{y1} = m \omega_1^2 \cdot l \sin \alpha_1 \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{F_{H1}}{m \cdot l}}$ $Oy: F_{H1} \cos \alpha_1 - mg = 0 \Rightarrow F_{H1} = \frac{mg}{\cos \alpha_1} \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha_1}}$ Пусть $F_{H2} = n mg \cos \alpha_2$ ω_2, d_2. По Π 3. и Oy: $F_{H2} \cos \alpha_2 - mg = 0 \Rightarrow \cos \alpha_2 = \frac{mg}{F_{H2}} = \frac{1}{n}$ $\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{l \cos \alpha_2}} \quad \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}} = \sqrt{n \cos \alpha_1} = \sqrt{2} \approx 1,41$ Ответ: угл. скорость нужно увеличить в $\sqrt{2} \approx 1,41$ раз </p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением	2

<p>обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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>	
<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. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>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>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>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
<i>Максимальный балл</i>	2

26 Поток фотонов выбивает из металла электроны. Энергия фотона равна 2 эВ. Если длину волны падающего излучения уменьшить в 2,5 раза, то максимальная скорость фотоэлектронов, вылетающих из этого металла, увеличится в 2 раза. Определите работу выхода электронов из металла.



Возможное решение:	
$E_{\phi_1} = 2 \text{ эВ}, \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2,5}, v_{m2} = 2v_{m1}, A - ?$ $E_{\phi_1} = \frac{hc}{\lambda_1}; E_{\phi_2} = \frac{hc}{\lambda_2} = \frac{2,5hc}{\lambda_1} = 2,5E_{\phi_1}$ $E_{km1} = \frac{m_e v_{m1}^2}{2}; E_{km2} = \frac{m_e v_{m2}^2}{2} = \frac{4m_e v_{m1}^2}{2} = 4E_{km1}$ $E_{\phi_1} = A + E_{km1} \Rightarrow E_{km1} = E_{\phi_1} - A$ $E_{\phi_2} = A + E_{km2}; 2,5E_{\phi_1} = A + 4E_{km2}$ $2,5E_{\phi_1} = A + 4(E_{\phi_1} - A) \Rightarrow 3A = 1,5E_{\phi_1}$ $A = 0,5E_{\phi_1} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ эВ}$ <p>Ответ: $A = 1 \text{ эВ}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории,	1

физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, 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)	0
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

27 В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня $L = 0,3$ м. Площадь поперечного сечения поршня S . В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите S . Считать, что сосуд находится в вакууме.



Возможное решение:	
$a = 0 \Rightarrow F = p_2 S = F_{атм}; \quad p_2 > p_1 \text{ (иначе } p_1 S > F_{атм}, \text{ и } a \neq 0)$	
<p>1) $V = const; \quad Q_1 = A + \Delta U \text{ (IЗ-и T.Δ)}; \quad A = 0$ $U = \frac{3}{2} \nu R T$ или, учитывая, что $pV = \nu R T$ (у р-е м. - кн.) $U = \frac{3}{2} pV; \quad Q_1 = U_k - U_n = \frac{3}{2} p_2 V - \frac{3}{2} p_1 V = \frac{3}{2} \frac{F_{атм}}{S} \cdot L \cdot S - \frac{3}{2} p_1 S L$</p>	
<p>2) $p_2 = const; \quad A = p_2 \Delta V = \frac{F_{атм}}{S} \cdot S x = F_{атм} \cdot x$ $\Delta U = \frac{3}{2} p_2 (V + \Delta V) - \frac{3}{2} p_1 V = \frac{3}{2} p_2 \Delta V = \frac{3}{2} F_{атм} \cdot x$ $Q = A + \Delta U = \frac{5}{2} F_{атм} \cdot x$</p>	
$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2} F_{атм} \cdot L - \frac{3}{2} p_1 \cdot S L + \frac{5}{2} F_{атм} \cdot x$	
$S = \frac{(3L + 5x) F_{атм} - 2Q}{3 p_1 L} = 25 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^2\text{)}$	
<p>Ответ: $S = 25 \text{ см}^2$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному</p>	3

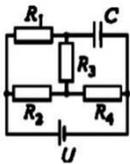
<p>числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. 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>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно 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</p>	



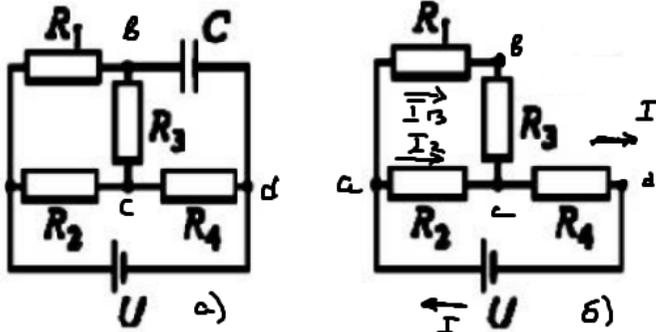
верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

28

Найдите заряд q конденсатора емкостью $C = 5\text{ мкФ}$ в цепи, схема которой изображена на рисунке. Сопротивления резисторов равны $R_1 = 2\text{ Ом}$, $R_2 = 3\text{ Ом}$, $R_3 = 1\text{ Ом}$, $R_4 = 2,5\text{ Ом}$, источник постоянного напряжения идеальный, $U = 4\text{ В}$



Возможное решение:



После зарядки конд-р не влияет на токи в цепи
Рассчитаем токи для цепи на рис. б

$R_{13} = R_1 + R_3 = 2 + 1 = 3\text{ Ом}$
 $\frac{1}{R_{ac}} = \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow R_{ac} = 1,5\text{ (Ом)}$
 Полное внешнее сопр $R = R_{ac} + R_4 = 1,5 + 2,5 = 4\text{ (Ом)}$
 Ток в крив. цепи цепи: $I = \frac{U}{R} = \frac{4}{4} = 1\text{ А}$
 (по 3-му Ома в м. участка цепи).
 $R_{13} = R_2 \Rightarrow I_{13} = I_2 = \frac{I}{2} = 0,5\text{ А}$
 $U_C = \varphi_b - \varphi_d = (\varphi_b - \varphi_c) + (\varphi_c - \varphi_d) = U_3 + U_{41} =$
 $= I_{13} R_3 + I R_4 = 0,5 \cdot 1 + 1 \cdot 2,5 = 3\text{ (В)}$
 $q = C \cdot U = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 15 \cdot 10^{-6}\text{ Кл} = 15\text{ мкКл}$
 Ответ: $q = 15\text{ мкКл}$

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



$$f = \frac{10 \cdot 15}{15 - 10} = 30 \text{ (см)}$$

Периоды обращения A и A' равны

$$T = T' \Rightarrow \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R'}{v'} \Rightarrow v' = \frac{R'}{R} v$$

$$v' = \frac{A'B'}{AB} v$$

$$\Delta A'OB' \sim \Delta AOB \text{ (по 2м углам)} \Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{OB'}{OB} = \frac{f}{d}$$

$$v' = \frac{f}{d} \cdot v = \frac{30 \cdot 5}{15} = 10 \text{ м/с}$$

Ответ: $v' = 10 \text{ м/с}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены	2

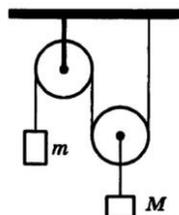
преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от 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 V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи ИЛИ Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе
---	---



Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

30

В устройстве, изображенной на рисунке, оба блока невесомые и гладкие, а все нити невесомы и нерастяжимы. Определите a_2 ускорение груза массой $M = 2$ кг, если оба груза движутся поступательно. Масса груза $m = 0,5$ кг. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на подвижные тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

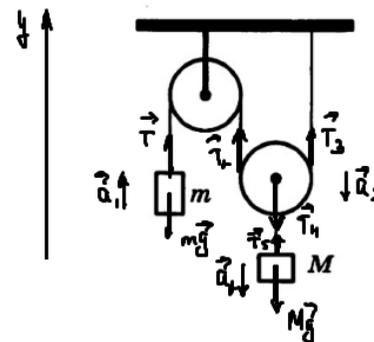


Возможное решение:

Обоснование:

- 1) Будем решать задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Такую СО можно считать инерциальной.
- 2) Т.к. грузы и подвижный блок движутся поступательно, будем считать их материальными точками независимо от размера.
- 3) В ИСО к материальным точкам применим 2 закон Ньютона
- 4) Т.к. нить, на которой закреплен груз m , невесома и блоки невесомые и гладкие, сила натяжения нити во всех точках одинакова: $T_1 = T_2 = T_3$ (см. рисунок).
- 5) Т.к. нить, на которой закреплен груз M , невесома, сила натяжения нити во всех точках одинакова, и нить действует на подвижный блок и груз M с одинаковой по величине силой: $T_5 = T_6$.
- 6) Т.к. нить, на которой закреплен груз m , нерастяжима, то ускорение этого груза в два раза больше по величине, чем ускорение подвижного блока $a_1 = 2a_2$.
- 7) Т.к. нить, на которой закреплен груз M , нерастяжима, то ускорение этого груза и подвижного блока равны по величине: $a_2 = a_3$.

Решение:



II 3-й закон Ньютона для грузов и подвиж. блока в проекции на Oy :

$$T_1 - mg = ma_1, \quad T_5 - Mg = -Ma_2, \quad 2T_1 - T_5 = 0$$

$$2T_1 = T_5; \quad T_1 = ma_1 + mg = 2ma_2 + mg$$

$$T_5 = Mg - Ma_2;$$

$$4ma_2 + 2mg = Mg - Ma_2$$

$$a_2 = \frac{(M - 2m)g}{M + 4m} = \frac{(2 - 2 \cdot 0,5) \cdot 10}{2 + 4 \cdot 0,5} = 2,5 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

Ответ: $a_2 = 2,5 \text{ м/с}^2$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов	0



(закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	
Критерий 2	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</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, 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>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>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>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>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

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. <...> По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развёрнутым ответом. <...>

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.



Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Существенными считаются следующие расхождения.

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 24–29 и за выполнение задания 30 по критерию К2, в 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 24–30 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением. Ситуации, в которых один эксперт указал на отсутствие ответа в экзаменационной работе, а второй эксперт выставил нулевой балл за выполнение этого задания, не являются ситуациями существенного расхождения в оценивании.

