«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
ФГБНУ «Федеральный институт
педагогических измерений»

_____ О.А. Решетникова
«14» ноября 2026 г.

«СОГЛАСОВАНО»
Председатель
Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике

_____ В.И. Шевченко
«12» ноября 2026 г.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Демонстрационный вариант контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена 2027 года по физике

подготовлен Федеральным государственным бюджетным научным учреждением

«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Пояснения к демонстрационному варианту контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена 2027 года по ФИЗИКЕ

При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена (ЕГЭ) 2027 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, не отражают всех элементов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2027 г. Полный перечень элементов содержания, которые могут контролироваться на едином государственном экзамене 2027 г., приведён в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

В демонстрационном варианте представлены конкретные примеры заданий, не исчерпывающие всего многообразия возможных формулировок заданий на каждой позиции варианта экзаменационной работы.

Назначение демонстрационного варианта заключается в том, чтобы дать возможность любому участнику ЕГЭ и широкой общественности составить представление о структуре будущих КИМ, количестве заданий, об их форме и уровне сложности.

В демонстрационном варианте представлено три примера заданий на позиции 26 экзаменационной работы. В реальных вариантах экзаменационной работы на данной позиции будет предложено только одно задание.

Приведённые критерии оценки выполнения заданий с развёрнутым ответом, включённые в этот вариант, дают представление о требованиях к полноте и правильности записи развёрнутого ответа.

Эти сведения позволят выпускникам выработать стратегию подготовки к ЕГЭ в 2027 г.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Демонстрационный вариант
контрольных измерительных материалов
единого государственного экзамена 2027 года
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 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 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/с^2. Бланк: -2,5

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. 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.

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

Бланк: 41

Ответом к заданию 19 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.

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. Бланк: 1,40,2

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При выполнении работы разрешается использовать линейку и непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой 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, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
электрическая постоянная	$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Соотношения между различными единицами	
температура	0 К = –273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж

Масса частиц	
электрона	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг ≈ $5{,}5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность			
бензина	710 кг/м^3	древесины (сосна)	400 кг/м^3
спирта	800 кг/м^3	парафина	900 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	льда	900 кг/м^3
подсолнечного масла	900 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	цинка	7100 кг/м^3
глицерина	1260 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
ртути	13 600 кг/м^3	меди	8900 кг/м^3
		свинца	11 350 кг/м^3

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Удельная теплоёмкость					
воды	$4{,}2\cdot10^3$	Дж/(кг·К)	чугуна	500	Дж/(кг·К)
спирта	$2{,}4\cdot10^3$	Дж/(кг·К)	железа	460	Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1\cdot10^3$	Дж/(кг·К)	свинца	130	Дж/(кг·К)
алюминия	900	Дж/(кг·К)	меди	380	Дж/(кг·К)

Удельная теплота	
парообразования воды	$2{,}3\cdot10^6$ Дж/кг
парообразования спирта	$9{,}0\cdot10^5$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3\cdot10^5$ Дж/кг
плавления стали	$7{,}8\cdot10^4$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5\cdot10^4$ Дж/кг

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

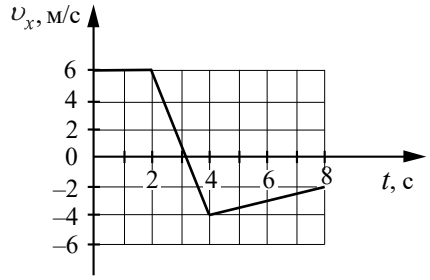
Молярная масса					
азота	$28\cdot10^{-3}$	кг/моль	гелия	$4\cdot10^{-3}$	кг/моль
аргона	$40\cdot10^{-3}$	кг/моль	кислорода	$32\cdot10^{-3}$	кг/моль
водорода	$2\cdot10^{-3}$	кг/моль	неона	$20\cdot10^{-3}$	кг/моль
воздуха	$29\cdot10^{-3}$	кг/моль	углекислого газа	$44\cdot10^{-3}$	кг/моль
воды	$18\cdot10^{-3}$	кг/моль			

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке приведён график зависимости проекции υ_x скорости тела от времени t.



Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 2 до 4 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: _____ м/с^2.

2 В инерциальной системе отсчёта сила $\vec{F}$ сообщает телу массой m ускорение, модуль которого равен 4 м/с^2. Чему равен модуль ускорения тела массой $0{,}5m$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с^2.

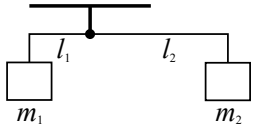
3 Камень массой 1,5 кг брошен вертикально вверх. В начальный момент его кинетическая энергия равна 300 Дж. На какую максимальную высоту поднимется камень над точкой старта? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

4

Невесомый рычаг находится в равновесии, когда к его правому плечу длиной $l_2 = 15$ см подвешен груз массой $m_2 = 0{,}2$ кг, а к левому плечу – груз массой $m_1 = 0{,}5$ кг (см. рисунок). Чему равна длина левого плеча рычага l_1?



Ответ: _____ см.

5

В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Данные о зависимости модуля скорости бруска от времени приведены в таблице. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы.

Время t, с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость υ, м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

1) Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 0{,}35$.
2) В момент времени 2 с кинетическая энергия бруска равна 0,2 Дж.
3) Брусок движется равномерно.
4) Модуль ускорения бруска равен 0,5 м/с^2.
5) Сила трения скольжения, действующая на брусок, равна по модулю 1,8 Н.

Ответ: _____.

6

Деревянный шарик плавает в керосине. Как изменятся сила тяжести, действующая на шарик, и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в воде?
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 тяжести, действующая на шарик	Глубина погружения шарика в жидкость

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

7

При температуре T_0 и давлении p_0 1,5 моль идеального газа занимает объём $3V_0$. Сколько моль этого газа будут занимать объём $6V_0$ при температуре $\frac{T_0}{2}$ и давлении $\frac{p_0}{2}$?

Ответ: _____ моль.

8

При остывании чугунной болванки с 450 до 80 °С выделилось количество теплоты, равное 44 400 кДж. Чему равна масса этой болванки?

Ответ: _____ кг.

9

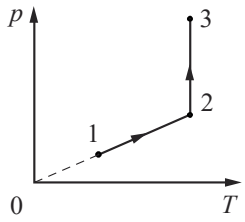
Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левую часть сосуда поместили 1 моль неона, в правую – 2 моль гелия. Перегородка может пропускать молекулы гелия и непроницаема для молекул неона. Температура газов одинакова и остаётся неизменной. Выберите все верные утверждения, описывающие состояние газов после установления равновесия в системе.

1) Концентрации молекул гелия и неона в левой части сосуда одинаковы.
2) В левой части сосуда внутренняя энергия неона больше внутренней энергии гелия.
3) Общая концентрация молекул газов в левой части сосуда в 2 раза больше, чем в правой части.
4) В левой части сосуда общее число молекул газов в 1,5 раза больше, чем в правой части.
5) В результате установления равновесия давление в левой части сосуда увеличилось в 1,5 раза.

Ответ: _____.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

10 Один моль идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–T, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Как изменяются концентрация молекул газа n в ходе процесса 1–2 и объём газа V в ходе процесса 2–3?



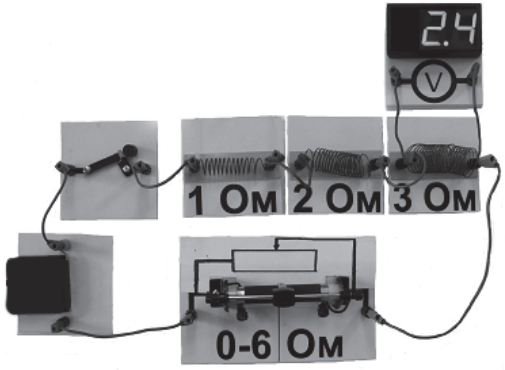
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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

Концентрация молекул газа в ходе процесса 1–2	Объём газа в ходе процесса 2–3

11 На рисунке приведена фотография электрической цепи постоянного тока. Показания вольтметра даны в вольтах.



Какое напряжение будет показывать вольтметр, если его подсоединить к резистору сопротивлением 2 Ом? Вольтметр считать идеальным.

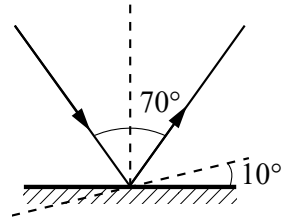
Ответ: _____ В.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

12 Прямолинейный проводник длиной L, по которому протекает ток I, помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Во сколько раз увеличится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 4 раза, а индукцию магнитного поля уменьшить в 2 раза? (Сила тока, взаимное расположение проводника с током и линий индукции магнитного поля остаются неизменными.)

Ответ: в _____ раз(а).

13 Свет падает на горизонтально расположенное плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 70°. Каким станет угол между этими лучами, если повернуть зеркало на 10°, как показано на рисунке?



Ответ: _____ градусов.

14 Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии d друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения (см. рис. 1). Не отключая пластины от источника, их сближают, уменьшая расстояние между ними в 2 раза (см. рис. 2).

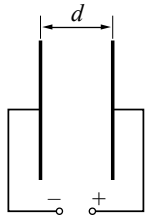


Рис. 1

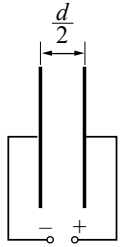


Рис. 2

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие свойства конденсатора после установления равновесия в системе.

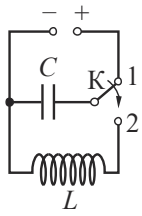
1) Энергия электрического поля конденсатора увеличилась в 4 раза.
2) Модуль заряда обкладок конденсатора увеличился в 2 раза.
3) Напряжение между обкладками конденсатора уменьшилось в 4 раза.
4) Электроёмкость конденсатора увеличилась в 2 раза.
5) Напряжённость электростатического поля между обкладками конденсатора увеличилась в 2 раза.

Ответ: _____.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

15

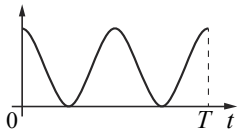
Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К перевели из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отражают изменение с течением времени физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания, возникшие в контуре после этого (T – период колебаний).



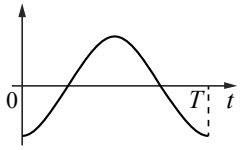
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут изображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд левой обкладки конденсатора
2) модуль напряжения на конденсаторе
3) энергия электрического поля конденсатора
4) сила тока в катушке

Ответ:

А	Б

16

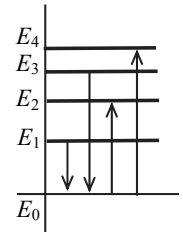
Период T полураспада изотопа магния $^{28}_{12}\mathrm{Mg}$ равен 21 ч. Изначально образец содержал 0,8 мкмоль этого изотопа. Какое количество вещества этого изотопа останется через 42 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

17

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.



Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите верную позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

А) поглощение света наибольшей длины волны
Б) испускание света наименьшей частоты

ЭНЕРГИЯ ФОТОНА

1) $E_1 - E_0$
2) $E_2 - E_0$
3) $E_3 - E_0$
4) $E_4 - E_0$

Ответ:

А	Б

18

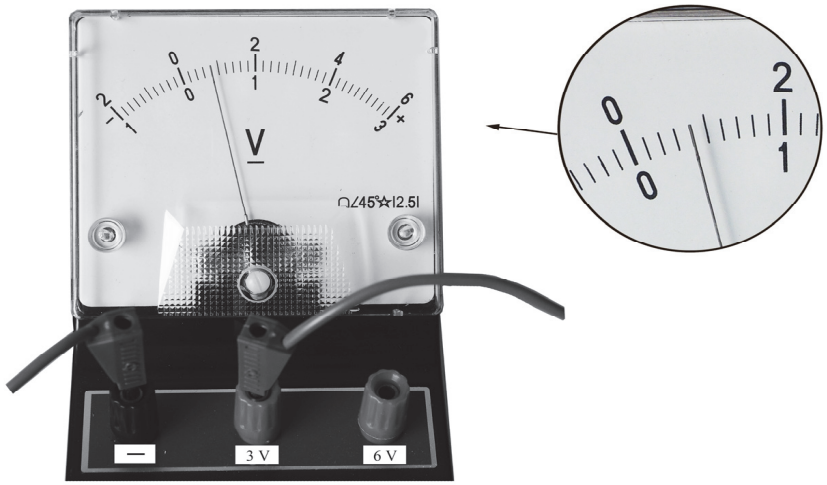
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Потенциальная энергия упруго растянутой пружины прямо пропорциональна удлинению пружины.
2) Давление насыщенного пара увеличивается при изотермическом уменьшении объёма пара.
3) В процессе электризации трением незаряженные телá приобретают равные по модулю и противоположные по знаку заряды.
4) Сила индукционного тока в замкнутом контуре обратно пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром.
5) Заряд ядра атома химического элемента, выраженный в единицах элементарного заряда, равен номеру данного элемента в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева.

Ответ: _____.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

19 Определите показания вольтметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления прибора.

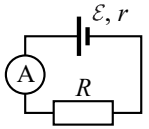


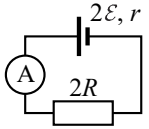
Ответ: (_____ ± _____) В.

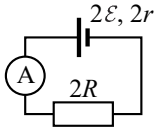
В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

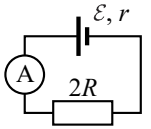
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

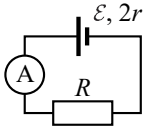
20 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость силы тока, протекающего в цепи, от ЭДС источника. Какие **две** электрические цепи, схемы которых приведены на рисунках, следует использовать для такого исследования?

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

В ответе запишите номера выбранных схем.

Ответ: | | |

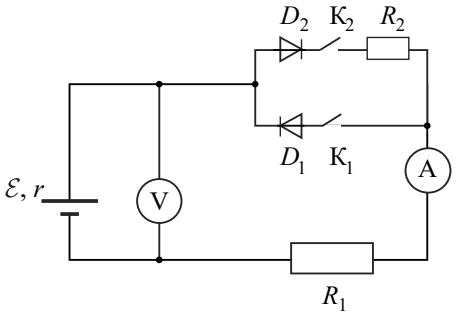
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Часть 2

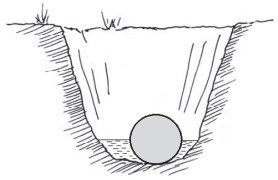
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21 На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, двух идеальных диодов (сопротивление диода при прямом включении равно нулю, при обратном включении ток через диод равен нулю), двух ключей, двух резисторов, идеальных амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ключ $К_1$ замкнут, а ключ $К_2$ разомкнут. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как изменятся показания приборов, если ключ $К_1$ разомкнуть, а ключ $К_2$ замкнуть.



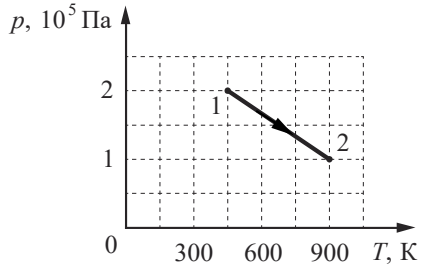
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22 При игре в крокет на лужайке однородный дубовый шар массой m = 454 г закатился в ямку с водой (см. рисунок), при этом половина шара оказалась в воде. Определите плотность дерева, если шар давит на ровное дно ямки с силой F = 1,66 Н. Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на шар.



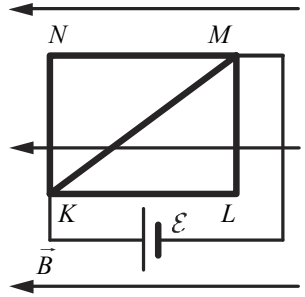
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

23 Во время опыта объём сосуда с разреженным аргоном не менялся, и аргон перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться аргон. Определите отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и в начале опыта.



24 Сосуд разделён перегородкой на две части. Объём первой части $V_1 = 2$ л, объём второй части $V_2 = 3$ л. В первой части сосуда находятся влажный воздух и вода, причём масса водяного пара в 2 раза больше, чем масса воды. Вторая часть сосуда пустая. Найдите относительную влажность воздуха в сосуде после снятия перегородки. Температура воздуха в сосуде постоянна и не меняется при снятии перегородки. Объёмом перегородки пренебречь.

25 Из никелиновой проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 42 \cdot 10^{-8}$ Ом·м и площадью поперечного сечения S = 0,2 мм^2 изготовлен прямоугольный контур $KLMN$ с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника $KL = l_1 = 20$ см и $LM = l_2 = 15$ см. Контур подключён за диагональ KM к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 1{,}5$ В и помещён в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого параллелен сторонам KL и NM и равен по модулю 0,1 Тл. Чему равен модуль результирующей сил, с которыми магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на сто́роны контура и его диагональ со стороны магнитного поля. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

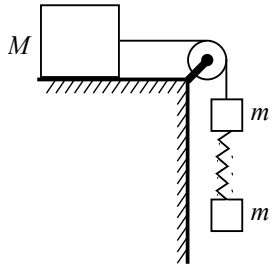
26

Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Время от столкновения шариков до их падения на Землю равно τ. С какой начальной скоростью υ_0 был брошен первый шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

ИЛИ

Брусок массой $M = 600$ г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 200$ г. К этому грузу на лёгкой пружине подвешен второй такой же груз. Длина нерастянутой пружины $l = 12$ см, коэффициент трения бруска о поверхность стола $\mu = 0{,}2$. Определите жёсткость k пружины, если при движении грузов длина пружины L постоянна и равна 14 см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и грузы. Трением в оси блока и трением о воздух пренебречь.



Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

ИЛИ

К концам невесомого рычага подвесили за невесомые нерастяжимые нити два сплошных груза массами 1,28 кг и 0,32 кг и привели рычаг в состояние равновесия. Затем рычаг с грузами расположили над водой так, что оба груза целиком оказались под водой. В результате для сохранения равновесия точку опоры пришлось переместить на 10 см. Определите первоначальное расстояние от более тяжёлого груза до точки опоры, если объёмы обоих грузов одинаковы и равны 200 см^3. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на рычаг (для двух случаев), а также на погружённые в воду грузы.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–20

Правильное выполнение каждого из заданий 1–4, 7, 8, 11–13, 16, 19 и 20 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 20 порядок записи символов значения не имеет.

Правильное выполнение каждого из заданий 6, 10, 15 и 17 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. 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.

Правильное выполнение каждого из заданий 5, 9, 14 и 18 оценивается 2 баллами. В этих заданиях предполагается два или три верных ответа. 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.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	–5	11	1,6
2	16	12	2
3	20	13	50
4	6	14	245
5	124	15	31
6	32	16	0,2
7	3	17	21
8	240	18	35
9	13	19	0,40,1
10	32	20	24

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Выполнение заданий 21–26 (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.

Выполнение заданий оценивается на основании описания полного правильного ответа, за который выставляется максимальный балл, а наличие тех или иных недостатков или ошибок приводит к снижению оценки. В схеме оценивания учтены наиболее типичные ошибки или недочёты, допускаемые участниками экзамена, и определено их влияние на оценивание.

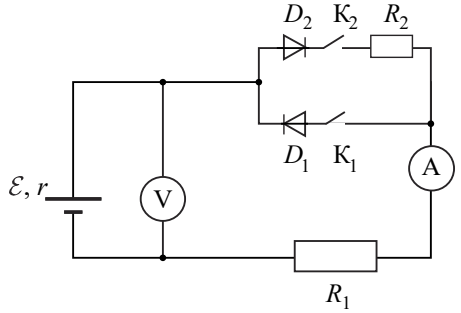
Для каждого задания 21–26 приводится авторский способ решения. Предлагаемый способ (метод) решения не является образцом решения и определяющим для построения шкалы оценивания работ экзаменуемых. Решение экзаменуемого может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал экзаменуемый. Если ход решения экзаменуемого допустим, то эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.

Для заданий 22–26 в схеме оценивания используются единые требования к полному правильному ответу.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

21

На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, двух идеальных диодов (сопротивление диода при прямом включении равно нулю, при обратном включении ток через диод равен нулю), двух ключей, двух резисторов, идеальных амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ключ $К_1$ замкнут, а ключ $К_2$ разомкнут. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как изменятся показания приборов, если ключ $К_1$ разомкнуть, а ключ $К_2$ замкнуть.



Возможное решение	
1. В начальный момент времени, когда ключ $К_1$ замкнут, а ключ $К_2$ разомкнут, диод D_1 закрыт, ток в цепи и токи через диоды отсутствуют. Ток через амперметр не течёт ($I_1 = 0$), и его показания равны нулю. Вольтметр показывает: $U_1 = \mathcal{E}$. 2. Если ключ $К_1$ разомкнуть, а ключ $К_2$ замкнуть, то ток пойдёт через диод D_2 (он открыт) и резистор R_2. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока $I_2 = \dfrac{\mathcal{E}}{(R_1 + R_2 + r)}$. Её покажет амперметр во втором случае. Показания амперметра увеличатся. 3. При этом напряжение, которое показывает вольтметр, в соответствии с законом Ома для участка цепи станет $U_2 = I_2(R_1 + R_2) = \mathcal{E} - I_2 r$. Показания вольтметра уменьшатся. Ответ: показания вольтметра уменьшатся, а показания амперметра увеличатся	
Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *п. Ответ*), и полное верное объяснение (в данном случае: *п. 1–3*) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *закон Ома для полной цепи и участка цепи, условие протекания тока через диод*)	3

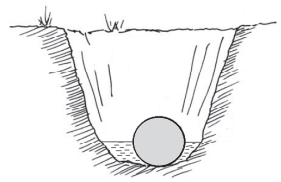
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется 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 и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*3*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

22

При игре в крокет на лужайке однородный дубовый шар массой m = 454 г закатился в ямку с водой (см. рисунок), при этом половина шара оказалась в воде. Определите плотность дерева, если шар давит на ровное дно ямки с силой F = 1,66 Н. Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на шар.

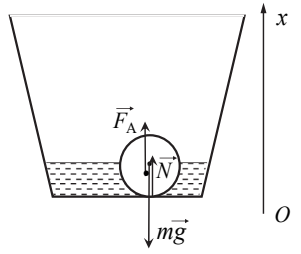


Возможное решение

1. Выберем инерциальную систему отсчёта «Лужайка».
2. По третьему закону Ньютона $N = F$ ($\vec{N}$ – сила реакции опоры).
3. Запишем второй закон Ньютона для шара в проекциях на ось Ox:

$F_A + N - mg = 0,$

$m = \rho V,\ F_A = \rho_в g \frac{V}{2} = \frac{\rho_в g m}{2\rho},$



где V – объём шара, ρ – плотность дерева, $\rho_в$ – плотность воды.

Получим $F = mg\left(1 - \frac{\rho_в}{2\rho}\right)$, откуда:

$$\rho = \frac{mg\rho_в}{2(mg - F)} = \frac{0{,}454 \cdot 10 \cdot 1000}{2(0{,}454 \cdot 10 - 1{,}66)} \approx 790 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho \approx 790$ кг/м^3

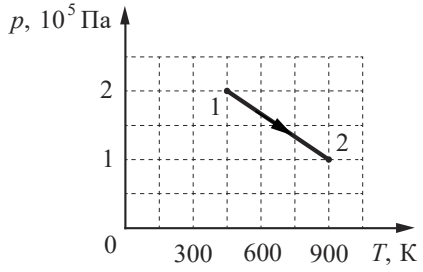
Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *третий закон Ньютона, второй закон Ньютона для шара, выражение для силы Архимеда, связь массы тела с плотностью*); II) сделан рисунок с указанием сил, действующих на шар; III) 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*); IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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 пунктам II или 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)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	*2*

23

Во время опыта объём сосуда с разреженным аргоном не менялся, и аргон перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться аргон. Определите отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и в начале опыта.



Возможное решение

1. Запишем уравнение состояния идеального газа $p = nkT$,

откуда получим: $n = \frac{p}{kT}$.

2. Запишем выражение для концентрации молекул газа: $n = \frac{N}{V}$.

3. Тогда искомое отношение числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{p_2 T_1}{T_2 p_1} = \frac{1 \cdot 10^5 \cdot 450}{900 \cdot 2 \cdot 10^5} = \frac{1}{4}.$$

Ответ: $\frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{4}$

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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 (в данном решении: *уравнение состояния идеального газа, выражение для концентрации молекул газа*); 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 (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	2
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. 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	*2*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

24

Сосуд разделён перегородкой на две части. Объём первой части $V_1 = 2$ л, объём второй части $V_2 = 3$ л. В первой части сосуда находятся влажный воздух и вода, причём масса водяного пара в 2 раза больше, чем масса воды. Вторая часть сосуда пустая. Найдите относительную влажность воздуха в сосуде после снятия перегородки. Температура воздуха в сосуде постоянна и не меняется при снятии перегородки. Объёмом перегородки пренебречь.

Возможное решение

1. При постоянной температуре давление насыщенного пара постоянно. Обозначим его $p_{\text{нп}}$. До снятия перегородки водяной пар был насыщенным, так как вместе с ним в первой части сосуда была вода.

2. Запишем уравнение Менделеева – Клапейрона для массы m водяного пара в начальном состоянии:

$$p_{\text{нп}} V_1 = \frac{m}{\mu} RT,$$

где μ – молярная масса воды. Отсюда

$$p_{\text{нп}} = \frac{mRT}{\mu V_1}.$$

3. После снятия перегородки водяной пар распределяется по всему объёму, а вода начинает испаряться. Если испарится вся вода, то масса пара станет равной $m_1 = m + m/2 = 3m/2$. Тогда парциальное давление водяного пара в сосуде в конечном состоянии:

$$p_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{mRT}{\mu\left(V_1 + V_2\right)}.$$

4. Относительная влажность воздуха в сосуде в конечном состоянии:

$$\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{\text{нп}}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{mRT}{\mu\left(V_1 + V_2\right)} \cdot \frac{\mu V_1}{mRT} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_1}{V_1 + V_2}.$$

Подставив числовые данные, получим:

$$\varphi_1 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3} + 3 \cdot 10^{-3}} = 0{,}6 = 60\ \%.$$

Так как относительная влажность меньше 100 %, то, действительно, испарилась вся вода.

Ответ: $\varphi_1 = 60\ \%$

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

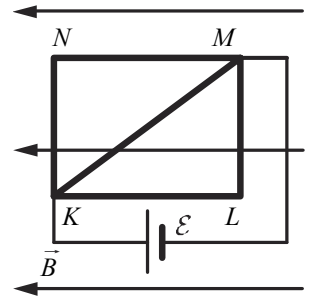
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *свойства насыщенных паров, уравнение Менделеева – Клапейрона, формула для относительной влажности воздуха*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); 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	3
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

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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

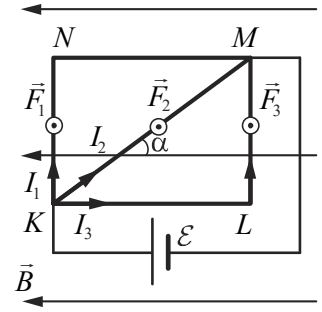
© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

25



Из никелиновой проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 42 \cdot 10^{-8}$ Ом·м и площадью поперечного сечения S = 0,2 мм^2 изготовлен прямоугольный контур $KLMN$ с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника $KL = l_1 = 20$ см и $LM = l_2 = 15$ см. Контур подключён за диагональ KM к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 1{,}5$ В и помещён в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого параллелен сторонам KL и NM и равен по модулю 0,1 Тл. Чему равен модуль результирующей сил, с которыми магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на сто́роны контура и его диагональ со стороны магнитного поля. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

Возможное решение



1. При подключении контура к источнику напряжения по его сторонам и диагонали потекут токи I_1, I_2 и I_3 (см. рисунок). Проводники KNM, KLM и KM соединены параллельно, следовательно, $I_1 = I_3 = \dfrac{\mathcal{E}}{R_1}$ и $I_2 = \dfrac{\mathcal{E}}{R_2}$, где $R_1 = \rho\dfrac{l_1 + l_2}{S}$ и $R_2 = \rho\dfrac{l}{S}$ $(KM = l = \sqrt{l_1^{\,2} + l_2^{\,2}})$ – сопротивления соответствующих проводников.

2. Со стороны магнитного поля на проводники LM и KN, перпендикулярные индукции магнитного поля, а также на диагональ KM действуют силы Ампера, равные по модулю: $F_1 = F_3 = BI_1l_2$ и $F_2 = BI_2l\sin(180° - \alpha) = BI_2l\sin\alpha$, где $\sin\alpha = \dfrac{l_2}{l}$. По правилу левой руки силы Ампера параллельны друг другу и направлены к наблюдателю, на проводники KL и NM силы Ампера не действуют, так как эти сто́роны проводника параллельны вектору $\vec{B}$. Таким образом, модуль результирующей силы $F = 2F_1 + F_2$.

3. Выполнив преобразования, получим: $F_1 = \dfrac{B\mathcal{E}Sl_2}{\rho(l_1 + l_2)}$ и $F_2 = \dfrac{B\mathcal{E}Sl_2}{\rho\sqrt{l_1^{\,2} + l_2^{\,2}}}$.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

В итоге:

$$F = 2F_1 + F_2 = 2\frac{B\mathcal{E}Sl_2}{\rho(l_1 + l_2)} + \frac{B\mathcal{E}Sl_2}{\rho\sqrt{l_1^2 + l_2^2}} = \frac{B\mathcal{E}Sl_2}{\rho}\left(\frac{2}{l_1 + l_2} + \frac{1}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}}\right) =$$

$$= \frac{0{,}1 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}15}{42 \cdot 10^{-8}}\left(\frac{2}{0{,}2 + 0{,}15} + \frac{1}{\sqrt{0{,}2^2 + 0{,}15^2}}\right) \approx 0{,}1 \text{ Н}.$$

Ответ: $F \approx 0{,}1$ Н

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 (в данном случае: *принцип суперпозиции сил, закон Ома, формулы сопротивления проводника и модуля силы Ампера, правило левой руки*); II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на контур со стороны магнитного поля; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, 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)	2

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

26

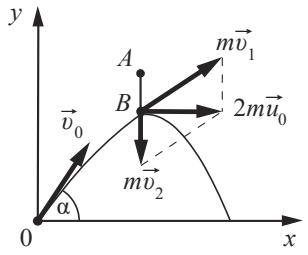
Пластилиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарики абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. Время от столкновения шариков до их падения на Землю равно τ. С какой начальной скоростью υ_0 был брошен первый шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Возможное решение

Обоснование

1. Выберем инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй. За начало отсчёта координат примем первоначальное положение первого шарика.
2. Шарики будем считать материальными точками.
3. Так как сопротивлением воздуха можно пренебречь, то движение шариков можно считать свободным падением.



4. Время взаимодействия шариков при неупругом столкновении можно считать малым. Следовательно, импульсом внешней силы (силы тяжести) за это время можно пренебречь. Значит, импульс системы двух шариков при столкновении сохраняется.

Решение

1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй – из точки *A*. До и после столкновения (происходящего в точке *B*) шарики свободно падают. Поэтому до столкновения для первого шарика

$$y_1(t) = \upsilon_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = \upsilon_0\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2},$$

$$\upsilon_{1y}(t) = \upsilon_0\sin\alpha - gt,$$

а для второго шарика

$$\upsilon_{2y}(t) = -gt.$$

2. Шарики сталкиваются в момент t_1, при этом импульс системы двух шариков сохраняется: $m\vec{\upsilon}_1 + m\vec{\upsilon}_2 = 2m\vec{u}_0$, а скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара согласно условию горизонтальна. Поэтому $\upsilon_{1y}(t_1) + \upsilon_{2y}(t_1) = 0$, или $(\upsilon_0\sin\alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0$, откуда $t_1 = \dfrac{\upsilon_0\sin\alpha}{2g}$.

3. Столкновение шариков происходит на высоте

$$h = y_1(t_1) = \upsilon_0\sin\alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{\upsilon_0^2\sin^2\alpha}{2g} - \frac{\upsilon_0^2\sin^2\alpha}{8g} = \frac{3}{8}\cdot\frac{\upsilon_0^2\sin^2\alpha}{g}.$$

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

4. Поскольку скорость $\vec{u}_0$ шариков после удара горизонтальна, интервал времени τ от столкновения шариков до их падения на Землю находится из условия $h = \dfrac{g\tau^2}{2}$, откуда $\tau = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = \sqrt{3}\cdot\dfrac{\upsilon_0\sin\alpha}{2g}$.

Отсюда: $\upsilon_0 = \dfrac{2g\tau}{\sqrt{3}\cdot\sin\alpha}$.

Ответ: $\upsilon_0 = \dfrac{2g\tau}{\sqrt{3}\cdot\sin\alpha}$

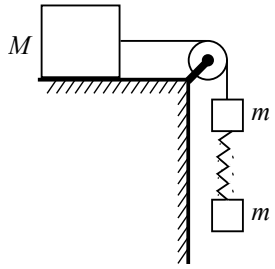
Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: *выбор ИСО, материальная точка, условия применения закона сохранения импульса и кинематических уравнений для свободного падения*	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *закон сохранения импульса, формулы кинематики*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); III) представлены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ	3

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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	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 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*4*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

ИЛИ



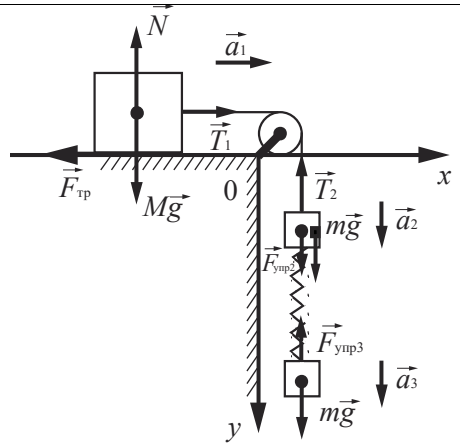
Брусок массой $M = 600$ г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 200$ г. К этому грузу на лёгкой пружине подвешен второй такой же груз. Длина нерастянутой пружины $l = 12$ см, коэффициент трения бруска о поверхность стола $\mu = 0{,}2$. Определите жёсткость k пружины, если при движении грузов длина пружины L постоянна и равна 14 см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок и грузы. Трением в оси блока и трением о воздух пренебречь.
Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Возможное решение
Обоснование 1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью стола. 2. Брусок и грузы движутся поступательно. Применим к ним модель материальной точки, чтобы их движение в ИСО можно было описывать вторым законом Ньютона для материальной точки. 3. Так как длина пружины не меняется в процессе движения, то силы, действующие на грузы, постоянны, и грузы движутся равноускоренно. Так как нить нерастяжима и длина пружины в процессе движения постоянна, ускорения обоих грузов и бруска равны по модулю: $\lvert\vec{a}_1\rvert = \lvert\vec{a}_2\rvert = \lvert\vec{a}_3\rvert = a.$ (1) 4. Так как блок и нити невесомы, а трением в оси блока можно пренебречь, то модули сил натяжения нити, действующих на брусок и верхний груз, одинаковы: $\lvert\vec{T}_1\rvert = \lvert\vec{T}_2\rvert = T.$ (2) 5. Так как пружина лёгкая, то силы упругости равны по модулю: $\lvert\vec{F}_{\text{упр2}}\rvert = \lvert\vec{F}_{\text{упр3}}\rvert = F_{\text{упр}}.$ (3)

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Решение

1. На рисунке показаны силы, действующие на брусок и грузы. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси *Ox* и *Oy* выбранной системы координат. С учётом (1)–(3) получим



$Ox:\ Ma = T - F_{тр}$;

$Oy:\ N = Mg$,

$ma = mg - T + F_{упр}$,

$ma = mg - F_{упр}$.

Сложив эти уравнения, найдём ускорение тел:

$$a = \frac{2mg - F_{тр}}{M + 2m}.$$

2. Сила трения по модулю $F_{тр} = \mu N = \mu Mg$.

3. Из уравнений в п. 1 и 2 получим $F_{упр} = m(g - a) = \dfrac{mMg(1+\mu)}{M + 2m}$.

По закону Гука $F_{упр} = k\Delta l = k(L - l)$, тогда

$$k = \frac{F_{упр}}{L - l} = \frac{mMg(1+\mu)}{(L - l)(M + 2m)} = \frac{0{,}2 \cdot 0{,}6 \cdot 10 \cdot (1 + 0{,}2)}{(0{,}14 - 0{,}12) \cdot (0{,}6 + 2 \cdot 0{,}2)} = 72 \text{ Н/м}.$$

Ответ: $k = 72$ Н/м

Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: *инерциальная система отсчёта, модель материальной точки, условия равенства модулей сил натяжения нити и равенства модулей упругих сил, равенства модулей ускорений тел*	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *второй закон Ньютона для трёх тел, формула для силы трения скольжения, закон Гука*); II) сделан рисунок с указанием сил, действующих на тела; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II или 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)	2

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

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. 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*4*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

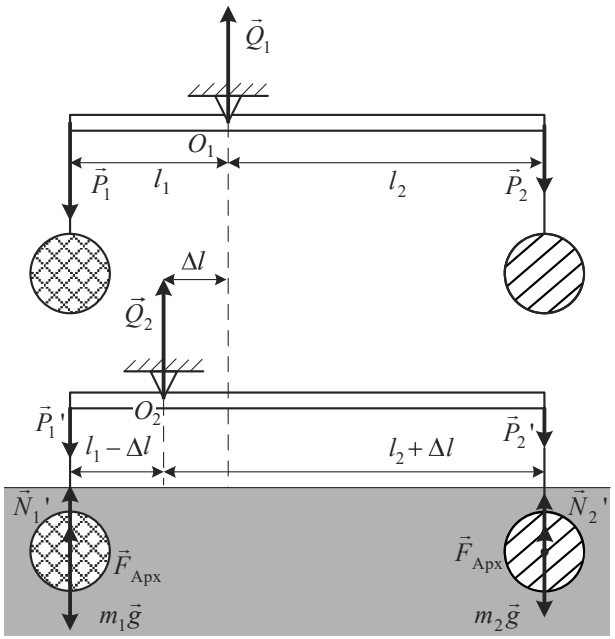
ИЛИ

К концам невесомого рычага подвесили за невесомые нерастяжимые нити два сплошных груза массами 1,28 кг и 0,32 кг и привели рычаг в состояние равновесия. Затем рычаг с грузами расположили над водой так, что оба груза целиком оказались под водой. В результате для сохранения равновесия точку опоры пришлось переместить на 10 см. Определите первоначальное расстояние от более тяжёлого груза до точки опоры, если объёмы обоих грузов одинаковы и равны 200 см^3. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на рычаг (для двух случаев), а также на погружённые в воду грузы.
Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Возможное решение
Обоснование 1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО). 2. Опишем рычаг моделью абсолютно твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным). 3. Сумма приложенных к абсолютно твёрдому телу внешних сил равна нулю, так как тело не совершает поступательного движения. 4. Сумма моментов внешних сил относительно осей, проходящих через точки O_1 и O_2 перпендикулярно плоскости рисунка, равна нулю, так как тело не совершает вращательного движения. 5. Грузы на нитях могут двигаться поступательно, поэтому опишем грузы моделью материальной точки и используем второй закон Ньютона. 6. Нити невесомы, поэтому натяжение нити всюду одинаково. 7. Согласно третьему закону Ньютона силы, с которыми взаимодействуют грузы, нити и рычаг, равны по модулю и направлены в противоположные стороны.

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Решение



1. Начальное условие равновесия:

$$P_1 l_1 = P_2 l_2, \qquad (1)$$

где $\vec{P}_i$ – силы, с которыми нити действуют на рычаг, l_i – плечи рычага.

На каждый груз действуют только сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции подвеса $\vec{N}$. В равновесии по второму закону Ньютона $N = mg$. Пусть T – модуль силы натяжения нити. Поскольку нити невесомы, по третьему закону Ньютона $P = T$, $T = N$. Поэтому $P = mg$.

2. Когда грузы находятся в воде, на них действует архимедова сила $\vec{F}_{\text{Арх}}$, и в равновесии $N' = mg - F_{\text{Арх}}$, откуда $P' = mg - F_{\text{Арх}} = P - F_{\text{Арх}}$.

3. Под действием сил $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_2$ рычаг находился в равновесии. В результате погружения грузов в воду обе силы уменьшились на одну и ту же величину. Значит, бóльшая сила изменилась на меньшую относительную величину. Следовательно, для сохранения равновесия рычага в новых условиях надо уменьшить плечо большей силы.

Условие равновесия рычага в конечном состоянии: $P_1'(l_1 - \Delta l) = P_2'(l_2 + \Delta l)$, или

$$\left(P_1 - F_{\text{Арх}}\right)\left(l_1 - \Delta l\right) = \left(P_2 - F_{\text{Арх}}\right)\left(l_2 + \Delta l\right), \qquad (2)$$

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

где $F_{\text{Арх}}$ – архимедова сила, $F_{\text{Арх}} = \rho g V$.

4. Из (1) и (2) найдём выражение для плеча l_1:

$$l_1 = \frac{\Delta l\left(P_2 + P_1 - 2F_{\text{Арх}}\right)}{F_{\text{Арх}}\left(\left(P_1 / P_2\right) - 1\right)} = \frac{\Delta l(m_1 + m_2 - 2\rho V)}{\rho V[(m_1 / m_2) - 1]} =$$

$$= \frac{0{,}1 \cdot (1{,}28 + 0{,}32 - 2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4})}{10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-4}[(1{,}28 / 0{,}32) - 1]} = 0{,}2 \text{ м}.$$

Ответ: $l_1 = 0{,}2$ м

Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: *выбор ИСО, модель абсолютно твёрдого тела, условия равновесия абсолютно твёрдого тела относительно вращательного и поступательного движений, модель материальной точки, третий закон Ньютона*	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *условия равновесия рычага (для двух случаев), второй закон Ньютона, формула для силы Архимеда*); II) сделан рисунок, на котором указаны силы, действующие на рычаг (для двух случаев), а также на погружённые в воду грузы; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); IV) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины	3

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, 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)	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 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	*4*

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 04.04.2023 № 233/552, зарегистрирован Минюстом России 15.05.2023 № 73314)

«81. Проверка экзаменационных работ включает в себя:

1) проверку и оценивание предметными комиссиями ответов на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом <…>, в том числе устных ответов, в соответствии с критериями оценивания по соответствующему учебному предмету, разработка которых организуется Рособрнадзором[1]. <…>

По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют первичные баллы за каждый ответ на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом. <…>

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

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

Существенными считаются следующие расхождения.

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 21–25, в 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение задания 26 по критерию К2, в 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет ответ на задание 26 по всем критериям.

3. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 21–26 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.

4. 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.

[1] Часть 14 статьи 59 Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

© 2027 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки