

**Тренировочный вариант единого
государственного экзамена по ФИЗИКЕ
028**

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 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 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: 7,5 см.

7,5

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух 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.

Бланк

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

41

Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: вправо

В П Р А В О

Бланк

Ответом к заданиям 19 и 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.

КИМ

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

1,40,2

Бланк

Ответ к заданиям 27–31 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 гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

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

$$\pi = 3,14$$

ускорение свободного падения на Земле

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

гравитационная постоянная

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

универсальная газовая постоянная

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$$

постоянная Больцмана

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

постоянная Авогадро

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

скорость света в вакууме

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

коэффициент пропорциональности в законе Кулона

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

модуль заряда электрона

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

(элементарный электрический заряд)

постоянная Планка

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Соотношение между различными единицами

температура

$$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$$

атомная единица массы

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

1 атомная единица массы эквивалентна

$$931,5 \text{ МэВ}$$

1 электронвольт

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Масса частиц

электрона

$$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$$

протона

$$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$$

нейтрона

$$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$$

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 $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

алюминия $900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

льда $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

меди $380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

железа $460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

чугуна $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

свинца $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

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

Основные астрономические постоянные

Постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ кг·с⁻³·К⁻⁴
 Астрономическая единица 1 а.е.= $1,496 \cdot 10^{11}$ м
 1 парсек = 206265 а.е.= $3,086 \cdot 10^{16}$ м
 Постоянная Хаббла $H=67,8$ (км/с)/Мпк

Данные о Солнце

Светимость $L=3,88 \cdot 10^{26}$ Вт
 Абсолютная болометрическая звездная величина $+4,72^m$
 Солнечная постоянная 1360 Вт/м²
 Спектральный класс G2V
 Видимая звездная величина $-26,78^m$
 Эффективная температура 5800 К

Данные о Земле

Тропический год 365, 24219 суток
 Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды
 Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года $23^\circ 26' 21,45''$

Данные о планетах

Планета	Характеристики орбит			Физические характеристики	
	Большая полуось а. е.	Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики градусы	Масса кг	Радиус км
Меркурий	0,3871	0,2056	7,004	$3,302 \cdot 10^{23}$	2439,7
Венера	0,7233	0,0068	3,394	$4,869 \cdot 10^{24}$	6051,8
Земля	1,0000	0,0167	0,000	$5,974 \cdot 10^{24}$	6378,1
Марс	1,5237	0,0934	1,850	$6,419 \cdot 10^{23}$	3397,2
Юпитер	5,2028	0,0483	1,308	$1,899 \cdot 10^{27}$	71492
Сатурн	9,5388	0,0560	2,488	$5,685 \cdot 10^{26}$	60268
Уран	19,1914	0,0461	0,774	$8,683 \cdot 10^{25}$	25559
Нептун	30,0611	0,0097	1,774	$1,024 \cdot 10^{26}$	24746

Часть 1

Ответами к заданиям 1-24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Н

- 1 Тело бросили вертикально вверх со скоростью 25 м/с. Какой путь пройдет тело за вторую секунду движения?

Ответ: _____ м

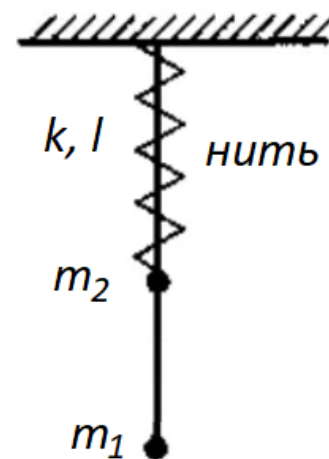
- 2 В кузове автомобиля лежит груз. При каком минимальном ускорении автомобиля груз начнет скользить относительно кузова? Коэффициент трения между дном кузова и грузом равен 0,2.

Ответ: _____ м/с²

- 3 От двухступенчатой ракеты общей массы 1000 кг в момент достижения скорости 164 м/с отделилась ее вторая ступень массой 400 кг, скорость которой 185 м/с. Найдите, с какой скоростью стала двигаться первая ступень ракеты относительно наблюдателя, находящегося на земле.

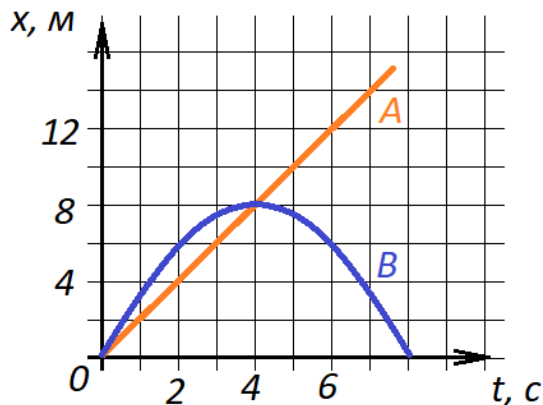
Ответ: _____ м/с

- 4 Материальные точки массами $m_1 = 100$ г и $m_2 = 200$ г соединены невесомым стержнем, как показано на рисунке. К точке m_2 прикреплена невесомая пружина жесткостью $k = 30$ Н/м, верхний конец которой закреплен. Длина пружины в недеформированном состоянии $l_0 = 20$ см. В начальный момент концы пружины связаны нитью длиной 10 см. Определите силу реакции стержня, действующую на массу m_1 сразу после пережигания нити.



Ответ: _____ Н

- 5 На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел А и В, движущихся вдоль оси Ox . На основании этих графиков выберите два верных утверждения.



- 1) Тело А двигалось равноускоренно.
- 2) Модуль ускорения тела В равен 2 м/с^2 .
- 3) Скорость тела А равна 2 м/с .
- 4) Начальная скорость тела В равна 2 м/с .
- 5) В момент времени $t = 2 \text{ с}$ скорость тела В равна 2 м/с .

Ответ: _____

- 6 Шайбу толкнули вверх вдоль гладкой наклонной плоскости с углом наклона α . Через некоторое время шайба вернулась в исходное положение. Как изменятся время движения и конечная скорость шайбы, если угол α увеличить?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из величин. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения шайбы	Конечная скорость шайбы

- 7 Цилиндрический сосуд разделен на две части легкоподвижным поршнем. Одна часть заполнена кислородом, другая – азотом той же массы. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать, используя данные задачи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Соотношение температур кислорода и азота, при котором поршень делит сосуд на две равные части

ФОРМУЛЫ

- 1) $16:7$
- 2) $8:7$
- 3) $3:4$
- 4) $4:7$

Б) Соотношение температур кислорода и азота, при котором поршень делит сосуд в отношении 1:2.

Ответ:

А	Б

8 На поверхности некоторой планеты температура 607°C и давление 8310 кПа. Найдите плотность атмосферы поверхности этой планеты, считая, что она состоит из углекислого газа.

Ответ: _____ кг/м³

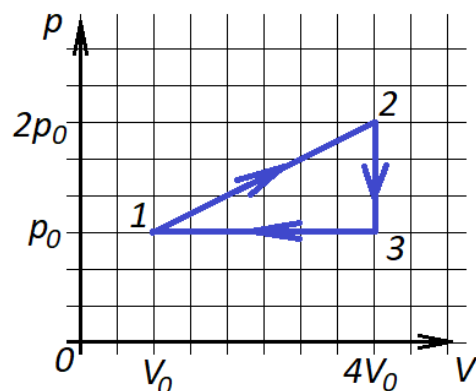
9 При температуре 27°C давление в баллоне было 12 МПа. Через некоторое время температура упала до 23°C , а давление – до 500 кПа. Какая часть газа осталась в баллоне? Ответ дайте в процентах, округлив до целых.

Ответ: _____

10 Для измерения температуры 66 г воды в нее погрузили термометр с теплоемкостью $1,9$ Дж/К, который показал температуру $32,4^{\circ}\text{C}$. До погружения в воду термометр показывал $17,8^{\circ}\text{C}$. Какова была температура воды до погружения термометра?

Ответ _____ $^{\circ}\text{C}$

11 На рисунке представлен график замкнутого цикла 1-2-3, проведенного с 1 молем идеального одноатомного газа. На основании графика выберите два верных утверждения.



- 1) КПД цикла равен $11,5\%$
- 2) КПД цикла равен 10%
- 3) Температура газа в состоянии 3 в четыре раза меньше, чем в состоянии 1.
- 4) В процессе 2-3 газ сжимается.
- 5) В процессе 2-3 газ не совершает работу.

Ответ: _____

12 В цилиндре под поршнем находятся вода и ее насыщенный пар. Поршень медленно вдвигают в цилиндр. Как при этом меняются давление

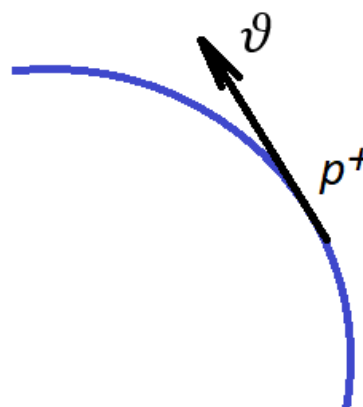
водяного пара и его масса? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из величин. Цифры в ответе могут повторяться.

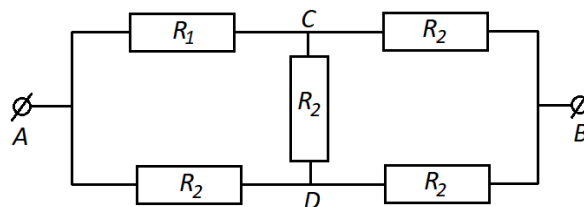
Давление водяного пара	Масса водяного пара

- 13** На рисунке показана траектория полета протона в магнитном поле. Куда направлен вектор магнитной индукции относительно рисунка (*вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя, вверх, вниз*)?



Ответ: _____.

- 14** Определить отношение величины тока в ветви CD к величине тока ветви DB, если $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$.

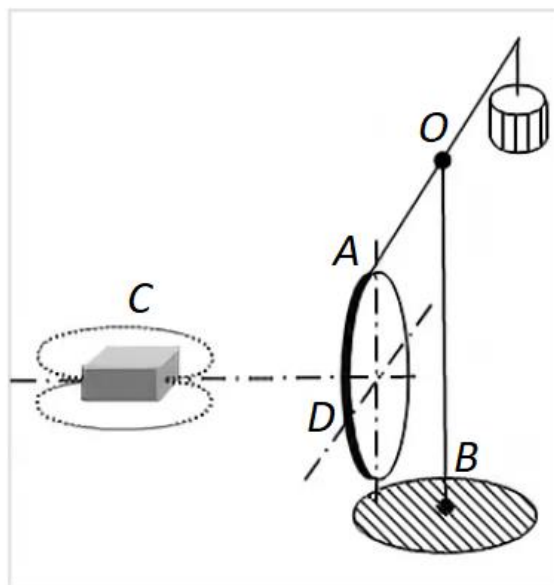


Ответ: _____

- 15** Определите сопротивление цепи предыдущей задачи. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ Ом

- 16** Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси OB под действием движущегося магнита C . Установить соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце.
К каждой позиции первого столбца подобрать соответствующую позицию второго и записать в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



МАГНИТ

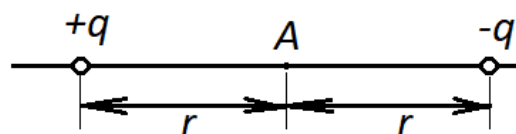
- А) движется по направлению к кольцу, южный полюс обращен к кольцу
Б) движется от кольца, к кольцу обращен северный полюс

ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ

- 1) Коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идет от точки D к точке A
- 2) Коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идет от точки A к точке D
- 3) Коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идет от точки D к точке A
- 4) Коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идет от точки A к точке D

Ответ: _____

- 17** Два точечных заряда $+q$ и $-q$ расположены на одной прямой на расстоянии $2r$ друг от друга. Как изменятся модуль напряженности и потенциал электрического поля в точке A , если заряд $-q$ заменить на заряд $+3q$?



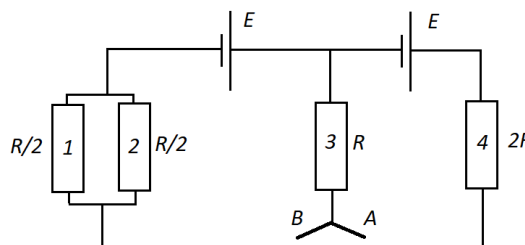
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из величин. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль напряженности электрического поля	Потенциал электрического поля

18 На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из двух идеальных источников с ЭДС E , резисторов 1, 2, 3, 4 с заданными сопротивлениями и двух ключей А и В.



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) Мощность, выделяющаяся на резисторе 3, при замкнутом ключе А
- Б) Мощность, выделяющаяся на резисторе 3, при замкнутом ключе В

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{E^2}{9R}$
- 2) $\frac{E}{9R}$
- 3) $\frac{16E^2}{25R}$
- 4) $\frac{5E}{4R}$

Ответ:

А	Б

19 В результате реакции синтеза ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$ с ядром ${}^4_2\text{Y}$ образуется ядро атома углерода ${}^{12}_6\text{C}$ и нейтрон 1_0n . Найдите массовое и зарядовое числа ядра, вступившего в ядерную реакцию.

Массовое число	Зарядовое число

20 Из ядер таллия ${}^{208}_{81}\text{Tl}$ при β -распаде с периодом полураспада 3 минуты образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер таллия. Сколько ядер свинца образуется за 6 минут?

Ответ: _____ $\cdot 10^{20}$

21 В двух запаянных пробирках содержится одинаковое количество β -радиоактивного вещества. Период полураспада вещества, находящегося в

первой пробирке, равен T . Период полураспада вещества, находящегося во второй пробирке, равен $\frac{T}{2}$. Известно, что продуктами распада обоих веществ являются стабильные изотопы. Как для второй пробирки по сравнению с первой за время $4T$ изменятся следующие величины: количество радиоактивных атомов в пробирке, количество нерадиоактивных атомов?

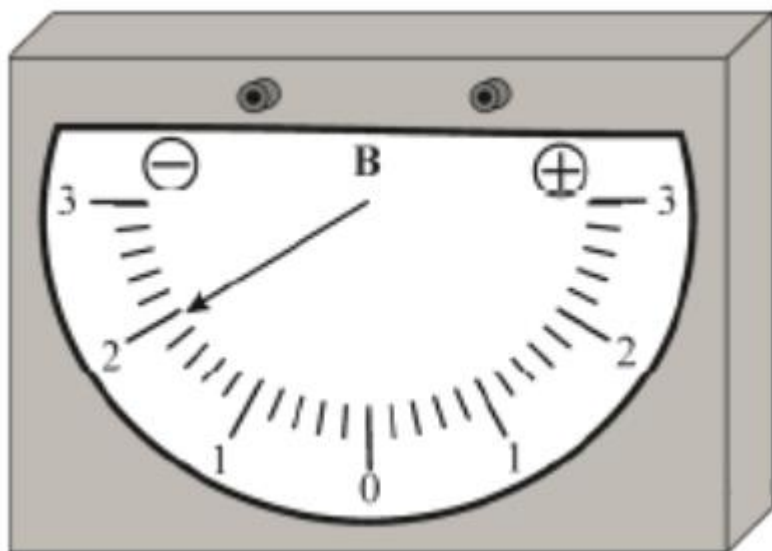
Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

1. Увеличится
2. Уменьшится
3. Не изменится

Цифры в ответе могут повторяться.

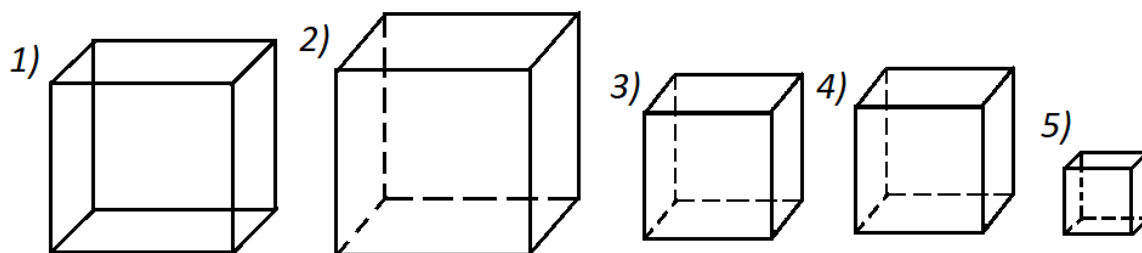
Количество радиоактивных атомов в пробирке	Количество нерадиоактивных атомов в пробирке

- 22 При различных измерениях часто используется прибор, который называется баллистическим гальванометром. При быстром протекании электрического заряда через этот прибор максимальное отклонение его стрелки от нулевого положения пропорционально протекшему заряду. На рисунке показана шкала баллистического гальванометра в момент, когда отклонение стрелки от нулевого положения максимально. Зная, что коэффициент пропорциональности для этого гальванометра равен $3 \cdot 10^{-4}$ Кл/В, определите модуль заряда, протекшего через прибор. Погрешность прямого измерения при помощи данного баллистического гальванометра составляет половину цены его деления. Запишите ответ в мкКл. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



Ответ: (_____ ± _____) мкКл

- 23** Масса предмета зависит от плотности вещества, из которого он состоит. Необходимо экспериментально это проверить. Какую пару кубиков нужно для этого взять, если все кубики однородны и сделаны из разных материалов?



Ответ: _____

- 24** Вычислить период излучения оптического пульсара, если при коллапсе белого карлика радиусом 6000 км было сброшено 30% массы. Радиус нейтронной звезды 12 км, а период вращения белого карлика был 20 суток. Ответ дать в с, округлив до десятых.

Для справки: момент инерции шара $J = \frac{2}{5}mR^2$.

Ответ: _____

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

- 25** Снаряд массой 1 кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 17,3 м/с, разорвался на два осколка, массы которых относятся как 2:3. Скорость меньшего осколка равна 25 м/с и направлена вертикально вверх. Скорость большего осколка направлена под углом α к направлению полета снаряда. Найдите угол α .

Ответ: _____°

- 26** В стакане находится некоторое количество воды, нагретой до температуры $t_1 = 80^\circ\text{C}$. Когда в стакан кладут металлический шарик, имеющий температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, в стакане устанавливается температура $t_3 = 60^\circ\text{C}$. Какая температура установится в стакане после того, как в него опустят еще один такой же шарик? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: _____°

- 27** Чему равно увеличение, даваемое линзой, если предмет отстоит от нее на 17 см, а фокусное расстояние равно 15 см?

Ответ: _____

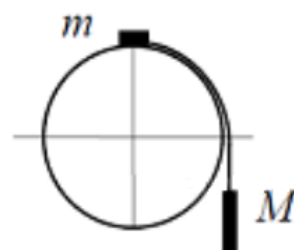
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

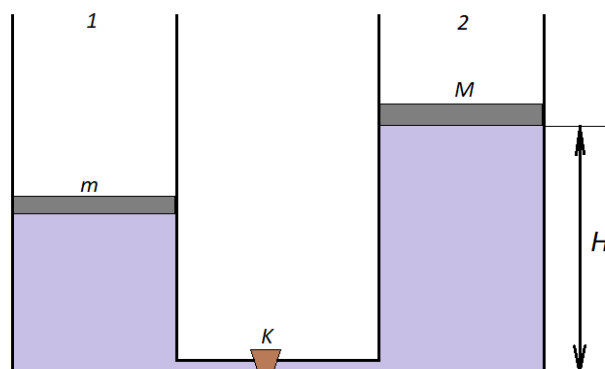
- 28 Провели два опыта. В первом опыте собрали батарею из трех последовательно соединенных источников тока с одинаковыми ЭДС E и внутренними сопротивлениями r . Затем ее замкнули на внешнее сопротивление r . Во втором опыте собрали батарею из этих же источников, соединив их параллельно, и снова замкнули на то же сопротивление r . Как при этом изменилась мощность, выделяемая на внешнем сопротивлении? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

- 29 Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу m , если $M = 100$ г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



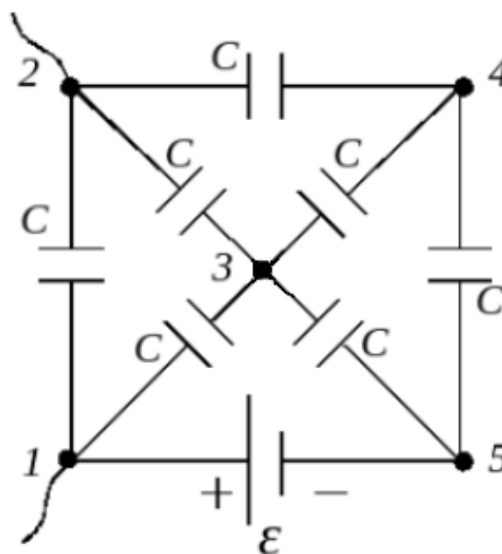
- 30 В цилиндрическом сосуде под поршнем массой $m = 5$ кг находится одноатомный идеальный газ. Сосуд 1 соединен трубкой, снабженной краном, с таким же сосудом 2, в котором под поршнем массой $M = 10$ кг находится такой же газ. Сосуды и трубка теплоизолированы.



В начальном состоянии кран K закрыт, температура газа в обоих сосудах

одинакова, поршень в сосуде 2 расположен на высоте $H = 10$ см от дна. На какое расстояние Δh передвинется поршень в сосуде 1 после открывания крана? Объемом трубки с краном пренебречь, атмосферное давление не учитывать.

- 31 К батарее из семи одинаковых конденсаторов емкости C подключен источник тока с ЭДС ε . Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, соединяющего точки 1 и 2?



- 32 В стекле с показателем преломления $n_1 = 1,5$ имеется сферическая полость радиуса $R = 4,5$ см, заполненная водой. На полость падает распространяющийся в стекле широкий пучок параллельных световых лучей. Определить радиус r пучка световых лучей, которые проникают в полость. Радиус падающего пучка намного превышает радиус полости. Показатель преломления воды $n_2 = \frac{4}{3}$.