

**Тренировочный вариант единого  
государственного экзамена по ФИЗИКЕ  
110**

**Инструкция по выполнению работы**

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

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Бланк

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

41

Бланк

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование 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.

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

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

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

### Константы

число  $\pi$

$$\pi = 3,14$$

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

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

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

### 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 –  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

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

**Часть 1**

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

- 1** С края обрыва тело бросают вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Через какое время расстояние между точкой бросания и телом будет равно 60 м? Сопротивление воздуха не учитывать. Ответ дать в с.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

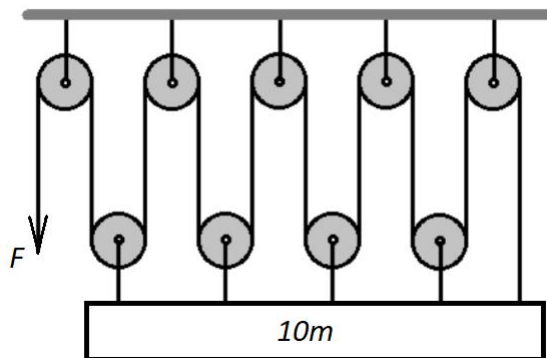
- 2** Какова средняя сила давления  $F$  на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули  $m = 10$  г, а скорость пули при вылете из ствола  $v = 300$  м/с? Автомат производит  $n = 50$  выстрелов в секунду.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

- 3** При какой скорости поезда тело массой  $m = 0,1$  кг, подвешенное в вагоне на пружине жесткостью  $k = 10$  Н/м, будет иметь максимальную амплитуду колебаний, если расстояния между стыками рельсов  $l = 12,5$  м? Ответ округлить до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

- 4 На рисунке показана система, состоящая из лёгких тросов и девяти идеальных блоков, с помощью которой можно удерживать в равновесии или поднимать груз массой  $10m$ . Трение пренебрежимо мало.



На основании анализа приведённого рисунка выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

- 1) Для того, чтобы удерживать груз в равновесии, нужно действовать на конец верёвки с силой  $F = 5mg$
- 2) Для того, чтобы удерживать груз в равновесии, нужно действовать на конец верёвки с силой  $F = \frac{10mg}{9}$
- 3) Для того, чтобы медленно поднять груз на высоту  $h$ , нужно вытянуть участок верёвки длиной  $9h$ .
- 4) Для того, чтобы медленно поднять груз на высоту  $h$ , нужно вытянуть участок верёвки длиной  $5h$ .

- 5) Изображённая на рисунке система блоков даёт выигрыш в силе в 10 раз.

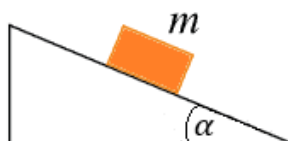
Ответ: \_\_\_\_\_

- 5 С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой  $m$  (см. рисунок). Как изменится время движения, ускорение бруска и сила трения, действующая на брусок, если брусок той же массы будет скользить с наклонной плоскости с углом  $\frac{\alpha}{2}$ ?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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



Время движения	Ускорение бруска	Сила трения

- 6 Люстра подвешена к потолку на крючке. Установите соответствие между силами, перечисленными в первом столбце, и их характеристиками, перечисленными во втором столбце. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

## ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) Сила тяжести люстры  
Б) Сила веса люстры

- 1) Приложена к люстре и направлена вертикально вниз  
2) Приложена к крючку и направлена вертикально вверх  
3) Приложена к крючку и направлена вертикально вниз  
4) Приложена к люстре и направлена вертикально вверх

А	Б

- 7 Баллон, содержащий 1 кг азота, при испытании взорвался при температуре  $350^{\circ}\text{C}$ . Какое количество водорода можно хранить в этом баллоне при  $20^{\circ}\text{C}$ , имея пятикратный запас прочности? Ответ дать в г, округлив до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ г

- 8 В трубке с одним запаянным концом находится влажный воздух и столбик ртути высотой 76 мм. Если трубка лежит горизонтально, то влажность воздуха 80%. Атмосферное давление – 760 мм рт. ст. Найти, какой станет влажность воздуха, если трубку перевернуть запаянным концом вверх. Температура постоянна. Ртуть не выливается.

Ответ: \_\_\_\_\_ %

- 9 В паровой турбине расходуется 0,35 кг дизельного топлива на 1 кВт·ч. Температура поступающего в турбину пара  $250^{\circ}\text{C}$ , температура холодильника  $30^{\circ}\text{C}$ . Во сколько раз КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же температурных условиях, больше фактического КПД турбины? Ответ округлить до десятых. Удельная теплота сгорания диз. топлива  $q = 42 \cdot 10^6$  Дж/кг.

Ответ: \_\_\_\_\_

- 10** Газ, занимающий объем  $V_1 = 1$  л при давлении  $p_1 = 1$  атм, расширился изотермически до объема  $V_2 = 2$  л. Затем при этом объеме давление газа было уменьшено в 2 раза. В дальнейшем газ расширился при постоянном давлении до объема  $V_4 = 4$  л.

Выберите все утверждения:

- 1) Наибольшая работа была совершена в изобарном процессе.
- 2) Наибольшая работа была совершена в изотермическом процессе.
- 3) Температура газа в итоге увеличилась.
- 4) Температура газа в итоге уменьшилась.
- 5) Температура газа в итоге не изменилась.
- 6) Давление газа уменьшилось на 0,75 атм.

Ответ: \_\_\_\_\_

- 11** Газ плотностью  $\rho$  находится при температуре  $T$ . Масса молекулы  $m_0$ , число Авогадро  $N_A$ .

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

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФОРМУЛЫ**

А)  $\frac{\rho kT}{m_0}$

Б)  $m_0 N_A$

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) Давление газа
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекулы газа
- 3) Концентрация газа
- 4) Молярная масса

А	Б

- 12** Найти разность потенциалов двух больших параллельных пластин, несущих заряды одного знака, если одна из них заряжена с поверхностной плотностью  $\sigma = 1,77 \cdot 10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>, а другая с поверхностной плотностью  $2\sigma$ ? Расстояние между пластинами 1 см. Ответ дать в В.

Ответ: \_\_\_\_\_ В

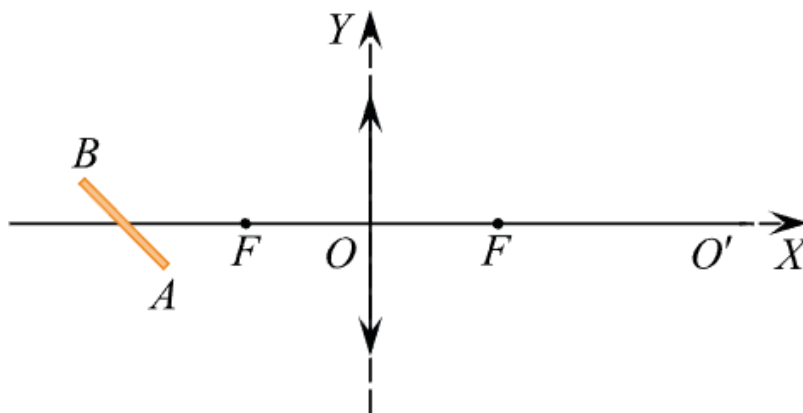
- 13** Заряженная частица движется по окружности радиусом  $R = 1$  мм в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл. Параллельно магнитному полю возбуждено электрическое поле напряженностью  $E = 100$  В/м. Определить промежуток времени  $\Delta t$ , в течение которого должно действовать электрическое поле, для того чтобы кинетическая энергия частицы возросла вдвое.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкс

- 14** Человек, рост которого  $1,75$  м, находится на расстоянии  $l = 6$  м от столба высотой  $H = 7$  м. На каком расстоянии от себя человек должен положить на землю горизонтально маленькое плоское зеркало, чтобы видеть в нем изображение верхушки столба?

Ответ: \_\_\_\_\_ м

- 15** Середина светящегося отрезка  $AB$  находится на расстоянии  $20$  см от центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $10$  см на главной оптической оси (см. рис.). Линия  $OO'$ , совпадающая с координатной осью  $OX$ , является главной оптической осью линзы. Координатная ось  $OY$  лежит в плоскости линзы. Отрезок  $AB$  находится в плоскости  $OXY$ .



Выберите все верные утверждения.

- 1) Расстояние вдоль оси  $OX$  от линзы до точки  $A$  меньше, чем расстояние вдоль оси  $OX$  от линзы до изображения точки  $A$ .
- 2) Расстояние вдоль оси  $OX$  от линзы до точки  $B$  меньше, чем расстояние вдоль оси  $OX$  от линзы до изображения точки  $B$ .
- 3) При вращении отрезка  $AB$  вокруг его середины в плоскости рисунка против часовой стрелки изображение будет поворачиваться по часовой стрелке.
- 4) Расстояние вдоль оси  $OY$  от главной оптической оси до точки  $B$  равно расстоянию вдоль оси  $OY$  от главной оптической оси до изображения точки  $B$ .
- 5) Размер изображения равен размеру светящегося объекта.

Ответ: \_\_\_\_\_



- 16** Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. Не отключая источника, в конденсатор вставляют пластину из диэлектрика ( $\epsilon = 3$ ), толщина которой равна 0,75 от расстояния между пластинами конденсатора (диэлектрик заполняет 0,75 объема конденсатора). Как изменяется заряд конденсатора? Как изменяется напряженность электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?

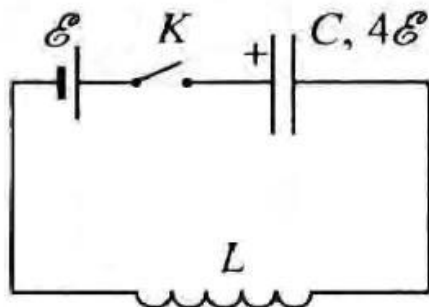
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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


Заряд конденсатора	Напряженность электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика

- 17 В схеме все элементы можно считать идеальными, параметры элементов указаны на рисунке. До замыкания ключа конденсатор был заряжен до напряжения  $4\varepsilon$ . Ключ замыкают. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Максимальный ток в цепи  
 Б) Ток в цепи в момент, когда заряд на конденсаторе равен нулю

ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)

- 1)  $3\varepsilon \sqrt{\frac{C}{L}}$   
 2)  $2\varepsilon \sqrt{\frac{2C}{L}}$   
 3)  $2\varepsilon \sqrt{\frac{C}{L}}$   
 4)  $\varepsilon \sqrt{\frac{3C}{L}}$   
 5)  $3\varepsilon \sqrt{\frac{3C}{L}}$

А	Б

- 18 Скорость движения Земли вокруг Солнца  $30 \text{ км/с}$ . Определите сокращение диаметра Земли в направлении движения в системе координат, связанной с Солнцем; средний диаметр Земли принять равным  $12800 \text{ км}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ см

**19** При переходе электрона в атоме с  $(n + 1)$ -го энергетического уровня на  $n$ -й энергетический уровень испускается фотон. Как изменятся следующие физические величины при уменьшении  $n$  на единицу: энергия испускаемого фотона, длина волны испускаемого фотона. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Энергия испускаемого фотона	Длина волны испускаемого фотона

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Вектор скорости материальной точки всегда направлен перпендикулярно к её траектории.
- 2) Броуновское движение частиц в жидкости происходит и днём, и ночью.
- 3) Заряженное тело, движущееся в инерциальной системе отсчёта равноускоренно и прямолинейно, создаёт в пространстве постоянное магнитное поле.
- 4) Луч падающий, луч отражённый и перпендикуляр, проведённый к границе раздела сред из точки падения, лежат во взаимно перпендикулярных плоскостях.
- 5) Тепловые нейтроны вызывают деления ядер урана в некоторых типах ядерных реакторов атомных электростанций.

Ответ: \_\_\_\_\_

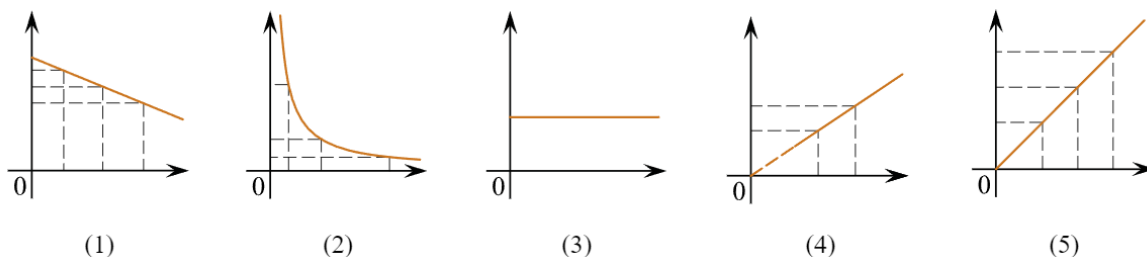
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля ускорения тела от времени при равноускоренном движении;

Б) зависимость средней кинетической энергии молекул от абсолютной температуры;

В) зависимость давления постоянной массы идеального газа от объема при изотермическом процессе.

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



А	Б	В

**22** На строительном рынке 150 одинаковых фанерных листов сложили в одну вертикальную стопку. Высота этой стопки оказалась равной 1,8 м. Абсолютная погрешность измерения высоты стопки составляет 3 см. Чему равна толщина одного фанерного листа с учётом погрешности измерений?

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) см

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

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объема газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от внешнего давления. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура газа в сосуде, °С	Масса газа, г
1	160	45	10
2	180	45	15
3	160	30	15
4	160	30	10
5	180	30	15

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.*

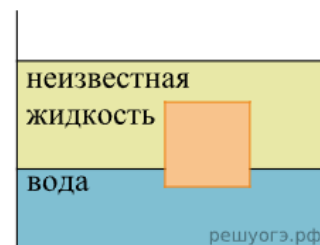
## Часть 2

**Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

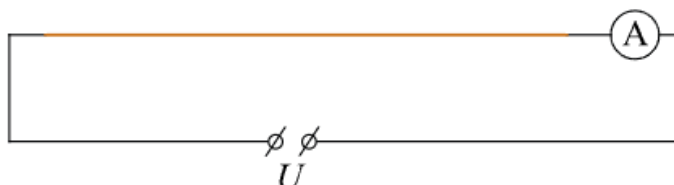
- 24 Провели два опыта. В первом опыте источник тока замкнули на внешнее сопротивление  $r$ , равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во втором опыте собрали батарею из трех последовательно соединенных таких же источников тока и замкнули на то же внешнее сопротивление  $r$ . В каком из опытов сила тока в цепи больше? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

**Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

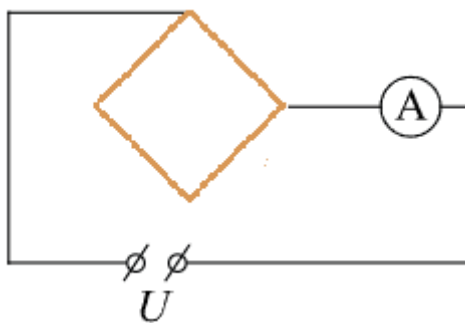
- 25 Сплошной кубик с ребром 10 см плавает на границе раздела воды и неизвестной жидкости, плотность которой меньше плотности воды, погружаясь в воду на 2 см (см. рис.). Плотность вещества, из которого изготовлен кубик, равна  $840 \text{ кг/м}^3$ . Свободная поверхность неизвестной жидкости располагается выше, чем верхняя поверхность кубика. Определите плотность неизвестной жидкости.



- 26 Электрическая цепь состоит из соединённых последовательно источника постоянного напряжения, идеального амперметра и длинной однородной проволоки постоянного сечения. При этом амперметр показывает ток силой  $I_1$ .



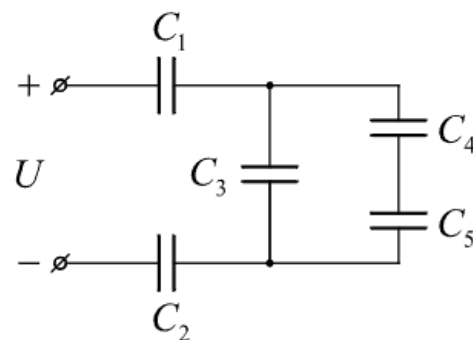
Эту же проволоку складывают в виде квадрата и снова включают в ту же цепь так, как показано на рисунке. При таком подключении амперметр показывает ток силой  $I_2$ .



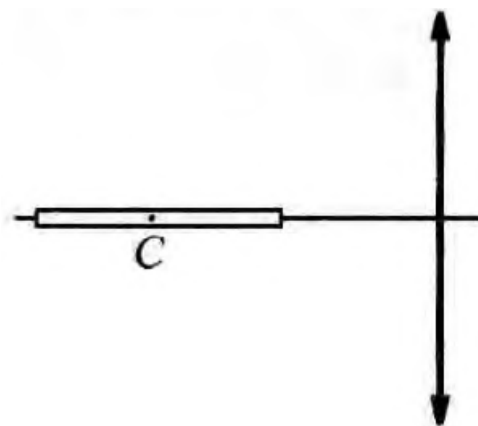
Найдите отношение показаний амперметра  $\frac{I_1}{I_2}$  в первом и во втором случаях.

- 27** Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении  $10^5$  Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнет поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $0^\circ\text{C}$ .

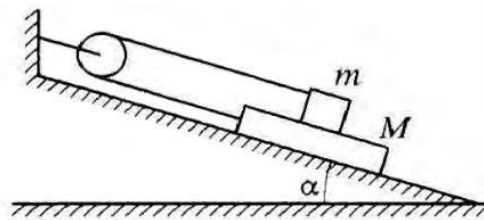
- 28** В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, ёмкости конденсаторов равны  $C_1 = 1$  мкФ,  $C_2 = 2$  мкФ,  $C_3 = 3$  мкФ,  $C_4 = 4$  мкФ,  $C_5 = 5$  мкФ, и все они первоначально не заряжены. Какой заряд установится на конденсаторе  $C_5$  после подключения к этой цепи источника с напряжением  $U = 12$  В?



- 29** На главной оптической оси линзы с фокусным расстоянием 10 см лежит спичка. Линза создает действительное изображение спички с увеличением  $\frac{25}{3}$ . Если спичку повернуть на  $90^\circ$  вокруг ее середины (точка С), то она будет изображаться с увеличением 2,5. Определить длину спички.



- 30** К концам троса, перекинутого через блок, привязаны бруски с массами  $m$  и  $M = 4m$ , находящиеся на гладкой наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ . При каком минимальном значении коэффициента трения  $\mu$  между брусками они будут покоиться?



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