

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

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

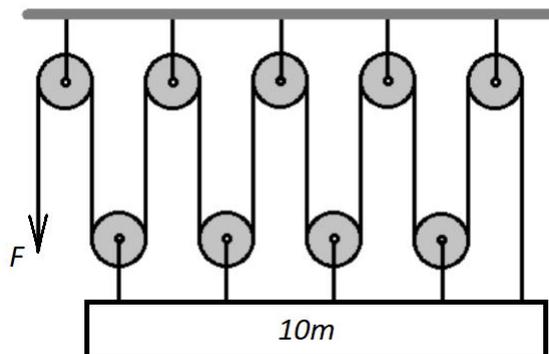
- 2 Какова средняя сила давления F на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули $m = 10$ г, а скорость пули при вылете из ствола $v = 300$ м/с? Автомат производит $n = 50$ выстрелов в секунду.

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.

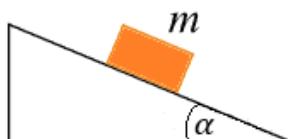
Ответ: _____

- 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°C . Какое количество водорода можно хранить в этом баллоне при 20°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°C , температура холодильника 30°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 ρ 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/м², а другая с поверхностной плотностью 2σ ? Расстояние между пластинами 1 см. Ответ дать в В.

Ответ: _____ В

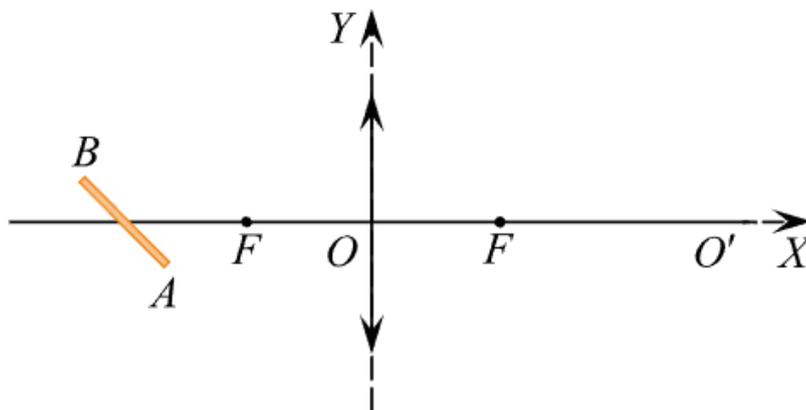
- 13** Заряженная частица движется по окружности радиусом $R = 1$ мм в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Параллельно магнитному полю возбуждено электрическое поле напряженностью $E = 100$ В/м. Определить промежуток времени Δt , в течение которого должно действовать электрическое поле, 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?

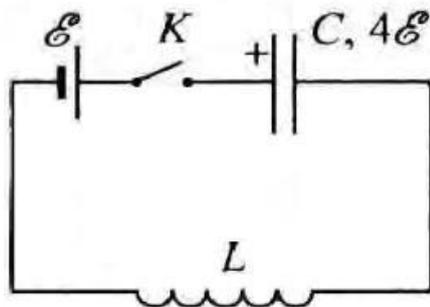
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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 4ε . 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 км/с . Определите сокращение диаметра Земли в направлении движения в системе координат, связанной с Солнцем; средний диаметр Земли принять равным 12800 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: _____

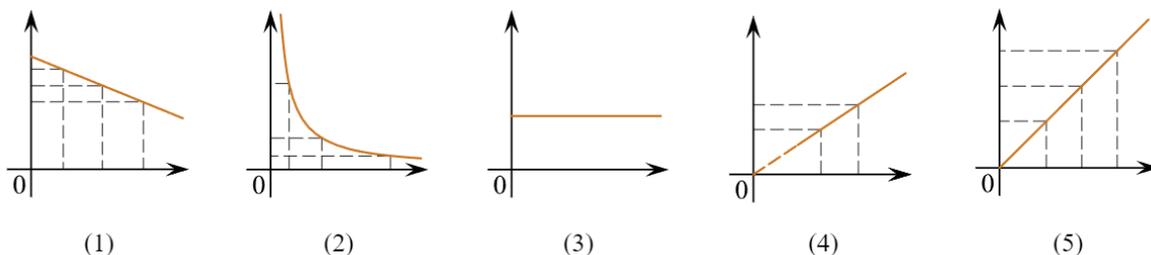
21 Даны следующие зависимости величин:

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.

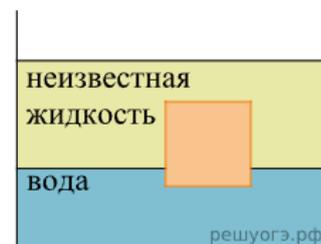
Часть 2

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.

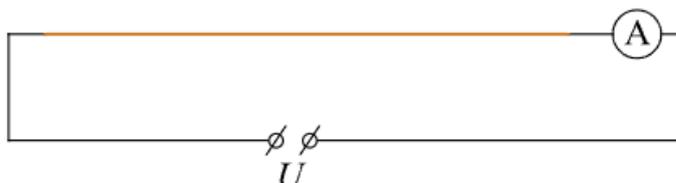
- 24 Провели два опыта. В первом опыте источник тока замкнули на внешнее сопротивление r , равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во втором опыте собрали батарею из трех последовательно соединенных таких же источников тока и замкнули на то же внешнее сопротивление r . В каком из опытов сила 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.

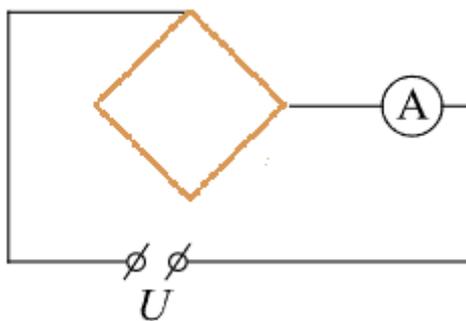
- 25 Сплошной кубик с ребром 10 см плавает на границе раздела воды и неизвестной жидкости, плотность которой меньше плотности воды, погружаясь в воду на 2 см (см. рис.). Плотность вещества, из которого изготовлен кубик, равна 840 кг/м^3 . Свободная поверхность неизвестной жидкости располагается выше,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



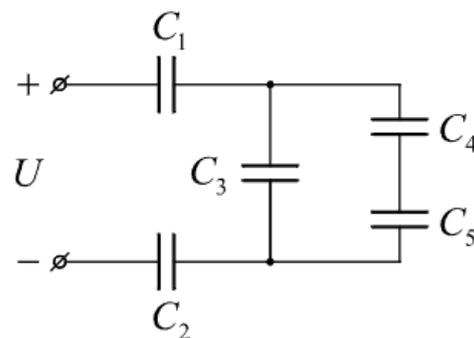
Эту же проволоку складывают в виде квадрата и снова включают в ту же цепь так, как показано на рисунке. При таком подключении амперметр показывает ток силой I_2 .



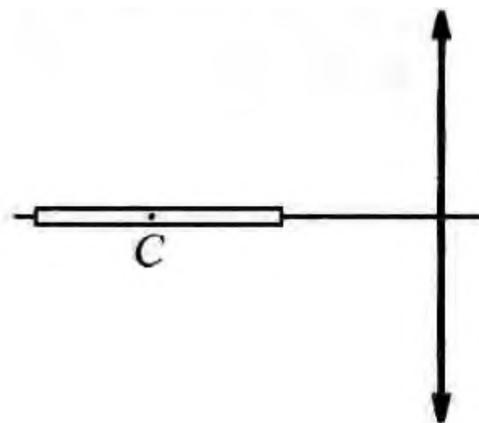
Найдите отношение показаний амперметра $\frac{I_1}{I_2}$ в первом и во втором случаях.

- 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°C .

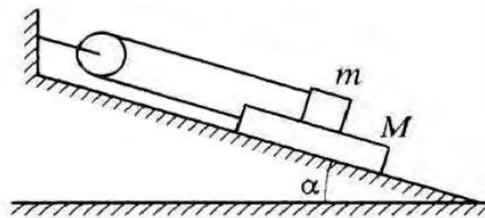
- 28** В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, ёмкости конденсаторов равны $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ, $C_4 = 4$ мкФ, $C_5 = 5$ мкФ, и все они первоначально не заряжены. Какой заряд установится на конденсаторе C_5 после подключения к этой цепи источника с напряжением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



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