

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

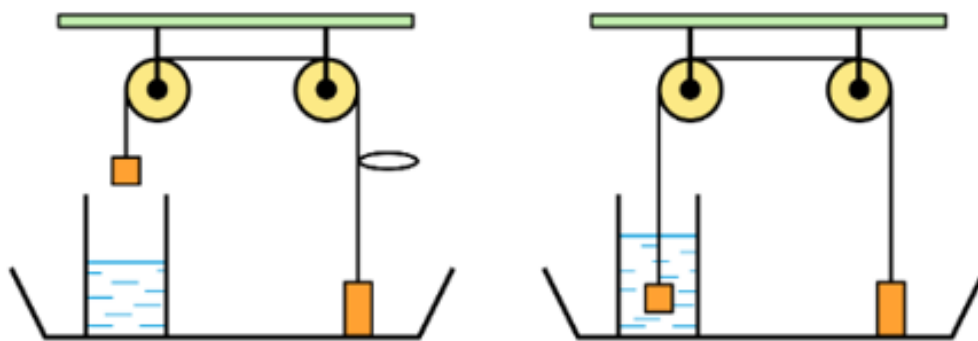
Молярная масса

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 На чаше весов расположен сосуд с водой и гиря массой 1 кг, к которой с помощью легкой нерастяжимой нити, перекинутой через два идеальных блока, подвешена еще одна гиря массой 400 г. Нить укорочена с помощью завязанной петли, так, что меньшая гиря висит над поверхностью воды. Петлю развязали и аккуратно отпустили высвободившуюся нить. Теперь меньшая гиря полностью погрузилась в воду, но не касается дна сосуда. Плотность материала гирь в 8 раз больше плотности воды. Как и на сколько изменились показания весов во втором случае по сравнению с первым? Ответ выразить в граммах, округлив до целого числа.



Ответ: _____ г

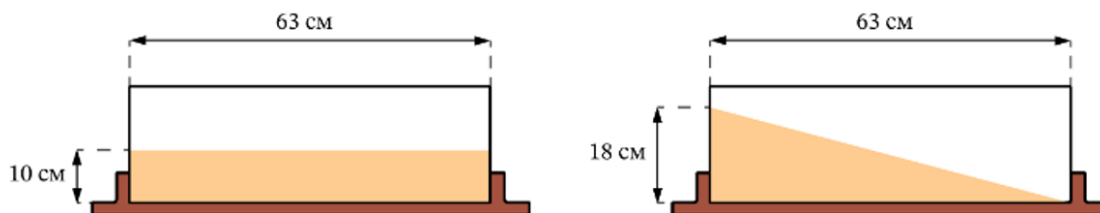
- 2 Конькобежец, стоящий на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 1 кг. Через 4 с камень падает, пролетев 20 м. С какой скоростью скользит при этом конькобежец, если его масса 75 кг? Трением пренебречь. Ответ округлить до сотых.

Ответ: _____ м/с

- 3 Силы F_1 , F_2 и $F_3 = 5$ Н приложены к телу и действуют вдоль одной прямой. Если направление силы F_1 изменить на противоположное, то равнодействующая изменит направление и увеличится на $\Delta R_1 = 4$ Н. На какую величину ΔR_2 изменится равнодействующая, если в исходной ситуации на противоположное изменить направление силы F_2 ? Известно, что во втором случае направление равнодействующей не менялось.

Ответ: _____ Н

- 4 Резервуар с машинным маслом, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда длиной 63 см, заполнен до уровня 10 см. Его закрепили в кузове грузовика, длинной стороной по ходу движения, на горизонтальной поверхности). Грузовик двигался с постоянной скоростью, затем начал плавно тормозить. В процессе движения его ускорение сначала медленно увеличивалось, затем уменьшалось. Колебания поверхности жидкости были малы, и в момент, когда грузовик достиг максимального ускорения, уровень масла с одной стороны достиг 18 см.



На основании анализа условия, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

- 1) Максимальная величина ускорения грузовика равна 2 м/с^2 .
- 2) Максимальная величина ускорения грузовика равна $2,5 \text{ м/с}^2$.
- 3) Максимальная величина ускорения грузовика равна $3,5 \text{ м/с}^2$.
- 4) Максимальное давление в масле в момент достижения максимального ускорения по сравнению с максимальным давлением в покоящемся резервуаре увеличилось в 1,5 раза.
- 5) Максимальное давление в масле в момент достижения максимального ускорения по сравнению с максимальным давлением в покоящемся резервуаре увеличилось в 1,8 раза.

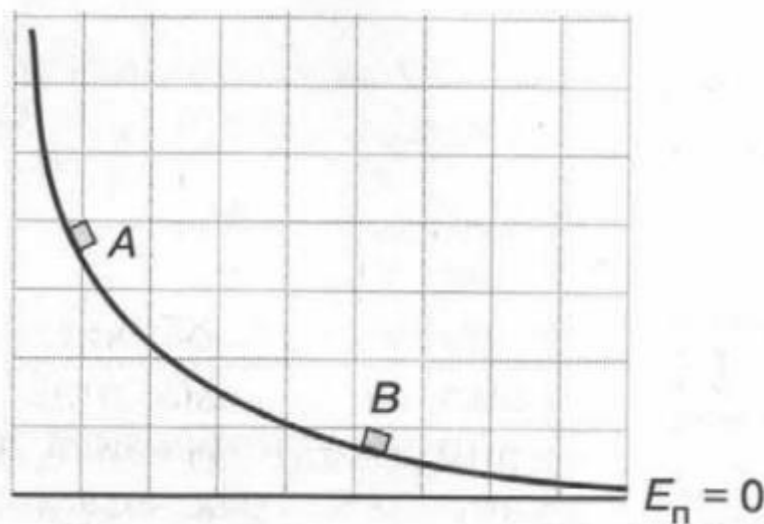
Ответ: _____

5 Брусок массой m скатывается с высоты h по поверхности, радиус кривизны которой равен R . Как изменяются сила трения и энергия бруска при движении от точки А к точке В?

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.



Сила трения	Механическая энергия

- 6 Самолет пикирует, двигаясь вертикально вниз с ускорением $9,4 \text{ м/с}^2$ в течение 8 с. Длина его пассажирского салона 8 м. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЗНАЧЕНИЯ

- А) С какой минимальной скоростью должен прыгнуть испытатель, стоящий на передней стенке пассажирского салона, чтобы успеть до истечения этого времени долететь до находящейся над ним задней стенки салона? Ответ выразите в м/с, округлив до десятых. Ускорение свободного падения считайте равным $9,8 \text{ м/с}^2$, сопротивление воздуха не учитывайте.
- Б) Какой станет минимальная стартовая скорость испытателя, если в тех же условиях на прыжок ему будет отведено только 4 с? Ответ выразите в м/с, округлив до десятых.

- 1) 2,5 м/с
2) 2,6 м/с
3) 2,7 м/с
4) 2,8 м/с
5) 2,9 м/с

А	Б

- 7 В стеклянную банку объемом 1 л налили 0,5 л воды при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ и герметично закрыли завинчивающейся крышкой. Затем банку нагрели до температуры $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Найти силу взаимодействия F между банкой и крышкой при достижении этой температуры. Площадь крышки 50 см^2 , атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. Влажностью атмосферного воздуха, а также массой крышки пренебречь.

Ответ: _____ Н

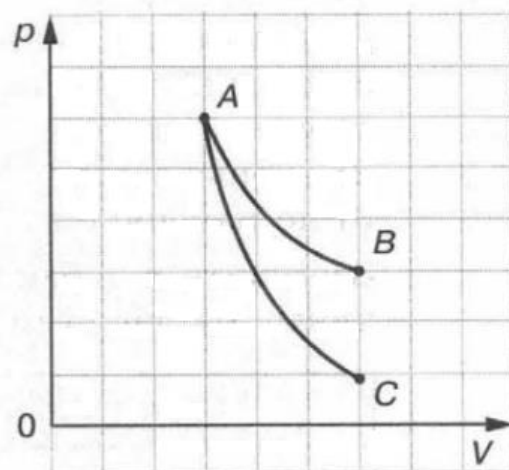
- 8 Надувной шарик, заполненный гелием, удерживают на нити. Найти натяжение нити F , если масса оболочки шарика 2 г, объем 3 л, давление гелия $p = 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па}$, температура $t = 27^\circ\text{C}$. Атмосферное давление нормальное. Ответ дать в мН, округлив до целых.

Ответ: _____ мН

- 9 Температура нагревателя идеальной тепловой машины 227°C , а температура холодильника 27°C . Определить, какую долю количества теплоты, полученной от нагревателя, газ отдает холодильнику. Ответ выразить в процентах.

Ответ: _____%

- 10 На рисунке изображены графики зависимости давления от объема при расширении газа при постоянной температуре и в случае, когда сосуд теплоизолирован от окружающей среды.



На основании анализа графика выберите все верные утверждения.

- 1) В процессе АВ изменение внутренней энергии газа больше, чем в процессе АС.
- 2) Работа, совершаемая газом в процессе АВ, больше, чем в процессе АС.
- 3) В процессе АС температура газа понижается вследствие того, что система теплоизолирована, а газ совершает положительную работу.
- 4) Теплота, сообщаемая газу в процессе АВ, идет на увеличение внутренней энергии и на работу газа.
- 5) Работа внешних сил в процессе АС больше, чем в процессе АВ.

Ответ: _____

- 11** В закрытом сосуде при комнатной температуре находится воздух, содержащий ненасыщенный водяной пар. Температуру воздуха увеличили на 20 К. Как изменились при этом концентрация пара и относительная влажность воздуха, если объем сосуда остается постоянным?

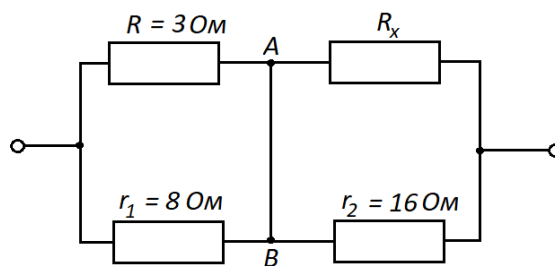
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Концентрация пара	Относительная влажность воздуха

- 12** Определите сопротивление R_x в цепи на рисунке, если остальные параметры цепи известны, а ток в проводнике AB равен нулю.



Ответ: _____ Ом

- 13** При изменении силы тока по закону $I = 4 - 0,2t$ (А) в цепи наводится ЭДС самоиндукции 0,02 В. Найдите индуктивность цепи.

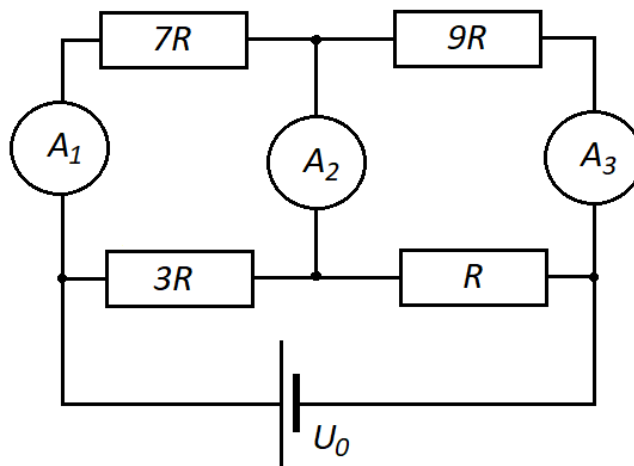
Ответ: _____ Гн

- 14** Человек стоит перед стеной, на которой укреплено плоское зеркало, верхняя грань которого находится на высоте 1,7 м на уровне его глаз. Стена отклонена от вертикали на угол $9,74^\circ$ в направлении к человеку. С какого максимального расстояния от нижнего края стены он сможет увидеть в зеркале хотя бы какую-нибудь часть своего изображения? Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ м

15 Выберите из предложенных утверждений все верные, если $U_0 = 4,5 \text{ В}$, $R = 150 \text{ Ом}$:

1. Амперметр 2 показывает 0.
2. Амперметр 1 показывает 1 мА.
3. Амперметр 1 показывает 3 мА.
4. Амперметр 2 показывает 2 мА.
5. Амперметр 3 показывает 1 мА.

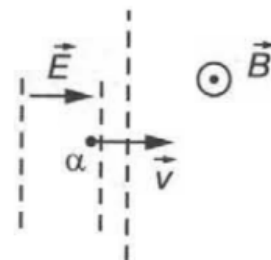


Ответ: _____

16 Пройдя ускоряющую разность потенциалов 5000 В , α – частица влетает в однородное магнитное поле со скоростью, перпендикулярной вектору магнитной индукции и границе поля. Как изменяются время нахождения частицы и радиус ее траектории в магнитном поле при увеличении разности потенциалов ускоряющего поля?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

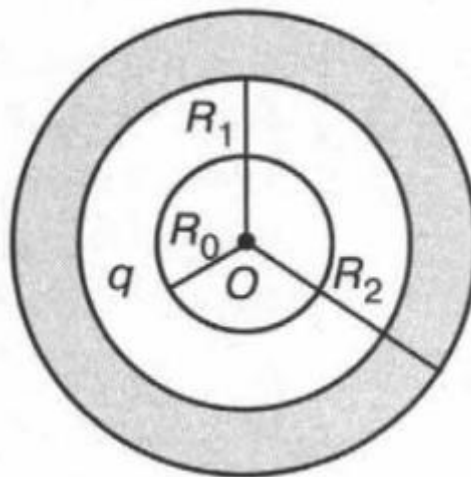
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась



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

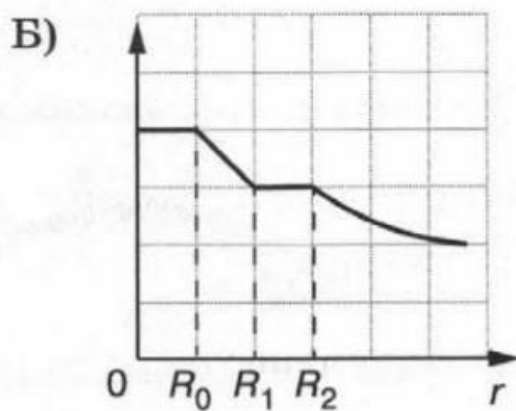
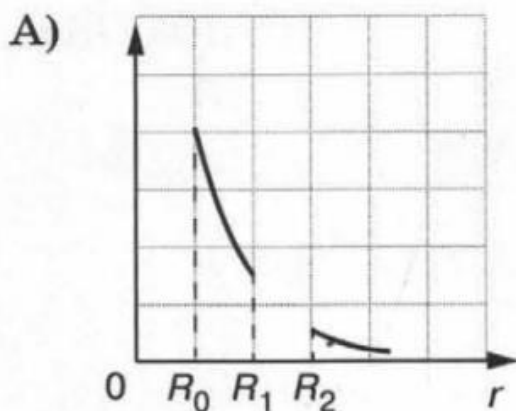
Время нахождения частицы в магнитном поле	Радиус траектории частицы

17 Заряженная сфера радиусом R_0 , несущая заряд q , окружена проводящей оболочкой с внутренним радиусом R_1 и внешним R_2 (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Проекция напряженности электрического поля, создаваемого сферой и оболочкой на горизонтальную ось.
- 2) Зависимость потенциала поля сферы от расстояния от центра сферы.
- 3) Зависимость сил взаимодействия сферы и оболочки от расстояния между ними
- 4) Зависимость напряженности электрического поля от расстояния от центра сферы.

А	Б

- 18** Сколько периодов полураспада должно пройти, чтобы от начального количества атомов вещества осталось бы 6,25%?

Ответ: _____

- 19** Как изменятся при β^- -распаде массовое число ядра и его заряд?

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.

Массовое число ядра	Заряд ядра

- 20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

Запишите в ответ их номера.

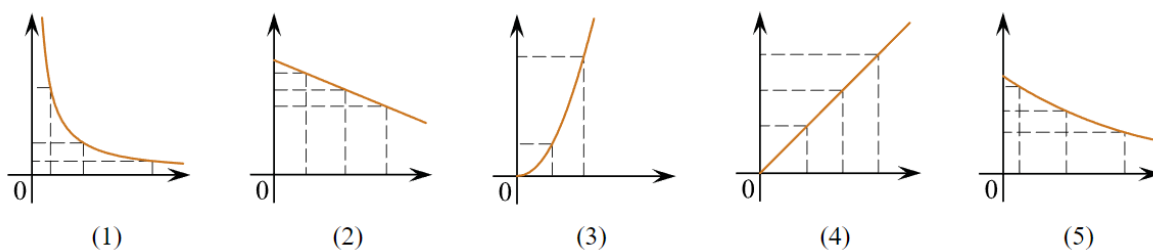
- 1) Вектор скорости материальной точки всегда направлен по касательной к её траектории.
- 2) В процессе кристаллизации постоянной массы вещества его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Разноимённые точечные электрические заряды отталкиваются друг от друга.
- 4) Явления интерференции и дифракции могут наблюдаться в любом диапазоне электромагнитных волн.
- 5) При переходе атома из одного стационарного состояния в другое стационарное состояние атом испускает или поглощает фотон.

Ответ: _____

21 Даны следующие зависимости величин:

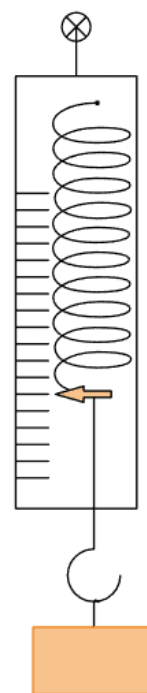
- А) Зависимость потенциальной энергии упруго деформированного тела от деформации;
- Б) Зависимость силы Архимеда от объема тела;
- В) Зависимость импульса фотона от длины световой волны.

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 Определите показания динамометра, изображенного на рисунке, если верхний штрих шкалы соответствует ненагруженному динамометру, цена деления равна 0,2 Н, а погрешность прямого измерения модуля силы равна половине цены деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



Ответ: (_____ ± _____) Н

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

- 23** Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали пять проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два из предложенных ниже проводников необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	100 см	1,0 мм	медь
2	200 см	0,5 мм	медь
3	200 см	1,0 мм	медь
4	100 см	0,5 мм	алюминий
5	300 см	1,0 мм	медь

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.

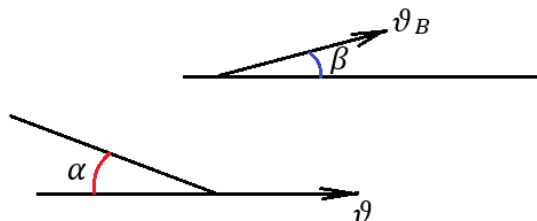
Часть 2

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 Можно ли «квадрат» из одинаковых резисторов сопротивлением R заменить на четырёхконечную «звезду» из одинаковых резисторов сопротивлением r ? Если да, то выразите r через R , если нет – объясните почему.

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.

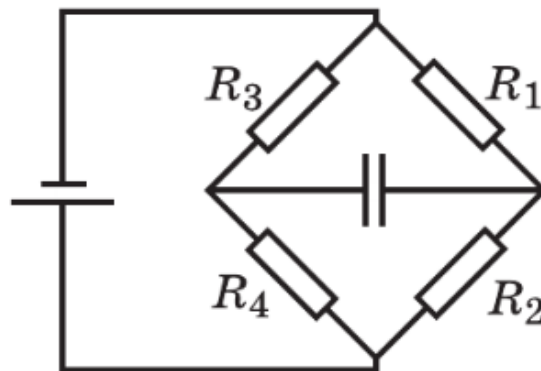
- 25 Катер движется на восток со скоростью $v = 7$ м/с. Ветер дует на северо-восток под углом $\beta = 15^\circ$ к направлению движения катера. Флаг на мачте образует угол $\alpha = 30^\circ$ с направлением движения катера. Найти скорость ветра v_B .



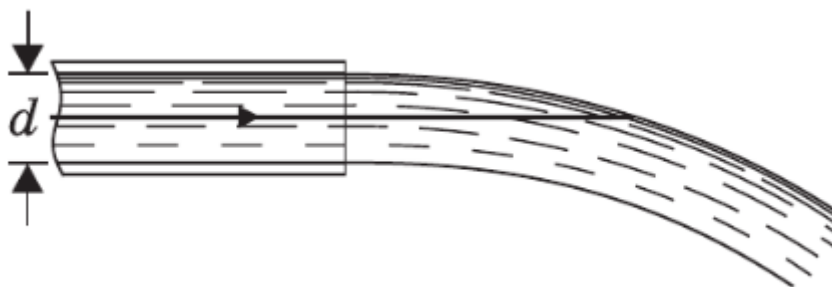
- 26 Найти период решетки, если дифракционный максимум первого порядка получен на расстоянии $l_1 = 2,43$ см от центрального максимума, а расстояние от решетки до экрана $l_2 = 1$ м. Решетка освещена светом с длиной волны $\lambda = 486$ нм.

- 27 Стекло́нная трубка, запаянная с одного конца, расположена горизонтально. В трубке находится воздух, отделенный от атмосферы столбиком ртути длиной l . Длина трубки $2l$, длина столбика воздуха $\frac{l}{2}$. Атмосферное давление p_0 . На какое расстояние сместится ртуть в трубке, если ее вращать вокруг вертикальной оси, проходящей через открытый конец, с угловой скоростью $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$?

- 28 В схеме, показанной на рисунке, где $R_1 = 60 \text{ Ом}$, $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 40 \text{ Ом}$, $R_4 = 20 \text{ Ом}$, батарею и конденсатор поменяли местами. Во сколько раз α изменился при этом заряд конденсатора? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



- 29 По оси горизонтально расположенной трубы внутренним диаметром d распространяется узкий световой пучок. Труба заполнена жидкостью с показателем преломления n , движущейся с некоторой скоростью и вытекающей из открытого конца трубы свободной струей. Какова должна быть скорость течения жидкости v_0 , чтобы пучок вышел в воздух при первом падении на границу струи? Изменением поперечного сечения струи при движении жидкости в воздухе пренебречь.



- 30 Орудие, установленное на ровном участке лунной поверхности, произвело выстрел ядром под углом 60° к горизонту. Через небольшое время после выстрела стартует ракета, летящая в точности по траектории ядра с постоянной по величине скоростью, которая равна начальной скорости ядра. Найдите силу тяги двигателей ракеты в тот момент времени, когда вектор её скорости наклонён под углом 30° к горизонту (она ещё не догнала ядро к этому моменту). Известно, что вес этой ракеты на Луне равен 50 Н , а высота максимального подъёма ядра намного меньше радиуса Луны. Ответ выразите в Н , округлив до целого числа.

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