

МОШ, 2012/13, отборочный этап, 10 класс

Условия, ответы и решения

1 Два участка равноускоренного движения

Тело движется равноускоренно по прямой в одном направлении. Два последовательных участка 4 м и 18 м оно прошло за 2 с и за 6 с соответственно. Найдите модуль ускорения тела. Ответ выразите в м/с^2 и округлите до сотых.

Подсказка

Запишите перемещение на каждом участке через начальную скорость на этом участке и ускорение; скорость в начале второго участка связана с первым.

Ответ

0,25 м/с^2

2 Сила давления воды на брусок

На дне сосуда лежит кубический брусок со стороной 1 дм. Сосуд заполнен водой до уровня 3 дм. Чему равна сила давления воды на брусок, если нижняя поверхность бруска плотно соприкасается со дном сосуда? Плотность воды 1000 кг/м^3 . Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Ответ представьте в ньютонах и округлите до целых.

Подсказка

Давление воды действует на верхнюю и боковые грани; нижняя грань не омывается водой. Что остаётся от вертикальной силы?

Ответ

20 Н

3 Масса двойной звезды Сириус

Известно, что звезды Сириус А и Сириус В вращаются вокруг их общего центра масс на расстоянии примерно в 20 астрономических единиц (одна астрономическая единица — это расстояние от Земли до Солнца) с периодом обращения, близким к 50 годам. Определите отношение общей массы этих двух звезд к массе Солнца. Ответ округлите до десятых.

Подсказка

Запишите третий закон Кеплера для системы в единицах «год – а.е. – масса Солнца»; расстояние между звёздами равно сумме радиусов их орбит.

Ответ

3,2

4 Разгон автомобиля

Двигатель автомобиля расходует 1 г бензина за секунду. За какое время автомобиль разгонится до скорости 10 м/с, если его масса составляет одну тонну, а КПД двигателя 30 процентов? Ответ выразите в секундах и округлите до десятых. Удельная теплота сгорания бензина 46 МДж/кг.

Подсказка

Какая часть выделившейся за время разгона теплоты идёт в кинетическую энергию автомобиля?

Ответ

3,6 с

5 Расширение газа с $V \propto T$

Один моль идеального газа нагревают таким образом, что объем газа пропорционален температуре в кельвинах. При этом газ совершает работу 830 Дж. Начальная температура газа равна $+27^\circ\text{C}$. Определите конечную температуру газа. Ответ выразите в градусах Цельсия и округлите до целых. Универсальную газовую постоянную считайте равной 8,3 Дж/(моль·К).

Подсказка

Если $V \propto T$, то процесс изобарный. Выразите работу через изменение температуры.

Ответ

127 °C

6 Вольтметр с добавочным резистором

Для измерения напряжений школьница Алиса сконструировала прибор, состоящий из школьного вольтметра, соединенного последовательно с резистором сопротивлением 18 МОм. Прибор Алисы рассчитан на максимальное напряжение 10 В (стрелка отклоняется на максимально возможный угол), в то время как школьный вольтметр без резистора был рассчитан на максимальное напряжение 1 В. Определите сопротивление вольтметра. Ответ представьте в мегаомах и округлите до целых.

Подсказка

Через вольтметр и резистор течёт один и тот же ток. На какую долю общего напряжения приходится резистор при максимальном отклонении?

Ответ

2 МОм

7 Невесомость на мостике

Мотоциклист въезжает на горбатый мостик радиусом 40 м (центр кривизны находится под мостиком). С какой минимальной скоростью должен двигаться мотоциклист, чтобы при движении по мостику испытать состояние невесомости? Ответ выразите в м/с и округлите до целых. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 .

Подсказка

В верхней точке мостика ускорение направлено к центру кривизны; невесомость – нулевая сила реакции опоры.

Ответ

20 м/с

8 Давление воды на стенку аквариума

Аквариум имеет форму куба со стороной 50 см. До какой высоты следует налить в него воду, чтобы сила давления на боковую стенку была в 4 раз меньше, чем на дно? Атмосферное давление не учитывать. Ответ представьте в сантиметрах и округлите до целых.

Подсказка

Сила давления на боковую стенку определяется средним давлением, а оно линейно растёт с глубиной.

Ответ

25 см

9 Зависшая ракета

Ракета, испускающая продукты сгорания со скоростью 3 км/с, неподвижно “зависла” над Землей. Через какое время масса ракеты уменьшится на 1 процент? Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Ответ представьте в секундах и округлите до целых.

Подсказка

Для зависшей ракеты сила тяги равна силе тяжести. Выразите тягу через расход топлива и скорость выброса.

Ответ

3 с

10 Смесь водорода и гелия

В сосуде находится смесь водорода и гелия при температуре 27°C и давлении 70 кПа. Масса водорода в два раза больше массы гелия. Сколько грамм водорода содержится в кубическом метре? Ответ округлите до целых. Молярная масса водорода 2 г/моль, кислорода 4 г/моль. Используйте модель смеси идеальных газов. Универсальную газовую постоянную считайте равной $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$.

Подсказка

Запишите закон Дальтона и уравнение состояния для каждого газа; воспользуйтесь соотношением масс.

Ответ

45 г

11 Амперметр с шунтом

Для измерения силы электрического тока школьница Алиса сконструировала прибор, состоящий из школьного амперметра, соединенного параллельно с резистором сопротивлением 1 Ом. Прибор Алисы рассчитан на максимальную силу тока 8 А (стрелка отклоняется на максимально возможный угол), в то время как школьный вольтметр без резистора был рассчитан на максимальную силу тока 2 А. Определите сопротивление амперметра. Ответ представьте в омах и округлите до целых.

Подсказка

При параллельном соединении напряжения на амперметре и резисторе одинаковы, а токи складываются.

Ответ

3 Ом

12 Нагреватель в комнате

Комната теряет за сутки 84 МДж тепла. Какой ток протекает по обмотке нагревателя сопротивлением 0,8 кОм, если при его включении температура в комнате остаётся постоянной? Ответ представьте в амперах и округлите до десятых.

Подсказка

Тепло, которое комната теряет, должно полностью восполняться мощностью нагревателя.

Ответ

1,1 А

13 Падающие парашюты

Гиря массой 10 кг и груз массой 90 кг опускаются на двух одинаковых парашютах. Во сколько раз установившаяся скорость падения груза больше установившейся скорости падения гири? Ответ округлите до целых. Считайте, что сила сопротивления воздуха, действующая на парашют, пропорциональна квадрату скорости.

Подсказка

В установившемся режиме сила сопротивления уравновешивает силу тяжести. Какая масса приходится на каждый парашют?

Ответ

3

14 Конический маятник

Груз, подвешенный на нити, совершает круговое движение в горизонтальной плоскости. За какое время этот маятник совершает полный оборот? Длина нити составляет 2 м, а груз движется по окружности радиуса 1,2 м. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 . Ответ представьте в секундах и округлите до десятых.

Подсказка

Какие силы действуют на груз? Горизонтальная составляющая силы натяжения нити создаёт центростремительное ускорение.

Ответ

2,5 с

15 Упругий удар альфа-частицы

Альфа-частица налетает на неподвижный протон — происходит абсолютно упругое лобовое столкновение, после которого альфа-частица продолжает лететь в том же направлении. Во сколько раз изменилась скорость альфа-частицы при столкновении? Масса альфа-частицы в четыре раза больше массы протона.

Подсказка

Запишите законы сохранения импульса и механической энергии для упругого лобового удара.

Ответ

0,6

16 Работа CO_2 при нагревании

Один моль углекислого газа нагревается при постоянном давлении от температуры 200 К до температуры 600 К. Какую работу совершил углекислый газ при таком расширении? Универсальная газовая постоянная равна $8,3 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Ответ выразите в килоджоулях и округлите до сотых.

Подсказка

При постоянном давлении работа газа выражается через изменение температуры.

Ответ

3,32 кДж

17 Чайник со льдом

В электрочайник положили лед при температуре 0°C , который растаял (без изменения температуры) спустя 9 минут после включения нагревателя. Сила тока в нагревателе 10 А, сопротивление 20 Ом, а КПД составляет 55 процентов. Найдите массу льда. Ответ выразите в килограммах и округлите до десятых. Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг .

Подсказка

Найдите выделившееся в нагревателе количество теплоты за время нагрева и учтите КПД.

Ответ

1,8 кг

18 Поворот зеркала

Угол между лучом, падающим на плоское зеркало, и лучом, отраженным от него, равен 40° . Требуется увеличить этот угол в два раза. На сколько градусов надо повернуть зеркало? Ответ округлите до целых.

Подсказка

При повороте зеркала на угол φ отражённый луч поворачивается на 2φ .

Ответ

20°

19 Катящийся обруч

Обруч катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Скорость центра обруча составляет 1 м/с. Найдите модуль скорости точки обруча, находящейся на одной высоте с его центром. Ответ выразите в м/с и округлите до десятых.

Подсказка

Скорость точки обруча есть сумма скорости центра и скорости вращения вокруг центра.

Ответ

1,4 м/с

20 Две связанные тележки

Две тележки (массы 100 г и 200 г) связаны легкой нитью. За более массивную тележку потянули с силой 6 Н, и тележки стали двигаться по горизонтальной плоскости. С какой силой натянута нить? Ответ выразите в ньютонах и округлите до целых.

Подсказка

Обе тележки движутся с одним ускорением. Найдите его для системы, затем примените второй закон Ньютона к лёгкой тележке.

Ответ

2 Н

21 Сила трения о колёса

Автомобиль массой 2 тонны едет с постоянной скоростью 90 км/ч, а сила сопротивления воздуха составляет 5000 Н. Коэффициент трения шин об асфальт равен 0,4. Какова сила трения, действующая на колеса? Ответ выразите в килоньютонах и округлите до целых.

Подсказка

Автомобиль движется с постоянной скоростью. Сила трения о колёса направлена вперёд и уравнивает сопротивление воздуха.

Ответ

5 кН

22 Горячая вода плавит кубик льда

В калориметре при температуре 0°C находится кубик льда длиной ребра 1 дм. Какой минимальный объем воды при температуре 100°C надо налить в калориметр, чтобы расплавить кубик льда? Удельная теплоемкость воды $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельную теплоту плавления льда считайте равной $336 \text{ кДж}/\text{кг}$, плотность льда $900 \text{ кг}/\text{м}^3$, плотность воды $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$

Подсказка

Запишите уравнение теплового баланса; учтите, что вода остывает до 0°C , а лёд лишь плавится.

Ответ

0,72

23 Адиабатическое расширение аргона

При адиабатическом расширении 0,2 кг аргона совершили работу 500 Дж. На сколько уменьшилась при этом температура газа? Молярная масса аргона составляет 40 г/моль. Универсальную газовую постоянную считайте равной $8,3 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{K})$. Ответ выразите в кельвинах и округлите до целых.

Подсказка

При адиабатическом процессе работа совершается за счёт убыли внутренней энергии одноатомного газа.

Ответ

8 К

24 Проволока в золотом слое

Круглую медную проволоку сечением 1 мм^2 покрывают слоем золота толщиной 1 мкм . На сколько уменьшится сопротивление этой проволоки? Удельное сопротивление меди равно $1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, удельное сопротивление золота равно $2,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Запишите ответ в процентах и округлите до второй значащей цифры.

Подсказка

Слой золота и медная проволока соединены параллельно. Оцените сечение слоя золота через периметр проволоки.

Ответ

0,27%