

МОШ, 2012/13, отборочный этап, 11 класс

Условия, ответы и решения

1 КПД наклонной плоскости

Каков КПД подъема на наклонную плоскость с углом наклона 30° , если коэффициент трения между поднимаемым грузом и плоскостью равен 0,2? Ответ выразите в процентах и округлите до целых.

Подсказка

Как связаны полезная работа (подъём на высоту) и полная работа, включающая работу против силы трения на том же пути?

Ответ

74 %

2 Упругий удар под прямым углом

Маленький шарик массой 1 кг после абсолютно упругого столкновения с большим шариком отскочил под прямым углом к направлению своего первоначального движения, уменьшив свою скорость на 25 процентов. Найдите массу большого шарика. Ответ представьте в килограммах и округлите до десятых.

Подсказка

Запишите законы сохранения импульса и энергии; векторы импульса малого шарика до и после удара перпендикулярны.

Ответ

3,6 кг

3 Плотность кислорода

В сосуде содержится кислород при давлении 90 кПа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы кислорода в сосуде равна $6 \cdot 10^{-21}$ Дж. Считая кислород идеальным газом, определите его плотность. Молярная масса кислорода равна 32 г/моль, число Авогадро $6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹. Универсальную газовую постоянную считайте равной 8,3 Дж/(моль·К). Ответ представьте в кг/м³ и округлите до десятых.

Подсказка

Средняя энергия поступательного движения молекулы даёт температуру газа; затем используйте уравнение Менделеева — Клапейрона.

Ответ1,2 кг/м³

4 Приборы Ирины, Марины и Марины

Школьницы Ирина, Карина и Марина конструируют приборы для измерения напряжений. Каждый из приборов состоит из школьного вольтметра, соединенного последовательно с резистором. Сопротивление резистора в приборе Ирины составляет 1 МОм, в приборе Марины — 2 МОм, в приборе Марины — 4 МОм. Прибор Ирины рассчитан на максимальное напряжение (стрелка отклоняется на максимально возможный угол) 3 В, прибор Марины — на 4 В. На какое максимальное напряжение рассчитан прибор Марины? Ответ выразите в вольтах и округлите до целых.

Подсказка

При максимальном отклонении через вольтметр течёт один и тот же ток; сопротивление вольтметра неизвестно, но его можно исключить из двух уравнений.

Ответ

6 В

5 Электроны в магнитном поле

Два электрона влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Радиус траектории первого электрона в 4 раза больше радиуса траектории второго электрона. Найдите отношение кинетической энергии первого электрона к кинетической энергии второго электрона.

Подсказка

Выразите скорость электрона через радиус окружности, затем кинетическую энергию через радиус.

Ответ

16

6 Звёздные величины

В астрономии для измерения яркости звезд используют «звездные величины». Когда звездные величины звезд отличаются на 5, их яркости отличаются в 100 раз (большая звездная величина соответствует меньшей яркости). Известно, что звезда Альфа Центавра имеет нулевую звездную величину, а звезда 72 Геркулеса — пятую. Считая звезды одинаковыми, определите, во сколько раз звезда 72 Геркулеса дальше от Земли, чем звезда Альфа Центавра. Ответ округлите до целых.

Подсказка

Наблюдаемая яркость одинаковых звёзд убывает обратно пропорционально квадрату расстояния.

Ответ

10

7 Орбита коричневых карликов

Открытая в 2003 году система коричневых карликов Эпсилон Индейца В вращается вокруг звезды Эпсилон Индейца А по орбите радиусом примерно 1500 астрономических единиц (одна астрономическая единица — это расстояние от Земли до Солнца). Масса звезды Эпсилон Индейца А составляет 0,762 масс Солнца. За какое время Эпсилон Индейца В совершает полный оборот вокруг звезды? Ответ выразите в тысячелетиях и округлите до целых.

Подсказка

Примените третий закон Кеплера, сравнив систему с системой Земля — Солнце (в годах и а.е.).

Ответ

67 тысячелетий

8 Грузик на пружине в воде

На пружине жесткостью 10 Н/м висит грузик массой 100 г. После того как пружину с грузиком опустили в воду, длина пружины изменилась на 4 см. Определите плотность материала, из которого сделан грузик. Плотность воды $1,0 \text{ г/см}^3$. Ответ выразите в г/см^3 и округлите до десятых.

Подсказка

Изменение растяжения пружины определяется силой Архимеда.

Ответ $2,5 \text{ г/см}^3$

9 Смесь водорода и гелия

В сосуде находится смесь водорода и гелия при температуре 27°C и давлении 140 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

Найдите отношение числа молей газов, затем парциальное давление водорода.

Ответ

90 г

10 Приборы для измерения токов

Школьницы Ирина, Карина и Марина конструируют приборы для измерения электрических токов. Каждый из приборов состоит из школьного амперметра, соединенного параллельно с резистором. Сопротивление резистора в приборе Ирины составляет 1 Ом, в приборе Марины — 2 Ом, в приборе Марины — 10 Ом. Прибор Ирины рассчитан на максимальный ток (стрелка отклоняется на максимально возможный угол) 3 А, прибор Марины — на 2 А. На какой максимальный ток рассчитан прибор Марины? Ответ выразите в амперах и округлите до десятых.

Подсказка

При максимальном отклонении напряжение на амперметре одно и то же; сопротивление амперметра исключается из двух уравнений.

Ответ

1,2 А

11 Амплитуда напряжения в контуре

Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 0,5 Гн и конденсатора емкостью 10 мкФ. Найти амплитуду напряжения на конденсаторе при гармонических колебаниях, если сила тока в контуре равна 0,01 А в те моменты времени, когда напряжение на конденсаторе равно 2 В. Ответ представьте в вольтах и округлите до целых.

Подсказка

Полная энергия контура сохраняется: она складывается из энергии конденсатора и катушки.

Ответ

3 В

12 Фотоны на площадке

Согласно квантовым представлениям, свет можно рассматривать как поток частиц-фотонов. При этом энергия одного фотона с частотой ν равна $h\nu$, где $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка. Представим себе, что источник света мощностью 1 Вт находится на расстоянии 1 км от наблюдателя. Сколько миллионов фотонов попадает за 1 с на площадку в один квадратный миллиметр, расположенную перпендикулярно направлению на источник? Ответ округлите до десятых. Длину световой волны считайте равной 500 нм.

Подсказка

Мощность распределяется по сфере радиусом в 1 км; найдите долю, приходящуюся на площадку, и поделите на энергию фотона.

Ответ

0,2 млн фотонов

13 Стационарный спутник Марса

Известно, что сутки на Марсе примерно равны земным суткам, а масса Марса составляет 0,1 массы Земли. На орбиту какого радиуса надо вывести спутник Марса, чтобы он все время «висел» над одной и той же точкой поверхности? Ответ представьте в тысячах километров и округлите до десятков. Известно, что спутники Земли, «висящие» над одной и той же точкой поверхности, летают по орбите радиусом 42 тысячи километров.

Подсказка

Период спутника равен периоду вращения планеты; как радиус такой орбиты зависит от массы планеты?

Ответ

20 тыс. км

14 Тело на шероховатой поверхности

Тело массой 100 г движется со скоростью 1 м/с по шероховатой поверхности с коэффициентом трения 0,1. На тело действует сила 0,05 Н, направленная по направлению движения. Какое расстояние проедет тело до остановки? Ответ представьте в метрах и округлите до десятых. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с².

Подсказка

Работа всех сил на пути до остановки равна изменению кинетической энергии.

Ответ

1,0 м

15 Изохорный нагрев гелия

В изохорном процессе гелию было передано 150 Дж теплоты. В начальном состоянии объём гелия был равен 5 л, а его температура 37°C. На сколько увеличилось давление газа в этом процессе? Ответ представьте в килопаскалях и округлите до целых.

Подсказка

При изохорном процессе вся теплота идёт на изменение внутренней энергии одноатомного газа.

Ответ

20 кПа

16 Разряд конденсатора через резистор

Заряды на пластинах конденсатора ёмкостью 100 пФ составляют +4 нКл и –4 нКл. Конденсатор разряжают через резистор сопротивлением 10 Ом. Какое количество теплоты выделится на резисторе при разрядке конденсатора? Ответ представьте в микроджоулях и округлите до сотых.

Подсказка

Вся энергия электрического поля конденсатора превращается в теплоту.

Ответ

0,08 мкДж

17 Ионы в магнитном поле

Ионы, пройдя из состояния покоя ускоряющую разность потенциалов, попадают в однородное магнитное поле, перпендикулярное скорости движения ионов. Во сколько раз надо изменить ускоряющую разность потенциалов, чтобы увеличить радиус кривизны траектории ионов в 2 раза?

Подсказка

Скорость иона находится из работы поля, радиус — из второго закона Ньютона с силой Лоренца.

Ответ

увеличить в 4 раза

18 Линза с увеличением 1,5

Фокусное расстояние собирающей линзы равно 0,5 м. Линза дает действительное изображение объекта с увеличением в 1,5 раза. Чему равно расстояние от изображения до линзы? Ответ выразите в см и округлите до целых.

Подсказка

Выразите расстояние до предмета через расстояние до изображения с помощью увеличения и подставьте в формулу линзы.

Ответ

125 см

19 Сила трения колёс автомобиля

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

Скорость постоянна: что уравнивает силу сопротивления воздуха? Это не максимальная сила трения μN .

Ответ

5 кН

20 Воздушные шарики на рычаге

В газе плотностью 1 кг/м^3 находятся два воздушных шарика: один средней плотностью $0,5 \text{ кг/м}^3$ и объемом 1 дм^3 , а другой, неизвестного объема, — средней плотностью $0,75 \text{ кг/м}^3$. Система из рычага с равными плечами и этими шариками, подвешенными за концы рычага, находится в равновесии. Найдите объем второго шарика. Ответ представьте в дм^3 и округлите до целых.

Подсказка

На рычаг действует разность веса и силы Архимеда каждого шарика; плечи равны.

Ответ

2 дм^3

21 Адиабата аргона

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

Подсказка

При адиабатном процессе работа совершается за счёт внутренней энергии газа.

Ответ

8 К

22 Заряд за шестую часть периода

Конденсатор емкости 80 нФ заряжен до напряжения 30 В . Он начинает разряжаться через катушку индуктивностью 200 мГн . Какой электрический заряд протечет через катушку через одну шестую периода колебаний? Ответ представьте в микрокулонах и округлите до десятых.

Подсказка

Заряд конденсатора меняется по гармоническому закону; найдите фазу в момент $T/6$.

Ответ

$1,2 \text{ мкКл}$

23 Три заряда на прямой

Три точечных положительных заряда q , $2q$ и $3q$ расположены на одной прямой в точках с координатами l , $2l$ и $3l$. Найдите отношение модуля силы F_3 , действующей на заряд $3q$, к модулю силы F_2 , действующей на заряд $2q$. Ответ округлите до третьей значащей цифры.

Подсказка

Сложите векторно силы Кулона от двух других зарядов на каждый из зарядов, учитывая направления на прямой.

Ответ

1,69

24 Линза между предметом и экраном

Между светящимся предметом и экраном, находящимися на расстоянии 2 м друг от друга, помещают собирающую линзу. В результате на экране наблюдается четкое изображение предмета. Увеличение системы равно 20. Чему равна оптическая сила линзы? Ответ выразите в диоптриях и округлите до целых.

Подсказка

Расстояния до предмета и до изображения связаны увеличением, а их сумма равна 2 м.

Ответ

11 дптр