

МОШ, 2010/11, отборочный этап, 8 класс

Условия, ответы и решения

1 Пуля и вращающийся шар

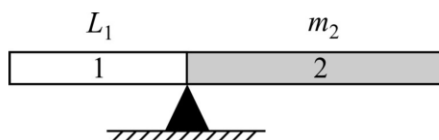
Полый тонкостенный шар радиусом $R = 20$ см вращается вокруг своей оси, совершая один оборот за $t = 0,0016$ с. С какой максимальной скоростью должна лететь пуля, чтобы она смогла пробить шар вдоль радиуса и вылететь из него, сделав в нем всего одно отверстие? Значение числа π принять равным 3,14. Ответ выразите в м/с.

Подсказка

Пуля должна пролететь через шар и успеть выйти через то же отверстие, пока оно не провернулось. На какой угол можно позволить шару повернуться, пока пуля пролетает расстояние в один диаметр?

2 Брусек из двух материалов

Сплошной металлический брусок прямоугольного сечения состоит из двух частей, имеющих разные плотности. Брусек положили на опору, совместив точку опоры с местом соединения этих двух частей (см. рисунок), и брусок при этом оказался в равновесии. Длина части 1 $L_1 = 1$ м, плотность материала этой части $\rho_1 = 7850$ кг/м³, масса другой части $m_2 = 9,42$ кг. Определите плотность материала части 2. Площадь поперечного сечения бруска $S = 10$ см². Ответ выразите в кг/м³.

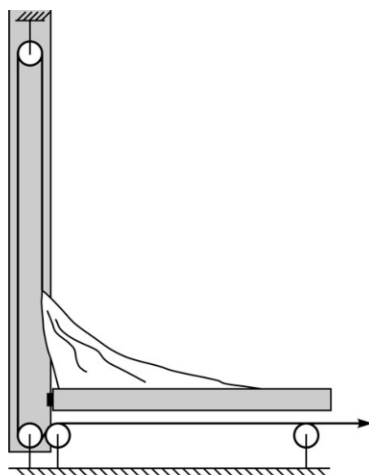


Подсказка

Опора находится на стыке частей, поэтому равновесие определяется моментами сил тяжести обеих частей относительно неё. Где расположен центр масс каждой однородной части?

3 Блоки на яхтах

На королевской регате в результате сильного шторма на двух лидирующих яхтах в системе блоков для поднятия паруса (см. рисунок) образовались неполадки: у первой яхты КПД каждого из двух средних блоков упал до 90%, а у второй яхты КПД каждого из двух крайних блоков упал до 80%. На сколько процентов отличаются КПД подъемных систем парусов у этих яхт?



Подсказка

КПД системы блоков, соединённых последовательно, равен произведению КПД блоков, через которые передаётся усилие. Определите по рисунку, сколько блоков и какого типа в системе.

4 Бараш в колодце

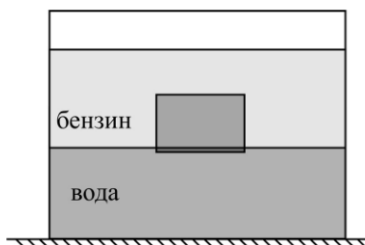
Какую минимальную работу потребуется совершить Крошу, чтобы поднять упавшего в колодец Бараша массой $M = 20$ кг, зацепившегося за конец толстой веревки длиной $L = 10$ м и массой $m = 5$ кг? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с². Ответ выразите в Дж.

Подсказка

Минимальная работа равна приращению потенциальной энергии системы. Верёвка однородная, поэтому её удобно описывать положением центра масс.

5 Шайба на границе воды и бензина

Плоская шайба плавает на поверхности раздела воды и бензина, погрузившись в воду на 10% своего объема V . Определите плотность материала шайбы. Плотность бензина $\rho_1 = 600$ кг/м³, плотность воды $\rho_2 = 1000$ кг/м³. Ответ выразите в кг/м³.



Подсказка

Шайба находится в равновесии: сила тяжести уравновешена суммой архимедовых сил со стороны воды и бензина, каждая из которых определяется погружённой в свою жидкость частью объёма.

6 Иван-дурак и чудо-металл

Иван-дурак нашел во дворе у Бабы-Яги кусок металла непонятной формы. Вернувшись в избушку, Иван измерил разность показаний динамометра, завалявшегося в чулане Бабы-Яги, подвесив находку сначала в воздухе, а затем (не снимая с динамометра) погрузив ее в воду. Эта величина была равна $\Delta F = 50$ Н. Затем Иван поставил в чудо-печь два чудо-котла (теплоемкость котлов равна нулю, а температура их плавления недостижима). В один котел Иван налил ключевой воды с температурой $T_1 = 4$ °С, а в другой положил найденный металл. Иван узнал, что количество теплоты, которое требуется для того, чтобы расплавить металл, равно количеству теплоты, которое потребовалось для испарения всей воды в другом котле. Определив из этих измерений плотность металла ($\rho = 21500$ кг/м³), Иван-дурак с тех самых пор стал Иваном-царевичем. Сколько килограммов воды Иван налил в котел? Температура металла до помещения его в печь была равна $T_2 = 28$ °С.

Величины, обнаруженные Иваном в старинных книгах Бабы-Яги: температура плавления чудо-металла $T_3 = 1770$ °С, его удельная теплота плавления $L = 113$ кДж/кг, его удельная теплоемкость $c_1 = 0,14$ кДж/(кг·°С), плотность воды $\rho_2 = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c_2 = 4200$ Дж/(кг·°С), удельная теплота испарения воды $\lambda = 2,3$ МДж/кг, температура кипения воды $T_4 = 100$ °С, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ округлите до десятых долей кг.

Подсказка

Разность показаний динамометра равна силе Архимеда, откуда находится объём, а затем и масса металла. Далее приравняйте теплоту, нужную для нагрева и плавления металла, к теплоте нагрева и испарения воды.