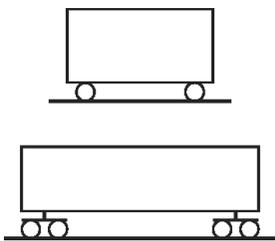


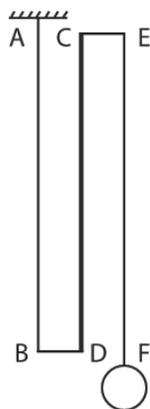
Задача 1. (5–7 классы)

Железнодорожные вагоны XIX века были двухосными — у каждого вагона было четыре колеса, закрепленные на двух осях. А современные вагоны, как правило, четырехосные, причем колесные оси жестко связаны не с корпусом вагона, а с колесными тележками — небольшими платформами, расположенными под концами вагона. Каждая тележка вместе с двумя колесными парами может поворачиваться относительно вагона вокруг вертикальной оси. Почему современные вагоны делают такими? Назовите две причины (или хотя бы одну). (5 баллов)



Задача 2. (5–8 классы)

Большинство материалов расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении. Это явление мешало созданию точных маятниковых часов, так как длина маятника менялась при изменении температуры, и скорость хода часов менялась. Чтобы решить эту проблему, в XVIII веке был изобретен подвес маятника, не расширяющийся при нагревании. Он состоит из трех металлических стержней, соединенных так, как показано на рисунке. Боковые стержни (AB и EF) сделаны из одного и того же металла, а центральный (CD) — из другого. Во сколько раз удлинение центрального стержня при нагревании должно отличаться от удлинения боковых, чтобы длина подвеса не изменялась? (5 баллов)



Задача 3. (5–8 классы)

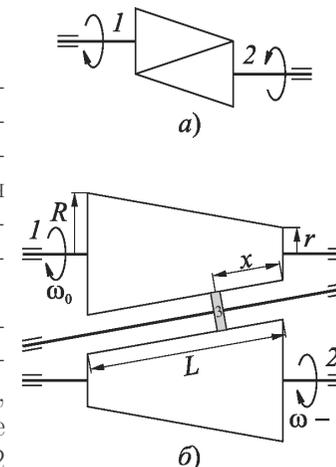
Мальчик, стоящий перед зеркалом, зажмурил левый глаз и закрыл его изображение пальцем, приложенным к зеркалу. Затем он открыл левый глаз и зажмурил правый. Что он увидит в зеркале? Что будет закрывать его палец? Ответ обоснуйте чертёжом. (5 баллов)

Задача 4. (8–9 классы)

Масса некоторого судна равна 16 000 тонн. Его длина (от носа до кормы) — 100 метров, ширина (максимальное расстояние между бортами) — 20 метров. Сможет ли это судно пройти по каналу, глубина в котором 7 метров, или оно обязательно сядет на мель? Ответ обоснуйте. Плотность воды считайте равной 1000 кг/м^3 . (5 баллов)

Задача 5. (8–10 классы)

В 1986 году на вступительном экзамене в МФТИ предлагалась задача, в которой фигурировала фрикционная механическая передача. В ней вращение ведущего вала 1 передавалось ведомому валу 2 за счет трения между двумя одинаковыми конусами, равномерно прижатыми друг к другу по образующей (а).



В реальной технике буквально такая передача никогда не используется. Однако используются сходные устройства, например, *фрикционный вариатор* (б). В нем вращение ведущего вала 1 передается ведомому валу 2 с помощью двух одинаковых усеченных конусов через промежуточный ролик 3. Этот ролик можно перемещать вдоль оси, на которой он вращается, и изменять скорость вращения вала 2 при неизменной скорости вала 1.

а) Почему в технике никогда не используется передача типа (а)? С каким ее недостатком это связано?

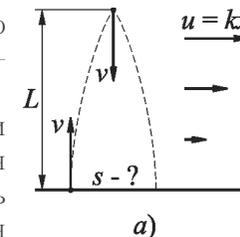
б) Какой параметр (размер) в конструкции фрикционного вариатора должен быть малым (и по сравнению с чем), чтобы это устройство было почти свободно от этого недостатка?

в) Найдите угловую скорость вращения ведомого вала ω , когда ролик находится в положении, показанном на рисунке. Угловая скорость ведущего вала равна ω_0 , ведомый вал не нагружен (вращается свободно). (8 баллов)

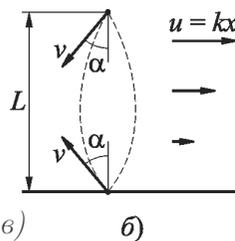
Задача 6. (9–11 классы)

Скорость течения u вблизи от берега некой реки прямо пропорциональна расстоянию до берега x : $u = kx$ (k — известный коэффициент).

а) Пловец стартует из некоторой точки берега и плывет со скоростью v относительно воды, направляя эту скорость перпендикулярно течению. Удалившись от берега на расстояние L , он быстро разворачивается и плывет назад (тоже со скоростью v относительно воды, перпендикулярной течению). На каком расстоянии от точки старта он выйдет на берег?

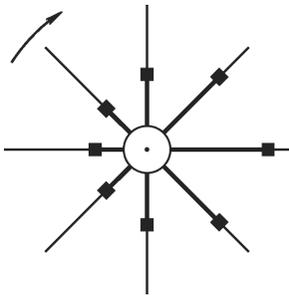


б) Пловец внес изменения в свой заплыв, чтобы течение его не сносило. Он повернул свою скорость относительно воды на некоторый угол α к ее первоначальному направлению (против течения). На обратном пути его скорость повернута на тот же угол и тоже против течения. Каким должен быть угол α , чтобы пловец вышел на берег ровно в точке старта? (8 баллов)



Задача 7. (9–11 классы)

Некий изобретатель предлагает принципиально новую идею движителя для космического корабля. В его конструкции корабль имеет форму цилиндра, снабженного радиально расходящимися спицами. По спицам перемещаются одинаковые грузы, соединенные с кораблем телескопическими штангами. Вся конструкция приводится во вращение, после чего грузы с помощью штанг начинают перемещать так, чтобы одну половину своей траектории (например, правую по рисунку) они проходили на большем расстоянии от корабля, чем другую. По мысли изобретателя, поскольку центробежная сила пропорциональна центростремительному ускорению $a_c = \omega^2 r$, правые грузы будут сильнее тянуть за штанги, чем левые. В результате на корабль будет действовать суммарная сила, направленная вправо, и он начнет разгоняться.



а) Будет ли работать такой движитель? Ответ должен быть аргументированным.

б) Если считаете, что не будет, — найдите ошибку в рассуждении изобретателя. Именно ошибку в рассуждении — ссылки на общие законы природы здесь не принимаются. (8 баллов)

Задача 8. (9–11 классы)

Неопытный школьник подключил амперметр (прибор, внутреннее сопротивление которого очень мало) напрямую к мощному источнику напряжения. В результате через прибор потек ток силой 20 А. У амперметра есть предохранитель — плавкая вставка, в которой ток протекает через тонкую медную проволочку длиной 20 мм и площадью сечения 0,01 мм². При возникновении опасных для амперметра токов проволочка плавится и размыкает цепь. Успеет ли предохранитель расплавиться и спасти амперметр или прибор сгорит раньше? Такой ток этот амперметр выдерживает не дольше 0,02 с.

Удельная теплоемкость меди 390 Дж/(кг × град), удельная теплота плавления $2,13 \times 10^5$ Дж/кг, плотность 8900 кг/м³, удельное сопротивление $1,7 \times 10^{-8}$ Ом × м, температура плавления 1080°C. Начальную температуру проволочки считайте равной 20°C. (8 баллов)

Задача 9. (10–11 классы)

Оцените минимальную скорость ветра, при которой он сможет опрокинуть автобус. (8 баллов)

Задача 10. (10–11 классы)

Выберите самое замечательное, на ваш взгляд, физическое открытие XX века и расскажите младшему брату (любопытному и вдумчивому ученику средних классов), в чем оно состоит и чем именно замечательно. Запишите ваш рассказ в виде короткого (от одной до трех страниц) текста. (10 баллов)

Не забудьте **подписать** свою работу (указать номер карточки, фамилию, имя, школу, класс) и **сдать** её. Сдавать листок с условиями не нужно. Задания, решения, результаты участников (после 20 ноября) и информация о закрытии будут опубликованы по адресу turlom.olimpiada.ru

ЦПМ, МЦНМО и школа «Летово» проведут серию вебинаров для 6–8 классов, посвящённых разбору заданий Турнира Ломоносова, а также олимпиадной подготовке по математике, физике и биологии. Подробнее: turlom.letovo.ru