

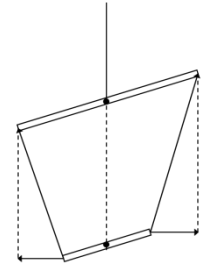
ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ ВАРИАНТ 27881 для 8-го класса

1. Концы двух однородных стержней разной длины привязаны друг к другу двумя нитями разной длины так, что два стержня и две нити образуют четырехугольник. Один из стержней подвесили за середину. Докажите, что в подвешенном состоянии образованная стержнями и нитями фигура будет трапецией.

Решение.

Очевидно, центры масс стержней должны находиться на одной вертикали, иначе на систему будет действовать нескомпенсированные моменты внешних сил тяжести и реакции подвеса.

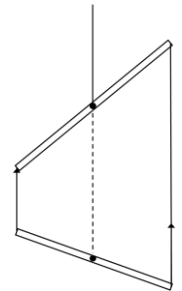
Допустим сначала, что нити не вертикальны. Поскольку центры стержней находятся на одной вертикали, горизонтальные проекции нитей одинаковы (см. рисунок 1).



Рассмотрим равновесие нижнего стержня. Чтобы горизонтальная проекция суммы сил, действующих на стержень, равнялась нулю, силы натяжения нитей должны иметь одинаковые горизонтальные проекции, следовательно, величины сил натяжения должны быть пропорциональны длинам нитей.

Чтобы момент сил (относительно центра стержня), действующих на нижний стержень, равнялся нулю, нужно, чтобы нормальные к стержню проекции сил натяжения нитей были одинаковы, следовательно, стержни должны быть параллельны. Таким образом, они являются основаниями трапеции.

Однако длины стержней и нитей могут быть таковы, что трапеция, в которой основаниями были бы стержни, невозможна (например, длины стержней равны, а нитей – различны). В этом случае нужно отказаться от исходного допущения и считать, что нити вертикальны (см. рисунок 2). Тогда горизонтальная проекция суммы сил, действующих на нижний стержень, равна нулю автоматически, а из равенства нулю момента сил следует, что силы натяжения нитей равны. В этом случае основаниями трапеции являются нити.



Отметим, что любой четырехугольник можно без изменения длин сторон деформировать в трапецию, в которой основаниями будет либо одна пара противоположных сторон четырехугольника, либо другая.

2. Переменный резистор, включенный по схеме 1, позволяет изменять сопротивление участка цепи в пределах от 0 до 4 кОм. Определите в каких пределах будет изменяться сопротивление участка цепи, если тот же переменный резистор подключить как показано на схеме 2.

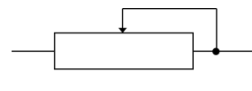


Схема 1

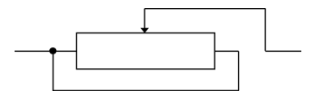
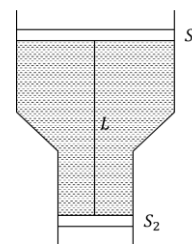


Схема 2

Решение.

При включении по первой схеме номинал резистора должен быть 4 кОм (нижний предел сопротивления – крайнее левое положение движка, верхний пределе – крайнее правое). Если такой же резистор будет включен по второй схеме, то нижний предел регулирования сопротивления будет равен 0 (в крайнем левом или крайнем правом положениях движка), а верхний достигается при положении движка посередине. При этом две половины резистора по 2 кОм оказываются включены параллельно, поэтому верхний предел сопротивления будет 1 кОм.

3. Невесомые поршни вставлены в сосуд переменного сечения и связаны идеальной нитью. Площади поршней S_1 и S_2 , длина нити L . Между поршнями находится вода плотностью ρ . Определите силу натяжения нити. Трением поршней о стенки сосуда пренебречь.



Решение.

Пусть давления воды у верхнего и нижнего поршней равны p_1 и p_2 соответственно. На каждый поршень действуют сила давления воды и равная ей сила натяжения нити

$$p_1 S_1 = T, \quad p_2 S_2 = T.$$

Кроме того, давления связаны друг с другом гидростатическим соотношением

$$p_2 = p_1 + \rho g L.$$

Отсюда

$$\rho g L = \frac{T}{S_2} - \frac{T}{S_1}, \quad T = \frac{\rho g L S_1 S_2}{S_1 - S_2}.$$

4. Студенческий летний лагерь НИУ «МЭИ» расположен в Крыму недалеко от города Алушта. Однажды студенты отправились на морскую экскурсию на теплоходе. Теплоход двигался с постоянной скоростью $v_1 = 15$ узлов прямолинейным курсом. Студенты увидели в трех милях к югу от теплохода катер, идущий постоянным курсом со скоростью $v_2 = 26$ узлов. Через некоторое время студенты заметили этот катер точно за кормой теплохода, причем в этот момент расстояние между судами стало наименьшим (всего 1,5 мили). Определите курс теплохода.

ЗАМЕЧАНИЯ: 1. 1 узел = 1 миля/час.

2. Курсом судна называется угол между плоскостью меридиана и направлением движения судна.

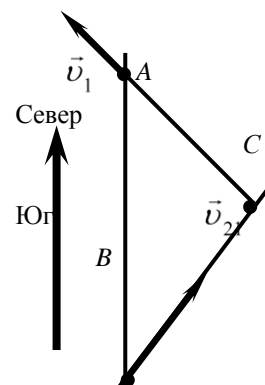
Решение.

Перейдем в систему отсчета, связанную с теплоходом. Теплоход все время находится в точке A . Катер был сначала замечен в точке B , а затем в точке C (см. рис). Поскольку расстояние AC минимально, то скорость катера относительно теплохода перпендикулярна AC , причем $\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$. Так как

$$AC \perp BC, \quad \frac{AC}{AB} = \frac{1,5}{3} = 0,5, \text{ поэтому угол } ABC = 30^\circ.$$

Поэтому курс корабля (угол BAC) равен 60° .

(также принимается ответ 300°).



5. После строительства ГЭС уровни воды в водохранилище перед плотиной и в реке за плотиной всегда различны. Для прохода судов сооружают шлюзы. Корабль, идущий вверх по течению, заходит через нижние ворота в шлюз, уровень воды в котором совпадает с уровнем реки ниже плотины. Ворота шлюза закрываются, и в него накачивается вода до уровня воды в водохранилище. После этого верхние ворота открываются, и корабль выходит из шлюза. Определите, во сколько раз нужно увеличить мощность насоса, накачивающего воду в шлюз, чтобы этот процесс занимал вдвое меньше времени. Работой по повышению уровня воды пренебречь.

Решение.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Заключительный этап.

Чтобы перекачивать вдвое больше воды в единицу времени, насосу нужно разгонять ее до вдвое большей скорости. Таким образом, кинетическая энергия перекачанной в единицу времени воды увеличивается в восемь раз: удваивается за счет удвоения ее количества и увеличивается еще в четыре раза за счет удвоения ее скорости. Значит, нужно в восемь раз увеличить мощность насоса.