Задания заключительного этапа Олимпиады школьников СПбГУ по физике 2024-2025 гг.

Задача 8.1. Вес пенопласта и железа

Вариант 1.1

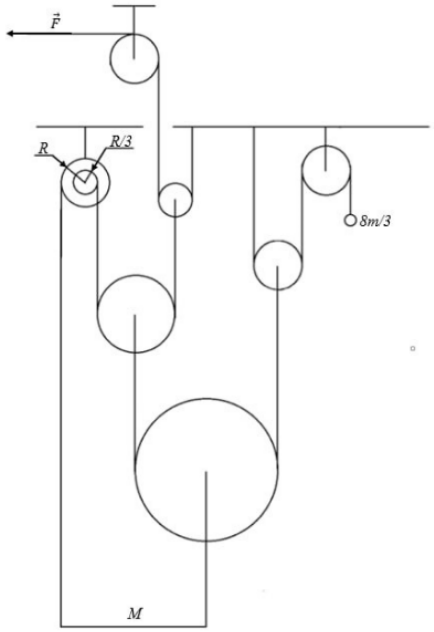
Петя, находясь на улице, с помощью больших весов измерял вес различных тел. Он заметил, что материалы с одинаковой массой могут иметь разный вес, если измерять их на воздухе. Какую разницу в весе одной тонны железа и одной тонны пенопласта получил Петя используя свои весы. Весы, на которых проводились измерения калибровались в вакууме. Плотность воздуха 1,2 кг/м^3, плотность железа 8000 кг/м^3, плотность пенопласта 100 кг/м^3. Ускорение свободного падения принять равным g = 10м/с^2. Ответ приведите в Ньютонах.

Вариант 1.2

Петя, находясь на улице, с помощью больших весов измерял вес различных тел. Он заметил, что материалы с одинаковой массой могут иметь разный вес, если измерять их на воздухе. Какую разницу в весе одной тонны бетона и одной тонны древесины пробкового дерева получил Петя используя свои весы. Весы, на которых проводились измерения калибровались в вакууме. Плотность воздуха 1,2 кг/м^3, плотность бетона 2500 кг/м^3, плотность древесины пробкового дерева 200 кг/м^3. Ускорение свободного падения принять равным g = 10 м/с^2. Ответ приведите в Ньютонах.

Задача 8.2. Задача про блоки

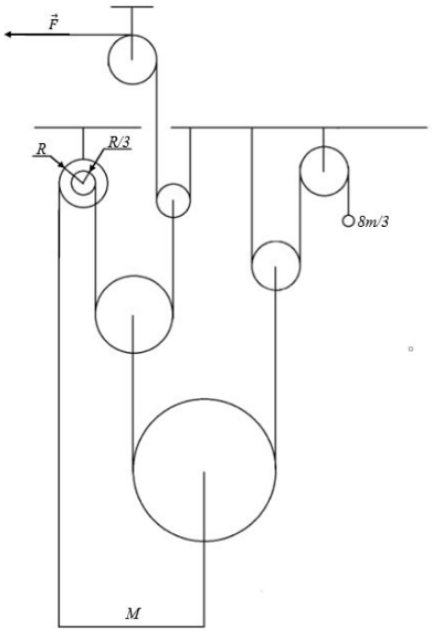
Вариант 1.1



С помощью системы блоков (см. рисунок) удерживается в покое неоднородная балка массой M = 77m/9, при том что к крайнему блоку подвешен груз массой 8m/3. Каждый блок, независимо от его размеров, имеет массу m = 0,1 кг, радиус левых блоков указан на рисунке, R = 0,1 м. Нити невесомые, трение в осях блоков отсутствует. Два левых блока надеты на одну ось и скреплены между собой. Нити по блокам не проскальзывают.

1) Чему должна быть равна величина силы F, чтобы система находилась покое.
2) Где должен находится центр масс балки M относительно её левого края, чтобы балка оставалась в горизонтальном положении, если длина всей балки равна 5R

Вариант 1.2



С помощью системы блоков (см. рисунок) удерживается в покое неоднородная балка массой M = 77m/9, при том что к крайнему блоку подвешен груз массой 8m/3. Каждый блок, независимо от его размеров, имеет массу m = 0,3 кг, радиус левых блоков указан на рисунке, R = 0,2 м. Нити невесомые, трение в осях блоков отсутствует. Два левых блока надеты на одну ось и скреплены между собой. Нити по блокам не проскальзывают.

1) Чему должна быть равна величина силы F, чтобы система находилась покое.
2) Где должен находится центр масс балки M относительно её левого края, чтобы балка оставалась в горизонтальном положении, если длина всей балки равна 10R

<u>Задача</u> **Тепловое КПД**

Вариант 1.1

Вася решил создать свою маленькую электростанцию, чтобы получить электрическую энергию, достаточную для зарядки своего телефона. Для этого он взял кастрюлю с герметично закрывающейся крышкой, в которой проделал отверстие для выхода пара. Над этим отверстием он расположил лопасти, закрепленные на оси электрогенератора. В результате выхода пара лопасти раскручивались, и генератор вырабатывал электричество. В кастрюлю Вася помещал снег с улицы, где была температура – 10℃. В качестве источника энергии он использовал газовые баллоны. Чтобы превратить в пар без остатка каждый килограмм снега, необходим был один баллон с газом. Вася использовал 8 баллонов с газом, в каждом из которых находилось по 200г сжиженного газа, при том, что испарение в кастрюле и горение газа закончились одновременно. Электрическая энергия, полученная с помощью этой электростанции, оказалась равна 10% от всей энергии, полученной снегом. Найдите КПД электростанции, ответ приведите в процентах. Теплоёмкостью кастрюли и лопастей можно пренебречь.

Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг, удельная теплота кристаллизации воды 330 кДж/кг, удельная теплоёмкость воды 4,2 кДж/(кг*℃), удельная теплоёмкость льда 2,1 кДж/(кг*℃), удельная теплота сгорания газа 46 МДж/кг

Вариант 1.2

Вася решил создать свою маленькую электростанцию, чтобы получить электрическую энергию, достаточную для зарядки своего телефона. Для этого он взял кастрюлю с герметично закрывающейся крышкой, в которой проделал отверстие для выхода пара. Над этим отверстием он расположил лопасти, закрепленные на оси электрогенератора. В результате выхода пара лопасти раскручивались, и генератор вырабатывал электричество. В кастрюлю Вася помещал снег с улицы, где была температура – 20℃. В качестве источника энергии он использовал газовые баллоны. Чтобы превратить в пар без остатка каждый килограмм снега, необходим был один баллон с газом. Вася использовал 8 баллонов с газом, в каждом из которых находилось по 400г сжиженного газа, при том, что испарение в кастрюле и горение газа закончились одновременно. Электрическая энергия, полученная с помощью этой электростанции, оказалась равна 15% от всей энергии, полученной снегом. Найдите КПД электростанции, ответ приведите в процентах. Теплоёмкостью кастрюли и лопастей можно пренебречь.

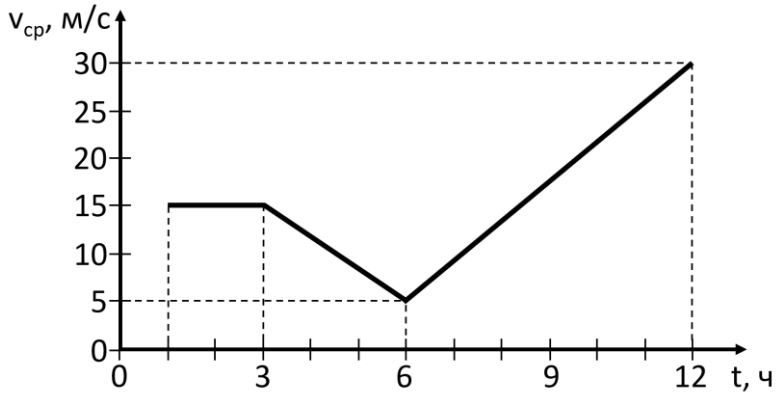
Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг, удельная теплота кристаллизации воды 330 кДж/кг, удельная теплоёмкость воды 4,2 кДж/(кг*℃), удельная теплоёмкость льда 2,1 кДж/(кг*℃), удельная теплота сгорания газа 46 МДж/кг

$\eta=0,1\ (C_{снег}m_{снег}\Delta t_1 + \lambda m_{снег} + C_{вода}m_{снег}\Delta t_2 + Lm_{снег})/\ qNm_{газ\ в\ одном\ баллоне}=0,1m_{1кг}(C_{снег}\Delta t_1 + \lambda + C_{вода}\Delta t_2 + L)/qm_{газ\ в\ одном\ баллоне}=0,15(42000+330000+420000+2300000)/(46000000*0,4)=0,0252=$**2,52%**

Задача Средняя скорость

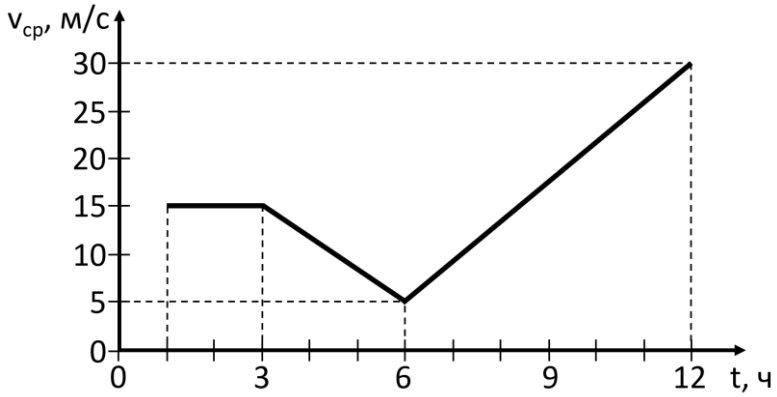
Вариант 1.1

Автомобиль ехал по шоссе с переменной скоростью. На графике представлена средняя скорость автомобиля ($v_{ср}$) за некоторое время после начала отсчета. Найдите среднюю скорость на участке пути пройденного за последние 6 часов. Ответ приведите в м/с.



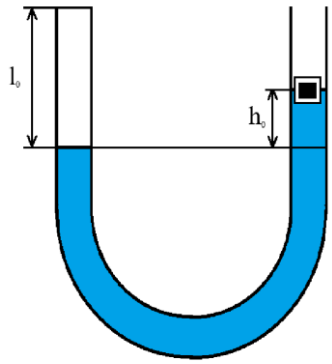
Вариант 1.2

Автомобиль ехал по шоссе с переменной скоростью. На графике представлена средняя скорость автомобиля ($v_{ср}$) за некоторое время после начала отсчета. Найдите среднюю скорость на участке пути пройденного за последние 3 часа. Ответ приведите в м/с.



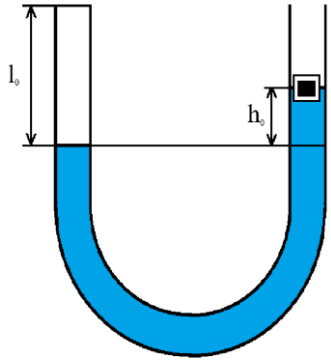
Задача U-образная трубка и кубик льда

Вариант 1.1



В пустую U-образную трубку один из концов которой запаян, залили воду. В налитую воду поместили кубик льда с ребром – 3a, внутри которого был вморожен алюминиевый кубик с ребром – a. После добавления кубика льда уровень жидкости в закрытой части оказался на расстоянии – l_0 от верхнего края трубки, а в открытой части уровень жидкости оказался выше уровня в закрытом на – h_0 (см. рисунок). Как и насколько изменится уровень воды в левом колене, когда весь лёд растает, если изначально нерастаявший кубик плавал? Плотность воды - $\rho_в$, плотность льда – $\rho_л$, плотность алюминия – ρ_{Al}, атмосферное давление - p_a, трубка имеет постоянную площадь поперечного сечения – S. Запертый воздух занимает весь предоставленный ему объём, и создаваемое им давление обратно пропорционально занимаемому объёму (pV=const). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Вариант 1.2



В пустую U-образную трубку один из концов которой запаян, залили воду. В налитую воду поместили кубик льда с ребром – 4a, внутри которого был вморожен алюминиевый кубик с ребром – a. После добавления кубика льда уровень жидкости в закрытой части оказался на расстоянии – l_0 от верхнего края трубки, а в открытой части уровень жидкости оказался выше уровня в закрытом на – h_0 (см. рисунок). Как и насколько изменится уровень воды в левом колене, когда весь лёд растает, если изначально нерастаявший кубик плавал? Плотность воды - $\rho_в$, плотность льда – $\rho_л$, плотность алюминия – ρ_{Al}, атмосферное давление - p_a, трубка имеет постоянную площадь поперечного сечения– S. Запертый воздух занимает весь предоставленный ему объём, и создаваемое им давление обратно пропорционально занимаемому объёму (pV=const). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.