

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

Задача 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°C . 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 $2,3 \text{ МДж/кг}$, удельная теплота кристаллизации воды 330 кДж/кг , удельная теплоёмкость воды $4,2 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$, удельная теплоёмкость льда $2,1 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$, удельная теплота сгорания газа 46 МДж/кг

Вариант 1.2

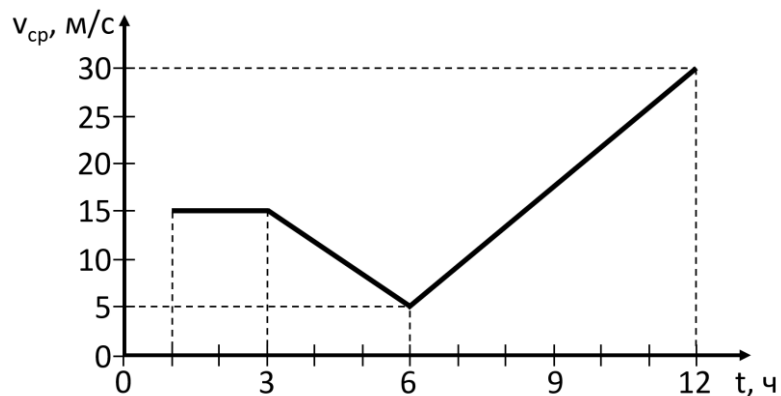
Вася решил создать свою маленькую электростанцию, чтобы получить электрическую энергию, достаточную для зарядки своего телефона. Для этого он взял кастрюлю с герметично закрывающейся крышкой, в которой проделал отверстие для выхода пара. Над этим отверстием он расположил лопасти, закрепленные на оси электрогенератора. В результате выхода пара лопасти раскручивались, и генератор вырабатывал электричество. В кастрюлю Вася помещал снег с улицы, где была температура – 20°C . 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 $2,3 \text{ МДж/кг}$, удельная теплота кристаллизации воды 330 кДж/кг , удельная теплоёмкость воды $4,2 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$, удельная теплоёмкость льда $2,1 \text{ кДж/(кг}^{\circ}\text{C)}$, удельная теплота сгорания газа 46 МДж/кг

Задача **Средняя скорость**

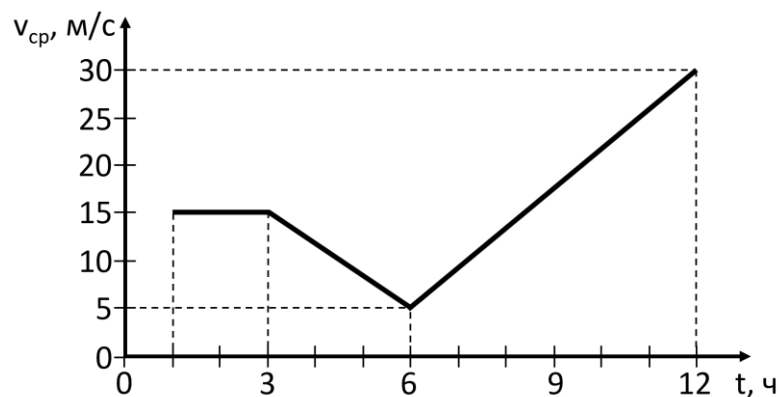
Вариант 1.1

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



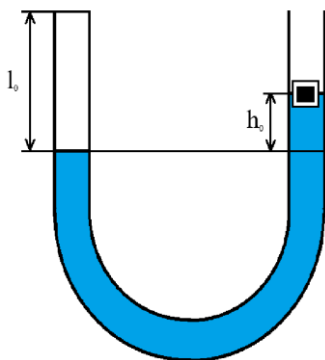
Вариант 1.2

Автомобиль ехал по шоссе с переменной скоростью. На графике представлена средняя скорость автомобиля ($v_{\text{ср}}$) 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

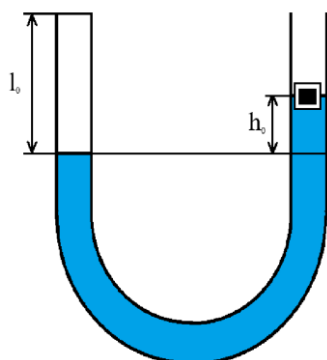
Вариант 1.1



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 – ρ_v , плотность льда – ρ_l , 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 ($pV = \text{const}$). 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 – ρ_v , плотность льда – ρ_l , 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 ($pV = \text{const}$). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Задача Согнутая проволока

Вариант 1.1

Одну клемму источника тока подключили к концу медной проволоки, вторую на некотором расстоянии от первой клеммы, так чтобы длина всей проволоки делилась на два отрезка в отношении 5:3. Свободный конец медной проволоки припаяли к середине этой проволоки, так что образовалась петля. Известно, что длина проволоки равна 80 см, площадь поперечного сечения $0,2 \text{ мм}^2$ и удельное сопротивление меди составляет $0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. На клеммы подали напряжение 5 В. Найдите силу тока, ответ представьте в А, результат округлите до целого.

Вариант 2.1

Клеммы источника тока подключили к концу медной проволоки и на некотором расстоянии от первой клеммы, так чтобы длина всей проволоки делилась на два отрезка в отношении 5:3. Свободный конец медной проволоки припаяли к середине этой проволоки, так что образовалась петля. Известно, что длина проволоки равна 80 см, площадь поперечного сечения $0,4 \text{ мм}^2$ и удельное сопротивление меди составляет $0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$. Через клеммы проходит ток равный 100 А. Найдите напряжение, подаваемое на клеммы. Ответ представьте к В, результат округлите до целого.

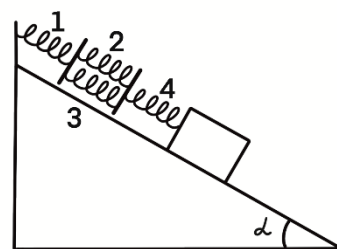
$$I = 8U_s / 4,75r_l$$

$$U = 4,75r_l I / 8s = 2,078B = 2B$$

Задача Пружинные системы и наклонная плоскость

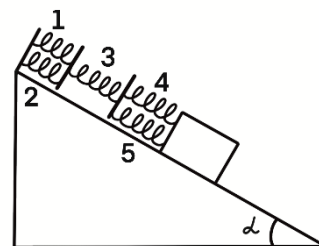
Вариант 1.1

На гладкой наклонной плоскости расположен брусок массой $m = 2 \text{ кг}$, прикрепленный к конструкции пружин (см. рисунок), состоящей из пружин с жёсткостями $k' = 300 \text{ Н/м}$ для 1 и 4 пружин и $k = 100 \text{ Н/м}$ для 2 и 3 пружин. Найти удлинение пружины под цифрой 2. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Все пружины растягиваются параллельно поверхности наклонной плоскости. Пружины 2 и 3 в свободном состоянии имеют одинаковую длину.



Вариант 2.1

На гладкой наклонной плоскости расположен брусок массой $m = 2 \text{ кг}$, прикрепленный к конструкции пружин (см. рисунок), состоящей из пружин с жёсткостями $k' = 300 \text{ Н/м}$ для 3 пружины и $k = 100 \text{ Н/м}$ для всех других пружин. Найти удлинение пружины под цифрой 4. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Все пружины растягиваются параллельно поверхности наклонной плоскости.



Вариант 2.2

На гладкой наклонной плоскости расположен брусок массой $m = 1 \text{ кг}$, прикрепленный к конструкции пружин (см. рисунок), состоящей из пружин с жёсткостями $k' = 400 \text{ Н/м}$ для 3 пружины и $k = 200 \text{ Н/м}$ для всех других пружин. Найти удлинение пружины под цифрой 3. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$. Все пружины растягиваются параллельно поверхности наклонной плоскости. Пружины 1, 2, 4 и 5 в свободном состоянии имеют одинаковую длину.

