

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ.
ФИНАЛЬНЫЙ ЭТАП. 2024 ГОД.
8 КЛАСС**

Уважаемые восьмиклассники, хотим обратить ваше внимание на то, что в финальном туре требуется не только получить ответы на поставленные в задачах вопросы. Для получения баллов за задания необходимо написать полное решение, содержащее поясняющие рисунки (при необходимости), исходные уравнения, рассуждения, вывод необходимых формул и расчеты.

№1. В апреле на садовом участке стоял открытый утепленный короб с вертикальными стенками длиной 1,25 м, шириной 80 см и высотой 20 см. Короб был равномерно засыпан песком на 10 см и термометр показывал температуру песка 12 °С. Вдруг внезапно похолодало, набежала туча и пошел снег. Снежинки состояли из льда массой 40 мг и имели температуру 0 °С. Они падали вертикально со скоростью 1 м/с и попадая на песок мгновенно таяли. Через 10 минут снежинки перестали таять на поверхности песка. По этим данным найдите концентрацию снежинок в воздухе (число снежинок в единице объема). Считайте, что весь песок в коробе равномерно пропитывается водой, имеет в любой момент одинаковую температуру во всём объёме и почти не обменивается теплотой со стенками короба и воздухом. Плотность песка 1600 кг/м³, удельная теплоёмкость песка 838 Дж/кг·°С, удельная теплота плавления льда 335 кДж/кг.

Решение:

Пока температура песка больше 0 °С, снег будет таять и превращаться в воду, а песок будет охлаждаться и пропитываться водой. Как только мокрый песок охладится до 0 °С, снежинки перестанут таять.

Песок отдает тепло, которое идет на плавление льда $Q = c_{п} \cdot \rho \cdot a \cdot b \cdot h \cdot t$, где a – длина, b – ширина, h – высота, t – температура песка.

Тепло на плавление льда $Q = \lambda \cdot M$, масса снежинок $M = N \cdot m$, где N – число снежинок, а m – масса одной снежинки.

Концентрация снежинок в воздухе $n = N/V$, $V = S \cdot H$, $S = a \cdot b$, $H = v \cdot \tau$, τ – время. Получим $N = n \cdot a \cdot b \cdot v \cdot \tau$. Получается $Q = \lambda \cdot n \cdot a \cdot b \cdot v \cdot \tau \cdot m$.

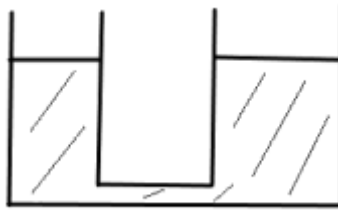
Приравняем Q , при этом $a \cdot b$ сокращается и получим $c_{п} \cdot \rho \cdot h \cdot t = \lambda \cdot n \cdot v \cdot \tau \cdot m$, получим выражение для $n = \frac{c_{п} \cdot \rho \cdot h \cdot t}{\lambda \cdot v \cdot \tau \cdot m} \approx 200 \text{ м}^{-3}$.

Высота короба в решении не используется (лишние данные).

Критерии оценивания:

1. Определено условие, при котором снежинки перестанут таять (температура песка понизится до 0°С)	1
2. Получено выражение для количества теплоты, отданное песком $Q = c_{п} \cdot \rho \cdot a \cdot b \cdot h \cdot t$	2
3. Использована формула для таяния льда $Q = \lambda \cdot M$	1
4. Определена масса растаявших снежинок через массу одной снежинки $M = N \cdot m$	1
5. Получена формула для числа растаявших снежинок через их концентрацию и скорость их падения $N = n \cdot a \cdot b \cdot v \cdot \tau$	2
6. Получено выражение количества теплоты необходимого для таяния снежинок $Q = \lambda \cdot n \cdot a \cdot b \cdot v \cdot \tau \cdot m$	1
7. Из равенства количеств теплоты получено выражение для концентрации снежинок в воздухе $n = \frac{c_{п} \cdot \rho \cdot h \cdot t}{\lambda \cdot v \cdot \tau \cdot m}$	1
8. Получен ответ $n \approx 200 \text{ м}^{-3}$. Если численный ответ получен правильный и из верных соображений, то и формула автоматически засчитывается.	1

№2. Два цилиндрических сообщающихся сосуда имеют площади сечения $S_1=314 \text{ см}^2$ и $S_2=4S_1$. В сосуды налит керосин плотностью $\rho_k=0,85 \text{ г/см}^3$. На сколько изменится уровень жидкости в коленах сосуда после того, как в один из сосудов пометили тело массой 0,628 кг? Известно, плотность тела меньше плотности жидкости, и оно не касается стенок сосуда, в котором плавает. Ускорение свободного падения $g=10 \text{ Н/кг}$. Атмосферным давлением пренебречь.



Решение:

Условие плавания тел:

$mg = \rho_k g V$, где V -объём погруженной части тела

$$V = \frac{m}{\rho_k}$$

Объём погруженной части тела равен объёму вытесненной жидкости:

$$V = V_1 + V_2$$

$$V = \Delta h (S_1 + S_2)$$

$$\Delta h = \frac{4V}{(S_1 + S_2)}$$

Подстановка формул:

$$\Delta h = \frac{m}{\rho_k (S_1 + S_2)}$$

Вычисление дает:

$$\Delta h = 0.47 \text{ см}$$

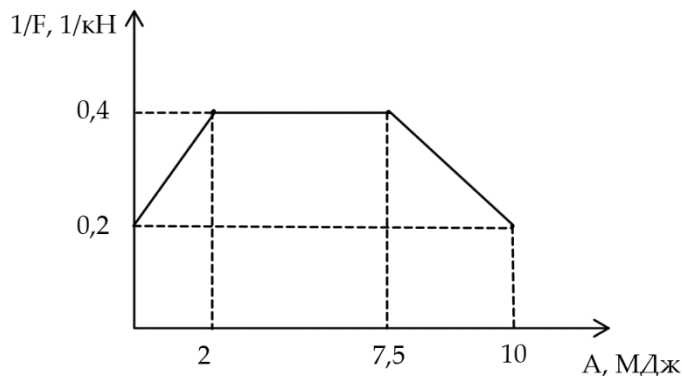
Критерии оценки:

1. Условие плавания тел	2
2. Выраженный объём из условия плавания	1
3. Объём погруженной части тела равен объёму вытесненной жидкости	1,5
4. Выражен объём цилиндра через площадь основания	1,5
5. Найдено S_2	1,5
6. Получена конечная формула для Δh	1,5
7. Получено итоговое значение	1

№3. Инженеры автозавода проводили испытание новой модели автомобиля. Для этого автомобиль, обвешанный многочисленными датчиками, фиксирующими различные параметры его движения, отправили в автопробег по заданному маршруту. Среди многочисленных данных есть график зависимости обратной силы тяги двигателя $1/F$ от работы A , совершенной двигателем автомобиля на одном из участков автопробега. Известно, что на этом участке был затрачен объём бензина $0,7$ л плотностью 900 кг/м^3 . Удельная теплота сгорания бензина примите равной $5 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Определите минимальное значение силы тяги двигателя на этом участке автопробега.
- 2) Определите коэффициент полезного действия двигателя на этом участке автопробега.
- 3) Определите путь, пройденный автомобилем на этом участке автопробега.



Возможное решение:

1) Чем больше величина $1/F$, тем меньше значение силы тяги двигателя F .

По графику определяем $F_{\min} = \frac{1}{0,4 \text{ кН}} = 2,5 \text{ кН}$

2) Масса использованного на участке топлива: $m = \rho V = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,0007 \text{ м}^3 = 0,63 \text{ кг}$

Количество теплоты выделенное при сгорании этого топлива

$$Q = qm = 5 \cdot 10^7 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}} \cdot 0,63 \text{ кг} = 31,5 \text{ МДж}$$

Работа двигателя на участке А = 10 МДж

$$\text{Согласно формуле КПД: } \eta = \frac{A}{Q} = \frac{10 \text{ МДж}}{31,5 \text{ МДж}} = 0,317 = 31,7\%$$

3) Путь можно вычислить как площадь под графиком зависимости $1/F$ от A .

$$S = \frac{0,2 \frac{1}{\text{кН}} + 0,4 \frac{1}{\text{кН}}}{2} \cdot 2000 \text{кДж} + 0,4 \frac{1}{\text{кН}} \cdot 5500 \text{кДж} + \frac{0,2 \frac{1}{\text{кН}} + 0,4 \frac{1}{\text{кН}}}{2} \cdot 2500 \text{кДж} = 3550 \text{ м}$$

Критерии оценивания:

1. Чем больше величина $1/F$, тем меньше значение силы тяги двигателя F	0,5
2. Верное значение F_{\min}	0,5
3. Определена масса затраченного топлива	0,5
4. Определено выделенное количество теплоты при сгорании топлива	1
5. Полезная работа двигателя на участке	0,5
6. Формула КПД	1
7. Дан верный численный ответ во втором пункте(необязательно в процентах)	1
8. Высказана идея вычисления пройденного пути как площадь под данным графиком зависимости	2
9. Записано верное выражение(можно по частям) для определения пути	2
10. Дан окончательный верный ответ в пункте 3	1