

**Задания школьного этапа
Всероссийской олимпиады школьников по физике
2018 – 2019 учебный год
11 класс**

(Решения и критерии оценивания)

**Время выполнения 120 минут
Максимальный балл - 50**

1.(10 Баллов) Когда к плавающей в воде льдинке приложили направленную вверх силу $T = 1$ Н, она оказалась погружена в воду наполовину. С какой направленной вниз минимальной силой F надо подействовать на льдинку, чтобы полностью погрузить ее в воду? Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³, плотность льда $\rho_1 = 900$ кг/м³.

Решение.

Когда льдинка объемом V и массой $m = \rho_1 V$ наполовину погружена в воду, на нее действуют: направленная вниз сила тяжести mg , направленная вверх сила Архимеда $\rho_0 g V/2$ и направленная вверх сила T . Поскольку льдинка находится в равновесии, $T + \rho_0 g V/2 = \rho_1 V g$, и $T = gV(\rho_1 - \rho_0/2)$. При полном погружении в воду на льдинку действуют: направленная вниз сила тяжести $\rho_1 V g$, направленная вверх сила Архимеда $\rho_0 g V$ и направленная вниз сила F . В равновесии $\rho_0 g V = F + \rho_1 V g$, и $F = gV(\rho_0 - \rho_1)$. Разделив два соотношения друг на друга, находим: $F/T = (\rho_0 - \rho_1)/(\rho_1 - \rho_0/2) = 0,25$. Отсюда $F = 0,25$ Н. Ответ: $F = T(\rho_0 - \rho_1)/(\rho_1 - \rho_0/2) = 0,25$ Н.

Критерии оценивания:

Правильно указаны все силы и их направления, действующие на льдинку - 2 балла

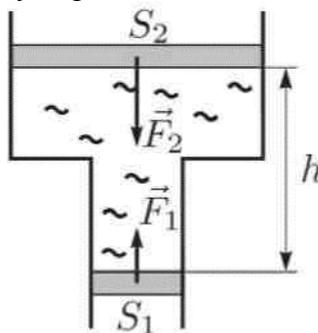
Записан закон Архимеда для первого случая - 2 балла

Записан закон Архимеда для второго случая - 2 балла

Правильно вычислена сила - 4 балла

Задача 2

2.(10 Баллов) В сосуде, закрепленном в штативе, между двумя невесомыми поршнями находится вода ($\rho = 1000$ кг/м³). На поршень 1 площадью $S_1 = 110$ см² действует сила $F = 1,76$ кН, на поршень 2 площадью $S_2 = 2200$ см² действует сила $F_2 = 3,3$ кН. Поршни неподвижны, жидкость несжимаема, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Определите расстояние h между поршнями.



Решение:

Давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня $p_2 = F_2/S_2 = 150$ кПа, давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня $p_1 = F_1/S_1 = 160$ кПа. Разность давлений

равняется гидростатическому давлению $p_1 = p_2 + \rho gh$. Отсюда выражаем $h = 1$ м.

Критерии оценивания:

Найдено давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня - 2 балла.
 Найдено давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня - 2 балла.
 Разность давлений на уровнях поршней приравнена гидростатическому давлению - 4 балла.
 Получен правильный численный ответ - 2 балла.

Задача 3.(10 Баллов) Сидящая на ветке ели белка выбросила ненужный ей гриб горизонтально в тот момент, когда под ней пробежал ёж. Когда ёж находился на расстоянии $L = 40$ см от дерева, гриб упал точно на него. С какой скоростью бежал ёж, если скорость гриба в момент падения на ежа была направлена под углом 45° к горизонту? Размерами ежа, белки и гриба можно пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным $g = 10$ м/с², сопротивление воздуха не учитывать.

Решение

Так как по горизонтали и ёж и гриб переместились на одно и то же расстояние за одинаковое время, и гриб был брошен горизонтально, то скорость ежа была равна начальной скорости гриба

$$V_{\text{ежа}} = V_x. \text{ Следовательно, } \operatorname{tg} \alpha = \frac{|V_y|}{V_x} = \frac{gt}{V_x}.$$

Без учёта сопротивления воздуха перемещение гриба по горизонтали равно $L = V_x t = V_x \cdot \frac{V_x \operatorname{tg} \alpha}{g} = \frac{V_x^2 \operatorname{tg} \alpha}{g}$. Отсюда имеем: $V_x = V_{\text{ежа}} = \sqrt{\frac{gL}{\operatorname{tg} \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,4}{1}} = 2$ м/с.

Ответ: $V_{\text{ежа}} = \sqrt{\frac{gL}{\operatorname{tg} \alpha}} = 2$ м/с.

Критерии оценивания:

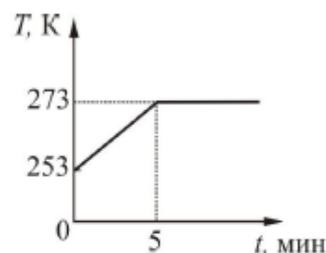
Определено равенство двух скоростей (ежа и гриба) – 4 балла

Найдено выражение для вычисления скорости – 4 балла

Получен правильный ответ – 2 балла

4.(10 Баллов)

Кусок льда нагревали в лабораторной печи в течение длительного времени при постоянной мощности. Начальный участок графика зависимости температуры льда T от времени t показан на рисунке. Сколько времени пройдет от начала нагревания до момента, когда лёд полностью расплавится? Удельная теплоёмкость льда равна 2100 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг.



Решение

Пусть Q – количество теплоты, поступающее к куску льда в единицу времени, m – масса льда, t_1 – время нагрева, t_2 – время плавления. Тогда при нагреве: $C_p m \Delta T = Q t_1$, где C_p – удельная теплоёмкость льда; при плавлении: $\lambda_p m = Q t_2$, где λ_p – удельная теплота плавления льда.

$$t = t_1 + t_2 = t_1 \left(1 + \frac{\lambda_p}{C_p \Delta T} \right) = 5 \left(1 + \frac{3,3 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^3 \cdot 20} \right) \approx 5 \cdot 8,86 = 44,3 \text{ мин.}$$

Ответ: $t = t_1 \left(1 + \frac{\lambda_p}{C_p \Delta T} \right) \approx 44,3$ мин.

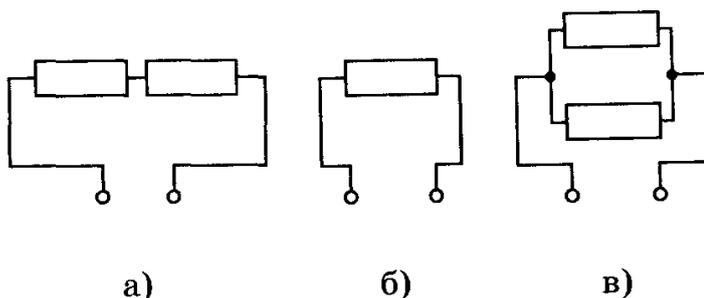
Критерии оценивания

Определено количество теплоты, поступающее ко льду в единицу времени – 4 балла
 Правильно записаны формулы для расчета КТ – 2 балла
 Получен правильный ответ – 4 балла

5 .(10 Баллов) Электроплитка с двумя одинаковыми спиралями позволяет получить три степени нагрева в зависимости от порядка и характера включения спиралей. Начертите схемы включения. Сравните количества теплоты, полученные от плитки за одно и то же время.

Решение

Спирали можно комбинировать следующим образом:



Количество теплоты, полученное от плитки :

для схемы а) $Q_a = \frac{U^2}{2R} \Delta t$, для схемы б) $Q_b = \frac{U^2}{R} \Delta t$, для схемы в) $Q_c = \frac{2U^2}{R} \Delta t$.

Таким образом: $Q_a : Q_b : Q_c = 1 : 2 : 4$.

Критерии оценивания

- Правильно изображены все схемы подключения на рисунке -2 балла
- Получено выражения для расчета КТ в первом случае – 2 балла
- Получено выражения для расчета КТ во втором случае – 2 балла
- Получено выражения для расчета КТ в третьем случае – 2 балла
- Получен правильный ответ – 2 балла