

ЗАДАНИЕ ПО ФИЗИКЕ
ВАРИАНТ 27771 для 7-го класса

1. Иногда в холодную погоду тело человека покрывается «гусиной кожей». Объясните, используя физические законы и явления, почему это происходит.

Решение.

При возникновении «гусиной кожи» волосы на теле человека становятся практически перпендикулярно поверхности кожи, препятствуя свободному перемещению слоёв воздуха вблизи тела. Из-за этого вокруг тела образуется неподвижный слой теплого воздуха, сохраняющего тепло, выделяемое телом.

2. Во время ледохода весной по реке плывёт льдина массой M_0 , к которой сверху примёрз камень массой m . Льдина начинает таять: её масса уменьшается на K кг/час. Через какое время камень утонет? Плотность воды ρ , плотность льда ρ_1 , плотность камня ρ_2 .

Решение.

Чтобы камень утонул, льдине необязательно таять полностью. Достаточно средней плотности системы лед-камень стать равной плотности воды. Обозначим массу оставшегося к этому моменту льда через M .

Тогда средняя плотность равна $\rho_3 = \frac{M+m}{V} = \rho$, где суммарный объем камня и оставшегося льда

равен $V = \frac{M}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}$. Следовательно,

$$M + m = \rho \left(\frac{M}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2} \right).$$

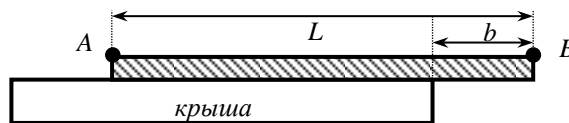
Тогда

$$M = m \frac{(\rho_2 - \rho)\rho_1}{(\rho - \rho_1)\rho_2}.$$

При скорости таяния K до того момента, когда камень утонет, пройдет время

$$t = \frac{M_0 - M}{K} = \frac{M_0 - \frac{m(\rho_2 - \rho)\rho_1}{(\rho - \rho_1)\rho_2}}{K}$$

3. На краю горизонтальной крыши дома лежит однородная доска, причем за край крыши свисает менее половины доски. В точке A на доске сидит голубь, масса которого в n раз меньше массы доски. Голубь со скоростью v начинает идти по доске к точке B . Через какое время голубь должен будет взлететь из-за того, что доска начнет опрокидываться? Величины, указанные на рисунке, считать известными.



Решение.

Обозначим массу голубя M , а массу доски m :

$$\frac{m}{L}(L-b) \frac{L-b}{2} = M(vt - (L-b)) + \frac{m}{L} b \frac{b}{2} \quad \text{поскольку } m = nM, \text{ то}$$

$$vt - L + b + \frac{nb^2}{2L} = \frac{n(L-b)^2}{2L}, \text{ откуда } t = \frac{2(L-b) + n(L-2b)}{2v}$$

4. Кот Матроскин и пёс Шарик купили для своей фермы в Простоквашино металлический бак для воды в форме прямоугольного параллелепипеда с небольшим отверстием в одной грани. Ёмкость бака $V = 1 \text{ м}^3$. Сколько краски понадобится друзьям, чтобы покрасить бак? Известно, что если положить пустой бак на одну грань, то его давление на пол будет равно $p_1 = 100 \text{ Па}$, если на другую – то $p_2 = 200 \text{ Па}$, а если на третью – то $p_3 = 400 \text{ Па}$. Норма расхода краски $\alpha = 100 \text{ г/м}^2$.

Решение.

Обозначим размеры бака a , b и c , а площадь его поверхности S .

$$\begin{cases} p_1 ab = mg \\ p_2 bc = mg \\ p_3 ac = mg \end{cases}$$

Перемножая или складывая все уравнения имеем

$$\begin{cases} \frac{S}{2} = mg \left(\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p_3} \right) = mg \cdot \frac{p_1 p_2 + p_2 p_3 + p_1 p_3}{p_1 p_2 p_3} \\ p_1 p_2 p_3 V^2 = (mg)^3 \end{cases}$$

$$S = 2 \cdot \sqrt[3]{p_1 p_2 p_3 V^2} \cdot \frac{p_1 p_2 + p_2 p_3 + p_1 p_3}{p_1 p_2 p_3} =$$

$$= 2 \cdot \sqrt[3]{8 \cdot 10^6} \cdot \frac{14 \cdot 10^4}{8 \cdot 10^6} = \frac{14}{2} = 7,5 \text{ м}^2$$

$$m_{\text{кр}} = \alpha S = 100 \cdot 7,5 = 750 \text{ г}$$

5. На реке Волга между городами Волгоград и Волжский расположена Волжская ГЭС им. Ф.Г. Логинова. Это крупнейшая гидроэлектростанция Европы. В начале строительства Волжской ГЭС для доставки камня и щебня с восточного (правого) берега Волги была построена канатная дорога, состоящая из двух закольцованных тросов с подвешенными на них вагонетками. Таким образом, по канатной дороге двигались два ряда вагонеток в одну сторону и два в другую: заполненные щебнем вагонетки двигались с восточного берега на западный, а пустые в это же время возвращались обратно. Расстояние между вагонетками на каждом тросе составляло $L = 50 \text{ м}$. Вагонетки объемом $V_1 = 1,5 \text{ м}^3$ каждая двигались со скоростью $u_1 = 2 \text{ м/с}$. Карьер для добычи щебня располагался на расстоянии $l = 2 \text{ км}$ от погрузочной станции канатной дороги. Грузовики из карьера курсировали со средней скоростью $u_2 = 27 \text{ км/ч}$. Определите, какое минимальное количество грузовиков с вместимостью кузова $V_2 = 5 \text{ м}^3$ одновременно должно работать, чтобы канатная дорога не простаивала. Временем погрузки и разгрузки грузовиков и вагонеток пренебречь.

Решение.

Выразим объем щебня, перевозимого канатной дорогой в единицу времени: $Q_1 = 2 \frac{V_1}{t_1}$, где t_1 –

интервал движения между соседними вагонетками: $t_1 = \frac{L}{u_1}$. Таким образом $Q_1 = 2 \frac{V_1 u_1}{L}$. Грузовики

за единицу времени перевозят груз объем щебня, равный $Q_2 = 2 \frac{V_2}{t_2}$, где t_2 – интервал движения

Олимпиада школьников «Надежда энергетики». Заключительный этап.

между соседними грузовиками: $t_2 = \frac{S}{u_2}$ S - расстояние между соседними грузовиками. Таким

образом $Q_2 = \frac{V_2 u_2}{S}$.

Число грузовиков N определяется из соотношения $2l = NS$.

Ясно, что $Q_2 \geq Q_1$, т.е. $\frac{V_2 u_2}{S} \geq 2 \frac{V_1 u_1}{L}$ или $\frac{V_2 u_2}{2l} N \geq 2 \frac{V_1 u_1}{L}$. Отсюда получаем

$$N \geq 4 \frac{V_1 u_1}{V_2 u_2} \frac{l}{L}.$$

Окончательно $N \geq 4 \frac{V_1 u_1}{V_2 u_2} \frac{l}{L} = 4 \frac{1,5 \cdot 2}{5 \cdot 7,5} \cdot \frac{2000}{50} = \frac{64}{5} = 12,8$

Ответ: для полной загрузки канатной дороги необходимо не менее 13 грузовиков.