

МОШ, 2010/11, заключительный этап, 8 класс

[Условия, ответы и решения](#)

1 Забег с убывающей скоростью

Спортсмен начал забег по прямой и первые 10 м бежал со скоростью 10 м/с, следующие 10 м со скоростью 9 м/с, следующие 10 м со скоростью 8 м/с, и так далее... Сколько времени длился забег до остановки? С какой средней скоростью спортсмен пробежал первую половину дистанции $S/2$?

[Подсказка](#)

Найдите время на каждом десятиметровом участке и просуммируйте. Сколько всего участков в забеге? Для первой половины дистанции найдите, на каком участке она заканчивается.

[Ответ](#)

Забег длился $\approx 29,29$ с; средняя скорость на первой половине дистанции $\approx 7,74$ м/с.

2 Согнутая линейка

Металлическая плоская линейка имеет малую одинаковую всюду толщину, одинаковую по всей длине ширину и длину, равную 50 см. На концах линейки находятся отметки: 0 см и 50 см. Линейку согнули под прямым углом. Место сгиба приходится на отметку 40 см. За какое место нужно подвесить на тонкой нити согнутую линейку, то есть вблизи какой отметки нужно закрепить нить, чтобы длинный прямой участок линейки в положении равновесия был горизонтален?

[Подсказка](#)

Если длинный участок горизонтален, то короткий вертикален. Запишите правило моментов относительно точки подвеса, считая вес каждого участка пропорциональным его длине и приложенным в его середине.

[Ответ](#)

Нить надо закрепить на отметке 24 см.

3 Лунка во льду

Однажды зимой рыболов пробурил лунку во льду на поверхности озера и обнаружил, что вода в лунке находится на глубине $h = 18$ см, если отсчитывать от поверхности льда на озере. Расстояние от лунки до ближайшей точки берега озера во много раз больше, чем толщина слоя льда и радиус лунки. Вычислите толщину H слоя льда, считая её одинаковой на всей поверхности озера. Плотность воды равна $\rho_v = 1000$ кг/м³, плотность льда равна $\rho_l = 900$ кг/м³. Массой снега, рыболова и всех других объектов на поверхности озера пренебречь.

Подсказка

Лёд плавает: сила тяжести льда уравновешена силой давления воды снизу. Сравните их для столбика льда с площадью основания S .

Ответ

$$H = \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} h = 1,8 \text{ м.}$$

4 Снегоплавильные пункты Москвы

В Москве построили 30 снегоплавильных пунктов, в которых собранный с улиц снег расплавляется и уже в жидком виде отправляется на очистку. Для плавления снега используется теплая вода из канализации, причем сейчас используется только 1% от сбрасываемого в канализацию количества теплоты. Оцените, сколько процентов от сбрасываемой в канализацию теплой воды надо израсходовать, чтобы перетопить весь выпадающий на улицы и площади снег.

Известно, что на одного москвича в среднем приходится 10 м^2 площади улиц, тротуаров и площадей. Каждый житель сливает в канализацию в среднем 100 л воды в сутки, при этом средняя температура воды на входе в сливное отверстие равна $+30^\circ\text{C}$. Средняя месячная норма осадков зимой для Москвы $\approx 50 \text{ мм}$ (в пересчете на воду). Теплота плавления снега, как и льда, равна примерно $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, плотность воды равна 1000 кг/м^3 , удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$.

Подсказка

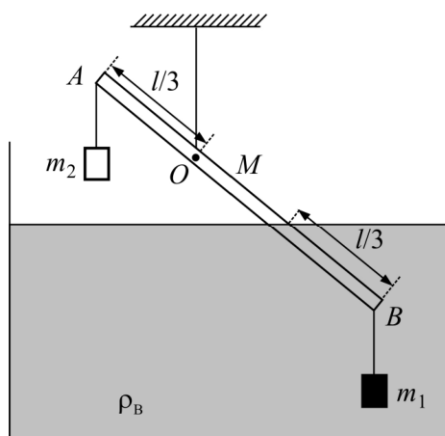
Всё считайте на одного москвича за месяц: масса выпавшего на его 10 м^2 снега, теплота на его плавление и теплота, сброшенная его водой в канализацию (остывание от 30°C , до какой температуры — подумайте, что разумно принять).

Ответ

Чтобы расплавить весь выпадающий снег, надо использовать 44% от сбрасываемой в канализацию теплой воды.

5 Палочка, брусок и сосуд с водой

Деревянная палочка AB длиной $l = 1$ м и массой $M = 0,25$ кг подвешена в точке O , которая находится на одной трети длины палочки от точки A (см. рис.). К правому концу палочки в точке B подвешен медный брусок массой $m_1 = 1$ кг, причем палочка на одну треть своей длины, считая от точки B , погружена в сосуд с водой. К левому концу палочки в точке A подвешен другой груз массой m_2 . Чему равна масса этого второго груза, если система находится в равновесии? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000$ кг/м³, плотность меди $\rho_{\text{м}} = 8900$ кг/м³, плотность дерева $\rho_{\text{дер}} = 400$ кг/м³.



Подсказка

Запишите правило моментов относительно точки O . На медный брусок и на погружённую треть палочки действуют силы Архимеда; найдите точку приложения последней.

Ответ

$$m_2 = 2m_1 \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{м}}} \right) - \frac{M}{2} \left(\frac{\rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{дер}}} - 1 \right) \approx 1,6 \text{ кг.}$$

6 Горящая свеча с шариком

Парафиновая свеча имеет цилиндрическую форму с площадью поперечного сечения $S = 1$ см². Длина свечи $L = 20$ см. Если такая свеча горит на подсвечнике, то время её горения $T = 3$ часа. На одном конце такой свечи подожгли фитиль, а к другому её концу прилепили стальной шарик диаметром $D = 7$ мм. Свечу опустили в воду, и она, горя, некоторое время плавала в вертикальном положении, не касаясь дна сосуда. Сколько часов она горела? Плотность парафина $\rho_{\text{п}} = 0,9$ г/см³, плотность стали $\rho_{\text{с}} = 7,8$ г/см³, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0$ г/см³. Объем шара радиусом R равен $\frac{4}{3}\pi R^3$.

Подсказка

Свеча тонет, когда её средняя плотность вместе с шариком становится равной плотности воды. Найдите оставшуюся длину свечи в этот момент, затем сгоревшую длину и скорость горения.

Ответ

$$t = T \left(1 - \frac{\pi D^3}{6SL} \cdot \frac{\rho_c - \rho_v}{\rho_v - \rho_n} \right) \approx 1,17 \text{ часа.}$$

7 Горячая деталь в воде

В сосуд, где находилось $V = 4$ литра воды при температуре $t = 20^\circ\text{C}$, опускают сильно нагретую стальную деталь массой $m = 2,4$ кг. При этом часть воды быстро испаряется, так, что температура оставшейся части воды практически не успевает измениться. После установления теплового равновесия температура воды в сосуде оказывается равной $t_p = 25^\circ\text{C}$. Найдите начальную температуру стальной детали. Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплоёмкость стали $c_c = 460$ Дж/(кг·°C). Удельная теплота парообразования воды $r = 2,2 \cdot 10^6$ Дж/кг, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Всеми потерями теплоты из сосуда, кроме испарения, пренебречь.

Подсказка

Пусть испарилась масса $m_{\text{п}}$. Запишите баланс теплоты на испарение (деталь остывает до 100°C) и отдельно баланс при выравнивании температуры детали и оставшейся воды.

Ответ

$$t_0 = 100 + \left(V\rho - m \frac{c_c(100 - t_p)}{c_v(t_p - t)} \right) \frac{r + c_v(100 - t)}{c_c m} \approx 231^\circ\text{C}.$$

8 Вода в системе отопления школы

Зимой на входе в систему отопления школьного здания вода имеет температуру $t_1 = +60^\circ\text{C}$. На выходе из этой системы вода имеет температуру $t_2 = +40^\circ\text{C}$. Тепловые потери здания школы вследствие теплопроводности стен, излучения и сквозняков составляют $N = 10^6$ Вт. Трубы, подводящие и отводящие воду, имеют внутренний диаметр $D = 100$ мм. С какой средней по сечению труб скоростью течет в них вода? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

Подсказка

За секунду вода должна отдавать зданию N джоулей. Выразите массу воды, протекающей за секунду, через скорость и сечение трубы.

Ответ

$$v = \frac{4N}{\pi c \rho D^2 (t_1 - t_2)} \approx 1,5 \text{ м/с.}$$

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2010/11, заключительный этап, 8 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.