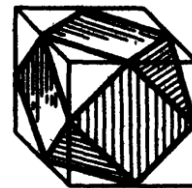


Республиканская политехническая олимпиада школьников.
Муниципальный этап. 2017 г.
Решения.

Задача 1. Решение (12 баллов).

Деталь существует, она изображена на рисунке. Также условиям данной задачи удовлетворяет деталь, состоящая из 8 треугольных пирамид, соединенных вершинами, т.е. являющаяся той частью куба, которая на рис. из куба вырезана.



Задача 2. Решение (10 баллов).

После первого смешивания в емкости содержится $0,06a + 0,2b$ кг соли. Если прибавить к этому раствору 1 кг 6% раствора, получится раствор, содержащий $0,06(a + 1) + 0,2b$ кг соли, а если прибавить 1 кг 20% раствора - $0,06a + 0,2(b + 1)$ кг соли. Известно, что в первом случае получится 10% раствор массой $a + b + 1$ кг, который будет содержать $0,1(a + b + 1)$ кг соли, а во втором случае 18% раствор той же массы, содержащий $0,18(a + b + 1)$ кг соли. Таким образом, можно составить систему уравнений:

$$\begin{aligned} 0,06(a + 1) + 0,2b &= 0,1(a + b + 1), \\ 0,06a + 0,2(b + 1) &= 0,18(a + b + 1). \end{aligned}$$

Вычитая из второго уравнения первое, получаем $a + b = 0,75$. Затем, подставляя $b = 0,75 - a$ в одно из уравнений, получаем $a = 0,25$, $b = 0,5$.

Задача 3. Решение (10 баллов).

Время движения складывается из времени движения со скоростью и времени торможения с ускорением a .

$$t = t_1 + t_2 = \frac{L}{v} + \frac{v}{a} = \frac{La + v^2}{va}$$

Преобразовав уравнение к виду $v^2 - tav + La = 0$, получим квадратичную функцию. Графиком которой является парабола с вершиной в точке $v_0 = \frac{ta}{2}$. Подставляя данное значение скорости в выражение для времени, получаем наименьшее время $t_{min} = \sqrt{\frac{2L}{a}}$ и по нему находим скорость $v_{min} = \sqrt{La}$.

Задача 4. Решение (9 баллов).

Для определения КПД необходимо найти полезную и совершенную работы. Полезная работа, необходимая для подъема груза, равна $A_n = F_m \cdot h$, где $F_m = mg$. Тогда $F_m = 20 \text{ кг} \cdot \frac{9,8 \text{ Н}}{\text{кг}} = 200 \text{ Н}$, $A_n = 200 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м} = 1000 \text{ Дж}$. Совершенная работа определяется по формуле $A_c = F \cdot s$ где s – перемещение веревки. Так как используется подвижный блок, то согласно «золотому правилу механики» $s = 2h$, $s = 2 \cdot 5 \text{ м} = 10 \text{ м}$. Тогда $A_c = 200 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м} = 2000 \text{ Дж}$. КПД найдем по формуле $\eta = \frac{A_n}{A_c} \cdot 100\%$. Рассчитаем: $\eta = \frac{1000 \text{ Дж}}{2000 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 50\%$.

Задача 5. Решение (9 баллов).

Роса увеличивает массу стебля. Поэтому при ударе косой он в меньшей степени изгибается, и коса сразу срезает его.

Роса создает смазку и уменьшает силу трения, когда при обратном движении косы она скользит по траве.

Задача 6. Решение (10 баллов).

Обозначим: V — объем всего тела; V_k — объем погруженной части тела, плавающего в керосине; V_b — объем погруженной части тела, плавающего в воде. На тело, плавающее в керосине, действуют: mg — сила тяжести, $F_k = \rho_k V_k g$ — выталкивающая сила керосина. Из условия плавания

следует, что $mg = F_K$ (1) или $mg = \rho_K V_K g = \rho_K \cdot 0,92Vg$, где ρ_K — плотность керосина. Аналогично запишем условие плавания тела в воде: $mg = F_B$, или $mg = \rho_B V_B g$, (2) где ρ_B — плотность воды. Из уравнений (1) и (2) получим $\rho_K \cdot 0,92Vg = \rho_B V_B g$, откуда $V_B = 0,92\rho_K V / \rho_B = 0,74V$.

Задача 7. Решение (13 баллов).

Масло неподвижно, поэтому его вес P равен силе тяжести mg этого масла $P = mg$. Масса масла $m = \rho Sh/3$, где ρ — плотность масла; S — площадь поверхности воды, h — высота столба масла. Тогда его вес $P = \rho g Sh/3$. Гидростатическое давление масла во всех точках поверхности воды одинаковое, оно от формы столба масла не зависит и составляет $p = \rho gh$. Поэтому сила давления масла на воду $F_d = pS = \rho ghS$. Следовательно, $F_d/p = 3$. Этот результат от высоты h , площади S , плотности жидкости ρ не зависит. Он определяется формой сосуда. На любую площадку ΔS стенки сосуда жидкость (масло) давит с некоторой силой. Стенка в обратном направлении давит на жидкость. Эти силы перпендикулярны к стенке, так как в противном случае жидкость текла бы вдоль стенок. Горизонтальные составляющие этих сил компенсируются, а вертикальные складываются. Их результирующая направлена вертикально вниз и оказывает дополнительно к силе тяжести масла силовое воздействие на поверхность воды. Причем это дополнительная сила в конических сосудах в двое больше, чем сила тяжести жидкости.

Задача 8. Решение (12 баллов).

Начальное давление куба на пол было

$$P = F/S = mg/S. \quad P_0 = 100 \cdot 10 / 0,3 \cdot 0,3 = 11111 \text{ Па}$$

Так как затем высота куба уменьшилась, то пружина растянулась и начала действовать на груз с силой, направленной вверх и равной $F = k \cdot \Delta a$. Кроме того, изменилась и площадь контакта куба с полом. В результате, давление стало равно

$$P_1 = (mg - k\Delta a) / (a - \Delta a)^2 = 14400 \text{ Па.}$$

Отсюда мы находим разницу давлений, величину $P_1 - P_0 = 14400 - 11111 = 3289 \text{ Па.}$

Ответ: $P = 3289 \text{ Па}$

Задача 9. Решение (4 балла).

9 ручек = 27 коробков

1 ручка = 3 коробка

$L_{\text{ручки}} = 3 \cdot L_{\text{коробка}}$

$L_{\text{ручки}} = 3 \cdot 5 \text{ см} = 15 \text{ см}$

Ответ: $L_{\text{ручки}} = 15 \text{ см}$

Задача 10. Решение (11 баллов).

Тепловая энергия, выделяемая на сопротивлении в единицу времени, вычисляется по формуле $Q/\Delta t = I^2 R$. В заданной схеме через резисторы R_1 и R_2 протекает одинаковый ток I_{12} . Так как их сопротивления не равны. Следовательно, на большем из них выделяется больше тепловой энергии: $Q_1 > Q_2$. Аналогично получаем, что $Q_4/\Delta t > Q_3/\Delta t$. Сравнивая энергии, выделяемые на резисторах R_1 и R_4 получаем, что, больше тепла выделяется там, где протекает больший ток. При параллельном соединении токи в ветвях распределяются обратно пропорционально сопротивлениям. Поэтому по нижней ветви потечет больший ток $I_{34} > I_{12}$. Наибольшая тепловая энергия выделяется на сопротивлении R_4 .

