

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ. 2021 уч. г.
ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
7 КЛАСС

Задача 1

Почтальон Печкин ехал по краю шоссе на велосипеде со скоростью $v_1 = 15$ км/ч. Ему навстречу ехали автобусы, которые выезжали с начальной остановки через каждые $\Delta t = 15$ минут. Сколько автобусов проехало навстречу почтальону за время его велосипедной прогулки, если он преодолел расстояние $L = 40$ км? Скорость движения автобусов составляла $V = 65$ км/ч. Если возможных правильных вариантов ответа несколько – укажите один из них (любой).

Возможное решение

Определим, через какой интервал времени почтальон встречает автобусы. Расстояние между автобусами равно $d = V\Delta t$. Если почтальон встретил очередной автобус, то следующий находится на расстоянии d впереди. Это расстояние будет сокращаться за счёт встречного движения почтальона и автобуса, так что встреча произойдёт через $t = \frac{V\Delta t}{V+v}$. Полное время прогулки составило $T = \frac{L}{v}$. Таким образом, в поездку укладывается $\frac{T}{t} = \frac{L(V+v)}{vV\Delta t} \approx 13,1$ интервалов между встречами автобусов. Время поездки содержит 13 полных интервалов между встречами, поэтому количество встреченных автобусов могло составить 13 или 14.

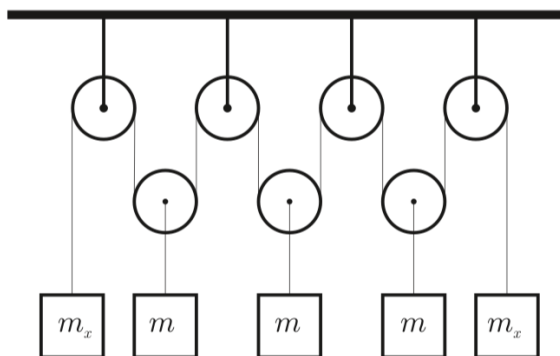
Ответ: 13 или 14 (5 баллов).

Задачи 2-3

Система состоит из невесомых блоков, трёх грузов массой $m = 1$ кг каждый, двух грузов массой m_x каждый и невесомых нитей. Ускорение свободного падения 10 Н/кг.

2) Чему равна величина m_x , если система находится в равновесии? Ответ выразите в кг, округлите до десятых долей. (4 балла)

3) С какой силой действует система на потолок? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа. (3 балла)



Возможное решение

Пусть сила натяжения длинной нити равна T_x . Тогда условие равновесия крайних грузов выглядит следующим образом: $m_x g = T_x$. Если сила натяжения нитей, к которым подвешены грузы массой m , равна T , тогда, рассмотрев равновесие подвижного блока, можно записать равенство: $2T_x = T$. Запишем условие равновесия грузов массой m : $mg = T = 2T_x = 2m_x g$.

Значит, $m_x = m/2 = 0,5$ кг. Система действует на потолок с силой

$$F = 8T_x = 4mg = 40 \text{ Н.}$$

Ответы:

2)	3)
0,5	40

Максимум 7 баллов за задачу.

Задачи 4-7

На рисунке показана анатомическая структура части голени и стопы, которые задействованы в случае, когда человек стоит на цыпочках. Пятка слегка приподнята над полом так, что стопа эффективно касается пола только в точке P . Предположим, что расстояние $a = 5$ см, расстояние $b = 15$ см, а масса человека 90 кг. Ускорение свободного падения $g = 10$ Н/кг. Считайте, что все силы, действующие на стопу, направлены вертикально. Масса стопы пренебрежимо мала по сравнению с массой всего тела. Человек стоит на двух ногах.



- 4) Каково значение силы, действующей на стопу со стороны икроножной мышцы в точке A ? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа. (5 баллов)
- 5) Куда направлена эта сила? (2 балла)
- вверх
 - вниз
- 6) Каково значение силы, действующей на стопу со стороны малой берцовой кости в точке B ? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа. (5 баллов)
- 7) Куда направлена эта сила? (2 балла)
- вверх
 - вниз

Возможное решение

На человека действуют три внешние силы: сила тяжести, равная $mg = 900$ Н, и две одинаковые силы реакции поверхности F_P (человек стоит на двух ногах). Так как человек находится в равновесии, то $F_P = \frac{mg}{2} = 450$ Н.

На стопу действуют три силы: сила F_A со стороны икроножной мышцы, приложенная в точке A , сила F_B со стороны малой берцовой кости, приложенная в точке B , и сила F_P , приложенная в точке P . Силой тяжести, действующей на стопу, можно пренебречь, поскольку масса стопы пренебрежимо мала по сравнению с массой всего тела.

Рассмотрим моменты этих сил относительно точки B . Момент силы F_B равен нулю, потому что она приложена в точке B . Сила реакции F_P направлена вверх, поэтому её момент стремится повернуть стопу против часовой стрелки относительно точки B . Значит, чтобы скомпенсировать действие этого момента, момент силы F_A должен стремиться повернуть стопу по часовой стрелке относительно точки B . Следовательно, сила F_A направлена вверх.

Поскольку стопа находится в покое, равнодействующая сил F_A , F_B и F_P равна нулю, а значит, сила F_B направлена вниз. Запишем правило моментов относительно точки B :

$$F_A a = F_P b \Rightarrow F_A = \frac{F_P b}{a} = 1350 \text{ Н.}$$

Теперь запишем правило моментов относительно точки A :

$$F_B a = F_P (b + a) \Rightarrow F_B = \frac{F_P (b + a)}{a} = 1800 \text{ Н.}$$

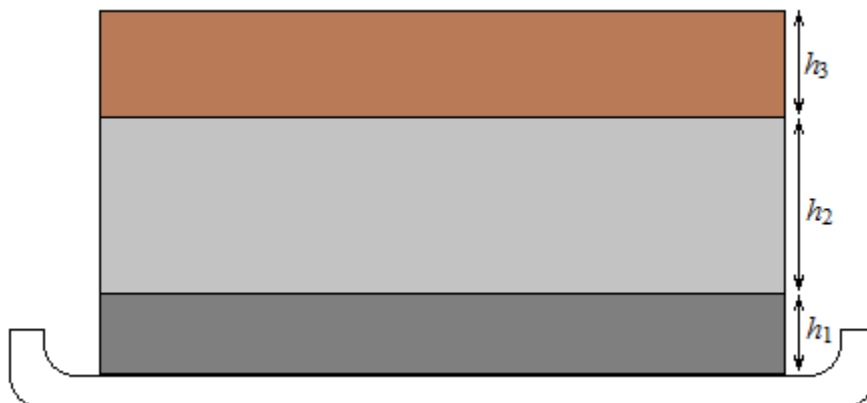
Ответы:

4)	5)	6)	7)
1350	а) вверх	1800	б) вниз

Максимум 14 баллов за задачу.

Задача 8

На тарелке лежит торт, состоящий из трёх слоёв. Эти слои имеют высоту $h_1 = 15$ мм, $h_2 = 25$ мм и $h_3 = 20$ мм, а их плотности соответственно равны $\rho_1 = 600$ кг/м³, $\rho_2 = 460$ кг/м³ и $\rho_3 = 400$ кг/м³. Чему равна средняя плотность всего торта? Ответ выразите в кг/м³, округлите до целого числа.



Возможное решение

Пусть площадь сечения торта равна S . Тогда масса первого слоя равна $\rho_1 S h_1$, второго – $\rho_2 S h_2$, а третьего – $\rho_3 S h_3$. Тогда средняя плотность торта равна

$$\rho = \frac{M_{\text{общ}}}{V_{\text{общ}}} = \frac{\rho_1 S h_1 + \rho_2 S h_2 + \rho_3 S h_3}{S h_1 + S h_2 + S h_3} = \frac{\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3}{h_1 + h_2 + h_3} = 475 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: 475 (5 баллов).

Продолжительность тура: 90 мин.