

**Первый этап Всесибирской Открытой Олимпиады
Школьников по физике 10 ноября 2024 г.
Решения и критерии оценки
7 класс**

1. С круизного лайнера, совершающего тур по реке, упал пассажир. Это сразу же заметили спасатели и снарядили моторный катер за 10 минут. Через 6,5 мин после старта катера, горе-туриста нашли и подобрали. Затем, потратив 19,5 мин, катер вернулся на лайнер. Найдите скорость лайнера. Скорость катера в стоячей воде – 36 км/ч.

Возможное решение:

Обозначим $v = 36 \text{ км/ч}$ – скорость катера в стоячей воде, $t_1 = 10 \text{ мин}$, $t_2 = 6,5 \text{ мин}$, $t_3 = 19,5 \text{ мин}$, $v_{\text{л}}$ – скорость лайнера в стоячей воде.

Перейдем в С.О. реки. Тогда:

$$vt_2 = v_{\text{л}}t_1 \quad (36)$$

*Отсюда уже можно получить ответ, т.к. задача переопределена. Автором задачи предполагалось, что t_1 – неизвестно.

$$v_{\text{л}} = \frac{vt_2}{t_1} = 23,4 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad *(76)$$

Далее, запишем условие встречи лайнера и катера со спасенным туристом:

$$v \cdot t_3 = v_{\text{л}} \cdot (t_1 + t_2 + t_3) \quad (46)$$

*Отсюда можно получить ответ, т.к. задача переопределена.

$$v_{\text{л}} = v \cdot \frac{t_3}{(t_1 + t_2 + t_3)} = 19,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad *(66)$$

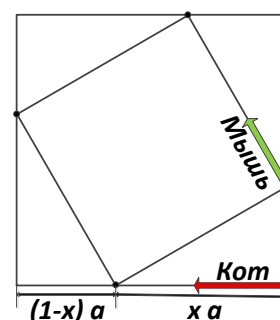
Выразив t_1 и подставив его в условие на встречу, получим окончательный ответ.

$$v_{\text{л}} = \frac{v(t_3 - t_2)}{(t_2 + t_3)} = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad (36)$$

Примечание: Решение задачи без перехода в СО реки при верных выкладках считать полностью верным. В связи с переопределением задачи решения и полученные ответы, помеченные символом “*” считать верными.

Условие равенства пройденных расстояний за 1 промежуток	3 балла
*Ответ	*7 баллов
Условие встречи катера и лайнера после спасения	4 балла
*Ответ	*6 баллов
Выражение скорости лайнера и получение численного ответа	3 балла
*Прим. Оценка задачи ведется ТОЛЬКО по одной ветке решения	
Итог	10 баллов

2. Квадратную комнату, со стороной a , по периметру патрулирует кот с постоянной скоростью по часовой стрелке. Хитрая мышь решила, что если она выроет себе норки на расстоянии $x \cdot a$ ($0 < x < 1$) от углов комнаты, то сможет бегать по квадратной траектории внутри комнаты, начиная от правой стенки и бегая против часовой стрелки и кот ее не сцапает. Где должны располагаться норки, чтобы встреча кота с мышкой происходила ТОЛЬКО у стартовой норки. Какое при этом будет соотношение скоростей?



Возможное решение

$$\begin{aligned} b &= xa \\ c &= (1-x)a \end{aligned}$$

Есть четыре варианта встречи в разных норках. Для каждого варианта приравняем времена движения мыши и кота.

$$\frac{b}{v} = \frac{3\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \quad (16)$$

$$\frac{2b + c}{v} = \frac{2\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \quad (16)$$

$$\frac{3b + 2c}{v} = \frac{\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \quad (16)$$

$$\frac{4b + 3c}{v} = \frac{4\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \quad (26) \rightarrow \frac{v}{u} = \frac{4b + 3c}{4\sqrt{b^2 + c^2}} = \frac{3 + x}{4\sqrt{1 - 2x + 2x^2}} \quad (26)$$

Надо проверить, что при отношении скоростей, соответствующей встрече у четвертой норки, не может произойти встречи у предыдущих норок, т.к. $\frac{v}{u} = \text{const}$

$$\frac{b}{3\sqrt{b^2 + c^2}} = \frac{4b + 3c}{4\sqrt{b^2 + c^2}} \rightarrow x = 9 \quad (16)$$

$$\frac{2b + c}{2\sqrt{b^2 + c^2}} = \frac{4b + 3c}{4\sqrt{b^2 + c^2}} \rightarrow x = 1 \quad (16)$$

$$\frac{3b + 2c}{\sqrt{b^2 + c^2}} = \frac{4b + 3c}{4\sqrt{b^2 + c^2}} \rightarrow x = -\frac{5}{3} \quad (16)$$

Данные значения x не удовлетворяют условию

Примечание: За отсутствие выражения перемещения мыши в явном виде (Сторона внутреннего квадрата) балл не снижается. При учете возможности преодоления нескольких циклов до финальной встречи балл не снижать.

Условия встречи у второй, третьей и четвертой норки	1 балл за каждое
Условие встречи у первоначальной норки + соотношение скоростей	2+2 балла
Проверка невозможности встречи у других норок	1 балл за каждое
Итого	10 баллов

3. В стакан, заполненный водой до высоты h_1 , засунули губку массы m так, что она не успела начать впитывать в себя воду. При этом высота воды в стакане увеличилась до h_2 . По истечении большого количества времени высота столба жидкости упала до h_3 , а губка продолжила плавать полностью погруженной в стакане вследствие впитывания губкой воды. Найдите среднюю плотность влажной губки.

Возможное решение

$$(h_2 - h_1)S = V_r \quad (36)$$

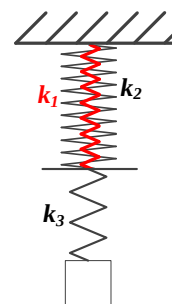
$$(h_2 - h_3)S = V_v \quad (46)$$

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m + \rho_v V_v}{V_r} = \frac{m + \rho_v (h_2 - h_3)S}{(h_2 - h_1)S} \quad (36)$$

Примечание: За отсутствия введения площади стакана баллы не снимаются (неявно считая $s = 1$). За использование факта, что губка почти полностью погружена в воду (высота над поверхностью незначительна) ставится полный балл.

Нахождение объема губки	3 балла
Нахождение объема впитанной воды	4 балла
Вычисление средней плотности	3 балла
Итого	10 баллов

4. Система из трех пружин жесткости k_1 , k_2 и k_3 соответственно, соединены, как показано на рисунке (расстояние между пружинками пренебрежимо мало). К ним прикрепляют грузик, и нижняя точка опускается на 12 см. Пружинка k_1 (узкая в центре) ломается. Вследствие этого, грузик опускается до 15 см. Найдите жесткость k_1 , если $k_2 = 10$ Н/м а $k_3 = 15$ Н/м.



$$mg = h_1 \frac{k_3(k_1 + k_2)}{k_1 + k_2 + k_3} \quad (26)$$

$$mg = h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} \quad (26)$$

$$h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} = h_1 \frac{k_3(k_1 + k_2)}{k_1 + k_2 + k_3} \quad (16)$$

$$h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} (k_1 + k_2 + k_3) = h_1 k_3 (k_1 + k_2) \quad (26)$$

$$k_1 = \frac{h_1 k_3 k_2 - h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} (k_2 + k_3)}{h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} - h_1 k_3} \quad (26) = 5 \text{ Н/м} \quad (16)$$

Примечание: Существует решение, предполагающее запись равенства сил упругости, действующих на точку сцепки трех пружин, которое также является верным и оценивается в максимум баллов