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 = 36км/ч – скорость катера в стоячей воде, t_1 = 10мин, t_2 = 6,5мин, t_3 = 19,5мин, $v_л$ – скорость лайнера в стоячей воде.
Перейдем в С.О. реки. Тогда:

$$vt_2 = v_л t_1 \qquad (3б)$$

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

$$v_л = \frac{vt_2}{t_1} = 23{,}4\,\frac{км}{ч} \qquad *(7б)$$

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

$$v \cdot t_3 = v_л \cdot (t_1 + t_2 + t_3) \qquad (4б)$$

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

$$v_л = v \cdot \frac{t_3}{(t_1+t_2+t_3)} = 19{,}5\,\frac{км}{ч} \qquad *(6б)$$

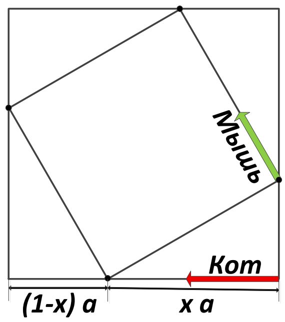
Выразив t_1 и подставив его в условие на встречу, получим окончательный ответ.

$$v_л = \frac{v(t_3 - t_2)}{(t_2+t_3)} = 18\,\frac{км}{ч} \qquad (3б)$$

***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·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

$$b = xa$$
$$c = (1 - x)a$$

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

$$\frac{b}{v} = \frac{3\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \text{ (1б)}$$

$$\frac{2b + c}{v} = \frac{2\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \text{ (1б)}$$

$$\frac{3b + 2c}{v} = \frac{\sqrt{b^2 + c^2}}{u} \text{ (1б)}$$

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

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

$$\frac{b}{3\sqrt{b^2 + c^2}} = \frac{4b + 3c}{4\sqrt{b^2 + c^2}} \rightarrow x = 9 \text{ (1б)}$$

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

$$\frac{3b + 2c}{\sqrt{b^2 + c^2}} = \frac{4b + 3c}{4\sqrt{b^2 + c^2}} \rightarrow x = -\frac{5}{3} \text{ (1б)}$$

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
Итог	10 баллов

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

Возможное решение

$$(h_2 - h_1)S = V_{\text{г}} \text{ (3б)}$$

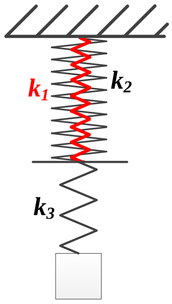
$$(h_2 - h_3)S = V_{\text{в}} \text{ (4б)}$$

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m + \rho_{\text{в}} V_{\text{в}}}{V_{\text{г}}} = \frac{m + \rho_{\text{в}}(h_2 - h_3)S}{(h_2 - h_1)S} \text{ (3б)}$$

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
Итог	10 баллов

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



$$mg = h_1 \frac{k_3(k_1 + k_2)}{k_1 + k_2 + k_3} \text{ (2б)}$$

$$mg = h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} \text{ (2б)}$$

$$h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} = h_1 \frac{k_3(k_1 + k_2)}{k_1 + k_2 + k_3} \text{ (1б)}$$

$$h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3}(k_1 + k_2 + k_3) = h_1 k_3 (k_1 + k_2) \text{(2б)}$$

$$k_1 = \frac{h_1 k_3 k_2 - h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3}(k_2 + k_3)}{h_2 \frac{k_3 k_2}{k_2 + k_3} - h_1 k_3} \text{(2б)} = 5 \, {}^{\text{Н}}/_{\text{м}} \text{ (1б)}$$

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