

**8 класс****1. Осторожно, крокодил!**

(Замятин М.)

Крокодил Гена развивает скорость  $v_1 = 5$  м/с, но пробежать может не более  $L_1 = 100$  м. После этого у него остаются силы только на последний рывок с  $v_2 = 10$  м/с на расстояние  $L_2 = 10$  м. Чебурашка умеет бегать со скоростью  $v_3$ . Какую минимальную безопасную дистанцию  $L$  от крокодила должен соблюдать Чебурашка, чтобы Гена не смог его догнать? Рассмотреть случаи, когда скорость Чебурашки  $v_3 = 4$  м/с и  $v_3 = 6$  м/с.

**Возможное решение**

Если скорость Чебурашки меньше скорости крокодила, то расстояние между ними все время сокращается, и в худшем случае встреча может произойти в конце движения Гены через  $\tau = \frac{L_1}{v_1} + \frac{L_2}{v_2} = 21$  с. За это время

Чебурашка должен оказаться не менее чем на  $L_1 + L_2$  от начального положения крокодила. Следовательно,  $L = L_1 + L_2 - v_3 \tau = 26$  м. В случае, если скорость Чебурашки больше скорости обычного бега Гены, ему надо опасаться только быстрого рывка крокодила (крокодил может сделать этот рывок и в самом начале). Тогда безопасная дистанция определяется сближением за время рывка.  $L = \frac{L_2}{v_2} (v_2 - v_3) = 4$  м.

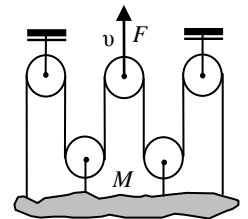
**Критерии оценивания**

- Найдены времена движения крокодила на отдельных участках 2 балла
- Идея условия встречи при  $v_3 < v_2$  2 балла
- Найдено  $L$  в первом случае 2 балла
- Идея условия встречи при  $v_3 > v_2$  2 балла
- Найдено  $L$  во втором случае 2 балла

**2. Подъем**

(Фольклор)

Груз массой  $M = 120$  кг поднимают равномерно со скоростью  $u = 2$  км/ч с помощью системы блоков так, что он движется поступательно (не вращается). Какую силу  $F$  для этого надо прикладывать к среднему блоку, и с какой скоростью  $v$  поднимается этот блок? Массой троса и блоков пренебречь. Трения в осях блоков нет. Трос нерастяжим. Принять  $g = 10$  Н/кг.

**Возможное решение**

Из-за отсутствия трения и невесомости троса, сила натяжения троса  $T$  всюду одинакова. Груз уравнивает сила  $6T = Mg$ . Блок, к которому приложена сила  $F$ , тоже невесом, следовательно, сумма сил приложенных к блоку равна нулю и  $F = 2T$ . Окончательно,  $F = Mg/3 = 400$  Н. Для нахождения связи между скоростями блока и груза воспользуемся условием нерастяжимости троса. Подъем блока, за который тянут груз, на некоторую высоту  $L$  при неизменном положении груза, потребовал бы удлинения троса на  $2L$ . В свою очередь, подъем груза на высоту  $h$ , при неизменном положении блока, был бы возможен при уменьшении длины троса на  $6h$ . Но, по условию трос нерастяжим, следовательно,  $6h = 2L$ . Откуда, скорости блока и груза связаны соотношением  $v = 3u = 6$  км/ч. К этому же результату можно было прийти из энергетических соображений.

**Критерии оценивания**

- Обосновано равенство сил натяжения троса 2 балла
- Условие равномерного подъема груза ( $6T = Mg$ ) 2 балла
- Учтена невесомость блока ( $F = 2T$ ) 2 балла
- Ответ для силы  $F$  1 балл
- Обоснование связи скоростей блока и груза 2 балла
- Ответ для скорости блока 1 балл

Сегодня, 19 декабря 2015 года, на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru) составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru).

**3. Лёд и вода****(Фольклор)**

В калориметр поместили 100 г льда и налили 25 г воды. После установления теплового равновесия оказалось, что масса льда не изменилась. Какие значения начальной температуры могли быть у льда в таком эксперименте? Удельная теплоемкость льда  $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$ , удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$ . Удельная теплота плавления льда  $330 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой можно пренебречь.

**Возможное решение**

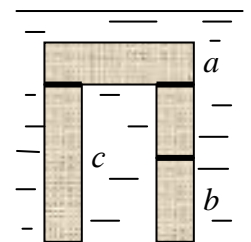
Так как после теплообмена лед находится в равновесии с жидкостью, то температура получившейся смеси  $0^\circ\text{C}$ . Масса льда не изменилась, что указывает на отсутствие процессов плавления и кристаллизации. По условию вода изначально была в жидком состоянии, следовательно, остыть она могла не более чем на  $100^\circ\text{C}$ . Составим уравнение теплового баланса  $m_{\text{л}}c_{\text{л}}\Delta t_{\text{л}} = m_{\text{в}}c_{\text{в}}\Delta t_{\text{в}}$ . Откуда, с учетом масс и теплоемкостей, максимальное изменение температуры льда  $50^\circ\text{C}$ . Окончательно, лед мог иметь температуру от 0 до  $-50^\circ\text{C}$ .

**Критерии оценивания**

- |  |         |
|--|---------|
| • Обоснована конечная температура смеси $0^\circ\text{C}$    | 1 балл  |
| • Указано максимальное изменение температуры воды            | 2 балла |
| • Обосновано отсутствие процессов плавления и кристаллизации | 1 балл  |
| • Уравнение теплового баланса                                | 3 балла |
| • Найдена минимальная температура льда                       | 2 балла |
| • Явно указан диапазон возможных температур льда             | 1 балл  |

**4. Кирпичи в аквариуме****(Кармазин С.)**

Кирпич представляет собой параллелепипед, ребра которого относятся как  $a : b : c = 1 : 2 : 4$ . Плотность кирпича  $\rho_{\text{к}} = 3\rho_{\text{о}}$ , где  $\rho_{\text{о}} = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$  – плотность воды. Кирпичная конструкция, изображенная на рисунке, и состоящая из 4-х кирпичей, расположена на дне аквариума и полностью погружена в воду. Вода затекает во все стыки этой конструкции и под нее. Чему равно отношение давления левой «ноги» на дно аквариума к давлению правой ноги? Как изменится это отношение, если воду из аквариума вылить?

**Возможное решение**

На каждый кирпич в данной конструкции действует сила Архимеда  $F$ . Следовательно, каждый кирпич давит на опору с силой  $T = (mg - F)$ , при этом верхний кирпич давит на две симметричные опоры с силой  $T/2$  на каждую. Площадь основания левой ноги  $S_{\text{л}} = ab = 2a^2$ , площадь основания правой ноги равна  $S_{\text{п}} = ac = 4a^2$ . Следовательно, давление на дно аквариума левой ноги  $P_{\text{л}} = ((3/2)T)/2a^2$ , а правой ноги  $P_{\text{п}} = ((5/2)T)/4a^2$ . Откуда,  $P_{\text{л}}/P_{\text{п}} = 6/5$ . Если воду из аквариума вылить, отношение давлений не изменится, так как в этом случае все кирпичи будут давить на свою опору с силой  $Q = mg$ , а верхний кирпич будет давить на свои опоры с силой  $Q/2$ .

**Критерии оценивания**

- |  |         |
|--|---------|
| • Указано, что давление по определению $P = F/S$           | 1 балл  |
| • Учтена сила Архимеда при расчете давления на опору       | 2 балла |
| • Указано, что верхний кирпич давит одинаково на обе опоры | 2 балла |
| • Правильно записаны площади опор (отличие в 2 раза)       | 2 балла |
| • Проведены вычисления и получен правильный ответ          | 2 балла |
| • Показано, что без воды отношение не изменится            | 1 балл  |

Сегодня, 19 декабря 2015 года, на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru) составители олимпиады проведут онлайн-разборы задач. Время начала разборов: 7 класс 15:30, 8 класс 16:30, 9 класс 17:30, 10 класс 19:00, 11 класс 20:30.

Для участия в разборе необходимо заранее зарегистрироваться на портале [online.mipt.ru](http://online.mipt.ru).