

**Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике
2017-2018 учебный год
9 класс**

Продолжительность олимпиады: 210 минут. Максимально возможное количество баллов: 40

Задание 1. Длина Удава.

(6 баллов)

Пусть L - длина Удава, v - скорость бегущей Мартышки, u - скорость ползущего Удава. t_1 - время забега Мартышки до головы Удава, t_2 - время забега в обратном направлении. Тогда в системе отсчета, связанной с ползущим Удавом, для прямого и обратного забега Мартышки можно составить следующие

два уравнения:
$$(v-u) = \frac{L}{t_1}, \quad (v+u) = \frac{L}{t_2}.$$
 Аналогичные уравнения, записанные в системе отсчета,

связанной с пальмой, будут иметь вид:
$$v = \frac{x_1}{t_1}, \quad v = \frac{x_1 - x_2}{t_2}.$$

Здесь $x_1 = 48$ и $x_2 = 16$ - координаты первого и второго бананов, выраженные в Попугаях. Решая эту систему четырех уравнений, получим, что $L=38,4$ попугая, $\frac{v}{u} = 5$.

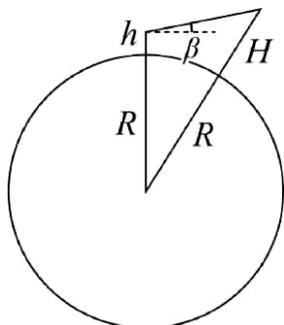
Ответ: длину Удава=38,4 попугая. В 5 раз быстрее бежит Мартышка, чем ползает Удав.

Критерии оценивания:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
6	Полное верное решение
5	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
4	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
3	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Задание 2. На вершине Эльбруса.

(8 баллов)



Решение:

По теореме косинусов:

$$(R + H)^2 = (R + h)^2 + L^2 = 2L(R + h) \cdot \cos(90^\circ + \beta),$$

$$\Rightarrow L = (R + h) \cos(90^\circ + \beta) + \sqrt{(R + h)^2 \cdot \cos^2(90^\circ + \beta) - (R + h)^2 + (R + H)^2}.$$

Ответ: $L = 40,03$ км

Критерии оценивания:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
8	Полное верное решение
6-7	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.

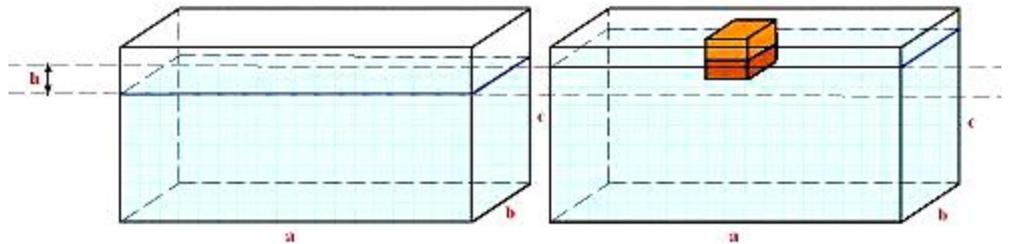
- 4-5 Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
- 3 Найдено решение одного из двух возможных случаев.
- 2 Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
- 1 Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
- 0 Решение неверное, или отсутствует.

Задание 3. Аквариум.

(8 баллов)

Решение:

1. Найдем давление на дно; среднее давление на боковые стенки равно половине давления на дно (давление жидкости зависит от глубины линейно);



определим боковую поверхность параллелепипеда, занимаемого водой. Всё это естественно для двух случаев (без кубика и с ним). А далее сила – произведение среднего давления на площадь боковой поверхности. И разность между силами – ответ задачи.

В начале давление на дно: = боковая поверхность: $P_1 = \rho_B g c$

$$\text{Боковая поверхность } S_1 = 2(a + b) \frac{3}{4} c$$

$$\text{сила } F_1 = \frac{3}{2}(a + b)c \frac{1}{2} \rho_B g c = \frac{3}{4}(a + b) \rho_B g c^2$$

2. После опускания кубика давление на дно и изменение высоты воды в аквариуме можно получить:

$$P_2 = \rho_B g c + \frac{\rho_X V g}{ab}; \quad \rho_X V g = \rho_B g h a b; \quad h = \frac{\rho_X V}{\rho_B a b}, \quad \text{где } V - \text{объём куба.}$$

$$F_2 = \frac{1}{2} P_2 S_2 = \frac{1}{2} \left(\rho_B g c + \frac{\rho_X V g}{ab} \right) \cdot \left(2(a + b) \cdot \left(\frac{3}{4} c + \frac{\rho_X V}{\rho_B a b} \right) \right)$$

$$\text{Искомая сила: } F = F_2 - F_1$$

Критерии оценивания:

- | | |
|-------|--|
| Баллы | Правильность (ошибочность) решения |
| 8 | Полное верное решение |
| 6-7 | Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение. |
| 4-5 | Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические). |
| 3 | Найдено решение одного из двух возможных случаев. |
| 2 | Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение. |
| 1 | Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении). |
| 0 | Решение неверное, или отсутствует. |

Задание 4. Полет спутника.**(8 баллов)**

Вокруг Земли спутник летит с первой космической скоростью $v_1 \approx 8 \text{ км/с}$, все время «падая» па ее поверхность. За малый промежуток времени $\tau = 20 \text{ с}$ его вертикальное смещение составит $h = g \cdot \tau^2 / 2 \approx 2000 \text{ м}$.

Этот же результат получается, если определить расстояние h из геометрических соображений, принимая во внимание, что за время τ спутник пролетит вдоль поверхности Земли расстояние $L \approx v_0 \cdot \tau$. Поскольку $R^2 - (R - h)^2 = L^2$, из этого уравнения находим $h \approx L^2 / 2R \approx 2 \text{ км}$. После раскрытия скобок мы пренебрегли членом h^2 по сравнению со слагаемыми L^2 и $2Rh$.

Критерии оценивания:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
8	Полное верное решение
6-7	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
4-5	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
3	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Задание 5. Электрическая цепь.**(10 баллов)**

Сила тока, протекающего через вольтметр V_2

$$i_2 = I_2 - I_1$$

Сопротивление вольтметра $R_V = \frac{U_2}{i_2} = \frac{U_2}{I_2 - I_1}$

Сила тока, протекающего через вольтметр $i_1 = \frac{U_1}{R_V} = \frac{U_1}{U_2} (I_2 - I_1)$.

Сила тока, протекающего через резистор $I_R = I_1 - i_1 = I_1 - \frac{U_1}{U_2} (I_2 - I_1)$

Сопротивление резистора $R_V = \frac{U_1}{I_R} = \frac{U_1 U_2}{U_2 I_1 - (I_2 - I_1) U_1}$

Числовое значение сопротивления резистора
 $R = 323 \text{ Ом}$.

Критерии оценивания

Получено выражение для i_2	2 балла
Найдено сопротивление вольтметра	2 балла
Найдена сила тока, протекающего через вольтметр V_1	1 балл
Найдена сила тока, протекающего через резистор -	2 балла
Получено выражение для сопротивления резистора	2 балла
Получено числовое значение для R	1 балл