

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по  
ФИЗИКЕ  
2010-2011 учебный год  
11 класс  
Максимальный балл - 50**

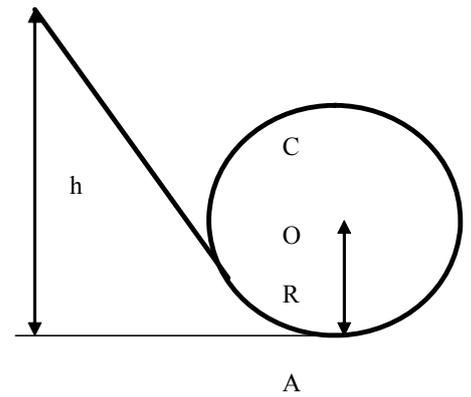
1. Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания с амплитудой 0,1 м. При помощи собирающей линзы изображение колеблющегося груза проецируется на экран, находящийся на расстоянии 0,5 м от плоскости линзы. Максимальная скорость изображения груза на экране составляет 0,3 м/с. Определите фокусное расстояние линзы, если ее главная оптическая ось перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. (10 баллов)

**Критерии оценивания и ответы**

1	Формула тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$	1 балл
2	Коэффициент увеличения $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{x'_m}{x_m}$ , $x'_m$ - амплитуда изображения.	1 балл
3	Связь между скоростями маятника и изображения $\Gamma = \frac{v'}{v}$	2 балла
4	Связь амплитуды колебаний с амплитудой скорости $v_M = \omega x_M$	2 балла
5	Выражение для частоты колебаний $\omega = \sqrt{\frac{L}{g}}$	1 балл
6	Вывод выражения для F. $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} \left( 1 + \frac{v'_m}{x_m} \sqrt{\frac{l}{g}} \right)$	2 балла
7	Расчет численного значения F=0,2 м.	1 балл

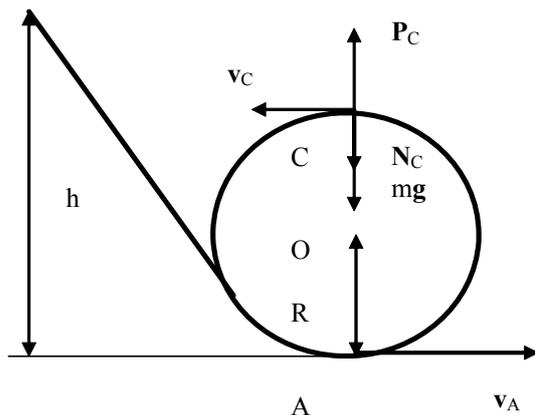
*Максимальный балл– 10.*

2. В одном из городов решили построить уникальный по масштабам аттракцион "Американские горки", чтобы попасть в книгу рекордов Гиннеса. Один из фрагментов горки представляет собой "мёртвую петлю" после длинного спуска (см. рис.). Во сколько раз высота спуска  $h$  должна быть больше радиуса  $R$  "мёртвой петли", чтобы пассажир в верхней точке траектории (точке  $C$ ), давил бы на сидение (то есть - вверх) с силой, равной своему весу при обычных условиях? Является ли такой аттракцион безопасным для здоровья пассажиров? Трением и сопротивлением воздуха пренебречь. (10 баллов)



**Критерии оценивания и ответы**

1	3-ий Закон Ньютона $P_c = N_c$	1 балл
2	2-ой Закон Ньютона в векторной форме $m\vec{a}_{uc} = \vec{N}_c + m\vec{g}$ .	1 балл
	2-ой Закон Ньютона в проекции на ось ( $ma_{uc} = mg + N_c$ )	2 балла
	Условие движения по окружности $a_{uc} = \frac{v_c^2}{R}$ .	1 балл
	Закон сохранения энергии $mgh = 2mgR + \frac{mv_c^2}{2}$ .	2 балла
	Решение системы уравнений и получение правильного ответа $h=3R$	3 балла



3. В медный стакан калориметра массой 200 г, содержащий 150 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру 0°C. Начальная температура калориметра с водой 25°C. В момент времени, когда наступит тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5°C. Рассчитайте массу льда. Удельная теплоемкость меди 390 Дж/кг·К, удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг·К, удельная теплота плавления льда  $3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг. Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми. (10 баллов)

### Критерии оценивания и ответы

1	$Q_B = c_B m_B (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})$	1 балл
2	$Q_M = c_M m_M (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})$	1 балл
3	$Q_L = \lambda m_L$	1 балл
4	$Q_{\text{вл}} = c_B m_L (t_{\text{кон}} - 0)$	1 балл
5	Уравнение теплового баланса $Q_B + Q_M + Q_L + Q_{\text{вл}} = 0$	3 балла
6	Выражение для $m_L = \frac{(t_{\text{нач}} - t_{\text{кон}})(c_B \cdot m_B + c_M \cdot m_M)}{\lambda + c_B \cdot (t_{\text{кон}} - 0)}$	2 балла
7	Численное значение $m_L \approx 0,04$ (кг)	1 балл

4. Вакуумный диод, у которого анод (положительный электрод) и катод (отрицательный электрод) — параллельные пластины, работает в режиме, когда между током и напряжением выполняется соотношение  $I = aU^{3/2}$  (где  $a$  — некоторая постоянная величина). Во сколько раз увеличится сила, действующая на анод вследствие удара электронов, если напряжение на диоде увеличить в два раза? Начальную скорость вылетающих электронов считать равной нулю. (10 баллов)

**Критерии оценивания и ответы**

1	3-ий Закон Ньютона $F=F'$ , где $F$ – сила, действующая на электроны, а $F'$ – сила, действующая на анод.	1 балл
2	2-ой Закон Ньютона $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$	1 балл
3	$\Delta p = mvN$	1 балл
4	$N = \frac{q}{e}$	1 балл
5	$q = I \cdot \Delta t$	1 балл
6	Закон сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = e \cdot U$	1 балл
7	Выражение для силы $F \sim U^2$	3 балла
8	Численный ответ $\frac{F_2}{F_1} = 4$	1 балл

*Максимальный балл – 10.*

5. Исследовать зависимость напряжения на полюсах источника тока от силы тока во внешней цепи. (10 баллов)

Оборудование: вольтметр, амперметр, источник тока, ключ, реостат, соединительные провода.

**Критерии оценивания и ответы**

1	Схема эксперимента	2 балла
2	Число измерений	
	1) 8 и более	3 балла
	2) 5-7	2 балла
	3) 3-4	1 балл
4) менее 3	0 баллов	
3	График зависимости	1 балл
4	Выводы	
	1) Линейность $U=a+bI$	2 балла
	2) Определение коэффициентов $a$ и $b$	1+1 балл

*Максимальный балл – 10*