

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ**  
**2017-2018 УЧ. ГОД**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. КАЛУЖСКАЯ ОБЛАСТЬ**  
**11 КЛАСС**

**Решения и критерии оценки**

**1. «Колебания стержня» (10 баллов).**

*Допустимый ответ на вопрос 1:* Из соображений размерности получается, что период пропорционален корню квадратному из значения массы груза, поэтому можно ожидать, что увеличение массы груза в 3 раза приведёт к увеличению периода колебаний в  $\sqrt{3}$  раз.

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 1:* Если дан ответ, что период увеличится в  $\sqrt{3}$  раз, то при любом разумном комментарии ставить 4 балла, если комментария нет, то ставить 1 балл за интуицию, если ответ дан на основе анализа формулы, выведенной для ответа на второй вопрос, то ставить 5 баллов.

*Возможный ответ на вопрос 2:* Запишем условие равновесия стержня, используя правило моментов сил  $kx_0 \frac{L}{2} - mgL = 0$ , откуда  $kx_0 = 2mg$ , где  $x_0$  - деформация пружины в положении равновесия стержня.

Для определения периода можно воспользоваться тем, что при гармонических колебаниях амплитуда скорости прямо пропорциональна амплитуде координаты  $v_m = \omega \cdot x_m$ .

Взаимосвязь между амплитудами скоростью и координаты можно найти из закона сохранения энергии для незатухающих гармонических колебаний. Приравняем сумму энергий частей системы в момент её наибольшего отклонения от положения равновесия и сумму энергий в момент прохождения системы положения равновесия.

$$\frac{k(x_0 + \frac{x_m}{2})^2}{2} + (-mgx_m) = \frac{k \cdot x_0^2}{2} + \frac{m \cdot v_m^2}{2}.$$

Откуда, с учётом условия равновесия получаем  $v_m = \sqrt{\frac{k}{4m}} \cdot x_m$ .

Период колебаний находим с учётом  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ , откуда  $T = 4\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ .

Подставив числовые данные, получаем  $T = 4\pi \sqrt{\frac{0,4 \text{ кг}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}}$   $T = 0,8 \cdot \pi \text{ с} \approx 2,5 \text{ с}$ .

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 2:* За запись условия равновесия стержня добавить 1 балл. За учёт различной амплитуды колебаний пружины и колебаний груза добавить 1 балл. За вывод уравнения, учитывающего особенности данного колебательного процесса добавит 1 балл. за вывод итоговой расчётной формулы добавить 1 балл. за вычисление периода добавить 1 балл.

**2. «Лунные приключения» (10 баллов).**

*Ответ на вопрос 1:* Начальную скорость молотка можно принять равной нулю, тогда время

падения равно  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{13,6}{1,7}} \text{ с} = 4 \text{ с}$ .

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 1:* Запись расчётной формулы учитывающей, что начальная скорость равна нулю 2 балла. Правильное вычисление 1 балл

*Ответ на вопрос 2:*  $v = g \cdot t = 1,7 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 4 = 6,8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ .

*Возможный ответ на вопрос 3:* Учитывая, что при равноускоренном движении из состояния покоя пути пройденные телом за равные промежутки времени относятся как последовательность нечётных чисел, получаем, что за четвертую секунду молоток пролетел  $\frac{7}{16}$  всего пути, т.е.

$$s_4 = \frac{7}{1+3+5+7} h = \frac{7}{16} \cdot 13,6 \text{ м} = 5,95 \text{ м}.$$

*Ответ на вопрос 4:* Приблизительный вид графика изображён на рис 3. Масштаб по оси ординат: 1 клетка соответствует 1,7 м.

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 3:*

Если составлена таблица значений времени и высоты, то добавить 1 балл. Если выбран удачный масштаб, то добавить 2 балла. Если масштаб указан отдельно или понятно отображён на рисунке, то добавить 1 балл. Если график изображён достаточно корректно (т.е. точки соединены плавными линиями без изломов, то добавить 1 балл.

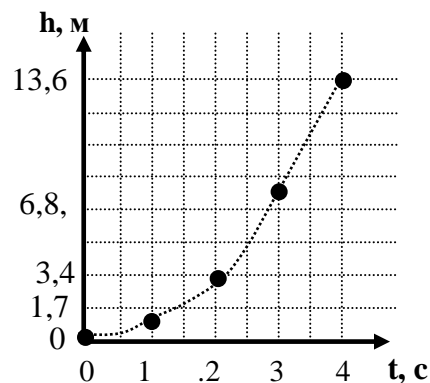


Рис.3.

### 3. «Лёд и вода» (10 баллов)

*Возможный ответ на вопрос 1:*  $Q_1 = c_B m_B (t_B - 0) = 4200 \cdot 1 \cdot 11 \text{ Дж} = 46200 \text{ Дж}$

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 1:* За правильное использование обозначения физических величин 1 балл (если использовалось нестандартное обозначение величин, но были даны пояснения к ним, то этот балл ставить). За вычисление массы (даже при отсутствии переводных формул) 1 балл. За использование формулы для расчёта количества теплоты 1 балл. За правильное вычисление 2 балла.

*Возможный ответ на вопрос 2:*  $m_{\text{л}} = \frac{Q_1 + \lambda \cdot \Delta m}{c_{\text{л}}(0 - t_{\text{л}})} = \frac{46200 + 330000 \cdot 0,280}{2100 \cdot 22} \text{ кг} = 3 \text{ кг}$

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 1:* За запись уравнения теплового баланса 2 балла (если решение проводилось по частям, то оценку не снижать). За получение расчётной формулы 2 балла (если решение проводилось по частям, то оценку не снижать). За правильный расчёт результата 1 балл.

### 4. «Пластинка на весах» (10 баллов).

*Возможный ответ.*  $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$ . Масса равна  $m = 24,5 \pm 0,1 \text{ г}$ . Ускорение силы тяжести

принимается равным  $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . Площадь опоры можно вычислить сначала в клеточках,

придерживаясь правила: суммарное количество клеточек принимаем равным сумме клеточек полностью закрытых фигурой и полусуммы клеточек частично закрытых фигурой (см. рис.

4). В данном случае  $N_1 = 37$  целых клеток и  $N_2 = 24$  половинных, значит

общее количество клеток равно  $N = 37 + 12 = 49$ . Площадь каждой клетки  $S_1 = 0,25 \text{ см}^2$ , следовательно, общая площадь равна

$S = 0,25 \cdot 49 \text{ см}^2 = 12,25 \text{ см}^2$  Погрешность измерения площади можно

принять равной площади одной клетки. Следовательно,

$S = (12,25 \pm 0,25) \text{ см}^2$ . Если не учитывать погрешность измерения то

давление пластинки равно  $p = \frac{49,0 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{12,25 \cdot 10^{-4}} = 392 \text{ Па}$

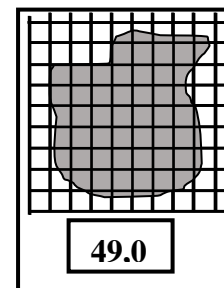


Рис.4

Если учитывать погрешность, то верхняя границы давления равна  
 $p_{вг} = \frac{49,1 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{12,00 \cdot 10^{-4}} = 400,98333 \text{ Па} = 400,983 \text{ Па}$ , нижняя

$p_{нг} = \frac{48,9 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8}{12,50 \cdot 10^{-4}} = 383,376 \text{ Па}$  За измеренное значение принимаем среднее

арифметическое  $p = 392,1795 \text{ Па}$ . Погрешность измерения равна полуразности верхней и нижней границы  $\Delta p = 8,8035 \text{ Па}$ . Согласно правилам округления погрешности и результата получаем  $\Delta p = 9 \text{ Па}$ ,  $p = 392 \text{ Па}$ .

относительная погрешность равна  $\varepsilon = \frac{\Delta p}{p} = \frac{9}{392} = 0,0229... = 0,023$

Итоговый ответ  $p = (392 \pm 9) \text{ Па}$ ,  $\varepsilon = 2,3 \%$

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопросы:* Запись формулы давления 1 балл.

Правильное считывание показаний весов о массе груза 1 балл. Учёт ускорения свободного падения 1 балл. Нахождение площади фигуры в клеточках 1 балл. Выражение площади фигуры в  $\text{см}^2$  1 балл. Перевод значения площади в  $\text{м}^2$  1 балл. Перевод значения массы в килограммы 1 балл

Вычисление значения давления (с учётом погрешности измерения или без) 1 балл

Если оценка погрешности проведена корректно, то добавить 2 балла, если были сделаны только попытки оценки погрешности измерений, то добавить лишь 1 балл.

Если принято, что  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , то общую оценку снизить на 1 балл, за пренебрежение точностью при обработке экспериментальных данных.

## 5. «Электромагнитные явления» (10 баллов).

*Возможные ответы.* 5.1. При бифилярной намотке получаются в каждых двух соседних витках направление тока оказывается противоположным, поэтому магнитные поля этих токов компенсируются и такая катушка не создаёт заметного магнитного поля. 5.2. В момент прохождения разряда молнии по трубке по ней идут параллельные токи значительной величины, которые с большой силой притягиваются друг к другу. 5.3. В настоящее время южный магнитный полюс Земли смещён от северного географического полюса в сторону Канады. Поэтому участки территории Канады, оказываются ближе к магнитному полюсу, вблизи которого и наблюдаются полярные сияния.

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопросы:* При правильном ответе на один из вопросов ставить 6 баллов. На два вопроса 8 баллов. На три вопроса 10 баллов. При определении правильности ответа не следует считать идеальным только предложенный в данных рекомендациях вариант ответа, учащиеся могут объяснять эти явления своими словами. Важно, чтобы были отмечены суть физического явления.

*Задания и критерии разработаны доцентом кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского Красиным М.С., задание 5 составлено по материалам журнала Квант (А. Леонтович. А так ли хорошо знакомы вам токи и магниты? Калейдоскоп Кванта. Квант 2005 №1, А. Леонтович. А так ли хорошо знакомы вам частицы и поля? Калейдоскоп Кванта. Квант 2009 №1).*