

**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ» по ФИЗИКЕ**  
**ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЭТАП 2013 года**  
**БИЛЕТ № 10 (БАРНАУЛ)**

**1. Свободные колебания. Математический маятник. Превращение энергии при гармонических колебаниях.**

Математический маятник — железный шарик массы  $m$ , висящий на длинной нерастяжимой невесомой нити — имеет период малых колебаний  $T_0$ . Шарик этого маятника поместили между полюсами постоянного магнита, так, что на него действует постоянная горизонтальная магнитная сила. Найдите величину этой силы, если период малых колебаний стал равен  $T$ .

*Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать:* описание понятия «колебания» и определение свободных колебаний, описание математического маятника и указание условий при которых его колебания будут гармоническими, формулу периода малых гармонических колебаний математического маятника, описание превращений энергии при гармонических колебаниях. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

*Ответ задачи:*  $F = \frac{\sqrt{T_0^4 - T^4}}{T^2} mg$ , условие задачи корректно, только если  $T_0 > T$ .

Максимальная оценка – 20 баллов.

*Комментарий:* оценивались правильное определение нового положения равновесия маятника, запись уравнения малых колебаний вблизи этого нового положения равновесия (или энергетика этих колебаний, или кинематические соотношения) либо анализ аналогии с маятником в измененном поле тяжести, получение правильного ответа.

**2. Насыщенный пар. Зависимость давления и плотности насыщенного пара от температуры.**

В сосуде с гладкими вертикальными гладкими стенками под невесомым поршнем находится влажный воздух с температурой  $T=373\text{ K}$  при давлении  $p_1=10^5\text{ Па}$ . При увеличении внешнего давления в два раза высота расположения поршня над дном сосуда уменьшилась в три раза. Найти относительную влажность воздуха в начальном состоянии.

*Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать:* определение пара как разновидности газообразного состояния вещества, определение насыщенного пара, описание и физическое объяснение зависимостей давления и плотности насыщенного пара от температуры. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

*Ответ задачи:*  $r = \frac{2}{3} \approx 67\%$ . Максимальная оценка – 20 баллов.

*Комментарий:* оценивались: указание, что  $p_1=10^5\text{ Па}$  равно давлению насыщенного водяного пара при температуре системы, правильное объяснение того, что в процессе сжатия началась конденсация пара, определение связи соотношения начальных парциальных давлений пара и сухого воздуха с относительной влажностью, описание изменения парциальных давлений в ходе сжатия, получение правильного ответа.

### 3. Электрический ток в электролитах. Законы электролиза.

Электролитическая ванна имеет вид прямоугольного параллелепипеда, к двум противоположащим вертикальным граням которого подведено постоянное напряжение  $U$ . Эти грани представляют собой металлические квадраты. Остальные вертикальные грани и дно ванны – непроводящие, сверху она открыта и заполнена электролитом ровно наполовину. Длина ванны равна  $L$ . В объеме ванны создано вертикальное однородное магнитное поле с индукцией  $B$ . Под каким углом к горизонту расположится поверхность электролита? Плотность электролита равна  $\tau$ , удельное сопротивление  $\rho$ , выливающийся через край ванны электролит «безвозвратно» покидает систему и не влияет на протекание тока через ванну.

**Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать:** описание электролитов как класса проводников, описание механизма проводимости в электролитах и связь протекания тока с переносом вещества, формулировку и описание физического содержания законов Фарадея для электролиза. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

**Ответ задачи:**  $\alpha = \arctg\left(\frac{UB}{\rho\tau Lg}\right)$ , причем при  $U > \frac{\rho\tau Lg}{B}$  ( $\alpha > 45^\circ$ ) электролит начинает

выливаться из ванны, но на результат это не влияет, поскольку поперечное сечение электролита в формулу для угла не входит. Максимальная оценка – 20 баллов.

**Комментарий:** оценивались: правильное объяснение причины, по которой возникает наклон поверхности электролита, правильное рассмотрение действия силы Ампера на элемент (или «трубку») тока и получение правильной связи угла наклона с индукцией поля и силой тока, запись закона Ома для электролита, получение правильного ответа и анализ ситуации с выливанием электролита из ванны.

### 4. Законы отражения света. Плоское зеркало.

По одну сторону от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  на ее главной оптической оси находится точечный источник света, по другую – плоское зеркало. Плоскость зеркала перпендикулярна главной оптической оси. Расстояние от источника до линзы  $d = \frac{3F}{2}$ . На каком расстоянии  $L$  от линзы нужно расположить зеркало, чтобы лучи, прошедшие через линзу, после отражения от него собирались в двойном фокусе?

**Полный ответ на теоретический вопрос должен содержать:** описание места геометрической оптики в исследовании световых явлений, полную формулировку закона отражения света, описание плоского зеркала и построения изображений в нем. Максимальная оценка за теоретический вопрос – 5 баллов.

**Ответ задачи:**  $L = F + \frac{dF}{2(d - F)} = 2.5F$ . Максимальная оценка – 20 баллов.

**Комментарий:** оценивались правильное построение хода лучей в системе, использование правильных геометрических соотношений или формулы линзы для нахождения расстояние до зеркала, получение правильного ответа.