

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 τ , удельное сопротивление ρ , 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.