

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!» ПО ФИЗИКЕ.

2015/16 учебный год, ЗАДАНИЕ ЗАОЧНОГО ТУРА. 7, 8 и 9 классы.

Часть I. Тестовое задание. Возможные решения и ответы.

В этой части у каждого участника в вопросах данные были разными, поэтому решение и ответы приведены для одного из возможных вариантов численных данных.

Вопрос 1 (максимальная оценка 5 баллов):

В теплоизолированном сосуде длительное время находилась вода с плавающим в ней куском льда при нормальном атмосферном давлении. Масса льда равнялась 140 г. В сосуд добавили 96 г кипящей (при том же давлении) воды. Какая температура установится в сосуде спустя достаточно большое время? Ответ дайте в градусах Цельсия, при необходимости округлив до ближайшего целого значения. Удельную теплоемкость воды и удельную теплоту плавления льда считать равными $c = 4,2$ кДж/(кг·К), $\lambda = 334$ кДж/кг.

Решение:

При нормальном атмосферном давлении температура, при которой находятся в равновесии вода и лед – это $t_0 = 0^\circ\text{C}$, а температура кипящей воды $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Даже остыв до $t_0 = 0^\circ\text{C}$, кипящая вода может выделить количество теплоты $Q_1 = cm(t_1 - t_0) = 4,2 \cdot 0,096 \cdot 100$ кДж $\approx 40,32$ кДж. Этого количества тепла не хватит, чтобы растопить весь лед (на это нужно $Q_2 = \lambda m_{\text{л}} = 334 \cdot 0,14$ кДж $\approx 46,76$ кДж). Таким образом, в конечном состоянии в сосуде тоже будут находиться вода со льдом, и конечная температура равна начальной: $t = t_0 = 0^\circ\text{C}$.

Ответ: 0.

Вопрос 2 (10 баллов):

Шайба, скользящая без вращения по горизонтальной поверхности, за первую секунду движения прошла путь 5,6 м, а по окончании четвертой секунды остановилась. Найти путь, пройденный шайбой за четвертую секунду. Ответ запишите в сантиметрах, при необходимости округлив до ближайшего целого значения.

Решение:

В описанных условиях шайба до остановки двигалась под действием силы трения скольжения с постоянным ускорением, направленным против начальной скорости. Пусть начальная скорость шайбы равна v_0 , величина ускорения – a , а $\tau \equiv 1$ с. Тогда, поскольку шайба остановилась после 4-й секунды, то $v_0 = 4a\tau$. Тогда путь, пройденный за первую

секунду, $s_1 = v_0\tau - \frac{a\tau^2}{2} = \frac{7a\tau^2}{2}$. Путь за четвертую секунду можно найти как разность путей

за 4 с и за 3 с: $s_4 = v_0 4\tau - \frac{a(4\tau)^2}{2} - \left(v_0 3\tau - \frac{a(3\tau)^2}{2} \right) = \frac{a\tau^2}{2}$ (впрочем, если учесть обратимость

движения, то можно сразу понять, что путь за четвертую секунду равен пути за 1 секунду

тела, которое стартует из состояния покоя с ускорением a , и получить тот же результат).

Сравнивая полученные выражения, находим, что $s_4 = \frac{1}{7}s_1 = 0,8\text{ м}$.

Ответ: 80.

Вопрос 3 (10 баллов):

Две зеркальные стены образуют двугранный угол величиной 54° . В точке P на биссектрисе этого угла стоит человек и оглядывается по сторонам (см. рисунок). Сколько своих изображений он видит?

Решение:

Эту задачу проще всего решать построением.

Изображение светящейся точки в плоском зеркале (точка, от которой идут отраженные от зеркала лучи) расположено за плоскостью зеркала на таком же расстоянии от нее, что и сама светящаяся точка (это и называют «зеркально симметричное» положение). Заметим, что светящаяся точка и ее изображение в любой из граней двугранного угла расположены на одинаковом расстоянии от вершины этого угла (см. рисунок, на котором выполнено построение для одного из вариантов – в котором угол $\alpha = 54^\circ$, грани зеркального двугранного угла обозначены A и B). Поэтому удобно провести окружность, проходящую через точку положения человека (P), и тогда изображение любой точки в любом из двух зеркал всегда есть пересечение перпендикуляра, опущенного на это зеркало из этой точки, и окружности.

Сначала строим изображение P в зеркалах A (это P_1) и B (P_2), затем изображение P_1 в зеркале B (P_3) и P_2 в зеркале A (P_4). Вторая пара изображений появляется благодаря лучам, которые испытывают, прежде чем вернуться в точку P , два отражения – сначала от одного зеркала, затем от другого. Но есть еще лучи, испытывающие по три отражения, и благодаря им появляется еще одна пара изображений (P_5 и P_6). А вот еще одна пара изображений не появится – нетрудно заметить, что если построить четвертую пару изображений, то лучи от них не смогут попасть в точку P : например, линия от изображения P_5 в зеркале B , идущая к точке P , не пересекает зеркало B (то есть отраженного от зеркала B луча, выходящего из P_5 и попадающего в P , не существует). Можно также в дополнение заметить, что P_5 и P_6 оказались «позади» того зеркала, в котором они должны были бы отразиться в следующий раз (например, P_5 – «позади» зеркала B), и из этого тоже можно сделать вывод, что новых изображений не будет.

Таким образом, всего человек увидит 6 своих изображений.

Ответ: 6.

Обращаем внимание участников, что в тестовой части оценка за задание выставлялась полностью при наличии правильного численного ответа. «Неполные» оценки в этой части не предусматривались.

ИТОГО: максимальная оценка за тестовую часть – 25 баллов.

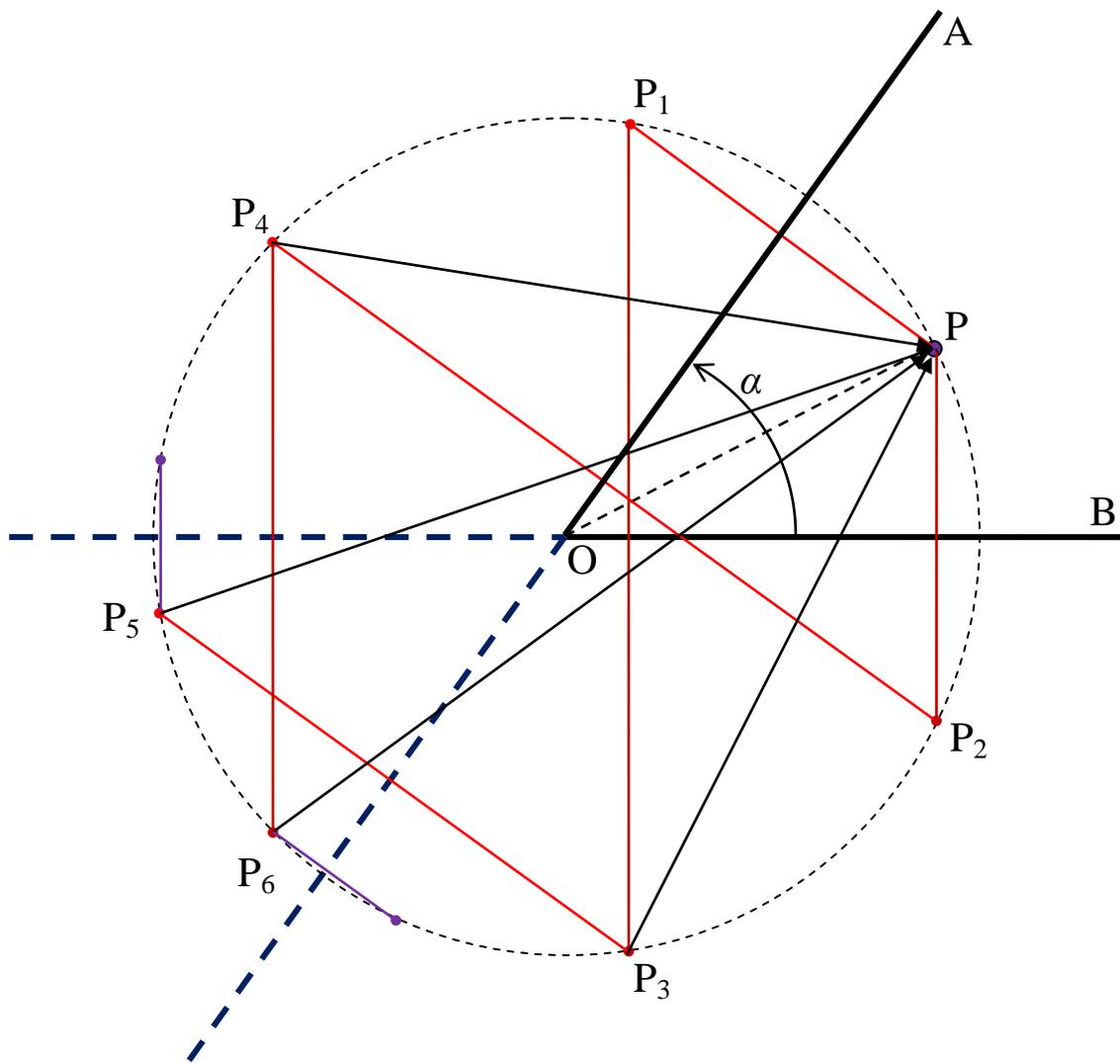


Рисунок к вопросу 3.