|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  И НАУКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  Государственное бюджетное образовательное учреждение  дополнительного образования детей  «ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ»  350000 г. Краснодар,  ул. Красная, 76  тел. 259-84-01  E-mail: cdodd@mail.ru |  | **Всероссийская олимпиада школьников**  **по физике**  **2015-2016 учебный год**  **Муниципальный этап**  **11 класс, ответы**  **Председатель предметно-методической комиссии: Тумаев Е.Н., д.ф.-м.н., доцент** |

**Задача 1.** По наклонной плоскости пустили катиться снизу вверх маленький шарик, находящийся вначале у основания плоскости. На расстоянии  см от начального положения шарик побывал дважды: через  с, и через  с после начала движения. Определить начальную скорость шарика  и ускорение шарика , считая движение равнопеременным. Сделать чертеж.

**Решение задачи 1.** Движение шарика описывается уравнением , следовательно, шарик достигнет максимального удаления  от первоначального положения (попадет в точку ) через время  с. Разобьем время обратного движения шарика от точки  на три интервала длительностью  с каждый. За первый интервал шарик попадет в точку , за второй интервал – в точку , и за третий интервал – в точку . Расстояния ,  и  относятся друг к другу как. Если обозначить расстояние  через , тогда , . с другой стороны, , следовательно, , . Далее, поскольку в точке  скорость шарика обращается в нуль, то  , откуда начальная скорость равна

 м/с.

Ускорение шарика равно

 м/с2.

*O*

*C*

*B*

*A*

5Δ*x*

3Δ*x*

Δ*x*

К задаче 1

**Рекомендуемая оценка решения задачи 1**. Чертеж – 2 балла, нахождение положения точки *A* – 2 балла, точек *B* и *C* – 2 балла, нахождение начальной скорости – 2 балла, нахождение ускорения – 2 балла. Итого –10 баллов

**Задача 2.** С одним молем идеального газа проводят циклический процесс, *pV*-диаграмма которого представлена ниже. Температуры газа в характерных точках процесса равны: *T*1=*T*2=600 К, *T*3=400 К, *T*4=300 К. Определить работу, совершенную газом за цикл.

*1*

*4*

*2*

*3*

*V*

*p*

*0*

.

**Решение задачи 2**. Работа, совершенная газом за цикл, численно равна площади трапеции *1-2-3-4* в -координатах

. (1)

Перейдем к температурам, заданным в условии. Для изобарного процесса *3-4* , следовательно

.

Для изохорного процесса *4-1*

 .

Состояния *1* и *2* лежат на одной изотерме, поэтому , откуда

.

Подставляя все найденные выражения в формулу (1), и учитывая, что для одного моля идеального газа , получаем расчетную формулу

.

Подставляя числовые значения, получаем

 Дж.

**Рекомендуемая оценка задачи 2**. Исходное выражение для работы – 1 балл, выражение разности объемов – 2 балла, для давлений *p*2 и *p*4 – по 2 балла. Расчетная формула – 2 балла, вычисление искомой работы – 1 балл. Итого –10 баллов

**Задача 3**. Электромотор постоянного тока подключили к источнику напряжения . Сопротивление обмотки ротора равно . При каком значении тока через обмотку мотор развивает максимальную полезную мощность, и чему она равна? Каков при этом коэффициент полезного действия прибора? Как добиться его повышения?

**Решение задачи 3.** Если через мотор проходит ток , то отдаваемая источником напряжения мощность , а мощность потерь, возникающая вследствие нагрева ротора проходящим через него током, равна , следовательно, полезная мощность, развиваемая мотом, равна

.

Из последнего выражения видно, что максимальная мощность, равная  достигается при токе , где  – ток, проходящий через мотор при неподвижном роторе (ток короткого замыкания). Отдаваемая источником напряжения мощность равна . Коэффициент полезного мотора равен

.

Итак, при постоянной мощности КПД мотора равен всего . Для повышения КПД следует эксплуатировать мотор при токах ротора, значительно меньших 

**Рекомендуемая оценка решения задачи 3**. Запись выражения для мощности потерь – 2 балла, выражения для полезной мощности – 2 балла, нахождение тока, при котором достигается максимальная мощность – 2 балла, нахождение максимальной мощности -2 балла, нахождение КПД в режиме, когда полезная мощность максимальна – 2 балла. Итого – 10 баллов.

**Задача 4.** На металлический шар с отражающей поверхностью падает плоскопараллельный однородный пучок света. В какую сторону шар отражает больше света – вперед (в переднюю полусферу) или назад (в заднюю полусферу)?

**Решение задачи 4.** Найдем положение падающего луча, при котором он, отразившись, пойдет дальше в вертикальной плоскости, разделяющей лучи, отраженные вперед, и лучи, отраженные назад. Такой луч составляет с радиус-вектором в точке своего падения на шар угол  (см. рисунок). Следовательно, назад отразятся все лучи из пучка, расстояние которых от оптической оси системы меньше, чем , где  – радиус шара. Площадь поперечного сечения такого пучка равна , в то время, как площадь поперечного сечения всего пучка, падающего на шар, равна . Следовательно, площадь поперечного сечения кольцеобразного пучка, состоящего из лучей, отраженных назад, также равна , а это значит, что шар отражает свет вперед и назад одинаково.



**Рекомендуемая оценка задачи 4**. Вычисление площадей сферы, которые рассеивают свет вперед и назад – по 4 балла заключение, что свет отражается от сферы вперед и назад одинаково – 2 балла. Итого –10 баллов

**Задача 5.** Протон и α-частица, ускоренные из состояния покоя некоторой разностью потенциалов, влетают в область пространства с параллельными границами, в которой есть однородное постоянное магнитное поле. Их скорости в момент попадания в область магнитного поля перпендикулярны границам этой области, как показано на рисунке. При вылете из магнитного поля скорость протона изменила своё направление относительно начального на угол На какой угол относительно начального направления повернётся после вылета из области поля вектор скорость α-частицы? Взаимодействием протона с α-частицей, действием сил тяжести и потерями энергии частиц при их движении пренебречь.

**Решение задачи 5.**По условию задачи и закону сохранения энергии частица массой *m* и зарядом *q*, пройдя ускоряющую разность потенциалов *U*, приобретает скорость . После этого она будет двигаться под действием силы Лоренца в однородном магнитном поле с индукцией *B* по дуге радиуса . При *L > R* частица вылетит из области поля, изменив свою скорость на противоположную. Иначе она отклонится от первоначального направления на такой угол φ, что . Т.к. отношение заряда α-частицы к заряду протона равно , а отношение их масс равно , то

Откуда

**Рекомендуемая оценка задачи 5.** Вычисление скоростей, которые приобретают протон и α-частица – 3 балла, вычисление радиусов окружностей частиц в магнитном поле – 3 балла, вычисление углов отклонения частиц магнитным полем – 3 балла, сравнение углов – 1 балл. Итого –10 баллов