



Рис.5. Дипольный момент поляризованного атома

с дипольным моментом \vec{p} , расположенного в начале координат (точка O на рисунке 5). (1,2 балла)

3.2. Найдите выражение для силы \vec{f} , действующей на ион со стороны поляризованного им атома. Покажите, что эта

зается электрическим полем \vec{E} приближающегося иона. В результате у него появляется электрический дипольный момент $\vec{p} = \alpha \vec{E}$. Релятивистские эффекты не учитывайте.

3.1. Рассчитайте напряженность E_p электрического поля на расстоянии r на оси диполя

сила есть сила притяжения независимо от знака заряда иона. (3,0 балла)

3.3. Найдите электрическую потенциальную энергию взаимодействия атома и иона, выразив ее через α , Q и r . (0,9 балла)

3.4. Получите выражение для минимального расстояния r_{\min} между ионом и атомом (см. рис. 4). (2,4 балла)

3.5. Если прицельный параметр b меньше критического значения b_0 , то ион упадет по спиральной траектории на атом. В этом случае ион окажется нейтрализованным, а атом – заряженным. Этот процесс известен как «перезарядка». Чему равна площадь сечения $S = \pi b_0^2$ этой перезарядки атома «с точки зрения» налетающего иона? (2,5 балла)

Публикацию подготовили
С.Козел, В.Слободянин

Всероссийская студенческая олимпиада по физике 2011 года

Заключительный тур Всероссийской физической олимпиады студентов технических вузов прошел 15 ноября 2011 года в Московском государственном техническом университете (МГТУ) им. Н.Э. Баумана.

По результатам олимпиады в командном зачете первое место заняла команда Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПГПУ), набравшая 120 баллов, второе место заняла команда Национального исследовательского технологического университета (НИТУ «МИСиС») (59 баллов), третье место – команда Московского института электронной техники (53 балла).

Победителями в личном зачете стали Антон Соболев (СПГПУ) – первое место, Петр Кравчук (СПГПУ) – второе место, Петр Карпов (НИТУ «МИСиС») – третье место.

Задачи олимпиады

1. Ракета A и цель B движутся с постоянными по модулю скоростями v и u соответственно ($v > u$). Цель B уходит от ракеты, сохраняя угол между векторами \vec{AB} и \vec{u} равным α . Определите скорость столкновения ракеты и цели, если известно, что максимальное ускорение, которое может развить ракета, равно a , а ее траектория выбирается из условия минимального времени.

2. Космическое тело массой M движется вокруг Земли по круговой орбите с первой космической скоростью v_0 . Тело при взрыве разваливается на две части, массы которых относятся как 1:2. Определите минимальный импульс силы, получаемый каждой частью при взрыве, необходимый для того, чтобы обе части удалились от Земли на бесконечность.

3. Сплошной цилиндр, двигаясь по горизонтальной поверхности, накатывается со скоростью v_0 на наклонную плоскость с углом наклона α . Определите, на какую высоту закатится цилиндр, если проскальзывание отсутствует, а удар о наклонную плоскость абсолютно неупругий.

4. Сосуд квадратного сечения размером $L \times L$ заполнен водой до высоты H и накрыт сверху металлическим поршнем массой m . На противоположных стенках сосуда проложены вертикальные токоподводящие шины, касающиеся поршня. Сосуд находится в однородном магнитном поле, индукция

которого равна B и перпендикулярна плоскости, образованной шинами. К шинам подключен внешний источник тока с ЭДС, равной \mathcal{E} . Определите затраты энергии в источнике при полном вытеснении воды через отверстие в дне сосуда сечением s . Магнитным полем возникающих токов пренебречь.

5. Полный термодинамический цикл, совершаемый с одноатомным газом, состоит из изотермы 1–2, изобары 2–3, изотермы 3–4 и изобары 4–1. Точки 1 и 3 находятся на адиабате. Определите КПД цикла, если известно, что максимальное давление отличается от минимального в n раз.

6. Два соосных одинаково ориентированных бесконечных конуса с полууглом при вершине δ заряжены равномерно по поверхности зарядами противоположных знаков с поверхностной плотностью $\pm\sigma$. Найдите распределение электрического поля на оси системы, если конусы сдвинуты относительно друг друга на расстояние a .

7. Сплошной металлический шар радиусом R разделен по диаметральной плоскости пополам, и половинки изолированы друг от друга тонким слоем диэлектрика. Определите силу взаимодействия между половинками, если они заряжены зарядами q и Q .

8. Заряд q массой m летит в плоскости симметрии, перпендикулярной оси магнитного диполя p , со скоростью v на расстоянии $r \gg \sqrt{\frac{\mu_0 q p}{4\pi m v}}$. Определите момент импульса заряда относительно оси диполя, если известно, что возможен захват заряда магнитным полем диполя на круговую орбиту.

9. Расстояние между точечным источником монохроматического света с длиной волны λ и точкой наблюдения P равно l . На каком расстоянии от источника следует поместить непрозрачный экран с отверстием радиусом $r = \sqrt{\frac{2l\lambda}{9}}$, чтобы интенсивность света в точке наблюдения была максимальной?

Публикацию подготовили
В.Голубев, В.Глушков