

Олимпиада «Шаг в будущее» по физике

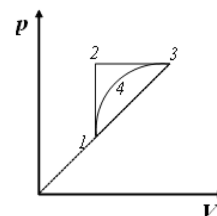
11 класс, 2024 год

1. «Горе-экспериментаторы» решили изготовить линзу из подручных материалов для получения огня. Нашли два сферических тонких стекла разных радиусов, соединили их, как показано на рисунке, и залили пространство между ними водой. Проверили систему, она сработала. Воду из линзы вылили и опустили линзу в большую емкость с керосином, так, что внутрь линзы керосин не попал. Как и во сколько раз изменилась оптическая сила системы? Показатель преломления воды принять равным 1,33, воздуха 1, керосина 1,39.



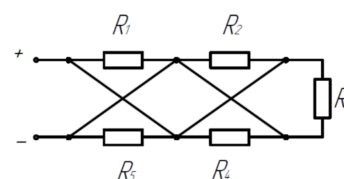
$$D_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{\frac{1}{D_1} - \frac{d}{n_2}} = \frac{1}{\frac{1}{1,33} - \frac{d}{1,39}}$$

2. Двухатомный идеальный газ участвует в процессах 1 – 2 – 3 – 1 и 1 – 4 – 3 – 1, графики которых изображены на $p(V)$ диаграмме. Кривая процесса 1 – 4 – 3 представляет из себя дугу окружности. Известно, что термодинамические КПД циклов: η_1 и η_2 . Найдите отношение работ, совершаемых в циклах 1 – 2 – 3 – 1 и 1 – 4 – 3 – 1.



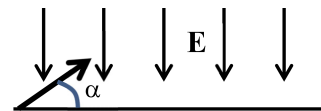
$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(V_3 - V_1) p_1}{(V_3 - V_1) p_1}$$

3. Рассчитать эквивалентное сопротивление цепи постоянного тока, представленной на рисунке, если сопротивления при нормальных условиях равны $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом, $R_4 = 4$ Ом, $R_5 = 5$ Ом. Во сколько раз изменится сопротивление схемы с повышением температуры до 50°C , если резисторы выполнены из меди, а температурный коэффициент меди равен 0,043. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь. Ответ округлите до сотых.



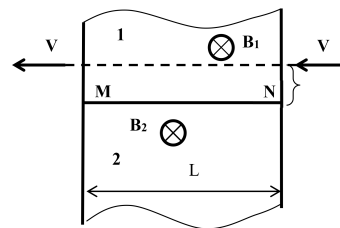
$$R_{\text{экв}} = 0,44 \text{ Ом}, \text{ в } 1,16 \text{ раз}$$

4. В области полупространства с плоской границей создано электрическое поле, вектор напряжённости которого направлены перпендикулярно к границе (см. рис), а их величина прямо пропорциональна расстоянию до границы. В эту область под некоторым углом α к границе влетает положительно заряженная микрочастица. Определите тангенс величины этого угла, если известно, что частица вылетела из области на расстоянии (от точки входа вдоль плоскости границы) в 2 раза большем, чем максимальное расстояние, на которое частица углубилась в область поля. Излучением и влиянием силы тяжести пренебречь.



$$\tan \alpha = 0,5$$

5. Положительно заряженная микрочастица, при движении справа налево по прямой траектории (см. рис.), влетает в область, где создано магнитное поле. Эта область имеет форму длинной полосы ширины L , перпендикулярной к траектории частицы. Она состоит из двух частей 1 и 2, в каждой из которых создано однородное магнитное поле, а векторы полей B_1 и B_2 направлены от наблюдателя и перпендикулярно к вектору скорости частицы. Граница частей MN параллельна траектории частицы. Частица влетает в область 1 на расстоянии S от границы MN и вылетает из магнитного поля, двигаясь по той же траектории. Известно, что при движении в магнитном поле частица один раз побывала в области 2. Определите отношение ширины полосы магнитного поля L к расстоянию S при условии, что время движения частицы в области 1 в 6 раз больше времени её движения в области 2, а отношение величин индукций полей равно $B_2/B_1 = 3$. Считать, что области полей имеют четкие границы, излучением и влиянием силы тяжести



$$L/S \approx \frac{5}{7}$$

6. Атмосфера некоторой планеты состоит из плотного облака неподвижной, относительно планеты, звездной пыли. Для исследования данной планеты был отправлен надежный космический аппарат «шарик», массой M , и имеющий форму сферы, радиусом R . Опускаясь на поверхность планеты «шарик» двигался равномерно со скоростью v с выключенными двигателями. Забирая небольшие порции «звёздной пыли» из атмосферы планеты, «шарик» установил, что плотность пыли зависит от расстояния до центра планеты r по закону $\rho = \frac{\alpha}{r^2}$, α — известная константа. Найдите по данным собранным «шариком» массу планеты. Считайте удары пылинок о космический аппарат абсолютно упругими.

$$\frac{MG}{\epsilon^2 r^2} = u$$

7. В медицине часто используются суспензии — вещества, представляющие собой взвесь твердых частиц в жидкости. В лаборатории проводится исследование суспензии, полученной на основе воды. Для опыта взяли суспензию, высота столба которой равна 0,2 м. В начальный момент времени частицы сферической формы распределены в жидкости равномерно. Плотность материала частиц 2800 кг/м^3 . В таблице приведены диаметральные размеры частиц и массовые доли фракций, полученные в начальный момент времени

d , мм	q , %
0,1	25
0,01	35
0,001	45

В течение какого времени после встряхивания можно набрать суспензию шприцом, не касаясь дна сосуда, чтобы в шприце оказались частицы всех имеющихся размеров? Каким должен стать дисперсный состав (массовые доли частиц каждого размера) осадка через 5 секунд после начала сепарации суспензии методом отстаивания, если принять, что в данном опыте все частицы находятся в равновесном состоянии?

$$2,6 \text{ с; таблица: } d = 0,1 \text{ мм } q = 46,313\%, d = 0,01 \text{ мм } q = 39,441\%, d = 0,001 \text{ мм } q = 14,246\%$$