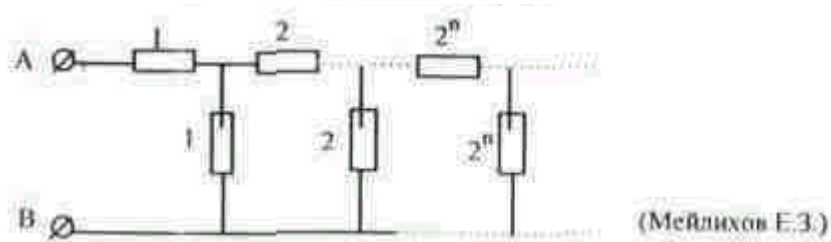


Студенческая олимпиада МФТИ по физике 2000-2001 уч. год

1. Детский надувной мяч имеет форму слегка сплюснутого эллипсоида вращения, т.е. походит на тыкву, но не на огурец. Диаметр мяча 300мм, вес 300г, отношение длин осей эллипсоида - 0,95. Оцените скорость ветра, способного перекатывать мяч по земле. (Кремлев М. Г.)
2. Спутник с периодом обращения $T = 4$ час. выведен на орбиту в точке перигея вблизи экватора на малой высоте. На какой высоте h и через какое время T_x после выхода на орбиту он пролетит над полюсом? Считать известным радиус Земли $R = 6400$ км и период обращения спутника на околоземной орбите $T_0 = 85$ мин. (Белонучкин В. Е.)
3. Твердый стальной шарик радиуса $R = 5$ мм лежит на поверхности резины. Оценить глубину h образующейся на этой поверхности круговой лунки. Модуль Юнга для резины равен $E = 10$ кГ/см². (Мейлихов Е. 3.)
4. Был проведен следующий опыт: три пробирки наполняют одинаковой жидкостью с плотностью ρ_0 . В первую из них опускают небольшое тело с плотностью $\rho_1 < \rho_0$; во вторую - тело с $\rho_2 = \rho_0$ и в третью - тело с $\rho_3 > \rho_0$. Пробирки плотно закрывают так, чтобы в них не было пузырьков воздуха. Затем пробирки кладут на стол параллельно друг другу и одновременно ударяют в продольном направлении. Удар сообщает пробиркам ускорение. Из-за трения о поверхность стола движение пробирок сразу тормозится. Оказалось, что в первой пробирке тело перемещается относительно нее в направлении удара и проходит больший путь, чем сама пробирка. Во второй пробирке тело движется так же, как и пробирка. В третьей пробирке тело перемещается относительно нее в сторону, противоположную направлению удара и оно отстает от пробирки. Определить зависимость ускорения тела от отношения плотности тела и жидкости. (Прут Э.В.)
5. В Англии чай предпочитают пить со сливками. Оценить изменение энтропии при добавлении сливок в чай. Принять температуры сливок $T_c = 300$ К и чая $T_{\text{ч}} = 350$ К. Отношение массы чая M к массе сливок m равно $M/m = 20$. Теплоемкости чая и сливок равны $c = 4.2$ Дж/г*град. Плотности компонентов различаются незначительно. В сливках содержится $q = 20\%$ жиров с молекулярной массой $g = 850$. (Прут Э.В.)
6. Каскадное рефрижераторное устройство, предназначенное для получения температур в области кипения водорода, работает на эффекте Джоуля-Томпсона и использует потоки сжатых водорода и азота при комнатной температуре. Оценить, при каком максимальном соотношении расхода этих газов возможно получение рефрижераторного эффекта. Для упрощения оценки допустимо считать оба газа подчиняющимися уравнению Ван дер Ваальса. Критическая температура азота равна 126 К, а водорода 33К. Давления газов на входе равны и их можно рассматривать, как небольшие. Скорости потоков также следует считать малыми. (Кремлев М.Г.)
7. Найти эквивалентное сопротивление Z бесконечной линии между точками А и В. Сопротивления ячеек этой линии (нормированные на сопротивление r) обозначены числами на рисунке.



8. Найти закон остывания нити вакуумной лампы накаливания после выключения тока и оценить время затухания видимого свечения, принимая диаметр нити 0.1 мм. Атомная масса вольфрама равна 184, плотность -19 г/см³ (Кремлев М.Г.)

9. Определить угловой радиус радуги, если показатель преломления $n=1.335$. (Прут Э.В.)

10. Интерферометр Фабри-Перо, у которого в качестве одного из зеркал используется гибкая отражающая мембрана, может применяться как оптический датчик перемещений. При изменении давления в резонаторе интерферометра изменяется расстояние между зеркалами, что приводит к смещению интерференционной картины, регистрируемой фотодиодом. Поперечные размеры лазерного пучка малы по сравнению с радиусом диафрагмы, поэтому можно рассматривать линейное смещение центральной области мембраной: фотодиод регистрирует только одно центральное кольцо. Пусть расстояние между зеркалами меняется по закону $d=d_0((1+\rho \sin \alpha)t)$, где расстояние между зеркалами в состоянии равновесия d много больше λ (λ - длина волны лазерного пучка, ρ - показатель преломления среды интерферометра), глубина и частота модуляции соответственно равны ρ ($\rho \ll 1$) и ω . Оценить отношение амплитуды переменного сигнала к шуму. Коэффициент отражения зеркал R . Рассмотреть проходящий пучок. (Прут Э.В.)

11. Уже в одном из ранних испытаний ядерного оружия в СССР были предприняты (окончившиеся тогда, естественно, неудачей) попытки обнаружить возможное ионизационное воздействие потоков нейтрино, возникающих в процессе различных ядерных превращений при взрыве.

Оценить число антинейтрино, выделяющихся в результате взрыва урановой бомбы с тротильным эквивалентом 20 килотонн. Насколько реально детектирование излучения антинейтрино с помощью современных методов, основанных на обнаружении единичных ядер определенных химических элементов, образованных в большой массе некоторых веществ в результате реакции с захватом антинейтрино? Оценить необходимое для создания хотя бы одного нового ядра количество такого вещества, принимая, что вся масса расположена под землей на расстоянии 100 м от точки взрыва, и что сечение реакции захвата антинейтрино, приводящей к образованию ядра-маркера, равно 10 см^2 на один нуклон. Энерговыделение тротила 4кДж/г, урана -200 Мэв на ядро. (Кремлев М.Г.)

Задание составили и отредактировали:

В.В. Бездудный А.Д.Гладун Э.В.Прут

