

1. (6 баллов) Два одинаковых маленьких шарика движутся вдоль одной вертикали. Первый шарик подброшен с поверхности Земли с начальной скоростью V_0 , второй шарик одновременно с запуском первого брошен вниз с начальной скоростью u с высоты H . В точке встречи происходит абсолютно упругий удар. Определите, какую скорость будет иметь второй шарик в тот момент времени, когда первый шарик упадет на Землю? Считайте, что

$$V_0 > \sqrt{gH} > u,$$

где g – ускорение свободного падения.

2. (4 балла) Кубический бак с жесткими стенками, длина ребра которого составляет $a = 0,9$ м, разделяется тонким легким недеформируемым поршнем, перемещающимся в вертикальном направлении без трения. Первоначально бак полностью заполнен метиловым спиртом. Какое количество вещества идеального газа нужно закачать в пространство над поршнем, чтобы поршень сдвинулся на расстояние $\Delta h = 0,9$ мм? Температуры газа и спирта одинаковы, постоянны и равны $t = 17$ °С. Значение универсальной газовой постоянной $R = 8,31$ Дж/(К·моль). Сжимаемость спирта (относительное изменение объема при изотермическом увеличении давления) составляет $\varepsilon = 8 \cdot 10^{-10}$ Па⁻¹.

3. (6 баллов) В горизонтальном неподвижном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем массой M , находится газ. Газ нагревают, при этом поршень движется из состояния покоя равноускоренно. Количество теплоты, сообщенное газу за промежуток времени τ , равно Q . Определите ускорение поршня. Внутренняя энергия одного моля газа равна $U = cT$. Теплоемкостью сосуда и поршня пренебречь. С внешней стороны поршня вакуум.

4. (4 балла) При движении в воздухе на мяч действует сила сопротивления, пропорциональная квадрату скорости. Непосредственно перед ударом волейболиста мяч летел горизонтально, имея ускорение a_1 . После удара мяч полетел вертикально вверх с скоростью V_2 и ускорением a_2 . Определите скорость мяча непосредственно перед ударом.

5. (6 баллов) Две одинаковы проводящие сферы находятся на большом расстоянии друг от друга и имеют положительные заряды Q_1 и Q_2 . Незаряженный металлический шарик на непроводящем подвесе подносят к первой сфере и касаются её. Затем шарик подносят ко второй сфере и касаются её. После этого заряд шарика оказался равным q_2 . Найдите заряд второй сферы после всех манипуляций.

6. (4 балла) За собирающей тонкой линзой с фокусным расстоянием F в ее фокусе перпендикулярно ее оптической оси расположен плоский экран. Перед линзой на главной оптической оси на расстоянии $d > F$ от линзы помещен точечный источник света. Радиус светового пятна на экране равен D' . Определите диаметр линзы.