

**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, на какой высоте будет находиться 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  $a = 1$  м, разделяется тонким легким недеформируемым поршнем, перемещающимся в вертикальном направлении без трения. Первоначально бак полностью заполнен водой массой  $M = 1000$  кг. Какую массу неона нужно закачать в пространство под поршнем, чтобы поршень сдвинулся на расстояние  $\Delta h = 0,5$  мм? Температуры неона и воды одинаковы, постоянны и равны  $t = 32$  °С. Молярная масса неона  $\mu = 20$  г/моль, значения универсальной газовой постоянной  $R = 8,31$  Дж/(К·моль), ускорения свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сжимаемость воды (относительное изменение объема при изотермическом увеличении давления) составляет  $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-10}$  Па<sup>-1</sup>.



**3. (6 баллов)** В горизонтальном неподвижном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Газ нагревают, при этом поршень движется из состояния покоя равноускоренно с ускорением  $a$ . Количество теплоты, сообщенное газу за промежуток времени  $\tau$ , равно  $Q$ . Определите массу поршня. Молярная теплоемкость газа в процессе при постоянном объеме равна  $c_{\mu V}$ . 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 со скоростью  $V_1$ . После удара мяч полетел вертикально вверх с скоростью  $V_2$  и ускорением  $a_2$ . Определите ускорение мяча непосредственно перед ударом.

**5. (6 баллов)** В холодильной машине, работающей по обратному циклу Карно, в качестве холодильника используется вода при  $T_x = 273$  К, а в качестве нагревателя – вода при  $T_n = 373$  К. Сколько воды нужно превратить в пар в нагревателе, чтобы заморозить  $m = 2$  кг воды в холодильнике? Удельная теплота

плавления льда  $\lambda = 3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплота парообразования воды  $r = 2,26$  МДж/кг.

**6. (4 балла)** За собирающей тонкой линзой диаметром  $D$  в ее фокусе перпендикулярно ее оптической оси расположен плоский экран. Перед линзой на главной оптической оси на расстоянии  $d$  от линзы большем фокусного помещен точечный источник света. Диаметр светового пятна на экране равен  $D'$ . Определите фокусное расстояние линзы.