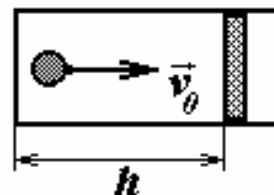


20 баллов

Условие

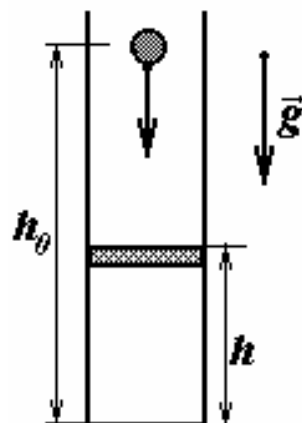
Задача 1. (20 баллов) В физике при описании сложных процессов достаточно широко используются различные простейшие модели. Одной из них является модель идеального газа. Данная задача посвящена анализу этой модели.

1.1 В узком цилиндрическом сосуде с подвижным поршнем движется с достаточно большой постоянной скоростью $v_0 = 50,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ упругий шарик массы $m = 10,0$ г. Вектор скорости шарика все время направлен вдоль оси сосуда, удары шарика о поршень и дно сосуда абсолютно упругие. Найдите среднюю силу давления шарика на поршень (усредненную по промежутку времени, значительно превышающему время между ударами) как функцию скорости v_0 и расстояния h между дном и поршнем. Силой тяжести пренебречь.

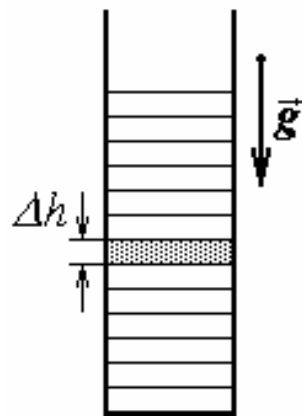


1.2 Как известно, термодинамическая температура является мерой средней кинетической энергии движения молекул. Л. Больцман показал, что средняя кинетическая энергия, приходящаяся на одну степень свободы молекулы, равна $\frac{kT}{2}$, где T — абсолютная температура, измеряемая по шкале Кельвина, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ — постоянная Больцмана. Используя эти данные, введите понятие «температуры газа», состоящего из одного движущегося в сосуде шарика (см. п. 1.1). Получите уравнение состояния такого «газа», связывающее между собой давление p , температуру T и объем газа V . Вычислите «температуру» для приведенных значений массы и скорости шарика.

1.3 Как известно, при тепловом контакте тел их температуры выравниваются. Продемонстрируйте этот факт на примере упругого столкновения двух одинаковых шариков, один из которых покоится, а второй налетает на него со скоростью v_0 . Пусть после удара налетающий шар отклонился на некоторый угол α . Найдите скорости шаров после их упругого столкновения. Рассчитайте средние кинетические энергии каждого из шаров после столкновения, если угол отклонения α равновероятно принимает произвольные значения в интервале от $-\frac{\pi}{2}$ до $+\frac{\pi}{2}$.



1.4 Пусть шарик находится в вертикальном открытом сосуде и падает на поршень с высоты h_0 . Как зависит средняя сила давления шарика на поршень от его высоты h ? Ускорение свободного падения g .



1.5 Рассмотрим идеальный газ с молярной массой μ при постоянной температуре T , находящийся в очень высоком вертикальном сосуде в поле тяжести земли. Разобьем его на малые горизонтальные слои толщиной Δh . Покажите, что в этом случае давление газа в каждом следующем из вышележащих слоев убывает в геометрической прогрессии. Найдите эту прогрессию. Попробуйте с помощью полученных результатов оценить высоту Земной атмосферы. Давление газа у поверхности земли p_0 .

1.6 Сравните результаты п.1.4 и п.1.5. Объясните полученное противоречие.