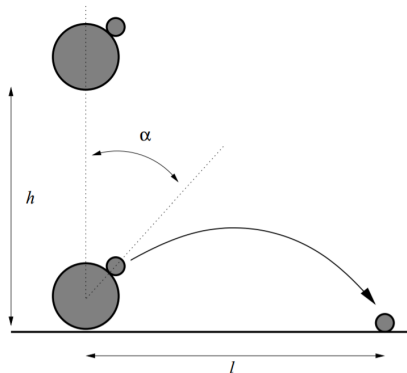


Заключительный этап. 10 класс

Задача 1. Шар для боулинга и мяч для гольфа сбрасывают вместе на плоскую поверхность с высоты h . Мяч для боулинга намного массивнее мяча для гольфа, и радиусы обоих шаров много меньше h . Шар для боулинга сталкивается с поверхностью и сразу после этого с мячом для гольфа: шары сбрасывают так, что все движения перед вторым столкновением являются вертикальными, и мяч для гольфа ударяется о шар для боулинга под углом α от его верхней точки, как показано на рисунке. Все столкновения являются абсолютно упругими, нет трения между шаром для боулинга и мячом для гольфа. После столкновения мяч для гольфа движется при отсутствии сопротивления воздуха и приземляется на расстоянии l . Высота $h = 1$ м фиксирована, но α может меняться. Каково максимально возможное значение l и под каким углом α оно достигается?



Задача 2. Схема содержит n элементов с ЭДС $\mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_n$ и внутренними сопротивлениями r_1, \dots, r_n , как показано на рисунке 1. Элементы с $\mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_n$ и r_1, \dots, r_n заменяют на один элемент с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , как показано на рисунке 2, при этом падение напряжения на внешнем резисторе не меняется для любого значения сопротивления R . Найдите зависимость \mathcal{E} и r от $\mathcal{E}_1, \dots, \mathcal{E}_n$ и r_1, \dots, r_n .

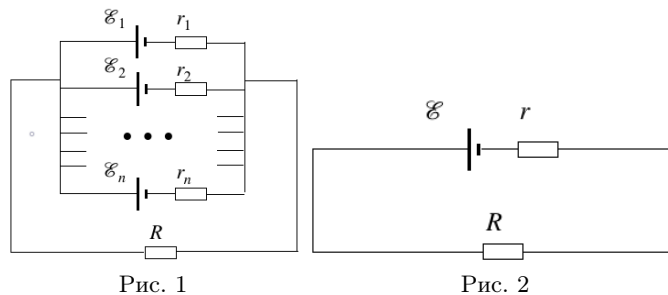


Рис. 1

Рис. 2

Задача 3. Горизонтальный цилиндр разделён пополам теплопроводящим поршнем. В одной половине находится гелий, в другой азот N_2 . Отношение k числа молей гелия к числу молей азота равно 3. Сначала поршень закреплён, и газы медленно обмениваются теплом. В момент, когда давления газов (но не их температуры) становятся одинаковыми и равными $P_0 = 0,35$ МПа, поршень отпускают. Найдите давление P газов в конечном состоянии механического и теплового равновесия. Стенки цилиндра не проводят тепло, поршень движется без трения.

Задача 4. Влажный воздух адиабатически поднимается от поверхности моря вверх. Давление у поверхности моря равно $P_1 = 100$ кПа, температура воздуха - 298 К. На высоте, на которой давление становится равным $P_2 = 85$ кПа, начинают образовываться облака и начинает идти дождь. 1 кг влажного воздуха теряет $\Delta m = 2,5$ г воды в виде дождя по достижению высоты, давление на которой равно $P_3 = 70$ кПа. Удельную теплоту испарения воды принять равной $\lambda = 2500 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, считать, что на всем диапазоне высот плотность воздуха меняется линейно. Пренебречь влиянием паров воды на плотность воздуха, воздух считать идеальным двухатомным газом с плотностью $\rho_1 = 1,189 \text{ кг/м}^3$. Найти: 1. Температуру воздуха на высоте, где начинают появляться облака. 2. Найти высоту, на которой начинают появляться облака. 3. Найти температуру на высоте, где давление равно 70 кПа. Примечание: Для адиабатического процесса верно $PV^\gamma = \text{const}$, где P - давление, V - объем. γ - показатель адиабаты. Для воздуха можно принять $\gamma = 7/5$, теплоёмкость при постоянном объёме $C_V = 5/2 R$, где $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ - универсальная газовая постоянная.

Задача 5. В кубе массы M просверлено отверстие так, что шар массы m может войти горизонтально, а затем пройти через куб и вылететь вертикально вверх. Шар и куб расположены на поверхности без трения, куб изначально находится в покое. Рассмотрим ситуацию, в котором шар движется горизонтально со скоростью v_0 . Шар попадает в куб и выбрасывается из верхней части куба. Предположим, что нет потерь на трение, когда шар проходит через куб, и шар поднимается на высоту, намного превышающую размеры куба. Затем шар возвращается на уровень куба, где он входит в верхнее отверстие, а затем выбрасывается из бокового отверстия. Определите время возврата шарика в положение, в котором происходит первоначальное столкновение, в терминах отношения масс $\beta = \frac{M}{m} > 0$, скорости v_0 и ускорения свободного падения g .

