

Модели атмосферы

ЗАДАЧА 1. (МФТИ, 1993) Для насыщенного водяного пара вблизи температуры 100°C малые относительные изменения давления $\Delta p_n/p_n$ и температуры $\Delta T_n/T_n$ связаны формулой $\Delta p_n/p_n = 13\Delta T_n/T_n$. При какой температуре закипит вода на высоте Останкинской телебашни $H = 550$ м? Давление воздуха в изотермической атмосфере $p(h)$ с высотой h изменяется по закону $p(h) = p(0) \cdot \exp(-\mu gh/RT)$, где $p(0)$ — нормальное атмосферное давление у поверхности земли, $\mu = 29$ г/моль — средняя молярная масса воздуха, $g = 9,8$ м/с² — ускорение свободного падения, $R = 8,31$ Дж/(моль · К), $T = 273$ К.

Указание. При малых $x \ll 1$ имеет место формула $e^{-x} \approx 1 - x$.

$$\Delta T = \frac{\Delta p_n}{13} = \frac{p_n \Delta p_n}{13 p_n} = \frac{\mu g H}{13 R T} \approx 2 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2015, финал, 10) Спускаемый аппарат осуществляет посадку на поверхность экзотической планеты. Во время спуска проводилось измерение зависимости давления p в атмосфере планеты от расстояния z до поверхности планеты (см. рисунок).



Измерение температуры, произведённое на высоте $z_1 = 5$ км, дало значение $T_1 = 250$ К. Вычислите температуру T_0 у поверхности планеты. Считайте, что радиус планеты $R \gg z_1$. Атмосфера состоит из углекислого газа.

$$T_0 \approx 250 \text{ К}$$

ЗАДАЧА 6. (*Всеросс., 1993, финал, 11*) Пространство между двумя большими горизонтально расположенными пластинами, находящимися на расстоянии l друг от друга, заполнено воздухом. Температура нижней пластины поддерживается равной T_1 , верхней — равной $T_2 < T_1$. Считая воздух идеальным газом, определите, при какой разности температур $T_1 - T_2$ в системе возникает конвекция. Теплообменом между соседними слоями воздуха при конвекции можно пренебречь. В отсутствие конвекции температура меняется с высотой по линейному закону. Молярную теплоёмкость воздуха при постоянном объеме C_V и его молярную массу μ считайте известными.

$$\frac{\mu + \Lambda_0}{75\pi} < \varepsilon_L - \varepsilon_L$$