第二章作业（热力学第一定律，内能）

汪志诚书上习题：

1.7 抽成真空的小匣带有活门，打开活门让气体冲入. 当压强达到外界压强 p_0 时将活门关上. 试证明：小匣内的空气在没有与外界交换热量之前，它的内能 U 与原来在大气中的内能 U_0 之差为 $U-U_0=p_0V_0$，其中 V_0 是它原来在大气中的体积. 若气体是理想气体，求它的温度与体积.

1.9 试证明：理想气体在某一过程中的热容量 C_n 如果是常量，该过程一定是多方过程，多方指数 $n=\dfrac{C_n-C_p}{C_n-C_V}$.

1.10 声波在气体中的传播速度为

$$\alpha=\sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_S}$$

假设气体是理想气体，其定压和定容热容量是常量. 试证明气体单位质量的内能 u 和焓 h 可由声速及 γ 给出：

$$u=\frac{\alpha^2}{\gamma(\gamma-1)}+\text{常量},h=\frac{\alpha^2}{\gamma-1}+\text{常量}$$

1.11 大气温度随高度降低的主要原因是在对流层中的低处与高处之间空气不断发生对流. 由于气压随高度而降低，空气上升时膨胀，下降时收缩. 空气的导热率很小，膨胀和收缩的过程可以认为是绝热过程. 试计算大气温度随高度的变化率 $\dfrac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}z}$，并给出数值结果.

〔提示：根据流体静力学可导出气压随高度的变化率

$$\frac{\mathrm{d}p(z)}{\mathrm{d}z}=-\rho(z)g$$

再利用理想气体的绝热方程求出

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S=\frac{\gamma-1}{\gamma}\frac{T(z)}{p(z)}$$

从而可以求出 $\dfrac{\mathrm{d}T(z)}{\mathrm{d}z}$.

1.12 假设理想气体的 C_p 和 C_V 之比 γ 是温度的函数，试求在准静态绝热过程中 T 和 V 的关系. 该关系式中要用到一个函数 $F(T)$，其表达式为

$$\ln F(T)=\int\frac{\mathrm{d}T}{(\gamma-1)T}$$