

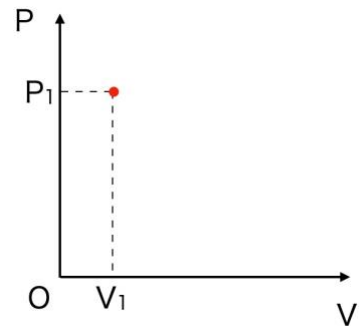
③ 等温変化…ピストンをゆっくりと動かして、温度を外気と同じ一定に保ったまま、気体の状態が変化すること

	変化前	変化後
圧力 P	P_1	P_2
体積 V	V_1	V_2
温度 T	T_1	$T_2 = T_1$

縦軸に圧力、横軸に体積をとった P-V 図で表してみよう。状態方程式($PV = nRT$)より

$$PV = nRT = \text{一定}$$

$$P = \text{定数} \times \frac{1}{V}$$



熱力学第一法則を考えると、

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = 0 \text{ なので、 } Q = W$$

・ 気体ができる仕事

気体ができる仕事 W は定圧変化のように $P\Delta V$ で表すことはできませんが、微小な体積変化 dV において、圧力 P は一定とみなせるので、 $W = \int_{V_1}^{V_2} PdV = \text{図の面積}$ を示します。

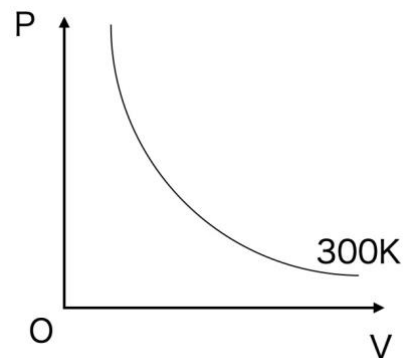
・ P-V 図には温度が隠れていた！

状態方程式 ($PV=nRT$) を P で解くと、

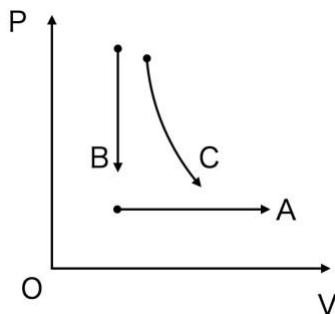
$$P = nRT \frac{1}{V}$$

となり、係数 nRT は T に比例することがわかります。そのため、例えば 300K の等温線に対して、 280K 、 320K の等温線を右の図に適当に引いてみましょう。

このように、P-V 図はそこにははっきりと示されていませんが、左下は温度が（高）い、右上は温度が（低）いことを示します。



問題 次の図のように A~C のように気体の状態を変化させたとき、温度は変化上がりますか、下がりますか。



A 上がる、 B 下がる C 下がる

④ 断熱変化…断熱材などで多い、外部との熱のやりとりが無い状態で気体の状態が変化すること

	変化前	変化後
圧力 P	P_1	P_2
体積 V	V_1	V_2
温度 T	T_1	T_2

熱力学第一法則を考えると、

$$Q = \Delta U + W$$

$$Q = 0 \text{ なので、 } 0 = \Delta U + W_{\text{シタ}}$$

となります。例えば外部から熱を加えないまま、ピストンを外部からひっぱって無理やり気体に仕事をさせると、

$W_{\text{シタ}} = (-\Delta U)$ となり、温度が下がります。これを P-V 図で示してみましょう。等温変化では $PV = \text{一定}$ でしたが、断熱変化

では $PV^\gamma = \text{一定}$ と表せます。なお γ は後述する $\frac{C_V}{C_P}$ というもので、単原子分子理想気体の場合 $\gamma = 1.67$ です。これをポアソンの法則といいます。

