

気体の性質 () 組 () 番 氏名 ()

気体の物理量 → 注意すること **単位は化学のときと違うのだ！**

圧力 変数として P を使い、単位は $[N/m^2]$ (ニュートン每平方メートル) または、 $[Pa]$ (パスカル) を使う。

定義 $1 [N/m^2]$ (または $[Pa]$) とは面積 $1[m^2]$ 当たりに力が $1 [N]$ かかる圧力のこと。

化学で使う圧力の単位 $1 [atm]$ (気圧) は物理でいえば $1.013 \times 10^5 [N/m^2]$ (または $[Pa]$) になる。

体積 変数として V を使い、単位は $[m^3]$ を使う。化学で使う単位 $[l]$ (リットル) でしめすと、 $1[m^3] = 1000[l]$ だ。

温度 変数として T を使い、単位は $[K]$ (ケルビン) を使う。化学のときと同じで、 $[^\circ C]$ は使わない。

モル数 変数として n を使い、化学と同様に $[mol]$ (モル) を使う。 $[kg]$ や $[g]$ で示されたものは $[mol]$ に直すこと。

ボイルの法則 **成立条件** → [] が一定であること

気体の圧力と体積は反比例する。気体の圧力 P $[N/m^2]$ または $[Pa]$ 、体積を V $[m^3]$ とするとき

→ [] の関係が成立する。

シャルルの法則 **成立条件** → [] が一定であること

気体の温度と体積は比例する。気体の温度 T $[K]$ 、体積を V $[m^3]$ とするとき

→ [] の関係が成立する。

ボイルシャルルの法則 **成立条件** → [] であること

気体の圧力 P $[N/m^2]$ または $[Pa]$ 、体積を V $[m^3]$ 、温度 T $[K]$ の間には

→ [] の関係が成立する。

理想気体の状態方程式

一般的の気体においては「ボイルシャルルの法則」が成立するには条件がつく。いわゆる「高温で希薄な気体」である。この条件は「**気体分子の分子間力による影響が無視できる場合**」と読める。理想気体とは気体分子の分子間力による影響が無視できる気体をいい、室温付近では「ヘリウム」、「ネオン」、「アルゴン」などの不活性ガス(希ガス族)などが代表的なものである。

理想気体の場合、圧力 P $[N/m^2]$ または $[Pa]$ 、体積を V $[m^3]$ 、温度 T $[K]$ 、モル数 n $[mol]$ の間には

→ [] の関係が成立する。

ただし、比例定数 R を気体定数といい、 $R = []$ である。

入門 1気圧 ($1[atm]$) が $1.013 \times 10^5 [Pa]$ (または $1013 [hPa]$ (ヘクトパスカル)) になることを導きなさい。ただし、重力加速度を $9.80[m/s^2]$ 、1気圧を 760mmHg 、水銀の比重を 13.6 とする。

入門 気体定数が $8.31 [J/mol \cdot K]$ になることを導きなさい。ただし、1モルの標準状態の体積が 22.4 リットルである。

初級 体積 $1.0 [m^3]$ の容器に入っている 3.0 モルの気体が 1気圧になる温度はいかで求めなさい。

中堅 1.0気圧の大気圧において、断面積が $10[cm^2]$ の円筒形容器に 0.030 モルを入れ、質量が $1.0[kg]$ のピストンを乗せた。しばらくすると、ピストンは容器の底からいくらのところでつりあうか。ただし、気温を $0^\circ C$ 、重力加速度を $9.8[m/s^2]$ としなさい。

気体の性質（解説）

()組()番 氏名()

)

気体の物理量**圧力** 変数として P を使い、単位は $[N/m^2]$ (ニュートン每平方メートル) または、 $[Pa]$ (パスカル) を使う。定義 $1 [N/m^2]$ (または $[Pa]$) とは面積 $1[m^2]$ 当たりに力が $1 [N]$ かかる圧力のこと。化学で使う圧力の単位 $1 [atm]$ (気圧) は物理でいえば $1.013 \times 10^5 [N/m^2]$ または $[Pa]$ になる。**体積** 変数として V を使い、単位は $[m^3]$ を使う。化学で使う単位 $[l]$ (リットル) でしめすと、 $1[m^3] = 1000[l]$ だ。**温度** 変数として T を使い、単位は $[K]$ (ケルビン) を使う。化学のときと同じで、 $[^\circ C]$ は使わない。**モル数** 変数として n を使い、化学と同様に $[mol]$ (モル) を使う。 $[kg]$ や $[g]$ で示されたものは $[mol]$ に直すこと。**ボイルの法則****成立条件** → 温度が一定であること気体の圧力と体積は反比例する。気体の圧力 P $[N/m^2]$ または $[Pa]$ 、体積を V $[m^3]$ とするとき

$$\rightarrow P \cdot V = \text{一定} \quad \text{の関係が成立する。}$$

シャルルの法則**成立条件** → 圧力が一定であること気体の温度と体積は比例する。気体の温度 T $[K]$ 、体積を V $[m^3]$ とするとき

$$\rightarrow \frac{V}{T} = \text{一定} \quad \text{の関係が成立する。}$$

ボイルシャルルの法則**成立条件** → 気体の密度が小さい、温度が高い(高温希薄気体)場合であること気体の圧力 P $[N/m^2]$ または $[Pa]$ 、体積を V $[m^3]$ 、温度 T $[K]$ の間には

$$\rightarrow \frac{P \cdot V}{T} = \text{一定} \quad \text{の関係が成立する。}$$

理想気体の状態方程式

一般の気体においてはボイルシャルルの法則が成立するには条件がつく。いわゆる「高温で希薄な気体」である。この条件は気体分子の分子間力による影響が無視できる場合と読める。理想気体とは気体分子の分子間力による影響が無視できる気体をいい、室温付近では「ヘリウム」、「ネオン」、「アルゴン」などの希ガスなどが代表的なものである。理想気体の圧力 P $[N/m^2]$ または $[Pa]$ 、体積を V $[m^3]$ 、温度 T $[K]$ 、モル数 n $[mol]$ の間には $PV = nRT$ の関係が成立する。比例定数 R を気体定数といい、この数値は $R = 8.31 [J/mol \cdot K]$ である。

入門 $1 [atm]$ が $1.013 \times 10^5 [Pa]$ (または $1013 [hPa]$ (ヘクトパスカル)) になることを証明しなさい。ただし、重力加速度を $9.80 [m/s^2]$ 、1 気圧を 760 mmHg 、水銀の比重を 13.6 とすると、すると、 $1 [cm^2]$ に水銀の $76 [cm]$ の重さが $1 [cm^2]$ にかかるので、圧力は $\frac{76 \times 1 \times 13.6 \times 10^{-3} \times 9.8 [N]}{1 \times 10^{-4} [m^2]}$ である。したがって、1 気圧は $1.012928 \times 10^5 [N/m^2]$ になるので、 $1.013 \times 10^5 [Pa]$ (または $1013 [hPa]$ (ヘクトパスカル)) になる。**入門** 1 モルの標準状態の体積が 22.4 リットルであるので、理想気体の状態方程式に代入して、 $1.013 \times 10^5 \times 22.4 \times 10^{-3} = 1 \times R \times 273$ であるので、 $R = 8.31 [J/mol \cdot K]$ になる。**初級** 体積 $1.0 [m^3]$ の容器に入っている 3.0 モルの気体が 1 気圧になる温度はいくらか求めなさい。体積 $1.0 [m^3]$ の容器に入っている 30 モルの気体が 1 気圧になる温度 T $[K]$ とすると、理想気体の状態方程式に代入して、 $1.013 \times 10^5 \times 1.0 = 30 \times 8.31 \times T$ である。したがって、 $T = 406.3\dots$ より $406 [K]$ ($133^\circ C$) である。**中堅** $1.0 [atm] = 1.013 \times 10^5 [N/m^2]$ 、断面積が $10 [cm^2] = 10 \times 10^{-4} [m^2]$ 、ピストンの重さ $9.8 [N]$ である。ピストンにかかる力のつりあいより、 $1.013 \times 10^5 \times 10 \times 10^{-4} + 1.0 \times 9.8 = P \times 10 \times 10^{-4}$ が成立する。よって、圧力は $P = 1.013 \times 10^5 + 9.8 \times 10^3 = 1.111 \times 10^5 [N/m^2]$ であり、温度は一定と考えてよいので、状態方程式より、 $1.111 \times 10^5 \times 10 \times 10^{-4} \times h = 0.030 \times 8.31 \times 273$ より、 $h = 0.612\dots$ より、 $61 [cm]$