

Type I …… 温度と物質量が一定

問題例

27°C, 圧力 3.0×10^5 Paで体積が2.0Lの気体を温度一定に保ちながら, 体積を6.0Lとした。
このときの気体の圧力は何Paか。

✍️ (i) の解法の手順

STEP1 状態方程式 $PV = nRT$ のうち, 操作の前後で変わらないものを消去する。

$$PV = \cancel{n} \cancel{R} \cancel{T} \rightarrow \text{変化しないものに} \times \text{をつける。}(R \text{ は常に変化しない})$$

解答 操作前後で, 気体の物質量と温度は変わらないことより, $PV = \text{一定}$ となる。

STEP2 $PV = \text{一定}$, でボイルの法則が成り立つことより

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ に操作前後の値を代入して, 操作後の P_2 の値を求める。

(P_1 : 操作前の圧力, V_1 : 操作前の体積, P_2 : 操作後の圧力, V_2 : 操作後の体積)

解答 求める圧力を P (Pa) とすると, ボイルの法則より

$$(3.0 \times 10^5) \times 2.0 = P \times 6.0$$

↑
操作前

↑
操作後

$$\therefore P = 1.0 \times 10^5 \text{ (Pa)} \quad \dots\dots \text{(答え)}$$

✍️ (ii) の解法の手順

STEP1 操作前の状態において, わかっている値を状態方程式 $PV = nRT$ に代入する。

解答 27°C, 圧力 3.0×10^5 Pa, 体積が2.0Lの気体の物質量を n (mol),
気体定数 R とすると, 状態方程式より

$$(3.0 \times 10^5) \times 2.0 = nR \times (273 + 27) \quad \dots\dots \text{①}$$

STEP2 操作後の状態において, STEP1と同様にわかっている値を状態方程式 $PV = nRT$ に代入する。

解答 操作後の気体の状態は, 温度と物質量は一定なので27°C, n (mol),
体積は6.0L, 求める圧力を P (Pa) とすると, 状態方程式より

$$P \times 6.0 = nR \times (273 + 27) \quad \dots\dots \text{②}$$

STEP2 「②式÷①式」または「①式÷②式」を計算して求める圧力を計算する。

$$\frac{P \times 6.0}{(3.0 \times 10^5) \times 2.0} = \frac{nR \times (273 + 27)}{nR \times (273 + 27)}$$

$$\therefore P = 1.0 \times 10^5 \text{ (Pa)} \quad \dots\dots \text{(答え)}$$

上記の解法を見て明らかのように, (i) の解法の方が素早く解ける!

Type II ……圧力と物質量が一定。※解法(ii)は省略

問題例 27°Cで体積が10Lの気体を圧力一定のもとで、57°Cとしたときの気体の体積は何Lか。

✂(i)の解法の手順

STEP1 状態方程式 $PV = nRT$ のうち、操作の前後で変わらないものを消去する。

$$\cancel{P}V = \cancel{n}RT$$

解答 操作前後で、気体の圧力と物質量は変わらないことより、 $\frac{V}{T} = \text{一定}$ となる。

STEP2 $\frac{V}{T} = \text{一定}$ で、シャルルの法則が成り立つことより

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ に操作前後の値を代入して、操作後の } V_2 \text{ の値を求める。}$$

(V_1 : 操作前の体積, T_1 : 操作前の温度, V_2 : 操作後の体積, T_2 : 操作後の温度)

解答 求める体積を V (L) とすると、シャルルの法則より

$$\frac{10}{273+27} = \frac{V}{273+57}$$

↑
操作前

↑
操作後

∴ $V = 11$ (L) ……(答え)

Type III ……物質量が一定。※解法(ii)は省略

問題例 27°C, 圧力 2.0×10^5 Pa で体積が2.0Lの気体を、体積を4.0L, 温度を327°Cとした。このときの気体の圧力は何Paか。

✂(i)の解法の手順

STEP1 状態方程式 $PV = nRT$ のうち、操作の前後で変わらないものを消去する。

$$P\cancel{V} = \cancel{n}RT$$

解答 操作前後で、気体の体積と物質量は変わらないことより、 $\frac{PV}{T} = \text{一定}$ となる。

STEP2 $\frac{PV}{T} = \text{一定}$ で、ボイル・シャルルの法則が成り立つことより

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \text{ に操作前後の値を代入して、操作後の } P_2 \text{ の値を求める。}$$

(P_1 : 操作前の圧力, V_1 : 操作前の体積, T_1 : 操作前の温度,
 P_2 : 操作後の圧力, V_2 : 操作後の体積, T_2 : 操作後の温度)

解答 求める圧力を P (Pa) とすると、ボイルの法則より

$$\frac{(2.0 \times 10^5) \times 2.0}{273+27} = \frac{P \times 4.0}{273+327}$$

↑
操作前

↑
操作後

∴ $P = 2.0 \times 10^5$ (Pa) ……(答え)

📖 化学的操作(主に燃焼反応)がある場合の鉄則と解法

鉄則④

化学的操作(主に燃焼反応)があるときは、反応テーブルをかき、反応後の物質量(or圧力や体積)を求めよ。

鉄則⑤

混合気体の燃焼問題では燃える気体と燃えない気体に分けて考える。

鉄則⑥

反応によって水が生成するとき、気体のみとして存在するのか、気液平衡の状態にあるのか見極める。

解説&補足

📖 反応テーブルの書き方

反応前後で温度一定のときは、 $PV = nRT$ で、『反応式の係数比』 = 『物質量の比』 = 『圧力比』 = 『体積比』の関係が成り立つ。よって、圧力(or体積)を求めるときは、いちいち物質量に変換しなくても、圧力(or体積)のまま反応テーブルを書くといい。反応テーブルの書き方について解説する。

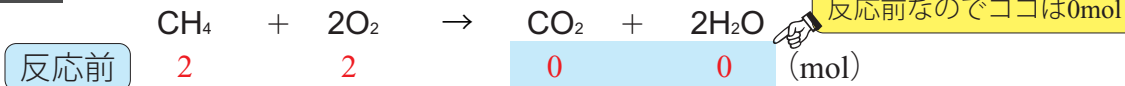
問題例

容器内で2molのメタンと2molの酸素を混合し、メタンを完全燃焼させた。燃焼後に発生した二酸化炭素の物質量を求めよ。

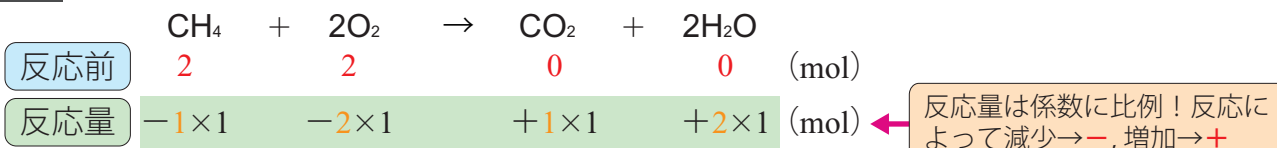
STEP1 化学反応式をかく。



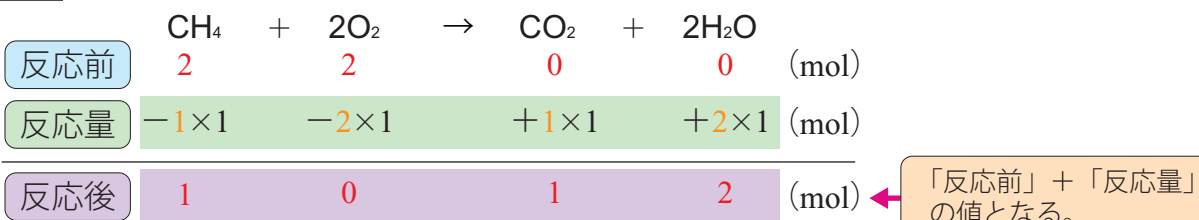
STEP2 反応式の下に、反応前の量を横に並べて書く。



STEP3 反応式の係数比と物質量の値から、反応量を求める。



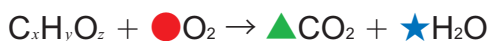
STEP4 反応前の値と反応量を足して、反応後の量を求める。



これより、発生した二酸化炭素の物質量は1(mol)……(答え)

📖 燃焼の反応式の書き方(例： $C_xH_yO_z$ の場合)

STEP1 炭素Cが燃焼すると CO_2 に、水素Hが燃焼すると H_2O になるので、反応式は次のようになる。



STEP2 CO_2 の係数を求める。 $\blacktriangle = x$

STEP3 H_2O の係数を求める。 $\star = \frac{y}{2}$

STEP4 最後に O_2 の係数を求める。 $\bullet = x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}$

Point!

炭素, 水素, 酸素原子の順で係数を決めていく!