

物理学及び化学

1. 蒸発（沸騰，沸点）

■ [問 1] 引用：全危甲例題集

沸点に関する説明として，次のうち誤っているものはどれか。

【解答】3

【解題】3番が誤り。沸点は加圧すると上昇し，減圧すると降下する。気圧の低い高地では，低い温度でお湯が沸騰する。

■ [問 2] 引用：全危甲例題集

次の文の（ ）内A～Cに当てはまる語句の組合せとして，正しいものはどれか。

【解答】5

【解題】

温度を上げると液体の蒸気圧は高くなる。その蒸気圧が外圧に等しくなったとき，その液体は沸騰する。したがって，外圧が低くなった場合には，より低い温度で沸騰する。つまり，沸点は低くなる。

■ [問 3] 引用：全危甲例題集

次のように種々の物質の分子式と 1 g 当たりの沸点における蒸発熱を示してある。このうち、1 mol 当たりの蒸発熱の最も大きいものはどれか。ただし、原子量は O=16, H=1, C=12, N=14, S=32 とする。

【解答】5

【解題】

1 mol とは、原子又は分子を 6.02×10^{23} 個集めたもので、その物質の原子量又は分子量と同じ数字になる。1 mol の質量は原子量又は分子量に g をつけた数字になる。

たとえば、炭素 C の原子量は 12 なので、炭素 1 mol だと 12 g となる。

1～5 番の物質の分子量を求めて g をつけて、モル質量を求める。

- (1) NH_3 分子量は 17 なので、1 mol 17 g
 $1,362 \text{ J/g} \times 17 \text{ g} = \underline{23,154 \text{ J}}$
- (2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ 分子量は 74 なので、1 mol 74 g
 $352 \text{ J/g} \times 74 \text{ g} = \underline{26,048 \text{ J}}$
- (3) CS_2 分子量は 76 なので、1 mol 76 g
 $352 \text{ J/g} \times 76 \text{ g} = \underline{26,752 \text{ J}}$
- (4) C_6H_6 分子量は 78 なので、1 mol 78 g
 $394 \text{ J/g} \times 78 \text{ g} = \underline{30,732 \text{ J}}$
- (5) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 分子量は 46 なので、1 mol 46 g
 $859 \text{ J/g} \times 46 \text{ g} = \underline{39,514 \text{ J}}$

2. 比熱

【熱容量の公式】

$$\textcircled{1} \quad C = \frac{Q}{(t_2 - t_1)} \rightarrow \text{熱容量} = \frac{\text{熱量}}{\text{(温度変化)}}$$

$$\textcircled{2} \quad C = m \times c \rightarrow \text{熱容量} = \text{質量} \times \text{比熱}$$

【熱量の計算】

$$\textcircled{3} \quad Q = C \times \Delta t = c \times m \times \Delta t$$

$$\text{熱量} = \text{熱容量} \times \text{温度変化} = \text{比熱} \times \text{質量} \times \text{温度変化}$$

■ [問 4] 引用：全危甲例題集

熱容量について、次のうち正しいものはどれか。

【解答】1

【解題】

熱容量とは、物体の温度を 1 K(ケルビン) 上昇させるのに必要な熱量。ケルビンは、熱力学温度などとも呼ばれるが、簡単にいうと、ケルビン温度=セ氏温度 (これも正確にいうとセルシウス) + 273 (絶対零度) である。1K 上昇させるというのと、セ氏温度で 1 度上昇させるのとは結局、同じ。

■ [問 5] 引用：全危甲例題集

質量 m 、比熱 c とする物質の熱容量 C を表す式は、次のうちどれか。

【解答】 3

【解題】

【熱容量の公式】

$$\textcircled{2} \quad C = m c \quad \rightarrow \quad \text{熱容量} = \text{質量} \times \text{比熱}$$

■ [問 6] 引用：全危甲例題集

比熱が $0.84\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、質量 300g 、 5°C の容器に、 90°C の熱湯 150g (比熱 $4.2\text{J}/\text{g} \cdot \text{K}$) を入れると、湯の温度は何 $^\circ\text{C}$ になるか。

【解答】 4

【解題】

■ 解き方 1

熱平衡：高温の物体と低温の物体を接触させると、高温物体から低温物体へと熱運動エネルギーが移り、やがてエネルギーの移動が見かけ上止まる。

容器の温度は 5°C で熱湯の温度が 90°C であるから、容器は熱湯から熱を奪い、熱湯は容器に熱を奪われる……と考える。

【熱量の公式】

$$Q = C \times \Delta t = \frac{c \times m \times \Delta t}{\quad}$$

$$\text{熱量} = \text{熱容量} \times \text{温度変化} = \text{比熱} \times \text{質量} \times \text{温度変化}$$

熱量の公式から、次の公式をつくる。

$$\text{質量} \times \text{比熱} \times (X - 5^\circ\text{C}) = \text{質量} \times \text{比熱} \times (90^\circ\text{C} - X)$$

$$\begin{aligned}
300(\text{g}) \times 0.84(\text{J/g}) \times (\text{X} - 5^\circ\text{C}) &= 150(\text{g}) \times 4.2(\text{J/g}) \times (90^\circ\text{C} - \text{X}) \\
252 \times (\text{X} - 5^\circ\text{C}) &= 630 \times (90^\circ\text{C} - \text{X}) \\
252 \text{X} + (-1250) &= 56700 + (-630 \text{X}) \\
252 \text{X} + 630 \text{X} &= 56700 + 1260 \\
882 \text{X} &= 57960 \\
\text{X} &= 57960 \div 882 \\
&= 65.7
\end{aligned}$$

■解き方 2

5°Cの容器に90°Cの溶液を入れるので、当然、全体の温度は、5°Cを超える。5°Cを超えるエネルギーの元は、90°Cの溶液が持つエネルギーである。それは、比熱 4.2 J/g・K の熱湯 150g が持っているものであるが、利用可能なのは 5°Cを超えている分、すなわち 85°C分である。このエネルギーは、 $4.2 \times 150 \times 85 = 53550$

このエネルギーを 5°Cを超える部分について、容器と溶液で分けると考える。

容器を 1°C上昇させるエネルギーは、 $0.84 \times 300 = 252$
 水溶液を 1°C上昇させるエネルギーは、 $4.2 \times 150 = 630$
 したがって、全体を 1°C上昇させるエネルギーは、 $252 + 630 = 882$
 分かち合うエネルギー 53550 を 882 で割る $53550 \div 882 = 60.7$
 5°Cから 60.7°C上昇するので 65.7°C

3. 気体の性質

■ [問 7] 引用：全危甲例題集

次の物質の臨界温度および臨界圧力に関する記述について、誤っているものはどれか。

	臨界温度	臨界圧力
水	374℃	22.1MPa
アンモニア	132℃	11.2MPa
二酸化炭素	31.1℃	7.4MPa
酸素	-118℃	5.0MPa
水素	-239.9℃	1.3MPa

【解答】 3

【解題】

臨界温度以下では高い圧力をかけることで液体の状態にすることができる。

臨界温度では、臨界圧力をかけることで液体にすることができるが、臨界温度を超えると、臨界圧力以上の圧力をかけても液体にはできない。

アンモニアは常温（20℃）、11.2MPa(80 気圧)においては液体である。

■ [問 8] 引用：全危甲例題集

下表のような組成のガスのうち、比重の最も大きいものはどれか。ただし、組成は体積%で示してある。

【解答】5

【解題】

原子量が解らないと、各分子の分子量が解らないので、 $C = 12$, $H = 1$, $O = 16$, $N = 14$ は覚えておく。

原子量から、各分子量を求める。

すべての気体は 1 モル 22.4L の体積を占めているので、各分子量と組成比 (%) の積を計算すればよい。

	CO	CO ₂	H ₂	CH ₄	N ₂	平均
分子 量	28	44	2	16	28	分子 量
1	$28 \times 6 / 100$ =1.68	$44 \times 6 / 100$ =2.64	$2 \times 50 / 100$ =1.00	$16 \times 32 / 100$ =5.12	$28 \times 6 / 100$ =1.68	12.12
2	$28 \times 10 / 100$ =2.80	$44 \times 4 / 100$ =1.76	$2 \times 45 / 100$ =0.90	$16 \times 29 / 100$ =4.64	$28 \times 12 / 100$ =3.36	13.46
3	$28 \times 36 / 100$ =10.08	$44 \times 5 / 100$ =2.20	$2 \times 37 / 100$ =0.74	$16 \times 17 / 100$ =2.72	$28 \times 5 / 100$ =1.40	17.14
4	$28 \times 39 / 100$ =10.92	$44 \times 6 / 100$ =2.64	$2 \times 49 / 100$ =0.98	$16 \times 3 / 100$ =0.48	$28 \times 3 / 100$ =0.84	15.86
5	$28 \times 27 / 100$ =7.56	$44 \times 6 / 100$ =2.64	$2 \times 13 / 100$ =0.26	$16 \times 1 / 100 =$ 0.16	$28 \times 53 / 100$ =14.84	25.46

■ [問 9] 引用：全危甲例題集

物質の状態変化について，次のうち正しいものはどれか。

【解答】3

【解題】

気体に圧力を加えることによって液体にすることが可能である。ただし，気体の温度が臨界温度より高いとどんなに圧力をかけても液体にすることができない。臨界温度で気体を圧縮すると，臨界圧力に達したとき完全に液化する。

■ [問 10] 引用：全危甲例題集

ある気体が 427°C ，1 気圧のもとで，1 L の場合の質量が 4.7 g であった。この気体の分子量はいくらか。

【解答】3

【解題】

【アボガドロの法則】

すべての気体 1 mol は，標準状態 (0°C ，1 気圧) で約 22.4 L の体積を占め，その中に 6.02×10^{23} 個の気体分子を含みます。

【シャルルの法則】

圧力を一定に保った状態では，一定質量の気体の体積は，温度 1°C 上昇又は下降するごとに， 0°C における体積の $1/273$ づつ膨張又は収縮します。

■ 解き方 1 気体の状態方程式 $PV=nRT$ を使って求める。

P：圧力 [atm]，V：体積 [L]，n：物質量 (mol)，R：気体定数，T：温度 [T]

* 分子量 M (g/mol) の気体が w(g) あるので，物質量 n(mol) は w/M にする。

* 気体定数は $0.082 \text{ (L} \cdot \text{atm/K} \cdot \text{mol)}$ 。

* 温度 (T) は $427^{\circ}\text{C}+273=700\text{K}$ とする。

$PV = nRT$ より

$$PV = nRT = \frac{w}{M} RT \quad \rightarrow \quad PV = \frac{w}{M} RT \quad \rightarrow \quad M = \frac{wRT}{PV}$$

$$M = \frac{wRT}{PV} = \frac{4.7(\text{g}) \times 0.082(\text{L} \cdot \frac{\text{atm}}{\text{K}} \cdot \text{mol}) \times 700(\text{K})}{1 \text{ 気圧} \times 1 \text{ L}} = \frac{269.78}{1} = 269.78(\text{g/mol})$$

≒ 270(g/mol) になる。

■解き方2 ボイル・シャルルの法則から求める

- ① シャルルの法則から、この気体 1 mol が 0°C から 427°C に温度上昇したとき、体積が何リットル増加したかを計算します。

$$\begin{aligned} \text{増加した体積} &= \text{元の体積} \times \text{膨張率} \times \text{温度変化} \\ X &= 22.4 \text{ L} \times 1/273 \times 427^\circ\text{C} \\ &= 35.04 \text{ L} \end{aligned}$$

- ② 427°C のときの体積は、

$$\begin{aligned} &22.4 \text{ L (0°C のときの体積)} + 35 \text{ L (427°C のときの増加分)} \\ &22.4 \text{ L} + 35.04 \text{ L} = 57.44 \text{ L} \end{aligned}$$

- ③ 1 L の場合の質量が 4.7 g なので

$$4.7 \text{ g/L} \times 57.44 \text{ L} = 269.97 \text{ g}$$

269.97g ≒ 270g で分子量は 270

*モル質量 (g 質量) = 分子量と等しい数字

2019 年度版 甲種危険物例題集の解き方【物理学及び化学】

© (株)ユニバース・リサーチ

本書の一部あるいは全部を無断で複写・複製することは、法律で認められた場合を除き、著作権の侵害となります。また、業者など、読者本人以外による本書のデジタル化は、いかなる場合でも一切認められませんのでご注意ください。

甲種危険物例題集の解き方

(平成 2019 年度版)

2014 年 5 月 1 日 Vol. 1

2015 年 5 月 1 日 Vol. 2

2016 年 10 月 1 日 Vol. 3

2017 年 7 月 20 日 Vol. 4

2018 年 7 月 30 日 Vol. 5

2019 年 5 月 1 日 Vol. 6

発行者 齊藤 恵

発行所 株式会社ユニバース・リサーチ

〒198-0042 東京都青梅市東青梅 3-11-10-302

URL <http://www.universe-research.com>

©Megumi Saito 2019. Printed in Japan