

# 第 2 回

# 実戦問題 解答・解説

## ●設問別正答率表

解答番号	1. ①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	2. ⑩
配点	3点	3点	3点	3点	3点	2点	2点	3点	3点	4点
正答率(%)	78.4	86.9	59.4	61.8	30.8	63.5	90.5	60.4	44.3	62.8
解答番号	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯				
配点	3点	4点	3点	4点	4点	3点				
正答率(%)	90.2	46.0	56.7	31.9	28.6	48.0				

## ●設問別平均点・標準偏差表

設問	設問内容	配点	全体	現役	既卒	標準偏差
1	物質の構成	25	15.7	15.5	17.2	5.0
2	物質の変化	25	12.6	12.4	14.1	5.5
	合計	50	28.4	27.9	31.3	8.5

●第2回 得点別偏差値・順位表

得点	偏差値	順位	得点	偏差値	順位	得点	偏差値	順位
50	75.4	1						
49	74.2		29	50.7	13082	9	27.2	28032
48	73.1	168	28	49.5	14468	8	26.0	28164
47	71.9	183	27	48.4	15445	7	24.8	28303
46	70.7	477	26	47.2	16821	6	23.7	28355
45	69.5	693	25	46.0	18260	5	22.5	28402
44	68.4	724	24	44.8	19166	4	21.3	28443
43	67.2	991	23	43.7	20254	3	20.1	28448
42	66.0	1587	22	42.5	21387	2	19.0	28463
41	64.8	1818	21	41.3	22286	1	17.8	
40	63.6	2116	20	40.1	23103	0	16.6	28477
39	62.5	3025	19	39.0	23923			
38	61.3	3734	18	37.8	24603			
37	60.1	4096	17	36.6	25270			
36	58.9	4954	16	35.4	25873			
35	57.8	6191	15	34.2	26288			
34	56.6	6930	14	33.1	26762			
33	55.4	7896	13	31.9	27140			
32	54.2	9460	12	30.7	27383			
31	53.1	10554	11	29.5	27657			
30	51.9	11494	10	28.4	27934			





# 解説

## 第1問

問1 a 1 正解④

常温・常圧で、希ガスの単体はいずれも気体として存在する。それ以外に気体として存在する単体は水素  $H_2$ 、窒素  $N_2$ 、酸素  $O_2$ 、オゾン  $O_3$ 、フッ素  $F_2$ 、塩素  $Cl_2$  である。

b 2 正解③

分子結晶は他の結晶に比べて、融点や沸点が低いものが多い、ヨウ素  $I_2$  やナフタレン  $C_{10}H_8$  のように昇華しやすいものも存在する。

①(誤) ショ糖  $C_{12}H_{22}O_{11}$  は分子結晶であるが昇華しにくい。

②(誤) 石英  $SiO_2$  は共有結合の結晶であり昇華しにくい。

③(正) ヨウ素  $I_2$  は分子結晶であり昇華しやすい。

④(誤) 炭酸カルシウム  $CaCO_3$  は  $Ca^{2+}$  と  $CO_3^{2-}$  からなるイオン結晶であり昇華しにくい。

⑤(誤) 塩化銅(II)  $CuCl_2$  は  $Cu^{2+}$  と  $Cl^-$  からなるイオン結晶であり昇華しにくい。

問2 3 正解⑤

元素は物質を構成する成分であり、単体は1種類の元素からなる物質のことである。

① 植物の光合成では、複雑な過程をまとめると全体として次の反応によって酸素が生じる。ここでは酸素は単体  $O_2$  を指す。



② 空気中には体積百分率で約80%の窒素と約20%の酸素が含まれている。ここでの窒素と酸素はそれぞれ単体の窒素  $N_2$  と酸素  $O_2$  を指している。

③ メタンの燃焼反応では、次式の反応によって酸素が消費される。



ここでの酸素は単体  $O_2$  を指している。

④ オゾン  $O_3$  と酸素  $O_2$  はどちらも1種類の元素からなる単体であり、オゾンは酸化力が強い。

⑤ 過酸化水素  $H_2O_2$  は水素と酸素からなる化合物である。ここでの水素と酸素は  $H_2O_2$  を構成する成分であり、元素を指している。

問3 4 正解⑤

a  $H_2O$  共有結合に使われている電子の総数4個



b  $N_2$  共有結合に使われている電子の総数6個



c  $F_2$  共有結合に使われている電子の総数2個



d  $NH_3$  共有結合に使われている電子の総数6個



問4 5 正解①

25℃の水に対するAの溶解度が  $S$  であり、水100gにAが  $S$  [g] 溶けて飽和溶液となる。

飽和溶液  $100 + S$  [g] あたりに含まれるAの質量は  $S$  [g]

飽和溶液1kg (= 1000g) あたりに含まれるAの質量は

$$S \times \frac{1000}{100 + S} \text{ [g]}$$

Aのモル質量  $M$  [g/mol] より、Aの物質量は

$$S \times \frac{1000}{100 + S} \times \frac{1}{M} = \frac{1000S}{M(100 + S)} \text{ [mol]}$$

問5 6 · 7 正解④・⑤(順不同)

①(誤) 蒸留では加熱により生じた蒸気の温度を知るために、温度計の球部を枝付フラスコの枝のつけ根付近に合わせる。

②(誤) 加熱により生じた蒸気のみを捕集するために、枝付フラスコに入れる海水の量はフラスコの半分より少なくする。

③(誤) 冷却器内を水で満たすため、また加熱により生じた蒸気を効果的に冷却するために冷却器に流す水の方向は下方から上方にする。

④(正) 水の蒸発により容器内の気体の圧力が上昇し、栓が抜けるのを防ぐため、アダプターと三角フラスコは密栓しない。

⑤(正) 海水をおだやかに沸騰させるため、沸騰石を入れて加熱する。

問6 8 正解②

①(正) 物質の構成粒子が熱運動によって自然に散らばっていく現象を拡散という。

②(誤) 同じ温度でも粒子がすべて同じ速さで運動しているわけではなく熱運動のエネルギーが高く速いものや、熱運動のエネルギーが低く、遅いものがある。

③(正) 高温になるほど粒子のもつエネルギーは大きくなり、熱運動が活発になるため、窒素と臭素が均一に混じり合うまでの時間が短くなる。

④(正) インクを水に垂らすと、熱運動によってインクが拡散して均一になる。

⑤(正) 熱運動は固体や液体の状態の粒子でも生じており、温度が高いほど粒子の熱運動が激しくなる。





$$a = 3 \quad b = 3 \quad c = 4$$

とわかる( $b, c$ は(iv)の式も満たす)。

問3 [12] 正解⑤

溶液1Lあたりに溶けている溶質の物質質量[mol]をモル濃度[mol/L]という。

シュウ酸二水和物を水に溶かした後の水溶液の体積がわかる②と⑤以外は不適なので、これらについてのみ調製される水溶液の濃度を計算して確認すればよい。

また、1molのシュウ酸二水和物  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (モル質量 126 g/mol)には1molのシュウ酸分子  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  が存在することより、2つの物質の物質質量は等しい。よって、溶質の物質質量はシュウ酸二水和物の物質質量としてよい。

②の水溶液

$$\frac{4.50 \text{ [g]}}{126 \text{ [g/mol]}} \times \frac{1}{100 \times 10^{-3} \text{ [L]}} = 0.3571 \dots \text{ mol/L}$$

⑤の水溶液

$$\frac{3.15 \text{ [g]}}{126 \text{ [g/mol]}} \times \frac{1}{100 \times 10^{-3} \text{ [L]}} = 0.250 \text{ mol/L}$$

問4 [13] 正解②

① 塩化水素 HCl は強酸である。よって、塩化水素を水に溶解させると、以下のように電離して酸性を示す。



② 酸性塩の水溶液は必ずしも酸性を示すわけではない。炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  の水溶液は塩基性を示す。

③ 正塩であれば、一般に強酸と強塩基の塩は中性、強酸と弱塩基の塩は酸性、弱酸と強塩基の塩は塩基性を示す。硫酸アンモニウム  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  は強酸の硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  と弱塩基のアンモニア  $\text{NH}_3$  から生成する正塩なので酸性を示す。

④ 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  は水に溶解させると以下のように水素イオンを生じる。



よって、二酸化炭素を水に溶解させると水溶液は酸性を示す。

⑤ 硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_4$  は  $\text{H}_2\text{SO}_4$  由来の  $\text{HSO}_4^-$  が電離をすることで水素イオンを生じるので酸性を示す。



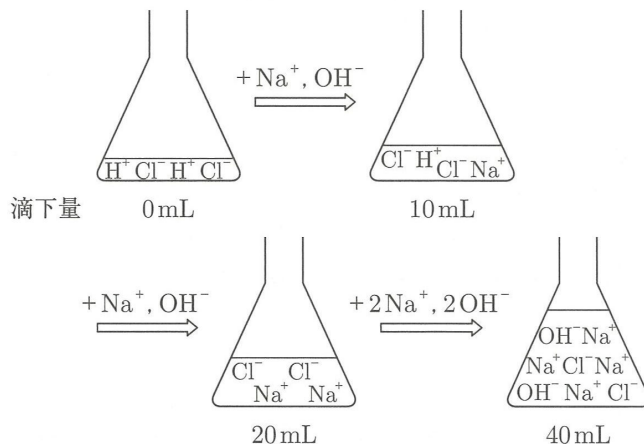
問5 [14] 正解③

水酸化ナトリウム水溶液と塩酸の反応は以下のようになる。



水溶液中で  $\text{H}_2\text{O}$  以外の物質は電離してイオンを生じ

ていることに注意すると以下のように図解できる( $\text{H}_2\text{O}$  の電離により生じる  $\text{H}^+$  と  $\text{OH}^-$  は他のイオンと比べ、極めてわずかなので無視してよい)。



※イオン式一つが0.0025mol分とする。  
また、生成した水は省略している。

加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積が0mL → 20mLまでは加えた  $\text{OH}^-$  が  $\text{H}^+$  と反応し、 $\text{H}_2\text{O}$  になるので、イオンの総量は変化しない。20mL加えたところで、 $\text{OH}^-$  と  $\text{H}^+$  が過不足なく反応するので、20mL → 40mLまでは加えた  $\text{OH}^-$  は反応により消費されず、イオンの総量が増加している。

問6 [15] 正解⑤

問題文より、シュウ酸と過マンガン酸カリウムの電子を含んだイオン反応式は以下になる。



還元剤であるシュウ酸が放出する電子の物質質量[mol]は、1molのシュウ酸が2molの電子を放出するので、

$$\left[ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ が放出す} \\ \text{る電子の物質質量} \end{array} \right] = \underbrace{5.0 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]} \times \frac{20}{1000} \text{ [L]}}_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ mol}} \times 2$$

となる。

一方、過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を  $C$  [mol/L] とすると、受け取る電子の物質質量[mol]は、1molの過マンガン酸カリウムが5molの電子を受け取るので、

$$\left[ \begin{array}{l} \text{KMnO}_4 \text{ が受け取} \\ \text{る電子の物質質量} \end{array} \right] = \underbrace{C \text{ [mol/L]} \times \frac{10}{1000} \text{ [L]}}_{\text{KMnO}_4 \text{ mol}} \times 5$$

となる。

酸化剤と還元剤が過不足なく反応するときは、授受した電子の物質質量が等しくなるので以下の関係式が成立する。

$$5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \times \frac{20}{1000} \text{ L} \times 2$$

$$= C [\text{mol/L}] \times \frac{10}{1000} \text{ L} \times 5$$

$$C = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

なお、実験途中で加えた硫酸と水は、電子の授受には関与していないことに注意する。

問7 16 正解④

①(正) イオン化傾向はカルシウム  $\text{Ca} >$  マグネシウム  $\text{Mg}$  である。

②(正) アルミニウム  $\text{Al}$  は濃硝酸中ではち密な酸化被膜を形成し、内部まで酸化が進行せず、溶解しない。このような状態を不動態という。

③(正) イオン化傾向が亜鉛  $\text{Zn} >$  銀  $\text{Ag}$  なので、イオン化傾向の小さい方の銀の単体が亜鉛板に析出し、イオン化傾向の大きい方の亜鉛が溶け出す。

④(誤) 高温の水蒸気と反応するのはイオン化傾向が鉄  $\text{Fe}$  より大きい金属である。鉛  $\text{Pb}$  はイオン化傾向が鉄より小さいので高温の水蒸気とは反応しない。

⑤(正) 金  $\text{Au}$  や白金  $\text{Pt}$  は濃塩酸と濃硝酸が3:1(体積比)で混合した溶液である王水に溶解する。

### ポイント

#### 塩の水溶液の液性

強酸と強塩基からなる正塩 → 一般に中性

強酸と弱塩基からなる正塩 → 一般に酸性

弱酸と強塩基からなる正塩 → 一般に塩基性

例  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$  酸性,  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$  塩基性

※  $\text{NaHSO}_4$  は強酸と強塩基からなる酸性塩で、その水溶液は酸性を示す。また、 $\text{NaHCO}_3$  は弱酸と強塩基からなる酸性塩で、その水溶液は塩基性を示す。

#### 中和における量的関係

酸と塩基が過不足なく中和するとき、次の関係式が成り立つ。

「 $\text{H}^+$ の物質量 =  $\text{OH}^-$ の物質量」または、

「酸の物質量 × 価数 = 塩基の物質量 × 価数」

例  $a$  [mol/L] の  $n$  価の酸の水溶液  $b$  [mL] と  $a'$  [mol/L] の  $n'$  価の塩基の水溶液  $b'$  [mL] が過不足なく中和するとき、 $abn = a'b'n'$  の関係式が成り立つ。

### 金属単体の反応性

金 属	大 ← イオン化傾向 → 小																
	Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	(H <sub>2</sub> )	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
水との反応	常温で反応 $\text{H}_2 \uparrow$				高温の水蒸気と反応 $\text{H}_2 \uparrow$ (Mgは熱水と反応)				反応しない								
酸との反応	希酸( $\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ )と反応する (Pbは反応しにくい)												硝酸や熱濃硫酸と反応する			王水に溶ける	
	(Al, Fe, Niは濃硝酸に対して不動態となり反応しにくい) (一部、溶けにくいものもある)																