

# 第 5 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	2. ⑨	⑩
配点	3点	3点	3点	3点	3点	3点	3点	4点	3点	3点
正答率(%)	98.0	80.2	96.2	58.3	72.3	60.2	73.2	29.7	67.9	40.6
解答番号	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯				
配点	3点	3点	3点	4点	3点	3点				
正答率(%)	92.9	71.1	74.2	42.7	51.0	43.2				

### ●設問別平均点・標準偏差表

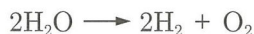
設問	設問内容	配点	全体	現役	既卒	標準偏差
1	物質の構成	25	17.3	17.1	18.9	4.8
2	物質の変化	25	14.9	14.6	16.9	6.2
合計		50	32.3	31.8	35.8	9.3

# 解説

## 第1問

問1 **1** 正解①

ある物質が別の物質に変わる変化を化学変化という。化学式を用いて化学変化を表したものが化学反応式であり、水の電気分解は次の化学反応式で表される化学変化である。



これに対し、蒸発、凝固、凝縮、融解は物質の三態(固体・液体・気体)の間の変化であり、物質の種類は変わらずに状態だけが変化する。これを物理変化という。

問2 **2** 正解④

①(正) 原子は、いくつかの陽子と中性子からなる1個の原子核と、原子核のまわりをとりまくいくつかの電子とからできている。

②(正) 陽子は正、電子は負の電気を帯びた粒子である。粒子がもつ電気の量を電荷といい、陽子のもつ電荷を+1で表すと、電子のもつ電荷は-1である。よって、陽子1個のもつ電荷と電子1個のもつ電荷の絶対値は等しい。

③(正) 陽子1個と中性子1個の質量はほぼ等しく、電子の質量はその $\frac{1}{1840}$ しかない。よって、原子の質量は原子に含まれる陽子と中性子の合計質量、すなわち原子核の質量にほぼ等しい。

④(誤) 原子核に含まれる陽子の数を原子番号といい、原子番号1は水素、2はヘリウム…というように、元素ごとに含まれる陽子数が決まっている。原子核中の陽子と中性子の数の合計を質量数といい、多くの元素では質量数の異なる同位体が存在する。すなわち、同じ元素でも中性子の数が異なるものが存在する。

⑤(正) 原子は、含まれる陽子と電子の数が等しいため、電気的に中性である。原子が電子を放出すると陽子の数が電子の数よりも多い正の電荷を帯びた陽イオンとなり、反対に、原子が電子を受け入れると、負の電荷を帯びた陰イオンとなる。

問3 a **3** 正解②

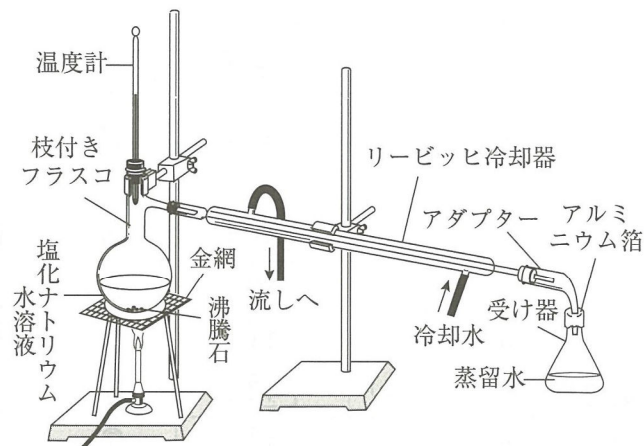
$\text{O}_2$ や $\text{H}_2$ のように、1種類の元素からなる物質を単体という。これに対し、 $\text{H}_2\text{O}$ のように2種類以上の元素からなる物質を化合物という。また、単体または化合物を純物質といい、2種類以上の純物質からなる物質を混合物という。

①塩酸は $\text{HCl}$ と $\text{H}_2\text{O}$ の混合物、②ダイヤモンド(C)

は単体、③水( $\text{H}_2\text{O}$ )は化合物、④空気は $\text{N}_2$ と $\text{O}_2$ などの混合物、⑤二酸化炭素( $\text{CO}_2$ )は化合物である。

b **4** 正解①

塩化ナトリウム水溶液は、塩化ナトリウムと水の混合物である。下図のような装置を用いて塩化ナトリウム水溶液を沸騰させると、塩化ナトリウムは蒸発しないのでフラスコ内に残るが、水は蒸発するため蒸気としてとり出すことができる。フラスコの枝の部分から出た水蒸気は冷却器内で凝縮するため、受け器(三角フラスコ)内に純粋な水を集めることができる。このように、加熱により発生した蒸気を冷却することにより、成分の液体を分離する操作を蒸留という。



問4 **5** 正解④

①(正) イオン結晶では、構成粒子である陽イオンと陰イオンが静電気力(クーロン力)により結合し、規則正しく配列している。

②(正) 結晶内の陽イオンと陰イオンは交互に規則正しく並び、イオン結合が強いため、一般に融点が高く、硬い。しかし、外部から強い力が加わると、陽イオンと陰イオンの位置関係がずれて同符号のイオンどうしが反発するようになるため、割れやすくもろい。

③(正) イオン結晶はイオンが移動できないため電気を導かないが、水に溶かすと電離して、イオンが移動できるようになるため、電気を導くようになる。

④(誤) イオン結晶では、結晶全体が電気的に中性になるように陽イオンと陰イオンが含まれている。そのため、カルシウムイオン $\text{Ca}^{2+}$ と塩化物イオン $\text{Cl}^-$ が物質質量比1:2で集合している。

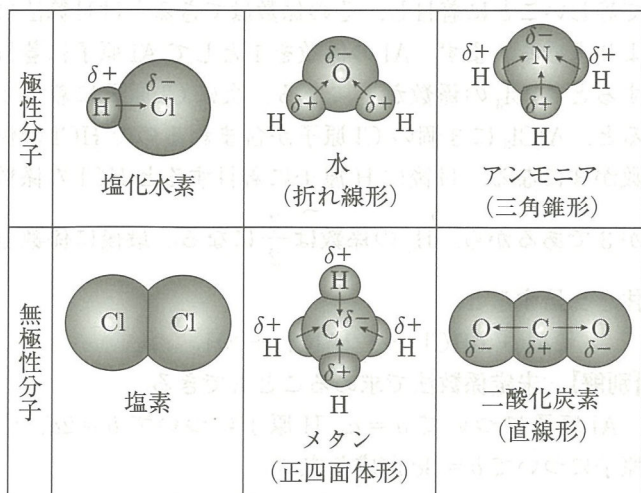
⑤(正) 硫酸アンモニウムはアンモニウムイオン $\text{NH}_4^+$ と硫酸イオン $\text{SO}_4^{2-}$ からなるイオン結晶である。

問5 **6** 正解①

二原子間で共有結合が形成されたとき、それぞれの原子が共有電子対を引きつけようとする強さを電気陰性度という。異なる原子間で共有結合を形成したとき、電気



陰性度の差により、原子間に電荷の偏りを生じる。これを結合の極性という。分子を構成する原子間に結合の極性がない分子は、無極性分子となるが、 $\text{CO}_2$ 分子のように、結合に極性があっても分子全体で結合の極性が打ち消される分子は無極性分子となる。以下に、極性分子と無極性分子の例を示す。



#### 問6 7 正解④

元素を原子番号の順に並べると、性質のよく似た元素が周期的に現れる。これを元素の周期律という。

図1のグラフではHe, Ne, Arが特に大きな値をとっており、Li, Na, Kが小さな値をとっている。この傾向を示す元素の性質として原子のイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)が当てはまる。

イオン化エネルギーは、同一周期では原子番号の増加とともにしだいに大きくなり、希(貴)ガス元素で最大となる。

#### 問7 8 正解②

①(正) 銅は電気や熱をよく導き、加工もしやすいため、導線などの電気材料や調理器具などに使われる。

②(誤) アルミニウムの表面がち密な酸化被膜で覆われると、化学的に安定になるため、人工的にアルミニウム製品の表面に酸化被膜をつくることがある。これをアルマイトといい、調理器具などに用いられている。なお、ジュラルミンとはアルミニウムに少量の銅やマグネシウムなどを加えた合金で、軽くて丈夫なため、航空機の機体などに使われる。

③(正) ビタミンC(アスコルビン酸)は還元力が強く、酸化防止剤として食品が化学変化したり腐ったりするのを防ぐ作用がある(自身が酸化されることにより、食品の酸化を抑える)ため、食品添加物に用いられている。

④(正) ポリエチレンテレフタレート(PET)は代表

的なポリエステルであり、繊維としてワイシャツなどに用いられる高分子化合物である。また、樹脂(プラスチック)として、飲料容器(PETボトル)に広く用いられている。

⑤(正) 塩素は毒性が強く、非常に危険な物質であるため、取り扱いには十分な注意が必要である。しかし、用いる量を適切に管理することで、水道水の消毒等、有益に活用することができる。

⑥(正) 人間生活の中で物質を利用する際は、石油などの限りある天然資源を大切に使うことや、できるだけ再利用(リサイクル)すること、廃棄する場合には安全で適切な廃棄方法を考えることが重要である。

#### ポイント

##### 混合物の分離

ろ過：液体中に混ざっている固体物質を、ろ紙などを用いて分離する。

蒸留：成分物質の沸点の差を利用して、液体を分離する。特に2種類以上の液体混合物を、蒸留によって各成分に分離する方法を分留という。

再結晶：不純物を含む結晶を高温の液体に溶かしてから冷却し、純粋な結晶を析出させる。

抽出：混合物から特定の成分だけを液体中に溶かして分離する。

昇華法：ヨウ素やナフタレンなどの昇華しやすい物質を分離する。

##### 結合の極性と分子の極性

・結合の極性…異なる元素の原子どうしの共有結合では、二原子間に電荷の偏りを生じる。これを結合の極性という。二原子間の電気陰性度の差が大きいほど結合の極性は大きい。

・極性分子…分子全体として極性をもつ分子。

例； $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  など

・無極性分子…分子全体として極性をもたない分子。

例； $\text{H}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  など

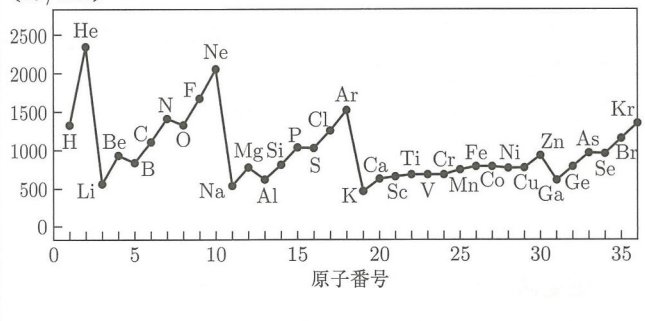
ただし、結合の極性がある場合でも分子全体でそれらが打ち消されているときは無極性分子となる。

例； $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  など

(第一)イオン化エネルギー

気体状態の原子から電子1個を取り去るのに必要なエネルギー。典型元素ではおおむね周期表の右上にあるものほど大きい。

(第一)イオン化エネルギー [kJ/mol]



第2問

問1 [9] 正解②

a 標準状態において気体1molの体積は22.4Lなので、水素分子は  $\frac{22.4L}{22.4L/mol} = 1.0mol$  である。

b グルコースの分子量は180なので、モル質量は180g/molである。グルコース1分子中に酸素原子が6個含まれているので、9.0gのグルコースに含まれる酸素原子の物質量は

$$\frac{9.0g}{180g/mol} \times 6 = 0.30mol$$

c アボガドロ定数が  $6.0 \times 10^{23}/mol$  なので、  $3.0 \times 10^{23}$  個のネオン原子の物質量は

$$\frac{3.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}/mol} = 0.50mol$$

したがって物質量の大きい順に並べると、  $a > c > b$  となる。

問2 [10] 正解⑥

100gの水に  $W[g]$ の塩化ナトリウムを加えているので、水溶液全体の質量は  $(100 + W)[g]$  である。また、調製した水溶液の密度が  $d[g/cm^3]$  なので、その体積は  $\frac{(100 + W)[g]}{d[g/cm^3]} = \frac{100 + W}{d}[cm^3]$  になる。

塩化ナトリウムの式量が  $M$  なので、調製した水溶液中に含まれる塩化ナトリウムの物質量は  $\frac{W[g]}{M[g/mol]} = \frac{W}{M}[mol]$  である。よって求めるモル濃度は、

$$\frac{\frac{W}{M}[mol]}{\frac{100 + W}{d} \times \frac{1}{1000}[L]} = \frac{1000dW}{M(100 + W)}[mol/L]$$

問3 [11] 正解⑥

化学反応式においては各元素の原子の数が左辺と右辺で等しいことに着目し、その係数はできるだけ目算法により求める。まず、Alの係数を1としてAl原子に着目すると  $AlCl_3$  の係数が1になる。次にCl原子に着目すると、  $AlCl_3$  に3個のCl原子が含まれるのでHClの係数が3になる。最後にH原子に着目するとHClの係数が3であるから、  $H_2$  の係数は  $\frac{3}{2}$  になる。最後に係数全体を2倍すると、



【別解】未定係数法で求めることもできる。

Al原子について  $a = c$ 、H原子について  $b = 2d$ 、Cl原子について  $b = 3c$  が成り立つ。

これらの式より、  $a = 1$  とおいて各係数を求めると、  $b = 3$ 、  $c = 1$ 、  $d = \frac{3}{2}$  になる。最後に全体を2倍すると、



問4 [12] 正解⑤

同温、同圧、同体積の気体では、含まれる分子の数が等しいので、分子量(またはモル質量)を比較すればよい。メタンの分子量は  $CH_4 = 12 + 1.0 \times 4 = 16$  (モル質量は16g/mol)、空気の平均分子量は28.8 (モル質量は28.8g/mol) であるから、

$$\frac{\text{空気}}{\text{メタン}} = \frac{28.8}{16} = 1.8 \text{ 倍}$$

となる。

問5 [13] 正解②

①(正) 図1より、中和点が塩基性側にある。したがって、AとBは、それぞれ弱酸と強塩基である。

②(誤) 中和点が塩基性側にあるので、指示薬として、変色域が塩基性側にあるフェノールフタレインは使用に適しているが、変色域が酸性側にあるメチルオレンジは使用に適さない。

③(正) Aの水溶液のモル濃度を  $x[mol/L]$ 、Bの水溶液のモル濃度を  $y[mol/L]$  とすると、中和の量的関係から次式が成り立つ。

$$1 \times x \times \frac{10}{1000} = 1 \times y \times \frac{20}{1000}$$

$$\therefore x = 2y$$

よって、Aの水溶液のモル濃度はBの水溶液のモル

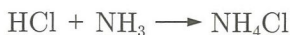


濃度の2倍となる。

④(正) Aの水溶液の体積を変更しても、弱酸と強塩基の中和では中和点は塩基性側にあり、pHは7.0にならない。

問6 14 正解③

塩化水素とアンモニアは以下のように反応して、固体の塩化アンモニウムを生じる。



容器内には塩化水素が含まれているのでアンモニアを容器内に加えていくと、上記の反応により、塩化水素とアンモニアがともに同体積ずつ消費されるので、容器内の気体の体積は減少していく。これはアンモニアを5.0L加えるまで続く。容器内にアンモニアを5.0Lより多く加えていくと、容器内の気体としては過剰分のアンモニアだけが残るので容器内の気体の体積は増加していく。

加えたアンモニアの体積 [L]										
0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
容器内の気体の体積 [L]										

よって、最も適当なグラフは③である。

問7 15 正解⑤

酸化剤は自身が還元される物質なので、反応の前後で酸化数が減少している物質が酸化剤としてはたらいっている。

①  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$  より、Sの酸化数が $-2 \rightarrow 0$ に増加している。

②  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  より、Sの酸化数が $+4 \rightarrow +6$ に増加している。

③  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 (\text{Fe}^{2+})$  より、Feの酸化数は $0 \rightarrow +2$ に増加している。

④ 中和反応であり、酸化還元反応ではない。

⑤  $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 (\text{Mn}^{2+})$  より、Mnの酸化数が $+7 \rightarrow +2$ に減少している。

したがって、酸化剤としてはたらいっているものは⑤である。

問8 16 正解④

①(正) Liはイオン化傾向が極めて大きく、空気中ですみやかに酸化されて酸化物になる。

②(正) Mgは常温の水とはほとんど反応しないが、熱水と反応して水素を発生する。

③(正) Alは濃硝酸には不動態を形成するため溶けない。

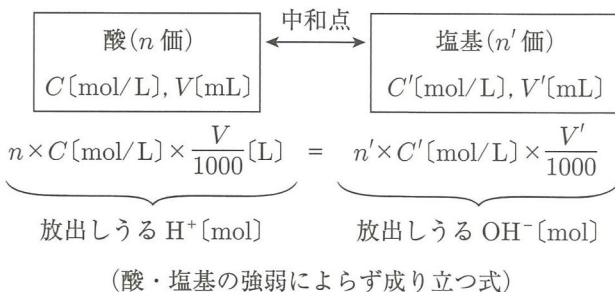
④(誤) Cuはイオン化傾向が $\text{H}_2$ よりも小さいため、希硫酸とは反応しない。熱濃硫酸には二酸化硫黄を発生

しながら溶ける。

⑤(正) Ptは硝酸や熱濃硫酸には溶けないが、王水(濃塩酸と濃硝酸の体積比で3:1の混合物)に溶ける。

ポイント

中和点の計算



酸化剤と還元剤

酸化剤：相手を酸化する = 相手から電子を奪う

還元剤：相手を還元する = 相手に電子を与える

(酸化剤自体は還元される⇒酸化数減少の原子を含む)  
 (還元剤自体は酸化される⇒酸化数増加の原子を含む)

$\text{H}_2\text{O}_2$  は主に酸化剤としてはたらくが、還元剤にもなり得る。また、 $\text{SO}_2$  は主に還元剤としてはたらくが、酸化剤にもなり得る。

例： $\text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{KMnO}_4$     $\text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_2$     $\text{SO}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$   
 還元剤   酸化剤   還元剤   酸化剤   還元剤

金属単体の反応性

	大 ← イオン化傾向 → 小																	
金属	Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	( $\text{H}_2$ )	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 $\text{H}_2 \uparrow$					反応しない (Mgは熱水と反応)							
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			
	(一部、溶けにくいものもある)																	

不動態の形成

Al, Fe, Niなどは、濃硝酸に対して、表面にち密な酸化被膜を生じるため溶けない。この状態を不動態という。