

クラス		受験番号	
出席番号		氏名	

2017年度 第3回 全統マーク模試
 学習の手引き【解答・解説集】

数 学 ・ 理 科

【2017年10月実施】

• 数 学

数学①

数学Ⅰ 1

数学Ⅰ・数学A 21

数学②

数学Ⅱ 55

数学Ⅱ・数学B 65

• 理 科

理科①

物理基礎 90

化学基礎 99

生物基礎 107

地学基礎 113

理科②

物理 124

化学 134

生物 156

地学 168

英語冊子巻末に「自己採点シート」と「学力アップ・志望校合格のための復習法」を掲載していますので、志望校合格へむけた効果的な復習のためにご活用ください。

河合塾



1760630119502140

化学

【解答・採点基準】

(100点満点)

問題番号	設問	解答番号	正解	配点	自己採点
第1問	問1	1	④	4	
	問2	2	③	4	
	問3	3	②	4	
	問4	4	⑤	4	
第1問 自己採点小計				(16)	
第2問	問1	1	②	4	
	問2	2	⑤	4	
	問3	3	③	4	
	問4	4	⑤	4	
第2問 自己採点小計				(16)	
第3問	問1	1	①	4	
	問2	2	④	4	
	問3	3	⑤	4	
	問4	4	②	4	
第3問 自己採点小計				(16)	
第4問	問1	1	②	3	
	問2	2	⑤	3	
	問3	3	②	3	
		4	④	3	
問4	5	③	4		
第4問 自己採点小計				(16)	
第5問	問1	1	①	3	
	問2	2	②	3	
	問3	3	①	3	
	問4	4	④	3	
	問5	5	②	4	
第5問 自己採点小計				(16)	

問題番号	設問	解答番号	正解	配点	自己採点
第6問	問1	1	③	3	
	問2	2	③	3	
	問3	3	②	3	
	問4	4	④	4	
	問5	5	①	2	
		6	⑥	2	
問6	7	⑤	3		
第6問 自己採点小計				(20)	
自己採点合計				(100)	

【解説】

第1問 物質の構成と化学結合、結晶の性質と構造、化学量

問1 周期表と元素、原子の構造、化学結合

元素ア～カは次のとおりである。周期表において、 で示した元素は金属元素であり、 で示した元素は非金属元素である。

族 周期	1	2	3~12	13	14	15	16	17	18
1									アHe
2				イB			ウO		
3	エNa				オSi			カCl	

① 正しい。ホウ素原子B(イ)はK殻に2個、L殻に3個の電子を有する。なお、ア～カの原子の電子配置は、次のとおりである。

	原子	電子配置		
		K殻	L殻	M殻
ア	${}^2\text{He}$	2		
イ	${}^5\text{B}$	2	3	
ウ	${}^8\text{O}$	2	6	
エ	${}^{11}\text{Na}$	2	8	1
オ	${}^{14}\text{Si}$	2	8	4
カ	${}^{17}\text{Cl}$	2	8	7

② 正しい。ア～カのうち、金属元素はナトリウムNa(エ)のみである。

③ 正しい。ヘリウムHe(ア)は希ガス元素であり、単体は単原子分子である。なお、希ガス元素の原子は安定な電子配置をとり、他の原子と化学結合をつくりにくく、また、イオンにもなりにくい。

④ 誤り。酸素O(ウ)とケイ素Si(オ)からなる化合物は、二酸化ケイ素 SiO_2 である。 SiO_2 の結晶は、SiとOが共有結合で次々と結びついた共有結合の結晶であり、水晶、石英、ケイ砂などとして天然に存在している。

【ポイント】

電子殻

原子核に近いものから順にK, L, M, N殻…といい、 n 番目の電子殻に収容可能な電子の数は $2n^2$ である。

電子殻	K	L	M	N	…
n	1	2	3	4	…
電子数	2	8	18	32	…

化学結合と結晶の種類

非金属元素のみからなる結晶

共有結合……多くは分子結晶

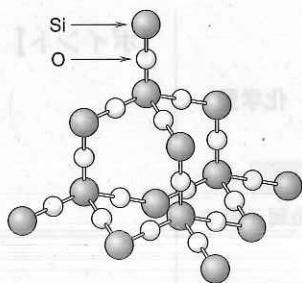
(ただし、ダイヤモンド、黒鉛、ケイ素、二酸化ケイ素は共有結合の結晶。また、 NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ などは、 NH_4^+ と陰イオンがイオン結合で結びついたイオン結晶。)

金属元素と非金属元素からなる結晶

イオン結合…イオン結晶

金属元素のみからなる結晶

金属結合……金属結晶



二酸化ケイ素の結晶構造の例

⑤ 正しい。ナトリウム Na(エ)と塩素 Cl(カ)からなる化合物は、塩化ナトリウム NaCl である。NaCl は、ナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が静電気力(クーロン力)によって結びつき、イオン結合を形成している。

1 ... ④

問2 分子式と分子の形

簡単な分子については、その形は覚えておきたい。 N_2 などの二原子分子や CO_2 は直線形であり、 H_2O は折れ線形、 NH_3 は三角錐形、 CH_4 は正四面体形である。

分子の形

H_2 , N_2 , HCl , CO_2 ...直線形

H_2O ...折れ線形

NH_3 ...三角錐形

CH_4 ...正四面体形

	電子式	分子の形
① H_2O	$\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$	
② CO_2	$:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$	
③ NH_3	$\begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\ \text{H} \end{array}$	
④ CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H}:\ddot{\text{C}}:\text{H} \\ \text{H} \end{array}$	
⑤ N_2	$:\text{N}::\text{N}:$	

③ NH_3 の形は平面三角形ではなく三角錐形であり、誤りである。

2 ... ③

問3 六方最密構造

六方最密構造は、図アに示すようにA層とB層が交互に繰り返して積み重なった最密構造である。

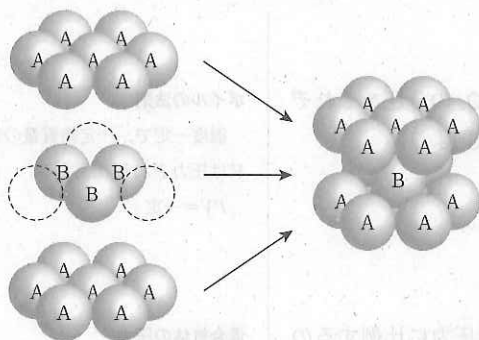


図 ア

六方最密構造の結晶構造は、図イに示す正六角柱を基本単位として考えるとわかりやすい。なお、六方最密構造の単位格子は、図中の網掛け部分であり、正六角柱は単位格子3個分に相当する。

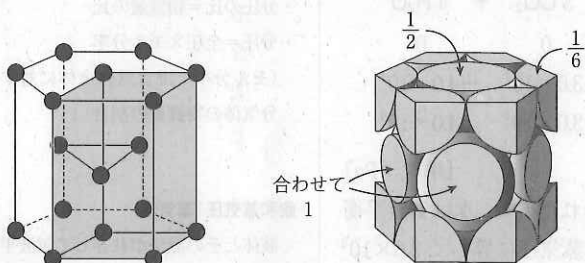


図 イ

正六角柱の頂点に位置する原子は $\frac{1}{6}$ 個、正六角柱の上面・下面の中心に位置する原子は $\frac{1}{2}$ 個、正六角柱の内部に位置する原子は(隣接する原子と合わせて)1個が正六角柱内に含まれる。したがって、六方最密構造の単位格子中に含まれる原子の数は、

$$\left(\frac{1}{6} \times 12 + \frac{1}{2} \times 2 + 1 \times 3\right) \times \frac{1}{3} = 2$$

3 … ㉔

問4 炭酸ナトリウム水和物の化学式の決定

炭酸ナトリウム水和物 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($106 + 18n$ [g/mol]) の結晶を純水に溶かすと、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 水溶液が得られる。1 mol の $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ には 1 mol の Na_2CO_3 が含まれるので、水溶液中に溶けている Na_2CO_3 の物質量は、溶かした $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の物質量と等しい。したがって、

$$\frac{8.58 \text{ g}}{106 + 18n \text{ [g/mol]}} = 0.100 \text{ mol/L} \times \frac{300}{1000} \text{ L}$$

$$n = 10$$

4 … ㉕

金属結晶の結晶構造

体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造について、配位数、単位格子に含まれる粒子数をまとめると、次の表のようになる。

	配位数	粒子数
体心立方格子	8	2
面心立方格子	12	4
六方最密構造	12	2

モル濃度

溶液 1 L あたりに溶けている溶質の物質量 [mol] で表した濃度。

モル濃度 [mol/L]

$$= \frac{\text{溶質の物質量 [mol]}}{\text{溶液の体積 [L]}}$$

第2問 気体, 浸透圧, コロイド

問1 混合気体と蒸気圧

コックを開けた後のプロパン C_3H_8 と酸素 O_2 の分圧をそれぞれ $P_{C_3H_8}$ [Pa], P_{O_2} [Pa] とすると, ボイルの法則より,

$$2.0 \times 10^4 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = P_{C_3H_8} [\text{Pa}] \times 2.0 \text{ L}$$

$$P_{C_3H_8} = 1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$1.6 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = P_{O_2} [\text{Pa}] \times 2.0 \text{ L}$$

$$P_{O_2} = 8.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

温度と体積が一定のとき, 気体の物質量は圧力に比例するので, ここでは, 反応前後での気体反応の量的関係を圧力で考えることができる。これより, C_3H_8 を完全燃焼させて 27°C に戻したときの各成分気体の分圧は次の表ようになる。ただし, 表中では, 生成した水 H_2O はすべて気体と仮定した。

	C_3H_8	$+ 5 O_2$	\longrightarrow	$3 CO_2$	$+ 4 H_2O$
反応前	1.0×10^4	8.0×10^4		0	0
変化量	-1.0×10^4	-5.0×10^4		$+3.0 \times 10^4$	$+4.0 \times 10^4$
反応後	0	3.0×10^4		3.0×10^4	4.0×10^4

[単位: Pa]

燃焼後, 27°C で容器内には水滴が見られたので, 水は気液平衡の状態にある。よって, 水蒸気分圧は蒸気圧に等しく 3.6×10^3 Pa であり*, ドルトンの分圧の法則より, 混合気体の全圧は,

$$\begin{aligned} & 3.0 \times 10^4 \text{ Pa} + 3.0 \times 10^4 \text{ Pa} + 3.6 \times 10^3 \text{ Pa} \\ & = 6.36 \times 10^4 \text{ Pa} \doteq 6.4 \times 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

* 上記の表より, 水がすべて気体と仮定した場合の水蒸気分圧は 4.0×10^4 Pa であり, 27°C での水の蒸気圧 3.6×10^3 Pa を超えていることから, 水が気液平衡の状態になると判断することができる。

1 ... 2

問2 実在気体

状態方程式 $PV = nRT$ に厳密に従う気体を理想気体という。1 mol の理想気体では, $PV = RT$ より,

$$\frac{PV}{RT} = 1$$

が常に成り立つ。

一方, 実在気体は, 分子間力と分子自身の体積があり, 厳密には $PV = nRT$ に従わないので, 1 mol の実在気体の $\frac{PV}{RT}$ の値は, 気体の種類と条件によって異なる。温度 T と圧力 P が等しいとき, $\frac{PV}{RT}$ の値はモル体積 V に比例するので, 同温・同圧の理想気体よりモル体積が小さい場合は $\frac{PV}{RT} < 1$ になり, 理想気体よりモル体積が大きい場合は $\frac{PV}{RT} > 1$ になる。

ボイルの法則

温度一定で, 一定物質量の気体の体積 V は圧力 P に反比例する。

$$PV = \text{一定}$$

混合気体の圧力

全圧 混合気体が示す圧力。

分圧 成分気体が単独で, 混合気体と同じ体積を占めたときの圧力。

・全圧 = 分圧の総和

(ドルトンの分圧の法則)

・分圧の比 = 物質量の比

・分圧 = 全圧 \times モル分率

(モル分率 混合気体全体に対する成分気体の物質量の割合)

飽和蒸気圧(蒸気圧)

液体とその蒸気が共存して気液平衡の状態にあるとき, 蒸気の示す圧力。蒸気の圧力(分圧)がその温度での飽和蒸気圧を超えることはない。

理想気体の状態方程式

理想気体では次の式が成り立つ。

$$PV = nRT$$

P : 圧力, V : 体積, n : 物質量,

T : 絶対温度, R : 気体定数

理想気体

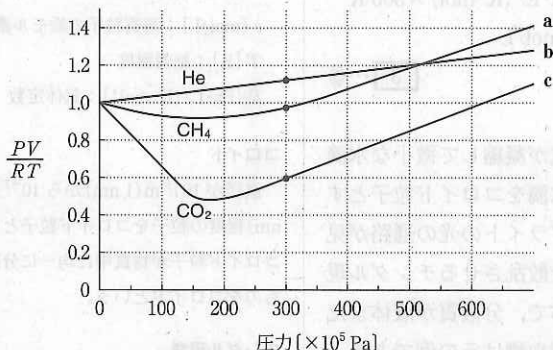
分子間に引力がはたらかず, 分子自身の体積を 0 と仮定した気体を理想気体という。理想気体の状態方程式が完全に成り立つ。

実在気体

分子間に引力がはたらか, 分子自身の体積があるため, 理想気体の状態方程式が厳密には成り立たない。

圧力が0に近づくと $\frac{PV}{RT}$ の値は1に近づくが、圧力が増加すると、多くの実在気体では、気体分子が接近して分子間力により体積が減少するので、 $\frac{PV}{RT} < 1$ になり、この傾向は分子間力が強くはたらく気体ほど大きい。さらに圧力を増加させると、分子自身に体積があるため圧縮されにくくなり、 $\frac{PV}{RT}$ の値は圧力の増加とともに大きくなっていく。

メタン CH_4 、二酸化炭素 CO_2 、ヘリウム He はいずれも無極性分子であり、分子量が大きいほど分子間力が強くなる傾向にあるので、分子間力の強さは $\text{CO}_2 > \text{CH}_4 > \text{He}$ の順である。これらのうち、 He は、分子間力が極めて弱いので、分子間力によって体積が減少する効果より分子自身の体積の効果の方が大きく、低圧領域でも $\frac{PV}{RT} > 1$ になる。一方、 CH_4 より CO_2 の方が分子間力が強く、体積が減少する効果が大きいので、 $\frac{PV}{RT}$ の値は CH_4 より CO_2 の方が小さい。したがって、図の a は CH_4 、b は He 、c は CO_2 である。



350 K、 3.00×10^7 Pa での $\frac{PV}{RT}$ の値(図中に・で示した)は $\text{He} > \text{CH}_4 > \text{CO}_2$ の順である。同温・同圧で、 $\frac{PV}{RT}$ の値とモル体積 V は比例関係にあるので、モル体積の大きさも $\text{He} > \text{CH}_4 > \text{CO}_2$ の順である。

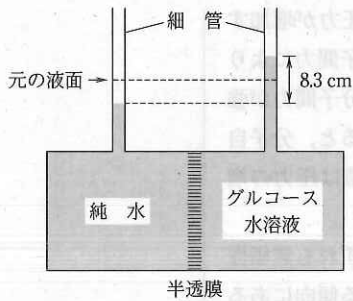
2 ... ⑤

問3 浸透圧

半透膜を通過して溶媒の水分子が純水側から水溶液側に浸透するので、次の図のように純水の液面は下降し、グルコース水溶液の液面はア上昇する。

浸透

溶媒分子が半透膜を通過して、純溶媒側から溶液側に移動する現象。



液面の移動が停止したときの液面の高さの差が 8.3 cm であったことから、グルコース水溶液の 27 °C (300 K) での浸透圧は 8.3 cm の水溶液柱による圧力に相当する。その大きさは、

$$98 \text{ Pa} \times \frac{8.3 \text{ cm}}{1.0 \text{ cm}} = 98 \times 8.3 \text{ Pa}$$

グルコース水溶液のモル濃度を c [mol/L] とすると、ファンツホッフの法則より、

$$98 \times 8.3 \text{ Pa} = c \text{ [mol/L]} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$$

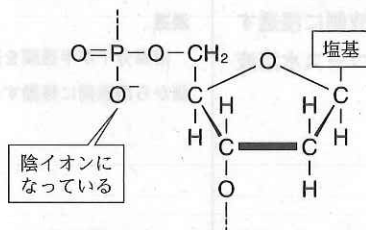
$$c = 3.26 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \approx \underline{3.3 \times 10^{-4} \text{ mol/L}}$$

3 ... ③

問4 コロイド

① 適当である。霧は、空気中の水蒸気が凝縮して微小な水滴となって空气中に分散したものであり、水滴をコロイド粒子とするコロイドである。霧の中で、車のヘッドライトの光の通路が見えるのは、コロイド粒子である水滴が光を散乱させるチンダル現象によるものである。なお、分散媒が気体で、分散質が液体または固体のコロイドをエアロゾルといい、霧や煙はその例である。

② 適当である。DNA(デオキシリボ核酸)は、ヌクレオチドが縮合重合したポリヌクレオチドである。DNAは、中性の水溶液中でヌクレオチド単位のリン酸部分の $-\text{OH}$ が電離して陰イオンになっているため、負電荷をもつ。したがって、DNAの中性水溶液に直流電圧をかけると、DNAは陽極側に移動する。この現象を、電気泳動という。



DNAのヌクレオチド単位

③ 適当である。豆乳は、大豆を水に浸してすりつぶし、煮つめた後にろ過した液であり、タンパク質を含む親水コロイドである。豆乳を温めてにがり(主成分 MgCl_2)を加えると、塩析によりゲル状に固まって豆腐ができる。なお、塩析のほかにタンパク質

浸透圧(ファンツホッフの法則)

$$\Pi = cRT$$

Π [Pa]: 溶液の浸透圧

c [mol/L]: 溶質粒子の総モル濃度

T [K]: 絶対温度

R [Pa·L/(K·mol)]: 気体定数

コロイド

直径が 10^{-9} m (1 nm) から 10^{-7} m (100 nm) 程度の粒子をコロイド粒子といい、コロイド粒子が物質中に均一に分散したものをコロイドという。

チンダル現象

コロイド溶液に光線をあてると、光の通路が輝いて見える現象。

電気泳動

コロイド溶液に直流電圧をかけると、正に帯電したコロイド粒子は陰極に、負に帯電したコロイド粒子は陽極に移動する現象。

親水コロイド

デンプンやタンパク質のコロイド溶液のように、コロイド粒子が多く水分子と水和しているコロイドのこと。多量の電解質を加えると沈殿する。このような現象を塩析という。

の変性も豆乳が固まる要因の一つと考えられる。

④ 適当である。墨汁には、炭素の微粒子とともに^{にかわ}膠が加えられている。膠はタンパク質のコラーゲンを主成分とし、墨汁中の炭素の微粒子を凝析しにくくするための保護コロイドとして用いられている。

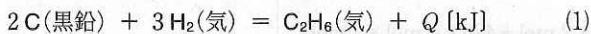
⑤ 適当でない。泥水は、粘土のコロイド粒子が分散した疎水コロイドである。泥水にミョウバン(硫酸カリウムアルミニウム十二水和物) $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ を加えると、粘土のコロイド粒子が凝析し、水が澄んでくる。したがって、関連する用語は透析ではなく凝析である。なお、粘土のコロイド粒子は負に帯電しているため、価数の大きい陽イオンである Al^{3+} による凝析効果が大い。

4 ... ⑥

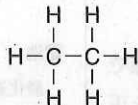
第3問 化学反応とエネルギー、電池と電気分解、酸化還元反応

問1 化学反応とエネルギー

エタンの生成熱を表す熱化学方程式を(1)式とする。



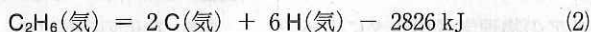
エタン C_2H_6 は次の構造式で表され、1分子中に1個のC-C結合と6個のC-H結合が含まれる。



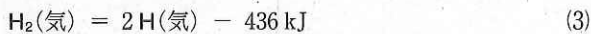
したがって、エタン1molを構成する原子に分解するために必要なエネルギーは、

$$348 \text{ kJ/mol} \times 1 \text{ mol} + 413 \text{ kJ/mol} \times 6 \text{ mol} = 2826 \text{ kJ}$$

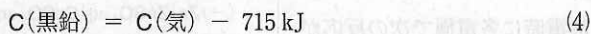
これを熱化学方程式で表すと、



H-Hの結合エネルギーは436 kJ/molであり、これを熱化学方程式で表すと、



また、問題で与えられた熱化学方程式を(4)式とする。



(1)式=(4)式 $\times 2$ +(3)式 $\times 3$ -(2)式より、

$$\begin{aligned} Q &= -715 \text{ kJ} \times 2 + (-436 \text{ kJ} \times 3) - (-2826 \text{ kJ}) \\ &= 88 \text{ kJ} \end{aligned}$$

なお、これらの関係は、次のエネルギー図で表される。

保護コロイド

疎水コロイドの凝析を防ぐはたらきをする親水コロイド。

疎水コロイド

水酸化鉄(III)や粘土のコロイド溶液のように、コロイド粒子と水との親和性が小さいコロイドのこと。少量の電解質を加えると沈殿する。このような現象を凝析という。

透析

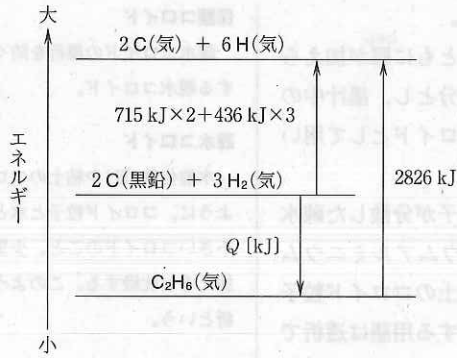
セロハン膜などの半透膜を用いて、コロイド溶液から小さい分子やイオンを除き、コロイド粒子を分離・精製する操作。

生成熱

化合物1molがその成分元素の単体から生成するときの反応熱。

結合エネルギー

共有結合を切断してばらばらの原子にするのに必要なエネルギー。通常、結合1molあたりの熱量で示される。



【別解】

反応熱と反応に関与する物質の結合エネルギーには、次の関係がある。

$$\text{反応熱} = (\text{生成物の結合エネルギーの総和}) - (\text{反応物の結合エネルギーの総和})$$

この関係は、一般に気体分子の反応で成立するが、黒鉛については(4)式で表される昇華熱を用いることで、(1)式にもこの関係式を適用することができる。したがって、

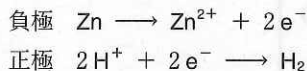
$$\begin{aligned} Q &= 2826 \text{ kJ/mol} \times 1 \text{ mol} \\ &\quad - (715 \text{ kJ/mol} \times 2 \text{ mol} + 436 \text{ kJ/mol} \times 3 \text{ mol}) \\ &= 88 \text{ kJ} \end{aligned}$$

1...①

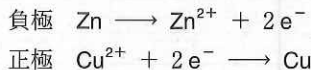
問2 電池

① 正しい。電解質溶液に異なる2種類の金属を浸し、導線で接続すると、イオン化傾向の大きい金属を負極、小さい金属を正極とする電池が形成される。このとき、イオン化傾向の大きい金属から小さい金属へ導線を経て電子が移動する。この電池では亜鉛板が負極、銅板が正極となり、電流は、導線を通して、正極である銅板から負極である亜鉛板に向かって流れる。

なお、この電池は1800年頃、イタリアの物理学者ボルタによって発明され、ボルタ電池とよばれる。放電時に各電極では次の反応が起こる。



② 正しい。ダニエル電池では、放電時に各電極で次の反応が起こる。



負極では亜鉛 Zn が溶け出すので、負極板の質量は減少し、正極では銅 Cu が析出して付着するので、正極板の質量は増加する。

③ 正しい。鉛蓄電池では、放電時に各電極および電池全体で

電池

酸化還元反応に伴って放出されるエネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置。

電池の負極、正極

負極：導線に向かって電子が流れ出る電極。酸化反応が起こる。

正極：導線から電子が流れ込む電極。還元反応が起こる。

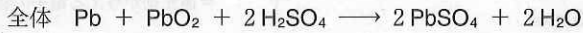
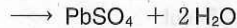
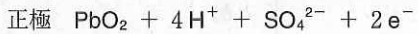
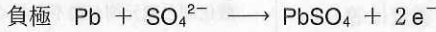
ダニエル電池

(-)Zn|ZnSO₄ aq|CuSO₄ aq|Cu(+)
亜鉛板を硫酸亜鉛(II)水溶液に浸したものと、銅板を硫酸銅(II)水溶液に浸したものを、素焼き板などで仕切り、亜鉛板と銅板を導線で接続した電池。

鉛蓄電池

(-)Pb|H₂SO₄ aq|PbO₂(+)
負極に鉛、正極に酸化鉛(IV)、電解液に希硫酸を用いた二次電池。

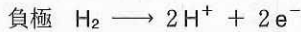
次の反応が起こる。



放電すると、電解液中の H_2SO_4 が減少し、 H_2O が増加するので、硫酸の濃度は減少する。

④ 誤り。鉛蓄電池を充電するときは、鉛蓄電池の負極に外部電源の負極を、鉛蓄電池の正極に外部電源の正極を接続して、放電のときは逆向きに電流を流す。

⑥ 正しい。リン酸型の水素-酸素燃料電池では、放電時に各電極で次の反応が起こる。

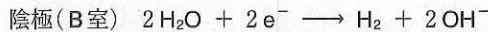


負極で H_2 は電子 e^- を放出して H^+ になり、 e^- は導線を通して正極に流れ込む。 H^+ は電解液中を移動して、正極で O_2 と反応して H_2O になる。

2...④

問3 電気分解

塩化ナトリウム水溶液に電流を流すと、次の電気分解が起こる。



陰極に流れ込んだ電子 e^- の物質質量と生成した水酸化物イオン OH^- の物質質量は等しい。また、電解液の中央を陽イオン交換膜で仕切っているの、陽極側から陰極側へナトリウムイオン Na^+ が移動し、 OH^- は陽極側へは移動しない。

流れた電子の物質質量は、

$$\frac{3860 \text{ C}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

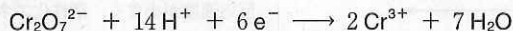
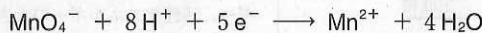
電解液の体積は $500 \text{ mL} = 0.500 \text{ L}$ であり、 OH^- のモル濃度は、

$$\frac{4.0 \times 10^{-2} \text{ mol}}{0.500 \text{ L}} = 8.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

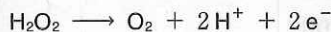
3...⑤

問4 酸化還元反応

硫酸酸性において、過マンガン酸イオン、二クロム酸イオンは、酸化剤としてそれぞれ次のようにはたらく。



過酸化水素は、還元剤として次のようにはたらく。



1 mol の MnO_4^- と反応する H_2O_2 の物質質量を a [mol]、1 mol

充電

ある程度放電した電池に、外部電源から放電のときは逆向きに電流を流し、放電する前と同じ状態に戻す操作。このとき、電池の正極・負極に、それぞれ外部電源の正極・負極を接続する。

充電による再生が可能な電池を二次電池、充電による再生ができない電池を一次電池という。

燃料電池

燃料(還元剤)と酸素(酸化剤)を連続的に供給し、燃焼による熱エネルギーのかわりに電気エネルギーを取り出す装置。

例：リン酸型水素-酸素燃料電池



電気分解

電解質の水溶液や融解液に電極を入れ、直流電流を流して酸化還元反応を起こさせること。外部電源の負極と接続した陰極では還元反応、外部電源の正極と接続した陽極では酸化反応が起こる。

ファラデー定数

電子 1 mol のもつ電気量の絶対値。

$$F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

電子の物質質量 [mol]

$$= \frac{\text{電気量 [C]}}{\text{ファラデー定数 [C/mol]}}$$

酸化剤・還元剤

酸化剤 相手を酸化する物質。自身は還元され、酸化数が減少する原子を含む。

還元剤 相手を還元する物質。自身は酸化され、酸化数が増加する原子を含む。

の $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ と反応する H_2O_2 の物質量を b [mol] とする。酸化剤と還元剤が反応するとき、授受される電子 e^- の物質量は等しいことから、

$$1 \text{ mol} \times 5 = a \text{ [mol]} \times 2 \quad a = 2.5 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol} \times 6 = b \text{ [mol]} \times 2 \quad b = 3 \text{ mol}$$

反応した H_2O_2 の物質量と発生した O_2 の物質量は等しいので、加えた過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液と二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 水溶液の体積が等しい(両者のモル濃度が等しいので、物質量も等しい)とき、発生する O_2 の物質量の比は、

$$a : b = 2.5 : 3 = 5 : 6$$

であり、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)における体積の比も $5 : 6$ である。

図2の直線Cから、 KMnO_4 水溶液を 17.5 mL 加えとき発生した O_2 の体積は 250 mL なので、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 水溶液を 17.5 mL 加えたとき発生した O_2 の体積は、

$$250 \text{ mL} \times \frac{6}{5} = 300 \text{ mL}$$

したがって、加えた $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 水溶液の体積と発生した O_2 の 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)における体積の関係を表す直線として最も適当なもの②(B)である。

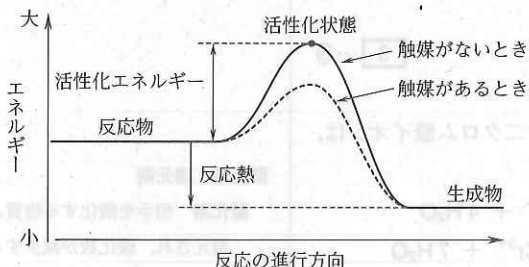
4 … ②

第4問 反応速度・化学平衡

問1 反応速度

① 正しい。反応速度は、反応物の単位時間あたりの衝突回数が増えると、大きくなる。酸素 O_2 の濃度が大きくなると、線香の表面に O_2 が衝突する頻度が増えるため、反応速度は大きくなる。

② 誤り。触媒を加えても、反応熱は変化しない。触媒を加えると、活性化エネルギーの小さい経路を通して反応が進むようになるため、同じ温度でも活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ粒子の割合が増え、反応速度が大きくなる。



③ 正しい。鉄 Fe を微細な粉末にすると、鉄の表面積が大きくなり、空気中の酸素 O_2 と鉄の単位時間あたりの衝突回数が増えるため、反応速度が大きくなる。

酸化還元反応の量的関係

酸化剤と還元剤が過不足なく反応するとき、

$$\begin{aligned} & \text{酸化剤が受け取る電子の物質量} \\ & = \text{還元剤が与える電子の物質量} \end{aligned}$$

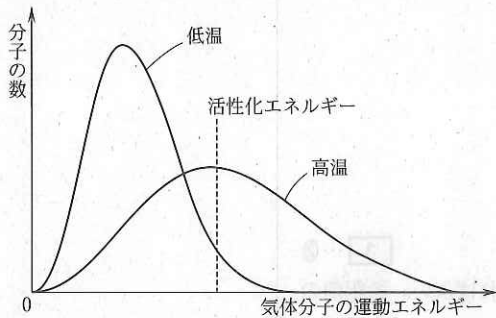
反応速度を変化させる因子

- ・濃度…反応物の濃度を大きくすると、粒子どうしの衝突回数が増え、反応速度は大きくなる。
- ・温度…温度を高くすると、活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ粒子の割合が増え、反応速度は大きくなる。
- ・触媒…触媒を加えると、活性化エネルギーが小さい経路で反応が進み、反応速度は大きくなる。

活性化エネルギー

反応が起こるのに必要な最小のエネルギー。活性化エネルギーの大きい反応は反応速度が小さく、活性化エネルギーの小さい反応は反応速度が大きい。

④ 正しい。化学反応では、衝突した反応物がすべて反応するわけではなく、衝突した反応物のうち活性化エネルギー以上のエネルギーをもつものだけが反応する。温度を高くすると、分子の熱運動が激しくなり、活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ分子の割合が増えるため、反応速度が大きくなる。



1 ... ②

問2 平衡の移動(ルシャトリエの原理)

水素 H_2 とヨウ素 I_2 からヨウ化水素 HI が生成する反応は、(1)式の化学反応式で表される可逆反応であり、その熱化学方程式は(2)式で表される。



一般に、圧力を高くすると、ルシャトリエの原理より、平衡は気体の総物質量が減少する方向に移動するが、この反応では反応が左右どちらに進んでも気体の総物質量は変化しない。このような反応では、圧力を高くしても平衡は移動しない。したがって、平衡状態での HI の体積百分率は、圧力によらず一定となる。

一方、温度を高くすると、ルシャトリエの原理より、平衡は吸熱反応の方向に移動する。(2)式より、(1)式は逆反応が吸熱反応なので、温度を高くすると、平衡は左に移動する。したがって、 $T_1 > T_2$ であるから、 T_1 の方が平衡状態での HI の体積百分率は小さくなるのがわかる。

以上より、適切なグラフは④である。

2 ... ⑥

問3 弱酸の電離平衡

a 濃度 C [mol/L] の HA 水溶液中で、 HA の電離度を α とすると、平衡時の HA 、 H^+ 、 A^- のモル濃度は次のように表される。

	HA	\rightleftharpoons	H^+	+	A^-
はじめ	C		0		0
変化量	$-C\alpha$		$+C\alpha$		$+C\alpha$
平衡時	$C(1-\alpha)$		$C\alpha$		$C\alpha$ [単位: mol/L]

平衡時の濃度を、電離定数の式に代入すると、

ルシャトリエの原理(平衡移動の原理)

平衡が成立しているときの条件を変えると、その条件変化による影響を緩和する方向に平衡は移動する。

- ・温度を上げると、吸熱反応の方向に平衡は移動する。
- ・気体を圧縮して圧力を大きくすると、気体の総物質量が減少する方向に平衡は移動する。
- ・物質の濃度を増加させると、その物質が反応して減少する方向に平衡は移動する。

なお、逆の条件変化に対しては、それぞれ逆の方向に平衡は移動する。

また、触媒の有無は平衡の移動に関係しない。

弱酸の水素イオン濃度

弱酸の電離定数を K_a [mol/L]、モル濃度を C [mol/L] とする。

(α が 1 よりきわめて小さい場合)

$$\text{電離度: } \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

$$\text{水素イオン濃度: } [H^+] = \sqrt{CK_a}$$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$= \frac{C\alpha \times C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

α が 1 より十分小さいとき、 $1-\alpha \approx 1$ と近似できるので、

$$K_a = C\alpha^2$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

よって、

$$[H^+] = C\alpha$$

$$= C \times \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{CK_a}$$

3...②

b $n=0, 1, 2$ のときの pH を計算してみればよい。希釈前の HA のモル濃度を C_0 [mol/L] とする。

(i) $n=0$ (希釈前) のとき

pH 3.0 なので、 $[H^+] = 1.0 \times 10^{-3}$ mol/L である。また、HA のモル濃度は C_0 [mol/L] なので、次の式が成り立つ。

$$[H^+] = \sqrt{C_0 K_a} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

(ii) $n=1$ (10 倍希釈) のとき

HA のモル濃度は $\frac{C_0}{10}$ [mol/L] となるので、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{C_0}{10} K_a} = \frac{\sqrt{C_0 K_a}}{\sqrt{10}} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{\sqrt{10}} = 1.0 \times 10^{-3.5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1.0 \times 10^{-3.5}) = 3.5$$

(iii) $n=2$ (100 倍希釈) のとき

HA のモル濃度は $\frac{C_0}{100}$ [mol/L] となるので、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{C_0}{100} K_a} = \frac{\sqrt{C_0 K_a}}{10} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{10} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+] = -\log_{10}(1.0 \times 10^{-4}) = 4.0$$

以上より該当するグラフは④となる。

[別解]

希釈前の HA のモル濃度を C_0 [mol/L] とする。 $n=0$ (希釈前) のとき、pH 3.0 であるから、

$$[H^+] = \sqrt{C_0 K_a} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

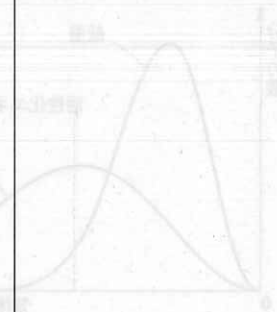
10^n 倍に希釈したとき、モル濃度は $\frac{C_0}{10^n}$ [mol/L] となるので、

これを $[H^+] = \sqrt{CK_a}$ に代入すると、

$$[H^+] = \sqrt{\frac{C_0}{10^n} K_a}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+]$$

$$= -\log_{10} \sqrt{\frac{C_0}{10^n} K_a}$$

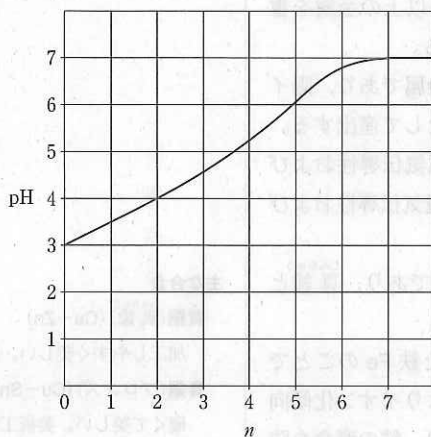


$$\begin{aligned}
 &= -\log_{10}\sqrt{C_0K_a} + \log_{10}\sqrt{10^n} \\
 &= -\log_{10}(1.0 \times 10^{-3}) + \frac{1}{2} \log_{10}10^n \\
 &= 3 + \frac{1}{2}n
 \end{aligned}$$

以上より、pHと n の関係は、傾き $\frac{1}{2}$ の直線となることがわかる。

[補足]

さらにHAを希釈していくとpHは7に近づいていき、pHと n の関係は下のグラフのようになる。(ただし、 $K_a=1.0 \times 10^{-5}$ mol/Lの場合)



4...④

問4 溶解度積

0.20 mol/Lの塩化ナトリウムNaCl水溶液500 mLと0.20 mol/Lの硝酸銀AgNO₃水溶液500 mLを混合したとき、塩化銀AgClの沈殿が生成しないと仮定すると、混合溶液の体積が500 mL+500 mL=1000 mL=1.0 Lなので、

$$[\text{Cl}^-] = \frac{0.20 \text{ mol/L} \times \frac{500}{1000} \text{ L}}{1.0 \text{ L}} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{0.20 \text{ mol/L} \times \frac{500}{1000} \text{ L}}{1.0 \text{ L}} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned}
 [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] &= 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L} \times 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L} \\
 &= 1.0 \times 10^{-2} (\text{mol/L})^2
 \end{aligned}$$

この値は、AgClの溶解度積 $K_{sp}=1.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ より大きいので、AgClの沈殿が生成する。

はじめに加えたAg⁺とCl⁻の物質量は等しく、AgClが沈殿したときに減少するAg⁺とCl⁻の物質も等しいので、水溶液中のAg⁺とCl⁻の物質量は等しい。よって、[Ag⁺]=[Cl⁻]が成り立つ。したがって、

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^2 = 1.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

溶解度積

AgClの飽和溶液では、 $K_{sp}=[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ の値は一定であり、 K_{sp} を溶解度積という。

沈殿生成の有無は次のように確認する。

沈殿が生成しないと仮定したとき、

- ・ $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] > K_{sp}$ …沈殿が生じる
- ・ $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \leq K_{sp}$ …沈殿が生じない

$$[\text{Ag}^+] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

水溶液の体積は 1.0 L なので、水溶液中の Ag^+ の物質量は、

$$1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \times 1.0 \text{ L} = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

5 … ③

第5問 無機物質

問1 身のまわりにある金属

① 誤り。アルミニウム Al は密度が小さく、軽量で加工しやすい金属である。その密度は、鉄 Fe より小さい。なお、密度が $4 \sim 5 \text{ g/cm}^3$ 以下の金属を軽金属といい、Al (密度 2.70 g/cm^3) は代表的な軽金属である。また、密度が $4 \sim 5 \text{ g/cm}^3$ 以上の金属を重金属といい、Fe (密度 7.87 g/cm^3) は重金属である。

② 正しい。金 Au はイオン化傾向が小さい金属であり、陽イオンになりにくい。そのため、砂金などの単体として産出する。

③ 正しい。銀 Ag は、金属の単体のうちで電気伝導性および熱伝導性が最大である。なお、代表的な金属の電気伝導性および熱伝導性は、 $\text{Ag} > \text{Cu} > \text{Au} > \text{Al}$ の順である。

④ 正しい。黄銅は、銅 Cu と亜鉛 Zn の合金であり、真鍮しんちゅうともよばれ、5 円硬貨や楽器などに用いられる。

⑤ 正しい。ブリキは、スズ Sn をめっきした鉄 Fe のことであり、缶詰の缶などに用いられる。Sn は、Fe よりイオン化傾向が小さいため、Fe の表面を Sn で覆うことにより、鉄の腐食を防ぐことができる。なお、トタンは、亜鉛 Zn をめっきした鉄 Fe のことであり、建物の屋根や外壁などに用いられる。Zn は、Fe よりイオン化傾向が大きいいため、表面に傷がついて Fe が露出しても、Zn が酸化されるので、鉄の腐食が起こりにくい。

1 … ①

問2 ナトリウム

① 正しい。ナトリウム Na の単体は、空気中の酸素 O_2 によって酸化されやすく、また、常温で水とも反応するため、石油中に保存する。

② 誤り。Na の単体は、常温で水と激しく反応し、水素 H_2 を発生する。



③ 正しい。アルカリ金属元素やアルカリ土類金属元素、銅の塩の水溶液を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に入れると、各金属元素に特有の色を示す。これを炎色反応といい、Na の場合、黄色を示す。

④ 正しい。塩化ナトリウム NaCl の飽和水溶液にアンモニア NH_3 を十分に通じた後、さらに二酸化炭素 CO_2 を十分に通じると、炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 が沈殿する。これは、アンモニアソーダ法で用いられる反応である。

主な合金

黄銅(真鍮)(Cu-Zn)

加工しやすく美しい。楽器、硬貨。

青銅(ブロンズ)(Cu-Sn)

硬くて美しい。美術工芸品、硬貨。

ステンレス鋼(Fe-Cr-Ni)

さびにくい。台所用品、工具。

ジュラルミン(Al-Cu-Mg-Mn)

軽くて強い。航空機の機体。

ナトリウム

- ・水と激しく反応して水素を発生し、水酸化物を生成
- ・塩素や酸素と直接反応
- ・灯油(石油)中に保存

炎色反応

Li: 赤, Na: 黄, K: 赤紫

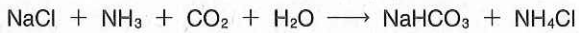
Ca: 橙赤, Sr: 深赤(紅)

Ba: 黄緑, Cu: 青緑

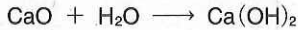
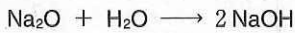
アンモニアソーダ法(ソルベー法)

炭酸ナトリウム Na_2CO_3 の製法。

塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアを加え、二酸化炭素を吹き込むと、炭酸水素ナトリウムが沈殿する。生成した炭酸水素ナトリウムを加熱すると、炭酸ナトリウムが得られる。



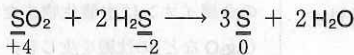
⑤ 正しい。アルカリ金属元素やアルカリ土類金属元素の酸化物を水に溶かすと、水酸化物を生成し、その水溶液は強塩基性を示す。



2 ... ②

問3 硫黄の化合物

① 二酸化硫黄 SO_2 の水溶液に硫化水素 H_2S を通じると、硫黄 S が生成し、白く濁る。



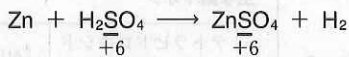
このとき、 SO_2 を構成する S 原子の酸化数は +4 から 0 に、 H_2S を構成する S 原子の酸化数は -2 から 0 に変化している。なお、この反応では、 SO_2 が酸化剤、 H_2S が還元剤としてはたっている。

② 希硫酸 H_2SO_4 に塩化バリウム BaCl_2 の水溶液を加えると、硫酸バリウム BaSO_4 の白色沈殿が生成する。



このとき、 H_2SO_4 と BaSO_4 を構成する S 原子の酸化数はいずれも +6 であり、反応によって変化しない。

③ 希硫酸 H_2SO_4 に亜鉛 Zn を加えると、水素 H_2 が発生する。



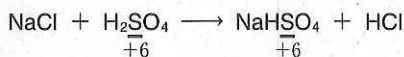
このとき、 H_2SO_4 と ZnSO_4 を構成する S 原子の酸化数はいずれも +6 であり、反応によって変化しない。

④ 硫化鉄(II) FeS に希硫酸 H_2SO_4 を加えると、硫化水素 H_2S が発生する。



この反応は、弱酸の塩である FeS 中の S^{2-} が強酸である H_2SO_4 から H^+ を受け取り、弱酸である H_2S が遊離する反応である。このとき、 FeS と H_2S を構成する S 原子の酸化数はいずれも -2、 H_2SO_4 と FeSO_4 を構成する S 原子の酸化数はいずれも +6 であり、反応によって変化しない。

⑤ 塩化ナトリウム NaCl に不揮発性の酸である濃硫酸 H_2SO_4 を加えて加熱すると、揮発性の酸である塩化水素 HCl が発生する。



このとき、 H_2SO_4 と NaHSO_4 を構成する S 原子の酸化数はいずれも +6 であり、反応によって変化しない。

3 ... ①

SO_4^{2-} で沈殿するイオン

Ba^{2+} , Ca^{2+} , Pb^{2+}

金属単体と酸の反応

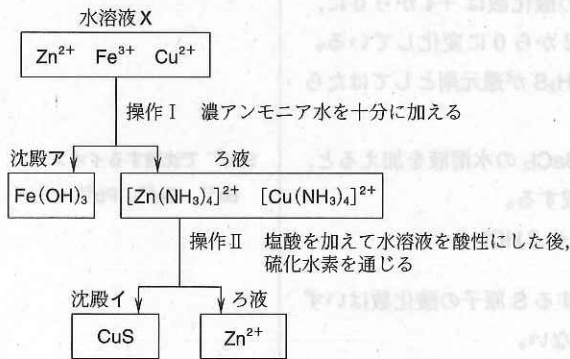
イオン化傾向が水素より大きい金属の単体は、塩酸や希硫酸と反応して水素を発生する。(ただし、 Pb は、表面に水に難溶性な PbCl_2 や PbSO_4 の被膜を生じるため、塩酸や希硫酸にはほとんど溶けない。)

問4 金属イオンの分離

水溶液 X には、亜鉛イオン Zn^{2+} 、鉄(III)イオン Fe^{3+} 、銅(II)イオン Cu^{2+} が含まれている。

操作Ⅰ 水溶液 X に濃アンモニア NH_3 水を十分に加えると、赤褐色の水酸化鉄(III) $Fe(OH)_3$ が沈殿する(沈殿ア)。このとき、 Zn^{2+} および Cu^{2+} は、錯イオンであるテトラアンミン亜鉛(II)イオン $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ およびテトラアンミン銅(II)イオン $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ になり、これらはろ液に含まれる。

操作Ⅱ ろ液を酸性にした後、硫化水素 H_2S を通じると、硫化銅(II) CuS が沈殿する(沈殿イ)。このとき、ろ液には、亜鉛イオン Zn^{2+} が溶解している。なお、 Zn^{2+} は、中性または塩基性の条件下では、硫化亜鉛 ZnS として沈殿する。



以上より、沈殿アには Fe^{3+} が、沈殿イには Cu^{2+} が含まれている。

4 …④

問5 化学反応の量的関係

水酸化バリウム $Ba(OH)_2$ 水溶液に二酸化炭素 CO_2 を通じると炭酸バリウム $BaCO_3$ (197 g/mol) の白色沈殿が生成する。



0.100 mol/L の水酸化バリウム水溶液 1.00 L に含まれる $Ba(OH)_2$ の物質量は、

$$0.100 \text{ mol/L} \times 1.00 \text{ L} = 0.100 \text{ mol}$$

また、生成した $BaCO_3$ 9.85 g の物質量は、

$$\frac{9.85 \text{ g}}{197 \text{ g/mol}} = 0.0500 \text{ mol}$$

生成した $BaCO_3$ の物質量は、用いた $Ba(OH)_2$ の物質量より小さいので、 $Ba(OH)_2$ は過剰に存在し、 CO_2 がすべて反応していることがわかる。よって、通じた CO_2 の物質量は 0.0500 mol であり、その $0^\circ C$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)での体積は、

$$22.4 \text{ L/mol} \times 0.0500 \text{ mol} = 1.12 \text{ L}$$

5 …②

OH^- で沈殿するイオン

アルカリ金属、アルカリ土類金属以外の金属イオンは水酸化物または酸化物 (Ag_2O など)の沈殿を生じる。

- ・ $Zn(OH)_2$, $Cu(OH)_2$, Ag_2O は、過剰のアンモニア水に溶ける。
- ・ $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$ は、過剰の水酸化ナトリウム水溶液に溶ける。

S^{2-} (H_2S) で沈殿するイオン

- ・ 水溶液の pH によらず沈殿
 Pb^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+
- ・ 中性~塩基性のときのみ沈殿
 Zn^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+}

主な錯イオン

テトラヒドロキシドアルミン酸イオン	$[Al(OH)_4]^-$
テトラアンミン亜鉛(II)イオン	$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$
テトラアンミン銅(II)イオン	$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$
ジアンミン銀(I)イオン	$[Ag(NH_3)_2]^+$
ヘキサシアニド鉄(II)酸イオン	$[Fe(CN)_6]^{4-}$
ヘキサシアニド鉄(III)酸イオン	$[Fe(CN)_6]^{3-}$

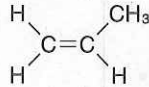
第6問 有機化合物

問1 炭化水素

① 正しい。エチレン $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ は、工業的には原油の分留によって得られるナフサを熱分解して得られる。

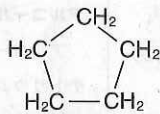
② 正しい。直鎖状のアルカンのうち、メタン CH_4 、エタン C_2H_6 、プロパン C_3H_8 、ブタン C_4H_{10} は、常温・常圧で気体である。

③ 誤り。分子式 C_3H_6 で表されるアルケンにはプロペンのみであり、これは幾何異性体をもたない。



プロペン

④ 正しい。一般式が C_nH_{2n} で表される化合物には、炭素間二重結合をもつアルケンと環状構造をもつシクロアルカンがある。分子式 C_5H_{10} で表されるシクロアルカンには、シクロペンタンなどがある。



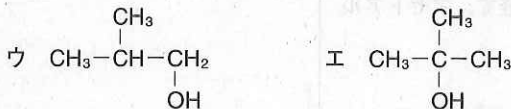
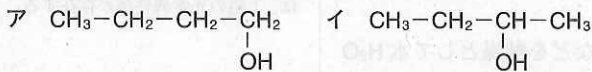
シクロペンタン

⑤ 正しい。アセチレン $\text{CH}\equiv\text{CH}$ は、分子中で炭素 C の占める割合が大きいので、空気中で燃やすと、不完全燃焼して多量のすすを生じる。

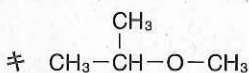
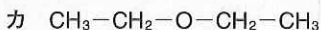
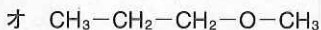
1 ... ⑤

問2 アルコールとエーテル

分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で表される化合物には、アルコールとエーテルがあり、アルコールは次の4種類(ア~エ)である。



また、エーテルは、次の3種類(オ~キ)である。



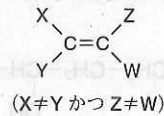
① 正しい。構造異性体は、上記の7種類(ア~キ)である。

② 正しい。アとウは第一級アルコールであり、酸化するとアルデヒドを生じる。なお、さらに酸化すると、カルボン酸を生じる。

幾何異性体(シス-トランス異性体)

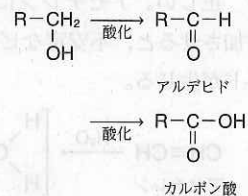
炭素原子間の二重結合が回転できないために生じる立体異性体。

幾何異性体が存在する条件

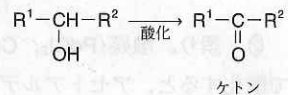


アルコールの酸化

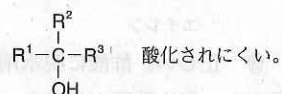
第一級アルコール



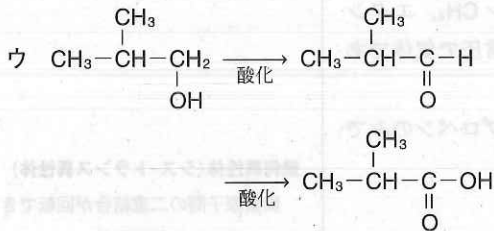
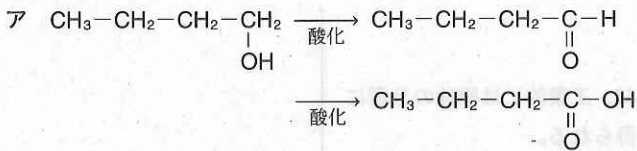
第二級アルコール



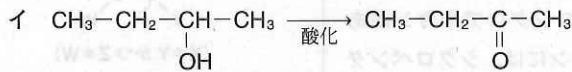
第三級アルコール



(Rは炭化水素基)



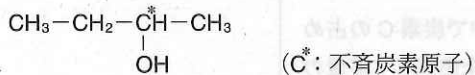
よって、酸化してアルデヒドが生じる化合物は2種類である。
 なお、第二級アルコールであるイは、酸化するとケトンを生じる。



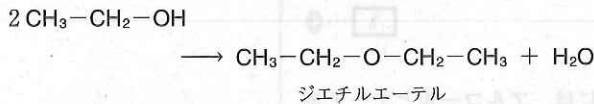
また、第三級アルコールであるエは、酸化されにくい。

③ 誤り。アルコールは、金属ナトリウム Na と反応するが、エーテルは反応しない。よって、ナトリウムと反応しないものは、オ、カ、キの3種類である。

④ 正しい。不斉炭素原子をもつものは、イのみである。



⑤ 正しい。カはエタノールの分子間脱水で得られる。



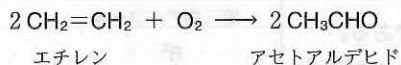
2) ... ③

問3 脂肪族化合物の合成

① 正しい。アセチレンに、 HgSO_4 などを触媒として水 H_2O を付加させると、不安定なビニルアルコールを経て、アセトアルデヒドが生じる。



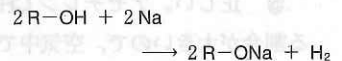
② 誤り。触媒(PdCl_2 , CuCl_2)を用いて、エチレンを酸素 O_2 で酸化すると、アセトアルデヒドが生じる。



③ 正しい。酢酸に脱水剤を加えて加熱すると、分子間で脱水縮合し、無水酢酸が生じる。

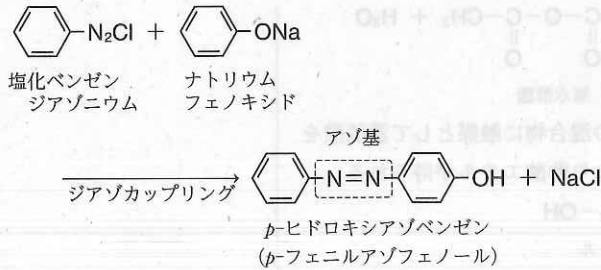
アルコールと金属ナトリウムの反応

アルコールにナトリウムを加えると、ナトリウムアルコキシドが生成し、水素が発生する。エーテルはナトリウムと反応しない。



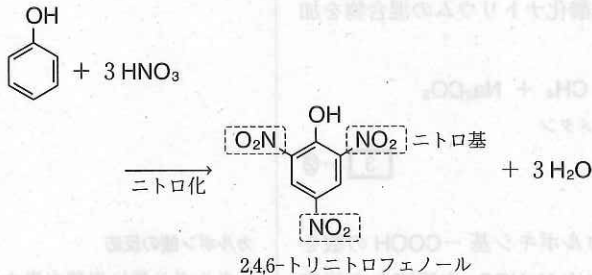
不斉炭素原子

互いに異なる4つの原子や原子団が結合している炭素原子を不斉炭素原子という。不斉炭素原子が1個ある化合物には、1組の光学異性体が存在する。



5 ... ①

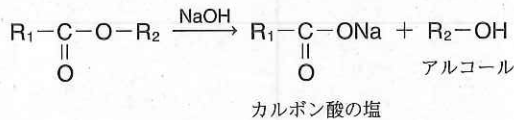
b フェノールに濃硝酸と濃硫酸を加えて加熱すると、2,4,6-トリニトロフェノール(ピクリン酸)が得られ、この反応ではニトロ基が生じる。



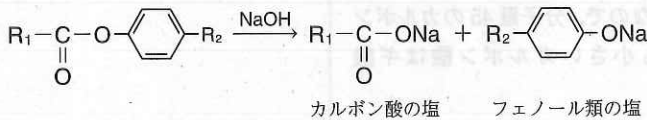
6 ... ⑥

問6 エステルの構造決定

エステルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、加水分解(けん化)が起こり、カルボン酸のナトリウム塩、およびアルコールまたはフェノール類のナトリウム塩が得られる。



または、



分子式 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ の化合物 X を、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加水分解すると、酸性物質 Y の塩と中性物質 Z が得られた。よって、Y はカルボン酸、Z はアルコールであり、フェノール類の塩が得られる ①、② は不適当である。

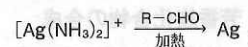
Y は、銀鏡反応を示したことから、アルデヒド基をもつカルボン酸であり、ギ酸 H-C(=O)-OH (分子式 CH_2O_2) と決まる。なお、

①、② から得られる酸性物質である酢酸 CH_3COOH は、銀鏡反応を示さない。

Z の分子式は、 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} - \text{CH}_2\text{O}_2 = \text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ である。ま

アルデヒドの検出

銀鏡反応



フェーリング液の還元

