

化 学 基 礎

(解答番号 101 ～ 118)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0

O 16

S 32

Cu 64

第1問 次の問い(問1～8)に答えよ。(配点 30)

問1 金属Aの製造法を図1に示す。金属Aとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 101

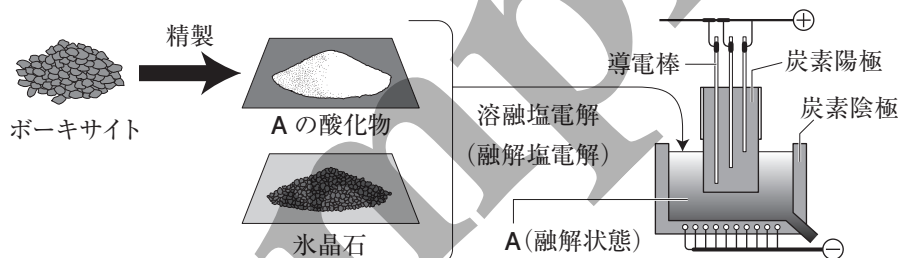


図1 金属Aの製造法

- ① アルミニウム ② 銅 ③ 鉄 ④ 白金

問2 焼ミョウバンは、漬物の色落ちや野菜の煮崩れを防ぐはたらきがあり、食品添加物として用いられている。焼ミョウバンを溶かした水溶液は、赤紫色の炎色反応を示す。焼ミョウバンの化学式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 102

- ① $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ② $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ③ CaCl_2 ④ NaHCO_3

問3 原子核の発見に関する次の文章中の ア・イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 103

1911年、ラザフォードらは、アの電荷をもつ放射線の一種である α 線をうすい金箔に照射して、 α 線の進行方向を観測したところ、イの α 線が金箔を透過せず、反発して大きく進路を変えた。このことから、原子内にはアの電荷をもつ原子核がごく小さい領域に集中していることがわかった。

	ア	イ
①	正	ごく一部
②	正	大部分
③	負	ごく一部
④	負	大部分

問4 放射性同位体が壊変(崩壊)して数が半分になるまでの時間を,半減期という。

半減期は,放射性同位体の種類によって決まっている。たとえば, ^{137}Cs の半減期は 30 年である。したがって, 表 1 に示すように, ある物質に含まれる ^{137}Cs の, 壊変開始時における割合を 100% とするとき, 壊変開始から 30 年の経過によって ^{137}Cs の割合は 100% の半分である 50% になり, さらに 30 年が経過すると 50% の半分である 25% になる。

表 1 ^{137}Cs の割合の変化

経過した時間(年)	0	30	60	...
^{137}Cs の割合(%)	100	50	25	...

表 1 に関して, 壊変開始から 80 年が経過したときの ^{137}Cs の割合は何%か。最も適当な数値を, 次の ①～④ のうちから一つ選べ。なお, 必要があれば, 次ページの方眼紙を使うこと。 %

① 0

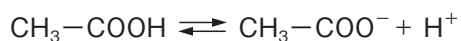
② 8

③ 16

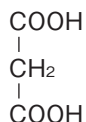
④ 20

第2問 酸と塩基に関する次の問い(問1・問2)に答えよ。(配点 20)

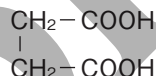
問1 酢酸 CH_3COOH の構造にみられる $-\text{COOH}$ をカルボキシ基という。カルボキシ基の水素 H は次のように電離して水素イオン H^+ を生じるので、カルボキシ基をもつ物質は、酸としてはたらく。このように、分子中にカルボキシ基をもつ化合物をカルボン酸という。



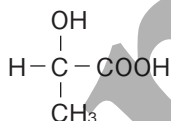
次に4種類のカルボン酸の構造式と分子量を示す。



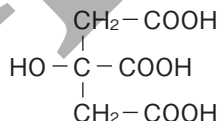
マロン酸 (分子量 104)



コハク酸 (分子量 118)



乳酸 (分子量 90)



クエン酸 (分子量 192)

マロン酸, コハク酸, 乳酸, クエン酸を $A(\text{g})$ ずつはかりとって純水に溶かし, それぞれ $B(\text{L})$ になるように調製した。その後, (a) 濃度がわかっている水酸化ナトリウム水溶液 を用いて, これら (b) 4種類の水溶液 の滴定を行った。各化合物におけるカルボキシ基以外の水素の電離はないものとして, 次の問い(a・b)に答えよ。

解 説

第1問

問1 101 正解①

ボーキサイトはアルミニウム Al の酸化物を主成分とする鉱石である。ボーキサイトを精製して純粋な酸化アルミニウム(アルミナ)にし、融解した氷晶石に溶かして電気分解することにより、アルミニウムの単体が得られる。このときの電気分解を、溶融塩電解(融解塩電解)という。なお、アルミニウムは酸素との結合力が強いため、銅 Cu や鉄 Fe とは異なり、炭素を用いた還元によって化合物から酸素を除去することは困難である。また、白金 Pt のようなイオン化傾向の小さい金属は単体のまま産出する。

問2 102 正解①

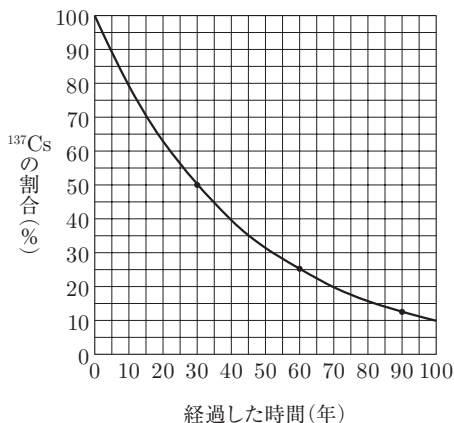
水溶液を白金線につけて、ガスバーナーの外炎に入れると炎が着色することがある。これを炎色反応という。炎色反応の色は元素によって異なるため、炎色反応によって元素を検出することができる。赤紫色の炎色反応を示すことから、焼ミョウバンの水溶液にはカリウム K が含まれていることがわかる。よって、選択肢①～④の化学式のうち、K が含まれている① $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ が焼ミョウバンの化学式である。

問3 103 正解①

ラザフォードが行った実験において、金箔に照射した α 線(質量数 4 のヘリウム原子 He の原子核の流れ)が進路を大きく変えたのは、 α 線と同じ正の電荷をもつ原子核と互いに反発したためである。原子は、陽子と中性子からなる原子核とそれを取りまいて電子から構成されるが、原子核は原子全体の大きさにくらべて非常に小さいため、金箔に照射した α 線のうち、大きく進路を変えたものはごく一部である。

問4 104 正解③

^{137}Cs の半減期は 30 年であるから、ある物質に含まれる ^{137}Cs の、壊変開始時における割合を 100% とするとき、壊変開始から 30 年が経過すると $100\% \times \frac{1}{2} = 50\%$ 、さらに 30 年(すなわち 60 年)が経過すると $50\% \times \frac{1}{2} = 25\%$ 、さらに 30 年(90 年)が経過すると $25\% \times \frac{1}{2} = 12.5\%$ 、…と変化していく。このようすを方眼紙にプロットする。壊変は連続的に起こるので、それらをなめらかに結ぶと、次の図のようになる。



図より、壊変開始から 80 年が経過したときの ^{137}Cs の割合は、およそ 16% と読み取れる。

問5 105 正解①

硫酸銅(Ⅱ)五水和物を加熱すると、その温度が上昇するにつれて、水和水(結晶水)が段階的に失われ、やがて無水物になる。



このとき、硫酸銅(Ⅱ)五水和物、硫酸銅(Ⅱ)三水和物、…、硫酸銅(Ⅱ)無水物において、 CuSO_4 の物質量は変化しない。

CuSO_4 のモル質量は 160 g/mol なので、加熱後に生成した硫酸銅(Ⅱ)無水物 0.032 g の物質量は、

$$\frac{0.032 \text{ g}}{160 \text{ g/mol}} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

加熱する前の硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量を $x [\text{g}]$ とする。 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ のモル質量は 250 g/mol なので、その物質量は、

$$\frac{x [\text{g}]}{250 \text{ g/mol}} = \frac{x}{250} [\text{mol}]$$

加熱後に生成した硫酸銅(Ⅱ)無水物の物質量と、加熱する前の硫酸銅(Ⅱ)五水和物の物質量は互いに等しいので、

$$2.0 \times 10^{-4} \text{ mol} = \frac{x}{250} [\text{mol}]$$

よって、 $x = 0.050 \text{ g}$

問6 106 正解① 107 正解⑤

108 正解② 109 正解⑤

窒素 N は原子番号 7 の典型元素で、7 個の電子が K 殻に 2 個、L 殻に 5 個配置されている。最外殻電子(価電子)の数が 5 個であるのは、周期表 15 族に属する元素である。また、最外電子殻が L 殻であるのは、第 2 周期の元素である。