



国語， 数学， 理科(化学， 生物)問題

はじめに， これを読みなさい。

1. これは， 国語， 数学， 化学， 生物の4科目の問題を綴じた冊子である。必要な科目を選択して解答しなさい。食料環境政策学科受験者は「国語」が必須である。
2. 問題は， 数学， 化学， 生物については表面から69ページ， 国語については裏面から19ページある。ただし， ページ番号のない白紙はページ数に含まない。
3. 解答用紙に印刷されている受験番号が正しいかどうか， 受験票と照合して確認すること。
4. 監督者の指示にしたがい， 解答用紙の氏名欄に氏名を記入すること。
5. 監督者の指示にしたがい， 解答用紙にある「解答科目マーク欄」に1つマークし， 「解答科目名」記入欄に解答する科目名を記入しなさい。なお， マークしていない場合， または複数の科目にマークした場合は0点となる。
6. 解答は， すべて解答用紙の所定欄にマークするか， または記入すること。所定欄以外のところには何も記入しないこと。解答番号は各科目の最初に示してある。
7. 問題に指定された数より多くマークしないこと。
8. 解答は， 必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれもHB・黒)で記入のこと。
9. 訂正する場合は， 消しゴムできれいに消し， 消しくずを残さないこと。
10. 解答用紙は， 絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
11. 解答用紙はすべて回収する。持ち帰らず， 必ず提出すること。
12. この問題冊子は必ず持ち帰ること。
13. マーク記入例

良い例	悪い例
	

化 学

(解答番号 1～29, 101, 301～302)

注意： 1. 原子量が必要な場合は、次の数値を用いなさい。

H = 1 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 P = 31
S = 32 Cl = 35.5 K = 39 Ca = 40 Cr = 52 Mn = 55
Fe = 56 Cu = 63.5 Ag = 108 Cs = 133 Ba = 137 Pt = 195

2. 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa·L/(K·mol)]
3. アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ [/mol]
4. ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ [C/mol]
5. 1 mol = 1000 mmol
6. 1 m = 10^9 nm

[I] 以下の問いに答え、 ～ にあてはまる答として最もふさわしいものを各解答群の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

- 1 物質を構成する基本粒子である原子は、電気的に中性であるが、電子をやりとりすると電気を帯びた原子や原子の集まりであるイオンとなる。気体状態の原子から電子を1個取り去って、1価の陽イオンにするために必要なエネルギーを原子の第一イオン化エネルギーという。Li, Na, Kなどの(ア)の原子はイオン化エネルギーが(イ)ため1価の陽イオンになりやすい。一方、原子が電子1個を受け取って、1価の陰イオンなるときに放出するエネルギーを原子の電子親和力という。F, Cl, Brなどのハロゲン原子は電子親和力が(ウ)ため1価の陰イオンになりやすい。

文章中の(ア)~(ウ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは

1 である。

1

	(ア)	(イ)	(ウ)
A	アルカリ金属	大きい	大きい
B	アルカリ金属	大きい	小さい
C	アルカリ金属	小さい	大きい
D	アルカリ金属	小さい	小さい
E	アルカリ土類金属	大きい	大きい
F	アルカリ土類金属	大きい	小さい
G	アルカリ土類金属	小さい	大きい
H	アルカリ土類金属	小さい	小さい

2 陽イオンと陰イオンがクーロン力によって引き合っでできる結合をイオン結合という。陽イオンと陰イオンがイオン結合で多数結合した結晶をイオン結晶という。図1は塩化ナトリウム NaCl 結晶と塩化セシウム CsCl 結晶の単位格子の模型を、図2は NaCl 結晶の単位格子の面を切断面として示したものである。これらの単位格子に含まれるイオンの数は Na^+ が(ア)個、 Cs^+ が(イ)個である。また、配位数は Na^+ が(ウ)、 Cs^+ が(エ)である。

(1) 文章中の(ア)~(エ)にあてはまる適切な数値の組み合わせは

である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	4	1	3	4
B	6	1	3	4
C	4	8	3	4
D	6	8	3	4
E	4	1	6	8
F	6	1	6	8
G	4	8	6	8
H	6	8	6	8

(2) Na^+ のイオン半径が 0.095 nm、 Cl^- のイオン半径が 0.187 nm とすると、この NaCl 結晶の単位格子の一辺の長さは nm である。また、CsCl 結晶の単位格子の一辺の長さが 0.412 nm とすると、CsCl 結晶の密度は g/cm^3 である。

A 0.095

B 0.19

C 0.28

D 0.38

E 0.47

F 0.56

4

- | | | | |
|---------|---------|--------|--------|
| A 0.010 | B 0.070 | C 0.41 | D 4.0 |
| E 12 | F 32 | G 69 | H 170 |
| I 320 | J 400 | K 2400 | L 3000 |

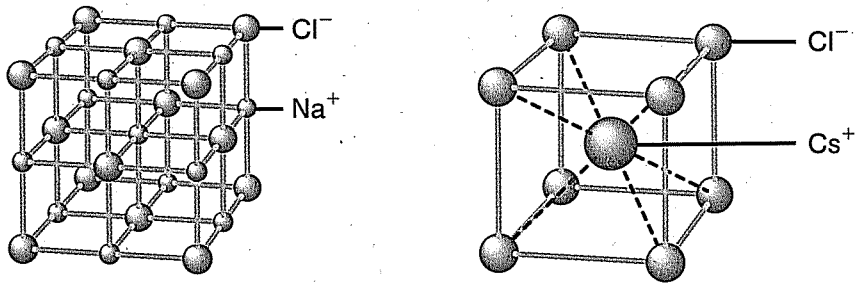


図1 結晶の単位格子の模型

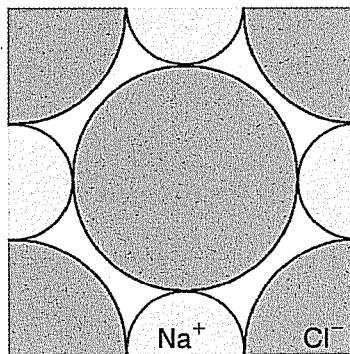
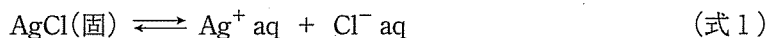
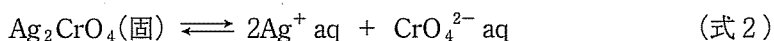


図2 NaCl 結晶の単位格子の切断面

3 水溶液中のイオン反応で沈殿が生じるか生じないかは、溶解度積 (K_{sp}) から知ることができる。難溶性塩である塩化銀 AgCl の溶解平衡が次のように成り立っている。



平衡定数は $K = \frac{[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl(固)}]}$ となる。平衡状態にある飽和水溶液中に溶け残った固体である AgCl の濃度 $[\text{AgCl(固)}]$ を一定とみなしてよいので、 $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = K[\text{AgCl(固)}] = K_{sp}$ となり、溶解度積は一定の値となる。イオン濃度の積 $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ の値が K_{sp} の値より大きいと、 AgCl の(式1)の溶解平衡が(ア)に移動して過剰な分だけ AgCl の沈殿が生じる。また、難溶性塩であるクロム酸銀 Ag_2CrO_4 の溶解平衡は次のように成り立っている。



AgCl の場合と同じように考えると、 Ag_2CrO_4 の溶解度積 $K_{sp} = (\text{イ})$ で一定の値となる。

(a) AgCl と(b) Ag_2CrO_4 についての溶解度積にもとづいた Ag^+ イオンの濃度と対イオンの濃度の関係を図3に示した。図3中の曲線(a)と曲線(b)の間の斜線で示した領域①では AgCl の沈殿が(ウ)。また、 Ag_2CrO_4 の赤褐色沈殿が(エ)。

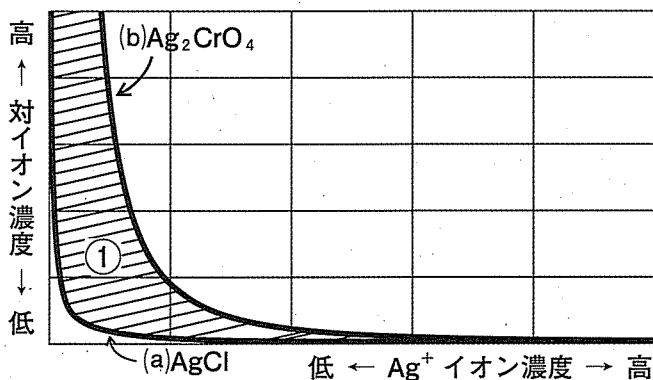


図3 溶解度積にもとづいた Ag^+ イオンの濃度と対イオンの濃度の関係

(1) 文章中の(ア)～(エ)にあてはまる語句と化学式の組み合わせは

5 である。

5

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	左	$[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じない	生じる
B	右	$[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じない	生じる
C	左	$[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じる	生じない
D	右	$[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じる	生じない
E	左	$2[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じない	生じる
F	右	$2[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じない	生じる
G	左	$2[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じる	生じない
H	右	$2[\text{Ag}^+][\text{CrO}_4^{2-}]$	生じる	生じない
I	左	$[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$	生じない	生じる
J	右	$[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$	生じない	生じる
K	左	$[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$	生じる	生じない
L	右	$[\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$	生じる	生じない

(2) 図3のような溶解度積の考え方を用いて濃度不明の塩化ナトリウム水溶液の濃度を以下のように決定した。この濃度不明の水溶液 100 mL に、0.10 mol/L クロム酸カリウム水溶液を 1.0 mL 加えた。これに 0.050 mol/L 硝酸銀水溶液を混ぜながらゆっくりと 24.0 mL 滴下したとき、赤褐色沈殿が溶けずにわずかに残った。この点を滴定の終点として、塩化ナトリウム水溶液の濃度を 6 g/L と決定した。

6

- | | | | | | | | |
|---|------|---|------|---|------|---|-----|
| A | 0.12 | B | 0.70 | C | 0.76 | D | 1.2 |
| E | 1.3 | F | 12 | G | 70 | H | 280 |

4 水溶液中のイオンを別のイオンと交換するはたらきをもつ合成樹脂をイオン交換樹脂という。例えば、スチレンに少量の *p*-ジビニルベンゼンを加えて (ア) 重合させると、(イ) 構造を持つポリスチレンができる。この共重合体にスルホ基-SO₃H を導入したものを(ウ) イオン交換樹脂 R-SO₃H という。このイオン交換樹脂を十分量つめたカラム(円筒)に0.10 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 10 mL を通した後、脱イオン水で完全に洗った。このようにして得られた流出液をすべて集め、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を(エ) mL 加えたときに中和された。同じように、0.10 mol/L の硫酸銅(Ⅱ) 水溶液 10 mL を通した後、得られた流出液をすべて集めた。この場合、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を(オ) mL 加えたときに中和された。

(1) 文章中の(ア)~(ウ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは

である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
A.	付加	立体網目	陽
B.	付加	立体網目	陰
C.	付加	直鎖状	陽
D.	付加	直鎖状	陰
E.	縮合	立体網目	陽
F.	縮合	立体網目	陰
G.	縮合	直鎖状	陽
H.	縮合	直鎖状	陰

(2) 文章中の(エ), (オ)にあてはまる適切な数値の組み合わせは

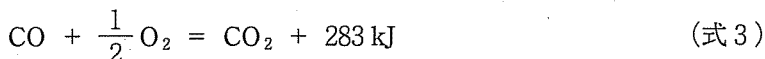
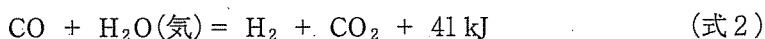
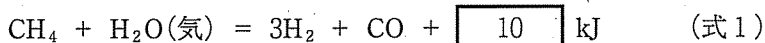
である。

	(エ)	(オ)
A	20	20
B	20	10
C	20	5
D	10	20
E	10	10
F	10	5
G	5	20
H	5	10
I	5	5

〔Ⅱ〕 以下の問いに答え、9 ～ 16 にあてはまる答として最もふさわしいものを各解答群の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

解答欄 101 には化学反応式を書きなさい。

水素 H_2 と酸素 O_2 から発電し、同時に廃熱から給湯にも利用できる燃料電池は、10年ほど前から家庭用燃料電池(エネファーム[®])として家庭への普及が進んできている。水素は運搬や貯蔵が難しいことから、電池本体と同じ場所で通常はメタン CH_4 と水 H_2O との反応からつくられる。これを改質反応とよぶ。改質反応では主に(式1)の反応が進み、水素とともに一酸化炭素 CO が発生する。一酸化炭素は、電池本体で触媒として用いられる白金 Pt の触媒作用に悪影響を与える。そのため、複数の触媒層に通して水蒸気または酸素と反応させることで、(式2)および(式3)の反応(変成反応または酸化反応とよぶ)により一酸化炭素の濃度を低下させ、電池本体に水素が送られる。このときに生じる熱を温水を作るのに利用することができる。電池本体での発電では二酸化炭素 CO_2 は発生しないが、変成反応と酸化反応で二酸化炭素が発生する。



(1) 一般的な触媒についての下の説明文のうち誤っているものは 9 である。

9

- A 少量で反応速度を大きく変化させる。
- B 反応の前後でそれ自体は変化しない。
- C 活性化エネルギーを小さくする。
- D 反応熱を小さくする。
- E 水溶液として用いられるものと固体として用いられるものがある。

(2) 反応にかかわる物質の結合エネルギーがわかれば、反応熱を求めることができる。C-H(CH₄), H-O(H₂O), H-H, C=O(CO)それぞれの結合エネルギーを 411 kJ/mol, 459 kJ/mol, 432 kJ/mol, 1059 kJ/mol とすると、(式1)の反応熱は kJ/mol となる。

- | | | | |
|----------|----------|---------|---------|
| A - 1485 | B - 1089 | C - 621 | D - 324 |
| E - 242 | F - 207 | G 207 | H 242 |
| I 324 | J 621 | K 1089 | L 1485 |

(3) 改質反応(式1)は(ア)反応であるため、反応を継続して進めるためには(イ)しなくてはならない。(式1)の反応がルシャトリエの原理にしたがえば、圧力が(ウ)ほど水素の濃度が高くなる。

文章中の(ア), (イ), (ウ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは である。

	(ア)	(イ)	(ウ)		(ア)	(イ)	(ウ)
A	発熱	加熱	高い	E	吸熱	加熱	高い
B	発熱	加熱	低い	F	吸熱	加熱	低い
C	発熱	冷却	高い	G	吸熱	冷却	高い
D	発熱	冷却	低い	H	吸熱	冷却	低い

- (4) 二酸化炭素は電池本体での白金触媒の活性に影響しないので、取り除く必要はないが、水酸化ナトリウム NaOH などの強塩基の水溶液に通すことで除去することができる。水酸化ナトリウム水溶液に二酸化炭素が溶けると炭酸ナトリウム Na_2CO_3 が生じる。炭酸ナトリウムは(エ)であり、その水溶液は(オ)を示す。

水酸化ナトリウムと二酸化炭素から炭酸ナトリウムが生じる化学反応式を解答欄 に記入しなさい。

また、文章中の(エ)、(オ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは

である。

	(エ)	(オ)		(エ)	(オ)
A	酸性塩	酸性	G	塩基性塩	酸性
B	酸性塩	中性	H	塩基性塩	中性
C	酸性塩	塩基性	I	塩基性塩	塩基性
D	正塩	酸性			
E	正塩	中性			
F	正塩	塩基性			

- (5) 二酸化炭素が水に溶けると炭酸 H_2CO_3 が生じ、その水溶液は弱酸性を示す。1段階目の電離の電離定数が $4.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ であるとする、 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の炭酸水溶液の水素イオン濃度は mol/L である。なお、電離度は1より十分に小さいとし、2段階目の電離による水素イオン濃度への影響は無視してよい。

- | | | | | | | | |
|---|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|
| A | 2.0×10^{-4} | B | 4.0×10^{-4} | C | 8.0×10^{-4} | D | 2.0×10^{-5} |
| E | 4.0×10^{-5} | F | 8.0×10^{-5} | G | 2.0×10^{-6} | H | 4.0×10^{-6} |
| I | 8.0×10^{-6} | J | 2.0×10^{-7} | K | 4.0×10^{-7} | L | 8.0×10^{-7} |

(6) 燃料電池では両極に白金触媒などを加えた多孔性の電極を用いる。(カ) 極では水素が(キ)され(ク)極では酸素が(ケ)されることで、水素(コ)分子と酸素 $\frac{1}{4}$ 分子あたり電子1個が移動し電気が流れる。

文章中の(カ), (キ), (ク), (ケ), (コ)にあてはまる適切な語句または数値の組み合わせは 14 である。

14

	(カ)	(キ)	(ク)	(ケ)	(コ)
A	負	酸化	正	還元	$\frac{1}{2}$
B	負	還元	正	酸化	$\frac{1}{2}$
C	正	酸化	負	還元	$\frac{1}{2}$
D	正	還元	負	酸化	$\frac{1}{2}$
E	負	酸化	正	還元	1
F	負	還元	正	酸化	1
G	正	酸化	負	還元	1
H	正	還元	負	酸化	1
I	負	酸化	正	還元	2
J	負	還元	正	酸化	2
K	正	酸化	負	還元	2
L	正	還元	負	酸化	2

(7) 燃料電池から5Aの電流で64分20秒間、電気エネルギーを取り出した。このとき酸化還元反応により消費された水素は標準状態で 15 Lである。ただし、酸化還元反応により消費された水素のうち50%が電気エネルギーとして取り出されたものとする。

15

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A 1.12 | B 2.24 | C 4.48 | D 8.96 |
| E 11.2 | F 22.4 | G 44.8 | H 89.6 |

(8) 水素などのガスは、金属製のガスボンベに $100 \times 10^5 \text{ Pa}$ 以上の高圧で充填されたものとして、専門業者から購入することができる。すべての温度と圧力で気体の状態方程式に厳密にしたがうと仮定した気体を理想気体という。一方で、実際に存在する気体(実在気体)では、高圧下では気体の状態方程式から導かれる Z (式4)の値は1にはならない。水素の 0°C での圧力と Z 値の関係をグラフとして図1に示す。標準状態で体積 $1.25 \times 10^3 \text{ L}$ の水素を、温度を保ったまま $125 \times 10^5 \text{ Pa}$ まで加圧した。このとき水素の体積は約 16 Lである。

16

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| A 9.0 | B 9.2 | C 9.4 | D 9.6 |
| E 9.8 | F 10.0 | G 10.2 | H 10.4 |
| I 10.6 | J 10.8 | K 11.0 | |

$$\frac{PV}{nRT} = Z \quad (\text{式4})$$

圧力を P 、体積を V 、
物質量を n 、気体定数を
 R 、絶対温度を T とす
る。

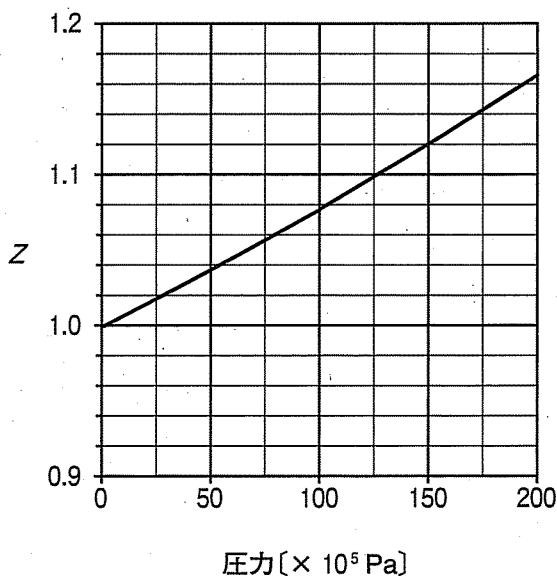


図1 圧力と Z 値の関係

化学 問題は次ページに続いています。

〔Ⅲ〕 以下の問いに答え、17 ～ 24 にあてはまる答として最もふさわしいものを各解答群の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

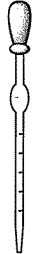
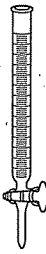
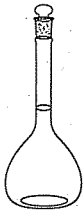





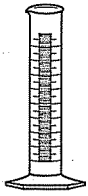



水質汚濁の指標として、pH、濁度、化学的酸素要求量(COD)、生物学的酸素要求量(BOD)、全有機炭素濃度(TOC)、浮遊物質(SS)など数多くある。中でもCODが汚濁指標としてよく用いられている。CODは、酸化剤によって水中の主として有機物を酸化させ、そのとき試料水1Lあたり消費される酸化剤の量を、それに相当する酸素の質量(mg/L)に換算した値で表示される。

CODの測定は世界的には二クロム酸酸化法(COD_{Cr})を採用する 경우가多いが、日本ではより環境負荷の少ない過マンガン酸酸化法(COD_{Mn})が用いられている。

- (1) 環境問題に関心のあるMJ君は、飲み忘れて^①気のぬけた炭酸飲料(二酸化炭素は完全に除かれている)をそのまま流しに捨てた場合の水質汚濁についてCOD_{Mn}法を用いて調べた。まず、この飲料を脱イオン水で300倍に希釈した。(ア)を使ってその水溶液を正確に10 mLコニカルビーカーにはかり取り、ここに脱イオン水を加えて約100 mLとし、(イ)を加えて酸性にした。次に、(ウ)を加えてよく振り混ぜた後、^②数分間放置した(この操作は試料中に含まれる塩化物イオンが反応するのを防ぐ目的で行った)。さらに(ア)を用いて5.0 mmol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液10 mLを加え、沸騰水浴中で30分間加熱した。ここに^③12.5 mmol/Lのシュウ酸ナトリウム水溶液10 mLを(ア)を用いて加えて混合した。(エ)に5.0 mmol/L過マンガン酸カリウム水溶液を入れ、コニカルビーカーに少しずつ滴下すると、9.0 mL加えたところで(オ)ので、^④滴定の終点とした。

文章中の(ア)、(エ)にあてはまる実験器具を示す図の最も適切な組み合わせは17である。

17

	(ア)	(エ)		(ア)	(エ)
A			D		
B			E		
C			F		

文章中の(イ), (ウ)の最も適切な試薬の組み合わせは 18 である。

18

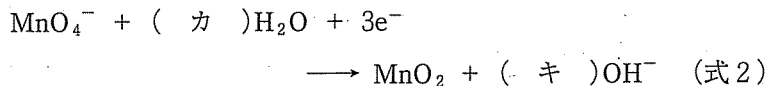
	(イ)	(ウ)		(イ)	(ウ)
A	希塩酸	硫酸銀	D	希塩酸	硫酸バリウム
B	希硫酸	硫酸バリウム	E	希硫酸	硫酸銀
C	希硝酸	硫酸銀	F	希硝酸	硫酸バリウム

文章中の(オ)にあてはまる適切な語句は 19 である。

19

- A 赤紫色が消えた
- B 赤紫色が消えなくなった
- C 黄色が消えた
- D 黄色が消えなくなった
- E 黒色沈殿が溶解し消えた
- F 黒色沈殿が溶解せずに残った

(2) 下線部②のように酸性にした理由は、酸性では(式1)の反応が起きるが、中性あるいは塩基性の場合には(式2)の反応が起きるためである。



文章中の(カ), (キ)にあてはまる係数の組み合わせは 20 である。

20

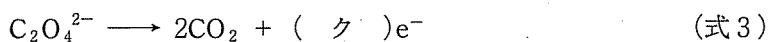
	(カ)	(キ)		(カ)	(キ)
A	1	2	D	2	4
B	1	4	E	3	3
C	2	2	F	3	6

(3) COD_{Mn} の測定において、下線部③のシュウ酸ナトリウム水溶液を加える目的として適切ではないものは 21 である。

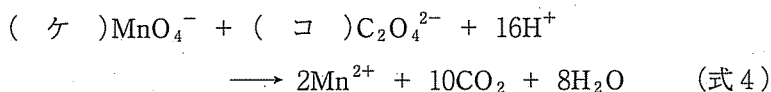
21

- A 酸化反応を止め、反応時間を一定にする。
- B 滴定の終点を判別しやすくする。
- C 金属イオンと錯イオンを形成して沈殿を溶解させる。
- D 逆滴定のための標準溶液として使う。

(4) シュウ酸イオンの還元剤としての反応式は下記で表される。



したがって、シュウ酸イオンと過マンガン酸イオンの酸化還元反応式は下記で表される。



文章中の(ク)～(コ)にあてはまる係数の組み合わせは 22 である。

22

	(ク)	(ケ)	(コ)		(ク)	(ケ)	(コ)
A	2	2	5	E	4	2	5
B	2	2	10	F	4	2	10
C	2	4	5	G	4	4	5
D	2	4	10	H	4	4	10

- (5) 下線部④の滴定の結果から、下線部①の炭酸飲料を300倍に希釈した水溶液10 mL中の有機物を酸化するのに要した過マンガン酸カリウムの物質量は(サ)molであり、希釈前の飲料のCOD_{Mn}は、(シ)mg/Lと表される。

MJ君は環境省のホームページを利用して、排水基準のCOD_{Mn}の値を調べたところ、今回の炭酸飲料を300倍に希釈した水溶液でもその許容限度を超えることから、流しに捨てるのではなく、他の方法を選択し、日頃から環境負荷を少なくする生活を心がけようと思った。

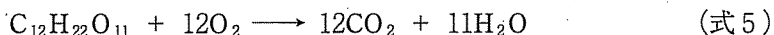
文章中の(サ)、(シ)にあてはまる適切な数値の組み合わせは

23 である。

23

	(サ)	(シ)		(サ)	(シ)
A	4.5×10^{-3}	4.3×10^4	E	4.5×10^{-5}	4.3×10^4
B	4.5×10^{-3}	5.4×10^4	F	4.5×10^{-5}	5.4×10^4
C	4.5×10^{-3}	1.4×10^2	G	4.5×10^{-5}	1.4×10^2
D	4.5×10^{-3}	1.8×10^2	H	4.5×10^{-5}	1.8×10^2

- (6) 下線部①の炭酸飲料に含まれている有機物がすべてスクロース(ショ糖)であったと仮定すると、この飲料1Lに含まれるスクロースの質量は24 gである。ただし、過マンガン酸イオンによってスクロース(分子量342)の60%が(式5)のように酸化されたものとして計算しなさい。



24

A 80

B 64

C 48

D 38

E 29

F 23

化学 問題は次ページに続いています。

〔IV〕 以下の問いに答え、 ～ にあてはまる答として最もふさわしいものを各解答群の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

解答欄 , には構造式を書きなさい。

世界人口を支えるために、物理学者はより効率の高いエネルギー生産技術の開発を、農学者はより生産性の高い作物や栽培法の開発を目指している。その一方で、化学者は摂取カロリー過多の人達のために、食品の風味を損なうことなく摂取カロリーを低減させるための化学物質などを開発している。

食品に含まれる主要な高カロリー成分として、糖類、脂質があげられる。これらの成分からのエネルギー摂取量を抑制するために、^①さまざまな戦略が考えられる。特に糖類の一部は甘味料として重要であり、大量に使用されている砂糖の主成分であるスクロース(ショ糖)は、カロリーが高い。

(1) 以下の 糖類に関する記述の中で誤りを含むものは である。
^①

- A 糖類は一般式 $C_m(H_2O)_n$ で示され、炭素数が3の単糖がある。
- B グルコースはチマーゼの働きにより、エタノールと二酸化炭素に分解される。
- C セルロースはセルラーゼの働きにより、セロビオースに分解される。
- D トレハロースは2分子の α -グルコースが1位のヒドロキシ基どうしで脱水縮合した構造をもち、その水溶液は還元性を示す。
- E マルトースは2分子の α -グルコースが1位のヒドロキシ基と4位のヒドロキシ基で脱水縮合した構造をもち、アンモニア性硝酸銀溶液に加えて加熱すると銀が析出する。

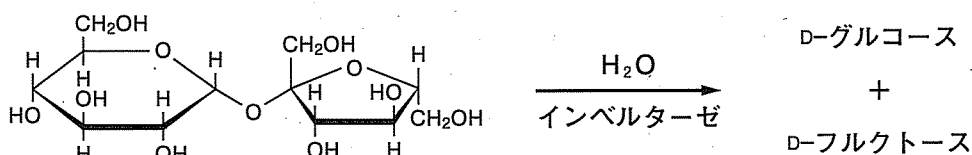
(2) 脂質の一種である油脂に関する以下の記述の中で正しいものは 26 である。

26

- A 不飽和脂肪酸をおもな構成成分とする油脂は、室温で固体のものが多
い。
- B ケン化価が大きいほど炭素数の多い脂肪酸が含まれる。
- C アマニ油、大豆油は室温で液体なので、不乾性油という。
- D 油脂に含まれる $C=C$ 結合はアルケンの二重結合と同じように付加反応
が起こりやすい。
- E 油脂は炭素数が偶数個のものが多。

甘味料の甘味の強さを評価したものを「甘味度(かんみど)」という。甘味度の評価に用いられる糖の水溶液の濃度は、水溶液 100 mL 中に含まれる溶質の質量(g)の百分率[% (質量/体積)]で表わす。例えば、0.1 mol/L のスクロース水溶液は 3.42 % (質量/体積)と表記できる。甘味度はスクロースの甘さを 100 としたときの相対値で表わされる。この値はパネル(評価者)による官能評価によって行われるので、値には幅が出る。

スクロース 1 分子にインベルターゼ(スクラーゼ)を作用させると、加水分解されて D-グルコース(ブドウ糖)、D-フルクトース(果糖)がそれぞれ 1 分子生じる(図 1)。一般的にスクロースの甘味度 100 に対して、D-グルコース、D-フルクトースの相対甘味度はそれぞれ 60 ~ 80, 120 ~ 160 とされる。図 2 にはある官能評価によって得られた相対甘味度を示した。D-グルコースは温度変化に対してスクロースに対する相対甘味度はほとんど変化しないのに対し、D-フルクトースの相対甘味度は大きく変化し、低温ではスクロースよりも相対甘味度が高いことがわかる。なお、D-グルコース、D-フルクトースはそれぞれ水溶液中で環状の立体異性体および鎖状の異性体の混合物として存在している。



* 図中の太い線で表されている結合は紙面の手前側にあることを示す。

図 1 インベルターゼによるスクロースの加水分解反応

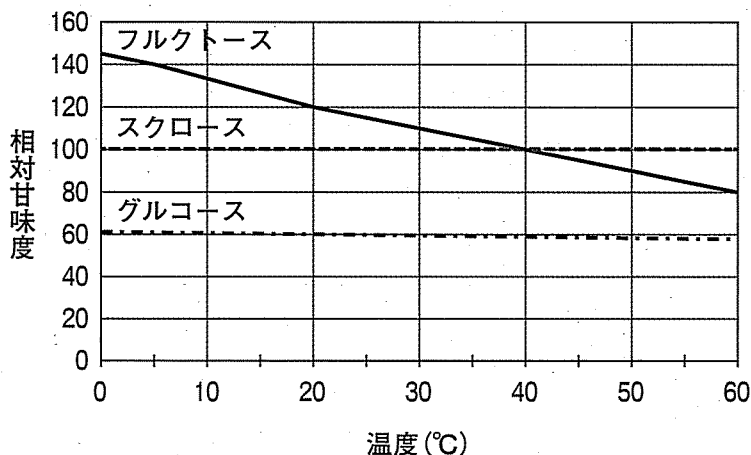


図2 スクロースの甘味度を100としたときのD-グルコースおよびD-フルクトースの相対甘味度

(3) D-グルコースは水溶液中では、2種類の環構造の立体異性体と、1種類の鎖状構造の異性体の混合物として存在する。室温(25℃)において、水溶液中で最も大きな割合で存在するβ型のD-グルコースの構造式を図1で示されているスクロースの構造式の表示にならって、解答欄 に書きなさい。

(4) 図2は清涼飲料水など低い温度で飲食される食品では、フルクトースはスクロースよりも少ない質量で同じ甘味を得られることを示している。5℃で6.0% (質量/体積)スクロース水溶液と同じ甘味度のD-グルコースとD-フルクトースの混合水溶液がある。この混合水溶液100 mLから完全に水を除去したところ5.0gの糖が残った。この混合溶液に含まれるD-グルコースとD-フルクトースの質量比はおよそ である。なお、混合物水溶液中の糖の甘味度には単純な加算性があるとする。

- A 5:1 B 4:1 C 3:1 D 2:1 E 1:1
 F 1:2 G 1:3 H 1:4 I 1:5

生体内では物質の合成反応や分解反応など、さまざまな化学反応が行われている。このような生体内における化学反応を「代謝」という。グルコースは主要なエネルギー源として利用されており、燃焼と同様に酸素を利用することで、二酸化炭素、水、エネルギーを産生する。フルクトースはグルコースのエネルギー代謝の共通の化合物へと変換されて同様に代謝される。

グルコースの6つの炭素はすべてが二酸化炭素として放出されるわけではなく、代謝によりさまざまな化合物に変換されて利用される。図3には重要な中間体の1つであるピルビン酸から変換されるいくつかの化合物について示した。油脂の構成分子であるグリセリン(1,2,3-プロパントリオール)と脂肪酸もグルコースからの代謝によってもつくられる。

図3中の化合物A、化合物Bについて、以下の問いに答えなさい。

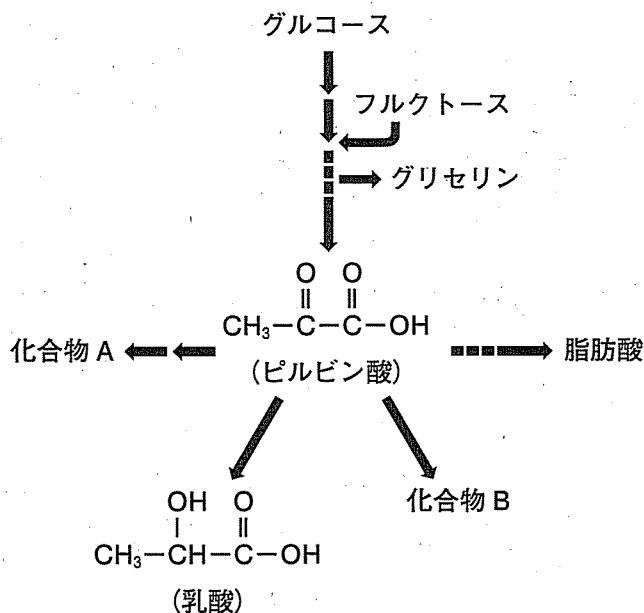


図3 グルコースの代謝によって生じる化合物

(5) 化合物 A は以下のような性質を示す。化合物 A は 28 である。

- ・常温で液体であり、沸点は 78°C である。
- ・水溶液は中性である。
- ・ナトリウムを加えると、水素が発生する。
- ・塩基性の条件下でヨウ素を反応させると黄色の結晶を生じる。

28

- | | |
|---------------|------------|
| A 1,2-エタンジオール | B エタノール |
| C 1-プロパノール | D 1-ブタノール |
| E 酢酸 | F シュウ酸 |
| G 酒石酸 | H アセトアルデヒド |

(6) 化合物 B について元素分析を行ったところ、それぞれの構成元素が占める質量の割合は C : 40.44 % , H : 7.92 % , N : 15.72 % , O : 35.92 % であることがわかった。この結果から、化合物 B の組成式(実験式)は 29 であると決定される。

29

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| A $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}$ | B $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}_2$ | C $\text{C}_2\text{H}_3\text{NO}_3$ |
| D $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}$ | E $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ | F $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_3$ |
| G $\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}$ | H $\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}_2$ | I $\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}_3$ |
| J $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$ | K $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$ | L $\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$ |

(7) 別の実験から、化合物 B の分子式は組成式と同じであること、化合物 B は α -アミノ酸であることがわかった。化合物 B の構造式を 図 3 で示されている ピルビン酸や乳酸の構造式の表示にならって、解答欄 302 に書きなさい。

