


## 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62ページ、国語については裏面から12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 ~ 33, 101 ~ 104)

注意： 1. 原子量が必要な場合は、次の数値を用いなさい。

H = 1.0    C = 12.0    N = 14.0    O = 16.0    F = 19.0

Na = 23.0    Mg = 24.3    P = 31.0    S = 32.0    Cl = 35.5

K = 39.0    Ca = 40.0    Mn = 54.9    Fe = 55.9    Cu = 63.6

Ag = 107.9    I = 127.0    Ba = 137.3

2 気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 [\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})]$

または  $R = 0.0821 [\text{L} \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})]$

3 アボガドロ定数  $N_A = 6.0 \times 10^{23} [\text{mol}]$

4 絶対温度  $T(\text{K}) = 273 + t(^{\circ}\text{C})$

[ 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) 以下の文章の(ア)~(キ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは である。

原子は正電荷を有する原子核と負電荷をもつ電子より成っている。1個の原子では、原子核の周りの電子の数は(ア)と等しく、エネルギーの低い方からK殻、L殻、M殻の順に電子が入る。原子番号7の窒素原子はL殻に(イ)個の電子を有しており、L殻の電子の数は酸素原子、フッ素原子へと周期表の右にいくと増大し、ネオン原子では(ウ)個の電子がL殻に入る。イオンも同じような電子の配置が考えられ、原子番号12のマグネシウム原子がマグネシウムイオンになった状態では、L殻に(エ)個、M殻に(オ)個の電子を有し、原子番号16の硫黄原子が硫化物イオンになった場合は、L殻に(カ)個、M殻に(キ)個の電子を有している。

1

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	(カ)	(キ)
A	原子量	7	8	10	2	10	10
B	イオン価	5	8	8	2	8	8
C	原子番号	5	8	8	0	8	8
D	原子量	5	10	10	0	10	10
E	イオン価	7	8	8	2	8	8
F	原子番号	7	10	10	0	10	10

(2) 以下の文章(ア)~(エ)に関連する a ~ e の法則の適切な組み合わせは 2

である。

- (ア) いっどこで採取された水であっても、水素と酸素の質量比は常に 1 : 8 である。
- (イ) 0℃、1 atm の場合、同じモル数の気体の体積は、気体の種類に関係なく一定である。
- (ウ) ドルトンの原子説で完全に説明できる。
- (エ) ドルトンの原子説では説明できないが、分子説の導入により初めて矛盾なく説明できる。

- a ボイル・シャルルの法則                      b 気体反応の法則  
 c アボガドロの法則                              d 定比例の法則  
 e 倍数比例の法則

2

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	e	c	d, e	b
B	d	b	a, b	e
C	e	c	c, d	b
D	d	b	c, e	e
E	e	c	a, e	b

(3) 以下の文章(ア)~(エ)の目的に適する分離方法の組み合わせは 3 である。

(ア) 少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムの水溶液から純粋な硝酸カリウムを精製する。

(イ) 海水から純粋な水を取り出す。

(ウ) ナフタレンと塩化ナトリウムの混合物からナフタレンを液体の状態を経ずに分離する。

(エ) ヨウ素を含むうがい薬からヘキサンを用いてヨウ素を分離する。

3

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	昇華	ろ紙によるろ過	蒸留	昇華
B	昇華	抽出	蒸留	抽出
C	再結晶	抽出	昇華	蒸留
D	抽出	ろ紙によるろ過	抽出	蒸留
E	再結晶	蒸留	昇華	抽出
F	抽出	蒸留	抽出	昇華



(6) 以下の(ア)~(エ)の問いに対する正解の適切な組み合わせは 6 である。

- (ア) 0.50 mol の物質を溶媒に溶かして 500 mL にした。モル濃度はいくらか。  
 (イ) 0.20 mol の物質を水 500 g に溶かした。質量モル濃度はいくらか。  
 (ウ) 1.0 mol/L の溶液 500 mL に溶けている溶質の物質量はいくらか。  
 (エ) 溶質の分子量を 50 とすると、密度  $1.2 \text{ g/cm}^3$  で質量パーセント濃度が 50 % の水溶液のモル濃度はいくらか。

6

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	1.0 mol	0.4 mol/kg	0.5 mol/kg	12 mol/L
B	1.0 mol	0.4 mol	0.5 mol/L	12 mol/kg
C	1.0 mol/kg	0.4 mol/L	0.5 mol/L	12 mol
D	1.0 mol/L	0.4 mol/kg	0.5 mol	12 mol/L
E	1.0 mol/kg	0.4 mol	0.5 mol/kg	12 mol
F	1.0 mol/L	0.4 mol/L	0.5 mol	12 mol/kg

(7) 次の文章の(ア)～(カ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは

7 である。

液体中に他の物質が拡散して均一な液体となる現象を溶解という。溶解で生じた混合物が溶液である。塩化ナトリウムとショ糖はともに水によく溶けるが、それらの水溶液の性質は異なる。塩化ナトリウムは水中で $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ に(ア)して、おのおのが水分子を引きつけることで(イ)している。よって、塩化ナトリウムの水溶液は電気を導きやすい。このように水中で(ア)する物質を(ウ)という。一方、ショ糖を水に溶かした場合、イオンを生じることなく電気を導きにくい。このような物質を(エ)という。また、物質の水への溶けやすさは、水の温度に影響される。100gの水に対する塩化ナトリウムの溶解度は20℃で36g、80℃で38gであり、硝酸カリウムの場合は20℃で32g、80℃で169gである。30gの塩化ナトリウムと100gの硝酸カリウムを含む混合物に80℃の水200gを加えて溶解した後に20℃に冷却すると、混合溶液からは(オ)のみが純粋な結晶として(カ)する。

7

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)	(カ)
A	電離	水素結合	電解質	非電解質	塩化ナトリウム	析出
B	イオン化	水和	極性物質	非極性物質	硝酸カリウム	溶出
C	イオン化	水素結合	電解質	非極性物質	塩化ナトリウム	析出
D	電離	水和	電解質	非電解質	硝酸カリウム	析出
E	電離	水素結合	極性物質	非極性物質	塩化ナトリウム	溶出
F	イオン化	水和	極性物質	非電解質	硝酸カリウム	溶出

〔Ⅱ〕 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  には化学反応式を書きなさい。

1 酸素の単体は大気中では二つの同素体(酸素( $O_2$ )とオゾン( $O_3$ ))として存在している。酸素( $O_2$ )は大気中に約21%(体積比)含まれており、多くの生物において好氣的代謝によるATPの産生などに利用されている。一方でオゾン( $O_3$ )は主に成層圏に存在し、有害な紫外線が地表に到達するのを防いでいる。オゾン( $O_3$ )は冷蔵庫の冷媒やスプレーなどで用いられるフロンガスに含まれる塩素により分解されることから、現在はフロンガスの使用が規制されている。

酸素( $O_2$ )は過酸化水素( $H_2O_2$ )を分解することで発生させることができる。25℃では水溶液中の過酸化水素の分解速度は非常に遅いが、これに触媒として少量の酸化マンガン(Ⅳ) $MnO_2$ や鉄(Ⅲ)イオン $Fe^{3+}$ を加えると、過酸化水素は激しく分解する(式1)。



このとき、反応の前後で触媒の量は(ア)。触媒による反応速度の上昇は、反応における(イ)が(ウ)なったことによる。

酸素の発生速度(単位時間あたりに増加する物質質量)は、過酸化水素の分解速度(エ)である。

反応速度はさまざまな要因により変化する。ピーカーに入った25℃の過酸化水素水に少量の鉄(Ⅲ)イオン $Fe^{3+}$ を加えて酸素を発生させた。数分経過すると、反応開始直後より反応速度は(オ)なった。また、40℃で反応させると、反応開始直後の反応速度は25℃のときより(カ)なった。

過酸化水素は酸化剤としても還元剤としても働くが、(式1)の過酸化水素および酸素における酸素原子の酸化数は、過酸化水素では(キ)、酸素では(ク)である。



- (1) 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)
A	変化しない	活性化エネルギー	大きく
B	変化しない	活性化エネルギー	小さく
C	変化しない	反応熱	大きく
D	変化しない	反応熱	小さく
E	減少する	活性化エネルギー	大きく
F	減少する	活性化エネルギー	小さく
G	減少する	反応熱	大きく
H	減少する	反応熱	小さく

- (2) 文章中の(エ)、(オ)、(カ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは  である。

	(エ)	(オ)	(カ)
A	と同じ	大きく	大きく
B	と同じ	大きく	小さく
C	と同じ	小さく	大きく
D	と同じ	小さく	小さく
E	の半分	大きく	大きく
F	の半分	大きく	小さく
G	の半分	小さく	大きく
H	の半分	小さく	小さく

(3) 文章中の(キ), (ク)にあてはまる適切な数値の組み合わせは

10 である。

10

	(キ)	(ク)		(キ)	(ク)		(キ)	(ク)
A	0	0	D	-1	0	G	-2	0
B	0	-1	E	-1	-1	H	-2	-1
C	0	-2	F	-1	-2	I	-2	-2

(4) 酸素(O<sub>2</sub>)は電解質水溶液の電気分解によって発生させることができる。

たとえば、白金電極を用いて水酸化ナトリウム水溶液を電気分解すると、(ケ)から酸素が発生する。同時にもう一方の電極からは水素(H<sub>2</sub>)が発生する。

電解質水溶液の種類によっては、電気分解により酸素と水素が発生するとは限らない。硫酸銅(II)水溶液の電気分解では(コ)が発生せず、ヨウ化カリウム水溶液の電気分解では(サ)が発生しない。

(ケ), (コ), (サ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは

11 である。

11

	(ケ)	(コ)	(サ)
A	陰 極	酸 素	酸 素
B	陰 極	酸 素	水 素
C	陰 極	水 素	酸 素
D	陰 極	水 素	水 素
E	陽 極	酸 素	酸 素
F	陽 極	酸 素	水 素
G	陽 極	水 素	酸 素
H	陽 極	水 素	水 素

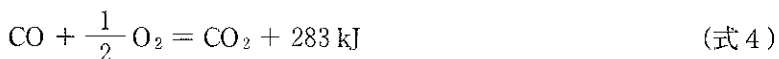
2 大気中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)は地表から放射された赤外線を吸収するため、宇宙空間への熱の放出を妨げている。これを温室効果とよび、これにより地球の大気が生物活動に適した温度に保たれている。大気中の二酸化炭素濃度は19世紀には約0.028%(体積比)であったが、現在は0.038%を超えており、その濃度上昇が近年の地球温暖化の一要因として問題視されている。

- (1) 二酸化炭素は石灰石の主成分である炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)に希塩酸を加えることにより発生させることができる(式2)。



二酸化炭素が発生するときの化学反応式(式2)を完成させ、その右辺のみを解答欄  $\boxed{101}$  に記入しなさい。

- (2) 炭素(黒鉛)が空气中で燃焼することにより、二酸化炭素が発生する。酸素が不足している場合は不完全燃焼により一酸化炭素(CO)も生じるが、その生成熱を直接測定することは難しい。測定可能な炭素(黒鉛)の燃焼熱(式3)と一酸化炭素の燃焼熱(式4)から、計算により一酸化炭素の生成熱は  $\boxed{12}$  kJ と求めることができる。



$\boxed{12}$

A - 86

B - 111

C - 172

D 86

E 111

F 172

(3) 二酸化炭素は水に少し溶けて炭酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )を生じ、弱酸性を示す(式5)。第一段階の電離定数が  $4.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  であるとする、 $10^{-3} \text{ mol/L}$  の炭酸水の水素イオン濃度は 13  $\text{mol/L}$  である。

なお、電離度は1より十分に小さいとし、第二段階の電離による水素イオン濃度への影響は考慮しない。



13

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

(4) 水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )水溶液に二酸化炭素が溶けると、炭酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )が生じる。炭酸ナトリウムは(シ)であり、その水溶液は(ス)を示す。

(シ)、(ス)にあてはまる適切な語句の組み合わせは 14 である。

14

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

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、 ～  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  には化学反応式を書きなさい。

1 近年、各種の規制により工業排水による汚染は大幅に改善されているが、農業排水や生活排水の流入により河川、湖沼、海水などの汚染は依然として深刻な地域が多い。水の汚染度は、その中に含まれる有機物を酸化するのに必要な酸素量によって示され、BODとCODが測定される。

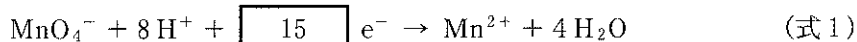
BOD(生物学的酸素要求量)は、有機物を微生物の生化学的酸化作用により安定した物質まで酸化・分解するために消費される酸素量であり、試料水1Lについて20℃、5日間で消費された酸素量をmgで表す。

河川の水質基準はBODにより定められている。一方、湖沼や海水には光合成により有機物を生産する藻類が多く、BODの測定値が変動しやすいため、湖沼および海水の水質基準はCODにより定められている。

COD(化学的酸素要求量)は試料水中の有機物を安定した物質まで酸化・分解するために消費された酸化剤の量を、それに相当する酸素の質量(mg/L)に換算した値で示す。通常は、試料水1Lに過マンガン酸カリウム(KMnO<sub>4</sub>)を加え、硫酸を加えて酸性とした後、30分間加熱したとき消費されるKMnO<sub>4</sub>を滴定により測定する。

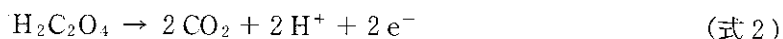
KMnO<sub>4</sub>により有機物であるシュウ酸(H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)を酸化する反応について考える。

(1) 以下の酸化剤MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>の反応式を完成させなさい。



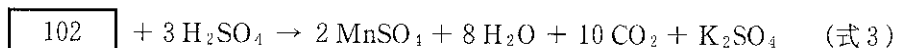
- |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| A 1 | B 2 | C 3 | D 4 |
| E 5 | F 6 | G 7 | H 8 |

(2)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  が還元剤として働くときの反応式は以下の通りである。



硫酸により酸性にした溶液中で  $\text{KMnO}_4$  により  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  を酸化する反応の反応式は、(式1)と(式2)より、(式3)となる。

左辺の残りの部分を解答欄  に記入して、(式3)を完成させなさい。



2  $\text{KMnO}_4$  水溶液は赤紫色であり、 $\text{Mn}^{2+}$  の水溶液は無色(厳密には非常に薄い桃色)である。したがって、硫酸酸性条件下で試料の  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液を加熱して  $\text{KMnO}_4$  水溶液を滴下していくと、初めは赤紫色が消えるが、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  がすべて反応して  $\text{CO}_2$  となった時点で、それ以降に滴下した  $\text{KMnO}_4$  水溶液の赤紫色が消えなくなる。この時点で、 $\text{KMnO}_4$  が得た電子の物質量と、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  が放出した電子の物質量が等しくなっている。この原理を利用して、酸化剤や還元剤の濃度や量を求める操作を酸化還元滴定という。

(1) 濃度未知の  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液 100 mL に硫酸を滴下し、加熱して、ビュレットから 0.10 mol/L の  $\text{KMnO}_4$  水溶液を滴下したところ、2.4 mL で赤紫色が消えなくなった。この  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液の濃度は  mmol/L である。  
ただし、1 mol = 1000 mmol(ミリモル)とする。

A 600

B 240

C 120

D 60

E 24

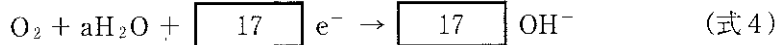
F 12

G 6.0

H 2.4

I 1.2

- (2) 消費された酸化剤の量を、それに相当する酸素の質量[mg/L]に換算する。酸素1分子を消費する酸化還元反応式(式4)を完成させ、17にあてはまる数字を記号で答えなさい。



ただし、「a」には1～8のいずれかの整数が入る。

17

- |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| A 1 | B 2 | C 3 | D 4 |
| E 5 | F 6 | G 7 | H 8 |

- (3) 16 mol/L の  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液のCODは、18 mg/Lである。

18

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| A 120 | B 96  | C 24  |
| D 16  | E 9.6 | F 4.8 |

- (4) CODを測定するとき、試料水に塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  が含まれていると、 $\text{Cl}^-$ の酸化により  $\text{KMnO}_4$  が消費されるため、測定誤差が生じる。そこで、あらかじめ試料水から  $\text{Cl}^-$  を除くための前処理が必要となる。通常は、前処理として 19 ことにより除去する。

19

- A  $\text{AgNO}_3$  水溶液を加えて、 $\text{Cl}^-$  を沈殿させる
- B  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  水溶液を加えて、 $\text{Cl}^-$  を沈殿させる
- C  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  水溶液を加えて、 $\text{Cl}^-$  を沈殿させる
- D  $\text{H}_2\text{O}_2$  水を加えて、 $\text{Cl}^-$  を酸化する
- E オゾン  $\text{O}_3$  を吹き込んで、 $\text{Cl}^-$  を酸化する
- F 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  を吹き込んで、 $\text{Cl}^-$  を還元する



3 BOD が 2 mg/L 以下ならばヤマメが住める程度の清流であり、5 mg/L 程度ならばコイやフナなどの汚れた水に強い魚が生息できる。10 mg/L を越えると臭気を発することがある。一般家庭の生活排水はしばしば 200 mg/L を越える。BOD には微生物により酸化される有機物の量が反映されるが、COD には有機物に加えて酸化されやすい無機物の量も反映されるため、同一の試料水を測定した場合 COD の方が大きな値になることが多い。

(1) ある工場の廃水用プールの水 400 トン(比重 1.00 とする)について水質検査を行ったところ、BOD と COD はそれぞれ 12.0 mg/L, 20.0 mg/L であった。この水には工場内の脱硫過程で生成した亜硫酸ガス( $\text{SO}_2$ )が溶けていることが判明している。この水に含まれる亜硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_3$ )の濃度は  mg/L である。ただし、この水に含まれる COD に影響を与える無機物は  $\text{H}_2\text{SO}_3$  のみとする。

A 164

B 82

C 41

D 16.4

E 8.2

F 4.1

(2) このプールの水に空気を吹き込むことにより、含まれている  $\text{H}_2\text{SO}_3$  を酸化して安定な硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  とし、さらに炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を加えて中和した。この操作により COD だけが減少し、BOD と COD がともに  $12.0 \text{ mg/L}$  となった。この時点で、河川への放流基準である BOD  $20 \text{ mg/L}$  を下回っていたので、放流しようとしたところ、誤って  $1.0 \text{ kg}$  のガソリンを混入してしまった。それでもこの水を放流できるかどうか、BOD を計算してみることにした。ガソリンは炭化水素の混合物であるが、このガソリンに含まれる炭化水素の平均炭素数が 8 であることが分かっているため、すべてオクタン ( $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) であると仮定して計算する。オクタンは酸素の存在下で微生物により完全に二酸化炭素と水に酸化されるものとする。

この水の BOD は、  $\text{mg/L}$  となることが予想される。

A 20.8

B 16.4

C 14.2

D 12.9

E 12.4

F 12.2

G 12.0

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  には化学構造式を書きなさい。

オサムシ類やゴミムシ類の一部の昆虫は外敵から攻撃を受けると腹部から毒物をおならのように発射することからヘッピームシ(屁っ放り虫)と呼ばれている。18世紀末には「においと熱を発射する」ことが科学論文で報告され、1950年代以降には、それらの毒成分や毒物発射の仕組みが明らかにされるようになった。

ホソクビゴミムシなどは外敵からの危険にさらされると爆発室とよばれる器官の中で「発射」のための化学反応が起こる。フェノール性化合物であるヒロドキノンや過酸化水素が酵素の働きにより反応し、外敵に対して忌避作用を示すベンゾキノンや100℃近い水蒸気などが発生する(図1)。

また、この発射される毒物には外敵からの忌避作用をさらに増強させるさまざまな化学成分が含まれることが明らかにされており、これらはカルボン酸類、フェノール類およびベンゾキノン類等に分類することができる。

(1) オサムシの一種の「屁」から単離された炭素数6以下のカルボン酸(ア)について元素分析を行ったところ、C:55.80%、H:7.03%、O:37.17%の結果が得られた。カルボン酸(ア)の分子式は  である。

- A  $C_3H_6O_2$                       B  $C_4H_6O_2$                       C  $C_4H_8O_2$   
D  $C_5H_8O_2$                       E  $C_5H_{10}O_2$                       F  $C_6H_{10}O_2$

(2) カルボン酸(ア)について考えられる化学構造は、立体異性体を含めて  種類である。

- A 3      B 4      C 5      D 6      E 7      F 8

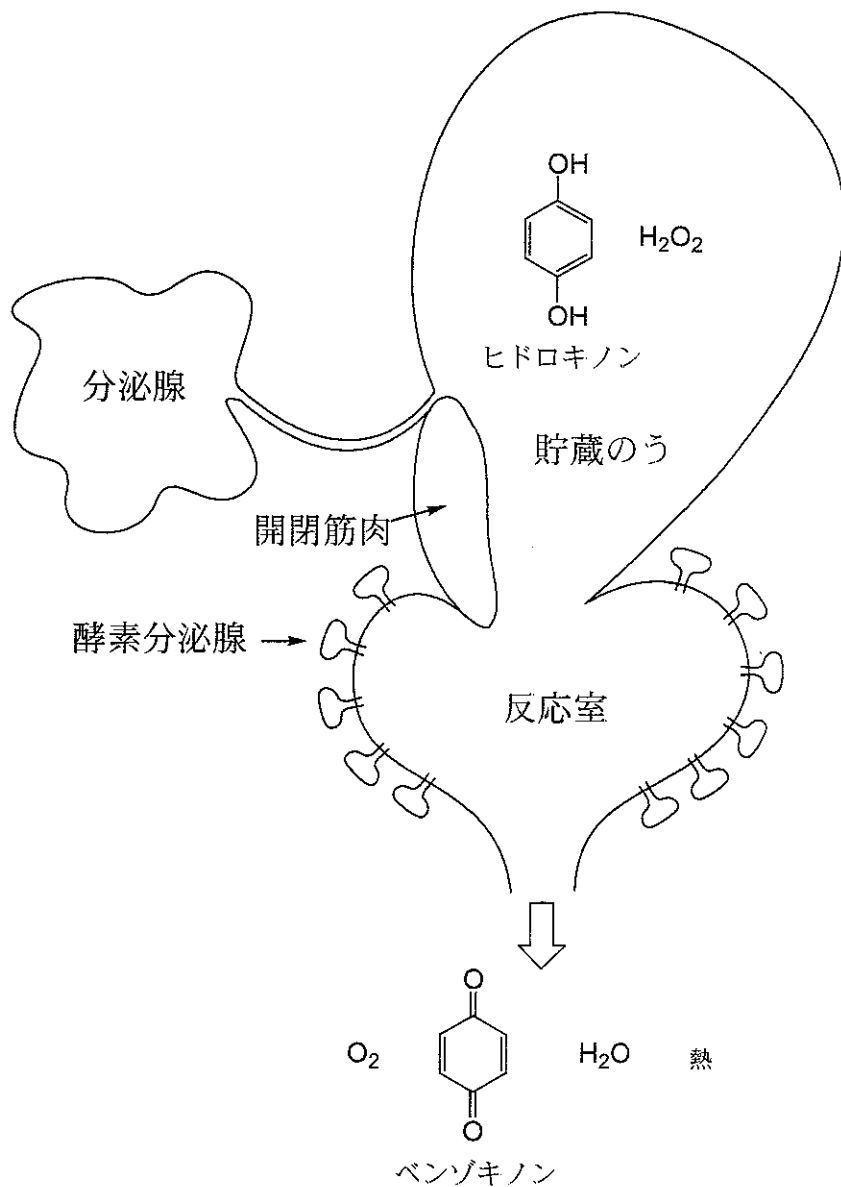


図1 ヘッピーリムシの放屁の仕組み

- (3) カルボン酸(ア)についてさらに分析を行ったところ、炭素原子が直線状に結合していない構造であること、環状の構造を含んでいないことが判明したので、カルボン酸(ア)の化学構造を決定することができた。カルボン酸(ア)の化学構造式を解答欄  に書きなさい。

- (4) カルボン酸(ア)についての以下の記述について、誤っているものは  
24 である。

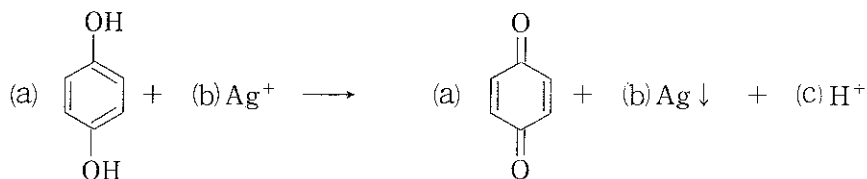
24

- A カルボン酸(ア)に触媒の存在下で水素  $H_2$  と反応させて得た化合物には不斉炭素原子が存在する。
- B カルボン酸(ア)はヨードホルム反応を示さない。
- C 希薄な臭素水にカルボン酸(ア)を十分に加えると、臭素の色が脱色される。
- D カルボン酸(ア)のメチルエステルのみを用いて付加重合反応を起こすことによって樹脂を作ることができる。
- E カルボン酸(ア)に水酸化ナトリウム水溶液を加えると中和反応が起こり、水溶性のナトリウム塩を生じる。
- F カルボン酸(ア)を炭酸水素ナトリウム( $NaHCO_3$ )の水溶液に加えると二酸化炭素が発生する。
- (5) ゴミムシの一種の「屁」からはクレゾール類も単離されている。消毒薬としても利用されているクレゾールはフェノール類に分類される化合物である。フェノール類に関する以下の記述の中で誤っているものは 25 である。

25

- A 純度の高いフェノールは室温では固体であり、通常は温めて液体にして取り扱う。
- B フェノールは石炭酸ともよばれ、強い殺菌作用があり、皮膚を冒すので取り扱いに十分注意しなければならない。
- C フェノール類に、さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。
- D フェノール類は水溶液中でヒドロキシ基の水素原子がわずかに電離し、弱い酸性を示す。
- E フェノール類に水酸化ナトリウム水溶液を加えると塩を形成する。
- F 一般的に、フェノールはベンゼンよりもベンゼン環の水素原子が置換反応を受けやすい。

(6) ヒドロキノン<sup>①</sup>は酸化されやすく、還元剤として作用してベンゾキノン<sup>②</sup>に変換する。ヒドロキノンのこの化学的性質は写真の現像に応用されている。写真の現像のときに起きている下に示した化学反応式を完成させるための(a), (b), (c)の正しい数値の組み合わせは  である。



	(a)	(b)	(c)		(a)	(b)	(c)
A	1	1	1	E	2	1	1
B	1	1	2	F	2	1	2
C	1	2	1	G	2	2	1
D	1	2	2				

[V] 以下の問いに答え、27 ~ 33 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 104 には化学反応式の右辺のみを書きなさい。

生物はさまざまな有機化合物から構成されており、その主なものとして核酸、脂質、炭水化物、タンパク質等が挙げられる。タンパク質は、遺伝子の情報に基づいてアミノ酸が脱水縮合したペプチド結合によって連結した高分子化合物である。この反応は、リボソームという細胞内粒子の働きで進行する。タンパク質と同様にペプチドも、アミノ酸がペプチド結合を介して重合している化合物であるが、タンパク質と比べてその分子量は小さい。ペプチドは、タンパク質と同様に遺伝子の情報に基づいて合成された後、必要に応じて加水分解反応を経て生じるほかに、直接的な遺伝子の情報によらないアミノ酸の脱水縮合反応によって生成することも知られている。

タンパク質には、生物の細胞や組織を補強する働きのある構造タンパク質の他に、筋肉の収縮、物質の移動、免疫、物質の代謝等をつかさどるさまざまな機能タンパク質が知られている。タンパク質が機能を発揮するためには、それぞれのタンパク質がもつ立体構造が重要である。ポリペプチド鎖は自由に変形できる性質をもつため、たとえばポリペプチド鎖が規則正しいらせん構造をとる(ア)とよばれる二次構造が形成される。この構造は主に(イ)によって維持されている。このような二次構造を単位として、タンパク質の立体構造の基本的骨格が形成され、さらに側鎖同士の相互作用によって折りたたまれ(三次構造)、さまざまな機能が発揮される。



(1) 以下の物質のうちタンパク質に分類されないものは 27 である。

27

- A アルブミン                      B インスリン                      C コラーゲン  
D ヘモグロビン                    E リパーゼ                        F レシチン

(2) 文章中の(ア), (イ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは 28 である。

28

	(ア)	(イ)		(ア)	(イ)		(ア)	(イ)
A	二重らせん構造	共有結合	D	二重らせん構造	水素結合	G	二重らせん構造	疎水結合
B	$\alpha$ -ヘリックス	共有結合	E	$\alpha$ -ヘリックス	水素結合	H	$\alpha$ -ヘリックス	疎水結合
C	$\beta$ -シート	共有結合	F	$\beta$ -シート	水素結合	I	$\beta$ -シート	疎水結合

(3) ある直鎖状のペプチドの分子量が1008であり、構成するアミノ酸の側鎖の平均分子量が54であることが明らかになった。このペプチドは 29 個のアミノ酸から構成されている。ただし、このペプチドはシステインを含まないものとする。

29

- A 7      B 8      C 9      D 10      E 11      F 12

- (4) タンパク質やペプチドに関する以下の文章で誤っているものは 30 である。

30

- A タンパク質の中には、核酸や糖と結合したタンパク質が存在する。
- B 生物内に存在するタンパク質の元素組成を調べると、C, H, O, Nは必ず検出される。
- C 4種類の異なるアミノ酸4分子から構成されるペプチドには、構造異性体が12種類存在する。
- D タンパク質を含む水溶液を加水分解した後、強アルカリ性の条件下で加熱した場合、発生した気体は赤色のリトマス試験紙を青色に変化させる。
- E キサントプロテイン反応は、ベンゼン環を側鎖に含むアミノ酸がタンパク質に存在することを示す反応である。

タンパク質である酵素は、基質と呼ばれる特定の物質にしか作用せず、(ウ)と呼ばれる領域で基質と結合し、特定の反応を触媒する。酵素の反応速度は、反応する温度やpH、および基質濃度の影響を受ける。

生物では、種々の酵素反応が複雑に連動しながら進行することによって生命が維持されている。例えば食物に含まれる糖質、脂質、タンパク質を消化する過程は、それぞれの基質に対して特異的に作用する加水分解酵素の働きによって進行する。生物が行う好気呼吸は、グルコース( $C_6H_{12}O_6$ )を出発物質とする一連の酵素反応から構成される(エ)反応である。

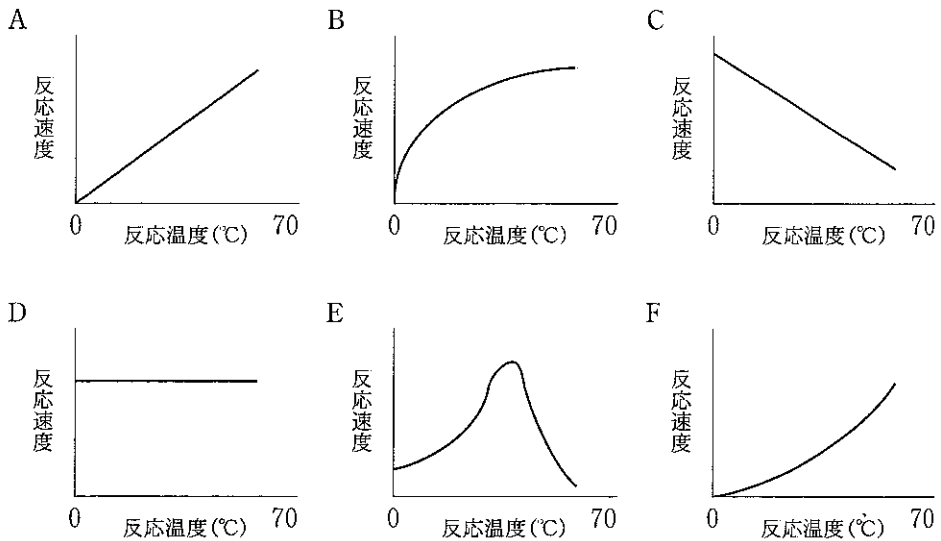
(5) 文章中の(ウ), (エ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは 31 である。

31

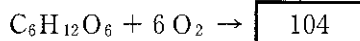
	(ウ)	(エ)		(ウ)	(エ)		(ウ)	(エ)
A	基質部位	吸熱	C	特異部位	吸熱	E	活性部位	吸熱
B	基質部位	発熱	D	特異部位	発熱	F	活性部位	発熱

(6) 反応温度を横軸に、酵素の反応速度を縦軸にした場合、哺乳動物の細胞で働く酵素が示す反応温度と反応速度の関係を表すグラフは 32 である。

32



(7) グルコース(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)を出発物質とする好気呼吸を示す次の化学反応式を完成させ、その右辺のみを 104 に書きなさい。



(8) 酵素に関する以下の説明の中で誤っているものは 33 である。

33

- A 酵素による触媒反応は、酵素 1 分子あたり一度しか起こらない。
- B リパーゼは、中性脂肪のエステル結合を加水分解する。
- C ペプシンとトリプシンはタンパク質を加水分解する酵素であるが、これらの最適 pH は異なる。
- D 酵素が基質特異性を有するのは、酵素がそれぞれ特有の立体構造を有するためである。
- E 酵素の反応速度は基質濃度の増加に伴って大きくなるが、基質がある濃度以上になると反応速度は一定になる。