



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64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 1～35, 101～103)

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 Na = 23.0

Al = 27.0 S = 32.0 Cl = 35.5 K = 39.0 Ar = 39.9

Ca = 40.0 Mn = 54.9 Fe = 55.9 Cu = 63.6 Zn = 65.0

Ag = 107.9 Ba = 137.3 Pb = 207.2

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 $N_A = 6.0 \times 10^{23} [1/\text{mol}]$

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。

解答欄 には反応式を書きなさい。

(1) 以下の文章の(ア)～(エ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは である。

a 物質を構成している基本的な成分で現在約 110 種類が知られているものを(ア)という。

b いくつかの原子が結合してできた粒子を(イ)という。

c 「炭素 12 g に化合する酸素の量は、一酸化炭素ができる時は 16 g, 二酸化炭素ができる時は 32 g である。」この法則を(ウ)という。

d 「全ての物質はそれ以上分けられない粒子である原子からできている。」この説は(エ)という。

1

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	分子	化合物	定比例の法則	分子説
B	元素	分子	倍数比例の法則	原子説
C	化合物	元素	気体反応の法則	分子説
D	分子	元素	倍数比例の法則	原子説
E	元素	化合物	気体反応の法則	分子説
F	化合物	分子	定比例の法則	原子説

(2) 以下の文章の(ア)~(ウ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは

2

である。

- a 電子の質量は陽子の約(ア)倍である。
- b 原子が有している陽子の数のことを(イ)という。
- c ^{14}C 原子の半減期(崩壊して半分になる時間)は約5700年である。 ^{14}C 原子の数が元の $\frac{1}{8}$ になった時には約(ウ)年経過している。

2

	(ア)	(イ)	(ウ)
A	1	原子番号	17100
B	1840	質量数	22800
C	$\frac{1}{1840}$	陽子数	11400
D	1	質量数	11400
E	1840	陽子数	22800
F	$\frac{1}{1840}$	原子番号	17100

(3) 以下の文章の(ア)~(ウ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは 3 である。

- a 元素の原子量はその元素を構成する(ア)の相対質量に存在比をかけて求めた平均値である。
- b 原子量の基準を $^{16}\text{O} = 160$ に変更すると水分子 1 mol の質量は(イ)g になる。
- c 水素 0.4 mol, 酸素 0.4 mol, アルゴン 0.5 mol を混合して点火した。反応が完結したときの総物質量は(ウ)mol である。

3

	(ア)	(イ)	(ウ)
A	同族体	180	1.3
B	同位体	18	1.1
C	同族体	1.8	1.3
D	同位体	1.8	0.6
E	同族体	18	1.1
F	同位体	180	0.6

(4) 以下の文章の(ア)～(エ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは 4 である。

ダイヤモンドは炭素原子の(ア)によって作られる結晶で硬くて融点は極めて高い。これは(ア)が化学結合の中で最も強いからである。塩化ナトリウムはイオン結合によって作られる結晶で陽イオンと陰イオンが規則的に配置している。イオン間にはたらく力は(イ)であり、結合は強く結晶は一般的に硬くて融点も比較的高い。このような結晶は一般に電気の不導体であるが、融解したものは良導体である。一般に、ナフタレンのように分子が集まってできた結晶は分子同士の結合が弱いため結晶は軟らかく融点は低い。一方、(ウ)によりつくられている結晶内では、原子から最外殻電子が離れやすく結晶中を動き回って原子を互いに引きつけている。このような電子を(エ)と呼ぶ。

4

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	共有結合	分子間力	金属結合	価電子
B	イオン結合	電子親和力	共有結合	自由電子
C	配位結合	イオン化エネルギー	分子間結合	価電子
D	共有結合	静電気力	金属結合	自由電子
E	イオン結合	電子親和力	分子間結合	価電子
F	配位結合	分子間力	共有結合	自由電子
G	共有結合	イオン化エネルギー	金属結合	価電子
H	イオン結合	静電気力	共有結合	自由電子
I	配位結合	分子間力	分子間結合	価電子

(5) 以下の文章の(ア)~(エ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは 5 である。

- a 体心立方格子の単位格子内には(ア)個の原子が入っている。
- b 面心立方格子の単位格子内には(イ)個の原子が入っている。
- c 体心立方格子の単位格子一辺の長さがXならば、原子半径は(ウ)である。
- d 塩化セシウム型の結晶の場合、1つの陽イオンは(エ)個の陰イオンと接している。

5

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)		(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	2	4	$\frac{\sqrt{2} X}{4}$	6	F	6	6	$\frac{\sqrt{2} X}{4}$	12
B	4	6	$\frac{\sqrt{3} X}{2}$	12	G	2	6	$\frac{\sqrt{3} X}{4}$	8
C	6	2	$\frac{\sqrt{3} X}{3}$	4	H	4	2	$\frac{\sqrt{3} X}{3}$	6
D	2	4	$\frac{\sqrt{3} X}{4}$	8	I	6	4	$\frac{\sqrt{3} X}{2}$	12
E	4	2	$\frac{\sqrt{3} X}{2}$	6					

(6) 次の文章の(ア)~(エ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは

6 である。

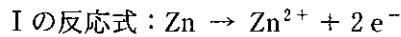
- a 電気分解の際に陰極で生じる反応は(ア)反応であり、陽極で生じる反応は(イ)反応である。
- b 希硫酸を白金電極を用いて電気分解した時、陽極では(ウ)、陰極では(エ)が発生する。

6

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)		(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
A	還元	酸化	SO ₂	H ₂	E	還元	酸化	O ₂	H ₂
B	酸化	還元	SO ₂	H ₂	F	酸化	還元	O ₂	H ₂
C	還元	酸化	H ₂	SO ₂	G	還元	酸化	H ₂	O ₂
D	酸化	還元	H ₂	SO ₂	H	酸化	還元	H ₂	O ₂

(7) 次の文章の(ア)～(ウ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは である。また、解答欄 には反応式を書きなさい。

亜鉛板の容器に二酸化マンガンを炭素粉末と塩化アンモニウムをねりあわせてしたものをつめ、その中心部に炭素棒を入れたものは(ア)電池である。この電池では亜鉛板が(イ)極になる。亜鉛板上ではIの反応で電子が放出される。両極を導線で結ぶと炭素棒の近くでは上記の反応で生じた電子とアンモニウムイオンおよび二酸化マンガによりIIの反応が起こる。なお、二酸化マンガンは(ウ)を防止する役割を果たしている。



IIの反応式：

	(ア)	(イ)	(ウ)
A	乾	負	分極
B	ボルタ	正	放電
C	ダニエル	負	感電
D	乾	正	電気分解
E	ボルタ	負	分極
F	ダニエル	正	放電
G	乾	負	感電
H	ボルタ	正	分極
I	ダニエル	負	電気分解

化学 問題は次ページに続いています。

〔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。

酸性雨は産業革命が全盛を迎えた19世紀後半に英国で初めて用いられた言葉であるが、20世紀後半になると世界各地で観測されるようになり、地球規模の環境問題となっている。酸性雨の原因として、化石燃料が燃焼する時に生じる硫黄酸化物や自動車の排気ガス中に含まれる窒素酸化物がある。これらが大気中で酸化され、その結果として生じる三酸化硫黄 SO_3 や二酸化窒素 NO_2 が雨水中に溶解込み、硫酸 (H_2SO_4) や硝酸 (HNO_3) を生じることで酸性の雨をもたらす。

1 二酸化窒素 NO_2 (赤褐色の気体) は $0 \sim 140^\circ\text{C}$ においてはその二量体である四酸化二窒素 N_2O_4 (無色の気体) との間で(式1)の熱化学方程式で表わされる平衡状態にある。二酸化窒素から四酸化二窒素が生じる反応は(ア)である。



可逆反応においては、濃度、圧力、温度などの条件が変化することにより、新しい平衡状態になる。これらの条件のなかで、平衡定数が変化する条件は(イ)である。

圧力を一定に保ちながら温度を上昇させると、新しい平衡状態に達したときの気体の色は(ウ)。一方で、温度を一定に保ちながら圧力を上昇させると、新しい平衡状態に達したときの気体の色は(エ)。

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

8

	(ア)	(イ)		(ア)	(イ)
A	発熱反応	濃度	D	吸熱反応	濃度
B	発熱反応	圧力	E	吸熱反応	圧力
C	発熱反応	温度	F	吸熱反応	温度

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

9

	(ウ)	(エ)		(ウ)	(エ)
A	濃くなる	濃くなる	F	変わらない	薄くなる
B	濃くなる	変わらない	G	薄くなる	濃くなる
C	濃くなる	薄くなる	H	薄くなる	変わらない
D	変わらない	濃くなる	I	薄くなる	薄くなる
E	変わらない	変わらない			

2 0.1 mol/Lの硝酸(HNO₃)100 mLをアンモニア水または水酸化カルシウム水溶液で中和したところ、過不足なく中和するのに要したそれぞれの容量は、いずれも20 mLであった。中和反応により酸と塩基から正塩が生じるが、アンモニア水による中和後の水溶液は(カ)を示し、水酸化カルシウム水溶液による中和後の水溶液は(キ)を示した。

(1) 文章中の(カ)、(キ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは

10

 である。

10

	(カ)	(キ)		(カ)	(キ)
A	酸性	酸性	F	中性	塩基性
B	酸性	中性	G	塩基性	酸性
C	酸性	塩基性	H	塩基性	中性
D	中性	酸性	I	塩基性	塩基性
E	中性	中性			

(2) 中和に用いたアンモニア水の濃度は(ク)mol/L、水酸化カルシウム水溶液の濃度は(ケ)mol/Lである。(ク)、(ケ)にあてはまる適切な数値の組み合わせは

11

 である。

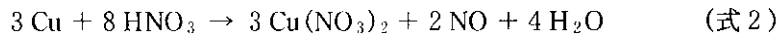
11

	(ク)	(ケ)		(ク)	(ケ)
A	0.25	0.25	F	0.5	1.0
B	0.25	0.5	G	1.0	0.25
C	0.25	1.0	H	1.0	0.5
D	0.5	0.25	I	1.0	1.0
E	0.5	0.5			

- (3) アンモニアの塩基の電離定数 K_b が 1.8×10^{-5} mol/L であるとすると、
中和に用いたアンモニア水の水素イオン濃度は mol/L である。

- | | | | | | |
|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| A | 3.3×10^{-8} | B | 1.1×10^{-8} | C | 3.3×10^{-9} |
| D | 1.1×10^{-9} | E | 3.3×10^{-10} | F | 1.1×10^{-10} |
| G | 3.3×10^{-11} | H | 1.1×10^{-11} | I | 3.3×10^{-12} |
| J | 1.1×10^{-12} | K | 3.3×10^{-13} | L | 1.1×10^{-13} |

- 3 硝酸に銅を加えると一酸化窒素および二酸化窒素が発生する。それぞれの化学反応式は(式2)および(式3)で表わされる。



どちらの反応においても銅は硝酸により(サ)され、酸化数が0から(シ)へ変化する。

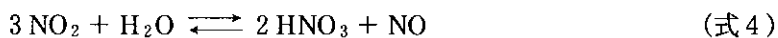
- (1) 二酸化窒素が発生するときの化学反応式(式3)を完成させ、その右辺のみを解答欄 に記入しなさい。

- (2) 文章中の(サ)、(シ)にあてはまる適切な語句・数値の組み合わせは である。

	(サ)	(シ)		(サ)	(シ)
A	酸化	-1	E	還元	-1
B	酸化	+1	F	還元	+1
C	酸化	+2	G	還元	+2
D	酸化	+3	H	還元	+3

(3) 一酸化窒素と二酸化窒素のどちらの発生量が多くなるかは硝酸の濃度に依存する。この理由は(式4)の化学平衡式をもとに考えることができる。

H_2O が多いと平衡が(ス)側へ片寄り、硝酸が多いと平衡が(セ)側へ片寄る。したがって、希硝酸では(ソ)の発生量が多くなるが、濃硝酸では(タ)の発生量が多くなる。



(ス), (セ), (ソ), (タ)にあてはまる適切な語句の組み合わせは 14 である。

14

	(ス)	(セ)	(ソ)	(タ)
A	左	右	一酸化窒素	二酸化窒素
B	左	右	二酸化窒素	一酸化窒素
C	右	左	一酸化窒素	二酸化窒素
D	右	左	二酸化窒素	一酸化窒素

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。

1 メタロチオネインは動物・植物・菌類などに広く存在する重金属結合性タンパク質である。分子内に多数のシステイン(Cys)を含み、システインのチオール基(-SH)を介して種々の重金属イオンと強く結合する。細胞内では、微量必須元素の恒常性を維持するとともに、有害な重金属を捕捉して解毒する役割を果たしていると考えられている。

パン酵母のメタロチオネイン(Cup1p)は12個のシステインを含む53アミノ酸(分子量5655)から構成されている。1分子のCup1pには1価の陽イオンならば8個、2価の陽イオンならば4個が結合する。ただし、1族および2族の金属イオンとは結合しない。また、第1～第3周期の金属イオンとも結合しない。

K^+ 、 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Al^{3+} を含む水溶液にCup1pを加えて混合した。タンパク質が通過できない限外ろ過膜を用いて、金属イオンが結合したCup1pをろ液(ろ液1)から分離した。分離したCup1pに希硝酸を加えることにより金属イオンをCup1pから遊離させ、Cup1pとろ液(ろ液2)を分離した(図1)。Cup1pは金属イオンの結合に十分な量を加えたものとし、Cup1pと金属イオンとの結合および希硝酸による解離は100%の効率で起こったものとする。

(1) ろ液1およびろ液2にそれぞれ希硫酸を加えたときに観察される反応はである。

- A ろ液1に Ag_2SO_4 の白色沈殿が生じる。
- B ろ液2に Ag_2SO_4 の白色沈殿が生じる。
- C ろ液1に $BaSO_4$ の白色沈殿が生じる。
- D ろ液2に $BaSO_4$ の白色沈殿が生じる。
- E ろ液1に $ZnSO_4$ の白色沈殿が生じる。
- F ろ液2に $ZnSO_4$ の白色沈殿が生じる。

ろ液1およびろ液2に希塩酸を加えたところ、ろ液2に白色沈殿(沈殿1)が生じた。ろ過して沈殿1を除いたろ液(ろ液3)に硫化水素(H_2S)を通じたところ、黒色の沈殿(沈殿2)が生じた。ろ過して沈殿2を除いたろ液(ろ液4)を煮沸して H_2S を追い出した後、アンモニア水を加えて再び H_2S を通じたところ、白色の沈殿(沈殿3)が生じた(図1)。

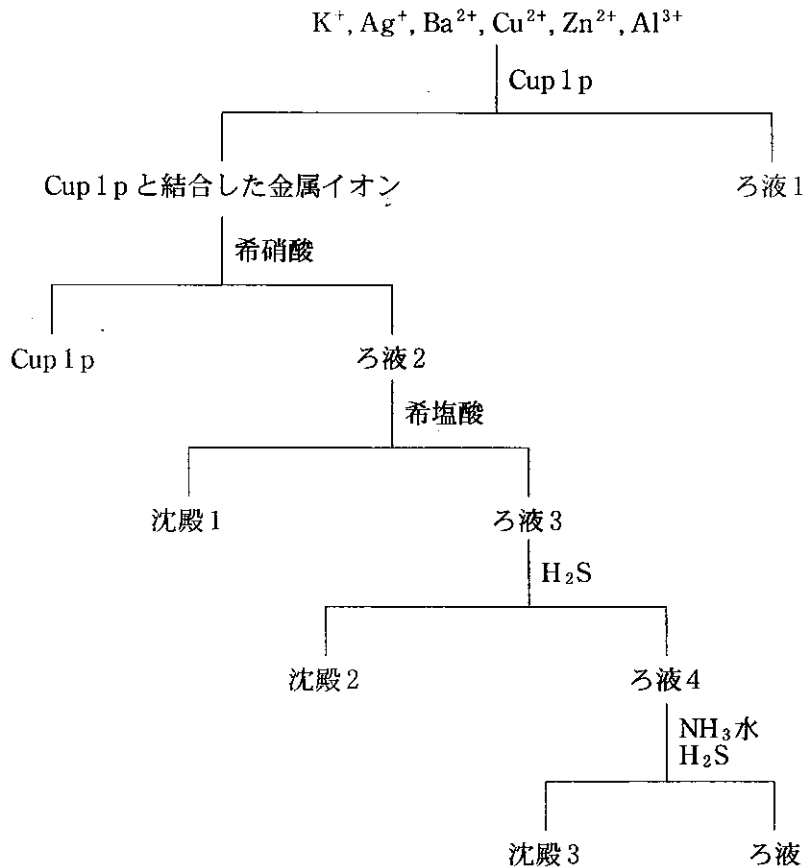


図1 Cup1p を用いた金属イオンの分画

- (1) 沈殿 1 にアンモニア水を加えたところ、沈殿が溶解した。このとき起こった反応は、 である。

- A アンモニア分子を配位子とする配位数 2 の錯イオンが生じた。
- B アンモニア分子を配位子とする配位数 4 の錯イオンが生じた。
- C アンモニア分子を配位子とする配位数 6 の錯イオンが生じた。
- D 水酸化物イオンを配位子とする配位数 2 の錯イオンが生じた。
- E 水酸化物イオンを配位子とする配位数 4 の錯イオンが生じた。
- F 水酸化物イオンを配位子とする配位数 6 の錯イオンが生じた。

- (2) 沈殿 2 に硝酸を加えて加熱したところ、沈殿が溶解した。この溶液に過剰量のアンモニア水を加えると が生じる。

- A 透明の錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$
- B 透明の錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- C 透明の錯イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$
- D 透明の錯イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- E 青色の錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$
- F 青色の錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- G 青色の錯イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$
- H 青色の錯イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

- (3) 沈殿 3 に含まれる金属はメッキに用いられることがある。鉄板に沈殿 3 の金属をメッキしたものが である。

- A トタン
- B プリキ
- C 真鍮(しんちゅう)
- D ジュラルミン
- E 鏡
- F アルマイト

3 重金属結合能などの特定の機能を持つタンパク質やペプチドを微生物の表層に固定化して発現させる技術は細胞表層工学と呼ばれる。大量の廃液から重金属を回収することは困難であるが、微生物は比較的容易に回収できるので、重金属を吸着する微生物を細胞表層工学により育種して重金属の回収に応用する研究が世界各国で進められている。

- (1) 50 ppm(mg/L)の銅イオン Cu^{2+} を含む廃液が 1.00 トン(比重 1.00 とする)ある。この廃液に含まれる銅イオン Cu^{2+} をメタロチオネインに結合させることによって除去したい。最小限必要なメタロチオネイン Cup1p は kg である。

- A 0.28 B 0.57 C 1.12
D 2.83 E 5.66 F 11.2

- (2) 銅イオン Cu^{2+} が最大限結合した状態の Cup1p が 1.00 kg ある。これから希硝酸処理により回収できる銅は g である。

- A 2.15 B 4.30 C 8.60
D 21.5 E 43.0 F 86.0

- (3) 銀イオン Ag^+ が最大限結合した状態の Cup1p が 1.00 kg ある。これから希硝酸処理により回収できる銀は g である。

- A 3.31 B 6.60 C 13.2
D 33.1 E 66.2 F 132

- (1) 清酒はワインやビールと同様のアルコール飲料であり、その有効成分としてエタノールが含まれている。エタノールについての記述として誤っているものは 22 である。

22

- A 濃硫酸を加えて約 130℃ に加熱すると分子間で脱水縮合反応が起こり、ジエチルエーテルが生じる。
- B 化学工業的には、塩化アルミニウム AlCl_3 を触媒としてエチレンに水を付加させることによって生産される。
- C 常温で無色の液体であり、水と任意の割合で混合する。
- D ナトリウムと反応させると、水素の発生とともにナトリウムエトキシドが生じる。
- E 分子中のヒドロキシ基は水溶液中で電離しないので、水溶液は中性を示す。
- F 第一級アルコールなので、適当な酸化剤を用いて酸化反応を行ってもケトンが生じることはない。
- (2) 清酒にはエタノールの他に、アセトアルデヒド、酢酸が含まれている。これらの化合物について、沸点が高いものから低いものへ正しく並べたものは 23 である。

23

- | | | | | | |
|---|----------|---|----------|---|----------|
| A | エタノール | > | アセトアルデヒド | > | 酢酸 |
| B | エタノール | > | 酢酸 | > | アセトアルデヒド |
| C | アセトアルデヒド | > | エタノール | > | 酢酸 |
| D | アセトアルデヒド | > | 酢酸 | > | エタノール |
| E | 酢酸 | > | エタノール | > | アセトアルデヒド |
| F | 酢酸 | > | アセトアルデヒド | > | エタノール |

(3) 化合物(ア)について、正しい記述は である。

- A NaOH または HCl を含む水溶液を加えて加熱すると、いずれの場合も加水分解が起こる。
- B 不斉炭素がないので、立体異性体が存在する。
- C 炭素数 5 のアルキル基を有しているので、水によく溶解する。
- D 炭素数 5 のカルボン酸と炭素数 2 のアルコールを脱水縮合させて合成することができる。
- E ペプチド結合を有しているので、ニンヒドリン反応に陽性である。
- F 疎水基と親水基があるので、セッケンとしての性質を持つ。

(4) 化合物(イ)に希硫酸を加えて加熱したところ、エタノールおよびエタノールよりも分子量の大きい化合物(ウ)が得られた。化合物(ウ)は、水にわずかに溶けて、弱酸性を示した。また、化合物(ウ)に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ中和反応が起こり、炭酸ガスと塩を生じた。さらに、生じた塩を含む水溶液に塩酸水溶液を加えると化合物(ウ)が析出した。これらの性質から化合物(ウ)は である。

- | | | |
|--------|--------|---------|
| A エステル | B アミン | C アルデヒド |
| D アルケン | E エーテル | F カルボン酸 |

- (5) 1 mmol の化合物(ウ)を完全燃焼したところ 8 mmol の酸素を消費した。また、同時に 264 mg の二酸化炭素と 108 mg の水が生じた。したがって、化合物(ウ)の分子式は である。

- | | | | | | |
|---|-------------|---|--------------|---|----------------|
| A | C_4H_8 | B | C_4H_8O | C | $C_4H_8O_2$ |
| D | C_6H_{12} | E | $C_6H_{12}O$ | F | $C_6H_{12}O_2$ |
| G | C_8H_{16} | H | $C_8H_{16}O$ | I | $C_8H_{16}O_2$ |

- (6) (4)および(5)で得られた情報から、化合物(ウ)の考えられる構造異性体の数は である。ただし、幾何異性体は異性体として区別し、光学異性体は同一のものとして考えること。

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|
| A | 2 | B | 3 | C | 4 | D | 5 | E | 6 |
| F | 7 | G | 8 | H | 9 | I | 10 | J | 11 |

- (7) 化合物(ウ)についてさらに分析を行ったところ、枝分かれのない直鎖状の炭素骨格を有する構造をしていることが判明したので、化合物(イ)の構造を決定することができた。化合物(イ)の化学構造式を解答欄 に書きなさい。

[V] 以下の問いに答え、

28

 ~

35

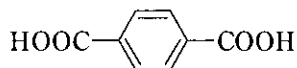
 にあてはまる答として最もふさわしいものを各解答群の中から1つ選び、記号をマークしなさい。

動物や植物が生産するさまざまな繊維(天然繊維)は、有史以前から人間の生活の中でさまざまな形で利用されてきた。例えば動物繊維である毛皮は、狩猟時代には衣類として利用されており、植物繊維である亜麻は、約3万年前には染色された糸として加工されていた。中国では紀元前4500年頃には動物繊維の一種である絹を生産するために養蚕が行われていた。また、植物繊維の利用法の1つとして紀元前3000年頃には紙の原型であるパピルスが、古代エジプトで生産されていた。

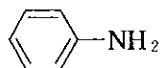
動植物由来の天然繊維のほかに、今日では化学反応を利用して開発された化学繊維が広く利用されている。天然繊維を利用せずに化学反応だけで合成された繊維を合成繊維といい、ナイロン、ポリエステル、アクリル繊維は、その生産量の多さから3大合成繊維と呼ばれている。ナイロンはポリアミドからなる繊維であり、6,6-ナイロン(ナイロン66)は、アジピン酸と化合物(ア)から(イ)重合により合成され、6-ナイロン(ナイロン6)は ϵ -カプロラクタムの(ウ)重合により合成される。日本で開発されたビニロンの合成では、まず酢酸ビニルを(エ)重合させることによりポリ酢酸ビニルを得る。次にポリ酢酸ビニルをケン化してポリビニルアルコールを得る。最後にポリビニルアルコールをホルムアルデヒドを用いて(オ)することにより、ビニロンが合成される。

(1) 化合物(ア)の化学構造は である。

A



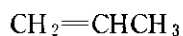
B



C



D



E



F



(2) 文章中の(イ), (ウ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは

である。

	(イ)	(ウ)		(イ)	(ウ)		(イ)	(ウ)
A	縮合	縮合	D	付加	縮合	G	開環	縮合
B	縮合	付加	E	付加	付加	H	開環	付加
C	縮合	開環	F	付加	開環	I	開環	開環

(3) 文章中の(エ), (オ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは

である。

	(エ)	(オ)		(エ)	(オ)		(エ)	(オ)
A	縮合	アセタール化	D	付加	アセタール化	G	開環	アセタール化
B	縮合	エステル化	E	付加	エステル化	H	開環	エステル化
C	縮合	アセチル化	F	付加	アセチル化	I	開環	アセチル化

(4) 合成繊維に関する記述の中で誤っているものは 31 である。

31

- A ポリビニルアルコールは、水溶性である。
- B ナイロンは、分子間に水素結合を形成する。
- C アクリル繊維は、燃焼させるとシアン化水素が発生する。
- D ポリエチレンテレフタレート(PET)は、分子中に親水基を有していない。
- E ビニロンは、遊離したヒドロキシ基を有していない。

動物繊維である羊毛や絹は、(カ)が構成成分であり、糸に紡ぐことができる。一方、主要な植物繊維であるセルロースは、生産する植物によってその長さが異なる。一般にパルプに含まれるセルロースは短繊維であるため、強い糸を作ることができない。そこでセルロースを材料としてより強度の高い糸を合成する研究が、19世紀から盛んに行われてきた。例えばセルロースをある条件で溶媒に溶解し、より長い繊維として再生したものを(キ)という。またセルロースのヒドロキシ基の一部を別の原子団と結合させて合成したものを半合成繊維という。トリアセチルセルロースは、セルロースと無水酢酸を反応させて合成する。

近年その生産量が増加し、^①注目を集めているバイオエタノールは、植物由来の糖類を原料として生産されている。しかし、食糧や飼料として利用されているトウモロコシがバイオエタノール生産に振り向けられたため、深刻なトウモロコシの供給不足や価格高騰を引き起こした。こうした背景から、食糧と競合しないバイオエタノール生産法の開発が望まれており、セルロースを主成分とする植物繊維^②を原料としたバイオエタノール生産法が活発に研究されている。

(5) 文章中の(カ), (キ)にあてはまる語句の適切な組み合わせは 32 である。

32

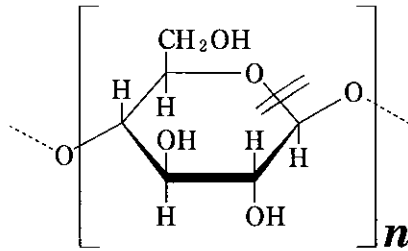
	(カ)	(キ)		(カ)	(キ)		(カ)	(キ)
A	タンパク質	ケラチン	D	核酸	ケラチン	G	多糖	ケラチン
B	タンパク質	ベークライト	E	核酸	ベークライト	H	多糖	ベークライト
C	タンパク質	レーヨン	F	核酸	レーヨン	I	多糖	レーヨン

(6) 羊毛を完全に酸加水分解し、生成物(ク)を得た。(ク)について正しい記述は 33 である。

33

- A (ク)を含む水溶液は、フェーリング液を加え加熱すると沈殿が生成する。
- B (ク)を含む水溶液は、ヨードホルム反応で陽性を示す。
- C (ク)を含む水溶液は、水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱した後、酢酸鉛(II)を加えると黒色の沈殿が生成する。
- D (ク)を含む水溶液は、アンモニア性硝酸銀溶液を加えて加温すると銀が析出する。
- E (ク)を含む水溶液は、水酸化ナトリウム水溶液により塩基性にして少量の硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫色になる。

- (7) 下線部①の反応を行った時に、576 g のトリアセチルセルロースが生成した。この時セルロースと反応した無水酢酸は、理論上 g である。



セルロースの化学構造

- | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| A 60 | B 102 | C 120 | D 180 | E 204 |
| F 240 | G 306 | H 360 | I 408 | J 612 |

- (8) 下線部②について、セルロースからバイオエタノールを生産するためには、まずセルロースを加水分解しなければならない。セルロースを完全に加水分解して得られる化合物(ケ)について、正しい記述は である。

- A 化合物(ケ)を含む水溶液は、還元性を示す。
- B 化合物(ケ)を含む水溶液は、ニンヒドリン水溶液を加えて加熱すると青紫色に呈色する。
- C 化合物(ケ)を含む水溶液は、塩化鉄(Ⅲ)溶液を加えると黒色に呈色する。
- D 化合物(ケ)を含む水溶液は、アルカリ条件下で還元すると青色に呈色する。
- E 化合物(ケ)を含む水溶液は、ヨウ素溶液を加えると青紫色に呈色する。