

問1～問36の解答を、指定された解答欄にマークせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, S=32, Cl=35.5,
Ca=40, Br=80

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

気体定数： 8.3×10^3 Pa·L/(K·mol) または 8.2×10^{-2} atm·L/(K·mol)

セルシウス温度目盛りのゼロ点 0 °C : 273 K

『余 白』

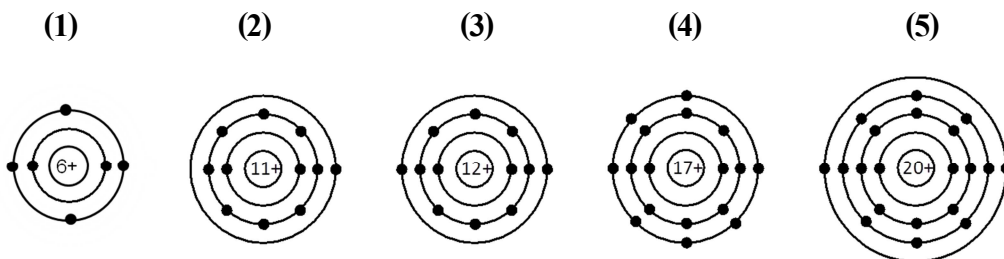
1

次の問い（問1～問7）に答えよ。

（21点）

問1 (1)～(5)の電子配置をもつ原子のうち、アルカリ土類金属元素はどれか。
ただし、図の中心の円と数字は原子核とその電荷を表す。また、図の●は1個の電子を、●が位置する同心円は電子殻を表す。

マーク式解答欄 1



問2 遷移元素は、次のうちどれか。

マーク式解答欄 2

(1) Al (2) B (3) Pb (4) Na (5) Cu

問3 Mn^{2+} の電子の数は23であり、中性子の数は30である。このMn原子の質量数は、次のうちどれか。

マーク式解答欄 3

(1) 50 (2) 51 (3) 53 (4) 55 (5) 56

問4 最も大きな原子価をもつ原子を含む分子は、次のうちどれか。

マーク式解答欄 4

- (1) N_2 (2) NH_3 (3) CH_4 (4) O_2 (5) H_2

問5 水に最も溶けやすいものは、次のうちどれか。

マーク式解答欄 5

- (1) AgI (2) AgCl (3) Ag_2O (4) AgNO_3 (5) Ag_2S

問6 沸点が常圧で最も高いものは、次のうちどれか。

マーク式解答欄 6

- (1) ジエチルエーテル (2) エタノール (3) ベンゼン
(4) シクロヘキサン (5) 1-ブタノール

問7 0.25 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を 10 mL 作るために必要な水酸化ナトリウムの質量 $[\text{mg}]$ はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 7

- (1) 1.0×10 (2) 2.5×10 (3) 1.0×10^2
(4) 2.5×10^2 (5) 1.0×10^3

2

次の問い（問8～問14）に答えよ。

（42点）

問8 次の分子のうち、極性分子のみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 8

(a) HF (b) H₂O (c) Br₂ (d) CH₂=CH₂

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
(4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
(7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
(10) [(b), (c), (d)]

問9 次の化合物のうち、すべての炭素原子が同一平面上にある化合物のみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 9

(a) プロペン（プロピレン） (b) プロピン（メチルアセチレン）
(c) ベンゼン (d) シクロヘキサン

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
(4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
(7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
(10) [(b), (c), (d)]

『余 白』

問10 次の1～3の操作で発生する気体 (H_2O は除く) の性質に関する記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 10

1. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとの混合物を加熱する。
2. ギ酸に濃硫酸を加えて脱水する。
3. 酢酸ナトリウム (無水塩) に水酸化ナトリウムを加えて加熱する。

- (a) 1と3の操作で発生する気体は、いずれも水に溶けやすい。
- (b) 1と3の操作で発生する気体は、いずれも空気より軽い。
- (c) 1～3の操作で発生する気体は、すべて無臭である。
- (d) 2の操作で発生する気体は、人体に有毒である。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問11 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 11

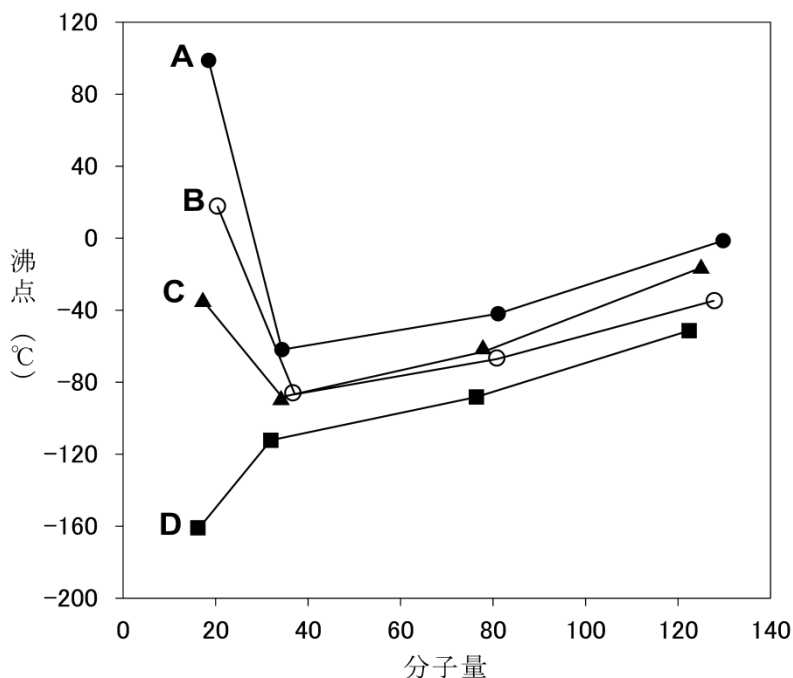
- (a) ^{15}N は ^{14}N の同素体であり、中性子の数は8である。
- (b) 硝酸はオストワルト法で製造される。
- (c) 銅と濃硝酸を反応させると、二酸化窒素が生成する。
- (d) 窒素および二酸化窒素は、いずれも無色の気体である。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問 1 2 下図は 14～17 族元素の水素化合物の分子量と沸点との関係を表したものである。ただし、同族元素の水素化合物の沸点を 1 本の線で結び、A, B, C, D は第 2 周期元素の水素化合物を示している。次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

[水素化合物 : YH_n または H_nY ($n=1\sim 4$, Y は 14～17 族元素を示す)]

マーク式解答欄 1 2



- (a) A は 16 族元素の水素化合物である。
 (b) B が同族の他の元素の水素化合物に比較し、沸点が特に高いのは、水素結合のためである。
 (c) D はアンモニアである。
 (d) 17 族元素の水素化合物は、いずれも強酸性を示す。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
 (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
 (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
 (10) [(b), (c), (d)]

問13 酸化物に関する次の記述について、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 13

- (a) 二酸化硫黄は、水に溶解すると亜硫酸になる。
- (b) 酸化カルシウムは、塩基性酸化物である。
- (c) 二酸化ケイ素の結晶は、共有結合の結晶である。
- (d) 酸化アルミニウム (アルミナ) は、酸には溶解するが強塩基には溶けない。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

問14 酸と塩基の性質に関する次の記述について、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 14

- (a) 水素イオン H^+ を相手に与える物質のことを酸という。
- (b) 酸や塩基の強弱は、酸や塩基の価数には直接関係しない。
- (c) 強酸および強塩基は、水溶液中ではほとんどが電離している。
- (d) pHが4の塩酸を純水で10000倍にうすめると、pHは8になる。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

3

次の問い(問15~問16)に答えよ。

(14点)

問15 次の(a)~(c)の水溶液のうち、凝固点が 0°C に近いものから遠いものの順に正しく並べられているものはどれか。

マーク式解答欄 15

- (a) 質量パーセント濃度 1% の尿素 ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) 水溶液
- (b) 質量パーセント濃度 1% のブドウ糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 水溶液
- (c) 質量パーセント濃度 1% の塩化ナトリウム (NaCl) 水溶液

[近い ←————→ 遠い]

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| (1) | (a) | (b) | (c) |
| (2) | (a) | (c) | (b) |
| (3) | (b) | (a) | (c) |
| (4) | (b) | (c) | (a) |
| (5) | (c) | (a) | (b) |
| (6) | (c) | (b) | (a) |

『余 白』

問16 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷を加熱して、すべて $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水蒸気にしたとき、吸収した熱量は 45 kJ であった。氷の質量 [g] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、氷の融解熱を 6.0 kJ/mol 、水の比熱を $4.2\text{ J/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$ 、蒸発熱を 41 kJ/mol とする。

マーク式解答欄 16

- | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1) | 2.5 | (2) | 5.0 | (3) | 7.5 |
| (4) | 10 | (5) | 13 | (6) | 15 |
| (7) | 18 | (8) | 20 | | |

『余 白』

問19 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 19

- (a) スクロースの加水分解が進むにつれて HCl の物質量が減少する。
- (b) 塩酸の代わりにインベルターゼを作用させても、水溶液中のスクロースの加水分解は進む。
- (c) スクロースは、銀鏡反応を示す。

- | | | |
|---------------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(a), (b)] | (5) [(a), (c)] | (6) [(b), (c)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | | |

『余 白』

5

次の問い(問20~問24)に答えよ。

(30点)

問20 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 20

- (a) 液体や固体の直鎖状アルカンは、一般に水より密度が大きい。
 (b) 炭素原子の数が6以下の直鎖状アルカンは、常温、常圧ですべて気体である。
 (c) 炭素原子の数が4以上のアルケンは、幾何異性体をもつことがある。
 (d) 直鎖状アルキンの分子式は、一般式 C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$) で表される。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
 (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
 (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
 (10) [(b), (c), (d)]

問21 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 21

- (a) プロペン(プロピレン)に臭素を付加した生成物には、不斉炭素原子が1個存在する。
 (b) アセチレン1分子に塩化水素1分子が付加した生成物には、不斉炭素原子が1個存在する。
 (c) シクロヘキセンに臭素を付加した生成物には、不斉炭素原子が2個存在する。
 (d) シクロヘキセンに塩化水素を付加した生成物には、不斉炭素原子が1個存在する。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
 (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
 (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
 (10) [(b), (c), (d)]

問22 イオン交換樹脂に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。ただし、イオン交換は完全に進行したものとする。

マーク式解答欄 22

- (a) 陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに塩化ナトリウム水溶液を流すと、水酸化ナトリウム水溶液が得られる。
- (b) (a)で使用した陽イオン交換樹脂は、多量の希塩酸で処理することにより再生することができる。
- (c) 陰イオン交換樹脂を詰めたカラムに塩化アンモニウム水溶液を流すと、アンモニア水溶液が得られる。
- (d) 陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂を混合して詰めたカラムに臭化リチウム水溶液を流すと、純水が得られる。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

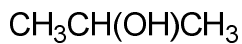
『余 白』

問23 アルコールA~Eに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

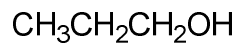
マーク式解答欄 23



A



B



C



D



E

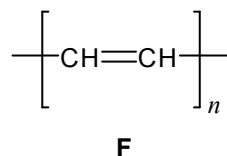
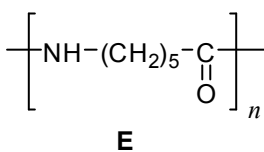
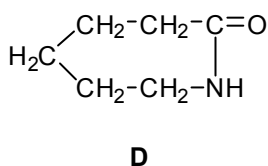
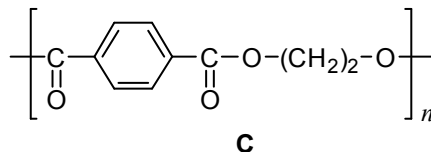
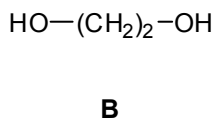
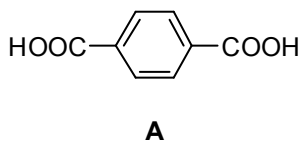
- (a) ヨードホルム反応を示す化合物は、**B**と**E**のみである。
(b) ニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液で酸化したときケトンを生じる化合物は、**B**と**E**のみである。
(c) 銀鏡反応を示す化合物は存在しない。
(d) 2-ブテンに適切な触媒の存在下で水を付加させると、**E**が生成する。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
(4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
(7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
(10) [(b), (c), (d)]

『余 白』

問24 化合物A～Fに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 24



(*n* は繰り返し単位の数である)

- (a) A と B との縮合重合により、高分子化合物 C が合成できる。
 (b) D の開環重合により、高分子化合物 E が合成できる。
 (c) エチレンの付加重合により、高分子化合物 F が合成できる。
 (d) C はポリエステル的一种であり、E はナイロンの一种である。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
 (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
 (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
 (10) [(b), (c), (d)]

『余 白』

6

次の記述を読んで、問い(問25~問28)に答えよ。

(25点)

1. 炭化カルシウムに多量の水を加えると、気体 **A** が発生した。
2. **A** の 1 分子に酢酸 1 分子を付加させると、化合物 **B** が生成した。
3. **B** を適切な触媒の存在下で水素と反応させると、**B** と同じ官能基を有する化合物 **C** が生成した。
4. (i) **C** を水酸化ナトリウム水溶液と反応させると、2 種の化合物 **D** および **E** が生成した。**D** は、**B** を水酸化ナトリウム水溶液と反応させても得られた。

問25 純度70%の炭化カルシウム 2.0 gに多量の水を加えたときに発生した**A**の体積[L]は、標準状態においていくらか。最も近い値を選べ。ただし、反応は完全に進行したものとする。

マーク式解答欄 25

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (1) 0.14 | (2) 0.22 | (3) 0.49 |
| (4) 1.4 | (5) 2.2 | (6) 4.9 |

問26 問25で発生した**A**の全量に酢酸を付加させて**B**を得るために最低限必要な酢酸の質量[g]はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、反応は完全に進行したものとする。

マーク式解答欄 26

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (1) 0.13 | (2) 0.64 | (3) 0.88 |
| (4) 1.3 | (5) 6.4 | (6) 8.8 |

『余 白』

問27 下線部 (i) の反応に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 27

- (a) この反応では、水酸化ナトリウムは触媒としてはたらし少量でも反応は完全に進行する。
- (b) この反応は、加水分解反応であり、特にけん化という。
- (c) この反応は、可逆反応である。
- (d) **D** および **E** は、いずれも水によく溶ける。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

問28 **A**～**D** に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 28

- (a) **A** を適切な触媒の存在下で3分子を重合させると、シクロヘキサンが生成する。
- (b) **B** はビニロンの原料となる。
- (c) **C** は果実のような芳香をもつ。
- (d) **D** の水溶液は、赤色リトマス紙を青変する。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

7

次の問い（問29～問30）に答えよ。

(14点)

問29 示性式 $C_{21}H_{31}COOH$ で表される鎖状の脂肪酸 3 分子とグリセリン 1 分子からなる油脂の分子量はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 29

- | | | | |
|---------|---------|----------|----------|
| (1) 328 | (2) 402 | (3) 420 | (4) 550 |
| (5) 712 | (6) 748 | (7) 1022 | (8) 1076 |

問30 問29の油脂 73 g の炭化水素部分を完全に飽和するために最低限必要な水素の物質質量 [mol] はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 30

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 0.45 | (2) 0.55 | (3) 0.65 | (4) 0.90 |
| (5) 1.1 | (6) 1.3 | (7) 2.2 | (8) 2.6 |

『余 白』

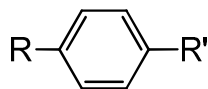
8

芳香族化合物 **A**～**G** に関する次の記述を読んで、問い(問31～問33)に答えよ。ただし、3～5の記述中の反応で塩が生じる場合は、酸または塩基を加えて芳香族化合物を遊離させているものとする。

(18点)

- A** と **B** はいずれも分子式が C_8H_{10} の炭化水素であり、互いに構造異性体である。
- A** はベンゼン環に1つ、**B**～**G** はベンゼン環に2つの置換基をもつ化合物である。
- A** を濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させると、下記の例に示したような *p*-ベンゼン二置換体 **C** が得られた。また、**C** にスズと濃塩酸を作用させると **D** が得られた。
- A** を濃硫酸と加熱すると、*p*-ベンゼン二置換体 **E** が得られた。また、**E** を高温で水酸化ナトリウム(固体)と反応させると **F** が得られた。
- B** を酸化すると **G** が得られた。**G** は加熱により分子内で容易に脱水して、酸無水物となった。

< *p*-ベンゼン二置換体の例 >



ただし、**R**, **R'** は置換基である。

問31 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 31

- D** に無水酢酸を作用させるとエステルが生成する。
- E** のナトリウム塩の水溶液は中性となる。
- F** は塩化鉄(Ⅲ)水溶液で呈色する。
- G** にさらし粉溶液を加えると赤紫色を呈する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問32 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 32

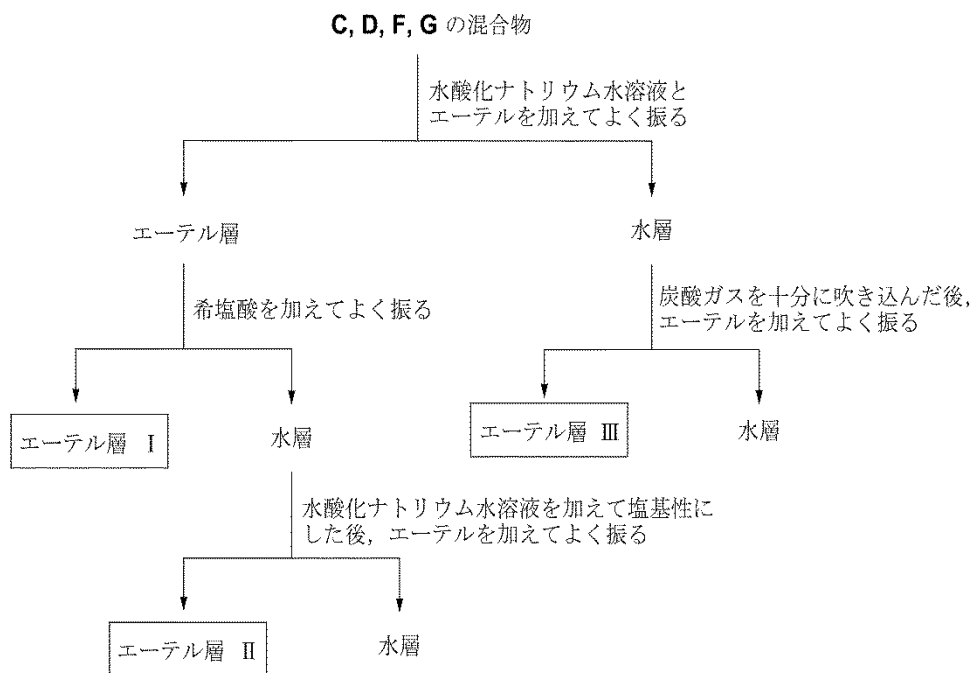
- (a) A から C および A から E への反応は、いずれも置換反応である。
- (b) C から D への反応は、C の酸化反応である。
- (c) C には位置異性体 (置換基の位置の違いによる構造異性体) が存在し、その数は C を含めて 4 つである。
- (d) C の構造異性体には、 α -アミノ酸が存在する。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

『余 白』

問33 C, D, F, G の混合物を以下の操作によって分離した。ジエチルエーテル（エーテル）層Ⅰ～Ⅲに含まれる化合物の正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 33



[エーテル層Ⅰ エーテル層Ⅱ エーテル層Ⅲ]

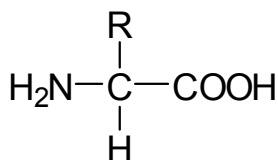
- | | | | |
|------|---|---|---|
| (1) | C | D | F |
| (2) | C | F | G |
| (3) | C | D | G |
| (4) | D | C | F |
| (5) | D | F | G |
| (6) | D | G | C |
| (7) | F | C | D |
| (8) | F | D | C |
| (9) | G | C | D |
| (10) | G | F | C |

9


次の記述を読んで、問い（問34～問36）に答えよ。

(17点)

- 鎖状のトリペプチド **X** は 3 種のアミノ酸 **A**, **B**, **C** から構成されており、分子量が **325** である。
- A**, **B**, **C** は、下記の 6 種類のアミノ酸のいずれかである。() 内の数字と **R** は、それぞれのアミノ酸の分子量と置換基である。



アミノ酸の一般式

グリシン (75, **R = H**)アラニン (89, **R = CH₃**)システイン (121, **R = CH₂-SH**)グルタミン酸 (147, **R = (CH₂)₂-COOH**)リシン (146, **R = (CH₂)₄-NH₂**)フェニルアラニン (165, **R = CH₂-**)

- A** はキサントプロテイン反応が陽性である。
- B** に濃水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、中和して酢酸鉛 (II) 水溶液を加えると、(i) 黒色沈殿を生じる。

問34 次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 34

- キサントプロテイン反応は、ベンゼン環のニトロ化に基づく呈色反応である。
- 下線部 (i) で示した黒色沈殿は、水酸化鉛 (II) である。
- アミノ酸 **B** は、グルタミン酸である。
- アミノ酸 **C** は、グリシンである。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問35 トリペプチド **X** に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 35

- (a) **X** は、ビウレット反応が陽性である。
- (b) **X** は、ニンヒドリン反応が陽性である。
- (c) **X** には、ペプチド結合が3つ存在する。
- (d) **X** は、塩基性の水溶液中では陽イオンとして存在する。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

問36 トリペプチド **X** として考えられる異性体の総数はいくつか。正しいものを選べ。ただし、光学異性体は、互いに異なる化合物として数える。

マーク式解答欄 36

- (1) 6 (2) 8 (3) 12 (4) 18
- (5) 24 (6) 32 (7) 36 (8) 42

『以上』