

問1～問29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,  
Cu=64

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C}/\text{mol}$

セルシウス温度目盛りのゼロ点  $0\text{ }^\circ\text{C} : 273 \text{ K}$

$\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\log_{10} 7 = 0.85$

また、文中の気体は、すべて理想気体とみなす。

『余 白』

**1** 次の問い (問1～問9) に答えよ。

(45点)

**問1** 次の分子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 **1**

[ 水, 塩化水素, 二酸化炭素, 窒素, メタン, エチレン ]

- (a) 単結合だけからなる分子は**4**種類である。
- (b) 二重結合をもつ分子は**2**種類である。
- (c) 非共有電子対をもたない分子は**2**種類である。
- (d) 極性分子は**3**種類である。

- (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2** 次の化合物のうち、水溶液中において非電解質である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 **2**

- (a) 塩化ナトリウム
- (b) エタノール
- (c) スクロース
- (d) アセトン

- (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)]

問3 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 3

- (a) 水が電離する反応は、発熱反応である。
- (b) 水のイオン積の値は、温度が一定であれば、酸や塩基の水溶液でも常に一定になる。
- (c) 塩化アンモニウムを水に溶かすと、その水溶液は塩基性を示す。
- (d) 酸や塩基の強弱は、それらの価数に関係しない。

- (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4 酢酸を水に溶かすと、一部が電離して式(1)のような平衡状態となる。



酢酸水溶液の濃度を  $C$  [mol/L]、酢酸の電離定数を  $K_a$  とすると、その電離度の近似式として最も適当なものはどれか。ただし、酢酸の電離度は非常に小さいものとする。

マーク式解答欄 4

- (1)  $\frac{K_a}{C}$                     (2)  $CK_a$                     (3)  $\frac{C}{K_a}$
- (4)  $C\sqrt{K_a}$                 (5)  $K_a\sqrt{C}$                 (6)  $\sqrt{CK_a}$
- (7)  $\sqrt{\frac{K_a}{C}}$                 (8)  $\sqrt{\frac{C}{K_a}}$

問5 次の記述の下線部の数値のうち、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、有効数字2桁まで求めるものとする。

マーク式解答欄 5

- (a) pH 3.0 の塩酸を純水で 5.0 倍に希釈して得られる水溶液の pH は 3.7 である。
- (b) 0.20 mol/L の塩酸 200 mL と 0.15 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 300 mL を混合した水溶液の pH は 12 である。
- (c) 質量パーセント濃度 1.0% の希塩酸を 100 mL 調製するには、1.8 mL の濃塩酸を要する。ただし、濃塩酸の質量パーセント濃度は 36% で密度は 1.2 g/mL、希塩酸の密度は 1.0 g/mL とする。

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

問6 次の (a) ~ (c) に示した物質量の大小が正しく並べられているものはどれか。

マーク式解答欄 6

- (a) エタン 6.00 g を完全燃焼させたときに生成する二酸化炭素の物質質量
- (b) ベンゼン 3.90 g を完全燃焼させたときに生成する水の物質質量
- (c) 完全燃焼することにより二酸化炭素 2.64 g を生じさせるメタノールの物質質量

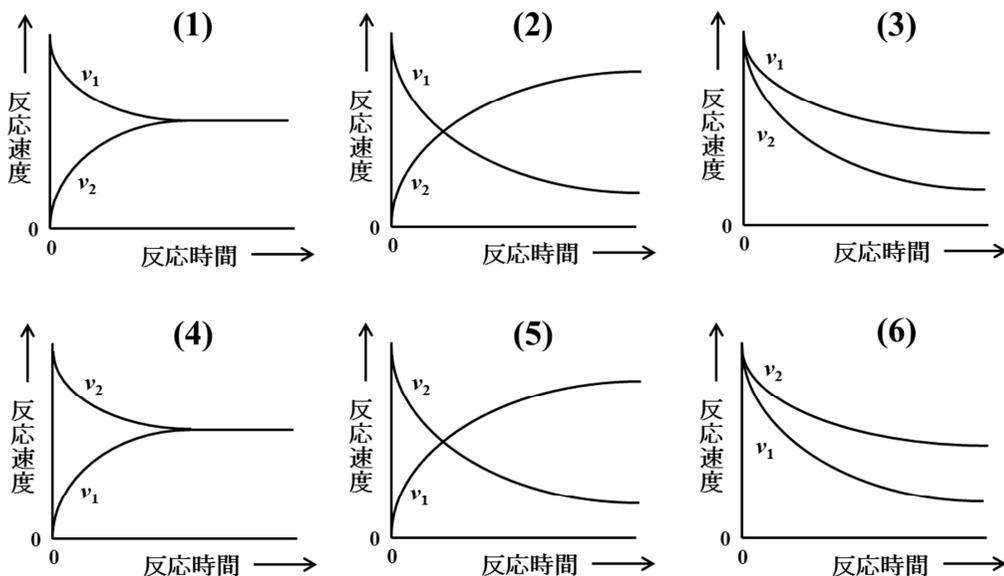
[ 小 ← 物質質量 → 大 ]

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

# 下書き用紙

問7 分子Aと分子Bを反応させたところ、分子Cが生成する反応が進行し平衡状態に達した(反応式(I))。正反応と逆反応の反応速度をそれぞれ $v_1$ と $v_2$ とすると、反応速度と反応時間の関係を最も適切に表しているグラフはどれか。

マーク式解答欄 7



問8 次の記述のうち、金属原子の酸化数が変化する化学反応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) 水酸化アルミニウムの白色ゲル状沈殿に希塩酸を加えると、沈殿が溶解した。
- (b) 銀に濃硝酸を滴下すると、その表面が溶解した。
- (c) 硫酸銅(II)水溶液に硫化水素を通じると、黒色の沈殿が析出した。
- (d) 過マンガン酸カリウムを希硫酸に溶かした赤紫色の水溶液にホルマリオン(37%ホルムアルデヒド水溶液)を加えると、赤紫色が退色した。

- (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 セッケン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 9

- (a) 強酸と強塩基の塩であり，その水溶液は中性を示す。
- (b)  $\text{Ca}^{2+}$ や $\text{Mg}^{2+}$ を多く含む硬水で使用すると，難溶性の塩を生じるため，洗浄力を失う。
- (c) 水溶液中のセッケンは，ある濃度以上でミセルを形成する。
- (d) セッケン水溶液中で，セッケンの疎水性部分が油状物質を取り囲み分散させる作用を，乳化作用という。

- |                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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』

2

次の記述を読んで、問い（問10～問13）に答えよ。

(21点)

地球の歴史上、気候の温暖化や寒冷化は幾度も繰り返されてきた。地球温暖化の原因は自然由来と人為的なものに分けられるが、20世紀後半の温暖化は、人間の産業活動等によって排出された温室効果ガスが主な原因と考えられている。この温室効果ガスの約65%は二酸化炭素である。近年では、二酸化炭素は環境に悪影響を及ぼすガスとして報告されることが多い。

しかし、地球の生態系では、二酸化炭素は植物の光合成の主原料であり、式(1)で示されるように有機物に変換される。



またヒトの体内では、二酸化炭素は生命維持にかかわる重要な働きをしている。血液のpHは $7.40 \pm 0.05$ の範囲に保たれており、もしこれから外れると生体維持に支障をきたす。このpHの制御には、式(2)で示されるように、血液中の二酸化炭素と炭酸水素イオンおよび水素イオンの間の平衡が関係している。



(2)の反応の電離定数 $K$ は式(3)で示される。式中の[ ]は各化合物のモル濃度を表す。

$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2\text{O}]} \quad (3)$$

$K[\text{H}_2\text{O}] = K_a$ とおくと、式(3)は式(4)で示される。この式(4)を変形して対数で表すと、式(5)となる。

$$K_a = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{CO}_2]} \quad (4)$$

$$-\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} K_a + \log_{10} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} \quad (5)$$

式(5)の $-\log_{10} [\text{H}^+]$ をpH、 $-\log_{10} K_a$ を $pK_a$ で表すと、式(6)となる。

$$\text{pH} = pK_a + \log_{10} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} \quad (6)$$

**問 1 0** 地球温暖化およびその原因物質である二酸化炭素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 1 0

- (a) 地球温暖化の要因のひとつに、大規模な森林伐採がある。
- (b) 二酸化炭素は石灰石に希塩酸を加えて発生させ、下方置換により捕集する。
- (c) 二酸化炭素は固体と気体の状態のみが存在し、液体の状態は存在しない。
- (d) 石灰水に二酸化炭素を通じると、炭酸水素カルシウムを生じ白濁する。

- |                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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 1 1** 下線部について、**44 mg** の二酸化炭素が植物に吸収され、そのすべてが式(1)の反応に使われたとすると、生成する有機物 ( $C_m(H_2O)_n$ ) の質量 [mg] および酸素の質量 [mg] として、正しい組み合わせはどれか。ただし、生成する有機物は  $C_6H_{12}O_6$  とする。

マーク式解答欄 1 1

	$C_6H_{12}O_6$	酸素
(1)	30	16
(2)	30	32
(3)	30	64
(4)	90	32
(5)	90	64
(6)	90	96
(7)	180	32
(8)	180	64
(9)	180	96

**問 1 2** 37 °C で、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  の二酸化炭素の水への溶解度は、 $2.5 \times 10^2 \text{ mol/L}$  である。37 °C で、二酸化炭素の分圧が  $5.3 \times 10^3 \text{ Pa}$  のとき、血液 1.0 L に溶ける二酸化炭素の物質質量 [mol] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、二酸化炭素の血液への溶解度は水と変わらないものとし、ヘンリーの法則が成り立つものとする。

マーク式解答欄 1 2

- |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) $1.3 \times 10^{-4}$ | (2) $2.6 \times 10^{-4}$ | (3) $5.2 \times 10^{-4}$ | (4) $1.3 \times 10^{-3}$ |
| (5) $2.6 \times 10^{-3}$ | (6) $5.2 \times 10^{-3}$ | (7) $1.3 \times 10^{-2}$ | (8) $2.6 \times 10^{-2}$ |

**問 1 3** 問 1 2 における血液中の炭酸水素イオンの濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、37 °C における血液中での  $\text{p}K_a$  は 6.1 とし、炭酸水素イオンの電離は無視できるものとする。また、血液の pH は 7.4 とする。

マーク式解答欄 1 3

- |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (1) $2.6 \times 10^{-3}$ | (2) $4.0 \times 10^{-3}$ | (3) $7.4 \times 10^{-3}$ | (4) $1.0 \times 10^{-2}$ |
| (5) $2.6 \times 10^{-2}$ | (6) $4.0 \times 10^{-2}$ | (7) $7.4 \times 10^{-2}$ | (8) $1.0 \times 10^{-1}$ |

『余 白』

# 下書き用紙

**3**

次の記述を読んで、問い（問14～問17）に答えよ。

（21点）

病原菌を死滅させたり繁殖を抑えたりする医薬品を消毒薬という。これらのなかには、[ア]作用を持つ化合物が含まれる。

ハロゲンを含む化合物の中には、消毒薬としてよく使われているものがある。塩素は水に少しだけ溶けて塩素水となる。塩素水では、塩素の一部が水と反応し、塩化水素と[イ]を生成する。[イ]は分子中に酸素を含む酸であり、一般にオキシ酸といわれる。[イ]イオンには、強い[ア]作用があるので、漂白、殺菌剤として用いられる。[イ]のナトリウム塩は、家庭用塩素系漂白剤の主成分である。[イ]のカルシウム塩を主成分とする高度さらし粉は、殺菌・消毒薬や漂白剤として広く利用され、プールの消毒薬としても使用されている。さらに、ヨウ素も[ア]力を持つため、けが時の消毒薬（ヨードチンキ）やうがい薬として使用されている。

過酸化水素の水溶液（オキシドール）は、けが時の消毒薬として使用されている。過酸化水素は硫酸酸性では通常[ア]剤としてはたらく。しかし、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水を反応させると、過酸化水素は[ウ]剤としてはたらし、[エ]が発生する。

問14 [ア]～[エ]にあてはまる語句として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 14

	[ア]	[イ]	[ウ]	[エ]
(1)	酸化	次亜塩素酸	還元	酸素
(2)	酸化	塩素酸	還元	水素
(3)	酸化	過塩素酸	還元	酸素
(4)	酸化	次亜塩素酸	還元	水素
(5)	酸化	塩素酸	還元	酸素
(6)	還元	過塩素酸	酸化	水素
(7)	還元	次亜塩素酸	酸化	酸素
(8)	還元	塩素酸	酸化	水素
(9)	還元	過塩素酸	酸化	酸素
(10)	還元	次亜塩素酸	酸化	水素

問15 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 15

- (a) ヨウ素は塩素よりも酸化力が弱い。
- (b) 塩素のオキソ酸では、塩素原子の酸化数が大きいほど、酸性が強くなる。
- (c) 過酸化水素水溶液に硫化水素水溶液を反応させると、黒色の沈殿を生じる。
- (d) 硫酸酸性水溶液中で過酸化水素にヨウ化カリウムを反応させると、無色だった溶液が褐色に変化する。

- (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16 質量パーセント濃度 6.0%の [イ] のナトリウム塩を含む塩素系漂白剤 200 g と質量パーセント濃度 9.5%の塩化水素を含む酸性洗浄剤 200 g を混ぜたとき、発生した気体 X の物質量 [mol] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、気体 X は塩素系漂白剤中の [イ] のナトリウム塩と酸性洗浄剤中の塩化水素のみが反応して発生したものとする。また、塩素系漂白剤も酸性洗浄剤も水溶液とする。

マーク式解答欄 16

- (1) 0.016            (2) 0.026            (3) 0.032            (4) 0.16            (5) 0.26
- (6) 0.32            (7) 0.52            (8) 1.6            (9) 2.6            (10) 3.2

『余 白』

**問 17** 市販の過酸化水素水の濃度を求めるため、以下の実験を行った。

市販の過酸化水素水 **10 mL** を正確にはかりとり、これに蒸留水を加えて正確に **100 mL** にした。その **10 mL** を正確に三角フラスコにとり、適量の希硫酸と蒸留水を加えて酸性にした。この溶液に、よく振り混ぜながら **0.040 mol/L** 過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ滴下したところ、**9.0 mL** 加えたところで溶液が変色し終点に達した。この市販の過酸化水素水の濃度〔mol/L〕はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 17

- |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| (1) 0.10 | (2) 0.14 | (3) 0.20 | (4) 0.30 | (5) 0.90 |
| (6) 1.5  | (7) 1.8  | (8) 2.0  | (9) 3.0  | (10) 4.0 |

『余 白』

4

次の記述を読んで、問い（問18～問20）に答えよ。

（16点）

私たちに最も身近な医薬品として、解熱鎮痛薬や消炎鎮痛薬がある。解熱鎮痛作用をもつ化合物 **A** は、ナトリウムフェノキシドと二酸化炭素を高温高压下で反応させた後、希硫酸で酸性にすることで合成できる。しかし、**A** には胃の痛みなどの副作用があったため、**A** を無水酢酸と反応させて得られる化合物 **B** が解熱鎮痛薬として用いられるようになった。また消炎鎮痛作用をもつ化合物 **C** は、**A** とメタノールの混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱すると得られる。

化合物 **D** は、化合物 **E** を無水酢酸と反応させて得られる解熱薬である。**E** は、ニトロベンゼンにスズと塩酸を作用させた後に中和して得られる。しかし、**D** は副作用が強いため現在では医薬品としては使用されていない。この副作用を軽減するために、**D** と類似の構造をした弱酸性化合物 **F** が開発された。**F** は次の反応を経て合成できる。まず、*p*-ニトロフェノールにスズと塩酸を作用させた後、中和して化合物 **G** を得る。次に、**G** を無水酢酸と反応させると **F** が得られる。

問18 化合物 **B**、**C** の名称として正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 18

化合物 **B**

- (1) サリチル酸メチル
- (2) サリチル酸メチル
- (3) サリチル酸メチル
- (4) アセチルサリチル酸
- (5) アセチルサリチル酸
- (6) アセチルサリチル酸
- (7) アセチルサリチル酸メチル
- (8) アセチルサリチル酸メチル
- (9) アセチルサリチル酸メチル

化合物 **C**

- アセチルサリチル酸
- アセチルサリチル酸メチル
- o*-クレゾール
- サリチル酸メチル
- アセチルサリチル酸メチル
- o*-クレゾール
- サリチル酸メチル
- アセチルサリチル酸
- o*-クレゾール

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

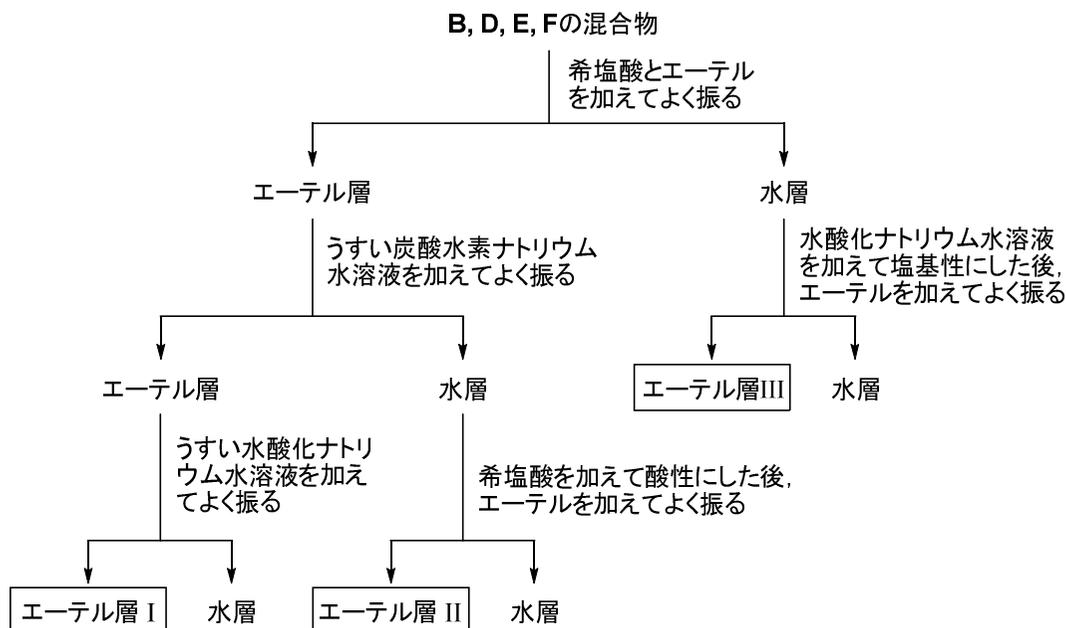
- (a) 化合物 **A, C, F, G** はいずれも炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、  
気体が発生する。
- (b) 化合物 **A, C, F** はいずれも塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、呈色反応  
を示す。
- (c) 化合物 **B, C** はいずれもエステル結合をもっている。
- (d) 化合物 **D, F** はいずれもアミド結合をもっている。

- |                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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20 化合物 B, D, E, F 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 20



エーテル層 I

エーテル層 II

エーテル層 III

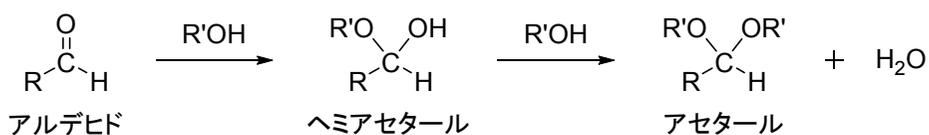
- |      |   |   |   |
|------|---|---|---|
| (1)  | B | D | E |
| (2)  | B | D | F |
| (3)  | B | F | D |
| (4)  | D | B | E |
| (5)  | D | B | F |
| (6)  | D | E | B |
| (7)  | E | D | B |
| (8)  | E | F | D |
| (9)  | F | B | E |
| (10) | F | E | D |

5

次の記述を読んで、問い（問21～問24）に答えよ。

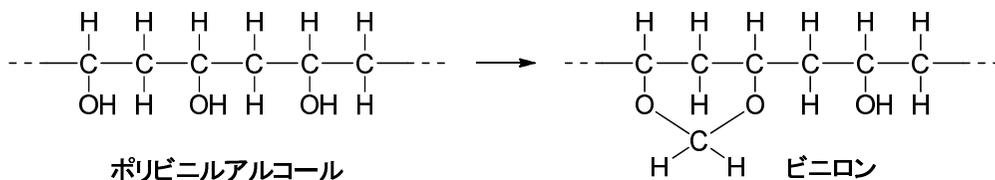
(21点)

下記に示す反応式のように、酸触媒を用いてアルデヒド **RCHO** にアルコール **R'OH** を反応させると、同一炭素原子に **-OH** 基と **-OR'** 基が結合したヘミアセタールが生成する。ヘミアセタールは溶液中に存在するだけで、単離することは通常困難である。しかし、ヘミアセタールがもう1分子のアルコールと反応すると、ヘミアセタールの **-OH** 基が **-OR'** 基に置換し、単離可能なアセタールが生じる。このように、ヘミアセタールを経てアセタールが生成する反応をアセタール化という。



R は水素原子または炭化水素基

アセタール化は合成繊維の製造に利用されている。例えばビニロンは、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の一部をホルムアルデヒドでアセタール化した合成繊維であり、衣料やテントなどに用いられている。



『余 白』

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)  $\alpha$ -グルコースは、ヘミアセタール構造をもっている。
- (b) 無水マレイン酸は、アセタール構造をもっている。
- (c) ポリビニルアルコールは、ポリ酢酸ビニルの加水分解により得られる。
- (d) ビニロンは、ポリビニルアルコールよりも水に溶けやすい。

- (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22 炭素、水素、および酸素からなる第二級アルコール **B** とアセトアルデヒド **2.2 g** を反応させると、完全にアセタール化が進行して、アセタール化合物 **C** が **8.7 g** 生成した。**B** の分子式として正しいものはどれか。ただし、この反応ではすべての過程において化合物の損失はないものとする。また、**B** のヒドロキシ基以外の原子団は、鎖状の飽和炭化水素とする。

マーク式解答欄 22

- (1)  $C_3H_8O$                 (2)  $C_4H_{10}O$                 (3)  $C_4H_{10}O_2$
- (4)  $C_5H_{12}O$                 (5)  $C_5H_{12}O_2$                 (6)  $C_6H_{14}O$
- (7)  $C_7H_{16}O_2$                 (8)  $C_8H_{18}O_2$                 (9)  $C_{10}H_{22}O$

『余 白』

問23 問22のアルコールB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 23

- (a) 不斉炭素原子をもつ。
- (b) ヨードホルム反応を示す。
- (c) 沸点は、Bと構造異性体の関係にあるエーテルの沸点よりも高い。
- (d) 酸化すると、アルデヒドを経てカルボン酸へと変換される。

- (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24 ポリビニルアルコール3.0gを水に溶かして1.0Lとした水溶液の浸透圧が27℃で340Paだったとき、このポリビニルアルコールの平均の重合度はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 24

- (1)  $1.0 \times 10^2$             (2)  $1.1 \times 10^2$             (3)  $2.2 \times 10^2$
- (4)  $5.0 \times 10^2$             (5)  $1.0 \times 10^3$             (6)  $1.1 \times 10^3$
- (7)  $2.2 \times 10^3$             (8)  $5.0 \times 10^3$             (9)  $2.2 \times 10^4$
- (10)  $5.0 \times 10^4$

『余 白』

# 下書き用紙

**6**

次の記述を読んで、問い（問25～問29）に答えよ。

(26点)

〔操作1〕

1. 分子量 **203** のジペプチド **A** を加水分解したところ、**2** 種類の  $\alpha$ -アミノ酸 **B** と **C** が得られた。
2.  $\alpha$ -アミノ酸 **B 150 mg** を完全燃焼させ、得られた窒素酸化物をすべて窒素にしたところ、標準状態で **22.4 mL** の窒素ガスが得られた。また、 $\alpha$ -アミノ酸 **B 150 mg** を完全燃焼させたところ、水 **90.0 mg** と二酸化炭素 **176 mg** が得られた。
3. ジペプチド **A** をエタノールと反応させてエステル化を行うと、分子量が **28** 増えた。ジペプチド **A** を無水酢酸と反応させてアセチル化すると、分子量が **84** 増えた。ジペプチド **A** の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱後、酢酸鉛 (II) 水溶液を加えても黒色沈殿は生じなかった。また、ジペプチド **A** のキサントプロテイン反応は陰性であった。
4.  $\alpha$ -アミノ酸 **B** と **C** の混合水溶液を、陽イオン交換樹脂を通して分離した。

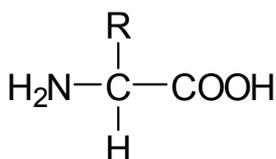
**問25**  $\alpha$ -アミノ酸 **B** の窒素含有量 [%] はいくらか。最も近いものを選べ。マーク式解答欄 **25**

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 7.7  | (2) 9.4  | (3) 10.7 | (4) 12.0 |
| (5) 15.7 | (6) 18.7 | (7) 19.2 | (8) 28.0 |

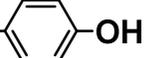
『余 白』

**問26**  $\alpha$ -アミノ酸 **B** と **C** は下記の 10 種類のアミノ酸のいずれかである。  
 $\alpha$ -アミノ酸 **B** として正しいものはどれか。ただし、**R** はそれぞれのアミノ酸の置換基（側鎖）である。

マーク式解答欄 26



$\alpha$ -アミノ酸の一般式

	<b>R</b>	等電点
(1) グリシン	<b>H</b>	<b>6.0</b>
(2) アラニン	<b>CH<sub>3</sub></b>	<b>6.0</b>
(3) システイン	<b>CH<sub>2</sub>-SH</b>	<b>5.1</b>
(4) メチオニン	<b>CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-S-CH<sub>3</sub></b>	<b>5.7</b>
(5) バリン	<b>CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub></b>	<b>6.0</b>
(6) ロイシン	<b>CH<sub>2</sub>-CH(CH<sub>3</sub>)-CH<sub>3</sub></b>	<b>6.0</b>
(7) グルタミン酸	<b>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-COOH</b>	<b>3.2</b>
(8) リシン	<b>(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-NH<sub>2</sub></b>	<b>9.7</b>
(9) フェニルアラニン	<b>CH<sub>2</sub>-</b>	<b>5.5</b>
(10) チロシン	<b>CH<sub>2</sub>-</b>	<b>5.7</b>

**問27**  $\alpha$ -アミノ酸 **C** として正しいものはどれか。上記の (1) ~ (10) のアミノ酸の中から選べ。

マーク式解答欄 27

**問28**  $\alpha$ -アミノ酸 **B** と **C** の混合物を縮合 (脱水) 反応して得られる鎖状のジペプチドについて、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。ただし、光学異性体は互いに異なる化合物として数える。また、置換基 (側鎖) にアミノ基やカルボキシ基が存在する場合には、それらの基もそれぞれ他のカルボキシ基やアミノ基と縮合 (脱水) 反応をおこすものとする。

マーク式解答欄 **28**

- (a) 2分子のアミノ酸 **C** から生成するジペプチドは、**4**種類である。  
(b) 1分子のアミノ酸 **B** と 1分子のアミノ酸 **C** から生成するジペプチドは、**6**種類である。  
(c) 全部でジペプチドは **20**種類である。

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

**問29** [操作1]の4を、下記の[操作2]に従い行った。[操作2]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。

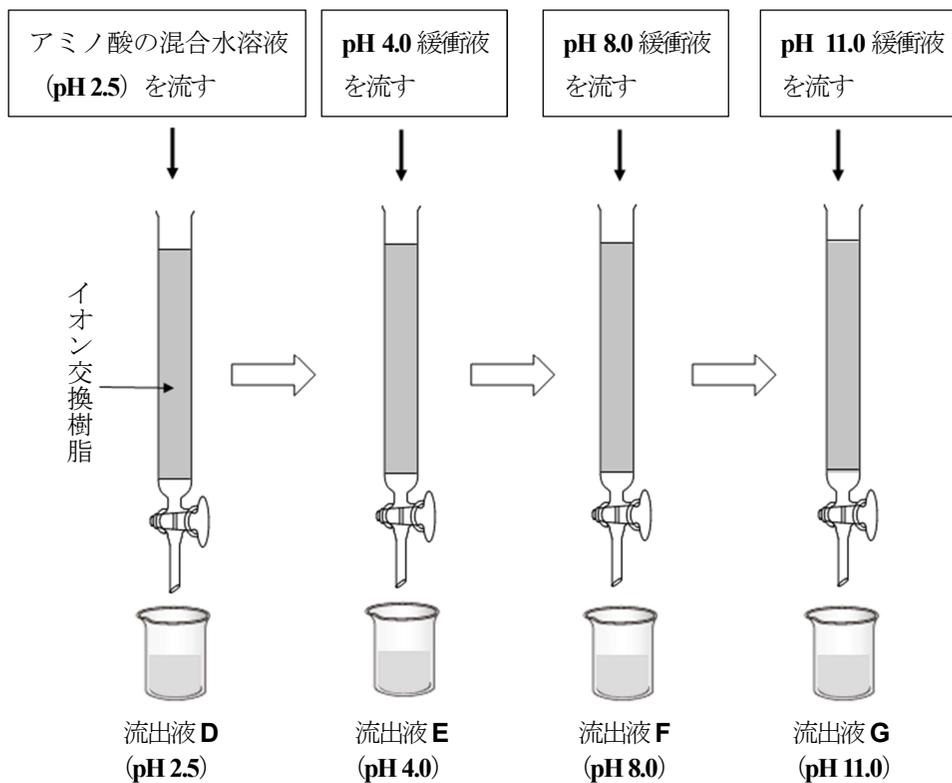
マーク式解答欄 **29**

<陽イオン交換樹脂によるアミノ酸の分離>

$\alpha$ -アミノ酸の混合水溶液を強酸性にすると、 $\alpha$ -アミノ酸はすべて正に荷電した状態になり、これを陽イオン交換樹脂を充填したカラムに通すと、すべて樹脂に吸着する。このカラムに緩衝液を順次 **pH** を上げながら流していくと、樹脂に吸着した各  $\alpha$ -アミノ酸が等電点に達し、分子中の正と負の電荷がつりあった  $\alpha$ -アミノ酸から順番に樹脂との吸着力を失って溶出する。

[操作2]

1. 陽イオン交換樹脂をカラムに詰め、**pH 2.5**の緩衝液を十分量流した。
2. このカラムに、**pH 2.5**に調整した  $\alpha$ -アミノ酸 **B** と **C** の混合水溶液を流して、流出液 **D** を得た。
3. 次に、**pH 4.0**の緩衝液を流して流出液 **E** を得た。
4. 続いて、**pH 8.0**の緩衝液を流して流出液 **F** を得た。
5. 最後に、**pH 11.0**の緩衝液を流して流出液 **G** を得た。



- (a) スルホ基が導入されたイオン交換樹脂は、陽イオン交換樹脂として用いられる。
- (b)  $\alpha$ -アミノ酸 C は流出液 E の中に含まれていた。
- (c)  $\alpha$ -アミノ酸 B は流出液 F の中に含まれていた。

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

『以上』