

問1～問25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, Cu=64

アボガドロ定数： **6.02×10^{23} /mol**

気体定数： **8.3×10^3 Pa·L/(K·mol)**

ファラデー定数： **9.65×10^4 C/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3）に答えよ。

(16点)

問1 固体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

- (a) 塩化ナトリウムの固体（結晶）は電気伝導性がよい。
- (b) ドライアイスは、分子間力により分子が配列する分子結晶である。
- (c) 黒鉛は金属結晶であり、電気伝導性がよい。
- (d) 構成粒子の配列が不規則な固体をアモルファスという。

- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| (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)] | | |

問2 ハロゲ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 2

- (a) ハロゲンの原子は7個の価電子をもつ。
- (b) 第2周期の元素のうちで、第1イオン化エネルギーが最も大きいのはフッ素である。
- (c) 塩化物イオンの電子配置は、ナトリウムイオンの電子配置と同じである。
- (d) ヨウ化カリウム水溶液に臭素水を加えると、ヨウ素が生成する。

- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| (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)] | | |

問3 コロイド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 **3**

- (a) 疎水コロイドのコロイド粒子は、それぞれ同種の電荷を帯び、その反発力により水溶液中で分散している。
- (b) 流動性のあるコロイドをゲル、流動性のないコロイドをゾルという。
- (c) 水酸化鉄(III)のコロイド溶液を凝析させるには、硫酸ナトリウムの方が、塩化ナトリウムよりも少ない物質質量でよい。
- (d) コロイド溶液のコロイド粒子は、セロハンのような半透膜を通過できるが、一般的なる紙は通過できない。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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)] | | |

『余 白』

2

次の記述を読んで、問い（問4～問6）に答えよ。

(14点)

アルカリ土類金属元素に属するカルシウムは、その化合物が石灰石や大理石として地殻中に多く存在することから、様々な用途で使用されている。

カルシウムの水酸化物や炭酸塩は、古代より建築材料として利用されている。人類最初のセメントである「気硬性セメント」は、砕いた⁽ⁱ⁾石灰石を熱して生石灰を生成させ、施工後に生石灰が空気中の水分や炭酸ガスと反応し硬化することを利用している。一方で、塩化カルシウムは冬期の道路が凍結する危険性があるときに、凍結防止剤として道路に散布される。これは、⁽ⁱⁱ⁾塩化カルシウムによる水の凝固点降下を利用している。

問4 アルカリ土類金属元素であるカルシウム、ストロンチウム、バリウムに共通する性質とし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 **4**

- (a) 化合物は炎色反応を示す。
- (b) 単体は常温で水と反応する。
- (c) 硫酸塩は水によく溶ける。
- (d) 水酸化物の水溶液は強塩基性である。

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

問5 下線部 (i) について、石灰石の主成分から生石灰が生成する反応式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 5

- (1) $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
- (2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- (3) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
- (4) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- (5) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- (6) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$

問6 下線部 (ii) の凝固点降下について、水 10 kg の凝固点を 5.0 °C 下げるために必要な塩化カルシウム (無水物) の質量 [kg] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。ただし、水のモル凝固点降下は 1.85 K·kg/mol であり、塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

マーク式解答欄 6

- (1) 0.33 (2) 0.56 (3) 0.84 (4) 1.0
- (5) 1.6 (6) 2.4 (7) 3.0 (8) 4.1

『余 白』

3

次の記述を読んで、問い（問7～問10）に答えよ。

（19点）

操作1：0.0500 mol/L のシュウ酸標準溶液 25.0 mL を (i) ホールピペット を用いて正確にはかりとり、(ii) コニカルビーカー に入れた。これに (iii) 指示薬 を加え、(iv) ビュレット を用いて水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和点になるまでに 25.5 mL を要した。

操作2：操作1で滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液 30.0 mL に希硫酸 12.0 mL を加えたところ、水溶液は塩基性を示した。この塩基性水溶液を過不足なく中和するのに 0.0500 mol/L 塩酸が 20.4 mL 必要であった。

問7 シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を用いて、0.0500 mol/L のシュウ酸標準溶液 50 mL を調製する方法として最も適当なのはどれか。

マーク式解答欄 7

- (1) シュウ酸二水和物 225 mg を正確にはかりとり、ビーカーに入れ、メスシリンダーではかりとった水 50 mL を加えて溶かす。
- (2) シュウ酸二水和物 225 mg を正確にはかりとり、ビーカーで少量の水に溶かし洗液とともに 50 mL のメスフラスコに入れ、さらに水を加えて 50 mL とする。
- (3) シュウ酸二水和物 315 mg を正確にはかりとり、ビーカーに入れ、メスシリンダーではかりとった水 50 mL を加えて溶かす。
- (4) シュウ酸二水和物 315 mg を正確にはかりとり、ビーカーで少量の水に溶かし洗液とともに 50 mL のメスフラスコに入れ、さらに水を加えて 50 mL とする。

『余 白』

問8 操作1で滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度〔mol/L〕はいくらか。次の中から最も近いものを選べ。

マーク式解答欄 8

- (1) 0.0245 (2) 0.0490 (3) 0.0720 (4) 0.0860
(5) 0.0900 (6) 0.0980 (7) 0.102 (8) 0.111

問9 操作2で用いた希硫酸の濃度〔mol/L〕はいくらか。次の中から最も近いものを選べ。

マーク式解答欄 9

- (1) 0.0630 (2) 0.0700 (3) 0.0800 (4) 0.0964
(5) 0.120 (6) 0.160 (7) 0.216 (8) 0.320

『余 白』

問10 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 10

- (a) 下線部 (i) のホールピペットは、シュウ酸標準溶液で共洗いした後、ぬれたまま使用してもよい。
- (b) 下線部 (ii) のコニカルビーカーは、水で洗浄した後、ぬれたまま使用してもよい。
- (c) 下線部 (iii) の指示薬として、メチルオレンジを使用してもよい。
- (d) 下線部 (iv) のビュレットは、水で洗浄した後、ぬれたまま使用してもよい。

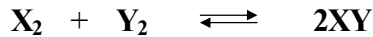
- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| (1) [(a),(b)] | (2) [(a),(c)] | (3) [(a),(d)] |
| (4) [(b),(c)] | (5) [(b),(d)] | (6) [(c),(d)] |
| (7) [(a),(b),(c)] | (8) [(a),(b),(d)] | (9) [(a),(c),(d)] |
| (10) [(b),(c),(d)] | | |

『余 白』

下書き用紙

4

下記の式で表される気体の反応に関する問い（問11～問13）に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とする。（16点）



問11 内容積2.0 Lの密閉容器に2.0 molの X_2 と2.0 molの Y_2 を入れたところ、 XY が1.0 mol生成して平衡状態に達した。このとき、温度は 27°C であった。この容器内の混合気体の全圧〔Pa〕はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 11

- (1) 6.2×10^5 (2) 1.2×10^6 (3) 1.9×10^6 (4) 2.5×10^6
(5) 3.1×10^6 (6) 3.7×10^6 (7) 5.0×10^6 (8) 6.2×10^6

問12 問11の平衡状態における平衡定数はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 12

- (1) $\frac{1}{4}$ (2) $\frac{4}{9}$ (3) $\frac{1}{2}$ (4) $\frac{9}{16}$
(5) $\frac{16}{9}$ (6) 2 (7) $\frac{9}{4}$ (8) 4

『余 白』

問13 問11の平衡状態から温度を一定に保ちながら 1.0 mol の XY を容器に追加したところ、再び平衡状態に達した。このとき容器内に存在する X₂ の物質量 [mol] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 13

- (1) $\frac{1}{4}$ (2) $\frac{3}{8}$ (3) $\frac{1}{2}$ (4) $\frac{8}{15}$
- (5) $\frac{15}{8}$ (6) 2 (7) $\frac{8}{3}$ (8) 4

『余 白』

5

次の問い（問14～問16）に答えよ。

(18点)

問14 電解槽に 0.430 mol/L の塩化銅(II)水溶液を 800 mL 入れ、炭素電極を用いて 0.500 A の電流で電気分解を行ったところ、塩化銅(II)水溶液の濃度は 0.405 mol/L となった。電気分解を行った時間 [秒] はいくらか。次の中から最も近い値を選べ。ただし、流れた電流はすべて電気分解に使用され、電気分解により水溶液の体積は変化しないものとする。

マーク式解答欄 14

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 965 | (2) 1930 | (3) 2900 | (4) 3860 |
| (5) 4830 | (6) 5790 | (7) 7720 | (8) 9650 |

『余 白』

問15 鉛蓄電池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 15

- (a) 正極を構成する化合物中の鉛原子の酸化数は +2 である。
- (b) 放電のとき、正極のみに PbSO_4 が析出する。
- (c) 充電のとき、負極では酸化反応がおこる。
- (d) 放電が進むにしたがって、電解液の H_2SO_4 濃度が低下する。

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

問16 陽イオンを含む水溶液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、いずれの操作も常温で行うものとする。

マーク式解答欄 16

- (a) Ag^+ を含む水溶液と Pb^{2+} を含む水溶液に、それぞれ希塩酸を加えると、いずれも塩化物の沈殿を生じる。
- (b) Ag^+ を含む水溶液と Cu^{2+} を含む水溶液に、それぞれ水酸化ナトリウム水溶液を加えると、いずれも水酸化物の沈殿を生じる。
- (c) Zn^{2+} を含む水溶液と Al^{3+} を含む水溶液に、それぞれアンモニア水を加えていくと、いずれも水酸化物の沈殿を生じるが、さらに加えるといずれの沈殿も溶ける。
- (d) Cu^{2+} を含む水溶液と Ca^{2+} を含む水溶液に、それぞれ硫化水素を通じると、いずれも硫化物の沈殿を生じる。

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

6

次の問い（問17～問18）に答えよ。

（8点）

問17 次の反応のうち、発生する気体が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 17

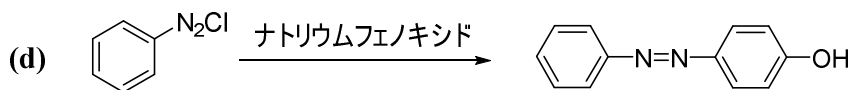
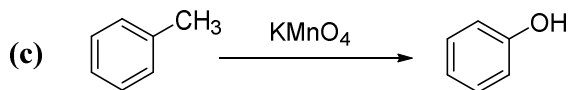
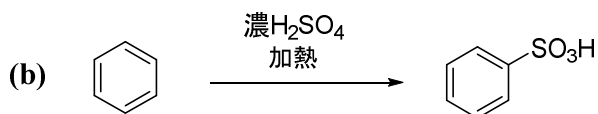
- (a) ギ酸に濃硫酸を加え加熱すると、一酸化炭素が発生する。
- (b) 酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱すると、エタンが発生する。
- (c) 炭化カルシウム（カーバイド）に水を加えると、アセチレンが発生する。
- (d) フェノールとナトリウムを反応させると、水素が発生する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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18 次の反応のうち、主生成物が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 18



- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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)] | | |

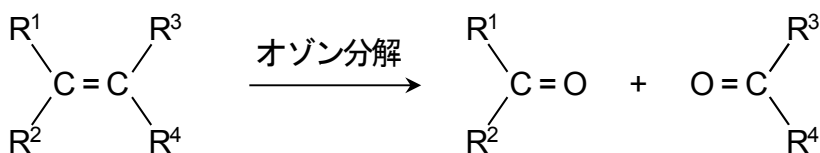
『余 白』

7

次の記述を読んで、問い（問19～問22）に答えよ。（19点）

1. 触媒を用いてエチレンを酸化すると化合物 **A** が生成する。
2. リン酸を触媒として、エチレンに水を付加させると化合物 **B** が生成する。
3. 化合物 **B** を穏やかに酸化すると化合物 **A** となり、さらに酸化すると化合物 **C** が生成する。
4. 化合物 **C** と水酸化カルシウムを反応させて得られる化合物を乾留すると、化合物 **D** が生成する。工業的には、化合物 **D** はクメン法によりフェノールとともに得られる。
5. 化合物 **E**（分子式 $C_7H_{14}O_2$ ）は、酸性物質とアルコール **F** とのエステルで、不斉炭素原子をもたない。
6. アルコール **F** を濃硫酸と反応させると、水分子が脱離して、アルケン **G** が主生成物として得られる。
7. アルケン **G** をオゾン分解すると化合物 **A** と化合物 **D** が生成する。

なお、オゾン分解とは、アルケンにオゾンを反応させた後、亜鉛などの還元剤で処理することで、 $C=C$ 結合が切断され、ケトンあるいはアルデヒドが生じる反応で、下図のような一般式で表すことができる。



($R^1 \sim R^4$ は、アルキル基または水素原子を表す)

『余 白』

問19 化合物A, B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 19

- (a) 化合物Aは、銀鏡反応に陽性である。
- (b) アセチレンに硫酸水銀(II)などを触媒として水を付加させると、化合物Aが生成する。
- (c) 化合物Bにフェーリング液を加えて加熱すると、赤色沈殿が生じる。
- (d) 化合物Bは、酵母のもつ酵素群のはたらきにより、グルコースから得られる。

- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| (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)] | | |

問20 化合物C, 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。

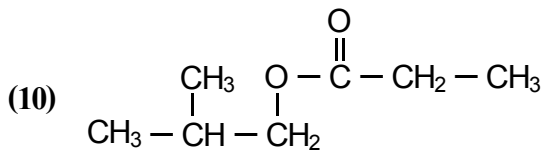
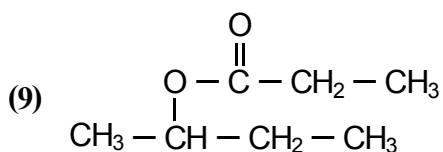
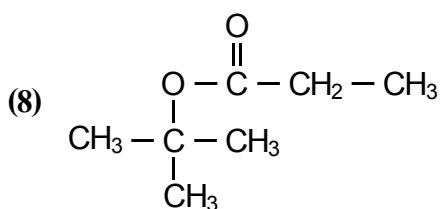
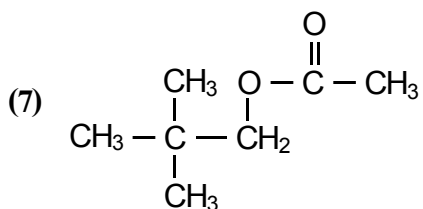
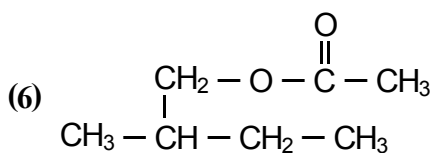
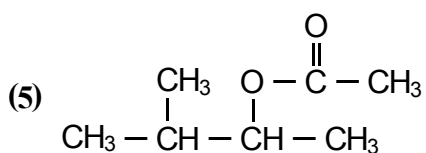
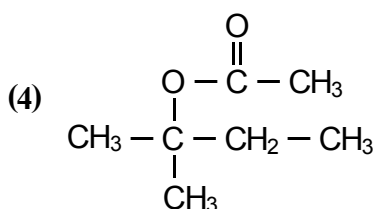
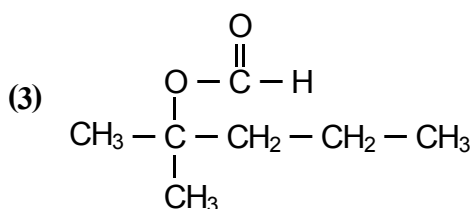
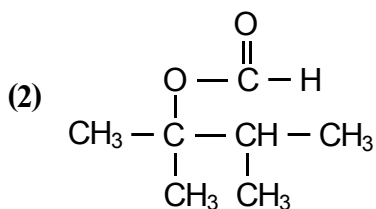
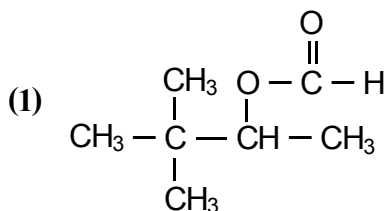
マーク式解答欄 20

- (a) 化合物Cに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生する。
- (b) 化合物Cとサリチル酸を縮合させると、サリチル酸メチルが生成する。
- (c) 化合物Dにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色の沈殿が生成する。
- (d) 1-プロパノールを酸化すると、化合物D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)] | | |

問2 1 化合物Eの構造式として最も適しているものはどれか。

マーク式解答欄 21



問22 化合物F, G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 22

- (a) 化合物Fと同じ分子式をもつアルコールの中で, 不斉炭素原子をもつ構造異性体は3つある。
- (b) 化合物Fに, 硫酸酸性下で二クロム酸カリウムを十分に作用させるとケトンが生成する。
- (c) 化合物Gにはシス - トランス異性体がある。
- (d) 化合物Gに臭素を付加させた化合物は不斉炭素原子をもつ。

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

8

次の記述を読んで、問い（問23～問25）に答えよ。

(15点)

オレイン酸（分子式は $C_{18}H_{34}O_2$ ）のみで構成される油脂 **A** に、(i)触媒を用いて十分な量の水素を反応させたところ、油脂 **B** が生成した。(ii)油脂 **B** を水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、グリセリンとセッケン **C** が得られた。セッケン **C** の水溶液を塩酸で酸性にしてジエチルエーテルで抽出したところ、脂肪酸 **D** が得られた。

問23 下線部 (i) の反応が完全に進んだとき、油脂 **A** 2.21 g と反応した水素の体積 [mL] は標準状態でいくらか。次の中から最も近いものを選べ。

マーク式解答欄 23

- | | | | |
|----------|----------|---------|---------|
| (1) 56.0 | (2) 84.0 | (3) 112 | (4) 168 |
| (5) 196 | (6) 224 | (7) 280 | (8) 336 |

『余 白』

問24 下線部 (ii) の反応が完全に進んだとき、油脂 B 1.78 g から得られるセッケン C の質量 [g] はいくらか。次の中から最も近いものを選べ。

マーク式解答欄 24

- (1) 0.540 (2) 0.584 (3) 0.612 (4) 1.09
(5) 1.23 (6) 1.62 (7) 1.76 (8) 1.84

問25 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 25

- (a) 油脂 A の融点は、油脂 B の融点よりも高い。
(b) セッケン C を一定濃度以上で水に溶かすと、ミセルが形成される。
(c) セッケン C の洗浄力は、 Ca^{2+} や Mg^{2+} を多く含む水中では低下する。
(d) 脂肪酸 D はグリセリンよりも水に溶けにくい。

- (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)]

『以上』