

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, K=39,**
Mn=55, I=127

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6）に答えよ。

(29点)

問1 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) すべての原子は、陽子、電子、中性子からできている。
- (b) ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C の原子は、それぞれ異なる数の電子を含む。
- (c) ホウ素原子と窒素原子の対電子の数は等しい。
- (d) O^{2-} のイオン半径は、 Na^+ のイオン半径より大きい。

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

問2 次の図は周期表の一部である。1つの区分はそれぞれ1つの元素を表し、アは1族、第1周期の元素である。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

ア									イ	
							ウ	エ		オ
							カ	キ	ク	ケ
									コ	

- (a) イ、オ、ケの単体のうち、最も沸点が低いのはイである。
- (b) カ、エ、クの単体は、いずれも常温、常圧で気体である。
- (c) ウ、キ、コの原子の水素化合物の水溶液は、いずれも酸性を示す。
- (d) 斜線の区分の元素は、いずれも金属元素である。

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

『余 白』

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) 塩酸にマグネシウム片を入れると、水素を発生する。
- (b) 濃硫酸を水に溶かすと、多量の熱を発生する。
- (c) 硝酸は強い還元作用を示す。
- (d) 十酸化四リンを水に加えて加熱すると、リン酸が得られる。

- (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)]

問4 水溶液A~Cは、 H_2SO_4 、 K_2CrO_4 、 HCl のいずれか1つの水溶液である。これらの溶液について、情報1,2が得られている。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。

マーク式解答欄 4

情報1 水溶液A~Cにそれぞれ Pb^{2+} を加えると、いずれも沈殿を生じたが、水溶液AとBから生じた沈殿は同じ色であった。

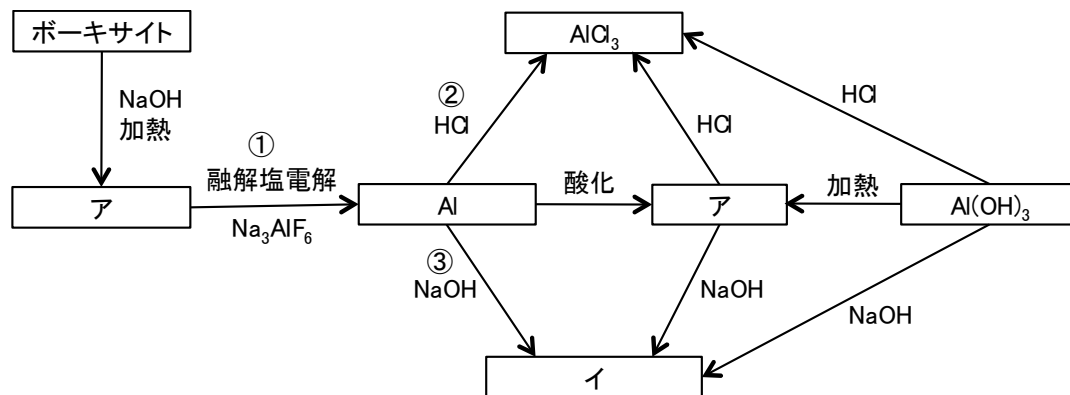
情報2 水溶液A~Cにそれぞれ Ba^{2+} を加えると、水溶液AとCのみから沈殿を生じたが、沈殿の色は異なっていた。

- (a) 水溶液Aに Cu^{2+} を加えると、黒色の沈殿を生じる。
- (b) 水溶液Bに Ca^{2+} を加えると、白色の沈殿を生じる。
- (c) 水溶液Cに Ag^+ を加えると、赤褐色（暗赤色）の沈殿を生じる。

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

問5 次の図はアルミニウムとその化合物の反応を示している。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。

マーク式解答欄 5



- (a) 化合物アは、ルビーやサファイアの主成分である。
 (b) ①の反応では、陰極にアルミニウムの単体が生成する。
 (c) ②と③の反応では、いずれの場合も水素が発生する。
 (d) 化合物イの水溶液は錯イオンを含み、青色を示す。

- (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)]

『余 白』

問6 次の物質のうち、固体が分子結晶として存在してい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 **6**

- | | | |
|-----------|-------------|------------|
| (a) 二酸化炭素 | (b) ヨウ化カリウム | (c) ヨウ素 |
| (d) ナフタレン | (e) 二酸化ケイ素 | (f) アルミニウム |

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

『余 白』

2

次の問い（問7～問10）に答えよ。

(22点)

問7 化合物 **A** の **5.0 mol/L** 水溶液を用いて、質量パーセント濃度 **15%** の **A** の水溶液（密度は **1.0 g/cm³** とする）を **200 mL** 調製したい。化合物 **A** の分子量を **M** とすると、**A** の **5.0 mol/L** 水溶液の必要量〔mL〕を表す式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 7

- (1) $\frac{1000M}{3}$ (2) $\frac{2000M}{3}$ (3) $6000M$
- (4) $3000M$ (5) $\frac{3000}{M}$ (6) $\frac{6000}{M}$
- (7) $\frac{300}{M}$ (8) $\frac{M}{6000}$

『余 白』

問8 60 °C の硝酸カリウム飽和水溶液 100 g を 35 °C に冷却したところ、30 g の硝酸カリウムが析出した。35 °C における硝酸カリウムの溶解度 [g/100 g 水] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、60 °C における硝酸カリウムの溶解度 [g/100 g 水] を 110 とする。

マーク式解答欄 8

(1) 27

(2) 32

(3) 37

(4) 42

(5) 47

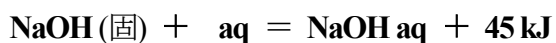
(6) 52

(7) 57

(8) 62

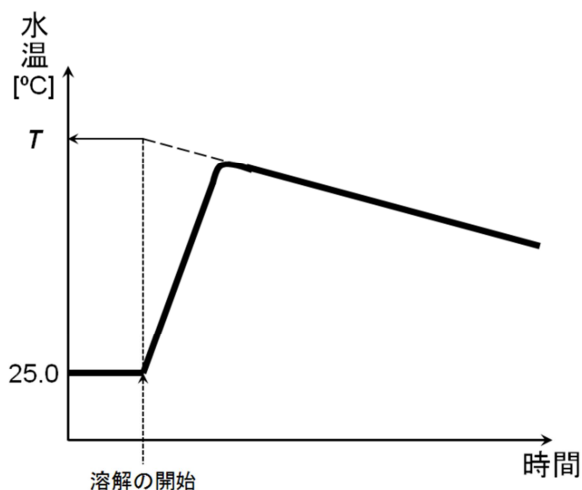
『余 白』

問9 物質 1 mol を多量の溶媒に溶かしたときに発生または吸収する熱量を溶解熱という。水酸化ナトリウムを水に溶解したとき、次の熱化学方程式が成り立つ。



水酸化ナトリウム 8.0 g を水に溶かして水酸化ナトリウム水溶液 500 g を調製した。このとき、時間に対する水温の変化を測定すると下図のような変化を示した。図中の温度 T は容器から熱が逃げないと仮定した場合に到達する水温である。温度 T [°C] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、水溶液の比熱を $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

マーク式解答欄 9

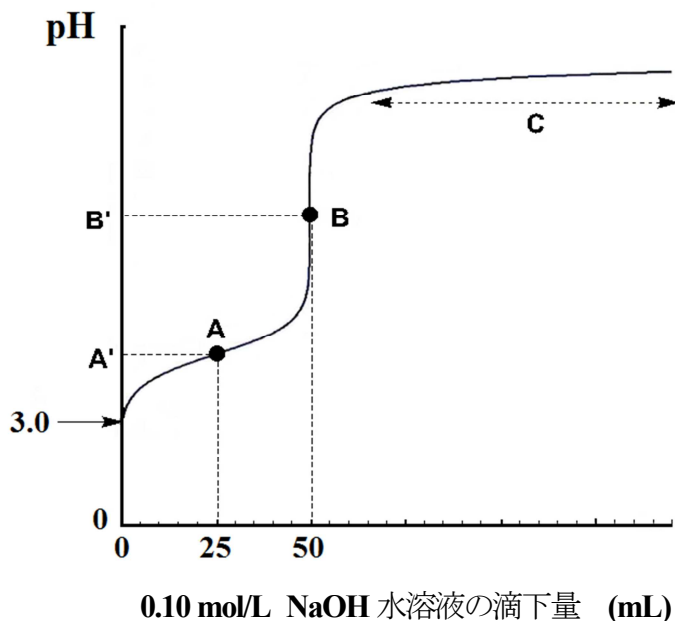


- (1) 25.4 (2) 26.3 (3) 27.2 (4) 28.5
 (5) 29.3 (6) 30.6

『余 白』

問10 下の図は、仮定の1価のカルボン酸 $R-COOH$ の 0.10 mol/L 水溶液 50 mL を水酸化ナトリウム $NaOH$ の 0.10 mol/L 水溶液で中和滴定したときの滴定曲線である。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。必要ならば、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$, $\log_{10} 5 = 0.70$ として計算せよ。

マーク式解答欄 10



- (a) カルボン酸 $R-COOH$ の電離定数 K_a は、 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ である。
 (b) A 点の pH (A' の値) は 4.5 である。
 (c) B 点の pH (B' の値) は $8 < B' < 9$ である。
 (d) C の範囲の溶液には、緩衝作用がある。

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

下書き用紙

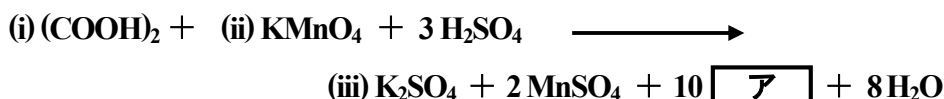
3

次の**実験 I**、**II**に関する問い（問11～問13）に答えよ。（16点）

実験 I

ある過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液（**X**とする）の濃度を正確に求めるために、次の酸化還元滴定を行った。

シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を正確に 0.252 g はかりとり、適量の**(A)**希硫酸に溶かしたところ、無色の溶液になった。この溶液を約 70°C に加温し、**X**を滴下すると、 40 mL 加えたところではじめて**(B)**溶液がわずかに赤紫色に着色した。なお、この滴定では次の反応が進み、気体（**ア**）が発生する。**(i)**、**(ii)**、**(iii)** は係数である。



実験 II

ある過酸化水素 H_2O_2 水溶液（**Y**とする）の濃度を正確に求めるために、次の酸化還元滴定を行った。

(C)**Y**を正確に 10 mL はかりとり、適量の希硫酸を加えると、無色の溶液になった。この溶液に、**実験 I** で濃度を求めた **X** を滴下すると、気体（**イ**）を発生しながら反応が進み、**X** を 20 mL 加えたところではじめて溶液がわずかに赤紫色に着色した。

問11 **実験 I** 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 11

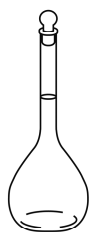
- (a) この滴定の反応では、シュウ酸 $(\text{COOH})_2$ は酸化剤としてはたらいっている。
 (b) 下線部 **(A)** の希硫酸は、しばしば希塩酸や希硝酸で代用される。
 (c) 下線部 **(B)** の着色は、 Mn^{2+} イオンが生成したことによる。
 (d) **ア** は、直線形の無極性分子である。

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

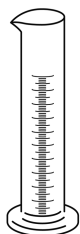
問12 実験II に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 12

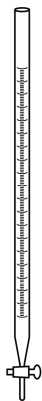
- (a) この滴定の反応では、 H_2O_2 は酸化剤としてはたらいっている。
(b) H_2O_2 の酸素原子の酸化数は -1 である。
(c) 下線部(C)の操作には、下の器具①～⑤のうち、②が最も適している。
(d) イには同素体が存在し、イもその同素体も常温、常圧で無色、無臭の気体である。



①



②



③



④



⑤

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

『余 白』

問13 XとYのモル濃度〔mol/L〕の組み合わせとして、正しいものはどれか。

マーク式解答欄 13

	X	Y
(1)	0.020	0.040
(2)	0.020	0.10
(3)	0.050	0.040
(4)	0.050	0.10
(5)	0.13	0.040
(6)	0.13	0.10

『余 白』

4

次の問い（問14～問16）に答えよ。

（15点）

炭素棒を電極として、ヨウ化カリウム水溶液に 0.50 A の直流電流を時間 t [秒] 流したところ、陰極から 27°C 、 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ で $2.46 \times 10^{-2}\text{ L}$ の気体が発生し、陽極にはヨウ素 m [mg] が生成した。

問14 流れた電気量 [C] として、最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 14

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 48 | (2) 97 | (3) 193 | (4) 290 |
| (5) 386 | (6) 579 | (7) 772 | (8) 965 |

問15 電流を流した時間 t [秒] として、最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 15

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 48 | (2) 97 | (3) 193 | (4) 290 |
| (5) 386 | (6) 579 | (7) 772 | (8) 965 |

問16 生成したヨウ素の質量 m [mg] として、最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 16

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 42 | (2) 64 | (3) 85 | (4) 127 |
| (5) 191 | (6) 254 | (7) 381 | (8) 508 |

5

次の問い（問17～問20）に答えよ。

(21点)

問17 設問のうち、記述内容に不備があるため問題を削除**問18** 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 18

- (a) ベンゼンとエチレンのいずれについても、その2つの水素原子を臭素原子に置換した化合物には、3種の異性体が存在する。
- (b) アラニンとグリセリンは、いずれも光学異性体をもつ。
- (c) 乳酸とフルクトースの組成式は同じである。
- (d) トルエンとナフタレンは、いずれもすべての原子が同一平面上にある。

- | | | |
|----------------|---------------|---------------|
| (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19 アニリ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 19

- (a) 水には溶けにくいだが、水酸化ナトリウム水溶液にはよく溶ける。
- (b) ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて加熱した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えると得られる。
- (c) 無水酢酸と反応して、アミド結合を形成する。
- (d) 純粋なものは室温で無色の液体であるが、空气中で放置すると徐々に褐色に変わる。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (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 次の有機化合物の反応のうち、主に置換反応が起こ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 20

- (a) ベンゼンに、紫外線を照射しながら塩素を反応させる。
- (b) ベンゼンに、ニッケルを触媒として高温・高圧で水素を反応させる。
- (c) フェノールの水溶液に、室温で臭素水を反応させる。
- (d) アセチレンに、硫酸水銀(II)を触媒として水を反応させる。

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| (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

次の記述を読んで、問い（問21～問25）に答えよ。（22点）

1. 化合物A～Cは、分子式 C_7H_8O で表される芳香族化合物である。
2. 化合物A～Cをそれぞれ単体のナトリウムと反応させたところ、化合物AとBからは水素が発生したが、化合物Cからは水素が発生しなかった。
3. 化合物Aを穏やかに酸化すると、化合物Dが生成し、さらに酸化すると化合物Eが生成した。化合物Eは、トルエンを過マンガン酸カリウムで酸化しても得られた。
4. 化合物Bのベンゼン環の水素原子の1つを臭素原子に置換した化合物には、2種類の異性体が存在する。
5. 化合物Fは、分子式 $C_{12}H_{16}O_2$ で表される不斉炭素原子をもつ化合物で、加水分解すると、化合物Bが得られた。

問21 化合物A, B, C, Eのうち、水酸化ナトリウム水溶液によく溶け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 21

- | | | |
|--------------|-------------|-------------|
| (1) A, B | (2) A, C | (3) A, E |
| (4) B, C | (5) B, E | (6) C, E |
| (7) A, B, C | (8) A, B, E | (9) A, C, E |
| (10) B, C, E | | |

問22 化合物A, B, Cのうち、無水酢酸と反応してエステルを生成す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 22

- | | | |
|-------------|----------|----------|
| (1) A | (2) B | (3) C |
| (4) A, B | (5) A, C | (6) B, C |
| (7) A, B, C | | |

問23 化合物 C 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) ベンゼン環に1つの置換基をもつ。
- (b) 不斉炭素原子をもつ。
- (c) 塩化鉄(III)水溶液を加えると、青紫～赤紫色を呈する。
- (d) エーテル結合をもつ。

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

問24 化合物 D および 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 24

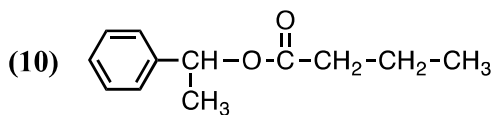
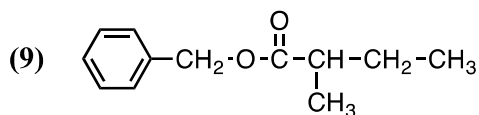
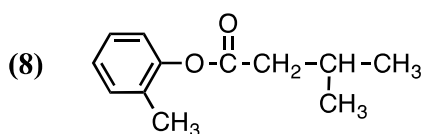
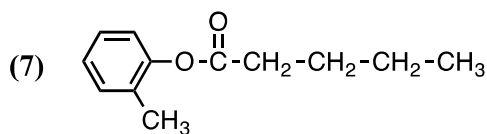
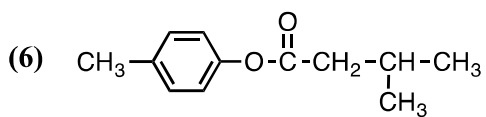
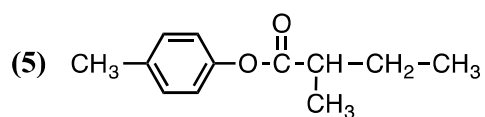
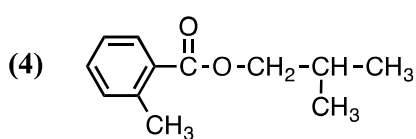
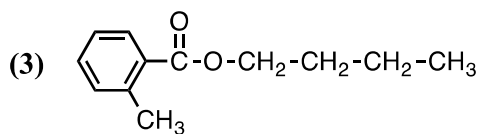
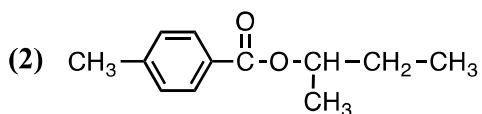
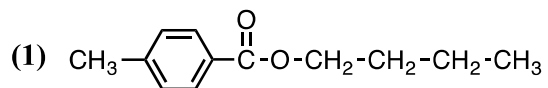
- (a) 化合物 D は、ヨードホルム反応を示す。
- (b) 化合物 D は、アンモニア性硝酸銀水溶液を還元する。
- (c) 化合物 E は、炭酸ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生する。
- (d) 濃硫酸を触媒として、化合物 E とメタノールを反応させるとエステルが生成する。

- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| (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25 化合物F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 25



『以上』