

1

次の文の〔 〕に当てはまる適当な語句を下から選べ。  
有機化合物は<sup>a</sup>〔 〕を骨格とした化合物である。構成元素の数は<sup>b</sup>〔 〕<br>〔 a 〕や<sup>c</sup>〔 〕のほか酸素、<sup>d</sup>〔 〕などから構成されている。一般に<sup>e</sup>〔 〕か<br>らなる物質で、融点・沸点は〔 〕い。エタノール、酢酸などは<sup>f</sup>〔 〕によく溶け<br>るが、多くの有機化合物は〔 g 〕には溶けにくく、<sup>h</sup>〔 〕に溶けやすい。  
(ア) 水素 (イ) ケイ素 (ウ) 炭素 (エ) 窒素 (オ) 多 (カ) 少な<br>(キ) 高 (ク) 低 (ケ) イオン (コ) 分子 (サ) 水<br>(シ) 有機溶媒

2

次の物質は、それぞれ(ア)~(ク)のどれに分類されるか。  
(1) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH (2) CH<sub>3</sub>-OH (3) CH<sub>3</sub>-O-CH<sub>3</sub> (4) CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>3</sub>  
(5) CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>3</sub> (6) CH<sub>3</sub>-COO-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (7) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-NH<sub>2</sub> (8) H-CHO  
(1)〔 〕 (2)〔 〕 (3)〔 〕 (4)〔 〕 (5)〔 〕 (6)〔 〕<br>(7)〔 〕 (8)〔 〕  
(ア) 炭化水素 (イ) 炭酸 (ウ) アルコール (エ) アルデヒド<br>(オ) ケトン (カ) エステル (キ) アミン (ク) エーテル

3

次の各問いに答えよ。  
(1) 次の化合物のうちから構造異性体を2組選べ。〔 〕  
(ア)  $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$  (イ)  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ | & || \\ \text{H} & \text{O} \end{array}$  (ウ)  $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$   
(エ)  $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | & | \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \end{array}$  (オ)  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ || \\ \text{O} \end{array}$  (カ)  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ || & || \\ \text{H} & \text{O} \end{array}$   
(キ)  $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | & || \\ \text{H} & \text{H} & \text{O} \end{array}$  (ク)  $\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ || & || \\ \text{O} & \text{O} \end{array}$   
(2) 次の分子式で表される鎖式化合物には、何種類の構造異性体があるか。  
(a) C<sub>3</sub>H<sub>12</sub> (b) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>Cl (c) C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>Cl<sub>3</sub> (d) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (e) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O  
(a)〔 〕 (b)〔 〕 (c)〔 〕 (d)〔 〕 (e)〔 〕

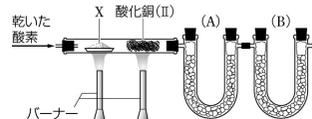
4

次の操作によって確認できる元素は、炭素、水素、窒素、塩素、硫黄のどれか。  
(1) 試料をソーダ石灰とともに加熱した。発生した気体に濃塩酸を近づけると、白煙が生じた。〔 〕  
(2) 試料を単体のナトリウムとともに加熱した。生成物を水に溶かした後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、黒色沈殿が生じた。〔 〕  
(3) 試料を黒く焼いた銅線につけて炎に入れると、青緑色の炎色反応を示した。〔 〕

(4) 酸化銅(II)とともに加熱して試料を完全燃焼させた。生じた気体を石灰水に通じると、白濁した。〔 〕  
(5) 酸化銅(II)とともに加熱して試料を完全燃焼させた。生成物を冷却し、白色の硫酸銅(II)の無水物に触れさせると、青色になった。〔 〕

5

図のような装置を用いて、炭素と水素からなる化合物 X を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 88 mg と、水 45 mg が得られた。  
(1) CuO は試料の不完全燃焼で生じるア( )をイ( )に変えるはたらきとする。(ア)と(イ)に当てはまる物質を化学式で答えよ。  
(2) ソーダ石灰管は図の(A), (B)のどちらにすべきか。また、その理由を70字程度で説明せよ。〔 〕、〔 〕  
(3) 化合物 X に含まれていた炭素と水素の質量は何 mg か。炭素〔 〕mg 水素〔 〕mg  
(4) 化合物 X の組成式を求めよ。〔 〕



6

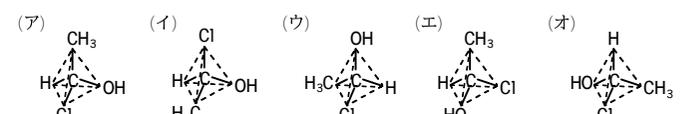
炭素、水素、酸素からなる化合物 A 45 mg を完全燃焼させ、発生した気体を吸収させたところ、塩化カルシウム管の質量は 27 mg、ソーダ石灰管の質量は 66 mg 増加した。また、化合物 A の分子量は 60 であった。H=1.0, C=12, O=16  
(1) 化合物 A の組成式を求めよ。〔 〕  
(2) 化合物 A の分子式を求めよ。〔 〕

7

ある化合物の元素分析の結果は、質量百分率で C : 52.2%, H : 13.0%, O : 34.8% であった。また、この化合物の分子量は、別の実験で 46 とわかった。H=1.0, C=12, O=16  
(1) この化合物の分子式を求めよ。〔 〕  
(2) この化合物がヒドロキシ基 -OH をもつとき、考えられる構造式を記せ。〔 〕

8

次の問いに答えよ。  
(1) 次のうち、同じ物質を表している組合せをすべて選べ。〔 〕  
(ア)  $\begin{array}{c} \text{Cl} & \text{Cl} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$  と  $\begin{array}{c} \text{Cl} & \text{H} \\ | & | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | & | \\ \text{H} & \text{Cl} \end{array}$  (イ)  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} = \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \text{CH}_3$  と  $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} = \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \text{CH}_3$   
(ウ)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ || \\ \text{O} \end{array}$  と  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ || \\ \text{O} \end{array}$  (エ)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  と  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ || \\ \text{CH}_2 \end{array}$   
(2) (a) 次の(ア)と同じ物質を(イ)~(オ)からすべて選べ。〔 〕



(b) (ア)と同じ物質群と(ア)と異なる物質群との関係を何というか。〔 〕  
(c) (b)の関係が生じるには、何という原子の存在が必要か。〔 〕

9

次の分子式で表される物質には、立体異性体を含め何種類の構造が考えられるか。  
(1) CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (2) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub> (3) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O (4) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>  
(1)〔 〕種類 (2)〔 〕種類 (3)〔 〕種類 (4)〔 〕種類

10

分子式が C<sub>9</sub>H<sub>n</sub>O<sub>2</sub> で表される化合物 30 mg を完全燃焼させたところ、水 18 mg が生成した。n の値を求めよ。H=1.0, C=12, O=16 [ ]

11

化合物 A は炭素、水素、酸素からなり、室温で揮発性の液体である。化合物 A 7.7 mg を完全燃焼させて生じた気体を、まず塩化カルシウム管、次にソーダ石灰管に通したところ、塩化カルシウム管は 6.3 mg、ソーダ石灰管は 15.4 mg の質量増加があった。また、化合物 A 440 mg をベンゼン(モル凝固点降下: 5.12 K・kg/mol の有機溶媒) 100 g に溶かしたところ、凝固点は 0.256 K 下がった。H=1.0, C=12, O=16  
(1) 化合物 A の分子式を求めよ。〔 〕  
(2) 化合物 A がエステル結合 -COO- をもつとすると、何種類の構造が考えられるか。〔 〕種類

12

化合物 A は炭化水素で、標準状態において密度が、2.41 g/L の気体である。この化合物 A 16.0 mg を完全燃焼させるのに必要な酸素は、標準状態で 36.5 mL であった。H=1.0, C=12  
(1) 化合物 A の分子式を求めよ。〔 〕  
(2) 化合物 A が鎖式化合物であるとき、考えられる構造異性体は何種類か。〔 〕種類

13

次の文の〔 〕に適当な語句、式、物質名、数値を入れよ。また{ }については適当なものを選べ。

不飽和結合をもたない鎖状炭化水素は<sup>a</sup>〔 〕と総称され、一般式<sup>b</sup>〔 〕で表される。炭素原子数の順に〔 a 〕を並べると、メタン、エタン、プロパン、<sup>c</sup>〔 〕、<sup>d</sup>〔 〕、……となる。〔 a 〕の炭素原子が<sup>e</sup>〔 〕個以上になると、分子式は同じでも構造式の異なる<sup>f</sup>〔 〕が存在するようになり、その数は〔 c 〕で2個、〔 d 〕で<sup>g</sup>〔 〕個である。

メタン分子の構造は<sup>h</sup>〔 〕型であり、エタンやプロパンの分子は〔 h 〕がつなげたような構造をしている。そのため、プロパンのC-C-Cの結合角はメタンのH-C-Hの結合角にほぼ等しく、約<sup>i</sup>〔 50°, 70°, 90°, 110°, 130° 〕である。

14

炭化水素に関する右の表の(a)~(f)に、適当な語句、式を入れよ。また、(g)~(i)に当てはまる製法を、次の(ア)~(エ)より選べ。

物質	メタン	エチレン	アセチレン
分類	アルカン	( a )	( b )
一般式	( c )	C <sub>n</sub> H <sub>2n</sub>	( d )
立体構造	( e )	( f )	直線形
実験室的製法	( g )	( h )	( i )

(a)〔 〕 (b)〔 〕 (c)〔 〕  
 (d)〔 〕 (e)〔 〕 (f)〔 〕  
 (g)〔 〕 (h)〔 〕 (i)〔 〕

- (ア) 炭化カルシウム CaC<sub>2</sub> に水を加える。  
 (イ) 濃硫酸を約 170 °C に加熱しながらエタノール C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-OH を加える。  
 (ウ) 濃硫酸を約 130 °C に加熱しながらエタノールを加える。  
 (エ) 酢酸ナトリウム CH<sub>3</sub>-COONa と水酸化ナトリウムを混ぜて加熱する。

15

次の各問いに答えよ。H=1.0, C=12, O=16

- (1) 2-メチルペンタンの分子式と構造式を記せ。

分子式〔 〕 構造式〔 〕

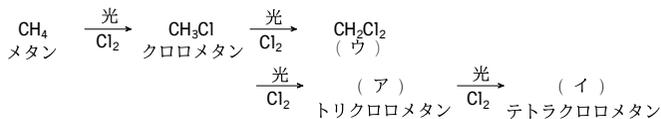
- (2) 2-メチルペンタンのすべての異性体について、構造式と物質名を記せ。

- (3) 2-メチルペンタンは密度 0.645 g/cm<sup>3</sup> (g/mL) の液体である。2-メチルペンタン 1.0 L の完全燃焼に必要な空気は、標準状態で何 L か。ただし、空気中の酸素は体積で 20 % とする。〔 〕 L

16

次の各問いに答えよ。

- (1) メタンと塩素の混合気体に光を当てると、メタンの H 原子が Cl 原子に置き換わる反応が段階的に起こる。



- (a) このような反応を何というか。〔 〕  
 (b) (ア)、(イ)に化学式、(ウ)に物質名を入れよ。

(ア)〔 〕 (イ)〔 〕 (ウ)〔 〕

- (2) エチレンやアセチレンに触媒を用いて水素を反応させると、不飽和結合が開いて H 原子が結合する。

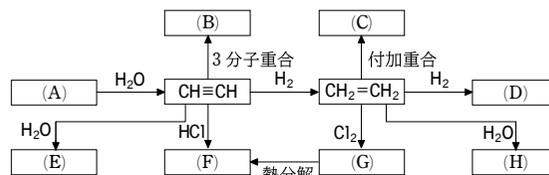
- (a) このような反応を何というか。〔 〕  
 (b) 多数の分子の間で次々と (a) が起こって長く鎖状に結合する反応を何というか。〔 〕

- (3) 次の化学反応式の右辺を示せ。

- (a) CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + Br<sub>2</sub> →〔 〕  
 (b) CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O →〔 〕

17

次の反応系統図について、(A)の組成式、(B)の分子式、(C)~(H)の構造式と(A)~(H)の物質の名称を記せ。

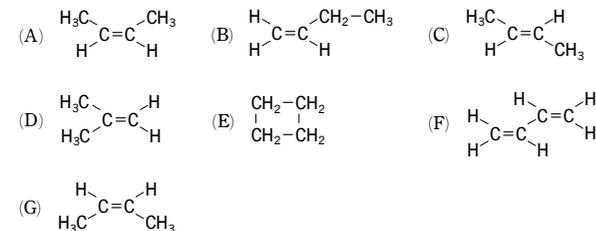


- (A)〔 〕 (B)〔 〕 (C)〔 〕 (D)〔 〕 (E)〔 〕 (F)〔 〕 (G)〔 〕 (H)〔 〕

18

次の問いに答えよ。

- (1) (A)と構造異性体の関係にある物質を、(B)~(G)からすべて選べ。〔 〕  
 (2) (A)とシス-トランス異性体の関係にある物質を、(B)~(G)からすべて選べ。〔 〕



19

エタン C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、エチレン C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、アセチレン C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> のそれぞれを空气中で燃焼させたとき、最も炎が明るく多くのすすを出すものはどれか。考え方とともに 40 字程度で答えよ。

20

次の文章の(ア)~(オ)に当てはまる語句や数値を答えよ。また、(カ)に当てはまる構造式を、不斉炭素原子を C\* としして答えよ。

エタンの H 原子のうち 2 つを Cl 原子で置き換えた化合物には<sup>a</sup>〔 〕種類の構造が考えられる。これらは互いに<sup>b</sup>〔 〕異性体の関係にある。

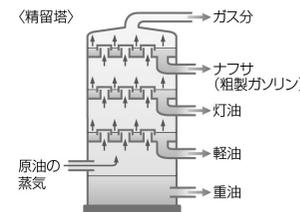
分子式が C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> である化合物には<sup>c</sup>〔 〕種類の構造が考えられる。そのうち、HCIC=CHCl と表される 2 つの化合物は、互いに<sup>d</sup>〔 〕異性体の関係にある。

分子式が C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>Cl<sub>2</sub> である化合物のうち、不斉炭素原子をもたないものは<sup>e</sup>〔 〕種類の構造が考えられる。また、不斉炭素原子をもつものの構造式は(カ)である。

(カ)

21

原油はさまざまな炭化水素を含む混合物であるので、分留により成分ごとに分けてから利用される。図は、原油から各成分を分離するための精留塔の構造を模式的に示したものである。精留塔の内部の温度は、上部になるほど低い。このことに着目して、精留塔の上のほうと下のほうで取り出される成分にどのような違いがあるかを説明せよ。



〔 〕

22

アルケン A に臭素を付加させたと、生成物の分子量は A の約 3.3 倍になった。また、A に水素を付加させるとアルカン B が得られた。

- (1) アルケン A の分子式を求めよ。 [ ]  
 (2) アルケン以外で A と同じ分子式になりうる炭化水素を、(ア)~(エ) からすべて選べ。 [ ]

- (ア) アルカン (イ) アルキン (ウ) シクロアルカン (エ) シクロアルケン  
 (3) B の構造異性体は B を含めて何種類あるか。 [ ] 種類

23

次の問いに答えよ。H=1.0, C=12

- (1) 気体の炭化水素 A 1.0 g の体積は、標準状態で 0.40 L であった。炭化水素 A は、アルカン、アルケン、アルキンのいずれと考えられるか。 [ ]  
 (2) 二重結合を 1 個もつ炭化水素 B 7.0 g に触媒を用いて水素を作用させ、反応した水素の標準状態での体積を測定したところ、誤差を含めて 2.24 L~2.35 L であった。B として考えられる炭化水素の分子式と分類上の名称をすべて記せ。 [ ]

24

アルカンは同じくらいの分子量をもつアルコールと比較して沸点が<sup>a</sup>[高い・低い]。これは、アルカンが極性の<sup>b</sup>[大きい・小さい]分子であり、分子どうしを引きつけあう力が弱いためである。この力は分子表面の短い距離にしか作用しないので、分子鎖が<sup>c</sup>枝分かれして分子の形が球状に近い形のアルカンでは、同じ分子式をもつ直鎖状アルカンに比べて沸点が<sup>e</sup>[高い・低い]。

- (1) 文中の [ ] について、適切なほうを選べ。  
 (a) [ ] (b) [ ] (c) [ ]  
 (2) この考え方をもとにして、炭素数 5 のアルカンのすべての異性体について、沸点が低い順に構造式と名称をかけ。

[ ]

25

次の文の [ ] に適当な数値を入れよ。

ブタンと塩素の置換反応において、光学異性体を同じ化合物と考えるとき、1 個の水素原子が塩素原子と置き換わった一置換体は<sup>a</sup>[ ]種類、2 個の水素原子が塩素原子と置き換わった二置換体は<sup>b</sup>[ ]種類存在する。二置換体のうち、不斉炭素原子を含まない化合物は<sup>c</sup>[ ]種類である。

一置換体に強い塩基を反応させると、隣り合った水素原子と塩素原子が塩化水素として脱離し、ブテンを生じる。いま、先の [ a ] 種類の一置換体の混合物から塩化水素を脱離させるとき、シス-トランス異性体を区別して考えると、<sup>d</sup>[ ]種類のアルケンの生成が考えられる。このうちシス-トランス異性体は<sup>e</sup>[ ]組存在する。

26

メタン CH<sub>4</sub>、エチレン C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、プロペン C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> の混合気体がある。この混合気体 100 mL をとり、十分な量の濃硫酸の中を通すと体積は 58 mL になった。また、初めの混合気体 100 mL を完全燃焼させるのに、酸素 278 mL が必要であった。初めの混合気体中の各成分の体積百分率は何 % か。なお、アルケンの二重結合には硫酸が付加する。気体の体積は 25 °C、1.01 × 10<sup>5</sup> Pa の下で測定し、25 °C における水蒸気圧は無視できるものとする。メタン [ ]%, エチレン [ ]%, プロペン [ ]%

27

炭素数 *m* のアルカン 1.0 mol と炭素数 *n* のアルカン 2.0 mol (*m* < *n*)、および酸素 15.0 mol からなる混合気体を 100 L の容器に入れ、アルカンを完全燃焼させた。その後、容器内の温度を 127 °C に保ったところ、未反応の酸素を含む容器内の圧力が 6.640 × 10<sup>5</sup> Pa になった。このとき容器内に液体は見られなかった。

気体定数 = 8.3 × 10<sup>3</sup> Pa · L / (mol · K)

- (1) 混合気体が完全燃焼したときの反応を、*m* と *n* のそれぞれを用いた化学反応式で表せ。  
 [ ]  
 [ ]  
 (2) 完全燃焼後の容器内に残っている物質の物質量の合計は何 mol か。 [ ] mol  
 (3) 2 種類のアルカンの名称をそれぞれ記せ。 [ ]

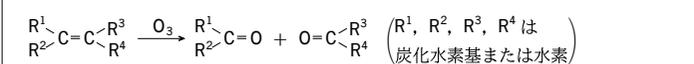
28

次の文中の化合物 A~I の構造式を、立体構造の違いがわかるように表せ。エチレンの H 原子を *n* 個 (*n* = 1~4) のメチル基で置換すると、化合物 A (*n* = 1), B (*n* = 2), C (*n* = 2, トランス形), D (*n* = 2), E (*n* = 3), F (*n* = 4) が生成した。B に H<sub>2</sub> を付加すると化合物 G が生成し、C, D に H<sub>2</sub> を付加するとどちらも化合物 H が生成した。E に HBr を付加した場合、2 種類の化合物の生成が予想されるが、実際は、二重結合している 2 つの C 原子のうち、メチル基が 2 個ついた C 原子に Br 原子が結合した化合物 I がおもに生成した。

- (A) [ ] (B) [ ] (C) [ ]  
 (D) [ ] (E) [ ] (F) [ ]  
 (G) [ ] (H) [ ] (I) [ ]

29

炭素-炭素間の二重結合をもつ炭化水素にオゾンを反応させると、次のように二重結合が切れてカルボニル基をもつ化合物が生じる。これをオゾン分解という。実験 1~3 の結果から、化合物 A~G を構造式で表せ。



[実験 1] 分子式 C<sub>7</sub>H<sub>12</sub> の化合物 A, B に触媒を用いて水素を反応させると、A は分子式 C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> の直鎖状アルカンを生じ、B は分子式 C<sub>7</sub>H<sub>14</sub> のシクロアルカンを生じた。

[実験 2] A をオゾン分解すると、分子式 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O (C), C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> (D) およびホルムアルデヒドの 3 種類の化合物が生じた。

[実験 3] B をオゾン分解すると、分子式 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O (E) と C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O (F) の 2 種類の化合物が生じた。F に触媒を用いて水素を反応させて、カルボニル基を還元すると、シクロペンタンに -OH が置換した構造の化合物 G が生じた。

- A [ ]  
 B [ ]  
 C [ ]  
 D [ ]  
 E [ ]  
 F [ ]  
 G [ ]

30

下の (ア)~(カ) のアルコールから、(1) 2 価アルコール (2) 第 3 級アルコール をそれぞれ選べ。

- (ア) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (イ) HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (1) [ ] (2) [ ]  
 (ウ) HO-CH<sub>2</sub>-CH(OH)-CH<sub>2</sub>-OH (エ) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub>  
 (オ) CH<sub>3</sub>-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-OH (カ) CH<sub>3</sub>-C(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-OH

31

次の文の ( ) に適当な語句を入れよ。

エタノールは、糖類の<sup>a</sup>( )発酵によって得られるが、工業的には、リン酸などを触媒として<sup>b</sup>( )に水を付加させて合成される。

エタノールは、ナトリウムと反応し、このとき<sup>c</sup>( )の気体が発生する。エタノールを濃硫酸とともに約 130 °C に加熱するとおもに<sup>d</sup>( )が得られ、約 170 °C に加熱するとおもに<sup>e</sup>( )が得られる。また、エタノールと酢酸の混合物に少量の<sup>f</sup>( )を加えて加熱すると、果実のような芳香をもつ<sup>g</sup>( )が得られる。このような脱水縮合反応を<sup>h</sup>( )という。

エタノールを酸化すると、<sup>i</sup>( )を経て<sup>j</sup>( )が得られる。一般に、第 1 級アルコールを酸化すると<sup>k</sup>( )を経て<sup>l</sup>( )になり、第 2 級アルコールを酸化すると<sup>m</sup>( )になる。

32

あるアルコール  $C_xH_y-OH$  1.5 g をナトリウムと反応させたところ、標準状態で 280 mL の水素が発生した。x, y を求め、アルコールとして可能な構造式を記せ。H=1.0, C=12, O=16

$x=[ \quad ]$   $y=[ \quad ]$

[  ]

33

次の問いに答えよ。  
次の文中のアルコール A, B, C, D の構造式を記せ。ただし、鏡像異性体は区別しないものとする。

分子式  $C_4H_{10}O$  で表されるアルコール A, B, C, D がある。これらの 4 種類の化合物に適当な酸化剤を反応させたところ、A, B からはアルデヒドが、C からはケトンが得られたが、D は反応が進行しなかった。また、A から生じたアルデヒドは、枝分かれのない直鎖状であった。

A [  ] B [  ]  
C [  ] D [  ]

34

メタノールとエタノールはどちらもアルコールであり、沸点や水への溶解性など、性質がよく似ている。これらを判別する操作を 1 つあげよ。

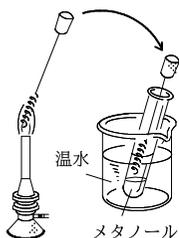
[  ]

35

磨いた銅線をらせん状に巻いてガスバーナーで赤熱した。銅線を炎から出して冷えてから観察すると、①銅線は変色していた。

この銅線を再びガスバーナーで赤熱した後、すぐに試験管に入れたメタノールの液面に近づけたところ、②銅線はもとの色にもどった。この操作をくり返して、③刺激臭のある化合物 A を得た。A は<sup>a</sup>[  ]性を示し、A を含む水溶液をフェーリング液に加えて加熱すると、<sup>b</sup>[  ]色の<sup>c</sup>[  ]が沈殿する。また、アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、<sup>d</sup>[  ]反応がみられる。

- 文中の [  ] に適当な語句、物質名を入れよ。
- 下線部 ① で、銅線は何色に変化したか。また、このとき銅線の表面に生成した物質は何か。 [  ], [  ]
- 下線部 ③ で生じた化合物 A は何か、構造式と名称を記せ。 [  ], [  ]
- 下線部 ②, ③ の変化を、1 つの化学反応式で表せ。 [  ]



36

次の記述のうち、ホルムアルデヒドとアセトンに共通して当てはまるものをすべて選べ。 [  ]

- (ア)  $>C=O$  結合をもっている。 (イ) 常温で液体である。  
(ウ) 水によく溶ける。 (エ) 酸性を示す。  
(オ) フェーリング液を還元する。 (カ) 銀鏡反応を示す。  
(キ) 酸化するとカルボン酸になる。 (ク) 還元するとアルコールになる。

37

分子式  $C_3H_6O$  で表される化合物 A, B, C がある。A と B はナトリウムと反応して気体を発生するが、C は反応しない。また、A と B をおだやかに酸化すると、A からは化合物 D が、B からは化合物 E が得られた。D と E に銀鏡反応を試みたところ、E だけが銀鏡を生成した。

- 下線部より、化合物 A, B, C がそれぞれどのような種類の物質であるとわかるか。分類名(化合物群の名称)をあげ、考え方とともに説明せよ。  
[  ]

- 化合物 A ~ E の構造式を記せ。

A [  ] B [  ]  
C [  ] D [  ]  
E [  ]

- 化合物 A ~ C のうち、濃硫酸と加熱すると脱水してプロペン(プロピレン)が生じるものはどれか。 [  ]
- 化合物 A ~ E のうち、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると黄色沈殿が生じるものはどれか。 [  ]
- 化合物 A ~ E のうち、フェーリング液に加えて加熱すると赤色沈殿が生じるものはどれか。 [  ]

38

次の文の [  ] に適当な物質名、語句を入れよ。また、[  ] 内の正しいほうを選べ。

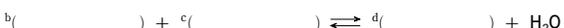
- <sup>a</sup>[  ] は食酢の主成分で、アセトアルデヒドを<sup>b</sup>[  ]して得られる無色・刺激臭の液体である。水溶液は酸性を示し、その強さは二酸化炭素の水溶液(炭酸)よりも<sup>c</sup>[  ]い。そのため、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると<sup>d</sup>[  ]を発生する。純粋に近い [ a ] は室温が下がると凝固するので、<sup>e</sup>[  ]ともいう。  
[ a ] を強い脱水剤で脱水すると、<sup>f</sup>[  ]に分類される<sup>g</sup>[  ]を生じる。
- ギ酸はカルボキシ基とともに<sup>h</sup>[  ]基を含むため<sup>i</sup>[  ]性を示し、アンモニア性硝酸銀水溶液から<sup>j</sup>[  ]を析出させる。
- 鎖式モノカルボン酸を<sup>k</sup>[  ]といい、油脂の構成成分となっている。そのうち、パルミチン酸  $C_{15}H_{31}-COOH$  は<sup>l</sup>[飽和・不飽和]の [ k ] であり、リノール酸

$C_{17}H_{31}-COOH$  は<sup>m</sup>[飽和・不飽和]の [ k ] である。

- 炭素数 2 の飽和ジカルボン酸は<sup>n</sup>[  ]であり、炭素数 4 の不飽和ジカルボン酸には<sup>o</sup>[  ]の関係にあるシス形の<sup>p</sup>[  ], トランス形の<sup>q</sup>[  ]がある。
- 腐敗した牛乳に含まれる乳酸はカルボキシ基と<sup>r</sup>[  ]基をもつ酸で、分子中に<sup>s</sup>[  ]炭素原子があるため、<sup>t</sup>[  ]異性体が存在する。

39

酢酸とエタノールの混合物に少量の濃硫酸を加えて温めると、<sup>a</sup>[  ]が生じる。



この反応を<sup>e</sup>[  ]といい、反応で生じる水の酸素原子は( b )からのものである。[ a ] は水より軽く、水に溶け<sup>f</sup>[  ]い液体で芳香がある。溶剤として用いられる。

- 文中の [  ] に適当な物質名、語句を、( ) に構造式を入れよ。
- [ a ] に塩酸を加えて加熱すると生じる物質は何か。  
[  ]
- [ a ] に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると生じる物質は何か。  
[  ]
- (2), (3) の反応をそれぞれ何というか。  
(2) の反応: [  ] (3) の反応: [  ]

40

次の文の [  ] に適当な語句、物質名を入れよ。  
油脂は<sup>a</sup>[  ]がもつ 3 つの  $-OH$  と<sup>b</sup>[  ]の  $-COOH$  が脱水縮合してできた構造のエステルである。常温で液体の油脂を<sup>c</sup>[  ]といい、油脂を構成する [ b ] が、<sup>d</sup>[  ]結合を多く含む場合、[ c ] となる。油脂は水に溶けないが、ジエチルエーテルやベンゼンなどの<sup>e</sup>[  ]にはよく溶ける。

油脂を水酸化ナトリウム水溶液と加熱すると加水分解され、[ b ] のナトリウム塩、すなわち<sup>f</sup>[  ]が生じる。[ f ] は、水溶液中では炭化水素基を内側に、イオンの部分を外側にして集まり、水中に分散する(コロイド粒子をつくる)。これを<sup>g</sup>[  ]という。

[ f ] の水溶液に油脂を少量加えて振ると、油脂は [ g ] の内側に取りこまれ、細かい粒子になって分散し、一様な乳濁液となる。この作用を<sup>h</sup>[  ]作用という。

41

- 次の記述のうち、正しいものをすべて選べ。 [  ]
- 合成洗剤の主成分は、強酸のナトリウム塩である。
  - 合成洗剤は、陽イオンの構造の中に、疎水性の高級炭化水素基の部分と、親水性のイオンの部分の両方をもつ。
  - 合成洗剤は、硬水や海水中では泡立ちが悪い。
  - 合成洗剤は、水の表面張力を小さくするので界面活性剤である。

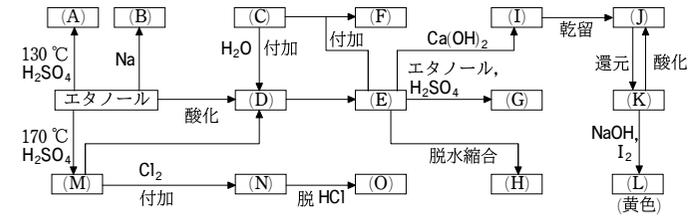
42

元素の質量百分率が炭素 54.5%，水素 9.1% で、分子量が 88.0 のエステル A がある。A を加水分解すると、カルボン酸とアルコールが生じた。H=1.0, C=12, O=16

- (1) 加水分解により生じたカルボン酸が銀鏡反応を示した。このとき考えられる A の構造異性体は何種類か。 [ ] 種類
- (2) 加水分解により生じたアルコールを酸化したところ、その生成物は銀鏡反応を示した。このとき考えられる A の構造異性体は何種類か。 [ ] 種類

43

次の図はエタノールに関連する化合物の反応系統図である。

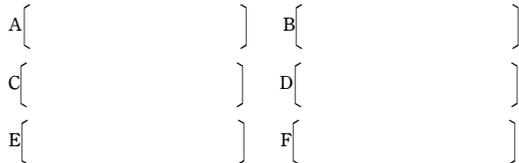


- (1) 図中の (A)~(O) に該当する物質名とその構造式を記せ。
- |      |      |
|------|------|
| A[ ] | B[ ] |
| C[ ] | D[ ] |
| E[ ] | F[ ] |
| G[ ] | H[ ] |
| I[ ] | J[ ] |
| K[ ] | L[ ] |
| M[ ] | N[ ] |
| O[ ] |      |
- (2) (a) (M)→(D) (b) (E)→(G) の変化をそれぞれ何とというか。 (a)[ ] (b)[ ]
- (3) (A)~(L) のうち、エステルであるものを 2 つ選べ。 [ ], [ ]
- (4) (F) と (O) に共通する官能基を何とというか。 [ ]

44

次の文中の化合物 A~G の構造式を記せ。

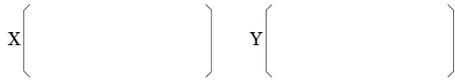
分子式  $C_4H_{10}O$  の異性体の 1 つである A を酸化すると、B が得られた。B は銀鏡反応を示した。濃硫酸に A を加えて加熱すると、C が得られた。C に臭素を付加すると、不斉炭素原子を含まない D が得られた。C に酸触媒を用いて水を付加すると、A とは異なる E が得られた。一方、C の異性体の 1 つである F に臭素を付加すると、不斉炭素原子 1 個をもつ G が得られた。



45

次の文中の化合物 X と Y の構造式を記せ。

分子式  $C_4H_{10}O_2$  の X は 2 価アルコールである。X をおだやかにニクロム酸カリウムの希硫酸溶液で酸化すると、分子式  $C_4H_8O_2$  の Y が生じる。Y にフェーリング液を加えて加熱すると、赤色の沈殿が生じる。Y をさらに酸化すると、分子式  $C_4H_8O_3$  の化合物 Z が生じる。Z を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、発泡して溶解する。



46

分子式  $C_4H_8O$  の化合物について、正しい記述をすべて選べ。 [ ]

- (ア) シス-トランス異性体をもつ化合物はない。
- (イ) ケトン は 1 種類である。
- (ウ) アルデヒド は 2 種類ある。
- (エ) アルコール は 3 種類以上ある。
- (オ) エーテル は 3 種類以上ある。

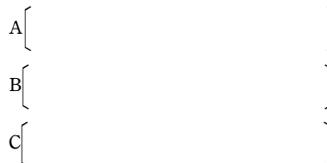
47

ある不飽和カルボン酸 56.0 g に臭素を完全に付加させると、生成物 152.0 g が得られた。また、この不飽和カルボン酸 56.0 g に触媒を用いて水素を完全に付加させ、飽和カルボン酸を得た。得られた飽和カルボン酸の質量 [g] と消費された水素の標準状態での体積 [L] を求めよ。H=1.0, C=12, O=16, Br=80

飽和カルボン酸 [ ] g, 水素 [ ] L

48

エステル A 2.60 g を加水分解すると、直鎖状のモノカルボン酸 B 1.76 g と 1 価アルコール C 1.20 g が得られた。アルコール C をおだやかに酸化したときの生成物はフェーリング液を還元せず、また、ヨードホルム反応を示した。A~C の構造式を記せ。H=1.0, C=12, O=16



49

油脂の構造は一般に右のように表される (R, R', R'' は炭化水素基)。 $CH_2-O-CO-R$  鏡像異性体を含めると、次の油脂には何種類の構造が考えられるか。 $CH-O-CO-R'$  ただし、炭化水素基内の異性体は考慮しないものとする。 $CH_2-O-CO-R''$

- (1) R, R', R'' がすべて異なる油脂 [ ] 種類
- (2) R, R', R'' のうち、2 つが同じである油脂 [ ] 種類

(3) 構成脂肪酸がオレイン酸  $C_{17}H_{33}-COOH$  またはリノール酸  $C_{17}H_{31}-COOH$  である油脂 [ ] 種類

50

次の各問いに答えよ。H=1.0, C=12, O=16, K=39, I=127

- (1) 1 種類の脂肪酸からなる油脂 1 g をけん化するのに、水酸化カリウム 190 mg が必要であった。この油脂の分子量を整数値で求めよ。 [ ]
- (2) (1) の油脂 100 g にヨウ素 86.2 g が付加した。構成脂肪酸 1 分子中の炭素原子間の二重結合の数は何個か。 [ ] 個

51

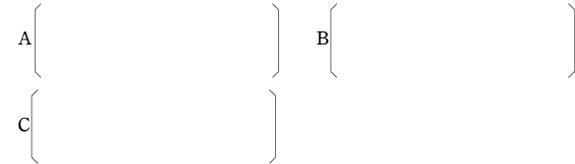
次の問いに答えよ。H=1.0, C=12, O=16, Na=23

- (1) 2 分子のパルミチン酸  $C_{15}H_{31}-COOH$  と 1 分子のリノール酸  $C_{17}H_{31}-COOH$  を構成成分とする油脂 A がある。油脂 A 100 g に水酸化ナトリウム水溶液を反応させてセッケンをつくると、何 g のセッケンが生じるか。 [ ] g
- (2) (1) の油脂 A 100 g に水素を完全に付加させるのに必要な水素は 27 °C,  $1.013 \times 10^5$  Pa で何 L か。 [ ] L

52

次の文中の化合物 A~C の構造式を記せ。

分子式  $C_5H_{12}O$  で表されるアルコールにはいくつかの構造異性体がある。不斉炭素原子をもたないアルコール A を濃硫酸の存在下で加熱すると、互いにシス-トランス異性体でない、分子式  $C_5H_{10}$  の化合物 B と C が生成した。また、B と C に適当な酸を触媒として水を付加させると、どちらも A がおもに生成した。



53

分子式  $C_3H_6O_2$  で表される化合物 A, B, C がある。A は水によく溶け、水溶液は酸性であった。B と C は分子内にエステル結合をもち、それぞれを加水分解したところ、B からは化合物 D と水溶液が酸性を示す化合物 E が、C からは化合物 F と銀鏡反応を示す化合物 G が得られた。

- (1) A, B, C, E, G の構造式を記せ。
- |       |       |
|-------|-------|
| A [ ] | B [ ] |
| C [ ] | E [ ] |
| G [ ] |       |
- (2) A~F のうち、酸化されるとアルデヒドになるものを 2 つ答えよ。 [ ], [ ]
- (3) A~F のうち、ヨードホルム反応を示すものを 1 つ答えよ。 [ ]

54

炭素、水素、酸素のみからなるヒドロキシ酸 A について、(a)~(e) のことが明らかとなっている。H=1.0, C=12, O=16

- (a) A 15.0 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 17.6 mg, 水 5.4 mg が得られた。
- (b) A の分子量は 150 であった。
- (c) A 75 mg と十分量のメタノールとの混合物に濃硫酸を加えて温めると、89 mg のエステル B が生成した。ただし、反応は完全に進行したものとする。
- (d) B 89 mg に十分量の無水酢酸を加えて温めたところ、エステル C 131 mg が得られた。ただし、反応は完全に進行したものとする。

(e) A には不斉炭素原子が存在した。

- (1) A の分子式を求めよ。 [ ]
- (2) A にはカルボキシ基、ヒドロキシ基がそれぞれいくつあるか。  
カルボキシ基 [ ] 個、ヒドロキシ基 [ ] 個
- (3) A の構造式を記せ。不斉炭素原子には C\* のように \* をつけよ。  
[ ]

55

分子式 C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub> をもつ異性体 A および B がある。それぞれを希酸とともに温めて加水分解したところ、A からは酸 A<sub>1</sub> とアルコール A<sub>2</sub> とが得られ、B からは酸 B<sub>1</sub> とアルコール B<sub>2</sub> とが得られた。

得られたアルコール A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> は異性体であり、それぞれを酸化すると A<sub>2</sub> からは酸 B<sub>1</sub> が、また B<sub>2</sub> からは酸 A<sub>1</sub> が生じた。A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> の異性体として、これらのほかにアルコール C および D が存在する。

C, D をそれぞれ濃硫酸と加熱して脱水反応を行ったところ、C からはアルケンの混合物が、また D からはただ 1 種類のアルケンが生成した。この D から生じたアルケンは A<sub>2</sub> の脱水によっても得られた。

- (1) 上の文中のアルコールの分子式を記せ。 [ ]
- (2) アルコール C の脱水で得られるアルケンは何種類の異性体の混合物か。 [ ]
- (3) アルコール D および A<sub>2</sub> から得られるアルケンの構造式をかけ。 [ ]

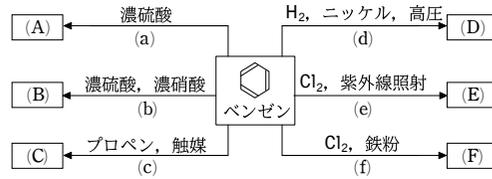
56

ベンゼンについて、誤りを含む記述をすべて選べ。 [ ]

- (ア) 炭素原子間の距離はすべて等しい。
- (イ) すべての原子は同一平面上にある。
- (ウ) 揮発性があり、引火性である。
- (エ) 置換反応よりも付加反応を起こしやすい。
- (オ) 過マンガン酸カリウムの硫酸酸性水溶液を滴下すると、直ちに赤紫色が消える。
- (カ) 二置換体には、オルト・メタ・パラの 3 種類の異性体がある。

57

次の図は、ベンゼンとその誘導体の関係を表している。化合物 (A)~(F) の名称および (a)~(f) の反応の化学反応式を表せ。



- (A) [ ] (B) [ ]
- (C) [ ] (D) [ ]
- (E) [ ] (F) [ ]

- (a) [ ]
- (b) [ ]
- (c) [ ]
- (d) [ ]
- (e) [ ]
- (f) [ ]

58

次の文の [ ] に適当な物質名、語句を入れよ。

プロパン(プロピレン)へのベンゼンの付加反応により生じる<sup>a</sup>[ ]を酸化したのちに硫酸で分解すると、<sup>b</sup>[ ]とともにフェノールが生じる。また、ベンゼンを濃硫酸と反応させて生じる<sup>c</sup>[ ]を中和したのち、水酸化ナトリウムと融解すると<sup>d</sup>[ ]が生じる。これを酸性にすることによっても、フェノールは得られる。

フェノールはベンゼン環に<sup>e</sup>[ ]基がついた弱い<sup>f</sup>[ ]で、水酸化ナトリウム水溶液に溶けて<sup>g</sup>[ ]になる。[ d ]の水溶液に二酸化炭素を吹き込むと、炭酸はフェノールよりも<sup>h</sup>[ ]い [ f ] であるため、<sup>h</sup>[ ]が遊離する。[ d ]を融解して高圧で二酸化炭素を反応させると<sup>i</sup>[ ]が生じ、これを酸性にすると<sup>j</sup>[ ]が得られる。フェノールや [ j ] は、塩化鉄(III)水溶液により<sup>k</sup>[ ]色を呈する。

フェノールはベンゼンより<sup>l</sup>[ ]反応を受けやすい。例えば、フェノールの水溶液に臭素水を加えると<sup>m</sup>[ ]の白色沈殿が生じ、硝酸を作用させると最終的には<sup>n</sup>[ ]が生じる。

59

次の各問いに答えよ。

- (1) エタノールに当てはまり、フェノールには当てはまらない記述を下から選べ。
- (2) フェノールに当てはまり、エタノールには当てはまらない記述を下から選べ。
- (3) エタノールとフェノールの両方に当てはまる記述を下から選べ。

- (1) [ ] (2) [ ] (3) [ ]
- (ア) 水によく溶ける。 (イ) 酸化すると、アルデヒドを生じる。
- (ウ) -OH をもっている。 (エ) 水溶液は塩基性である。
- (オ) 水溶液は酸性である。 (カ) 塩基と反応して塩をつくる。
- (キ) エステルをつくる。 (ク) 塩化鉄(III)によって呈色する。

60

次の文の [ ] に適当な構造式を入れよ。

芳香族アルコールにはベンジルアルコール c1ccccc1CO があり、芳香族アルデヒドにはベンズアルデヒド<sup>a</sup>[ ]がある。これらを酸化すると、芳香族カルボン酸の<sup>b</sup>[ ]が生じる。[ b ]は無色の針状結晶で、水に対する溶解度は小さいが、炭酸ナトリウム水溶液には<sup>c</sup>[ ]をつくって溶ける。また、[ b ]をエタノールと少量の濃硫酸とともに熱すると、<sup>d</sup>[ ]が生じる。

61

次の文の [ ] に適当な語句、物質名を入れよ。また、下線部を化学反応式で表せ。サリチル酸は、ベンゼンの<sup>a</sup>[ ]位にカルボキシ基と<sup>b</sup>[ ]基をもち、カルボン酸と<sup>c</sup>[ ]の両方の性質を示す。

例えば、<sup>d</sup>[ ]水溶液により赤紫色を呈する。また、<sup>e</sup>メタノールと少量の濃硫酸と熱するとエステルの<sup>f</sup>[ ]を生じ、<sup>g</sup>無水酢酸と少量の濃硫酸との反応でエステルの<sup>h</sup>[ ]を生じる。なお、[ f ]分子中の CH<sub>3</sub>-CO- を<sup>i</sup>[ ]基という。

- ① [ ]
- ② [ ]

62

次の文の〔 〕に適当な語句、物質名を入れよ。  
 アニリンはベンゼンの水素原子1個を<sup>a</sup>〔 〕基で置換した構造の化合物で、ニトロベンゼンを<sup>b</sup>〔 〕してつくる。また、アニリンはアンモニアの水素原子を<sup>c</sup>〔 〕基で置換した構造とも見ることができ、アンモニアと同様に弱い<sup>d</sup>〔 〕で、塩酸に溶けて<sup>e</sup>〔 〕になる。また、無水酢酸と反応すると<sup>f</sup>〔 〕が生じる。この化合物中の-NH-CO-結合を<sup>g</sup>〔 〕結合という。  
 アニリンを冷却しながら亜硝酸ナトリウムと塩酸を反応させると、<sup>h</sup>〔 〕とよばれる反応が起こり、<sup>i</sup>〔 〕が生じる。この溶液にナトリウムフェノキシド水溶液を加えると、<sup>j</sup>〔 〕基をもった<sup>k</sup>〔 〕が生じる。この反応を<sup>l</sup>〔 〕という。

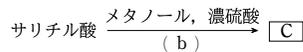
63

ヤナギの樹皮に解熱鎮痛作用のあるサリシンが含まれていることは、以前から知られていた。この物質は体内でサリチル酸に変化し、薬理作用(薬用効果)を示すものと考えられている。

サリチル酸は、化学的には次のようにして合成される。



サリチル酸は医薬品として盛んに使われたが、副作用が問題になったため、化合物Bが開発された。また、サリチル酸からは外用塗布薬に用いられる化合物Cも得られる。



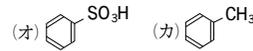
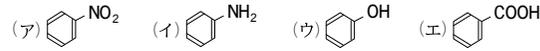
- (1) ①, ②に適する物質の化学式, (a), (b)に適する反応名を入れよ。  
 ①〔 〕 ②〔 〕 (a)〔 〕 (b)〔 〕  
 (2) **A**~**C**に適する化合物の構造式を記せ。



64

次の記述に当てはまる化合物を、それぞれ下からすべて選べ。

- (1) 弱い酸性を示し、水よりも水酸化ナトリウム水溶液によく溶ける。〔 〕  
 (2) さらし粉水溶液にこの化合物を加えると、溶液が赤紫色となる。〔 〕  
 (3) 水によく溶けて、強い酸性を示す。〔 〕  
 (4) この化合物の水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると、紫色を呈する。〔 〕  
 (5) 水にはわずかししか溶けないが、塩酸によく溶ける。〔 〕  
 (6) 水、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液のいずれにも溶けない。〔 〕



65

次の分子式で表される芳香族化合物の異性体はそれぞれ何種類か。

- (1)  $C_6H_5Cl_3$  (2)  $C_7H_7Cl$  (3)  $C_9H_{12}$   
 (1)〔 〕種類 (2)〔 〕種類 (3)〔 〕種類

66

次の記述に該当する分子式 $C_7H_6O$ の芳香族化合物の構造式を示せ。

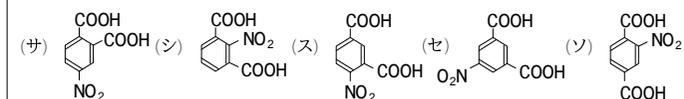
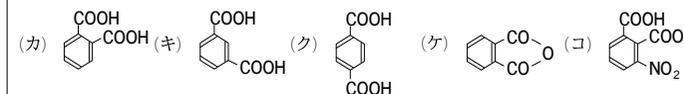
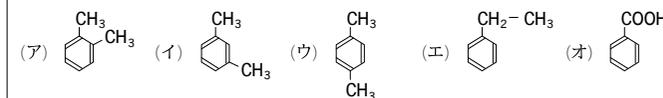
- (1) 過マンガン酸カリウムで酸化すると、安息香酸になる。〔 〕  
 (2) 置換基の位置がサリチル酸と同じで、塩化鉄(III)水溶液で呈色する。〔 〕  
 (3) エーテル結合を含む。〔 〕

67

次の文の化合物A~Jに該当するものを、それぞれ(ア)~(ソ)から選べ。H=1.0, C=12

炭素数8、分子量106の芳香族炭化水素A, B, C, Dがある。これらの芳香族炭化水素を過マンガン酸カリウムで酸化すると、Aからは分子式 $C_7H_6O_2$ のモノカルボン酸Eが生じ、B, C, Dからはそれぞれジカルボン酸F, G, Hが生じる。

Fを230℃に熱すると、容易に2個のカルボキシ基から脱水して化合物Iになる。Gに濃硫酸の存在下で、濃硝酸を反応させると生じるニトロ基を1個含む化合物は、Jただ1種類である。



68

アニリンとナフタレンが溶けたジエチルエーテル溶液を分液漏斗に入れ、希塩酸を加えて振り混ぜた。その後しばらく静置すると、ジエチルエーテルの層(エーテル層)と希塩酸の層(水層)に分離した。

(1) 水層には、アニリンを由来とする物質が含まれる。ジエチルエーテルに溶けていたアニリンがどのように反応して水層に移動したのか、簡単に説明せよ。



〔 〕

(2) 分液漏斗から水層のみを取り出した。この後、水層からアニリンを分離するためには、どのような実験操作を行えばよいか。手順を追って説明せよ。

〔 〕

69

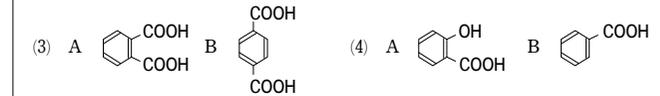
安息香酸とフェノールを溶かしたジエチルエーテル溶液がある。この溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、よく混ぜて静置した。安息香酸とフェノールは、それぞれエーテル層と水層のどちらに溶けているか。どのような変化が起こったかをふまえて説明せよ。

〔 〕

70

(1)~(4)のAとBの組合せについて、AとBの両方に対して同じ操作を行い、Aだけで変化が観察されるようにしたい。適切な操作とそのときのAの変化をそれぞれ下から選べ。同じものを何度選んでもよい。

- (1)〔 〕,〔 〕 (2)〔 〕,〔 〕 (3)〔 〕,〔 〕  
 (4)〔 〕,〔 〕



- [操作] (ア) 臭素水を加える。 (イ) 塩化鉄(III)水溶液を加える。  
 (ウ) 加熱する。 (エ) ナトリウムフェノキシド水溶液を加える。  
 (オ) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加える。  
 (カ) さらし粉水溶液を加える。

- [変化] (a) 白色沈殿を生じる。 (b) 赤褐色が無色になる。  
 (c) 橙赤色を呈する。 (d) 二酸化炭素を発生して溶ける。  
 (e) 赤紫色を呈する。 (f) 水蒸気を発生して酸無水物になる。

71

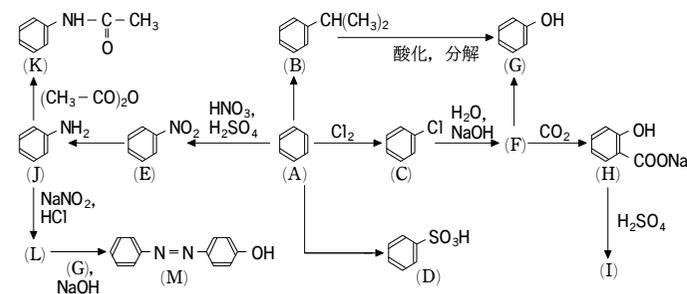
次の文の〔 〕に適当な語句を入れよ。  
 太陽光のようにいろいろな波長の光を含み、色を感じさせない光を〔 〕という。例えば、〔 a 〕から青色の光だけが欠けると、青色を除いたすべての光が目に入り、黄色に感じる。このとき、黄色は青色の〔 b 〕であるという。染色に使われる色素が色付いて見えるのは、その色素が特定の色の光を〔 c 〕し、その残りの光が〔 d 〕して目に入るからである。  
 天然の材料から得られる染料を〔 e 〕といい、おもに〔 f 〕を原料に化学的につくられる染料を〔 g 〕という。染料が繊維を染色するには、染料分子が繊維の分子のすき間に入りこみ、繊維に強く結びついて離れなくすることが必要である。繊維と染料は、それぞれの官能基のところで、分子間力や〔 h 〕結合などで結合する。

72

次の文の〔 〕に適する語句、人名を下から選べ。  
 抗生物質はある種の〔 a 〕により生産され、他の〔 a 〕の〔 b 〕または〔 c 〕を阻害する。イギリスの〔 d 〕は、病原菌の一種のブドウ球菌を培養中に、〔 e 〕の生えた周囲にブドウ球菌が生育しないことを見つけ、〔 e 〕の出す物質が細菌を死滅させると考えた。この物質は〔 f 〕と名づけられた。〔 f 〕は細菌のもつ〔 g 〕の合成を阻害して効果を示す。ヒトには〔 g 〕がないので、ヒトに対する〔 f 〕の毒性は〔 h 〕しい。  
 (ア) フレミング (イ) パスツール (ウ) ボイル (エ) 微生物  
 (オ) アオカビ (カ) サルバルサン (キ) ストレプトマイシン  
 (ク) ペニシリン (ケ) 細胞膜 (コ) 細胞壁 (サ) 高(強)  
 (シ) 低(弱) (ス) 成長 (セ) 光合成 (ソ) 機能

73

ベンゼンより誘導される化合物の反応経路を示した。

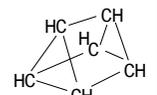


- (1) (B)~(M)の物質名を記せ。  
 (B)〔 〕 (C)〔 〕  
 (D)〔 〕 (E)〔 〕  
 (F)〔 〕 (G)〔 〕  
 (H)〔 〕 (I)〔 〕  
 (J)〔 〕 (K)〔 〕

- (L)〔 〕  
 (M)〔 〕  
 (2) 次の反応を行わせるときに作用させる物質を化学式で示せ。  
 (a) (A)→(B) (b) (A)→(D) (c) (F)→(G)  
 (a)〔 〕 (b)〔 〕 (c)〔 〕  
 (3) 次の反応の名称を答えよ。  
 (a) (A)→(D) (b) (E)→(J) (c) (J)→(K) (d) (J)→(L) (e) (L)→(M)  
 (a)〔 〕 (b)〔 〕  
 (c)〔 〕 (d)〔 〕  
 (e)〔 〕

74

次の各問いに答えよ。  
 (1) 次の文の〔 〕に適当な語句、物質名を入れよ。  
 ベンゼンは3個の〔 a 〕と3個の〔 b 〕を交互にもつ六角形の構造式で表されるが、これでは説明できない事実がある。例えば、隣り合って2個のメチル基をもつ〔 c 〕では2種類の異性体が考えられるが、実際にはただ1種類の物質しかない。また、エチレンやプロペンなどの〔 d 〕と同じように〔 e 〕反応を行うと考えられるのに、実際には〔 e 〕反応よりは〔 f 〕反応を起こしやすい。  
 (2) ベンゼンの構造として右図のような三角柱を考えた場合、2つの水素原子を臭素原子で置き換えた化合物 C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>には、立体異性体を含めて何種類の異性体があるか。ただし、炭素原子間の結合距離はすべて等しいものとする。〔 〕

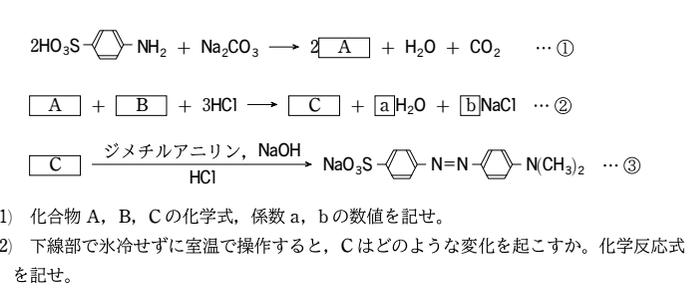


75

ある条件で臭素を *m*-クレゾールに置換反応させたところ、臭素化合物 A が生じた。A の元素分析値は、C : 24.36%, H : 1.45%, Br : 69.55%, O : 4.64% であった。また、-CH<sub>3</sub> や -OH などの官能基が結合しているベンゼン環に置換反応が起こるとき、これらの官能基の位置を基準にして *o*- と *p*- の位置が反応し、*m*- の位置は反応しにくいことが知られている。H=1.0, C=12, O=16, Br=80  
 (1) 臭素化合物 A の分子式を求め、構造を推定して構造式を記せ。  
 [ ], [ ]  
 (2) *m*-クレゾール 21.6 g から理論的に得られる A の質量は何 g か。 [ ] g

76

スルファニル酸 HO<sub>3</sub>S-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-NH<sub>2</sub> を炭酸ナトリウム水溶液に溶解させて化合物 A とし  
 (①式)、氷冷下に化合物 B と塩酸をゆっくり加え化合物 C にする(②式)。これにジメチルアニリン(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>N-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub> の塩酸溶液を加え、最後に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、NaO<sub>3</sub>S-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-N=N-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> が固体として析出する(③式)。



77

分子式 C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>O で表される芳香族化合物 A~E がある。A, B はベンゼンの一置換体であり、C~E はベンゼンの二置換体でオルト位に置換基が存在する。(a)~(e)の実験事実に基づき、A~H の構造式を記せ。

A	〔 〕	B	〔 〕	C	〔 〕
D	〔 〕	E	〔 〕	F	〔 〕
G	〔 〕	H	〔 〕		

- (a) A~D は金属ナトリウムと反応して水素を発生するが、E は反応しない。  
 (b) A を穏やかに酸化すると化合物 F が生成し、F をフェーリング液と加熱すると赤色の沈殿が生じる。  
 (c) B には不斉炭素原子が存在し、酸化すると G が生成する。  
 (d) A~E を塩化鉄(III)水溶液の入った試験管に加えると、C を加えた試験管には呈色が見られるが、その他の試験管では呈色が見られない。  
 (e) D を酸化すると2価のカルボン酸が生成する。この2価カルボン酸を加熱すると化合物 H が生成する。

78

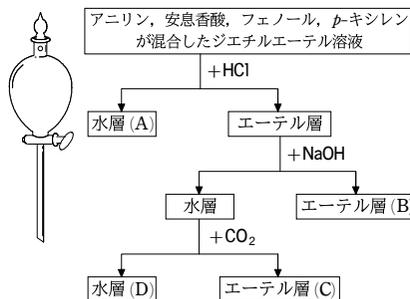
次の記述に該当する化合物を下からすべて選べ。該当する化合物がないときは「なし」と答えよ。

- (1) その水溶液は、水酸化ナトリウム水溶液中で中和することができる。 [ ]
- (2) 水溶液中における電離度が1に近い化合物である。 [ ]
- (3) その水溶液は、炭酸水素ナトリウムと反応する。 [ ]
- (4) 触媒があると、水中で比較的容易に加水分解する。 [ ]
- (5) 水には溶けにくい、酸の水溶液には塩をつくって溶ける。 [ ]
- (6) *p*-フェニルアゾフェノールの原料であり、塩基性の化合物である。 [ ]
- (7) 通常、ベンゼンを原料にして1回(1段階)の置換反応で生じる。 [ ]

- (ア) ベンゼンスルホン酸 (イ) アニリン (ウ) フェノール  
(エ) ニトロベンゼン (オ) 酢酸 (カ) 酢酸エチル

79

アニリン、安息香酸、フェノールおよび *p*-キシレンの4種類の物質を含む混合物がある。これをジエチルエーテル(以下エーテルと略)に溶かし、図に示した器具に入れた。そのエーテル溶液に塩酸を加えて振り混ぜ、水層(A)とエーテル層に分けた。このエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ、エーテル層(B)と水層に分けた。この水層に二酸化炭素を十分に通じたのち、エーテルを加えて振り混ぜ、エーテル層(C)と水層(D)に分けた。



- (1) 図の器具を何というか。また、エーテル層は上層と下層のどちらか。  
[ ], [ ]
- (2) 水層(A)、エーテル層(B)、エーテル層(C)および水層(D)には、最初の4種類の物質のうちどれに由来する成分が含まれているか。また、(A)、(B)、(C)、(D)中での構造式を答えよ。

- (A) [ ], [ ]  
(B) [ ], [ ]  
(C) [ ], [ ]  
(D) [ ], [ ]

80

分子式  $C_9H_{10}O_2$  の3種類の芳香族エステル A, B, Cがある。Aを加水分解すると、化合物 D とエタノールが生じた。  
Bを加水分解すると、化合物 E と Fが生じた。Eはエタノールを十分に酸化したとき

の生成物と同一物であった。また、Fを十分に酸化すると、Dが生じた。  
Cを加水分解すると、ベンゼンの一置換体である G とメタノールが生じた。  
A~Gの構造式を記せ。

- A [ ] B [ ]  
C [ ] D [ ]  
E [ ] F [ ]  
G [ ]

81

化合物 A (分子式  $C_9H_9NO_5$ ) を加水分解すると、ア[ ]結合が開裂して化合物 B (分子式  $C_2H_6O$ ) と化合物 C (分子式  $C_7H_5NO_5$ ) が得られた。  
Bに硫酸酸性のニクロム酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物 D が生成した。Dは、ヨードホルム反応で黄色の  $CHI_3$  を析出する。  
Cはフェノールの誘導体で、置換基がヒドロキシ基のオルト位およびパラ位についている。このCをスズと濃塩酸で還元すると、パラ位の置換基が還元された化合物 E が得られた。Eを無水酢酸と反応させると、アセチル基が2個ついた化合物 F が得られた。また、Eの塩酸塩の溶液に、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、化合物 G が生成し、Gとフェノールとの反応により「[ ]」化合物 H が生成した。

- (1) 文中の [ ] に適当な語句を入れよ。  
(2) 化合物 A, E, F, G, H の構造式を記せ。

- A [ ] E [ ]  
F [ ] G [ ]  
H [ ]

82

炭化水素 A はベンゼンの一置換体で、A 29.5 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 99.0 mg と水が生じた。A の分子量は 200 以下であった。  
A を触媒の存在下で水素と反応させたところ、A より分子量が 2.0 大きい化合物 B が生じた。B は化合物 C を合成するための原料として用いられており、B を酸化した後、硫酸を用いて分解すると、C が生じる。C の水溶液は、塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色に呈色し、十分な量の臭素水を加えると化合物 D の白色沈殿を生じる。  
また、A をオゾンと反応させたところ、分解して化合物 E と化合物 F が生じた。F は、フェーリング液に加えて加熱すると赤色沈殿が生じる。一方、E はフェーリング液とは反応しない。H=1.0, C=12, O=16

- (1) A および A の異性体のベンゼン一置換体の構造式を記せ。ただし、シス-トランス異性体がある場合は、それがわかるように区別して表せ。

- A : [ ]  
A の異性体 : [ ], [ ], [ ]

- (2) B~F の構造式を記せ。

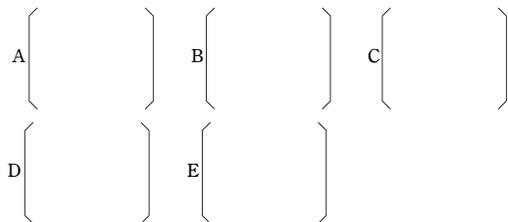
- B : [ ] C : [ ] D : [ ]  
E : [ ] F : [ ]

- (3) E と F についてそれぞれヨードホルム反応を試みるとき、反応が起こるかどうか答えよ。反応が起こる場合は、その化学反応式を記せ。

- E : [ ]  
F : [ ]

83

次の文中の化合物 A～E の構造式を記せ。



3種類の芳香族化合物 A (分子式  $C_7H_9N$ )、B (分子式  $C_7H_9O$ ) および C (分子式  $C_8H_{10}$ ) がジエチルエーテルに溶解している混合試料溶液がある。この試料溶液から各化合物を分離して構造を確認するため、以下の操作 ①～⑤を行った。

操作 ①：試料溶液を分液漏斗に取り、希塩酸を加えてよく振り静置した。二層に分離したのち、水層を取り出した。この水層に水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、化合物 A が遊離した。

操作 ②：操作 ① の分液漏斗に残ったエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加え、よく振り静置した。二層に分離したのち、水層を取り出した。この水層に希塩酸を加えたところ、化合物 B が遊離した。その少量を水で薄め、塩化鉄(III)水溶液を加えたところ、溶液が青色を呈した。

操作 ③：操作 ② の分液漏斗に残ったエーテル層のジエチルエーテルを蒸発させると、化合物 C が残った。

操作 ④：化合物 A を希塩酸に溶かした溶液に、氷で冷やしながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加え、温度を上げると、窒素を発生しながら化合物 B に変化した。さらに、化合物 B は、アセチル化したのち酸化するとアセチルサリチル酸に変化した。

操作 ⑤：化合物 C を酸化すると、化合物 D (分子式  $C_8H_6O_4$ ) が生じた。さらに、化合物 D を加熱すると脱水が起こり、化合物 E (分子式  $C_8H_4O_3$ ) に変化した。