

# 化 学

解答する上での注意

数値の解答は、各問題の解答形式に指定されている桁数に従い、解答する。

解答例：解答欄が指数形式の場合、260、2.6、0.0026は、各々、 $\boxed{2} \cdot \boxed{6} \times 10^{\boxed{2}}$ 、 $\boxed{2} \cdot \boxed{6} \times 10^{\boxed{0}}$ 、 $\boxed{2} \cdot \boxed{6} \times 10^{-\boxed{3}}$ と解答する。

：解答欄が2桁の場合、6は $\boxed{0} \boxed{6}$ 、26は $\boxed{2} \boxed{6}$ と解答する。

必要に応じて、原子量、定数は下記の値を使用すること。

原子量 H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 Na : 23.0 Ar : 40.0 Cu : 63.6 I : 127

気体定数 :  $8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

I 以下の文章を読み、問に答えよ。[解答欄  $\boxed{\text{ア}}$  ~  $\boxed{\text{テ}}$  ]

メタンとアルゴンの混合気体を用いて、次の〔実験A〕〔実験B〕を行った。文章を読み、問に答えよ。なお、気体は全て理想気体として扱う。また、液体ならびに着火装置の体積や、気体の液体への溶解は、考慮しなくてよい。

〔実験A〕

a 47℃、大気圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで、混合気体 0.800 g を水上置換によって捕集した。捕集気体の体積は同温、同圧で 738 mL であった。次いで、捕集気体を、濃硫酸を用いて完全に乾燥させた。その結果、気体の体積は、同条件下で 664 mL となった。

〔実験B〕

b 混合気体 1.92 g と酸素 1.60 g を、ピストンを備え付けた密閉容器に封入した。このとき、ピストンは、内容積が 4.00 L となる位置に固定され、容器全体は 27℃ に保たれている。

次に、内容積を 4.00 L に保ったまま、容器内のメタンを、適当な着火装置を用いて完全燃焼させた。燃焼後、内容積が 3.32 L となるようピストンを移動し、容器全体を 47℃ に長時間保って容器内を平衡状態とした。

問 1 図 1 に下線部 a の水上置換の様子を示した。空間 X の圧力を  $P_x$  とした時、大気圧と下記の

ア ~ ウ の関係にあるメスシリンダーの位置を、図 1 の①~③より選べ。

ア  $P_x > \text{大気圧}$

イ  $P_x = \text{大気圧}$

ウ  $P_x < \text{大気圧}$

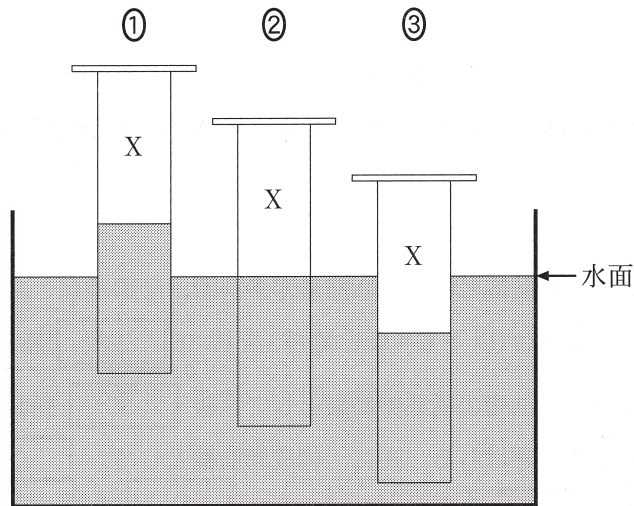


図 1

問 2 実験に用いた混合気体の平均の分子量を求めよ。ただし、混合気体中のメタンとアルゴンは、均一に混合されているが、互いに反応しないものとする。

エ オ

問 3 [実験 B] の下線部 b において、密閉容器内のアルゴンの分圧は何 Pa か。

カ . キ  $\times 10^{\text{ク}} \text{ケ}$  Pa

問 4 [実験 B] の操作後、密閉容器内に生成した二酸化炭素の分圧は何 Pa か。

コ . サ  $\times 10^{\text{シ}} \text{ズ}$  Pa

問 5 [実験 B] の操作後、容器内に液体として存在する水の物質量は、容器内に存在する水全体の物質量の何%か。

セ ソ %

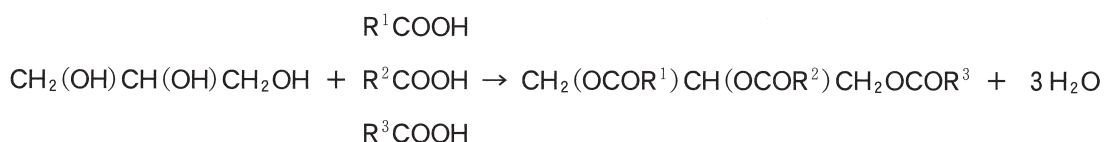
問 6 [実験 B] で生成した液体の水を、温度を変えずに全て蒸発させたい。この場合、密閉容器の内容積が何 L になるようにピストンを動かせばよいか。

タ . チ  $\times 10^{\text{ツ}} \text{テ}$  L

II 次の文章を読み、以下の問に答えよ。[解答欄  ~  ]

以下の問では、標準状態における理想気体のモル体積を 22.4 L/mol として計算せよ。

油脂は1分子中に3個の水酸基を持つ  とカルボキシ基を持つ脂肪酸が  結合したものである。ここで鎖式炭化水素基を  $R^{1\sim3}$  と簡略化し脂肪酸を  $R^{1\sim3}COOH$  で表わすと、油脂のできる反応は次式で示される。



天然の油脂を構成する脂肪酸には高級脂肪酸が多いが、その種類と含有率は様々である。構成脂肪酸には、炭素間二重結合(以下  $C=C$  と略す)を持つ  脂肪酸と、 $C=C$  を持たない  脂肪酸がある。油脂の構成脂肪酸として高級  脂肪酸を多く含む場合は、常温で固体となり  と呼ばれる。逆に、構成脂肪酸として、 脂肪酸を多く含む場合は、常温で液体となり  と呼ばれる。

油脂を十分量の  $NaOH$  で加水分解すると脂肪酸のナトリウム塩( $RCOONa$ )と  が生成する。この反応を  といい、ここで生成した  $RCOONa$  が  である。 にニッケルを触媒として高温で水素を付加させると、常温で固体の油脂に変化する。このように変化したものを  といい、 やマーガリンに使われる。ひまわり油のように  $C=C$  を多く含む油脂は、空気中の酸素が  $C=C$  に結合して、分子同士が酸素原子でつながった架橋構造を作る。その結果、空気中で長時間放置すると固まってくる。このような油脂を特に、 といい、塗料、絵の具や印刷用インキなどの原料に用いられる。

油脂の分子量は種類によって様々で、一般に平均分子量で表わされる。油脂の分子量の大小を比較するには、一定の質量の油脂を  するのに必要な塩基の質量を比較する。油脂1分子には  結合が3つあるので、油脂1 mol を  するためには、1 価の強塩基が 3 mol 必要である。

$C=C$  を持つ油脂は、付加反応を起こしやすい。たとえば、ヨウ素と反応させると  $C=C$  1個につき1個のヨウ素分子が付加する。したがって、一定の質量の油脂に付加するヨウ素の質量は、油脂に含まれる  $C=C$  の数を知る目安になる。

実験として、不斉炭素原子を持たないある油脂 A 25.0 g に触媒を用いて水素を付加したところ、標準状態の水素 630 mL を要して油脂 B が得られた。油脂 B は1種類の脂肪酸からなる油脂であった。一方、油脂 A 25.0 g を完全に  したところ、0.50 mol/L  $NaOH$  水溶液 168.9 mL を要した。

問 1  に適当な語句を①～⑩から1つ選べ。

- ① アセトン                      ② アラニン                      ③ グリセリン
- ④ グリセルアルデヒド          ⑤ 酢酸メチル                      ⑥ 乳 酸
- ⑦ プロピレン                      ⑧ プロパン                      ⑨ 1-プロパノール
- ⑩ 2-プロパノール

問 2  に適当な語句を①～⑨から1つ選べ。

- ① アミド                      ② イオン                      ③ エステル                      ④ エーテル
- ⑤ グリコシド                      ⑥ ジスルフィド                      ⑦ 水 素                      ⑧ 配 位
- ⑨ ペプチド

問 3  ,  に適当な語句を①～⑦から1つずつ選べ。

- ① 活 性                      ② 不活性                      ③ 規 則                      ④ 不規則
- ⑤ 飽 和                      ⑥ 不飽和                      ⑦ 過飽和

問 4  ,  ,  ~  に適当な名称を①～⑨から1つずつ選べ。

- ① 乾性油                      ② 硬化油                      ③ 合成洗剤                      ④ 脂 肪
- ⑤ 脂肪油                      ⑥ セッケン                      ⑦ 軟化油                      ⑧ 半乾性油
- ⑨ 不乾性油

問 5  に適当な反応名を①～⑩から1つ選べ。

- ① アセタール化                      ② 異 化                      ③ 結晶化                      ④ けん化
- ⑤ 硬 化                      ⑥ 転 化                      ⑦ 同 化                      ⑧ 軟 化
- ⑨ 乳 化                      ⑩ ミセル化

問 6 下線部 a に該当する脂肪酸を①～⑨からすべて選べ。

- ① アスコルビン酸                      ② アスパラギン酸                      ③ オレイン酸
- ④ グルタミン酸                      ⑤ ステアリン酸                      ⑥ パルミチン酸
- ⑦ フマル酸                      ⑧ リノール酸                      ⑨ リノレン酸

問 7 実験で用いた油脂 A の分子量はいくらか。

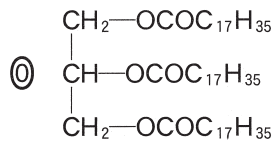
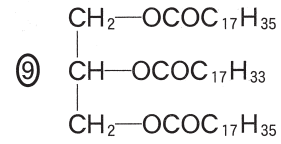
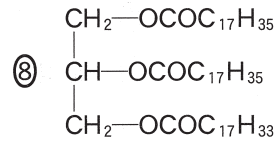
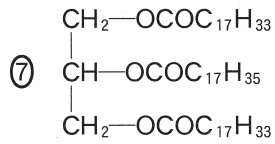
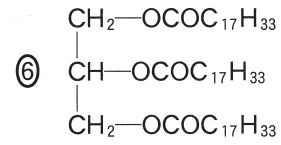
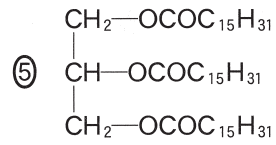
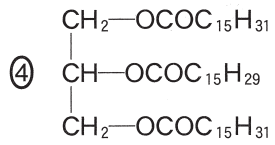
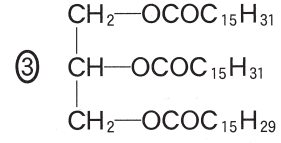
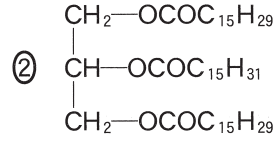
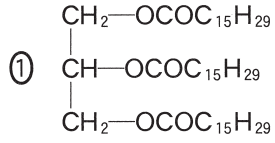
.   × 10

問 8 油脂 A 100 g に付加するヨウ素は何 g か。

夕 .  チ  ツ × 10  テ g

問 9 油脂 A の構造式として適当なものを①～⑩から 1 つ選べ。

ト



Ⅲ 次のA群①～⑩の成分の組み合わせを適切な条件下で反応を行うと、気体が発生する。発生した気体について、以下の問に答えよ。A群は同じ解答を複数回選んでも良い。[解答欄  ～  
 ]

A 群

- |                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| ① 亜鉛と希硫酸         | ② 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを加熱  |
| ③ 塩化ナトリウムと濃硫酸を加熱 | ④ 酸化マンガン(IV)と塩素酸カリウムを加熱 |
| ⑤ さらし粉と希塩酸       | ⑥ ソーダ石灰と酢酸ナトリウムを加熱      |
| ⑦ 大理石と希塩酸        | ⑧ 銅と濃硫酸を加熱              |
| ⑨ 銅と濃硝酸          | ⑩ 硫化鉄(II)と希硫酸           |

問 1 気体分子の形が三角錐であるものはどれか。A群①～⑩から1つ選べ。

問 2 有色の気体はどれか。A群①～⑩から2つ選べ。

問 3 無臭で、かつ空気より軽い気体はどれか。A群①～⑩から2つ選べ。

問 4 水に溶けにくい気体はどれか。A群①～⑩から3つ選べ。

問 5 水に溶かすと塩基性を示す気体はどれか。A群①～⑩から1つ選べ。

問 6 A群①とA群⑤で発生した2つの気体を混合し、室温で光に当てると、爆発的に反応する。  
このとき生成する気体と同じ気体をA群②～④, ⑥～⑩から1つ選べ。

問 7 乾燥剤として、ソーダ石灰は使用できるが、十酸化四リンは使用できない気体はどれか。  
A群①～⑩から1つ選べ。

問 8 それぞれの原子が価電子を出しあってできる二重結合をもち、直線形である気体はどれか。  
A群①～⑩から全て選べ。

問 9 二酸化ケイ素に炭酸ナトリウムを加えて融解させると気体が発生する。この気体と同じ気体  
はどれか。A群①～⑩から1つ選べ。

問10 濃塩酸と酸化マンガン(IV)を加熱し、発生した気体を回収した。空欄に適切な語を選べ。

ただし、 ~  はB群から、 はC群から、 はA群から、各1つずつ選べ。 ~  は同じ解答を複数回選んでも良い。

この発生装置から出てくる気体には、反応により発生した気体以外の成分も含まれている。図2に、発生した気体だけを取り出すために用いられる装置を示した。発生した気体をXに入れたに通じてを除き、続いてYに入れたに通じてを除く。そののち気体をZでで回収する。ここで発生した気体はA群のと同じである。

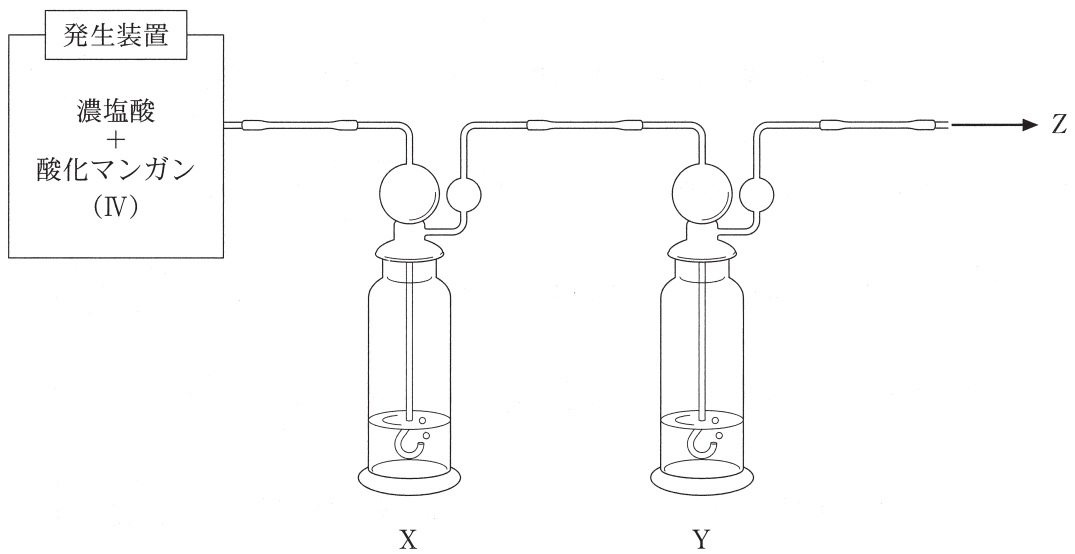


図2

B 群

- |                   |                            |                            |                           |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| ① $\text{AgNO}_3$ | ② $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | ③ $\text{CH}_3\text{COOH}$ | ④ $\text{HCl}$            |
| ⑤ $\text{HNO}_3$  | ⑥ $\text{H}_2\text{O}$     | ⑦ $\text{H}_3\text{PO}_4$  | ⑧ $\text{H}_2\text{SO}_4$ |
| ⑨ $\text{NaOH}$   | ⑩ $\text{NH}_4\text{NO}_3$ |                            |                           |

C 群

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 上方置換 | ② 下方置換 | ③ 水上置換 |
|--------|--------|--------|

問11 A群⑩で発生した気体と下記のD群の金属イオンを中性や塩基性溶液中で反応させた時、黒以外の色の沈殿物を生じるものはどれか。D群①～⑩から2つ選べ。

D 群

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| ① Ag | ② Ca | ③ Cu | ④ Hg |
| ⑤ K  | ⑥ Mn | ⑦ Na | ⑧ Ni |
| ⑨ Pb | ⑩ Zn |      |      |

問12 A群⑩で発生した気体を溶かした水溶液に、A群⑧で発生した気体を吹き込んだ時、どのような物質が生成されるか。E群①～⑩から2つ選べ。

E 群

- |                   |                                  |                  |                   |
|-------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| ① HCl             | ② H <sub>2</sub> O               | ③ N <sub>2</sub> | ④ NH <sub>3</sub> |
| ⑤ NO              | ⑥ O <sub>2</sub>                 | ⑦ S              | ⑧ SO <sub>2</sub> |
| ⑨ SO <sub>3</sub> | ⑩ H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |                  |                   |

問13 石灰水にA群⑦で発生した気体を吹き込んだ。この時にまず白色沈殿が生成され、その後気体の吹き込みを続けたら沈殿がなくなり、無色液体となった。この白色沈殿は何か。F群①～⑩から1つ選べ。

F 群

- |                       |                                      |                     |                       |
|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| ① AgCl                | ② Ag <sub>2</sub> O                  | ③ BaCO <sub>3</sub> | ④ BaSO <sub>4</sub>   |
| ⑤ CaCO <sub>3</sub>   | ⑥ Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | ⑦ FeS               | ⑧ Fe(OH) <sub>2</sub> |
| ⑨ Zn(OH) <sub>2</sub> | ⑩ ZnS                                |                     |                       |