

## 化 学

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例：解答欄が指数形式の場合、290、29、0.029は、各々

.  ×10 ,  .  ×10 ,  .  ×10<sup>-</sup> と記す。

：指数の符号を選択するとき、+は①を、-は②を塗りつぶす。また、ゼロ乗のときは、+0とせよ。

：解答欄が2桁の場合、7は   , 17は   と記す。

：解答欄が3桁の場合、7は    , 17は    ,

107は    と記す。

特に指定しない限り、原子量および定数は以下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 S : 32.0 Cl : 35.5 Mn : 55.0

Fe : 56.0 Cu : 63.5 Zn : 65.0 Ag : 108 Sn : 119 Pb : 207

気体定数 :  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

I 以下の問に答えよ。[解答欄  ~  ]

問 1 アルミニウムについての記述のうち、正しいものをすべて選べ。

- ① 酸化物は塩酸に溶ける。
- ② 酸化物は水によく溶ける。
- ③ 水酸化物は青白色である。
- ④ 水酸化物は過剰のアンモニア水に溶ける。
- ⑤ 単体は濃硝酸と反応して水素を発生する。
- ⑥ 単体は過剰の水酸化ナトリウム水溶液と反応して錯イオンを形成する。

問 2 金属元素 A は硫化物や酸化物として天然に多く存在する。単体は粗精製物から電解精錬によって生産される。この際に、陽極泥として金や銀の単体が回収される。金属元素 A について以下の問に答えよ。

(1) A のイオンの水溶液に過剰のアンモニア水を加えた。この時生成した錯イオンの形を以下から1つ選べ。

- ① 直線形                      ② 折れ線形                      ③ 正三角形                      ④ 正方形  
 ⑤ 三角錐形                      ⑥ 正四面体形                      ⑦ 正八面体形                      ⑧ 正十二面体形

(2) (1)の溶液の色に最も近いものを選べ。

- ① 淡青色                      ② 深青色                      ③ 淡緑色  
 ④ 黄褐色                      ⑤ 赤紫色                      ⑥ 赤褐色

問 3 有機化合物の異性体に関する記述のうち、正しいものをすべて選べ。

- ① アラニンには光学異性体が存在しない。  
 ② 1-ブテンには幾何異性体が存在する。  
 ③ ブタンと2-メチルプロパンは互いに構造異性体である。  
 ④ エタノールとジメチルエーテルは互いに光学異性体である。  
 ⑤ マレイン酸とフマル酸は互いに幾何異性体である。  
 ⑥ フタル酸とテレフタル酸は互いに幾何異性体である。

問 4 次の文章を読み、  ~  に当てはまる数値を答えよ。

図1に示したペプチドは、  個のアミノ酸からなるペプチドで、  種類のアミノ酸の単位が含まれる。立体異性体の区別を無視して考えた場合、図中の  種類のアミノ酸を1個ずつ含む鎖状ペプチドは、    通り考えられる。

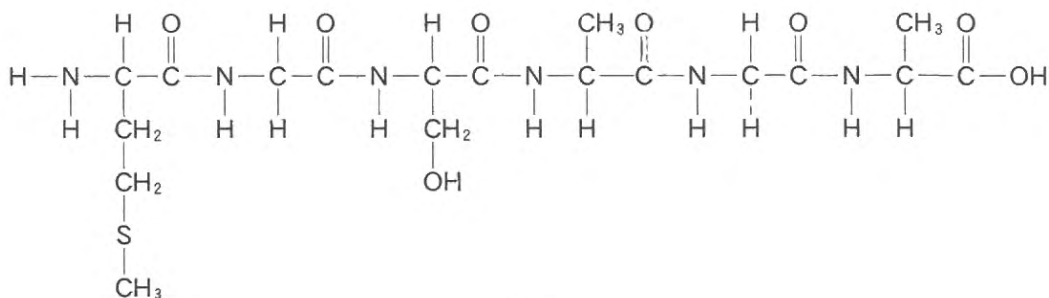


図 1

問 5 次の物質のうち、固体が分子結晶となるものをすべて選べ。

コ

- ① 水                      ② ヨウ素                      ③ ナフタレン                      ④ 二酸化炭素  
⑤ グラファイト                      ⑥ 硫酸カリウム                      ⑦ 二酸化ケイ素

問 6 四酸化二窒素が二酸化窒素に分解する反応を観察した。



密閉された体積一定(1 L)の容器に 0.165 mol の四酸化二窒素を入れた。十分に時間が経過すると、四酸化二窒素の量が 0.04 mol で変化しなくなった。この反応の平衡定数を求めよ。ただし、**セ** は符号とする。また、適切な単位を以下の選択肢から選べ。

**サ** . **シ** **ス** × 10 **セ** **ソ**

単位

**タ**

- ① mol/L                      ② L/mol                      ③ (mol/L)<sup>2</sup>  
④ (L/mol)<sup>2</sup>                      ⑤ なし

問 7 次の反応で生成する正塩を考える。この正塩の水溶液が塩基性を示すものをすべて選べ。

**チ**

- ① HCl + NH<sub>3</sub>  
② H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + Cu(OH)<sub>2</sub>  
③ CH<sub>3</sub>COOH + NaOH  
④ HNO<sub>3</sub> + KOH  
⑤ CO<sub>2</sub> + KOH

問 8 結合エネルギーについての記述のうち、正しいものをすべて選べ。

**ツ**

- ① 結合エネルギーは、共有結合の形成に必要なエネルギーである。  
② 結合エネルギーは、イオン結合の切断に必要なエネルギーである。  
③ 分子の持つエネルギーは、ばらばらの原子より結合エネルギーの分だけ小さい。  
④ 気体の化学反応の反応熱は、反応に関与する物質の結合エネルギーから計算できる。  
⑤ 水溶液中の化学反応の反応熱は、反応に関与する物質の結合エネルギーから計算できる。

問 9 図 2 に、化合物 B の水への溶解度曲線を示した。温度  $T_1$  °C で化合物 B を純水に溶かし、質量パーセント濃度 30 % の溶液を調製した。この溶液 500 g を  $T_2$  °C まで冷却すると化合物 B は何 g 析出するか。整数で答えよ。ただし、化合物 B は結晶水を含まないものとする。

テ ト g

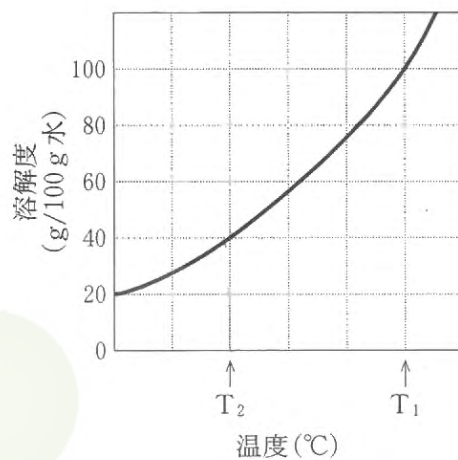


図 2

問10 図3はある物質の状態図である。図中の矢印で示した点Pの状態から、温度を一定に保ったまま圧力を上昇させて行くと、物質の状態はどのように変化するか。適切なものを選び。

ナ

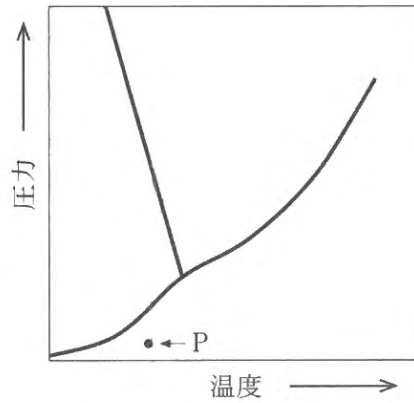


図3

- ① 固体 → 液体 → 気体
- ② 固体 → 気体 → 液体
- ③ 液体 → 気体 → 固体
- ④ 液体 → 固体 → 気体
- ⑤ 気体 → 固体 → 液体
- ⑥ 気体 → 液体 → 固体
- ⑦ 固体のまま
- ⑧ 液体のまま
- ⑨ 気体のまま
- ⑩ 該当なし

II 以下の問に答えよ。[解答欄  ~  ]

問 1 次の文章を読んで問に答えよ。

電池は、酸化還元反応に伴って発生する化学エネルギーを電気エネルギーに変換する装置である。図4に示したように、電解質の水溶液と2種類の電極から構成され、電流が電極1から電極2へ向かって流れる電池では、電極1が( a )となる。この場合、電極2には、電極1と比べ、金属のイオン化傾向が( b )単体か、または同一元素からなる場合は酸化数の( c )元素を含む物質が使われる。

電池は放電のみ可能な一次電池と、放電と充電が行える二次電池の2種類に分類できる。代表的な二次電池である鉛蓄電池では、放電に伴って生成する物質が電極に析出する。そのため、放電後に外部電源と接続して充電し、再度放電可能な状態にすることができる。

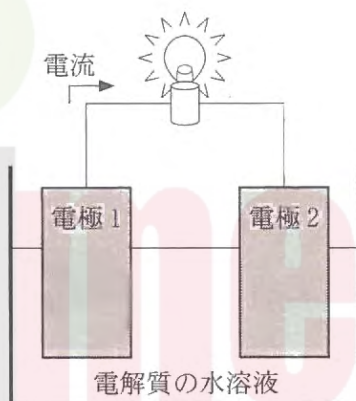


図4

(1) 文章中の空欄( a ), ( b ), ( c )に入る語として適切な組合せを1つ選べ。

選択肢	( a )	( b )	( c )
①	正 極	大きい	大きい
②	正 極	大きい	小さい
③	正 極	小さい	大きい
④	正 極	小さい	小さい
⑤	負 極	大きい	大きい
⑥	負 極	大きい	小さい
⑦	負 極	小さい	大きい
⑧	負 極	小さい	小さい

(2) 次に示した電池のうち、起電力が最も小さいものを選び。

イ

- ① (−) Zn | ZnSO<sub>4</sub>aq | SnSO<sub>4</sub>aq | Sn (+)
- ② (−) Ni | NiSO<sub>4</sub>aq | SnSO<sub>4</sub>aq | Sn (+)
- ③ (−) Sn | SnSO<sub>4</sub>aq | CuSO<sub>4</sub>aq | Cu (+)
- ④ (−) Zn | ZnSO<sub>4</sub>aq | CuSO<sub>4</sub>aq | Cu (+)
- ⑤ (−) Zn | ZnCl<sub>2</sub>aq, NH<sub>4</sub>Claq | MnO<sub>2</sub> (+)

(3) 次に示した電池のうち、二次電池はどれか。すべて選べ。

ウ

- ① 燃料電池
- ② アルカリマンガン乾電池
- ③ ニッケル・カドミニウム電池
- ④ ニッケル・水素電池
- ⑤ リチウム電池
- ⑥ 酸化銀電池(銀電池)
- ⑦ マンガン乾電池

(4) 鉛蓄電池の放電の際、電子が 1.0 mol 流れた場合、正極の質量は何 g 増加するか。有効数字 2 桁で答えよ。

エ . オ × 10<sup>カ</sup> g

medica  
医学部予備校

問 2 電気分解槽を並列につないだ装置を組み立てた(図 5)。 $5.00 \times 10^{-1} \text{ A}$  で  $3.86 \times 10^4$  秒間通電すると、電極Ⅳでは  $2.54 \text{ g}$  の金属が析出した。電源から発生した電流はすべて電気分解に消費されたものとして、以下の問に答えよ。ファラデー定数を  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。



図 5

(1) 電極Ⅱで起こる変化として適切なものをすべて選べ。  キ

- ① 電極付近の pH が大きくなる。
- ② 電極付近の pH が小さくなる。
- ③ 水素が発生する。
- ④ 酸素が発生する。
- ⑤ 塩素が発生する。
- ⑥ ナトリウムが析出する。
- ⑦ 電極がイオンとなり溶け出す。

(2) 通電によって電気分解槽 A に気体が発生する。この気体の物質量を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 コ は符号とする。

ク .  ケ  $\times 10^{\text{ コ} \text{  サ}}$  mol



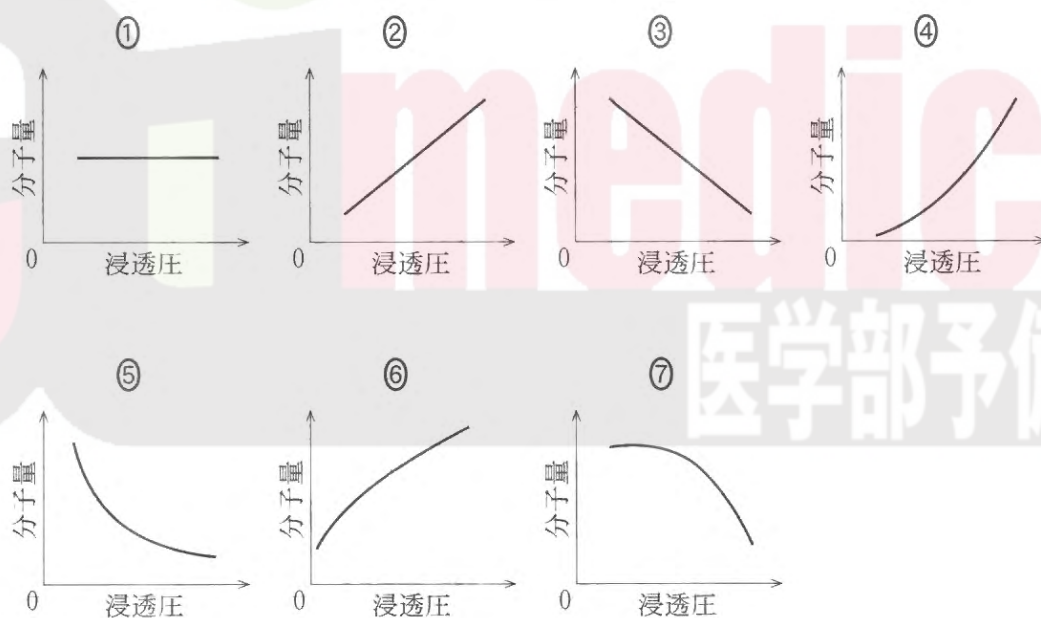
Ⅲ 以下の問に答えよ。[解答欄  ~ ]

問 1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(1) 希薄溶液の浸透圧に関する以下の記述のうちで正しいものをすべて選べ。ただし、溶質は溶媒をかえても完全に溶けているものとする。

- ① 同一の溶質、溶媒であれば質量パーセント濃度が異なっても等しい。
- ② 溶媒を水からエタノールにかえると上昇する。
- ③ 溶質の電離度に影響されない。
- ④ 溶液量を増加させても変化しない。
- ⑤ 溶液の温度を上げると上昇する。

(2) 分子量と浸透圧の関係を示した図として適切なものを一つ選べ。ただし、その他の条件は一定であり、溶質は非電解質とする。



(3) U字管を半透膜で仕切り、一方に溶媒、他方に同じ溶媒で調製した溶液を入れた。このU字管の溶液側の液面から浸透圧以上の圧力をかけたところ、溶液側から溶媒のみが移動した。この現象の名称を答えよ。ただし、加える圧力は半透膜が耐える範囲とする。

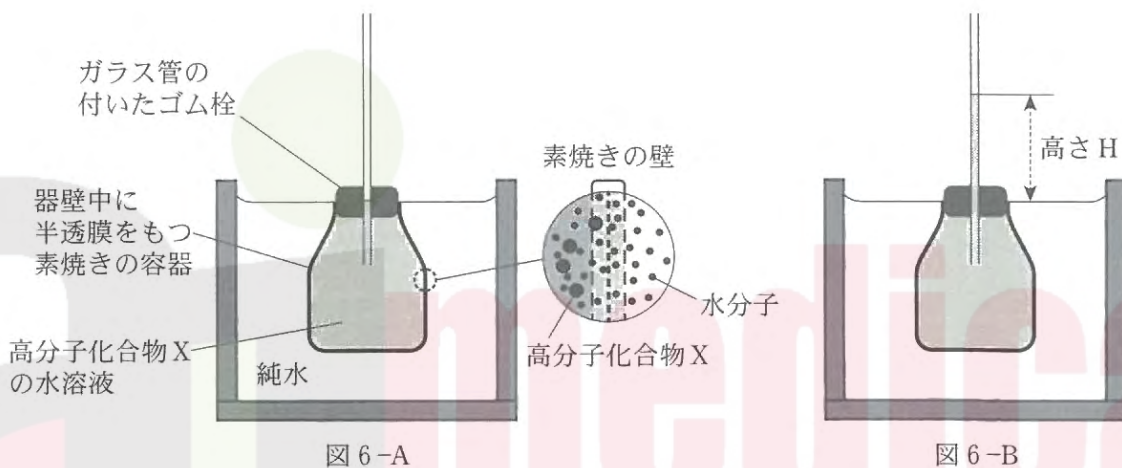
- ① 透析
- ② 逆浸透
- ③ イオン交換
- ④ 塩析
- ⑤ 凝析

問 2 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

浸透圧測定により化合物の分子量を調べるため、以下の実験を行った。

分子量が不明な非電解質の高分子化合物 X を 4.00 g はかり取り、純水に溶かして全量を 100 mL とした。この水溶液の密度は  $1.52 \text{ g/cm}^3$  であった。

この水溶液の全量を図 6-A のような素焼きの容器と細いガラス管からなる装置に入れた。素焼き容器の器壁は水分子のみが通過できる半透性をもっている。この装置をひとまわり大きな容器に入れ、ガラス管内の水面まで純水を入れた。しばらく放置したところ、ガラス管内の液面が徐々に上昇し、外側の液面との差 H のところで停止した(図 6-B)。これらすべての実験は  $27^\circ\text{C}$ 、1 気圧の下で行った。



- (1) H が 2.72 cm であったとすると、この水溶液の浸透圧を有効数字 2 桁で求めよ。ただし水銀の密度を  $13.6 \text{ g/cm}^3$  とし、1 気圧を 76.0 cmHg、および  $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  とする。また、ガラス管は十分に細く、水の浸透に伴う溶液の体積変化はないものとする。

エ . オ  $\times 10^{\text{カ}}$  Pa

- (2) 高分子化合物 X の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。

キ . ク ケ  $\times 10^{\text{ク}}$

IV 次の文章を読み、以下の問に答えよ。〔解答欄  ~  〕

合成染料の歴史は、1856年にイギリスのパーキンがアニリンに二クロム酸カリウムを反応させて偶然に得られた紫色の合成染料(モーブ)に始まるとされる。

現在、合成染料として広く利用されているアゾ染料の一部は、アニリンから合成される。まず、ベンゼンをニトロ化するとニトロベンゼンが生成する。得られたニトロベンゼンを還元すること<sup>1)</sup>でアニリンあるいはアニリンの塩が合成される。アニリンを<sup>2)</sup>5℃以下の低温において、希塩酸と亜硝酸ナトリウム水溶液を加えてジアゾ化することにより、塩化ベンゼンジアゾニウムが得られる。この塩化ベンゼンジアゾニウムと( A )とのカップリング反応によって合成される

パ

ヒドロキシアゾベンゼン(*p*-フェニルアゾフェノールともいう)が、アゾ染料の一つである。

pH 指示薬として用いられるメチルレッドも同様な反応により合成される。それは、( B )をジアゾ化し、その後( C )とのカップリングにより生成される。以下にメチルレッドの構造式を示した(図7)。

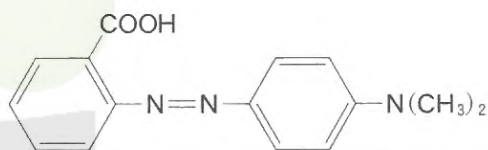


図7

(1) 下線部1)の反応の際に、ベンゼン以外に反応容器内に加える必要のある物質を2つ選べ。

- |            |       |            |
|------------|-------|------------|
| ① アンモニア水   | ② 希塩酸 | ③ ジエチルエーテル |
| ④ 水酸化ナトリウム | ⑤ 水素  | ⑥ 窒素       |
| ⑦ 濃硝酸      | ⑧ 濃硫酸 | ⑨ 水        |

(2) 下線部2)の反応に使用できる触媒と反応物の組み合わせをすべて選べ。

- |               |           |              |
|---------------|-----------|--------------|
| ① スズと水酸化ナトリウム | ② スズと濃塩酸  | ③ 鉄と水酸化ナトリウム |
| ④ 鉄と濃塩酸       | ⑤ ニッケルと酸素 | ⑥ ニッケルと水素    |

(3) 文章中の( A )に当てはまる化合物を1つ選べ。

- |          |              |               |
|----------|--------------|---------------|
| ① 安息香酸   | ② クレゾール      | ③ サリチル酸       |
| ④ トルエン   | ⑤ ナトリウムエトキシド | ⑥ ナトリウムフェノキシド |
| ⑦ ナфтаレン | ⑧ フェニルアラニン   | ⑨ フェノール       |
| ⑩ ベンゼン   |              |               |

(4) ニトロベンゼン，アニリン，塩化ベンゼンジアゾニウムの構造式はどれか。下の解答群からそれぞれ1つ選べ。

ニトロベンゼン

エ

アニリン

オ

塩化ベンゼンジアゾニウム

カ

(5) 図7から推定して，文章中の( B )と( C )に当てはまる化合物はどれか。下の解答群からそれぞれ1つ選べ。

( B )

キ

( C )

ク

〔解答群〕 同じものを何度使用しても良い。

