

# 福島県立医科大学

平成 31 年 度  
医学部前期入学試験問題

## 理 科

〔「物理基礎・物理」「化学基礎・化学」「生物基礎・生物」〕

(時間：2 出題科目で 120 分)

### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
〔物理基礎・物理〕	1～3	左の 3 出題科目のうちから、あらかじめ届け出た 2 出題科目について解答しなさい。
〔化学基礎・化学〕	4～5	
〔生物基礎・生物〕	6～8	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 5 問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。
- 6 試験終了後、解答用紙のみを回収します。

# 化学基礎・化学

[1] 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

水酸化ナトリウムは、水に溶かすと強い塩基性を示す物質であり、工業製品の製造工程によく利用されている。この水酸化ナトリウムは、(ア)の水溶液の電気分解により得られている。さて、水酸化ナトリウム水溶液を保存するとき、容器は密封する必要がある。これは、空気中の(イ)と水酸化ナトリウムが反応し、(ウ)が生じるのを防ぐためである。また、ガラスは少しずつ侵されるため、長期間保存する場合にはプラスチック製の容器を使用しなければいけない。

問1 (ア)～(ウ)に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 (ア)の水溶液の電気分解で陰極と陽極で起こるそれぞれの反応の反応式を示せ。

問3 空気中の(イ)と水酸化ナトリウム水溶液の反応式を示せ。

問4 (ア)の飽和水溶液に塩化水素を吹き込むと、(ア)の結晶が析出する。なぜこのような現象が起こるのかを説明せよ。

問5 水酸化ナトリウム水溶液を長期間保存する場合に、ガラスと水酸化ナトリウムの間でどのような反応が起こるのかを反応式で示せ。なお、ガラスの組成式を $\text{SiO}_2$ とする。

[2] 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。数値は有効数字2桁まで求めよ。

大気中の $\text{CO}_2$ は80万年の長きにわたって190～280 ppmの濃度範囲に収まっていたが、産業革命以降の化石燃料の使用によって急激に増加した。現在は $1.8 \pm 0.1$  ppm/年の増加率で400 ppm程になっている。この結果、 $\text{CO}_2$ の温室効果によって地球温暖化が起きていると考えられている。また、大気中に放出された $\text{CO}_2$ は海水に溶け込み、海水を酸性化させる。海水は $\text{HCO}_3^-$ と $\text{CO}_3^{2-}$ を含むため弱アルカリ性である。地球全体を平均すると、海水のpHは産業革命以前には8.17程度であったが、2010年には8.06に低下した。高緯度にある低温の海洋においては、21世紀の後半にpH 7.84にまで低下する可能性がある。海水のpHが低下すると $\text{CO}_3^{2-}$ 濃度が減少する。このため、 $\text{CaCO}_3$ の析出によって殻や骨格を形成している多くの生物に大きな影響を及ぼすことが懸念されている。

問1 気体の $\text{CO}_2$ はヘンリーの法則にしたがって水に溶け込む。ヘンリーの法則は次のように表される。

$$\text{CO}_2^* = K_H \cdot P_{\text{CO}_2}$$

ここで、 $\text{CO}_2^*$ は水に溶けた $\text{CO}_2$ と、水と反応して生じた $\text{H}_2\text{CO}_3$ の和である。

$$\text{CO}_2^* = [\text{CO}_2] + [\text{H}_2\text{CO}_3]$$

$P_{\text{CO}_2}$ は $\text{CO}_2$ の分圧である。 $K_H$ はヘンリー定数と呼ばれ、純水に対して $2^\circ\text{C}$ では $0.071$  (mol/L)/atm、 $25^\circ\text{C}$ では $0.034$  (mol/L)/atmである。ここで、1 atmは標準大気圧を表す。

(a) 大気中の $\text{CO}_2$ 濃度が100 ppm(有効数字2桁)のとき、 $\text{CO}_2$ の分圧 $P_{\text{CO}_2}$ をatm単位で答えよ。なお、ppmを単位とした濃度は次式で計算される。大気を構成する気体はすべて理想気体と考えよ。

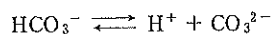
$$\text{濃度 ppm} = (\text{大気に含まれる } \text{CO}_2 \text{ の体積}) \div (\text{大気の体積}) \times 10^6$$

(b) 大気中の $\text{CO}_2$ 濃度が400 ppmのとき、 $2^\circ\text{C}$ および $25^\circ\text{C}$ において純水に溶解している $\text{CO}_2^*$ を求めよ。

(c) 純水に溶け込んだ $\text{CO}_2$ は水を酸性化させる。この原因となる反応の反応式を書け。

問2 ある種のプランクトンの殻はアラゴナイトと呼ばれる $\text{CaCO}_3$ の結晶で形成されている。この結晶の溶解度積( $K_{sp}$ )は $6.7 \times 10^{-7} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ である。海水中の $\text{Ca}^{2+}$ 濃度が $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ のとき、プランクトンの殻形成に必要な $\text{CO}_3^{2-}$ 濃度の最低値を求めよ。

問3 海水中の $\text{HCO}_3^-$ と $\text{CO}_3^{2-}$ は次のような電離平衡にある。



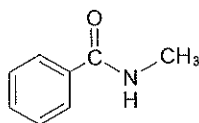
(a)  $\text{CO}_3^{2-}$ 濃度を $\text{H}^+$ 濃度の関数として表せ。 $\text{HCO}_3^-$ と $\text{CO}_3^{2-}$ の濃度の合計を $C_T$ 、 $\text{HCO}_3^-$ の電離定数(酸解離定数)を $K_2$ とせよ。

(b) 海水のpHが8.17と7.84での $\text{CO}_3^{2-}$ 濃度を求めよ。なお、pH 8.17とpH 7.84はそれぞれ、 $\text{H}^+$ 濃度にして $6.8 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$ と $1.4 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ に相当する。また、 $C_T$ は $2.03 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 、海水中的での $K_2$ は $4.7 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ とせよ。

(c) 問題文に記述された内容、および問1、2の解答を踏まえて、問3(b)の計算結果をどのように解釈するか、100字～250字で記しなさい。数字や単位記号を用いる場合は、文字枠にとらわれずに記入してよい。

- [3] 有機化合物に関する(1)~(5)の記述を読み、問1~問8に答えよ。構造式は下の例に従って書くこと。原子量は次の値を用いること。C = 12.01, H = 1.01, O = 16.00, N = 14.01

構造式の例：



- (1) 化合物Aは液体の芳香族化合物である。この化合物Aの元素分析を行った結果、炭素が90.49%、水素が9.51%含まれていることがわかった。また質量分析によりその分子量は106.2であることが確認された。化学的な性質を調べた結果、化合物Aは沸点が144℃で、中性の化合物であった。
- (2) 化合物Aを、触媒( $V_2O_5$ など)を用いて高温で空気によって酸化すると、化合物Bが得られた。
- (3) 化合物Bを水に溶かすと加水分解し、化合物Cが得られた。この化合物の水溶液は酸性を示した。
- (4) 化合物Bは、触媒( $V_2O_5$ など)を用いて高温で化合物Dを空気によって酸化することでも得られる。なお、化合物Dは、無色の板状結晶で昇華しやすい性質を持ち、衣類の防虫剤や染料の原料として利用される。
- (5) 化合物Cの構造異性体は、エチレングリコールと反応させるとE結合を持つポリマーFを与える。このポリマーFは、ペットボトルの原料として利用されている。

問1 元素分析と質量分析の結果のみから考えられる化合物Aの組成式と構造式をすべて書け。

問2 (2)~(4)の記述から限定される化合物Aの構造式を書け。

問3 化合物Bの構造式を書け。

問4 化合物Cの構造式を書け。

問5 化合物Dの構造式と名称を書け。

問6 E結合の名称を書け。

問7 ポリマーFの単位構造の化学式を書け。

問8 分子量  $4.80 \times 10^4$  のポリマーF分子に含まれるE結合の数を有効数字2桁で答えよ。