

福島県立医科大学

平成 23 年 度  
医学部前期入学試験問題

理 科

〔「物理Ⅰ・物理Ⅱ」「化学Ⅰ・化学Ⅱ」「生物Ⅰ・生物Ⅱ」〕

(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Ⅰ・物理Ⅱ」	1～2	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Ⅰ・化学Ⅱ」	3～4	
「生物Ⅰ・生物Ⅱ」	5～7	

- 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 I ・ 化学 II

下の問題〔1〕～〔3〕に答えよ。ただし、計算に必要な場合には、次の値を用いよ。

原子量：H 1.00, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0, Cl 35.5

気体定数： $R = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$       ファラデー定数： $F = 96500 \text{ C/mol}$        $\sqrt{26} = 5.1$

〔1〕 以下の記述について問1～問5に答えよ。気体は理想気体とみなす。数値を答える場合は有効数字3桁とせよ。

陽イオン交換膜は陽イオンを比較的自由に通すが、陰イオンを通さない膜である。図に示すように中央を陽イオン交換膜で仕切った容器がある。膜の両側に0.200 mol/lのNaCl溶液を1.00 lずつ入れ、それぞれに白金電極を浸した。電極に9.65 Aの直流電流を1000秒間流し、電極に発生した気体を捕集した。1 A = 1 C/sである。

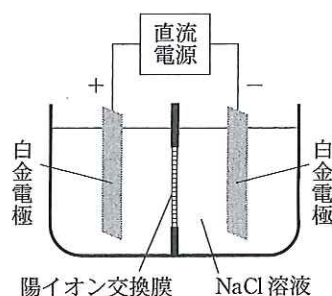
問1 0.200 mol/lのNaCl溶液、2.00 lを作る方法について、使用する器具も含めて簡潔に述べよ。

問2 両極で起こる化学反応を $e^-$ を使ったイオン反応式で記せ。

問3 陽極で発生する気体の体積は27℃、100 kPaで何lか。

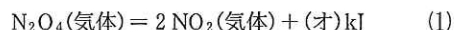
問4 電流を流した後、両側のNaCl濃度はいくらになるか。新たな溶質の生成がある場合はその溶質の化学式と濃度を、ない場合は化学式の欄に「なし」と答えよ。

問5 この電気分解全体の化学反応式をイオンを含まない式で記せ。



〔2〕 以下の記述について問1～問8に答えよ。気体は理想気体とみなす。

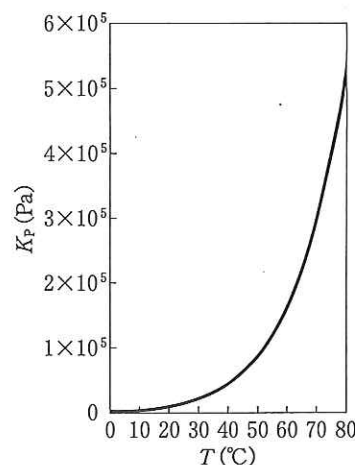
窒素は(ア)個の価電子をもつ元素であり、主な同位体の核は陽子(イ)個、中性子(ウ)個からなる。空気中では窒素分子として体積の約(エ)割を占める。窒素の酸化物の一つ $\text{N}_2\text{O}_4$ は、分解して2分子の $\text{NO}_2$ を生成する。この反応は可逆的であり、1 molについての熱化学方程式は次のように書ける。



式(1)の反応の圧平衡定数 $K_P$ は次のように定義される。

$$K_P = \frac{P_{\text{NO}_2}^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}$$

ここで、 $P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ と $P_{\text{NO}_2}$ は、 $\text{N}_2\text{O}_4$ と $\text{NO}_2$ それぞれの分圧をパスカル単位で表したものである。この $K_P$ は右図のように温度に依存する。



問1 文中の(ア)～(オ)に適切な数値を入れよ。(オ)は反応熱を表し、発熱反応について正である。 $\text{N}_2\text{O}_4$ 、 $\text{NO}_2$ の生成熱は1 mol当たりそれぞれ-9.2 kJ、-33.1 kJである。

問2  $\text{N}_2\text{O}_4$ の構造を右の $\text{O}_2$ の例にならって電子式で記せ。 $\ddot{\text{O}}::\ddot{\text{O}}$

問3 可逆反応における活性化エネルギーと反応速度について、その特徴を簡潔に述べよ。

問4 気体の $\text{N}_2\text{O}_4$ と $\text{NO}_2$ のみを含む容器内において、解離が全く起きないと仮定したときの $\text{N}_2\text{O}_4$ のモル数 $n$ に対して実際の平衡で解離している $\text{N}_2\text{O}_4$ のモル数の割合を解離度 $\alpha$ とする。平衡状態で容器内に存在する気体分子の総モル数を $n$ と $\alpha$ を含む式で表せ。

問5 問4の状態ですべての圧を $P$ としたとき、 $P_{\text{NO}_2}$ を $\alpha$ と $P$ を含む式で表せ。

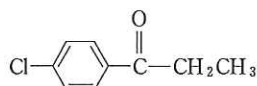
問6 問4の状態ですべての圧を $P$ と $K_P$ を含む式で表せ。

問7 容積1.0 lの密封できる容器がある。容器を一旦真空にした後、 $\text{N}_2\text{O}_4$ と $\text{NO}_2$ の混合物0.92 gを導入し、口を閉じた。容器の温度を27℃としたとき、全圧 $P$ は何パスカルか。27℃におけるパスカル単位での $K_P$ の値を $1.6 \times 10^4$ とし、有効数字2桁まで求めよ。

問8 問7の状態から容器の口を小さく開け、容器内が大気圧になったところで閉じた。解離度 $\alpha$ は口を開ける前に比べて増すか、減るか、あるいは変化しないか。理由と共に述べよ。

[3] 次の有機化合物に関する(1)~(5)の記述を読み、下の問い(問1~問11)に答えよ。ただし、有機化合物の異性体については、光学異性体を考える必要はない。また、構造式は次の例のように書くこと。

構造式の例



- (1) ベンゼン環を含む有機化合物 A, B, C, D の混合エーテル溶液がある。これに希塩酸を加え、分液漏斗でよく振り、静置すると二層に分離した。この下層をビーカーに取り出し、これに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、油状の有機化合物 A が遊離した。化合物 A の元素分析を行った結果、炭素 78.46 %、水素 8.47 %、窒素 13.07 % の組成を持ち分子量 110 以下の化合物であることがわかった。
- (2) (1)で得られた上層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加え、内容物を損失することなく慎重に分液漏斗を振ると二層に分離した。この下層をビーカーに取り出し、これに希塩酸を加えると有機化合物 B が生じた。化合物 B の元素分析を行った結果、炭素 68.84 %、水素 4.95 %、酸素 26.20 % の組成を持ち分子量 140 以下の化合物であることがわかった。また化合物 B は融点 123 °C の結晶で防腐剤、染料、医薬品、香料などの原料になる酸性化合物であることがわかった。
- (3) (2)で得られた上層に水酸化ナトリウム水溶液を加え分液漏斗をよく振ると二層に分離した。この下層をビーカーに取り出し、これに希塩酸を加えると有機化合物 C が生じ白濁した。化合物 C の元素分析を行った結果、炭素 76.57 %、水素 6.43 %、酸素 17.00 % の組成を持ち分子量 110 以下の化合物であることがわかった。また化合物 C は、融点 41 °C の結晶で水に少し溶け、皮膚を侵す有毒な化合物であることがわかった。
- (4) (3)で得られた上層をフラスコに取り出し、溶媒を蒸発させて除くと油状の化合物 D が得られた。化合物 D は特有の臭気を放つ化合物で、水に入れると沈んだ。化合物 D の元素分析を行った結果、炭素 61.31 %、水素 5.15 %、酸素 23.33 %、窒素 10.21 % の組成を持ち分子量 140 以下の化合物であることがわかった。また化合物 D の機器分析を行った結果、化合物 D は、カルボニル基、ヒドロキシ基(ヒドロキシル基)やエーテル結合を持たない化合物であることがわかった。有機化合物 D は、トルエンを濃硫酸と濃硝酸の混合物と反応させると生じることがわかった。
- (5) (4)の有機化合物 D は、化学反応によって有機化合物 A に誘導することができた。

問 1 化合物 A の分子式を書け。

問 2 化合物 A について(1)の記述だけから考えられる構造式をすべて書け。

問 3 化合物 B の分子式を書け。

問 4 化合物 B の構造式を書け。

問 5 実験操作(2)で炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた理由を簡潔に書け。

問 6 実験操作(2)で希塩酸を加える前の状態で下層に含まれていた有機化合物の構造式を書け。

問 7 化合物 C の構造式を書け。

問 8 化合物 C を定性的に確認する方法について書け。

問 9 実験操作(3)で希塩酸を加える前の状態で下層に含まれていた有機化合物の構造式を書け。

問10 (4)の記述から化合物 D に適するすべての構造式を書け。

問11 (5)の化学反応として、どのようなものが最適であるか。問 10 と問 2 で解答した化合物 D と化合物 A の中から、適当な出発化合物と生成物を選び、下記の解答例のように化学反応に用いる試薬を指定して具体的に説明せよ。ただし化学反応式の係数を合わせる必要はない。

化学反応の解答例

