

福島県立医科大学

平成 25 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 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Br 80.0 気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

〔1〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

炭素は、生物や化石燃料を構成する元素として、私たちの活動に深い関わりがある。炭素の特徴は、単体からその化合物にいたるまで、様々な状態をとることができるところにある。例えば、炭素の単体には、主に3種類の同素体が知られている。

さて、炭素を空気中で燃焼すると、二酸化炭素が生成する。これは、水に溶けると酸性を示すことが知られている。自然界では、この二酸化炭素を含む水により、石灰岩が溶かされることで鍾乳洞が形成されている。また、石灰石を加熱することで得られる酸化カルシウムは、コークスと一緒に高温で加熱することにより、炭化カルシウム(カーバイド)を生成する。炭化カルシウムは、水と反応して有機化合物Aを与える。このAは、工業において盛んに利用されている。

問1 炭素の同素体を2種類挙げ、それぞれの性質の違いを説明せよ。

問2 二酸化炭素が水に溶けると酸性を示す理由を、反応式で示し、説明せよ。

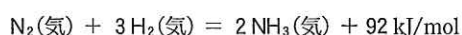
問3 石灰岩が二酸化炭素を含む水に溶ける反応の反応式を示せ。

問4 酸化カルシウムは水との反応性が高い。酸化カルシウムを水と反応させたときの反応式を示せ。

問5 炭化カルシウムを水と反応させたときの反応式を示せ。また、ここで得られる有機化合物Aの構造を示し、その特徴を説明せよ。

〔2〕 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

窒素はタンパク質の成分として生命に必須な元素である。しかし、空気中の窒素は安定なため、ほとんどの生物はそれを直接利用することはできない。空気中の窒素から、植物が利用できるアンモニアを製造する方法は20世紀の初頭にドイツのハーバーとボッシュによって編み出された。この方法で製造されるアンモニアは作物の肥料成分として、人類の重要な窒素源となっている。その方法は酸化鉄を主な成分とする触媒を用いるもので、次の反応による。



問1 図1には3つの温度におけるアンモニアの生成割合と圧力の関係が描かれている。最も温度が高いのはどれか。ア～ウの記号で答えよ。

問2 図1にあるように、この反応は圧力を上げるにつれてアンモニアの生成に有利になる。その理由を100字以内で述べよ。

問3 生成したアンモニアは、反応後の気体を冷却することによって未反応の窒素と水素から分離される。この分離が可能になる理由を、各物質の分子構造の違いに基づいて200字以内で述べよ。

問4 図2の実線は、触媒のない状態でアンモニアの生成割合が時間とともにどのように変化するかを示している。触媒を加えると、この曲線はどのように変化するか。点線ア～エの中から選べ。

問5 アンモニアは水溶液としてもさまざまな用途に使用される。26.0%の濃アンモニア水の密度は $0.904 \text{ g/cm}^3$ である。この溶液のモル濃度(mol/L)はいくらか。有効数字3桁まで求めよ。

問6 アンモニア水は塩基性を示す。濃度が不明のアンモニア水100 mLをメチルオレンジを指示薬として2.00 M 塩酸で滴定したところ、8.60 mLを要した。このアンモニア水の水素イオン濃度を求めよ。アンモニアの電離定数 $K_b$ は $1.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、有効数字2桁まで求めよ。

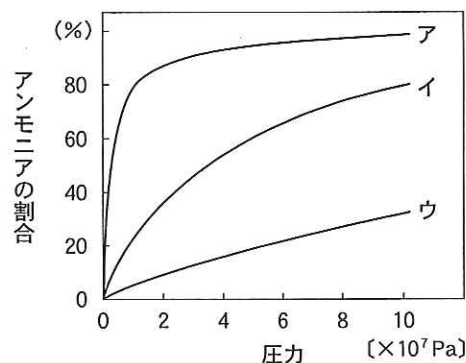


図1 ア、イ、ウの3つの温度におけるアンモニアの生成割合と圧力の関係

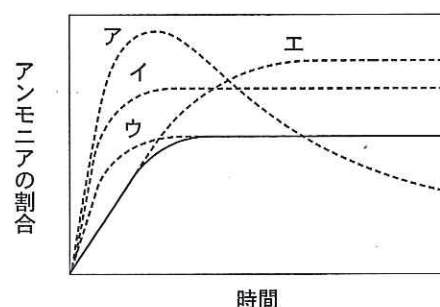
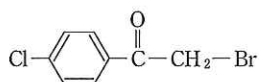


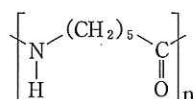
図2 アンモニアの生成割合と反応時間の関係。実線は触媒のない反応の時間経過を示す。

〔3〕 有機化合物AからFと高分子化合物GとHに関する(1)と(2)の記述を読み、問1～12に答えよ。元素分析値は質量百分率とする。また、構造式は次の例のように書け。

構造式の例



高分子構造式の例



- (1) 炭素、水素、酸素の三元素で構成される有機化合物Aを希塩酸中で加熱すると有機化合物Bと有機化合物Cに加水分解された。化合物Aは臭素水と容易に反応した。化合物Aは沸点99.4℃、分子量110以下で元素分析の結果、C60.0%、H8.0%、O32.0%であることが分かった。化合物Aと化合物Bはそれぞれ刺激臭のある無色の液体で重合しやすい化合物であった。化合物Bは酸性を示した。化合物Bは沸点141.6℃、分子量80以下で元素分析の結果、C50.0%、H5.6%、O44.4%であることが分かった。1molの化合物Bは臭素水中で1molの臭素分子と容易に反応し分子量240以下の有機化合物Dを与えた。化合物Cを酸化すると分子量70以下で沸点117.8℃の酸性を示す有機化合物Eが得られた。化合物Eの沸点は化合物Aや同じ炭素数のアルカンよりも高かった。
- (2) 化合物Bを水酸化ナトリウム水溶液で処理すると有機化合物Fが得られた。化合物Fの分子が重合し高分子化合物Gを与えた。高分子化合物Gは電解質で、高分子化合物Gの架橋により構成される三次元網目構造を持つ高分子化合物Hは吸水性があり、広く利用されている。

問1 化合物Aの分子式を書け。

問2 化合物Bの分子式を書け。

問3 化合物Cの分子式を書け。

問4 化合物Bの構造式を書け。

問5 化合物Dの構造式を書け。

問6 化合物Cの構造式を書け。

問7 化合物Eの構造式を書け。

問8 化合物Aの構造式を書け。

問9 化合物Fの構造式を書け。

問10 化合物Fのn個の分子が重合した高分子化合物Gの構造式を書け。

問11 (1)の下線部の記述で化合物Eの沸点が化合物Aや同じ炭素数のアルカンより高くなる理由を書け。

問12 (2)の下線部の記述で三次元網目構造を持つ高分子化合物Hが吸水性を示す理由を書け。