

# 平成28年度 入学試験問題

## 医学部 (Ⅱ期)

### 理科

#### 注意事項

1. 試験時間 平成28年3月5日、午後1時30分から3時50分まで
  2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
    - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
      - 化学(その1)、(その2)
      - 生物(その1)、(その2)
      - 物理(その1)、(その2)
    - (2) 解答用紙
      - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
      - 〃(その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
      - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
      - 〃(その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
      - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
      - 〃(その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)
- 以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
  4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
  5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
  6. 休憩のための途中退室は認めません。
  7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上へのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上退場して下さい。
  8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙〔選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2)〕、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。

確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
  9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

# 化 学 (その1)

## 注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 **1** ~ **5** を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。
3. 原子量 H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0

**1** 次の(1)(2)を読み、問に答えよ。

- (1) 希硫酸を直流  $5.00 \times 10 \text{ A}$  で陽極、陰極ともに白金電極を用い電気分解した。  
 $1.00 \times 10^{-1} \text{ kg}$  の水が電気分解された場合について、以下の問に答えよ。  
ただし気体は理想気体とし、標準状態の気体  $1.00 \text{ mol}$  の体積を  $2.24 \times 10 \text{ L}$  とし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。  
また、発生した気体は水溶液に溶解しないものとする。
- 問 1 陽極と陰極に発生する気体の化学式と、それぞれの標準状態での体積[L]を求めよ。答えは四捨五入して小数第1位まで記せ。
- 問 2 この反応で流した電気量クーロン[C]を求めよ。答えは四捨五入して有効数字3桁で記せ。
- 問 3 この反応で通電した時間[秒]を求めよ。答えは四捨五入して有効数字3桁で記せ。
- (2) メタン70%、エタン18%、プロパン3.0%を含む天然ガスがある。この天然ガス中に二酸化炭素および水蒸気は含まれておらず、またメタン、エタン、プロパン以外に含まれる成分は全て不燃性である。標準状態で  $2.0 \times 10^3 \text{ L}$  のこの天然ガスを十分な酸素存在下ですべて完全燃焼させた。
- 標準状態での  $1.0 \text{ mol}$  の気体の体積は  $22.4 \text{ L}$  を占める。  
メタン、エタン、プロパンの燃焼熱はそれぞれ  $891, 1561, 2219 \text{ kJ/mol}$  とする。
- 問 4 燃焼により生じる熱量[kJ]を有効数字2桁で記せ。
- 問 5 燃焼により生じる二酸化炭素の量[mol]と水の量[mol]を四捨五入して小数第1位まで記せ。

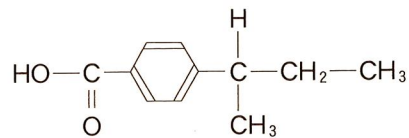
2

分子式  $C_8H_8O_2$  で表される芳香族化合物のエステル A, B, C がある。

それぞれ、加水分解すると、A は D とメタノールを、B は E と酢酸を、C は F とギ酸を生成した。E に塩化鉄(III)水溶液を加えると紫色となった。F は酸化すると、中間体 G を経て、D を生成した。G にアンモニア性硝酸銀溶液を加え穏やかに加熱すると、銀イオンが還元され銀が析出した。A~G は一置換ベンゼン誘導体である。

A~G の構造式を例にならって記せ。

構造式の例



3 次の文を読み、問に答えよ。

タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えた後、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えると(ア)色を呈する反応を(イ)反応という。(イ)反応は連続する2個以上のペプチド結合が $\text{Cu}^{2+}$ に配位結合して(ウ)を形成して呈色するものである。タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色となり、さらにアンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色となる。この反応は、芳香族アミノ酸側鎖のベンゼン環の(エ)化に基づくもので(オ)反応と呼ぶ。タンパク質水溶液に水酸化ナトリウムを加え加熱後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えて黒色沈殿が生じた場合、そのタンパク質を構成するアミノ酸に(カ)原子が含まれることがわかる。

以下に示す5つのアミノ酸からなるペプチドAがある。

Cys, Glu, Gly, Ile, Tyr

IleのC末端のペプチド結合を切断する酵素で加水分解したところ、ジペプチドBとトリペプチドCを生じた。BとCそれぞれに水酸化ナトリウムを加え加熱後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、Cのみに黒色沈殿が生じた。Bを構成するアミノ酸の一つは不斉炭素がなかった。

1 molのBを完全にエステル化するには1 molのメタノールが必要で、1 molのCを完全にエステル化するには2 molのメタノールが必要であった。CのN末端側のアミノ酸はジスルフィド結合をし得る。

Cをさらに弱い酸で部分的に加水分解したところ、ジペプチドDとEが生じた。DとEにそれぞれ水酸化ナトリウムを加え加熱後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、Dにのみ黒色沈殿が生じた。

また、DとEそれぞれに濃硝酸を加えて熱したところ、Eのみが黄色となり、さらにアンモニア水を加えて塩基性にしたところ、橙黄色になった。

問1 文中(ア)~(カ)に当てはまる適当な語句を記せ。

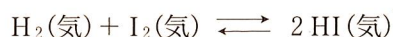
問2 ペプチドAのアミノ酸配列をN末端を左にして記せ。



## 化 学 (その2)

4 以下の問に答えなさい。

- (1) 0.01 mol/L の酢酸水溶液の pH を小数点以下 1 桁で求めよ (2 桁以上の小数点が出た場合には四捨五入せよ)。ただし酢酸の電離度は 0.01 とする。
- (2) プロパン  $C_3H_8$  の生成熱を 120 kJ/mol, 結合エネルギーを H-H : 430 kJ/mol, C-H : 410 kJ/mol, C-C : 370 kJ/mol としたとき, 黒鉛の昇華熱 (kJ/mol) を整数値で求めよ (小数点以下が出た場合には四捨五入せよ)。
- (3) 6.0 L の密閉容器に水素 3.0 mol, ヨウ素 3.0 mol を入れ, ある一定温度に保つと, ヨウ化水素が 4.0 mol を生じ, 下記の反応が平衡状態になった。



この温度における上記の式の平衡定数を有効数字 2 桁で求めよ。

- (4) 0.20 mol/L の塩酸 80 mL を中和するのに, 0.020 mol/L の水酸化カルシウム水溶液は何 mL 必要か整数値で求めよ (小数点以下が出た場合には四捨五入せよ)。
- (5) 0.10 mol/L の塩酸 400 mL と 0.20 mol/L の水酸化カリウム水溶液 150 mL を反応させた。この反応で放出される熱量は何 kJ か小数点以下 2 桁で答えよ (3 桁以上の小数点が出た場合には四捨五入せよ)。ただし, 塩化水素および水酸化カリウムは, 水溶液中では完全に電離しており, 強酸と強塩基の中和熱は 56.5 kJ/mol とする。
- (6) 0.20 mol/L の酢酸水溶液と 0.20 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を用いて, pH 4.0 の緩衝液を調整するには, 酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を体積比 (X) : 1 の割合で混合すればよい。(X) の値を小数点以下 2 桁で答えよ (3 桁以上の小数点が出た場合には四捨五入せよ)。ただし酢酸の電離定数  $K_a = 1.80 \times 10^{-5}$  mol/L とする。

5 次の文を読み、以下の設問に答えよ。

ただし、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23}$  [/mol]、 $\sqrt{2} = 1.41$  とする。

アルミニウムは、原子番号( a )、原子量 27.0 の元素である。単体の結晶は、アルミニウム原子が立方体の各頂点と各面の中心に配置された結晶格子を形成しており、これは同じ大きさの球を最も密に詰め込む最密構造のひとつである。このような結晶格子を( b )格子という。

アルミニウムの単体は、酸または強塩基の水溶液に溶けて( c )を発生する。また、空気中では表面に酸化アルミニウムの緻密な被膜<sup>①</sup>を生じ、内部を保護するため、その膜より内側は酸化されにくい( d )という状態になる。酸化アルミニウムは、( e )とも呼ばれる水に溶けない両性酸化物であるが、酸や強塩基の水溶液にも反応して溶ける。

問 1 文中の空欄( a )～( e )に適する語句または数字を記せ。

問 2 下線部①について、アルミニウムのような性質を持つ元素の総称を記せ。

問 3 アルミニウム単体が塩酸または水酸化ナトリウム水溶液に溶ける反応を、それぞれ化学反応式で記せ。

問 4 結晶格子における規則的な繰り返しの最小単位を単位格子という。アルミニウム結晶の単位格子の1辺の長さは  $4.0 \times 10^{-8}$  cm である。次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 単位格子あたりに含まれるアルミニウム原子は何個か。

(2) 結晶中である粒子に最も接近している他の粒子の数を配位数という。アルミニウム原子の配位数を記せ。

(3) 金属原子を最も接近している原子どうしが互いに接する剛体球としたとき、その半径を金属結合半径という。アルミニウム原子の金属結合半径を求め、有効数字2桁で記せ。

(4) アルミニウム結晶の密度 [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] を求め、有効数字2桁で記せ。