

# 福島県立医科大学

平成 26 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。

# 問題補足指示書

補足内容

化学

[2] 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。数値は有効数字3桁で答えなさい。  
(追加)

# 化学 I ・ 化学 II

下の問題〔1〕～〔4〕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： $R = 0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

〔1〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

アルミニウムは、地殻の成分として多量に存在している元素である。これは、現代の日常生活に必要な不可欠な金属であり、建築材料や電線として利用されている。また、金属アルミニウムの表面を(ア)皮膜で覆うことにより、調理器具や建築材料としての価値を高めることができる。

さて、このアルミニウムは、特殊な性質を持つことが知られている。例えば、アルミニウムイオンは、水酸化ナトリウム水溶液と反応するとゼリー状の白色沈殿として(イ)を生じるが、この沈殿に過剰の水酸化ナトリウムを加えると溶けてしまう。一方、この沈殿は酸にも溶解する。このような性質から、この(イ)は、(ウ)と呼ばれている。

問 1 (ア)～(ウ)に当てはまる適切な語句を入れよ。

問 2 なぜアルミニウムを調理器具や建築材料に利用する際に、その表面を(ア)皮膜で覆う必要があるのか説明せよ。

問 3 アルミニウムイオンに水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに(イ)が生じる反応式を示せ。

問 4 (イ)に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えたときの反応式を示せ。

問 5 (イ)に酸を加えたときの反応式を示せ。

問 6 (ウ)の例として異なる元素の化合物を組成式で示せ。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

化学反応に伴う熱の出入りを測定するための装置を熱量計という。図1は、氷熱量計と呼ばれる装置の原理を示すものである。この熱量計は氷と水が混ざった氷水を用いる。Aは反応容器で、この中で反応を行わせる。Aを取り囲むBの部分には、中を氷水で完全に満たしておき、メニスカスの位置から氷水の体積変化を読み取ることができる。Cは氷水の桶である。Aの中で起きた反応の結果、熱が放出されると、Bの中の氷が解け、Bの氷水の体積が変化する。BはCの氷水に浸っているので、内も外も0℃に保たれており、Bから外への熱の移動はない。したがって、A内の反応熱をBの氷水の体積変化に関係づけることができる。

氷熱量計を用いて、6個の炭素原子を含む単糖であるグルコースの燃焼熱を求める実験を行った。用いた熱量計において、Aの容積は0.100 L、Bの容積は2.00 L、Cの容積は5.00 Lであった。Aにグルコース0.100 gを入れ、0℃で2.00気圧の酸素で満たし、密閉した。図1のように組み立て、熱の測定に影響しない量の電気を用いてグルコースに点火したところ、メニスカスの位置が0.427 mL分低下した。氷の密度は0.9167 g/mL、0℃での水の密度は0.9999 g/mL、氷の融解熱は334 J/gである。

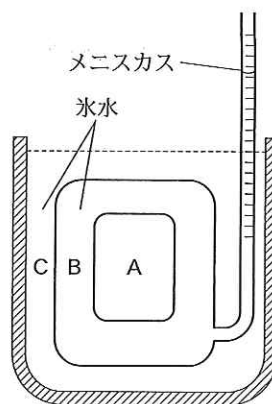


図1 氷熱量計

問 1 グルコースの完全燃焼反応の化学反応式を書け。

問 2 グルコースが完全燃焼したとすると、燃焼後の容器内の酸素分圧はいくらか。気体は理想気体の法則に従い、グルコースと水の体積、及び水蒸気の内容は無視してよい。

問 3 B内の氷1.00 gの融解に伴うメニスカスの変化は何 mL か。

問 4 グルコース1.00 mol 当たりの燃焼熱はいくらか。

〔3〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

分子量53,200のあるタンパク質の純品10.0 gを0.100 M NaCl溶液100 mLに溶解し、塩酸を加えてpH 2.00に調整した。この液にpH スタットという装置を接続した。pH スタットは溶液のpHを一定に保つように酸または塩基を自動的に注入し、その注入量を記録するものである。タンパク質溶液にペプチド結合の加水分解反応を触媒する酵素ペプシンを加え、37℃で1時間pH 2.00に保ったところ、pH スタットは1.00 M HClを4.75 mLを注入していた。一方、ペプシンを加えていないタンパク質溶液の場合には、同じ条件下でpH 2.00に保つのに要した1.00 M HClは0.00 mLだった。

問 1 L-フェニルアラニン 2 分子が脱水縮合してできたジペプチドのアセチル化体の構造を図 2 に示した。この構造式は pH 2 における主要な分子種のものである。このジペプチドはペプシンが触媒する加水分解反応によって、2 つの分子に分解する。分解後の各分子について pH 2 における主要な分子種の構造式を解離状態に注意して書きなさい。

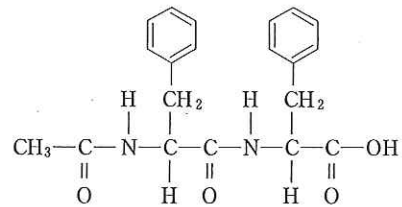
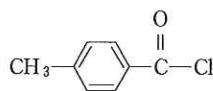


図 2 アセチル化ジペプチド

- 問 2 ペプチドに含まれるカルボキシル基の pH 2.00 における解離度が 0.0250 であるとした場合、ペプシンの触媒作用で加水分解を受けたペプチド結合の数はモル数で表すといくらか。有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 3 アミノ酸の平均分子量を 130 とすると、このタンパク質はアミノ酸何分子から構成されているか。有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 4 1 時間の分解の結果、1 分子のタンパク質は平均して何分子のペプチドに分解されたと考えられるか。有効数字 3 桁で答えなさい。

[ 4 ] 有機化合物 A から I に関する下の文章を読み、問 1 ~ 4 に答えよ。元素分析値は質量百分率とする。また、化学構造式は次の例のように書け。

(化学構造式の例)



染料、合成樹脂、医薬品の原料として用いられているベンゼン環を含む芳香族化合物 A, B, C, D がある。化合物 A, B, C, D はそれぞれ炭素、水素、酸素の三元素で構成され、いずれも室温では固体で塩基の水溶液にはよく溶けた。化合物 A, B, C, D の化学構造式を決定するため下記の(1)~(7)の実験を行なった。

- (1) 化合物 A, B, C, D の融点を測定すると化合物 A は 123 °C, 化合物 B は 234 °C, 化合物 C は 41 °C, 化合物 D は 159 °C を示した。
- (2) 化合物 A, B, C を構成する元素の組成を元素分析により調べると、次の分析値が得られた。化合物 A は C 68.85 %, H 4.95 %, O 26.20 %, 化合物 B は C 57.84 %, H 3.64 %, O 38.52 %, 化合物 C は C 76.57 %, H 6.43 %, O 17.00 % であった。
- (3) 化合物 A, B, C, D の分子量について調べると化合物 B の分子量が 170 以下で一番大きく、化合物 D の正確な分子量は 138 であった。また化合物 A と化合物 C の分子量は 130 以下であった。
- (4) 化合物 D は化合物 C から次の 3 段階の反応で得られた。化合物 C を水酸化ナトリウム水溶液に溶かして得られた化合物 E に高温高圧のもとで二酸化炭素を反応させると化合物 F が生じた。化合物 F に希硫酸を作用させると化合物 D が得られた。
- (5) 化合物 D に無水酢酸を反応させると解熱鎮痛剤として用いられる化合物 G が得られた。濃硫酸の存在下、化合物 D にメタノールを反応させると化合物 H が得られた。
- (6) 化合物 B を熱すると融点 132 °C で分子量 148 の化合物 I が得られた。化合物 I は、ナフタレンや *o*-キシレンを酸化して工業的につくられている。
- (7) 以上の(1)~(6)の実験により化合物 A, B, C, D の官能基や置換基を決定し、化合物 A, B, C, D の化学構造式を同定することができた。得られた化学構造式から化合物 B と化合物 D にはそれぞれ位置異性体があると考えられた。化合物 B の位置異性体を(6)の実験と同様に熱しても(6)で得られた化合物 I は生成しなかった。

問 1 化合物 A ~ H の化学構造式を書け。

問 2 (6)で得られた化合物 I の化学構造式と名称を書け。

問 3 化合物 A と化合物 C の混合物から化合物 A と化合物 C を化学的に分離するにはどのような方法が考えられるか。理由も含めて手順と結果について述べよ。

問 4 化合物 G と化合物 H の官能基を区別する定性的な反応とその結果について述べよ。