

# 福島県立医科大学

平成 29 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〕	1～2	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。
〔化学基礎・化学〕	3～4	
〔生物基礎・生物〕	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。

# 化学基礎・化学

〔1〕 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素は、(ア)と呼ばれる元素である。これらの中でも(イ)は常温で液体、(ウ)は常温で固体である。一方、フッ素は気体であり、かつ独特な性質を持つ元素である。例えば、他の(ア)に比べ(エ)電気陰性度を持つが、そのイオン半径は(オ)、かつ酸化力は(カ)。さらにフッ化水素酸はガラスを腐食する性質がある。

問1 (ア)～(カ)に当てはまる適切な語句を入れよ。

問2 フッ素と水との反応式を示せ。

問3 フッ化水素酸はガラスの容器で保存することができない。どのような反応が起こるのかを反応式で示せ。なお、ガラスの成分は $\text{SiO}_2$ とする。

問4 フッ化水素は他の17族元素の水素化合物よりも沸点が高くかつ弱酸であるのはなぜか。考えられる理由を述べよ。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

鉛蓄電池は放電と充電を繰り返すことができる二次電池として19世紀の中頃から使われてきた。よりエネルギー密度の高い二次電池であるリチウムイオン電池は1990年代に実用化され、携帯電話や電気自動車で広く使われるようになってきている。鉛蓄電池の起電力が約2.1Vであるのに対して、リチウムイオン電池の起電力が約3.7Vと高いことも有利な点である。

下の表は2種の電池の負極と正極において、放電と充電時に電極物質に起こる変化をまとめたものである。

	負極	正極
鉛蓄電池	$\text{Pb} \rightleftharpoons \text{PbSO}_4$	$\text{PbO}_2 \rightleftharpoons \text{PbSO}_4$
リチウムイオン電池	黒鉛-Li $\rightleftharpoons$ 黒鉛	$\text{CoO}_2 \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$

鉛蓄電池では電解質溶液として希硫酸、リチウムイオン電池では $\text{LiClO}_4$ 等の塩を有機溶媒に溶かしたものが使われる。また負極のLiは黒鉛に結合した状態で存在している。表を参考にして、以下の問に答えよ。計算には次の値を用いよ。

$H = 1.0, Li = 6.9, O = 16.0, S = 32.0, Pb = 207.0, F = 96,500 \text{ C mol}^{-1}$

問1 放電時に2種の電池の正極で起こる変化について、電子を含む物質の収支を満たす反応式を書け。

問2 放電時には電池内で負極から正極の向きにイオンの移動が起こる。移動するイオンを2種の電池についてそれぞれイオン式で書け。

問3 20Aの電流を1時間流したとき、鉛蓄電池の負極の質量はどれだけ増加するか。有効数字3桁で答えよ。1Aは1秒間に1Cの電気量の流れである。

問4 ある鉛蓄電池の電解質溶液の希硫酸は質量パーセント濃度40.4%、比重1.31g/mLで体積は0.500Lだった。負極と正極は一つの電解質溶液槽に浸かっている。20Aの電流を1時間流したとき、この鉛蓄電池の希硫酸の質量パーセント濃度はいくらになるか。有効数字3桁で答えよ。

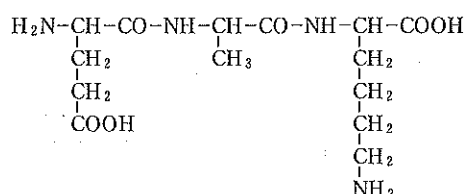
問5 リチウムイオン電池が鉛蓄電池にくらべてエネルギー密度が高い(電池の体積や重量に対する電気エネルギーの量が多い)理由について述べよ。

〔3〕 アミノ末端側からL-グルタミン酸、L-アラニン、L-リシンの順に結合したトリペプチド(下図)について下の問1～問4に答えよ。

問1 L-グルタミン酸、L-アラニン、L-リシンの3種のアミノ酸からなるトリペプチドは全部で何種類存在するか。ただし、ペプチド結合は、いずれも不斉炭素原子に結合しているアミノ基とカルボキシル基とから形成されるとする。

問2 pH1でのトリペプチドの構造式を解離状態が分かるように記せ。

問3 各解離基の電荷を足し合わせた分子全体としての電荷を実効電荷という。実効電荷の正負を実験的に確かめるにはどのような方法があるか。



(次ページにつづく)

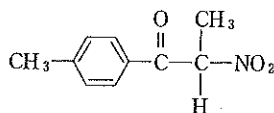
問 4 このペプチドには4個の解離基がある。それぞれの電離定数  $K_a$  が次の表の値であるとき、pH 7.00におけるこのペプチドの実効電荷を有効数字2桁まで求めよ。アミノ基の  $K_a$  は次式によって定義される。

$$K_a = ([R-NH_2] \times [H^+]) / [R-NH_3^+]$$

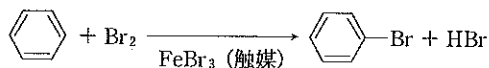
ペプチド中のアミノ酸	解離基	$K_a$
グルタミン酸	アミノ基	$2.5 \times 10^{-8}$
グルタミン酸	カルボキシル基	$3.5 \times 10^{-5}$
リシン	アミノ基	$6.3 \times 10^{-11}$
リシン	カルボキシル基	$2.5 \times 10^{-4}$

[4]  $C_4H_9Cl$  の分子式で示される有機化合物について次の文章を読み、問1～問6に答えよ。ただし構造式と化学反応式は次の例にしたがって書け。計算には次の値を用いよ。H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Br = 80.0, I = 127.0

(化学構造式の例)



(化学反応式の例)



$C_4H_9Cl$  の分子式で示される塩化物には4種の構造異性体 A, B, C, D が存在することが考えられる。そのうち構造異性体 A は最も枝分かれが多い構造であり、構造異性体 B には光学異性体が考えられた。また構造異性体の沸点は、D が  $78.5^\circ\text{C}$  で最も高く、C は  $68.9^\circ\text{C}$ 、A は  $50.4^\circ\text{C}$  だった。

最も枝分かれの多い構造異性体 A をエタノール/水(体積比 80/20)の混合溶媒に溶かし、室温 ( $0 \sim 25^\circ\text{C}$ ) に置くと、加溶媒分解反応\* が起こり、分子量 110 以下の有機化合物 E, F が得られ、同時に副反応によって有機化合物 G も得られた。化合物 E, F, G の分子量を比較すると  $E > F > G$  の順であった。同じ混合溶媒を用いて A を  $65^\circ\text{C}$  で反応させると、有機化合物 F, G の混合物が得られた。また構造異性体 A はエタノールを溶媒として、強い塩基であるナトリウムエトキシドと反応させると有機化合物 G を与えた。化合物 G は等モル量の臭素 ( $\text{Br}_2$ ) と容易に反応した。

一方、構造異性体 B はナトリウムエトキシドを同様に反応させると、分子量 70 以下の有機化合物 H, I を与えた。化合物 H, I は、いずれも化合物 G のように等モル量の臭素 ( $\text{Br}_2$ ) と容易に反応した。化合物 I には幾何異性体 J が考えられた。

さらに構造異性体 A と D に対して、アセトン溶媒中、ヨウ化ナトリウムを  $40^\circ\text{C}$  で反応させると、構造異性体 D は反応したが、構造異性体 A は反応することなく定量的に回収された。

\*加溶媒分解反応：溶媒と反応して溶質が分解する反応。溶媒が水の場合を加水分解反応という。

- 問 1 構造異性体 A, B, C, D の構造式を書け。ただし B については両方の光学異性体を書け。
- 問 2 構造異性体 A から生成した化合物 E, F, G の構造式を書け。
- 問 3 構造異性体 B から生成した化合物 H, I、および化合物 I の幾何異性体 J の構造式を書け。
- 問 4 構造異性体 A の加水分解反応の化学反応式を上記の化学反応式の例にしたがって書け。
- 問 5 構造異性体 A より構造異性体 D の沸点が高い理由について説明せよ。
- 問 6 アセトン溶媒中、ヨウ化ナトリウムとの反応における構造異性体 D の化学反応式を例にしたがって書け。