

平成 29 年度 入学 試験 問題 (前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理, 化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

[注意] 必要な場合には、次の原子量の値を用いよ。H: 1.0, C: 12.0, O: 16.0, N: 14.0

I 反応物 A と B から生成物 C を生じる反応がある。これを反応 1 と呼ぶ。



この反応は可逆反応であり、A, B, C の各濃度を $[A]$, $[B]$, $[C]$ とすると、正反応の反応速度は $k_1[A][B]$ で表され、逆反応の反応速度は $k_2[C]$ で表される。ここで k_1 , k_2 は反応速度定数である。反応開始時は、 $[A] = a$, $[B] = b$, $[C] = 0$ であった。ただし、 a の値は b の値に比べて十分大きく、 $a - b \approx a$ と見なすことができる。以下の問いに k_1 , k_2 , k_3 , a , b の記号を組み合わせた最も簡潔な式で答えよ。

問 1 反応 1 は反応開始後速やかに平衡状態に達した。このときの平衡定数(濃度平衡定数)を求めよ。

問 2 平衡状態に達したときの C の濃度を求めよ。

詳しく観察すると、反応 1 に比べるときわめてゆっくりとした反応ではあるが、C は分解して B と D が生成することが明らかになった。この反応を反応 2 と呼ぶ。



反応 2 は不可逆反応で、その反応速度は $k_3[C]$ で表される。ここで k_3 は反応速度定数である。

問 3 D が生成する反応速度を求めよ。ただし、反応 1 はすでに平衡状態に達しており、かつ D の濃度は a に比べて十分小さく、 $a - [D] \approx a$ と見なすことができる。

問 4 b の値を一定に保ったままで a の値を限りなく増加させると D の生成速度は一定の値に収束する。この値を v_{\max} とする。 v_{\max} の値は B の初期濃度を b としたときの D の生成速度の最大値となる。この v_{\max} の値を求めよ。

問 5 A と B が反応して C になりやすければ、 a の値が小さくても D の生成速度が大きくなる。この C になりやすさの指標は、D の生成速度が $\frac{v_{\max}}{2}$ となる a の値で表すことができる。この指標となる a の値を求めよ。

II コロイドは分散質が 1 nm~数百 nm の大きさのコロイド粒子となって分散媒に安定に分散しているものであり、その構造により、(ア)コロイド、(イ)コロイド、および分散コロイドに分けられる。(ア)コロイドは分散媒に溶解している(ア)1個がコロイド粒子の大きさを持つものである。また(イ)コロイドの代表的な例としてはセッケンの脂肪酸塩や卵黄のリン脂質などの分子が(イ)してコロイド粒子の大きさを持つ(ウ)を形成しているものが挙げられる。これらに対して分散コロイドは、本来混ざり合わない2つの物質の一方が分散質であるコロイド粒子、他方が分散媒となっているものである。分散コロイドのコロイド粒子の多くは何らかの理由で同符号の電荷を帯び、その反発によって互いに集まりにくくなっている。代表的な分散コロイドである水酸化鉄(III)のコロイド溶液は熱水に(エ)の水溶液を滴下し、水に対して(オ)することで得られるが、このコロイド粒子には原料に由来する(カ)が吸着しているため正に帯電している。

分散媒が水るとき、(ア)コロイドや(イ)コロイドのコロイド粒子の表面には(キ)性の基が分布しているため、これらは(キ)コロイドと呼ばれる。塩を加えると、これらの(キ)性の基を水和していた水がイオンに奪われるため、コロイド粒子が集まって大きな粒子となって沈殿する。この現象を(ク)と呼ぶ。一方、分散コロイドの表面には(キ)性の基は少ないため、(キ)コロイドに対して(ケ)コロイドと呼ばれる。分散コロイドのコロイド粒子が電荷を帯びにくい場合、表面を(キ)コロイドで覆って安定化することもあり、この(キ)コロイドを(コ)コロイドと呼ぶ。

問 1 空欄を埋めよ。ただし、(エ)および(カ)は化学式で示せ。

問 2 分散媒とコロイド粒子は気体、液体、固体のいずれの可能性もある。それぞれの組合せの例を以下のものの中から1つ選び、解答欄に記号で示せ。なお、存在しない組合せについては×を付けること。

- | | | | | |
|-----------|------------|---------|-------------|-------------|
| (A) 煙 | (B) セッケンの泡 | (C) 墨 汁 | (D) 霧 | (E) 発泡スチロール |
| (F) マヨネーズ | (G) 食塩水 | (H) ゼリー | (I) ステンドグラス | |

問 3 問 2 で(コ)コロイドを含むもの3つを記号で示し、それぞれについて(コ)コロイドとなる分散質を答えよ。

Ⅲ α -アミノ酸は分子内にアミノ基とカルボキシ基を持ち、一般式は図1で示される。グリシンは水溶液中で3種類のイオンX、Y、Zの平衡状態にあり、溶液のpHによって陽イオンであるX、双性イオンであるY、陰イオンであるZの割合が変化する。グリシンの水溶液はpH 6.0のときに平衡混合物の電荷が分子全体として0となり、そのpHを(a)という。置換基Rが酸性や塩基性を示す官能基をもつアミノ酸では、上記のアミノ基とカルボキシ基の電離平衡に加え、Rが溶液のpHに応じた電離平衡を行い、それがアミノ酸の分子全体としての電荷を決める。

複数のアミノ酸がアミノ基とカルボキシ基間で脱水し共有結合することで生じた(b)結合を特にペプチド結合といい、結合に関与したアミノ基とカルボキシ基は電離しなくなる。よってポリペプチドは、アミノ末端のアミノ基、カルボキシ末端のカルボキシ基に加え、電離するRによってポリペプチドの分子全体の電荷が決まる。

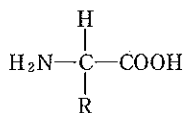


図1

α -アミノ酸の名称	3文字表記	Rの示性式	(a)
グリシン	Gly	—H	6.0
リシン	Lys	—(CH ₂) ₄ NH ₂	9.7
アスパラギン酸	Asp	—CH ₂ COOH	3.2

図2に示すように適当なpHに保ったろ紙の両端に直流電圧をかけると、ろ紙中央(点線で囲んだ部分)に添加したアミノ酸はそれ自身の電気的性質に従って陽極または陰極側へ移動する。これを(c)といい、複数のアミノ酸の混合液を各アミノ酸の電荷に応じて異なる位置に分離することができる。図2の実験1では陽極から陰極までろ紙全体がpH 2に保たれており、実験2では陽極から陰極まで、pH 1~13の連続的なpHの勾配になっており、実験中それが保たれている。

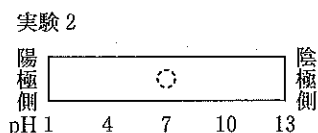
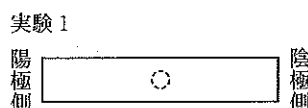


図2

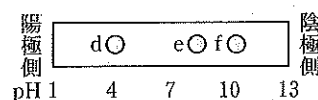


図3

問1 (a)~(c)に適切な語句を記せ。

問2 グリシンのイオンX、Y、Zの構造式を図1に従って書け。また、pH 2の溶液で存在する主な分子はどれか、X、Y、Zの記号で答えよ。

問3 pH 2の溶液の中でのリシンの分子全体の電荷はいくつか、整数で答えよ。なお、この条件でリシンのRはイオン化している。

問4 リシンの水溶液を試料として実験1の条件で(c)を行うとリシンはどちら側に移動するか。陽極、陰極、もしくは移動しない、で答えよ。

問5 表に示すアミノ酸からなる以下の3種類のトリペプチド(A)~(C)がある。()の中の値はトリペプチドの(a)である。

(A) Lys—Lys—Lys (10.3) (B) Lys—Asp—Lys (8.6) (C) Asp—Lys—Asp (4.2)

3種類のトリペプチド混合液を試料として実験2の条件で(c)を行い充分な時間の後、分離されたアミノ酸の位置を調べると図3のようになった。d~fの位置に含まれるトリペプチドを(A)~(C)の記号で答えよ。また、その時の3種類のトリペプチドの分子全体の電荷はそれぞれいくつ、整数で答えよ。

Ⅳ 化合物Aは炭素、水素、窒素、酸素を含み、分子量は241で、その元素組成は、炭素が74.69%、水素が6.22%、窒素が5.81%、酸素が13.28%であった。化合物Aは塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色しなかった。化合物Aに希塩酸を加えて熱すると芳香環をもつ化合物Bが析出した。化合物Bをろ過したのち、ろ液に水酸化ナトリウム水溶液を十分に加えると、芳香環をもつ化合物Cが分離した。

化合物Bを過マンガン酸カリウムを用いて酸化すると化合物Dが得られ、これを加熱すると酸無水物である化合物Eが得られた。また化合物Bを濃硫酸を少量加えた溶媒中で加熱すると、分子内で脱水し、エステル結合をもつ化合物Fが得られた。化合物Cには、ベンゼン環に直接結合する水素原子は4個あり、このうち1個を塩素原子に置き換えると2種の異性体が生成する。化合物Cを希塩酸に溶解して亜硝酸ナトリウム水溶液を加え温めると、気体Gを発生し化合物Hが生成した。

問1 化合物Aの分子式を示せ。

問2 気体Gの名称を記せ。

問3 化合物E、F、Hの構造式を示せ。

問4 化合物Dの名称を記せ。

問5 化合物Aの構造式を示せ。