

# 弘前大学 一般

## 平成 24 年度入学試験問題(前期)

### 理 科

物 理	1～8 ページ	化 学	9～26 ページ
生 物	27～37 ページ	地 学	38～47 ページ

#### 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。

#### (1) 物理を選択した受験者

教育学部 ② ④ ⑤

医学部医学科 ① ③ ⑤

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ② ⑤

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ② ③ ④

理工学部 ① ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ② ④ ⑤

#### (2) 化学を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ④

医学部医学科 ② ④ ⑥

医学部保健学科，看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ① ③ ⑤

医学部保健学科，放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ① ② ⑤

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ④ ⑤

#### (3) 生物を選択した受験者

教育学部 ① ② ④ ⑤

医学部医学科 ② ③ ⑤

医学部保健学科 ② ③ ⑤

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ③ ④

#### (4) 地学を選択した受験者

教育学部 ① ② ③ ⑤

理工学部 ① ② ③ ④ ⑤

農学生命科学部 ① ② ③ ⑤

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

# 化 学

単位 L はリットルを表す。

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H = 1.00	C = 12.0	N = 14.0	O = 16.0
K = 39.1	Br = 79.9		

1 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

塩素は原子番号 17 で、周期表では第〔ア〕周期〔イ〕族の非金属元素である。単体は常温で〔ウ〕である。塩素は電子親和力が大きく、1 価の陰イオンになりやすい。① 塩素の単体を水に溶かすと、その一部が水と反応して〔エ〕と次亜塩素酸を生じる。② 次亜塩素酸中の塩素の酸化数は +1 であるが、電子を受け入れて酸化数が低下しやすい性質を持つ。そのため、次亜塩素酸およびその塩は強い〔オ〕剤となる。また、③ 塩素単体を触媒の存在下でベンゼンに作用させるとクロロベンゼンが生じる。これは、ベンゼンの〔カ〕原子が塩素原子に〔キ〕されるためである。

家庭に配水する水道水には、殺菌に使った塩素がある程度残留している。これは水道水を清浄に保つためであるが、熱帯魚等の水槽に直接用いると、飼育に悪影響を与える。そこで、ハイポと呼ばれる薬品を投入する場合がある。ハイポの有効成分であるチオ硫酸ナトリウムは、塩素分子や次亜塩素酸イオンのような成分を〔ク〕して塩化物イオンとする作用を持つ〔ク〕剤である。

チオ硫酸ナトリウムは次亜塩素酸イオンと反応するばかりでなく、ヨウ素分子とも反応する。また、④ 次亜塩素酸イオンはヨウ化物イオンと反応し、塩化物イオンなどを生成する。これらのことを利用すると、次のように水中の次亜塩素酸イオン濃度をチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定して求めることができる。まず、正確に 10.0 mL の次亜塩素酸イオンを含む試料溶液を〔ケ〕を使ってコニカル

ビーカーにとり、水を加えて全量を 50 mLとする。次に、ヨウ化カリウム水溶液、希塩酸、および終点を検出する試薬を添加し、[ コ ]に入れた 0.100 mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定する。青紫色が消えたところが滴定の終点である。滴定開始前と終点における[ コ ]の目盛を読み取って、濃度計算に用いる。

問 1 [        ]内のアからコにあてはまる適切な語や数字を入れよ。

問 2 下線①に関し、塩素の電子配置の模式図を描き、陰イオンになりやすい理由を説明せよ。

問 3 下線②から④の化学反応式を記せ。

問 4 下線⑤に関し、希塩酸を加える理由をルシャトリエの原理によって説明せよ。

問 5 下線⑥に使われた物質の名称と、それが使われた理由を説明せよ。

問 6 二重下線⑦に関し、(1)全量は正確な体積でなければならないか、それとも(2)数 mL の誤差は許容できるか。解答欄の正しい方に○をつけ、その理由も説明せよ。

問 7 二重下線⑧に関し、目盛の読み取り方の模式図を図 1 に示した。正しい読み取り方を表しているものを(A)から(C)の中から選び、読み取った値を記せ。なお、図中の点線は視線を示し、数字の単位は mL である。

問 8 ヨウ素分子 1 mol に対し，チオ硫酸ナトリウムの 2 mol が反応する。滴定の値が問 7 で読み取った値であったとすれば，次亜塩素酸イオンの濃度はいくらか。計算の過程を示し，有効数字 3 桁で求めよ。

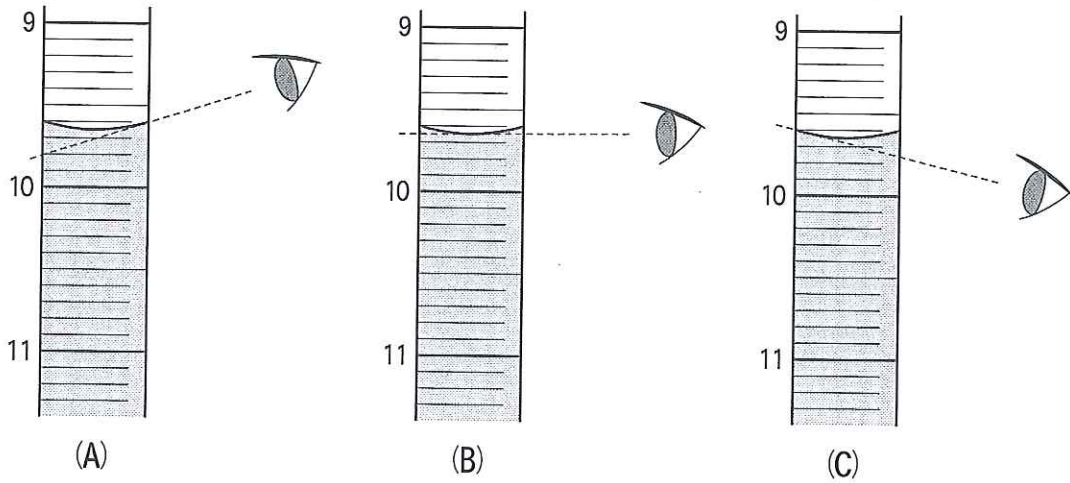


図 1 目盛の読み取り方の模式図



2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

結晶は、結晶格子を作る原子間の結合に注目すると、いくつかの種類に分類できる。それらは、金属、分子結晶、共有結合の結晶、そしてイオン結晶などである。

この中でイオン結晶は、電荷をもった原子または原子団による陽イオンと〔ア〕とからできている。陽イオンの例として、ナトリウムイオン、カルシウムイオン<sup>①</sup>や、アンモニウムイオンがある。

アンモニウムイオンは、アンモニアを水に溶かすと窒素上の〔イ〕を水素イオン<sup>②</sup>に与えて〔ウ〕結合を形成することにより生成する。この結合は結果として、アンモニア分子中にあった窒素—水素間の〔エ〕結合と区別できない。

イオン結晶は固体のままでは電気伝導性がないが、〔オ〕したり〔カ〕したりすると電気伝導性を示す。図1は、各種のイオン結晶の水に対する溶解度を質量パーセント濃度で表わしたものである。

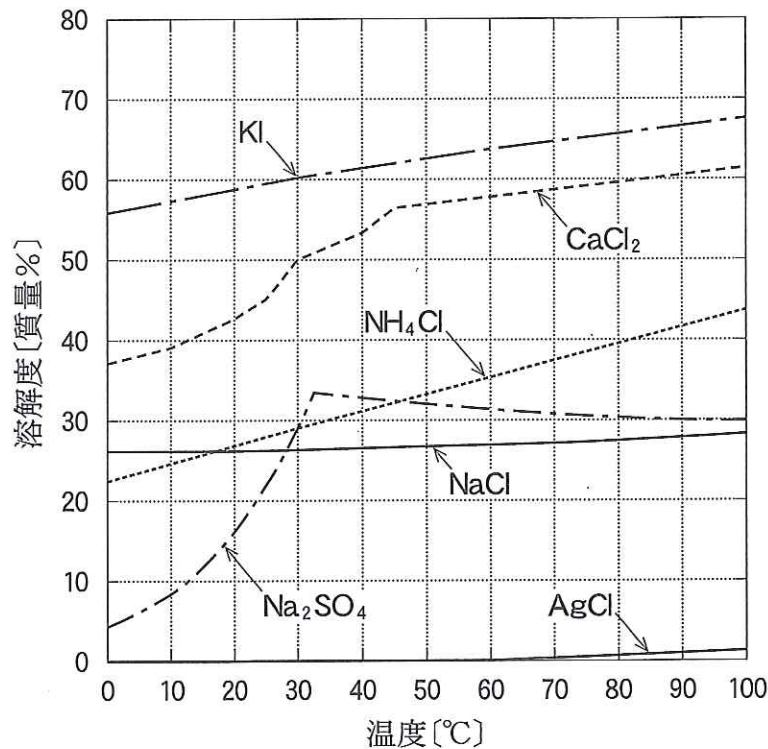


図1 種々のイオン結晶の溶解度曲線

問 1 [ ]内のアからカにあてはまる適切な語を入れよ。

問 2 下線部①のカルシウムイオンは  $\text{CaCl}_2$  を形成する。これと同様に、二種類の元素 A と B とから成り、その化学式を  $\text{AB}_2$  または  $\text{A}_2\text{B}$  のように書くことができる 14 族元素の化合物で、分子結晶、共有結合の結晶、イオン結晶を形成する化合物の名称をそれぞれひとつずつ記せ。

問 3 下線部②のアンモニウムイオンの電子式を書け。また、これと類似の電子式を書くことができる化合物は何か、その名称を答えよ。類似した電子式を書くことができる分子またはイオンは互いに類似した形状であると考えられるとすると、アンモニウムイオンはどのような形状であるか、その名称を記せ。

問 4 図 1 を見て、水溶液中に塩化物イオンが存在していることを定性的に確認するためには、図中のどの陽イオンを加えるのが最もよいかを記せ。また、その陽イオンを加えたときに観察される現象と、その理由を簡潔に記せ。

問 5  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KI}$  の各水溶液に臭素水を滴下したときに、それぞれ反応するかどうかを記せ。さらに、反応する場合には、化学反応式を記せ。

問 6 図 1 および表 1 において、 $80^\circ\text{C}$  の塩化アンモニウムの飽和水溶液  $100\text{ g}$  を  $20^\circ\text{C}$  に冷却したときに析出する塩化アンモニウムの質量を記せ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

表 1 塩化アンモニウムの溶解度

温度[ $^\circ\text{C}$ ]	0	10	20	25	30	40	50	60	80	100
溶解度[質量%]	22.7	24.9	27.0	28.2	29.3	31.4	33.5	35.6	39.6	43.6

問 7 KBr の溶解度を測定して得られた結果を表 2 に示す。KBr の溶解度曲線を解答欄に作図せよ。さらに、作図をもとにして、25℃ のときの飽和溶液の質量モル濃度を記せ。計算の過程を示し、答えは有効数字 3 桁で求めよ。

表 2 KBr の溶解度

温度〔℃〕	0	10	20	30	40	50	60	80	100
溶解度〔質量％〕	34.9	37.3	39.4	41.4	43.2	44.7	46.1	48.7	51.0

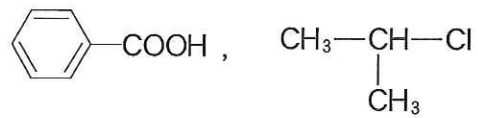
3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

- (1) [ A ]は刺激臭のある無色の液体で、食酢は[ A ]の水溶液である。純粋に近いものは冬期に凝固するので、[ ア ]ともいう。グルコースを発酵させると[ B ]がつくられるが、さらに発酵させると[ C ]が得られる。
- (2) [ B ]を濃硫酸とともに、160~170℃に加熱すると[ D ]が得られる。[ D ]を触媒を用い重合させると、[ E ]が製造できる。[ E ]は容器や包装用フィルムをはじめ、様々な用途に利用されている。[ D ]を塩化パラジウムを触媒として酸素と反応させると、[ F ]が工業的に製造できる。
- (3) [ F ]を酸化させると[ G ]が得られる。[ G ]を $P_4O_{10}$ 存在下で加熱すると、[ H ]になる。[ H ]は刺激臭のある無色の液体で、水と反応させると、[ G ]にもどる。
- (4) あるアルケンをベンゼンと反応させると[ I ]が得られ、それをさらに酸化すると[ J ]が得られる。[ J ]に硫酸を加えて分解させると、[ K ]と[ L ]がそれぞれ得られる。この工業的な製造方法を[ イ ]という。[ L ]に[ M ]水溶液を加えると、紫色に呈色するので、[ L ]の検出方法として応用できる。また、[ A ]を水酸化カルシウムと反応させると[ N ]が得られる。[ N ]を加熱分解させると[ K ]と[ O ]がそれぞれ得られる。
- (5) [ A ]と[ B ]の混合物に触媒として少量の濃硫酸を加えて加熱すると、[ P ]と[ Q ]が生成する。[ P ]を水酸化ナトリウム水溶液に加え、加熱すると[ R ]と[ S ]が得られる。この反応を[ ウ ]という。



問 1 [ ]内のAからSにあてはまる適切な構造式を入れよ。ただし、AからSへは同じ構造式を入れてもかまわない。なお、構造式は下の例にならって記せ。

例



問 2 [ ]内のアからウにあてはまる適切な語を入れよ。

4 〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

〔I〕 私たちが使用しているエネルギー源のうち、天然ガス(主成分はメタン)、水素、メタノールなどは、石油と石炭に比べて環境にやさしいエネルギーとして期待されている。

問 1 (a)メタン( $\text{CH}_4$ )、(b)水素( $\text{H}_2$ )、(c)メタノール( $\text{CH}_3\text{OH}$ )をそれぞれ完全燃焼させたときの熱化学方程式を示せ。ただし、そのとき生成する水は液体( $25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ (1 atm))とし、燃焼熱は、それぞれ 891 kJ/mol, 286 kJ/mol, 727 kJ/mol である。

問 2 同じ質量の各物質を燃焼させた場合、(a)から(c)のうち、発生する熱エネルギーが最大となる物質はどれか。その理由と共に記せ。

問 3 同じ熱エネルギーを得る場合、(a)から(c)のうち、発生する二酸化炭素の物質量が一番大きい物質はどれか。その理由と共に記せ。

問 4 問 1 の反応で、32 g のメタンが完全燃焼した場合、何 g の水が生成するか。計算の過程を示し、有効数字 2 桁で求めよ。

〔Ⅱ〕 クリーンエネルギー源として注目されている水素は天然にはほとんど存在せず、現在、水素の大部分は、天然ガス(主成分はメタン)と水蒸気( $\text{H}_2\text{O}$ )による化学反応(1)と、併発する一酸化炭素( $\text{CO}$ )と水蒸気による化学反応(2)で製造される。



問 1 式(1)の化学反応を進行させるためには触媒が用いられる。触媒の働きについて、35字以内で説明せよ。

問 2  $\text{CO}$  1.00 mol,  $\text{H}_2\text{O}$  1.00 mol および触媒を、容積一定の反応器(2.00 L)に導入し、 $300^\circ\text{C}$  に保ち反応させた。初期には式(2)の左から右への反応が進行したが、充分時間が経過したのち、平衡に達した。気体は理想気体とみなし触媒の体積は無視して、次の問いに答えよ。

(1) 平衡における  $\text{H}_2$  の物質量を  $x$  mol として、反応器内の各気体分子の濃度 (mol/L) と平衡定数  $K$  を記せ。

(2) 式(2)の  $300^\circ\text{C}$  における平衡定数  $K$  の値は 39 である。このときの  $\text{H}_2$  の物質量を記せ。ただし  $\sqrt{39} = 6.2$  とする。計算の過程を示し、答えは有効数字 2 桁で求めよ。

問 3 図 1 に燃料電池のしくみを示す。水素(燃料)と酸素が反応して水を生じる際に、電気エネルギーをもたらす。燃料電池の正極および負極で起こる変化について、電子を含むイオン反応式でそれぞれを記せ。

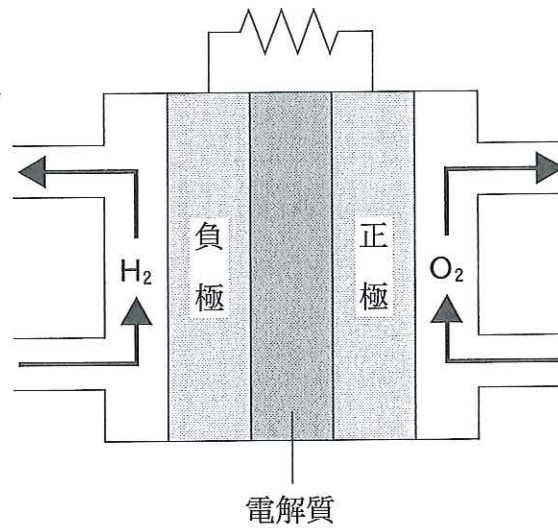


図 1 燃料電池のしくみ

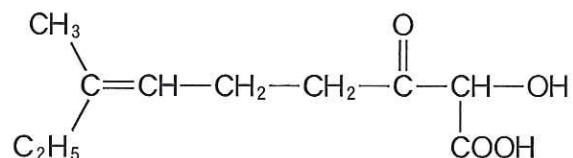


5 次の文章を読み、炭素数3からなる化合物AからIに関する各問いに答えよ。

- (1) 炭化水素である化合物Aを臭素水に通じると臭素の赤褐色が消える。また、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に化合物Aを通じると、その水溶液の赤紫色は脱色される。
- (2) 化合物Bはナトリウムと反応して水素を発生する。化合物Bを酸化すると化合物Xになり、化合物Xにアンモニア性硝酸銀水溶液を加えると銀の沈殿が生じる。また、この化合物Xは①フェーリング液を還元する。さらに化合物Xを②酸化すると酸性の化合物Yになる。
- (3) 化合物Cは化合物Bの構造異性体である。この化合物Cを酸化すると芳香のある無色の液体の化合物Dになる。
- (4) 無色の粘り気のある不揮発性の化合物Eに混酸(濃硫酸と濃硝酸の混合物)を加えて反応させると化合物Zが生成する。また、化合物Eに高級脂肪酸を加えて反応させると〔ア〕が生成する。
- (5) 化合物Yにメタノールを反応させるとエステルが生成する。化合物Fもエステル化合物である。
- (6) 化合物Dに③ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると黄色結晶が生じる。
- (7) 化合物Gは揮発しやすく引火しやすい液体(沸点7℃)で、化合物Bと化合物Cの構造異性体である。
- (8) 化合物Hに水素付加すると化合物Yになる。
- (9) 化合物Iはアルコールとカルボン酸の両方の性質を持つ〔イ〕である。化合物Iの分子中央の炭素が〔ウ〕であることから2種類の〔エ〕が存在する。この化合物Iを〔オ〕反応すると生分解ポリマーが生成する。

問 1 化合物 A から I の名称を記せ。また、その構造式を下の例にならって記せ。

例



問 2 化合物 X から Z の名称を記せ。

問 3 説明文中の〔        〕内のアからオにあてはまる適切な語を入れよ。

問 4 化合物 A の構造異性体の名称を記せ。

問 5 下線①の反応を何というか。その名称を記せ。

問 6 下線②の反応で析出する化合物の名称を記せ。

問 7 下線①と②の反応は何の検出に用いられるか。官能基の名称を記せ。

問 8 下線③の反応を何というか、その名称を記せ。また、化合物 D についてその反応式を記せ。

6 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

タンパク質を構成する約 20 種類のアミノ酸は、カルボキシル基が結合している炭素( $\alpha$ -炭素という)にアミノ基も結合している  $\alpha$ -アミノ酸である。アミノ酸のカルボキシル基と他のアミノ酸のアミノ基が結合したものをジペプチドといい、同じように 3 個のアミノ酸が結合したものをトリペプチドといい、そして多数のアミノ酸が結合したものをポリペプチドという。

オキシトシンは脳下垂体後葉で合成されるペプチドホルモンで、雌のほ乳類の子宮収縮や母乳分泌を促す作用がある。このオキシトシンは 9 個のアミノ酸からなっており、そのアミノ酸配列は以下のとおりである。なお、配列中の X は、あるアミノ酸を示している。また、アミノ酸の名称と略号を以下に示す。

オキシトシンのアミノ酸配列：Cys-Tyr-X-Gln-Asn-Cys-Pro-Leu-Gly

Cys：システイン Tyr：チロシン Gln：グルタミン Asn：アスパラギン

Pro：プロリン Leu：ロイシン Gly：グリシン

問 1 実際にはオキシトシン中ではシステインどうしが共有結合している。この結合を何というか記せ。

問 2 オキシトシンを構成するアミノ酸のうち、構造が最も簡単なアミノ酸の名称を記せ。

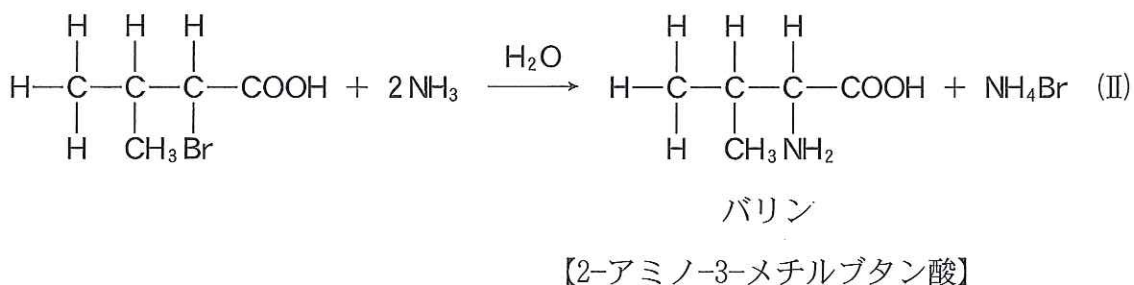
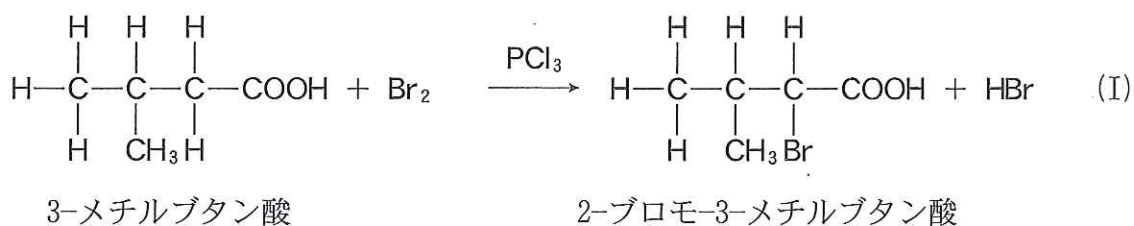
問 3 オキシトシンを用いて以下の実験を行った。次の各問いに答えよ。

実験 1 試験管に入れたオキシトシン水溶液に、NaOH 水溶液を加え充分にアルカリ性にしてよく振り混ぜたのち加熱し、沸騰させると気体が発生した。

実験 2 試験管に入れたオキシトシン水溶液に濃硝酸を数滴加え、加熱沸騰させたところ黄色に変化した。この試験管を冷ましてからアンモニア水を加えたところ橙黄色に変化した。

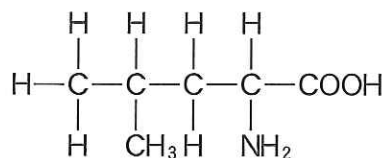
- (1) 実験1で発生した気体は何か、化学式を記せ。
- (2) 実験1で発生した気体に濃塩酸をつけたガラス棒をかざすとどうなるか。反応式を示して説明せよ。
- (3) 実験1で発生した気体に水に濡らしたリトマス紙を触れさせたとき、色に変化するのは赤リトマス紙と青リトマス紙のどちらか記せ。
- (4) オキシトシンを構成するアミノ酸のうち、実験2で起きた反応の原因となるアミノ酸は何か。その名称を記せ。
- (5) (4)で答えたアミノ酸は、別のアミノ酸にヒドロキシ基を導入することによって合成される。この別のアミノ酸も実験2の反応を示す。別のアミノ酸とは何か。その名称を記せ。

問4 アミノ酸の合成は $\alpha$ -ハロカルボン酸( $\alpha$ -炭素にハロゲンを結合したカルボン酸)にアンモニアを作用させることで可能である。例えば、バリンの合成は下記の反応式(I)および(II)の2段階の反応で行われる。3-メチルブタン酸に三塩化リン触媒下で臭素を反応させると、 $\alpha$ -炭素にBrを結合した2-ブロモ-3-メチルブタン酸となる。これにアンモニアを作用させることでバリンが生成する。





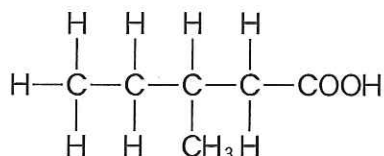
- (1) 上記の反応式(I)および(II)を参考にして、ロイシンを合成する2段階の反応式を記せ。ただし、化合物の名称は併記しなくてよい。ロイシンの構造式は以下のとおりである。



ロイシン

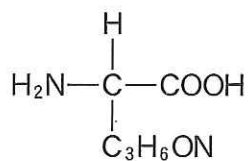
【2-アミノ-4-メチルペンタン酸】

- (2) オキシトシンに含まれ、ロイシンの異性体であるアミノ酸Xも、同様に合成することができる。下記の化合物Yを原料にして反応式(I)および(II)のように2段階の反応を行うと、アミノ酸Xが生成する。アミノ酸Xの構造式を記せ。



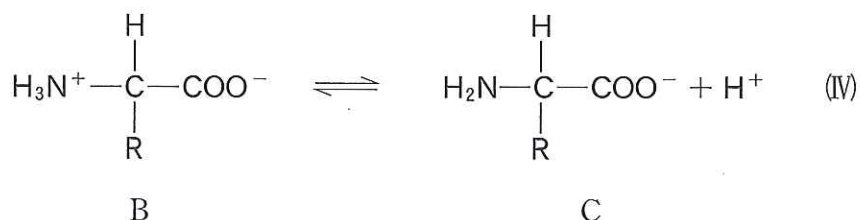
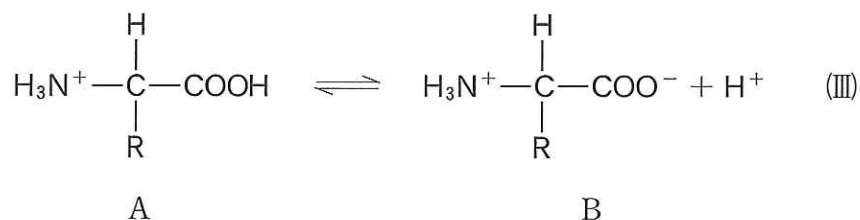
化合物Y

- (3) アミノ酸Xの名称を記せ。なお、バリンやロイシンの【       】内のような名称で答えてもよい。
- (4) グルタミンの構造式は以下のとおりである。その組成式は $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_3$ である。ここに、X-Glnのジペプチドがある。このジペプチドの分子量を求めよ。



グルタミン

問 5 一般に、アミノ酸の水溶液中では次のような電離平衡が成立する。なお、アミノ酸の構造式の中の R は官能基を示し、電離しないものとする。アミノ酸は水溶液中では、A, B, C が平衡状態にあり、pH の変化によりその組成が変わる。これらの平衡混合物の電荷が全体としてゼロとなっているときの pH を〔ア〕という。



- (1) 〔ア〕にあてはまる適切な語を入れよ。
- (2) B のような状態のイオンを何というか、記せ。
- (3) アミノ酸は直流電圧をかけて電気泳動すると、〔ア〕よりも酸性では〔イ〕イオンとなって〔ウ〕極側へ移動する。〔イ〕および〔ウ〕の組み合わせとして正しいものを次の(a)から(d)の中から選び、その記号を記せ。
 

(a) イ：陽	ウ：陽
(b) イ：陰	ウ：陽
(c) イ：陽	ウ：陰
(d) イ：陰	ウ：陰
- (4) 式(III)の電離定数を  $K_1$ 、式(IV)の電離定数を  $K_2$  とする。式(III)および(IV)の各イオンの濃度を [A], [B], [C] および  $[\text{H}^+]$  で表すものとして、 $K_1$  と  $K_2$  の積をこれらで表せ。

(5) [ ア ]において[A], [B], [C]および[H<sup>+</sup>]のうち, 等しい値のものはどれか記せ。

(6) オキシトシンに含まれるアミノ酸のアスパラギンについて, [ ア ]の値を求めよ。計算の過程を示し, 答えは小数第2位まで表せ。ただし, アスパラギンの電離定数を  $K_1 = 9.56 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ ,  $K_2 = 1.57 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$  とし, 必要であれば下記の数値を使用せよ。

$\sqrt{1.57} = 1.25$	$\log 1.57 = 0.20$	$\log 1.25 = 0.10$
$\sqrt{2.00} = 1.41$	$\log 2.00 = 0.30$	$\log 1.41 = 0.15$
$\sqrt{3.00} = 1.73$	$\log 3.00 = 0.48$	$\log 1.73 = 0.24$
$\sqrt{3.88} = 1.97$	$\log 3.88 = 0.59$	$\log 1.97 = 0.29$
$\sqrt{5.00} = 2.24$	$\log 5.00 = 0.70$	$\log 2.24 = 0.35$
$\sqrt{9.56} = 3.09$	$\log 9.56 = 0.98$	$\log 3.09 = 0.49$