

化 学 (120分)

(令和3年度 前期日程)

注 意 事 項

問 題 冊 子	解 答 用 紙
<ol style="list-style-type: none">1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。2. 問題冊子は全部で19ページである。表紙を開くと白紙があり、その裏が1ページ目である。不鮮明な印刷、ページの脱落到気付いたときは、試験監督者に申し出ること。3. 問題冊子は持ち帰ること。	<ol style="list-style-type: none">1. すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。記入を忘れたとき、あるいは誤った番号を記入したときは失格となることがある。2. 解答用紙の枚数は、5枚である。3. 解答は、指定された箇所に記入すること。

[注意] 必要な場合は次の値を用いよ。

原子量：H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Al = 27.0 S = 32.0

K = 39.0 I = 127.0

標準状態における気体 1 mol あたりの体積を 22.4 L とせよ。

I 次の文章を読み、問 1 から問 5 に答えよ。

(配点：50 点)

酸素(O_2)は、生物の呼吸に不可欠な気体である。海の生物は海水に溶けている酸素(溶存酸素)を呼吸に利用している。呼吸による酸素の消費が¹酸素の供給を上回ると、海水中の溶存酸素濃度は低下していく。場所や季節によっては、貧酸素と呼ばれるほどの低濃度になり、酸素欠乏によって海の生物が死に至ることがある。海水中の溶存酸素濃度は、ウインクラー法と呼ばれる次のような方法で測定できる。まず、²一定量の試水に水酸化ナトリウム水溶液と塩化マンガ(II)水溶液を加えて、水酸化マンガ(II)の沈殿を生じさせる。すると、³試水中の溶存酸素は、生じた水酸化マンガ(II)の一部を酸化するためにすべて消費され、⁴沈殿は褐色に変化する。これに硫酸とヨウ化カリウム水溶液を加えると、沈殿が溶解し、ヨウ素が遊離する。遊離したヨウ素をチオ硫酸ナトリウム($Na_2S_2O_3$)水溶液で滴定することで、試水中にあった溶存酸素の量を求めることができる。

酸素は反応性が大きく、ほとんどの元素と反応して酸化物を作る。酸化物は多様な性質を示すため、その特徴を生かして様々な用途に利用されている。例えば、銅に①{希硫酸・濃硫酸}を加えて熱すると発生する二酸化硫黄は、多くの場合②{酸化剤・還元剤}として働き、紙などの漂白剤として用いられる。また、ガラスの原料である二酸化ケイ素の結晶は③{イオン結晶・共有結合結晶・分子結晶}であり、融点が④{高く・低く}、絶縁性が良いという特徴を持つ。酸化マンガ(IV)は酸化作用を示し、マンガ乾電池の⑤{正極・負極}活性剤として利用されているほか、⑥{過酸化水素水・オゾン}から酸素を発生させるときの触媒としても用いられる。

問 1 文章中の①から⑥の{ }内の語句から適切なものをそれぞれ一つ選んで答えよ。

問 2 下線部 1 の酸素の供給には、大気からの酸素の溶解がある。大気からの気体の溶解に関して、次の(1)から(3)に答えよ。なお、気体はすべて理想気体であり、ヘンリーの法則が成り立つものとする。また、水蒸気圧や海水中の塩の効果は無視できるものとする。

- (1) 気体の溶解度は、その気体の圧力が 1013 hPa のとき、溶媒 1 L に溶解する気体の物質で示される。20℃における酸素の海水への溶解度は、 1.10×10^{-3} mol/L である。20℃、1013 hPa で大気と平衡状態にある海水について、溶存酸素濃度をモル濃度で答えよ。計算の過程も示せ。なお、大気には体積にして 21.0 % の酸素が含まれるものとする。
- (2) (1)の海水が亜熱帯域から極域まで流れて移動したとする。このとき、海水温が 20℃ から 0℃ に低下して溶解度が変化したことにより、海水 1 L あたり 2.80 mL の酸素が大気から新たに供給された。0℃における酸素の海水への溶解度をモル濃度で答えよ。計算の過程も示せ。なお、海水は常に大気と平衡状態にあり、大気圧は 1013 hPa で、大気には体積にして 21.0 % の酸素が含まれるものとする。
- (3) 雨水に窒素、酸素、二酸化炭素のみが溶解しており、大気と平衡状態にあるとする。この雨水は酸性、中性、塩基性のいずれの性質を示すか答えよ。

問 3 下線部 2 において、塩化マンガン(Ⅱ)水溶液は淡桃色、水酸化マンガン(Ⅱ)の沈殿は白色である。マンガンなどの遷移元素のイオンや化合物は、特有の色をもつものが多い。次の A から E が呈する色を【白色、黄色、緑白色、桃色、褐色、青色、黒色】の中から一つずつ選んで答えよ。

A : Cu^{2+} B : CuS C : CrO_4^{2-} D : Ag_2O E : $\text{Fe}(\text{OH})_2$

問 4 下線部 3 において、次の①と②の酸化還元反応がおきると考えられる。① $\text{Mn}(\text{OH})_2$ が酸素で酸化され、 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ を生じる。②酸性溶液中で $\text{MnO}(\text{OH})_2$ の沈殿が溶解して Mn^{2+} が溶出し、同時に I^- から I_2 が生じる。①については化学反応式を、②についてはイオン反応式をそれぞれ示せ。また、①の反応前後におけるマンガンの酸化数を答えよ。

問 5 下線部 4 について，次の(1)と(2)に答えよ。

(1) 滴定における反応は次の式であらわされる。



100 mL の海水を試水としてウインクラー法の実験を行ったとき，遊離したヨウ素の滴定に 2.50×10^{-2} mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液 2.20 mL を要した。この海水の溶存酸素濃度をモル濃度で答えよ。計算の過程も示せ。

(2) 滴定の際， 水溶液を添加しておくこと，滴定の終点を知ることができる。終点前の溶液は青紫色であるが，終点に達すると無色になるからである。 に入る語を答えよ。

II 次の文章を読み、問 1 から問 10 に答えよ。

(配点：60 点)

周期表の第 周期、 族のアルミニウムは、地殻中に化合物として多量に存在する。単体のアルミニウムは、次の工程を経て得られる。まず、原料鉱石である (主成分 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) を濃い水酸化ナトリウム水溶液に入れて加熱溶解させると、 ¹に含まれている不純物は沈殿するので、ろ過を行って沈殿を除く。続いて、²得られたろ液に水を加えて pH を下げると、あるアルミニウム化合物が析出する。ここで得られた析出物を加熱すると、³このアルミニウム化合物は分解し、純度の高い Al_2O_3 が得られる。次に、融解した氷晶石にこの Al_2O_3 を加えて溶かし、⁴水の無い状態で電気分解を行うと、単体のアルミニウムが 上に析出する。この方法をホール・エルー法という。

単体のアルミニウムは、濃硝酸や濃硫酸には溶解しない。⁵これはアルミニウムの表面に Al_2O_3 の被膜が形成されて内部が保護されるためである。アルミニウムは空気中の酸素と反応して直ちに表面に薄くて緻密な酸化被膜を形成する。この性質を利用して、アルミニウムに人工的な酸化被膜で覆う表面処理を行ったものを と言う。

ところで、単体のアルミニウムを塩酸や希硫酸の中に入れると、アルミニウム原子から放出された電子を H^+ が受け取って、水素が発生する。一方、単体のアルミニウムと水酸化カリウムとの反応においても、⁶下記の(1)式の反応が起きることにより水素が発生する。このように、酸にも塩基にも反応する金属を両性金属(両性元素)と言う。



(1)式の反応が完了してから硫酸を加えると、下記の(2)式の反応が起こり、この水溶液を濃縮すると 12 水和物の結晶が得られる。



⁷この結晶はミョウバンと呼ばれ、水に溶解するとそれぞれの成分イオンに分離する。

問 1 文中の から に最も適切な数値を答えよ。また、 から には最も適切な語を、下記の括弧内から一つずつ選んで答えよ。なお、 から では、同じ数値を何度でも答えてよい。

{
 アルマイト, アルミナ, ジュラルミン, テルミット,
 ポーキサイト, 負極, 正極, 陰極, 陽極

問 2 (1)式の反応において、還元された物質を物質名で答えよ。また、右辺の反応生成物 A の化学式を示せ。

問 3 下線部 1 の操作によって、例えば不純物として含まれる Fe_2O_3 は、沈殿として回収される。その理由として適切な文章を、次の①から④より一つ選んで答えよ。

- ① Fe_2O_3 は塩基性酸化物なので、水酸化ナトリウムと反応しないため。
- ② Fe_2O_3 は塩基性酸化物なので、水酸化ナトリウムと反応するため。
- ③ Fe_2O_3 は酸性酸化物なので、水酸化ナトリウムと反応しないため。
- ④ Fe_2O_3 は酸性酸化物なので、水酸化ナトリウムと反応するため。

問 4 下線部 2 の操作においてさらに水を加えると、より多くの析出物が生じた。その理由について、まず、錯イオンのみを左辺に記す可逆反応の式を示し、さらに「ルシャトリエの原理」という語句を必ず用いて説明せよ。

問 5 下線部 3 の化学反応式を示せ。

問 6 下線部 4 に関連して、次の(1)から(3)に答えよ。

- (1) このような電気分解法を、一般に何と言うか答えよ。
- (2) この電気分解において、1000 A の電流を 6 時間流した。このときすべての電気量が電気分解に使われたとすると、得られるアルミニウムは何 kg か。整数で答えよ。考え方も示せ。なお、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。
- (3) アルミニウムイオンを含む水溶液を電気分解しても、単体のアルミニウムを得ることができない。その理由を説明せよ。

問 7 下線部 5 のような状態を何と言うか。また、濃硝酸や濃硫酸と反応するとアルミニウムと同様にこの状態になる金属を、下記の括弧内の元素記号群の中から二つ選んで、それらを元素名で答えよ。

{ Au, Ag, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, Sn, Zn }

問 8 下線部 6 に関連して、問 7 の括弧内の元素記号群の中から両性金属を二つ選んで、それらを元素名で答えよ。

問 9 下線部 7 のように 2 種以上の塩が一定の割合で結合した塩で、水に溶けると個々の成分イオンに電離する塩を一般に何と言うか答えよ。

問10 20℃における焼きミョウバン $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ の溶解度は 6.0 g/100 g 水である。20℃において、焼きミョウバンの飽和水溶液 265 g から水 65 g を蒸発させたとき、析出する結晶 ($\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$) は何 g か、小数第 1 位まで答えよ。計算の過程も示せ。

Ⅲ 次の文章を読み、問1から問8に答えよ。

(配点：50点)

水溶液の酸性・中性・塩基性は、水溶液中の水素イオンのモル濃度 $[H^+]$ と水酸化物イオンのモル濃度 $[OH^-]$ のどちらが大きいかで決まる。純粋な水では、水分子のごく一部が電離して水素イオンと水酸化物イオンが生じ、平衡状態になっている。そして、温度が一定であれば、 $[H^+]$ と $[OH^-]$ の積は一定の値となる($K_w = [H^+][OH^-]$)。 K_w は **ア** とよばれ、25℃では $K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ となる。このことは純粋な水だけではなく、酸や塩基の水溶液でも成り立ち、温度が一定であれば、 K_w は常に一定である。このような水溶液中の $[H^+]$ と $[OH^-]$ の関係から、水溶液の酸性・塩基性の程度は $[H^+]$ の大小だけで表すことができ、pH(水素イオン指数)で示される。

また、酸と塩基が互いの性質を打ち消し合う反応を中和反応という。酸(または塩基)の水溶液を **イ** を用いて正確にはかり取り、コニカルビーカーに入れる。そして、塩基(または酸)の水溶液を **ウ** を用いて滴下し、酸と塩基が過不足なく中和するまでに要した塩基(または酸)の水溶液の体積を求める操作を中和滴定という。このとき、酸または塩基のどちらかのモル濃度がわかっているならば、これを中和したもう一方の水溶液のモル濃度を求めることができる。なお、少量の酸や塩基を加えてもpHがほぼ一定に保たれる水溶液を **エ** という。

問1 文章中の **ア** から **エ** に入る最も適切な語句を下記の括弧内からそれぞれ一つ選んで答えよ。

(無極性溶媒, ホールピペット, ヘスの法則, メスフラスコ,
ブレンステッド・ローリーの定義, 飽和溶液, ビュレット,
緩衝液, ふたまた試験管, 水のイオン積, リービッチ冷却器)

問2 酸・塩基に関する次のⅠからⅢの記述について、正しいものは○、誤っているものは×を示せ。

- Ⅰ 塩化水素を水に溶かすと、オキソニウムイオンが生成する。
- Ⅱ 塩酸は1価の酸、リン酸は3価の酸であり、リン酸のほうが強い酸である。
- Ⅲ 酸は酸素を必ず含む化合物である。

問3 その水溶液の性質が、次の(1)から(4)にあてはまるものを下記の括弧内からすべて選び、化学式で答えよ。なお、同じものを繰り返し選んでもよい。

- (1) 弱塩基 (2) 2価の酸 (3) 2価の塩基 (4) 弱酸

(硫化水素, 水酸化鉄(Ⅲ), シュウ酸, 水酸化銅(Ⅱ),
ヨウ化水素, 水酸化バリウム, フッ化水素)

問 4 下線部 1 に関して、次の A から D の化合物を 0.10 mol/L の水溶液にしたとき、pH の小さいものから順に並べるとどのようになるか。最も適当なものを(ア)から(ケ)より一つ選んで答えよ。

A：水酸化カルシウム B：リン酸 C：硝酸 D：アンモニア

- (ア) $B < C < A = D$ (イ) $C < B < D < A$ (ウ) $C < A < B < D$
 (エ) $A < C < B < D$ (オ) $B = C < A < D$ (カ) $B < C < D < A$
 (キ) $A < D < B < C$ (ク) $C < B < A < D$ (ケ) $D < B < A < C$

問 5 酢酸水溶液の濃度と電離度の関係を図 1 に示す。次の(1)および(2)に答えよ。なお、 $\log_{10} 1.6 = 0.20$, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$ とする。

- (1) 0.030 mol/L の酢酸水溶液の pH を求めよ。なお、計算の過程も示せ。
 (2) 0.10 mol/L の酢酸水溶液を水で 10 倍に希釈した。このとき、希釈する前と希釈した後の pH をそれぞれ求めよ。なお、計算の過程も示せ。

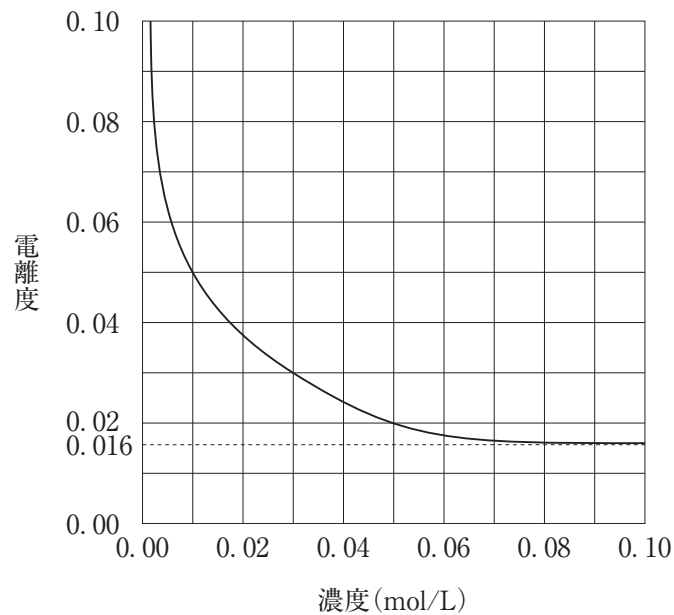


図 1 酢酸水溶液の濃度と電離度の関係

問 6 下線部 2 に関して、0.010 mol/L の硫酸 20 mL に、0.010 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 20 mL を混合した溶液の pH を求めよ。ただし、硫酸と水酸化ナトリウム水溶液の電離度は 1 とし、混合する前後で溶液の体積の総量に変化はないものとする。なお、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

問 7 下線部 3 に関して、0.1 mol/L の酢酸水溶液 1 L を 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定したとする。滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積(L) (グラフの横軸) に対して、次の(1)から(3)の物質質量 (mol) (グラフの縦軸) はどのように変化するか。最も適当なグラフを図 2 の(ア)から(カ)よりそれぞれ一つ選んで答えよ。

- (1) CH_3COO^- (2) Na^+ (3) CH_3COOH

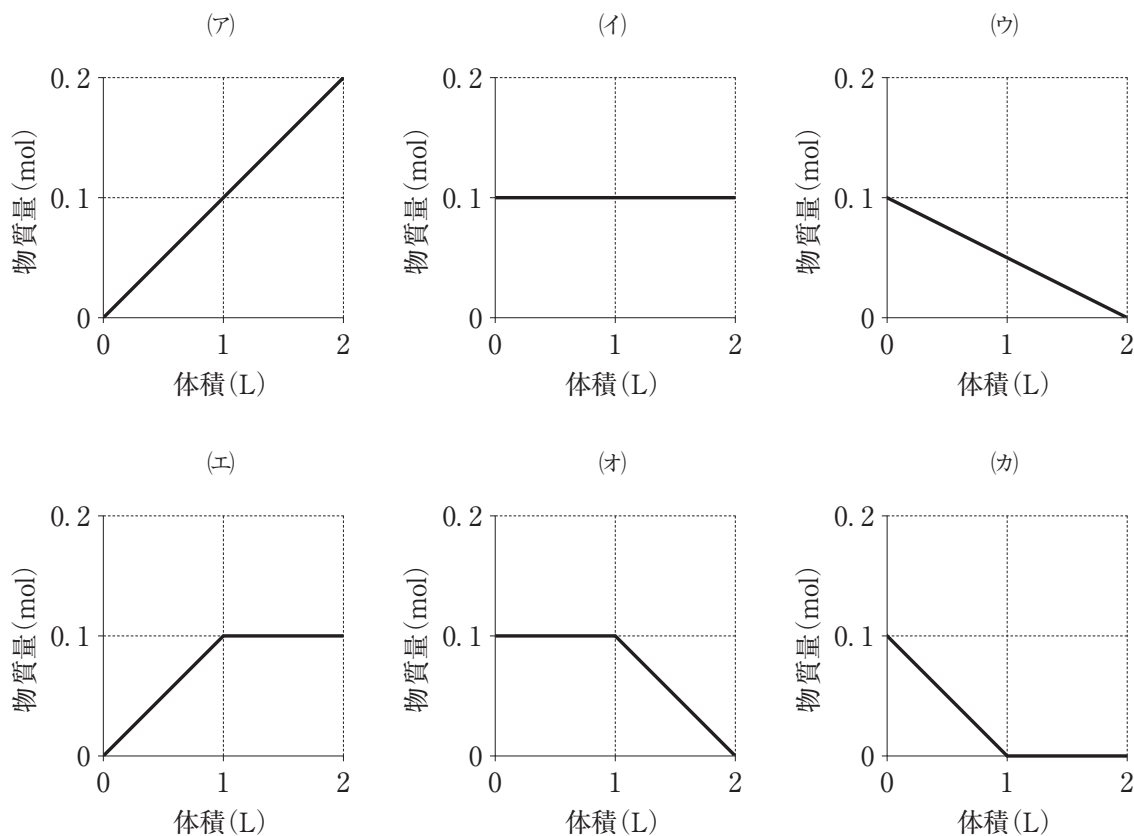


図 2 水酸化ナトリウム水溶液の体積と各種イオンまたは化合物の物質質量の関係

問 8 下線部 4 に関して、次の文章中の [①], [②] に入る適切なイオン反応式を答えよ。

アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液に少量の酸を加えると、[①]の反応が起こり、また、少量の塩基を加えると、[②]の反応が起こるために、混合水溶液の pH はほぼ一定に保たれる。

IV 次の文章を読み、問1から問6に答えよ。

(配点：50点)

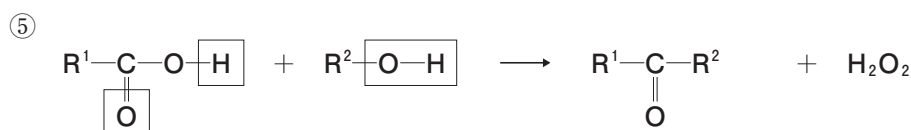
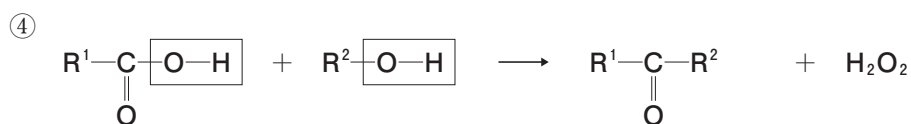
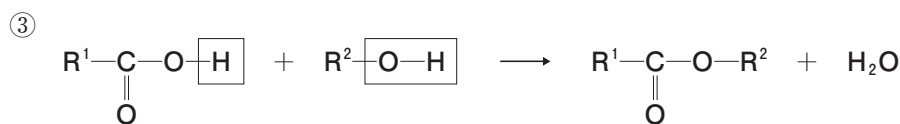
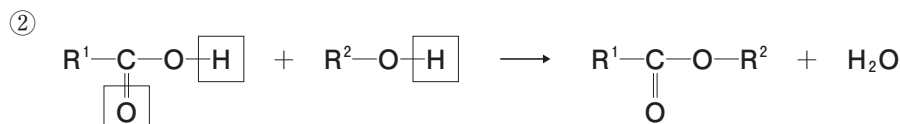
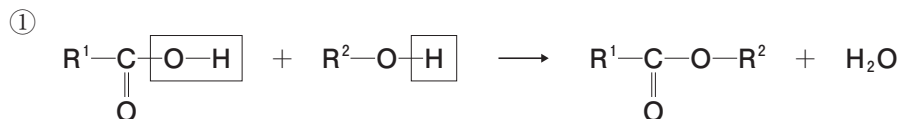
エステルはカルボン酸とアルコールが脱水縮合して得られる化合物であり、分子量の比較的小さいエステルは果実の香り成分であるものが多い。エステルは、水を加えて熱することで加水分解されるが、酸もしくは塩基が存在すると反応は速くなる。塩基によるエステルの加水分解を という。

油脂はグリセリンと脂肪酸のエステルで動植物の体内に広く分布している。脂肪酸には炭素間の二重結合をもたない飽和脂肪酸と二重結合をもつ不飽和脂肪酸がある。炭素数の多い飽和脂肪酸を主成分とする油脂は常温で固体、不飽和脂肪酸を主成分とする油脂は液体であることが多く、常温で固体の油脂を という。油脂の不飽和度を推定する指標としてヨウ素価があり、ヨウ素価が130以上である油脂は空気中の酸素によって炭素間の二重結合が酸化されて固化する。このような油脂を という。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱するとセッケンができる。セッケンは水に溶かすと疎水性部分を内側に、親水性部分を外側にしたコロイド粒子である をつくる。セッケンのように親水基と疎水基をもち、水の表面張力を小さくする物質は という。セッケンは乳化作用によって油汚れを の内部に取りこんで洗浄する。合成洗剤も疎水基と親水基をもつことからセッケンと性質は似ているが、強酸と強塩基の塩でできており、その水溶液は である。

問1 文中の から に適切な語を答えよ。ただし、 は酸性、中性、塩基性のいずれかで答えること。

問 2 下線部のエステル化でカルボン酸とアルコールの適切な反応の組み合わせを①から⑤より一つ選んで答えよ。ただし、 R^1 と R^2 は炭化水素基、四角で囲まれた部分はエステルから除かれる原子もしくは原子団を表している。



問 3 炭素、水素、酸素のみからなるエステル A に関して、(1)と(2)に答えよ。

(1) 204 mg のエステル A を完全燃焼させると二酸化炭素が 440 mg、水が 180 mg 得られた。エステル A の分子量が 102 であるとき、エステル A の分子式を答えよ。計算の過程も示せ。

(2) エステル A を加水分解するとカルボン酸 B とアルコール C が得られ、カルボン酸 B とアルコール C は共に還元性を示した。また、アルコール C を濃硫酸と加熱すると、シス-トランス異性体を区別した場合、3 種類のアルケンが得られた。このとき、エステル A の構造式を示せ。

問 4 爆薬や心臓病の薬になるニトログリセリンはグリセリンと硝酸からできるが、この化学反応式を示せ。グリセリンとニトログリセリンは構造式で表すこと。

問 5 油脂に関して、(1)と(2)に答えよ。

- (1) パルミチン酸($C_{15}H_{31}COOH$)とステアリン酸($C_{17}H_{35}COOH$)を1:2の割合で含み、不斉炭素原子をもつ油脂の構造式を示せ。
- (2) 表1には4種類の油脂と代表的な構成脂肪酸の質量%を示している。これらの油脂をヨウ素価が大きい順に左から並べて答えよ。ただし、表1に挙げた5種類以外の脂肪酸は無視できるものとする。

表1 油脂の種類と代表的な脂肪酸組成

油脂	飽和脂肪酸(質量%)		不飽和脂肪酸(質量%)		
	パルミチン酸 ($C_{15}H_{31}COOH$)	ステアリン酸 ($C_{17}H_{35}COOH$)	オレイン酸 ($C_{17}H_{33}COOH$)	リノール酸 ($C_{17}H_{31}COOH$)	リノレン酸 ($C_{17}H_{29}COOH$)
オリーブ油	9.8	2.9	73.0	6.6	0.6
牛脂	23.0	14.0	41.0	3.3	0.2
大豆油	10.6	4.1	25.3	52.2	6.6
ごま油	9.4	5.6	39.7	43.9	0.3

問 6 セッケンを海水で使用すると泡立ちが悪くなる。この理由を説明せよ。

V 次の文章と、あるペプチド X に関する説明文(i)から(xi)を読み、問1から問6に答えよ。

(配点：40点)

アミノ酸は、分子内にアミノ基とカルボキシ基をもつ化合物である。このうち、同じ炭素原子にアミノ基とカルボキシ基が結合したものを α -アミノ酸と呼び、その構造を図1に示した。あるアミノ酸のカルボキシ基と別のアミノ酸のアミノ基が脱水縮合した分子をペプチドと呼び、アミノ基が存在する側をN末端、カルボキシ基が存在する側をC末端という。図2では、2個の異なる α -アミノ酸が脱水縮合し、ジペプチドが生じる反応を示した。また、ペプチド中の特定のアミノ酸を認識し、加水分解する酵素が存在する。例えば、塩基性アミノ酸(側鎖に NH_2 をもつアミノ酸)のC末端側を加水分解する酵素を作用させると、塩基性アミノ酸を含むペプチドは図3のように加水分解される。

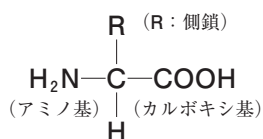


図1 α -アミノ酸の構造

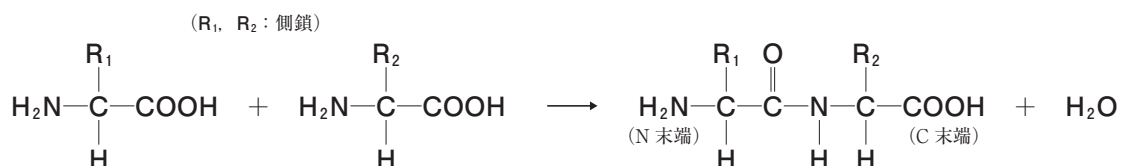


図2 ジペプチドの生成反応式

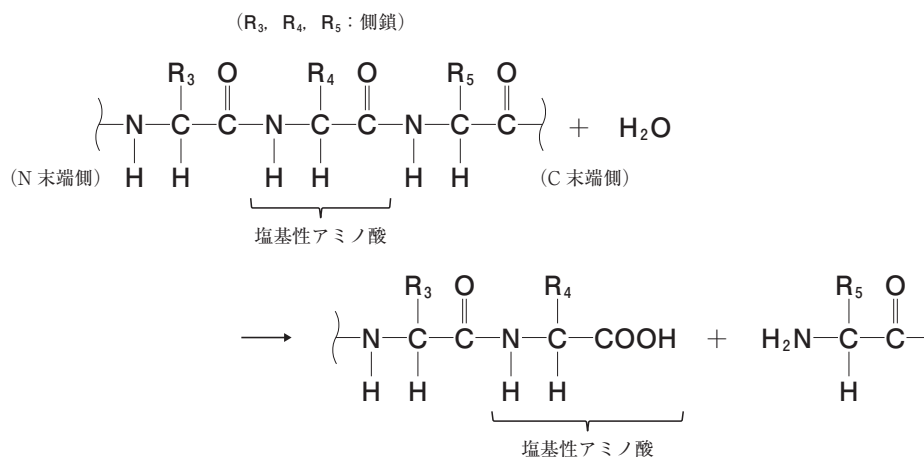


図3 塩基性アミノ酸のC末端側を加水分解する酵素によるペプチドの切断様式
(ペプチド内の R_4 を側鎖にもつアミノ酸のみが塩基性アミノ酸であったとする。)

ペプチド X は以下の(i)から(xi)に示すような化合物である。

- (i) ペプチド X は 8 個の α -アミノ酸が直鎖状に結合したペプチドであり、8 種類のアミノ酸で構成されていた。その構成アミノ酸名、一般的な一文字略号、側鎖および分子量を表 1 に示した。
- (ii) ペプチド X の N 末端に位置するアミノ酸はアミノ酸(a)であった。アミノ酸(a)の水溶液に高濃度の水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱した後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。
- (iii) ペプチド X に塩基性アミノ酸の C 末端側を加水分解する酵素を作用させると、3 種類のペプチドが得られたため、それぞれをペプチド I、ペプチド II およびペプチド III と名付けた。なお、ペプチド I、II および III の結合順序は不明であった。また、単一アミノ酸は得られなかった。
- (iv) ペプチド I のみがジペプチドであった。
- (v) ペプチド II の分子量は 305 であった。
- (vi) ペプチド II に濃塩酸を加え加熱すると、3 種類のアミノ酸が得られたため、それらのアミノ酸をアミノ酸(b)、アミノ酸(c)およびアミノ酸(d)とした。
- (vii) ペプチド II の N 末端に位置するアミノ酸はアミノ酸(b)であった。アミノ酸(b)の等電点を調べると 2.8 であり、アミノ酸(c)やアミノ酸(d)よりも極端に低かった。
- (viii) ペプチド II の C 末端に位置するアミノ酸はアミノ酸(c)であった。このアミノ酸(c)には不斉炭素原子が 2 個存在した。
- (ix) ペプチド III の加水分解によって得られたある一つのアミノ酸の元素分析を行ったところ、質量パーセントで炭素 55.0 %、水素 9.9 %、酸素 24.4 % であり、残りは窒素であった。さらに、このアミノ酸にも不斉炭素原子が 2 個存在したため、イソロイシンであることが明らかとなった。
- (x) ペプチド I から III のそれぞれを溶解した水溶液に濃硝酸を加え加熱した後、冷却し、アンモニア水を加え塩基性になると、ペプチド I を溶解した水溶液においてのみ橙黄色の呈色が観察された。
- (xi) ペプチド I から III において、それぞれ一分子中に含まれる窒素含量を測定すると、ペプチド III が最も多かった。

表1 ペプチドXの構成アミノ酸名, 一般的な一文字略号, 側鎖および分子量

アミノ酸名	一文字略号	側鎖(R)	分子量
アスパラギン酸	D	$-\text{CH}_2-\text{COOH}$	133
アラニン	A	$-\text{CH}_3$	89.0
アルギニン	R	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}-\underset{\text{NH}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}_2$	174
イソロイシン	I	設問の都合上, 側鎖は表記していない。	131
システイン	C	$-\text{CH}_2-\text{SH}$	121
チロシン	Y	$-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$	181
トレオニン	T	$-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{OH}$	119
リシン	K	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	146

問1 アミノ酸(a), アミノ酸(b), アミノ酸(c)およびアミノ酸(d)のアミノ酸名をそれぞれ答えよ。

問2 説明文(ix)について以下の(1)および(2)に答えよ。

- (1) イソロイシンの分子式を答えよ。なお, 分子式を得るために行った計算の過程も示せ。
- (2) 表1の側鎖(R)の記し方を例として, イソロイシンの側鎖構造を示せ。

問3 説明文(x)について述べた以下の文章中の から に入る適切な語句を答えよ。なお, にはアミノ酸名が入るものとする。

この反応は 反応と呼ばれ, ペプチドを構成するアミノ酸中の が 化されたことにより, 塩基性下で橙黄色を示した。したがって, ペプチドIには が存在することが分かる。

問4 以下の文章中の から に適切なアミノ酸名または数字を入れよ。

説明文(iii)および説明文(iv)から, ペプチドIおよびペプチドIIIのC末端が塩基性アミノ酸であることが分かる。ここで, ペプチドIのC末端が , ペプチドIIIのC末端が であった場合, 一分子のペプチドI, ペプチドIIおよびペプチドIII中に含まれる窒素原子の数はそれぞれ 個, 3個および 個となり, 説明文(xi)の条件を満たす。したがって, ペプチドIおよびペプチドIIIのC末端に位置するアミノ酸はそれぞれ および であると決定される。

問 5 ペプチド I およびペプチド III のアミノ酸配列をそれぞれ示せ。解答は D-A-R-I のように表 1 中に記されている一文字略号を用い、N 末端が左側、C 末端が右側になるように表記すること。

問 6 ペプチド X のアミノ酸配列を示せ。解答は D-A-R-I のように表 1 中に記されている一文字略号を用い、N 末端が左側、C 末端が右側になるように表記すること。