



2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（2／9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

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  
量で示される。20℃における酸素の海水への溶解度は、 $1.10 \times 10^{-3}$  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 :  $\text{Cu}^{2+}$       B :  $\text{CuS}$       C :  $\text{CrO}_4^{2-}$       D :  $\text{Ag}_2\text{O}$       E :  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

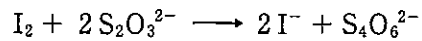
問 4 下線部 3 において、次の①と②の酸化還元反応がおきると考えられる。①  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  が酸  
素で酸化され、 $\text{MnO}(\text{OH})_2$  を生じる。②酸性溶液中で  $\text{MnO}(\text{OH})_2$  の沈殿が溶解して  $\text{Mn}^{2+}$   
が溶出し、同時に  $\text{I}^-$  から  $\text{I}_2$  が生じる。①については化学反応式を、②についてはイオン反  
応式をそれぞれ示せ。また、①の反応前後におけるマンガンの酸化数を答えよ。

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（3／9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

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  $2.50 \times 10^{-2}$  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、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。

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（4 / 9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

Ⅱ 次の文章を読み、問1から問8に答えよ。

(配点：35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、コニカルピーカーに入れる。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, リービッヒ冷却器 〕

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 〕

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（5 / 9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

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。

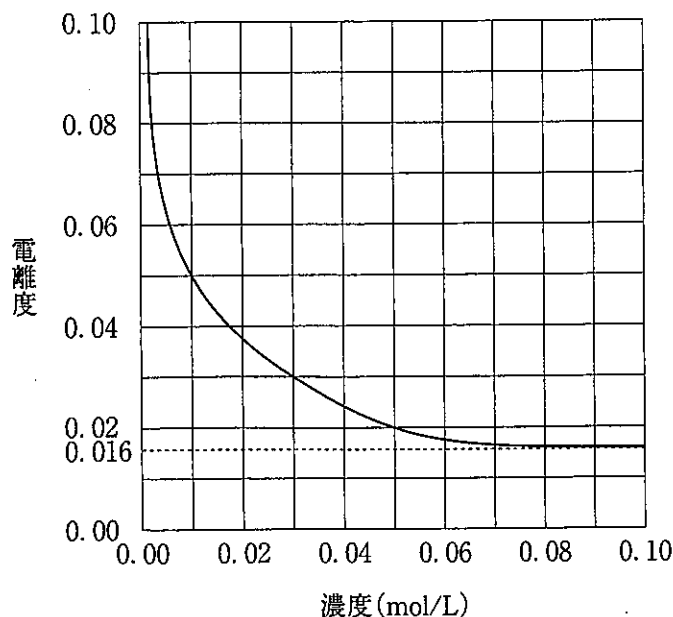


図 1 酢酸水溶液の濃度と電離度の関係

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。

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（6 / 9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

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)  $\text{CH}_3\text{COO}^-$     (2)  $\text{Na}^+$     (3)  $\text{CH}_3\text{COOH}$

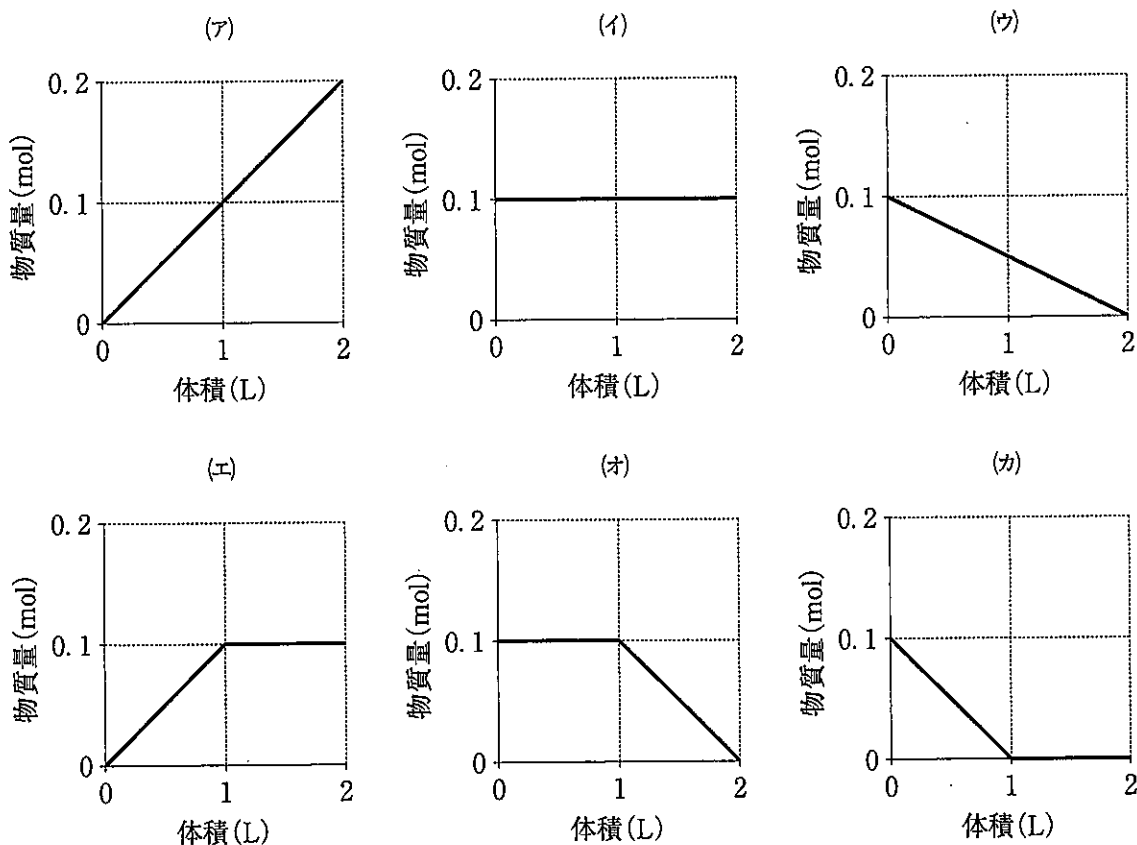


図 2 水酸化ナトリウム水溶液の体積と各種イオンまたは化合物の物質質量の関係

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。

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（7 / 9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

Ⅲ 次の文章を読み、問1から問6に答えよ。

(配点 30 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。

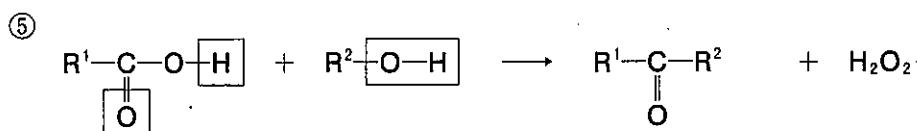
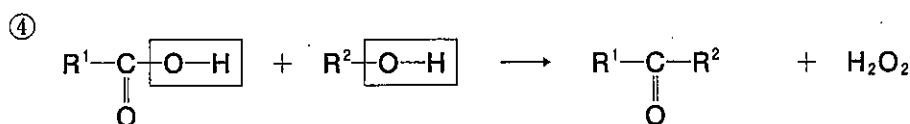
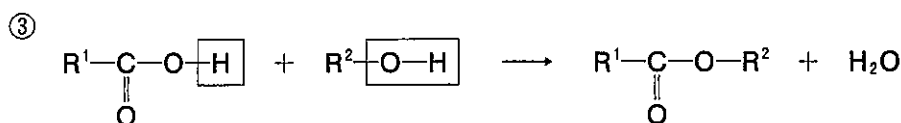
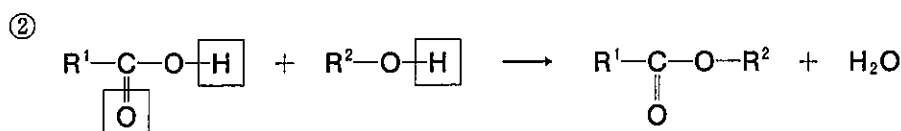
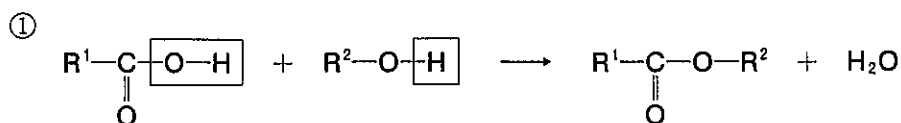
油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱するとセッケンができる。セッケンは水に溶かすと疎水性部分を内側に、親水性部分を外側にしたコロイド粒子である  をつくる。セッケンのように親水基と疎水基をもち、水の表面張力を小さくする物質は  という。セッケンは乳化作用によって油汚れを  の内部に取りこんで洗浄する。合成洗剤も疎水基と親水基をもつことからセッケンと性質は似ているが、強酸と強塩基の塩でできており、その水溶液は  である。

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。

2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（8 / 9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

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。



2021年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部  
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（9 / 9）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

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。