琉球大学

2024 年度　前期日程　化学

（2 科目　100 分）

必要があれば原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00　C = 12.0　N = 14.0　O = 16.0　Na = 23.0　P = 31.0

S = 32.0　K = 39.0　As = 74.9　Sb = 122　I = 127

1　以下の **A**，**B** の文章を読んで，各問に答えなさい。(25 点)

A．水 1 リットル中に溶けている酸素分子の物質量を溶存酸素濃度（mol/L）とする。溶存酸素濃度は以下の手順で求めることができる。試料水に硫酸マンガン (Ⅱ) 水溶液と (a) 水酸化ナトリウム水溶液を加えると水酸化マンガン $Mn(OH)_2$ が生成する。この水酸化マンガンは試料水中のすべての溶存酸素と反応して $MnO(OH)_2$ として沈殿する（式 1)。この沈殿に (b) 硫酸とヨウ化カリウムを加えると硫酸マンガン (Ⅱ) とヨウ素が生じる（式 2)。(c) 生じたヨウ素をデンプンを指示薬にしてチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定する（式 3)。なお，各反応は次の（式 1）〜（式 3）の反応式で反応するものとする。

$$2\,Mn(OH)_2 + O_2 \longrightarrow 2\,MnO(OH)_2 \quad \cdots\cdots(式\ 1)$$

$$MnO(OH)_2 + 2\,KI + 2\,H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + I_2 + K_2SO_4 + 3\,H_2O \quad \cdots\cdots(式\ 2)$$

$$2\,Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow 2\,NaI + Na_2S_4O_6 \quad \cdots\cdots(式\ 3)$$

問 1　下線部 (a) で示された水溶液の保存方法として最も適切なものを次の (ア)〜(ウ) の中から 1 つ選び，その記号を答えなさい。

(ア) ガラスびんに入れて，ガラス栓をする。

(イ) プラスチック製の容器に入れて，プラスチック製のフタをする。

(ウ) 窒素ガスで満たしたアルミニウム製の容器に入れて，ゴム栓をする。

問 2　下線部 (b) に関連して，以下の (1)〜(3) の各問に答えなさい。

(1) 使用する硫酸の濃度は 4.50 mol/L とし，これを 100 mL 調製したい。質量パーセント濃度 98.0 %，密度 1.80 g/cm^3 の濃硫酸を用いて 100 mL のメスフラスコを使って調製するとき，必要な濃硫酸の体積（mL）を求めなさい。ただし，有効数字は 3 桁とし，4 桁目を四捨五入して答えなさい。

(2) 式 2 の反応において，KI は酸化剤あるいは還元剤のどちらとしてはたらいているか答えなさい。

(3) 式 2 の反応において，$MnO(OH)_2$ の反応を，電子 e^- を用いたイオン反応式で書きなさい。

問 3　下線部 (c) について，以下の (1)，(2) の各問に答えなさい。

(1) 終点における溶液の色の変化について，最も適切なものを次の (ア)〜(カ) の中から 1 つ選び，その記号を答えなさい。

(ア) 無色→褐色　　(イ) 褐色→無色　　(ウ) 無色→黄色

(エ) 黄色→無色　　(オ) 無色→青紫色　　(カ) 青紫色→無色

(2) 試料水 100 mL について，0.0200 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を用いて滴定したとき，終点までの滴定量は 4.00 mL であった。このとき，試料水中の溶存酸素濃度（mol/L）を求めなさい。ただし，有効数字は 3 桁とし，4 桁目を四捨五入して答えなさい。なお，実験で用いた硫酸マンガン (Ⅱ) 水溶液及び水酸化ナトリウム水溶液中の溶存酸素は無視できるものとし，一連の実験操作の間に大気から試料水への酸素の溶け込みや，試料水から大気への酸素の放出はないものとする。

B．沿岸海水においては，晴れた日中は植物プランクトンや海藻などの (d) 光合成によって海水中の酸素が増える。一方，夜間は (e) 光合成の逆向きの反応式で示される呼吸によって酸素が減少する。

問 4　下線部 (d) において，光合成は複数の過程からなる複雑な反応であるが，二酸化炭素と水からグルコースが生成するとしたとき，光合成を表す化学反応式はどのように表されるか答えなさい。

問 5　下線部 (e) で示した反応は，発熱反応か吸熱反応か答えなさい。

問 6　沿岸海水の pH は日中と夜間でどちらが高いかを示し，その理由を答えなさい。ただし，海水の pH は光合成—呼吸反応によってのみ変動するものとする。

2　以下の **A**，**B** の文章を読んで，各問に答えなさい。(25 点)

A．分子量が 100 以下のエステル化合物 A 11.0 mg を完全燃焼させると，二酸化炭素 22.0 mg と水 9.00 mg が得られる。また，この化合物 A を加水分解したところ，化合物 B と化合物 C が得られ，更に化合物 B を酸化すると化合物 C が得られる。(a) 化合物 A の構造異性体である化合物 D に希硫酸を加えて加熱した場合は，銀鏡反応を示す化合物 E と示さない化合物 F が得られる。(b) 化合物 F を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液に加えて加熱するとケトンが得られる。

グリセリンに 3 分子の高級脂肪酸がエステル結合した化合物を油脂という。これらを水酸化ナトリウムなどの塩基を用いて加水分解することで，(c) 洗浄作用を有するセッケンを得ることができるが，(d) 硬水中ではその洗浄作用は低下する。

問 1　化合物 A〜C の化合物名を答えなさい。

問 2　下線部 (a) の化合物 D から化合物 E と化合物 F が生成される化学反応式を，図 I の化学反応式にならって書きなさい。

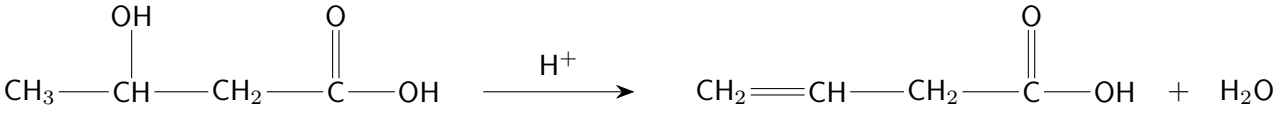
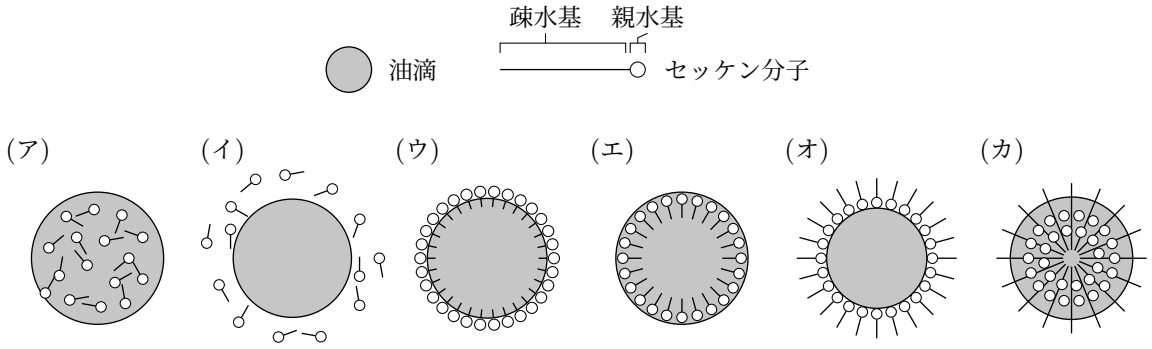


図 I　化学反応式の例

問 3　下線部 (b) の反応において，化合物 F の替わりに 1-プロパノールを用いた場合はプロピオンアルデヒドが得られる。この 1-プロパノールを用いた場合の反応を，示性式を用いた化学反応式で書きなさい。

問 4　下線部 (c) について，少量の油をセッケン水に入れて振り混ぜて乳濁液となった場合のセッケン分子と油滴が形成するミセルの状態の断面を最も適切に表しているイラストを次の (ア)〜(カ) の中から 1 つ選び，その記号を答えなさい。また，油滴がそのようにミセルに取り込まれる理由を 50 字程度で説明しなさい。



問 5　下線部 (d) の理由を簡潔に説明しなさい。

B．次の実験 1〜3 の結果を踏まえて，以下の問いに答えなさい。なお，高級脂肪酸 G はいずれも炭素，水素，酸素で構成され，環状構造をもたないものとする。

実験 1　炭素数 18 個からなる高級脂肪酸 G を元素分析すると，質量百分率で約 77.7 % が炭素，約 10.8 % が水素であった。

実験 2　油脂 H を水酸化ナトリウム溶液で完全にけん化したところ，単一の高級脂肪酸 G のナトリウム塩 90.0 g を有するセッケンが得られた。

実験 3　油脂 H に含まれる炭素—炭素間の二重結合のすべてに水素を付加すると，油脂 I が得られた。

問 6　高級脂肪酸 G の示性式を書きなさい。

問 7　実験 2 で用いた油脂 H のモル質量（g/mol）と質量（g）を，それぞれ答えなさい。ただし，有効数字は 3 桁とし，4 桁目を四捨五入して答えなさい。

問 8　油脂 H のけん化価とヨウ素価を，それぞれ答えなさい。ただし，有効数字は 3 桁とし，4 桁目を四捨五入して答えなさい。

問 9　実験 3 において，2180 g の油脂 H を全て油脂 I とするために必要な水素の標準状態における体積（L）を答えなさい。ただし，有効数字は 3 桁とし，4 桁目を四捨五入して答えなさい。