

2024 年度東京海洋大学海洋生命科学部食品生産科学科
編入学試験「理科（化学）」問題用紙（1/6）

※解答は解答用紙の所定の欄に記入すること
問題用紙は持ち帰らないこと

受験番号	氏名

[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 Cl=35.5 Ca=40.0

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

第1問 次の各問に答えよ。解答は有効桁を考慮せよ。

問1 原子Aがイオン A^{2-} になったときの電子数は原子番号nの原子Bがイオン B^{2+} になったときの電子の数と等しい。原子Aの原子番号を、nを用いて示せ。計算過程も示せ。

問2 炭酸カルシウムと不純物からなる25.0 gの石灰岩がある。この石灰岩中の炭酸カルシウムがすべて反応する量の塩酸を注ぐと、二酸化炭素が発生し、その体積は標準状態で4.48 Lであった。この石灰岩中の炭酸カルシウムの純度は何%であるか求めよ。ただし、不純物は塩酸と反応しないものとする。計算過程も示せ。

問3 9.00 gのブドウ糖 $C_6H_{12}O_6$ が溶けている水溶液の浸透圧が 27°C で $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ であるとき、この水溶液の体積は何Lであるか求めよ。計算過程も示せ。

問4 硫酸水溶液20.0 mLを0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、15.0 mLで中和点に達した。硫酸水溶液の濃度を求めよ。計算過程も示せ。

問5 一定温度に保たれた容器に窒素3.0 mol、水素4.0 molを入れたところ、2.0 molのアンモニアが生成し平衡状態に達した。この時の容器内にかかる圧力を $5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ として圧平衡定数を求めよ。計算過程も示せ。

2024 年度東京海洋大学海洋生命科学部食品生産科学科 編入学試験「理科（化学）」問題用紙（2/6）

※解答は解答用紙の所定の欄に記入すること
問題用紙は持ち帰らないこと

受験番号	氏 名

第2問 分子軌道に関する文章 [A] および [B] を読み、各問に答えよ。

[A] 原子軌道どうしが重なり合うことで分子軌道が形成される。分子軌道には結合性軌道および反結合性軌道と呼ばれる2種類の軌道が存在し、それぞれ異なるエネルギーをもつ。図1は2種類の分子軌道のエネルギーを模式的に表したものである。

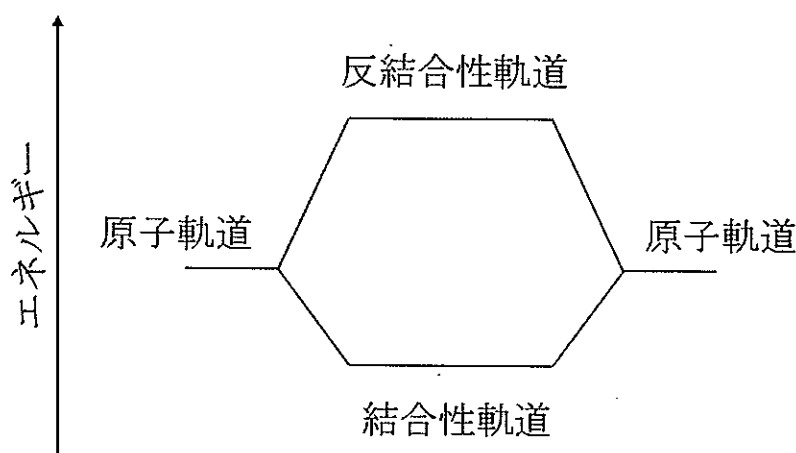


図1 分子軌道のエネルギー図

問1 次の文章中の から に入る適切な語句または数字を以下の語群から選んで答えよ。同じ語句または数字を何回選んでもよい。

電子は以下に示した3つの規則にしたがって軌道に収められる。

- ① 電子はエネルギーの 軌道から収まっていく。
- ② 各軌道には 個までの電子を収容することができる。同じ軌道に電子が収まる場合、そのスピンを にして入る。
- ③ エネルギーが等しい軌道がある場合、まず各軌道に 個ずつ 向きのスピンをもち電子が収まった後、 向きのスピンをもち電子が収容される。

語群 {1, 2, 4, 8, 同じ, 逆, 高い, 低い}

問2 水素は分子を形成するのに対し、ヘリウムは分子を形成しない理由を述べよ。必要ならば図を用いてもよい。

2024年度東京海洋大学海洋生命科学部食品生産科学科 編入学試験「理科（化学）」問題用紙（3/6）

※解答は解答用紙の所定の欄に記入すること
問題用紙は持ち帰らないこと

受験番号	氏名

[B] エチレンの2個の炭素原子を便宜上（炭素原子1）および（炭素原子2）とし、それぞれの炭素原子のp軌道の波動関数を ψ_1 および ψ_2 とする。このとき、それぞれの炭素原子のp軌道から構成される分子軌道 Ψ は

$$\Psi = c_1\psi_1 + c_2\psi_2 \quad (c_1 \text{ および } c_2 \text{ は係数, } c_1 > 0)$$

と記述できる。次に、クーロン積分を α 、共鳴積分を $\beta (< 0)$ 、重なり積分を S 、分子軌道のエネルギーを E とおくと、係数 c_1 および係数 c_2 は以下の永年方程式の解によって与えられる。

$$(\alpha - E)c_1 + (\beta - ES)c_2 = 0$$

$$(\beta - ES)c_1 + (\alpha - E)c_2 = 0$$

この永年方程式は、係数の行列式（永年行列式）が0であれば解をもつ。したがって、永年行列式は以下のように記述できる。

$$\begin{vmatrix} \alpha - E & \beta - ES \\ \beta - ES & \alpha - E \end{vmatrix} = 0$$

さらに、次の関係式も成り立っている。

$$\int \Psi^2 d\tau = c_1^2 + c_2^2 + 2c_1c_2S = 1$$

2024 年度東京海洋大学海洋生命科学部食品生産科学科
編入学試験「理科（化学）」問題用紙（4/6）

※解答は解答用紙の所定の欄に記入すること
問題用紙は持ち帰らないこと

受験番号	氏名

問3 E の値を α , β およびS を用いて示せ。計算の過程も示すこと。必要ならば, 次の関係式を用いてもよい。

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc$$

問4 ヒュッケル近似により $S=0$ とすることができる。このとき, 結合性軌道および反結合性軌道の E の値(それぞれ E_A および E_B とおく) を α および β を用いて示せ。この設問以降は, ヒュッケル近似を行ったときの結果を示すこと。

問5 $E = E_A$ および $E = E_B$ で場合分けをし, 係数 c_2 の値を係数 c_1 を用いて示せ。

問6 c_1 の値を求めよ。

問7 結合性軌道の波動関数 Ψ_A および反結合性軌道の波動関数 Ψ_B をそれぞれ ψ_1 および ψ_2 を用いて示せ。

2024 年度東京海洋大学海洋生命科学部食品生産科学科
編入学試験「理科（化学）」問題用紙（5/6）

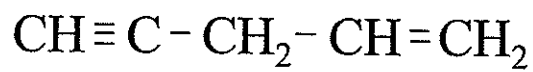
※解答は解答用紙の所定の欄に記入すること
問題用紙は持ち帰らないこと

受験番号	氏名

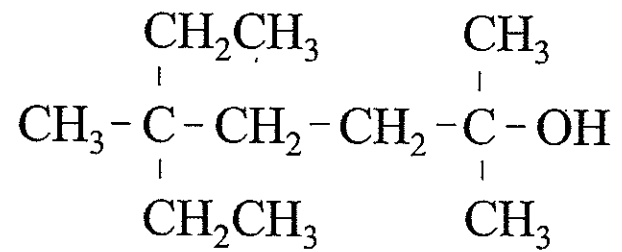
第3問 次の各問に答えよ。

問1 次に示す化合物の系統名（IUPAC名）を答えよ。

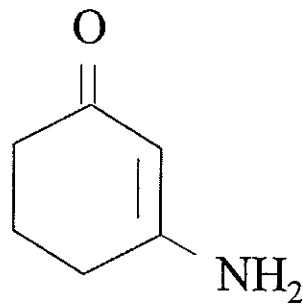
(1)



(2)

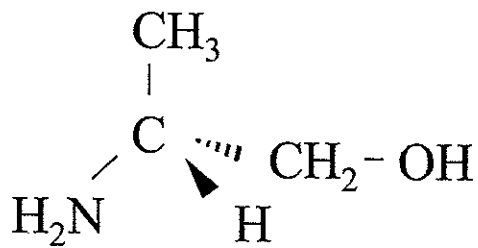


(3)

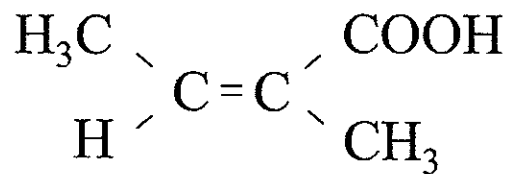


問2 次に示す化合物の系統名（IUPAC名）を立体配置も考慮した表記法で答えよ。

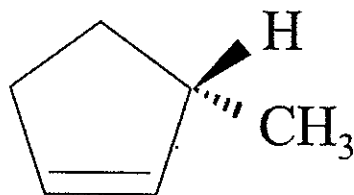
(1)



(2)



(3)



問3 セリンの側鎖はヒドロキシメチル基 (-CH₂-OH) である。L-セリンの構造をフィッシャー投影式を用いて示せ。

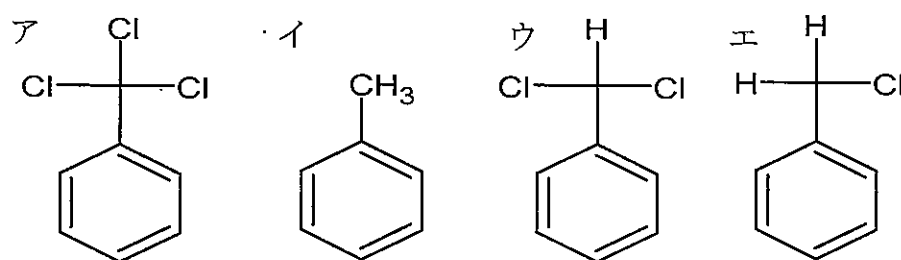
2024 年度東京海洋大学海洋生命科学部食品生産科学科 編入学試験「理科（化学）」問題用紙（6/6）

※解答は解答用紙の所定の欄に記入すること
問題用紙は持ち帰らないこと

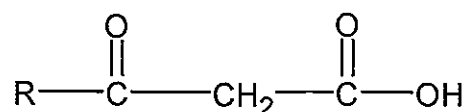
受験番号	氏 名

第4問 次の各問に答えよ。

問1 次の化合物アからエについて、求電子置換反応に対する反応性が高い順に並べよ。またその順になる理由を述べよ。



問2 カルボン酸からの脱炭酸反応は通常は起こりづらいが、カルボキシ基のβ位にカルボニル基が存在する場合、100°C前後に加熱することで脱炭酸してC-H結合となる。この機構について下記化合物をもとに構造式を示しながら説明せよ。



問3 次のア) からエ) は求核置換反応の特徴についての記載である。S_N1 反応についての記載には I, S_N2 反応についての記載には II を記せ。

- ア) この反応は立体特異的であり、背面からの攻撃によって進行する。
- イ) 求核剤の濃度は反応速度に依存しない。
- ウ) 結合の切断と結合の生成が同時に起こる協奏的反応である。
- エ) カルボカチオン中間体が生成する段階が律速段階である。

問4 分子式 C₅H₁₁Br をもつすべての構造異性体を書き、不斉炭素に*をつけよ。
また IUPAC 命名法に従って各化合物を命名せよ。

問5 135 mL のベンゼンを過剰の Cl₂ および AlCl₃ と反応させたところ、50 mL のクロロベンゼンが生成した。ベンゼンの密度が 0.78 g/mL, クロロベンゼンの密度が 1.10 g/mL とすると、収率は何%になるか。また収率 100%となった場合、何 mL のクロロベンゼンが生成するか。答えは有効数字 3 桁で答えよ。

問6 アセトアルデヒドに強塩基である希水酸化ナトリウム水溶液を混合して放置すると、2分子のアセトアルデヒドが反応し、アルドールと呼ばれる 3-ヒドロキシブタナールが生成する。この反応機構を示せ。なお、反応機構中にエノラートアニオン（エノラートイオン）を用いて説明すること。