

2025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》（1／7）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

[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 Na = 23.0 S = 32.0
Cl = 35.5 K = 39.0 Cu = 64.0 Zn = 65.0 Br = 80.0

I 次の文章を読み、問1から問8に答えよ。

(配点：33点)

化学実験では液体の体積をはかるために様々な器具が用いられる。 や は、高い精度で体積をはかることができるが、標線¹で示された体積以外にははかれない。また、 は栓があるので逆さまにして振っても液体がこぼれない。 や は、手軽に様々な体積をはかれるが、 や に比べて精度が低い。 については、液体を吸い取ったり、出したりして使用する。 は滴定に用いられ、滴定の前後に読み取った目盛りの差から滴下された液体の体積を正確にはかることができる。

このような器具を用いれば様々な化学実験を正確に行うことができる。例えば、中和滴定によって水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を決定することができる。まず、シュウ酸二水和物 0.63 g をビーカーにとり、純水 50 mL 程度を加えて溶かし、 に移す。用いたビーカーは少量の純水で洗い、洗液を ²に移す。 の標線までさらに純水を加えて 100 mL とし、栓をしてよく振る。この水溶液をシュウ酸標準溶液とする。³次に、 を用いてシュウ酸標準溶液 10 mL をコニカルビーカーにはかりとり、フェノールフタレイン溶液を数滴加える。濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を に入れ、内部の気泡を追い出し、目盛りを読む。その後、コニカルビーカーに入ったシュウ酸標準溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ滴下し、よく混ぜる。溶液がわずかに赤くなり、振り混ぜても色が消えなくなったら の目盛りを読み、滴下量を求める。この滴定操作を 3 回以上繰り返し、滴下量の平均を求め、水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を決定する。

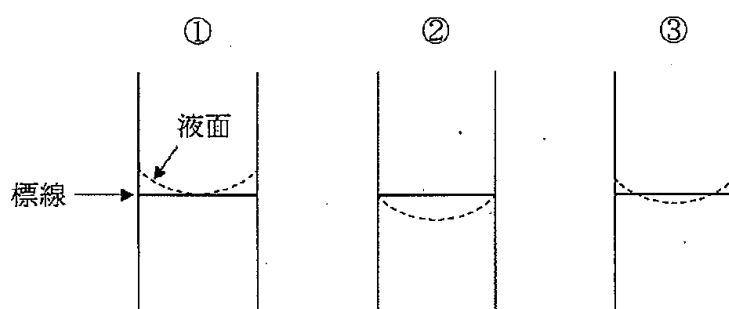
2025年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《化学》（2／7）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

問 1 文中の ア から オ に入る語を下記よりそれぞれ一つずつ選んで答えよ。

〔メスシリンダー、メスフラスコ、ビュレット、駒込ピペット、ホールピペット〕

問 2 下線部 1 の標線を基準に液体の体積をはかるが、ガラス器具の場合、湾曲した液面が生じる。湾曲した液面のどの部分を標線にあわせるのが適切か、次の①から③より選んで答えよ。また、湾曲した液面のことを何と呼ぶか。カタカナで答えよ。



問 3 下線部 2 の操作を行う理由を 40 字以内で説明せよ。

問 4 イ や オ の内部が純水で濡れている場合、使用する水溶液で共洗いしたのちに用いる。この操作を行う理由を 40 字以内で説明せよ。

問 5 下線部 3 のシュウ酸標準溶液のモル濃度を答えよ。計算式も示せ。

問 6 下線部 3 のシュウ酸標準溶液 10 mL に濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、滴下量の平均値は 5.0 mL であった。この水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を答えよ。計算式も示せ。

問 7 水酸化ナトリウムについては、シュウ酸標準溶液のように秤量して正確な濃度の標準溶液をつくることができない。その理由を 40 字以内で説明せよ。

問 8 問 6 の水酸化ナトリウム水溶液 5.0 mL と 0.20 mol/L の酢酸水溶液 10 mL をコニカルビーカーにはかりとり、よく混ぜて反応させた。この化学反応式を答えよ。また、この混合水溶液の pH を答えよ。計算式も示せ。酢酸の電離定数は $K_a = 2.7 \times 10^{-5}$ mol/L とし、必要であれば $\log_{10} 3.0 = 0.48$ を用いてよい。

2025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》（3／7）

※ 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6に答えよ。

（配点：33点）

物質が液体に溶けて均一になることを溶解という。物質の溶解性には、溶質と溶媒の性質が関わっている。¹一定量の溶媒に溶ける溶質の量には限度があり、その限度まで溶けた溶液を ア 溶液という。ある温度で一定量の溶媒に溶ける溶質の最大量を溶解度といい、固体の溶解度は一般に溶媒 100 g に溶ける溶質の質量[g]で表す。水和物の水への溶解度は無水物の質量で表す。²温度などによる溶解度の差を利用して物質を分離・精製する操作を イ という。³また、不揮発性の物質を溶かした希薄溶液の凝固点は、純溶媒の凝固点とは異なることが知られている。⁴この性質に着目し、塩化カルシウムは ウ として利用されている。また、溶液中の特定の成分のみを透過させる膜を半透膜という。細胞膜は半透膜の性質をもっている。⁵

表 各温度における固体の溶解度[g/水 100 g]

溶質	20℃	40℃	60℃	80℃
硫酸銅(Ⅱ)	20.2	28.7	39.9	56.0
塩化ナトリウム	37.8	38.3	39.0	40.0
硝酸カリウム	31.6	63.9	109	169

問1 ア から ウ に入る適切な語を下記より選び、答えよ。

〔 蒸留，再結晶，透析，飽和，溶媒和，中和，界面活性剤，漂白剤，凍結防止剤 〕

問2 下線部1に関して、次の(1)から(4)の物質の溶解性について、適切なものを(A)から(D)よりそれぞれ選べ。複数回選んでもよい。

(1) グルコース、(2) ナフタレン、(3) エタノール、(4) 塩化カリウム

- (A) 水に溶けやすく、ヘキサンに溶けにくい。
- (B) ヘキサンに溶けやすく、水に溶けにくい。
- (C) 水にもヘキサンにも溶けやすい。
- (D) 水にもヘキサンにも溶けにくい。

問3 下線部2に関して、硫酸銅(Ⅱ)五水和物($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)は、80℃の水 50 g に何 g まで溶けるか整数で答えよ。溶解度は表の値を用い、計算式も示せ。

2025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》（4／7）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

問 4 下線部 3 に関して、塩化ナトリウムと硝酸カリウムの質量比が 1 : 6 の混合物 A を 60 °C の水 100 g にすべて溶かした。この溶液を 20 °C に冷やすと、50.0 g の結晶が析出した。溶かした混合物 A の質量を求めよ。溶解度は表の値とし、計算式も示せ。なお、塩化ナトリウムと硝酸カリウム以外の物質は析出しないものとする。

問 5 下線部 4 に関して、水 100 g にある物質 1.17 g を溶かした水溶液の冷却時間と温度の関係を図に示す。(1)から(4)に答えよ。

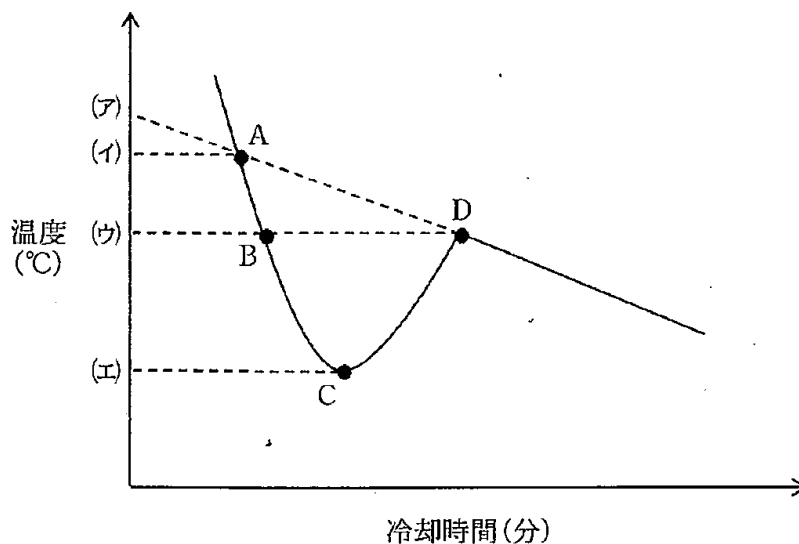


図 冷却時間と温度の関係

- (1) A 点から C 点の間の状態は何と呼ばれているか。
- (2) この水溶液の凝固点を(ア)から(エ)の温度より選べ。
- (3) C 点から D 点の間で温度が上昇した理由を 25 字以内で述べよ。
- (4) この水溶液の凝固点は $-0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。ある物質として適切なものを下記より選び、答えよ。また、計算式を示しながら、選んだ理由も示せ。なお、水のモル凝固点降下を $K_f = 1.85\text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とし、電解質は完全に電離しているものとする。

〔 グルコース、塩化ナトリウム、硝酸カリウム、尿素 〕

問 6 下線部 5 に関して、薄く切った大根に食塩をかけるとどうなるか。「濃度」、「浸透圧」、「食塩」、「水」の語をすべて用いて 60 字以内で説明せよ。

2025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》（5／7）

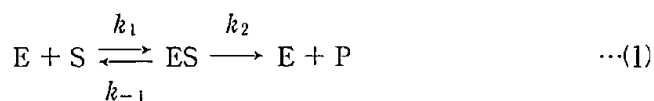
※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

Ⅲ 次の文章を読み、問1から問7に答えよ。

(配点：34点)

タンパク質は生体を構成する主要な成分の一つであり、約20種類の α -アミノ酸がペプチド結合により連結したポリペプチド鎖から成る。タンパク質には様々な分類があり、例えば加水分解してアミノ酸だけが生じるものを単純タンパク質、アミノ酸以外に糖やリン酸、脂質を生じるものを複合タンパク質と分けることができる。また、ポリペプチド鎖の立体構造が球状のものを球状タンパク質、立体構造が繊維状であり、集まって束になるものを繊維状タンパク質という。タンパク質のうち、生体内の化学反応を触媒するものを酵素という。酵素は現在までに6000種類以上知られており、酸化還元酵素、転移酵素、加水分解酵素、脱離酵素、異性化酵素、合成酵素、輸送酵素のグループがある。加水分解酵素グループには、タンパク質を基質とするプロテアーゼ、¹油脂を基質とするリパーゼ、²デンプン、マルトース、スクロースなどを基質とする糖質分解酵素³が含まれている。⁴

酵素反応では、酵素Eと基質Sが結合した酵素-基質複合体ESを経て、生成物Pが生じる。このとき、ESからEとSに戻る反応も起きており、一連の反応は次のように表される。



酵素反応の速度はE, S, ESの濃度、またはそれらの積に比例し、その比例定数を反応速度定数という。ここでは k_1 , k_{-1} , k_2 がそれぞれの反応の反応速度定数、 $[\text{E}]$, $[\text{S}]$, $[\text{ES}]$ がE, S, ESの濃度を表す。すると、各反応速度は

$$\text{E} + \text{S} \rightarrow \text{ES} \text{ の反応速度 } v_1 = k_1[\text{E}][\text{S}] \quad \cdots(2)$$

$$\text{ES} \rightarrow \text{E} + \text{S} \text{ の反応速度 } v_{-1} = \boxed{\text{ア}} \quad \cdots(3)$$

$$\text{ES} \rightarrow \text{E} + \text{P} \text{ の反応速度 } v_2 = \boxed{\text{イ}} \quad \cdots(4)$$

と表される。

酵素反応では多くの場合、ESの生成と分解はつりあっていることから

$$k_1[\text{E}][\text{S}] = \boxed{\text{ウ}} \quad \cdots(5)$$

となる。酵素の全濃度を $[\text{E}]_0$ とすると

$$[\text{E}]_0 = [\text{E}] + [\text{ES}] \quad \cdots(6)$$

(5)と(6)から $[\text{E}]$ を消去して整理し、 $K_m = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1}$ とすると $[\text{ES}]$ は

$$[\text{ES}] = \boxed{\text{エ}} \quad \cdots(7)$$

となる。 K_m は酵素反応の各条件下で、酵素に特有の定数であり、酵素の基質への親和性を表す尺度である。一般に、 $v_1, v_{-1} \gg v_2$ であり、(1)の反応の反応速度 v は $\text{ES} \rightarrow \text{E} + \text{P}$ の反応速度 v_2 によって決定される。したがって、反応速度 v は(7)の右辺と k_2 の積で表され、これをミカエリス・メンテンの式という。

2025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》（6／7）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

問 1 文中の ア から エ に入る適切な文字式を示せ。

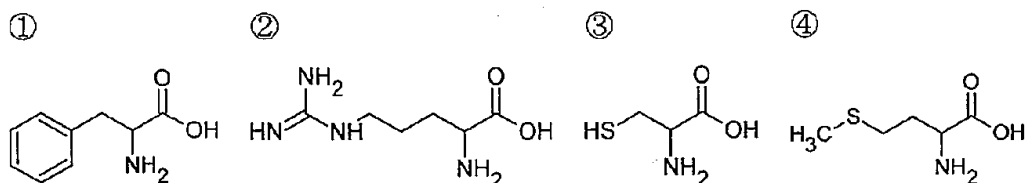
問 2 ミカエリス・メンテンの式が成り立つ酵素反応において、 $[S]$ が K_m より極めて小さい場合、反応速度 v と $[S]$ の関係はどのようなになるか、最も適切なものを①から④より一つ選んで答えよ。考え方も示せ。

- ① 反応速度 v は $[S]$ にほぼ比例する。
- ② 反応速度 v は $[S]$ にほぼ反比例する。
- ③ 反応速度 v は $[S]$ の値によらず、一定である。
- ④ この条件では反応速度 v と $[S]$ に特に関係はない。

問 3 下線部 1 について、ケラチン、カゼイン、フィブロインの説明として最も適切なものを以下の①から⑤よりそれぞれ一つずつ選んで答えよ。

- ① 卵白や血清に含まれる球状タンパク質である。
- ② 赤血球中に存在し、酸素を運搬する。
- ③ リン酸が結合している複合タンパク質で、牛乳のタンパク質の主成分である。
- ④ 絹糸やクモの糸に含まれる繊維状タンパク質である。
- ⑤ 毛髪や爪に含まれており、動物の体を保護する。

問 4 下線部 2 について、トリプシンは塩基性アミノ酸のアルギニンとリシンのカルボキシ基側のペプチド結合を加水分解するプロテアーゼである。塩基性アミノ酸を①から④より一つ選んで答えよ。



問 5 アミノ酸に酸触媒存在下でメタノールを作用させた場合と無水酢酸を作用させた場合、それぞれ生成する化合物を構造式で記せ。アミノ酸の側鎖は R- で記すこと。

問 6 下線部 3 について、パルミチン酸 2 分子とステアリン酸 1 分子からなる不斉炭素原子をもたない油脂をリパーゼ X で加水分解すると、不斉炭素原子をもつジグリセリドが生じた。この化学反応式を構造式を用いて示せ。なお、ジグリセリドはグリセリンに二つの脂肪酸がエステル結合した分子である。

2025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》（7／7）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

問 7 下線部 4 について、以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) スクララーゼが基質とする糖を①から⑤より一つ選んで答えよ。

(2) 水溶液が還元性を示さない糖を①から⑤よりすべて選んで答えよ。

