

33

Q

2025年度

化学

問題冊子（1～14ページ）

注意事項

- (1) 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード，受験番号，氏名(カタカナ)を確認し，氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例（選択式の場合）〕

例 1. 〔語群〕が二桁で (11) 大阪 (12) 佐賀 (13) 長崎 (14) 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合

Bの解答が東京の場合

Cの解答が大阪の場合

例 2. 〔語群〕が一桁で (1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合

bの解答が小学校の場合

cの解答が中学校の場合

- 1** 次の問1～問3に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び、番号で答えよ。

問1 次の記述(a)～(e)のうち、誤っているものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) クロムの単体はかたい金属で、鉄製品のめっきやステンレス鋼に用いられる。
- (b) 鉄の単体は灰白色の光沢のある金属で、塩酸や濃硝酸には水素を発生して溶け、鉄(Ⅱ)イオンとなる。
- (c) 銅の単体は特有の赤色光沢をもつ金属で、展性・延性に富んでいる。
- (d) 亜鉛の単体は乾電池の負極、合金の原料やブリキに用いられる。
- (e) 銀の単体は銀白色の金属で、熱や電気の伝導性が大きい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

問 2 アセトンの燃焼(式①)およびプロペンの燃焼(式②)における発熱量は、それぞれ 1630 kJ および 4120 kJ である。



したがって、プロペンが酸化されてアセトンを生成する反応(式③)では、

あ kJ の い がある。



空欄 あ および い に最も適する数値と語句の組み合わせはどれか。次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

	あ	い
(1)	2490	吸 熱
(2)	860	吸 熱
(3)	430	吸 熱
(4)	2490	発 熱
(5)	860	発 熱
(6)	430	発 熱

問 3 次の高分子化合物(a)～(e)のうち，導電性高分子として用いられているものと吸水性高分子として用いられているものの正しい組み合わせはどれか。下の表に示した(1)～(9)から選び，番号で答えよ。

- (a) ポリアセチレン
- (b) ポリシアノアクリレート
- (c) ポリグリコール酸
- (d) ポリアクリル酸ナトリウム
- (e) ポリ塩化ビニル

表

	導電性高分子	吸水性高分子
(1)	a	c
(2)	a	d
(3)	b	a
(4)	b	e
(5)	c	a
(6)	c	e
(7)	d	b
(8)	d	e
(9)	e	d

2 次の文を読み、下の問 1 ～ 問 4 に答えよ。

ドルトンの原子説は、すでに確立していた質量保存の法則、定比例の法則(一
(a) 定組成の法則)およびドルトン自ら確立した倍数比例の法則(倍数組成の法則)に
基づいている。現在では、原子は **ア** および電子から構成されており、さ
らに **ア** は **イ** および **ウ** から構成されていることがわかつ
ている。**イ** の数は元素に固有の値であり、**イ** の数と **ウ**
の数の和を **エ** という。同じ元素の原子では、**エ** が異なる同位体
(b) が存在する場合がある。元素を構成する同位体の相対質量と、その存在比から求
められる相対質量の平均値を、その元素の **オ** という。

元素を原子番号の順に並べて、性質のよく似た元素を同じ縦の列に配置した表
を元素の周期表という。現在まで 118 種類の元素が発見されている。原子番号
(c) 113 のニホニウム Nh は、日本で発見された元素であり、原子番号 118 の元素
は、オガネソン Og で、貴ガス(希ガス)元素に属する。どちらの元素も異なる元
素の原子を高速で衝突させて、核融合により合成された放射性の人工元素であ
る。

問 1 文中の空欄 **ア** ～ **オ** に最も適するものを、次の(11)～(21)
から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------|----------|-----------|
| (11) 電子殻 | (12) 原子核 | (13) 陽 子 |
| (14) 価電子 | (15) 中性子 | (16) 電 荷 |
| (17) 質 量 | (18) 質量数 | (19) 電気素量 |
| (20) 原子量 | (21) 式 量 | |

問 2 下線部(a)について、次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 水素と酸素から水が生成する気体の反応を、次の**模式図(あ)～(う)**で表しており、1つは正しく、残り2つは誤りである。下の**誤りの理由(A)および(B)**と**模式図(あ)～(う)**の組み合わせとして正しいものはどれか。下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。ただし、図中の○は水素原子H、●は酸素原子Oを表し、反応に関わる水素と酸素と水の体積比はいずれも2 : 1 : 2である。

模式図

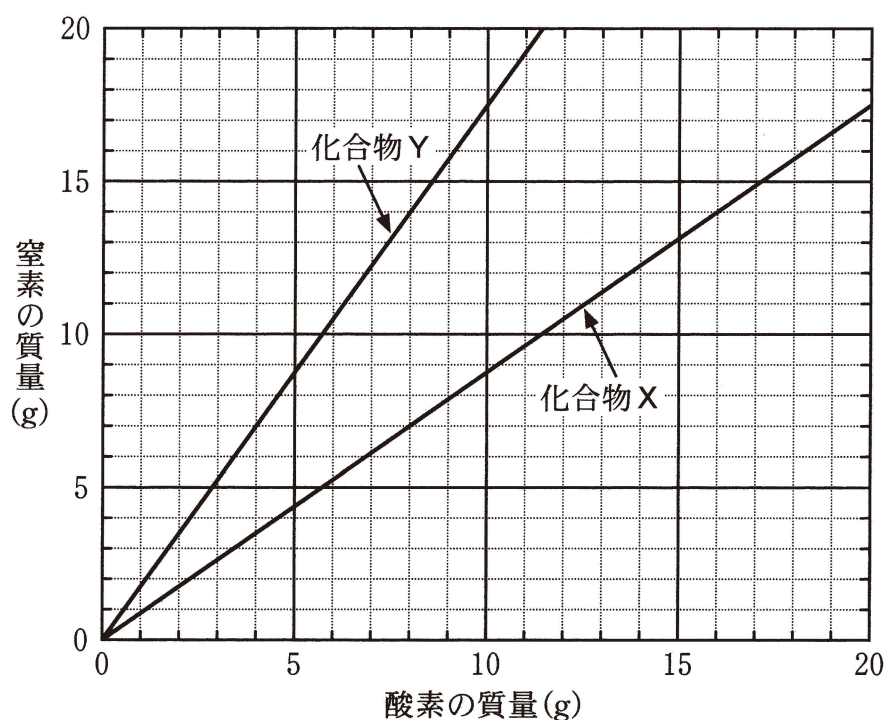
(あ)	
(い)	
(う)	

誤りの理由

- (A) ドルトンの原子説に矛盾する。
 (B) 質量保存の法則に矛盾する。

	A	B
(1)	あ	い
(2)	あ	う
(3)	い	あ
(4)	い	う
(5)	う	あ
(6)	う	い

- (ii) 次の図は窒素原子 N と酸素原子 O のみからなる化合物 X と Y に含まれる窒素と酸素の質量の関係を表している。化合物 X と Y に関する下の記述(A)および(B)について、正誤の組み合わせとして正しいものはどれか。下の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。ただし、原子量は $N = 14.0$ および $O = 16.0$ とする。



図

- (A) 化合物 X は、N と O の組成比が 7 : 8 である。
- (B) 一定質量の窒素と結合している酸素の質量を化合物 X と Y で比較すると、その比は 1 : 2 である。

	A	B
(1)	正	正
(2)	正	誤
(3)	誤	正
(4)	誤	誤

問 3 下線部(b)について、次の表は自然界に存在するホウ素原子 B と酸素原子 O の同位体を示している。この表を参考にして、下の問(i)および(ii)に答えよ。

表

元 素	同位体
ホウ素	$^{10}_5\text{B}$, $^{11}_5\text{B}$
酸 素	$^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$

(i) ホウ素の原子量を $B = 10.8$ とするとき、自然界には、 $^{11}_5\text{B}$ が $^{10}_5\text{B}$ の何倍存在するか。次の(1)～(5)から選び、番号で答えよ。

(1) 2 倍 (2) 4 倍 (3) 6 倍 (4) 8 倍 (5) 10 倍

(ii) 同位体の種類に基づいて分類すると、自然界には最大何種類のホウ酸分子 $\text{B}(\text{OH})_3$ が存在可能と考えられるか。次の(1)～(5)から選び、番号で答えよ。ただし、水素原子 H の同位体は考えないものとする。

(1) 6 種類 (2) 12 種類 (3) 18 種類
(4) 20 種類 (5) 36 種類

問 4 下線部(c)について、次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) Nh の同族元素のうち、原子番号が二番目に小さい元素は何か。元素記号を記せ。

(ii) $^{278}_{113}\text{Nh}$ の原子核は α 壊変(崩壊)のみを複数回繰り返して、メンデレビウム $^{254}_{101}\text{Md}$ の原子核に変わることが実験で確認されている。 $^{278}_{113}\text{Nh}$ の原子核 1 個が $^{254}_{101}\text{Md}$ の原子核に変わるまで α 線を何回放出するか。数字で答えよ。

3 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。

物質が液体に溶けて全体が均一になる現象を溶解という。溶けている物質を溶質といい、溶質を溶かしている液体を溶媒という。また、溶解によって生じた混合物を溶液という。イオン結晶は **ア** 溶媒には溶けにくく、 **イ** 溶媒に溶けるものが多い。しかし、イオン結晶でも **ウ** などは水に溶けにくい。

希薄溶液における凝固点降下度、沸点上昇度の計算では質量モル濃度が、浸透圧の計算ではモル濃度が使われる。モル濃度は溶液 1 L あたりの溶質の物質量で表される。正確なモル濃度の溶液の調製には器具として **エ** が用いられる。

希薄溶液の浸透圧 Π は、溶質が非電解質の場合、次の式①で表される。

$$\Pi = cRT \quad \text{①}$$

ここで、 c は溶質のモル濃度、 R は気体定数、 T は絶対温度である。

溶液の体積を V 、溶質の物質量を n とすると $c = \frac{n}{V}$ となり、これを式①に代入すると気体の状態方程式と似た形になる。なぜ、似ているのかは、理想気体と希薄溶液の類似性を考えると推測できる。理想気体では、(1) 分子自身に体積がなく、(2) 分子間力がはたらかないとされている。一方、希薄溶液では、(1) 溶液の体積に対して、 **オ** 分子自体の体積が無視でき、(2) **カ** 分子間どうしにはたらく力が無視できると考えられるからである。

問 1 文中の空欄 **ア** ~ **カ** にあてはまる語句として最も適するものを次の(1)~(9)から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|-----------------------|-------------|------------|
| (1) 溶 質 | (2) 溶 媒 | (3) 溶 液 |
| (4) 極 性 | (5) 無極性 | (6) AgCl |
| (7) AgNO ₃ | (8) メスシリンダー | (9) メスフラスコ |

問 2 文中の式①の関係は **キ** の法則とよばれる。空欄 **キ** にあてはまる人名を記せ。

問 3 モル濃度および質量モル濃度に関する次の記述(a)~(d)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)~(6)から選び、番号で答えよ。

- (a) 質量モル濃度は溶液 1 kg に溶解している溶質の物質質量を示す。
- (b) 溶液の温度が変化しても質量モル濃度は変化しない。
- (c) モル濃度が 1 mol/L と 2 mol/L のある物質の水溶液を同体積で比較した場合、溶媒の物質質量は異なっている。
- (d) 質量モル濃度と溶質の分子量の積を 10 で割ると質量パーセント濃度となる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) c と d |

問 4 水中で電離する物質の場合、式①は係数 i を用いて次のように表される。

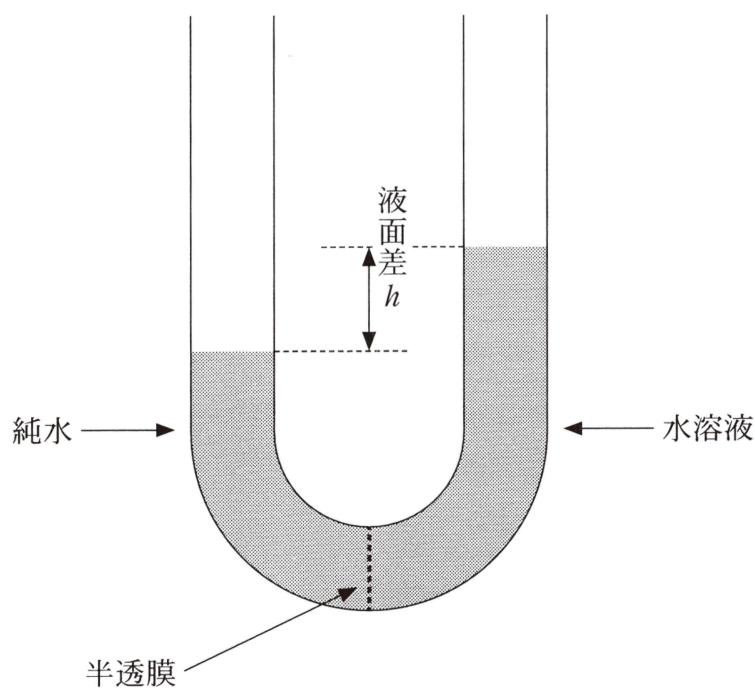
$$\Pi = icRT$$

化学式 MX_m で表される弱電解質の塩が水中で次のように電離する。電離度を α とするとき、係数 i を m と α を使って記せ。



問 5 浸透圧に関する次の**実験**を行った。この実験に関する下の問(i)～(iii)に答えよ。

実験 断面積 1.0 cm^2 の U 字管を用意し、中央部分を半透膜で仕切った。U 字管の右側に、多糖 0.10 g を溶かした水溶液 10 mL を、左側に純水 10 mL を入れ、 300 K で十分な時間放置した。すると図に示したように液面差 h を生じた。



図

(i) 液面差 h が 4.2 cm のとき、半透膜の右側の水溶液と左側の純水の体積の差 (cm^3) はいくらか。有効数字 2 桁で記せ。ただし、半透膜は水分子のみが通過し、水の蒸発は無視できるものとする。

(ii) (i) のとき、浸透圧は $4.1 \times 10^2 \text{ Pa}$ であった。この多糖の分子量はいくらか。有効数字 2 桁で記せ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

(iii) 図で示した状態になった後、U 字管の右側と左側の両方に同量の KCl を加え、完全に溶解させたのち、十分な時間放置した。液面差 h はどうなるか。正しいものを次の (1) ~ (3) から選び、番号で答えよ。ただし、KCl は溶液中の多糖の状態に影響しないものとする。また、半透膜は水分子のみが通過し、水の蒸発は無視できるものとする。

(1) 小さくなる (2) 変化しない (3) 大きくなる

- 4 芳香族化合物について述べた次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Cl = 35.5$ とする。

ベンゼンにみられる、正六角形の炭素骨格をベンゼン環といい、ベンゼン環をもつ炭化水素を芳香族炭化水素という。芳香族炭化水素には、ベンゼンのほかに、ベンゼンのひとつの水素原子をメチル基 CH_3- で置換した **ア** や、ベンゼンのひとつの水素原子をビニル基 $CH_2 = CH-$ で置換した化合物、3個のベンゼン環からなる **イ** などがある。

アルケンなどに比べると、芳香族炭化水素は比較的反応しにくく、安定である。また、反応が起こる場合には、ベンゼン環の構造が失われる付加反応ではなく、ベンゼン環の水素原子が他の原子や原子団と置き換わる置換反応が起こりやすい。たとえば、ベンゼンに、鉄粉を触媒として、塩素 Cl_2 を作用させると、**ウ** が生じる。また、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加えて加熱すると、**エ** を生じる。フェノールに混酸を加えて加熱すると、段階的に反応が起こり、最終的に化合物 **A** を生じる。一方、ベンゼン環は、一般に酸化されにくいですが、酸化バナジウム(V) V_2O_5 触媒を用いて高温にすると、ベンゼンは酸化されて、**オ** を生じる。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **オ** に最も適するものを次の(11)～(22)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|--------------|--------------------------------|----------------|
| (11) アニソール | (12) ナфтаレン | (13) アントラセン |
| (14) トルエン | (15) 1,2,3,4,5,6-ヘキサクロロシクロヘキサン | |
| (16) フマル酸 | (17) クロロベンゼン | (18) ベンゼンスルホン酸 |
| (19) 無水マレイン酸 | (20) 安息香酸 | (21) ニトロベンゼン |
| (22) シクロヘキサン | | |

問 2 下線部で表される化合物の名称をカタカナ 4 文字で記せ。

問 3 次の図 1 の破線で囲んだすべての空欄にあてはまる原子または原子団を解答例にならってそれぞれ補い，化合物 A の構造式を完成せよ。

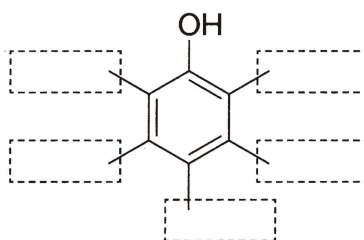


図 1 化合物 A の構造式

問 4 フェノールは，工業的にはベンゼンとプロペン为原料とするクメン法によって合成される。クメン法では，クメンを酸素によって酸化し，化合物 B に変えたのち，硫酸(触媒)を用いて分解すると，フェノールおよびアセトンが生じる。次の図 2 の破線で囲んだ空欄にあてはまる原子または原子団を補い，B の構造式を完成せよ。

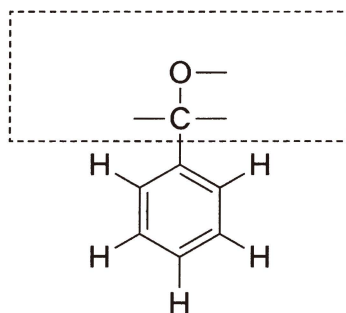


図 2 化合物 B の構造式

問 5 キシレンおよびその反応生成物に関する次の問(i)～(iii)に答えよ。

(i) キシレンの構造異性体のうち、ベンゼン環をもつ化合物は何種類あるか。次の(1)～(3)から選び、番号で答えよ。

- (1) 2種類 (2) 3種類 (3) 4種類

(ii) キシレンの構造異性体のひとつである化合物Cを酸化すると、ジカルボン酸Dが得られた。Cを5.3 g用いた場合、生成したDの質量(g)はいくらか。最も近い値を次の(1)～(3)から選び、番号で答えよ。ただし、反応は完全に進行したものとする。

- (1) 6.1 (2) 6.8 (3) 8.3

(iii) Dの2つのカルボキシ基をいずれも $-\text{COCl}$ とした化合物Eと、*p*-フェニレンジアミン $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ を縮合重合すると、ポリ-*p*-フェニレンテレフタルアミドが生成した。生成したポリ-*p*-フェニレンテレフタルアミドの平均分子量は 4.5×10^5 であった。このとき、ポリ-*p*-フェニレンテレフタルアミドに含まれるアミド結合の数(平均)はいくつか。最も近い値を次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- (1) 1.6×10^3 (2) 1.8×10^3 (3) 1.9×10^3
(4) 3.3×10^3 (5) 3.5×10^3 (6) 3.8×10^3

③4 Q 2025年度 化学

問題冊子(1~11ページ)

注意事項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で (11) 大阪 (12) 佐賀 (13) 長崎 (14) 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 ↑

Bの解答が東京の場合 ↑

Cの解答が大阪の場合 ↑

例 2. 〔語群〕が一桁で (1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 ↑

bの解答が小学校の場合 ↑

cの解答が中学校の場合 ↑

- 1 次の問1～問3に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び、番号で答えよ。

問1 コバルト Co の放射性同位体の一つである ^{57}Co は、半減期が 272 日で壊変(崩壊)して鉄 ^{57}Fe になる。 ^{57}Co が元の量の $\frac{1}{10}$ になるまでには、どれくらいの時間を要するか。最も適するものを次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (1) 1 年未満 | (2) 1 年以上 2 年未満 |
| (3) 2 年以上 3 年未満 | (4) 3 年以上 4 年未満 |
| (5) 4 年以上 5 年未満 | (6) 5 年以上 |

問2 コロイドに関する次の記述(a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(8)から選び、番号で答えよ。

- (a) 分散媒が液体であるコロイド溶液をゾルとよぶ。
(b) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドは電気泳動すると陽極に移動する。
(c) 疎水性コロイドの水溶液に電解質を添加すると沈殿が生じる現象を塩析とよぶ。
(d) ケイ酸ゲルを乾燥させたシリカゲルはキセロゲルの一種である。
(e) チンダル現象はコロイド粒子が光を吸収するために起こる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) a と e | (5) b と c | (6) b と d |
| (7) b と e | (8) c と e | |

問 3 タンパク質に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- (a) タンパク質は、ポリペプチド構造をもつ高分子化合物である。
- (b) タンパク質の二次構造は、主にペプチド結合間の水素結合により安定に保たれる。
- (c) 毛髪に含まれるケラチンは、球状タンパク質に分類される。
- (d) だ液に含まれるアミラーゼは、デンプンやコラーゲンを加水分解する。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) c と d |

- 2 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Al = 27.0$ とする。

アルミニウム Al は、地殻中に多く存在する順に並べると、ア ,
イ に次いで3番目に多い元素である。アルミニウムは、鉱石の
ウ から精製した酸化アルミニウムを熔融塩電解(融解塩電解)して得られ、窓枠などの建築材料や、アルミニウム箔などの日用品に用いられる。また、
アルミニウムと酸化鉄(Ⅲ)の粉末を混ぜて点火すると、激しく反応して融解した
(あ) 鉄が得られ、鉄道レールの溶接などに利用される。

アルミニウムの表面に電気分解で緻密な酸化被膜を人工的につけた製品を
エ という。ルビーやサファイアは、酸化アルミニウムを主成分とする結
晶であるが、非常に硬く、酸にも塩基にも溶けない。一方、アルミニウムの単体
は、塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応し、オ を発生して溶け
(い) る。このような金属を両性金属といい、アルミニウムのほかに12族に属する
カ , 14族に属する鉛やキ がある。鉛(Ⅱ)イオンは、様々な陰
(う) イオンと反応し沈殿を生じるが、硝酸鉛(Ⅱ)や酢酸鉛(Ⅱ)は水に溶ける。また、
(え) アルミニウムイオンを含む水溶液に、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、沈殿が生じる。

問1 文中の空欄 ア ～ キ に最も適するものを、次の(11)～(24)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| (11) 水素 | (12) 炭素 | (13) 窒素 |
| (14) 酸素 | (15) ケイ素 | (16) 二酸化炭素 |
| (17) ボーキサイト | (18) アルミナ | (19) アルマイト |
| (20) ナトリウム | (21) マグネシウム | (22) スズ |
| (23) 亜鉛 | (24) カドミウム | |

問 2 下線部(あ)について、このような反応を何というか。反応名をカタカナで記せ。

問 3 下線部(い)について、次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) アルミニウムの単体が、水酸化ナトリウム水溶液に溶ける反応の化学反応式を記せ。

(ii) 問(i)の反応において、アルミニウム 4.86 g を完全に反応させた場合、発生する オ の体積(L)は標準状態(0℃, 1.01×10^5 Pa)でいくらか。有効数字 3 桁で求めよ。ただし、標準状態における 1 mol の気体の体積は 22.4 L とし、気体は水に溶解しないものとする。

問 4 下線部(う)について、次の表に示した反応させる陰イオンと沈殿物の色の組み合わせ(1)～(5)のうち、正しいものはどれか。次の(1)～(5)から選び、番号で答えよ。

表

	反応させる陰イオン	沈殿物の色
(1)	Cl^-	黄 色
(2)	S^{2-}	白 色
(3)	SO_4^{2-}	黒 色
(4)	CrO_4^{2-}	黄 色
(5)	I^-	白 色

問 5 下線部(え)で得られる沈殿に関する次の記述(a)～(d)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- (a) 白色ゲル状(ゼリー状)である。
- (b) 塩酸と反応して水素を発生する。
- (c) アンモニア水に溶ける。
- (d) 過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、溶けて無色の溶液となる。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) bとc | (5) bとd | (6) cとd |

3 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。

化学反応では、生成物がもつエネルギーと反応物がもつエネルギーの差(ΔH)が、熱や電気エネルギーなどの形で現れる。その差は通常、生成物がもつエネルギーから反応物がもつエネルギーを引いて計算される。化学反応で熱が入り出すことを利用すると、周囲を温めたり冷やしたりすることができる。鉄が空気中の酸素と反応して酸化鉄(Ⅱ)が生成する化学反応は 反応であり、カイロなどに利用される。この反応では、生成物がもつエネルギーは反応物のものより なる。硝酸カリウムが水に溶けるのは 反応であり、こちらは冷却剤などに用いられる。この反応では、生成物がもつエネルギーは反応物のものより なる。一般に、 ΔH は変化の前後の物質の種類と状態だけで決まり、変化の経路や方法には関係しない。これは の法則とよばれる。これを用いると、すでに知られている ΔH を用いて、未知の ΔH を計算で求めることができる。

化学反応における ΔH は、その一部が光エネルギーに変換されて光として放出されることもある。ルミノールは、 溶液中で酸化されると明るく 光を発し、血痕の検出に利用される。植物は、光を吸収してエネルギーの 二酸化炭素と水から、エネルギーの 糖類を生産する光合成を行う。光は波(電磁波)であり、その波長によってエネルギーが異なる。可視光線では、紫色の光のエネルギーが最も , 赤色の光のエネルギーが最も 。

問1 文中の空欄 ～ にあてはまる語句の組み合わせとして最も適するものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- | | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| (1) | あー吸熱 | いー高く | うー発熱 | えー高く |
| (2) | あー吸熱 | いー高く | うー発熱 | えー低く |
| (3) | あー発熱 | いー低く | うー吸熱 | えー高く |
| (4) | あー発熱 | いー低く | うー吸熱 | えー低く |

問 2 文中の空欄 A に適する人名を記せ。

問 3 文中の空欄 お および か にあてはまる語句の組み合わせとして最も適するものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) おー塩基性 かー赤い
- (2) おー塩基性 かー青い
- (3) おー酸性 かー赤い
- (4) おー酸性 かー青い

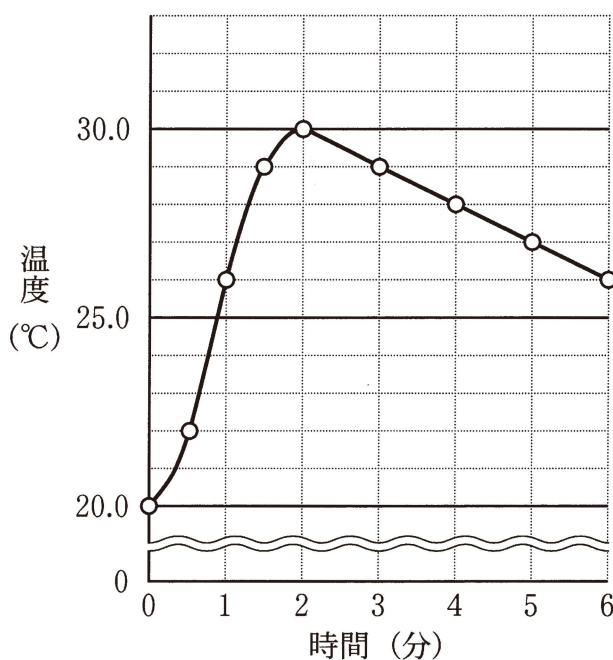
問 4 文中の空欄 き ～ こ にあてはまる語句の組み合わせとして最も適するものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) きー高い くー低い けー大きく こー小さい
- (2) きー低い くー高い けー小さく こー大きい
- (3) きー高い くー低い けー小さく こー大きい
- (4) きー低い くー高い けー大きく こー小さい

問 5 下線部について，溶解および中和反応に関する次の実験 1 および 2 を行った。下の問(i)～(v)に答えよ。発生した熱量は，反応開始前の温度と真の最高温度の差 ΔT ，水溶液の質量，比熱から求められる。ただし，用いたすべての水溶液の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ ，密度は $1.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。また，原子量は $\text{H} = 1.0$ ， $\text{O} = 16.0$ ， $\text{Na} = 23.0$ ， $\text{Cl} = 35.5$ ， $\text{K} = 39.0$ とする。

実験 1

乾いたポリエチレンビーカーに 1.0 mol/L の塩酸 50 mL と水 48 mL を入れた水溶液を，容器ごと保温容器に入れて水温を測定した。固体の水酸化ナトリウム 2.0 g を，上の水溶液に入れて，かくはんしながら時間ごとに水温を測定したところ，図のような結果が得られた。



図

実験 2

乾いたポリエチレンビーカーに 1.0 mol/L の水酸化カリウム水溶液 50 mL を入れた水溶液を，容器ごと保温容器に入れて水温を測定した。 1.0 mol/L の塩酸 50 mL を，上の水酸化カリウム水溶液に入れて，かくはんしながら時間ごとに水温を測定したところ， ΔT は 6.7 K だった。

(i) 図において測定開始2分後から温度が徐々に下がっている理由として最も適するものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) 熱が水に吸収されるため
- (2) 外部に熱が逃げるため
- (3) 反応がまだ進行しているため
- (4) 熱の放出量が減っていくため

(ii) 実験1において発生した熱量(kJ)として最も近い値を、次の(1)～(5)から選び、番号で答えよ。

- (1) 4.1 (2) 4.2 (3) 4.5
- (4) 4.9 (5) 5.0

(iii) 実験2で用いた水酸化カリウムの質量(g)はいくらか。有効数字2桁で記せ。

(iv) 実験2で熱を発生させる化学反応を表す式として最も適するものを、次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) $\text{HCl}_{\text{aq}} + \text{KOH}_{\text{aq}} \rightarrow \text{KCl}_{\text{aq}}$
- (2) $\text{HCl}_{\text{aq}} + \text{KOH}_{\text{aq}} \rightarrow \text{KCl}(\text{固}) + \text{aq}$
- (3) $\text{H}_2\text{O}(\text{液}) \rightarrow \text{H}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}}$
- (4) $\text{H}^+_{\text{aq}} + \text{OH}^-_{\text{aq}} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{液})$

(v) 実験1と実験2の結果から、水酸化ナトリウム1.0 molが水に溶解するときの発熱量(kJ)はいくらか。有効数字2桁で記せ。

4 芳香族化合物について述べた次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$ とする。

アンモニア NH_3 の水素原子を炭化水素基で置換した化合物を **ア** という。炭化水素基がフェニル基のようなベンゼン環をもつものは、芳香族 **ア** とよばれる。代表的な芳香族 **ア** であるアニリンは有毒な無色の油状物質であり、空気中に放置すると徐々に酸化され、色が変化する。アニリンは水にわずかに溶解し **イ** を示す。

アニリンは次のように合成される。実験室では、まず **ウ** にスズ(または鉄)と濃塩酸を加え、**エ** 反応を行う。次に、この溶液に強塩基の水溶液を加えるとアニリンが遊離する。工業的には、触媒を利用して **ウ** を水素で **エ** して合成される。

アニリンから他の物質に誘導できることも広く知られている。アニリンを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液により **オ** すると、水に難溶の物質が得られる。これは **A** とよばれ木綿などの染料として用いられる。また、アニリンを塩酸に溶かして、十分に **カ** し、これに亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生じる。このジアゾニウム塩とナトリウムフェノキシドの水溶液を反応させると、橙赤色を示す化合物になる。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **カ** に最も適するものを、次の(11)～(27)から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|--------------|----------------|------------|
| (11) アミド | (12) アミン | (13) カルボン酸 |
| (14) 炭化水素 | (15) 強酸性 | (16) 弱酸性 |
| (17) 中 性 | (18) 弱塩基性 | (19) 強塩基性 |
| (20) アニリン塩酸塩 | (21) アセチルサリチル酸 | |
| (22) ニトロベンゼン | (23) ブロモベンゼン | (24) 酸 化 |
| (25) 還 元 | (26) 加 熱 | (27) 冷 却 |

問 2 文中の空欄

A

 に最も適する物質の名称をカタカナで記せ。

問 3 次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 下線部(あ)の化合物の構造式を解答欄の例にならって記せ。

(ii) 下線部(い)に関して、得られた生成物の構造式を解答欄の例にならって記せ。

問 4 芳香族アゾ化合物に関する次の記述(1)～(4)のうち、誤っているものはどれか。番号で答えよ。

- (1) ジアゾニウム塩からアゾ化合物を生成する反応をジアゾ化という。
- (2) 塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液に 2-ナフトールの水酸化ナトリウム水溶液を加えると芳香族アゾ化合物が得られる。
- (3) 中和滴定の指示薬として用いられる芳香族アゾ化合物は、水溶液の pH に応じて、アゾ基の構造が変化する。
- (4) メチルオレンジの水溶液は、中性付近では黄色、およそ pH 3 以下の酸性では赤色になる。

問 5 アニリン 1.33 g に無水酢酸を加えて反応させると、融点 115 °C の白色の結晶が得られた。この結晶の質量(g)はいくらか。最も近い値を次の(1)～(5)から選び、番号で答えよ。ただし、アニリンの 70.0 % が白色の結晶に変化したものとする。

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| (1) 0.930 | (2) 1.07 | (3) 1.35 |
| (4) 1.72 | (5) 1.93 | |

③⑤ Q 2025年度 化学

問題冊子（1～11ページ）

注意事項

- (1) 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード，受験番号，氏名（カタカナ）を確認し，氏名欄に氏名（漢字）を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例（選択式の場合）〕

例 1. 〔語群〕が二桁で（11）大阪（12）佐賀（13）長崎（14）東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合 → 17
Bの解答が東京の場合 → 19
Cの解答が大阪の場合 → 21

例 2. 〔語群〕が一桁で（1）大学（2）中学校（3）高校（4）小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合 → 51
bの解答が小学校の場合 → 52
cの解答が中学校の場合 → 53

- 1** 次の問 1 ～ 問 3 に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを 1 つずつ選び、番号で答えよ。

問 1 次の物質 (a) ～ (f) のうち、還元剤としてのみはたらくものの組み合わせはどれか。下の (1) ～ (9) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| (a) H_2O_2 | (b) H_2S | (c) SO_2 |
| (d) Cl_2 | (e) $(\text{COOH})_2$ | (f) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ |

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と d | (3) a と f |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) b と e |
| (7) c と d | (8) c と f | (9) d と e |

問 2 気体の性質に関する次の記述 (a) ～ (e) のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の (1) ～ (8) から選び、番号で答えよ。

- (a) 二酸化炭素を圧縮するとき、そのモル体積が理想気体のモル体積よりも常に大きくなるのは、分子間力の影響である。
- (b) 標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) において、気体のアンモニアのモル体積は理想気体のモル体積よりも小さい。
- (c) 実在気体と理想気体の違いは、分子間力と分子自身の質量の有無によって生じる。
- (d) 実在気体は、高温・低圧の条件では、理想気体の性質に近づく。
- (e) 理想気体も実在気体も温度を下げると、体積は限りなく 0 に近づく。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) c と d |
| (7) c と e | (8) d と e | |

問 3 フェノールに関する次の記述(a)～(e)のうち、誤っているものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 水に少し溶け、わずかに電離して H^+ を生じ、水溶液は弱い酸性を示す。
- (b) ナトリウムと反応して、水素を発生する。
- (c) 無水酢酸を作用させると、アセチルサリチル酸を生じる。
- (d) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色に呈色する。
- (e) 水溶液に臭素水を加えると、ブロモベンゼンの白色沈澱を生じる。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と b | (2) a と c | (3) a と d |
| (4) a と e | (5) b と c | (6) b と d |
| (7) b と e | (8) c と d | (9) c と e |

2 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。

太陽系に存在する元素を物質量が大きい順にならべると、水素、ア，酸素，炭素，窒素の順となる。アは第イ族元素に属し、イオン化エネルギーが全ての元素の中で最も大きい。一方、酸素のイオン化エネルギーは、第2周期元素の平均値に近い。成層圏に多く存在する酸素の同素体であるオゾン^(a)は、太陽からのウ線の大部分を吸収し、地球表層に生息する生物をウ線の有害な作用から保護している。また、炭素の同位体のうち、質量数がエの炭素は、オ線を出して壊変する半減期が5730年のカ同位体である。植物は光合成によって二酸化炭素を取り込んで固定化するため、木製品など考古学試料の年代測定に利用されている。一方、石油などは地中に埋蔵されており、炭素のカ同位体をほとんど含まない。

大気中の二酸化炭素に含まれるカ同位体の比率はほぼ一定である。しかし、地球に到達する宇宙線の増減や、化石燃料の使用、1945年以降の核実験^(b)の影響などにより、その比率は変化してきた。

問1 文中の空欄ア～カに最も適するものを、次の(11)～(41)から選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|
| (11) リチウム | (12) セシウム | (13) チタン | (14) 水 銀 |
| (15) ホウ素 | (16) タリウム | (17) フッ素 | (18) ヨウ素 |
| (19) ヘリウム | (20) キセノン | (21) 1 | (22) 2 |
| (23) 3 | (24) 4 | (25) 5 | (26) 6 |
| (27) 12 | (28) 13 | (29) 14 | (30) 15 |
| (31) 16 | (32) 17 | (33) 18 | (34) 紫 外 |
| (35) エックス | (36) アルファ | (37) ベータ | (38) ガンマ |
| (39) 陰 極 | (40) 安 定 | (41) 放射性 | |

問 2 第 3 周期, 第 イ 族の元素の単体は, 80 K 以下の低温で面心立方格子の結晶 A となり, その単位格子の 1 辺の長さは $5.26 \times 10^{-8} \text{ cm}$ となる。一方, 同じく第 3 周期に属する塩素を含む塩化カリウムでは, 室温でも安定な結晶 B となる。次の問 (i) および (ii) に答えよ。

(i) 結晶 A および B を構成する粒子間にはたらく結合あるいは力はそれぞれ何か。最も適するものを次の (1) ~ (5) から選び, それぞれ番号で答えよ。

- | | | |
|----------|----------------|----------|
| (1) 水素結合 | (2) 金属結合 | (3) 共有結合 |
| (4) 静電気力 | (5) ファンデルワールス力 | |

(ii) 結晶 A において, 近接する原子どうしの中心間距離 (cm) はいくらか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし, $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

問 3 下線部 (a) について, 標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) で, モル分率 0.20 の酸素分子を含む 44.8 L の空気に ウ 線を照射したところ, オゾンが生成した。反応後の気体の体積は, 反応前と比べて標準状態で 2.8 L 減少していた。反応後の気体に含まれている未反応の酸素の体積 (L) はいくらか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし, ウ 線の照射によって起こる反応は, オゾンの生成のみとし, 原子量は $\text{O} = 16.0$ とする。また, 気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

問 4 下線部 (b) について, (あ) 宇宙線の増加と (い) 化石燃料の使用により, 大気中の二酸化炭素に含まれる 力 同位体の比率は, それぞれどのように変化するか。最も適するものを次の (1) ~ (4) から選び, それぞれ番号で答えよ。

- | | |
|----------------|-----------|
| (1) 増加する | (2) 減少する |
| (3) 増加と減少を繰り返す | (4) 変化しない |

3 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 を容器に入れて高温で反応させると、ヨウ化水素 HI が生成する。図1は、この反応の進行に伴うエネルギー変化を示している。

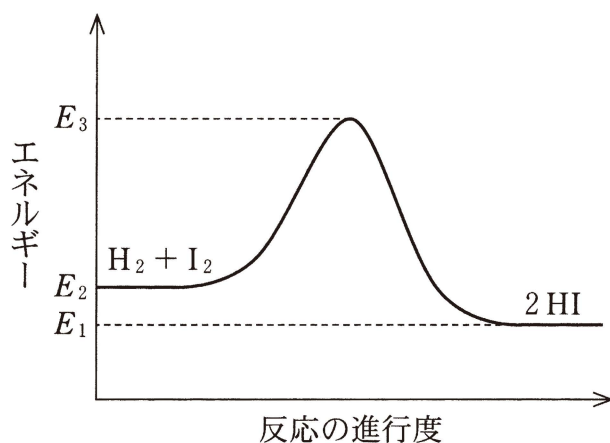


図1

HI が生成する反応の途中で **あ** とよばれるエネルギーの高い状態があり、この状態になるために必要な最小エネルギーは、活性化エネルギーとよばれ、その値は **い** で表される。この反応は可逆反応であり、式①で表される。生成した HI の一部は、逆反応(分解)によって H_2 と I_2 を生じる。この逆反応の活性化エネルギーは、**う** で表される。



この状態で長時間放置すると、見かけ上反応が停止した平衡状態になる。式①の正反応の反応速度を v_1 、逆反応の反応速度を v_2 とすると、 v_1 と v_2 は、それぞれ次のように表される。

$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2] \quad (k_1 \text{ は正反応の反応速度定数}) \quad \text{②}$$

$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2 \quad (k_2 \text{ は逆反応の反応速度定数}) \quad \text{③}$$

v_1 と v_2 の関係は正反応の進行とともに変化し、反応初期では、**え** であり、平衡状態では **お** となる。そのため、見かけ上の反応速度が0となり、反応が停止しているように見える。

問 1 文中の空欄 あ ～ お に最も適する語句を、次の(11)～(22)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| (11) 遷移状態 | (12) 標準状態 | (13) 励起状態 |
| (14) E_1 | (15) E_2 | (16) E_3 |
| (17) $E_3 - E_2$ | (18) $E_3 - E_1$ | (19) $E_2 - E_1$ |
| (20) $v_1 > v_2$ | (21) $v_1 < v_2$ | (22) $v_1 = v_2$ |

問 2 下線部について、次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 式①の平衡状態を表す次の記述(ア)～(ウ)のうち、正しいのはどれか。最も適するものを下の(1)～(7)から選び、番号で答えよ。

- (ア) H_2 と I_2 と HI の物質量の比が 1 : 1 : 2 になった状態
(イ) H_2 と I_2 との物質量の和と HI の物質量が等しくなった状態
(ウ) HI の濃度が一定になった状態

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) アのみ | (2) イのみ | (3) ウのみ |
| (4) アとイのみ | (5) アとウのみ | (6) イとウのみ |
| (7) アとイとウ | | |

(ii) 式①が平衡状態にあるとき、次の(ア)～(ウ)のように条件を変化させることによって平衡が左向きの方に移動するのはどれか。最も適するものを下の(1)～(7)から選び、番号で答えよ。

- (ア) 圧力を一定に保ったまま、温度を高くする。
(イ) 温度を一定に保ったまま、圧力を高くする。
(ウ) 温度と体積を一定に保ったまま、 HI を加える。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) アのみ | (2) イのみ | (3) ウのみ |
| (4) アとイのみ | (5) アとウのみ | (6) イとウのみ |
| (7) アとイとウ | | |

問 3 式①の反応で、触媒として白金を用いた場合、活性化エネルギーと平衡状態での HI の生成量は、触媒を用いない場合と比べてどのように変化するか。正しい組み合わせを、次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

	活性化エネルギー	HI の生成量
(1)	大きくなる	増加する
(2)	大きくなる	減少する
(3)	大きくなる	変化しない
(4)	小さくなる	増加する
(5)	小さくなる	減少する
(6)	小さくなる	変化しない

問 4 ある体積の密閉容器に H_2 と I_2 をそれぞれ 1.00 mol/L ずつ入れ、温度を一定に保ったところ HI が生成した。このときの H_2 のモル濃度(mol/L)と反応時間(分)との関係を図 2 に示した。下の問(i)～(iii)に答えよ。

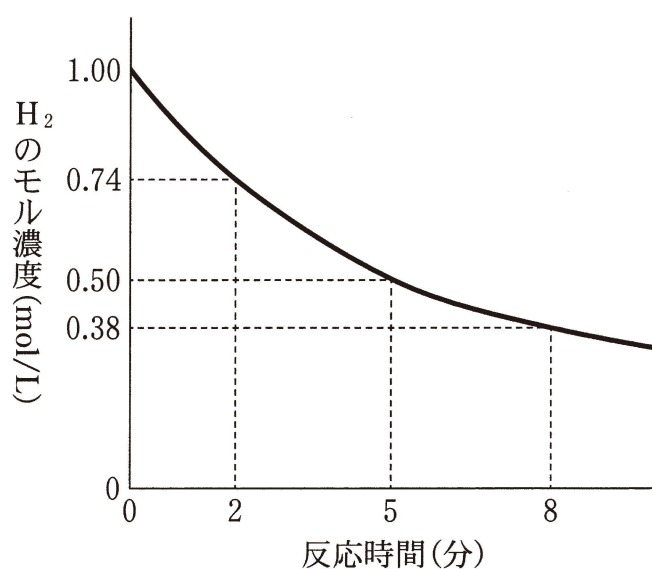


図 2

(i) 反応時間 8 分における HI のモル濃度 (mol/L) はいくらか。小数点以下第 2 位まで答えよ。

(ii) 反応時間 2 ～ 5 分の HI の平均生成速度は、反応時間 5 ～ 8 分の HI の平均生成速度の何倍か。次の (1) ～ (5) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------|-----------|---------|
| (1) 0.25 倍 | (2) 0.5 倍 | (3) 1 倍 |
| (4) 2 倍 | (5) 4 倍 | |

(iii) 温度は変えずに密閉容器の体積を半分にすると、HI の生成速度はもとの何倍になるか。次の (1) ～ (5) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|------------|-----------|---------|
| (1) 0.25 倍 | (2) 0.5 倍 | (3) 1 倍 |
| (4) 2 倍 | (5) 4 倍 | |

問 5 ある体積の密閉容器に 1.2 mol の H_2 と 0.90 mol の I_2 を入れ、温度を一定に保つと、1.6 mol の HI が生じて平衡に達した。次の問 (i) および (ii) に答えよ。

(i) この反応における濃度平衡定数はいくらか。有効数字 2 桁で記せ。

(ii) 温度を一定に保ったまま、さらに 0.8 mol の H_2 と 1.1 mol の I_2 を追加した。平衡状態における HI の物質量 (mol) はいくらか。有効数字 2 桁で記せ。

- 4** エステルの性質について述べた次の文章を読み、下の問 1 ～ 問 5 に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$ とする。

表に示したエステル A, B および C の性質を調査するために、次の実験 1 の後に実験 2, 実験 3 を行った。

実験 1 エステル A, B, C をそれぞれ反応容器に入れ、適当な触媒を用いて加熱すると、対応するアルコール A 1, B 1, C 1 およびカルボン酸 A 2, B 2, C 2 が得られた。

表

エステル	A	B	C
構造式	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \qquad \\ \quad \quad \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \quad \\ \text{O} \qquad \quad \text{O} \end{array}$
生成物	アルコール A 1	アルコール B 1	アルコール C 1
	カルボン酸 A 2	カルボン酸 B 2	カルボン酸 C 2

実験 2 アルコール A 1, B 1, C 1 をそれぞれ試験管に少量入れ、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると、いずれかの試験管に特異臭をもつ黄色沈殿が生じた。

実験 3 アルコール A 1, B 1, C 1 をそれぞれ試験管に少量入れ加温した。銅線をバーナーで加熱し黒変させた後、アルコール A 1, B 1, C 1 に触れさせると、いずれかの試験管に刺激臭をもつ化合物が生成した。この化合物をフェーリング液に加えて温めると、赤色沈殿が生じた。

問 1 実験 1 で生成した B 2 に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を作用させると、カルボン酸の塩 15 g が得られた。用いた B 2 の質量 (g) はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、B 2 の 62 % がカルボン酸の塩に変換されたものとする。

問 2 実験 1 で生成した C 2 に関する次の記述 (1) ~ (5) のうち、誤っているものはどれか。番号で答えよ。

- (1) 純度の高いものは、冬期に凝固する。
- (2) 脱水剤を加えて加熱すると、酸無水物ができる。
- (3) 有機溶媒中では、分子間の水素結合によって二量体を形成している。
- (4) フェーリング液を還元する。
- (5) 工業的にはメタノールに一酸化炭素を付加してつくる。

問 3 実験 2 に関する次の問 (i) ~ (iii) に答えよ。

(i) 黄色沈殿が生じる反応の名称をカタカナ 6 文字で記せ。

(ii) 黄色沈殿が生じるのは A 1, B 1, C 1 のどれか。最も適するものを次の (1) ~ (7) から選び、番号で答えよ。

- (1) A 1 のみ (2) B 1 のみ (3) C 1 のみ
- (4) A 1 と B 1 のみ (5) B 1 と C 1 のみ
- (6) A 1 と C 1 のみ (7) A 1 と B 1 と C 1

(iii) 同様な操作を行った場合、黄色沈殿が生じるのはどれか。次の (1) ~ (4) から選び、番号で答えよ。

- (1) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}\text{—OH}$ (2) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}\text{—H}$
- (3) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}\text{—CH}_3$ (4) $\text{CH}_3\text{—}\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}\text{—O—CH}_3$

問 4 実験 3 に関する次の問 (i) および (ii) に答えよ。

(i) 赤色沈殿の化学式はどれか。次の (1) ~ (6) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|---------|---------------------------|---------------------------|
| (1) Ag | (2) Ag_2O | (3) Ag_2S |
| (4) CuS | (5) Cu_2O | (6) CuO |

(ii) 赤色沈殿を生じるのは A1, B1, C1 のどれか。最も適するものを次の (1) ~ (7) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------------|------------------|-----------|
| (1) A1 のみ | (2) B1 のみ | (3) C1 のみ |
| (4) A1 と B1 のみ | (5) B1 と C1 のみ | |
| (6) A1 と C1 のみ | (7) A1 と B1 と C1 | |

問 5 次の文を読み、下の問 (i) および (ii) に答えよ。

文 アルコール A1, B1, C1 のいずれかとカルボン酸 A2, B2, C2 のいずれかを用いて、分子式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ のエステル D と E をそれぞれ合成した。D および E を用いて、実験 1 の後に実験 2 を行ったところ、D からは黄色沈殿は生成せず、E からは黄色沈殿が生じた。

(i) この反応でエステルとともに生成する物質はどれか。次の (1) ~ (3) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|---------|-------|-----------|
| (1) 水 素 | (2) 水 | (3) 二酸化炭素 |
|---------|-------|-----------|

(ii) 生成した D および E の構造式を解答欄の例にならってそれぞれ記せ。

③6

Q

2025年度

化学

問題冊子（1～11ページ）

注意事項

- (1) 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし，解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード，受験番号，氏名（カタカナ）を確認し，氏名欄に氏名（漢字）を記入すること。もし，印刷に間違いがあった場合は，手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例（選択式の場合）〕

例 1. 〔語群〕が二桁で（11）大阪（12）佐賀（13）長崎（14）東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合

Bの解答が東京の場合

Cの解答が大阪の場合

例 2. 〔語群〕が一桁で（1）大学（2）中学校（3）高校（4）小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合

bの解答が小学校の場合

cの解答が中学校の場合

- 1** 次の問1～問3に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び、番号で答えよ。

問1 カルシウムに関する次の記述(a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 酸化カルシウムは、乾燥剤に用いられる。
- (b) 水酸化カルシウムは、生石灰とよばれ、飽和水溶液は石灰水という。
- (c) 炭酸カルシウムは、希塩酸に溶けて、二酸化炭素を発生する。
- (d) 塩化カルシウムは、水に溶けにくい、空气中で潮解する。
- (e) 硫酸カルシウムは、水に溶けやすく、X線造影剤などに使われる。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

問2 次の混合水溶液(a)～(e)のうち、緩衝作用を示すものはどれか。正しいものの組み合わせを下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 硝酸と硝酸カリウム
- (b) 硫酸と硫酸ナトリウム
- (c) アンモニアと塩化アンモニウム
- (d) 水酸化カリウムと塩化カリウム
- (e) 炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウム

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

問 3 マレイン酸に関する次の記述(a)～(e)のうち、誤っているものの組み合わせはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

- (a) 不飽和ジカルボン酸に分類される。
- (b) 示性式でフマル酸と区別できる。
- (c) 分子内に不斉炭素原子を有する。
- (d) 単体のナトリウムと反応して、水素を発生する。
- (e) 加熱すると、分子内で脱水反応が進行する。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) aとb | (2) aとc | (3) aとd |
| (4) aとe | (5) bとc | (6) bとd |
| (7) bとe | (8) cとd | (9) cとe |

2 次の文を読み、下の問 1 ～問 6 に答えよ。

6 種類の陽イオン (Al^{3+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^{+}) を含む試料水溶液がある。これらのイオンを分離するため、次の操作 1 ～ 5 を行った。ただし、分離は完全に行われたものとし、原子量は $\text{H} = 1.0$, $\text{C} = 12.0$, $\text{N} = 14.0$, $\text{O} = 16.0$, $\text{Na} = 23.0$, $\text{Al} = 27.0$, $\text{S} = 32.0$, $\text{Cl} = 35.5$, $\text{Ca} = 40.0$, $\text{Fe} = 55.9$, $\text{Cu} = 63.5$, $\text{Zn} = 65.4$, $\text{Ag} = 108.0$ とする。

操作 1 塩化ナトリウムに、濃硫酸を加え、加熱し発生した気体を水に溶解して、pH 1.0 の水溶液を得た。この水溶液を、6 種類の陽イオンを含む試料水溶液に加えると、沈殿 A が生じた。

操作 2 沈殿 A をろ過したろ液に、硫化水素を通じると沈殿 B が生じた。

操作 3 沈殿 B をろ過したろ液を煮沸し、適当量の希硝酸を加え、さらにアンモニア水を過剰に加えると 2 種の陽イオンからなる沈殿 X (混合物) が生じた。

操作 4 沈殿 X (混合物) をろ過したろ液に、硫化水素を通じると沈殿 C が生じた。

操作 5 沈殿 C をろ過したろ液に、炭酸アンモニウム水溶液を加えると沈殿 D が生じた。

問 1 沈殿 A および沈殿 B を化学式で記せ。

問 2 沈殿 A ～ C の色として最も適するものを、次の (1) ～ (6) から選び、それぞれ番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) 黒 色 | (2) 白 色 | (3) 黄 色 |
| (4) 淡赤色 | (5) 青白色 | (6) 深青色 |

問 3 沈殿 C に硫酸を加え、沈殿を溶解させた後、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じたが、さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると錯イオンを形成して溶解した。次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 形成した錯イオンの化学式(イオン式)を、解答例にならって記せ。

(ii) 形成した錯イオンの形を次の(1)～(3)から選び、番号で答えよ。

(1) 直線形 (2) 正八面体 (3) 正四面体

問 4 沈殿 D を加熱すると、気体が発生した。次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) この発生した気体は何か。最も適するものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

(1) NH_3 (2) O_2 (3) H_2 (4) CO_2

(ii) 沈殿 D 2.00 g をとり、十分に加熱して発生する気体の体積(mL)は標準状態(0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)でいくらか。有効数字 3 桁で答えよ。ただし、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol とし、反応は完全に進んだものとする。

問 5 沈殿 X(混合物)に、ある試薬(水溶液)を過剰に加えると、一方の陽イオンを含む沈殿が完全に溶解し、沈殿 E が残った。次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 沈殿 X(混合物)に過剰に加えた試薬(水溶液)は何か。最も適するものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- | | |
|---|----------------------|
| (1) HCl | (2) H ₂ S |
| (3) (NH ₄) ₂ CO ₃ | (4) NaOH |

(ii) 沈殿 E を希硫酸に溶解した後、次の(1)～(4)のいずれかの試薬(水溶液)を加えたところ、濃青色の沈殿が生じた。この加えた試薬(水溶液)は何か。最も適するものを選び、番号で答えよ。

- | | |
|---|----------|
| (1) NH ₃ | (2) NaOH |
| (3) K ₄ [Fe(CN) ₆] | (4) KSCN |

問 6 操作 1 の下線部の水溶液 1.0 L を調製するのに必要な塩化ナトリウムの質量(g)はいくらか。最も近い値を次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。ただし、反応および水への溶解は完全に進行し、発生した気体は水溶液中で、すべて電離しているものとする。

- | | | |
|-----------|-----------|----------|
| (1) 0.293 | (2) 0.585 | (3) 1.17 |
| (4) 2.93 | (5) 5.85 | (6) 11.7 |

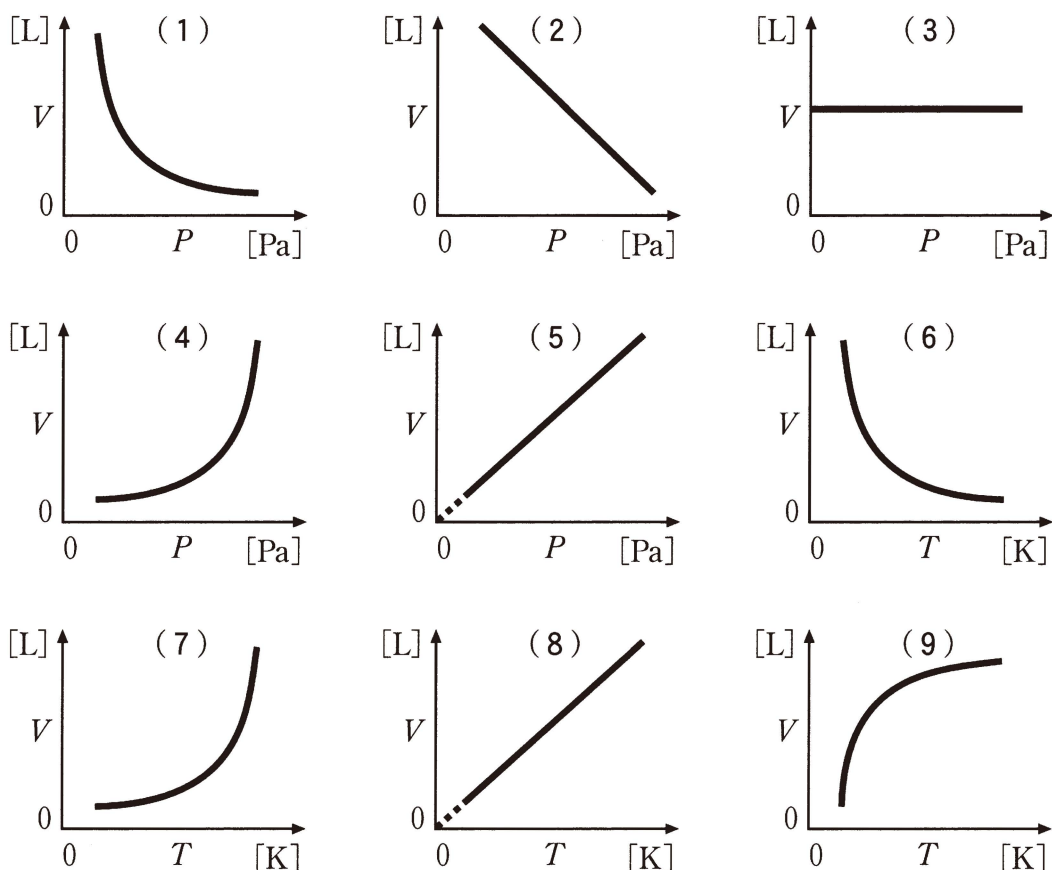
- 3 次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, 気体定数 R は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。また、全ての気体は理想気体としてふるまうものとする。

容積可変の容器に気体を入れ、温度一定で、その容器の体積を減らすと、気体の圧力は **ア**。つまり、温度一定のとき、一定量の気体の体積 V は、圧力 P に **イ**。この関係は ^(a) **ウ** の法則とよばれる。また容積可変の容器に気体を入れ、圧力一定で気体の温度を上昇させると、気体の **エ** は増加する。圧力一定のとき、一定量の気体の体積 V は、温度 T が 1 K 上下する ^(b) ごとに、 0°C (273 K) における体積 V_0 の **オ** ずつ増減する。この関係は **カ** の法則とよばれる。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **カ** に最も適するものを、次の(11)～(24)から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|----------------------|-------------|------------|
| (11) 降下する | (12) 一定である | (13) 上昇する |
| (14) 正比例する | (15) 反比例する | (16) 関係しない |
| (17) 密度 | (18) 体積 | (19) ボイル |
| (20) シャルル | (21) ルシャトリエ | (22) 273 倍 |
| (23) $\frac{1}{273}$ | (24) 2 倍 | |

問 2 下線部(a)および(b)について、それぞれの関係をあらわすグラフとして最も適するものを、次の(1)～(9)から選び、それぞれ番号で答えよ。



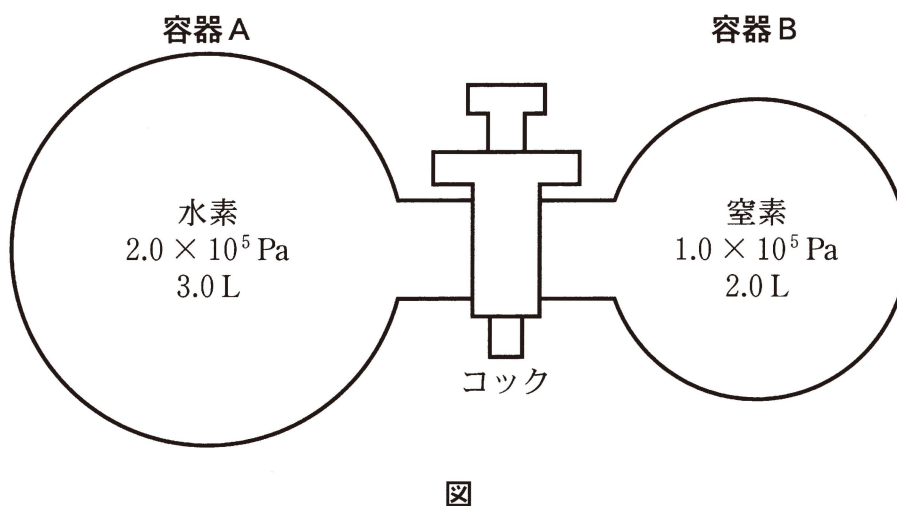
問 3 温度が 27°C 、圧力が $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において体積 $8.3 \times 10^2 \text{ mL}$ の気体の物質質量 (mol) はいくらか。最も近い値を次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) 5.0×10^{-2} (2) 1.0×10^{-1} (3) 2.0×10^{-1} (4) 1.0

問 4 温度が 27°C 、圧力が $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で体積 10 L の気体がある。温度が 87°C 、圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のとき、この気体の体積 (L) はいくらか。最も近い値を次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) 12 (2) 18 (3) 24 (4) 48

問 5 次の図のように、3.0 Lの容器 A には 2.0×10^5 Pa の水素、2.0 Lの容器 B には 1.0×10^5 Pa の窒素を入れ、27℃の一定温度でコックを開いて両気体を混合した。下の問(i)および(ii)に答えよ。ただし、連結部の体積は無視し、水素と窒素は反応しないものとする。



- (i) 混合気体中の水素と窒素の分圧(Pa)はそれぞれいくらか。有効数字2桁で記せ。
- (ii) 混合気体の温度を177℃まで上げた。容器の外側の圧力が 1.0×10^5 Pa であるとき、容器の壁 1 m^2 あたりにかかる内側から押す力と外側から押す力の差(N)はいくらか。有効数字2桁で記せ。ただし、1 Pa は 1 m^2 に1 Nの力が加わるときの圧力である。

- 4 合成高分子化合物について述べた次の文を読み、下の問1～問5に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $O = 16.0$ とする。

我々の身の回りでは、石油などを原料として人工的に合成された高分子化合物が数多く利用されている。合成高分子化合物の多くは、小さな構成単位が繰り返し結合した構造をしている。また、合成高分子化合物の固体は、分子鎖が比較的規則正しく配列した **ア** 部分と分子鎖が不規則に配列した **イ** 部分が入り混じった不均一な構造をとっている。一般に **イ** 部分が多い高分子化合物は密度が **ウ** く、光を散乱しにくい。そのためやわらかく、透明性が **エ** い。

合成高分子化合物をつくる重合反応のひとつに、**オ** 結合をもつ単量体 が、付加反応を繰り返しながら結びつく重合がある。これを付加重合という。

(あ) 酢酸ビニルを付加重合させてポリ酢酸ビニルを合成し、得られたポリ酢酸ビニルをメタノール水溶液中で水酸化ナトリウムなどの塩基で加水分解すると、ポリ^(い)ビニルアルコールが得られる。ポリビニルアルコールのコロイド溶液を細孔から飽和硫酸ナトリウム水溶液中に押し出すと、**カ** が起こり繊維状に固まる。この繊維は水に溶けやすいため、ホルムアルデヒド水溶液でアセタール化すると水に不溶な繊維である **A** が得られる。ポリビニルアルコールのアセ^(う)タール化は部分的に起こるため、**A** にはヒドロキシ基が多く残る。そのため、適度に吸湿性を示し、木綿に似た性質を有する。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **カ** に最も適する語句を、次の(11)～(21)から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|----------|---------------|---------|
| (11) イオン | (12) 水素 | (13) 飽和 |
| (14) 不飽和 | (15) 高 | (16) 低 |
| (17) 変性 | (18) 透析 | (19) 塩析 |
| (20) 結晶 | (21) 非結晶(無定形) | |

問 2 文中の空欄

A

 にあてはまる名称をカタカナで記せ。

問 3 下線部(あ)に関して、次の高分子化合物(1)～(6)のうち、付加重合により得られるものを2つ選び、番号で答えよ。

- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| (1) ナイロン 6 | (2) ナイロン 66 |
| (3) ポリアクリロニトリル | (4) ポリエチレンテレフタラート |
| (5) ポリ- <i>p</i> -フェニレンテレフタルアミド | |
| (6) ポリクロロブレン | |

問 4 ポリビニルアルコールを合成するとき、ビニルアルコールを単量体として用いることは困難である。その理由は、ビニルアルコールが不安定ですぐに、安定な化合物に変化するためである。この安定な化合物は何か。次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

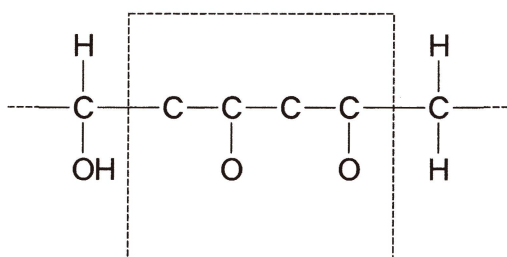
- | | |
|--------------|--------------|
| (1) アセトン | (2) アセトアルデヒド |
| (3) エタノール | (4) 酢 酸 |
| (5) ジメチルエーテル | (6) メタノール |

問 5 下線部(い)および(う)に関して、次の問(i)～(iii)に答えよ。

(i) ポリビニルアルコールの平均分子量が 8.8×10^3 のときの平均の重合度はいくらか。最も近い値を次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (1) 1.5×10^2 | (2) 2.0×10^2 | (3) 3.0×10^2 |
| (4) 1.5×10^3 | (5) 2.0×10^3 | (6) 3.0×10^3 |

(ii) 次の図に示す破線で囲んだ部分に、解答欄の例にならって原子または原子団を補い、A 中のアセタール化された部分の部分構造を完成せよ。



図

(iii) (i)で求めた平均の重合度をもつポリビニルアルコールを、ホルムアルデヒドを含む水溶液で処理を行ったところ、ポリビニルアルコール中のヒドロキシ基の40%がアセタール化されたAが得られた。このAの平均分子量はいくらか。最も近い値を次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (1) 8.1×10^3 | (2) 9.3×10^3 | (3) 1.0×10^4 |
| (4) 1.3×10^4 | (5) 1.4×10^4 | (6) 2.0×10^4 |

37

Q

2025年度

化学

問題冊子（1～9ページ）

注意事項

- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験学部・学科コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 「語群」が二桁で (11) 大阪 (12) 佐賀 (13) 長崎 (14) 東京 とある場合

問 X	A		B		C	
	16	17	18	19	20	21
	/	2	/	4	/	/

Aの解答が佐賀の場合

Bの解答が東京の場合

Cの解答が大阪の場合

例 2. 「語群」が一桁で (1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合

問 X	a	b	c
	51	52	53
	/	4	2

aの解答が大学の場合

bの解答が小学校の場合

cの解答が中学校の場合

- 1 次の問1～問3に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び、番号で答えよ。

問1 滴定操作に用いる器具とその用途の組み合わせとして、最も適するものはどれか。次の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。

用途	正確な濃度の溶液をつくる	一定体積の溶液を正確にはかり取る
(1)	ビュレット	ホールピペット
(2)	ビュレット	ビーカー
(3)	ビュレット	駒込ピペット
(4)	メスフラスコ	ビュレット
(5)	メスフラスコ	ホールピペット
(6)	メスフラスコ	メスシリンダー
(7)	コニカルビーカー	ビュレット
(8)	コニカルビーカー	三角フラスコ
(9)	コニカルビーカー	駒込ピペット

問2 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を、白金電極を用いて、772 C の電気量で電気分解したところ、気体が発生した。陽極で発生した気体の体積(L)は標準状態(0℃, 1.01×10^5 Pa)でいくらか。最も近い値を次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。ただし、ファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol とする。また、標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4 L とし、発生した気体は溶液に溶解しないものとする。

- (1) 2.00×10^{-3} (2) 4.00×10^{-3} (3) 8.00×10^{-3}
 (4) 4.48×10^{-2} (5) 8.96×10^{-2} (6) 1.79×10^{-1}

問 3 分子式 C_5H_{10} で表されるアルケンは、次の図に示すように、シス・トランス異性体を区別しないで数えると 5 種類ある。これらのアルケンに臭素 Br_2 を付加させた生成物のうち、不斉炭素原子を 1 つだけもつものは、何種類あるか。下の (1)～(5) から選び、番号で答えよ。

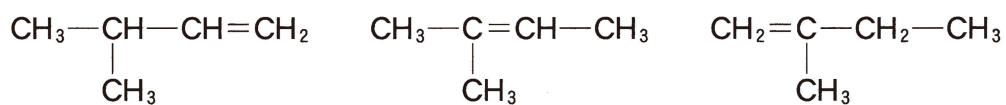


図 分子式 C_5H_{10} で表されるアルケンの構造式

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (1) 1 種類 | (2) 2 種類 | (3) 3 種類 |
| (4) 4 種類 | (5) 5 種類 | |

- 2 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Cu = 63.5$ とする。

窒素 N はさまざまな酸化数を取り、 N の酸化物の中には、大気汚染の原因となる二酸化窒素 NO_2 や一酸化窒素 NO がある。

NO_2 は、銅と **ア** を反応させると発生する **イ** 色の気体で、
(a) **ウ** で捕集する。また、常温では、一部が **エ** 色の **オ** となり、密閉容器内で温度一定のとき、式①のように平衡状態になっている。



NO は、銅と **カ** を反応させると発生する **キ** 色の気体で、
(b) **ク** で捕集する。また、 NO は空気中ですみやかに酸化され、 NO_2 となる。

硝酸 HNO_3 は、強酸としてはたらくほか、強い酸化剤としてもはたらき、水素よりもイオン化傾向の小さい銅や **ケ** などの金属を酸化して溶かす。

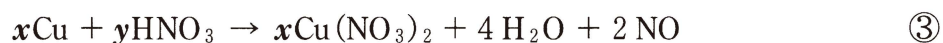
問 1 文中の空欄 **ア** ～ **ケ** に最も適するものを、次の(11)～(27)から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|-------------|-------------|---------------|
| (11) 希硝酸 | (12) 濃硝酸 | (13) 無 |
| (14) 黒 | (15) 白 | (16) 黄 |
| (17) 赤 褐 | (18) 上方置換 | (19) 下方置換 |
| (20) 水上置換 | (21) N_2O | (22) N_2O_4 |
| (23) アルミニウム | (24) 鉄 | (25) 銀 |
| (26) コバルト | (27) ニッケル | |

問 2 下線部(a)について、銅と ア は式②のように反応する。ある質量の銅に ア を加えていったところ、標準状態(0℃, 1.01×10^5 Pa)で NO_2 が 39.2 L 発生したときに銅はすべて溶けた。溶けた銅の質量(g)を有効数字3桁で答えよ。ただし、標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4 L とし、式①の化学平衡は考えないものとする。



問 3 下線部(b)について、銅と カ は式③のように反応する。反応式の係数 x および y にあてはまる整数として正しいものはどれか。下の(1)～(9)から選び、それぞれ番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。



- | | | |
|-------|-------|-------|
| (1) 1 | (2) 2 | (3) 3 |
| (4) 4 | (5) 5 | (6) 6 |
| (7) 7 | (8) 8 | (9) 9 |

問 4 次の窒素酸化物(a)～(e)を N の酸化数の大きいものから順に並べたとき、正しいものはどれか。下の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------------|
| (a) NO_2 | (b) NO | (c) N_2O |
| (d) HNO_2 | (e) HNO_3 | |

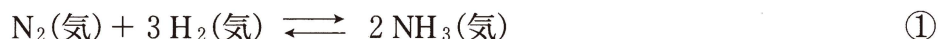
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| (1) $e > a > d > b > c$ | (2) $e > d > a > b > c$ |
| (3) $e > b > a > d > c$ | (4) $a > e > b > d > c$ |
| (5) $a > e > d > b > c$ | (6) $a > b > e > c > d$ |

3 次の文を読み、下の問 1 ～問 6 に答えよ。

化学反応が平衡状態にあるとき、成分の濃度や圧力、温度などの条件を変化させると、その影響によって平衡状態が一時的にくずれる。しかし、すぐに正反応または逆反応が進んで、新しい条件に対応した平衡状態に達する。このように、ある平衡状態が別の平衡状態に移ることを平衡移動という。あ は化学平衡における濃度、圧力、温度の変化と、平衡移動の向きとの関係について、次の原理を提唱した。

「化学平衡は、濃度、圧力、温度などの条件を変化させると、その影響をやわらげる向きに移動し、新しい平衡状態になる。」

アンモニアは、窒素と水素から式①の反応によって合成される。



式①の反応はアンモニアが生成する際、分子の総数が減少し、発熱反応であるので、あ が提唱した原理に従うと、A の条件にすることで、アンモニアの生成率を大きくできる。アンモニアの工業的製法は、い と う によって、1913 年に完成された。

問 1 下線部に関して、化学反応における平衡状態の記述として正しいものはどれか。次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- (1) 反応に関わる各物質の濃度は変化せず、反応は全く起こっていない。
- (2) 正反応と逆反応の反応速度定数が等しい。
- (3) 正反応と逆反応の反応速度が等しい。
- (4) 溶液中の可逆反応に固体が関与する場合、固体の量により平衡定数は変化する。

問 2 文中の空欄 あ ～ う にあてはまる人名を、次の(1)～(6)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------|------------|----------|
| (1) ボッシュ | (2) ルシャトリエ | (3) ボイル |
| (4) ヘンリー | (5) ハーバー | (6) ダニエル |

問 3 文中の空欄 A に入る語句として、最も適するものを次の(1)～(4)から選び、番号で答えよ。

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) 高温・高圧 | (2) 高温・低圧 |
| (3) 低温・高圧 | (4) 低温・低圧 |

問 4 気体反応における平衡定数に関する次の記述(1)～(4)のうち、正しいものはどれか。番号で答えよ。ただし、温度は一定であるものとする。

- (1) 圧力を変化させても濃度平衡定数は変化しない。
- (2) 反応物の濃度を変化させると濃度平衡定数は変化する。
- (3) 体積を一定に保って、不活性気体を導入すると圧平衡定数は変化する。
- (4) 圧力を一定に保って、不活性気体を導入すると圧平衡定数は変化する。

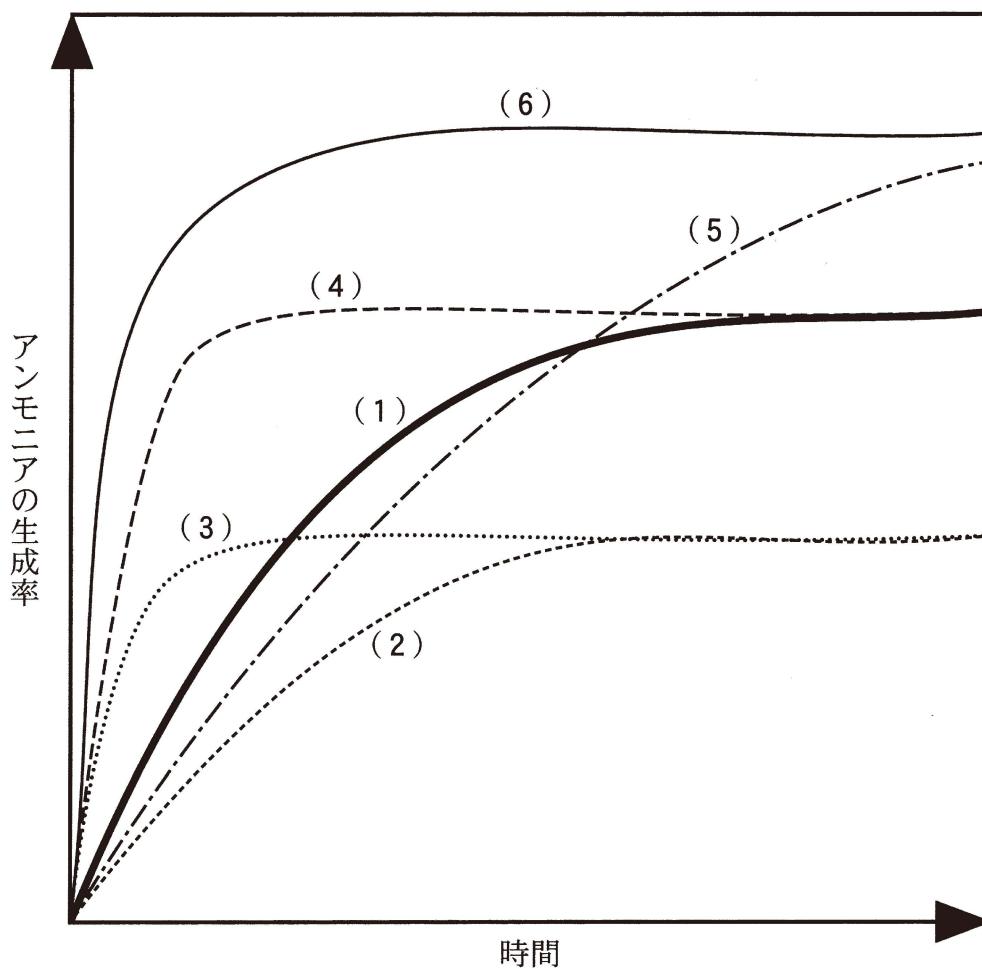
問 5 式①の反応について、窒素 a (mol)、水素 $2a$ (mol) を体積 V (L) の容器に入れて反応させたところ、アンモニア a (mol) を生成して平衡状態に達した。次の問(i)～(iii)に答えよ。

- (i) 平衡状態における水素の物質質量 (mol) はいくらか。 a を用いて記せ。
- (ii) この反応の濃度平衡定数はいくらか。 a と V を用いて記せ。

(iii) 式①の反応が平衡状態に達した後、温度および全圧を一定に保ちながらアルゴンガスを加えた。この場合、アンモニアの生成率はどのように変化するか。正しいものを次の(1)～(3)から選び、番号で答えよ。

- (1) 小さくなる (2) 変化しない (3) 大きくなる

問 6 次の図中の太実線(1)は、圧力一定のもとで、ある温度において窒素と水素を混合し、アンモニアの生成率の時間経過を測定したものである。下の(ア)または(イ)のように条件を変えて、アンモニアの生成率を測定した場合、生成率はどのように変化するか。最も適するものを次の図中の(1)～(6)の曲線から選び、それぞれ番号で答えよ。



図

- (ア) 触媒を加えた場合
(イ) より低い温度で反応を行った場合

- 4 糖類に関する次の文を読み、下の問1～問6に答えよ。ただし、原子量は
 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ とする。

化合物 A, B および C は、いずれも炭素、水素、酸素のみからなる糖類である。A, B および C の成分元素の質量百分率は、いずれも炭素が 42.1 %, 水素が 6.4 %, 酸素が 51.5 % で、分子量が 342 であった。これらの水溶液のうち、B の水溶液のみ還元性を示した。

A を希硫酸で加水分解すると、グルコースとフルクトースの混合物を生じる。B を希硫酸で加水分解すると、グルコースと化合物 D の混合物を生じる。D は、グルコースの C4 (4 位の炭素) に結合した $-H$ と $-OH$ の位置が入れかわった構造になっている。一方、C を希硫酸で加水分解すると、グルコースのみを生じる。

天然の単糖のうち、グルコースのように 6 個の炭素原子で構成される単糖は、ア とよばれる。一方、5 個の炭素原子で構成される単糖は、イ とよばれる。酒類に含まれるエタノールは、グルコースに酵母のもつ酵素群(チマーゼ)^(b)が作用して生じる。

問 1 化合物 A, B および C を分子式 $C_xH_yO_z$ で表すとき、 x , y , z にあてはまる整数を、次の(1)～(8)から選び、それぞれ番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| (1) 10 | (2) 11 | (3) 12 |
| (4) 13 | (5) 20 | (6) 22 |
| (7) 24 | (8) 26 | |

問 2 化合物 A～D の名称および空欄 **ア** および **イ** に最も適する語句を、次の (11)～(20) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-------------|------------|-------------|
| (11) ガラクトース | (12) スクロース | (13) セロビオース |
| (14) トレハロース | (15) ピラノース | (16) フラノース |
| (17) ヘキソース | (18) ペントース | (19) マルトース |
| (20) ラクトース | | |

問 3 下線部 (a) は、結晶中では六員環の環状構造をとり、水溶液中では、カルボニル基をもつ鎖状構造や、4 個の炭素原子と 1 個の酸素原子が環状に結びついた構造 (五員環) と平衡状態にある (図)。フルクトースの六員環の環状構造を参考に破線で囲った部分に該当する原子団を補い、鎖状構造を完成せよ。

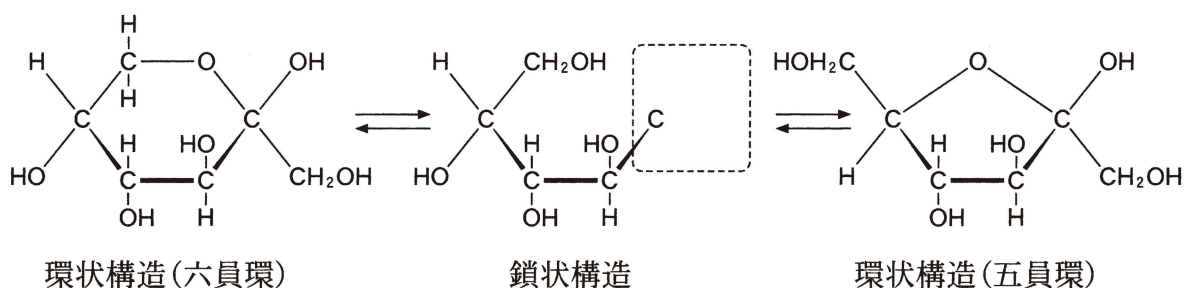


図 フルクトースの水溶液中の平衡

問 4 化合物 A および B の別名を次の (1)～(6) から選び、それぞれ番号で答えよ。

- | | | |
|--------|---------|----------|
| (1) 果糖 | (2) ショ糖 | (3) 転化糖 |
| (4) 乳糖 | (5) 麦芽糖 | (6) ブドウ糖 |

問 5 **イ** のうち、デオキシリボ核酸 (DNA) に含まれる糖の名称を記せ。

問 6 下線部 (b) の反応について、解答欄の化学反応式を完成せよ。