

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 (1) ～ (13) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。

下に、周期表の第 4 周期までの概略図を示した。図中の A ～ I は、それぞれ線で囲まれた領域を示しており、領域 A と領域 B、領域 C と領域 D、領域 H、および領域 I に含まれる元素は、それぞれ同族元素（周期表の同じ族に属している元素）である。

領域 B はアルカリ金属元素であり、アルカリ金属は（ア）が大きいので（イ）が強く、イオン化傾向は（ウ）が最も大きい。領域 H はハロゲン元素であり、通常ハロゲンの単体は（エ）剤として働き、（エ）作用の強さは（オ）の順である。そのため、臭化カリウム水溶液に塩素水を加えると、臭化物イオンは（カ）される。

周期	族									
1	A									
2										
3	B	C							G	H
4		D			E		F			I

設問 1. 第 3 周期の領域 C の元素は (1)，第 3 周期の領域 I の元素は (2) である。

- ① ケイ素 ② アルゴン ③ カリウム ④ ベリリウム
⑤ ナトリウム ⑥ ネオン ⑦ ヘリウム ⑧ マグネシウム

設問 2. 第 3 周期の領域 F の元素の原子の電子配置は (3) である。

	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
①	2	2		
②	2	3		
③	2	4		
④	2	8	2	
⑤	2	8	3	
⑥	2	8	4	
⑦	2	8	18	2
⑧	2	8	18	3
⑨	2	8	18	4

設問 3. 第 2 周期の領域 I の元素の原子と同じ電子配置をもつのは (4) と (5) と (6) である。

- ① Cl^- ② Br^- ③ Na^+ ④ F^-
⑤ K^+ ⑥ Ca^{2+} ⑦ Li^+ ⑧ O^{2-}

設問 4. ハロゲン元素は 族の元素であり，アルカリ土類金属元素は 族の元素である。

設問 5. (ア) ～ (ウ) に入る語句およびアルカリ金属の組み合わせとして，最も適切なものは である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	他の物質に電子を与える力	酸化力	Li
②	他の物質から電子を奪う力	酸化力	K
③	他の物質に電子を与える力	還元力	Li
④	他の物質から電子を奪う力	還元力	K
⑤	他の物質に電子を与える力	酸化力	K
⑥	他の物質から電子を奪う力	酸化力	Li
⑦	他の物質に電子を与える力	還元力	K
⑧	他の物質から電子を奪う力	還元力	Li

設問 6. (エ) ～ (カ) に入る語句およびハロゲンの単体の組み合わせとして，最も適切なものは である。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	酸化	$F_2 > Cl_2 > Br_2$	酸化
②	酸化	$F_2 > Cl_2 > Br_2$	還元
③	酸化	$Br_2 > Cl_2 > F_2$	酸化
④	酸化	$Br_2 > Cl_2 > F_2$	還元
⑤	還元	$F_2 > Cl_2 > Br_2$	酸化
⑥	還元	$F_2 > Cl_2 > Br_2$	還元
⑦	還元	$Br_2 > Cl_2 > F_2$	酸化
⑧	還元	$Br_2 > Cl_2 > F_2$	還元

設問 7. 以下の記述のうち，適切なものは と である。

- ① 領域 C の元素は，非金属元素である。
- ② 領域 D の元素の原子は，2 価の陰イオンになりやすい。
- ③ 領域 D の元素は，領域 G の元素よりも陰性が高い。
- ④ 領域 E または領域 F の元素からなる単体は，電気や熱をよく導く。
- ⑤ 領域 F の元素を，一般に遷移元素という。
- ⑥ 領域 H の元素は，領域 C の元素よりも電気陰性度の値が高い。

[問題2] 次の文章 (I) および (II) を読み、以下の設問 1 ～ 9 中の空欄 (14) ～ (24) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$ とする。

(I) 中和滴定により、濃度不明な希硫酸 H_2SO_4 の濃度を求めることにした。

まず、滴定に用いる塩基の標準液（濃度が正確に分かっている溶液）として、水酸化ナトリウム $NaOH$ 水溶液を調製する。水酸化ナトリウム $NaOH$ 水溶液は、固体の $NaOH$ をはかり取り、水に溶かして一定体積にすることで調製するが、以下の理由(1)と(2)から、正確な濃度の $NaOH$ 水溶液を調製することは困難である。

(1) 固体の $NaOH$ は (ア) を有しているため、 $NaOH$ の正確な質量をはかることができない

(2) $NaOH$ は空気中の (イ) と反応して、次第に変化していく

そのため、 $NaOH$ 水溶液を標準液として用いるには、使用直前にシュウ酸 $(COOH)_2$ 水溶液を標準液とした中和滴定により、 $NaOH$ 水溶液の正確な濃度を決定する必要がある。シュウ酸は、純度の高い二水和物の結晶が得られやすく、(ア) を示さないで、その質量を正確にはかり取ることができる。このため、シュウ酸の標準液は容易に調製できる。

(II) 次に、濃度不明な希硫酸 H_2SO_4 の濃度を、中和滴定で決定した。

まず、固体の $NaOH$ 約 2 g をはかり取り、水に溶かし約 1 L とすることで、 $NaOH$ 水溶液を調製した。次に、シュウ酸二水和物 $(COOH)_2 \cdot 2H_2O$ (ウ) g を正確にはかり取り、(a) 水に溶かして 1.00 L とすることで、 $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ シュウ酸水溶液を調製した。(b) この溶液 10.0 mL を正確にはかり取り、これを、(c) 先に調製した $NaOH$ 水溶液で滴定した。その結果、21.0 mL を滴下したところで(d) 中和点を迎えたので、 $NaOH$ 水溶液の正確な濃度は (エ) mol/L と決定できた。

続いて、この $NaOH$ 水溶液を用いて、直ちに濃度不明な希硫酸を滴定し、希硫酸の濃度を決定した。

設問 1. (ア) に入る語句として、最も適切なのは (14) である。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 潮解性 | ② 揮発性 | ③ 不揮発性 |
| ④ 酸化作用 | ⑤ 還元作用 | |

設問 2. (イ) に入る語句として、最も適切なのは (15) である。

- | | | |
|---------|--------|------|
| ① 水素 | ② 窒素 | ③ 酸素 |
| ④ 二酸化炭素 | ⑤ アルゴン | |

設問 3. シュウ酸に関する記述のうち、最も適切なのは (16) である。

- ① 強酸である。
- ② 1 価の酸である。
- ③ 不斉炭素原子を持つ。
- ④ 水溶液中で炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 と反応して、水素を発生させる。
- ⑤ 硫酸で酸性にした水溶液中で過マンガン酸カリウム KMnO_4 と反応して、二酸化炭素を発生させる。

設問 4. 下線部(a)の操作に用いる器具として、最も適切なのは (17) である。

- ① ホールピペット ② メスフラスコ ③ コニカルビーカー
- ④ こまごめピペット ⑤ ビュレット

設問 5. (ウ) に入る数値として、最も適切なのは (18) である。

- ① 2.25 ② 4.50 ③ 5.40 ④ 6.30
- ⑤ 22.5 ⑥ 45.0 ⑦ 54.0 ⑧ 63.0

設問 6. 下線部(b)の操作に用いる器具として、最も適切なのは (19) である。

- ① ホールピペット ② メスフラスコ ③ コニカルビーカー
- ④ こまごめピペット ⑤ ビュレット

設問 7. 下線部(c)のように、滴下した溶液の体積をはかる器具として、最も適切なのは (20) である。

- ① ホールピペット ② メスフラスコ ③ コニカルビーカー
- ④ こまごめピペット ⑤ ビュレット

設問 8. 下線部(d)の中和点を知るための指示薬に関する記述として、最も適切なのは (21) である。

- ① メチルオレンジとフェノールフタレインのいずれを用いてもよい。
- ② メチルオレンジを用いることはできるが、フェノールフタレインを用いることはできない。
- ③ フェノールフタレインを用いることはできるが、メチルオレンジを用いることはできない。
- ④ メチルオレンジとフェノールフタレインのいずれも用いることができない。

設問 9. (エ) に入る数値は、(22) . (23) (24) $\times 10^{-2}$ である。

[問題3] 次の文章を読み、以下の設問1～6中の空欄(25)～(32)にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量を $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, 気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、液体の体積は無視できるものとする。

ピストンが備わった真空の密閉容器(図1)がある。この真空の容器に、液体のエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 0.100 mol を入れて、容積が 8.3 L になるようにピストンを固定した後、温度を 300 K に保って放置すると、液体のエタノール(ア) mol が蒸発したところで、見かけ上、蒸発が停止し、液体のエタノール(イ) g が残った。この状態では、単位時間当たりに蒸発する分子の数と(ウ)する分子の数が等しくなっており、この状態を(エ)という。

次に、ピストンの固定を解除して、温度を 300 K に保ったままピストンを引くと、容器の容積が(オ) L になった時点で、エタノールがすべて蒸気になった。再び、容積が 8.3 L になるようにピストンを固定し、温度を変化させながら容器内部の圧力を測定したところ、 310 K における圧力は(カ) Pa , 330 K における圧力は(キ) Pa となった。なお、エタノールの蒸気圧曲線を図2に示す。

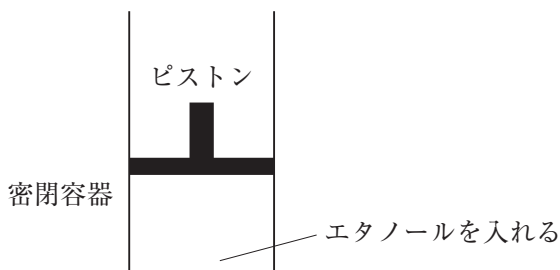


図1 ピストンが備わった密閉容器の模式図

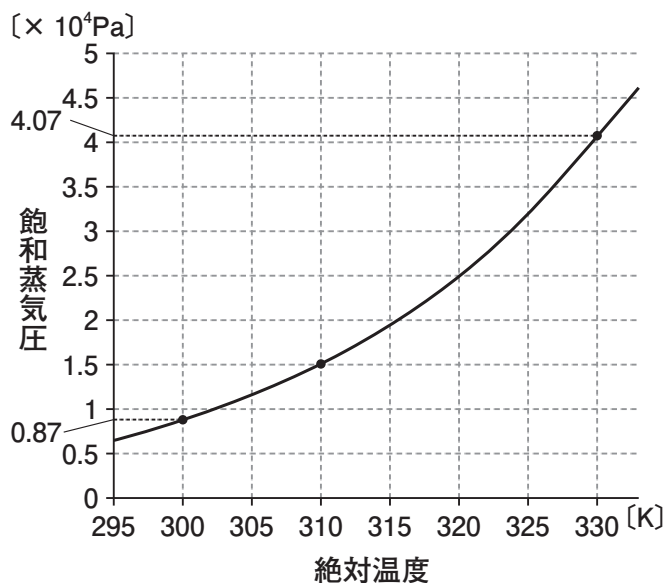


図2 エタノールの蒸気圧曲線

設問 1. (ア) に入る数値として、最も適切なのは 25 である。

- ① 0.029 ② 0.038 ③ 0.058
④ 0.069 ⑤ 0.080 ⑥ 0.092

設問 2. (イ) に入る数値として、最も適切なのは 26 である。

- ① 2.1 ② 2.9 ③ 3.3
④ 3.7 ⑤ 4.1 ⑥ 4.5

設問 3. (ウ) および (エ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは 27 である。

	(ウ)	(エ)
①	凝析	電離平衡
②	凝析	溶解平衡
③	凝析	気液平衡
④	凝縮	電離平衡
⑤	凝縮	溶解平衡
⑥	凝縮	気液平衡
⑦	凝固	電離平衡
⑧	凝固	溶解平衡
⑨	凝固	気液平衡

設問 4. (オ) に入る数値として、最も適切なのは 28 である。ただし、密閉容器はピストンが外れない程度の十分な大きさがあるものとする。

- ① 8.3 ② 10 ③ 17 ④ 29 ⑤ 40
⑥ 56 ⑦ 68 ⑧ 72 ⑨ 83

設問 5. (カ) に入る数値は 29 . 30 $\times 10^4$ である。

設問 6. (キ) に入る数値は 31 . 32 $\times 10^4$ である。

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 (33) ～ (39) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。

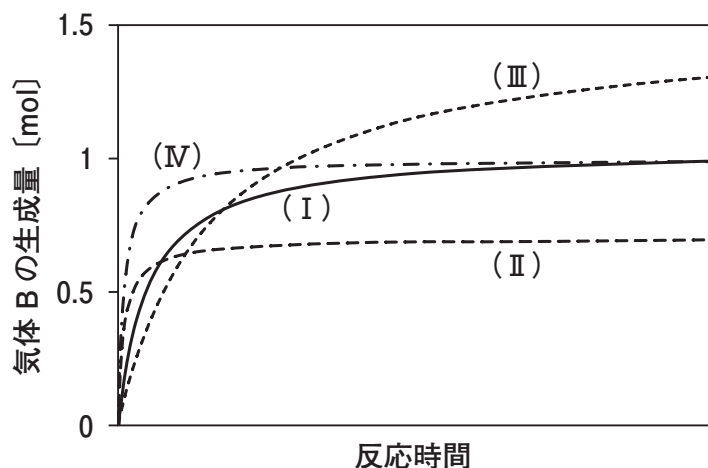
気体 A と気体 B からなる可逆反応(1)は、右向きの正反応が発熱反応である。



この反応(1)が、体積 V [L] の密閉容器内でおこる場合、温度 T [K] において平衡状態に達したときの平衡定数 K は、容器内に存在する気体 A と気体 B の平衡状態における物質量をそれぞれ a [mol] と b [mol] とすると、式(2)のように表される。

$$K = (\text{ア}) \quad (2)$$

いま、ある温度 T_1 [K] において、気体 A 3.0 mol を体積 10 L の密閉容器に入れて放置したとき、気体 B の生成量は、下図の曲線 (I) の変化を示し、気体 B が 1.0 mol 生成したところで(a)平衡状態に達した。一方、反応温度を T_1 [K] より高くして、気体 A 3.0 mol を同じ密閉容器に入れて放置した場合、気体 B の生成量は、(イ)の時間的変化を示した。これは、温度などの反応条件を変化させると、その影響をやわらげる向きに平衡が移動し、新しい平衡状態になろうとする(ウ)が働くためである。



設問 1. (ア)に入る数式と単位の組み合わせとして、最も適切なのは (33) である。

- | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $\frac{aV}{b^2}$ [mol/L] | ② $\frac{aV}{b^2}$ [L/mol] | ③ $\frac{bV}{a^2}$ [mol/L] | ④ $\frac{bV}{a^2}$ [L/mol] |
| ⑤ $\frac{a^2}{bV}$ [mol/L] | ⑥ $\frac{a^2}{bV}$ [L/mol] | ⑦ $\frac{b^2}{aV}$ [mol/L] | ⑧ $\frac{b^2}{aV}$ [L/mol] |

設問 2. 下線部(a)について、温度 T_1 [K] における平衡状態での気体 A のモル濃度は (34) mol/L である。

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.0×10^{-2} | ② 2.0×10^{-2} | ③ 5.0×10^{-2} |
| ④ 0.10 | ⑤ 0.20 | ⑥ 0.50 |
| ⑦ 1.0 | ⑧ 1.5 | ⑨ 2.0 |

設問 3. 温度 T_1 [K] における平衡定数 K の値は (35) である。

- | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------|
| ① 1.0×10^{-2} | ② 4.0×10^{-2} | ③ 0.10 |
| ④ 0.40 | ⑤ 1.0 | ⑥ 4.0 |
| ⑦ 10 | ⑧ 40 | ⑨ 1.0×10^2 |

設問 4. (イ) に入る曲線として、最も適切なものは (36) である。

- ① 曲線 (Ⅰ) ② 曲線 (Ⅱ) ③ 曲線 (Ⅲ) ④ 曲線 (Ⅳ)

設問 5. (ウ) に入る語句として、最も適切なものは (37) である。

- | | | |
|--------------|---------------|--------------|
| ① ドルトンの分圧の法則 | ② 気体反応の法則 | ③ ファントホッフの法則 |
| ④ ヘスの法則 | ⑤ ボイル・シャルルの法則 | ⑥ ルシャトリエの原理 |
| ⑦ アボガドロの法則 | ⑧ 倍数比例の法則 | ⑨ 質量保存の法則 |

設問 6. 温度 T_1 [K] において、体積 10 L の密閉容器に気体 A 3.0 mol といっしょに触媒を入れて反応させた場合に、気体 B の生成量の変化を表すのは (38) である。

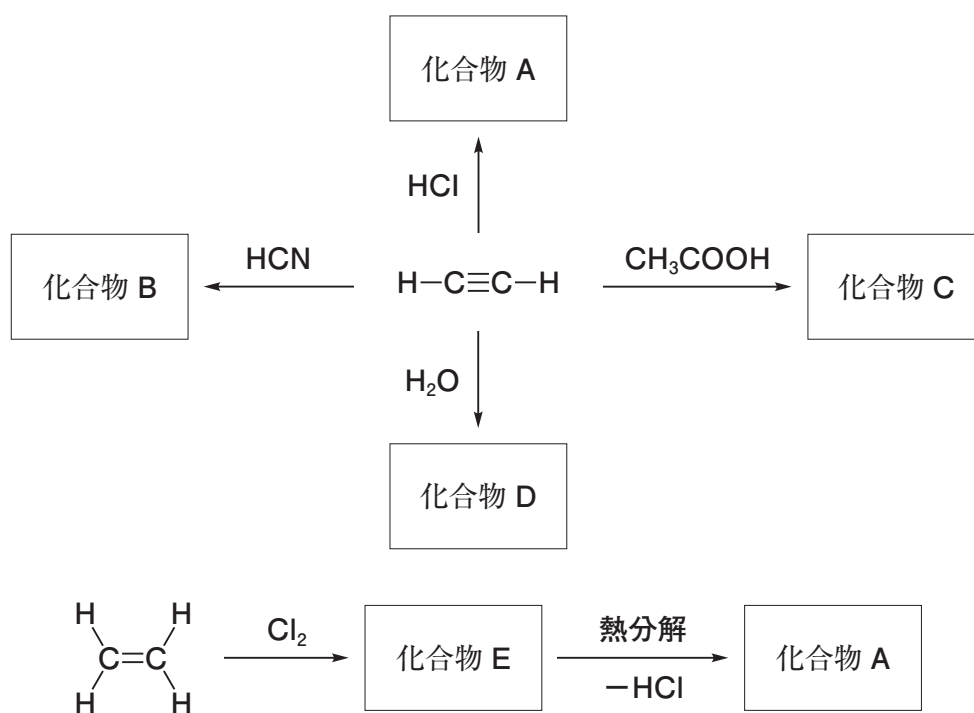
- ① 曲線 (Ⅰ) ② 曲線 (Ⅱ) ③ 曲線 (Ⅲ) ④ 曲線 (Ⅳ)

設問 7. 温度 T_1 [K] において、気体 A 3.0 mol とアルゴン 3.0 mol を同じ体積 10 L の密閉容器に入れて反応させた場合に、気体 B の生成量の変化を表すのは (39) である。

- ① 曲線 (Ⅰ) ② 曲線 (Ⅱ) ③ 曲線 (Ⅲ) ④ 曲線 (Ⅳ)

【問題 5】 次の文章を読み、以下の設問 1 ～ 6 中の空欄 (40) ～ (47) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $Cl = 35.5$ とする。

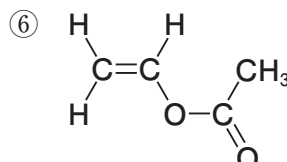
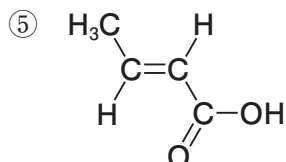
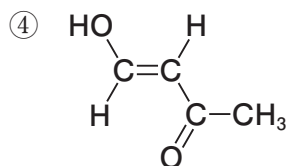
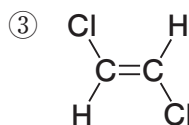
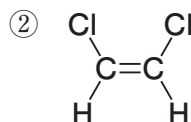
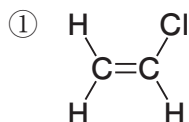
アセチレンとエチレンはともに、不飽和炭化水素であり、それらの不飽和結合は（ ア ）反応を起こしやすい。適切な触媒を用いて、アセチレンに HCl , HCN , CH_3COOH を反応させると、それぞれ化合物 A, 化合物 B, 化合物 C が生成する。化合物 A ～ 化合物 C は、いずれも（ イ ）基をもつ。また、適切な触媒を用いて、アセチレンに H_2O を反応させると、不安定な（ ウ ）を経て、異性体の化合物 D が生成する。エチレンに Cl_2 を反応させると、化合物 E が生成し、これを熱分解すると塩化水素がとれて化合物 A が生成する。



設問 1. （ ア ） ～ （ ウ ） に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (40) である。

	（ ア ）	（ イ ）	（ ウ ）
①	置換	エチル	エタノール
②	置換	エチル	ビニルアルコール
③	置換	ビニル	エタノール
④	置換	ビニル	ビニルアルコール
⑤	付加	エチル	エタノール
⑥	付加	エチル	ビニルアルコール
⑦	付加	ビニル	エタノール
⑧	付加	ビニル	ビニルアルコール

設問 2. 化合物 A は (41) , 化合物 C は (42) である。



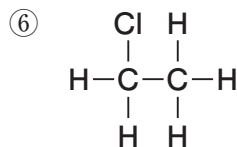
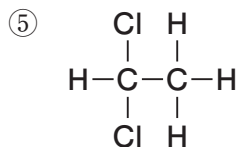
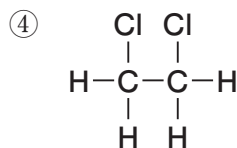
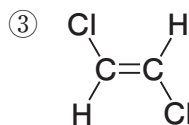
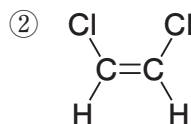
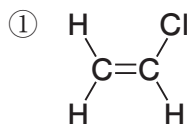
設問 3. 化合物 B は (43) , 化合物 D は (44) である。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① ホルムアルデヒド | ② アセトアルデヒド | ③ ギ酸 |
| ④ 酢酸 | ⑤ アクリロニトリル | ⑥ ニトログリセリン |
| ⑦ ニトロベンゼン | ⑧ クメン | ⑨ 酢酸エチル |

設問 4. 化合物 A ～化合物 D のうち、付加重合して高分子化合物になるのは (45) である。

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| ① 化合物 A, 化合物 B, 化合物 C | ② 化合物 A, 化合物 B, 化合物 D |
| ③ 化合物 A, 化合物 C, 化合物 D | ④ 化合物 B, 化合物 C, 化合物 D |

設問 5. 化合物 E は (46) である。



設問 6. $\text{C}=\text{C}$ 結合を 1 個もつ不飽和炭化水素 8.4 g に, Cl_2 が過不足なく 7.1 g 反応した。この不飽和炭化水素の分子式は (47) である。

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ① C_3H_6 | ② C_3H_8 | ③ C_4H_8 | ④ C_4H_{10} |
| ⑤ C_5H_{10} | ⑥ C_5H_{12} | ⑦ C_6H_{12} | ⑧ C_6H_{14} |