

必要ならば，つぎの数値を用いなさい。

原子量：H = 1.00，C = 12.0，O = 16.0，Na = 23.0，Mg = 24.0，Cl = 35.5，Ca = 40.0

なお，気体はすべて理想気体であるものとし，0℃， 1.013×10^5 Pa（標準状態）におけるモル体積は 22.4 L/mol とする。

【I】 以下の問いに答えよ。

問1 茶葉に湯を注いで，香りや味の成分を取り出す操作として最も適切なものを選び，その番号を にマークしなさい。

① 再結晶 ② 蒸留 ③ ペーパークロマトグラフィー ④ 抽出 ⑤ 昇華法

問2 つぎの物質のうち，互いに同素体の関係にある物質の正しい組合せを選び，その番号を にマークしなさい。

- a 黒鉛とダイヤモンド
- b 水と氷
- c 酸素とオゾン
- d 一酸化炭素と二酸化炭素
- e 金と白金

① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問3 つぎの記述のうち，凝縮に関するものを選び，その番号を にマークしなさい。

- ① 保冷剤として入れたドライアイスがなくなった。
- ② 冷たい水を入れたガラスのコップの表面に水滴がついた。
- ③ 冷凍庫に入れた水が凍った。
- ④ 干した洗濯物が乾いた。
- ⑤ 調理中に鍋を強火にかけたところ，中身が吹きこぼれた。

問4 つぎの記述のうち,正しいものの組合せを選び,その番号を 4 にマークしなさい。

- a すべての原子の原子核には,中性子が含まれる。
- b 原子の大きさは,原子核の大きさとほぼ等しい。
- c 陽子1個の電荷と電子1個の電荷の絶対値は等しい。
- d 原子番号が同じで,質量数が異なる原子どうしを,互いに同位体であるという。

① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (b, c) ⑤ (b, d) ⑥ (c, d)

問5 つぎの物質のうち,分子が直線形である無極性分子の正しい組合せを選び,その番号を 5 にマークしなさい。

a HCl b Cl₂ c CH₄ d NH₃ e CO₂

① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

【Ⅱ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

化学反応式の係数比は、粒子の数の比であることから、物質量の比ともいえる。このことを利用すれば、化学反応における質量や気体の体積の関係についても知ることができる。一方、係数比とは異なる物質量の反応物を用いると、反応終了後でも一部の反応物が反応せずに余ることになる。たとえば、炭酸カルシウム CaCO_3 12.5 g に質量パーセント濃度が 14.6% の塩酸（塩化水素 HCl の水溶液）100 g を加える。 CaCO_3 と HCl は物質量の比 1:2 ($\text{CaCO}_3 : \text{HCl}$) で反応することから、発生する二酸化炭素 CO_2 は 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）で最大 ア L となる。すなわち、イ が物質量として ウ mol 過剰であることがわかる。

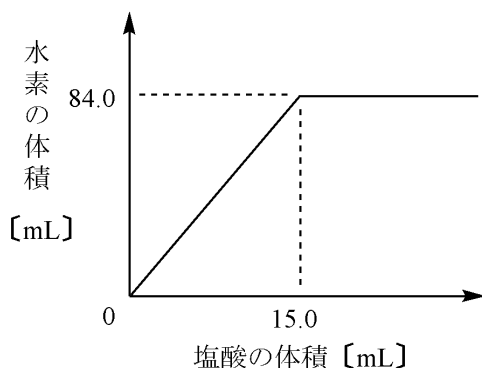
問1 ア にあてはまる値はどれか。最も近いものを選び、その番号を 6 にマークしなさい。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 1.80 | ② 2.00 | ③ 2.45 | ④ 2.80 |
| ⑤ 3.25 | ⑥ 3.40 | ⑦ 5.62 | ⑧ 6.72 |

問2 イ および ウ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を 7 にマークしなさい。

	イ	ウ		イ	ウ
①	CaCO_3	1.25×10^{-1}	⑤	HCl	1.25×10^{-1}
②	CaCO_3	1.50×10^{-1}	⑥	HCl	1.50×10^{-1}
③	CaCO_3	2.50×10^{-1}	⑦	HCl	2.50×10^{-1}
④	CaCO_3	3.00×10^{-1}	⑧	HCl	3.00×10^{-1}

問 3, 4 一定質量のマグネシウム Mg に、濃度未知の塩酸を加え、加えた塩酸の体積 $[\text{mL}]$ と発生した水素 H_2 の 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) での体積 $[\text{mL}]$ の関係を調べたところ、以下のグラフが得られた。以下の問いに答えよ。



問 3 塩酸 15.0 mL と過不足なく反応した Mg の質量は何 mg か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 45.0 | ② 53.0 | ③ 62.5 | ④ 72.5 |
| ⑤ 78.0 | ⑥ 82.5 | ⑦ 90.0 | ⑧ 95.0 |

問 4 この塩酸のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 2.00×10^{-2} | ② 2.50×10^{-2} | ③ 4.00×10^{-2} | ④ 5.00×10^{-2} |
| ⑤ 2.00×10^{-1} | ⑥ 2.50×10^{-1} | ⑦ 4.00×10^{-1} | ⑧ 5.00×10^{-1} |

【Ⅲ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

発熱反応では、反応物のもつエンタルピー (H) の総和が生成物のもつエンタルピーの総和よりも ア。一方、吸熱反応では、反応物のもつエンタルピーの総和が生成物のもつエンタルピーの総和よりも イ。一定圧力のもと、化学反応に伴って放出・吸収される熱量は、エンタルピーの変化量 ΔH で表される。一般に、注目する物質 1 mol 当たりのエンタルピーの変化量を反応エンタルピー [kJ/mol] という。通常、反応エンタルピーは常温・常圧 (25°C, 1.013×10^5 Pa) における値を用いる。反応エンタルピーには、例として燃焼エンタルピー、生成エンタルピー、溶解エンタルピーがある。このうち、発熱反応によるものと吸熱反応によるものがある反応エンタルピーは ウ である。物質のもつエネルギーは、その状態 (三態) によって異なる。そのため、化学反応だけでなく、物質の状態変化でも熱の放出と吸収を伴う。たとえば、昇華や凝華を除き、熱の放出を伴う状態変化は エ、一方、熱の吸収を伴う状態変化は オ である。

問1 ア ～ ウ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を 10 にマークしなさい。

	ア	イ	ウ
①	大きい	小さい	生成エンタルピーのみ
②	大きい	小さい	溶解エンタルピーのみ
③	大きい	小さい	生成エンタルピーと溶解エンタルピーのみ
④	小さい	大きい	生成エンタルピーのみ
⑤	小さい	大きい	溶解エンタルピーのみ
⑥	小さい	大きい	生成エンタルピーと溶解エンタルピーのみ

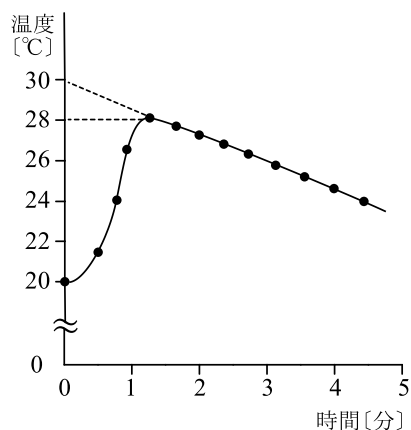
問2 エ および オ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を 11 にマークしなさい。

	エ	オ
①	融解と蒸発	凝縮と凝固
②	融解と凝縮	蒸発と凝固
③	融解と凝固	蒸発と凝縮
④	蒸発と凝縮	融解と凝固
⑤	蒸発と凝固	凝縮と融解
⑥	凝縮と凝固	融解と蒸発

問 3 水素 H_2 (気) と酸素 O_2 (気) から 4.50 g の水 H_2O (液) が生成するときに放出される熱量は何 kJ か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。ただし、水 H_2O (液) の生成エンタルピーは -286 kJ/mol とする。

- ① 7.15 ② 14.3 ③ 28.6 ④ 35.8 ⑤ 71.5 ⑥ 85.8

問 4, 5 断熱容器に 20°C の水 H_2O 102 g を入れた後、同じ温度の固体の化合物 A 4.00 g を加えて、かくはんしながら、時間とともに温度を測定したところ、右図のような結果が得られた。以下の問いに答えよ。ただし、この水溶液の比熱 (比熱容量) は $4.20 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ 、密度は 1.00 g/cm^3 とする。また、化合物 A の式量は 40.0 とする。



問 4 化合物 A の溶解反応で発生した熱量は何 kJ か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 1.78 ② 2.23 ③ 3.56 ④ 4.28 ⑤ 4.45 ⑥ 5.34

問 5 化合物 A の水への溶解エンタルピーは何 kJ/mol か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- ① -17.8 ② -22.3 ③ -35.6 ④ -42.8 ⑤ -44.5 ⑥ -53.4

【IV】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

炭化水素の水素原子 H を、ヒドロキシ基 $-OH$ で置き換えた構造をもつ化合物をアルコールという。アルコールは、 $-OH$ が結合している炭素原子が何個の炭化水素基と結合しているかによって、第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールに分類される。アルコールは単体のナトリウム Na と反応して水素 H_2 を発生し、ナトリウムアルコキシドを生じる。

酒類や消毒液、溶剤として用いられるエタノール C_2H_5OH を $160\sim 170^{\circ}C$ に加熱した濃硫酸に加えると、主に が起こり、 が生じる。また、 C_2H_5OH を $130^{\circ}C$ 程度に加熱した濃硫酸に加えると、主に が起こり、 が生じる。

問1 ～ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	ア	イ	ウ	エ
①	分子内脱水反応	ジエチルエーテル	分子間脱水反応	エチレン
②	分子内脱水反応	エチレン	分子間脱水反応	ジエチルエーテル
③	分子内脱水反応	エチレングリコール	分子間脱水反応	エチレン
④	分子内脱水反応	ジエチルエーテル	分子間脱水反応	エチレングリコール
⑤	分子間脱水反応	ジエチルエーテル	分子内脱水反応	エチレン
⑥	分子間脱水反応	エチレン	分子内脱水反応	ジエチルエーテル
⑦	分子間脱水反応	エチレングリコール	分子内脱水反応	エチレン
⑧	分子間脱水反応	ジエチルエーテル	分子内脱水反応	エチレングリコール

問 2～5 分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で示されるアルコールには、4 種類の構造異性体 A～D が存在する。アルコール A～D について、以下の実験結果が得られた。

実験結果 (1) アルコール A～D の沸点を測定したところ、D が最も高く、B が最も低かった。

実験結果 (2) アルコール A～D を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて穏やかに酸化すると、A からヨードホルム反応を示す化合物 E が得られた。また、C と D から銀鏡反応を示す化合物 F と化合物 G が、それぞれ得られた。一方、B は酸化されにくかった。

問 2 アルコール A～D のうち、分子内脱水反応によりシス-トランス異性体（幾何異性体）の関係にある炭化水素が生成するのはどれか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① A ② B ③ C ④ D

問 3 アルコール A に関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

- a ヨードホルム反応を示す化合物である。
- b 第一級アルコールである。
- c 不斉炭素原子をもつ化合物である。
- d 名称は、2-メチル-1-プロパノールである。

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

問 4 18.5 g のアルコール C に十分な量のナトリウム Na を反応させたとき、発生する水素 H_2 は 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）で何 L か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 1.40 ② 2.10 ③ 2.80 ④ 4.20 ⑤ 5.60 ⑥ 11.2

問 5 1.0 mol のアルコール D を過不足なく完全燃焼するのに必要な酸素 O_2 は何 mol か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 2.0 ② 3.0 ③ 4.0 ④ 5.0 ⑤ 6.0 ⑥ 7.0

【V】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの共重合体にスルホ基 $-\text{SO}_3\text{H}$ やカルボキシ基 $-\text{COOH}$ などの酸性の官能基を導入したものを陽イオン交換樹脂という。この樹脂をカラム (筒型容器) に詰め、塩化ナトリウム水溶液を入れると、樹脂中の と水溶液中の が交換され、カラムの下から が流出する。また、スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの共重合体に $-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$ などの塩基性の官能基を導入したものを陰イオン交換樹脂という。この樹脂をカラムに詰め、塩化ナトリウム水溶液を入れると、樹脂中の と水溶液中の が交換され、カラムの下から が流出する。一方、十分な量の陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂を混合してカラムに詰め、塩化ナトリウム水溶液を通じると、純粋な が得られる。

なお、使用後の陽イオン交換樹脂に の水溶液を、また、使用後の陰イオン交換樹脂に の水溶液を加えると、それぞれもとのイオン交換樹脂にもどすことができる。

問1 ～ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	ア	イ	ウ
①	水酸化物イオン	塩化物イオン	水酸化ナトリウム水溶液
②	水酸化物イオン	ナトリウムイオン	塩酸
③	水素イオン	塩化物イオン	水酸化ナトリウム水溶液
④	水素イオン	ナトリウムイオン	塩酸
⑤	硫酸イオン	塩化物イオン	硫酸水溶液
⑥	硫酸イオン	ナトリウムイオン	硫酸ナトリウム水溶液

問2 エ ～ カ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を 21 にマークしなさい。

	エ	オ	カ
①	アンモニウムイオン	塩化物イオン	塩化アンモニウム水溶液
②	アンモニウムイオン	ナトリウムイオン	アンモニア水
③	水酸化物イオン	塩化物イオン	水酸化ナトリウム水溶液
④	水酸化物イオン	ナトリウムイオン	水酸化ナトリウム水溶液
⑤	水素イオン	塩化物イオン	塩酸
⑥	水素イオン	ナトリウムイオン	塩化ナトリウム水溶液

問3 キ ～ ケ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を 22 にマークしなさい。

	キ	ク	ケ
①	塩酸	強酸	強塩基
②	水	強酸	強塩基
③	水酸化ナトリウム水溶液	強酸	強塩基
④	塩酸	強塩基	強酸
⑤	水	強塩基	強酸
⑥	水酸化ナトリウム水溶液	強塩基	強酸

問4 スルホ基を含む陽イオン交換樹脂に、濃度不明の塩化ナトリウム水溶液 15 mL を通した。流出液を過不足なく中和するのに、 $3.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ 水酸化ナトリウム水溶液 20 mL を要した。この塩化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も近い値を選び、その番号を 23 にマークしなさい。

- | | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 2.0×10^{-2} | ② 3.0×10^{-2} | ③ 4.0×10^{-2} | ④ 5.0×10^{-2} |
| ⑤ 6.0×10^{-2} | ⑥ 7.0×10^{-2} | ⑦ 8.0×10^{-2} | ⑧ 9.0×10^{-2} |