

令和6年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

化 学

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
融 合 学 域	先 導 学 類(理系傾斜) 観光デザイン学類(理系傾斜) スマート創成科学類(理系傾斜)	I, II, III, IV, V (5問)
人間社会学域	学 校 教 育 学 類	I, II, III, IV (4問)
理 工 学 域	数 物 科 学 類 物 質 化 学 類 地 球 社 会 基 盤 学 類 生 命 理 工 学 類	I, II, III, IV, V (5問)
医薬保健学域	医 学 類 薬 学 類 医 薬 科 学 類 保 健 学 類	I, II, III, IV (4問)
理 系 一 括 入 試		I, II, III, IV, V, VI (6問)

(注 意)

- 1 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題紙は本文19ページであり、答案用紙は、学校教育学類、医学類、薬学類、医薬科学類、保健学類は4枚、先導学類(理系傾斜)、観光デザイン学類(理系傾斜)、スマート創成科学類(理系傾斜)、数物科学類、物質化学類、地球社会基盤学類、生命理工学類は5枚、理系一括入試は6枚あります。
- 3 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。
- 4 問題紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

【 化 学 】

6 ページ

Ⅱ 本文

4 行目, 8 行目, 9 行目

(誤) …属元素…

(正) …族元素…

5 行目

(誤) イを水に加えると…

(正) イの水酸化物を水に加えると…

- ・解答にあたり、必要であれば以下の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, Al = 27,

S = 32, Cl = 35.5, Ca = 40, Fe = 56, I = 127

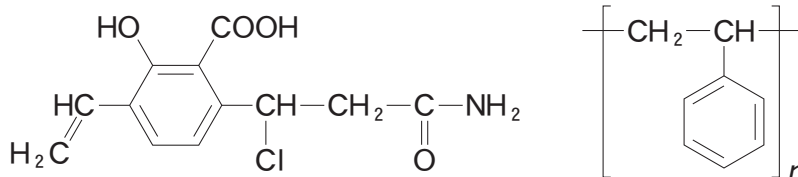
気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa·L/(mol·K)]

ファラデー定数： 9.65×10^4 [C/mol]

水のイオン積： 1.0×10^{-14} [(mol/L)²]

標準状態における気体のモル体積は 22.4 [L/mol] とする。

- ・気体は特に記載がない限り理想気体としてふるまうとする。
- ・字数制限のある解答で、化学式を用いる場合は、例えば H₂ は 2 文字、Ca は 2 文字、Ca²⁺ は 4 文字とする。
- ・構造式は、下図の例にならって記入しなさい。



I [先導学類(理系傾斜), 観光デザイン学類(理系傾斜), スマート創成科学類(理系傾斜), 学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 地球社会基盤学類, 生命理工学類, 医学類, 薬学類, 医薬科学類, 保健学類, 理系一括入試]

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

直径が 1～数百 nm 程度の大きさの粒子をコロイド粒子といい、コロイド粒子が均一に分散した状態やその物質のことをコロイドという。分散しているコロイド粒子を分散質、分散させている物質を分散媒といい、分散媒と分散質の組み合わせによって様々なコロイドがある。^(a)

ゼラチンなどのタンパク質やデンプンに含まれるアミロースなど、分子量の大きな分子はコロイド粒子として振る舞い、これらの粒子が分散したものを分子コロイ^(b)

ドという。それに対して、通常は集合して水に不溶となる水酸化鉄(Ⅲ)などの物質が、コロイド粒子の大きさになって分散したものを分散コロイドという。水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に少量の電解質を加えると沈殿が生じる。また、親水基と疎水基の両方をもつ分子は界面活性剤の性質を示し、水に溶かすとある濃度以上で複数の分子が会合してコロイド粒子が形成される。このようなコロイドを会合コロイドという。

問 1 下線部(a)について、次の(1)~(3)の組み合わせのコロイドをそれぞれ何というか、名称を答えなさい。

	分散媒	分散質
(1)	気体	固体
(2)	液体	液体
(3)	液体	固体

問 2 下線部(b)について、タンパク質と水酸化鉄(Ⅲ)はそれぞれコロイド溶液を形成できるが、その機構は異なる。タンパク質水溶液がコロイド溶液になる理由を、水酸化鉄(Ⅲ)との違いが分かるように 40 字以内で説明しなさい。

問 3 下線部(c)について、次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) このような現象を何というか、答えなさい。
- (2) ゼラチン水溶液を加えると、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液の沈殿生成を抑制することができる。沈殿生成を抑制する理由として適切なものを次の(ア)~(エ)から選び、記号で答えなさい。また、このような働きをするコロイドを何というか、名称を答えなさい。
 - (ア) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子とゼラチンが水溶性の化合物を生成するため。
 - (イ) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子とゼラチンのもつ電荷が反発し合うため。
 - (ウ) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子がゼラチンによって取り囲まれるため。
 - (エ) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子がゼラチンによって分解されるため。

問 4 沸騰している純水 50 mL に 0.5 mol/L の塩化鉄(Ⅲ)水溶液 1 mL を滴下して完全に反応させ、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液を調製した。このコロイド溶液をセロハン製の袋に入れ、図 1 のように純水に浸して放置した。次の(1)~(3)に答えなさい。

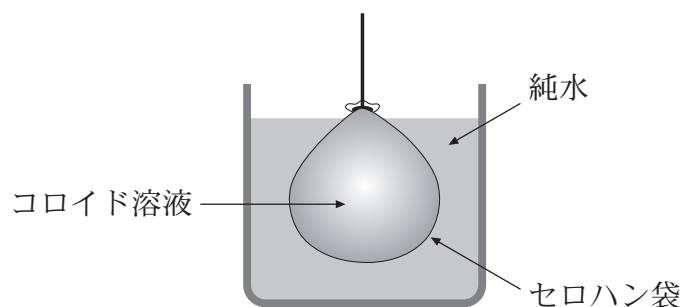


図 1

- (1) コロイド溶液を調製する際に生じる反応について、化学反応式を示しなさい。
- (2) コロイド溶液が入ったセロハン袋が浸された純水の pH は、時間が経過するとどのように変化すると考えられるか、次の(ア)~(ウ)から選び、記号で答えなさい。
- (ア) 低くなる (イ) 変化しない (ウ) 高くなる
- (3) コロイド溶液が入ったセロハン袋が浸された水を試験管に分取した。この試験管に 0.1 mol/L 硝酸銀水溶液、または 0.1 mol/L チオシアン酸カリウム水溶液を加えるとき、水溶液はどのように変化すると考えられるか、適切な組み合わせを次の(ア)~(エ)から選び、記号で答えなさい。

加える水溶液	水溶液の状態			
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
硝酸銀	変化なし	白濁	変化なし	白濁
チオシアン酸カリウム	変化なし	変化なし	血赤色	血赤色

問 5 あるタンパク質を純水に溶かしてコロイド溶液を調製し，大気圧 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，温度 27°C の条件において，図 2 の装置を用いて浸透圧を測定した。このとき，タンパク質水溶液と純水を半透膜で隔てて接触させ，ガラス管内の液面が純水の水面と一致するようにして静置したところ，ガラス管内の液面が上昇して一定の高さ h で平衡状態になった。次の(1)，(2)に答えなさい。

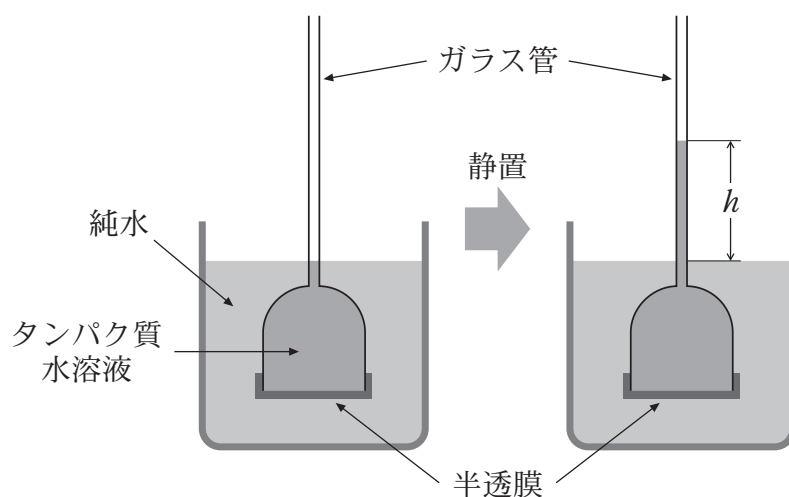
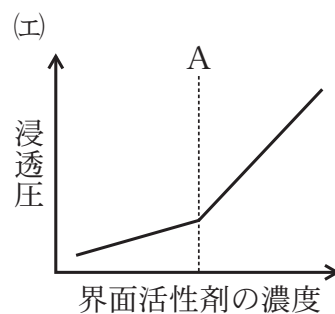
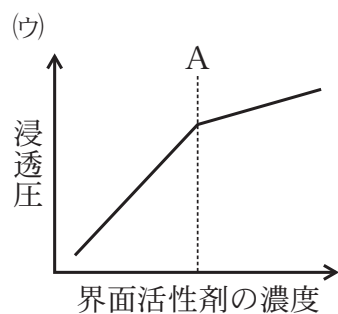
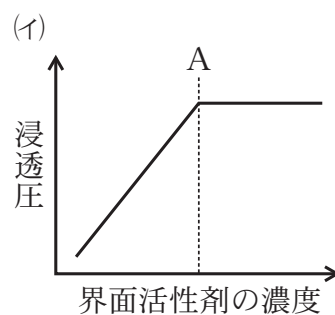
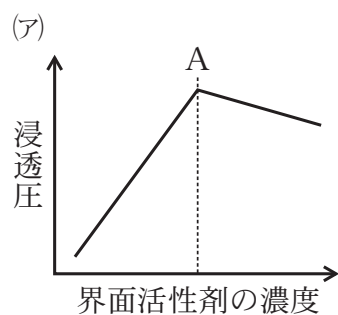


図 2

- (1) ガラス管内の液面の高さ h が 6.8 cm のとき，浸透圧 $[\text{Pa}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし，ガラス管内の毛細管現象は無視でき，タンパク質水溶液の密度は 1.0 g/cm^3 とし， $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ は 76.0 cm の水銀柱 (密度 13.6 g/cm^3) の圧力と等しいものとする。
- (2) 上記(1)においてファントホッフの法則が成り立つとき，平衡状態におけるタンパク質水溶液のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 6 下線部(d)について、次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) 複数の界面活性剤分子が会合して形成されるコロイド粒子の名称を答えなさい。
- (2) 界面活性剤の濃度と浸透圧の関係を表すグラフとして最も適したものを次の(ア)~(エ)から選び、記号で答えなさい。また、理由を 45 字以内で説明しなさい。ただし、図中の濃度 A は界面活性剤分子が会合してコロイド粒子が形成される濃度であり、1 個のコロイド粒子を構成する分子の数は濃度に依存しないものとする。



II [先導学類(理系傾斜), 観光デザイン学類(理系傾斜), スマート創成科学類(理系傾斜), 学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 地球社会基盤学類, 生命理工学類, 医学類, 薬学類, 医薬科学類, 保健学類, 理系一括入試]

次の文章を読み, 問1~問7に答えなさい。

金属元素の水酸化物は, 正の電荷をもつ金属イオンと負の電荷をもつ水酸化物イオンが静電的に結合した化合物である。中心となる金属原子の酸化数により金属-酸素原子間の結合の強さが変わり, 水酸化物の水溶液内における反応性が変化する。

[ア] 以外の1属元素を [イ] という。 [イ] の水酸化物中における金属原子の酸化数は +1 である。 [イ] を水に加えると, ほぼ完全に水酸化物イオンが電離して1価の陽イオン(M^+)になって溶解する。代表的な [イ] の水酸化物に水酸化ナトリウムがある。

2属元素の水酸化物では, 中心となる金属原子の酸化数は +2 である。ベリリウムを除いた2属元素の水酸化物に水を加えると, 2価の陽イオン(M^{2+})となるのは一部であり, 金属原子に水酸化物イオンが1つあるいは2つ配位した [A] あるいは [B] の化学形になりやすい。これらの水酸化物を溶かした水溶液は強い塩基性を示すが, [ウ] の水酸化物は例外で水にほとんど溶けない弱塩基である。^(a)

酸化数が +3 の金属原子について, 例えば, Al^{3+} や Fe^{3+} , Sc^{3+} を含む酸性溶液に少量の水酸化ナトリウムを加えると, 水酸化物の沈殿が生じる。これらの化合物は水酸化物イオンがほとんど電離せず, 中性の水にはほとんど溶けない。しかし, 上記の水溶液に更に水酸化ナトリウムを加えると [エ] の水酸化物の沈殿については, 早い段階で錯イオン([C])が生成して水に溶解する。^(c)

酸化数が +4 以上の金属原子の水酸化物では, 水と反応して [オ] を生じるものが増える。これらの [オ] では, 金属-酸素原子間の結合が切れずに, ヒドロキシ基の水素イオンが放出される。金属原子の酸化数が大きくなると, 金属原子に結合する酸素原子の数が増え, 酸性水溶液中でも $Cr_2O_7^{2-}$, MnO_4^- のような負電荷をもつイオンとして存在するようになる。^(d)

問 1 文中の , , にあてはまる適切な元素名をカタカナまたは漢字で答えなさい。また, , にあてはまる最も適した語句や化合物名を答えなさい。

問 2 文中の ~ にあてはまる適切な化学式を答えなさい。なお, , において金属を表す元素記号には M を用いなさい。

問 3 下線部(d)について, マンガンは第 4 周期の遷移元素で, 原子番号は 25 である。マンガン原子の電子配置を次の例にならって示しなさい。

例) 炭素原子の電子配置 : K^2L^4

問 4 下線部(a)について, の水酸化物は難溶性で, 溶解度積は $1.8 \times 10^{-11} (\text{mol/L})^3$ である。飽和水溶液中においてイオン濃度の積と溶解度積に成立する平衡式の両辺の対数をとると,

$$\text{a} \log_{10} [M^{2+}] + \text{b} \log_{10} [OH^-] = -10.7$$

になる。 $\log_{10} [OH^-]$ と pH の関係式を代入して整理すると,

$$\log_{10} [M^{2+}] = \text{c} \text{pH} + \text{d} \quad \dots(\text{式} 1)$$

を導くことができ, 概略的に示すと右図になる。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 文中の ~ にあてはまる適切な数字を答えなさい。

(2) 右図の領域 1 (式 1 の直線上は含まない) はどのような状態か 15 字程度で答えなさい。

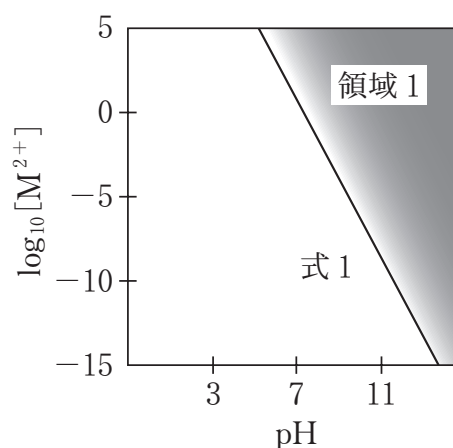


図 pH と $\log_{10} [M^{2+}]$ の関係

問 5 金属元素の Al, Cr, Mn, Na を軽金属, 重金属にすべて分類して元素記号で答えなさい。

問 6 下線部(b)について, 水酸化ナトリウムの固体を空气中に放置すると潮解や中和反応により少しずつ変化する。

- (1) 潮解を 20 字以内で説明しなさい。
- (2) この中和反応を表す化学反応式を答えなさい。

問 7 下線部(c)の用語を 30 ~ 40 字で説明しなさい。

Ⅲ [先導学類(理系傾斜), 観光デザイン学類(理系傾斜), スマート創成科学類(理系傾斜), 学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 地球社会基盤学類, 生命理工学類, 医学類, 薬学類, 医薬科学類, 保健学類, 理系一括入試]

次の文章を読み, 問1~問6に答えなさい。

油脂は, がもつ3つのヒドロキシ基に脂肪酸が 結合した化合物である。その脂肪酸には様々な種類があるが, 特に不飽和結合を多く含む高級脂肪酸からなる油脂は常温で となり, 高級飽和脂肪酸からなる油脂は常温で となる。油脂1gをけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量(単位:mg)を という。すなわち, 分子量が 油脂であるほど, は小さい。油脂を構成する主な不飽和脂肪酸には, オレイン酸, リノール酸, リノレン酸があり, これら全ては18個の炭素を有し, それぞれが有する不飽和結合の数は順に1つ, 2つ, 3つである。

リノレン酸が1つ, 脂肪酸Xが2つから構成される, 分子量が約520の油脂がある。この油脂100gにヨウ素を少しずつ加えていったところ, 147gを加えたときにヨウ素の赤褐色が残った。

問1 ~ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問2 , にあてはまる適切な語句を, (気体・液体・固体)より選んで答えなさい。また, にあてはまる適切な語句を, (大きい・小さい)より選んで答えなさい。

問3 オレイン酸, リノール酸, リノレン酸の示性式をそれぞれ示しなさい。

問4 脂肪酸Xに含まれる不飽和結合の数を答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 5 脂肪酸 X の示性式を示しなさい。計算過程も示しなさい。ただし、環状構造は有さないものとする。

問 6 脂肪酸 X の考えられる構造異性体の構造式を全て示しなさい。鏡像異性体がある場合には、不斉炭素を*で明示しなさい。

Ⅳ [先導学類(理系傾斜), 観光デザイン学類(理系傾斜), スマート創成科学類(理系傾斜), 学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 地球社会基盤学類, 生命理工学類, 医学類, 薬学類, 医薬科学類, 保健学類, 理系一括入試]

次の文章を読み, 問1～問5に答えなさい。

私たちは石油などを原料とした合成高分子化合物に囲まれて生活している。近年のコロナ禍において, 店舗, 教室, オフィスなどさまざまな場所で飛沫対策としてプラスチック製のアクリル板パーティションが設置された。一般的にアクリル板と呼ばれるものはアクリル樹脂から成り, を させた熱 樹脂である。比較的加工が容易であり, ガラスよりも高い透明性をもち, 強度も高いことから, 航空機の窓や水族館の水槽など, 様々な用途で使用されている。同様に透明性に優れたプラスチック樹脂として, ポリスチレン, ポリエチレンテレフタラート, ポリカーボネート, ポリ塩化ビニル^(a) などがある。

熱 樹脂の一つであるフェノール樹脂(別名ベークライト)は, 世界初の合成樹脂である。フェノールとホルムアルデヒド^(b)を原料とし, 触媒として塩基を用いた際に生じる粘性の大きい液体の中間生成物を という。 を加熱することで, フェノール樹脂が得られる。この樹脂は電気絶縁性に優れ, 電気のソケットやプリント電子配線基板などに利用されている。 樹脂(図)もまた熱 樹脂であり, とホルムアルデヒドを原料とし, 触媒として塩基を用いて させ, これを加熱することで得られる。この樹脂は硬くて丈夫であるため, 食器や家具などに用いられる。

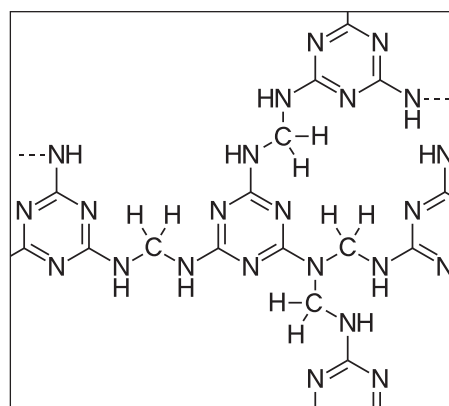


図 樹脂の構造の一部

高分子化合物の従来の用途は, 容器・フィルム等がほとんどであったが, 近年では, 特殊な機能をもった高分子材料が開発され, 多方面に活用されている。その一

つが生分解性プラスチックである。ポリ乳酸やポリグリコール酸を原料として作られた糸は、外科手術用の縫合糸や釣り糸などに使われている。

限りある石油資源の有効活用やごみ問題・エネルギー問題の観点から、プラスチック製品のリサイクルは重要課題である。廃プラスチックのリサイクル方法には、加熱成形し直して再利用する リサイクル、分解して単量体や有用な物質に変換し、資源として再利用する リサイクル、燃やしてエネルギーとして利用する リサイクルの3種類がある。

問 1 ~ にあてはまる適切な語句を答えなさい。ただし、, には反応名を記入しなさい。

問 2 下線部(a)について、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタラート、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニルの特徴として最も適切なものを下記のA~Gより1つずつ選び、記号で答えなさい。

A：飲料の容器・磁気テープの基材・フィルム・繊維などに使われる。

B：耐熱性・耐薬品性・撥水性はっすいに優れる。人工臓器の材料に利用される。

C：軽量性・加工性に優れ、透明で硬い。ベンゼン環をもつ高分子化合物であり、発泡・硬化させたものは断熱材や緩衝材に広く用いられる。

D：合成高分子の中で、最も構造が単純である。重合時の圧力や触媒を変えることで、密度の異なるものをつくることができる。

E：ポリマーの軟化点が約 38℃と低く、ビニロンの原料でもある。塗料や接着剤に用いられる。

F：ビスフェノール A とホスゲンから生成する。ヘルメット・ゴーグル・ヘッドライトレンズ・防弾素材として使われる。

G：耐薬品性に優れ、難燃性である。シート・ホース・電線被覆に使われる。

問 3 下線部(b)について，フェノール 94 g とホルムアルデヒド 45 g が過不足なく完全に反応したとする。このとき生成するフェノール樹脂は何 g か，整数で答えなさい。計算過程も示しなさい。

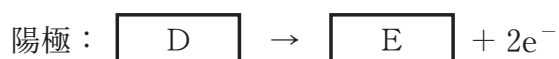
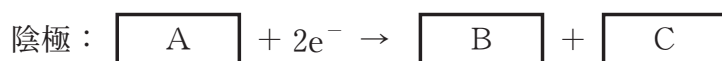
問 4 下線部(c)について，カ 樹脂の構造の一部を記した。ホルムアルデヒドにより架橋を形成したすべての箇所を○で囲みなさい。

問 5 下線部(d)のポリ乳酸やポリグリコール酸といった生分解性プラスチックは，最終的に何に分解されるか。10 字以内で答えなさい。

V [先導学類(理系傾斜), 観光デザイン学類(理系傾斜), スマート創成科学類(理系傾斜), 数物科学類, 物質化学類, 地球社会基盤学類, 生命理工学類, 理系一括入試]

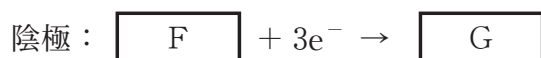
次の文章を読み, 問1~問4に答えなさい。

電気分解は, 水酸化ナトリウム(NaOH)やアルミニウム(Al)単体などの製造のために工業的に利用されている。NaOHは, 水溶液の電気分解で製造される。陽極と陰極に炭素電極を用いると, 下記の反応が起こる。



陽極側では の気体が発生し, 陰極側では の気体が発生する。陰極側の水溶液を濃縮すると NaOH が得られるが, が不純物として混入するので, 両電極間を陽イオン交換膜^(a)で仕切って電気分解する。陽イオン交換膜を介して, 陽極側から イオンが陰極側へ透過するが, イオンは透過できないため, の生成が抑えられる。さらに, 陰極側からは イオンが陽極側に透過しないので, 陰極側での イオンと イオンの濃度が上がる。この陰極側の水溶液を濃縮することで純度の高い NaOH を得ることができる。

Al の製造では, Al のイオン化傾向が大きい^(b)ため, 水溶液中の電気分解では Al 単体を得ることができない。そのため, はじめにボーキサイト鉱石を精製して, と呼ばれる純粋な酸化アルミニウム(Al₂O₃)をつくる。 と呼ばれる Na₃AlF₆ を加熱してできた融解塩に を溶かし, 炭素電極を用いて電気分解すると下記の反応が起こり, 融解状態の Al 単体を得られる。



このように融解塩を用いて電気分解する方法を熔融塩電解という。熔融塩電解は、電解槽を高温に保つために電気エネルギーを熱エネルギーに使うなど、一般的^(c)な水溶液中の電気分解よりも、電流効率(流した電気量のうち実際に電気分解に使われた電気量の割合)が低いことが知られている。

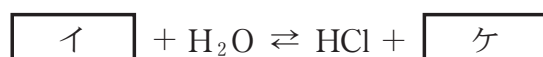
問 1 ~ にあてはまる適切な化学式を答えなさい。また、 ~ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問 2 電子を含むイオン反応式になるように ~ にあてはまる適切な係数と化学式を答えなさい。

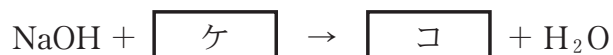
問 3 NaOH の製造について、次の(1)~(3)に答えなさい。

(1) 電気分解を行うと、0.300 mol の NaOH を得ることができた。陰極側で発生した の気体の標準状態での体積[L]を有効数字2桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。

(2) の気体は水に溶け、その一部は水と下記のように反応する。



この生成物のひとつが NaOH と下記のように反応するため、陽イオン交換膜がないと NaOH の製造量が減ってしまう。このことも、陽イオン交換膜が必要な理由の一つである。



, にあてはまる適切な化学式を答えなさい。

(3) 下線部(a)の陽イオン交換膜は樹脂でできており、一般的にはスチレンと *p*-ジビニルベンゼンとの共重合体を濃硫酸でスルホン化したものである。イオン交換が終わったあと再生するにはどのような処理をすればよいか。10字以内で答えなさい。

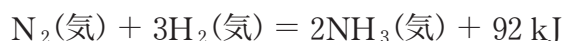
問 4 Al の製造について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 下線部(b)について、Al 塩水溶液の電気分解を行うとどのような現象が起こるか、理由とともに 25 字以内で答えなさい。
- (2) 下線部(c)について、電気分解を 60.0 A で 100 時間行くと、陰極で 1.44 kg の Al 単体が得られると仮定する。この熔融塩電解の電流効率(%)を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

VI [理系一括入試]

次の文章を読み、問1～問10に答えなさい。

水素と窒素からアンモニアを合成する反応は可逆反応であり、以下の熱化学方程式で表される。



アンモニアの合成反応は であり、反応が進行すると気体分子の総数は 。したがって平衡移動の原理を考慮すると、アンモニアの生成効率を上げるには、 の条件が良いことになる。実際の工業におけるアンモニア合成では約 500 °C の条件が利用され、鉄を主成分とする ^(a) が反応系に添加される。一般に反応に適した を添加すると、反応の の大きさが が、反応熱の大きさは 。可逆反応が平衡状態にあるとき、反応物と生成物のモル濃度を用いてモル濃度平衡定数 K を表すことができる。アンモニア合成反応のような気相反応では、反応物と生成物の分圧を用いて圧平衡定数 K_p を同様に表すことができる。アンモニア合成の可逆反応において一定温度の条件で全圧を増加させる場合、モル濃度平衡定数 K と圧平衡定数 K_p は 。また、平衡定数は各成分のモル濃度や分圧の代わりに、モル分率を用いても同様に表す ^(b)ことができる。この平衡定数はモル分率平衡定数 K_x と呼ばれる。

アンモニア合成の可逆反応では、温度一定条件で全圧を増加させると、モル分率平衡定数 K_x の値は 。このときの反応容器内に存在するアンモニアのモル数は 。また、体積一定の反応容器内でアンモニア合成の可逆反応が平衡状態にあるとき、温度一定の条件で容器内にアルゴンガスを添加すると、モル分率平衡定数 K_x の値は 。この際、反応容器内に存在するアンモニアのモル数は 。

問 1 , にあてはまる適切な語句を次の(い)~(へ)から選び, 記号で答えなさい。

- (い) 発熱反応 (ろ) 吸熱反応 (は) 高温・高圧 (に) 低温・高圧
(ほ) 高温・低圧 (へ) 低温・低圧

問 2 ~ にあてはまる適切な語句を, (増加する・減少する・変化しない)より選んで答えなさい。語句は繰り返し使用しても良い。

問 3 , にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問 4 下線部(a)の理由を 40 字以内で説明しなさい。

問 5 ある気体 i の分圧を p_i , 気相中でのモル分率を x_i として, 全圧 p を p_i と x_i で表しなさい。

問 6 アンモニア合成の可逆反応における圧平衡定数 K_p を, 各分圧を用いて表しなさい。ただし, 窒素, 水素, アンモニアの分圧は, それぞれ p_{N_2} , p_{H_2} , p_{NH_3} で表すこと。

問 7 500 °C の条件で窒素と水素を 1 : 3 のモル比で導入し, を添加したのち 100×10^6 Pa に保つと, 80 % のアンモニアを生成して平衡状態に到達した。このときの圧平衡定数を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 8 下線部(b)の記述をもとに, アンモニア合成の可逆反応におけるモル分率平衡定数 K_x を, 各モル分率を用いて表しなさい。ただし, 窒素, 水素, アンモニアのモル分率は, それぞれ x_{N_2} , x_{H_2} , x_{NH_3} で表すこと。

問 9 アンモニア合成の可逆反応における圧平衡定数 K_p とモル分率平衡定数 K_x の関係式を示しなさい。導出過程も示しなさい。

問10 問9で導出した関係式をもとに、 ~ にあてはまる適切な語句を、(増加する・減少する・変化しない)より選んで答えなさい。語句は繰り返し使用しても良い。

