高知大学

2026 年度　前期日程　化学

（2 科目　120 分）

I 次の文章を読んで，各問に答えよ。(35 点)

原子から電子 1 個を取り去って 1 価の陽イオンにするために必要なエネルギーを［(ア)］という。図 1 の第 3 周期で［(ア)］が最も小さい元素は［(A)］，最も大きい元素は［(B)］である。周期表では性質のよく似た元素が同じ族に並んでいる。H を除く 1 族の元素を［(イ)］元素とよび，2 族の元素を［(ウ)］元素とよぶ。また，17 族の元素は［(エ)］元素とよばれ，電子親和力①が大きい。共有結合している原子間で，原子が共有電子対を引き寄せる度合いを数値で表したものを［(オ)］という。図 1 の中で［(オ)］が最も大きい元素は［(C)］である。［(オ)］の差が大きい 2 原子間の共有結合では，電荷のかたよりを生じる。これを結合の極性という。結合に極性があり，分子全体としてその極性が打ち消されない分子を極性分子という。一方，結合に極性がない，あるいはあっても分子の形から結合の極性が打ち消された分子を無極性分子という②。

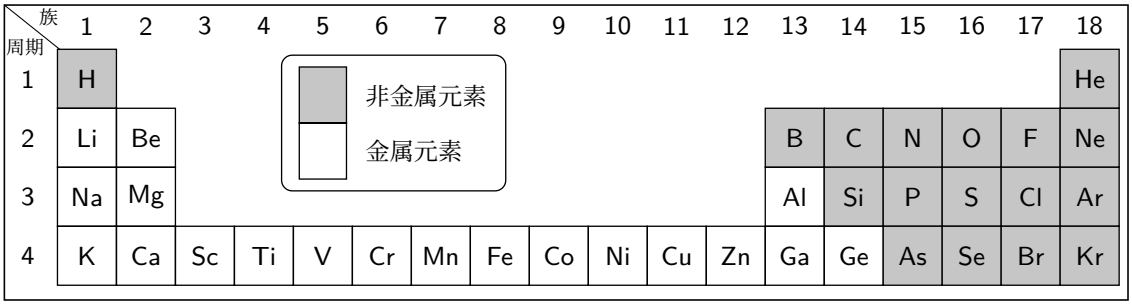


図 1．第 1 周期から第 4 周期までの元素の周期表

元素の酸化物の中には酸の働きをする酸性酸化物や塩基の働きをする塩基性酸化物がある。例えば，酸化カルシウム (CaO) は水と反応して水酸化物を生じ③，酸と反応して塩を生じる。また，二酸化炭素④ (CO_2) は水に少し溶け，その水溶液は酸性を示し，塩基と反応して塩を生じる。一方で酸⑤，塩基のいずれとも反応する酸化物もある。

問 1　文中の［(ア)］～［(オ)］に当てはまる適切な語句を記せ。

問 2　文中の［ (A) ］～［ (C) ］に当てはまる適切な元素を，元素記号で記せ。

問 3　下線部①の電子親和力について，簡潔に説明せよ。

問 4　図 1 の元素のうち，常温常圧で単体が気体で存在する元素を，貴ガスを除いてすべて選び，元素記号で記せ。

問 5　下線部②について，次の問に答えよ。

(1) 次の (a)～(f) の分子を極性分子と無極性分子に分類して記号で記せ。

(a) NH_3　(b) Cl_2　(c) CO_2　(d) CH_3OH　(e) CH_4　(f) CH_3COOH

(2) 水に溶解しやすいのは，極性分子と無極性分子のどちらか，理由とともに答えよ。

問 6　下線部③～⑤について，次の問に答えよ。

(1) 下線部③および④について，CaO と CO_2 の水との化学反応式を，それぞれ記せ。

(2) 下線部⑤について，次の (a)～(e) の中から当てはまる酸化物をすべて選び，記号で記せ。

(a) Na_2O　(b) MgO　(c) Al_2O_3　(d) SO_2　(e) ZnO

II 各問に答えよ。(35 点)

問 1　次の文章を読んで，あとの (1)～(3) に答えよ。

シャーレに入れた硝酸銀水溶液に銅板を浸し，しばらく放置すると銀が銅板に析出する。これは水溶液中では銅のほうが銀より陽イオンになりやすく，［ (ア) ］されやすいためである。このような，金属が水溶液中で陽イオンになろうとする性質をその金属のイオン化傾向という。

電池 (化学電池) は，酸化還元反応を利用して［ (イ) ］エネルギーから［ (ウ) ］エネルギーを取り出す装置である。2 種類の金属を導線で結び，電解質水溶液に浸すと，イオン化傾向の大きい金属が［ (エ) ］となり，小さい金属が［ (オ) ］となって電流が流れる。

(1) 文中の［ (ア) ］～［ (オ) ］に当てはまる適切な語句を次の中から選び，(a)～(j) の記号で記せ。

(a) 陰極　(b) 化学　(c) 還元　(d) 酸化　(e) 正極

(f) 電気　(g) 熱　(h) 光　(i) 負極　(j) 陽極

(2) 次の金属について，イオン化傾向が大きい順に並べよ。

亜鉛　　スズ　　マグネシウム

(3) 下線部が正しい記述を，次の (A)〜(D) から一つ選べ。

(A) 充電できる電池は，一次電池とよばれる。

(B) アルミニウム板と銅板を電解液に浸して電池をつくると，銅がイオンになって電子を放出する。

(C) ダニエル電池の亜鉛板をニッケル板に置き換えると，起電力が小さくなる。

(D) 鉛蓄電池では，鉛は充電時に酸化される。

問 2　次の文章を読んで，あとの (1)〜(4) に答えよ。

酸と塩基の定義には，水溶液中で水素イオン (H^+) を生じる物質を酸，水溶液中で水酸化物イオン (OH^-) を生じる物質を塩基とする定義がある。これを［ (カ) ］の定義とよぶ。アンモニアは分子内に OH^- を含まないが［ (カ) ］の定義では塩基に分類される。①また，H^+ を他に与える物質を酸，H^+ を他から受け取る物質を塩基とする定義もある。これは［ (キ) ］の定義とよばれる。

水溶液の酸性・中性・塩基性は水素イオン濃度 $[H^+]$ の大小で表すことができ，pH という数値が用いられる。例えば，25 ℃で 1.0×10^{-5} mol/L の塩酸 (電離度 1.0) の pH は 5.0 である。②

(1) 文中の［ (カ) ］，［ (キ) ］に当てはまる適切な語句を次の中から選び，(a)〜(f) の記号で記せ。

(a) アレニウス　(b) ボイル・シャルル　(c) メンデレーエフ

(d) ドルトン　(e) ハーバー・ボッシュ　(f) ブレンステッド・ローリー

(2) 下線部①について，アンモニア水が電離平衡の状態にあるときの反応式を記せ。

(3) 下線部②について，この塩酸を水で 1000 倍に希釈しても水溶液の pH は 7 を超えることはない。その理由を説明せよ。

(4) 25 ℃における 4.6×10^{-2} mol/L のアンモニア水に含まれる水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ を，計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。また，そのときの $[OH^-]$ を用いて，この水溶液の pH を計算過程とともに整数値で答えよ。ただし，25 ℃におけるアンモニアの電離定数 $K_b = 2.3 \times 10^{-5}$ mol/L，水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ mol^2/L^2 とする。また，計算過程において，$\sqrt{5}$ を 2.2 とする。

III 次の文章を読んで，各問に答えよ。(30 点)

炭素を含む化合物の燃焼反応では，不完全燃焼により一酸化炭素 (CO) が生じることがある。炭素 (C(黒鉛)) は燃焼により CO および二酸化炭素 (CO_2) を生じうるが，それらの反応のエンタルピー変化 ΔH の関係は図 1 のように表される。反応①および反応②は 1 mol の C(黒鉛) の燃焼反応を示しており，以下のように表される。

反応① C(黒鉛) + [(a)] O_2(気) ⟶ [(b)] CO(気) $\Delta H = -111\,\mathrm{kJ}$

反応② C(黒鉛) + [(c)] O_2(気) ⟶ [(d)] CO_2(気) $\Delta H = -394\,\mathrm{kJ}$

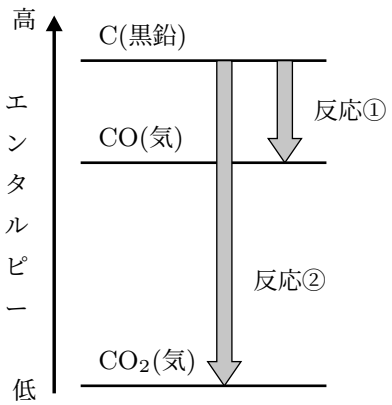


図 1. C(黒鉛) の燃焼反応に関するエンタルピーの関係図。この図において，反応に必要な O_2(気) は省略してある。

問 1　ヘスの法則について，簡潔に説明せよ。

問 2　反応①および反応②の [(a)] ～ [(d)] に当てはまる係数を答えよ。

問 3　1 mol の CO(気) が完全燃焼したときの化学反応式を記せ。また，このときの燃焼エンタルピーを計算過程とともに整数値で答えよ。

問 4　1 mol のエタノール (C_2H_5OH(液)) が完全燃焼したときの化学反応式を記せ。ただし，生成する水は H_2O(液) とする。

問 5　C_2H_5OH(液) の生成エンタルピーを, 計算過程とともに整数値で答えよ。ただし, C_2H_5OH(液) の燃焼エンタルピーを $-1368\,\mathrm{kJ/mol}$, 水素 (H_2(気)) の燃焼エンタルピーを $-286\,\mathrm{kJ/mol}$ とし, $1\,\mathrm{mol}$ の H_2(気) の燃焼反応は, 次の反応③のように表される。

$$\text{反応③}\qquad H_2(\text{気}) + \frac{1}{2}\,O_2(\text{気}) \longrightarrow H_2O(\text{液}) \qquad \Delta H = -286\,\mathrm{kJ}$$

IV 次の文章を読んで, 各問に答えよ。(30 点)

鉄は周期表の 8 族に属する元素であり, 地殻中には酸素, ケイ素, [(ア)] に次いで多量に存在する。鉄は工業的には赤鉄鉱や磁鉄鉱などの酸化物を溶鉱炉で [(イ)] と反応させることで製造する。このようにして得られた鉄を [(ウ)] とよび, [(エ)] を約 4 % 含み, 硬くてもろい。

鉄は湿った空気中ではさびやすいが, 鉄に [(オ)] ・ニッケルを混ぜた合金であるステンレス鋼はさびにくい性質がある。

鉄は塩酸や希硫酸には溶解する①が, 濃硝酸には溶解しない②。また, 鉄 (II) イオンを含む水溶液に硫化水素を吹き込むと, pH によって硫化鉄 (II) の黒色沈殿が生じることがある③。

問 1　文中の [(ア)] ～ [(オ)] に当てはまる最も適切な語句を次の中から選び, (a)～(l) の記号で記せ。

(a) 銑鉄　(b) 銅　(c) 窒素　(d) 二酸化炭素
(e) スズ　(f) 亜鉛　(g) アルミニウム　(h) ホウ素
(i) クロム　(j) 炭素　(k) 一酸化炭素　(l) 鋼

問 2　下線部①について, 鉄と希硫酸との反応を化学反応式で記せ。

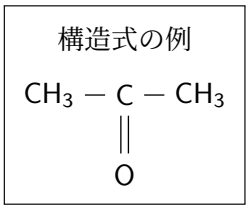
問 3　下線部②の理由を説明せよ。

問 4　下線部③の反応について, 25 ℃において $1.0 \times 10^{-1}\,\mathrm{mol/L}$ の鉄 (II) イオンを含む水溶液に硫化水素を飽和するまで吹き込んだ。水溶液の pH が 2.0 のとき, 硫化鉄 (II) の沈殿が生じるか, 解答欄の「生じる」,「生じない」のどちらかを選択し, ○(マル)で囲め。また, その理由を計算過程とともに答えよ。なお, 硫化鉄 (II) の溶解度積は $K_{sp} = 5.0 \times 10^{-18}\,\mathrm{mol^2/L^2}$(25 ℃) であるとする。また, 25 ℃における硫化水素は水溶液中では反応式 (1) に示す電離が生じており, 飽和時の硫化水素濃度は $[H_2S] = 1.0 \times 10^{-1}\,\mathrm{mol/L}$, 平衡定数は $K = 1.2 \times 10^{-21}\,\mathrm{mol^2/L^2}$ であるとする。

$$H_2S \rightleftharpoons 2\,H^+ + S^{2-} \qquad (1)$$

V 次の文章を読んで，各問に答えよ。構造式は例にならって描け。(35 点)

構造式の例



不揮発性で非水溶性の化合物 $RCOOC_2H_5$(ただし，R は炭化水素基を表す) を 2-プロパノールに溶かし，水酸化ナトリウム水溶液と混合し，かき混ぜながら加熱したところ，$RCOOC_2H_5$ は完全に分解し，均一な溶液となった。その溶液のアルコール成分をすべて蒸発させ，残った水溶液を A とし，25 ℃で実験 1 と実験 2 が行われた。

［実験 1］ 水溶液 A に油を加えてかき混ぜたところ，乳濁液になった。

［実験 2］ 水溶液 A に過剰量の塩化マグネシウム (無水物) を加えたところ，沈殿物 (化合物 X) が生じた。なお，化合物 X は $RCOOC_2H_5$ の分解物と塩化マグネシウムとの反応で生じた生成物である。

問 1 下線部①について，$RCOOC_2H_5$ と水酸化ナトリウムとの反応式を，R を用いて記せ。また，反応名を答えよ。

問 2 下線部①の操作で，水酸化ナトリウム水溶液の代わりに塩酸を用いると，溶液は均一にはならなかった。この理由について，以下のように考察できる。文中の［(ア)］～［(エ)］に適する構造式を描け。なお，必要な場合は R を用いて描け。

【考察】 塩酸を用いると，$RCOOC_2H_5$ の加水分解は最終的に反応式 (1) で表される平衡状態となり，非水溶性の $RCOOC_2H_5$ が少なからず残ると推測される。

$$RCOOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons \boxed{\text{(ア)}} + \boxed{\text{(イ)}} \qquad (1)$$

また，溶媒として用いた［(ウ)］が［(イ)］の代わりに反応する平衡状態も生じると予想される。その場合は，［(ア)］と［(ウ)］が反応して非水溶性の化合物［(エ)］も生成すると考えられる。

さらに，R の炭素数が大きい場合，［(ア)］が酸性の水に溶解しにくくなるため，溶液は均一にならなかった可能性も考えられる。

問 3 実験 1 について，下線部②の現象 (作用) を何というか答えよ。また，このときの油はどのよう

に水中に存在していると考えられるか，「ミセル」と「分散」を用いて簡潔に説明せよ。

問 4　実験 2 について，下線部③で沈殿した化合物 X の示性式を，R を用いて記せ。

VI 次の文章を読んで，以下の各問に答えよ。(35 点)

スチレンに少量の［ (ア) ］を加えて共重合させると，ポリスチレン鎖が［ (イ) ］された立体網目状 (三次元網目状) 構造をもつ高分子化合物が得られる。この高分子化合物に濃硫酸を反応させると，ベンゼン環の［ (ウ) ］が［ (エ) ］基に置換された陽イオン交換樹脂となる。

図 1 のように，十分な量の陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに塩化カルシウム水溶液を通し，得られた流出液にブロモチモールブルー (BTB) 溶液を入れると，その色は［ (オ) ］になる。三次元網目状構造をもつ高分子化合物としては，他にも弾性ゴムやフェノール樹脂が知られている。

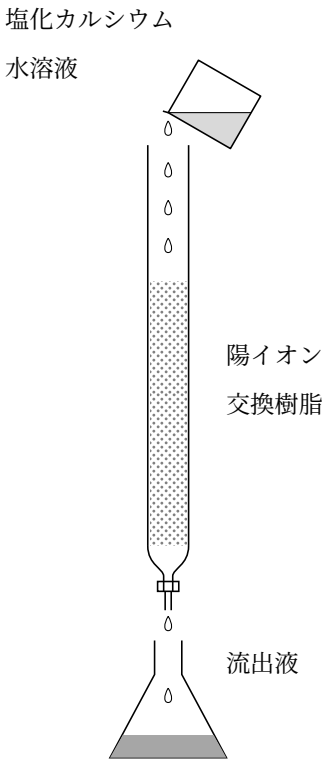


図 1. イオン交換のイメージ図

弾性ゴムは天然ゴム (生ゴム) に数 % の［ (カ) ］を加えて加熱したものである。［ (カ) ］を加えることによって三次元網目状構造が生じて，生ゴムよりも弾性や強度が大きくなる。

フェノール樹脂はフェノールと［ (キ) ］の［ (ク) ］反応と，続いて起こる［ (ケ) ］反応を繰り返して進行することで合成される。重合反応に酸触媒を用いたときと塩基触媒を用いたときでは中間生成物

が異なる。塩基触媒を用いたときの中間生成物は，そのまま加熱することで三次元網目状構造をもつフェノール樹脂ができる。

問 1　(ア) ～ (ケ) に当てはまる適切な語句を次の中から選び，(a)～(t) の記号で記せ。

(a) 水素　(b) 酸素　(c) 窒素　(d) 硫黄　(e) ニトロ

(f) アミノ　(g) スルホ　(h) カルボキシ　(i) 分解　(j) 架橋

(k) 付加　(l) 縮合　(m) 緑色　(n) 青色　(o) 黄色

(p) 無色　(q) *p*-ジビニルベンゼン　(r) *p*-ジクロロベンゼン

(s) アセトアルデヒド　(t) ホルムアルデヒド

問 2　図 1 のように，十分な量の陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに，ある濃度の塩化カルシウム水溶液 10 mL を流し入れた後，十分に水洗し，完全にイオン交換した。この流出液を中和するために要した 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の体積は，50 mL であった。このとき使用した塩化カルシウム水溶液の濃度を，計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。

問 3　イオン交換を行った後の陽イオン交換樹脂を再生するとき，塩酸と水酸化ナトリウム水溶液のどちらを用いるか答えよ。

問 4　フェノール樹脂の合成に酸触媒を用いたときと，塩基触媒を用いたときの中間生成物の名称をそれぞれ記せ。

問 5　合成樹脂には，加熱すると硬くなる性質をもつものと，加熱すると軟らかくなる性質をもつものがある。これらの性質を何というか，それぞれ記せ。