

平成 30 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(化 学)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程 科学技術教育コース

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)，生物科学科，化学生命理工学科，
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科：海底資源環境学コース，海洋生命科学コース

土佐さきがけプログラム：グリーンサイエンス人材育成コース

問題冊子 問題…… **I** ~ **VI** ページ…… 1 ~ 7

解答用紙…… 7 枚(白紙を除く。)

下書用紙…… 1 枚

教 育 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 0.5 倍とする。

理 工 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示の 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

土佐さきがけプログラム：試験時間は 90 分，配点は表示のとおりとする。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 解答用紙の各ページに受験番号を記入すること。
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば、次の値を用いよ。なお、扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Al = 27.0$ とし、

気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

I アルミニウムに関する次の文章を読んで、各問いに答えよ。(35点)

アルミニウムは、地殻中に (ア) 番目に多く存在する元素で、金属元素では最も多い。アルミニウムの単体は鉱石である (イ) から得られる (ウ) の熔融塩電解によって作られ、高いイオン化傾向を示すことから、空気中では表面に (ウ) の被膜を生じる。

アルミニウムの粉末と酸化鉄(Ⅲ)の粉末を混合して点火すると、激しく反応し、融解した鉄を生じ、溶接の分野で利用されている。この反応は一般的に (エ) 法とよぶ。

アルミニウムは、冷水や熱水とは反応しないものの、高温水蒸気と反応して気体である (オ) を発生する性質を持つ。また、酸とも塩基とも反応するが、濃硝酸を加えた場合、 (カ) となり溶けない。

以下にアルミニウムに関する実験を示す。

試験管にアルミニウム箔を入れ、 6.00 mol/L の塩酸を 6.00 mL 加え、加熱した。アルミニウム箔が完全に溶解しきつたことを確認し、この溶液を試験管 A 及び B に 3.00 mL ずつ取り分けた。それぞれに水を加え、 10.0 mL とした。試験管 A に 25% アンモニア水を、試験管 B に 6.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を適量ずつ加えていき、試験管 A および B の状態を確認した。その後、同様に試験管 A に 25% アンモニア水を、試験管 B に 6.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を過剰量加え、再び試験管 A および B の状態を確認した。

問 1 (ア) ~ (カ) に当てはまる適切な数字または語句を記せ。

問 2 下線部①~③の化学反応式を記せ。

問 3 下線部④のような性質をもつ元素の総称を記せ。

問 4 下線部⑤の反応において、アルミニウム箔の全量が、加えた塩酸の 30% と反応したと仮定する。この反応式を示し、その条件において反応したアルミニウム箔の重量を計算過程とともに答えよ。

問 5 下線部⑥の試験管 A 及び B 内で生じた変化を述べよ。また、その変化をイオン反応式として示せ。なお、状態が変化しないものに関してはイオン反応式の代わりに、その理由を述べよ。

問 6 下線部⑦の試験管 A 及び B 内で生じた変化を述べよ。また、その変化をイオン反応式として示せ。なお、状態が変化しないものに関してはイオン反応式の代わりに、その理由を述べよ。

II

次の文章を読んで、各問いに答えよ。(35点)

工場排水中に含まれる金属イオン(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+})の分離回収を目的とし、以下の系統分析を行った。排水に適量の塩酸を加え、ろ過により白色沈殿 A とろ液 A に分離した。回収したろ液 A に硫化水素ガスを混合し、ろ過により黒色沈殿 B とろ液 B に分離した。回収したろ液 B を煮沸し、硝酸を加えて再び加熱し、その後、アンモニア水を加え、生じた赤褐色沈殿 C とろ液 C に分離した。

問 1 沈殿 A ~ C の化学式を記せ。また、各々の沈殿を生じる反応をイオン反応式で記せ。

問 2 分離過程において、下線部①及び②の操作を行った理由を述べよ。

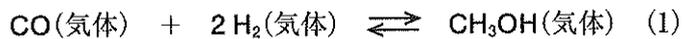
問 3 回収されたろ液 C に含まれる金属イオンを全て記せ。

問 4 ろ液 C に炭酸アンモニウムを加えることにより、特定の金属イオンを沈殿として分離可能である。その金属イオンを記せ。また、この反応をイオン反応式で記せ。

問 5 この系統分析において、問 4 を含めた一連の操作では分離できないイオンを全て記せ。

III 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(39点)

メタノール CH_3OH は多くの有機工業化学の原料として、また将来の自動車等の燃料として、広く注目を集めている物質である。工業的には金属酸化物触媒を用い、高温高压下において、一酸化炭素 CO と水素 H_2 の反応により合成されている。



ここで 10 L の密閉された耐圧反応容器の中に一酸化炭素 1.7 mol と水素 3.4 mol を触媒と共に入れ、平衡状態に達するまで 200 °C で保持した。

問 1 一酸化炭素とメタノールの生成熱はそれぞれ 111 kJ/mol, 239 kJ/mol である。これらの値から、(1) に示すメタノールの合成反応の熱化学方程式を、計算過程とともに答えよ。

問 2 この反応の平衡定数 K をそれぞれの物質の濃度を用いた式で記せ。

問 3 この平衡反応で生成したメタノールの量は 1.0 mol であった。この条件における平衡定数 K を、計算過程とともに答えよ。

問 4 すべての気体を理想気体と考えた時の容器内の圧力を、計算過程とともに答えよ。ただし触媒の体積は無視できるものとする。

問 5 実際の容器内の圧力を測定したところ、問 4 で求めた圧力よりも低い値を示した。この理由について説明せよ。

問 6 この反応の平衡移動に関する以下の文章の空欄 (ア) ~ (オ) に、与えられた語句の中から適当なものを選び、記号で記入せよ。ただし同じ語句を何度使用してもよい。

問 1 の結果より、この反応は (ア) 反応であり、温度を高くするとメタノールの生成量は (イ) 。また、反応容器の容積を大きくすると、一酸化炭素の量は (ウ) 。この反応に触媒を用いない場合、反応速度は (エ) 。またこの際、反応熱は (オ) 。

(a) 発熱 (b) 吸熱 (c) 増加する (d) 減少する (e) 変わらない

IV 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(33点)

カーバイドに水を反応させて得られる (ア) は、金属の溶接などに使用される無色の気体である。(ア) にニッケルなどの触媒を用いて水素を付加させると (イ) を経て (ウ) を生じる。(イ) は 170℃ に加熱した濃硫酸に (エ) を滴下することによっても合成できる。(ア) に塩化水素を付加させると (オ) が、シアン化水素を付加させると (カ) がそれぞれ得られる。

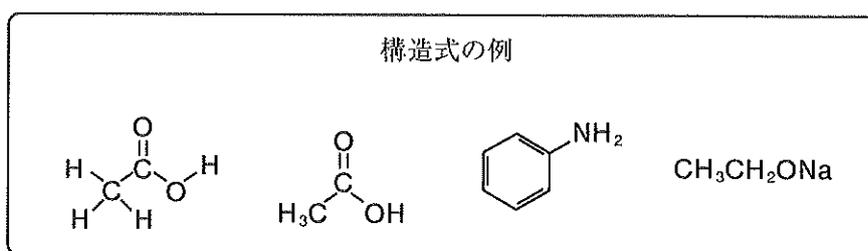
硫酸水銀を触媒として、(ア) に水を付加させる反応は、工業的に重要な (キ) の合成法として長年使われていたが、水銀による公害が問題になってからは (イ) を酸化して合成されるようになった。

問 1 (ア) ~ (キ) に当てはまる化合物名を答えよ。

問 2 (ア) ~ (キ) の構造式を例にならって記せ。

問 3 カーバイドと水から (ア) が生成する反応を反応式で記せ。

問 4 下線部の反応を 140℃ で行うと、2分子の (エ) が反応して (イ) ではない物質が生成する。この反応の反応式を記せ。また、生成する有機化合物の名称を答えよ。



V 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(33点)

炭素、水素、酸素だけから構成される芳香族化合物 A 10.8 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 30.8 mg、水が 7.2 mg 生成した。また芳香族化合物 A に無水酢酸を反応させると、アセチル化が起こり、分子量が 150 のエステル B が生成した。 化合物 A はナトリウムと反応させると水素を発生するが、塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加えても呈色しなかった。

問 1 化合物 A の組成式を、計算過程とともに答えよ。

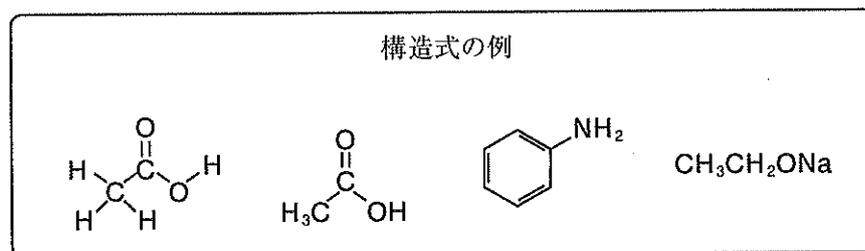
問 2 問 1 で求めた組成式と、下線部①の記述をもとに化合物 A の分子式を記せ。

問 3 下線部②の記述から何がわかるかを簡潔に述べよ。

問 4 化合物 A の構造式を例にならって記せ。また、この化合物の名称を答えよ。

問 5 エステル B の構造式を例にならって記せ。

問 6 化合物 A を 2.0 g 用いてエステル B を合成すると、エステル B は理論的に何グラム得られるか、計算過程とともに答えよ。



VI 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(25点)

高分子化合物は、比較的小さな分子からなる化合物が数百から数千以上共有結合でつながった分子で、現代の私たちの生活に欠かせない物質となっている。

下の表は、様々な高分子とそのもととなる単体の構造式と名称および重合の種類をまとめたものである。

	高分子の構造式と名称	単体の構造式と名称	重合の種類
例	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ ポリプロピレン	$\text{CH}_2 = \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array}$ プロピレン	(シ)
1	(ア) (カ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CO} - \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$ カプロラクタム	(ス)
2	(イ) ポリ (キ)	$\text{CH}_2 = \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ (キ)	(シ)
3	(ウ) (ク)	(エ) テレフタル酸 $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ (ケ)	(セ)
4	(オ) プタジエンゴム	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ 1,3-ブタジエン	(ジ)
5	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \\ \backslash \quad / \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array} \right]_n$ (コ)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{C} - \text{OH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{H} \\ \backslash \quad / \\ \text{C} - \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$ (カ)	(セ)

問 1 例にならって, 表中の ~ に当てはまる構造式を記せ。

問 2 表中の ~ に当てはまる化合物の名称を答えよ。

問 3 表中の ~ に当てはまる重合の種類を答えよ。

問 4 平均分子量 4.00×10^4 の高分子 1 分子中に含まれる表中の単量体の総数を計算過程とともに答えよ。