

## 2023 年度 入学試験問題(前期日程)

# 理 科

(化学基礎・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：農林資源科学科(フィールド科学コース)、  
海洋資源科学科(海洋生命科学コース)

問題冊子 問題…… **I** ~ **VI** ページ…… 1 ~ 6

解答用紙…… 6 枚

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：

(フィールド科学コース)：試験時間は 90 分、配点は表示のとおりとする。

(海洋生命科学コース)：試験時間は 90 分、配点は表示の 2 倍とする。

### 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. 各解答用紙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  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$  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 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35点)

金属イオンを中心として、それにアンモニア分子  $\text{NH}_3$  やシアン化物イオン  $\text{CN}^-$  のような非共有電子対をもった分子や陰イオンが配位結合してできたイオンを (ア) という。また、中心金属イオンに配位結合した分子またはイオンを (イ) といい、その数を (ウ) という。 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  や  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  のように、(イ) を含む塩を (エ) という。 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  や  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  を水に溶かすと、[ ]の外側の  $\text{K}$  は  $\text{K}^+$  となって電離するが、[ ]の内側は電離せず、(ア) として水中に存在する。

また、自然界にも上記の特徴を有する化合物は多く存在する。緑色植物に含まれ、光合成をおこなうクロロフィルは (オ) と配位結合し、酸素の運搬をおこなうヘモグロビンは (カ) と配位結合している。

問 1 (ア) ~ (カ) に当てはまる語句を以下の【語群】から選んで記せ。

【語群】 塩基 還元 金属イオン 錯イオン 錯塩 酸化数 電荷  
配位子 配位数  $\text{K}^+$   $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Fe}^{2+}$   $\text{Mg}^{2+}$   $\text{Fe}^{3+}$

問 2  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  と  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  の化合物名を答えよ。

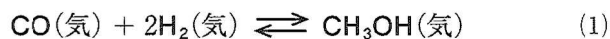
問 3  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液および  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液は、鉄イオンの検出に用いられる。 $\text{Fe}^{2+}$  を含む水溶液が入った試験管 A および  $\text{Fe}^{3+}$  を含む水溶液が入った試験管 B に、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液もしくは  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  水溶液を加えた際に生じる変化を答えよ。

問 4 アンモニア( $\text{NH}_3$ )水、水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )水溶液およびチオシアン酸カリウム( $\text{KSCN}$ )水溶液は  $\text{Fe}^{2+}$  および  $\text{Fe}^{3+}$  を検出可能か不可能か選択し、○で囲め。また、問 3 と同様に、試験管 A および試験管 B に、アンモニア( $\text{NH}_3$ )水、水酸化ナトリウム( $\text{NaOH}$ )水溶液およびチオシアン酸カリウム( $\text{KSCN}$ )水溶液をそれぞれ加えた際に生じる変化を答えよ。変化が生じない場合は変化なしと答えよ。

問 5 下線部の状態における [ ] の内側の立体構造の名称を答えよ。

Ⅱ 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35点)

メタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  は多くの有機化合物の原料や燃料として広く使われる他、近年は燃料電池の水素の供給源としても注目を集めている。工業的には金属酸化物触媒を利用して、高温・高圧の条件において、一酸化炭素  $\text{CO}$  と水素  $\text{H}_2$  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 2.5 mol と水素 5.0 mol を触媒と共に入れ、(1)で示した反応が平衡状態に達するまで 227 °C で保持した。 この反応は  反応であり、温度を高くするとメタノールの生成量は  。また、反応容器の容積を大きくすると、一酸化炭素の量は  。この反応を触媒を用いずにおこなった場合、反応速度は  。また、このときの反応熱は  。

問 1 問 2

出題ミスのため廃問となりました。

問 3 (1)の反応の濃度平衡定数  $K_c$  をそれぞれの物質の濃度を用いた式で記せ。

問 4 下線部で示した平衡反応で生成したメタノールの量は 1.5 mol であった。この条件における濃度平衡定数  $K_c$  を計算過程とともに答えよ。

問 5 下線部で示した平衡反応においてすべての気体を理想気体と考えたとき、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。

Ⅲ 有機化合物を植物、動物から得た場合や、人工的に合成した際、まずその化合物の構造式を決定する必要がある。次の文章を読んで、各問に答えよ。(30点)

問 1 化合物の構造式の決定は、未知の有機化合物を含む試料から図 1 に示すような手順で決定される。その際に用いられる(a)~(d)の過程に当てはまる最も適切な語句を以下の【語群】から選んで記せ。

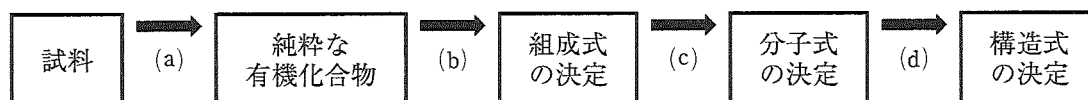


図 1 有機化合物の分析の手順

【語群】 元素分析 物理的・化学的性質の分析 分子量の測定 分離・精製

問 2 図 1 の(a)の過程で用いられる下表の操作および原理において、(ア) ~ (エ) に当てはまる最も適切な語句を答えよ。

操作名称	原理
蒸留	(ア) の差を利用
(イ)	吸着剤に対する吸着力の差を利用
抽出	(ウ) に対する溶解度の差を利用
(エ)	温度による溶解度の変化を利用

問 3 図 1 の(b)の過程で用いられる図 2 の実験装置において、炭素、水素、酸素だけからなる化合物 A 1.76 mg を完全燃焼させたところ、ガラス管①では水 1.44 mg、ガラス管②では二酸化炭素 3.52 mg を得た。化合物 A の組成式を計算過程とともに答えよ。また、化合物 A の分子量が 352 であった場合の分子式を計算過程とともに答えよ。

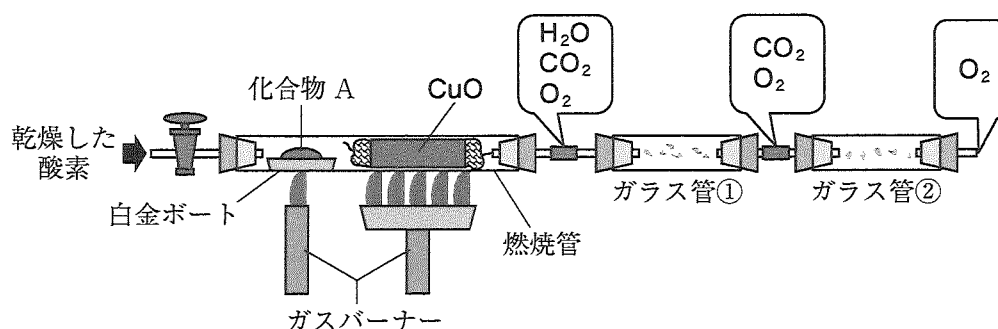


図 2 (b)の過程で用いられる実験装置

IV 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。(30点)

芳香族アミン類はアゾ染料に代表される様々な色素の原料となる化合物群である。最も簡単な芳香族アミンであるアニリンは (ア) をスズと塩酸で還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えること<sup>①</sup>で得られる。アニリンにさらし粉水溶液を加えると (イ) 色を呈することから、この呈色反応はアニリンの検出に用いられる。アニリンは無水酢酸によってアセチル化されアセトアニリドが生成する。<sup>②</sup>

アゾ染料はアゾ基を有し、ジアゾニウム塩とフェノール類とのジアゾ (ウ) という反応によって合成される。アニリンを塩酸と (エ) と反応させることで塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が得られる。この塩化ベンゼンジアゾニウムは分解しやすくジアゾ (ウ)<sup>③</sup>に用いる際には温度が上がらないよう注意が必要である。塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液とフェノールから調製したナトリウムフェノキシド水溶液を加えることで (オ) 色の *p*-フェニルアゾフェノール (*p*-ヒドロキシアゾベンゼン)<sup>④</sup>が生成する。

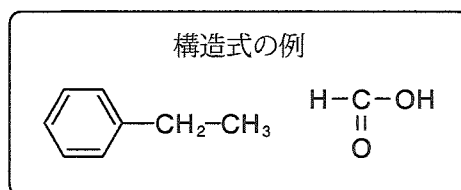
問 1 (ア) ~ (オ) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2 下線部①の操作で起こる変化を化学反応式で記せ。

問 3 下線部②の反応を化学反応式で記せ。

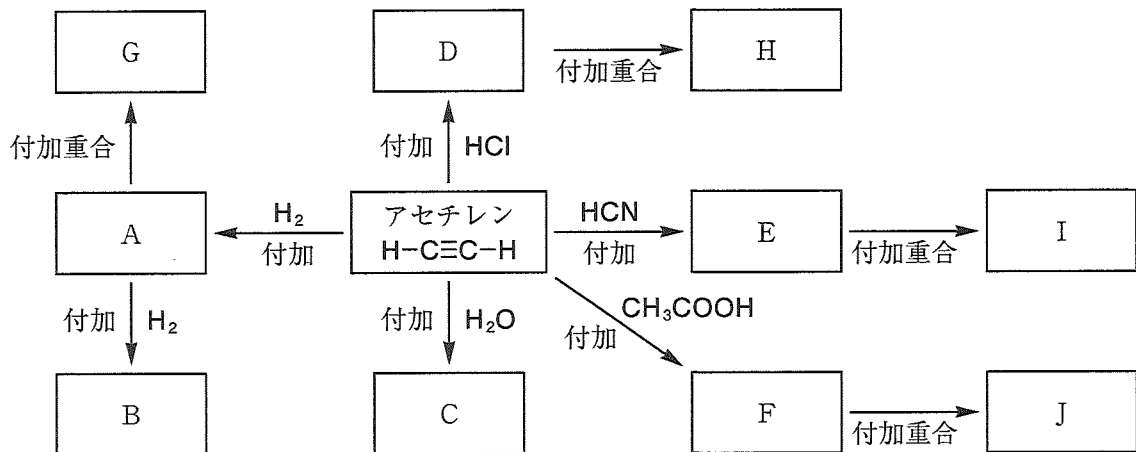
問 4 下線部③の分解を化学反応式で記せ。

問 5 下線部④の化合物を構造式で描け。



V

アセチレンを中心とした有機化合物、高分子化合物の系統図を見て、各問に答えよ。(35点)



問 1 有機化合物 A ~ F の名称を答えよ。

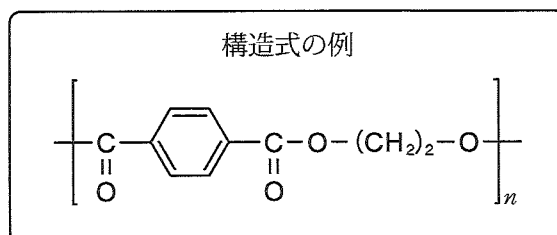
問 2 高分子化合物 G ~ J の構造式を例にならって描け。

問 3 高分子化合物 G, H, I の特徴や用途として、最も適切なものをそれぞれ 1 つ選び、(a)~(f) の記号で記せ。

- (a) 透明性や強度に優れており、大型水槽などに用いられる。
- (b) この繊維は羊毛に似た感触で暖かく、セーターや毛布などに用いられる。
- (c) 硬くて耐薬品性・耐久性に優れており、水道管などに用いられる。
- (d) 電気絶縁性や耐熱性に優れており、電気器具や調理器具などに用いられる。
- (e) 低密度のものは透明で軟らかく、ポリ袋などに用いられる。
- (f) 二酸化炭素を通しにくく、丈夫なので、飲料水の容器に用いられる。

問 4 高分子化合物 J をけん化し、紡糸した後、アセタール化して得られる合成繊維の名称を答えよ。また、アセタール化反応に使用する化合物の化学式を答えよ。

問 5 ナイロン 66 は縮合重合で得られる合成高分子である。その構造式を例にならって描け。また、その原料となる 2 つの化合物の名称と、重合反応中に形成される結合の名称を答えよ。



VI 分子式  $C_8H_{15}NO_3$  で表される有機化合物 A, B がある。これらの化合物について次の(1)~(6)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。なお、鏡像異性体は区別しなくてよい。(35点)

- (1) 化合物 A, B はいずれも不斉炭素原子を持っている。
- (2) 化合物 A, B をそれぞれ希塩酸中で加熱することで、化合物 A は酢酸および化合物 C, D に、化合物 B は酢酸および化合物 E, F に加水分解された。
- (3) 化合物 C および E はニンヒドリン反応を示した。
- (4) 化合物 D および F を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、化合物 D からはケトンが、化合物 F からはカルボン酸が得られた。
- (5) 化合物 D を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると黄色の沈殿が生じたが、化合物 F では沈殿は生じなかった。
- (6) 化合物 D および F を濃硫酸を用いて分子内脱水反応を行うと、どちらからもアルケンの生成が確認できた。

問 1 (3)の結果から化合物 C および E に含まれる官能基の名称を答えよ。

問 2 (4)の結果から化合物 D および F はどのように分類されることがわかるか。それぞれの分類を答えよ。

問 3 化合物 D あるいは F と酢酸との脱水縮合反応によって得られる官能基の名称を答えよ。

問 4 (5)の反応によって得られる黄色の沈殿の名称と化学式を答えよ。

問 5 (6)の実験において、一方の反応では複数のアルケンの混合物を生成した。どちらの化合物の反応であるか、D あるいは F で答えよ。

問 6 化合物 C, D, E, F のうち不斉炭素を持つものを全て選び記号で記せ。

問 7 化合物 A, B の構造式を描け。

