令和７年度入学者選抜
学力検査問題冊子
（前期日程）

理　科　（化学基礎・化学）

（工学部　建築・都市環境工学科　物質・生命化学科）

注　意　事　項

1．開始の合図があるまで，この問題冊子を開いてはいけない。

2．問題は全部で４問ある。４問すべてを解答すること。

3．この問題冊子は持ち帰ること。

注意事項　必要なら次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0，C = 12，N = 14，O = 16，Ag = 108

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ /mol，ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol

1　次の文章を読んで**問 1** ～**問 5** に答えよ。

２種類以上の物質が混じりあったものを混合物(a)といい，物質の性質の違いを利用して，混合物から目的の物質を分ける操作を分離という。また分離した物質から，さらに不純物を取り除き，より純度の高い物質を得る操作を [(ア)] という。再結晶やろ過(b)は，分離・[(ア)] の代表的な例である。このような操作などにより１種類の物質だけからなる純物質が得られる。純物質は，それぞれに固有の性質をもち，沸点，融点，密度(c)などが決まっている。

問 1　[(ア)] に入る適切な語句を答えよ。

問 2　分離や [(ア)] の操作のうち，再結晶とろ過以外のものを２つ答えよ。

問 3　下線部(a)に関して，問(1)，(2)に答えよ。

プロパン(C_3H_8)と酸素の混合気体，および水素と酸素の混合気体が別々の容器に入れられている。各容器内の気体は，燃焼したときに過不足なく反応する割合で混合されている。

(1)　２つの混合気体が燃焼するときの化学反応式をそれぞれ答えよ。

(2)　同じ質量の混合気体が燃焼するときに発生する熱が大きいのはどちらか。答えを導く過程とともに答えよ。ただし，気体のプロパンの燃焼エンタルピーは－2219 kJ/mol，気体の水素の燃焼エンタルピーは－286 kJ/mol である。

問 4　下線部(b)の操作を用いて，少量の硫酸銅(Ⅱ)が含まれた硝酸カリウムの水溶液(混合溶液)から純粋な硝酸カリウムを得ることができる。問(1)，(2)に答えよ。

(1)　80 ℃の混合溶液 173 g を徐々に冷やしていくと，60 ℃に達したときから硝酸カリウムが析出し始め，40 ℃まで冷やすと 36 g 析出した。20 ℃まで冷やすと，さらに何 g 析出するか。答えを導く過程とともに整数で答えよ。ただし，いずれの温度でも硫酸銅(Ⅱ)は析出しなかったとする。硝酸カリウムの水 100 g に対する溶解度は 20 ℃で 32 g，40 ℃で 65 g，60 ℃で 110 g，80 ℃で 169 g とし，硫酸銅(Ⅱ)の影響を受けないとする。

(2)　混合溶液に含まれていた硫酸銅(Ⅱ)は何 g か。答えを導く過程とともに整数で答えよ。

問 5　下線部(c)に関して問(1)，(2)に答えよ。

(1)　**図 1** はダイヤモンドの単位格子を表している。図中の a の長さを 1.8×10^{-10} m としたとき，炭素の原子半径(m)を答えを導く過程とともに有効数字 2 けたで答えよ。ただし，$\sqrt{3} = 1.7$ とする。

(2)　ダイヤモンドの密度(g/cm^3)を答えを導く過程とともに有効数字 2 けたで答えよ。ただし，$1.8^3 = 5.8$ とする。

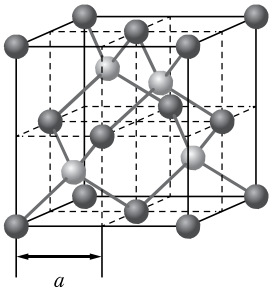


図 1　ダイヤモンドの単位格子

2 次の文章を読み，**問 1** ～**問 5** に答えよ。

元素の大多数は金属元素であり，周期表において，1族，2族と13～16族の元素は [(ア)]，3～12族の元素は [(イ)] である。特に [(イ)] は全て金属元素であり，その原子は，[(ウ)] より内側の電子殻で電子が増加していき，[(ウ)] 電子の数があまり変化しないため，となりあう元素どうしで性質が似ている。そのなかで，銀 Ag は，塩酸や希硫酸には溶けないが，硝酸や熱濃硫酸には反応して溶ける。無色の硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると褐色の化合物 [(エ)] の沈殿が生じた。この沈殿を取り出してアンモニア水を加えると，沈殿が溶けて無色の溶液となった(a)。一方，無色の硝酸銀水溶液に白金電極を用いて 10.0 A の電流で 3 分 13 秒間電気分解を行った。陰極周辺では，電子を受け取る [(オ)] 反応が起こり，銀が析出した。陽極では，周りの分子やイオンが電子を出す [(カ)] 反応が起こり，酸素が発生した。また別の実験で，銀イオンを含む複数の金属イオンが混じった水溶液から，金属イオンの反応と塩の溶解性を利用して，各金属イオンの分離を試みた。

問 1 [(ア)] ～ [(ウ)] に入る適切な語句を答えよ。

問 2 [(エ)] の化合物の化学式を記せ。

問 3 下線部(a)の化学反応について，以下を参考にしながらイオン化学式(1)と(2)を答えよ。

$$[(エ)] + 4NH_3 + H_2O \rightarrow [(1)] + [(2)]$$

問 4 [(オ)] と [(カ)] に入る適切な語句を答えよ。また，析出した銀の質量(g)と発生した酸素の標準状態（0 ℃，1.013×10^5 Pa）での体積(L)について，答えを導く過程とともに有効数字 3 けたでそれぞれ答えよ。なお，標準状態での気体のモル体積は 22.4 L/mol である。イオンの移動や，反応による水溶液の体積変化と発生した酸素の水溶液への溶解は無視できるものとする。

問 5　Ag^{+}，Al^{3+}，Fe^{3+}，Zn^{2+} を含む混合水溶液から，**図 2** の操作により各イオンを分離した。沈殿 A の化合物を化学式で記せ。また，ろ液 B とろ液 C に含まれている錯イオンをそれぞれ化学式で記せ。

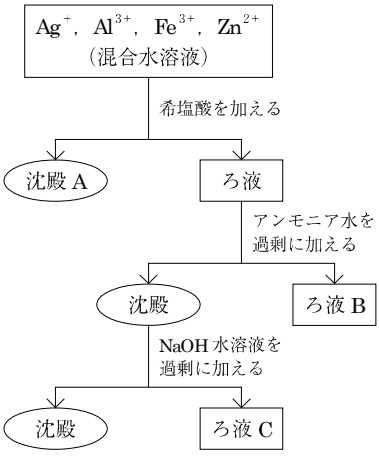
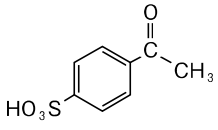


図 2　混合水溶液から各金属イオンを分離する方法

3 次の文章を読み，**問 1** ～**問 7** に答えよ。なお，構造式は例にならって記せ。



構造式の例

Ⅰ．ベンゼンを原料に，次に示した方法で化合物 D の合成を行った。

ベンゼン $\xrightarrow[\text{濃硝酸，濃硫酸}]{\textbf{実験 1}}$ **化合物 A** $\xrightarrow[\text{スズ，塩酸}]{\textbf{実験 2}}$ **化合物 B** $\xrightarrow[\text{水酸化ナトリウム}]{\textbf{実験 3}}$ **化合物 C**

$\xrightarrow[\text{無水酢酸}]{\textbf{実験 4}}$ **化合物 D**

実験 1：ベンゼンに，濃硝酸と濃硫酸の混合物(混酸)を加えて加熱し [(ア)] を行い，一置換体である化合物 A を得た。

実験 2：化合物 A に，スズと塩酸を反応させて化合物 B を得た。

実験 3：化合物 B に，水酸化ナトリウム水溶液を反応させて化合物 C を遊離した。

実験 4：化合物 C に，無水酢酸を加えて [(イ)] を行い，化合物 D を得た。

Ⅱ．フェノールを原料に，次に示した方法で化合物 E の合成検討を行った。

フェノール $\xrightarrow[\text{濃硝酸，濃硫酸}]{\textbf{実験 5}}$ **化合物 E**

実験 5：フェノールに十分な量の混酸を作用した。段階的な [(ア)] を経て，最終的に黄色の結晶となる化合物 E を得た。

実験 6：**実験 5** と同様に反応を行ったが，反応を途中で止めてしまったところ，フェノールと化合物 E 以外の，いくつかの化合物が得られた。

問 1 [(ア)] と [(イ)] に当てはまる反応を次の中から選べ。

スルホン化，ニトロ化，中和，エステル化，アセチル化，ジアゾ化，臭素化

問 2 化合物 A～D の構造式を記せ。

問 3　化合物 C を合成した際に，化合物 A を混ぜてしまった。化合物 C と化合物 A を簡便に分離する方法を述べよ。

問 4　化合物 E の構造式を記せ。

問 5　フェノール(18.8 g)を全て化合物 E にするためには，60 %硝酸は理論的に何 mL 必要か，答えを導く過程とともに，有効数字 2 けたで答えよ。ただし，1.0 g の 60 %硝酸には，0.60 g の硝酸が含まれ，また 60 %硝酸の密度は 1.37 g/mL である。

問 6　**実験 6** で得られた化合物について，可能性のある全ての化合物の構造式を記せ。ただし，これらの化合物は，混酸を作用した場合に，最終的に化合物 E になる。

問 7　**実験 1** と**実験 5** で，ベンゼンとフェノールの [(ア)] を行っている。**実験 1** では 1 段階で反応が止まり，**実験 5** では多段階の [(ア)] が進行する。これらの事実から，ベンゼン，フェノール，及び化合物 A の [(ア)] に対する反応性を類推し，反応性の高い順から答えよ。

4 次の文章を読み，**問 1** ～**問 4** に答えよ。

タンパク質は，生命活動においてさまざまな役割をもつ高分子化合物であり，主な構成成分はアミノ酸である。(a)アミノ酸は，正と負の両方の電荷をもち，全体の電荷の総和が 0 になるときの pH を [(ア)] という。

複数のアミノ酸がアミド結合でつながってできる化合物を [(イ)]，より多数のアミノ酸がアミド結合でつながってできる化合物をポリ [(イ)] といい，アミド結合は [(イ)] 結合とも呼ばれる。(b)ポリ [(イ)] が特定の立体構造をもつことで機能的なタンパク質となる。タンパク質は形状により，[(ウ)] タンパク質と [(エ)] タンパク質に分類でき，[(ウ)] タンパク質は水に溶けやすいものが多く，例えば血液や卵白などに含まれるアルブミンがある。一方，[(エ)] タンパク質は水に溶けにくいものが多い。

また，タンパク質水溶液に熱・酸・塩基・重金属イオンなどを加えると，タンパク質の立体構造が変化して，凝固や沈殿が起こる場合がある。これをタンパク質の [(オ)] といい，タンパク質に特有の性質や機能が失われることが多い。

問 1 [(ア)] ～ [(オ)] に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2　下線部(a)について，問(1)〜(3)に答えよ。

アラニンの陽イオンを A^+，双性イオンを $A^{\pm}$，陰イオンを A^- と表す。アラニンの水溶液中では，次の電離平衡が成り立つ。

$$A^+ \rightleftharpoons A^{\pm} + H^+ \quad \cdots①$$
$$A^{\pm} \rightleftharpoons A^- + H^+ \quad \cdots②$$

①式の電離定数を $K_1 = 1.0 \times 10^{-2.3}$ mol/L，②式の電離定数を $K_2 = 1.0 \times 10^{-9.7}$ mol/L とする。

(1)　アラニン水溶液の全体の電荷の総和が 0 になるときの pH を求め，答えを導く過程とともに有効数字 2 けたで答えよ。

(2)　アラニン水溶液が pH = 1.0 のとき，最も多く存在するイオンは，A^+，$A^{\pm}$，A^- のうちどれか答えよ。

(3)　pH = 5.0 のアラニン水溶液中に存在する A^+ の数は A^- の $1.0 \times 10^{\square}$ 倍である。□に当てはまる数値を，答えを導く過程とともに有効数字 2 けたで答えよ。

問 3　下線部(b)について，問(1)，(2)に答えよ。

(1)　タンパク質の典型的な二次構造を 2 つ答えよ。

(2)　生体内で化学反応の触媒としてはたらくタンパク質を何というか答えよ。

問 4　(エ)　タンパク質に分類される具体的なタンパク質の名称を 1 つ答えよ。

志願学科		受験番号	

令和７年度入学者選抜
学力検査解答冊子
（前期日程）

理　科（化学基礎・化学）解　答　冊　子

（ 工学部 ）

注 意 事 項

1. 開始の合図があるまで，この解答冊子を開いてはいけない。
2. 開始の合図の後，解答にかかる前に，まず，解答冊子が５ページからなっていることを確認すること。
3. 開始の合図の後，志願学科，受験番号をすべてのページの所定の欄に記入すること。
4. この解答冊子は**ばらばらにしてはいけない**。
5. 解答はそれぞれの問題に対応する欄の中に記すこと。
6. この解答冊子は持ち帰ってはいけない。

	1	2	3	4	合　計
採点					

志願学科		受験番号	

令和７年度入学者選抜学力検査
解　答　用　紙
〔前　期　日　程〕

理科　（化学基礎・化学）

1

問 1		問 2	

問 3	(1)	（プロパンと酸素の混合気体が燃焼するときの化学反応式）	
		（水素と酸素の混合気体が燃焼するときの化学反応式）	
	(2)	（答えを導く過程）	（答）　と酸素の混合気体
問 4	(1)	（答えを導く過程）	（答）　g
	(2)	（答えを導く過程）	（答）　g
問 5	(1)	（答えを導く過程）	（答）　m
	(2)	（答えを導く過程）	（答）　g/cm^3

採点	1

志願学科		受験番号	

令和７年度入学者選抜学力検査
解　答　用　紙
〔前　期　日　程〕

理科　（化学基礎・化学）

2

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)
問 2	(エ)		
問 3	(1)	(2)	
問 4	(オ)	(カ)	
	銀の質量	（答えを導く過程）	（答）　g
	酸素の体積	（答えを導く過程）	（答）　L
問 5	沈殿 A		
	ろ液 B	ろ液 C	

採点	2

志願学科		受験番号	

令和７年度入学者選抜学力検査
解　答　用　紙
〔前　期　日　程〕

理科　（化学基礎・化学）

3

問 1	(ア)	(イ)	
問 2	化合物 **A**	化合物 **B**	
	化合物 **C**	化合物 **D**	
問 3			
問 4	化合物 **E**		
問 5	（答えを導く過程）	（答）　mL	
問 6			
問 7	反応性の高い化合物　　，　　，	反応性の低い化合物	

採点	3

志願学科		受験番号	

令和７年度入学者選抜学力検査
解　答　用　紙
〔前　期　日　程〕

理科　（化学基礎・化学）

4

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)
	(エ)	(オ)	
問 2	(1)	（答えを導く過程） （答） pH　＝	
	(2)		
	(3)	（答えを導く過程） （答）	
問 3	(1)		(2)
問 4			

採点	4