

令和5年度入学者選抜試験問題

化学基礎・化学（前期日程）

（注意事項）

1. 試験開始までに表紙の注意事項をよく読んでください。
2. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
3. 試験開始の合図があったら、すぐに用紙の種類と枚数を確かめ、受験番号をすべてに記入してください。
  - 表紙（この用紙） 1枚
  - 化学基礎・化学その1 1枚
  - 化学基礎・化学その2 1枚
  - 化学基礎・化学その3 1枚
4. 配付された用紙の種類や枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 答えは、特に指定がなければ、解答欄に記入してください。
6. 試験終了後、すべての用紙を回収します。
7. 問題用紙の余白や裏面を草案に使用しても構いませんが、採点の対象にはなりません。

- 特に断りがなければ、次の数値を使用しなさい。

元素	H	C	N	O	Na	K	Fe	Ni	Zn	Ba
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	23.0	39.1	55.9	58.7	65.4	137.3

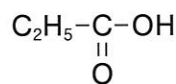
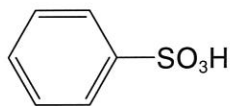
アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

気体定数  $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数  $9.65 \times 10^4 \text{ C} / \text{mol}$

- 気体は、特に指定がなければ、理想気体として取り扱いなさい。
- 有機化合物の構造式は、特に指定がなければ、次の例にならって簡略化した構造式で書きなさい。

例：



受験番号

**問題1** 水分子は、分子内で水素原子と酸素原子が（ア）結合により結合している。水素原子と酸素原子は電気陰性度が異なるため、原子間に電荷の偏りがあることから、水分子の（ア）結合は（イ）を有している。また、水分子の分子間では、（ウ）結合と呼ばれる強い引力が働いており、分子量から予想される沸点よりも実際の沸点は異常に高い。水素原子と酸素原子には同位体が存在しており、例えば、自然に存在する水素原子の99.99%は軽水素と呼ばれる陽子が（エ）個、中性子が（オ）個で構成される原子である。一方で、重水素は陽子が（カ）個、中性子が（キ）個で構成される原子である。水を374℃、 $220 \times 10^5$  Pa以上に加熱および加圧すると気体とも液体とも区別のつかない（ク）状態になる。水1.8gを27℃で、体積100 Lの真空容器に封入して全て蒸発させた場合の容器内の圧力は（ケ）Paである。純粋な水はごくわずかに電離しており、25℃の場合の $H^+$ の濃度はおよそ（コ）mol/Lである。2.0 mol/Lのアンモニア溶液を水で10倍に希釈した溶液のpHは（サ）である。以下の間に答えなさい。

**問1** 空欄（ア）から（サ）に当てはまる言葉または数字を答えなさい。ただし、 $\log_{10}2 = 0.30$ 、アンモニアの電離定数を  $K_b = 2.0 \times 10^{-5}$  mol/Lとし、（ケ）と（コ）は有効数字2桁で、（サ）は小数点以下第1位まで答えなさい。

**問2** 水は様々な物質を溶かす優れた溶媒でもある。次の①から③それぞれに示す2つの化合物の組み合わせのうち、水への溶解度がより大きい化合物はどちらか。その化合物の化学式または構造式を書きなさい。

①		②		③	
1-プロパノール	1-ブタノール	ベンゼン	アセトン	塩化カリウム	硫酸バリウム

解答欄	問1	ア	イ		ウ	
		エ	オ	カ	キ	
		ク	ケ	コ	サ	
	問2	①	②	③		

**問題2** ①黒鉛の燃焼熱は394 kJ/mol、②水（液）の生成熱は286 kJ/molである。③メタン（気）1 molを完全燃焼させると、891 kJの熱を発生し、水（液）を生じた。以下の間に答えなさい。

**問1** 下線部①、②、③の熱化学方程式をそれぞれ書きなさい。物質の状態を明記すること。

**問2** メタンの生成熱（kJ/mol）を整数で求めなさい。

**問3** H-H結合の結合エネルギーは435 kJ/molであり、C（黒鉛）のC-C結合を切断するために必要なエネルギーは720 kJ/molである。メタンの各C-H結合の結合エネルギー（kJ/mol）を整数で求めなさい。

解答欄	問1	①				
		②				
		③				
	問2	kJ/mol	問3	kJ/mol		

受験番号

小計

**問題3** 金属元素の中で鉄は（ア）の次に地殻中に多く存在する。鉄は湿った空気中でさびやすい。さび（赤さび）は水を含む赤褐色の①酸化鉄(Ⅲ)で、さびによる腐食は内部まで進行するので、鉄を材料として利用するには赤さびを防ぐことが重要になる。東北地方の名産品である南部鉄瓶は、鉄を強熱することで表面に黒色の四酸化三鉄を生じさせて、内部を保護した茶道具である。実験室においては鉄の小片を②濃硝酸に入れると不動態となり、それ以上反応しなくなる。一方で、鉄を主成分とした（イ）とニッケルとの合金であるステンレス鋼はそれ自身がさびにくい特性をもつ。③鉄の表面に亜鉛をめっきしたトタンは主に建築資材として使われる一方で、鉄の表面に（ウ）をめっきしたブリキは缶詰やバケツなどに用いられる。以下の問に答えなさい。

問1 （ア）、（イ）、（ウ）に入る元素記号をそれぞれ答えなさい。

問2 下線部①の物質を一酸化炭素と反応させると金属の鉄が生成した。この反応式を書きなさい。

問3 下線部②の代わりに希硫酸を使うと、鉄が溶け出し溶液は淡緑色になった。この溶液を取り出して過酸化水素水を加えると何色になるか、最もふさわしいものを一つ選び記号で答えなさい。

(a) 変化なし (b) 無色 (c) 赤色 (d) 黄褐色 (e) 青白色 (f) 濃緑色 (g) 灰色

問4 下線部③について、適切な濃度に調製した十分な量の塩化亜鉛水溶液を電解液に用い、 $1.0\text{ m}^2$ の鉄板の片側表面に厚さ $1.0 \times 10^{-5}\text{ m}$ の均一な厚みの亜鉛めっきを行った。反応に使われた電気量(C)を有効数字2桁で求めなさい。ただし、金属亜鉛の密度を $7.1\text{ g/cm}^3$ とする。

解 答 欄	問1	ア		イ		ウ		
	問2				問3			問4

**問題4** 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

分子式 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ 、 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2\text{N}$ で表される4種類の芳香族化合物が溶解したジエチルエーテル溶液が分液ろうとうに入っている。これに対し以下の(1)～(4)の順に分離操作を行った。

(1) 塩酸を加えてよく振り混ぜたのち、水層を取り出して水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、化合物Aが遊離した。

(2) 残ったエーテル層に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜたのち、水層を取り出して塩酸を加えたところ、化合物Bが遊離した。

(3) 残ったエーテル層に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜたのち、水層を取り出して塩酸を加えたところ、化合物Cが遊離した。

(4) 残ったエーテル層を取り出しジエチルエーテルを蒸発させると、化合物Dが得られた。

問1 化合物A～Dの名称を答えなさい。

問2 化合物A～Dの中から水に溶解したときに酸性を示すものを2つ選び、さらに塩酸、炭酸の合計4種類の酸で、酸としての強さを比較し、強い順に並べ、分子式で答えなさい。

問3 上記の化合物 $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ を $1.86\text{ g}$ とり、無水酢酸 $2.04\text{ g}$ と反応させたところ、芳香族化合物Eが $1.35\text{ g}$ 生じた。化合物Eの名称を答えなさい。さらに収率(%)を整数で答えなさい。ただし収率とは、反応式から計算した生成物の質量に対する、実験で得られた生成物の質量の割合をいう。

解 答 欄	問1	A		B		
		C		D		
	問2	>		>		
問3	名称：				収率：	%

受 験 番 号

小 計

問題5 以下の問に答えなさい。

- 問1 硫酸アルミニウムと硫酸カリウムを1：1の物質質量比で混合した水溶液を濃縮したときに生成する結晶の名称を答えなさい。  
 問2 問1の結晶を水に溶かすと個々の成分イオンに電離する。このように、2種類以上の塩から生じ、もとの成分イオンがそのまま存在する塩を何というか。  
 問3 問2の水溶液の液性は酸性、中性、塩基性のいずれを示すか、その理由とともに答えなさい。  
 問4 問2の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えていくと、最初に①白色沈殿を生じるが、②過剰に加えると沈殿が溶解して無色になる。下線部①と②の反応式を書きなさい。

解答欄	問1			問2	
	問3	液性：理由：			
	問4	①			
		②			

問題6 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

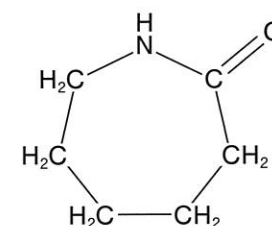
合成高分子化合物Aは、次のような工程で作られる。酢酸ビニル  $\text{CH}_2 = \text{CHOCOCH}_3$  を付加重合させて、ポリ酢酸ビニルとし、①これを水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、ポリビニルアルコールが得られる。ポリビニルアルコールの水溶液を細孔から硫酸ナトリウム飽和水溶液に押し出し、繊維状に凝固させる。この繊維は水に可溶であるが、②酸性で適量ホルムアルデヒドと反応させると、水に不溶な合成高分子化合物Aが得られる。

- 問1 合成高分子化合物Aは何か答えなさい。  
 問2 下線部①でポリ酢酸ビニル7.74gが全て反応したとき、消費される水酸化ナトリウムの質量(g)を有効数字2桁で答えなさい。  
 問3 下線部②の反応により、アルデヒド基が近くの水酸基2個と反応して水分子が分離する。このような反応を何というか答えなさい。

解答欄	問1		問2	g	問3	

問題7 ε-カプロラクタム（右図）に少量の水を加えて加熱したところ、平均分子量  $1.13 \times 10^4$  の高分子化合物を得た。以下の問に答えなさい。

- 問1 この重合の形式を何というか答えなさい。  
 問2 得られた高分子化合物の名称を答えなさい。  
 問3 この高分子化合物は強度や耐久性に優れている。その理由を答えなさい。  
 問4 平均重合度を整数で答えなさい。  
 問5 重合において、少量の水はどのような役割をしているのか答えなさい。



解答欄	問1			問2	
	問3				
	問4		問5		

受験番号

小計