

# 令和 2 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	Cl	K	Br
原子量	1.0	12.0	14.0	16.0	23.0	35.5	39.1	80.0

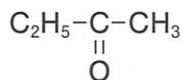
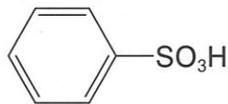
アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態 (0℃,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) での気体 1 mol の体積 22.4 L

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

- 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 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

同一の原子番号を持つ原子において質量数の異なるものがある。例えば、 $^1\text{H}$ と $^2\text{H}$ はこの関係にあり、これを①と呼ぶ。一方、 $^{13}\text{C}$ は（ア）個の陽子と（イ）個の②と（ウ）個の電子から構成されている。これらの電子のうち（エ）個は最も外側の電子殻である③殻に入っている。最も外側の電子殻の電子を最外殻電子と呼び、希ガスを除き、その数が1～7個のとき④といい、原子がイオンになるとき重要な働きを示す。Arの最外殻電子の数は（オ）個であるが、④の数は（カ）個とみなす。また、Cと同族で原子番号14の元素⑤は⑥殻に最外殻電子が（キ）個入っており、Cと似た性質を示す。

問1 ①～⑥に入る最も適切な語句を書きなさい。

問2 （ア）～（キ）に入る最も適切な数字を書きなさい。

解答欄	問1	①							②							③						
		④							⑤							⑥						
	問2	ア		イ		ウ		エ		オ		カ		キ								

問題2 pHが9.00の緩衝液をつくるためには、2.0 Lの0.10 mol/Lのアンモニア $\text{NH}_3$ 水に対して、どれだけの量の塩化アンモニウム $\text{NH}_4\text{Cl}$ を加えればよいかを考える。アンモニアの電離定数を $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$  mol/Lとし、塩化アンモニウムの添加による体積変化は無視できると仮定して以下の問に答えなさい。

問1 アンモニア水中の電離平衡の式を書きなさい。

問2 緩衝溶液中の $[\text{OH}^-]$ を求めなさい。

問3  $[\text{NH}_4^+]$ を $[\text{OH}^-]$ 、 $[\text{NH}_3]$ および $K_b$ を用いて表しなさい。

問4 加える $\text{NH}_4\text{Cl}$ の量を物質質量で答えなさい。

解答欄	問1														
	問2														
	問3								問4						

問題3  $1.0 \times 10^3$  gのベンゼンの中にジニトロベンゼン20.0 gが溶解している。その溶液は大気圧下で80.40℃の沸点を示す。ベンゼンの沸点を80.10℃としたとき、以下の問に答えなさい。

問1 ベンゼン $1.0 \times 10^3$  gにジニトロベンゼン10.0 gが溶解している溶液の沸点を求めなさい。

問2 ベンゼンに対するモル沸点上昇の値を求めなさい。

解答欄	問1														
	問2														

受験番号

小計

問題4 ニトロベンゼンからアニリンの合成方法に関する次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

試験管にニトロベンゼンを取り、aとbを加え、ニトロベンゼンの油滴が消えるまで、約60℃で穏やかに加熱し反応させる。反応が終了したら、液体部分だけを三角フラスコに移す。これにcの水溶液を、一度生じた白色沈殿が溶けて、乳濁液になるまで加える。十分に冷却後、ジエチルエーテルを加え、振り混ぜて静置すると2層に分かれる。生じたアニリンを塩酸に溶かした後、氷で冷却し、これにNaNO<sub>2</sub>の水溶液を加えるとdの水溶液が生じる。低温に保ったまま、dの水溶液にナトリウムフェノキシドを作用させるとeが生じる。

問1 a～eの物質名を答えなさい。

問2 下線部の反応式を書きなさい。

問3 2.46gのニトロベンゼンから何gのアニリンが得られるか求めなさい。

問4 アニリンの検出によく利用される試薬を下のA群から、そのときに呈する色をB群から、それぞれ選び番号と記号で答えなさい。

A群：(1) フェーリング液 (2) 水酸化ナトリウム水溶液 (3) さらし粉水溶液 (4) アンモニア性硝酸銀水溶液

B群：(ア) 赤紫色 (イ) 黒色 (ウ) 青紫色 (エ) 青黄色 (オ) 黄緑色

問5 dからeをつくる反応を一般に何と呼ぶか、答えなさい。

解答欄	問1	a	b		c
		d	e		
	問2				
問3	問4	A群	B群	問5	

問題5 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

分子式C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>で表されるカルボン酸Aを濃硫酸の存在下、エタノールによってエステル化すると、化合物Bおよび化合物Cが得られた。これらに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、化合物Bでは気体が発生したが、化合物Cでは変化がなかった。また、カルボン酸Aを加熱すると、分子内で脱水反応が生じて、化合物Dに変化した。一方で、カルボン酸Aの幾何異性体Eは加熱によって変化しなかった。

問1 カルボン酸Aの化合物名および構造式を書きなさい。

問2 化合物B～Eの構造式を書きなさい。

問3 下線部の気体の名称を答えなさい。

問4 232mgのカルボン酸Aを完全に中和するためには、0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が何mL必要か求めなさい。

解答欄	問1	名称	問3		
		構造式			
	問2	化合物B	化合物C		問4
		化合物D	化合物E		
受験番号	小計				

問題6 金属の製法に関する次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

鉄の単体は、①鉄鉱石と、主にコークスの燃焼によって生じる一酸化炭素の反応によって、4%程度の炭素を含む銑鉄（せんでつ）として得られる。銅の単体は、黄銅鉱などの化合物から99%程度の銅を含む粗銅が得られる。さらに、②粗銅と純銅を電極とし、硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で電気分解を行うことで、99.99%以上の純銅が得られる。③ナトリウムなどのアルカリ金属は、その化合物を高温で融解し、電気分解することによって単体得られる。アルミニウムもアルカリ金属と同様に、酸化アルミニウムに④氷晶石を加えて融解し、電気分解することによって得られる。

問1 下線部①について、鉄鉱石を酸化鉄(III)としたとき、鉄が生じる反応の反応式を書きなさい。

問2 下線部②について、粗銅は陽極、陰極どちらに用いられるか答えなさい。

問3 下線部③について、この方法の名称を答えなさい。また、これらの金属が水溶液の電気分解では得られない理由を答えなさい。

問4 下線部④について、この化合物の化学式を書きなさい。また、この化合物を加える理由を答えなさい。

解答欄	問1			問2	
	問3	名称		理由	
	問4	化学式		理由	

問題7 次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

タイヤに用いられる原料ゴムは天然ゴムと合成ゴムを混合して製造されている。天然ゴムはゴムノキの(ア)と呼ばれる樹液に酸を加えて沈殿させたもので、転がり抵抗が低いことから比較的環境への負荷が軽減されたゴムとして使用比率が増加している。天然ゴムは(イ)が(ウ)重合した鎖状構造をもつ高分子化合物である。この構成単位に含まれる二重結合は(エ)形の構造をとるため、分子全体が曲がりくねった丸まった形となる。天然ゴムに数%の硫黄を加えて加熱すると鎖状の分子が硫黄原子によって(オ)構造を形成するため、より弾性の大きなゴムとなる。この操作を(カ)と呼ぶ。合成ゴムの中にブタジエンゴム(BR)がある。これは1,3-ブタジエンを(ウ)重合させることで得られる。また、スチレンと1,3-ブタジエンを共重合させるとスチレン-ブタジエンゴム(SBR)が得られる。

問1 (ア)～(カ)に入る最も適当な語句を書きなさい。

問2 下線部のSBRを合成する化学反応式を書きなさい。

問3 SBR 133gに触媒を使って、240gの臭素を完全に反応させた。このとき、このSBRに含まれるブタジエンの物質量は同SBRに含まれるスチレンの物質量の何倍か答えなさい。ただし、臭素はベンゼン環と反応しないものとする。

解答欄	問1	ア		イ		ウ	
		エ		オ		カ	
	問2						
問3							

受験番号

小計