

化 学 $\frac{1}{7}$

[解答にあたって、必要があれば次の値を用いること。]

原子量：H 1.0, C 12, O 16

I プロペンと等しい物質量の臭化水素を瓶の中に封じ込めたところ、反応が開始した。この反応について、問1～6に答えよ。

問1 この反応では、2種類の可能な構造異性体のうち、一方が優先して生成する。この現象を表す法則の名称を示せ。また、得られた生成物を構造式で示せ。

問2 速度定数 k は、頻度因子 A 、定数 e 、活性化エネルギー E_a 、温度 T 、気体定数 R を用いて、 $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$ の式で表される。この式の名称を示せ。

問3 本反応では、プロペンの濃度 ($[C_3H_6]$)、臭化水素の濃度 ($[HBr]$) のいずれを変えても、それぞれの濃度に比例して反応速度に変化が見られた。反応速度 v はどのように表されるか示せ。

問4 時間の経過に伴った反応物の濃度変化を以下の表に示す。325 K、393 K における速度定数 k_{325K} 、 k_{393K} を算出せよ。ただし、反応は理想的に進行したものとする。

T [K]	反応物の濃度 [mol/L]	
	0 秒後 (反応開始時)	10 秒後
325	1.0×10^{-2}	3.9×10^{-3}
393	1.0×10^{-2}	6.0×10^{-3}

問5 プロペン、臭化水素、生成物の生成熱は、それぞれ -20.0 、 36.4 、 99.4 kJ/mol である。この反応は発熱反応か、それとも吸熱反応か。また、反応熱を求めよ。

問6 C-H、C-C、H-Br、C-Br 結合の解離エネルギー（結合エネルギー）は、それぞれ 414、348、366、291 kJ/mol である。プロペン中の C=C 結合の解離エネルギーを計算によって求めよ。

化 学 $\frac{2}{7}$

II 試験管 A, B, C, D, E, F には亜鉛, アルミニウム, 銀, 鉄, 銅, 鉛のいずれかの金属片が別々に入っている。これらの試験管を用いて①～⑥の実験を行った。問 1～7 に答えよ。

- ① 試験管 A, B, C, D, E, F に塩酸を加えると, A, B, C 内の金属片は_ア気体を発生しながら溶解した。
- ② ①の実験で得られた試験管 A, B, C に, アンモニア水溶液を少しずつ加えていくと, _イ試験管 A には緑白色沈殿が生じ, 試験管 B と_ウC には白色沈殿が生じた。さらに過剰のアンモニア水溶液を加えると試験管 A, B には変化が見られなかったが, _エ試験管 C 内の沈殿は再び溶けて透明になった。
- ③ ②の実験で得られた試験管 B から沈殿を取り出して 300℃ 以上に加熱すると, 白色固体が得られた。_オこの固体は酸化物であり塩酸および水酸化ナトリウム水溶液に溶解した。
- ④ 新たに用意した試験管 D, E, F に硝酸を加えると, いずれの金属片も気体を発生しながら溶解した。
- ⑤ ④の実験で得られた試験管 D, E, F に, 塩酸を加えると試験管 D, E には白色沈殿が生じた。さらに日の当たる窓辺に置いておくと試験管 E 内の白色沈殿は黒く変色した。
- ⑥ 試験管 D で生じた白色沈殿を取り出して熱水中で煮沸すると溶解した。

問 1 試験管 A, B, C, D, E, F に入っている金属片はそれぞれ何か。元素記号で答えよ。

問 2 下線アで発生した気体は何か。化合物名で示せ。

問 3 下線イで生じた緑白色沈殿は何か。化学式で示せ。

問 4 下線ウで生じた白色沈殿は何か。化学式で示せ。

問 5 下線エで生じたイオンは何か。化学式で示せ。

問 6 下線オのように, 酸や強塩基と反応する酸化物の名称を示せ。また, 白色酸化物が塩酸に溶解する反応と, 水酸化ナトリウム水溶液に溶解する反応をそれぞれ化学反応式で表せ。

問 7 ④の実験で試験管 F に希硝酸を加えた場合と濃硝酸を加えた場合とでは発生する気体の色が異なる。それぞれの反応を化学反応式で表せ。

化 学 $\frac{3}{7}$

Ⅲ 次の問1～7に答えよ。

- 問1 酸素分子 (O_2) を発生させるために必要な試薬と、その時に使用する触媒を化学式で示せ。
- 問2 酸素分子に強い紫外線を照射すると、酸素分子とは異なる単体 A が生成する。A の物質名を示せ。
- 問3 物質 A の検出は、水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を青紫に変えることによって行われる。この変化を化学反応式で表せ。
- 問4 ヨウ素は水に溶解しにくいですが、ヨウ化カリウム水溶液には容易に溶解する。その理由を述べよ。
- 問5 ヨウ化カリウム水溶液に臭素水を加えた時に起こる化学変化を、化学反応式で表せ。
- 問6 塩素を実験室で発生させたい。必要な試薬を化学式で示せ。
- 問7 問6の実験で塩素を発生させた時、2本の洗気瓶 B と C を連続して通過させる。B、C 内の液体は何か。また、何を除くためのものか。それぞれ答えよ。

化 学 $\frac{4}{7}$

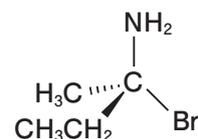
IV 次の文を読んで、問1～7に答えよ。構造式を書く時はC-H結合を全て線で示す必要はなく、メチル基を $-\text{CH}_3$ と表しても構わない。

炭素、水素、酸素で構成されるある化合物の元素分析をした結果、炭素が64.79%、水素が13.61%という結果が得られた。また、質量分析をしたところ、分子量が74であることも明らかになった。

問1 これらの情報から導き出される分子式を示せ。

問2 問1で答えた分子式を有する化合物には、何種類の構造異性体が存在するか。

問3 問2で答えた構造異性体のうち、立体異性体を有するものは何種類存在するか。また、そのうちの1つを例にとり、右の例に従って立体構造がわかるように図示せよ。



問4 問2で答えた構造異性体のうち、沸点が最も高いものと、最も低いものを構造式で示せ。また、その理由を述べよ。

問5 問2で答えた構造異性体のうち、硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液とともに加熱すると、反応の進度によって異なる2種類の生成物が得られるものがある。そのうちの1つを例にとり、2種類の生成物を構造式で示せ。

問6 問2で答えた構造異性体のうち、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を作用させた際、黄色沈殿が生じるものを全て構造式で示せ。ただし、1つもない場合は「なし」と答えよ。

問7 問2で答えた構造異性体の1つを酸触媒とともに加熱したところ、化合物AとBが得られた。Aは臭素溶液の褐色を無色に変えたが、Bは変化を示さなかった。また、分光学的な手法により、化合物Aには異なった環境の水素が2種類存在し、化合物Bには異なった環境の炭素が3種類存在することが明らかになった。化合物AとBは何か。構造式で示せ。

化 学 $\frac{5}{7}$

V 実験①～⑥を行った。問1～6に答えよ。

- ① 濃硝酸と濃硫酸の混合液にベンゼンを加えて加熱した。この溶液を水に注ぎ込むと、化合物 A が淡黄色の油滴として容器の底に生成した。
- ② 取り出した A に塩酸とスズ粒を加えて加熱した。この溶液中に生成した B は、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 C として遊離した。
- ③ C に無水酢酸を作用させると化合物 D が生成した。
- ④ 化合物 C に酸性条件下で亜硝酸ナトリウム水溶液を作用させると E が生成した。E は低温で扱う必要があり、5℃以上にすると F が生成した。
- ⑤ F の水溶液に十分な量の臭素水を加えると、白色沈殿が生成した。
- ⑥ F に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、容易に溶解した。

問1 ①の実験を A に対してさらに反応が進行するように厳しい条件で行った。この時、得られる生成物は何か。構造式で示せ。

問2 B の構造式を示せ。また、B の酸性度は水と比べて高いか、それとも低いかな答えよ。

問3 化合物 D を水酸化ナトリウム水溶液と煮沸すると何が生成するか。化合物名で答えよ。

問4 F が生成したことを確認する方法を1つ述べよ。ただし、⑤と⑥の実験は除く。

問5 ⑤の実験で生成した化合物は何か。構造式で示せ。

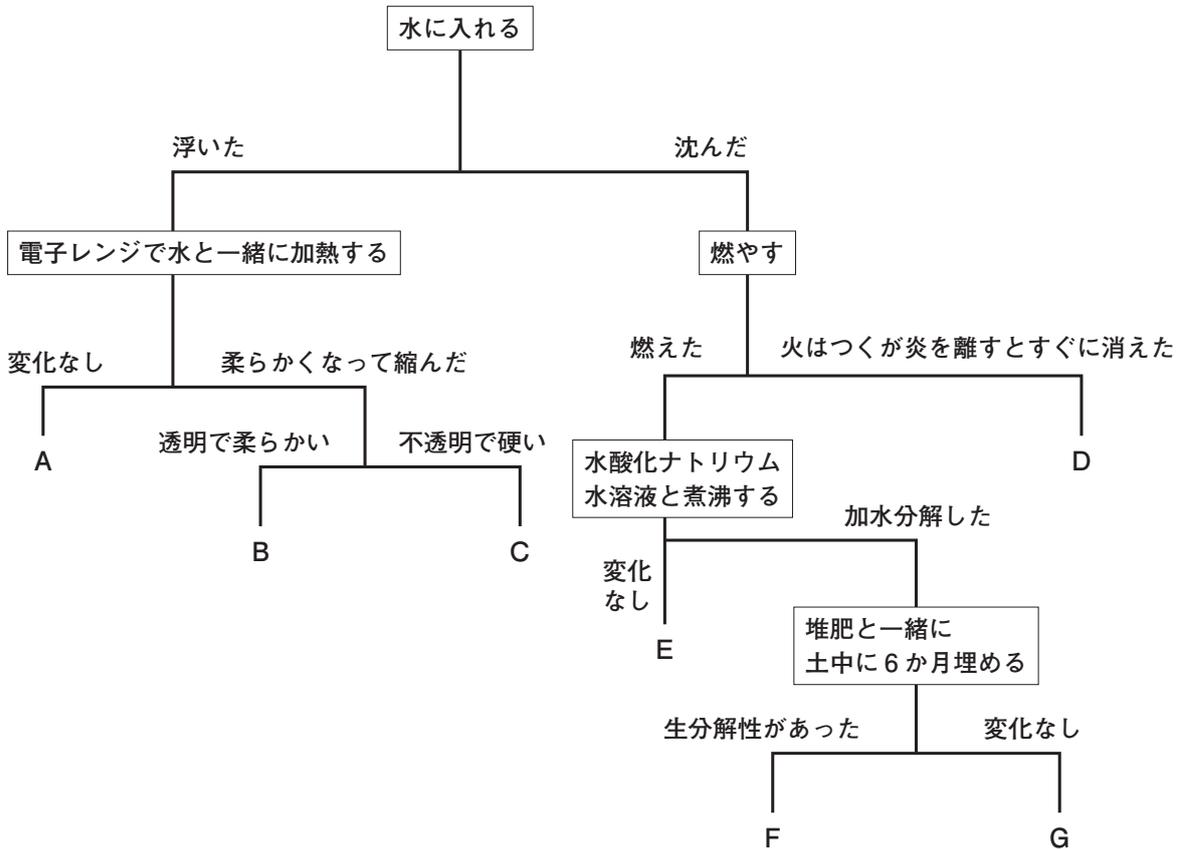
問6 ⑥の実験で得られた溶液に E を加えると、どのような変化が観察されるか述べよ。

化 学 $\frac{6}{7}$

VI 次の文を読んで、問1～5に答えよ。

高知工科大学の近くにあるスーパーマーケットに行くと、置かれている商品にはいろいろなプラスチック製品が使われていることがわかる。これらの商品にはリサイクルのためのいろいろな識別マークがついている。識別マークには1～7の数字と記号が記載されており、1：PET/ポリエチレンテレフタレート，2：HDPE/高密度ポリエチレン，3：PVC/ポリ塩化ビニル，4：LDPE/低密度ポリエチレン，5：PP/ポリプロピレン，6：PS/ポリスチレン，7：OTHERS/その他 を表している。

市販のプラスチック商品を一度溶融してシートの形にしてから、次の実験を行い、識別番号1～7への分類を行った。



化 学 $\frac{7}{7}$

問1 A～Gのプラスチックは何か。識別番号1～7で答えよ。

問2 PETとPVCを構造式で示せ。

問3 PVCを合成する反応は何重合というか答えよ。

問4 PETの平均分子量が 3.84×10^5 であるとき、1分子中には平均何個のエステル結合があるか。また、このPETを1 mol作る時、テレフタル酸は何g必要か。それぞれ答えよ。

問5 プラスチックは分別、回収されてリサイクルされる。リサイクルの方法には、ア 素材をそのまま溶融、成型して再度製品として利用する方法、イ 焼却して熱エネルギーを回収する方法、ウ 熱分解や化学的に分解して燃料や化学工業の原料として利用する方法、などが実用化されている。下線ア、イ、ウのリサイクル法を何というか答えよ。