

化学

解答は解答用紙の所定の欄に記入すること。

I 次の設問に答えよ。

1. クロムは周期表の第何族の元素か。また、原子番号、電子数、陽子数はいくらか。
2. 二クロム酸イオンを含む水溶液を塩基性にした場合に起きる化学変化を反応式で表せ。
3. 硫酸酸性水溶液中における二クロム酸イオンの酸化剤としてのはたらきを反応式で表せ。
4. 硫酸酸性水溶液中における過マンガン酸イオンと過酸化水素の反応をイオン反応式で表せ。
5. ダニエル電池を用いて電球を点灯させる場合の装置の概念図を描け。なお、電池の構成要素の名称も記せ。
6. ダニエル電池の正極における反応を反応式で表せ。
7. ダニエル電池の負極における反応を反応式で表せ。
8. ダニエル電池から 1930 C の電気量を取り出すと正極・負極の物質量はそれぞれいくら増加または減少するか。
9. 白金を電極として硝酸銀水溶液を電気分解する場合、陽極ではどのような反応が起きるか、反応式で表せ。
10. 設問 9 の電気分解で、陰極ではどのような反応が起きるか、反応式で表せ。
11. 設問 9 の電気分解で電極の物質量が 0.0100 mol 増加したとすると、発生する気体の体積は 27.0 °C, 9.60×10^4 Pa で何ℓか。ただし、発生する気体は理想気体であるものとせよ。
12. 設問 2 から 4 および設問 6, 7, 9, 10 の反応で還元される元素があれば、その元素記号とその酸化数がいくらかからいくらかへ変化するかを記せ。もし還元される元素がない場合には、元素記号の代わりに×印を記せ。

— 下書き計算用 —

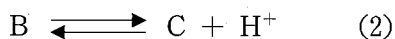
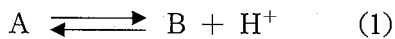
II 次の文を読み、設問に答えよ。

ベンゼン環を有する化合物 A がある。化合物 A の 21.2 mg を完全燃焼させると二酸化炭素 70.4 mg と水 18.0 mg を生じた。また、化合物 A の分子量は 110 以下であった。

1. 化合物 A の組成式と分子式を求めよ。また、その計算過程も簡潔に記せ。
2. 化合物 A の可能な構造式を描き、構造式の下に化合物名を付記せよ。なお、ベンゼン環は六角形の内側に円を描くことにより表現してベンゼン環の炭素原子と同環に直結する水素原子はすべて省略せよ。ただし、他の位置の原子と価標は省略せずに描け。
3. 化合物 A を硫酸酸性の二クロム酸カリウムと反応させるとベンゼン一置換体 B が得られたとする。この時、化合物 B は何か、化合物名を記せ。また、設問 2 と同様にして構造式を描け。
4. 化合物 A のベンゼン環に置換基を一つ導入したところ、置換生成物が 1 種類のみ得られたとする。この時、化合物 A を設問 3 と同様に反応させることにより得られる化合物 C の化合物名を記せ。また、設問 2 と同様にして構造式を描け。
5. 設問 4 の化合物 C とエチレングリコールを重合させることにより得られる化合物の化合物名を記し、設問 2 と同様にして構造式を描け。また、この重合様式は何と呼ばれるか。
6. 化合物 A のベンゼン環に置換基を一つ導入したところ、置換生成物が 2 種類のみ得られたとする。この時、化合物 A を設問 3 と同様に反応させると化合物 D が得られる。さらに、化合物 D を加熱すると、どのような化合物が得られるか。化合物名を記せ。また、設問 2 と同様にして構造式を描け。

Ⅲ 次の文を読み、設問に答えよ。

アラニンは、水溶液中ではその液性により構造 A, B あるいは C の形で存在しており、それらの間には次のような電離平衡が成立している。



反応 (1) と (2) の電離定数をそれぞれ K_{a1} , K_{a2} とすると、 pK_{a1} は 2.34, pK_{a2} は 9.69 である。ただし、 $pK_{ai} = -\log_{10} K_{ai}$ である。

1. A, B, C の構造式を描け。すべての原子および価標は省略せずに描け。もし光学異性体が存在する場合にはそれらを区別して描く必要はないが、不斉炭素原子の元素記号の右肩に * 印を付けよ。
2. グリシン 1 分子とアラニン 1 分子からなるジペプチドの構造式を中性分子の形で設問 1 と同様にして描け。
3. pK_{a1} と pK_{a2} のうち pK_{a2} の方を用いてアラニン水溶液の pH を表現せよ。もし濃度を表記する必要がある場合には濃度の記号としては [] を用いよ (例えば, 化合物 A の濃度は [A] と記す)。また, その導出過程も簡潔に記せ。
4. pK_{a2} にはどのような意味があると考えられるか。
5. pK_{a1} と pK_{a2} の両方を用いてアラニン水溶液の pH を表現せよ。なお, 濃度を表記する必要がある場合には設問 3 と同様にせよ。
6. アラニン水溶液の等電点の値を求めよ。
7. C の濃度が A の濃度の 10000 倍の場合のアラニン水溶液の pH 値を求めよ。