

[I] 以下の設問すべてに解答すること。問1(2)、問2および問3は、解答に至る導出過程を記して答えよ。必要に応じて、原子量 C; 12, H; 1, O; 16, Ca; 40 を用いること。また、必要であれば、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いよ。

問1 次の(1)~(3)の問いについて答えよ。

(1) 1-ブタノール $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}]$ を完全燃焼させた。この化学反応式を記せ。

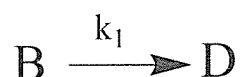
(2) 1-ブタノール 148 (g) を完全燃焼させたときに発生する二酸化炭素の質量 (g) を求めよ。

(3) 次の有機化合物を物質 1 (mol) ずつ完全燃焼させた。このとき、発生する二酸化炭素の質量を大きいものから順に記号で並べよ。

(a) メタノール (b) プロパン (c) エタノール (d) トルエン (e) ベンゼン

問2 炭化カルシウム 12.8 (g) を大過剰の水と反応させて、炭素を全てアセチレンガスにした。このとき生成するアセチレンガスの体積 V (L) を求めよ。ただし、アセチレンガスは理想気体とし、1000 (hPa)、300 (K) における体積に換算して有効数字 2 桁で答えよ。

問3 次の化合物 B から生成物 D になる 1 次反応について、次の(1)~(3)の問いについて答えよ。ただし、速度定数を k_1 (s^{-1}) とし、時間 t がゼロのときの B と D の濃度 (mol L^{-1}) をそれぞれ $[\text{B}] = b$, $[\text{D}] = 0$ とする。



(1) B の濃度 $[\text{B}]$ (mol L^{-1}) を時間 t (s) の関数として表せ。

(2) $[\text{B}] = 0.25 \times b$ (mol L^{-1}) となる時間 t_1 (s) を求めよ。ただし、対数はそのままの表記で良い。

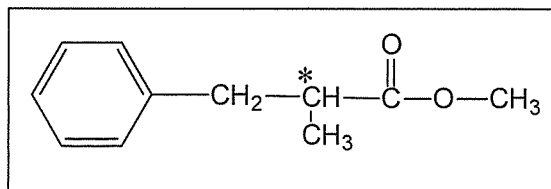
(3) 速度定数 k_1 (s^{-1}) と絶対温度 T (K) のデータを、縦軸を k_1 の自然対数とし、横軸を T の逆数としてプロットしたとき、①式の関係が得られた。

アレニウス (Arrhenius) の式に基づくと、①式の β と α は何を表すかを答えよ。

$$\log_e(k_1) = \beta - \alpha \times \frac{1}{T} \quad \text{----- ①}$$

【Ⅲ】 以下の全ての問いに答えよ。

なお、構造式は右の例にしたがって記し、
不斉炭素原子には*を付すこと。



問1 化合物A～Cは、いずれも分子式 $C_9H_{10}O$ で表されるベンゼン環を含む芳香族化合物である。A～Cは、いずれも金属ナトリウムと激しく反応して気体が発生したが、塩化鉄(Ⅲ)水溶液によっては呈色しなかった。Aを硫酸酸性二クロム酸ナトリウム溶液で酸化すると芳香族化合物Dを経て、 $C_8H_8O_2$ で表される芳香族化合物Eが得られた。またAを硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液で酸化すると安息香酸が得られた。Dはアンモニア性硝酸銀水溶液を作用させると銀鏡を生じ、Eは水酸化ナトリウム水溶液に溶解した。Bを硫酸酸性二クロム酸ナトリウム溶液で酸化すると芳香族化合物Fが得られたが、Fはアンモニア性硝酸銀水溶液を作用させても銀鏡を生じなかった。また、BおよびFにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、いずれも黄色固体が生成した。AおよびBに触媒を加えて加熱すると、いずれからも芳香族化合物Gが得られ、Gを付加重合させると高分子化合物が得られた。Cを硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液で酸化するとテレフタル酸が得られた。

- (1) 化合物A～Gの構造式を例にしたがって記せ。
- (2) 下線部の黄色固体の名称と化学式を記せ。

問2 以下の(1)～(5)で生じる反応の化学反応式を記せ。ただし(1)と(2)はイオン反応式で記せ。

- (1) 二酸化炭素を水中に吹き込んでいくと、酸性を示した。
- (2) 酸化ナトリウムを水に加えると、酸化ナトリウムは溶解してアルカリ性を示した。
- (3) 酸化ナトリウムを塩酸に加えると、酸化ナトリウムは溶解して中性になった。
- (4) 酸化アルミニウムを塩酸に加えると、溶解した。
- (5) 酸化亜鉛を水酸化ナトリウム水溶液に加えると、溶解した。