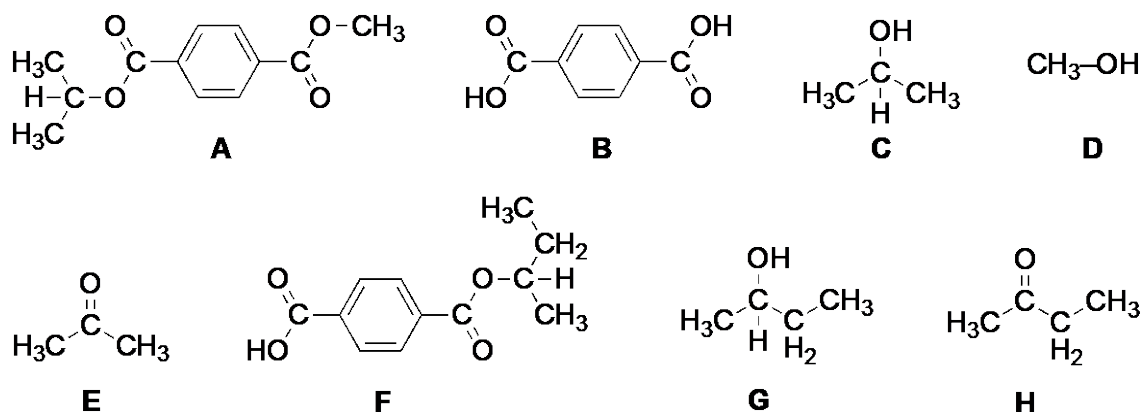


令和2年度AO入試 物質理工学院 解答例・出題の意図

問題 1

(1)

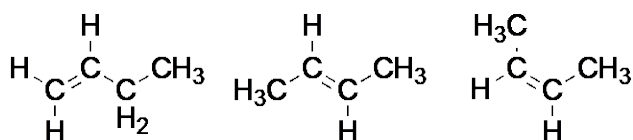
(a)



(b) ①, ③, ⑤

(c) 7種類

(d)

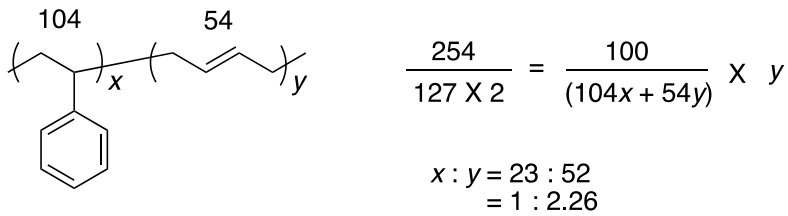


(e) 混合物にジエチルエーテルを加えてよく攪拌したのちに分液ロートで水層とエーテル層に分離する。ビーカーにそれぞれを取り分け、エーテル層からジエチルエーテルを蒸発させると **G** が得られる。また水層を塩酸で中和すると **B** が析出する。

(2)

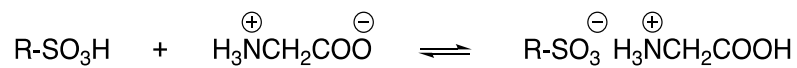
(a) ア 共重合 イ 架橋 ウ 加硫 エ 濃硫酸

(b)



(c) 架橋により共有結合でつながれているため、溶解せず、クロロホルムを吸って膨らむ(膨潤する)。

(d)



問題 1 は、有機化学に関する問題です。高分子化合物を含む有機化合物の構造と化学的性質との関連に関する理解を問う論述問題です。

問題 2

(1)
$$\frac{d[\text{O}_3]}{dt} = k_2[\text{O}][\text{O}_2] - k_3[\text{O}_3] - k_4[\text{O}][\text{O}_3]$$

(2) 導出過程 略

$$[\text{O}_3] = \frac{k_1[\text{O}_2]}{k_4[\text{O}]}$$

(3) 導出過程 略

$$[\text{O}] = \frac{k_3[\text{O}_3]}{k_2[\text{O}_2]}$$

(4)
$$[\text{O}_3] = [\text{O}_2] \sqrt{\frac{k_1 k_2}{k_3 k_4}}$$

(5) 2.8×10^{-5}

(6) 反応 R1 は成層圏の強い紫外線によって起きるが、地表付近では紫外線は弱くなっているためほとんど起きない。一方他の反応の速度定数は地表付近と成層圏で大きく異なることはない。よって(4)で得られる式で k_1 が特に小さくなり、 O_3 の空気に対するモル分率は成層圏よりも非常に小さくなる。

問題 2 は、物理化学に関する問題です。気体の生成・分解反応に関する現象を取り上げ、化学・物理・数学に関する思考力と計算力を問う問題です。

問題 3

- (1) 初期状態のコンデンサーの静電容量 C_1 は

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 S}{D}$$

よって、電荷 Q を蓄えたときの静電エネルギーは

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = \frac{Q^2 D}{2\varepsilon_0 S} \quad (\text{答})$$

- (2) 上部電極が $x = D + d$ の位置にあるときの静電容量 C_2 は

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 S}{D+d}$$

よってこのときの静電エネルギーは

$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2} = \frac{Q^2 (D+d)}{2\varepsilon_0 S} \quad (\text{答})$$

- (3) 静電エネルギー変化は

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2} - \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = \frac{Q^2}{2} \left\{ \frac{D+d}{\varepsilon_0 S} - \frac{D}{\varepsilon_0 S} \right\} = \frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$$

このエネルギー変化は電極間引力とつりあう外力がした仕事に相当するので、

$$\Delta U = -F_E d \quad \text{よって} \quad |F_E| = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S} \quad (\text{答})$$

- (4) 電圧 V ($V > 0$) で電荷 Q が蓄えられ、このとき上電極の位置が $L = D + d$ ($d < 0$) になったとする。このときの静電気力の大きさは

$$|F_E| = \frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S} = \frac{C_2^2 V^2}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\varepsilon_0 S}{2(D+d)^2} V^2$$

ばねの復元力と静電引力がつり合っているので、

$$-kd = \frac{\varepsilon_0 S}{2(D+d)^2} V^2$$

$$V^2 = -\frac{2k}{\varepsilon_0 S} d(D+d)^2$$

$L = D + d$ を用いて

$$V^2 = -\frac{2k}{\varepsilon_0 S}(L-D)L^2 \quad (\text{答}) \cdots \textcircled{1}$$

(5) 式①が成り立つ V の範囲を求める。

$$y = -\frac{2k}{\varepsilon_0 S}(L-D)L^2 \text{ とおくと、}$$

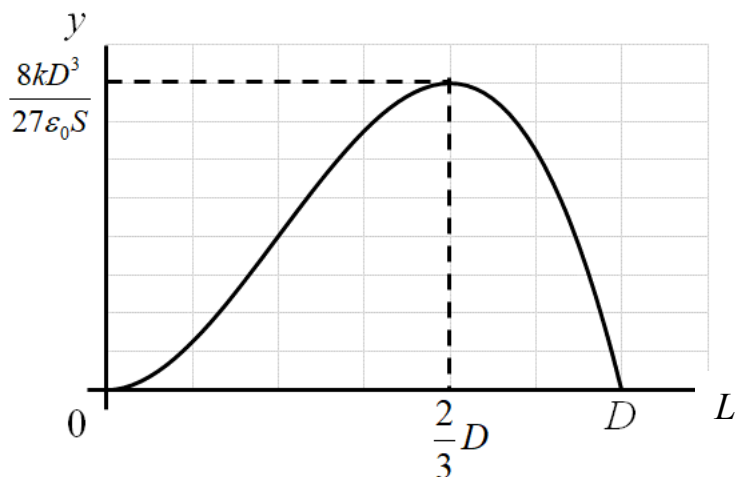
$$\frac{dy}{dL} = -\frac{2k}{\varepsilon_0 S}(3L^2 - 2DL) = -\frac{6k}{\varepsilon_0 S}L\left(L - \frac{2}{3}D\right)$$

$$\frac{dy}{dL} = 0 \text{ とすると } L = 0, \frac{2}{3}D$$

したがって、 $y(L)$ の増減表は次のようになる。

L	0	⋯	$\frac{2}{3}D$	⋯	D
$\frac{dy}{dL}$	0		0		
y	0	↗	$\frac{8kD^3}{27\varepsilon_0 S}$	↘	0

また、 $y(L)$ のグラフは下図のようになる。



よって、 $0 \leq L \leq D$ の範囲で式①が成り立つためには、

$$0 \leq V^2 \leq \frac{8kD^3}{27\epsilon_0 S}, \text{つまり } 0 \leq V \leq \sqrt{\frac{8kD^3}{27\epsilon_0 S}} \text{ が必要である。}$$

$$\text{よって、} V_A = \sqrt{\frac{8kD^3}{27\epsilon_0 S}}, L_A = \frac{2}{3}D \quad (\text{答})$$

- (6) 電極間に働く静電引力がばねの復元力よりも大きくなり、上電極は下電極側に引き込まれ、上下電極が接触する。(解答例)

問題 3 は、物理に関する問題です。静電アクチュエータの動作原理を取り上げて電磁気学・力学・数学に関する論理的思考力を問う問題です。