

理 科  
(6枚のうち その1)

受験  
番号

番

1

(1)

(解法) 酸素の割合:  $100\% - 85.94\% - 11.94\% = 2.12\%$

それぞれの元素の割合 C: 85.94/12, H: 11.94/1, O: 2.12/16

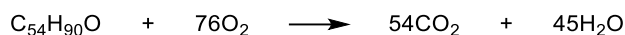
C : H : O = 343.76 : 573.12 : 6.36  $\approx$  54 : 90 : 1

組成式  $C_{54}H_{90}O$  の分子量は 754、分子量 1000 以内

分子式  $C_{54}H_{90}O$

(2)

(解法)  $C_{54}H_{90}O$  の 1 分子を完全燃焼すると  $CO_2$  を 54 分子、 $H_2O$  を 45 分子生じる。



10 mg の  $C_{54}H_{90}O$  は 10/754 mmol なので、 $CO_2$  を  $10 \times 54 / 754$  mmol、 $H_2O$  を  $10 \times 45 / 754$  mmol 生じる。

よって、 $CO_2$  :  $10 \times 54 \times 44 / 754$  mg  $\approx$  31.51 mg、 $H_2O$  :  $10 \times 45 \times 18 / 754$  mg  $\approx$  10.74 mg 生じる。

二酸化炭素 31.5 mg 水 10.7 mg

(3)

ア (解法)  $2ROH + 2Na \longrightarrow 2RONa + H_2$

水酸基が一つなので、1 mol から 1/2 mol の水素が生じる。

分子量 754 なので、10 mg の A は 10/754 mmol

発生する水素量は  $10/754 \times 1/2 \times 22.4$  mL  $\approx$  0.1485 mL

答  $1.49 \times 10^{-1}$  mL

イ (解法)

臭素分子  $Br_2$  の分子量は 159.8、

A 一分子あたりの二重結合の数は 10 個なので、

$10/754 \times 10 \times 159.8 \approx 21.19$  mg

答 21.2 mg

ウ (解法)

化合物 D の繰り返しの数を x とする。

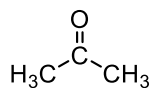
$5x + 3 + 6 = 54$ 、 $x = 9$

従って、化合物 A 1.00 mol から発生する D は

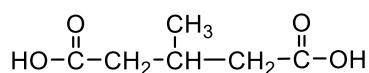
答 9.00 mol

(4)

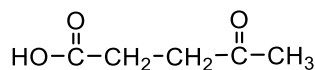
(化合物 B の構造式)



(化合物 C の構造式)



(化合物 D の構造式)



採点欄

(1)

(2)

(3)

(4)

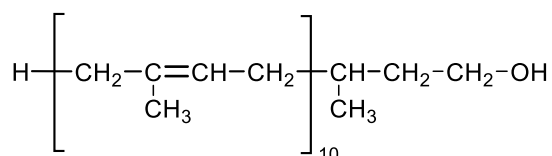
(5)

(6)

1

(6)

(化合物 A の構造式)



理 科  
(6枚のうち その2)

受験 番号	番
----------	---

2

(1) ア 3	イ 不対電子	ウ ヘリウム	エ クリプトン
オ 貴ガス	カ 共有	キ 大きい	ク イオン

(2) 数値 6	電子式 $\cdot \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} \cdot$
-------------	--

(3) 電子配置 $1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$
-----------------------------------

(4) (解法) 1 mol あたりのエネルギーが 203 kJ/mol なので、 一原子あたりでは $\Delta E = 203 / (6.02 \times 10^{23}) \text{ kJ} = 33.72 \times 10^{-23} \text{ kJ} = 33.7 \times 10^{-20} \text{ J}$ $\Delta E = hc/\lambda$ より、 $\lambda = hc/\Delta E$ $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、 $\Delta E = 33.7 \times 10^{-20} \text{ J}$ を代入し、 $\lambda = (6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times (3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) / (33.7 \times 10^{-20} \text{ J}) = 590.2 \times 10^{-9} \text{ m} = 590 \text{ nm}$  答 $5.90 \times 10^{-7} \text{ m}$
--

採点欄	
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
2	

理 科  
(6枚のうち その3)

受験  
番号

番

3

(1)

ア 付加	イ 縮合	ウ けん化
エ ホルムアルデヒド	オ アセタール	カ ポリアミド

(2)

Aの名称 アジピン酸	Bの名称 ヘキサメチレンジアミン
Aの構造式 $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	Bの構造式 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$

(3)

(解法)

ポリ酢酸ビニルの重合度をnとすると、ビニロン1分子中に反応していないOH基は  $\frac{3n}{4}$  個存在する。  
アセタール化された架橋構造の分子は  $\frac{n}{8}$  個あると考えられる。  
したがって、ビニロンの分子量は

$$44 \times \frac{3n}{4} + 100 \times \frac{n}{8} = \frac{91n}{2} \text{ と計算できる。}$$

$$n = \frac{5.16 \times 10^4}{86} \text{ であることから、 } \frac{91n}{2} = \frac{91 \times 5.16 \times 10^4}{2 \times 86} = 2.73 \times 10^4$$

答  $2.73 \times 10^4$

(4)

(解法)

ナイロン66の水溶液は1価の弱酸として、1価の水酸化ナトリウム水溶液と反応する。  
重合体の平均分子量をMとすると、

$$\frac{12.0}{M} \times 1 = 0.2 \times \frac{6.0}{1000} \times 1 \quad M = 1.00 \times 10^4$$

答  $1.00 \times 10^4$

採点欄	
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
3	

理 科  
(6枚のうち その4)

受験 番号	番
----------	---

4

(1) (解法)  $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} \approx C\alpha^2$   $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$  より、 $[\text{H}^+] = C\alpha = C\sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{CK_a}$

したがって、 $[\text{H}^+] = \sqrt{CK_a} = \sqrt{0.20 \times 2.70 \times 10^{-5}} = \sqrt{54 \times 10^{-7}} = 3\sqrt{6} \times 10^{-7}$

$-\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}\left(3 \times 3^{\frac{1}{2}} \times 2^{\frac{1}{2}} \times 10^{-7}\right) = 3.50 - 0.866 = 2.634$  pH 2.63

(2) (解法)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$  より、 $\text{CH}_3\text{COOH}$  と  $\text{NaOH}$  は  $3.00 \times 10^{-3}$  mol ずつ反応するので、生成する  $\text{CH}_3\text{COONa}$  も同様である。2 種の水溶液の混合により 30.0 mL の液量であるので、 $[\text{CH}_3\text{COONa}] = \frac{3.00 \times 10^{-3} \text{ mol}}{30.0 \text{ mL}} = 1.00 \times 10^{-4} \text{ (mol/mL)} = 1.00 \times 10^{-1} \text{ (mol/L)}$

答  $1.00 \times 10^{-1}$  mol/L

(3) (解法)  $K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$  ここで、分母分子に  $[\text{H}^+]$  をかけ、水のイオン積を  $K_w$ 、酢酸の電離定数を  $K_a$  とすると、 $K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.00 \times 10^{-14} \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^2}{2.70 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)} = 3.70 \times 10^{-10}$

答  $3.70 \times 10^{-10}$  mol/L

(4) (解法) 生成した  $\text{CH}_3\text{COONa}$  の質量は、 $1.53 \text{ (g/cm}^3) \times 5.10 \text{ (cm}^3) = 7.80 \text{ (g)}$

$\text{CH}_3\text{COONa}$  の分子量は  $82.0 \text{ g/mol}$  であるので、 $7.80 \div 82.0 = 9.51 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$

したがって、 $9.51 \times 10^{-2} \text{ (mol)} \times 6.02 \times 10^{23} = 5.725 \times 10^{22}$

答  $5.73 \times 10^{22}$  個

(5)  $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  の  $\text{NaOH a.q.}$  を 100 倍希釈すると  $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$  である。しかし、塩基が極端に希薄となると、水分子の電離が無視できなくなる。したがって、水分子の電離で生じた  $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  の濃度を  $x \text{ (mol/L)}$  とおくと、水のイオン積 ( $K_w$ )  $= [\text{H}^+]_{\text{total}} \cdot [\text{OH}^-]_{\text{total}} = 10^{-14}$  より、  
 $x \times (x + 10^{-8}) = 10^{-14}$   $x^2 + 10^{-8}x - 10^{-14} = 0$  ここで、二次方程式の解の公式を用い、  
 $x = \frac{-10^{-8} \pm \sqrt{10^{-16} + 4 \times 10^{-14}}}{2}$   $1.0 \times 10^{-16} = 0.01 \times 10^{-14}$  であるので、ルート内の  $4.01 \times 10^{-14}$  を  $4.00 \times 10^{-14}$  と近似すると、 $x = \frac{-10^{-8} \pm \sqrt{4 \times 10^{-14}}}{2} = \frac{-10^{-8} \pm 2 \times 10^{-7}}{2}$   $x > 0$  より、 $x (= [\text{H}^+]) \approx 9.50 \times 10^{-8}$

$-\log_{10}[\text{H}^+] = -\log_{10}(9.50 \times 10^{-8}) = 8 - 0.978 = 7.02$

理由 塩基をいくら薄めても水素イオン濃度は  $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  を上回らないため (また、塩基が極端に希薄となると、水分子の電離は無視できなくなる)。

pH 7.02

採点欄	
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
4	

理 科  
(6枚のうち その5)

受験  
番号

番

5

(1) (解法)  $\log_e k_1 = \frac{-Ea}{RT_1} + C$ ,  $\log_e k_2 = \frac{-Ea}{RT_2} + C$  より、  
 $\log_e k_2 - \log_e k_1 = \frac{-Ea}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$   
 よって、 $\frac{k_2}{k_1} = e^{-\frac{Ea}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$

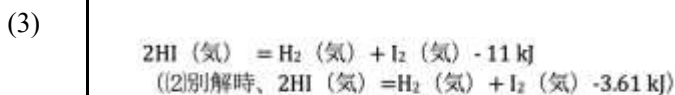
答  $e^{-\frac{Ea}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$  倍

(2) (解法) ①に表から代入して、  
 $-8.31 = -1.5 \times 10^{-3} \frac{Ea}{R} + C$   
 $-6.76 = -1.43 \times 10^{-3} \frac{Ea}{R} + C$   
 $\Rightarrow$   
 $-1.55 = -0.07 \times 10^{-3} \frac{Ea}{R}$

$R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$  より、 $Ea = 184.007 \times 10^3 \text{ J/mol} = 1.84 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$

(2)別解  
 $T_1: 666, T_2: 700$  を  $\log_e k_2 - \log_e k_1 = \frac{-Ea}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$  に代入する。  
 $Ea = 1.77 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$  となる。

答  $1.84 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$



(4) (解法)  
 $K_c = \frac{H_2 \cdot I_2}{[HI]^2}$ 、正反応  $v_1 = k[HI]^2$ 、逆反応  $v_2 = k'[H_2][I_2]$   
 $v_1 = v_2$  より、 $K_c = \frac{k}{k'}$   
 $\log_e k = \frac{-Ea}{RT} + C$ ,  $\log_e k' = \frac{-Ea'}{RT} + C$  より  
 $\log_e \frac{k}{k'} = \frac{Ea' - Ea}{RT}$   
 $\frac{k}{k'} = e^{\frac{Ea' - Ea}{RT}}$

$Ea' - Ea = 11$ ,  $RT = 5.5$  より  
 $K_c = e^{-2}$

答  $K_c = e^{-2}$   
 ((2) 別解時、 $K_c = e^{-0.656}$ )

(5) 正反応と逆反応の活性化エネルギーがどちらも低くなるため。

採点欄

(1)

(2)

(3)

(4)

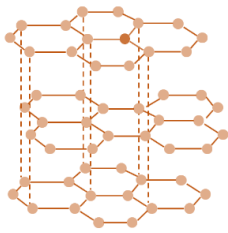
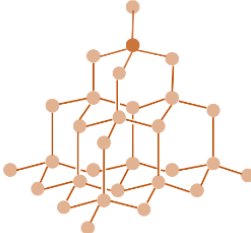
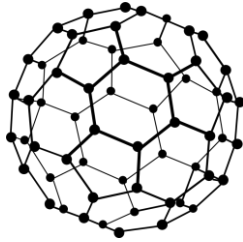
(5)

5

理 科  
(6枚のうち その6)

受験 番号	番
----------	---

6

(1)	ア 4	イ 同位体	ウ 同素体	エ ファンデルワールス力	オ 半導体
	カ シリカゲル	キ ブリキ	ク 青銅	ケ 遮へい材	コ 両性金属
(2)		グラファイト	ダイヤモンド	フラーレン	
	立体構造				
	色	黒色	無色	黒色	
	電気伝導性	あり	なし	なし	
(3)	一酸化炭素 $\text{HCOOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$				
	二酸化炭素 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$				
(4)	一酸化炭素がヘモグロビンと結合するため、酸素の運搬ができなくなる。				
(5)	緩衝系の化学反応式 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$				
	呼気中の二酸化炭素濃度の変化 上記の平衡式で過剰のプロトンを消費するために反応が右に偏る。				
(6)	調製する手順 ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱・加圧することで水ガラスにし、続いて塩酸を加えてケイ酸の白色ゲルにしたのち、乾燥させることで得られる。				
	化学的性質 ・微細空間が多数あるため表面積が大きく、多数の分子を吸着できる。 ・表面に親水性の水酸基の構造をもつため、水分子を吸着する力が強い。				
(7)	内側は傷つく可能性が低いため、鉄よりイオン化傾向が小さいスズのめっきが良い。				
(8)	硝酸鉛は塩を形成せず、そのまま溶解するのに対し、塩化鉛が鉛の表面を覆うため、内部まで塩酸が反応しづらくなる。				
					採点欄
	(1)				
	(2)				
	(3)				
	(4)				
	(5)				
	(6)				
	(7)				
	(8)				
					6