

受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

1. 有機化学 ・ 解答用紙

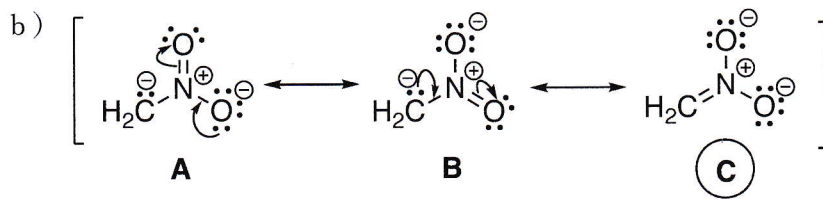
1

1)

ア) ×      イ) ○、6      ウ) ×      エ) ○、6      オ) ○、10

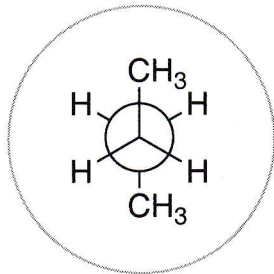
2)

a)  $\text{CH}_3\text{NO}_2$

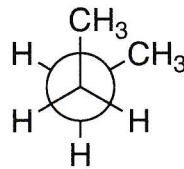


3)

a)

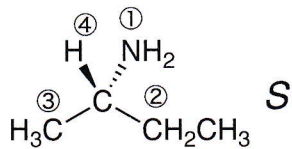


アンチ形配座



ゴーシュ形配座

b)



c)

ア) **A** と **B** の互いの関係：ジアステレオマー

イ) **A** と **C** の互いの関係：エナンチオマー

ウ) **B** と **D** の互いの関係：同一化合物



受験  
番号

氏名

1. 有機化学 ・ 解答用紙

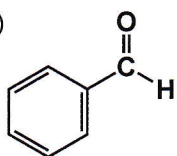
2

1)

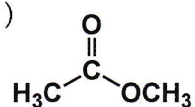
a)  $\text{CH}_3\text{I}$  と  $\text{Mg}$

b) ジエチルエーテル

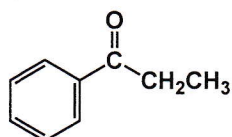
c) (ア)



(イ)



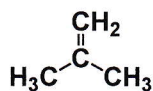
d) (ア)



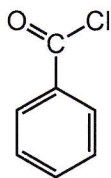
2)

a)  $\text{S}_{\text{N}}2$

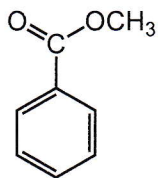
b)



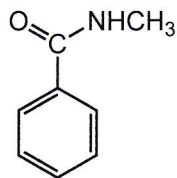
3) A



B



C



受験  
番号

氏名

3

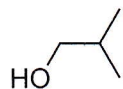
1. 有機化学 ・ 解答用紙

1)

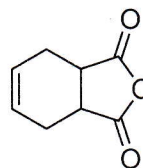
A



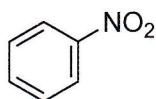
B



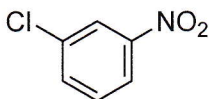
C



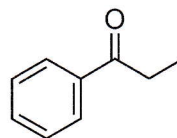
D



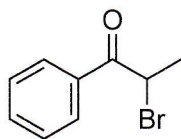
E



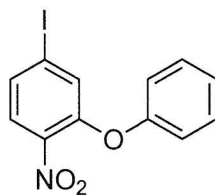
F



G

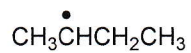


H



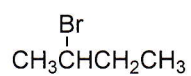
2)

a)

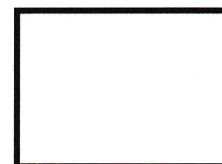
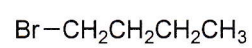


b)

A



B



2. 無機・分析化学・解答用紙

1

1) ア)  $K^+$ ではKよりも電子数が1つ少なく、イオン中の電子がより原子核にひきつけられているため。

最外殻の電子がKでは主量子数が4であり、4s軌道に分布している。一方、 $K^+$ では4s電子は存在せず主量子数3の軌道までに分布する。同じ原子核をもつ $K^+$ とKでは、4s軌道は3s, 3p軌道よりも広く分布するため。

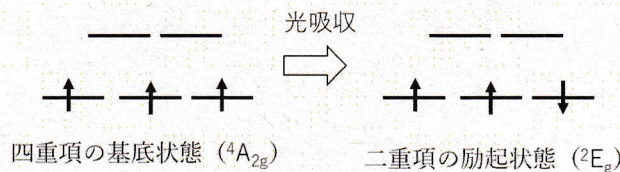
オ) 同じ周期では右に行くほど有効核電荷が大きくなり電子が原子核にひきつけられる傾向があり、原子半径は小さくなる。OとFでは、Fのほうが有効核電荷が大きく原子半径は小さい。

2) a)  $Cr: [Ar](3d)^5(4s)^1$ 、 $Cr^{3+}: [Ar](3d)^3$

b)  $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ の方が長波長に現れる。

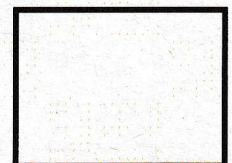
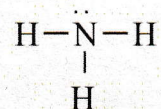
理由: band Bは、 $Cr^{3+}$ イオン内の八面体配位子場における $t_{2g}$ 軌道 $\rightarrow e_g$ 軌道への(d,  $d^*$ )遷移である。 $H_2O$ と $NH_3$ では $H_2O$ の方が、分光化学系列が小さく、 $[Cr(III)(NH_3)_6]^{3+}$ よりも $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ の方が配位子場分裂が小さくなる。よって、 $t_{2g} \rightarrow e_g$ の(d,  $d^*$ )遷移エネルギーは $[Cr(III)(OH_2)_6]^{3+}$ の方が小さくなり、より長波長側に観測されることになる。

c) band Cは、 $Cr^{3+}$ イオンの3つのd電子が $t_{2g}$ 軌道にスピンの平行に入った四重項の基底状態( $^4A_{2g}$ )から、3つのうちの1つの電子が反平行になった二重項の励起状態( $^2E_g$ )への遷移である。この遷移には配位子場分裂の大きさは関与しないため、配位子を変えても遷移エネルギーは大きく変化しないから。



3) 三角錐

$NH_3$ の高電子密度領域はNの孤立電子対と3個のHにより4つある。これはNを中心に基本形として正四面体構造が予測される。孤立電子対は結合には現れないため、Nと3つのHとで三角錐の分子構造が推定される。



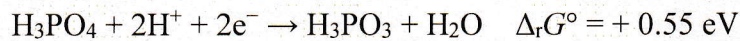
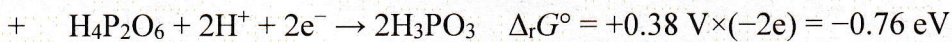
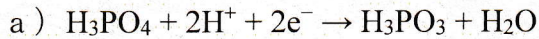
受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

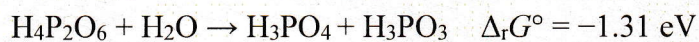
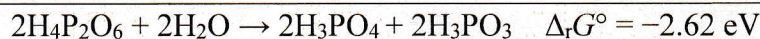
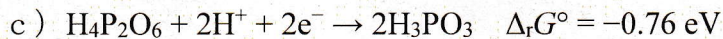
2. 無機・分析化学・解答用紙

2
---

1)



$\Delta_r G^\circ = -2\text{e}E^\circ$  より  $E^\circ = -0.275 \text{ V} \approx -0.28 \text{ V}$  (有効数字 2 桁)



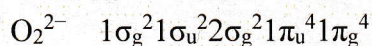
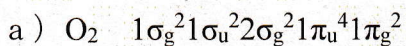
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$  1 mol 当たりの  $\Delta_r G^\circ = -1.31 \times 96500 \text{ J mol}^{-1}$

$= -1.26415 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

$\approx -1.3 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$  (有効数字 2 桁)

求めた  $\Delta_r G^\circ$  が負の値であることから、この不均化反応は標準状態で自発的に進行する傾向があると予測される。

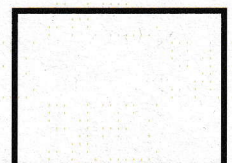
2)



b)  $\text{O}_2$  の結合次数: 2

$\text{O}_2^{2-}$  の結合次数: 1

$\text{O}_2$  の結合次数は  $\text{O}_2^{2-}$  の結合次数よりも大きいので、 $\text{O}_2$  の結合エンタルピーは  $\text{O}_2^{2-}$  の結合エンタルピーよりも大きいと予測される。



受験  
番号

氏名

2. 無機・分析化学・解答用紙

3

1)

a) 濃アンモニア水の体積を  $x$  とすると、

$$x \times 0.900 \times 0.289 \div 17.03 = 0.0200 \times 2.00 \quad \text{より } x = \underline{2.62 \text{ mL}}$$

b) アルカリ性であるため、 $[\text{H}^+] \ll [\text{OH}^-]$  であり、またアンモニアの解離度は十分に小さく、 $[\text{NH}_3] = C$  と見なすことができるため、

$$[\text{OH}^-] = (K_b C)^{0.5} = 6.000 \times 10^{-4}$$

したがって、 $\text{pOH} = 3.22$  より、 $\text{pH} = \underline{10.78}$

c) 半当量点においては、 $\text{pOH} = \text{p}K_b$  が成り立つため、

$$\text{pOH} = \text{p}K_b = 4.74 \quad \text{よって、} \text{pH} = \underline{9.26}$$

d) 当量点の溶液は  $0.0100 \text{ mol L}^{-1}$  塩化アンモニウム水溶液である。

弱酸であるアンモニウムイオンの解離によって生じる

水素イオンの濃度は、アンモニウムイオンの酸解離定数を  $K_a$  とすると、

$$[\text{H}^+] = (K_a C)^{0.5} = (K_w C / K_b)^{0.5} = 2.357 \times 10^{-6} \quad \text{よって、} \text{pH} = \underline{5.63}$$

2)

a) 物質 A のモル吸光係数を  $\epsilon$  とすると、ランバート-ベールの法則より

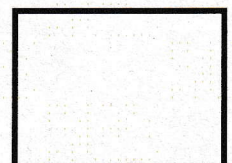
$$\epsilon \times (2.50 \times 10^{-4}) \times 0.500 = 0.200$$

$$\epsilon = \underline{1.60 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}}$$

b) 物質 B のモル濃度を  $C$  とすると、ランバート-ベールの法則より

$$345 \times C \times 1.00 = -\log 0.234$$

$$C = \underline{1.83 \times 10^{-3} \text{ M}}$$



受験  
番号

氏名

3. 物理化学 ・ 解答用紙

1

1)

$$\begin{aligned}\Delta_r S^\ominus &= 69.9 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} - 130.7 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} - \frac{1}{2} \times 205.1 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \\ &= -163.35 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

答  $-163 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

$$\begin{aligned}\Delta_r C_p^\ominus &= 75.3 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} - 28.8 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} - \frac{1}{2} \times 29.4 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \\ &= 31.80 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

答  $31.8 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

$$\begin{aligned}2) \quad \Delta_r H^\ominus(348 \text{ K}) &= -285.8 \text{ kJmol}^{-1} + (348 \text{ K} - 298 \text{ K}) \times 31.80 \times 10^{-3} \text{ kJK}^{-1}\text{mol}^{-1} \\ &= -284.2 \text{ kJmol}^{-1}\end{aligned}$$

答  $-284 \text{ kJmol}^{-1}$

3)

$$\begin{aligned}\Delta_r G^\ominus &= -285.8 \text{ kJmol}^{-1} - 298 \text{ K} \times (-163.35 \times 10^{-3}) \text{ kJK}^{-1}\text{mol}^{-1} \\ &= -237.122 \text{ kJmol}^{-1}\end{aligned}$$

答  $-237 \text{ kJmol}^{-1}$

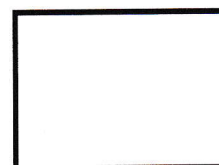
4)  $\Delta_r G = \Delta_r G^\ominus + RT \ln K = 0$  より、

$$237.1 \times 10^3 \text{ Jmol}^{-1} = 8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1} \times 298 \text{ K} \times \ln K$$

$$\ln K = 95.74$$

$$K = \exp(95.74) = 3.7962 \times 10^{41}$$

答  $K = 3.80 \times 10^{41}$



受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

3. 物理化学 ・ 解答用紙

2

1)

$$v = -1/2d[A]/dt = -d[B]/dt = 1/3d[C]/dt \text{ より}$$

$$\text{反応速度 } 0.24 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{化学種 B の消費速度 } 0.24 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{化学種 C の生成速度 } 0.72 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

2)

a)  $d[X]/dt = -k[X]^2$

b)  $d[X]/dt = -k[X]^2$  を  $t = 0$  から  $t$  まで、 $[X]_0$  から  $[X]$  まで積分する。

$$\int_{[X]_0}^{[X]} \frac{d[X]}{[X]^2} = -k \int_0^t dt$$

$$1/[X]_0 - 1/[X] = -kt$$

c) 2 次反応の積分形速度式は

$$1/[X]_0 - 1/[X] = -kt$$

$$1/(3.50 \times 10^{-2}) - 1/(0.800 \times 3.50 \times 10^{-2}) = -k \times 30$$

$$k = 0.23809 \dots$$

$$k = 0.238 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

d) アレニウスの式より

$$\ln(k_2 / k_1) = (E_a / R) \times (1/T_1 - 1/T_2)$$

$$\ln 0.5 = (E_a / 8.31) \times (1/318 - 1/308)$$

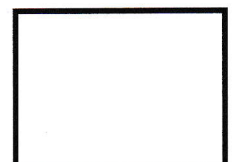
$$E_a = 56416.26 \dots$$

$$56.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\ln(0.238) = \ln A - (56.4 \times 10^3 / 8.31 \times 318)$$

$$A = 4.422 \dots \times 10^8$$

$$4.42 \times 10^8 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$$



受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

3. 物理化学 ・ 解答用紙

3

- 1)  $V = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$
- 2)  $R_{n,l}(r)$  動径波動関数、 $Y_{l,m}(\theta, \phi)$  方位波動関数 (球面調和関数)
- 3) ア オービタル角運動量(方位)、イ 磁気、ウ 0, 1、エ -1, 0, 1
- 4)

$$\begin{aligned}
 IP &= E_\infty - E_1 \\
 &= 0 - \left(-\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}\right) = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \quad \Delta E &= E_2 - E_1 \\
 &= -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2}\right) \\
 &= \frac{3}{4} \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \\
 \lambda &= \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc}{\frac{3}{4} \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}} = \frac{4}{3} \frac{8\epsilon_0^2 h^3 c}{me^4} \\
 &= 1.22 \times 10^{-7} \text{ m}
 \end{aligned}$$

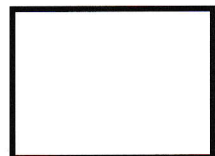
- 6)  $r \sim r + dr$  の間に電子を見いだす確率は  $4\pi r^2 \times |\Phi|^2 dr$   
 $P(r) = 4\pi r^2 \Phi_{1,0,0}^2$  が極大値を示す  $r$  を求める。

$$\begin{aligned}
 P(r) &= 4\pi r^2 \left\{ \sqrt{\frac{1}{4\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{\frac{3}{2}} 2e^{-\frac{r}{a_0}} \right\}^2 \\
 &= \left(\frac{1}{a_0}\right)^3 4r^2 e^{-\frac{2r}{a_0}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{dP(r)}{dr} &= 4 \left(\frac{1}{a_0}\right)^2 \left( 2re^{-\frac{2r}{a_0}} - \frac{2}{a_0} e^{-\frac{2r}{a_0}} \right) \\
 &= 4 \left(\frac{1}{a_0}\right)^2 2re^{-\frac{2r}{a_0}} \left( 1 - \frac{r}{a_0} \right)
 \end{aligned}$$

$r = a_0$  で  $\frac{dP(r)}{dr} = 0$  この時極大値をとる

$r = a_0$  で 最大



受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

4. 生物化学・解答用紙

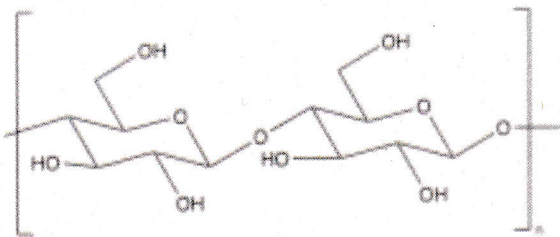
1

1)

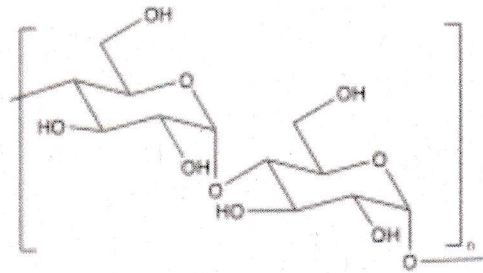
a)

- (ア) ⑧、(イ) ⑭、(ウ) ①、(エ) ③、(オ) ⑤、  
(カ) ⑦、(キ) ⑨、(ク) ⑪、(ケ) ⑩、(コ) ⑫

b)



$\beta$ -グルコシド結合



$\alpha$ -グルコシド結合

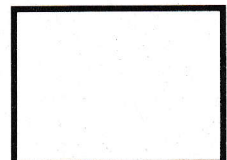
セルロースはグルコースが $\beta$ 1-4結合で多数結合したもので直鎖状の構造、分子間で水素結合している。  
アミロースはグルコースが $\alpha$ 1-4結合で結合したものでらせん状の構造をとっている。

2)

- a) クローバーリーフ構造  
b) E  
c) (イ)  
d) ③

3)

- a) ①  
b) ⑤



受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

4. 生物化学・解答用紙

2

1)

(ア) ②、(イ) ①、(ウ) ④、(エ) ⑤、(オ) ④

2)

a) ③

b) 大きくなる

c) マグネシウムイオンが DNA の負に帯電したリン酸基と相互作用し、電荷を中和するため

3)

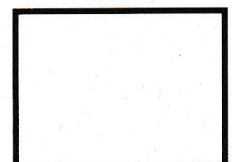
a) ④

b) ①、④

c) D

d) C

e) プライマーが非特異的に結合してしまい、目的以外の DNA 配列にも結合してしまったため、複数の非特異的な増幅産物が生成されたため。



受験 番号	
----------	--

氏名	
----	--

4. 生物化学・解答用紙

3

1)

- a) ① ○、②× BからAへの反応も触媒する、③ ○、④× 小さくす
- b) マロン酸はコハク酸と化学構造が似ているため酵素の活性部位に結合してしまい、拮抗阻害（競争阻害）する。
- c) (ア) ③、(イ) ⑦、(ウ) ⑥、(エ) ②、(オ) ①、(カ) ⑩
- d) ①、大きい

2)

- a) (ア) ④、(イ) ①、(ウ) ⑤、(エ) ⑨、(オ) ⑧

名称：ホスホフルクトキナーゼ

- b) 1,3-ビスホスホグリセリン酸、ホスホエノールピルビン酸
- c) 解糖系：細胞質基質、クエン酸回路：ミトコンドリアマトリックス
- d) 肝臓、空欄：マロニル

