

R7年度 大学院 化学生命理工学コース 出題意図

分析化学

- 1 緩衝液におけるイオン強度の関係式についての理解を問う問題である。
- 2 電池反応に関する総合的な理解を問う問題である。
- 3 イオン交換に関する計算能力を問う問題である。

無機化学

- 1 分子の構造と電子対反発との関係についての理解を問う問題である。
- 2 分子軌道法についての理解を問う問題である。
- 3 遷移金属イオン、錯体の性質についての理解を問う問題である。
- 4 遷移金属錯体の反応についての理解を問う問題である。

物理化学

- 1 反応に伴うエンタルピー変化、エントロピー変化、ギブスエネルギー変化と平衡定数に関する知識を問う問題である。
- 2 相転移に伴うエントロピー変化に関する知識を問う問題である。
- 3 見かけの活性化エネルギーに関する知識を問う問題である。

有機化学

- 1 有機化合物の命名や立体化学の表記を理解しているかを問う問題である。
- 2 非局在化電子と分子軌道について基本的な知識を問う問題である。
- 3 基本的な有機反応の理解を問う問題である。
- 4 合成計画の立案を題材として総合的な有機反応の知識を問う問題である。
- 5 反応機構の提示を題材として有機反応の理解を問う問題である。

分子生物学

- 1 分子生物学の基礎的な知識を問う。
- 2 核酸に関する基礎的な知識を問う。

生化学

- 1 酵素反応速度論の基礎的な知識を問う。
- 2 アミノ酸に関する基礎的な知識、分光学に関する基礎的な知識を問う。

細胞機能学

- 1 生体高分子の精製法と立体構造に関する基礎的な知識と理解を問う問題である。
- 2 細胞機能学について基本的な知識を問う問題である。

解答用紙【分析化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

1

答え $x + 3y = 0.25$

.....

解答用紙【分析化学】

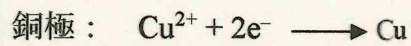
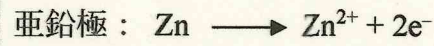
受験番号

解答はこれより下に書くこと。

2

(1) ダニエル電池

(2)



(3) $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$

(4) $E = E_{\text{Cu}} - E_{\text{Zn}}$

(5) Cu^{2+} の濃度が増大すると、 E_{Cu} が大きくなるので E は大きくなる。

(6) Zn^{2+} の濃度が増大すると、 E_{Zn} が大きくなるので E は小さくなる。

解答用紙【分析化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

3

(1)

答え 12.8 mL

(2)

答え 12.8 mL

解答用紙【分析化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下を書くこと。

3

(3)

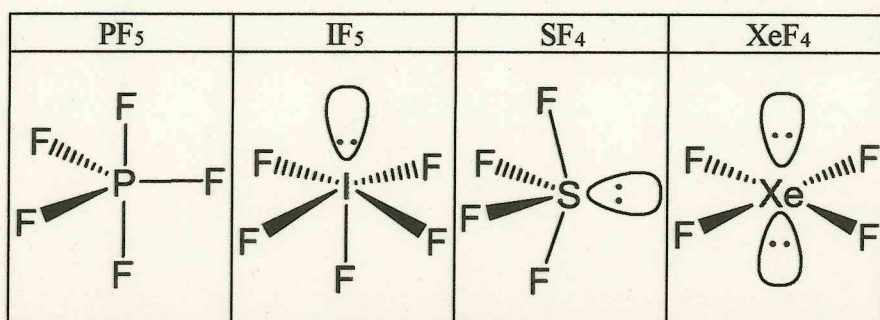
答え 32.9 L

解答用紙【無機化学】

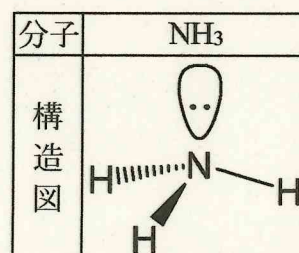
受験番号

解答はこれより下に書くこと。

1



(例)



- (1) いずれも F が 5 つ含まれる構造であるが、IF₅ には非共有電子対があり、シーソー型の構造をとるのに対して、PF₅ には非共有電子対がなく、三角両錐型の構造をとる。
- (2) いずれも F が 4 つ含まれる構造であるが、SF₄ には非共有電子対が 1 つあり、四角錐型の構造をとるのに対して、XeF₄ には非共有電子対が 2 つあり、平面四角形型の構造をとる。

2

略

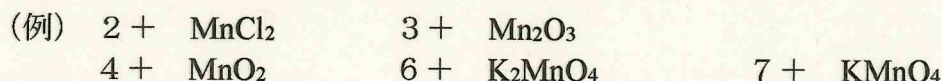
解答用紙【無機化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

3

(1)



(2)

アクア配位子は分光化学系列が中位であり、Mn イオンは第一遷移系列中で配位子場分裂が小さいことから、高スピン錯体を形成しやすい。

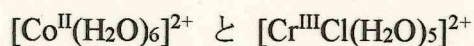
Mn(II)イオンは $3d^5$ 電子配置であり、すべての d 軌道に電子が1つずつ入り、外軌道型の sp^3d^2 混成軌道を形成し、常磁性を示す。

(3)

$[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ の Mn(II)イオンは $3d^5$ 電子配置であり、すべての d 軌道に電子が1つずつ入っているために電子遷移はスピン禁制となるので、遷移はほとんど起こらず溶液が無色に見える。

4

(1)



(2)

内圏機構

架橋中間体を形成し、Co(II), Cr(III)錯体が生成する。

以下略

(3)

略

解答用紙【物理化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

1

(1)

$$\Delta H^\circ = 286 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(2)

$$\Delta S^\circ = 163 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$$

(3)

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \\ &= 237 \text{ (kJ mol}^{-1}\text{)}\end{aligned}$$

(4)

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= -RT \ln K_p \\ K_p &= \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right) = 2.86 \times 10^{-42}\end{aligned}$$

解答用紙【物理化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下を書くこと。

2

$$\Delta S = \frac{\Delta H_{tr}}{T_{tr}} = 21.9 \text{ (J K}^{-1}\text{mol}^{-1}\text{)}$$

解答用紙【物理化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

3

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

$$\ln k = \ln A + \left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

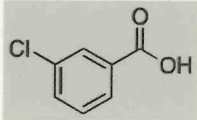
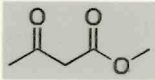
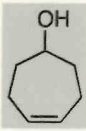
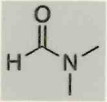
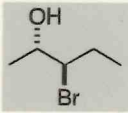
$$\ln k = -\frac{E_a}{R} \frac{1}{T} + \ln A$$

解答用紙【有機化学】

受験番号

解答はこれより下を書くこと。

1

(a) 	(b) 	(c) 
(d) 	(e) 	/

2

(1)



(2)

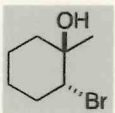
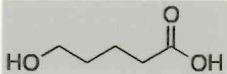
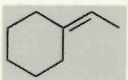
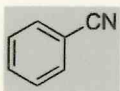
HOMO	b	LUMO	c
------	---	------	---

解答用紙【有機化学】

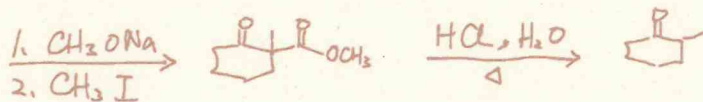
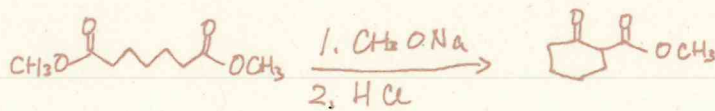
受験番号

解答はこれより下に書くこと。

3

(a) 	(b) 
(c) 	(d) 

4



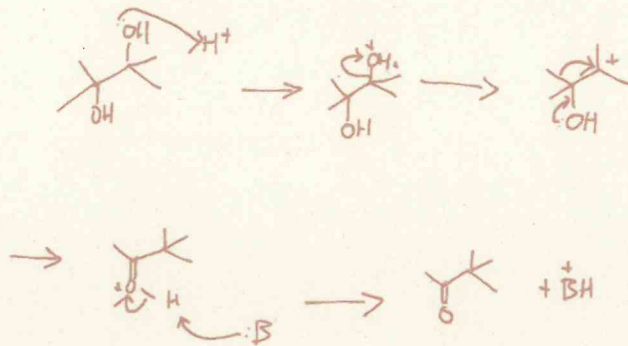
解答用紙【有機化学】

受験番号

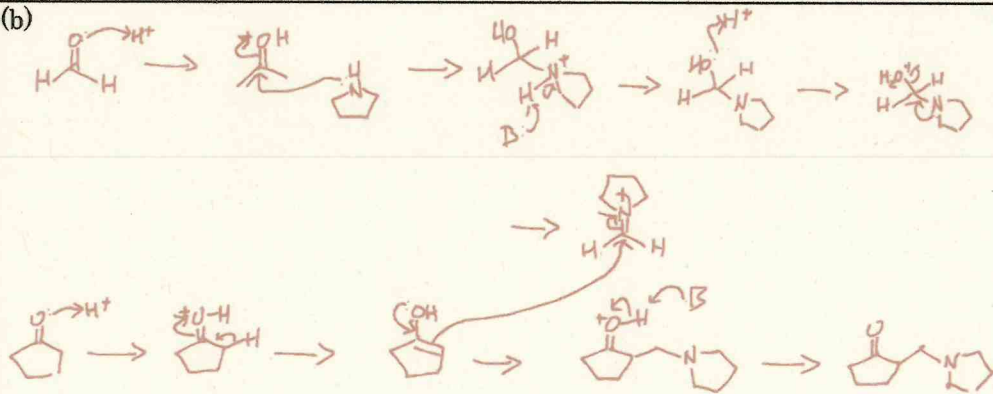
解答はこれより下を書くこと。

5

(a)



(b)

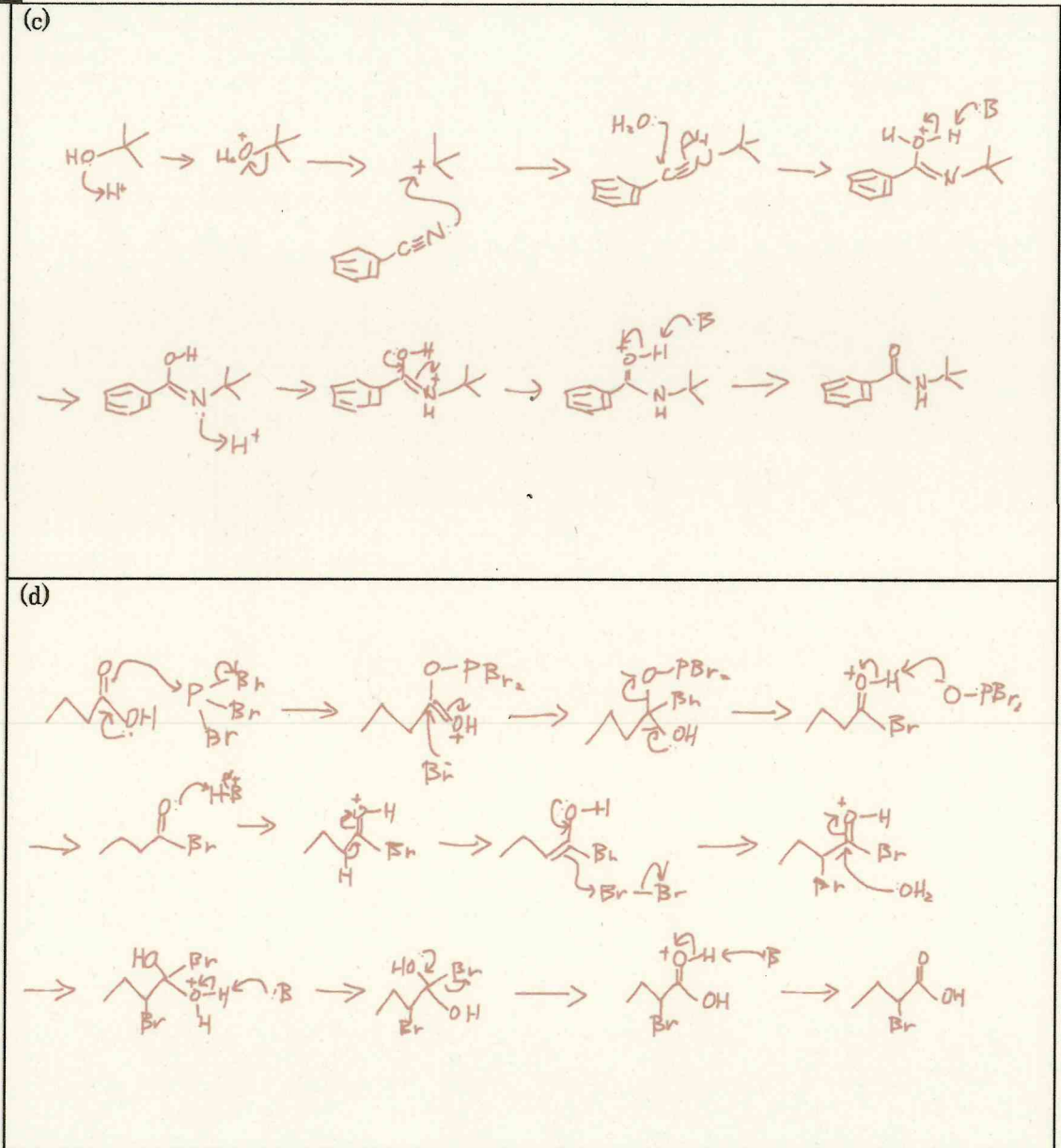


解答用紙【有機化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

5



解答用紙【分子生物学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

1

【出題意図】 分子生物学の基礎的な知識を問う。

(1)

(1) 制限酵素は、DNA を切断する酵素である。制限酵素が認識する DNA の塩基配列中にメチル化された塩基があれば切断できなくなることはあるが、ヒストン（タンパク質）がメチル化されているかされていないかは制限酵素の活性とは関係ない。

(2)

(2) 大腸菌の mRNA はポリアデニル化されないので、ポリ (A) 配列を指標に mRNA を精製することはできない。

(3)

(3) 大腸菌の RNA ポリメラーゼはヒト遺伝子のコアプロモーターを認識できないので、ヒト遺伝子をコアプロモーターごと大腸菌細胞に導入しても転写されない。（また、ヒトゲノム中の遺伝子の多くはイントロンを持っており、イントロンを含まない cDNA でないと大腸菌細胞内では正常に機能するヒトタンパク質は合成できない。）

(4)

(4) mRNA が非対称的に分配されるためには、当然 mRNA 自体の塩基配列が重要である。mRNA に結合するタンパク質が細胞内局在や非対称分配を担う。*LacZ* mRNA は、ショウジョウバエの問題の遺伝子の mRNA と配列が違うので、当該遺伝子が受けるのと同じような挙動をすることは期待できない。

(5)

(5) DNA マイクロアレイ解析は複数のサンプル間で mRNA の発現量を比較するための手法であり、タンパク質の有無や量を比較する方法ではない。

解答用紙【分子生物学】

受験番号

解答はこれより下に書くこと。

2

(1)

DNA を構成する糖

デオキシリボース

DNA を構成する塩基

アデニン (A)、グアニン (G)、シトシン (C)、チミン (T)

RNA を構成する糖

リボース

RNA を構成する塩基

アデニン (A)、グアニン (G)、シトシン (C)、ウラシル (U)

(2)

塩基の組み合わせ

水素結合の数

1つ目

アデニン (A) と チミン (T)

2

2つ目

グアニン (G) と シトシン (C)

3

3つ目

アデニン (A) と ウラシル (U)

2

*G:U も正答。

(3)

高い T_m を持つ 2 本鎖 DNA

B

理由

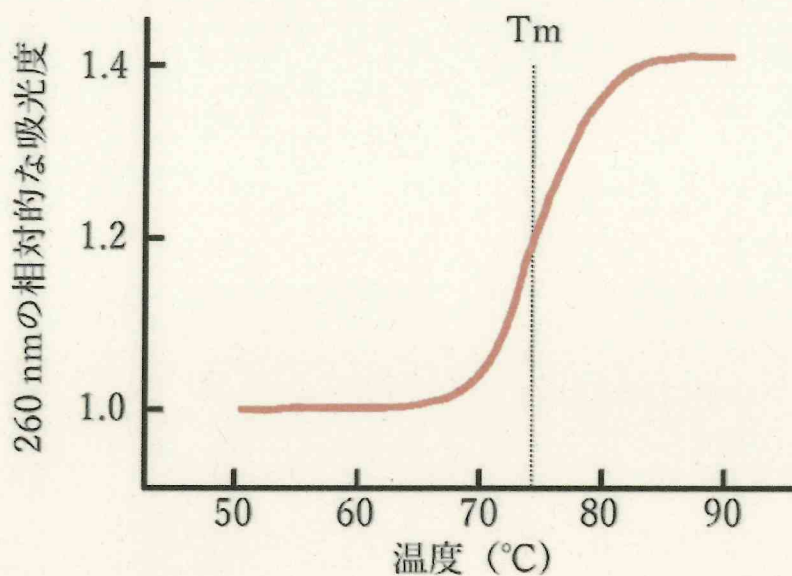
塩基対は 20 と同数だが 3 つの水素結合で対合する G と C のペアが、[A] の 9 個に対し、[B] は 13 個と多いから。

(4)

DNA は に移動する。

理由

(5)



理由

(6)

1 種目の RNA の名称

役割

2 種目の RNA の名称

役割

その他 snRNA (U4 と U6 とか書いても、機能的違いが述べられていれば OK とする) なども正解。

解答用紙【生化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

1

- (1) (計算式省略) 20%
- (2) $\frac{k_{-1} + k_2}{k_1}$ (理由省略)
- (3) 省略
- (4) 省略
-

解答用紙【生化学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

2

(1)

(ア) 例：グルタミン酸, Glu, E

アルギニン, Arg, R

リジン, Lys, K

ヒスチジン, His, H

(イ) 省略

(2) (計算式省略) 35 μ M

(3) (計算式省略) 250 μ M

解答用紙【細胞機能学】

受験番号

解答はこれより下を書くこと。

1

(1) (イオン交換) クロマトグラフィー

【説明】 省略

(ゲルろ過) クロマトグラフィー

【説明】 省略

(アフィニティー) クロマトグラフィー

【説明】 省略

(疎水性) クロマトグラフィー

【説明】 省略

(2)

⑥から⑨は順不同

①	一次構造	②	α ヘリックス	③	二次構造	④	三次構造
⑤	四次構造	⑥	水素結合	⑦	静電相互作用	⑧	ファン・デル・ワールス相互作用
⑨	疎水性効果	⑩	2-メルカプトエタノール				

解答例【細胞機能学】

受験番号	
------	--

解答はこれより下に書くこと。

2

(1) 最も透過しやすい物質

O_2

最も透過しにくい物質

Na^+

(2) 名称1 → アクチンフィラメント

名称1の機能 → 細胞皮層に集中して分布し、細胞の形状変化や移動の基盤となる

名称2 → 中間径フィラメント

名称2の機能 → 細胞に機械的な強度を与える。核膜を裏打ちする核ラミナの主要な成分

名称3 → 微小管

名称3の機能 → 細胞内の分子の輸送経路としてはたらく

(3) 二酸化炭素が植物の光合成で使われ、デンプンが作られた。植物は家畜の餌となり、動物細胞の解糖系で糖からピルビン酸が作られた。ピルビン酸やクエン酸回路で生じるオキサロ酢酸からアミノ酸が作られ、動物の筋肉を構成するタンパク質が合成された。私が家畜の肉を摂取し、タンパク質が分解されアミノ酸となり、そのアミノ酸が筋原線維を構成するタンパク質合成に使われた。