

令和7年度専攻科入学試験問題 応用化学コース

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

諸 注 意

1. 問題冊子は表紙を除いて15枚です。
2. 出題分野は、Ⅰ分析化学、Ⅱ無機化学、Ⅲ有機化学、Ⅳ物理化学、Ⅴ生物化学、Ⅵ材料化学の6分野です。
このうち、出願時に選択した5分野について答えてください。
3. あなたが選んだ5分野の記号を下記の表に記入してください。

--	--	--	--	--

4. 試験時間は2時間です。
5. 退出は試験開始1時間後から可能です。試験問題用紙を裏返しにし、試験監督者の許可を得てから静かに退出してください。
6. 開始の合図があるまでは、本問題用紙を開かないでください。

※採点表です。（受験者は記入しないでください。）

問題	問題	問題	問題	問題	合 計

分析化学

(1 / 2)

問1. 次の金属イオンの分別沈殿を行った。次の問いに答えよ。

(1) ①～④を化学式で答えよ。(各3点)

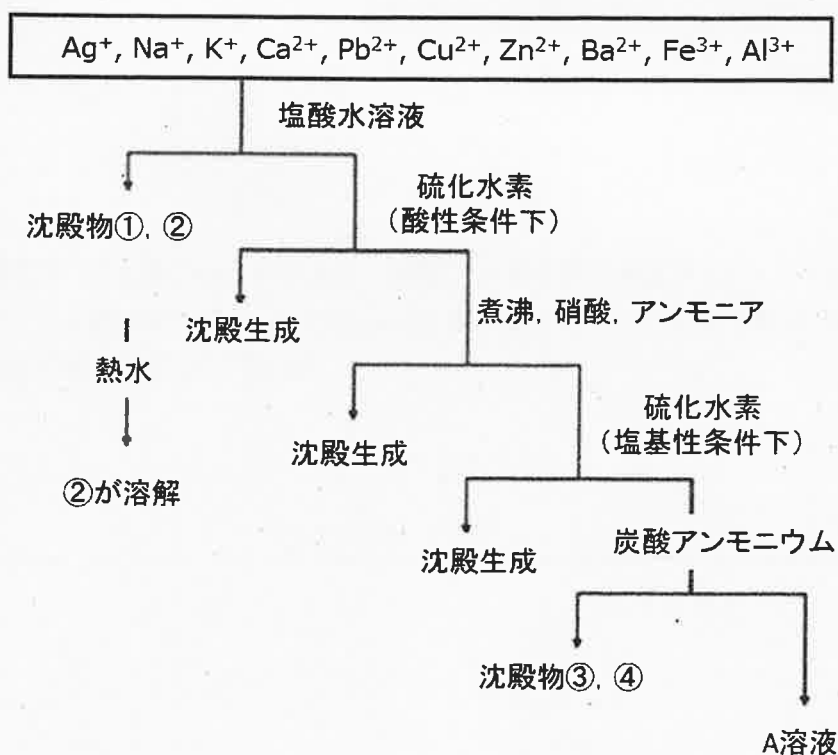
①

②

③

④

(2) Aではどのような方法でその元素を確認することができるか答えよ。(3点)



問2. 過剰の AgCl を 0.150 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 1.00 L に加えた。水溶液中に存在できる銀イオンの濃度はいくらか。ただし、AgCl の溶解度積は 1.78×10^{-10} とする。有効数字3桁で答えよ。(5点)

分析化学

(2 / 2)

問3. 次の問いについて答えよ。(各5点)

(1) 1.0×10^{-7} mol/L の硝酸溶液の pH を計算せよ。有効数字2桁で答えよ。(2) 1.0×10^{-3} mol/L の酢酸ナトリウム溶液の pH を計算せよ。ただし、酢酸の酸解離定数 pK_a は 4.76 とする。有効数字2桁で答えよ。

問4. 銀イオンの総量が 1.0×10^{-2} mol/L であり、遊離アンモニアの濃度が 1.0×10^{-3} mol/L のときの銀イオン濃度 $[Ag^+]$ と銀アンミン錯イオン濃度 $[Ag(NH_3)_2^+]$ を求めよ。ただし、生成定数は $\log K_{f1} = 3.3$, $\log \beta_2 = 7.2$ とする。有効数字2桁で答えよ。(5点)

問5. 水溶液の pH が 3.5 と 9.5 のときのプロピオン酸の分配比を計算せよ。ただし、プロピオン酸の分配定数 K_D は 76, 解離定数 K_a は 2.2×10^{-5} , 2 量体の生成を無視するものとする。有効数字2桁で答えよ。(5点)

無機化学

受験番号	採点(配点40点)

(1 / 3)

問1 電子配置について、次の問いに答えなさい。(12点)

(1) ${}^9\text{F}$ の基底状態の電子配置を例にならって示しなさい。(4点)[(例) $\text{Li}: 1s^2 2s^1$](2) ${}^{25}\text{Mn}$ の基底状態の電子配置を例にならって示しなさい。ただし、閉じた内殻の記号を使用しなさい。
(4点)[(例) $\text{Li}: [\text{He}] 2s^1$](3) ${}^{17}\text{Cl}^-$ イオンの基底状態の電子配置を例にならって示しなさい。ただし、閉じた内殻の記号を使用しなさい。(4点)[(例) $\text{Li}: [\text{He}] 2s^1$]

問2 電気陰性度について、次の問いに答えなさい。(12点)

(1) 電気陰性度の周期性について、電気陰性度は周期表の同一周期を右に進むほど「増大する」か「減少する」か示しなさい。(4点)

(2) 電気陰性度の周期性について、電気陰性度は同族では高周期ほど「増大する」か「減少する」か示しなさい。(4点)

(3) 最も電気陰性な元素を元素記号で示しなさい。(4点)

問3 つぎの化合物の中から水素結合している化合物をすべて選んで示しなさい。(4点)

(化合物: H_2 、 LiH 、 H_2O 、 LiH 、 HF 、 LiF 、 CO_2)

無機化学

(2 / 3)

問4 実験室で水素を発生させたい。Li 単体と H_2O を反応させて 3.0 mol の H_2 を発生させる。この際、必要な Li 単体の質量を計算して示しなさい。また、化学反応式も示しなさい。ただし、H および Li、O のモル質量は、それぞれ 1.008 g mol^{-1} および 6.941 g mol^{-1} 、 16.00 g mol^{-1} である。解答の有効数字は2桁としなさい。(6点)

[化学反応式] (3点)

[Li 単体の質量] (3点)

無機化学

(3 / 3)

問5 NaCl の結晶では、陽イオンと陰イオン間の距離が 282.7 pm である。この結晶の密度を計算して示しなさい。ただし、Na のモル質量は 22.99 g mol^{-1} であり、Cl のモル質量は 35.45 g mol^{-1} である。また、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ である。解答の有効数字は3桁としなさい。(6点)

有機化学

受験番号

採点(配点40点)

(1 / 2)

問1. 以下の化合物の常圧下 (1013 hPa) での沸点を語群から選んで答えなさい。(12点)

1. 酢酸: _____

2. アセトン: _____

3. ジエチルエーテル: _____

4. ヘキサン: _____

5. エタノール: _____

6. ジクロロメタン: _____

【 語群: 34℃、40℃、56℃、69℃、78℃、100℃、118℃ 】

問2. 次の文章に当てはまる化合物の構造式を答えなさい。(12点)

化合物A ($C_{16}H_{14}$) は2当量の臭素と反応し、化合物B ($C_{16}H_{14}Br_4$) に変化する。また、Aを過マンガン酸で酸化すると化合物C ($C_7H_6O_2$) とシュウ酸が生成する。但し、化合物Aには3種類の立体異性体が、化合物Bには9種類の立体異性体が存在するが、構造式では立体を区別しなくて良い。

化合物A

化合物B

化合物C

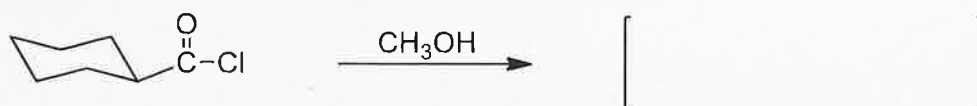
$(2 \mid 2)$

(各4点、16点)

①



②



③



④



物理化学

受験番号

採点(配点40点)

(1 / 2)

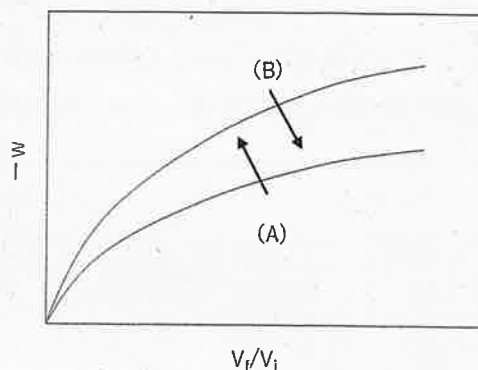
問1～4に答えなさい。気体定数 R は $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。特に断りのない場合、有効数値は3桁で答えなさい。

問1. n モルの完全気体が $T(\text{K})$ において体積 V_i から V_f まで等温可逆膨張した際の仕事 w は、

$$w = - \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$$

で表される。 $-w$ と V_f/V_i の関係をグラフに表すと右図のようになる。

- (1) 25.0°C において、 1.00 モルの完全気体が 1.00 dm^3 から 10.0 dm^3 まで等温可逆膨張したときの仕事を求めなさい。(6点)



答

- (2) さらに高温側で等温可逆膨張したとき、グラフの曲線は矢印 A、B どちらの方向へ変化するか答えなさい。(4点)

答

問2. ファントホッフの式によれば、温度 T_1 および T_2 における平衡定数 K_1 、 K_2 との間には以下の式が成立する。 ΔH は反応エンタルピーである。

$$\ln K_2 - \ln K_1 = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

ΔH が $70.0 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$ のとき、温度が 25.0°C から 50.0°C に変化すると平衡定数は何倍に増加するか有効数値2桁で答えなさい。(10点)

答

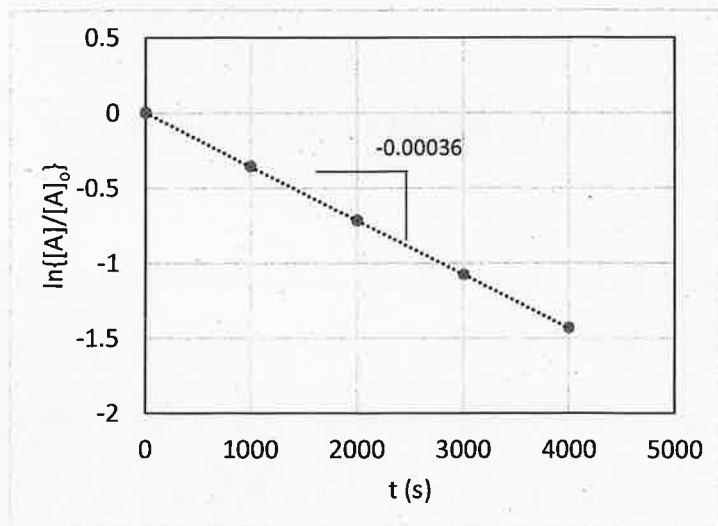
物理化学

(2 / 2)

問3. ある反応 $A \rightarrow \text{生成物}$ の速度式について調べたい。一次反応速度式に従う場合、積分形速度式は以下の式で表現される。

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$$

k は速度定数である。実験を行い A の初期濃度 $[A]_0 \text{ mol dm}^{-3}$ から t 秒後の濃度 $[A] \text{ mol dm}^{-3}$ を順次記録した。 $\ln([A]/[A]_0)$ を t に対してプロットしたところ下図に示すように直線が得られた。傾きは -0.00036 であった。



- (1) この結果からこの反応が一次反応速度式に従っていると判断できる。その理由を答えなさい。(3点)

答

- (2) 速度定数 k を求めなさい。(有効数値は2桁とする。単位も記載すること)
(3点)

答

- (3) 初期の濃度から10分の1に低下するまでにかかる時間を求めなさい。(4点)

答

問4. 希薄溶液の凝固点降下 $\Delta T(K)$ は質量モル濃度 b_B に比例する。溶媒の凝固点降下定数を K とすると次の関係式で表現される。

$$\Delta T = Kb_B$$

シクロヘキサン 50.0g にナフタリンを 0.100g 溶解した。この溶液の ΔT を答えなさい。なお、シクロヘキサンのモル凝固点降下定数は $20.0 \text{ K kg mol}^{-1}$ 、ナフタリンのモル質量は $128.18 \text{ g mol}^{-1}$ である。

(10点)

答

生物化学

(1 / 4)

問1 次の文章は種子の発芽における糖の代謝について述べたものである。文章を読み、以下の問いに答えなさい。(23点)

A オオムギなど穀類の種子では胚乳に栄養分としてデンプンを貯蔵しており、胚乳は糊粉層という組織で取り囲まれている。種子が十分に吸水すると、胚で植物ホルモンであるジベレリンが合成され、分泌される。分泌されたジベレリンは糊粉層に作用すると、アミラーゼ遺伝子が活性化され、B アミラーゼが合成されて胚乳に分泌される。C デンプンは最終的にグルコースにまで分解され、胚に供給される。胚がこれを呼吸基質などに用いて成長し、発芽にいたる。

胚の細胞に取り込まれると、D グルコースは2分子のピルビン酸へ分解される。この過程で2分子のATPと2分子の還元型補酵素(1)が生成される。次に、ピルビン酸はアセチル CoA となり、これがオキサロ酢酸と結合してクエン酸になる。クエン酸はオキサロ酢酸にまで代謝される。この過程で還元型補酵素(1)と FADH_2 、2分子のATPと無機物質である(2)が生成する。上記の2つの過程で生じた(1)と FADH_2 の電子は(3)の内膜にある電子伝達系で受け渡され、その結果生じるエネルギーを利用して、ATPが生成される。以上の呼吸の過程により、1分子のグルコースから最大で(4)分子のATPが得られる。

(1) 空欄(1)にあてはまる物質の略称を答えなさい。

(2) 空欄(2)にあてはまる物質名または化学式を答えなさい。

(3) 空欄(3)にあてはまる細胞小器官の名称を答えなさい。

生物化学

(2 / 4)

(4) 空欄(4) にあてはまる数字を選び、記号で答えなさい。

- a. 8 b. 18 c. 38 d. 58

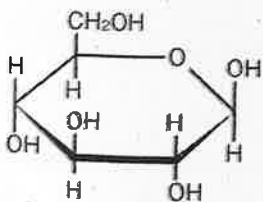
(5) 下線部 A に対して、哺乳類の肝臓や筋肉に貯蔵されている多糖の名称を記しなさい。

(6) 下線部 B のアミラーゼは以下のどの酵素に分類されるか、ひとつ選び、記号で答えなさい。

- a. 除去付加酵素 b. 加水分解酵素 c. 異性化酵素 d. 酸化還元酵素

(7) 下線部 C に関して、デンプンが加水分解されて生じる二糖の名称を記しなさい。

(8) 下の β -D-グルコースの構造式にならい、(4)の構造式を書きなさい。



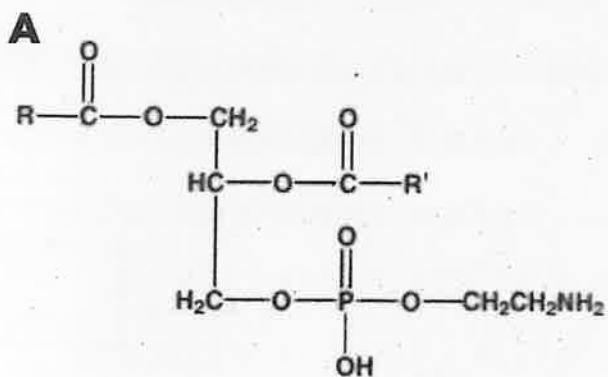
生物化学

(3 / 4)

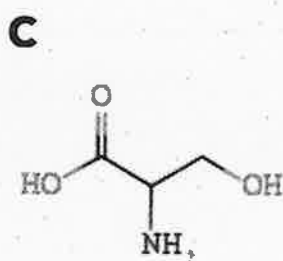
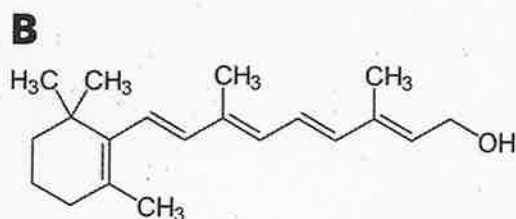
(9) 下線部 D の代謝経路の名称を答えなさい。

(10) 下線部 D に関して、ピルビン酸の化学式を書きなさい。

問2 A, B, C の構造式で表される物質名をそれぞれ選択肢から選び、記号で答えなさい。(9点)



R, R'は長鎖炭化水素鎖



a. セリン b. グルタミン酸 c. キサントフィル d. レチノール e. ホスファチジン酸

f. ホスファチジルエタノールアミン

A	B	C

生物化学

(4 / 4)

問3 タンパク質分解酵素に関する以下の文章を読み、問いに答えなさい。(8点)

すい液に含まれる消化酵素であるトリプシンとキモトリプシンは、どちらもタンパク質を加水分解する酵素であるが、トリプシンはA 塩基性アミノ酸のC末端側のみ、キモトリプシンは芳香族アミノ酸またはロイシンのC末端側のみ切断し、切断する。

(1) タンパク質分解酵素によって加水分解が促進される化学結合の名称を答えよ。

(2) 次の選択肢から、トリプシンとキモトリプシンの触媒部位に関して正しいものを全て選べ。

- a. トリプシンの特異性認識部位には酸性アミノ酸が多く含まれている。
- b. トリプシンの特異性認識部位には塩基性アミノ酸が多く含まれている。
- c. キモトリプシンの特異性認識部位には親水性アミノ酸が多く含まれている。
- d. キモトリプシンの特異性認識部位には疎水性アミノ酸が多く含まれている。

(3) 下線部A塩基性アミノ酸の名称をひとつ書きなさい。

材料化学

受験番号

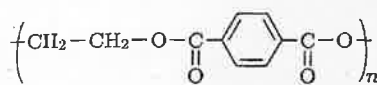
採点(配点40点)

問1～4に答えなさい。

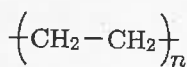
(1 / 2)

問1. 下に示す化合物A～Jについて以下の問に答えなさい。

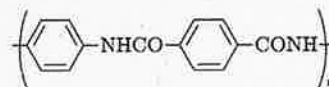
(A)



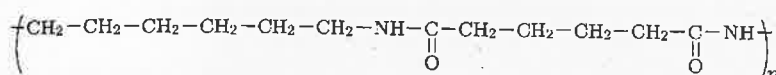
(B)



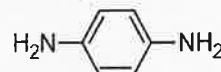
(C)



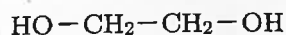
(D)



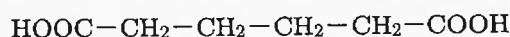
(E)



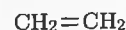
(F)



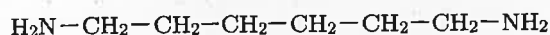
(G)



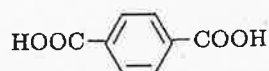
(H)



(I)



(J)



- (1) 高分子化合物A～Dをそれぞれ合成するのに使用するモノマーをE～Jより選び記号で答えなさい
(複数のモノマー使用可、重複回答可) (各2点×4)

A B C D

- (2) チーグラナーナッタ触媒を用いて重合したものは強度、耐熱性に優れプラスチックとして多く利用されている。該当する高分子を一つ選び記号でなさい。(2点)

答

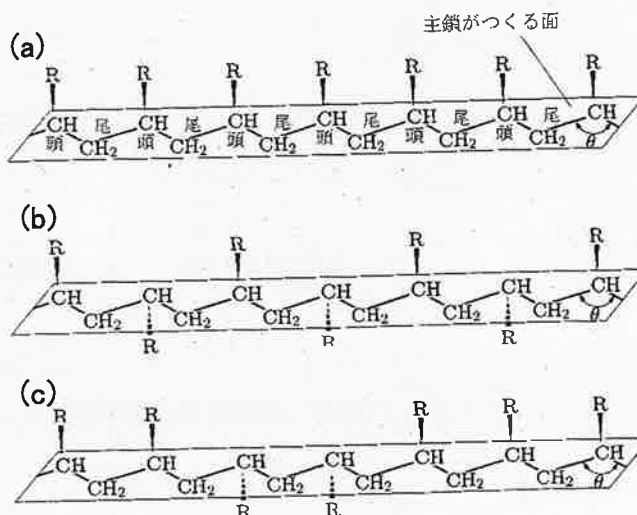
- (3) 高強度、高耐熱性でありスーパー繊維として知られ、防弾チョッキや自動車タイヤに使用される高分子を一つ選び記号でなさい。(2点)

答

問2 次の図は高分子の立体規則性について表したものである。

- (1) (a), (b), (c)の立体規則性の名称をそれぞれ答えなさい。(2点×3)

a b c



- (2) チーグラナーナッタ触媒を用いてプロピレンを重合する事で得られるポリプロピレンの構造は(a), (b), (c)のうちどの構造であるか答えなさい。(2点)

答

材料化学

(2 / 2)

問3. 下表に示す3種類の成分からなる混合系がある。この混合系の数平均分子量、重量平均分子量、多分散度を有効数値2桁で求めなさい。(12点)

	重量分率, w_i	分子量, M_i
成分1	0.4	1×10^4
成分2	0.5	5×10^4
成分3	0.1	2×10^5

数平均分子量

重量平均分子量

多分散度

問4. 4種類の高分子材料の力学的性質および熱的性質を下表に示す。材料はポリ(シス-1, 4-ブタジェン)、ポリアラミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートである。以下(1)～(4)に答えなさい。(2点×4)

材料名	引張強度 (MPa)	破断時の伸び (%)	弾性率 (MPa)	融点 (°C)	ガラス転移温度 (°C)
ポリ(シス-1, 4-ブタジェン)	3	800	10	1	-102
ポリアラミド	3000	2.4	31000	560	---
ポリプロピレン	30	200	900	167	-20
ポリカーボネート	75	25	2600	---	145

(1) スーパー繊維として知られ、高強度、高弾性材料であるものを一つ選び名称で答えなさい。

答

(2) 一定量の変形を生じさせるのに要する力が最も大きいものを一つ選び名称で答えなさい。

答

(3) 室温で柔軟性がありゴム材料として使用されるものを一つ選び名称で答えなさい。

答

(4) 強度と耐熱性および加工性のバランスに優れ、自動車部品などに多く使用されるプラスチック材料を一つ選び名称で答えなさい。

答