

令和4年度専攻科入学試験問題
生産システム工学専攻 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13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

受験番号	採点 (配点40点)

分析化学

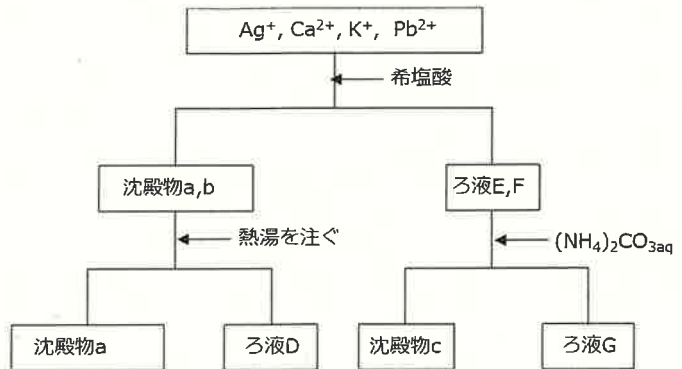
(1 / 2)

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) 沈殿物 a, b, c は何か。化学式で答えよ。
(3点×3)

a. _____ b. _____ c. _____

(2) 沈殿物 a とろ液 D に分かれる理由について説明せよ。(3点)



(3) ろ液 G 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。(3点)

問2. AgBr を水に溶解させた。沈殿平衡になるときの AgBr 水溶液のモル濃度を答えよ。
ただし、AgBr の溶解度積は 5.2×10^{-13} とする。有効数字2桁で答えよ。(5点)

問3. 1.0 mol/L の NH_3 水溶液 1.0 L に AgNO_3 を 0.10 mol 加えた。このとき錯生成していない金属イオンの濃度を求めよ。ただし、平衡定数 $\log \beta_2 = 7.22$ とする。有効数字2桁で答えよ。(5点)

分析化学

(2 / 2)

問4 次の問いについて答えよ。(各3点)

(1) 2.0×10^{-3} mol/L の硝酸水溶液の pH を計算せよ。有効数字2桁で答えよ。

(2) (1) の溶液をマイクロピペットを用いて 0.10 mL はかりとり、1000 mL のメスフラスコを用いて水で希釈した。この溶液の水素イオン濃度を計算せよ。有効数字2桁で答えよ。

(3) 0.10 mol/L のアンモニア水溶液の pH を計算せよ。

ただし、アンモニアの解離定数 pK_b は 4.71 とする。有効数字2桁で答えよ。

(4) 緩衝溶液とはどのような溶液のことか説明せよ。

(5) 酢酸と酢酸ナトリウムの濃度比が 1 : 1.5 でできた溶液の pH を求めよ。

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。

無機化学

(2 / 2)

問3. O_2 の分子軌道を図示して、その分子軌道をエネルギー準位図を用いて O_2 が常磁性か反磁性であるか答えよ。なお、分子軌道を図示する際に、閉じた内殻は省略しても良いものとする。

問4. 面心立方格子の充填率を計算せよ。また、その計算過程も記述すること。

有機化学

受験番号	採点(配点40点)

(1 / 2)

問1. 次の文章を読んで、以下の問に答えなさい。(12点)

化合物A ($C_7H_{14}O_2$) は1つのキラル中心を持つ光学活性物質でS-配置の分子である。化合物Aはペルヨージナンを用いて酸化すると光学不活性な化合物B ($C_7H_{12}O_2$) に変化する。この化合物Bは、ヨードホルム反応に陽性で、反応後には化合物C ($C_5H_8O_4$) が生成する。化合物Cは、ジカルボン酸であり、加熱処理により容易にモノカルボン酸の化合物D ($C_4H_8O_2$) となる。

ア) 化合物CとDの構造式を書きなさい。(各3点、6点)

化合物C

化合物D

イ) 化合物Bの構造式を書きなさい。(3点)

ウ) 化合物Aの構造について立体(絶対)配置が判別できるようにその構造式を書きなさい。(3点)

有機化学

(2 / 2)

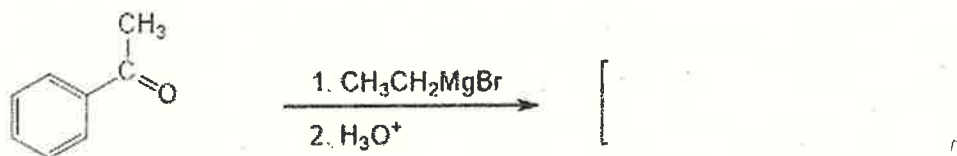
問2. 次の反応の主生成物の構造式を答えなさい。但し、鏡像異性体は考慮しなくてよい。

(各4点、28点)

①



②



③



④



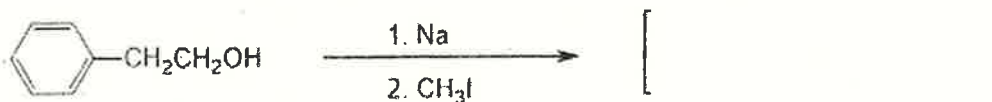
⑤



⑥



⑦



物理化学

受験番号	採点(配点40点)

(1 / 2)

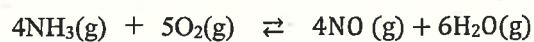
問1. 以下の(1)~(2)に答えよ。気体は完全気体と見なす。原子量は $H=1.01$ 、 $N=14.01$ である。

気体定数 $R=8.3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。

- (1) 容積が 22.4 dm^3 の容器に気体窒素 1.50 g 、気体水素 4.00 g を詰めた。その時の温度は 25.0°C であった。容器内の混合気体の圧力(全圧)を求めなさい。

- (2) 上記の混合気体について、 25.0°C における容器内の窒素と水素それぞれの分圧を求めなさい。

問2. アンモニアが酸化されて酸化窒素が生成する反応を示す。



25.0°C における標準生成ギブズエネルギー $\Delta_f G^\circ / \text{kJmol}^{-1}$ が以下に与えられている。

以下の(1)~(2)に答えなさい。

	$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{NO}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta_f G^\circ / \text{kJmol}^{-1}$	-16.45	0	86.55	-228.57

- (1) 標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めよ。

物理化学

(2/2)

(2) 計算した標準反応ギブズエネルギーの値からこの反応は自発的か非自発的か答えよ。

問3. ある反応 $A \rightarrow P$ の速度式は二次反応速度式に従う。この時、反応速度式は以下の式で表される。

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2$$

速度定数 k は $1.36 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ である。実験を行い A が $0.500 \text{ mol dm}^{-3}$ から $0.050 \text{ mol dm}^{-3}$ へと変化するのに要する時間を求めよ。

問4. 分子量未知の試料 0.2100 g を 33.100 g のシクロヘキサンに溶解した。溶液の凝固点降下度は 1.112°C であった。この試料の分子量を求めよ。なお、シクロヘキサンのモル凝固点降下定数は $20.0 \text{ K kg mol}^{-1}$ である。

生物化学

受験番号	採点 (配点40点)

(1 / 3)

問題文を読み、問に答えなさい。

1型糖尿病はすい臓のランゲルハンス島においてインスリンの産生ができなくなることに原因がある。インスリンはタンパク質であり、血糖値、すなわち血液中のグルコース濃度を下げる作用のある¹ホルモンとして働く。食事直後など血糖値が高くなると、インスリンが合成、分泌される。血液中のインスリン濃度が高くなると、標的器官である肝臓や骨格筋ではグルコース (図1) からグリコーゲンへの合成が行われ、また、肝臓ではグルコースから (あ) への合成も行われる。グリコーゲンは²グルコースが $\alpha 1 \rightarrow 4$ グリコシド結合で重合した直鎖が (い) 結合して枝分かれをした構造の多糖である。体液中のグルコースは細胞に取り込まれ、³呼吸の基質として用いられる。グルコースが消費され血糖値が下がると、インスリンの合成と分泌が低下し、血液中のインスリン濃度が下がる。

インスリンはA鎖とB鎖という2つのポリペプチド鎖からなる二量体であり、図2のようなアミノ酸配列を持つ。インスリンは1本のポリペプチド鎖として合成され、タンパク質分解酵素により切断されて一部が取り除かれる。残ったA鎖とB鎖のシステイン側鎖 (図中のCで表す) の間で (う) 結合が生じて二量体が形成される。1型糖尿病の治療には⁴遺伝子組み換え技術により原核または真核微生物に合成させたヒトインスリンの注射が用いられている。

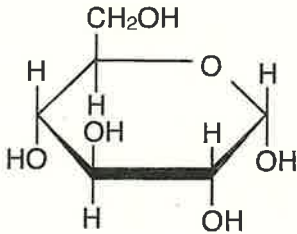


図1 α -D-グルコースの投影式

A鎖: GIVEQCCTSICSLYQLENYCN

B鎖: FVNQHLCGSHLVEALYLVCGERGFFYTPKT

図2 インスリンのA鎖、B鎖のアミノ酸配列。アミノ酸は1文字記号で表す。

問1 下線部¹ホルモンについて、エストロゲンやテストステロンなどのホルモンの本体である物質の名称を答えなさい (4点)。

問2 (あ) に最もあてはまるエネルギー貯蔵物質の総称を答えよ (4点)。

生物化学

(2 / 3)

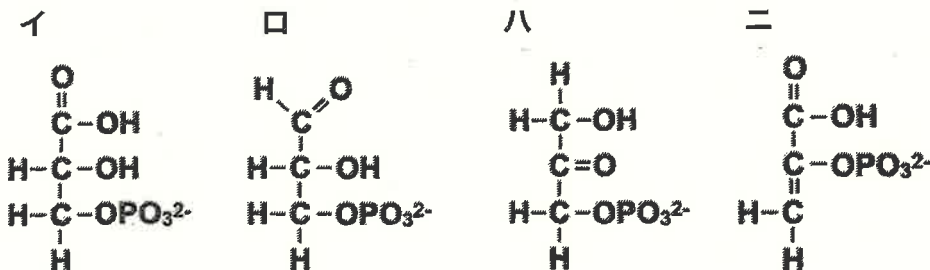
問3 下線部2 グルコースが α 1→4グリコシド結合について、グルコース2分子が α 1→4グリコシド結合して構成されるマルトースの構造式（ハースの投影式）を図1にならって書きなさい（6点）。

問4 (い) にあてはまる語を下の選択肢から選び記号で答えなさい（4点）。

- イ. α 1→2 ロ. β 1→4 ハ. α 1→6 ニ. β 1→8

問5 下線部3 呼吸について、好気呼吸の3つの代謝経路の名称を答えなさい（各2点 x 3 = 6点）。

問6 下線部3 呼吸について、呼吸の経路の中間産物であるグリセルアルデヒド-3-リン酸を選び、記号で答えよ（4点）。



生物化学

(3 / 3)

問7 (う) にあてはまる語を答えなさい (4点)。

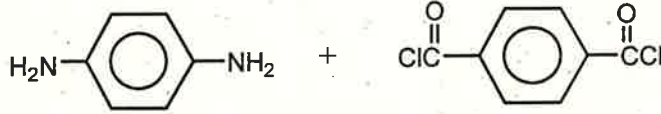
問8 インスリン遺伝子の mRNA のうち、A鎖をコードする部分は何塩基必要か。数を答えなさい (4点)。

問9 下線部 4 遺伝子組み換え技術 について、ヒト遺伝子の配列を持つ DNA をベクターの DNA に連結させるときに用いる酵素を選択肢から選び、記号で答えなさい。なお、この反応には ATP が必要である (4点)。

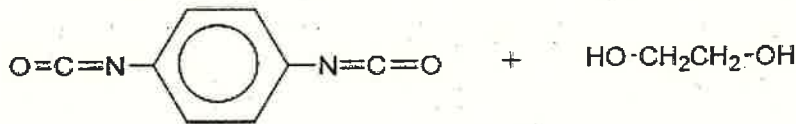
イ. DNA リガーゼ ロ. DNA ポリメラーゼ ハ. DNA 分解酵素 ニ. DNA ヘリカーゼ

問1. 以下のモノマーを重合して得られる高分子化合物の構造式を書きなさい

(1)



(2)

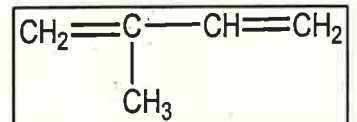


(3)



問2. イソプレン (右図) の重合体について答えなさい。

(1) 1, 4 結合で重合体が生成した。生成物には 2 種類の異性体が存在する。2 種類の異性体を書きなさい。



(2) 2 種類の異性体のうちゴム材料として利用される構造はどちらか、一つ答えなさい (化学式または構造名で答えよ)。

材料化学

(2/2)

問3. 次に示す3つの分子量からなる高分子試料がある。数平均分子量(M_n)、重量平均分子量(M_w)、分子量分散(多分散度)を求めよ。

	重量分率(w_i)	分子量(M_i)
成分1	0.5	2.0×10^3
成分2	0.3	5.0×10^3
成分3	0.2	7.0×10^3

問4. 高分子の立体規則性には、アタクチック、アイソタクチック、シンジオタクチック構造がある。

(1) 3つの構造をそれぞれ書きなさい。(置換基はRで表現しなさい)

(2) チグラ-ナツタ触媒を用いてプロピレンの配位アニオン重合を行ったところ、得られた重合体は強度が高いことからプラスチックとして利用できるようになった。得られるポリプロピレンの立体規則性は上記3つのうちどれに相当するか答えなさい。