

受検番号	
------	--

令和4年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(後期)
物質工学専攻
専門(生物応用化学系)

総 得 点	

出題5問中、4問を選択し解答すること。
なお、選択した問題4問の番号を下の□に記入すること。

選択した4問の番号				
得点欄	※	※	※	※

※印欄は、記入しないでください。

(注 意)

- 1 検査問題用紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 検査問題用紙は 1 ページから 5 ページまでである。
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 定規、コンパス、物差し、分度器および計算機は用いないこと。
- 4 受検番号は検査問題表紙及び全ての検査問題用紙に記入すること。

久留米工業高等専門学校

物質工学専攻 専門(生物応用化学系)

得 点

問題1. 以下の問いに答えよ。(25点)

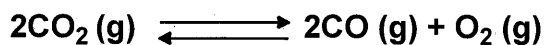
- (1) KCl, KBr および K_2CrO_4 を混合した溶液がある。この溶液中の Cl^- , Br^- および CrO_4^{2-} の濃度は、それぞれ $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, $2.1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$, $2.4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ であった。この溶液に $AgNO_3$ の溶液をごく少量ずつ滴下した。この時、体積変化がないものとし、最初に沈殿する化合物 A、二番目に沈殿する化合物 B の化学式を答えよ。三番目に化合物 C が沈殿し始めるときの Ag^+ の濃度を求めよ。ただし $AgCl$, $AgBr$ および Ag_2CrO_4 の溶解度積 K_{sp} はそれぞれ、 2.0×10^{-10} , 2.1×10^{-13} , 2.4×10^{-12} とする。

化合物 A		化合物 B		$[Ag^+]$		mol L^{-1}
-------	--	-------	--	----------	--	---------------------

- (2) 質量数が 13 で原子核の中性数が 7 の元素がある。電子を \uparrow (向きはスピンの方向を示す) で表し、基底状態の電子配置を、下の表に電子を入れることにより示せ。電子の入っていない軌道は空でよい。

1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z

- (3) 真空に排気した容積 10 L の反応容器に CO_2 を入れて 2000 K に加熱保持したところ、 CO_2 が解離して以下のような平衡状態に達した。



平衡時における CO_2 , O_2 の濃度は、それぞれ、 $[CO_2] = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$, $[O_2] = 5.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ であった。次の問いに答えよ。

- ① 反応容器に入れた CO_2 の物質量を求めよ。

mol

- ② 上の解離反応の 2000 K における濃度平衡定数 K_c と、圧平衡定数 K_p を求めよ。気体定数 $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$ である。平衡定数には単位も記すこと。

K_c		K_p	
-------	--	-------	--

- (4) 純度 98% の濃硫酸 100 g を水で薄めてちょうど 1.00 L にした。この薄めた硫酸 100 mL を測りとり、 1.00 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液で中和した。硫酸と水酸化ナトリウムの反応式を示し、中和点までに加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積を求めよ。原子量: H = 1.0, O = 16, S = 32

反応式		体積		mL
-----	--	----	--	-------------

得点

問題3. 以下の問いに答えよ。(25点)

(1) ある二原子分子に関する以下の問いにそれぞれ答えよ。ここで、それぞれの原子の質量数として、12 および 18、アボガドロ数として、 6.0×10^{23} を用いよ。また、原子間結合の対称伸縮振動の波数は 1000 cm^{-1} とする。

① 換算質量 μ (kg) を求めよ。

② 伸縮振動における力の定数 κ (N m^{-1}) を求めよ (ここで、振動数 $\nu = \{1/(2\pi)\}(\kappa / \mu)^{1/2}$ で表される。また、光の速度 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ を用いよ)。

(2) 回分式攪拌槽を用いて、反応速度が以下の Michaelis-Menten 式で表される酵素反応を行った。

$$r = V_m C_S / (K_m + C_S)$$

ここで、 V_m は最大速度、 K_m は Michaelis 定数、 C_S は基質濃度 (反応物濃度) である。初期基質濃度を $C_{S,0}$ として、以下の問いに答えよ。

① 基質濃度大過剰の条件下において、反応速度 r はどの様になるか答えよ。

② 上記の条件において、時間 t と基質濃度 C_S の関係式を導出せよ。

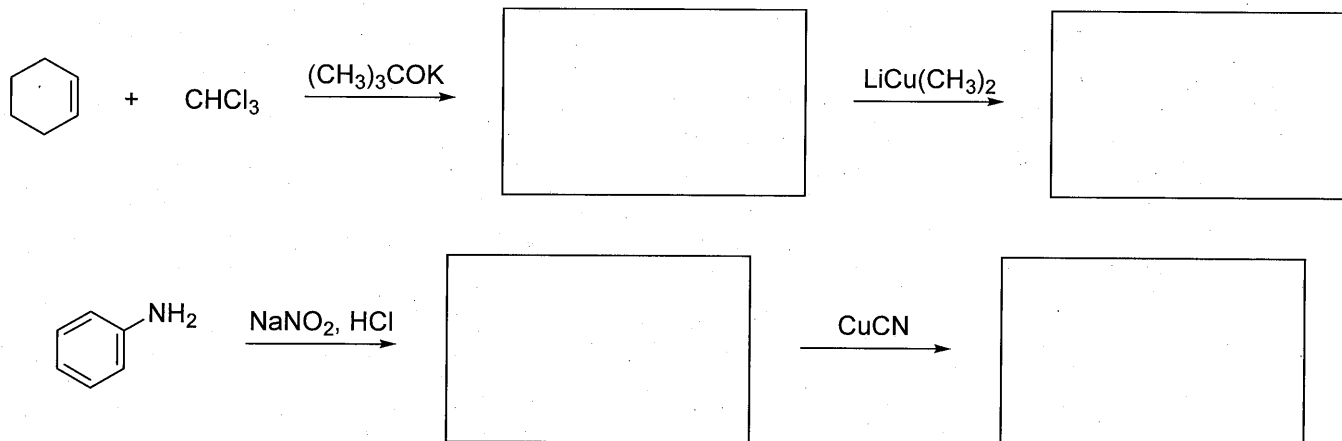
得 点

問4. 以下の問いに答えよ。(25点)

(1) トリペプチド Ala-Gly-Ser の構造を書き、N末端とC末端のアミノ酸の名称を示せ。

トリペプチドの構造	N末端のアミノ酸名
	C末端のアミノ酸名

(2) 次の反応の主生成物(反応中間体)の構造を図中枠内に直接示せ。



(3) ブチルリチウム (BuLi) を開始剤とするメタクリル酸メチルのアニオン重合について、以下の問いに答えよ。

① 開始反応、生長反応の重合素反応式を示せ。

開始反応 (BuLi とメタクリル酸メチルとの反応)
生長反応 (生成アニオンとモノマーの反応によるポリメタクリル酸メチルの合成)

② メタクリル酸メチルがアニオン重合を起こしやすい理由を説明せよ。

解答欄

(4) 次の文章の内容が正しいければ○を、誤っていれば×を示せ。

- ① メラミン樹脂は熱硬化性樹脂に分類される高分子である。 ()
- ② 一般にゴムはエンタルピー弾性を示す素材である。 ()
- ③ イソブチルビニルエーテルはカチオン重合を起こしやすいモノマーである。 ()
- ④ EVA樹脂はポリエチレンとポリ酢酸ビニルのブレンド体である。 ()

受検番号	
------	--

物質工学専攻 専門(生物応用化学系)

得	点

問題5. 人工的に合成した mRNA によるタンパク質合成について、以下の問いに答えよ。(25点)

ニーレンバーグらは、大腸菌のある細胞小器官、tRNA、アミノアシルシンターゼ、アミノ酸、ATP等を混合したタンパク質合成系に人工的に合成した種々の RNA を mRNA として加えてどのようなタンパク質が合成されるかを調べ、以下の各実験結果を得た。

- 【実験1】グアニン (G) とウラシル (U) が交互に現れる mRNA を使うと、システインとバリンとが交互に現れるポリペプチドができた。
- 【実験2】GGU の繰り返しからなる mRNA からは、グリシンのみ、バリンのみ、トリプトファンのみからなる3種類のポリペプチドができた。
- 【実験3】GUU の繰り返しからなる mRNA からは、バリンのみ、ロイシンのみ、システインのみからなる3種類のポリペプチドができた。
- 【実験4】GUUU の繰り返しからなる mRNA からは、システインーロイシンーフェニルアラニンーバリンの順に連結したポリペプチドができた。

- (1) 下線部の細胞小器官は何か、その名称を答えよ。
- (2) 実験1～3の結果から、GUG と UGU の遺伝暗号に相当するアミノ酸をそれぞれ答えよ。
- (3) 実験4の結果から導かれるフェニルアラニンの遺伝暗号を答えよ。
- (4) 全ての実験から導かれるロイシンとバリンの遺伝暗号を全て答えよ。

解答欄

(1)				
(2)	GUG		UGU	
(3)				
(4)	ロイシン		バリン	