

受検番号	
------	--

令和4年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(前期)
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が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、分度器及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

得 点

問題1. 以下の問いに答えよ。(25点)

(1) 水素の電子殻のエネルギー準位 E が下の表に与えてある。①～⑤に答えよ。

電子殻	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
$E(\text{kJ mol}^{-1})$	-1312	-329	-146	-82

① K 殻に存在する原子軌道 (AO) を三つの量子数 (n, l, m) で示せ。

n		l		m	
-----	--	-----	--	-----	--

② 三つの量子数 (n, l, m) の名前とそれらの値が軌道の何を定めるか簡潔に説明せよ。

量子数	名 前	説 明
n		
l		
m		

③ N 殻に存在する原子軌道 (AO) について、すべての l 値を示せ。

④ K 殻にある電子を M 殻に励起させるのに必要なエネルギー (kJ mol^{-1}) を求めよ。

kJ mol^{-1}

⑤ M 殻に励起された電子が L 殻に戻るときに出す光の波長 λ を、次の式を用い nm 単位で計算し、整数値で答えよ。

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \quad (\text{リュードベリ定数 } R = 1.0 \times 10^7 \text{ m}^{-1})$$

nm

(2) 陽イオンと陰イオンを 1:1 で含む電解質 w (g) を水に溶かし体積 1.00 L にした。 t ($^{\circ}\text{C}$) におけるこの溶液の浸透圧は Π (Pa) であったとき、この電解質の式量 F を式で表せ。ただし気体定数は R ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) で表してよい。この溶液中ではこの電解質は完全に電離しているものとする。

物質工学専攻 専門(生物応用化学系)

得 点

問題2. 以下の問いに答えよ。(25点)

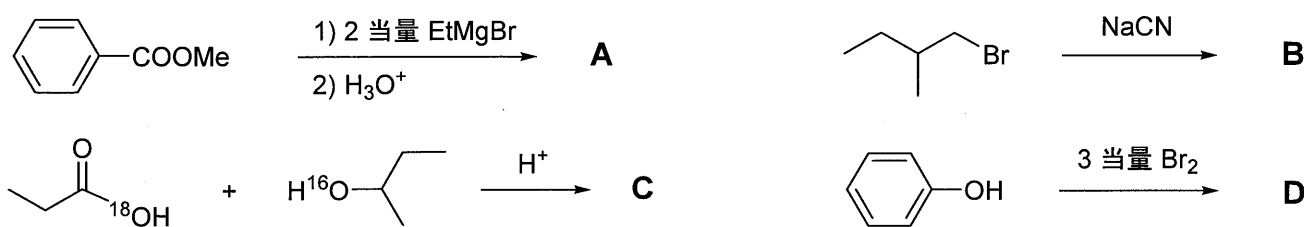
(1) 以下の文章を読み、以下の問いに答えよ。

植物は、光エネルギーを用いて無機物から有機物を合成することができる。二酸化炭素から有機物をつくる反応を [ア] といい、光エネルギーを用いた [ア] を、特に光合成という。(A)光合成では、光エネルギーが [イ] のもつ化学エネルギーに変換され、その化学エネルギーを利用し、
(B)さまざまな酵素のはたらきにより、二酸化炭素などから有機物を [ウ] 回路により合成している。結果として、光合成によって合成された有機物内には、化学エネルギーが蓄えられることになる。

- ① [ア]、[ウ] に入る語句を答えよ。
- ② [イ] の化学構造式を示せ。
- ③ 下線部 (A) が起こる葉緑体の部分の名称を答えよ。
- ④ 下線部 (B) で CO₂ を取り込む段階で働く酵素の名称を答えよ。

①	[ア]		[ウ]	
②	[イ]			
③		④		

(2) 以下の反応の生成物 A~D の構造を示せ。同位体が区別してある場合は、質量数も示すこと。



(3) ある化合物の核磁気共鳴 (¹H NMR) と赤外 (IR) データは以下の通りである。この化合物の構造を示せ。 ¹H NMR (ppm): 1.6 (t, 3 H), 4.4 (q, 2 H). IR (cm⁻¹): 2995, 2945, 1560, 1360.

(4) C₃H₇N の分子式を持つ化合物を 4 個示せ。なお、環状構造は含まない。

	A	B	C	D
(2)				
(3)	(4)			

得点

問題3. 以下の問いに答えよ。(25点)

- (1) 1 atm、0 °Cの氷 10 kg を 127 °Cの加熱水蒸気にするのに必要な熱量を求めよ。ただし、水、水蒸気の比熱容量はそれぞれ 4.2, 1.9 kJ kg⁻¹ K⁻¹、氷の融解熱は 335 kJ kg⁻¹、100 °Cにおける水の蒸発熱は 2257 kJ kg⁻¹である。
- (2) 蒸留塔の物質収支について原料供給量を F (mol h⁻¹)、留出液と缶出液の排出量を D (mol h⁻¹)と W (mol h⁻¹)とする。また、それぞれの低沸点成分のモル分率を x_F , x_D , x_w とする。以下の問いに答えよ。
- ① D を x_F , x_D , x_w , F を用いて示せ。
- ② W を x_F , x_D , x_w , F を用いて示せ。
- ③ 低沸点成分の回収率 Y を示せ。

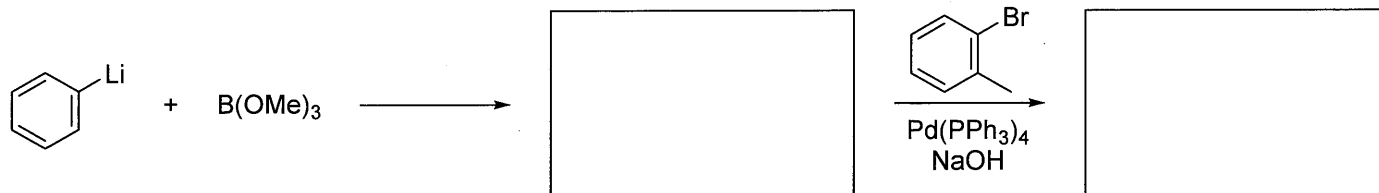
得	点

問題4. 以下の問いに答えよ。(25点)

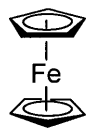
(1) D-フルクトースの鎖状構造を Fischer 投影式で示せ。また閉環した五員環構造を示せ。

Fischer 投影式	閉環構造
-------------	------

(2) 次の反応において主生成物の構造を図中枠内に直接示せ。



(3) 次の金属錯体の中心金属の電子数と酸化数を示せ。



電子数： _____ 酸化数： _____

(4) 水酸化ナトリウム (NaOH) を開始剤とするエチレンオキシド (EO) の開環重合について、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 (NaOH と EO 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エチレンオキシドの合成)

② 水酸化ナトリウムを開始剤とした場合、生成高分子の分子量はそれほど高くない。その理由を説明せよ。

解答欄

(5) 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 数平均分子量と重量平均分子量を比べると、数平均分子量のほうが大きくなる。 ()
- ② 天然ゴムの分子構造はシス-1,4-ポリイソプレンである。 ()
- ③ 低密度ポリエチレンは、分岐状構造で結晶化度が低い。 ()
- ④ 尿素樹脂は熱可塑性高分子に分類される高分子である。 ()

物質工学専攻 専門(生物応用化学系)

得	点

問題5. 形質転換プラスミドを用いた実験を行った。これについて以下の問いに答えよ。(25点)

【実験】ある外来 DNA 断片を 3.0 kbp の環状プラスミドベクターの *Eco* RI 部位に挿入した。これについて、*Eco* RI を含む3種類の制限酵素で切断したところ、それぞれ下表のようなサイズの断片が得られた。なお、ベクター内に上記3種類の制限酵素切断部位はなかった。

制限酵素名	断片長 (kbp)	制限酵素名	断片長 (kbp)
<i>Eco</i> RI	3.5, 3.0, 2.5	<i>Eco</i> RI + <i>Hind</i> III	3.0, 2.5, 2.0, 1.5
<i>Hind</i> III	9.0	<i>Eco</i> RI + <i>Pst</i> I	3.5, 3.0, 1.5, 1.0
<i>Pst</i> I	9.0	<i>Hind</i> III + <i>Pst</i> I	5.5, 3.5

(1) このベクターに挿入された外来 DNA 断片の大きさはいくらか、kbp を単位として答えよ。

(2) 以下の文章は、この解析結果から制限酵素切断部位について説明したものである。(ア)は、{ } 内から最も適切な語句を選び、(イ) ~ (エ) の中には適当な数値を入れて文章を完成させよ。

実験内容及び制限酵素切断の結果から、表中の 3.0 kbp の断片は(ア) {プラスミドベクター、外来 DNA 断片、外来 DNA 断片の一部} である。*Eco* RI のみ、および *Eco* RI + *Hind* III による切断結果から、*Eco* RI による(イ) kbp の断片内に *Hind* III 切断部位が存在することがわかる。一方、*Eco* RI のみ、および *Eco* RI + *Pst* I による切断結果から、*Eco* RI による(ウ) kbp の断片内に *Pst* I 切断部位が存在することがわかる。さらに、*Hind* III + *Pst* I で 3.5 kbp の断片があることから、*Pst* I 切断部位とプラスミドベクターの *Eco* RI 切断部位との距離で最も短いものは(エ) kbp となる。

解答欄

(1)	kbp	
(2)	(ア)	
	(イ)	
	(ウ)	
	(エ)	