

論 述 試 験 (工学部応用化学科)

解 答 用 紙 (その 1)

第 1 問

点

問 1	<p>[考え方と計算過程]</p> <p style="color: red;">プロパンの生成熱が105kJ/molであるので、 $3C(\text{黒鉛}) + 4H_2(\text{気}) = C_3H_8(\text{気}) + 105 \text{ kJ}$ (式1-4) よってヘスの法則より、 (式1-1)×3 + (式1-3)×4 - (式1-4)を計算して $394 \times 3 + 286 \times 4 - 105 = 2221 \text{ kJ} = 2.22 \times 10^3 \text{ kJ}$</p>																																																																																																													
	<p>[熱化学方程式]</p> <p style="color: red;">$C_3H_8(\text{気}) + 5O_2(\text{気}) = 3CO_2(\text{気}) + 4H_2O(\text{液}) + 2.22 \times 10^3 \text{ kJ}$</p>																																																																																																													
問 2	<p>[計算過程]</p> <p style="color: red;">$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.0 \times 10^5 \times 1000}{8.3 \times 10^3 \times 298} = 40.4 = 40 \text{ mol}$</p> <p style="color: red;">メタンの分子量は16であるので、 質量は $16 \times 40.4 = 646.4 \text{ g} = 0.65 \text{ kg}$ ($16 \times 40 = 640 \text{ g} = 0.64 \text{ kg}$)</p>																																																																																																													
	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">[質量]</td> <td style="padding: 2px;">0.64~0.65 kg</td> </tr> </table>	[質量]	0.64~0.65 kg																																																																																																											
[質量]	0.64~0.65 kg																																																																																																													
問 3	<p>[下線部 (ア) の理由]</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">メ</td><td style="width: 10%;">タ</td><td style="width: 10%;">ン</td><td style="width: 10%;">を</td><td style="width: 10%;">そ</td><td style="width: 10%;">の</td><td style="width: 10%;">沸</td><td style="width: 10%;">点</td><td style="width: 10%;">ま</td><td style="width: 10%;">で</td><td style="width: 10%;">冷</td><td style="width: 10%;">却</td><td style="width: 10%;">し</td><td style="width: 10%;">て</td><td style="width: 10%;">液</td><td style="width: 10%;">体</td><td style="width: 10%;">に</td><td style="width: 10%;">す</td><td style="width: 10%;">る</td><td style="width: 10%;">と</td><td style="width: 5%; text-align: right;">20</td> </tr> <tr> <td>,</td><td>密</td><td>度</td><td>は</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td><td>k</td><td>g</td><td>/</td><td>m</td><td>³</td><td>と</td><td>な</td><td>り</td><td>,</td><td>常</td><td>温</td><td>で</td><td>の</td><td></td><td style="text-align: right;">40</td> </tr> <tr> <td>気</td><td>体</td><td>の</td><td>密</td><td>度</td><td>と</td><td>比</td><td>較</td><td>す</td><td>る</td><td>と</td><td>約</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>倍</td><td>で</td><td>あ</td><td>り</td><td>,</td><td></td><td style="text-align: right;">60</td> </tr> <tr> <td>体</td><td>積</td><td>を</td><td>極</td><td>め</td><td>て</td><td>小</td><td>さ</td><td>く</td><td>で</td><td>き</td><td>る</td><td>こ</td><td>と</td><td>か</td><td>ら</td><td>,</td><td>輸</td><td>送</td><td>効</td><td></td><td style="text-align: right;">80</td> </tr> <tr> <td>率</td><td>が</td><td>上</td><td>が</td><td>る</td><td>。</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: right;">100</td> </tr> </table>	メ	タ	ン	を	そ	の	沸	点	ま	で	冷	却	し	て	液	体	に	す	る	と	20	,	密	度	は	4	1	5	k	g	/	m	³	と	な	り	,	常	温	で	の		40	気	体	の	密	度	と	比	較	す	る	と	約	6	0	0	倍	で	あ	り	,		60	体	積	を	極	め	て	小	さ	く	で	き	る	こ	と	か	ら	,	輸	送	効		80	率	が	上	が	る	。																100
メ	タ	ン	を	そ	の	沸	点	ま	で	冷	却	し	て	液	体	に	す	る	と	20																																																																																										
,	密	度	は	4	1	5	k	g	/	m	³	と	な	り	,	常	温	で	の		40																																																																																									
気	体	の	密	度	と	比	較	す	る	と	約	6	0	0	倍	で	あ	り	,		60																																																																																									
体	積	を	極	め	て	小	さ	く	で	き	る	こ	と	か	ら	,	輸	送	効		80																																																																																									
率	が	上	が	る	。																100																																																																																									

第 1 問	第 2 問	合 計

問 4	(1)	<p>[計算過程]</p> <p>($n=PV/RT$と容器体積割合からメタンの物質量を求め、二酸化炭素はメタンと同じ物質量になるので、二酸化炭素の分子量を掛ける。)</p> $\frac{1.0 \times 10^5 \times 1.0}{8.3 \times 10^3 \times 300} \times \frac{8}{9} \times 44 = 1.57 = 1.6\text{g}$	<p>[質量]</p> <p style="text-align: center;">1.6</p> <p style="text-align: right;">g</p>		
	(2)	<p>[計算過程]</p> <p>(混合後の容器B内の酸素の物質量から、燃焼に必要な酸素の物質量を引き、容器B内の全物質量で割る。なお、燃焼の前後で全物質量の変化は無く、気体の物質量は(圧力×体積)に比例する。また、コックを閉じなくてもモル分率は変わらない。)</p> $\frac{2.0 \times 10^5 \times 8.0 \times 0.20 \times \left(\frac{8}{9}\right) - 1.0 \times 10^5 \times 1.0 \times 2.0 \times \left(\frac{8}{9}\right)}{\{2.0 \times 10^5 \times 8.0 + 1.0 \times 10^5 \times 1.0\} \times \left(\frac{8}{9}\right)} = 0.0706 = 0.071$ <p>別解 燃焼後の温度をTとしたときの、容器B内の各成分の分圧は、 二酸化炭素(燃焼しない場合のメタンと同じ) : $(1.0 \times 10^5) \times (1.0/9.0) \times (T/300)$ 酸素 : $\{(2.0 \times 10^5 \times 0.2) \times (8.0/9.0) - (1.0 \times 10^5) \times (1.0/9.0) \times 2\} \times (T/300)$ $= (2.0 \times 8.0 \times 0.2 - 2 \times 1.0) \times 10^5 \times (1.0/9.0) \times (T/300)$ $= 1.2 \times 10^5 \times (1.0/9.0) \times (T/300)$ 窒素 : $2.0 \times 10^5 \times 0.8 \times (8.0/9.0) \times (T/300)$ 水蒸気 : $2 \times (1.0 \times 10^5) \times (1.0/9.0) \times (T/300)$ よって酸素のモル分率は モル分率 = $1.2 / (1.0 + 1.2 + 12.8 + 2.0) = 1.2 / 17 = 0.0706 = 0.071$</p>	<p>[モル分率]</p> <p style="text-align: center;">0.071</p>		
問 5	[地球温暖化への影響]				
	同じ熱量を作り出すとき、地球温暖化に影響				
	する物質(温室効果ガス)である二酸化炭素				
	生成量が、天然ガスで最も少なく、LPガス				
	、石炭の順に多くなる。				
問 6	[結合の種類と性質]				
	共有結合であり半導体の性質を有する。				
問 7	(1)	[電池式]			
	(2)	[正極および負極での反応と電解液の変化]			
		正極では酸化鉛(Ⅳ)が還元され硫酸鉛(Ⅱ			
)と水が生成し、負極では鉛が酸化され硫酸			
		鉛(Ⅱ)が生成する。また、電解液中の硫酸			
		の濃度は減少する。			

論 述 試 験 (工学部応用化学科)

解 答 用 紙 (その 2)

第 2 問

点

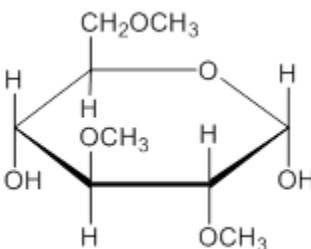
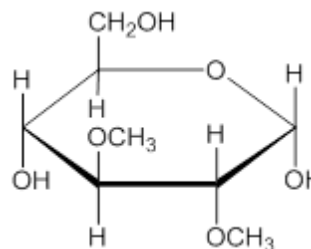
(1)	[双性イオンの構造式]	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array} $		
	[強酸を加えた場合の構造式]	[強塩基を加えた場合の構造式]	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array} $	
(2)	[等電点の大きさ]			$ \text{グルタミン酸} < \quad \text{グリシン} \quad < \quad \text{リシン} $
	[理由]			
問1	<p>リシンの双性イオンには $-\text{NH}_2$ が 1 つ含まれており、これは塩基性を示す。グルタミン酸の双性イオンには $-\text{COOH}$ が 1 つ含まれており、これは酸性を示す。一方、グリシンの双性イオンには $-\text{NH}_2$ や $-\text{COOH}$ は含まれていないため。</p>			
(2)	<p style="text-align: center;">リシン</p> $ \begin{array}{ccccccc} \text{COOH} & & \text{COO}^- & & \text{COO}^- & & \text{COO}^- \\ & & & & & & \\ \text{CHNH}_3^+ & \xrightarrow{\text{OH}^-} & \text{CHNH}_3^+ & \xrightarrow{\text{OH}^-} & \text{CHNH}_2 & \xrightarrow{\text{OH}^-} & \text{CHNH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_2 & \xrightarrow{\text{H}^+} & \text{CH}_2 & \xrightarrow{\text{H}^+} & \text{CH}_2 & \xrightarrow{\text{H}^+} & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_2\text{NH}_3^+ & & \text{CH}_2\text{NH}_3^+ & & \text{CH}_2\text{NH}_3^+ & & \text{CH}_2\text{NH}_2 \end{array} $ <p style="text-align: center;">双性イオン</p> <p style="text-align: center;">グルタミン酸</p> $ \begin{array}{ccccccc} \text{COOH} & & \text{COO}^- & & \text{COO}^- & & \text{COO}^- \\ & & & & & & \\ \text{CHNH}_3^+ & \xrightarrow{\text{OH}^-} & \text{CHNH}_3^+ & \xrightarrow{\text{OH}^-} & \text{CHNH}_3^+ & \xrightarrow{\text{OH}^-} & \text{CHNH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_2 & \xrightarrow{\text{H}^+} & \text{CH}_2 & \xrightarrow{\text{H}^+} & \text{CH}_2 & \xrightarrow{\text{H}^+} & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ \text{COOH} & & \text{COOH} & & \text{COO}^- & & \text{COO}^- \end{array} $ <p style="text-align: center;">双性イオン</p>			



問1	(3)	[示性式] $\text{HO}-(\text{C}_6\text{H}_4)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CONH}-\text{CH}(\text{COOH})-\text{CH}_2-(\text{C}_6\text{H}_4)-\text{OH}$												
		[理由] <table border="1"><tr><td>性質 a のビウレット反応陰性により，ジペプ</td><td>20</td></tr><tr><td>チドである。また、性質 b のキサントプロテ</td><td>40</td></tr><tr><td>イン反応陽性により，芳香族が含まれている</td><td>60</td></tr><tr><td>。さらに、性質 c の硫黄検出反応陰性により</td><td>80</td></tr><tr><td>硫黄が含まれていないことがわかる。以上よ</td><td>100</td></tr><tr><td>り，該当するペプチドはチロシンが脱水縮合</td><td>120</td></tr><tr><td>したものであることがわかる。</td><td>140</td></tr></table>	性質 a のビウレット反応陰性により，ジペプ	20	チドである。また、性質 b のキサントプロテ	40	イン反応陽性により，芳香族が含まれている	60	。さらに、性質 c の硫黄検出反応陰性により	80	硫黄が含まれていないことがわかる。以上よ	100	り，該当するペプチドはチロシンが脱水縮合	120
性質 a のビウレット反応陰性により，ジペプ	20													
チドである。また、性質 b のキサントプロテ	40													
イン反応陽性により，芳香族が含まれている	60													
。さらに、性質 c の硫黄検出反応陰性により	80													
硫黄が含まれていないことがわかる。以上よ	100													
り，該当するペプチドはチロシンが脱水縮合	120													
したものであることがわかる。	140													

論 述 試 験 (工学部応用化学科)

解 答 用 紙 (その 3)

問2	(1)	<p>[計算過程]</p> <p style="color: red;">デンプン中の α-グルコースの1分子あたりの式量は162。よって、平均分子量 8.10×10^5 のデンプン1分子あたりのグルコースの繰り返し単位の平均の数は $8.10 \times 10^5 / 162 = 5000$ 個</p>	<p>[繰り返し単位の平均の数]</p> <p style="text-align: center; color: red;">5.0×10^3</p> <p style="text-align: right;">個</p>
	(2)	<p>[計算過程]</p> <p style="color: red;">題意より、97.2gのデンプンにおける α-グルコースの繰り返し単位の物質量を求めればよい。その物質量は、$97.2 / 162 = 0.6$ mol</p>	<p>[α-グルコースの物質量]</p> <p style="text-align: center; color: red;">0.6</p> <p style="text-align: right;">mol</p>
	(3)	<p>[化合物Cの構造]</p> 	<p>[化合物Dの構造]</p> 
	(4)	<p>[計算過程]</p> <p style="color: red;">枝分かれ部分に存在したグルコースは、Dと同量であり、Dの分子量は208なので $5 / 208 = 0.024$ mol よって、97.2gにおける枝分かれ数は、$5000 \times 0.024 / 0.6 = 200$ 個である。</p>	<p>[枝分かれの個数]</p> <p style="text-align: center; color: red;">2.0×10^2</p> <p style="text-align: right;">個</p>



問2	(5)	<p>[下線部(オ)の現象が生じる理由]</p> <p>デンプンのらせん構造の中にヨウ素分子が取り込まれることで青紫色に呈色する。加熱すると、デンプンのらせん構造が崩れてヨウ素分子がらせん構造の外に出るようになるために色が消える。</p>	20	40	60	80	100							
	(6)	<p>[識別する方法]</p> <p>マルトースは還元性を示し、スクロースは還元性を示さない。そのため、これらをフェーリング液とともに加熱すると、マルトースのみ酸化銅(Ⅰ)が沈殿し、スクロースでは沈殿が生じない。</p>	20	40	60	80	100							
	(7)	<p>[計算過程]</p> <p>マルトース1mol が加水分解すると、グルコース2molが生じる。加水分解したマルトースの割合をxとすると、</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>反応前(mol/L)</th> <th>反応後(mol/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>マルトース</td> <td>0.011</td> <td>0.011(1-x)</td> </tr> <tr> <td>グルコース</td> <td>0</td> <td>0.011×2x</td> </tr> </tbody> </table> <p>溶液全体の濃度は、$0.011(1-x)+0.011\times 2x=0.011+0.011x$</p> <p>浸透圧$\Pi$は、濃度をC(mol/L)とすると$\Pi=CRT$ 同じ温度では、浸透圧は濃度に比例するので、 $\Pi(\text{反応前})/0.011=\Pi(\text{反応後})/(0.011+0.011x)$ $2.8\times 10^4/0.011=3.2\times 10^4/(0.011+0.011x)$ よって$7/1=8/(1+x)$ より$x=1/7=0.143$ よって$0.143\times 100=14.3\%=14\%$</p>		反応前(mol/L)	反応後(mol/L)	マルトース	0.011	0.011(1-x)	グルコース	0	0.011×2x			
	反応前(mol/L)	反応後(mol/L)												
マルトース	0.011	0.011(1-x)												
グルコース	0	0.011×2x												
		[分解されたマルトースの割合]												
			14				%							