



化



学

(その 1)

受験番号					
------	--	--	--	--	--

解答用紙

工学部「応用化学科」志願者は第 1 問～第 4 問を解答せよ。

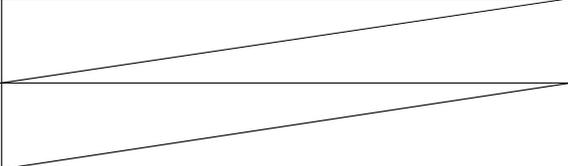
農学部「生物資源科学科」、「応用生命化学科」、「森林科学科」志願者は第 1 問と第 2 問を解答せよ。

第 1 問

点

問 1	(1)	[ア] 電気陰性度	[イ] 極性
		[ウ] 水素	[エ] アミド
	(2)	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; margin-right: 10px;"> 大 ↑ 吸光度 ↓ 小 </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"> 25°C 45°C 65°C 無添加 尿素添加 無添加 尿素添加 無添加 尿素添加 </p>	
(ii)	<p style="color: red;">水素結合を形成しやすい分子である尿素が、DNA二重らせんの相補的塩基対の間の水素結合に割り込み、塩基対の結合をはずして、2本のヌクレオチド鎖をいっそうほどけやすくするため。</p>		
問 2	<p>[計算過程]</p> <p>グルコースを x g, 尿素を y g とすると</p> $x + y = 0.27 \dots \textcircled{1}$ <p>$HIV = nRT$ から</p> $2.7 \times 10^4 \times 200 \times 10^{-3} = (x / 180 + y / 60) \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27) \dots \textcircled{2}$ <p>①と②の連立方程式を解くと、</p> $x = 0.21_0 \text{ g}$ $y = 0.06_0 \text{ g}$		
	<p>[質量]</p> <p>グルコース 0.21 g, 尿素 0.06 g</p>		
問 3	(d)		

第1問	第2問	第3問	第4問	合計

問 4	<p>[計算過程]</p> $(\text{NH}_2)_2\text{CO (固)} + \text{aq} = (\text{NH}_2)_2\text{CO aq} - 15 \text{ kJ}$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ (固)} + \text{aq} = \text{NH}_4\text{NO}_3 \text{ aq} - 26 \text{ kJ}$ <p>$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ と NH_4NO_3 の分子量は、それぞれ 60.0 と 80.0 である。</p> $4.0/60.0 \times (-15) + 12.0/80.0 \times (-26)$ $= (-1.0_0) + (-3.9_0) = -4.9_0 \text{ kJ}$ <p>冷却温度を x °C とすると</p> $4.90 \times 10^3 = (200+16) \times 4.2 \times x \quad x = 5.4_0$ $25.0 - 5.4_0 = 19.6_0 \text{ °C}$	<p>[温度]</p> <p style="text-align: right;">19.6 °C</p>								
問 5	<p>[計算過程]</p> <p>質量パーセント濃度40.0%の尿素水500 mLの溶液の質量は、密度が1.11 g/cm³であるので、555 gである。</p> <p>質量パーセント濃度40.0%だから、溶質（尿素）の質量 x g は、$x/555 = 0.400$ の関係から $x = 222 \text{ g}$ となり、水の質量は、$555 - 222 = 333 \text{ g}$ となる。</p> <p>尿素の飽和水溶液は、</p> $\frac{108 \text{ g (尿素)}}{100 \text{ g 水}}$ <p>であるので、水333 gに溶ける尿素の質量は</p> $333 \times 108/100 = 359.6 \text{ g}$ <p>である。</p> <p>よって、飽和溶液にするの必要量は、</p> $359.6 - 222 = 137.6 \text{ g}$	<p>[質量]</p> <p style="text-align: right;">138 g</p>								
問 6	<p>(1) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>[原子] [反応前の酸化数] → [反応後の酸化数]</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>Cu</td> <td>0</td> <td>→</td> <td>+2</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>+5</td> <td>→</td> <td>+4</td> </tr> </table> <p>(例) Fe +2 → +3</p> <p>(3) 赤褐色</p> <p>(4) $\text{Cu}(\text{OH})_2$</p> <p>(5) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$</p>	Cu	0	→	+2	N	+5	→	+4	
Cu	0	→	+2							
N	+5	→	+4							

○ 化 学 ○
(その 2)
解 答 用 紙

第 2 問

点

問 1	[ア] カルボキシ基	[イ] 弱酸性								
	[ウ] 不斉炭素原子	[エ] 光学 (または, 鏡像)								
	[オ] 高級 (または, 高分子量の)	[カ] 飽和								
	[キ] 不飽和	[ク] 水素								
	[ケ] 上昇									
問 2	<p>[計算過程]</p> <p>この油脂を水酸化ナトリウムでけん化するときの反応式は, $(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow 3C_{17}H_{33}COONa + C_3H_5(OH)_3$ この油脂の分子量は884, NaOHの式量は40.0より, この油脂100 gをけん化するのに必要なNaOHの質量[g]は, $100/884 \times 3 \times 40.0 = 13.57$</p>									
	<table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">[水酸化ナトリウムの質量]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">13.6 g</td> </tr> </table>		[水酸化ナトリウムの質量]	13.6 g						
[水酸化ナトリウムの質量]										
13.6 g										
問 3	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 10px;"> $\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CHO \end{array}$ </td> <td style="width: 50%; padding: 10px;"> $\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad CHO \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad H \end{array}$ </td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"> $\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CHO \end{array}$ </td> <td style="padding: 10px;"> $\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CHO \end{array}$ </td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"> $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CHO \end{array}$ </td> <td style="padding: 10px;"> $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CHO \end{array}$ </td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"> $\begin{array}{c} H \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CH_2-CHO \end{array}$ </td> <td style="padding: 10px;"></td> </tr> </table>		$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad CHO \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad H \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} H \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CH_2-CHO \end{array}$	
$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3-CH_2-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad CHO \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad H \end{array}$									
$\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CHO \end{array}$									
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CHO \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CHO \end{array}$									
$\begin{array}{c} H \\ \\ C=C \\ \quad \\ H \quad \quad H \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad CH_2-CH_2-CH_2-CHO \end{array}$										

問 4	<p>[計算過程]</p> <p>18.0 g は 1.0 mol</p> <p>氷を加熱(−5.0°C → 0°C)では, $2.1 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times 18.0 \text{ g} \times 5.0 \text{ K} = 189 \text{ J}$</p> <p>氷から水への融解(0°C)では, $6000 \text{ J}/\text{mol} \times 1 \text{ mol} = 6000 \text{ J}$</p> <p>(1) 水を加熱(0°C → 10.0°C)では, $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times 18.0 \text{ g} \times 10.0 \text{ K} = 756 \text{ J}$</p> <p>よって, 合計は,</p> $189 + 6000 + 756 = 6945 \text{ J}$	<p>[加えられた熱量]</p> <p style="text-align: center;">6.9</p> <p style="text-align: right;">kJ</p>
	<p>[計算過程]</p> <p>320秒間に与えられた熱量は $20.0 \text{ J}/\text{s} \times 320 \text{ s} = 6400 \text{ J}$ なので, 全て水になってから $6400 - (189 + 6000) = 211 \text{ J}$ の熱を与えられたときの温度である。</p> <p>すなわち,</p> <p>(2) $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K}) \times 18.0 \text{ g} \times T [\text{K}] = 211 \text{ J}$ より $T = 2.79\text{K}$</p>	<p>[320秒後の温度]</p> <p style="text-align: center;">2.8</p> <p style="text-align: right;">°C</p>
問 5	<p><u>状態 a について</u></p> <p>図2-1から, ココアバターは約20°C以下では固体脂含量が高くそのほとんどが固体で存在していることがわかる。すなわち, この温度帯では板チョコは硬く, 力を加えるとパリッと割れることが説明できる。</p> <p><u>状態 b について</u></p> <p>約24°Cから30°Cの温度帯では, 温度の上昇とともに急激に固体脂含量が減少している。すなわち, この温度帯で板チョコは一気に融解し液体となっていることが読み取れる。液状となり固体状のチョコに含まれていた味や香りの成分が一気に放出されることが予想される。</p> <p><u>状態 c について</u></p> <p>約35°Cで固体脂含量がほぼ0となっていることから, この温度では固体脂は残っておらず, ほとんどが液体の油脂となっていることがわかる。その結果, 口の中で温められた板チョコはざらつきのない滑らかな舌触りとなるものと説明できる。</p>	

○ 化 学 (その 3) ○

解 答 用 紙

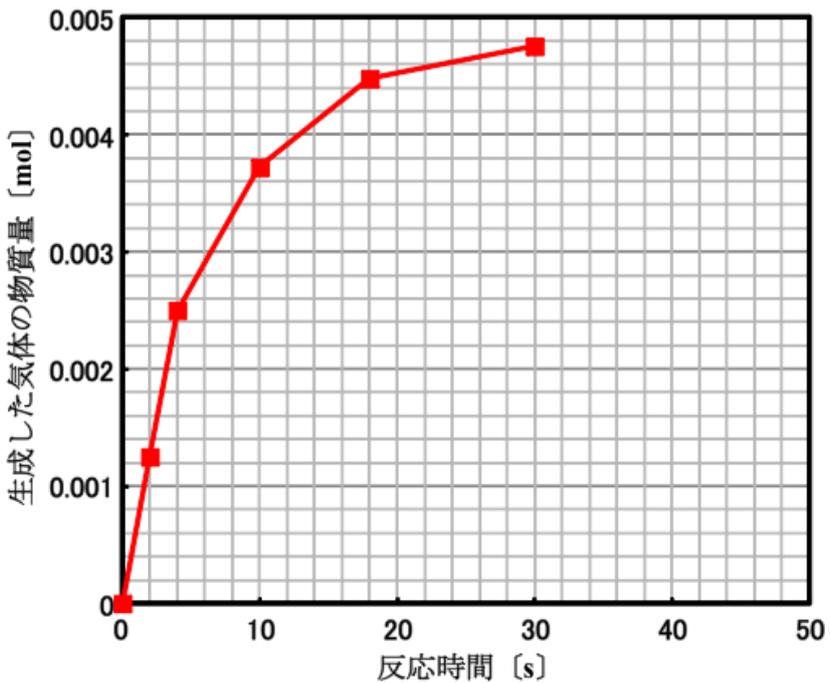
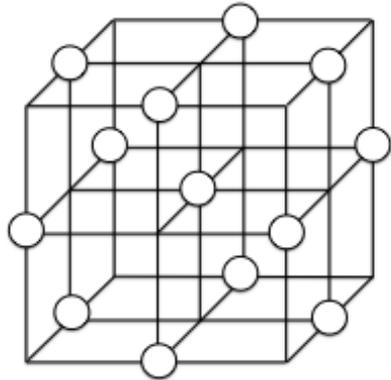
第 3 問

点

問 1	(1)	[物質Aの名称] 二酸化炭素	[物質Bの名称] 炭酸水素ナトリウム	[物質Cの名称] 塩化カルシウム
		[物質Aの化学式] CO₂	[物質Bの化学式] NaHCO₃	[物質Cの化学式] CaCl₂
	(2)	<p>[計算過程] アンモニアソーダ法の全体反応の反応式： $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$ 生成した1000 kgのNa₂CO₃の物質質量： $1000 \times 10^3 / (2 \times 23.0 + 12.0 + 3 \times 16.0) = 1000 \times 10^3 / 106.0 = 9.43_4 \times 10^3$ mol</p> <p>全体反応の反応式より，得られるCaCl₂は，Na₂CO₃と同物質質量である。したがって，CaCl₂の質量： $9.43_4 \times 10^3 \text{ mol} \times (40.0 + 2 \times 35.0) \approx 1.037 \text{ kg}$</p>		
				[物質Cの質量] 1.04 × 10³ kg
問 2	(1)	Ca²⁺ + 2e⁻ → Ca		
	(2)	<p>[計算過程] 電子2 molでカルシウムCaが1 mol 析出 100 gのCaの物質質量：100 / 40.0 = 2.50 mol 流れた電子量：2 × 2.50 = 5.00 mol 通電時間：5.00 mol × 9.65 × 10⁴ C/mol / (10 A × 0.75) / 3600 = 17.9 h</p>		
				[通電時間] 18 h
問 3	(1)	Ca + 2H₂O → Ca(OH)₂ + H₂		
	(2)	<p>[計算過程] 各反応時間でカルシウムCa塊の残存質量 (図3-2) より，消費したカルシウムCa塊の量は， 0秒：0 g，2秒：0.20 - 0.15 = 0.05 g， 4秒：0.20 - 0.10 = 0.10 g，10秒：0.20 - 0.05 = 0.15 g， 18秒：0.20 - 0.02 = 0.18 g，30秒：0.20 - 0.01 = 0.19 gと求まる。</p> <p>これらをカルシウムCaの原子量で割ると，各反応時間までに消費したカルシウムCa塊の物質質量は， 0 mol (0 s)，1.25 × 10⁻³ mol (2 s)，2.50 × 10⁻³ mol (4 s)， 3.75 × 10⁻³ mol (10 s)，4.50 × 10⁻³ mol (18 s)， 4.75 × 10⁻³ mol (30 s)となる。</p> <p>Ca + 2H₂O → Ca(OH)₂ + H₂の反応式より，消費したカルシウムCa塊の物質質量と，生成した気体の物質質量は同じであるため，求める気体の物質質量は， 0秒で0 mol，2秒で1.25 × 10⁻³ mol，4秒で2.50 × 10⁻³ mol， 10秒で3.75 × 10⁻³ mol，18秒で4.50 × 10⁻³ mol， 30秒で4.75 × 10⁻³ molとなる。</p> <p>これらの数値を用いて解答欄に図を描くと，以下のようになる</p>		

第 3 問

点

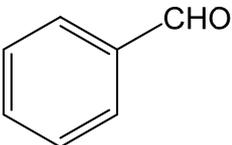
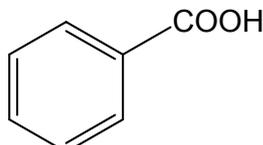
問 3	(2)	
	(3)	<p>[計算過程]</p> <p>図3-2の反応時間2.0秒から4.0秒におけるカルシウムCa塊の重量減少，あるいは気体（水素）の物質量の増加より，気体の生成速度は，</p> $(2.50 \times 10^{-3} - 1.25 \times 10^{-3}) / (4.0 - 2.0)$ <p>=0.000625 mol/sと求まる。題意より，解答は</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;"> <p>[水素の生成速度]</p> <p style="text-align: center;">6.3×10^{-4} mol/s</p> </div> <p>6.3×10⁻⁴ mol/sとなる。</p>
問 4	(1)	
	(2)	4つ
	(3)	NaCl

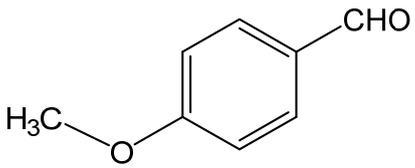
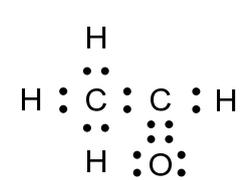
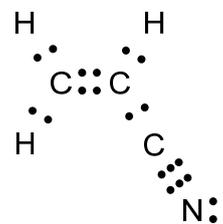




第 4 問

点

問 1	<p>[化合物Aの構造式]</p> 	<p>[化合物Cの構造式]</p> 
問 2	<p>安息香酸が水に溶けにくいのは、ベンゼン環が水和されにくい性質が、カルボキシ基が水和されやすい性質よりも強いからである。しかし、安息香酸に炭酸水素ナトリウムを反応させてカルボキシ基を塩のかたちに変えると、水に溶けるようになる。これは、いっそう水和されやすいCOO⁻イオンによって、ベンゼン環が水和されにくい効果が相殺されるからである。(166字)</p>	
問 3	<p>[計算過程]</p> <p>炭素 $17.6 \text{ mg} \div 44.0 \text{ g/mol} = 0.400 \text{ mmol}$ 水素 $3.60 \text{ mg} \div 18.0 \text{ g/mol} \times 2 = 0.400 \text{ mmol}$ <small>(1分子の水に水素原子が2個あることを考慮している)</small> 酸素 $(6.80 \text{ mg} - 0.400 \text{ mmol} \times 12.0 \text{ g/mol} - 0.40 \text{ mmol} \times 1.0 \text{ g/mol}) \div 16.0 \text{ g/mol} = 0.10 \text{ mol}$ これより, C:H:O=4:4:1 C₄H₄Oなら分子量は68 C₈H₈O₂なら分子量は136になる。 よって, 分子式はC₈H₈O₂</p>	
		<p>[化合物Bの分子式]</p> <p style="text-align: center;">C₈H₈O₂</p>

問 4		/
問 5	(1) 	(2) 
問 6	<p style="color: red;">これらの化合物は沸点以下でも少量が蒸発して気体を生じており、大気中の濃度が香りを感じさせる程度になるから。(53字)</p>	
問 7	<p style="color: red;">まず、ろ紙片上の1点に混合物を溶かした試料溶液を浸み込ませる。次に、このろ紙片の下端を溶媒(展開液, 溶離液)に浸すと、溶媒が吸い上がるのに伴って、試料もろ紙上を上昇していく。混合物の各成分は、その性質によって移動速度が異なる。したがって、ろ紙上を上昇する際に、混合物が各成分に分離される。このように移動速度の違いを利用して混合物を分離する操作をクロマトグラフィーという。</p>	