

解 答 例

(化学・生物系分野)

受験番号

総 得 点 欄

問題 1 (必答問題)

(1)	(a) ×	(b) ×	(c) ○	(d) ○	(e) ×
(2)	(a) ×	(b) ○	(c) ×	(d) ○	(e) ○
(3)	ア Ca ²⁺		イ Mg ²⁺		
	ウ 2.00		エ CO ₃ ⁻		
(4)	(a)	ア D			
	(b)	イ F			
	(c)	ウ A	エ B		
	(d)	オ D			
	(e)	カ E			
	(f)	キ A	ク E		
	(g)	ケ C			
	(h)	コ B			
(5)	(a) 常染色体 44 本 性染色体 2 本			(b) 減数分裂	
	(c) 1/4		(d) 男性		(e) 1/4

採 点 欄

採 点 欄

採 点 欄

採 点 欄

採 点 欄

得 点 欄

解 答 例

(化学・生物系分野)

問題 2 (選択問題)

(1)	(a)	化学構造式	理由
		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	マルコフニコフ則により，二重結合の水素の多い側に水素，少ない側に塩素が付加するため（中間体として生成するカルボカチオンの安定性が第3級>>第1級であるため）。
	(b)	化学反応式	
	Cl ⁻ が脱離	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}^+ \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{Cl}^-$	
水分子が求核攻撃	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}^+ \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\text{H} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\overset{+}{\text{O}}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
脱プロトン化	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\overset{+}{\text{O}}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}^+$		
(c)	塩化物は水に溶けないため，不均一系となり主に界面でのみ反応が進行する。エタノールを添加すれば両成分が混合し均一系となり反応速度は上昇する。また，エタノールは極性分子のため，カルボカチオンが安定化し反応速度が上昇する。		

採点欄

得点欄

解 答 例

(化学・生物系分野)

受験番号

(2)	化学構造式	
	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 \qquad \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$	
	理由	
	<p>中間体として生成するカルボカチオンが以下の2つの極限構造式の中の共鳴構造をとるためであり、左であれば1,2-付加、右であれば1,4-付加となる。</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3 \longleftrightarrow \text{H}_2\text{C}^+-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	
(3)	(a) ア 磁気 (磁気双極子)	イ 双極子
	(b) 核のまわりの電子が外部磁場を遮蔽するが、核のまわりの電子密度が化学的環境によってわずかに異なるため、核が感じる実効磁場がわずかに変わる (核のまわりの電子が外部磁場を遮蔽することで共鳴周波数がわずかに変化するため)。	
	(c) C=O 結合の方が C-O 結合よりも力の定数が大きい。	
	(d) NMR では外部磁場中で核スピンは平行な α 準位と反平行の β 準位に分かれるがそのエネルギー差は非常に小さい。またそのため、占有数も2つの準位で僅かしか変わらないため、吸収される電磁波のエネルギーが極めて小さい。	

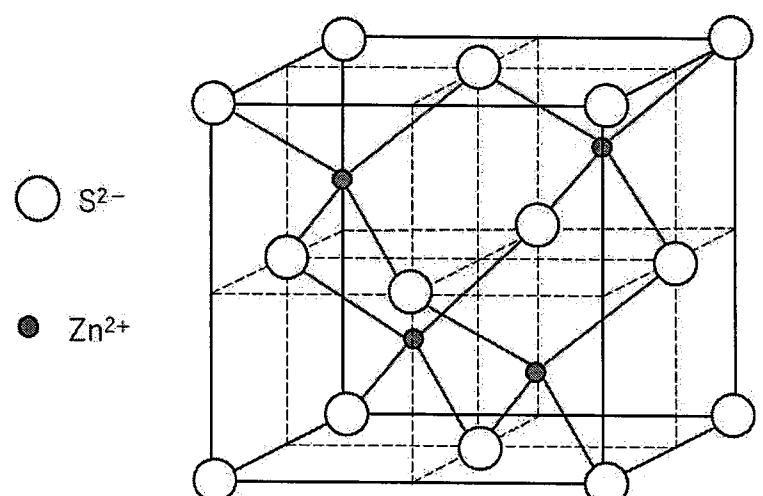
採点欄

採点欄

得点欄

解 答 例
(化学・生物系分野)

問題 3 (選択問題)

(1)	<p>電子配置 [Ar]3d¹⁰4s² (1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d¹⁰4s²)</p>	<p>共通点 最外殻の電子配置が ns²である。 (最外殻に 2 個の電子をもつ等)</p>
(2)	<p>常温常圧における三態 常温常圧で, Zn と Cd は固体, Hg は液体である。</p>	<p>酸塩基に対する反応性 Zn は両性, Cd, Hg は両性をしめさない (酸のみ反応する。Cd は塩基と一部反応するものもあるが塩基と反応するとは言えない)。</p>
(3)	<p>化学反応式 ZnCl₂ + H₂S → ZnS + 2HCl ※中性でも進行するが塩基性の場合は硫化物イオンが生成され, 濃度が高くなるため反応が進行しやすい。</p>	
	<p>Zn²⁺の配位数 4</p>	<p>S²⁻の配位数 4</p>
(4)		

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

得点欄

解 答 例

(化学・生物系分野)

受験番号					
------	--	--	--	--	--

(5)	<充填率> <div style="text-align: right; margin-right: 50px;">64.1</div> <div style="text-align: right;">%</div>	
	<計算過程> 単位格子の体積：0.158nm ³ 単位格子に含まれ Zn ²⁺ , S ²⁻ それぞれのイオンの数：4個 単位格子に含まれる Zn ²⁺ , S ²⁻ の体積 (π=3.14 より) : $4 \times \frac{4}{3} \pi \times (0.060nm)^3 + 4 \times \frac{4}{3} \pi \times (0.180nm)^3 = \frac{16}{3} \pi (0.000216 + 0.005832)$ $= 0.10128384$ 充填率 $\frac{0.10128384}{0.158} \times 100 = 64.10 = 64.1\%$	
(6)	結晶構造名 ダイヤモンド構造	物質名 ダイヤモンド (その他：ケイ素 (単体ケイ素, 結晶シリコン), ゲルマニウム, 錫 (灰色すず, α-スズ) 等)
(7)	サイトの種類 Zn サイト	
	理由 Zn と比較すると Al の価電子は 1 個多いため, これが自由電子として振る舞うため, そのため Al をドーピングすると導電性が生じる (電気伝導性が向上する)。 ※Zn 価電子は 2 個, Al 価電子は 3 個	

採点欄

採点欄

採点欄

得点欄

解 答 例

(化学・生物系分野)

受験番号							
------	--	--	--	--	--	--	--

問題 4 (選択問題)

(1)	ア 水素	イ 4	ウ 4
(2)	融雪剤 1.0 mol の溶解によって放出される熱量は 81 kJ であり, この熱量はすべて水の温度上昇 (Δt) に使用されるため, $熱量 (Q) = m \times c \times \Delta t = 1000 \times 4.2 \times \Delta t = 81,000 \text{ J}$ よって, $\Delta t = 19.2 \approx 19$ <div style="text-align: right;">答え 19 °C 上昇</div>		
(3)	$Q = m \times c \times \Delta t = 1.0 \times 10^3 \times 4.2 \times (13 - 0) = 54.6 \times 10^3 \text{ J} \approx 55$ <div style="text-align: right;">答え 55 kJ</div>		
(4)	100 kg の雪を完全に融かすためには $(100 \times 10^3 \times 3.3 \times 10^2) \text{ J}$ の熱量が必要であり, 地下水が放出できる熱量は最大 $54.6 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ だから, 雪を完全に融かすために必要となる地下水は少なくとも, $(100 \times 10^3 \times 3.3 \times 10^2) / (54.6 \times 10^3) = 604.4 \approx 6.0 \times 10^2$ <div style="text-align: right;">答え $6.0 \times 10^2 \text{ kg}$</div>		
(5)	$Q = m \times c \times \Delta t = 2.0 \times 10^7 \times 4.2 \times (100 - 70) = 2.52 \times 10^9 \text{ J}$ $Q \times \eta = 2.52 \times 10^9 \times 0.2 = 5.04 \times 10^8 \text{ J}$ よって, $(5.04 \times 10^8) / (3.6 \times 10^6) = 1.4 \times 10^2$ <div style="text-align: right;">答え $1.4 \times 10^2 \text{ kWh}$</div>		
(6)	カルノーサイクルの熱効率は, $1 - \{(15 + 273) / (100 + 273)\} = 0.227 \dots$ <div style="text-align: right;">答え 23%</div>		

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

得点欄

解 答 例

(化学・生物系分野)

受験番号					
------	--	--	--	--	--

問題 5 (選択問題)

(1)	①, ②
(2)	(i) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
	(ii) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$
(3)	(a) 酸素 0.03 mol 二酸化炭素 0.07 mol
	(b) 発生した二酸化炭素の物質量は好気呼吸とアルコール発酵を合計して 0.07 mol アルコール発酵で発生した二酸化炭素の物質量は $0.07 - 0.03 = 0.04$ なので 0.04 mol 二酸化炭素の分子量は 44 $0.04 \times 44 = 1.76$ 答え 1.8 g
	(c) 化学反応式から好気呼吸で分解されたグルコースの物質量は $0.03 \times 1/6 = 0.005$ なので 0.005 mol, アルコール発酵で分解されたグルコースの物質量は $0.04 \times 1/2 = 0.02$ なので 0.02 mol 分解されたグルコースの物質量は合計で 0.025 mol グルコースの分子量は 180 $0.025 \times 180 = 4.50$ 答え 4.5 g
(4)	ATP 合成に使われたエネルギーは $32 \times 30 = 960$ なので 960 kJ $960/2870 \times 100 = 33.4$ 答え 33%
(5)	電子伝達系で生じたプロトン濃度勾配を利用して, ATP 合成酵素が ATP を合成する。

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

得点欄

解 答 例

(化学・生物系分野)

受験番号

問題 6 (選択問題)

(1)	①	名称 肺循環	ア E	イ I	ウ F	エ D
	②	名称 体循環	カ H	キ J	ク G	ケ C
(2)	E		G			
(3)	A g	B b	C f		D a	
(4)	動脈 c h		静脈 e j		毛細血管 d i	
(5)	血液量 4800 mL					
	<p>推測の根拠</p> <p>グラフ中の波は心拍を表し、この頻度（周波数）は1分間当たり約 60 回（15秒で約 15回が読み取れる）である。</p> <p>1回の心拍による排出量が 80 mL なので、</p> <p>1分間当たりの排出血液量 = 80 mL × 60 回 = 4800 mL</p>					
(6)	物質名 酸素	性質 水（血漿）に溶けにくい				
(7)	<p>図 1 から全人工心臓には体循環と肺循環を担う 2 つポンプが必要で、図 2 から前者が約 100 mmHg（80～120 mmHg），後者が約 30 mmHg（20～40 mmHg）の圧力で血液を排出するのが適当である。</p>					

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

採点欄

得点欄