

1

<p>(1)</p>	<p>A→Bの力学的エネルギー保存より,</p> $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$ $\therefore v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2g(h_0 - h_1)}$
<p>(2)</p>	<p>小球が点Cから飛び出す際の斜面方向の速さをv_2としたとき,</p> <p>A→Cの力学的エネルギー保存より</p> $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \dots \textcircled{1}$ <p>Cから飛び出すためには $\frac{1}{2}mv_2^2 > 0$ であればよいから, ①より</p> $\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mg(h_0 - h_2) > 0$ $\therefore v_0 > \sqrt{2g(h_2 - h_0)}$
<p>(3)</p>	<p>C→最高到達点の運動における速度の鉛直成分に関して, 等加速度の公式 $v_2^2 - v_0^2 = 2as$ より,</p> $0^2 - (v_2 \sin \theta)^2 = 2(-g)(h_3 - h_2) \dots \textcircled{2}$ <p>①より, $v_2 = \sqrt{v_0^2 - gh} \dots \textcircled{3}$</p> <p>②より, $h_3 = \frac{1}{8} (15h + \frac{v_0^2}{g})$</p>
<p>(4)</p>	<p>小球が点Dに衝突する直前の速度の鉛直成分をv_{dy}としたとき, C→Dの運動における速度の鉛直成分に関して, 等加速度運動の公式 $v_{dy}^2 - v_0^2 = 2as$ より,</p> $v_{dy}^2 - (v_2 \sin \theta)^2 = 2gh_2 \dots \textcircled{4}$ <p>点Dに衝突直後の速度の鉛直成分はev_{dy}である。小球は点Eで壁に垂直に衝突することから, この瞬間は放物線軌道の最高点に相当することがわかる。</p> <p>D→Eの運動における速度の鉛直成分に関して, 等加速度運動の公式 $v_2^2 - v_0^2 = 2as$ より,</p> $0^2 - (ev_{dy})^2 = 2(-g)h_4 \dots \textcircled{5}$ <p>③,④,⑤より</p> $h_4 = \frac{e^2 v_{dy}^2}{2g} = e^2 \left(h_2 + \frac{v_2^2 \sin^2 \theta}{2g} \right) = \frac{1}{4} \left[2h + \frac{v_0^2 - gh}{2g} \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] = \frac{v_0^2 + 15gh}{32g}$
<p>(5)</p>	<p>鉛直方向について加速度gの等加速度運動を考えると, 壁に衝突するまでの時間tは,</p> $0 = ev_{dy} - gt$ <p>すなわち $t = \frac{ev_{dy}}{g} = \frac{e}{g} \sqrt{2gh_2 + v_2^2 \sin^2 \theta} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 15gh}}{4g}$</p>
<p>(6)</p>	<p>点Eで跳ね返った後の速度の水平成分の大きさv_{dx}は,</p> $v_{dx} = e'v_2 \cos \theta$ <p>小球はこの速度成分で時間tのあいだ落下する。</p> <p>したがって,</p> $l = e'v_2 \cos \theta \cdot t = \frac{\sqrt{3}}{32g} \sqrt{(v_0^2 - gh)(v_0^2 + 15gh)}$

(1)	①	$2mv_x$	②	$\frac{mv_x^2 t}{L}$	③	$\frac{nN_A m \overline{v_x^2}}{L}$
	④	$\frac{1}{3} \overline{v^2}$	⑤	$\frac{nN_A m \overline{v^2}}{3L^3}$	⑥	$\frac{nN_A m \overline{v^2}}{3}$
	⑦	$\frac{1}{2} m \overline{v^2} \cdot nN_A$	⑧	$\frac{3}{2} nRT$	⑨	$\frac{3}{2} kT$
(2)	⑩	$ 2u - v_x $	⑪	$-2muv_x + 2mu^2$	⑫	$\frac{\Delta L}{u}$
	⑬	$\frac{v_x \Delta L}{2Lu}$				
(3)	<p>計算・考え方</p> <p>(2) ⑪の結果より, u^2に比例する項を無視すると, 分子1個1回の衝突による運動エネルギーの変化は$-2muv_x$である。したがって, 分子nN_A個が$\frac{v_x \Delta L}{2Lu}$回衝突すると, 理想気体の内部エネルギーの変化は</p> $-2mu\overline{v_x} \times nN_A \times \frac{\overline{v_x} \Delta L}{2Lu} = -\frac{nN_A m \overline{v_x^2}}{L} \Delta L = -\frac{nN_A m \overline{v_x^2}}{L^3} L^2 \Delta L = -\frac{nN_A m \overline{v^2}}{3V} \Delta V = -p\Delta V$ <p style="text-align: right;">答 $-p\Delta V$ [J]</p>					

(1)	<p>計算・考え方</p> <p>経路の増加量が波長 λ と等しければ、出口 Q において 2 つの波は同位相で重なる。</p> <p>よって、$\lambda_0 = 0.10 + 0.10 = \underline{0.20}$</p> <p>波の速さの式 $v = f\lambda$ より、$f_0 = v/\lambda = 340 \div 0.20 = \underline{1700}$</p> <p style="text-align: right;">答 $\lambda_0 = 0.20\text{m}$, $f_0 = 1700\text{Hz}$</p>
(2)	<p>計算・考え方</p> <p>l_1 引き出した経路の増加量 $2l_1$ と $\lambda/2$ が等しくなると出口 Q で最初に最小になる。</p> <p>$2l_1 = \lambda/2$ よって $l_1 = \lambda/4 = \underline{0.05}$</p> <p style="text-align: right;">答 $l_1 = 0.05\text{m}$</p>
(3)	<p>計算・考え方</p> <p>$f = v/\lambda$ より、2 倍の周波数の音は $2f = v/(\lambda/2)$ となり、波長が半分となる。</p> <p>(2) より、$2l_2 = (\lambda/2)/2$ よって $l_2 = \underline{0.025}$</p> <p style="text-align: right;">答 $l_2 = 0.025\text{m}$</p>
(4)	<p>計算・考え方</p> <p>引き出した長さを l_3 とする。波の速さの式 $v = f\lambda$ より、$\lambda = v/f = 4l_3$ よって $l_3 = \frac{v}{4f} = \frac{331.5 + 0.6t}{4f}$</p> <p>$l_3$ の変化の大きさは $(\frac{331.5 + 0.6 \times t_1}{4f} - \frac{331.5 + 0.6 \times 8}{4f}) = (0.6 \times \frac{t_1 - 8}{4 \times 300}) = 0.01\text{m}$ よって $t_1 = \underline{28}$</p> <p style="text-align: right;">答 $t_1 = 28^\circ\text{C}$</p>
(5)	<p>計算・考え方</p> <p>観測振動数を f_1 とする。ドップラー効果から $f_1 = \frac{(V - v_1)}{V} f$</p> <p>$V = 340$, $f = 300$, $f_1 = 285$ を代入すると、$285 = 300 \times \frac{340 - v_1}{340}$ よって $v_1 = \underline{17}$</p> <p style="text-align: right;">答 17 m/s</p>
(6)	<p>計算・考え方</p> <p>風が吹いたときの観測振動数を f_2 とする。風の向きが P→Q 方向と仮定すると、$f_2 = \frac{(V + w) - v_1}{(V + w)} f$</p> <p>$v_1 = 17\text{m/s}$, $w = 10\text{m/s}$ を代入すると、$f_2 = \frac{(340 + 10) - 17}{(340 + 10)} \times 300 \doteq 285.429$</p> <p>よって差は $285.429 - 285 = 0.429$</p> <p>ここで $f_2 > f_1$ と振動数が大きくなり、P→Q 方向で高い音となることが確認できる。</p> <p style="text-align: right;">答 P→Q 方向, 0.43 Hz ただし 0 Hz も可とする</p>

(1)	<p>R1 と R2 の直列回路の電位差が $E[V]$ であることから、</p> $I_1 = \frac{E}{5r} \text{ [A]}$ <p>となる。</p>
(2)	<p>R1 と R2 の直列回路および R4 と VR の直列回路が並列で繋がっていることからこの回路の合成抵抗 R は</p> $R = \frac{1}{\frac{1}{5r} + \frac{1}{4r}} = \frac{20r}{9} \text{ [\Omega]}$ <p>である。よって、</p> $I_2 = \frac{9E}{20r} \text{ [A]}$ <p>となる。</p>
(3)	<p>点 b と e との間で電位差が生じないとき、</p> $R_1 \times r_x = R_2 \times R_4$ <p>つまり、</p> $r_x = \frac{R_2 R_4}{R_1} = \frac{3}{4} r \text{ [\Omega]}$ <p>である。</p>
(4)	<p>a→b を流れる電流を I_A、d→e を流れる電流を I_B、b→e を流れる電流を I とする。</p> <p>ac 間の電位差は E であることから、</p> $E = 4rI_A + r(I_A - I) = 5rI_A - rI \quad \dots(1)$ <p>また、同様に df 間の電位差も E であることから、</p> $E = 3rI_B + r_x(I_B + I) = (3r + r_x)I_B + r_x I \quad \dots(2)$ <p>となる。</p> <p>さらに、回路 aced の電位の変化が 0 であることから、</p> $0 = 4rI_A + rI - 3rI_B \quad \dots(3)$ <p>が成り立つ。</p>

(1)~(3)を連立させて解くと、

$$I = \frac{3r-4r_x}{r(27r+24r_x)}E \quad [\text{A}]$$

となる。 $I > 0$ のとき、

$$r_x < \frac{3r}{4}$$

一方で $x \geq r/2$ だから

$$\frac{r}{2} \leq r_x < \frac{3r}{4}$$

となる。

(5)

回路を流れる電流は点 c を流れる電流つまり $I_A + I_B$ を考えればよい。 $r_x = r/2$ のとき最小となることから、

$$I = \frac{E}{39r}, \quad I_A = \frac{8E}{39r}, \quad I_B = \frac{11E}{39r}$$

つまり、

$$I_A + I_B = \frac{19E}{39r} \quad [\text{A}]$$

となる。つまり、

$$P = (I_A + I_B)E = \frac{19E^2}{39r} \quad [\text{W}]$$

である。

令和3年度 前期日程 入学者選抜学力検査問題

理科(化学)解答例

1	問1	ア	単体または化合物の名： 水素	化学式： H_2
		イ	単体または化合物の名： 水酸化マグネシウム	化学式： $Mg(OH)_2$
		ウ	単体または化合物の名： 塩化カルシウム	化学式： $CaCl_2$
		エ	単体または化合物の名： 塩化マグネシウム	化学式： $MgCl_2$
問2	高級脂肪酸ナトリウムは、疎水性部分(アルキル基)と親水性部分(カルボキシル基とNa)に分けられる。水中では親水部分は水に結び付き、疎水性部分は汚れである疎水性物質と結びつき、ミセル(コロイド粒子)を形成するからである。			
問3	高級脂肪酸は Ca^{2+} や Mg^{2+} とは水に難溶性の塩をつくり、沈殿を生じるため。			
問4	大豆のタンパク質は、分子量が大きいため親水コロイドとしてふるまう。塩化マグネシウムは、親水コロイドである大豆タンパク質に水和している水を奪い、凝集・沈殿するという塩析を引き起こす。			
問5	1段階目(沈殿が生じる)： $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$			
	2段階目(沈殿が溶ける)： $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$			
問6	題意より化合物Bは、 CaO であることが分かり、㊸㊸の化学反応式(熱化学方程式)は以下のように表される。			
	$CaO + H_2O = Ca(OH)_2 + Qa \text{ kJ} \quad \dots \text{㊸}$ $CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + Qb \text{ kJ} \quad \dots \text{㊹}$ 求める反応熱は ㊸－㊹ より $Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O + (Qb - Qa) \text{ kJ}$ <div style="text-align: right;">答 $(Qb - Qa) \text{ kJ}$</div>			
問7	(1)	$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$		
	(2)	発生したガスの物質量は、 $0.112 \text{ L} / 22.4(\text{L/mol}) = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ である。 従って、反応した CaC_2 の重量は、 $64.1 \text{ g/mol} \times 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol} = 0.3205 \text{ g}$ である。 求める純度(%)は、 $0.3205 \text{ g} / 0.58 \text{ g} \times 100 \doteq 55.3 (\%)$ <div style="text-align: right;">答 55%</div>		
	(3)	ベンゼン		
問8	(1)	$(CH_3COO)_2Ca \rightarrow CH_3COCH_3 + CaCO_3$		
	(2)	記号： d	理由：酢酸カルシウムを空気を断って熱して熱分解(乾留)すると、(1)の通り、アセトンがガス状で生じる。アセトンは水溶性なので、水上置換法が使用できない。アセトンは常温では液体(沸点 56.5°C)であるので、ガス状のアセトンを氷水などで冷却して液化させ、液体として回収する。	

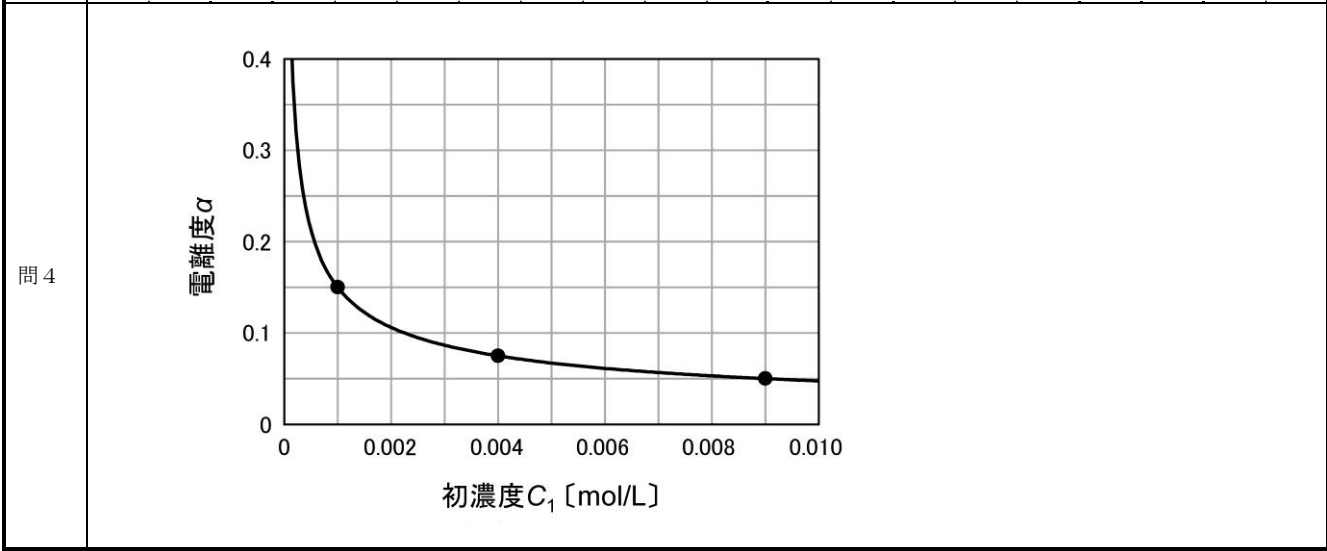
問 1	①	$\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$	
	②	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
問 2	b, c		
問 3	(1)	ヨウ素分子がデンプン分子のらせん構造に入り青～青紫色になる。	
	(2)	加熱によりデンプン分子のらせん構造が乱れてヨウ素分子が抜けるため、赤褐色にもどる（青～青紫色が消える）。	
	(3)	冷却すると、デンプンの分子構造が再構築されて青～青紫色がもどる。	
問 4	水溶液	濃硝酸	
	理由	Al は両性元素だが、濃硝酸には被膜をつくり（不動態となり）溶解しない	
問 5	Fe(OH) ₃		
問 6	(1)	E	
	(2)	C, D	
問 7	(金属 E)	Cu	(金属 F) Sn
	金属名と理由	金属 F (スズ) の水溶液に金属 F よりイオン化傾向の大きな金属 D (鉄) を入れると、金属 D (鉄) が溶け出し、金属 F (スズ) が樹木の枝を伸ばしたように析出する。	

3

問1	ア	$\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$		イ	$\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$	
	ウ	$C_1(1-\alpha)$	エ	$C_1\alpha$	オ	$C_1\alpha^2$

問2 $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_1}}$

問3 問2より、電離定数が大きいほど電離度は大きくなる。したがって同じ初濃度で比較すると、電離定数の大きいアンモニアの方が、電離度が大きい。そのため強い塩基である。



問5	カ	$\frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+][\text{H}_2\text{O}]}$		キ	$\frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$	
	ク	$\frac{K_w}{K_b}$	ケ	$C_2 - A$	コ	$\frac{A^2}{C_2}$
問6	$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{C_2 K_w}{K_b}}$					
問7	<p>(考え方・計算式)</p> <p>2つの溶液を等量混合すると濃度はそれぞれ半分となる。したがって $C_2 = 4.6 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$。</p> $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{C_2 K_w}{K_b}} = \sqrt{\frac{4.6 \times 10^{-3} \times 1.0 \times 10^{-14}}{2.3 \times 10^{-5}}} = \sqrt{2.0 \times 10^{-12}}$ <p>$\text{pH} = -\log_{10}(\sqrt{2.0} \times 10^{-6}) = 6 - \frac{1}{2} \log_{10} 2 = 5.85$</p> <p style="text-align: right;">答 <u>5.9</u></p>					
問8	<p>(考え方・計算式)</p> <p>溶解度積 $K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 9.0 \times 10^{-11}$。</p> <p>飽和水溶液の濃度を X とすると、$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}] = X$ であるから、$X^2 = 9.0 \times 10^{-11}$。</p> $X = \sqrt{9.0 \times 10^{-11}} = 3.0 \times \sqrt{10} \times 10^{-6} = 9.6 \times 10^{-6}$ <p>(別解) $X = \sqrt{9.0 \times 10^{-11}} = (3.0/\sqrt{10}) \times 10^{-5} = 9.4 \times 10^{-6}$</p> <p style="text-align: right;">答 <u>$9.6 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$</u></p>					
問9	b と d					

4

問1								
問2	c と e							
問3	b							
問4	<p>(化合物 F)</p>							
	<p>(化合物 G)</p>							
問5	<p>(記号) c</p>							
	<p>(理由)</p> <p>(2) G (サリチル酸メチル) の場合はフェノール性水酸基を持つため、紫色に呈色する。F (アセチルサリチル酸) の場合は、フェノール性水酸基を持たないため、塩化鉄(Ⅲ)とは反応しない。</p>							
問5	ア	e	イ	j	ウ	h	エ	b
	I	B	II	D	III	A		

令和3年度一般選抜(前期)理科(生物)出題意図

- 1 遺伝情報の発現と、バイオテクノロジーの基本的な手法であるPCR法について、基本的な事項を理解しているか、また、遺伝情報とDNA、タンパク質に関する基本的な事項を分野横断的に理解をしているかを確認するために出題した。
- 2 生物の体内環境の維持の一つとしての腎臓による調節および血圧調節に関する問題である。腎臓の構造および尿生成の仕組みについての理解と副腎皮質ホルモンと血圧調節に関する理解を問う。
- 3 植物の光に応答する反応として、光合成と発芽に関係する内容から出題した。光合成の反応場所と2つの反応および物質生産、ならびに光応答に関するタンパク質や発芽制御について、基本知識と考察力を確認することを意図した。
- 4 生物は有機物を分解し、このとき取り出されるエネルギーを用いてさまざまな生命活動を行っている。この働きをしている代謝の理解を確認するために出題した。
- 5 バイオームおよび植生の遷移に関する内容から出題した。分野の基本的な事項を理解しているか、また植物群集を、バイオームから個々の構成樹種までの異なるスケールで体系的に理解できているかを確認するために出題した。

令和3年度 生物 解答用紙
(その1)

受験番号	
氏名	

--

1	問1	Polymerase Chain Reaction			
	問2	(ア)	マリス		
	問3	(イ)	95	(ウ)	55
		(エ)	72		
	問4	計算式: $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$		1024倍	
	問5	(オ)	ニーレンバーグ		
	問6	グリシン			
	問7	グリシン, バリン, トリプトファン			
	問8	5'-	CTA GAA AGC ACA GCT GCT	-3'	
問9	MAADSQIPGS				

2

問1	(ア) 腎動脈	(イ) 糸球体
	(ウ) 腎小体	(エ) 腎単位またはネフロン

問2	血液は、糸球体でろ過されて、血球やタンパク質以外の成分の大部分が糸球体からボーマシンのうにこし出される。これを原尿という。	100 140
	尿細管には毛細血管がからみついており、原尿からグルコース、塩類、水の大部分が再吸収される。その結果、老廃物の尿素などは濃縮されて尿が生成する。	

問3	(a) ×	(b) ○	(c) ○	(d) ×
----	-------	-------	-------	-------

解答例の掲載が誤ってましたので、令和3年9月10日付けで差し替えいたしました。
 なお、採点は適切に行われており、合否判定には影響はありません。

令和3年度 生物 解答 用 紙
(その2)

受験 番号	
氏名	

3	問1	(1)	(A) チラコイド	(B) グラナ
			(C) ストロマ	
		(2)	(ア) NADP ⁺	(イ) H ₃ PO ₄
			(ウ) NADPH	(エ) CO ₂
	(3)	(オ) カルビン・ベンソン	(カ) RuBisCO	
	(4)	(a) 6	(b) 6	
問2	(1)	×	植物だけでなく、バクテリオクロロフィルをもつ光合成細菌も光合成を行う。	
	(2)	×	植物も細胞呼吸を行う。	
	(3)	×	光化学系IIから光化学系Iに伝わる。	
問3	(1)	(あ)	フィトクロム	
	(2)		P r 型 は 発 芽 を 抑 制 し 、 P f r 型 は 発 芽 を 促 進 す る 。	

《裏へ続く》

4

問1	(A)	解糖系	(B)	β酸化またはβ酸化系
	(C)	脱アミノ反応		
問2	(ア)	アセチルCoA	(イ)	オキサロ酢酸
	(ウ)	アンモニア		
問3	ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド			

問4

電 子 伝 達 系 に 渡 さ れ た 電 子 が , ミ ト コ ン ド リ
 ア の 内 膜 に あ る タ ン パ ク 質 複 合 体 の 間 を 受 け
 渡 し さ れ る 過 程 で , 水 素 イ オ ン が マ ト リ ッ ク
 ス か ら 膜 間 腔 へ 輸 送 さ れ る 。 こ の 膜 間 腔 に お
 い て 高 く , マ ト リ ッ ク ス に お い て 低 く な っ た
 水 素 イ オ ン の 濃 度 勾 配 に し た が い , 水 素 イ オ
 ン が A T P 合 成 酵 素 を 通 っ て マ ト リ ッ ク ス に
 戻 る 際 に , A D P と リ ン 酸 か ら A T P が 合 成
 さ れ る 。

問5	1)	名称： 呼吸商	
	2a)	グルコースの値: 1.0	
	2b)	脂質の値: 0.7	
	3)	$2C_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 \rightarrow 114CO_2 + 110H_2O$	

令和3年度 生物 解答用紙
(その3)

受験 番号	
氏名	

5	問1	a	針葉樹林	b	夏緑樹林
		c	照葉樹林		
	問2	(1)	ブナ	(2)	スダジイ
	問3	(1)	131	(2)	照葉樹林
	問4	(1)	2		
		(2)	(ア) 陽樹	(イ)	陰樹
		(3)	3 → 4 → 2		