

令和5年度 生命環境学部 生命分子化学科学学校推薦型選抜 総合問題 解答例

1 (25点)

問1 (4点)

温血の哺乳動物はこのような寒冷な条件で生きることができる。それは、彼らの体が温かさを維持する優れた適応(順応)を持つためである。

問2 (2+2=4点)

自然選択(自然淘汰)。自然界における生物の生存競争において、少しでも有利な形質をもつものが生存して子孫を残し、環境に適しないものは滅びること。

問3 (2点)

goats

問4 (2点)

northernmost

問5 (2点)

from

問6 (4点)

魚やサメやカニなどの海洋の冷血(変温)動物は、(体を)温かく保ち続ける必要がない。

問7 (4点)

脂肪組織は比較的低い熱伝導性を持つ。そのことは、脂肪細胞が筋肉や皮膚のような他の組織や物質ほどには熱を伝えないということを意味する。

問8 (1×3=3点)

D : Styrofoam, E : metals, F : Styrofoam

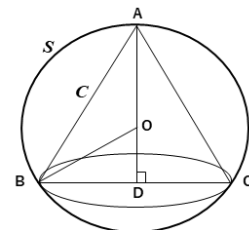
2 (25点)

(1) 図のように点A~Dをおく。

$AD = h$ ($0 < h < 6$) とすると、 $OA = 3$ より、 $OD = h - 3$

$\triangle OBD$ は直角三角形なので、

$$BD^2 = OB^2 - OD^2 = 3^2 - (h - 3)^2 = -h^2 + 6h$$



Cの体積をVとすると、

$$V = \frac{1}{3}\pi BD^2 h = \frac{1}{3}\pi(-h^3 + 6h^2)$$

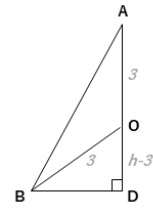
Vをhで微分すると、

$$V' = \frac{1}{3}\pi(-3h^2 + 12h) = \pi h(-h + 4)$$

増減表より、 $h = 4$ のとき、Vは最大となる。

$h = 4$ のとき、

$$V = \frac{1}{3}\pi(-64 + 96) = \frac{32}{3}\pi$$



h	0		4		6
V'		+	0	-	
V		↗		↘	

(2) (1)より、 C_1 の高さは4。したがって、 $A(0,0,3)$ 、 $D(0,0,-1)$

【解法1】 C_1 の底面の円は、球 $S(x^2 + y^2 + z^2 = 9)$ と平面 $z = -1$ の交点なので、

$$x^2 + y^2 = 8, \quad z = -1$$

【解法2】 $BD^2 = 8$ 、 $BD = 2\sqrt{2}$

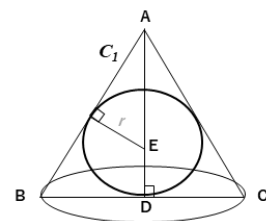
底面の円は、中心 $(0,0,-1)$ 、半径 $2\sqrt{2}$ 、平面 $z = -1$ 上にある。

$$x^2 + y^2 = 8, \quad z = -1$$

(3) 図のように、求める球の中心をE、半径をrとする。

(1)(2)より、 $AD = 4$ 、 $BD = 2\sqrt{2}$ なので、

$AB^2 = 24$ 、 $AB = 2\sqrt{6}$ より、半径rは、



【解法1】 $\triangle ABC$ の面積から、

$$\frac{1}{2}r(AB + BC + AC) = \frac{1}{2}BC \times AD \text{ より、 } r = 2(\sqrt{3} - 1)$$

【解法2】 $\angle ABE = \angle DBE$ なので、 $AB:BD = AE:ED$ より、 $r = 2(\sqrt{3} - 1)$

$D(0, 0, -1)$ より、 $E(0, 0, 2\sqrt{3} - 3)$

求める球は、

$$x^2 + y^2 + (z - 2\sqrt{3} + 3)^2 = 4(\sqrt{3} - 1)^2$$

(4) 図のように点A~Fをおく。

$AF = h$ ($0 < h < 6$)とすると、 $OA = 3$ より、 $OF = h - 3$

$$BF^2 = OB^2 - OF^2 = 3^2 - (h - 3)^2 = -h^2 + 6h$$

$\square BCDE$ の面積は、 $2BF^2$

D の体積を V とすると、

$$V = \frac{1}{3} 2BF^2 h = -\frac{2}{3}h^3 + 4h^2$$

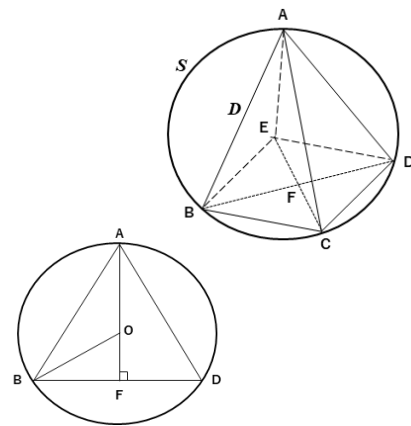
V を h で微分すると、

$$V' = -2h^2 + 8h = -2h(h - 4)$$

増減表より、 $h = 4$ のとき、 V は最大となる。

$h = 4$ のとき、

$$V = -\frac{2}{3} \times 64 + 64 = \frac{64}{3}$$



h	0		4		6
V'		+	0	-	
V		↗		↘	

(5) 図のように、点MとNをおき、求める球の中心をG、半径をrとする。

(4)より、 $AF = 4$ 、 $BF = 2\sqrt{2}$ ($BF^2 = 8$)

$\triangle BCF$ は直角二等辺三角形なので、

$BC = 4$ ($BM = 2$ 、 $MN = 4$)

$\triangle ABF$ は直角三角形なので、

$AB^2 = BF^2 + AF^2 = 24$ 、 $AB = 2\sqrt{6}$

$\triangle ABM$ は直角三角形なので、

$AM^2 = AB^2 - BM^2 = 20$ 、 $AM = 2\sqrt{5}$

半径rは、

【解法1】 $\triangle AMN$ の面積から、

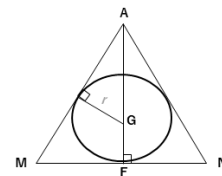
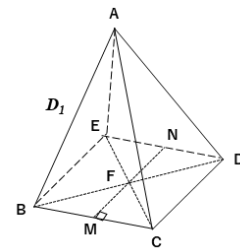
$$\frac{1}{2}r(AM + MN + AN) = \frac{1}{2}MN \times AF \text{ より、 } r = \sqrt{5} - 1$$

【解法2】 $\angle AMG = \angle FMG$ なので、 $AM:FM = AG:FG$ より、 $r = \sqrt{5} - 1$

$F(0,0,-1)$ より、 $G(0,0,\sqrt{5}-2)$

求める球は、

$$x^2 + y^2 + (z - \sqrt{5} + 2)^2 = (\sqrt{5} - 1)^2$$



3 (25点)

問1 (1×6=6点)

- (ア) 光 (イ) 水素 (ウ) 化学(的) (エ) 二酸化炭素
 (オ) 同化 (カ) 異化

問2 (3点)

$$1.37 \times 10^3 \text{ [J]} / 0.723^2 \approx 1.37 / 0.523 \times 10^3 \text{ [J]} \approx 2.6195 \times 10^3 \text{ [J]} \approx 2.6 \times 10^3 \text{ [J]}$$

答え 毎秒 2.6×10^3 J

問3 (3点)

$$1.37 \times 10^3 \text{ [J/(s} \cdot \text{m}^2)] \times 0.500 \times 0.150 \times 20.0 \text{ [m}^2] = 2.055 \times 10^3 \text{ [J/s]} \approx 2.1 \times 10^3 \text{ [W]}$$

答え 2.1×10^3 W

問4 (5点)

水が電気分解する反応は $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

この間に $4e^-$ が流れるため、1 mol の H_2O が分解するには $2e^-$ が必要。

H_2O の分子量は 18 なので、

$$\begin{aligned} & \{(0.108 \text{ [g]} / 18 \text{ [g/mol]}) \times (9.65 \times 10^4 \text{ [C/mol]} \times 2)\} / 1.50 \text{ [A]} \\ & = (0.00600 \text{ [mol]} \times 19.3 \times 10^4 \text{ [C/mol]}) / 1.50 \text{ [C/s]} = 0.0772 \times 10^4 \text{ [s]} = 772 \text{ [s]} \end{aligned}$$

772 秒は 12 分 52 秒

答え 12 分 52 秒

問5 (4点)

$$6 \text{ 分 } 36 \text{ 秒は } 60 \text{ [s]} \times 6 + 36 \text{ [s]} = 396 \text{ [s]} \quad \text{これを時間に換算すると } 396 \text{ [s]} / 3600 \text{ [s/h]} = 0.11 \text{ [h]}$$

$$0.132 \text{ [kWh]} / (100 \text{ [V]} \times 0.11 \text{ [h]}) = 132 \text{ [Wh]} / 11 \text{ [V} \cdot \text{h]} = 12.0 \text{ [A]}$$

答え 12 A

問6 (4点)

$$4 \text{ 時間 } 10 \text{ 分は } 3600 \text{ [s]} \times 4 + 60 \text{ [s]} \times 10 = 15000 \text{ [s]}$$

また、5.00 [L] は $5.00 \times 10^3 \text{ [cm}^3]$

$$\begin{aligned} & \{1.00 \text{ [g/cm}^3] \times 5.00 \times 10^3 \text{ [cm}^3] \times (40.0 \text{ [}^\circ\text{C]} - 20.0 \text{ [}^\circ\text{C]}) \times 4.18 \text{ [J/(g} \cdot \text{K)]}\} / 15000 \text{ [s]} \\ & = 418000 \text{ [J]} / 15000 \text{ [s]} \approx 27.866 \dots \text{ [J/s]} \approx 28 \text{ [J/s]} \end{aligned}$$

答え 毎秒 28 J

4 (25点)

問1	①	タンパク質		②	従属栄養生物	
	③	窒素固定		④	緑	
問2	A	硝酸		B	アンモニア	
問3	ア	7	イ	2	ウ	5
	エ	1	オ	3	カ	6
問4	<p>常温で固体の油脂には飽和脂肪酸が多く、液体の油脂には不飽和脂肪酸が多い。油脂を構成する高級脂肪酸は分子量が大きいため、お互いに分子間力で強く引き合う。中でも飽和脂肪酸は、構造上自由度が高くお互いに隙間なく密集してより強く引き合うことができる。しかし、不飽和脂肪酸は二重結合で折れ曲がった構造をとるため自由度が低く、脂肪酸同士の引き合う力が弱くなるため。</p>					
問5	(1)	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$				
	(2)	リン鉱石中のリン酸カルシウムより、過リン酸石灰中のリン酸二水素カルシウムの方が水にずっと溶けやすい。				
問6	(1)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{NH}_2 - \text{C}^* - \text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$				
	(2)	グルタミン酸				
問7	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酵素}} \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3$					
問8	b)					
問9	(1)	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$				
	(2)	(方法) 上方置換	(理由) ①反応で水も発生し、その水を除去するため。 ②アンモニアは水に溶けやすく、空気より比重が軽いから。			
	(3)	<p>考え方・計算 $\text{NH}_4\text{Cl}: 1.07\text{g}/53.5 \text{ (g/mol)} = 0.02 \text{ mol}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2: 2.22 \text{ g}/74.0 \text{ (g/mol)} = 0.03 \text{ mol}$ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムは2:1で反応するので、塩化アンモニウムがすべて反応し、塩化アンモニウムと同じモル数のアンモニアが 0.02 mol 生成した $22.4 \text{ l/mol} \times 0.02 \text{ mol} = 0.448 \text{ L}$</p> <p style="text-align: right;">答え 0.45 L</p>				