生物基礎・生物

問題 1

(1)

ア	グリコーゲン	イ	タンパク質
ウ	アンモニア	エ	アミノ酸
オ	基質特異性		

(2)

(i)

試験管 A、B、C を比較すると、40 ℃でカタラーゼ活性が最も高く、次に 25 ℃で高く、4 ℃で最も低くなっていた。このことから、低温になるほどカタラーゼ活性が低下していることがわかる。

(ii)

試験管 B、C、D を比較すると、40 ℃でカタラーゼ活性が最も高く、50 ℃になると発生する酸素量が著しく低下した。このことから、カタラーゼ活性には、最適にはたらく温度（最適温度）が存在することがわかる。

(2)
(iii)

試験管 E では、70 ℃の条件でカタラーゼ酵素を構成するタンパク質の立体構造が変化（熱変性）したことで、酵素のはたらきが著しく低下したことがわかる。

(iv)

カタラーゼの酵素活性は、pH の変化（低下）に大きく影響を受ける。

カタラーゼの酵素活性は、酸性の条件で著しく低下する。

など

生物基礎・生物

問題２

(1)

ア	葉緑体	イ	ストロマ
ウ	水	エ	酸素
オ	$NADP^+$	カ	NADPH
キ	化学	ク	カルビン・ベンソン

(2)

c

(3)

水素イオンが、電子伝達系によって生じた濃度勾配によって、チラコイド内腔からストロマ側へ ATP 合成酵素を通過して移動する。移動に伴うエネルギーから ATP が合成される。

(4)

［計算過程］ グラフから 20 キロルクスの時の真の光合成速度は 15 + 5 = 20 mg /（100 cm^2・時）なので、 葉の大きさ 300 cm^2、2 時間の二酸化炭素の吸収量は、 20×（300/100）×2 ＝ 120（mg）
［答］　120 mg

群馬大学　前期日程（理工）2021 年 生物 ③を使用。一部改変、削除。

生物基礎・生物

問題３

(1)

ア	非生物的	イ	生産者
ウ	消費者	エ	従属栄養
オ	分解者	カ	栄養段階

(2)

ある生物は何種類もの生物を捕食しており、
（または、ある生物は何種類もの生物に捕食されており）

食物連鎖の関係が複雑な網目状となっているから。
（または、食物連鎖のように直線的な関係ではないから）

(3)

名称	説明
遺伝的多様性 (遺伝子の多様性)	同じ種であってもさまざまな遺伝子を持っていること。
生態系多様性 (生態系の多様性)	地球上にはさまざまな種類の生態系が存在していること。

(4)

ラッコの減少による捕食圧の低下で、ウニの個体数が増加した。増えたウニがケルプを大量に食害し、ケルプが減少した。ケルプを生息場所としていた魚の個体数も減少した。アザラシは生存に十分な餌を得られなくなり、海域から姿を消した。

(5)

間接効果

化学基礎・化学

問題 1

(1)

A	純物質　混合物	B	純物質　混合物
C	純物質　混合物	D	純物質　混合物
E	純物質　混合物	F	純物質　混合物
G	純物質　混合物	H	純物質　混合物

(2)

A	蒸留　分留　昇華法　抽出　ろ過　再結晶
B	蒸留　分留　昇華法　抽出　ろ過　再結晶
C	蒸留　分留　昇華法　抽出　ろ過　再結晶
D	蒸留　分留　昇華法　抽出　ろ過　再結晶
E	蒸留　分留　昇華法　抽出　ろ過　再結晶
F	蒸留　分留　昇華法　抽出　ろ過　再結晶

(3)

A　B　C　D

(4)

(a)

A	枝付きフラスコ
B	沸騰（ふっとう）石
C	リービッヒ冷却器

(b)

a　　b

(c)

突発的な沸騰（突沸）をふせぐため

(d)

分離操作前の NaCl の質量は 100 g 中の 3.5%なので、3.5 g である。

NaCl は枝付きフラスコに残る。残液の質量は、100 - 75 = 25 g

したがって、残液中の NaCl の質量パーセント濃度は、

3.5 ÷ 25 × 100 = 14 %

答　14 %

(e)

残液中の NaCl の物質量は、

3.5 ÷ (23.0 + 35.5) = 0.0598 ≒ 0.060 mol

液量が 23 mL なので、モル濃度は、

0.060 ÷ 0.023 = 2.61... ≒ 2.6 mol/L

答　2.6 mol/L

化学基礎・化学

問題２

(1)

ア	アボガドロ	イ	同温（同圧）
ウ	同圧（同温）	エ	0

(2)

A　B　C　D　E　F

(3)

(a)

メタン	$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
プロパン	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

(b)

生成した CO_2 の物質量は

28.0 L ÷ 22.4 L/mol = 1.25 mol

生成した H_2O の物質量は

39.6 g ÷ 18.0 g/mol（水のモル質量）= 2.20 mol

答　二酸化炭素　1.25 mol　水　2.20 mol

(c)

混合気体中の CH_4 の物質量を x mol，C_3H_8 の物質量を y mol とすると

(3a)の化学反応式の係数の比より、
CH_4 から生成した CO_2 の物質量は x mol、H_2O の物質量は 2x mol である。
C_3H_8 から生成した CO_2 の物質量は 3y mol、H_2O の物質量は 4y mol である。

(3b)より、以下の式が成り立つ。

$x + 3y = 1.25$ (mol)

$2x + 4y = 2.20$ (mol)

この連立方程式を解いて、

$x = 0.8$，$y = 0.15$

が得られる。

有効数字 3 桁より、メタンは 0.800 mol、プロパンは 0.150 mol である。

答　メタン　0.800 mol　プロパン　0.150 mol

化学基礎・化学

問題３

(1)

ア	水酸化物イオン	イ	陽　・　(陰)
ウ	(陽)　・　陰	エ	遊離

(2)

塩酸から生じる水素イオン H^+の物質量は、

$$0.010\ \mathrm{mol/L} \times 0.0500\ \mathrm{L} = 5.0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol}$$

水酸化ナトリウム水溶液から生じる水酸化物イオン OH^-の物質量は、

$$0.020\ \mathrm{mol/L} \times 0.0200\ \mathrm{L} = 4.0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol}$$

混合溶液全体の水素イオン濃度 H^+は、

$$\frac{(5.0 \times 10^{-4} - 4.0 \times 10^{-4})\ \mathrm{mol}}{0.100\ \mathrm{L}} = 1.0 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol/L}$$

$$\mathrm{pH} = -\log[\mathrm{H}^+]$$

より、

$$\mathrm{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-3}) = 3.0$$

答　3.0

(3)

	組成式	水溶液の性質
A)	Na_2SO_4	中性・酸性・塩基性
B)	NH_4Cl	中性・酸性・塩基性
C)	CH_3COONa	中性・酸性・塩基性

(4)

(a)

$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$
$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaCl + NaHCO_3$

(b)

$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$

(c)

①・②・③・④

(d)

混合水溶液中に含まれる NaOH、Na_2CO_3 の物質量をそれぞれ
x mol、y mol とする。

(4a)より、滴定開始から第 1 中和点までに加えた HCl の物質量は NaOH と Na_2CO_3 の物質量の和に等しいから、

$$x + y = 0.100 \times \frac{15.0}{1000} = 1.50 \times 10^{-3} \quad \cdots \quad (1)$$

第 1 中和点から第 2 中和点までに加えた HCl の物質量は、$NaHCO_3$ の物質量に等しいが、(4a)よりこの $NaHCO_3$ の物質量は Na_2CO_3 の物質量とも等しいから、

$$y = 0.100 \times \frac{5.0}{1000} = 5.00 \times 10^{-4} \cdots \quad (2)$$

(2)を(1)に代入して、

$$x + 5.00 \times 10^{-4} = 1.50 \times 10^{-3}$$
$$x = 1.50 \times 10^{-3} - 5.00 \times 10^{-4}$$
$$x = 1.00 \times 10^{-3}$$

有効数字 2 桁より、

$$x = 1.0 \times 10^{-3}$$
$$y = 5.0 \times 10^{-4}$$

答　水酸化ナトリウム 1.0×10^{-3} mol　炭酸ナトリウム　5.0×10^{-4} mol

物理基礎・物理

問題 1

(1)

この物体が斜面から受ける垂直抗力をN [N]とすると

$$N = mg\cos 30° = 4.0 \times 9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \fallingdotseq 33$$

$F' = \mu' N$ より、 $F' = 33\mu'$

答 $33\mu'$ [N]

(2)

この物体にはたらく力は $mg\sin 30° - F'$〔N〕なので、

$$ma = mg\sin 30° - F'$$

$$a = 9.8 \times \frac{1}{2} - \frac{F'}{4.0} = 4.9 - \frac{F'}{4.0}$$

答 $4.9 - \frac{F'}{4.0}$ [N]

(3)

この物体は初速度 0〔m/s〕、加速度a〔m/s²〕の等加速度運動をした。

すべった距離は 2.0 m なので、$\frac{1}{2}at^2 = 2.0 \cdots$①

また t [s]後に速さ 4.0 m/s となったので、$at = 4.0 \cdots$②

①、②式より、$t = 1.0$

答 1.0 s

(4)

物体は運動エネルギーを得、位置エネルギーを失ったので、その力学的エネルギーの変化量 ΔE は、

$$\Delta E = \frac{1}{2} \times 4.0 \times 4.0^2 - 4.0 \times 9.8 \times 2.0 \times \sin 30° = -7.2$$

答　-7.2　J

(5)

動摩擦力のはたらく方向の反対方向に物体は 2.0 m 移動したので、動摩擦力のした仕事W〔J〕は

$$W = -F' \times 2.0 = -2.0F'$$

動摩擦力のした仕事W は物体の力学的エネルギーの変化量と等しいので、$-2.0F' = -7.2$

$$F' = 3.6$$

（別解）

(3)から $a = 4.0$

(2)から $a = 4.9 - \dfrac{F'}{4.0}$

より、$F' = 3.6$ としてもよい。

答　3.6 N

物理基礎・物理

問題２

(1)

(a)	振幅	0.20 m	波長	4.0 m

(b)	周期	4.0 s	速さ	1.0 m/s

(c)	$y-t$ グラフより，この正弦波の $x=0$ m の点は $t=0$ s 以降に y 軸の負の向きに振動することがわかる。その条件から、 $y-x$ グラフはx軸の正の方向に進行する波であることがわかる。

(2)

(d)	両端を固定した長さ 2.0 mの弦の基本振動は弦の両端が節で、弦の中央部が腹となる波である。その波長は弦の長さの 2 倍となるので、4.0 mとなる。 答 4.0 m

(e)	基本振動の波長は 4.0 mであり、2 倍振動の波長は 2.0 mとなる。弦の線密度と弦を張る力は変わらないため、弦を伝わる波の速度 (v) は一定である。$f = v/\lambda$ より、2 倍振動の振動数は基本振動の振動数の 2 倍になるため、2 倍振動の振動数の方が大きい。

物理基礎・物理

問題３

(1)

電源電圧が 30〔V〕で電流が 2.0〔A〕であることから、

$$30 = 2.0 \times R \rightarrow R = 15$$

となる。

答　15 Ω

(2)

導体の抵抗の値は導体の長さに比例する。したがって、ニクロム線の長さが 2.0 倍になったとき、抵抗の値は 2.0 倍になる。

答　2.0 倍

(3)

導体の抵抗の値は導体の断面積に反比例する。ニクロム線の直径を 2.0 倍にすると断面積は 4.0 倍となる。ゆえに、ニクロム線の直径を 2.0 倍にすると抵抗の値は、0.25 倍になる。

答　0.25 倍

(4)

温度が上昇することで、導体内の陽イオンの熱運動が活発になる。その結果、自由電子の進行を妨げるようになり、抵抗率が大きくなる。

(5)

水の比熱が 4.2 J/(g·K) で一定であると考えてよいので、50 ℃ 温度上昇させるには、

$$Q = 4.2 \times 100 \times 50 = 21000 = 2.1 \times 10^4 \text{ J}$$

の熱量が必要となる。

答　2.1×10^4 J

(6)

21000 J をニクロム線で発熱させるには、

$$21000 = 2.0 \times 30 \times t \rightarrow t = 350〔\mathrm{s}〕$$

答　350 s

(7)

電源電圧を変えないまま、同じ時間でより多くの熱量を発生させるには、抵抗を流れる電流を大きくすればよい。そのため、抵抗の値は小さくすればよい。以上から、ニクロム線は短くする方がよい。