

生物基礎・生物

問題 1

(1)

ア	ウイルス
---	------

(2)

細菌	a, e, f
古細菌	b, d, h

(3)

リン脂質の二重層からなり、疎水性の部分が二重層の内側を、親水性の部分が外側を向いている。また、モザイク状にタンパク質が埋め込まれている。

(4)

$$(1440 - 3) / 3 = 479$$

答 479 (個)

(5)

恒常性 (ホメオスタシス)

(6)

炭水化物	a, b, c
脂肪	a, b, c
タンパク質	b, c

(7)

呼吸では、解糖系で生じた NADH を酸化する過程で大量の ATP が得られるのに対して、アルコール発酵では、解糖系でピルビン酸を生じる過程でのみ ATP が得られる (NADH はピルビン酸から生じたアセトアルデヒドを還元することに用いられる) から。

(8)

b, c, f

生物基礎・生物

問題 2

(1)

ア	中性（中日）	イ	光周性
ウ	赤色光	エ	フィトクロム
オ	葉		

(2)

ア	サ	ガ	オ	の	花	芽	形	成	を	、	短	日	師	管
液	は	促	進	し	、	長	日	師	管	液	は	抑	制	す
る	。													

(3)

高緯度ほど、夏期の気温が低く、暗期が短い。また、夏から秋にかけての気温の低下が早い。限界暗期が長いと開花の時期が遅くなり、生存に不利な低温の時期に花を咲かせることになる。そのため、限界暗期が短いほうが、生長に都合の悪い低温の季節が来る前に早々と花を咲かせて種子を残すことができる。

(4)

FT (FT タンパク質)

(5)

e

生物基礎・生物

問題 3

(1)

ア	受容器	イ	効果器
ウ	電気	エ	化学
オ	細胞体	カ	樹状突起
キ	軸索	ク	シュワン細胞
ケ	髄鞘 (ミエリン鞘)	コ	ランビエ絞輪

(2)

(i)

B 点から A 点の距離は、 $45.0 - 15.0 = 30.0$ (mm)

その間の伝達時間は、 $6.0 - 4.5 = 1.5$ (ミリ秒)

2 点間の伝導速度は、 $30.0 \div 1.5 = 20$ (mm/ミリ秒)

答 20 mm/ミリ秒 (20 m/秒)

- (2)
(ii)

神経末端から筋肉へ興奮の伝達に要した時間を X 、
 A 点から神経末端までの伝達時間を a 、
 筋肉に直接刺激を与えて収縮が起きるまでの時間を b とすると、
 A 点に刺激を与えてから筋収縮が起こるまでの時間には、

$$4.5 \text{ ミリ秒} = a + X + b \quad \text{という関係が成り立つ。}$$

$$a = 15.0 \text{ mm} \div 20 \text{ mm/ミリ秒} = 0.75 \quad (\text{ミリ秒})$$

$$b = 0.5 \quad (\text{ミリ秒})$$

$$\text{よって } X = 3.25 \quad (\text{ミリ秒})$$

答 3.25 ミリ秒

- (3)

跳躍伝導

- (4)

シナプス (シナプス間隙)

- (5)

⑥

生物基礎・生物

問題 4

(1)

ア	突然変異 (変異)	イ	分子時計
ウ	進化 (分子進化)		

(2)

エ	C	オ	E
カ	B	キ	D

(3)

(i)	2.0	(ii)	10.5
(iii)	5.5	(iv)	2.5

(4)

x 億年前に分岐したとすると、
 3 億年 : 16 置換 = x 億年 : 2 置換
 $x = 2 \times 3 / 16 = 0.375$ 億年

(別解) $4 \times 3 / 32 = 0.375$ 億年

答 3750 万年前

(5)

- アミノ酸が置換する頻度はその配列によって異なるが、同一のタンパク質では、置換の蓄積速度に大きな違いは生じないと考えられる。ただし、生命活動に重要なタンパク質では、生存に不利な置換が生じると自然選択によって排除されるため、蓄積速度は遅くなる。
- 一世代で同一のアミノ酸に置換が生じる頻度は一定と考えられる。ただし、機能にあまり影響を及ぼさないアミノ酸の置換は、集団中に残ることが多いため、蓄積速度は速くなる。

など

化学基礎・化学

問題 1

(1)

ア	1,4 ・ 1,6	イ	アミロース
ウ	1,4 ・ 1,6	エ	アミロペクチン
オ	ヨウ素	カ	らせん
キ	加熱 ・ 冷却	ク	スクロース またはトレハロース
ケ	1,4 ・ 1,6	コ	セルラーゼ
サ	セロビアーゼ	シ	二酸化炭素

(2)

a	CHO	COOH	CH ₃
	O	OH	H
b	CHO	COOH	CH ₃
	O	OH	H

(3)

((ク) にスクロースを解答した場合)
 α -グルコースと β -フルクトースの還元性のあるホルミル基を生じるヒドロキシ基が結合に使われ、ヘミアセタール構造をもたないため。

((ク) にトレハロースを解答した場合)
 α -グルコースどうしの還元性のあるホルミル基を生じるヒドロキシ基が結合に使われ、ヘミアセタール構造をもたないため。

(4)

(a)



(b)

発生気体の体積 44.8 L の物質量は

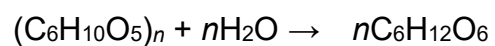
$$44.8 \div 22.4 = 2.00 \text{ mol}$$

(a)の化学反応式より反応したグルコースの物質量は 1.00 mol

答 1.00 mol

(c)

セルロースがグルコースに加水分解される化学反応式は



であるから、グルコース 1.00 mol の場合のセルロースの質量は

$$(12.0 \times 6 + 1.00 \times 10 + 16.0 \times 5) \times 1.00 = 162$$

答 162 g

化学基礎・化学

問題 2

(1)

操作 1	$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
操作 2	$\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(2)

最高温度	36.0 °C
理由	<p>反応中にも熱が外へ逃げてしまうため、実際に測定される温度は理論上の値より低くなる。そのため、熱が逃げなかったと仮定して、温度が下がっている部分の直線を反応開始時まで引きのばして求めた温度を最高温度とするから。</p>

(3)

$q = m \times c \times \Delta T$ より、(q : 熱量、 m : 質量、 c : 比熱、 ΔT : 温度変化)
 $= 100.0 \times 4.18 \times (36.0 - 25.0) = 4598 \text{ (J)}$
 有効数字 2 桁より、 $4.6 \times 10^3 \text{ (J)}$
 単位指定 kJ より、4.6 kJ

答 4.6 kJ

(4)

Mg の原子量 24.3 より、0.243 g の Mg の物質質量 $n = 0.010 \text{ mol}$

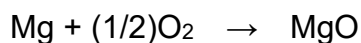
(1) より、反応式は $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$

Mg 1mol あたりの反応エンタルピー ΔH は発熱反応なので符号はマイナス。(3)より、

$$\Delta H = -q/n = -4.6 \text{ kJ} \div 0.010 \text{ mol} = -4.6 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$$

答 $-4.6 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$

(5)



ヘスの法則より、 $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4$ なので

$$\Delta H_1 = \Delta H_3 + \Delta H_4 - \Delta H_2 = -460 + (-286) - (-147) = -599 \text{ kJ/mol}$$

有効数字 2 桁より、 $-6.0 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$

答 $-6.0 \times 10^2 \text{ kJ/mol}$

化学基礎・化学

問題 3

(1)

ア	アルカン	イ	5
ウ	三重	エ	アルキン
オ	アセチレン (エチン)	カ	アセトアルデヒド

(2)

(あ)	(い)	(う)	(え)	(お)
-----	-----	-----	-----	-----

(3)

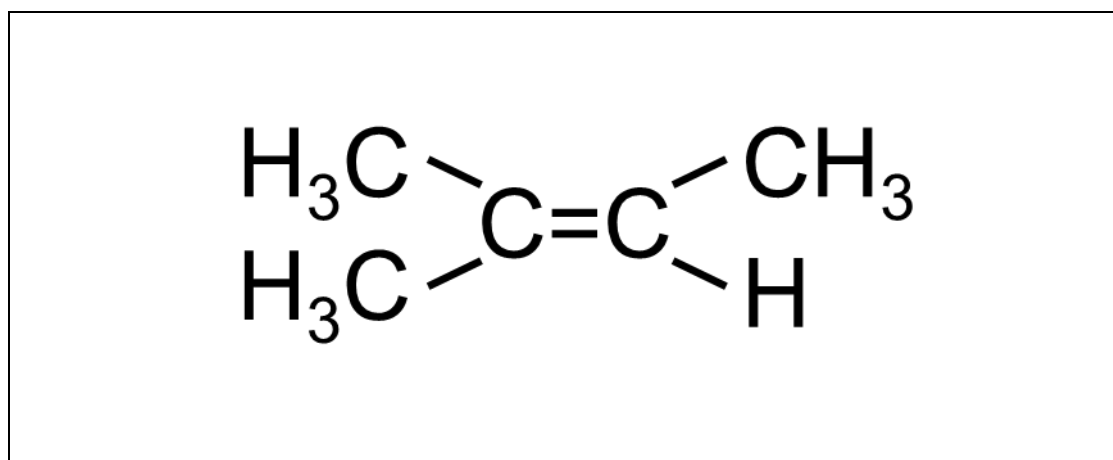
(a)

5

(b)

6

(c)



(4)

(a)

0°C、 1.013×10^5 Pa において、1 mol の気体が占める体積は 22.4 L であるから、鎖式炭化水素 Y の物質量は $\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.20 \text{ mol}$

$$\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.20 \text{ mol}$$

0.20 mol の鎖式炭化水素 Y の質量が 8.40 g であるため、

$$\frac{8.40 \text{ g}}{0.20 \text{ mol}} = 42 \text{ g/mol}$$

よって、求める分子量は 42 となる。

答 42

(b)

32.0 g の Br_2 が付加したことから、

$$\frac{32.0}{80.0 \text{ g/mol} \times 2} = 0.20 \text{ mol}$$

よって、求める Br_2 の物質量は 0.20 mol となる。

答 0.20 mol

(c)

0.20 mol の鎖式炭化水素 Y に対して、0.20 mol の Br_2 が付加したことから、鎖式炭化水素 Y は分子内に二重結合を 1 つ持つアルケン C_nH_{2n} である。また、分子量が 42 であることから、 $n = 3$ である。

したがって、鎖式炭化水素 Y の示性式は、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$

答 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$

化学基礎・化学

問題 4

(1)

ア	分 留	イ	同素体
ウ	成 層	エ	無声放電
オ	紫外線	カ	淡 青
キ	青 紫		

(2)

(a)



(b)

+ 5

(c)

塩素酸カリウムの式量は、 $39.0 + 35.0 + 16.0 \times 3 = 122$
 求める塩素酸カリウムを x [g] とすると、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、 1 mol の気体が占める体積は 22.4 L であるから、

$$\frac{x \text{ [g]}}{122 \text{ [g/mol]}} \times \frac{3}{2} \times 22.4 \text{ [L/mol]} = 3.36 \text{ [L]}$$

$$x = 12.2 \text{ [g]}$$

答 12.2 g

(3)

(a)

この反応を化学反応式で表すと、



60 秒間に発生した酸素が $1.50 \times 10^{-3} \text{ mol}$ だから、この間に分解した過酸化水素は、

$$1.50 \times 10^{-3} [\text{mol}] \times 2 = 3.00 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

最初の過酸化水素の物質量は、

$$1.20 [\text{mol/L}] \times \frac{10}{1000} = 1.20 \times 10^{-2} [\text{mol}]$$

よって、

$$\frac{1.20 \times 10^{-2} [\text{mol}] - 0.300 \times 10^{-2} [\text{mol}]}{10.0/1000} = 0.900 [\text{mol/L}]$$

答 0.900 mol/L

(b)

反応の速さは単位時間に変換する物質で表されるから、過酸化水素の平均分解速度を v [$\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$] とすると、

$$\begin{aligned} v &= \left| \frac{\Delta c}{\Delta t} \right| = - \frac{0.900 [\text{mol/L}] - 1.20 [\text{mol/L}]}{60 [\text{s}] - 0 [\text{s}]} \\ &= 5.00 \times 10^{-3} [\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{s})] \end{aligned}$$

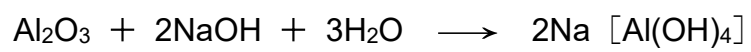
答 $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

(4)

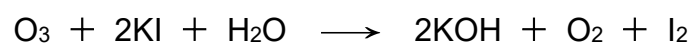
(a)

あ い う え お か き く

(b)



(5)



物理基礎・物理

問題 1

- (1) 図より、物体は、 $t = 0$ s のとき瞬間の速度 $v = 0.80$ m/s で、 $t = 3.0$ s のとき瞬間の速度 $v = -0.40$ m/s の負の加速度の等加速度運動をしている。

$$v = v_0 + at \text{ より、} -0.40 = 0.80 + a \times 3.0$$

$$\text{よって、} a = (-0.40 - 0.80)/3.0 = -0.40 \text{ m/s}^2$$

答 -0.40 m/s^2

- (2) (1)の結果と $v = v_0 + at$ を用いて、
 $v = 0.80 + (-0.40) \times 2.5 = -0.20$ m/s

答 -0.20 m/s

- (3) 図より、物体は $t = 0$ s から $t = 2.0$ s の間は、正の速度で原点 O から遠ざかり続け、 $t = 2.0$ s から $t = 3.0$ s の間は、負の速度で負の方向に運動する。

$v - t$ グラフと t 軸で囲まれた面積が移動距離を表すので

$t = 0$ s から $t = 2.0$ s の間の正の方向の移動距離 L_1 は、

$$L_1 = 2.0 \times 0.80 \times (1/2) = 0.80 \text{ m}$$

したがって、原点 O から最も遠ざかったときの変位は 0.80 m

答 0.80 m

(4)

(3)の結果から、

 $t = 0 \text{ s}$ から $t = 2.0 \text{ s}$ の間の正の方向の移動距離 L_1 は、 $L_1 = 0.80 \text{ m}$ $t = 2.0 \text{ s}$ から $t = 3.0 \text{ s}$ の間の負の方向の移動距離 L_2 は、 $v-t$ グラフと t 軸で囲まれた面積が移動距離を表すので

$$L_2 = (3.0 - 2.0) \times 0.40 \times (1/2) = 0.20 \text{ m}$$

 $t = 0 \text{ s}$ から $t = 3.0 \text{ s}$ 間の物体の移動距離 L は、

$$L = L_1 + L_2 = 0.80 + 0.20 = 1.0 \text{ m}$$

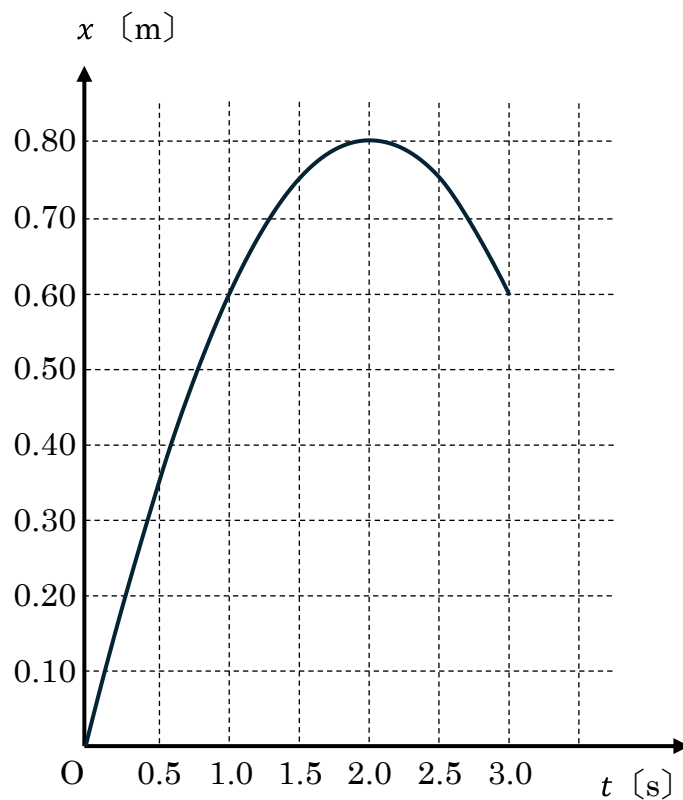
答 1.0 m

(5)

等加速度直線運動の変位 x [m] と経過時間 t [s] の間には、 $x = v_0 t + (1/2)at^2$ の関係があるので、

$$x = 0.80 t + (1/2)(-0.40) t^2 = 0.80 t - 0.20 t^2$$

$$x = -0.20 (t - 2.0)^2 + 0.80$$



物理基礎・物理

問題 2

(1)

力のつりあいより、 $F + P_0S = P_1S$

$$P_1 = P_0 + \frac{F}{S}$$

答 $P_0 + \frac{F}{S}$

(2)

力のつりあいより、シリンダー内の気体の圧力は P_1 のままである。理想

気体の状態方程式より、 $P_1 \times 2V_1 = nRT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{2P_1V_1}{nR}$

答 $\frac{2P_1V_1}{nR}$

(3)

熱力学の第 1 法則より、気体に加えられた熱量 Q_1 は、気体の内部エネルギーの変化 ΔU_1 と気体が外部にした仕事 W_1 の和に等しい。力のつりあ

いより、圧力 P_1 は一定なので、 $W_1 = P_1(2V_1 - V_1) = P_1V_1$

また、気体は単原子分子なので、 $\Delta U_1 = \frac{3}{2}nRT_2 - \frac{3}{2}nRT_1 = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$

ここで、図 1 の状態における理想気体の状態方程式より、 $T_1 = \frac{P_1V_1}{nR}$

(2)より $T_2 = \frac{2P_1V_1}{nR}$ であるから、 $\Delta U_1 = \frac{3}{2}nR\left(\frac{2P_1V_1}{nR} - \frac{P_1V_1}{nR}\right) = \frac{3}{2}P_1V_1$

$$Q_1 = \Delta U_1 + W_1 = \frac{5}{2}P_1V_1$$

答 $\frac{5}{2}P_1V_1$

(4)

図 3 における、理想気体の状態方程式より、

$$P_3 \times 3V_1 = nRT_3 \Rightarrow T_3 = \frac{3P_3V_1}{nR}$$

答 $\frac{3P_3V_1}{nR}$

(5)

熱力学の第 1 法則より、気体に加えられた熱量 Q_2 は、気体の内部エネルギーの変化 ΔU_2 と気体が外部にした仕事 W_2 の和に等しい。図 1 から図 3 の過程でこの気体は周囲との間で熱のやり取りはないため、

$$Q_2 = 0 \Rightarrow \Delta U_2 + W_2 = 0$$

$$W_2 = -\Delta U_2 = -\left(\frac{3}{2}nRT_3 - \frac{3}{2}nRT_1\right) = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_3)$$

$T_1 = \frac{P_1V_1}{nR}$ 、および(4)より $T_3 = \frac{3P_3V_1}{nR}$ であるから、

$$W_2 = \frac{3nR}{2} \times \left(\frac{P_1V_1}{nR} - \frac{3P_3V_1}{nR}\right) = \frac{3V_1}{2} \times (P_1 - 3P_3) = \frac{3V_1(P_1 - 3P_3)}{2}$$

答 $\frac{3V_1(P_1 - 3P_3)}{2}$

物理基礎・物理

問題 3

(1) 屈折の法則より、

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \alpha} = \frac{1}{1.46} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1.46}{2} = 0.730$$

答	0.730
---	-------

(2) 真空中の波長 5.90×10^{-7} m の光が水中を進行するときの波長を λ' とすると、

$$\lambda' = \frac{5.90 \times 10^{-7}}{1.33} = 4.44 \times 10^{-7}$$

答	4.44×10^{-7} m
---	-------------------------

(3)	(a) θ_0 の名称：臨界角	現象名：全反射
	媒質 2 に該当する物質：水	
	理由：全反射が起こるのは屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ光を入射し、入射角 θ が臨界角 θ_0 をこえたときである。今回の条件で全反射が起こったことから、石英よりも屈折率の小さい水に光が入射したと考えられる。	
	(b)	

(3)	<p>屈折の法則より、入射角が臨界角θ_0のとき、屈折角が90°であるので、</p> $\frac{\sin \theta_0}{\sin 90^\circ} = \frac{1.33}{1.46} \Rightarrow \sin \theta_0 = \frac{1.33}{1.46} = 0.911$ <p>(c)</p> <p style="text-align: right;">答 0.911</p>
-----	--

(4)	<p>いろいろな波長の光を含んだ太陽光（白色光）をプリズムを通して白いスクリーンに映すと、いろいろな色の光に分かれて見える。このことを光の分散という。この現象は、同じ媒質中でも光の波長によって屈折率が異なるために生じる。</p>
-----	--

(4)

点 A の点電荷が作る点 D における電場の強さは $E_{AD} = k \frac{Q}{2a^2}$ [N/C] で、

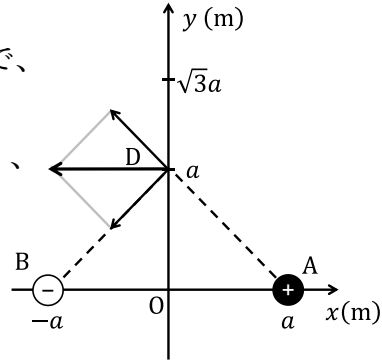
向きは 135° である。また、点 B の点電荷が作る点 D における電場の強さは

$E_{BD} = k \frac{Q}{2a^2}$ [N/C] で、向きは 225° である。

点 D における電場はこれらの重ね合わせなので、

右図より、その強さは $E_D = k \frac{\sqrt{2}Q}{2a^2}$ [N/C] であり、

向きは x 軸と平行で負の向きである。



答 (強さ) $k \frac{\sqrt{2}Q}{2a^2}$ [N/C] (向き) 180°

(5)

点 A の点電荷が作る点 C における電場の強さは $E_{AC} = k \frac{Q}{4a^2}$ [N/C] で、

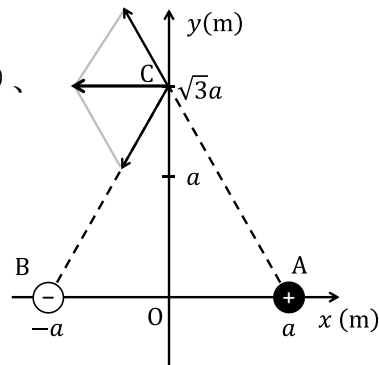
向きは 120° である。また、点 B の点電荷が作る点 C における電場の強さは

$E_{BC} = k \frac{Q}{4a^2}$ [N/C] で、向きは 240° である。

点 C における電場はこれらの重ね合わせなので、

右図より、その強さは $E_C = k \frac{Q}{4a^2}$ [N/C] であり、

向きは x 軸と平行で負の向きである。



答 (強さ) $k \frac{Q}{4a^2}$ [N/C] (向き) 180°