

生物基礎・生物

問題 1

(1)

ア	セントラルドグマ	イ	イントロン
ウ	エキソン	エ	mRNA (伝令 RNA)
オ	リボソーム		

(2)

名称	逆転写
具体的な反応	RNA を鋳型として DNA を合成する。

(3)

名称	スプライシング
細胞小器官	核

(4)

d

(5)

(i)	tRNA (転移 RNA)	(ii)	アンチコドン
(iii)	CAU	(iv)	rRNA (リボソーム RNA) など

(6)

(i)

A	a	B	b
C	a	D	c

(ii)

- ・転写調節領域 A に結合して発現を促進する調節タンパク質が、根では発現しているが、葉では発現していないから。
- ・転写調節領域 A に結合して発現を促進する調節タンパク質が、葉よりも根で多く発現しているから。
- ・転写調節領域 A のはたらきを抑制するタンパク質が、葉では発現しているが、根では発現していないから。
- ・転写調節領域 A のはたらきを抑制するタンパク質が、根よりも葉で多く発現しているから。

などから2つ

(iii)

根	a	葉	b
---	---	---	---

生物基礎・生物

問題 2

(1)

ア	表皮	イ	維管束
ウ	基本組織	エ	木部
オ	師部	カ	茎頂分裂
キ	根端分裂	ク	形成層

(2)

(エ) に該当する部分	D
(オ) に該当する部分	E

(3)

B、C

(4) (i)

短日条件

(ii)

実験 2 の結果から、遺伝子 X は短日条件下でも、長日条件下でも（日長条件にかかわらず）、塊茎形成のために必要な遺伝子であると考えられる。また、実験 3 の結果から、遺伝子 X の発現量が高いと、長日条件下において塊茎形成が促進される（早くなる）と考えられる。

(4) (iii)

改変型遺伝子 X 産物における、遺伝子 X 産物と 2 か所の異なるアミノ酸配列が、遺伝子 X 産物の機能（活性）に重要な部分であると考えられる。そのため、その 2 か所が本来のアミノ酸配列と異なると遺伝子 X 産物の機能（活性）が低下し、改変型遺伝子 X 過剰発現体においては、遺伝子 X 過剰発現体と比較して、塊茎が形成される個体が減少したと考えられる。

(5) (i)

器官	形成に必要な遺伝子クラス
がく片	A
花卉	A、B
おしべ	B、C
めしべ	C

(ii)

茎頂分裂組織の細胞分裂を停止するはたらきがある。

生物基礎・生物

問題 3

(1)

ア	異化	イ	呼吸
ウ	ピルビン酸		

(2)

エ	c)
---	----

(3)



(4)

(i)

グルコース濃度が低いうちは、濃度の上昇にほぼ比例して乳酸濃度は増加する。グルコース濃度が高くなるにつれて乳酸濃度の増加は徐々に緩やかになり、10%を超えた付近で飽和する傾向がみられる。

(4)

(ii)

pH の変化	時間の経過とともに pH は低下する傾向がある。
菌数の変化	時間の経過とともに菌数は増加するが、9 時間を過ぎると増加しにくくなる傾向がある。

(iii)

乳酸菌は、グルコースを消費して増殖しながら乳酸を生産した。その結果、発酵液中の pH が低下した。pH が低下したことで乳酸菌の生育が抑制され、乳酸の生産もおこなわれにくくなったと考えられる。

(iv)

c)

生物基礎・生物

問題 4

(1)

前半	属名	後半	種小名
----	----	----	-----

(2)

a)	○	b)	×
c)	○	d)	×
e)	○		

(3)

b), d), e)

(4)

(i)	<p style="text-align: center;"> $\text{個体数} = 15 \times 37 / 3 = 185$ $\text{密度} = 185 / 560 = 0.33035\dots$ </p> <p style="text-align: right;"> <u>答</u> <u>0.33 頭/km²</u> </p>
(ii)	<p style="text-align: center;">推定値は過大評価になる。</p>
(iii)	<p>区画法はほとんど移動しない生物（植物や固着動物）に適した調査方法であり、広範囲を移動するツキノワグマには適していない。</p>

(5)

記号	c)
修正した文章	<p>個体数が少ない個体群では、配偶者を見つけにくくなり、繁殖率が低下する。</p>

化学基礎・化学

問題 1

(1)

ア	飽和蒸気圧 (蒸気圧)	イ	大き (高)
ウ	蒸気圧曲線		

(2)

ジエチルエーテル	固体	液体	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 気体 </div>
エタノール	固体	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 液体 </div>	気体
水	固体	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 液体 </div>	気体

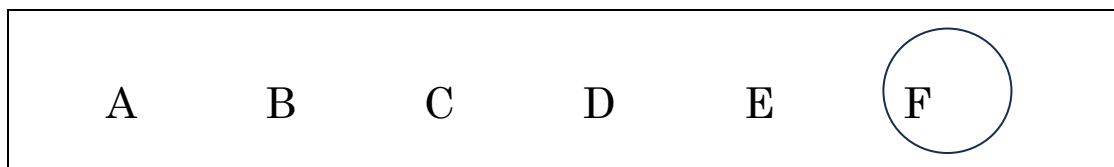
(3)

ジエチルエーテル	エタノール	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> 水 </div>
----------	-------	---

(4)

90	℃
----	---

(5)



(6)

(a)

水 0.18 g がすべて水蒸気（気体）になったと仮定する。

水の分子量 18 より、水の物質質量 $n = 0.18 / 18 = 0.010 \text{ mol}$ となる。

この水蒸気が理想気体として示す圧力を P [Pa] と仮定すると、

$V = 1.00 \text{ L}$ 、 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、 $T = 273 + 60 = 333 \text{ K}$ なので

気体の状態方程式 $PV = nRT$ は、

$$P \times 1.00 = 0.010 \times (8.3 \times 10^3) \times 333$$

よって、

$$P = (0.010 \times 8300 \times 333) / 1.00 = 27639 \text{ Pa} \approx 2.8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

この値は、図より 60 °Cにおける水の飽和蒸気圧、およそ $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ よりも大きいため、容器内で水は全て気化せず気液平衡の状態となる。よって容器内の圧力は、水の飽和蒸気圧 $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ となる。

答 2.0 × 10⁴ Pa

(b)

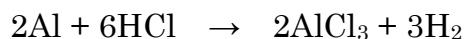
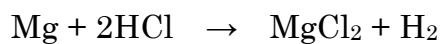
容器の容積が 4 倍となるので、 $V = 1.00 \times 4 = 4.00 \text{ L}$ となる。
この状態で水が示す圧力は、(a)と同様に考えて、
 $P = (0.010 \times 8300 \times 333) / 4.00 = 6909.75 \text{ Pa} \approx 6.9 \times 10^3 \text{ Pa}$
となり、図より $60 \text{ }^\circ\text{C}$ での水の飽和蒸気圧よりも低い値となる。
よって、容器内の水は全て気化しており、圧力は $6.9 \times 10^3 \text{ Pa}$
となる。

答 $6.9 \times 10^3 \text{ Pa}$

化学基礎・化学

問題 2

(1)



(2)

メスシリンダー内の気体の全圧と大気圧を等しくするため

(3)

測定番号 1 では合金が塩酸と完全に反応しているので、発生した気体 (H_2) の物質質量 n は気体の状態方程式および温度 $T = 273 + 27 = 300 \text{ K}$ より、

$$\begin{aligned} n &= PV / RT \\ &= [1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 0.1245 \text{ L}] / [8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}] \\ &= 0.0050 \text{ mol} \end{aligned}$$

合金 0.10 g 中の Mg を x [g]、Al を y [g] とすると、

$$x + y = 0.10 \quad (1)$$

気体 (H_2) の発生比より、

$$(x / 24) + (1.5y / 27) = 0.0050 \quad (2)$$

(2) を整理すると、(両辺に 72 を掛ける)

$$3x + 4y = 0.36 \quad (3)$$

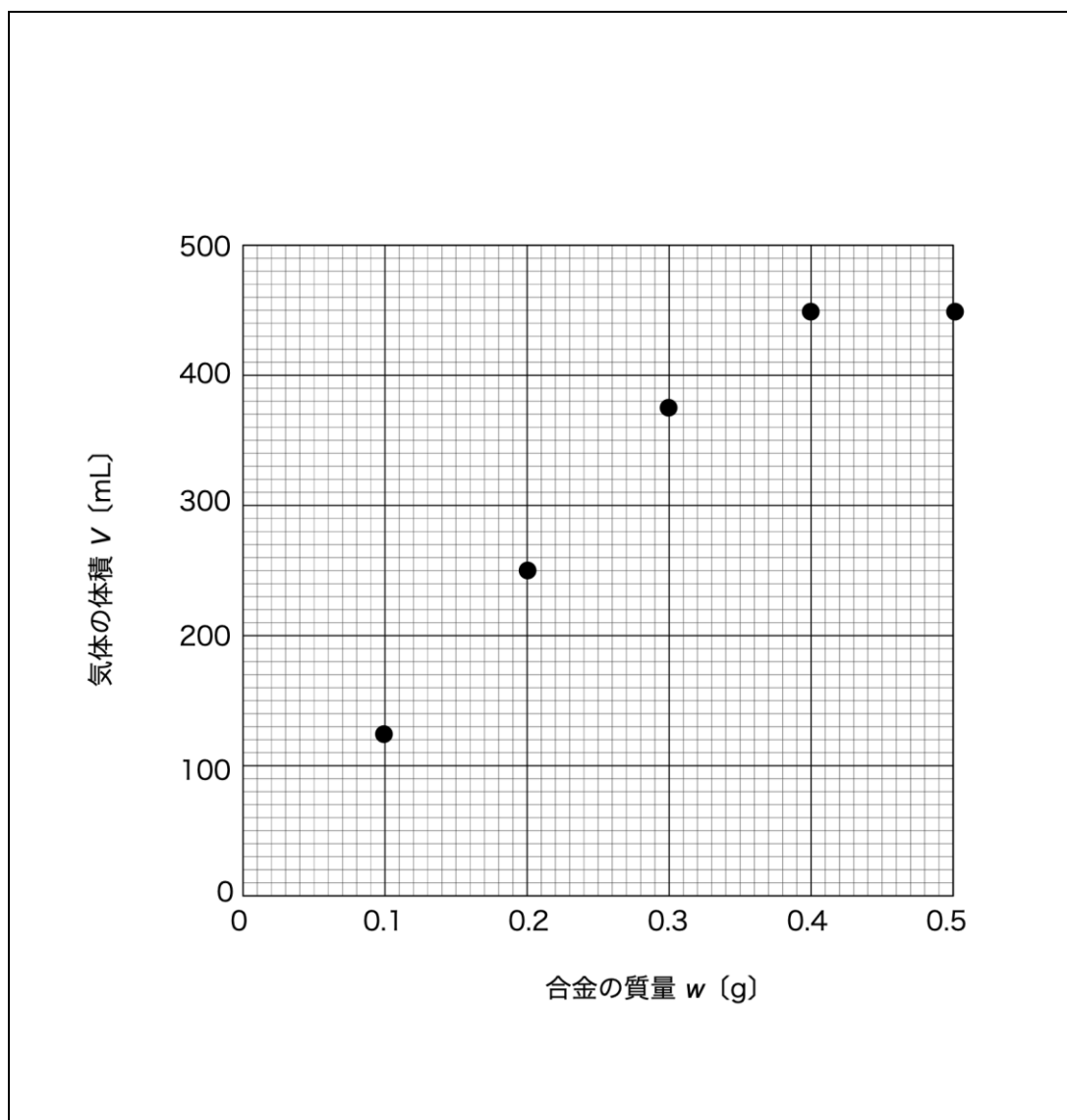
(1)、(3) の連立方程式を解くと、

$$x = 0.04、y = 0.06$$

Mg の質量パーセントは $0.04 / 0.10 \times 100 = 40\%$

答 Mg 40%、Al 60%

(4)



(5)

(4) のグラフの原点を通る直線の式は、

$$V = 1245 w$$

であるから、 $V = 448.2$ との交点を求める。

$$1245 w = 448.2$$

より、

$$w = 448.2 \div 1245 = 0.36$$

答 0.36 g

(6)

HCl がすべて反応したときの気体 (H₂) の体積は 448.2 mL であるから、
このときの H₂ の物質量は、

$$0.0050 \text{ mol} \times 3.6 = 0.018 \text{ mol}$$

化学反応式より、反応した HCl の物質量は発生した H₂ の 2 倍なので、

$$0.018 \text{ mol} \times 2 = 0.036 \text{ mol}$$

用いた塩酸の体積は 50 mL (0.050 L) であるから、HCl のモル濃度は、

$$0.036 \text{ mol} \div 0.050 \text{ L} = 0.72 \text{ mol/L}$$

答 0.72 mol/L

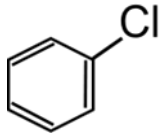
化学基礎・化学

問題 3

(1)

ア	水和	イ	還元
ウ	重合	エ	置換
オ	遊離		

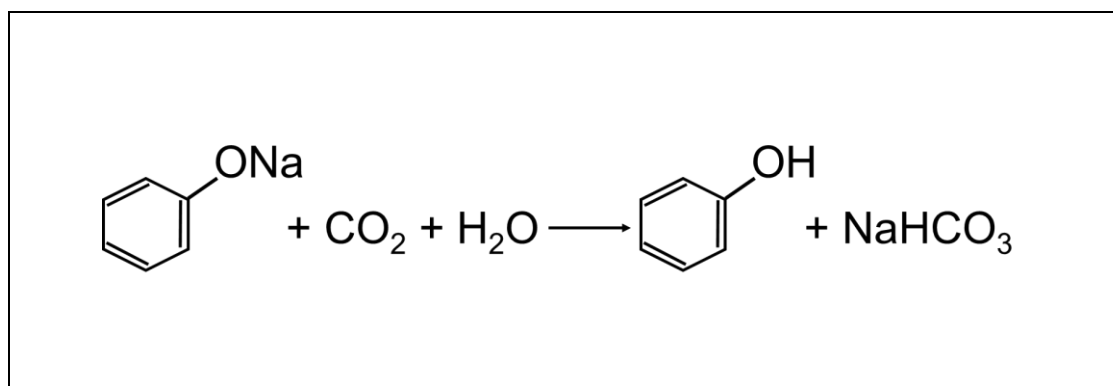
(2)

A	名称	アセトアルデヒド
	構造式	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} $
B	名称	クロロベンゼン
	構造式	

(3)

エタノールのみにあてはまる	あ	い	う	え	お
フェノールのみにあてはまる	あ	い	う	え	お
両方にあてはまる	あ	い	う	え	お
両方にあてはまらない	あ	い	う	え	お

(4)

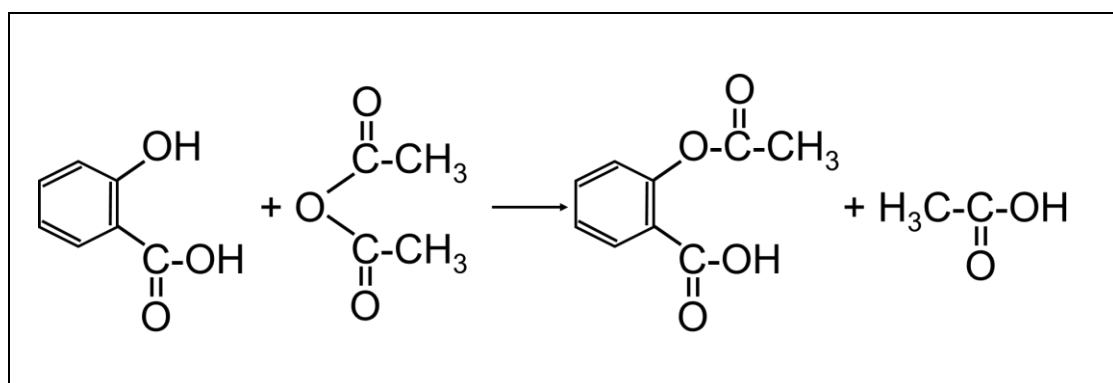


(5)

(a)

C	サリチル酸ナトリウム
D	サリチル酸
E	アセチルサリチル酸

(b)



(c)

(b)より、1.0 mol のアセチルサリチル酸を得るためには、
1.0 mol の無水酢酸が必要である。

また、アセチルサリチル酸の分子量は 180、無水酢酸の分子量は 102 である。

従って、反応した無水酢酸の質量は

$$\frac{3.0}{180} \times 102 = 1.7$$

答 1.7 g

化学基礎・化学

問題 4

(1)

(i)	$3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$
(ii)	$\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \longrightarrow 3\text{FeO} + \text{CO}_2$
(iii)	$\text{FeO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

(2)

(a)

Fe_2O_3 のモル質量 : $56.0 \times 2 + 16.0 \times 3 = 160.0 \text{ g/mol}$

FeO のモル質量 : $56.0 + 16.0 = 72.0 \text{ g/mol}$

48.0 kg の Fe_2O_3 の物質量は

$$48.0 \text{ (kg)} \div 160.0 \text{ (g/mol)} = 300 \text{ mol}$$

Fe_2O_3 がすべて FeO に変換された場合、生成する FeO の物質量は、(1)の化学反応式(i)および(ii)より、 Fe_2O_3 1 mol あたり FeO 2 mol 生成するので、

$$300 \text{ (mol)} \times 2 = 600 \text{ mol}$$

FeO の質量は

$$600 \text{ (mol)} \times 72.0 \text{ (g/mol)} = 43200 \text{ g} = 43.2 \text{ kg}$$

答 43.2 kg

(b)

(a)より、すべて FeO に変換されたときの質量 (43.2 kg) と混合物の質量 (35.2 kg) の差が、FeO から Fe に変換された量に相当するので、

FeO から Fe へのモル質量の減少量は、Fe のモル質量 56.0 g/mol より
 $72.0 \text{ (g/mol)} - 56.0 \text{ (g/mol)} = 16.0 \text{ (g/mol)}$

Fe に還元された FeO の物質量は、

$$(43.2 - 35.2) \text{ (kg)} \times 1000 \text{ (g)/1 (kg)} \div 16.0 \text{ (g/mol)} = 500 \text{ (mol)}$$

答 $5.00 \times 10^2 \text{ mol}$

(c)

(a)より、FeO₃ がすべて FeO に変換されたと仮定した時の FeO の物質量は 600 mol

(b)より、そのうちの 500 mol が Fe に変換されているので

還元されずに残った FeO の物質量は

$$600 \text{ (mol)} - 500 \text{ (mol)} = 100 \text{ (mol)}$$

この混合物に含まれる FeO と Fe の物質量をそれぞれ質量に換算すると

$$\text{FeO: } 100 \text{ (mol)} \times 72.0 \text{ (g/mol)} = 7200 \text{ (g)}$$

$$\text{Fe: } 500 \text{ (mol)} \times 56.0 \text{ (g/mol)} = 28000 \text{ (g)}$$

答 FeO 7.20 kg Fe 28.0 kg

(3)

ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
---	---	---	---	---	---	---	---

(4)

CaSiO ₃

(5)

錆びにくい	トタン	ブリキ
理由	イオン化傾向が亜鉛>鉄>スズの順に大きいから鉄が露出したとき、トタンは亜鉛が先に酸化され、ブリキは鉄が先に酸化されるため、トタンの方が錆びにくい。	

物理基礎・物理

問題 1

- (1) 糸は T [N] の力で右向きに台車を引いているから、台車の質量 M [kg] と右向きの加速度 a [m/s²] を用いると、台車の運動方程式は

$$T = Ma$$

答 $T = Ma$

- (2) 糸は T [N] の力で上向きにおもりを引いており、おもりに mg の重力が下向きに作用している。糸は伸び縮みしないので、おもりは台車と同じ加速度 a [m/s²] で下向きに運動するので、おもりの運動方程式は

$$mg - T = ma$$

答 $mg - T = ma$

- (3) (1)より、 $T = Ma$
 (2)より、 $mg - T = ma$
 2つの式より、 T を消去して

$$mg - Ma = ma$$

$$(M + m)a = mg$$

$$a = \frac{mg}{M + m} \text{ [m/s}^2\text{]}$$

答 $a = \frac{mg}{M + m} \text{ [m/s}^2\text{]}$

(4)

$$(1) \text{より、} T = Ma$$

$$(3) \text{より、} a = \frac{mg}{M+m}$$

2つの式より、 a を消去して、

$$T = \frac{Mmg}{M+m} \text{ [N]}$$

答 $T = \frac{Mmg}{M+m} \text{ [N]}$

(5)

(3)の結果を利用すると、

$$2a = \frac{m'g}{M+m'} = \frac{2mg}{M+m}$$

$$m'(M+m) = 2m(M+m')$$

$$m'M + m m' = 2Mm + 2m m'$$

$$m'(M-m) = 2Mm$$

$$M-m > 0 \text{ より}$$

$$m' = \frac{2Mm}{M-m} \text{ [kg]}$$

答 $m' = \frac{2Mm}{M-m} \text{ [kg]}$

物理基礎・物理

問題 2

(1)

理想気体の状態方程式より

$$P_1V_0 = nRT_1$$

$$T_1 = \frac{P_1V_0}{nR}$$

答

$$T_1 = \frac{P_1V_0}{nR}$$

(2)

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 と気体が外部にした仕事 W の和に等しい。シリンダー内の気体は単原子分子で、気体が外部にした仕事 $W = 0$ 、気体の温度変化は $T_1 - T_0$ なので

$$Q_1 = \Delta U = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_0)$$

答

$$Q_1 = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_0)$$

(3)

ボイル・シャルルの法則より、 $\frac{PV}{T} = \text{一定}$ 。シリンダー内の気体は外部の圧力とつりあった状態でゆっくり体積変化し、その圧力は P_0 で一定。

$$\frac{P_0V_2}{T_2} = \frac{P_0V_0}{T_0} \text{ より } T_2 = \frac{V_2T_0}{V_0}$$

答

$$T_2 = \frac{V_2T_0}{V_0}$$

(4)

気体の圧力は P_0 で一定、気体の体積変化 ΔV は $V_2 - V_0$ なので、

$$W = P_0 \Delta V = P_0(V_2 - V_0)$$

図1および図3における状態方程式より、 $P_0 V_0 = nRT_0$ 、 $P_0 V_2 = nRT_2$

$$W = P_0(V_2 - V_0) = nR(T_2 - T_0)$$

気体の温度変化は $T_2 - T_0$ なので、 $\Delta U = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_0)$

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 と気体が外部にした仕事 W の和に等しいので、

$$Q_2 = \Delta U + W = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_0) + nR(T_2 - T_0) = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_0)$$

答 $W = nR(T_2 - T_0)$ 、 $\Delta U = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_0)$ 、 $Q_2 = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_0)$

(5)

実験1と実験2における温度変化をそれぞれ ΔT_1 、 ΔT_2 とすると、

$$\Delta T_1 = T_1 - T_0$$

$$\Delta T_2 = T_2 - T_0$$

$$(2) \text{より、} Q_1 = \frac{3}{2}nR\Delta T_1$$

$$(4) \text{より、} Q_2 = \frac{5}{2}nR\Delta T_2$$

$$Q_1 = Q_2 \text{のとき、} \frac{3}{2}nR\Delta T_1 = \frac{5}{2}nR\Delta T_2 \Rightarrow \Delta T_2 = \frac{3}{5}\Delta T_1$$

答 0.6 倍

(5)

(別解)

実験 1 では気体の体積が一定なので、定積モル比熱を C_v とすると

$$Q_1 = nC_v\Delta T_1$$

実験 2 では気体の圧力が一定なので、定圧モル比熱を C_p とすると

$$Q_2 = nC_p\Delta T_2$$

単原子分子理想気体では $C_v = \frac{3}{2}R$ 、 $C_p = \frac{5}{2}R$ であるので、 $Q_1 = Q_2$ のとき

$\frac{3}{2}nR\Delta T_1 = \frac{5}{2}nR\Delta T_2$ となり、 $\Delta T_2 = \frac{3}{5}\Delta T_1$ が導ける。

物理基礎・物理

問題 3

(1)	(a) 回折	(b)	狭い
-----	--------	-----	----

(2)	<p>三平方の定理より</p> $L_1 = \sqrt{L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2}, \quad L_2 = \sqrt{L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2}$
(c)	<p>答</p> $L_1 = \sqrt{L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2}, \quad L_2 = \sqrt{L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2}$

(d)	$ L_2 - L_1 = \left \sqrt{L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2} - \sqrt{L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2} \right $ $= \left L \sqrt{1 + \left(\frac{x + \frac{d}{2}}{L}\right)^2} - L \sqrt{1 + \left(\frac{x - \frac{d}{2}}{L}\right)^2} \right $ <p>近似式を用いると</p> $= \left L \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{x + \frac{d}{2}}{L}\right)^2 \right\} - L \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{x - \frac{d}{2}}{L}\right)^2 \right\} \right $ $= \left \frac{1}{2L} \left\{ \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 - \left(x - \frac{d}{2}\right)^2 \right\} \right = \frac{1}{2L} \times 2xd = \frac{dx}{L}$ <p style="text-align: right;">答 $\frac{dx}{L}$</p>
-----	--

(2)

明線の条件は

$$\frac{d}{L}x = m\lambda \quad (m = 0, 1, 2 \dots)$$

となる。

$$x = m \frac{L\lambda}{d} \quad (m = 0, 1, 2 \dots) \text{より、}$$

(e)

隣りあう明線の間隔 Δx は

$$\Delta x = (m + 1) \frac{L\lambda}{d} - m \frac{L\lambda}{d} = \frac{L\lambda}{d}$$

答 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$

(f)

$$\Delta x = \frac{L\lambda}{d} \text{より、}$$

$$\lambda = \frac{d\Delta x}{L} = \frac{0.50 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 10^{-3}}{1.2} = 5.0 \times 10^{-7} \text{ [m]}$$

答 $\lambda = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$

物理基礎・物理

問題 4

- (1) じゅうぶん時間がたつと、抵抗 R_3 、コンデンサー C に電流は流れず、抵抗 R_1 、 R_2 のみに電流が流れる。抵抗 R_1 、 R_2 は直列なので、その合成抵抗 R_{12} は $R_{12} = R_1 + R_2 = 10 + 20 = 30[\Omega]$ と計算できる。したがって、抵抗 R_1 に流れる電流はオームの法則により $I = E/R_{12} = 0.40[A]$ と計算できる。

答 0.40 A

- (2) 抵抗 R_3 には電流が流れないため、抵抗 R_3 における電圧降下は $0V$ である。したがって、コンデンサーの両端に $12V$ の電位差が与えられるので、電気量は $Q = CV = 5.0 \times 10^{-6} \times 12 = 6.0 \times 10^{-5}[C]$ と計算できる。

答 $6.0 \times 10^{-5} C$

- (3) じゅうぶん時間がたつとコンデンサーに電流は流れず、抵抗 R_1 、 R_3 、 R_2 のみに電流が流れる。抵抗 R_1 、 R_3 は並列であり、その合成抵抗は $R_{13} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} = \left(\frac{2}{10}\right)^{-1} = 5.0[\Omega]$ と計算できる。さらに、 R_{13} と R_2 が直列に接続されているとみなせるので、3つの抵抗の合成抵抗は $R_{123} = R_{13} + R_2 = 5.0 + 20 = 25[\Omega]$ と計算できる。したがって、抵抗 R_2 に流れる電流はオームの法則により $I = \frac{E}{R_{123}} = \frac{12}{25} = 0.48[A]$ と計算できる。

答 0.48 A

(4)

抵抗 R_1 、 R_3 の合成抵抗は、 $R_{13} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = \left(\frac{2}{10} \right)^{-1} = 5.0 [\Omega]$ であ

り、 $R_2 = 20[\Omega]$ なので、合成抵抗 R_{13} と抵抗 R_2 に加わる電位差は 12 V

を $5:20 = 1:4$ に内分した値となる。したがって、抵抗 R_3 に加わる電位差

は $V = \frac{12}{5} = 2.4[\text{V}]$ と計算できる。あるいは、(2)より抵抗 R_2 に流れる電

流は 0.48 A であり、抵抗 R_2 における電圧降下は $20 \times 0.48 = 9.6 \text{ V}$ なの

で、抵抗 R_3 に加わる電位差は $12 - 9.6 = 2.4 [\text{V}]$ と計算できる。

答 2.4 V

(5)

(4)の結果より、抵抗 R_2 に加わる電位差は $V = 12 - 2.4 = 9.6[\text{V}]$ と計算

できる。これが、コンデンサー C に加わる電位差に等しい。したがっ

て、コンデンサー C に蓄えられた静電エネルギーは $U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 5.0$

$\times 10^{-6} \times 9.6^2 \cong 2.3 \times 10^{-4} [\text{J}]$ と計算できる。

答 $2.3 \times 10^{-4} \text{ J}$