

# 生物基礎・生物

## 問題 1

(1)

a	前期	・	中期	・	後期	・	終期
b	前期	・	中期	・	後期	・	終期
c	前期	・	中期	・	後期	・	終期
d	前期	・	中期	・	後期	・	終期
e	前期	・	中期	・	後期	・	終期
f	前期	・	中期	・	後期	・	終期

(2)

g	×	h	×
i	○	j	○

(3)

i)

DNA ヘリカーゼは、二重らせんの DNA を一本鎖にときほぐす役割を果たす。

ii)

リーディング鎖は、DNA らせんがほどかれていく方向に沿って連続的に合成される。

iii)

ラギング鎖は、DNA らせんがほどかれる方向とは逆方向に断片的に合成された DNA 断片（岡崎フラグメント）が DNA リガーゼによって連結されて合成される。

(4)

i)

野生型 (植物 B)	： 生育抑制型 (形質転換体 C)	1 : 3
---------------	----------------------	-------

ii)

野生型 (植物 B)	： 生育抑制型 (形質転換体 C)	1 : 15
---------------	----------------------	--------

(5)

間期	24 時間	中期	1.5 時間
----	-------	----	--------

## 生物基礎・生物

### 問題 2

(1)

ア	維管束	イ	精子
ウ	卵	エ	前葉体
オ	受精卵	カ	子房
キ	胚	ク	胚乳

(2)

細胞小器官の名称	葉緑体
部位の名称	チラコイド (チラコイド膜)

(3)

(i)

第	一	分裂	前	期
---	---	----	---	---

(ii)

相同染色体が対合し二価染色体となり、相同染色体間で X 字状に交わる部分 (キアズマ) が形成される。この部分での相同染色体間の交換 (切断とつなぎ換え) により、染色体の乗換えがおこる。

(4)

胚のう細胞において、細胞分裂を伴わない3回の核分裂がおこり、8つの核を持った胚のうとなる。さらに8つの核のうち6つが細胞膜でしきられ、成熟した胚のうとなる。そのうちの1つは卵細胞で、珠孔側に配置している。卵細胞の両脇に2個の助細胞が、珠孔の反対側には3つの反足細胞が配置している。2つの核は極核として、中央細胞に配置している。

(5)

b、e

## 生物基礎・生物

### 問題 3

(1)

ア	受容器	イ	適刺激
ウ	嗅（覚）	エ	味（覚、蕾）
オ	中枢神経（系）	カ	効果器

(2)

生得的行動

(3)

a)	○	b)	×
c)	×	d)	○

(4)

キ	感覺	ク	介在
ケ	増加（增幅）		

(5)

i)

古典的条件付け

ii)

において B を提示したときに摂食行動を起こさず、において A を提示したときに摂食行動を起こせば、ミツバチが二つのにおいてをかぎ分けることができると示される。

## 生物基礎・生物

### 問題 4

(1)

ア	綱	イ	門
ウ	アーキア もしくは 古細菌	エ	真核生物
オ	遺伝子	カ	生態系
キ	近親	ク	外来

(2)

b)、 d) 、 e)

(3)

b)

(4)

オオクチバスを駆除したことで、オオクチバスに補食されていたアメリカザリガニの個体数が増加した。アメリカザリガニが水生植物のヒシを刈り取る量が多くなり、ヒシが減少した。ヒシが減少したことで、イトトンボがヒシに産卵できなくなり、イトトンボも減少したと考えられる。

(5)

人による森林利用がかく乱として作用することで、競争が緩和されて競争に弱い種も生息が可能になる。また樹木の伐採によってギャップが生じることで、植生遷移のさまざまな段階で出現する植物が生息できるようになる。

別解例：人による樹木の伐採や採草などによって、植物の植生遷移が途中段階で維持されることで、生態系がかく乱されるため。

# 化学基礎・化学

## 問題 1

(1)

ア	正	誤	イ	正	誤
ウ	正	誤	エ	正	誤
オ	正	誤			

(2)

AgCl の飽和水溶液の濃度を  $x$  mol/L とすると、飽和水溶液中の  $\text{Ag}^+$  と  $\text{Cl}^-$  の濃度は次のようになる。

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = x$$

溶解度積の式に代入すると

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = x^2 = 1.8 \times 10^{-10}$$

より

$$x = \sqrt{(1.8 \times 10^{-10})} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

答  $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

(3)

(2)より、 $\text{AgCl}$  の飽和水溶液 100 mL に溶解している  $\text{Ag}^+$  の物質量は  
 $1.3 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)} \times 0.1 \text{ (L)} = 1.3 \times 10^{-6} \text{ mol}$

$\text{AgCl} = 143$  より、

$$143 \text{ (g/mol)} \times 1.3 \times 10^{-6} \text{ (mol)} = 185.9 \times 10^{-6} \text{ g}$$

有効数字を考慮して

$$1.9 \times 10^{-4} \text{ g}$$

答  $1.9 \times 10^{-4} \text{ g}$

(4)

塩酸は強酸なので、pH 3.0 の塩酸では

$$[\text{H}^+] = [\text{Cl}^-] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

がなりたつ。

(解法 1)

溶液中に溶けている  $[\text{Ag}^+] = x \text{ mol/L}$  とすると溶解平衡より以下の関係がある。

	$\text{Ag}^+$	$\text{Cl}^-$
前	0	$1.0 \times 10^{-3}$
変化	$x$	$x$
平衡	$x$	$x + 1.0 \times 10^{-3}$

上の関係より、溶解平衡では

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = (x) \times (x + 1.0 \times 10^{-3}) = 1.8 \times 10^{-10}$$

が成り立つ。

$\text{AgCl}$  の溶解度は非常に低いので、 $x \ll 1.0 \times 10^{-3}$  であるから

$$(x) \times (1.0 \times 10^{-3}) \doteq 1.8 \times 10^{-10}$$

と近似できる。これを解いて

$$x = 1.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L} \quad (\text{近似の条件を満たしている})$$

(解法 2)

溶液中の  $[\text{Cl}^-]$  は、ほぼすべて塩酸由来と考えられるので  $[\text{Cl}^-] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

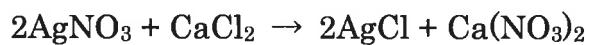
溶解度積より、 $K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+] \times (1.0 \times 10^{-3}) = 1.8 \times 10^{-10}$

これを解いて、 $[\text{Ag}^+] = 1.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

答  $1.8 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

(5)

(a)



(b)

判断	沈殿が生成する	沈殿が生成しない
----	---------	----------

理由

元の  $[\text{Ag}^+] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$  より、混合後は濃度が 0.5 倍になるので

$$[\text{Ag}^+] = 0.50 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

塩化カルシウムは水溶液中ですべて電離するので、 $[\text{Cl}^-]$ は塩化カルシウム濃度の 2 倍となり、混合後は濃度が 0.5 倍になるので

$$[\text{Cl}^-] = 4.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$$

よって

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = (0.50 \times 10^{-4}) \times (4.0 \times 10^{-6}) = 2.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$$

この値は  $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$  よりも大きいので  $\text{AgCl}$  の沈殿が生成する。

# 化学基礎・化学

## 問題 2

(1)

ア	ハーバー・ボッシュ	イ	オストワルト
ウ	白金		

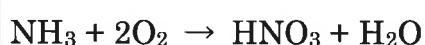
(2)

	捕集方法	同じ方法で捕集する気体
一酸化窒素	水上置換	窒素
二酸化窒素	下方置換	塩素

(3)

反応 1	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
反応 2	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
反応 3	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

(4)



(5)

濃硝酸 1.0 L に含まれる硝酸の物質量 [mol] は、 $\text{HNO}_3$  の分子量が 63 であることから、

$$1.42 \times 1000 \times \frac{70}{100} \times \frac{1}{63} = 15.7777 \dots \approx 15.8 \text{ [mol]}$$

(4) のまとめの式より、1mol の  $\text{NH}_3$  から 1mol の  $\text{HNO}_3$  ができるので、必要なアンモニアの物質量は 15.8 mol となる。

したがって、 $\text{NH}_3$  の分子量は 17 であるので、必要なアンモニアの質量 [g] は、

$$15.8 \times 17 = 268.6$$

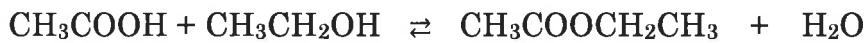
有効数字 2 術より、 $2.7 \times 10^2 \text{ [g]}$

答  $2.7 \times 10^2 \text{ g}$

## 化学基礎・化学

## 問題 3

(1)



(2)

酢酸の分子量  $\text{CH}_3\text{COOH} = 60$ エタノールの分子量  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = 46$ 酢酸エチルの分子量  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 = 88$ 酢酸 120 g の物質量は  $120/60 = 2.0 \text{ mol}$ エタノール 300 mL の物質量は  $300 \times 0.8/46 = 5.2 \text{ mol}$ 

上記の化合物が完全に反応して得られる酢酸エチルは最高で 2.0 mol である。

答 2.0 mol

(3)

触媒としてはたらく。

(4)

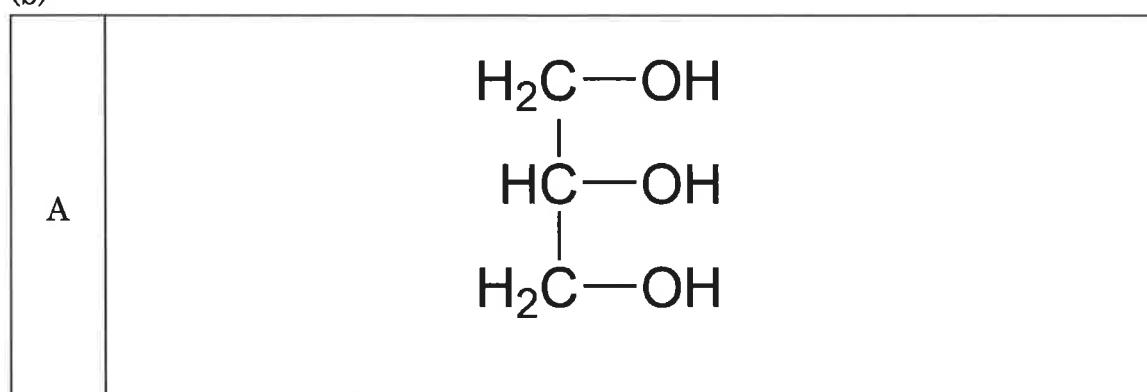
蒸発した気体を冷やして液体に戻す役割がある。

(5)

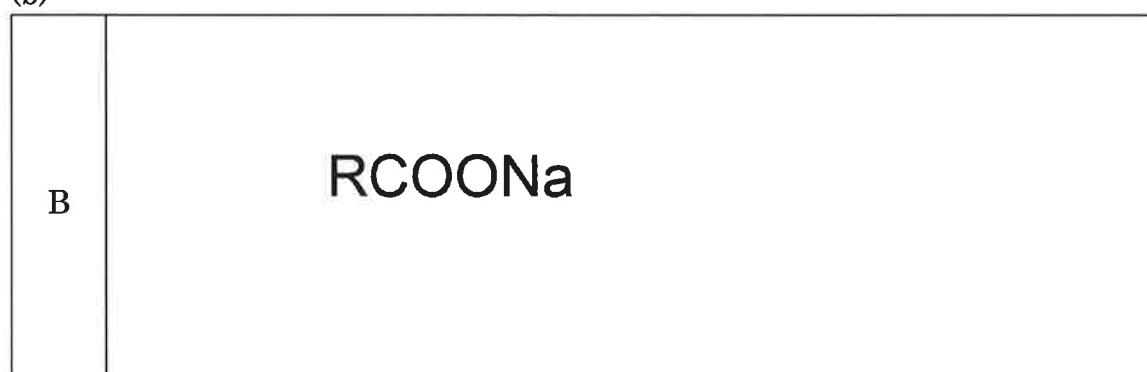
(a)

ア	けん	イ	疎水
ウ	親水	エ	ミセル
オ	負 (マイナス)	カ	弱く (小さく)
キ	乳化		

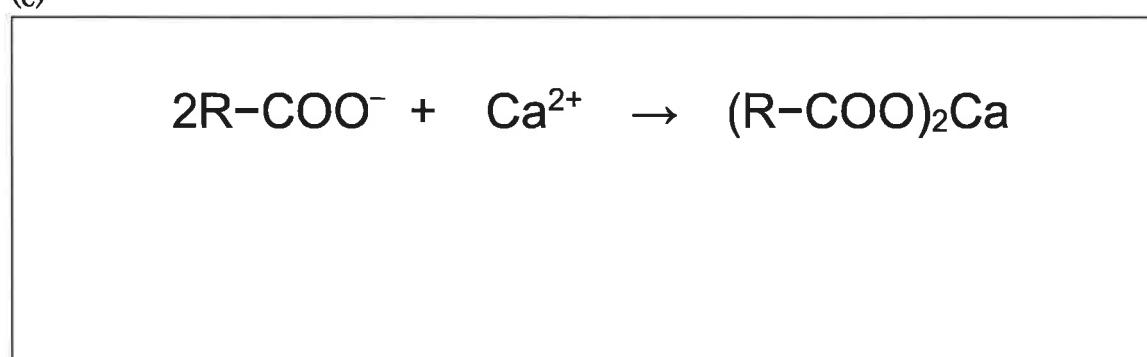
(b)



(b)



(c)



# 化学基礎・化学

## 問題 4

(1)

ア	熱可塑性	イ	熱硬化性
ウ	陰 / <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">陽</span>	エ	黄色 / <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">赤色</span>
オ	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">黄色</span> / 赤色		

(2)

カ	$\text{Na}^+$
キ	$\text{SO}_3\text{Na}$
ク	$\text{H}^+$

(3)

流出液中の  $\text{H}^+$  のモル濃度 [mol/L] は

$$0.040 \text{ [mol/L]} \times 5/1000 \text{ [L]} \times 1/0.1 \text{ [L]} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ [mol/L]}$$

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

$$\text{pH} = 3 - \log 2.0 = 2.7$$

答 2.7

(4)

中和に必要な 0.025 mol/L の NaOH 量を x [L] とすると、

$$2.0 \times 10^{-3} [\text{mol/L}] \times 50/1000 [\text{L}] = 0.025 [\text{mol/L}] \times x [\text{L}]$$

$$x [\text{L}] = 4.0 \times 10^{-3} = 4.0 [\text{mL}]$$

答 4.0 mL

(5)

(a)

あ	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{C}(\text{H})-\text{COOH}$	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{C}(\text{H})-\text{COO}^-$	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{H})-\text{COO}^-$
い	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{C}(\text{H})-\text{COOH}$	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{C}(\text{H})-\text{COO}^-$	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{H})-\text{COO}^-$
う	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{C}(\text{H})-\text{COOH}$	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{C}(\text{H})-\text{COO}^-$	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{H})-\text{COO}^-$

(b)

(あ)

## 物理基礎・物理

### 問題 1

- (1) 物体は、壁に衝突するまで、水平方向には速さ  $v_x$  の等速度運動をしている。

$$v_x = v_0 \cos 45^\circ = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$AO = v_x \times t_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t_1 \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

答  $\frac{\sqrt{2}}{2} v_0 t_1$

- (2) 壁にはね返った後、点 B に落下するまでボールは水平方向には等速度運動し、その速さを  $v'_x$  とするとボールは点 B に落下するまで水平方向には  $v'_x \times t_2$  移動する。

$$v'_x = ev_x = e \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$BO = \frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 t_2 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

答  $\frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 t_2$

- (3) ボールは鉛直方向には鉛直上向きの初速  $v_y$  で鉛直下向きの加速度  $-g$  の等加速度運動をする。

投げてから  $t_1$  後の速さは  $v_y - g \times t_1$

鉛直方向の壁に垂直に当たるということは、壁に当たるときの鉛直方向の速さは 0 で  $v_y = v_0 \sin 45^\circ = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$  なので

$$\frac{v_0}{\sqrt{2}} - g \times t_1 = 0$$

$$t_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}g} \quad \cdots \cdots \textcircled{3}$$

鉛直投げ上げにおいて、床面から最高点に達するまでの時間と最高点に達してから床面に達するまでの時間は等しく、 $t_1 = t_2$  なので

$$t_2 = \frac{v_0}{\sqrt{2}g} \quad \cdots \cdots \textcircled{4}$$

答  $t_1 = \frac{v_0}{\sqrt{2}g}$  、  $t_2 = \frac{v_0}{\sqrt{2}g}$

(4)

点 B に落下するときの水平方向の速さは  $\frac{\sqrt{2}}{2} ev_0$

点 B ではね返った後の水平方向の速さは  $\frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 \quad \dots \dots \dots \textcircled{5}$

点 B に落下するときの鉛直方向の速さは上向きを正とすると、 $-\frac{\sqrt{2}}{2} v_0$

点 B ではね返った直後の鉛直方向の速さは  $\frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 \quad \dots \dots \dots \textcircled{6}$

⑤および⑥より、 $\tan \theta = 1$

答  $\tan \theta = 1$

(5)

ボールが点 B ではね返った後、点 A に落下するまでの時間を  $t_3$  とすると、  
ボールが点 B ではね返った  $t_3$  後の鉛直方向の変位は 0 なので、

$$\frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 \times t_3 - \frac{1}{2} gt_3^2 = 0$$

$$t_3 = \frac{\sqrt{2}ev_0}{g} \quad \dots \dots \dots \textcircled{7}$$

$$(4) の⑤および⑦より、AB = \frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 \times \frac{\sqrt{2}ev_0}{g} = \frac{e^2 v_0^2}{g}$$

$$(1) の①および (3) の③より、AO = \frac{\sqrt{2}}{2} v_0 \times \frac{v_0}{\sqrt{2}g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$(2) の②および (3) の④より、BO = \frac{\sqrt{2}}{2} ev_0 \times \frac{v_0}{\sqrt{2}g} = \frac{ev_0^2}{2g}$$

$$\frac{e^2 v_0^2}{g} + \frac{ev_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$e = -1, 0.5$$

$$e > 0 \text{ なので } e = 0.5$$

答  $e = 0.5$

# 物理基礎・物理

## 問題 2

(1)

ア	並進	イ	回転
ウ	$nRT_1$	エ	$\frac{3}{2}nRT_1$
オ	$\frac{5}{2}nRT_1$		

(2)

断熱変化において内部エネルギー変化を  $\Delta U$  [J] とすると、

$$W = \Delta U$$

内部エネルギー変化の式から、

$$W = \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

ゆえに、

$$W = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{2W}{3nR} = \frac{2 \times 249}{3 \times 0.4 \times 8.3} = 50 \text{ K}$$

答  $\Delta T = 50 \text{ K}$

(3)

線膨張率の公式から、

$$\alpha = \frac{1}{L_0} \left( \frac{\Delta L}{\Delta T} \right)$$

$$\alpha L_0 = \frac{\Delta L}{T_1 - T_0}$$

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_1 - L_0 = \alpha L_0 (T_1 - T_0) = 2.3 \times 10^{-5} \times 10.0 \times (25 - 0) \\ &= 0.00575 = 5.8 \times 10^{-3} \text{ cm} \end{aligned}$$

答  $\Delta L = 5.8 \times 10^{-3} \text{ cm}$

(4)

0 °Cで一辺が  $L$  [m] の立方体において、温度が  $T_2$  [°C] まで上昇したとき、一辺が  $L'$  [m] になったとすると、(2)と同様に、

$$L' = L(1 + \alpha T_2)$$

このとき 立方体の体積が  $V$  [m<sup>3</sup>] から  $V'$  [m<sup>3</sup>] に変化したとすると、体積の膨張率  $\beta$  より、

$$V' = V(1 + \beta T_2)$$

このとき、 $V = L^3$ 、 $V' = L'^3$  を代入すると、

$$\begin{aligned} L'^3 &= \{L(1 + \alpha T_2)\}^3 = L^3(1 + \beta T_2) \\ (1 + \alpha T_2)^3 &= (1 + \beta T_2) \\ (1 + \beta T_2) &= (1 + \alpha T_2)^3 \doteq 1 + 3\alpha T_2 \end{aligned}$$

よって、

$$\beta = 3\alpha$$

# 物理基礎・物理

## 問題3

(1)

(ア) の 解答群	$\frac{\mu_0 I_1}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_1}{4\pi r}$	$\frac{2\pi\mu_0 I_1}{r}$	$\frac{4\pi\mu_0 I_1}{r}$	
(イ) の 解答群				右ねじの法則	フレミング左手の法則	
(ウ) の 解答群				$x$ 軸正の向き	$x$ 軸負の向き $y$ 軸正の向き $y$ 軸負の向き	
(エ) の 解答群				右ねじの法則	フレミング左手の法則	
(オ) の 解答群				$x$ 軸正の向き	$x$ 軸負の向き $y$ 軸正の向き $y$ 軸負の向き	
(カ) の 解答群				$x$ 軸正の向き	$x$ 軸負の向き $y$ 軸正の向き $y$ 軸負の向き	
(キ) の 解答群	$\frac{\mu_0 I_1}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_2}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_1}{4\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_2}{4\pi r}$
(ク) の 解答群				$x$ 軸正の向き	$x$ 軸負の向き $y$ 軸正の向き $y$ 軸負の向き	
(ケ) の 解答群	$\frac{\mu_0 I_1}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_2}{\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_1}{4\pi r}$	$\frac{\mu_0 I_2}{4\pi r}$
(コ) の 解答群		$\frac{\mu_0(I_1 - I_2)}{\pi r}$	$\frac{\mu_0(I_2 - I_1)}{\pi r}$	$\frac{\mu_0(I_1 - I_2)}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0(I_2 - I_1)}{2\pi r}$	$\frac{\mu_0(I_1 - I_2)}{4\pi r}$
				$\frac{\mu_0(I_2 - I_1)}{4\pi r}$	$\frac{\mu_0(I_1 - I_2)}{4\pi r}$	$\frac{\mu_0(I_2 - I_1)}{4\pi r}$

(2)

(サ) の 解答群	上向き	下向き	右向き	左向き
(シ) の 解答群	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 4.0}{a}$	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 4.0}{\pi a}$	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 4.0}{2a}$	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 4.0}{2\pi a}$
(ス) の 解答群	上向き	下向き	右向き	左向き
(セ) の 解答群	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 1.0}{\pi(5.0 - a)}$	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 1.0}{2\pi(5.0 - a)}$	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 1.0}{2\pi \times 5.0}$	$1.0 \times \frac{\mu_0 \times 1.0}{\pi \times 5.0}$
(ソ) の 解答群	2.0	2.5	3.0	3.5
	4.0	4.5	5.0	

(3)

(タ) の 解答群	上向き	下向き	右向き	左向き
(チ) の 解答群	$\frac{\mu_0 Ieu}{\pi b}$	$\frac{\mu_0 Ieu}{2\pi}$	$\frac{\mu_0 Ieu}{2\pi b}$	$\frac{\mu_0 Iu}{\pi b}$
(ツ) の 解答群	$\frac{\mu_0 uI}{2\pi b}$	$\frac{\mu_0 uI}{\pi b}$	$\frac{\mu_0 uI}{2\pi}$	$\frac{\mu_0 eul}{2\pi b}$
(テ) の 解答群	$Vd$	$2Vd$	$\frac{V}{2d}$	$\frac{2V}{d}$
(ト) の 解答群	$\frac{\mu_0 uId}{\pi b}$	$\frac{\mu_0 eId}{2\pi b}$	$\frac{\mu_0 eId}{\pi b}$	$\frac{\mu_0 uId}{2\pi b}$
				$\frac{V}{d}$
				$\frac{\mu_0 ueId}{\pi b}$

## 物理基礎・物理

### 問題 4

(1)

ア	電子	イ	正
ウ	陽子	エ	中性子
オ	核子	カ	負
キ	電気素量	ク	同位体
ケ	ヘリウムの原子核	コ	高速の電子
サ	波長の短い電磁波	シ	①
ス	⑥	セ	放射性崩壊
ソ	放射性物質	タ	放射能
チ	ベクレル (Bq)		

(2)

16 日後は、半減期 8.0 日の 2 倍であるから、

ヨウ素 131 の量は  $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$  倍になるので、 $48 \times \left(\frac{1}{4}\right) = 12 \text{ g}$  となる。

答 12 g

(3)

$\alpha$ 崩壊	原子番号は 2 減少し、質量数は 4 減少する。
$\beta$ 崩壊	原子番号は 1 増加し、質量数は変わらない。

(4)

$\alpha$  崩壊では、質量数が  $-4$ 、陽子数が  $-2$  変化する。

$\beta$  崩壊では、質量数が  $0$ 、陽子数が  $+1$  変化する。

ウラン  $238 \rightarrow$  鉛  $206$  の過程で質量数が  $-32$ 、陽子数が  $-10$  変化する。

$\alpha$  崩壊が  $x$  回、 $\beta$  崩壊が  $y$  回起こるとし、

質量数の変化について、

$$-4x = -32 \cdots (1)$$

陽子数の変化について、

$$-2x + y = -10 \cdots (2)$$

(1)、(2)を連立して解くと

$$x = 8, y = 6$$

であるから、

答  $\alpha$  崩壊は 8 回、 $\beta$  崩壊は 6 回起こる。