令和6年度一般選抜
（後期日程）　解答例

24-理・後 数学解答例

$\boxed{1}$

(1) 題意より, $N = a \times 4^2 + a \times 4 + b = b \times 5^2 + b \times 5 + b$. よって, $2a = 3b$

また, $aab_{(4)}$ が4進数より, $1 \leqq a \leqq 3,\ 0 \leqq b \leqq 3$

$bbb_{(5)}$ が5進数より, $1 \leqq b \leqq 4$

よって, $1 \leqq a \leqq 3,\ 1 \leqq b \leqq 3$

$2a = 3b$ であるから, $a = 1, 2$ では b は整数とならないため, $a = 3$. このとき, $b = 2$.
(あるいは, $b = 1, 3$ も同様に a が整数とならないため, $b = 2$. このとき, $a = 3$)

よって, $N = a \times 4^2 + a \times 4 + b = b \times 5^2 + b \times 5 + b = 62$.

(2) 直線 m: $x + 2y - 4 = 0$ 上の点を $\mathrm{Q}(s, t)$ とし, 点Qと直線 l: $x - y + 1 = 0$ に関して対称な点を $\mathrm{P}(x, y)$ とすると, 線分PQの中点が直線 l 上にあるので,

$$\begin{aligned} \frac{y+t}{2} &= \frac{x+s}{2} + 1 \\ s - t &= -x + y - 2 \quad \cdots ① \end{aligned}$$

となる. また, PQが直線 l と垂直であるので, ベクトル $\overrightarrow{\mathrm{PQ}} = (s - x, t - y)$ と直線 l の方向ベクトル $(1, 1)$ の内積が0となる. すなわち,

$$\begin{aligned} (s - x) \cdot 1 + (t - y) \cdot 1 &= 0 \\ s + t &= x + y \quad \cdots ② \end{aligned}$$

となる. よって, 式①と式②より,

$$\begin{aligned} s &= y - 1 \\ t &= x + 1 \end{aligned}$$

となる. このとき点 $\mathrm{Q}(s, t)$ は直線 m 上を動くから, 求める直線の方程式は,

$$\begin{aligned} (y - 1) + 2(x + 1) - 4 &= 0 \\ \therefore\ 2x + y - 3 &= 0 \end{aligned}$$

となる.

(3) $\dfrac{(1+i)^3}{-2+3i} = \dfrac{(1+i)^3(-2-3i)}{(-2+3i)(-2-3i)} = \dfrac{10+2i}{13} = \dfrac{10}{13} + \dfrac{2}{13}i$

したがって, $a = \dfrac{10}{13}, b = \dfrac{2}{13}$

$\boxed{2}$

(1) $S_n = n^2 + 3n + 2$ より, $a_1 = S_1 = 6$

$n \geqq 2$ のとき, $a_n = S_n - S_{(n-1)} = (n^2+3n+2) - \left[(n-1)^2 + 3(n-1) + 2\right] = 2n+2$

よって, $a_n = \begin{cases} 6 & (n=1) \\ 2n+2 & (n \geqq 2) \end{cases}$

(2) $S_n = (n+1)(n+2)$ より,

与式 $= \displaystyle\sum_{k=1}^{n} \frac{S_k S_{k+2}}{S_{k+1}} = \sum_{k=1}^{n} \frac{(k+1)(k+2)(k+3)(k+4)}{(k+2)(k+3)} = \sum_{k=1}^{n}(k+1)(k+4)$

$= \displaystyle\sum_{k=1}^{n}(k^2+5k+4) = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1) + \frac{5}{2}n(n+1) + 4n = \frac{1}{3}n(n+4)(n+5)$

(3) $\displaystyle\sum_{k=1}^{n} \frac{S_{3k+1}}{S_{3k}S_{3k+2}} = \sum_{k=1}^{n} \frac{(3k+2)(3k+3)}{(3k+1)(3k+2)(3k+3)(3k+4)} = \sum_{k=1}^{n} \frac{1}{(3k+1)(3k+4)}$

$= \displaystyle\frac{1}{3}\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{1}{3k+1} - \frac{1}{3k+4}\right)$ であるから,

$\displaystyle\sum_{k=1}^{\infty} \frac{S_{3k+1}}{S_{3k}S_{3k+2}} = \lim_{n\to\infty} \sum_{k=1}^{n} \frac{S_{3k+1}}{S_{3k}S_{3k+2}} = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{3}\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{1}{3k+1} - \frac{1}{3k+4}\right)$

$= \displaystyle\frac{1}{3}\lim_{n\to\infty}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{7} + \frac{1}{7} - \cdots + \frac{1}{3n+1} - \frac{1}{3n+4}\right) = \frac{1}{3}\lim_{n\to\infty}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{3n+4}\right) = \frac{1}{12}$

$\boxed{3}$

(1) $f'(x) = -e^{-x}\cos x + e^{-x}(-\sin x) = -e^{-x}(\sin x + \cos x)$

$f''(x) = e^{-x}(\sin x + \cos x) - e^{-x}(\cos x - \sin x) = 2e^{-x}\sin x$

(2) $0 \leqq x \leqq 2\pi$ において $f'(x) = 0$ となるのは,

$f'(x) = -e^{-x}(\sin x + \cos x) = -\sqrt{2}e^{-x}\sin\left(x + \dfrac{\pi}{4}\right)$ より,

$x = \dfrac{3}{4}\pi,\ \dfrac{7}{4}\pi$ のときである.

$f''\left(\dfrac{3}{4}\pi\right) = 2e^{-\frac{3}{4}\pi}\sin\left(\dfrac{3}{4}\pi\right) > 0,$

$f''\left(\dfrac{7}{4}\pi\right) = 2e^{-\frac{7}{4}\pi}\sin\left(\dfrac{7}{4}\pi\right) < 0$ より,

$x = \dfrac{7}{4}\pi$ のとき, 極大値 $f\left(\dfrac{7}{4}\pi\right) = \dfrac{\sqrt{2}}{2}e^{-\frac{7}{4}\pi}$ をとり,

$x = \dfrac{3}{4}\pi$ のとき, 極小値 $f\left(\dfrac{3}{4}\pi\right) = -\dfrac{\sqrt{2}}{2}e^{-\frac{3}{4}\pi}$ をとる.

(3) $f'(x) = -\sqrt{2}e^{-x}\sin\left(x + \dfrac{\pi}{4}\right)$ より,

点 $(0, 1)$ における接線の傾きは $f'(0) = -\sqrt{2}\cdot e^0 \cdot \sin\left(\dfrac{\pi}{4}\right) = -1$

よって接線の方程式は $y = -x + 1$.

(4) $g(x)$ は放物線であるから, $g(x) = ax^2 + bx + c$ とおく.

条件 (a) より, $g(0) = c = 1$.

$g'(x) = 2ax + b$ より, 点 $(0, 1)$ における接線の方程式は $y = bx + 1$ となる.

条件 (b) より, 係数を比較すれば, $b = -1$.

以上より, $g(x) = a\left(x - \dfrac{1}{2a}\right)^2 + 1 - \dfrac{1}{4a}$ と書けるので,

条件 (c) より, $\dfrac{1}{2a} = \dfrac{3}{4}\pi$ なので, $a = \dfrac{2}{3\pi}$.

よって $g(x) = \dfrac{2}{3\pi}x^2 - x + 1$.

理 科 (物 理) 解 答 用 紙 (2の1)

1

〔I〕	(1)		$a = \frac{-kx_0}{4m}$	〔m/s²〕
	(2)		$f = \frac{kx_0}{4}$	〔N〕
	(3)		$T = 2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}$	〔s〕
〔II〕	(4)		$\mu_B = \tan\theta_0$	
	(5)	物体 A	$ma_A = mg\sin\theta_1 - (2/5)\ mg\cos\theta_1$	
		台　B	$3ma_B = 3mg\sin\theta_1 + (2/5)\,mg\cos\theta_1 - mg\cos\theta_1$	
	(6)	運動の方向	負方向　（マイナス，斜面右上）	
		加速度の大きさ	$b = (1/5)\ g\cos\theta_1$	〔m/s²〕
	(7)		$t_1 = \sqrt{\frac{5\ell}{g\cos\theta_1}}$	〔s〕
〔III〕	(8)		$v = \sqrt{2gL(\sin\theta_2 - (1/4)\ \cos\theta_2)}$	〔m/s〕
	(9)	摩擦による仕事	$W = -(3/4)mg\,(L + x_1)\cos\theta_2$	〔J〕
		位置エネルギー	$\Delta U_g = -3mg(L + x_1)\sin\theta_2$	〔J〕
		弾性エネルギー	$U_k = \frac{1}{2}kx_1^2$	〔J〕

受験番号	

点

理 科 (物 理) 解 答 用 紙 (2の2)

2

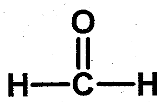
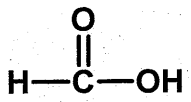
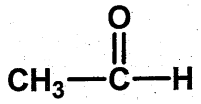
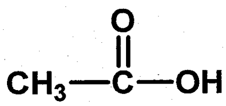
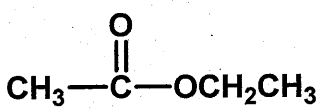
(1)	電場が荷電粒子にした仕事はqE_1l_1 エネルギー保存則より， $0 + qE_1l_1 = \frac{1}{2}mu^2 + 0$, ゆえに $u = \sqrt{\frac{2qE_1l_1}{m}}$ $W =$ qE_1l_1 〔J〕 $u =$ $\sqrt{\frac{2qE_1l_1}{m}}$ 〔m/s〕
(2)	$t_1 =$ $\frac{l_2}{u}$ 〔s〕 | $f =$ qE_2 〔N〕
(3)	$a =$ $\frac{qE_2}{m}$ 〔m/s²〕 | $Y =$ $\frac{qE_2}{2m}\left(\frac{l_2}{u}\right)^2$ 〔m〕
(4)	$v_x =$ u 〔m/s〕 | $v_y =$ $\frac{qE_2}{m}\frac{l_2}{u}$ 〔m/s〕
(5)	$F =$ qv_yB 〔N〕 | 力の向き z 軸 負 の向き
(6)	$r =$ $\frac{mv_y}{qB}$ 〔m〕 $T =$ $\frac{2\pi m}{qB}$ 〔s〕 $\omega =$ $\frac{qB}{m}$ 〔rad/s〕
(7)	$t_2 =$ $\frac{3\pi m}{2qB}$ 〔s〕
(8)	電荷が円運動の最下点を通過するまでに要する時間は(3/4)T+0T (n=1), (3/4)T+1T (n=2), (3/4)T+2T (n=3)…となる。ゆえに電荷が n 回目に円運動の最下点を通るまでにかかる時間は $\frac{3}{4}T + (n-1)T$ である。電荷はらせん運動中, x 軸方向には速度uで等速運動しているため，最下点を n 回目に通過するまでに x 軸正の方向に進んだ距離は $v_x \times \left(\frac{3}{4} + n - 1\right)T = \frac{2\pi m v_x}{qB}\left(n - \frac{1}{4}\right)$ $X = \frac{2\pi m v_x}{qB}\left(n - \frac{1}{4}\right)$ 〔m〕

受験番号			点

理科（化学）解答用紙（５の１）

1

問 1

	構造式	説明としてあてはまるもの
有機化合物 **A**		(え)
有機化合物 **B**		(え)
有機化合物 **C**		(い), (う), (え)
有機化合物 **D**		(お)
有機化合物 **E**		(あ), (お)

問 2

(1)

(計算過程)

エタノールと金属ナトリウムの化学反応式は,

$2CH_3CH_2OH + 2Na \rightarrow 2CH_3CH_2ONa + H_2$

エタノールと水素の物質量比は 2 : 1 であるため，金属ナトリウムと反応したエタノールの物質量は発生した水素の物質量の 2 倍となる。

$$\frac{4.48}{22.4} \times 2 = 0.40\ [\mathrm{mol}]$$

(答)　0.40　〔mol〕

(2)

(計算過程)

グルコースの分解の化学反応式は,

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$

グルコースとエタノールの物質量比は 1 : 2 であるため，発酵に用いたグルコース(分子量 180)の物質量は生成したエタノールの物質量の半分となる。したがって，発酵に用いたグルコースの質量は,

$$0.40 \times \frac{1}{2} \times 180 = 36\ [\mathrm{g}]$$

(答)　36　〔g〕

受験番号	

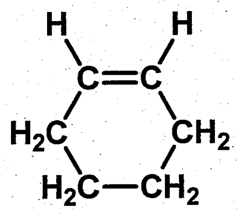
点

理科（化学）解答用紙（５の２）

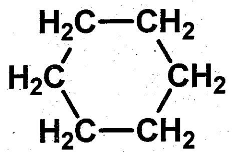
1

問３

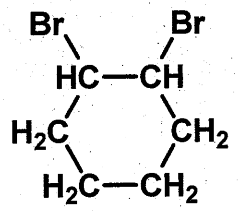
有機化合物 F



有機化合物 G



有機化合物 H



問４

下線部②の化学反応式

$$CH_3(CH_2)_{11}{-}OH + H_2SO_4 \longrightarrow CH_3(CH_2)_{11}{-}OSO_3H + H_2O$$

下線部③の化学反応式

$$CH_3(CH_2)_{11}{-}OSO_3H + NaOH \longrightarrow CH_3(CH_2)_{11}{-}OSO_3Na + H_2O$$

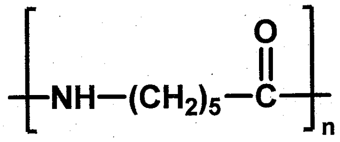
問５

(ア)	(イ)	(ウ)
結晶	非晶	平均

(エ)	(オ)
軟化点	分子

問６

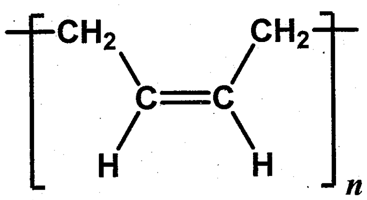
(1)



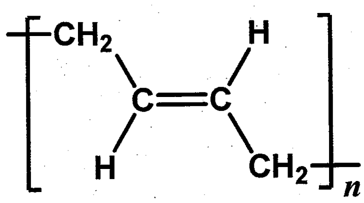
(2) (ii)，(iii)，(v)

(3)

シス形の構造式



トランス形の構造式



受験番号	

点

理科（化学）解答用紙（５の３）

1

<table>
<tr><td rowspan="3">問 7</td><td rowspan="2">(1)</td><td>アミロース</td><td>アミロペクチン</td><td>セルロース</td></tr>
<tr><td>(か)，(き)，(く)，(け)</td><td>(く)，(け)</td><td>(き)</td></tr>
<tr><td>(2)</td><td colspan="3">(計算過程)
セルロースからトリニトロセルロースを生成するときの化学反応式は，
$[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + 3n HONO_2 \rightarrow [C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n + 3n H_2O$
セルロースの－OH 基 1 個が－ONO_2 基となると分子量は 45 増加するので，トリニトロセルロースの分子量は，
$(162 + 45 \times 3) \times n = 297n$ [g/mol]　となる。
したがって，トリニトロセルロース 148.5 g の物質量は，
$\frac{148.5}{297n} = \frac{0.50}{n}$ [mol]　となる。
セルロースとトリニトロセルロースの物質量比は 1 : 1 であるため，148.5 g のトリニトロセルロースを得るために必要なセルロース(分子量 $162n$)の質量は，
$\frac{0.50}{n} \times 162n = 81$ [g]　となる。
(答)　81　〔g〕</td></tr>
</table>

受験番号	

点

理科（化学）解答用紙（５の４）

2

<table>
<tr><td rowspan="2">問 1</td><td>(ア)</td><td>(イ)</td><td>(ウ)</td></tr>
<tr><td>ダニエル</td><td>イオン化傾向
(標準電極電位)</td><td>SO_4^{2-}</td></tr>
<tr><td rowspan="4">問 2</td><td colspan="3">図 1 の電池式 (電池の構成)</td></tr>
<tr><td colspan="3">(－) [Zn] | [$ZnSO_4$ aq] | [$CuSO_4$ aq] | [Cu] (＋)</td></tr>
<tr><td>負極</td><td colspan="2">正極</td></tr>
<tr><td>$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$</td><td colspan="2">$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">問 3</td><td colspan="3">銅板電極</td></tr>
<tr><td colspan="3">(計算過程)
ファラデーの法則を用い，銅の質量の変化量〔g〕を求める。

$\dfrac{0.193[\mathrm{A}] \times 3600[\mathrm{s}] \times 63.5[\mathrm{g/mol}]}{9.65 \times 10^4[\mathrm{C/mol}] \times 2} = 0.2286 \cong 2.29 \times 10^{-1}$

(答)　2.29×10^{-1}　〔g〕

質量の変化　増加</td></tr>
<tr><td colspan="3">亜鉛板電極</td></tr>
<tr><td colspan="3">(計算過程)
ファラデーの法則を用い，亜鉛の質量の変化量〔g〕を求める。

$\dfrac{0.193[\mathrm{A}] \times 3600[\mathrm{s}] \times 65.4[\mathrm{g/mol}]}{9.65 \times 10^4[\mathrm{C/mol}] \times 2} = 0.2354 \cong 2.35 \times 10^{-1}$

(答)　2.35×10^{-1}　〔g〕

質量の変化　減少</td></tr>
<tr><td rowspan="3">問 4</td><td>(1)</td><td colspan="2">$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$</td></tr>
<tr><td>(2)</td><td colspan="2">$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$</td></tr>
<tr><td>(3)</td><td colspan="2">$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$</td></tr>
</table>

受験番号	

点

理科（化学）解答用紙（５の５）

2

問 5	(エ)	(オ)	(カ)
	$\dfrac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$	高	低

問 6

(計算過程)

	H_2	+	I_2	⇄	$2HI$	
反応前の物質量	2.00		2.00		0	〔mol〕
変化量	−1.60		−1.60		+3.20	〔mol〕
平衡状態での物質量	0.400		0.400		3.20	〔mol〕

容積 10.0 L の容器，平衡状態での物質量を数式(2)に代入し K_1 を求める。

$$K_1 = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\dfrac{3.20\,[\mathrm{mol}]}{10.0\,[\mathrm{L}]}\right)^2}{\dfrac{0.400\,[\mathrm{mol}]}{10.0\,[\mathrm{L}]} \times \dfrac{0.400\,[\mathrm{mol}]}{10.0\,[\mathrm{L}]}} = \frac{10.24}{0.160} = 64.0$$

(答)　64.0

問 7

(計算過程)

平衡状態となったときの，反応前からの水素およびヨウ素の物質量の変化を x〔mol〕とする。

	H_2	+	I_2	⇄	$2HI$	
反応前の物質量	2.00		2.00		0	〔mol〕
変化量	$-x$		$-x$		$+2x$	〔mol〕
平衡状態での物質量	$2.00-x$		$2.00-x$		$2x$	〔mol〕

平衡状態での物質量を数式(2)に代入すると，

$$K_h = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\dfrac{2x\,[\mathrm{mol}]}{10.0\,[\mathrm{L}]}\right)^2}{\dfrac{2.00-x\,[\mathrm{mol}]}{10.0\,[\mathrm{L}]} \times \dfrac{2.00-x\,[\mathrm{mol}]}{10.0\,[\mathrm{L}]}} = \frac{(2x)^2}{(2.00-x)^2}$$

平衡定数 $K_h = 36.0$ から

$$36.0 = \frac{(2x)^2}{(2.00-x)^2}$$

$$6.00^2 = \frac{(2x)^2}{(2.00-x)^2}$$

$$6.00 = \frac{2x}{2.00-x}$$

$$2x = 3.0$$

(答)　3.0　〔mol〕

問 8

(反応)	発熱反応
(理由)	反応温度を上昇させると，平衡は左に移動している。ルシャトリエの法則が成り立っているので，この方向が吸熱反応であると判断できるから，ヨウ化水素が生成する反応は発熱反応である。

問 9　(i)，(ii)，(v)

受験番号	

点

理科（生物）解答用紙（2の1）

1.

問1	(ア)	ホメオスタシス（恒常性）	(イ)	間脳
	(ウ)	視床下部	(エ)	負のフィードバック
問2	(a)，(c)，(d)			

問3	運	動	時	に	交	感	神	経	が	活	性	化	す	る	と	洞	房	結	節	に
	作	用	し	て	心	臓	の	拍	動	を	促	進	す	る	。	一	方	，	睡	眠
	時	に	は	副	交	感	神	経	が	活	性	化	し	て	洞	房	結	節	に	作
	用	し	て	心	臓	の	拍	動	を	抑	制	す	る	。						

問4	語群A	語群B	語群C
	チロキシン	(c)	(a)
	バソプレシン	(e)	(f)
	鉱質コルチコイド	(a)	(g)
	パラトルモン	(d)	(b)
	グルカゴン	(f)	(c)

問5	糖尿病患者A	インスリンへの感受性が低下するため。
	糖尿病患者B	インスリンの分泌量が増加しないため。

受験番号	

小計	点

理　科（生　物）解　答　用　紙（２の２）

2

問1	(b), (e)			
問2	(1)	1024分子	(2)	1004分子
問3	(1)	1/8	(2)	0

問4	鎌	状	赤	血	球	貧	血	症	の	患	者	は	マ	ラ	リ	ア	に	か	か	り
	に	く	く	、	マ	ラ	リ	ア	流	行	地	域	で	は	、	生	存	に	必	ず
	し	も	不	利	で	は	な	い	か	ら	。									

受験番号	

小計	点