

令和6年度一般選抜
(後期日程) 解答例

24-理・後 数学解答例

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, $1 \leq a \leq 3, 0 \leq b \leq 3$

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

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

$2a = 3b$ 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 $Q(s, t)$ とし, 点 Q と直線 $l: x - y + 1 = 0$ に関して対称な点を $P(x, y)$ とすると, 線分 PQ の中点が直線 l 上にあるので,

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

となる. また, PQ が直線 l と垂直であるので, ベクトル $\overrightarrow{PQ} = (s-x, t-y)$ 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,

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

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 $Q(s, t)$ 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.

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

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

2

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

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

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

(2) $S_n = (n+1)(n+2)$ より,

$$\begin{aligned} \text{与式} &= \sum_{k=1}^n \frac{S_k S_{k+2}}{S_{k+1}} = \sum_{k=1}^n \frac{(k+1)(k+2)(k+3)(k+4)}{(k+2)(k+3)} = \sum_{k=1}^n (k+1)(k+4) \\ &= \sum_{k=1}^n (k^2 + 5k + 4) = \frac{1}{6}n(n+1)(2n+1) + \frac{5}{2}n(n+1) + 4n = \frac{1}{3}n(n+4)(n+5) \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{S_{3k+1}}{S_{3k} S_{3k+2}} &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{S_{3k+1}}{S_{3k} S_{3k+2}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{3} \sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{3k+1} - \frac{1}{3k+4} \right) \\ &= \frac{1}{3} \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{7} + \frac{1}{7} - \dots + \frac{1}{3n+1} - \frac{1}{3n+4} \right) = \frac{1}{3} \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{3n+4} \right) = \frac{1}{12} \end{aligned}$$

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) $0 \leq x \leq 2\pi$ において $f'(x) = 0$ となるのは,
 $f'(x) = -e^{-x}(\sin x + \cos x) = -\sqrt{2}e^{-x} \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right)$ より,
 $x = \frac{3}{4}\pi, \frac{7}{4}\pi$ のときである.

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

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

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

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

(3) $f'(x) = -\sqrt{2}e^{-x} \sin\left(x + \frac{\pi}{4}\right)$ より,
 点 $(0, 1)$ における接線の傾きは $f'(0) = -\sqrt{2} \cdot e^0 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = -1$
 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, $g(0) = c = 1$.

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

条件 (b) より, 係数を比較すれば, $b = -1$.

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

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

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

理科(物理)解答用紙(2の1)

1

(I)	(1)	$a = \frac{-kx_0}{4m}$		[m/s ²]
	(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	解答なし	
		台 B	解答なし	
	(6)	運動の方向	解答なし	
		加速度の大きさ	解答なし	[m/s ²]
	(7)	解答なし		
(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 $qE_1 l_1$ エネルギー保存則より, $0 + qE_1 l_1 = \frac{1}{2} m u^2 + 0,$ ゆえに $u = \sqrt{\frac{2qE_1 l_1}{m}}$ $W = qE_1 l_1$ [J] $u = \sqrt{\frac{2qE_1 l_1}{m}}$ [m/s]
(2)	$t_1 = \frac{l_2}{u}$ [s] $f = qE_2$ [N]
(3)	$a = \frac{qE_2}{m}$ [m/s ²] $Y = \frac{qE_2}{2m} \left(\frac{l_2}{u}\right)^2$ [m]
(4)	$v_x = u$ [m/s] $v_y = \frac{qE_2 l_2}{m u}$ [m/s]
(5)	$F = qv_y B$ [N] 力の向き <u>z</u> 軸 <u>負</u> の向き
(6)	$r = \frac{m v_y}{q B}$ [m] $T = \frac{2\pi m}{q B}$ [s] $\omega = \frac{q B}{m}$ [rad/s]
(7)	$t_2 = \frac{3\pi m}{2q B}$ [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 $v_x \times \left(\frac{3}{4} + n - 1\right)T = \frac{2\pi m v_x}{q B} \left(n - \frac{1}{4}\right)$ $X = \frac{2\pi m v_x}{q B} \left(n - \frac{1}{4}\right)$ [m]

受験番号

点

理科 (化学) 解答用紙 (5の1)

1

		有機化合物 A	有機化合物 B	有機化合物 C
問 1	構造式	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	構造式	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$
	説明としてあてはまるもの (え)		説明としてあてはまるもの (え)	説明としてあてはまるもの (い), (う), (え)
	有機化合物 D		有機化合物 E	
	構造式	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	構造式	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
説明としてあてはまるもの (お)		説明としてあてはまるもの (あ), (お)		

問 2	(1)	<p>(計算過程)</p> <p>エタノールと金属ナトリウムの化学反応式は,</p> $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2$ <p>エタノールと水素の物質質量比は 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質量は発生した水素の物質質量の 2 倍となる。</p> $\frac{4.48}{22.4} \times 2 = 0.40 \text{ [mol]}$ <p style="text-align: right;">(答) 0.40 [mol]</p>
	(2)	<p>(計算過程)</p> <p>グルコースの分解の化学反応式は,</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2$ <p>グルコースとエタノールの物質質量比は 1 : 2 であるため, 発酵に用いたグルコース(分子量 180)の物質質量は生成したエタノールの物質質量の半分となる。したがって, 発酵に用いたグルコースの質量は,</p> $0.40 \times \frac{1}{2} \times 180 = 36 \text{ [g]}$ <p style="text-align: right;">(答) 36 [g]</p>

受験番号

点

理科 (化学) 解答用紙 (5の2)

1

		有機化合物 F	有機化合物 G	有機化合物 H
問 3				
問 4	下線部②の化学反応式	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$		
	下線部③の化学反応式	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{H} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{OSO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$		
問 5	(ア)	(イ)	(ウ)	
	結晶	非晶	平均	
	(エ)	(オ)		
	軟化点	分子		
問 6	(1)	$\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n$	(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

		アミロース	アミロペクチン	セルロース
問7	(1)	(か), (き), (く), (け)	(く), (け)	(き)
	(2)	<p>(計算過程)</p> <p>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, $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n + 3nHONO_2 \rightarrow [C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n + 3nH_2O$</p> <p>セルロースの-OH基1個が-ONO₂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。</p> <p>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。</p> <p>セルロースとトリニトロセルロースの物質質量比は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。</p> <p style="text-align: right;">(答) <u>81</u> [g]</p>		

受験番号

点

理科 (化学) 解答用紙 (5 の 4)

2

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)
	ダニエル	イオン化傾向 (標準電極電位)	SO_4^{2-}
問 2	図 1 の電池式 (電池の構成)		
	(-) Zn ZnSO₄ aq CuSO₄ aq Cu (+)		
	負極	正極	
	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	
問 3	銅板電極		
	(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。		
	$\frac{0.193[\text{A}] \times 3600[\text{s}] \times 63.5[\text{g/mol}]}{9.65 \times 10^4[\text{C/mol}] \times 2} = 0.2286 \cong 2.29 \times 10^{-1}$		
	(答) 2.29×10^{-1} [g] 質量の変化 増加		
問 3	亜鉛板電極		
	(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。		
	$\frac{0.193[\text{A}] \times 3600[\text{s}] \times 65.4[\text{g/mol}]}{9.65 \times 10^4[\text{C/mol}] \times 2} = 0.2354 \cong 2.35 \times 10^{-1}$		
	(答) 2.35×10^{-1} [g] 質量の変化 減少		
問 4	(1)	$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
	(2)	$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$	
	(3)	$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	

受験番号

点

理科 (化学) 解答用紙 (5の5)

2

	(エ)	(オ)	(カ)												
問5	$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$	高	低												
問6	<p>(計算過程)</p> $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ <table> <tr> <td>反応前の物質質量</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>0 [mol]</td> </tr> <tr> <td>変化量</td> <td>-1.60</td> <td>-1.60</td> <td>+3.20 [mol]</td> </tr> <tr> <td>平衡状態での物質質量</td> <td>0.400</td> <td>0.400</td> <td>3.20 [mol]</td> </tr> </table> <p>容積 10.0 L の容器, 平衡状態での物質質量を数式(2)に代入し K_1 を求める。</p> $K_1 = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{3.20 [\text{mol}]}{10.0 [\text{L}]}\right)^2}{\frac{0.400 [\text{mol}]}{10.0 [\text{L}]} \times \frac{0.400 [\text{mol}]}{10.0 [\text{L}]}} = \frac{10.24}{0.160} = 64.0$ <p style="text-align: right;">(答) 64.0</p>			反応前の物質質量	2.00	2.00	0 [mol]	変化量	-1.60	-1.60	+3.20 [mol]	平衡状態での物質質量	0.400	0.400	3.20 [mol]
反応前の物質質量	2.00	2.00	0 [mol]												
変化量	-1.60	-1.60	+3.20 [mol]												
平衡状態での物質質量	0.400	0.400	3.20 [mol]												
問7	<p>(計算過程)</p> <p>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質量の変化を x [mol] とする。</p> $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ <table> <tr> <td>反応前の物質質量</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>0 [mol]</td> </tr> <tr> <td>変化量</td> <td>-x</td> <td>-x</td> <td>+2x [mol]</td> </tr> <tr> <td>平衡状態での物質質量</td> <td>2.00 - x</td> <td>2.00 - x</td> <td>2x [mol]</td> </tr> </table> <p>平衡状態での物質質量を数式(2)に代入すると,</p> $K_h = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{2x [\text{mol}]}{10.0 [\text{L}]}\right)^2}{\frac{2.00 - x [\text{mol}]}{10.0 [\text{L}]} \times \frac{2.00 - x [\text{mol}]}{10.0 [\text{L}]}} = \frac{(2x)^2}{(2.00 - x)^2}$ <p>平衡定数 $K_h = 36.0$ から</p> $36.0 = \frac{(2x)^2}{(2.00 - x)^2}$ $6.00^2 = \frac{(2x)^2}{(2.00 - x)^2}$ $6.00 = \frac{2x}{2.00 - x}$ $2x = 3.0$ <p style="text-align: right;">(答) 3.0 [mol]</p>			反応前の物質質量	2.00	2.00	0 [mol]	変化量	-x	-x	+2x [mol]	平衡状態での物質質量	2.00 - x	2.00 - x	2x [mol]
反応前の物質質量	2.00	2.00	0 [mol]												
変化量	-x	-x	+2x [mol]												
平衡状態での物質質量	2.00 - x	2.00 - x	2x [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ため, 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