Toppersnotes
Unleash the topper in you

UP – PGT

स्नातकोत्तर शिक्षक

उत्तर प्रदेश माध्यमिक शिक्षा सेवा चयन बोर्ड

गणित

भाग – 1

SIERRA INNOVATIONS

Index

☆ Group-Theory ☆

द्विआधारी संक्रियाओं के Ex:-

Ex:- ① संक्रिया '+' समुच्चय N में एक द्विआधारी संक्रिया है। ($a+b \in N$)

② संक्रिया '+' समुच्चय Z में " ———

③ संक्रिया '×' — " Z — " ———

④ संक्रिया '−' समुच्चय Z — " ———

⑤ संक्रिया '−' समुच्चय N में द्विआधारी नहीं है।

⑥ संक्रिया '+' & '×' समुच्चय Q & R में व C में द्विआधारी संक्रिया है।

⑦ संक्रिया ÷ समुच्चय Q_0, R_0, C_0 में द्विआधारी संक्रियाएँ है।

⑧ समान कोटि के matrix के समुच्चय में $X = \{A : A = (a_{ij})_{m\times n}, a_{ij} \in C\}$ मैट्रिक्स योग की संक्रिया एक द्विआधारी संक्रिया है।

⑨ समान कोटि के वर्ग मैट्रिक्सों के समुच्चय
$M = \{A : A = \{a_{ij}\}_{n\times n},\ a_{ij} \in R\}$ में मैट्रिक्स योग & मैट्रिक्स गुणन दोनों द्विआधारी संक्रियाएँ है।

⑩ समुच्चयों से समुच्चय U में संक्रियाएँ $\cup$ & $\cap$ दोनों द्विआधारी संक्रियाएँ है।

$\because A\cup B \in U$ & $A\cap B \in U \quad \forall A, B \in U$

☆ द्विआधारी संक्रियाओं की सं. =>

यदि समुच्चय A में n अवयव हो, तब Set A पर परिभाषित द्विआधारी संक्रियाओं की सं. $\Rightarrow n^{n^2}$ होगी।

$\because n(A) = n$

$\therefore n(A\times A) = n \cdot n = n^2$

$A\times A$ से A पर परिभाषित फलनों की सं. $= n^{n^2}$ होगी।

Ex:- (1) Set $A = \{a, b, c\}$ पर परिभाषित ~~द्विआधारी~~ संक्रियाओं की सं. = 3^9 होगी।

	संवृत	साहचर्य	तत्समक	प्रतिलोम	क्रमविनिमेय
ग्रुपओएड	✓	—	—	—	—
लूप	✓	—	✓	✗—	—
सेमीग्रुप	✓	✓	—	—	—
मोनोएड	✓	✓	✓	—	—
ग्रुप	✓	✓	✓	✓	—
क्रमविनिमय/आबेली ग्रुप	✓	✓	✓	✓	✓

सेमी ग्रुप के उदा० ⇒

1. $(N, +)$
2. $(N, \times)$
3. $(Z, +)$
4. $(Z, \times)$
5. $(Q, +)$
6. $(Q, \times)$
7. $(R, +)$
8. $(R, \times)$
9. $(C, +)$
10. $(C, \times)$
11. $(U, \cup)$
12. $(U, \cap)$

Group के उदा० ⇒

(1) $(Z, +)$ ⇒

संवृत ⇒ $a + b \in Z \;\forall\, a, b \in Z$

$Z, +$ के लिए संवृत है।

साहचर्य ⇒ $(a+b)+c = a+(b+c)\;, \forall\, a, b, c \in Z$

तत्समक ⇒ $\because 0 \in Z$ & $a+0 = 0 = a+0\;, \forall a \in Z$

प्रतिलोम ⇒ $\because a \in Z \;\therefore -a \in Z \Rightarrow a+(-a) = 0 = (-a)+a$

$\therefore (z, +)$ group है।

क्रमविनिमेय $\Rightarrow$ $a+b = b+a \quad \forall a, b \in z$

अतः $(z, +)$ एक आबेली group है।

(2) $(Q, +)$

(3) $(R, +)$

(4) $(C, +)$

(5) $(Q, \times)$

(6) $(R, \times)$

(7) $(C, \times)$

(8) $(m, +)$

here m, m×n कोटि के मैट्रिक्सों का set हो। जो सम्मिश्र संख्याओं पर परिभाषित है।

परिमित group $\Rightarrow$

(9) $G_0 = (\{0\}, +)$

(10) $G_1 = (\{1\}, \times)$

(11) $G_2 = (\{1, -1\}, \times)$

(12) $G_3 = (\{1, \omega, \omega^2\}, \times)$

(13) $G_4 = (\{1, -1, i, -i\}, \times)$

(14) $G_5 = (\{0, 1, 2, 3, 4\}, +_5)$

(15) $G_6 = (\{1, 2, 3, 4\}, \times_5)$

$\times$	1	-1
1	1	-1
-1	-1	1

$\times$	1	ω	ω^2
1	1	ω	ω^2
ω	ω	ω^2	1
ω^2	ω^2	1	ω

$\times$	1	-1	i	$-i$
1	1	-1	$+i$	$-i$
-1	-1	1	$-i$	i
i	i	$-i$	-1	1
$-i$	$-i$	i	1	-1

$+_5$	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	1
3	3	4	5	[illegible]	2
4	4	5	1	2	3

$\times_5$	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	1	3
3	3	1	4	2
4	4	3	2	3

Q.77) $a * b = a + b - ab$

given $G = \mathbb{R} - \{1\}$

$(G, \circ)$; $a * b = a + b - ab$

$(G, \circ)$ में तत्समक अवयव—

~~निरीक्षण द्वारा शून्य होगा।~~

सत्यापन— $a \cdot 0 = \cancel{a+0} \cancel{-a} - a \cdot 0$ & $0 \cdot a = 0 + a - 0 \cdot a$

$a \cdot 0 = a$ $\qquad = a$

$\boxed{a \cdot 0 = a = 0 \cdot a}$ $\forall\, 0 \in G$

$\therefore$ G में तत्समक अवयव 0 है।

Detailed method—

Let तत्समक अवयव e है।

$\therefore a \cdot e = a$

$\Rightarrow a + e - a \cdot e = a$

$\Rightarrow e(1 - a) = 0$

$\Rightarrow e = 0 \quad (a \neq 1)$

$\therefore$ तत्समक अवयव $= 0$ है।

Q.85) $G = \left\{ \frac{1+2m}{1+2n} ; m, n \in \mathbb{Z} \right\}$ ~~गुणन संक्रिया के~~ लिए समूह है।

$\because$ गुणन के लिए तत्समक अवयव $= 1$.

$\therefore m = n = 0$ put

$\Rightarrow \frac{1 + 2 \cdot 0}{1 + 2 \cdot 0} = 1$

$\frac{1+2m}{1+2n}$ का प्रतिलोम $= \frac{1+2n}{1+2m}$

Q.8 Let Identity element $\Rightarrow e$ है।

Then $a * e = a$

$\cancel{a} + e + 1 = \cancel{a}$

$\boxed{e = -1}$

Q.97) Let $G = \left\{ \begin{bmatrix} a & a \\ a & a \end{bmatrix}, a \neq 0, a \in R \right\}$

मैट्रिक्स गुणन के लिए एक समूह है।

निरीक्षण द्वारा let $e = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$, $A = \begin{bmatrix} a & a \\ a & a \end{bmatrix} \in G$

here $A \cdot e = A = e \cdot A \quad \forall A \in G$

$\therefore$ G में Identity element $\Rightarrow \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$ है।

विस्तृत विधि -

let group G में Identity element

$E = \begin{bmatrix} e & e \\ e & e \end{bmatrix}$ है।

$\therefore AE = A$

$\Rightarrow \begin{bmatrix} a & a \\ a & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e & e \\ e & e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & a \\ a & a \end{bmatrix}$

$\Rightarrow ae + ae = a \Rightarrow 2ae = a$

$e = \frac{1}{2}$

$\therefore E = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}$ G में तत्समक अवयव है।

Q.106) Similarly.

Q.98) given let $G = \{ I_2, A, B, C \}$

A का प्रतिलोम $\Rightarrow \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ का प्रतिलोम

$A^{-1} \Rightarrow \frac{1}{|A|} \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}^T$

$\Rightarrow \frac{1}{-1} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$

$A^{-1} \Rightarrow \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

Q.99) $a * b = a + b + 1$ का तत्समक अव.

निरीक्षण द्वारा $\Rightarrow -1$

सत्यापन $a * (-1) = a + (-1) + 1 = a$

& $(-1) * (a) = (-1) + a + 1 = a$

$\therefore \; a * (-1) = a = (-1) * a \quad \forall a \in Z$

II^nd method Let दी संक्रिया के लिए तत्समक अवयव e है।

$\therefore a \cdot e = a$

$\Rightarrow a + e + 1 = a$

$\Rightarrow e + 1 = 0$

$\Rightarrow \boxed{e = -1}$

Group के उदाहरण ⇒

① यदि $Z_n = \{0, 1, 2, 3, \ldots (n-1)\}$

प्रथम n अऋणात्मक पूर्णांकों का समुच्चय संक्रिया $+_n$ के लिए एक group होता है।

Ex:⇒ $(Z_2, +_2)$ $\quad Z_2 = \{0, 1\}$

$(Z_3, +_3)$ $\quad Z_3 = \{0, 1, 2\}$

$(Z_4, +_4)$ $\quad Z_4 = \{0, 1, 2, 3\}$

② Set $Z_p = \{1, 2, 3, \ldots (p-1)\}$ प्रथम $(p-1)$ धन पूर्णांकों का Set है।

here p = अभाज्य सं। संक्रिया $\times_p$ के लिए एक group होता है।

$G_1 = \{1, 2, 3, 4 \,;\, \times_5\}$

$G_2 = \{1 ; 2, 3, 4, 5, 6, \times_7\}$

Group की कोटि ⇒ $G_0 = \{1, \cdot\}$, $G_2 = \{1, \omega, \omega^2 ; \times\}$

$G_1 = \{1, -1, \times\}$

$G_3 = \{1, -1, i, -i, \times\}$

$G_4 = \{0, 1, 2, 3, 4 ; \times_5\}$

here $o(G_0) = 1$ $\quad o(G_3) = 4$

$o(G_1) = 2$ $\quad o(G_4) = 5$

$o(G_2) = 3$

$+_5$	0	1	2	3	4
0		1	2	3	4
1	1	2	3	4	0
2	2	3	4	0	1
3	3	4	0	1	2
4	4	0	1	2	3

अत: here-

0 का प्रतिलोम = 0
1 —"— = 4
—"— = 3
—"— = 2
4 —"— = 1

$\times_5$	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	4	1	3
3	3	1	4	2
4	4	3	2	1

here-

1 का प्रतिलोम = 1
2 —"— = 3
3 —"— = 2
4 —"— = 4

Q.14) $\{z_6 +(\bmod 6)\}$ में $2 +_6 4^{-1} +_6 3^{-1}$ का मान = ?

$z_6 = \{0,1,2,3,4,5,6\}$

$2 +_6 4^{-1} +_6 3^{-1}$

$\Rightarrow 2 +_6 (2 +_6 3)$

$\Rightarrow 2 +_6 5 = 1$

~~Q.5)~~

property-5 (page-6)

proof- $\because a \in G \Rightarrow a^{-1} \in G$

$\because a^{-1} \in G \neq \emptyset, b \in G \Rightarrow a^{-1}b \in G$

Now समी. $ax = b$ में $x = a^{-1}b$ put →

$L.H.S. = ax$

$= a(a^{-1}b) = (aa^{-1})b = eb$

$= b = R.H.S.$

अद्वितीय proofe के लिए — Now समी. $ax = b$ के दो हल यदि संभव है x_1 & x_2 है।

$\therefore ax_1 = b,\ ax_2 = b$

$\Rightarrow \quad ax_1 = bx_2$

$\Rightarrow \quad x_1 = x_2$

अर्थात् दोनों हल समान हैं।

$\therefore$ समी. $ax = b$ का एक हल $a^{-1}b \in G$ है।

Q.13) by option-

(2) $G = \left\{ \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix} ; a, b \in R, a \neq 0 \right\}$

let संवृत नियम

$A_1 = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ -b_1 & a_1 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ -b_2 & a_2 \end{bmatrix} \quad a_1 \neq 0, a_2 \neq 0$

Now $A_1 A_2 = \begin{bmatrix} a_1 & b_1 \\ -b_1 & a_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_2 & b_2 \\ -b_2 & a_2 \end{bmatrix}$

$= \begin{bmatrix} a_1 a_2 - b_1 b_2 & a_1 b_2 + b_1 a_2 \\ -b_1 a_2 - a_1 b_2 & -b_1 b_2 + a_1 a_2 \end{bmatrix}$

$= \begin{bmatrix} c & d \\ -d & c \end{bmatrix} \in G$

$I_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

& $A^{-1} = \dfrac{1}{a^2+b^2} \begin{vmatrix} a & -b \\ -(-b) & a \end{vmatrix} \in G$

अतः ये एक group है।

Similarly by option (1) & (4) = group

page-7

(1) $(G, \circ)$ के प्रत्येक अवयव के लिए $a^2 = e$ है।

$\because a^2 = e \Rightarrow a \cdot a = e \Rightarrow a^{-1} = a$

let $a \in G, b \in G \Rightarrow a^{-1} = a$ & $b^{-1} = b$

$\because a \in G, b \in G \Rightarrow (a, b) \in G$

$\Rightarrow (a, b) = (ab)^{-1}$

$\Rightarrow (a, b) = b^{-1} a^{-1} \Rightarrow ab = ba$

$\therefore G$ क्रमविनिमेय है।

Ex:- (1) $G = \{1, -1, i, -i\}$ एक आबेली group है। but इसका प्रत्येक अवयव a, स्वयं के प्रतिलोम के equal नहीं है।

(2) ऐसा आबेली group जिसके प्रत्येक अवयव, तत्समक अवयव के अतिरिक्त, की कोटि 2 है।

(i) क्लाइन 4 group है।

$G = \{e, a, b, c\}$

o	e	a	b	c
e	e	a	b	c
a	a	e	c	b
b	b	c	e	a
c	c	b	a	e

$e^{-1} = e$
$a^{-1} = a,\ b^{-1} = b$
$c^{-1} = c$

$a \cdot b = c$
$b \cdot c = a$
$c \cdot a = b$

(ii) $G = \{\{f_1, f_2, f_3, f_4\}; o\}$

here $f_1(x) = x,\ f_2(x) = -x,\ f_3(x) = \frac{1}{x},\ f_4(x) = -\frac{1}{x}$

Set G, संयुक्त फलन संक्रिया के लिए group है। इसके प्रत्येक अवयव स्वयं का प्रतिलोम है। इसकी संक्रिया सारणी-

o	f_1	f_2	f_3	f_4
f_1	f_1	f_2	f_3	f_4
f_2	f_2	f_1		
f_3	f_3		f_1	
f_4	f_4			f_1

अवयव की कोटि =>

(1) समूह $G_2 = \{1, \omega, \omega^2; \times\}$ में ~~अव~~

$o(1) = 1,\quad o(\omega) = \omega^2$
$o(\omega^2) = \omega$

$o(1) = 1 \qquad o(i) = 4$
$o(-1) = 2 \qquad o(-i) = 2$

$G_4 = \{0, 1, 2, 3, 4;\ +_5\}$ $(\because e = 0)$

$O(0) = 0$

$O(1) = 1+1+1+1+1 = (1)^5 = 0$

$\therefore O(1) = 5$

$O(2) = 2+2+2+2+2 = (2)^5 = 0$

$\therefore O(2) = 5$

$O(3) = 3+3+3+3+3 = (3)^5 = 0$

$\therefore O(3) = 5$

$O(4) = 4+4+4+4+4 = (4)^5 = 0$

$\therefore O(4) = 5$

$G_5 = \{1, 2, 3, 4;\ \times_5\}$ $(\because e = 1)$

$O(1) = \cancel{1\times1\times1\times1\times1 = (1)^5}\ (1)^1 = 1$

$\therefore O(1) = 1$

$O(2) = 2\times2\times2\times2 = (2)^4 = 1$ $\qquad \frac{2^4}{5} = 1$

$\therefore O(2) = 4$

$O(3) = 3\times3\times3\times3 = 3^4 = 1$

$\therefore O(3) = 4$

$O(4) = 4\times4 = 4^2 \Rightarrow \frac{4^2}{5} = 1$

$\therefore O(4) = 2$

$\Rightarrow$ अवयव a ~~&~~ इसके (a^{-1}) inverse की कोटि same होती है।

$\Rightarrow$ let $O(a) = 1$

तब $a^1 = e \Rightarrow a = e$

<u>अवयव की कोटि के गुणधर्म</u> $\Rightarrow$

(iii) यदि किसी group G के एक अवयव की कोटि n है तब $a^m = e$ iff m, n का गुणज हो।

proof- Let $m = kn$ तब

$a^m = a^{kn}$

$= (a^n)^k$

$a^m = e^k = e$ —— (1)

Now let $a^m = e$

माना $m = nq + r$

here $0 \le r < n$

अब $a^m = e$

$\Rightarrow a^{nq+r} = e$

$\Rightarrow (a^n)^q \cdot a^r = e$

$\Rightarrow e^q \cdot a^r = e$

$\Rightarrow e \cdot a^r = e$

$\Rightarrow a^r = e$ (here $0 \le r < n$

$\therefore r = 0$ $a^n = e$)

$\therefore m = nq$ $a \cdot a^{-1} = e$)

$\Rightarrow m, n$ का गुणज है।

(V) एक group G के ~~किसी~~ अवयव a के लिए

$o(a) = o(xax^{-1}) \ \forall x \in G$

proof: $\because (xax^{-1})^2 = (xax^{-1})(xax^{-1})$

$= xa[(x^{-1}x)a]x^{-1}$

$= xa^2x^{-1}$

& $(xax^{-1})^3 = (xax^{-1})^2(xax^{-1})$

$= (xa^2x^{-1})(xax^{-1})$

$= xa^2[(x^{-1}x)a]x^{-1}$

$= xa^2(a)x^{-1}$

$= xa^3x^{-1}$

Thus $(xax^{-1})^m = xa^mx^{-1}$; $m \in Z^+$

Now let $o(a) = n$ & $o(xax^{-1}) = m$

$\therefore a^n = e$ —— (1)

$\because o(xax^{-1}) = m \Rightarrow (xax^{-1})^m = e$

$\Rightarrow xa^mx^{-1} = e$

$\Rightarrow x^{-1}(xa^mx^{-1})x = x^{-1}(e)x$

$\Rightarrow (x^{-1}x)\, a^m (x^{-1}x) = e$

$\Rightarrow a^m = e \Rightarrow m, n$ का गुणज है।

Now $(xax^{-1})^n = xa^n x^{-1}$

$= (xa^n) \cdot x^{-1}$

$= (xe) \cdot x^{-1}$

$= xx^{-1} = e$

$\Rightarrow (xax^{-1})^n = e$ —— (2)

$\Rightarrow$ n, m का गुणज है

by (1) & (2) $\Rightarrow$ $n = m$

$\Rightarrow \boxed{o(a) = o(xax^{-1})}$

(vi) यदि $a, b \in G$ तो $o(ab) = o(ba)$

$\because o(ab) = o[(ab)^{-1}]$	$o[(ab)]$
$= o(b^{-1}a^{-1})$	$\Rightarrow o(eab)$
$= o(a^{-1}b^{-1})$	$\Rightarrow o(b^{-1}(ab)b)$
$= o((ba)^{-1})$	$\Rightarrow o(ab)$
$= o(ba)$	$\{\because o(a) = xax^{-1}\}$

(vii) यदि $o(a) = n$ हो तब $o(a^p) = \frac{n}{d}$

here d, n & p का महत्तम म. स. व. (HCF)

यदि $d = 1$ अर्थात n & p सापेक्षिक अभाज्य है।

हो तब $o(a) = o(a^p)$

Ex:- $G = \{1, -1, i, -i, \times\}$ के लिए

$o(i) = 4$

Then $o(i^{11}) = 4$

$o(i^{23}) = 4$

$o(i^{8}) = 1$

$o(i^{31}) = 4$

$\left\{ \begin{array}{l} i^{11} = i^3 = -i \\ o(-i) = 4 \end{array} \right.$

Q.30) $\because o(a) = 35$

$\therefore o(a^{15}) = \frac{35}{15 \text{ व } 35 \text{ का HCF}} = \frac{35}{5}$

$= 7$

Q.10) $G = \{2, 4, 6, 8\} ; X_{10})$

$2 X_{10} 2 = 4$ $\quad$ $4 X_{10} 6 = 4$

$2 X_{10} 4 = 8$ $\quad$ $6 X_{10} 6 = 6$

$2 X_{10} 6 = 2$ $\quad$ $8 X_{10} 6 = 8$

$2 X_{10} 8 = 6$

∴ 6 तत्समक अवयव है।

$a X_{10} 6 = a = 6 X_{10} a \quad \forall a \in G$

Q.12) $\because a, b \in G \Rightarrow ab \in G$

$ab = (ab)^{-1}$

$= b^{-1}a^{-1}$

$ab = ba \quad \forall a, b \in G$

∴ G आबेली है।

But विलोम सत्य नहीं। अर्थात कोई समूह यदि आबेली है तो जरूरी नहीं है कि G का प्रत्येक अवयव स्वयं का प्रतिलोम हो।

⇒ यदि $n(A) = 5$ हो तो A पर परिभाषित (i) द्वि आधारी संक्रियाओं की सं. ⇒ $n(A \times A) \to A \Rightarrow 5^{25}$

(ii) क्रमविनिमेय संक्रियाओं की सं.

∵ यदि $n(A \times A) \to A$

∵ $n(A \times A) = 25$

$A = 5$

∴ $n(A \times A) \to A$

5^{25}

$A = \{1, -1, i, -i\}$

×	1	−1	i	−i
1	1	−1	i	−i
−1	−1	1	−i	i
i	i	−i	−1	1
−i	−i	i	1	−1

$n(A \times A) =$ जो repeat ~~नहीं हो रहे वो~~ element

$= 15$

$A \times A \to A$ की सं. $= 5^{15}$

o	e	a	b	c	d
e	ee	ea	eb	ec	ed
a	ae	aa	ab	ac	ad
b	be	ba	bb	bc	bd
c	ce	ca	cb	cc	cd
d	de	da	db	dc	dd

असमान अवयव $= 15$

प्र.113) समुच्चय A पर परिभाषित

$\begin{pmatrix}\text{अक्रमविनिमेय} \\ \text{द्वि. संक्रिया की सं.}\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}\text{A पर परिभाषित} \\ \text{कुल संक्रियाओं} \\ \text{की सं.}\end{pmatrix} - \begin{pmatrix}\text{क्रमविनिमेय} \\ \text{द्विआधारी सं.}\end{pmatrix}$

$= 5^{25} - 5^{15} = 5^{15}(5^{10}-1)$

परिणाम ⇒ यदि $n(A) = m$ हो तब -

(i) समुच्चय A पर परिभाषित द्विआधारी संक्रियाओं की सं. $= m^{m^2}$

(ii) समुच्चय A पर परिभाषित क्रमविनिमेय संक्रियाओं की सं. $= m^{\frac{m(m+1)}{2}}$

(iii) समुच्चय A पर — " — अक्रमविनिमेय — " — सं. $= m^{m^2} - m^{\frac{m(m+1)}{2}}$

Ex-

यदि here $n=5$ हो तो अक्रमविनिमेय संख्याओं की सं. $= 5^{25} - 5^{15}$

यदि $n=4$ हो तो अक्रमविनिमेय ~~संख्या~~ संक्रियाओं की सं. $\Rightarrow 4^{16} - 4^{10}$

$o(e) = 1$
$o(a) \le o(G)$
$o(a) = o(a^{-1})$
$o(ab) = o(ba)$

यदि $o(a) = n$ हो तब
$o(a^p) = \frac{n}{d}$; here d, n & p का HCF (म.स.प.) है।
$o(a^p) = o(a)$; जब p & n सापेक्षिक अभाज्य हों अर्थात् $d = 1$

⇒ यदि G आबेली हो -
$o(ab) = o(a)$ व $o(b)$ का LCM

Result
page-7

(3) $(ab)^2 = a^2b^2 \iff G$ आबेली है।

$(ab)\cdot(ab) = aa\,bb$
$a(ba)b = a(ab)b$
$ba = ab$

विलोमतः $ab = ba$

$(ab)(ab) = (ba)(ab)$

$\cancel{a(ba)b} = b(aa)b$

$= b(a^2 b)$

$= (bb)a^2$

$(ab)^2 = a^2 b^2$

(4) $G = \{e, a, b, c\}$ एक group है।

here $e^{-1} = e$

या तो $a^{-1} = a$, $b^{-1} = b$ या $c^{-1} = c$

या $a^{-1} = b$ हो तब $ab = ba = e$

$[c^{-1} = c]$

(5) $\because a, b$ क्रमविनिमेय है।

$ab = ba$

$(ab)^{-1} = (ba)^{-1}$

$(b^{-1}a^{-1}) = (a^{-1}b^{-1})$

$\Rightarrow \therefore a^{-1}b^{-1}$ भी क्रमविनिमेय है।

Again $ab = ba$

$a^{-1}(ab) = a^{-1}(ba)$

$(a^{-1}a)b = (a^{-1}b)a$

$\Rightarrow eb = a^{-1}(ba)$

$\Rightarrow b = a^{-1}(ba)$

$\Rightarrow ba^{-1} = (a^{-1}b)(aa^{-1})$

$\Rightarrow ba^{-1} = a^{-1}b$

$\therefore ba^{-1}$ या $a^{-1}b$ भी क्रमविनिमेय है।

~~Similarly~~

(6) G आबेली then $(ab)^n = a^n b^n$

case-Ist $n = 0$ हो तब

$(ab)^0 = e$

$= e \cdot e$

$\Rightarrow (ab)^0 = a^0 b^0$

अतः $n=0$ के लिए सत्य है।