BAOU
Education
for All

ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર
ઓપન યુનિવર્સિટી

SECM-02
ગણિત

વિભાગ

1

ગણિત અને ગણિત શિક્ષણ

એકમ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

એકમ-2 ગણિતનું સ્વરૂપ

એકમ-3 ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો

એકમ-4 ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ

લેખક	
ડૉ. કીર્તિબેન માટલીવાલા	ડિપાર્ટમેન્ટ ઓફ એજ્યુકેશન, દક્ષિણ ગુજરાત યુનિવર્સિટી, સુરત.
પરામર્શક (વિષય)	
ડૉ. રાજેશ આર. રાઠોડ	આઇ.આઈ.ટી.ઈ. ગાંધીનગર.
પરામર્શક (ભાષા)	
ડૉ. વિરલ જાદવ	શ્રી પ્રકાશ કૉલેજ ઓફ એજ્યુકેશન, અમદાવાદ.
સંપાદન અને સંયોજન	
પ્રો. (ડૉ.) અજીતસિંહ પી. રાણા	નિયામકશ્રી (શિક્ષણશાસ્ત્ર) ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.
સંયોજન સહાય	
ડૉ. મીના આઈ. રાજપૂત	ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.

પ્રકાશક : કુલસચિવ, ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ-382481

આવૃત્તિ : પ્રથમ આવૃત્તિ-2020, **નકલ :** 600
દ્વિતીય આવૃત્તિ-2021, **નકલ :** 600

ISBN : 978-93-5598-090-8

Copyright © Registrar, Dr. Babasaheb Ambedkar Open University, Ahmedabad.
December 2020

While all efforts have been made by editors to check accuracy of the content, the representation of facts, principles, descriptions and methods are that of the respective module writers. Views expressed in the publication are that of the authors, and do not necessarily reflect the views of Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. All products and services mentioned are owned by their respective copyrights holders, and mere presentation in the publication does not mean endorsement by Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. Every effort has been made to acknowledge and attribute all sources of information used in preparation of this Self Learning Material. Readers are requested to kindly notify missing attribution, if any.

વિભાગ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણ

એકમ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

એકમ-2 ગણિતનું સ્વરૂપ

એકમ-3 ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો

એકમ-4 ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ

વિભાગ-2 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને ગણિતમંડળ

એકમ-5 ગણિત શિક્ષણ અને વર્તનક્ષેત્રો

એકમ-6 NCF-2005 પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

એકમ-7 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને વર્તન પરિવર્તન

એકમ-8 ગણિત મંડળ

વિભાગ-3 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો, પ્રયુક્તિઓ, પદ્ધતિઓ, શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

એકમ-9 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો

એકમ-10 ગણિત શિક્ષણની પ્રયુક્તિઓ

એકમ-11 ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

એકમ-12 શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

વિભાગ-4 ગણિત શિક્ષણમાં આયોજન તથા અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

એકમ-13 પાઠ આયોજનનો અર્થ, મહત્ત્વ અને સોપાનો

એકમ-14 આદર્શ પાઠ આયોજન

એકમ-15 પાઠ આયોજનના પ્રકાર

એકમ-16 અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

દૂરવર્તી અધ્યયનમાં સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીની ભૂમિકા

દૂરવર્તી શિક્ષણ પ્રણાલીમાં અસરકારક સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રી અનિવાર્ય છે. આ અભ્યાસ-સામગ્રીના લેખકો, અધ્યાપકો અને વિદ્યાર્થીઓ એકબીજાંથી ઘણાં દૂર અને ક્યારેક તો ક્યારેય ન મળી શકે તેવી સ્થિતિમાં હોવાથી આવી અધ્યયન સામગ્રી સુગમ અને અસરકારક હોવી જરૂરી છે. દૂરવર્તી શિક્ષણ માટેની અભ્યાસ-સામગ્રીમાં વિદ્યાર્થીના બૌદ્ધિક ચિંતનને ઉદ્દીપ્ત કરવાની ક્ષમતા તથા આવશ્યક તમામ અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ હોવી જોઈએ. આ સામગ્રી પાઠ્યક્રમના સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓના અનુસંધાને વિદ્યાર્થીને પર્યાપ્ત માર્ગદર્શન આપવા સક્ષમ હોવી જોઈએ. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં અભ્યાસક્રમમાં સૂચિત તમામ બાબતોનો સમાવેશ થાય તે જરૂરી છે.

અસરકારક અધ્યયન સિદ્ધ કરવા માટે અનેક પ્રકારના આયોજનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે; જેનાથી વિદ્યાર્થી જ્ઞાનોપાર્જન કરી શકે. બૌદ્ધિક અને મનોશારીરિક કૌશલ્યો કેળવી શકે અને વર્તન તથા અભિગમમાં આવશ્યક પરિવર્તનો સાધી શકે. આથી જ વિદ્યાર્થીનું મૂલ્યાંકન પણ પાઠ્યસામગ્રીમાં આવરી લેવામાં આવ્યું છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવેલી શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું સ્વરૂપ તે શિક્ષણના જ્ઞાનાત્મક, ભાવાત્મક કે મનોશારીરિક હેતુમાંથી કયા હેતુને સંલગ્ન છે ? તેના પર આધારિત છે. આ હેતુઓ ભવિષ્યમાં અનુક્રમે જ્ઞાન, બૌદ્ધિક કૌશલ્યો અને મનોશારીરિક કૌશલ્યોની ઉપલબ્ધિમાં પરિણમે છે. વિદ્યાર્થીએ મેળવેલ જ્ઞાનની પ્રાપ્તિ, ઉપયોગ અને અભિવ્યક્તિ કરવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય. વિદ્યાર્થીઓના પૂર્વજ્ઞાનનો અને અનુભવોનો આધાર લઈને રચવામાં આવેલ શિક્ષણ સામગ્રી દ્વારા બૌદ્ધિક કૌશલ્યના હેતુને સિદ્ધ કરી શકાય છે અને તેના દ્વારા નવીન જ્ઞાન પ્રાપ્તિનો માર્ગ પ્રશસ્ત થાય છે.

અભ્યાસ-સામગ્રીમાં સ્વાધ્યાય પ્રોજેક્ટ અને પ્રતિપૃષ્ટિ(Feedback)ના સ્વરૂપે અભ્યાસનું આયોજન જરૂરી છે. શારીરિક કૌશલ્ય સંબંધિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં ચિત્રાત્મક રજૂઆત હોવી જોઈએ અને ત્યારબાદ ઉચિત અભ્યાસનું આયોજન હોવું જોઈએ. વર્તન અને અભિગમમાં પરિવર્તન માટે આયોજિત શિક્ષણ પ્રવૃત્તિઓ રસ જન્માવે તેવી તથા આ પરિવર્તન દ્વારા થતાં લાભ અને તેની જરૂરિયાતને પ્રતિબિંબિત કરે તેવી હોવી જોઈએ. ત્યાર પછી નવાં અભિગમોને અપનાવવાની અને તે સંબંધિત પ્રક્રિયાના યોગ્ય અભ્યાસનું ઉચિત આલેખન થવું જોઈએ.

દૂરવર્તી શિક્ષણની ભૂમિકા.

પ્રત્યક્ષ અધ્યાપનમાં જોવા મળતી પ્રત્યાયનની વિશેષતાઓ; જેવી કે અંતરાલાપ, પૂર્વઅભિસંધાન, યોગ્ય સ્થાને વિરામ, આરોહ-અવરોહ, ભાવ-ભંગીમા, સ્વરભાર વગેરે દૂરવર્તી અધ્યયનમાં ઉપલબ્ધ નથી. આ ઉણપ વિશેષતઃ મુદ્રિત સાહિત્યમાં (લેખિત સાહિત્યમાં) જોવા મળે છે. વિદ્યાર્થી અને શિક્ષક વચ્ચેના વ્યવવહારની આ ખૂટતી કડીને જોડવા માટે જ દૂરવર્તી સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન કરવામાં આવે છે. માટે જ આવી પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન વૈકલ્પિક નહીં; પરંતુ અનિવાર્ય છે.

સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીને નાના એકમોમાં વિભાજિત કરીને શિક્ષણના ઉત્તમ સાધન તરીકે વિકસાવવાની સંકલ્પના છે. શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં વૈવિધ્ય દ્વારા શિક્ષણના વિવિધ ક્ષેત્રના હેતુઓ સિદ્ધ થાય તેવો પ્રયત્ન કરવાનો છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીનું આયોજન પૂર્વનિશ્ચિત, શૈક્ષણિક નીપજને ધ્યાનમાં લઈને કરવાનું હોવાથી તેના હેતુઓ અને ધ્યેયો નિશ્ચિત હોય છે. વળી અધ્યેતાઓ દૂરસ્થ હોવાથી આ સામગ્રી દ્વારા તેઓ નિશ્ચિત અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓમાં સંલગ્ન રહે તેવું આયોજન કરવામાં આવે છે. જેથી અધ્યેતાઓ સંબંધિત સંકલ્પનાઓને બરાબર સમજી શકે. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં સાથે સંકળાયેલ સ્વાધ્યાયો, પ્રાયોગિક કાર્યો, પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રકલ્પોનો પણ આ જ હેતુ છે. આ સામગ્રી માટે ઉચિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓની ઉદાહરણરૂપ સૂચિ ઘણી મોટી હોઈ શકે. આ સંદર્ભે શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓ વિદ્યાર્થીને અભિપ્રેરિત કરે છે, માર્ગદર્શન આપે છે અને વિદ્યાર્થીની પ્રગતિ અને પ્રદર્શનનું સતત માપન-મૂલ્યાંકન પણ કરે છે.

વિભાગીય પ્રસ્તાવના :

આ વિભાગમાં ચાર એકમોનો સમાવેશ કરવામાં આવેલ છે. જેમાં એકમ-૧, ૨, ૩, ૪ છે. જેમાં ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પનાથી લઈ ગણિત શિક્ષણમાં સમાવિષ્ટ વિવિધ મુદ્દાઓની છણાવટ કરવામાં આવી છે.

એકમ-૧માં ગણિતની સંકલ્પના, ગણિત શિક્ષણનો અર્થ, વિવિધ વ્યાખ્યાઓ તેમજ ગણિત શિક્ષણના મહત્ત્વની ચર્ચા કરવામાં આવી છે.

એકમ-૨માં ગણિત શિક્ષણના નિયમો અને વિવિધ સિદ્ધાંતો તેમજ ગણિત દ્વારા વ્યવહારુ કોયડાઓ ઉકેલવાની છણાવટ કરવામાં આવી છે.

એકમ-૩માં ગણિત શિક્ષણના વિવિધ મૂલ્યો જેવાં કે માનસ ઘડતરનું મૂલ્ય, ઉપયોગિતાનું મૂલ્ય, સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય વગેરે જેવાં મૂલ્યોની વિસ્તારપૂર્વક ચર્ચા હાથ ધરવામાં આવી છે.

એકમ-૪માં અનુબંધની ચર્ચા ગણિત શિક્ષણને ધ્યાનમાં રાખીને કરવામાં આવી છે. જેમાં ગણિતનો તેની આંતરિક શાખાઓ તેમજ અન્ય વિષયો સાથેનો અનુબંધ ઉદાહરણ સહિત દર્શાવવામાં આવ્યો છે.

દરેક એકમના અંતે વિદ્યાર્થીઓ પોતાની પ્રગતિ ચકાસી શકે એવા આશયથી પ્રશ્નો આપી અંતે સ્વાધ્યાયના પ્રશ્નો પણ આપવામાં આવ્યા છે.

એકમ 1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

: રૂપરેખા :

1.1 પ્રસ્તાવના

1.2 ઉદ્દેશો

1.3 ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

1.4 ગણિત શિક્ષણનો અર્થ

1.5 ગણિત શિક્ષણની વ્યાખ્યાઓ

1.6 ગણિત શિક્ષણનું મહત્ત્વ

1.7 સારાંશ

1.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

1.9 સ્વાધ્યાય

1.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

જીવનમાં ગણિતનું આગવું મહત્ત્વ છે કારણ કે તે જીવનના દરેક પાસાને સ્પર્શે છે. સવારથી સાંજ સુધીની આપણી દૈનિક ક્રિયાઓનો વિચાર કરીએ તો સવારે ઊઠીએ ત્યારે 'કેટલાં વાગ્યા'થી સાંજે ઊંઘીએ ત્યારે પણ 'કેટલાં વાગ્યા' સુધીની તમામ બાબતોમાં ગણિત છૂપાયેલું છે અને તેથી જ ગણિત શિક્ષણ વિદ્યાર્થીને સક્ષમ અને સમૃદ્ધ બનાવે છે.

આ એકમમાં આપણે ગણિત અને ગણિત શિક્ષણને પામવાનો પ્રયત્ન કરીશું. જેમાં ગણિતની સંકલ્પનાઓ, અર્થ, વ્યાખ્યાઓ અને ગણિતના મહત્ત્વ વિશે માહિતી મેળવીશું. ગણિત જ વિદ્યાર્થીને સાચા અર્થમાં શિસ્તબદ્ધ, નિયમિત અને સુસંસ્કારી બનાવે છે તેથી ગણિત શિક્ષણ શાળાના દરેક તબક્કે અનિવાર્ય છે.

1.2 ઉદ્દેશો (Objectives)

આ એકમના અંતે, તમે કરી શકશો :

- ગણિત એટલે શું ? તે સમજી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના સમજી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણની વિવિધ વ્યાખ્યાઓ સમજી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણનું મહત્ત્વ સમજી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણની સમજ આપી શકશો.

1.3 ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના (Concept of Teaching of Mathematics)

ગણિત શિક્ષણ એટલે ગણતરી કરતાં શીખવવું એવી સંકલ્પના છે. ગણિતની મૂળભૂત પ્રક્રિયાઓ સરવાળો, બાદબાકી, ગુણાકાર અને ભાગાકાર પર કાબૂ મેળવવો અને વ્યક્તિ તેનો ઉપયોગ કરતો થાય એટલે ગણિત શીખ્યો કહેવાય. આ આપણી જૂની સંકલ્પના છે. ગણિતની આધુનિક સંકલ્પના આનાથી જુદી પડે છે. ગણિતએ અમૂર્ત ખ્યાલોનો વિકાસ કરવાનું તર્કબદ્ધ માળખું છે, જેમાં કેટલીક બાબતો સત્ય (પૂર્વધારણા) તરીકે સ્વીકારી તેનો વિકાસ કરવામાં આવે છે. બીજી રીતે કહીએ તો ગણિત એટલે અવ્યાખ્યાયિત પદો, વ્યાખ્યાયિત પદો, પૂર્વધારણાઓ, નિયમો, સિદ્ધાંતો, સૂત્રોનું ક્રમબદ્ધ માળખું. આ સંકલ્પના મુજબ બધી જ શાખાઓ એકબીજાં સાથે સંકલિત છે.

ગણિત શિક્ષણમાં ગણતરીઓને જ સ્થાન છે એવું નથી. ગણિતને જુદી પોતાની આગવી શૈલી છે, પોતાની ભાષા છે, પોતાના વિશિષ્ટ સંકેતો છે અને સંજ્ઞાઓ છે. આ બધા દ્વારા વ્યક્તિ પોતાના મૂર્ત અને અમૂર્ત વિચારોનું અર્થઘટન કરી યોગ્ય નિર્ણય લઈ શકે છે. એટલે જ **Benjamin Peirce** જણાવે છે કે,

"Mathematics is the science which draw necessary conclusions." વળી, ખ્યાતનામ ગણિતશાસ્ત્રી પાસ્કલ જણાવે છે કે ગણિત એ એવું વિજ્ઞાન છે કે જેનાથી જરૂરી તારણો કાઢવામાં મદદ મળે છે. તે વધુમાં નોંધે છે કે **"Mathematics is a tool which helps an individual to draw conclusions and interpret the findings and results on the basic reasoning."**

આમ ગણિતનું શિક્ષણએ તર્ક શક્તિ પર આધારિત તારણોનું અર્થઘટન કરી, ઉકેલ મેળવવાનું સાધન છે. તે માત્ર નિર્ણયો લેવામાં ઉપયોગી છે એટલું જ નહીં પરંતુ વિચારોના પ્રસારણનું મહત્ત્વનું માધ્યમ છે. વળી, ગણિત એ અમૂર્ત ખ્યાલોનું વિજ્ઞાન છે જે અંક અને અંતર વચ્ચેના સંબંધોના પ્રાથમિક ખ્યાલોના તારણોના નિગમનની શોધ છે. આમ, ગણિત શિક્ષણ, એટલે આંકડા અને અંતરનું જ્ઞાન આપતું વિજ્ઞાન, માપન, રાશિ અને પરિમાણનું વિજ્ઞાન તથા સુઆયોજિત અને ચોક્કસાઈપૂર્વકની ગણતરીઓ, સમસ્યાઓ અને સંબંધોને ઉકેલતું વિજ્ઞાન ગણી શકાય.

1.4 ગણિત શિક્ષણ અર્થ (Meaning of Teaching Mathematics)

શાળા કક્ષાએ શીખવવામાં આવતા વિષયોના હેતુઓના આધારે તેમના સ્વરૂપ નક્કી થાય છે. દરેક વિષયના સ્વરૂપ અલગ અલગ હોય છે. ગણિતના સ્વરૂપને નીચેના મુદ્દાઓને આધારે સમજી શકાય છે.

1) ગણિતમાં સંખ્યાઓ, સ્થાન, દિશા અને માપનનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે.
2) ગણિતને પોતાની ભાષા છે. ભાષાનો અર્થ ગણિતીય પદો, ગણિતના ખ્યાલો, સૂત્રો, સિદ્ધાંતો અને સંકેતો છે.
3) ગણિતના જ્ઞાનનો આધાર જ્ઞાનેન્દ્રિયો પર છે.
4) ગણિતનું જ્ઞાન નિશ્ચિત છે તેના પર વિશ્વાસ કરી શકાય છે.
5) ગણિતનું જ્ઞાન યથાર્થ (Exact), ક્રમ બદ્ધ (Systematic), તાર્કિક (Logical) તથા સ્પષ્ટ (Clear) હોય છે. જે એકવાર આવડી ગયા પછી ક્યારેય ભૂલી શકાતું નથી.
6) ગણિતમાં અમૂર્ત ખ્યાલોને મૂર્ત ખ્યાલોમાં પરિવર્તિત કરી શકાય છે અને તેની વ્યાખ્યા પણ આપી શકાય છે.
7) ગણિતના નિયમો, સૂત્રો, સિદ્ધાંતો સર્વવ્યાપી અને પ્રમાણભૂત છે. તેના પર સ્થળ અને કાલની અસર થતી નથી એટલે સૌથી વધુ વિશ્વસનીય છે. ઉદાહરણ તરીકે 2+2=4, જે વિશ્વના કોઈ પણ ભાગમાં, પ્રાચીન કાળથી આજ દિન સુધી સ્થાયી છે.
8) પ્રકૃતિમાં મળતા તમામ પદાર્થમાં પરસ્પર સંબંધ અને સંખ્યાત્મક નિષ્કર્ષમાં ગણિત ઉદ્ભવે છે.
9) ગણિતના સંભવિત ઉત્તરો નિશ્ચિત હોય છે.
10) ગણિતનું જ્ઞાન આગમન, નિગમન અને સામાન્યીકરણથી વિકાસ પામે છે.
11) ગણિતના અભ્યાસથી બાળકોમાં આત્મવિશ્વાસ અને આત્મનિર્ભરતાનો વિકાસ થાય છે.
12) ગણિતના જ્ઞાનથી બાળકોમાં પ્રશંશાત્મક અને વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ વિકસે છે.
13) ગણિતના જ્ઞાનનો ઉપયોગ વિજ્ઞાનની જુદી જુદી શાખાઓ અને જુદાં જુદાં વિષયોના શિક્ષણમાં, કલાઓ અને રમતોમાં થાય છે.

ગણિતનો અર્થ :

ગણિત શિક્ષણની કરોડરજ્જુ છે. પરંતુ તેના અધ્યયન-અધ્યાપન કે સંક્રમણ કરતાં પહેલાં એ જાણવું ખૂબ આવશ્યક અને મહત્ત્વપૂર્ણ છે કે- 'ગણિત શું છે ?', 'તેનું શિક્ષણ કેમ આપવામાં આવે છે?' તથા 'તેની પ્રકૃતિ કેવી છે ?' સામાન્ય રીતે ગણિતની ઘણી વ્યાખ્યાઓ જોવા મળે છે. ઉદાહરણ તરીકે- કોઈ તેને 'ગણતરીનું વિજ્ઞાન' (Science of Calculations) કહે છે. કોઈ સંખ્યાઓ અને અવકાશનું વિજ્ઞાન (Science of number and space) ના રૂપમાં બતાવે છે તો વળી કોઈ માપન, જથ્થો અને દિશા આકાર-પ્રકારનું વિજ્ઞાન (Sceince of measurement, quantity and magnitude) ના રૂપમાં દર્શાવે છે. ખરેખર તો, ગણિતનો શાબ્દિક અર્થ થાય છે 'એવું શાસ્ત્ર કે જેમાં ગણતરીને પ્રાધાન્યતા છે.' આમ, જુદી જુદી માન્યતાઓ અને સંબંધોના આધાર પર આપણે કહી શકીએ કે ગણિત- 'આંકડાઓ, અક્ષર, ચિહ્ન વગેરે સંકેતોનું વિજ્ઞાન છે કે જેની સહાયથી પરિમાણ, દિશા અને સ્થાન જાણી શકાય છે.' ગણિતનો આરંભ અંકોથી થાય છે જે સંખ્યા પદ્ધતિ (Number System) છે. જેની સહાયથી ગણિતની શાખાઓનો વિકાસ થયો છે.

1.5 ગણિત શિક્ષણની વ્યાખ્યાઓ (Definitions of Teaching of Mathematics)

''Mathematics is the study of abstract system built of abstract elements, These elements are not described in concrete fashion.''

- ***Marshal, H.Stone.***

અર્થાત્,

'ગણિત એવી અમૂર્ત વ્યવસ્થાનું અધ્યયન છે કે જે અમૂર્ત તત્ત્વો મળીને બનેલ છે. આ તત્ત્વો મૂર્ત સ્વરૂપમાં વ્યાખ્યાયિત નથી.'

''Mathematics may be defind as the subject in which we never know what we are talking about, not whether what we are saying is true.''

- ***Bertrand Russell.***

અર્થાત્,

''ગણિત એક એવો વિષય છે કે જેમાં આપણે એ નથી જાણતા કે આપણે કોની વાત કરીએ છીએ અને એ પણ જાણી શકતા નથી કે જે કહી રહ્યાં છીએ તે સત્ય છે.''

"Mathematics is the language in which God has written the Universe"

- ***Galileo.***

અર્થાત્,

''ગણિત એ ભાષા છે કે જેમાં પરમેશ્વરે સંપૂર્ણ બ્રહ્માંડને લખી દીધું છે.''

"Mathematics is a way to settle in the mind of children a habit of reasoning"

- ***Locke.***

અર્થાત્,

''ગણિતએ રસ્તો છે કે જેના દ્વારા બાળકના મસ્તિષ્કમાં તર્ક કરવાની આદત સ્થાપિત થાય છે.''

આમ, ગણિતનું શિક્ષણ તર્કશક્તિ પર આધારિત તારણોનું અર્થ ઘટન કરી, ઉકેલ મેળવવાનું સાધન છે. વળી, તે અમૂર્ત ખ્યાલોનું વિજ્ઞાન છે. આમ, ગણિત શિક્ષણ એટલે આંકડા અને અંતરનું જ્ઞાન આપતું વિજ્ઞાન, માપન, રાશિ અને પરિમાણનું વિજ્ઞાન તથા સુઆયોજિત અને ચોક્કસાઈપૂર્ણ ગણતરીઓ, સમસ્યાઓ અને સંબંધોના ઉકેલનું વિજ્ઞાન ગણી શકાય.

"Mathematics is a tool which helps an individual to draw conclusions and interprets the findings and results on the basis of logical reasoning."

- ***Pascal***

અર્થાત્

''ગણિત એવું સાધન છે કે જેનાથી દરેક વ્યક્તિને જરૂરી સારાંશ કાઢવામાં મદદ મળે છે અને તાર્કિક રીતે તારણો અને પરિણામોનું અર્થઘટન કરી શકાય છે.''

1.6 ગણિત શિક્ષણનું મહત્ત્વ (Importance of Teaching of Mathematics)

"Mathematics is everywhere in our life."

સવારથી સાંજ સુધી દરેક જગ્યાએ ગણિત તમારો પીછો છોડતું નથી. જેમ કે, સવારે ઉઠો એટલે તમારી નજર ઘડિયાળ પર પડશે - કેટલાં વાગ્યા ? કેટલું પાણી પીધું ?.. કેટલાં પિરીયડ ચાલ્યા ? કેટલાં રૂપિયા ખર્ચાયા ?...થી લઈને રાત્રે ઊંઘો ત્યારે પણ નજર તો ઘડિયાળ પર !! કેટલાં વાગ્યા ?વળી વર્તમાન સમયમાં તમામ ટૅક્નૉલોજી ગણિત પર આધારિત છે. જુદી જુદી ટી.વી.ચેનલો પર આવતાં કાર્ટુનોએ ગણિતના દ્વિઘાત, ત્રિઘાત સમીકરણોની જ કમાલ છે.

ખેતીવાડી, સંદેશા વ્યવહાર, અવકાશયાત્રા, તબીબી વિજ્ઞાન, જ્યોતિષ શાસ્ત્ર, કમ્પ્યુટર પ્રોગ્રામિંગ અને વોટિંગના EVM મશીનો આ બધામાં ગણિત દર્શન દે છે.

ગણિત વ્યવહાર જીવનમાં ઉપયોગી છે તો માનસિક વિકાસ પ્રક્રિયામાં ગણિત છે. સામાજિક બંધનો અને સાંસ્કૃતિક કલાકૃતિઓમાં ભારોભાર ગણિત છે.

કોઠારી કમિશને જણાવ્યું છે કે ''શાળા જીવનના પ્રથમ દસ વર્ષોમાં વિજ્ઞાન અને ગણિત અનિવાર્યરૂપે શીખવવું જોઈએ.'' 1986ની નવી રાષ્ટ્રીય શિક્ષણનીતિ ભારપૂર્વક જણાવે છે કે, ''21મી સદીનો પાયો ગણિત અને વિજ્ઞાન છે. તેનું શિક્ષણ વ્યાપક અને અસરકારક બને તે જોવાની જવાબદારી શિક્ષકની છે.'' તો વળી આપણા ભૂતપૂર્વ રાષ્ટ્રપતિ અને વૈજ્ઞાનિક શિક્ષક એવા માનનીય અબ્દુલ કલામે જણાવ્યું છે કે, ''આપણે શિક્ષણના પાયામાં ગણિત અને વિજ્ઞાનનું એવું બીજ વાવવું જોઈએ કે તે વિદ્યાર્થી- નાગરિક બનતાં વૈજ્ઞાનિક અભિગમવાળો બને.'' (સંદર્ભ : વક્તવ્ય, ઈનોવેટિવ ટીચર એવોર્ડ સમારંભ, વિજ્ઞાનભવન, દિલ્હી)

ગણિતને અભ્યાસક્રમમાં મહત્ત્વનું સ્થાન આપવા માટેનાં કારણો નીચે પ્રમાણે છે.

- ગણિત એક ચોક્કસ વિજ્ઞાન છે. આ વિષયના અભ્યાસથી વિદ્યાર્થીઓમાં ચોક્કસાઈ આવે છે. પોતાના કાર્યમાં, સ્પષ્ટ અને ચોક્કસ બની વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણનું ઘડતર કરે છે.
- ગણિત તાર્કિક દૃષ્ટિકોણ વિકસાવે છે. પ્રત્યેક સમસ્યાના નિરાકરણ માટે જે કંઈ તર્ક જરૂરી બને છે તે તર્કને વિકસાવે છે. એક પદનો સંબંધ અન્ય પદ સાથે તાર્કિકપણે જોડાયેલો રહેવાથી તાર્કિક દૃષ્ટિકોણ વિકસાવવામાં મદદરૂપ બને છે.
- ગણિતનો જીવન સાથે ઘનિષ્ટ સંબંધ છે. ગણિતને વ્યાપારનો પ્રાણ કહે છે. વિજ્ઞાનનું જન્મદાતા કહેવાય છે. દરેક વ્યવહારમાં અને વ્યવસાયમાં ગણિત માનવીને અત્યંત જરૂરી બને છે. દૈનિક જીવનવ્યવહારમાં ગણિતના જ્ઞાન વિના સફળતા મળવી મુશ્કેલ છે. આધુનિક યુગની સભ્યતાનો પાયો ગણિત પર આધારિત છે.
- ગણિત વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓની આધારશિલા છે. આધુનિક યુગમાં વિજ્ઞાનની જુદી જુદી શાખાઓ- જ્યોતિષ વિજ્ઞાન, ભૌતિક વિજ્ઞાન, રસાયણવિજ્ઞાન, જીવવિજ્ઞાન, ભૂગર્ભ વિજ્ઞાન, અવકાશવિજ્ઞાન જેવી મહત્ત્વની છે. તે બધાનો આધાર ગણિત છે. ગણિતના જ્ઞાન સિવાય આ શાખાઓનો વિકાસ સંભવિત નથી. દબાણ, ઘનત્વ, પરમાણુ સંખ્યા, પરમાણુની ગતિ, પદાર્થનાં વજન, કદ, અંતર...વગેરેનાં ગણિતના જ્ઞાન પર આધારિત છે. વિજ્ઞાન સિવાય અન્ય વિષય શાળાના વિવિધ વિષયોની અને વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખાઓની આધારશિલા ગણાય છે. ટૂંકમાં "Mathematics is the base of all Sciences."
- ગણિત એક વિશેષ પ્રકારથી વિચારવાનો દૃષ્ટિકોણ આપે છે. ગણિતથી ચોક્કસ, ક્રમાનુસાર, તાર્કિક વાસ્તવિક રીતે વિચારવાનો દૃષ્ટિકોણ ઉત્પન્ન થાય છે. દરેક સમસ્યાના નિરાકરણ માટે વિદ્યાર્થી ચોક્કસ, સત્યરૂપે, નિશ્ચિત ક્રમાનુસાર વિચારવાનો પ્રયાસ કરે છે. જે ધીરે ધીરે તેનામાં દૃષ્ટિકોણ બની જાય છે. જેનાથી બૌદ્ધિક વિકાસ થાય છે અને માનસિક આનંદ આપે છે. Roger bacon કહે છે કે, "Neglect the mathematics works injury to all

knowledge since he who is ignorant or it cannot know the other science or the things of the world. And what is worse, men who are thus ignorant are unable to perceive their own ignorance and so do not seek a remedy"

- ગણિત રાષ્ટ્રની આર્થિક અને સામાજિક પ્રગતિનું અંગ છે- દેશની આયાત- નિકાસ વ્યાપાર અને ચલણની પરિસ્થિતિની જાણકારી ગણિતના જ્ઞાન પર નિર્ભર છે. સામાજિક પ્રગતિમાં નવીન સંશોધનોનો ઉપયોગ ગણિતના જ્ઞાન પર અવલંબે છે. વૈયક્તિક અથવા સામાજિક લાભાલાભ, સરળતાની માહિતી ગણિત આપે છે.
- ગણિત આદર્શ નાગરિક ઘડતરના પાયામાં રહેલું છે. રાષ્ટ્રનો વિકાસ નાગરિક ઘડતર પર અવલંબે છે. લોકશાહી રાષ્ટ્રમાં નાગરિક માટે જરૂરી મત ગણતરી, રાષ્ટ્રના હિતમાં થતી પ્રવૃત્તિઓના સહયોગ આપવામાં આવતો નાગરિક ફાળો ગણિતના જ્ઞાન અને માહિતી પર અવલંબે છે. ગણિત નાગરિક ઘડતર માટે, નાગરિક વિકાસ માટે અગત્યની ભૂમિકા પૂરી પાડે છે. વૈયક્તિક અને સામાજિક સમસ્યાઓનો ઉકેલ ગણિતની મદદથી સરળતાથી કરતાં સમસ્યા ઉકેલની તાલીમ ગણિતના અભ્યાસથી આપી શકાય છે. ગાણિતિક કૌશલ્યોનો વિકાસ ગણિત દ્વારા જ પૂરો પાડી ગણન, મનન, લેખન અને વાચન જેવી ક્રિયાઓ સરળતાથી કરી શકાય છે.

1.7 સારાંશ

આ પ્રકરણમાં આપણે ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરી તેની અગત્યતા, અનિવાર્યતા શું છે તેની સમજ મેળવી. ગણિત કઇ ક્રિયા છે ? ક્યાં અને કેવી રીતે ઉપયોગી છે તેની પણ સમજ મેળવી. વિવિધ ગણિતજ્ઞો એ આપેલી વિવિધ વ્યાખ્યાઓની શબ્દશઃ સમજ મેળવી. આ ઉપરાંત શાળા કક્ષાએ ગણિત શિક્ષણમાં મહત્ત્વની બાબતોની ચર્ચા કરી. જીવનમાં ગણિતની અસરકારક ભૂમિકાને સ્પષ્ટ કરી.

1.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

તમારી પ્રગતિ ચકાસો :

1. ગણિત એક ચોક્કસ વિજ્ઞાન છે. એવું કેમ કહેવાયું છે ?

....
....
....
....
....
....

2. તમારી પોતાની ગણિતની વ્યાખ્યા આપી તેમાં સમાવિષ્ટ અગત્યના શબ્દો સમજાવો.

....
....
....
....
....
....

3. પ્રાથમિક કક્ષાએ ગણિત શા માટે શીખવવું જોઈએ ?

....
....
....
....

....

....

4. **ગણિત વિશે પાસ્કલનો મત સ્પષ્ટ કરો.**

....

....

....

....

....

....

5. **ગેલિલીયોની ગણિત શિક્ષણની વ્યાખ્યા આપો.**

....

....

....

....

....

....

1.9 સ્વાધ્યાય

1. ગણિત શિક્ષણનું મહત્ત્વ સમજાવતાં કોઠારી કમિશન શું કહે છે ?
2. ગણિતના જ્ઞાનનો આધાર શેના પર છે ?
3. માર્શલ એચ.સ્ટોને ગણિતની વ્યાખ્યામાં શેના પર ભાર મૂક્યો છે ?
4. ગણિતનું મહત્ત્વ સ્પષ્ટ કરતાં રોજર બેકન શું કહે છે ?

એકમ 2

ગણિતનું સ્વરૂપ

: રૂપરેખા :

2.1 પ્રસ્તાવના

2.2 ઉદ્દેશો

2.3 ગણિતના નિયમો અને સિદ્ધાંતો

2.4 ગણિત દ્વારા વ્યવહારુ કોયડાનો ઉકેલ

2.5 સારાંશ

2.6 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

2.7 સ્વાધ્યાય

2.1 પ્રસ્તાવના

દરેક વ્યક્તિએ પોતાની સમસ્યાઓનો ઉકેલ હંમેશા પોતે જ શોધવા પડે છે. જીવનના દરેક તબક્કે વ્યક્તિ મૂંઝવણો અનુભવે છે. બાળકના જીવન ઘડતર માટે શિક્ષણ એ અગત્યનું માધ્યમ છે. બાળક પહેલેથી જ વિવિધ વિષયોનું શિક્ષણ પ્રાપ્ત કરે તે અનિવાર્ય છે. શાળા કક્ષાએ વિવિધ વિષયો પૈકી ગણિત અતિ મહત્ત્વનો વિષય છે. આથી શિક્ષણ પ્રક્રિયાના ભાગરૂપે ગણિતનું સ્વરૂપ સમજવું આવશ્યક છે. ગણિતનું સ્વરૂપ સમજવા માટે તેમાં આવતા નિયમો અને સિદ્ધાંતોની સમજ મેળવવી અતિ જરૂરી છે. બાળકની ઉંમર, કક્ષા અને બૌદ્ધિક ક્ષમતા પ્રમાણે સરળથી અઘરાં તરફ, મૂર્તથી અમૂર્ત તરફ, જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત તરફ, વિશિષ્ટ પરથી સામાન્ય તરફની શિક્ષણપ્રક્રિયા પ્રયોજવી જોઈએ. આમ, ગણિતની સંપૂર્ણતા સમજવા તેના સિદ્ધાંતો અને નિયમોના ઉપયોગ દ્વારા ગણિતના વ્યવહારુ કોયડાઓનો ઉકેલ મેળવી શકાય છે. જેની વિગતે સ્પષ્ટતા નીચે મુજબ આપી શકાય છે.

2.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. ગણિતના નિયમોની માહિતી મેળવી શકશો.

૨. ગણિતના નિયમોની સમજ પ્રાપ્ત કરશો.

૩. ગણિતના સિદ્ધાંતો અંગેની સમજ મેળવશો.

૪. ગણિતના સિદ્ધાંતોની સમજ તમારા જૂથમાં આપી શકશો.

૫. ગણિત દ્વારા વ્યવહારુ કોયડાઓનો ઉકેલ સ્વયં મેળવી શકશો.

૬. ગણિત વિષયમાં કોયડા ઉકેલના સોપાનોની સમજ મેળવી શકશો.

2.3 ગણિતના નિયમો અને સિદ્ધાંતો (Rules & Principles of Mathematics)

1. ગણિત શિક્ષણનાં નિયમો

શિક્ષણનાં સૂત્રો વર્ષોના શિક્ષણકાર્યના અનુભવોનાં નિષ્કર્ષરૂપ સૂત્રો છે. આ સૂત્રો શિક્ષણ પ્રક્રિયા માટે સત્યો કે તથ્યો બની ગયા છે. જો શિક્ષકો આ સૂત્રોનો રોજિંદા શિક્ષણકાર્યમાં ઉપયોગ કરશે તો શિક્ષણકાર્ય અસરકારક, સફળ અને સરળ બનશે.

ડૉ. જે.વેલ્ટન કહે છે કે, ''શિક્ષણનાં સૂત્રો અધ્યાપન પદ્ધતિના ગૌણ સિદ્ધાંતો છે, જેનો ઉપયોગ સુજ્ઞ શિક્ષક પોતાના અધ્યાપનની સફળતા માટે કરી શકે છે. સફળ અધ્યાપન માટે તે માર્ગદર્શક સ્તંભ જેવાં છે. એવાં સત્યોની સંહિતા છે, જે પૂરતાં સન્માનને યોગ્ય છે.'' અધ્યાપન સૂત્રો સુ-શિક્ષકોના અનુભવ, વિચાર અને અવલોકનનાં પરિણામે પ્રાપ્ત થયેલાં તારણો છે. આ તારણો સૂત્રો તરીકે સ્વીકારીએ છીએ. આમાંનાં કેટલાંક સૂત્રો નીચે પ્રમાણે છે :

(1) **જ્ઞાન પરથી અજ્ઞાત તરફ જવું (Known to unknown)** : વિદ્યાર્થી તેના પૂર્વાનુભવોને આધારે જે જાણે છે અને જેનું જ્ઞાન તેને છે તેનો આધાર લઈને તેને નવું જ્ઞાન આપવામાં આવે છે. આમ, નવા શૈક્ષણિક અનુભવોનો આધાર બાળકના પૂર્વ અનુભવ હોય તો શિક્ષણ પ્રક્રિયા સ્વાભાવિક, અસરકારક અને સચોટ બને છે. આમ, શિક્ષકે પૂર્વજ્ઞાનને નવા જ્ઞાન સાથે જોડવાનું કામ કરવાનું છે.

આ સૂત્ર ગણિત શિક્ષણમાં અતિ ઉપયોગી નીવડી શકે તેવું છે. ગણિતમાં તાર્કિક સાતત્ય છે. ગણિતના લગભગ બધા જ મુદ્દાઓ પૂર્વજ્ઞાન સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલાં હોય છે. પૂર્વજ્ઞાનનો આધાર નવો મુદ્દો શીખવવામાં સરળતા પ્રદાન કરે છે.

કેટલાંક ઉદાહરણો લઈએ : પ્રાકૃતિક સંખ્યાના ગુણધર્મોના આધારે પૂર્ણાંક સંખ્યાગણ, સંમેય સંખ્યાગણ અને વાસ્તવિક સંખ્યાગણના ગુણધર્મ શીખવીએ છીએ. ભૂમિતિના માળખાથી શરૂ કરીને પ્રમેયોની હારમાળા, સાદાં સમીકરણ પરથી દ્વિચલ સમીકરણ અને તે પરથી દ્વિઘાત સમીકરણ, ઘાતાંકના નિયમો : પ્રથમ ઘાતાંક Nનો સભ્ય હોય, પછી Zનો સભ્ય હોય, પછી Qનો સભ્ય હોય. એ ક્રમમાં ઘાતાંકના નિયમો શીખવીએ છીએ.

કયા નવા જ્ઞાનના શિક્ષણ માટે કયું પૂર્વજ્ઞાન કામ લાગશે તે શોધવાનું કામ આંતરસૂઝ દ્વારા શિક્ષકે કરવાનું છે અને એકમ શરૂ કરતાં અગાઉ તાજું કરાવી લેવાનું જરૂરી છે ;

(2) મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવું (Concrete to abstract) : મૂર્ત એટલે પ્રત્યક્ષ અને અમૂર્ત એટલે પરોક્ષ. સ્પેન્સર કહે છે, ''પાઠનો પ્રારંભ મૂર્તથી થવો જોઈએ અને સમાપ્તિ અમૂર્તમાં થવી જોઈએ.'' જ્યારે આપણે વિવિધ ઉદાહરણો આપીએ છીએ ત્યારે આપણે મૂર્ત સ્વરૂપે આપણી સંકલ્પના રજૂ કરીએ છીએ. જેમ કે ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાઓનાં માપ કઢાવી તેનો સરવાળો કરવાનું કહીએ ત્યારે સાબિત કરવાનો સિદ્ધાંત પ્રત્યક્ષ યા મૂર્ત સ્વરૂપે છે. ઘણા બધા ત્રિકોણના ખૂણાનાં માપ પરથી જ્યારે માનસિક મથામણ દ્વારા એ નિયમ તારવે છે કે કોઈપણ ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાનાં માપના સરવાળો 180° થાય. તે નિયમનું મનની અંદર દઢ થવું એ અમૂર્ત છે અને આમ પ્રત્યક્ષ ઉદાહરણો લેવાં એ મૂર્ત સ્વરૂપ છે. તેના પરથી નિયમનું તારણએ અમૂર્ત સ્વરૂપ છે. એક રીતે આગમનિક તર્ક કરવામાં પણ મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જ જવાનું હોય છે. દા.ત.સંખ્યા બે 2^1 ની સંકલ્પના સમજવા માટે શરૂઆતમાં બે પ્રત્યક્ષ વસ્તુ બતાવાય છે અને તે પરથી બાળક સંખ્યા 2નું અમૂર્ત સ્વરૂપ ગ્રહણ કરે છે.

ગણિતમાં ઘણા મુદ્દાઓ, નિયમો શીખવવા માટે આ સૂત્રનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞા પ્રયોગ દ્વારા કઢાવવામાં, ઘાતાંકનાં વિવિધ ઉદાહરણો પરથી $a^m \times a^n = a^{m+n}$ જેવાં નિયમની તારવણીમાં, ગણના ઉપગણોની સંખ્યા માટેના સૂત્રની તારવણીમાં આ જ સૂત્રનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

એક વાત લક્ષમાં રાખવી ઘટે કે નિયમ તારવ્યા પછી પાછો વિદ્યાર્થી ઉદાહરણોનો જ ઉપયોગ કર્યા કરે તો તે બરાબર નથી. ગણતરી માટે મણકા, લખોટી કે આંગળીના વેઢા, સંખ્યાના સરવાળા,બાદબાકી માટે વાપર્યા બાદ તેને મનમાં ગડ બેસવી જોઈએ અને પછી તે લખોટા કે વેઢાનો ઉપયોગ તેણે છોડી દેવો જોઈએ. શિક્ષકે એ જોવું ઘટે કે વિદ્યાર્થી અમૂર્ત વિચારો સમજવાની શક્તિ અને કૌશલ્યો પ્રાપ્ત કરે અને વ્યવહારમાં તેનો ઉપયોગ કરવાની ક્ષમતા પ્રાપ્ત કરે અને તે દ્વારા જ્ઞાનનાં ઉચ્ચ શિખરો સર કરે. આ સૂત્રને ઈન્દ્રિયગમ્ય પરથી ભાવગમ્ય સૂત્ર તરીકે પણ ઓળખી શકાય.

(3) સરળ પરથી સંકુલ પર જવું (Simple to complex) : શિક્ષણનો માનશાસ્ત્રીય ક્રમ છે કે બાળક હંમેશા પ્રથમ સરળ અને સહેલી વસ્તુ શીખે છે અને પછી તે ધીરે ધીરે મેળવેલા શૈક્ષણિક અનુભવોના આધારે કઠિન વસ્તુ શીખે છે. શિક્ષકે આ મુદ્દો ધ્યાને રાખવા જેવોં છે. આમ તો આ સૂત્ર જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત પર જવાને મળતું આવે છે. વિષયવસ્તુ સરળ છે કે કઠિન એ તો શિક્ષકે નક્કી કરવાનું છે અને તેમાં બાળકની દૃષ્ટિએ જ વિચારવાનું હોય છે. ગણિત-શિક્ષણમાં આ સૂત્રનો ઉપયોગ થતો જ હોય છે. જોકે અભ્યાસક્રમમાં મુદ્દાઓની ગોઠવણ પણ આ ક્રમે થયેલી હોય છે. ગણિત-બીજગણિતમાં શિક્ષણ આ પ્રમાણે કરીએ છીએ. વિભાજનનાં નિયમ પરથી એટલે કે $a(b+c)$ પરથી $(a+b)(c+d)$, $(a+b)^2$, $(a+b+c)^2$ નિત્યસમોના શિક્ષણમાં આ જ ક્રમ ધ્યાનમાં રાખીએ છીએ. સરળ સમીકરણ, ત્યારબાદ

દ્વિચલ સમીકરણ, ત્યારબાદ દ્વિઘાત સમીકરણો. સમીકરણની ચર્ચામાં પ્રથમ સમીકરણ છોડતાં શીખે પછી તેના પર આધારિત કૂટપ્રશ્નો લઈએ છીએ. ભૂમિતિમાં પણ પ્રમેયોની ગોઠવણી સરળ પરથી સંકુલ પર જવાના સૂત્રનું આબેહૂબ દૃષ્ટાંત પૂરું પાડે છે. સ્વાધ્યાયમાં આપવામાં આવતા દાખલાઓ પણ આ જ સૂત્રના આધારે ગોઠવવામાં આવતા. ત્રિકોણની અસમતા-સમરૂપ ત્રિકોણો આ ક્રમમાં પણ આ જ સૂત્રનો ઉપયોગ સ્પષ્ટ થાય છે. શિક્ષક જ્યારે શીખવવાનું શરૂ કરે ત્યારે પણ આ જ સૂત્ર તેણે ધ્યાનમાં રાખવું ઘટે.

(4) **અચોક્કસ પરથી ચોક્કસ પર જવું (Indefinite to definite) :** શરૂઆતમાં વિદ્યાર્થીઓના મનમાં સંકલ્પના અથવા જ્ઞાન ઘણું કરીને અસ્પષ્ટ, અનિશ્ચિત અને અચોક્કસ હોય છે. ધીમે ધીમે તેમને સ્પષ્ટ કરવાનું કામ શિક્ષકે કરવાનું હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે, વિદ્યાર્થી a^2+b^2 અને $(a+b)^2$ વચ્ચેનો સંબંધ કે તફાવત સ્પષ્ટ નથી હોતો. શિક્ષક યોગ્ય, સચોટ અને તાર્કિક ઉદાહરણો દ્વારા તેમની વચ્ચેનો સંબંધ સ્પષ્ટ કરશે. આમ, અસ્પષ્ટ ખ્યાલોને સ્પષ્ટ અને ચોક્કસ કરવાનું કામ શિક્ષકનું છે. આજનું શિક્ષણ સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરવા પર ભાર મૂકે છે. પ્રત્યેક મુદ્દાઓની સંકલ્પના સ્પષ્ટ થાય તે માટે રજૂ કરવાના વિષયવસ્તુનું યોગ્ય પૃથક્કરણ કરવું, યોગ્ય તાર્કિક ઉદાહરણો વિચારી રજૂ કરવાં, સ્પષ્ટ અને યોગ્ય શૈક્ષણિક અનુભવો આપવા, શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ કરવો, વિવિધ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવો પણ જરૂરી બને છે.

(5) **પૃથક્કરણ પરથી સંયોજન પર જવું (Analysis to synthesis) :** વિદ્યાર્થી જાતે જ શીખે તે ઉપર ભાર મુકાય છે. કોઈપણ વિષયવસ્તુને નાના ભાગમાં વિભાજન કરવાથી વિદ્યાર્થી સીધા અભિપ્રેત સિદ્ધાંત પર પહોંચી જાય છે. શિક્ષકે જે સિદ્ધાંત કઢાવવો હોય તેના સૂક્ષ્મ ભાગોનું યોગ્ય રીતે કરેલા વિશ્લેષણનું સંયોજન પણ કરી શકશે. ગણિતમાં ઘણા સિદ્ધાંતો આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને તારવી શકીએ છીએ. ઉદાહરણ, ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાના માપનો સરવાળો 180° તાય છે તે કઢાવવા તાર્કિક કે પ્રાયોગિક રીત વાપરીએ છીએ ત્યારે પૃથક્કરણ કરીએ છીએ, પણ ત્યાર પછી તે સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ અન્ય પરિસ્થિતિમાં કરીએ છીએ એટલે સંયોજીકરણ કરીએ છીએ.

(6) **વિશેષ પરથી સામાન્ય પર જવું (Particular to general) :** કેટલાંક વિશિષ્ટ ઉદાહરણો કે દૃષ્ટાંતો કે વિગતો વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ મૂકવામાં આવે છે. તેના અવલોકન પરથી સામાન્ય નિયમ, સિદ્ધાંત કે સૂત્ર તારવી કાઢે છે. આમ, સ્વપ્રયત્ને વિદ્યાર્થીઓ આગમનિક તર્ક દ્વારા નિયમ કે સત્ય તારવતાં શીખે છે. આગમન પદ્ધતિનો ઉપયોગ જ્યાં થાય છે ત્યાં આ સૂત્રનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. ઉદાહરણ રૂપે ભૂમિતિમાં જ્યાં જ્યાં પ્રાયોગિક રીતે કોઈ સિદ્ધાંત તારવીએ છીએ ત્યારે આપણે વિશિષ્ટ ઉદાહરણો લઈએ છીએ. તે પરથી થતા નિયમની તારવણીએ સામાન્ય પર જવાની ક્રિયા છે. દા.ત, અર્ધવર્તુળમાં અંતર્ગત ખૂણો કાટખૂણો છે એ સિદ્ધાંત પ્રયોગ દ્વારા આ સૂત્રનો ઉપયોગ કરી શીખવી શકાય છે.

ઉપર દર્શાવેલાં સૂત્રોનો ઉપયોગ અનેક શિક્ષણપદ્ધતિઓમાં થાય છે. પદ્ધતિઓનાં લક્ષણોમાં તેમનો સમાવેશ થાય છે. શિક્ષણપદ્ધતિ આ સૂત્રો વાપરવાથી અસરકારક અને હેતુલક્ષી બને છે. ઉપરાંત કેટલાંક શિક્ષણના સિદ્ધાંતો પણ છે, જેમનો ઉપયોગ શિક્ષણપદ્ધતિમાં કરીએ છીએ. આમ, સૂત્રો અને શિક્ષણના સિદ્ધાંતો શિક્ષણકાર્યને સફળ બનાવવવામાં સારો ફાળો આપે છે. શિક્ષણના આ સિદ્ધાંતો હવે આપણે જોઈશું.

2. ગણિત શિક્ષણના સિદ્ધાંતો :

(1) **ક્રિયા દ્વારા શીખવવાનો સિદ્ધાંત (Learning by doing)** : બાળકો સ્વભાવે ચંચળ અને ક્રિયાશીલ હોય છે. પેસ્ટોલોઝી, રૂસો, ગાંધીજી, જહોન ડ્યૂઈ જેવાં કેળવણીકારોએ ક્રિયા દ્વારા શિક્ષણ પર ભાર મૂક્યો છે. જહોન ડ્યૂઈ તો એવો આગ્રહ સેવતા કે પ્રથમ ક્રિયા પછી જ્ઞાન. બાળકની ક્રિયાશીલતાનો આધાર લઈ શિક્ષણકાર્ય થાય તો સ્વાનુભવ દ્વારા અસરકારક અને ફળદાયી શિક્ષણમાં પરિણમે. નીચેનાં વિધાનોમાં ક્રિયા દ્વારા શિક્ષણનું પ્રતિબિંબ પડે છે.

We learn to dance by dancing.	What we hear we forget.
We learn to carve by carving	What we see we remember

We learn to sing by singing. What we do we learn.

આમ, જે પદ્ધતિમાં બાળકો જાતે સક્રિય રહેતાં હોય તે શિક્ષણપદ્ધતિ સફળ થયા વિના ન જ રહે. એટલે, હવે તો જે પદ્ધતિ વધુમાં વધુ અધ્યેતાને સક્રિય બનાવે તે સારી પદ્ધતિ, તેથી હવેની પદ્ધતિઓ પ્રવૃત્તિકેન્દ્રી અને અધ્યેતાકેન્દ્રી હોય છે.

(2) **રુચિ જાગૃત કરવાનો સિદ્ધાંત (Principle of Intrest)** : વિદ્યાર્થીને રસ પડે તો તે ધ્યાન આપશે અને ધ્યાન આપશે તો જ રજૂ કરેલી વિગતો ગ્રહણ કરશે. આમ, જે વિષયવસ્તુ રજૂ કરવાની હોય તે માટે વિદ્યાર્થીઓમાં રુચિ કેવી રીતે જાગૃત કરી શકાય તે માટે સક્રિય અને જાગૃત શિક્ષક ચિંતિત રહેતા હોય છે. શૈક્ષણિક સાધન, યોગ્ય ઉદાહરણ, કોઈ બનાવ ઘટના કે પછી તે મુદ્દાની જીવનમાં અનિવાર્યતા વગેરે જેવી બાબતો દ્વારા વિદ્યાર્થીઓની રુચિ જાગૃત કરી શકાય. એટલે શિક્ષણકાર્યમાં વિદ્યાર્થીની રુચિ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે એ ધ્યાન રાખવું ઘટે.

(3) **પ્રેરણાનો સિદ્ધાંત (Principle of Inspiration)** : શિક્ષણકાર્યમાં વિદ્યાર્થીના મનમાં અમુક વિષયવસ્તુ શીખવાની પ્રેરણા થાય એ આવશ્યક છે. પ્રેરણા એ રુચિ જન્માવે છે. વિદ્યાર્થીઓમાં સ્પર્ધા દ્વારા, પ્રવૃત્તિ દ્વારા, સમસ્યા રજૂ કરીને ઉકેલ શોધવાનું કરીને, કામની કદર કરીને, સર્જનાત્મક પ્રવૃત્તિમાં જોડીને પ્રેરણા આપી શકાય. પ્રેરણા ન હોય તો શિક્ષણના ધ્યેય તરફ આગળ વધી જ ન શકાય. પ્રેરણા એ અધ્યયનનું આવશ્યક અંગ છે. જાગૃત શિક્ષક આ સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરશે તો અધ્યયન ચોક્કસ સફળ થશે જ.

(4) **જીવન સાથે અનુબંધ સ્થાપવાનો સિદ્ધાંત (Correlation with life)** : શિક્ષણ છેવટે તો જીવનઘડતર અને જીવન જીવવાની કળાની તાલીમ છે. શિક્ષણ એ જ જીવનનો અંશ છે. જીવનને અવગણીને શિક્ષણ વિચારી શકાય નહીં. ટૂંકમાં, ગણિત શિક્ષણમાં જે જે વિષયવસ્તુ વિદ્યાર્થી શીખે છે તેનો તેના વર્તમાન અને ભાવિ જીવન સાથે સંબંધ છે જ, એ બાબત વિદ્યાર્થી સમજશે તો આપોઆપ શિક્ષણની પ્રક્રિયામાં તેનો સહકાર મળશે. ગણિત શિક્ષણ દ્વારા કેટલાંક ગુણ અને વલણો પણ ઘડાય છે, જેનો પરોક્ષ ઉપયોગ જીવનમાં થાય છે, થતો રહે છે. ગણિતમાં આવા મુદ્દાઓ છે. ગણ, ગણન, લઘુગણક, સમીકરણો, કૂટપ્રશ્નો, વિસ્તરણો, શેરના દાખલા, ભૂમિતિના પ્રશ્નો વગેરે.

(5) **વિષયો સાથેનો અનુબંધ (Correlation with other Subjects)** : શાળાના કાર્યક્રમમાં વહીવટી અનુકૂળતા માટે ભલે વિષયો જુદાં ગણાતા હોય, પરંતુ શિક્ષણ તો સમગ્ર જ છે. ભૂમિતિની મદદથી $(a+b)^2$ નું વિસ્તરણ (a+b) (a-b) નો ગુણાકાર આવી અનેક બાબતો બીજગણિત-ભૂમિતિને એક ગાંઠથી બાંધે છે. બીજગણિત એ તો સામાન્યીકૃત Genetalized Arithmatic છે. સાદું વ્યાજ કે ચક્રવૃદ્ધિ, વ્યાજ શોધવા વપરાતાં બૈજિક સૂત્રોથી આપણે પરિચિત છીએ. લંબચોરસ, ચોરસ, વર્તુળ વગેરેનાં ક્ષેત્રફળ અંકગણિત ગણીશું કે ભૂમિતિ ? ભૂગોળના રેખાંશ, અક્ષાંશ કે ઈતિહાસના પ્રસંગ, સાલદર્શક આલેખ વગેરે વિષયો-વિષયો વચ્ચેનો સંબંધ ઘનિષ્ટ હોવાની વાત સાબિત કરે છે. શિક્ષણપદ્ધતિ દરમિયાન આ મુદ્દો ધ્યાન પર લાવવાથી જરૂર લાભ થશે.

(6) **આયોજનનો સિદ્ધાંત (Principle of Planning)** : ચોક્કસ સમયને અનુલક્ષીને વિષયવસ્તુનો એકમ પસંદ કરવો. તે માટેના હેતુઓ, વિશિષ્ટ હેતુઓ, શિક્ષક અને વિદ્યાર્થી પ્રવૃત્તિઓ, ચર્ચાનાં મુદ્દા, ફલકકાર્ય, છેવટે મૂલ્યાંકન વગેરેનું વ્યવસ્થિત અને ક્રમબદ્ધ, આયોજન શિક્ષણપ્રક્રિયાને સફળ બનાવે છે. આયોજન વગરનું શિક્ષણ સમય અને શક્તિનો વ્યય કરનારું નીવડે છે. આમ, શિક્ષણપ્રક્રિયામાં આયોજનનું અનોખું મહત્ત્વ છે.

(7) **જ્ઞાનની પસંદગીનો સિદ્ધાંત (Principle of Proper Selection of depth of Knowledge)** : શિક્ષણમાં વિદ્યાર્થીને કેન્દ્રમાં રાખ્યો છે. જ્ઞાનનો વિસ્ફોટ થવાથી ઘણું બધું જ્ઞાન શિક્ષક પાસે અને શિક્ષણના વિશ્વમાં છે. વિદ્યાર્થીની ગ્રહણ કરવાની મર્યાદા સ્વીકારી તેની ઉંમર, કક્ષા, વિદ્યાર્થીની જરૂરીયાત વગેરે લક્ષમાં રાખી કેટલું જ્ઞાન આપવું તે વિવેકપૂર્વક નક્કી કરવું રહ્યું. કેટલીક વખત શિક્ષક પોતાની મર્યાદા ચૂકી વધુ પડતું વિષયવસ્તુ આપવા લલચાઈ જાય છે, જેનું પરિણામ સારું નથી આવતું.

(8) **વ્યક્તિગત તફાવતોનો સિદ્ધાંત (Principle of individual differences)** : પ્રત્યેક વ્યક્તિ ભિન્ન છે અને પ્રત્યેક વ્યક્તિમાં શક્તિઓના પ્રમાણમાં પણ ભિન્નતા છે. વિદ્યાર્થી-વિદ્યાર્થી વચ્ચે બુદ્ધિકક્ષા, સિદ્ધિકક્ષા, અભિયોગ્યતા, વિવિધ શક્તિઓ, વ્યક્તિગત ગુણોમાં તફાવત હોય છે. શિક્ષક તે બધાનો સમજપૂર્વક આદર કરે, સ્વીકારે અને શિક્ષણપ્રક્રિયામાં તેમને યોગ્ય પ્રવૃત્તિ આપે. અરસ-પરસ મળીને સહકારથી પ્રવૃત્તિમાં ભાગ લે અને એક સરસ વાતાવરણમાં શિક્ષણ પ્રવૃત્તિ મળે તે જોવું શિક્ષક માટે જરૂરી થઈ પડે છે.

(9) **સર્જન અને આનંદનો સિદ્ધાંત (The Principle of enjoyment and the Constructive ability)** : આપણી શિક્ષણપ્રક્રિયામાં વિદ્યાર્થી જાતે નિરીક્ષણ કરે, તર્ક કરે, તારવે અને સ્વ-રચનાત્મક વલણનો આનંદ માણે એવી પરિસ્થિતિનું નિર્માણ કરવું ઘટે. આ અલૌકિક આનંદ દ્વારા તેને પ્રોત્સાહન, પ્રેરણા મળે છે અને રુચિ પણ જન્મે છે. સાચા જવાબ અને સાચા તારણ માટે વિદ્યાર્થીને બિરદાવવા પણ જરૂરી છે. વિદ્યાર્થીની સિદ્ધિ જે પ્રેરણા પૂરી પાડે છે તેનું અનોખું જ મહત્ત્વ છે.

(10) **લોકશાહી વ્યવહારનો સિદ્ધાંત (Principle of Democratic attitude)** : પહેલાના જમાનામાં વર્ગ એ ચાર દિવાલની જેલ અને શિક્ષક જમાદાર અને વિદ્યાર્થીઓ કેદી જેવાં હતા. આજે વર્ગમાં વિદ્યાર્થી સ્વતંત્ર રીતે પ્રયોગ કરી શકે, ચર્ચા કરી શકે, તારણ કાઢી શકે, મુશ્કેલી પૂછી શકે તેવું લોકશાહી વાતાવરણ પ્રવર્તે છે. શાળા એ નાનો લોકશાહી સમાજ છે. શિક્ષકે તેની પદ્ધતિ લોકશાહી પ્રણાલીનો અમલ થઈ શકે તે રીતે અમલમાં મૂકવી ઘટે શિક્ષકનું સ્થાન માર્ગદર્શકનું હોય છે.

(11) **પુનરાવર્તનનો સિદ્ધાંત (Principle of Recapitualation)** : શિક્ષણની પ્રક્રિયામાં પુનરાવર્તનનું અનોખું મહત્ત્વ હતુ અને છે. કેટલીક વાર શિક્ષણકાર્ય દરમિયાન કોઈ મુદ્દાની સ્પષ્ટ સમજ રહી જાય છે અથવા તો વિદ્યાર્થી અમુક મુદ્દા પર અચોક્કસ હોય છે. શિક્ષક સમગ્ર તાસમાં શીખવેલ મુદ્દાઓનું Look back કરીને આવા મુદ્દા સ્પષ્ટ કરે છે. ગણિત માટે આ બાબત ઘણી અગત્યની છે. જો કોઈ અસ્પષ્ટતા કે અધૂરપ રહી જાય તો આગળના મુદ્દાઓ સમજવામાં પણ મુશ્કેલી પડે. શિક્ષકે પુનરાવર્તન કરવાનો નિયમ જ કરી લેવો ઘટે અને સમગ્ર એકમને અંતે પુનરાવલોકન પણ આવશ્યક છે. ગણિતના પાઠ્યપુસ્તકમાં પુનરાવલોકનની વ્યવસ્થા છે તેવી સમાંતર વિશેષ વ્યવસ્થા શિક્ષક વિચારી શકે.

2.4 ગણિત દ્વારા વ્યવહારુ કોયડાનો ઉકેલ

આપણા જીવનમાં અનેક સમસ્યાઓ આવતી હોય છે અને તેનો ઉકેલ પણ આપણે જ શોધવો પડે છે. ઘણા માણસો આવા સંજોગોમાં મૂંઝાઈ જાય છે, ગૂંચવાઈ જાય છે, નિરાશ થઈ જાય છે, તેમને શું કરવું અને શું ન કરવું તે સૂઝતું નથી. આવા જ સંજોગોમાં કેટલાંક માણસો શાંત ચિત્તે ખૂબ ધીરજ-પૂર્વક, સંપૂર્ણ સ્વસ્થતાથી પરિસ્થિતિનું મૂલ્યાંકન કરે છે અને યોગ્ય નિર્ણય લઈ શકે છે. આજે શાળામાં ભણતાં વિદ્યાર્થીઓને પણ ભવિષ્યમાં ઘણા કોયડાઓનો ઉકેલ લાવવાનો આવશે. આ કોયડાઓ કયા હશે તે આપણે કહી શકીએ નહિં, પરંતુ આ કોયડાઓ તેમની વ્યક્તિગત, વ્યાવસાયિક અને સામાજિક જવાબદારીઓમાંથી ઉદ્ભવતા હશે અને તે ઉકેલવા માટે કોઈ પૂર્વ નિશ્ચિત પદ્ધતિઓ કામ નહીં લાગે, તેને માટે તો મૌલિક પદ્ધતિઓ અપનાવવી પડશે. આ કોયડાઓ હલ કરવા માટે તેઓએ કોયડાઓને વ્યાખ્યાયિત કરવાનું અને પૃથક્કરણ કરવાનું જાણવું પડશે, તેમની પાસે ન હોય તેવી માહિતી મેળવવાનું અને તેને આધારે નિર્ણય તારવવાનું જાણવું જોઈશે.

વિદ્યાર્થીઓને તાર્કિક રીતે વિચારવાનું શીખવવું તથા કોયડાનો ઉકેલ મેળવવાનું શીખવવું એ શાળાની મુખ્ય જવાબદારી છે અને અધ્યયનનું તે અંતિમ ધ્યેય છે. ગણિતના શિક્ષકો માટે આ એક પડકાર છે. કોયડા-ઉકેલ માટે આવશ્યક એવી પ્રવિધિની તરાહ ગણિત પૂરી પાડે છે. કોયડા-ઉકેલનું માળખું બીજાં કોઈ વિષય કરતાં ગણિતમાં વિશેષ સ્પષ્ટ છે. કોયડા-ઉકેલનું આ માળખું સંખ્યાત્મક ન હોય તેવાં કોયડાના ઉકેલમાં પણ સરખી રીતે લાગું પડે છે.

- **કોયડા-ઉકેલનાં સોપાનો :**

કોયડા-ઉકેલનાં સોપાનો નીચે પ્રમાણે છે :

(1) કોયડાને સમજવો.

(2) ગાણિતિક સંબંધોનું પૃથક્કરણ કરવું.

(3) ગાણિતિક માળખું રચવું અને હલ કરવું.

(4) કોયડાના ઉકેલની ખાતરી કરવી

ઉદાહરણ : માતાની હાલની ઉંમર, પુત્રીની હાલની ઉંમર કરતાં ત્રણ ગણી છે. 5 વર્ષ અગાઉ માતાની ઉંમર પુત્રીની ઉંમર કરતાં ચાર ગણી હતી તો દરેકની હાલની ઉંમર શોધો.

(1) કોયડાને સમજવો :

વિદ્યાર્થી કોયડાની રકમ સમજે તે પ્રથમ મહત્ત્વનું સોપાન છે. વિદ્યાર્થી કોયડાની રકમ વાંચે અને તેમાં વપરાયેલાં સંકેતો અને પારિભાષિક શબ્દો સમજે તે જરૂરી છે. આમ બને તો જ તેને કોયડાની પરિસ્થિતિનો સાચો ખ્યાલ આવે.

પ્રસ્તુત ઉદાહરણમાં હાલની ઉંમર કરતાં ત્રણ ગણા 5 વર્ષ અગાઉની ઉંમર કરતાં ચાર ગણા અંગે પૂરી સમજ હોવી જોઈએ.

(2) ગાણિતિક સંબંધોનું પૃથક્કરણ કરવું :

વિદ્યાર્થીએ કોયડામાં શું શોધવાનું છે, તે માટે કઈ કઈ માહિતી આપેલી છે. વિવિધ રાશિઓ અને પદો વચ્ચે શો સંબંધ છે, કઈ માહિતી ખૂટે છે, તે કઈ રીતે મળે, કયું ગણન કાર્ય કરવાનું છે વગેરે બાબતો આ સોપાનમાં વિચારવાની હોય છે.

પ્રસ્તુત ઉદાહરણમાં, માતાની અને પુત્રીની હાલની ઉંમર શોધવાની છે. તે માટે માતા અને પુત્રીની હાલની ઉંમરનો ગુણોત્તર તથા પાંચ વર્ષ અગાઉની ઉંમરનો ગુણોત્તર આપેલ છે.

(3) ગાણિતિક માળખું રચવું અને હલ કરવું :

ગાણિતિક સંબંધોનું વિશ્લેષણ કર્યા પછી ગાણિતિક માળખું રચવું એ ત્રીજું સોપાન છે. આ સોપાનમાં અજ્ઞાત કિંમતને સ્થાને ચલ મૂકી વિધાનોને ગાણિતિક સ્વરૂપમાં લખવામાં આવે છે. ગાણિતિક માળખામાં સમીકરણ, ભૂમિતિની રચના વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. તેને હલ કરવું એટલે સમીકરણ, ઉકેલગણ મેળવવો અને ભૂમિતિની રચના હોય તો તે મુજબ આકૃતિની રચના કરવી.

પ્રસ્તુત ઉદાહરણમાં ધારો કે,

પુત્રીની હાલની ઉંમર X વર્ષ છે.

$\therefore$ માતાની હાલની ઉંમર 3X વર્ષ થશે.

હવે પાંચ વર્ષ અગાઉ પુત્રીની ઉંમર X-5 વર્ષ હશે અને

પાંચ વર્ષ અગાઉ માતાની ઉંમર 3X-5 વર્ષ હશે.

પાંચ વર્ષ અગાઉ માતાની ઉંમર પુત્રીની ઉંમર કરતાં ચાર ગણી હતી.

$\therefore$ 4X પુત્રીની ઉંમર = માતાની ઉંમર

$4(X-5) = 3X-5$

$4X-20 = 3X-5$

$4X-20-3X = 3X-5-3X$ (બંને બાજુ 3Xની વિરોધી સંખ્યા ઉમેરતાં)

$X-20 = -5$

$X-20+20 = -5+20$ (બંને બાજુ -20ની વિરોધી સંખ્યા ઉમેરતાં)

$X = 15$

તેથી પુત્રીની ઉંમર = 15વર્ષ અને માતાની ઉંમર $15 \times 3 = 45$ વર્ષ થશે.

(4) કોયડાના ઉકેલની ખાતરી કરવી :

કોયડાનો ઉકેલ શોધ્યા પછી તે ઉકેલ સાચો છે કે નહિં તેની ખાતરી કરવી એ ચોથું સોપાન છે. જો કોયડા ઉકેલના ગાણિતિક માળખામાં સમીકરણનો ઉપયોગ થતો હોય તો તેનો તાળો મેળવવો સરળ છે. પણ ભૌમિતિક કૂટપ્રશ્નના ઉકેલની ખાતરી કરવી સહેલી નથી. વિદ્યાર્થીઓ

જ્યાં શક્ય હોય ત્યાં કોયડાના ઉકેલની ખાતરી કરે તેવી ટેવ તેમને પાડવી જોઈએ. પોતે શોધેલો કોયડાનો ઉકેલ સાચો છે તેની ખાતરી થવાથી વિદ્યાર્થીને અનહદ આનંદ થાય છે, કંટાળો અને થાક અદશ્ય થાય છે તથા ફરીથી નવા કોયડા ઉકેલવા તેનો ઉત્સાહ બેવડાય છે.

પ્રસ્તુત ઉદાહરણમાં પુત્રીની હાલની ઉંમર 15 વર્ષ અને માતાની હાલની ઉંમર 45 વર્ષ છે. ઉદાહરણમાં આપ્યા પ્રમાણે 5 વર્ષ અગાઉ માતાની ઉંમર પુત્રીની ઉંમર 15-5=10 વર્ષ અને માતાની ઉંમર 45-5-=10 વર્ષ અને માતાની ઉંમર 45-5=40 વર્ષ હશે. પુત્રીની ઉંમર કરતાં માતાની ઉંમર ચાર ગણી થાય છે તેથી કોયડાનો મળેલો ઉત્તર સાચો છે તેમ ખાતરી થાય છે.

- **કોયડા-ઉકેલના સોપાનોની અગત્ય :**

  વિદ્યાર્થીને કોયડા ઉકેલનું કૌશલ્ય આત્મસાત કરવા માટે આગળ ચર્ચેલા સોપાનો ખૂબ મહત્ત્વના છે. આ સોપાનો પ્રમાણે મહાવરો આપવાથી તેની કોયડા ઉકેલવાની શક્તિનો વિકાસ થાય છે. ઉપરાંત શિક્ષકને વિદ્યાર્થીના કોયડા-ઉકેલના જ્ઞાન અંગે નિદાન કરવામાં પણ આ સોપાનો ઉપયોગી નીવડે છે. કોઈ વિદ્યાર્થી કોયડા-ઉકેલમાં નબળો હોય તો તે કયા સોપાનમાં ભૂલ કરે છે તે શિક્ષક જાણી શકે છે અને તે સોપાનનો વિશેષ મહાવરો આપીને તેની નબળાઈ દૂર કરવાનો પ્રયત્ન કરી શકે છે. વિદ્યાર્થી જો કોયડા-ઉકેલના સોપાનો જાણતો હોય તો પોતાની જાતે પણ નબળાઈ શોધી શકે છે.

- **વિદ્યાર્થીઓની કોયડા-ઉકેલ શક્તિનો વિકાસ કઈ રીતે થઈ શકે ?**

  ગણિત શિક્ષણનો એક હેતુ વિચાર, તર્ક, પૃથક્કરણ અને તાર્કિક રીતે રજૂઆત કરવાની ક્ષમતાનો વિકાસ થાય તે પણ છે. તર્ક શક્તિનો વિકાસ કરવામાં વિશ્લેષણ શક્તિ જરૂરી છે. કોયડા-ઉકેલમાં આવી તક રહેલી છે. શિક્ષકે આ તકનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ. તેના બદલે વર્ગમાં કૂટપ્રશ્નોનું અધ્યાપન ખામી-ભરેલી રીતે થતું જોવા મળે છે. મોટાભાગના શિક્ષકો કોયડાના વાચનથી માંડીને ઉકેલ અને ગણન સુધીની બધી જ ક્રિયાઓ જાતે જ કરતા હોય છે અને વિદ્યાર્થીઓ યંત્રવત સમજ્યા વિના બધુ લખી લેતા હોય છે. શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને કોયડા-ઉકેલની પ્રક્રિયામાં ભાગ્યે જ સહભાગી બનાવતા હોય છે. ભૂમિતિના પ્રમેયો ઉપર આધારિત કોયડાઓ તરફ ઘણા શિક્ષકો પોતે જ ઉપેક્ષાવૃત્તિ સેવતા હોય છે. પરિણામ સ્વરૂપે વિદ્યાર્થીઓ કોયડા-ઉકેલના આનંદથી વંચિત રહે છે અને તેમને આવા કોયડાઓ તરફ નફરત થઈ જાય છે. આમ, કૂટપ્રશ્નો વિદ્યાર્થીઓને માથાકૂટ પ્રશ્નો લાગવા માંડે છે.

પ્રાથમિક શાળાઓમાં વિદ્યાર્થીઓને સરવાળા, બાદબાકી, ગુણાકાર અને ભાગાકારના દાખલાઓ આવડતા હોય છે. આ જ પ્રક્રિયાઓ ઉપર આધારિત સાદા કોયડા પૂછવામાં આવે તો તેઓ ગણી શકતા નથી. તે જ રીતે માધ્યમિક શાળાઓમાં વિદ્યાર્થીઓ સમીકરણના દાખલા બહુ સારી રીતે ગણી શકતા હોય છે પણ સમીકરણ પર આધારિત કોયડાઓ હલ કરી શકતા નથી. ભૂમિતિમાં પ્રમેયની સાબિતી મોઢે બોલી જાય છે પણ ભૌમિતિક કૂટપ્રશ્નો સાબિત કરી શકતા નથી.

પ્રાથમિક શાળાથી વિદ્યાર્થીઓને કોયડા-ઉકેલવાનો મહાવરો આપવો જોઈએ અને આ મહાવરો માધ્યમિક શાળામાં પણ ચાલુ રાખવો જોઈએ. કોયડા-ઉકેલનો મહાવરો સોપાનવાર આપવો જોઈએ એટલે કે થોડા દિવસો સુધી કોયડાઓ રજૂ કરી તે દરેકની રકમ સમજવાનો અને તેમાં આવતા પારિભાષિક શબ્દો સમજવાનો મહાવરો આપવો જોઈએ. તે પછી બીજાં સોપાનમાં વિદ્યાર્થીઓને માત્ર કોયડામાં આવતા વિવિધ પદો વચ્ચેના સંબંધ સમજવાનો મહાવરો અપાવો જોઈએ. આ સોપાન આત્મસાત થયા પછી બીજાં ઉદાહરણો દ્વારા ગાણિતિક માળખું રચવાનો અને તેને હલ કરવાનો મહાવરો આપવો જોઈએ. છેલ્લે કેટલાંક ગણેલા કોયડાઓ રજૂ કરી તેનો માત્ર તાળો મેળવવાનો મહાવરો આપવો જોઈએ.

વળી કોયડા-ઉકેલનું શિક્ષણકાર્ય ચર્ચા દ્વારા થવું જોઈએ. શિક્ષકે બધું જ કહી દેવાને બદલે માત્ર દિશા સૂચન કરી વિદ્યાર્થીઓની સ્વતંત્ર વિચાર-શક્તિને સતેજ કરવી જોઈએ. વિદ્યાર્થી પોતે પોતાની જાતે જ કોયડાઓ ઉકેલે તેવી ટેવ પાડવી જોઈએ.

માતાની અને પુત્રીની હાલની ઉંમર શોધવાની છે. તે માટે માતા અને પુત્રીની હાલની ઉંમરનો ગુણોત્તર તથા પાંચ વર્ષ અગાઉની ઉંમરનો ગુણોત્તર આપેલ છે.

2.5 સારાંશ

વિદ્યાર્થીઓ ગણિતની પાયાની ક્રિયાઓનું જ્ઞાન મેળવી તે અંગેની ઊંડાણપૂર્વકની સમજ મેળવે તથા તેનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ કરે તે ઇચ્છનીય છે. આથી, ગણિતનું સ્વરૂપ સમજી વર્ગખંડમાં તેના નિયમો અને સિદ્ધાંતોનો ઉપયોગ કરે અને શિક્ષણ પ્રક્રિયાની તેમજ જીવનની વ્યવહારુ સમસ્યાઓ ઉકેલે તો અને માત્ર તો જ ગણિત શિક્ષણ સાર્થક બને.

2.6 તમારી પ્રગતિ ચકાસો :

1. ગણિત શિક્ષણમાં કોયડા ઉકેલતું પહેલું સોપાન જણાવો :

....

....

....

....

....

....

2. કોયડા ઉકેલનાં સોપાનો કેટલાં છે ?

....

....

....

....

....

....

3. કોયડા ઉકેલનું છેલ્લું સોપાન કયું છે ?

....

....

....

....

....

....

4. શિક્ષણનાં સૂત્રોના નામ આપો. (કોઈપણ બે)

....

....

....

....

....

....

5. શિક્ષણનું સૂત્ર પૃથક્કરણ પરથી સંયોજનમાં કઈ ક્રિયા કરવામાં આવે છે?

....

....

....

....

....

....

6. **શિક્ષણનાં સિદ્ધાંતોના નામ લખો. (કોઈ પણ બે)**

....

....

....

....

....

....

7. **વ્યક્તિગત તફાવતનો સિદ્ધાંત શેના પર આધારિત છે ?**

....

....

....

....

....

....

2.7 સ્વાધ્યાય

૧. પ્રાથમિક શાળાના બાળકોની વયકક્ષા અનુસાર આપ કયા નિયમ / સૂત્રમાં ઉપયોગ કરશો.

૨. વિશેષ પરથી સામાન્ય પર જવું એ નિયમનો ઉપયોગ ક્યારે કરશો ?

૩. પ્રવૃત્તિ આધારિત અધ્યયન એ ગણિતના કયા સિદ્ધાંત સાથે સુસંગત છે ?

૪. સમગ્ર એકમને અંતે શીખવેલું ચકાસવા માટે કયા સિદ્ધાંત ઉપયોગી છે ?

૫. શિક્ષક તરીકે વિદ્યાર્થીઓની કોયડા ઉકેલ શક્તિ કેવી રીતે વિકસાવશો ?

એકમ 3

ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો

: રૂપરેખા :

3.1 પ્રસ્તાવના

3.2 ઉદ્દેશો

3.3 માનસ ઘડતરનું મૂલ્ય

3.4 ઉપયોગિતાનું મૂલ્ય

3.5 સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય

3.6 સારાંશ

3.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

3.8 સ્વાધ્યાય

3.1 પ્રસ્તાવના

ગણિત વિષય શા માટે વિદ્યાર્થીઓને શીખવવામાં આવે છે ? શું દરેકે ગણિત શીખવું જરૂરી છે ? ગણિત જ્યારે આવા પ્રશ્નો વિશે વિચારે છે ત્યારે તેમાંથી મૂલ્યોનો જન્મ થાય છે. ગણિત શિક્ષણનાં શૈક્ષણિક મૂલ્યોનું જ્ઞાન શિક્ષકને હેતુલક્ષી જ્ઞાન આપવામાં અત્યંત ઉપયોગી બને છે. ગણિતશાસ્ત્રીઓએ ગણિત શિક્ષણનાં મૂલ્યોનું વર્ગીકરણ નીચે મુજબ કર્યું છે.

ગણિત શિક્ષણનાં મૂલ્યો (Values of Teaching Mathematics)

1. બૌદ્ધિક મૂલ્ય (Intellectual value)
2. ઉપયોગિતા મૂલ્ય (પ્રયોગાત્મક અથવા વ્યાવહારિક મૂલ્ય) (Utilitarian or Practical value)
3. માનસ ઘડતર મૂલ્ય (અનુશાસન મૂલ્ય અથવા નિયામક મૂલ્ય)(Disciplinary value)
4. નૈતિક મૂલ્ય (Moral value)
5. સામાજિક મૂલ્ય (Social value)
6. સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય (Cultural value)
7. સૌંધ્યાત્મક મૂલ્ય અથવા કલાત્મક મૂલ્ય (Aesthetic value)
8. આજીવિકા પાર્જન મૂલ્ય (Vocational value)
9. મનોવૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ મૂલ્ય (Psychological attitude value)
10. વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણ મૂલ્ય (Scientific attitude value)
11. આંતરરાષ્ટ્રીય મૂલ્ય (International value)

3.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યોની જાણકારી મેળવી શકશો.

૨. માનસ ઘડતરનું મૂલ્ય વિશે ઊંડાણપૂર્વક સમજ મેળવી શકશો.

૩. ગણિત શિક્ષણના ઉપયોગિતા મૂલ્ય કે વ્યવહારુ મૂલ્ય વિશે સમજ મેળવી શકશો.

૪. ગણિત શિક્ષણના સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય વિશે સમજ કેળવશે.

૫. ગણિત શિક્ષણના વિવિધ મૂલ્યો અંગેની સમજ આપી શકશો.

3.3 માનસ ઘડતરનું મૂલ્ય (Disciplinary value)

કોઈપણ વર્તન કે ક્રિયાની જે કાયમી છાપ પડે અને તેને કારણે વ્યક્તિના વ્યક્તિત્વ ઉપર અસર જોવા મળે અને તેના વર્તન-પરિવર્તનમાં ફેરફાર જોવા મળે તેને ગણિતનું નિયામક મૂલ્ય કહે છે.

ગણિત શિક્ષણના અનુભવો દરમ્યાન વિદ્યાર્થીઓમાં બે પ્રકારની પ્રક્રિયાઓ થાય છે.

A) વિદ્યાર્થીઓ વિષયની નાનામાં નાની બાબતો ગ્રહણ કરે.

B) વિદ્યાર્થીઓની કેટલીક માનસિક શક્તિઓનો વિકાસ થાય છે.

આ બે પ્રક્રિયાઓના ફલ સ્વરૂપે તેનામાં નિર્ણય શક્તિ તર્કશક્તિ, પૃથક્કરણ શક્તિ વગેરેનો વિકાસ થાય છે. આ ઉપરાંત તેનામાં વિવિધ પ્રકારના ગુણો જેવાં કે ચોક્કસાઈ, નિયમિતતા, સુઘડતા, આત્મવિશ્વાસ, પ્રામાણિકતા, એકાગ્રતા વગેરેનો વિકાસ થાય છે.

આમ વિદ્યાર્થીને ગણિત દ્વારા જીવનમાં નિયમિતતા (શિસ્ત)નો ખ્યાલ વિકસે છે.

આમ, ગણિત શિક્ષણ દ્વારા જીવનમાં એકાગ્રતા, સંયમ, ચોક્કસાઈ, નિયમિતતા, સુઘડતા, સ્વચ્છતા, આજ્ઞાંકિતતા જેવાં મૂલ્યોનો વિકાસ થાય છે. ગણિત શિક્ષણ દ્વારા-ગણિતની તાલીમ દ્વારા તાલીમ-સંક્રમણ (transfer of training)ને કારણે વ્યક્તિના નિયામક મૂલ્યમાં પરિણમે છે. અર્થાત ગણિતનું નિયામક મૂલ્ય એટલે ગણિત વિષયના શિક્ષણની વ્યક્તિના વ્યક્તિત્વ પર એવી અસરો, વર્તન-પરિવર્તનો, ટેવો અને રીતભાત પરથી જાણી શકાય છે. સામાન્ય રીતે ગણિતમાં જેઓ સારા હોય છે તેઓની તર્કશક્તિ સારી હોય છે. તેઓ કામ કરવામાં ચોક્કસ હોય છે. તેઓની રજૂઆત ટૂંકી અને મુદ્દાસર હોય છે, તેઓ જાતે પરિણામની ખાતરી કરે છે. કોઈ નિર્ણય પર આવતાં પહેલાં પૂરતી માહિતી એકઠી કરે છે. તે પરથી માહિતીનું વિશ્લેષણ કરી તેમાં સંબંધ પ્રસ્થાપિત થાય છે કે કેમ ? તેની ચકાસણી કરી નિર્ણય ઉપર આવે છે. આમ, ગણિતના શિક્ષણની વ્યક્તિના જીવનવ્યવહારમાં અસર જોવા મળે છે જે તેનું નિયામક મૂલ્ય સૂચવે છે.

3.4 ઉપયોગિતાનું મૂલ્ય(Utilitarian Value)

ઉપયોગિતા મૂલ્ય અથવા વ્યવહારુ મૂલ્ય (Utilitarian Value or Practical value) :

ગણિતની ઉપયોગિતા રોજિંદા જીવન વ્યવહાર સાથે સંકળાયેલી છે. આ વિશેની મૂળભૂત પ્રક્રિયાઓના ઉપયોગ વિના કોઈપણ માનવીનું કાર્ય સફળતાથી ચાલી શકે નહીં. ગણિતની ઉપયોગિતાને અનેક રીતે વિચારી શકાય. નીચે મુજબ ગણાવી શકાય. (A) વ્યવહારુ મૂલ્ય (B) વિવિધ વ્યવસાયમાં ઉપયોગિતા (C) આગળ અભ્યાસ કરવા માટેની પૂર્વભૂમિકારૂપ ઉપયોગિતા. વ્યક્તિને તેના દૈનિક જીવનમાં એક અથવા બીજાં પ્રકારે ગણિતનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. ગણિત સિવાયના વ્યવહારોને સમાજમાં સ્થાન નથી અને સમાજમાં વ્યવહાર સિવાય જીવી શકાતું નથી. તેથી ગણિત સિવાયના સમાજની કલ્પના શક્ય નથી. આમ, વ્યક્તિના જીવનમાં ડગલે પગલે ગણિતનું વ્યવહારૂ મૂલ્ય જોવા મળે છે. સવારે દૂધવાળાથી માંડીને સાંજે ટી.વી.ચેનલવાળા સાથેના વ્યવહારોના વિચાર કરીએ તો તેમાં ગણતરી વિના ચાલી શકે નહીં. બજારમાં ખરીદી કરવા, બસ કે રેલ્વેની ટિકિટ લેવા, કપડાં સીવડાવવા, પાર્ટીની ગોઠવણી કરવા એમ દરેકે-દરેક કાર્યમાં ગણિત અનિવાર્ય રીતે ઉપયોગી છે.

- ઔદ્યોગિક વિકાસના પાયામાં ગણિતનું જ્ઞાન ઉપયોગી છે.
- વિવિધ વ્યવસાયોમાં, સામાજિક સંસ્થાઓમાં, તેમના સફળ વહીવટમાં ગણિત ગૂંથાયેલું રહે છે. કેટલાંક વ્યવસાયો જેવાં કે બેન્કીંગ, ઈન્સ્યુરન્સ, પોસ્ટ ખાતું વગેરેમાં તો ગણિત એક મહત્ત્વનું અંગ બની જાય છે.
- માણસ ગરીબ હોય કે તવંગર હોય જીવનની નાની-મોટી દરેક પ્રક્રિયાઓમાં ગાણિતિક વિચારો માનવીના મગજમાં અગ્રસ્થાને હોય છે.
- ઉચ્ચ અભ્યાસ માટે શીખવવામાં આવતું ગણિત વ્યવહારમાં માણસને ઓછું ઉપયોગી છે, તેવી ગેરસમજ થાય છે. પરંતુ ઈજનેરી-વિજ્ઞાન, કમ્પ્યુટર સાયન્સ, ફાર્મસી વિજ્ઞાન વગેરે ક્ષેત્રોમાં તેનો ઉપયોગ અનિવાર્ય બને છે.

- આમ, ગણિતનો વિજ્ઞાનની દરેક સિદ્ધિમાં મહત્ત્વનો ફાળો છે અને દરેક આધુનિક શોધખોળમાં ગણિત પાયામાં રહેલું છે એ તેનું ઉપયોગિતા મૂલ્ય સૂચવે છે. ગણિત રાષ્ટ્રની વિકાસ યોજનામાં પણ ઉપયોગી બને છે.

3.5 સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય (Cultural Value)

સાંસ્કૃતિક શબ્દનાં બે અર્થ કરી શકાય :

(A) સંસ્કારિતા (B) જ્ઞાન અને અનુભવોનો પરંપરાગત વારસો.

સંસ્કારિતા એટલે ખંત, ધીરજ, ચોક્કસાઈ અને પ્રામાણિકતા જેવાં ગુણોનો વિકાસ, ગણિત શિક્ષણ દ્વારા વ્યક્તિમાં ઉપરોક્ત ગુણોનું ઘડતર થાય છે. એટલા આ અર્થમાં પણ ગણિત દ્વારા સાંસ્કૃતિક ધ્યેય સિદ્ધ થાય છે. આપણે સૌ ગણિતનો જે લાભ ઉઠાવી રહ્યાં છીએ અને આ ક્ષેત્રમાં જે પ્રગતિ કરી રહ્યાં છીએ તે આપણને મળેલા ગણિતની સંસ્કૃતિના અમૂલ્ય વારસને આભારી છે. આજનું ગણિતનુ જ્ઞાન એ માત્ર આ પેઢીનું જ જ્ઞાન નથી પરંતુ હજારો વર્ષોથી આપણે ગણિતનાં જે અનુભવો મેળવતા આવ્યા છીએ તે જ્ઞાન ભંડોળના પરિણામે જ આજે આટલો વિકાસ થઈ શક્યો છે. ગણિતને તેનું આગવું સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય છે અને તે દિનપ્રતિદિન વધતું જાય છે.

આ અરીસા સમાન ગણિત માણસની પ્રગતિમાં આવતી મુશ્કેલીઓ દૂર કરવામાં મદદ કરે છે. ગણિતશાસ્ત્ર સંગીત, કલા, સાહિત્ય, સ્થાપત્ય વગેરેમાં આધારસ્તંભ તરીકે ગણવામાં આવે છે. સંગીતની આનંદદાયક રચનાઓમાં ગણિતનો ઉપયોગ જોવા મળે છે. તેવી જ રીતે ફોટોગ્રાફી, ચિત્રકલા, શિલ્પ સ્થાપત્ય વગેરેમાં સમરૂપતા અને સપ્રમાણતા જેવાં ગણિતના ખ્યાલો ઉપયોગમાં લેવાય છે.

કાવ્ય રચનામાં છંદ અને અલંકાર શાસ્ત્રો ગણિતની ગણતરીઓ પર રચાયેલા છે. આજે ગણિતના આધુનિક ઉપયોગ તરીકે Computerનો ઉપયોગ જોવા મળે છે. Computerએ ગણિતનું બાળક છે.

આજની પ્રગતિએ આજની પેઢીની દેન નથી પરંતુ અગાઉથી પેઢીઓના જ્ઞાન વારસાનું પરિણામ છે. ગણિતના જ્ઞાનના આધારે જ વિવિધ વ્યવસાયિક ક્ષેત્રોમાં પ્રગતિ જોવા મળે છે. ખાસ કરીને ખેતીવાડી ક્ષેત્ર,ઈજનેરી ક્ષેત્ર, ઔષધશાસ્ત્ર, વાહનવ્યવહાર ક્ષેત્ર, અવકાશ ક્ષેત્ર વગેરેમાં માનવીએ મેળવેલી સિદ્ધિ ગણિતને આભારી છે. આ બધા ક્ષેત્રોમાં સંકળાયેલાં ગણિતના સિદ્ધાંતો હજારો વર્ષથી પ્રાપ્ત થતાં ગણિતના જ્ઞાનને આધારે નીપજ્યા છે. આજનું ગણિતનું જ્ઞાનએ અનેક પેઢીઓના પરિશ્રમ પરિપાક છે. આજ સુધી પ્રાપ્ત થયેલા ગણિતના જ્ઞાનવારસાને સાચવવો તથા તેનું સંવર્ધન કરી નવી પેઢી સુધી પહોંચાડવો એ આપણા સૌની ફરજ છે. આમ, માનવ સંસ્કૃતિના ઘડતરમાં ગણિતનાં જ્ઞાને મહત્નો ભાગ ભજવ્યો છે. અને તેથી ગણિતનું સાંસ્કૃતિક મૂલ્ય ઘણું ઊંચું છે. અને તેથી ગણિતને સંસ્કૃતિનો અરીસો કહે છે.

3.6 સારાંશ (Summary)

ગણિત વિષય સાર્વત્રિક વિષય હોય તેના વિશે વિદ્યાર્થીઓમાં ઊંડાણપૂર્વકની સમજ સ્પષ્ટ એ અનિવાર્ય છે. જીવનમાં ગણિતની અસરકારક ભૂમિકાને સ્પષ્ટ કરવા માટે ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યોની જાણકારી મેળવી તથા તેમાંથી અતિ ઉપયોગી તેવા ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો- માનસ ઘડતરનું મૂલ્ય, ઉપયોગિતાનું મૂલ્ય અને સાંસ્કૃતિક મૂલ્યની વિષદ ચર્ચા દ્વારા સ્પષ્ટીરણ કરવામાં આવ્યું.

3.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. ગણિત શિક્ષણના પાંચ મૂલ્યોનાં નામ જણાવો.

....

....

....

....

....

....

2. માનસ ઘડતર મૂલ્ય એટલે શું ?

....

....

....

....

....

....

3. માનસ ઘડતર મૂલ્યની અસરથી કયા ગુણો વિકસે છે ?

....

....

....

....

....

....

4. ઉપયોગિતા મૂલ્ય એટલે શું ?

....

....

....

....

....

....

5. ઉપયોગિતા મૂલ્યની કયા ત્રણ પ્રકારે ચર્ચા કરી શકાય ?

....

....

....

....

....

....

6 સાંસ્કૃતિક મૂલ્યની ચર્ચામાં સંસ્કૃતિના કયા અર્થ લેવામાં આવ્યા છે?

....

....

....

....

....

....

7. સાંસ્કૃતિક મૂલ્યમાં ગણિત શેનો આધારસ્તંભ છે ?

....

....

....

....

....

....

એકમ 4

ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ

: રૂપરેખા :

4.1 પ્રસ્તાવના

4.2 ઉદ્દેશો

4.3 અનુબંધની સંકલ્પના

4.4 અનુબંધનું મહત્ત્વ

4.5 ગણિતનો તેની શાખાઓ સાથેનો અનુબંધ

4.6 ગણિતનો અન્ય વિષયો સાથેનો અનુબંધ

4.7 સારાંશ

4.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

4.9 સ્વાધ્યાય

4.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

જ્ઞાન એ કોઈનો ઈજારો નથી. શિક્ષણની પ્રક્રિયાએ સુગમ્ય, સરળ બનાવી શકાય એવા શુભ ઉદ્દેશ્ય સાથે અલગ અલગ વિષયો અસ્તિત્વમાં આવ્યા છે. આ શાખાઓ કે વિષયો એકબીજાં સાથે સીધી રીતે સંકલાયેલા છે. કોઇ એક વિષયનું ઊંડાણપૂર્વકનું તલસ્પર્શી જ્ઞાન મેળવવા માટે બીજાં વિષયની મદદ લેવી અનિવાર્ય બને છે. બે વિષયોનો અભ્યાસક્રમ ઘણે અંશે એકબીજાં સાથે સામ્યતા ધરાવતો હોય છે. આથી દરેક શિક્ષકે ગણિત વિષય શીખવતી વખતે અન્ય વિષયની ભાગીદારીત લઈ ગણિતને અસરકારક રીતે શીખવવું જોઈએ.

શિક્ષણનો મૂળ હેતુ વિદ્યાર્થીનો સર્વ પ્રકારનો વિકાસ કરવાનો છે. આ વિકાસ શોધવા માટે સમગ્રતા લક્ષી શિક્ષણ હોવું એ જરૂરી છે. માટે શિક્ષકે માત્ર એક વિષય નહિ પણ જ્ઞાનને સમગ્રતાના રૂપમાં હોય એ કાળજી રાખવી જોઈએ. પ્રવર્તમાન સમયમાં દરેક ક્ષેત્રે વિકાસ માટે ગણિતનો મહત્ત્વનો ફાળો છે.

બાળકોને વિવિધ વિષય એક સાથે શીખવવાથી તેનો ખ્યાલ જલ્દી આવી શકે છે. વિવિધતામાં એકતાથી તેમના પૂર્વ જ્ઞાનનો પણ સારો ઉપયોગ થઈ શકે છે. તેથી વિવિધ વિષયો વચ્ચે અનુબંધ લાવવાથી શિક્ષણને અસરકારક બનાવી શકાય.

4.2 ઉદ્દેશો

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે આટલું કરી શકશો.

- અનુબંધની સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરી શકશો.
- અનુબંધનું ગણિત શિક્ષણમાં મહત્ત્વ સમજાવી શકશો.
- ગણિત વિષયનો તેની શાખાઓ સાથેનો અનુબંધ સમજાવી શકશો.
- ગણિત વિષયનો અન્ય વિષયો સાથેનો અનુબંધ સ્પષ્ટ કરી શકશો.
- ગણિત વિષયનું અધ્યાપન અનુબંધ દ્વારા સરળતાથી કરી શકશો.

4.3 અનુબંધની સંકલ્પના

''એક વિષયને બીજાં વિષય સાથે જોડવાનો સિદ્ધાંત અનુબંધ નામથી ઓળખાય છે.'' ***— ડમવિલ.***

જ્ઞાનનું વિભાજન થઈ શકે તેમ નથી એ એક અવિભાજ્ય છે. માત્ર શીખવા માટે સરળતા રહે એટલા માટે જ્ઞાનનો વિવિધ વિષયમાં વિભાજન કર્યું છે. પરંતુ આ દરેક શાખ એકબીજાં સાથે કોઈ પણ રીતે અનુબંધ ધરાવે છે. તેથી કોઈ એક વિષયની સંકલ્પનાને બીજાં વિષય સાથે જોડીને સમજાવી શકાય.

અનુબંધ એટલે કે... બે વિષયોનો અભ્યાસક્રમ કોઈ કોઈ બાબતોમાં સામાન્ય હોય અને એકબીજાંને થોડે ઘણે અંશે આવરી લેતો હોય.

અંતે અનુબંધ એટલે એક વિષયને શીખવા માટે બીજાં વિષય સાથે તનો ઉપયોગ કરવો એટલે અનુબંધ.

4.4 અનુબંધનું મહત્ત્વ

ગણિત વિષયનો અન્ય વિષય સાથે અનુબંધ એ ખૂબ જરૂરી છે કારણ કે એને દ્વારા વિદ્યાર્થીનો સંપૂર્ણ વિકાસ થઈ શકે છે. તેથી વિવિધ વિષયને ઐક્ય સ્વરૂપમાં વિદ્યાર્થી સામે રજૂ કરવામાં આવે છે. વિદ્યાર્થીના પૂર્વ અનુભવને જોડવામાં આવે છે.

1. અનુબંધએ ગણિત શિક્ષણ માટે ઉદ્દીપક બની રહે છે.
2. અનુબંધ દ્વારા વિદ્યાર્થીમાં રસ અને જીજ્ઞાસા વધે છે.
3. એના દ્વારા જ્ઞાન વ્યાવહારિક બને છે.
4. વિદ્યાર્થીને સમગ્ર જ્ઞાનનો ખ્યાલ મળે છે.
5. બીજાં વિષયની સહાયથી જ્ઞાન સરળતા પ્રાપ્ત થઈ છે.
6. વિદ્યાર્થીનો સર્વાંગી વિકાસ થઈ છે.
7. Hand, Heart, Headનો ખૂબ સારી રીતે સમન્વય થઈ શકે છે.

તમારી પ્રગતિ ચકાસો :

27. **અનુબંધ એટલે શું ?**

....

....

....

....

....

....

28. **ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ શા માટે જરૂરી છે ?**

....

....

....

....

....

....

4.5 ગણિતનો તેની શાખાઓ સાથેનો અનુબંધ :

ગણિતની મુખ્ય શાખાઓ

↓

અંકગણિત | **બીજગણિત** | **આંકડાશાસ્ત્ર** | **ભૂમિતિ**

ગણિતની આ ચારેય શાખા એકબીજાંથી અલગ નથી. કોઈ પણ એક શાખાનું શિક્ષણ બીજી શાખા સાથેના અનુબંધ સિવાય શક્ય નથી. આ બધી શાખાઓ એકબીજાં સાથે ગાઢ રીતે અનુબંધિત થયેલ છે. એક ગણિતની મૂળભૂત ક્રિયાઓ જેવી કે ગુણાકાર, ભાગાકાર, સરવાળા, બાદબાકીનું સરળ સ્વરૂપે તથા એક સૂત્ર માટે બીજગણિતના પદોનો ઉપયોગ કરવો પડે છે. જ્યારે બીજગણિતમાં અજ્ઞાત સંખ્યામાં વિવિધ સંખ્યા ગણ, પદાવલિઓ, અવયવીકરણ, સમીકરણો, લ.સા.અ.,

ગુ.સા.અ, સમતા, અસમતાઓ વગેરે જેવી બાબતોને વ્યાવહારિક સ્વરૂપે સમજાવવા અંકગણિત ઉપયોગી છે. વળી ભૂમિતિના બદલાયેલ ધો-8 અને 9ના માળખામાં રચનાઓ, પ્રમેયો, રાઈડરો, સમતલીય ચતુષ્કોણ, ક્ષેત્રફળ વગેરેની ગણતરી અને તેની સત્યતા ચકાસવા માટે અંકગણિત અને બીજગણિતનો ઉપયોગ કરવો જ પડે છે. તેવી રીતે આંકડાશાસ્ત્રમાં કોઠાકીય રજૂઆતો ઉપરાંત તેમાં આવતાં ગણતરીના સૂત્રો આલેખપત્ર ઉપર કરવામાં આવતી રજૂઆતોમાં અંકગણિત અને બીજગણિત ઉપરાંત ભૂમિતિ ગાઢ રીતે સંકળાયેલ છે.

આમ, ગણિતની વિવિધ શાખાઓ સાથેનો સંબંધ ખૂબ જ અનુબંધિત છે. તેને અલગ પાડવા મુશ્કેલરૂપ છે અને આ રીતે તેની શાખાને અનુબંધિત કરીને શીખવાથી ગણિત શિક્ષણ અસરકારક બને છે. તેના કેટલાં ઉ.દા.નીચે દર્શાવેલ છે.

1. અજ્ઞાત સંખ્યા (a, b, c, d) ની મૂળભૂત ગાણિતિક ક્રિયાઓ થઈ શકે છે.
2. સમીકરણ ઉકેલ માટે $4x+3=15$, $X \in N$ નો $x = 3$ મળે.
3. $-6<0<6$ સંખ્યાની સમતા દર્શાવી શકાય એટલે કે 0 કરતાં -6 નાની અને 6 કરતાં 0 નાની છે.
4. સમતલીય આકૃતિના ક્ષેત્રફળ
5. $(a+b)^2$ નું વિસ્તરણ ભૌમિતિક રીતે સમજાવી શકાય.
6. ત્રિકોણમિતિય વિધેયની કિંમત વાસ્તવિક સંખ્યા અને ખૂણાઓના માપ વચ્ચે સંગતતા ધરાવે છે.
7. બે રેખાઓનો છેદગણ : એક બિંદુ અથવા ખાલી ગણ
8. 105×95ની કિંમત મેળવવા $(a-b)(a+b)=a^2 - b^2$ સૂત્રનો ઉપયોગ કરી શકાય.

A. અંકગણિત અને બીજગણિત વચ્ચેનો અનુબંધ

- અંકગણિતના એક સમાન સૂત્ર મેળવવા માટે બીજગણિત ઉપયોગી છે.

  દા.ત.$a^2-b^2=(a-b)(a+b)$ જેવાં બીજગણિત ઉપરથી $x^2-9=(x-3)(x+3)$જેવાં અંકગણિતના જવાબ મેળવી શકાય.
- ગુ.સા.અ., લ.સા.અ., અવયવી વગેરે બીજગણિતમાં પાયાની બાબત શીખવવા માટે અંક ગણિતનો ઉપયોગ થાય.
- બીજગણિતના વિષયાંગ સમતા, અસમતા, અજ્ઞાત સંખ્યાઓ શીખવવા માટે અંકગણિત ઉપયોગી છે.
- અંકગણિતના ગુણાકાર, ભાગાકાર, બાદબાકી, સરવાળા જેવી પ્રક્રિયા જે પાયાની બાબત છે તેના સૂત્રાત્મક રજૂઆત માટે બીજગણિત ઉપયોગી છે.

B. બીજગણિતનો ભૂમિતિ વચ્ચેનો સંબંધ

- બીજગણિતના સૂત્રો $(a+b)^2$, $(a-b)^2$, $(a+b+c)^3$ વગેરે જેવાં સૂત્રો ભૌમિતિક આકૃતિના ક્ષેત્રફળનો અને ઘનફળનો ખ્યાલ આપી વિદ્યાર્થને દઢ કરાવી શકાય.
- ભૌમિતિક રજૂઆતથી પણ ક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરી નફાકારક રીતે રજૂ કરી શકાય.

  દા.ત. $\overline{BC}$Ç $\overline{AC}$ Ç $\overline{AB}$ = Δ ABC
- ભૌમિતિક આકૃતિ વર્તુળનો ઉપયોગ કરી વળી બીજાં ભૌમિતિક આકૃતિના અર્થઘટનથી વેન આકૃતિ વડે ગણ ક્રિયાની સમજ આપી શકાય.
- વિકલન, સંકલન, જેવાં બીજાં વિષયાંગો ભૂમિતિની મદદથી સરળતાથી શીખવી શકાય.
- ભૂમિતિના હકીકતોને સ્વીકારી બીજગણિતના વિષયાંગના અભ્યાસમાં સરળતા લાવી શકાય.

C. અંક ગણિત અને ભૂમિતિ વચ્ચેનો સંબંધ :

1. અંકગણિતનો પાયો એટલે પાયથાગોરસના પ્રમેયની સાબિતી માટે ભૂમિતિનો ઉપયોગ થાય છે.
2. સંખ્યારેખાની મદદથી બિંદુ અને વાસ્તવિક સંખ્યાઓ વચ્ચે એક-એક સંગતતા સમજાવી શકાય.

3. અંકગણિતમાં સત્યતા સાબિત કરવા માટે ભૂમિતિ ઉપયોગી છે.

4. ક્ષેત્રફળ, ઘનફળ વગેરે સમજાવવા માટે અંકગણિતના સૂત્રો ઉપરાંત ભૌમિતિક આકૃતિઓનો ઉપયોગ થાય છે.

D. આંકડાશાસ્ત્રનો અંકગણિત, બીજગણિત, ભૂમિતિ સાથે સંબંધ :

- આંકડાશાસ્ત્રના સૂત્રાત્મક સૂત્રો માટે બીજગણિતનો ઉપયોગ થાય છે.
- આંકડાશાસ્ત્રમાં આલેખપત્ર ઉપર ભૂમિતિનો ઉપયોગ થાય છે. વળી તેમાં દર્શાવેલી માહિતી માટે બીજગણિતનો ઉપયોગ થાય છે.
- આંકડાશાસ્ત્રમાં મધ્યક, મધ્યસ્થ, બહુલક શોધવા માટે અંકગણિતનો ઉપયોગ થાય છે.

4.6 ગણિતનો અન્ય વિષયો સાથેનો અનુબંધ

(a) વિજ્ઞાન સાથે (b) ભૂગોળ સાથે

(c) ચિત્રકળા સાથે (d) ઈતિહાસ સાથે

(d) ભાષા સાથે (e) અર્થશાસ્ત્ર સાથે

(a) ગણિતનો વિજ્ઞાન વિષય સાથેનો અનુબંધ

એક વૈજ્ઞાનિકે કહ્યું છે.

"A Mathemetic is the queen of Science."

"A think about the basic of science is only related with Mathematics"

આમ, ગણિત અને વિજ્ઞાન વચ્ચેનો સંબંધ ઘનિષ્ટ અને એક સિક્કાની બે બાજુ જેવોં છે. ગણિતની મદદ વિના વિજ્ઞાન પાંગળું છે અને વિજ્ઞાન વિના ગણિત અંધ છે.

- વિજ્ઞાનના સંશોધનકાર્ય ગણિતની મદદથી શક્ય બન્યા છે.
- આજે Ink.થી Internet સુધી પહોંચેલું વિજ્ઞાનએ ગણિત શિક્ષણને આભારી છે.
- વિજ્ઞાનની બધી રાશિઓ, સૂત્રો, પ્રયોગોની ગણતરીમાં ગણિતનો ઉપયોગ મહત્તમ થાય છે.
- વિજ્ઞાનની વિવિધ શાખા રસાયણવિજ્ઞાન, ભૌતિકવિજ્ઞાન અને જીવવિજ્ઞાનમાં ગણિતનો ઉપયોગ થાય છે.

(b) ગણિતનો ભૂગોળ સાથેનો અનુબંધ :

ગણિત વિષય ખૂબ જ અગત્યનો છે. તે ઘણાં બધાં વિષયો સાથે અનુબંધ ધરાવે છે.

ભૂગોળમાં,

- નકશાવાચન માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- નકશામાં અંતર, સ્થળ, સમય દર્શાવવા માટે તેમજ તેના સ્થાન જાણવા માટે તે ઉપયોગી છે.
- નકશામાં નદી, ખનિજો, અક્ષાંશ, રેખાંશ વગેરે દર્શાવવા માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- ઉપરાંત સૂર્યોદય, સૂર્યાસ્ત, ચંદ્રગ્રહણ, સૂર્યગ્રહણ, નક્ષત્ર જેવી બાબતો સમજવા માટે ગણિતની મદદથી તે શક્ય બને છે.
- પૃથ્વી પરનો સ્થાનિક સમય, પ્રમાણિત સમય નક્કી કરવા માટે, તે સમય જાણવા ગણિત ઉપયોગી છે.
- વરસાદની શક્યતા, ભેજનું પ્રમાણ, વરસાદનું પ્રમાણ, આબોહવા વિષેની માહિતી ગાણિતિક જ્ઞાનથી શક્ય બને છે.
- વિવિધ દેશોના વસ્તીની ગણતરી, ટકાવારીની આલેખાત્મક રજૂઆત માટે ગણિત ઉપયોગી છે.
- વિવિધ વિસ્તારના ક્ષેત્રફળ જાણવા માટે તે ઉપયોગી છે.

(c) ગણિતનો ચિત્રકળા સાથેનો અનુબંધ :

- ચિત્રકળા એટલે આકૃતિ વડે ચિત્રો બનાવીને આકર્ષક રંગપૂરણીની કળા એટલે ચિત્રકળામાં વિવિધ આકાર દોરવા માટે ભૌમિતિક આકાર અને ભૌમિતિક સિદ્ધાંતોનો ઉપયોગ થાય છે.
- ભાતચિત્રો, ફ્રીહેન્ડ વગેરે દોરવા માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- ચિત્રકળામાં વપરાતા રંગ કેટલાં પ્રમાણમાં કરવામાં આવે તો જરૂરી રંગ મળે. આમ, સરેરાશ પણ ગણિતના ભાગ રૂપે તેની સાથે અનુબંધ ધરાવે છે.
- ચિત્રકળામાં ગણિતના જ્ઞાનથી ચિત્રને વાસ્તવિકતાની સાચી એરણ સુધી લઈ જઈ શકાય છે.
- ચિત્રકળામાં દ્વિપારિમાણદર્શક નમૂના તૈયાર કરવા માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે. આમ, ચિત્રો દોરવામાં ચિત્રકારને ગણિત સાથેનો અનુબંધ સમજવો ખૂબ જ જરૂરી છે.

(d) ગણિતનો ઈતિહાસ સાથેનો અનુબંધ :

આપણને થાય કે ગણિતને ઈતિહાસને અનુબંધ હોય શકે ? પણ ઈતિહાસ અને ગણિત પણ અનુબંધ ધરાવે છે.

- ઐતિહાસિક ઘટનાઓને ક્રમમાં ગોઠવવા માટે સમયરેખાનો ઉપયોગ થાય છે તેમાં ગણિતના જ્ઞાનનો ઉપયોગ થાય.
- આ સમયરેખા જો આપેલી હોય તો તેના અર્થઘટન માટે પણ ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- ગણિતનો પોતાના ભૂતકાળ એટલે કે ઈતિહાસ જાણવા માટે ઈતિહાસ પર અવલંબન કરવું પડે છે.
- વિવિધ સંસ્કૃતિ જેવી કે ઈજિપ્તની સંસ્કૃતિ, બેબિલોનની સંસ્કૃતિ, ગુફાવાસીઓની સંસ્કૃતિ, રોમન સંસ્કૃતિએ વિકસાવેલી પદ્ધતિઓના ઈતિહાસ અને ગણિતના અનુબંધથી ઊભી થયેલ હતી અને તેની જાણકારી માટે ગણિતનું જ્ઞાન હોવું જરૂરી છે.

આમ, ગણિત અને ઈતિહાસ વચ્ચે ગાઢ અનુબંધ છે.

(e) ગણિત અને ભાષાનો અનુબંધ :

બાળકનું કોઈ પણ વાક્ય, શબ્દ બધું જ ભાષા ઉપર આધારિત છે. કોઈ પણ વિષયની રજૂઆત કરવા માટે ભાષા માધ્યમ તરીકે કામ કરે છે.

એવી માન્યતા છે કે ગણિતમાં લેખન કાર્ય અશુદ્ધ હોય તો ચાલે પણ ગણિતમાં ભાષાની શુદ્ધિ ખૂબ જ જરૂરી છે.

જેમ કે દા.ત. : $f : R \rightarrow R$ વિધેયના ગણને $f(x) = x^2$ માટે

હવે, જો આજ વાક્યને $f : R \rightarrow R$ વિધેયના ગણને $f(x) = x^2$

આમ, ભાષાની શુદ્ધિ જરૂરી છે.

- વળી, ભાષામાં છંદ, દુહા, હાઈકુ વગેરેમાં શબ્દોની ગણતરી, પદોની ગણતરી પરથી તેના પ્રકાર તરફ પ્રયાણ કરી શકાય.

  દા.ત. છંદમાં કેટલાં અક્ષરો છે તેના ઉપરથી તેનો પ્રકાર નક્કી થાય.

- ભાષામાં સંધિ છૂટી પાડતી વખતે પણ સરવાળાના ચિહ્નનો ઉપયોગ થાય છે.

  તે દર્શાવે છે કે ભાષા અને ગણિતને ગાઢ અનુબંધ છે.

  દા.ત.પરીક્ષા =પરિ +ઈક્ષા

(f) ગણિતનો અર્થશાસ્ત્ર સાથેનો અનુબંધ :

ગણિત અને અર્થશાસ્ત્ર વચ્ચેનો અનુબંધ ઘણો જ ગાઢ છે.

- અર્થશાસ્ત્રની અગત્યની બાબત વ્યક્તિની માથાદીઠ આવક, દેવું વગેરેની ગણતરી માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- આયાત-નિકાસનું પ્રમાણ, હૂંડિયામણની ગણતરીઓ કરવા માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.

- આપણા દેશમાં અર્થશાસ્ત્રમાં મજબૂત એવા રૂપિયાની સરખામણી બીજાં વિશ્વના દેશોની કરન્સી (રૂપિયા) સાથેની સરખામણી માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- અર્થશાસ્ત્રના આંકડાની માહિતી આલેખ અને કોઠાકીય માહિતી દર્શાવવા માટે આંકડાકીય માહિતી માટે ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.
- અર્થશાસ્ત્રના પાયારૂપ બાબતોમાં સીધી કે આડકતરી રીતે બધી જ બાબતોમાં ગણિતનું જ્ઞાન જરૂરી છે.

આમ, દેશની પ્રગતિ, અધોગતિની બાબત માટે જરૂરી અર્થશાસ્ત્રીય માહિતી માટે ગણિતનું જ્ઞાન ઉપયોગી હોવાથી તેમની વચ્ચેનો ગાઢ અનુબંધ છે.

4.7 સારાંશ

પ્રવર્તમાન સમયમાં શિક્ષણમાં ગોખણીયા પ્રવૃત્તિમાં ઉત્તરોત્તર વધારો થઈ રહ્યોં છે, તેમજ ટેકનોલોજીના પ્રભાવના કારણે બાળકોની સ્મૃતિશક્તિમાં ઘટાડો થતો જાય છે. એવું પ્રતિપાદિત થયું છે. આ સમયે બાળકોને શીખવવામાં આવતું વિષયવસ્તુ લાંબા સમય સુધી યાદ રાખી શકે અને તેનો વ્યવહારમાં સુચારુ ઉપયોગ કરી શકે તે માટે ગણિત વિષયને અન્ય વિષયો સાથે જોડી શીખવવામાં આવે તો ગણિતનું જ્ઞાન ચીરસ્થાયી બનાવી શકાય તેમાં કોઈ શંકાને સ્થાન નથી.

આમ, ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધિત શિક્ષણની મદદથી બાળકોમાં સહસંબંધિત જ્ઞાનમાં વધારો કરી વિષયવસ્તુ વિશેની સ્પષ્ટ સમજ આપી શકાય છે.

4.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. **અનુબંધ એટલે શું ?**

....
....
....
....
....
....

2. **ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ શા માટે જરૂરી છે ?**

....
....
....
....
....
....

3. **ગણિતની કઈ કઈ શાખાઓ અનુબંધિત છે ?**

....
....
....
....
....
....

4. **અંક ગણિત અને ભૂમિતિ કઈ રીતે અનુબંધિત છે?**

....

....

....

....

....

....

5. **ગણિતનો અન્ય કયા વિષયો સાથે અનુબંધ છે?**

....

....

....

....

....

....

4.9 સ્વાધ્યાય

1. વિજ્ઞાન શીખવવામાં ગણિત વિષય કઈ રીતે ઉપયોગી થશે ?
2. અનુબંધની સંકલ્પના એક ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટ કરો ?
3. અર્થશાસ્ત્રને સરળતાથી શીખવવા ગણિત કઇ રીતે મદદ કરી શકે ?
4. ભૂગોળ શીખવવા માટે ભૂમિતિનું યોગદાન શું હોઇ શકે ?
5. 'ઉદ્યોગ-ધંધો' કરવા માટે ગણિતનું જ્ઞાન અનિવાર્ય છે - સમજાવો.

BAOU Education for All

ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી

SECM-02

ગણિત

વિભાગ

2

ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને ગણિતમંડળ

એકમ-5 ગણિત શિક્ષણ અને વર્તનક્ષેત્રો

એકમ-6 NCF-2005 પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

એકમ-7 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને વર્તન પરિવર્તન

એકમ-8 ગણિત મંડળ

લેખક

ડૉ. સંજય એસ. પટેલ	કૉલેજ ઑફ એજ્યુકેશન, દમણ

પરામર્શક (વિષય)

ડૉ. રાજેશ આર. રાઠોડ	આઇ.આઈ.ટી.ઈ. ગાંધીનગર.

પરામર્શક (ભાષા)

ડૉ. વિરલ જાદવ	શ્રી પ્રકાશ કૉલેજ ઓફ એજ્યુકેશન, અમદાવાદ.

સંપાદન અને સંયોજન

પ્રો. (ડૉ.) અજીતસિંહ પી. રાણા	નિયામકશ્રી (શિક્ષણશાસ્ત્ર) ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.

સંયોજન સહાય

ડૉ. મીના આઈ. રાજપૂત	ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.

પ્રકાશક : કુલસચિવ, ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ-382481

આવૃત્તિ : પ્રથમ આવૃત્તિ-2020, **નકલ :** 600
દ્વિતીય આવૃત્તિ-2021, **નકલ :** 600

ISBN : 978-93-5598-091-5

Copyright © Registrar, Dr. Babasaheb Ambedkar Open University, Ahmedabad.
December 2020

While all efforts have been made by editors to check accuracy of the content, the representation of facts, principles, descriptions and methods are that of the respective module writers. Views expressed in the publication are that of the authors, and do not necessarily reflect the views of Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. All products and services mentioned are owned by their respective copyrights holders, and mere presentation in the publication does not mean endorsement by Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. Every effort has been made to acknowledge and attribute all sources of information used in preparation of this Self Learning Material. Readers are requested to kindly notify missing attribution, if any.

વિભાગ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણ

એકમ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

એકમ-2 ગણિતનું સ્વરૂપ

એકમ-3 ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો

એકમ-4 ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ

વિભાગ-2 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને ગણિતમંડળ

એકમ-5 ગણિત શિક્ષણ અને વર્તનક્ષેત્રો

એકમ-6 NCF-2005 પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

એકમ-7 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને વર્તન પરિવર્તન

એકમ-8 ગણિત મંડળ

વિભાગ-3 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો, પ્રયુક્તિઓ, પદ્ધતિઓ, શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

એકમ-9 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો

એકમ-10 ગણિત શિક્ષણની પ્રયુક્તિઓ

એકમ-11 ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

એકમ-12 શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

વિભાગ-4 ગણિત શિક્ષણમાં આયોજન તથા અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

એકમ-13 પાઠ આયોજનનો અર્થ, મહત્ત્વ અને સોપાનો

એકમ-14 આદર્શ પાઠ આયોજન

એકમ-15 પાઠ આયોજનના પ્રકાર

એકમ-16 અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

દૂરવર્તી અધ્યયનમાં સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીની ભૂમિકા

દૂરવર્તી શિક્ષણ પ્રણાલીમાં અસરકારક સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રી અનિવાર્ય છે. આ અભ્યાસ-સામગ્રીના લેખકો, અધ્યાપકો અને વિદ્યાર્થીઓ એકબીજાંથી ઘણાં દૂર અને ક્યારેક તો ક્યારેય ન મળી શકે તેવી સ્થિતિમાં હોવાથી આવી અધ્યયન સામગ્રી સુગમ અને અસરકારક હોવી જરૂરી છે. દૂરવર્તી શિક્ષણ માટેની અભ્યાસ-સામગ્રીમાં વિદ્યાર્થીના બૌદ્ધિક ચિંતનને ઉદ્દીપ્ત કરવાની ક્ષમતા તથા આવશ્યક તમામ અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ હોવી જોઈએ. આ સામગ્રી પાઠ્યક્રમના સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓના અનુસંધાને વિદ્યાર્થીને પર્યાપ્ત માર્ગદર્શન આપવા સક્ષમ હોવી જોઈએ. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં અભ્યાસક્રમમાં સૂચિત તમામ બાબતોનો સમાવેશ થાય તે જરૂરી છે.

અસરકારક અધ્યયન સિદ્ધ કરવા માટે અનેક પ્રકારના આયોજનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે; જેનાથી વિદ્યાર્થી જ્ઞાનોપાર્જન કરી શકે. બૌદ્ધિક અને મનોશારીરિક કૌશલ્યો કેળવી શકે અને વર્તન તથા અભિગમમાં આવશ્યક પરિવર્તનો સાધી શકે. આથી જ વિદ્યાર્થીનું મૂલ્યાંકન પણ પાઠ્યસામગ્રીમાં આવરી લેવામાં આવ્યું છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવેલી શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું સ્વરૂપ તે શિક્ષણના જ્ઞાનાત્મક, ભાવાત્મક કે મનોશારીરિક હેતુમાંથી કયા હેતુને સંલગ્ન છે ? તેના પર આધારિત છે. આ હેતુઓ ભવિષ્યમાં અનુક્રમે જ્ઞાન, બૌદ્ધિક કૌશલ્યો અને મનોશારીરિક કૌશલ્યોની ઉપલબ્ધિમાં પરિણમે છે. વિદ્યાર્થીએ મેળવેલ જ્ઞાનની પ્રાપ્તિ, ઉપયોગ અને અભિવ્યક્તિ કરવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય. વિદ્યાર્થીઓના પૂર્વજ્ઞાનનો અને અનુભવોનો આધાર લઈને રચવામાં આવેલ શિક્ષણ સામગ્રી દ્વારા બૌદ્ધિક કૌશલ્યના હેતુને સિદ્ધ કરી શકાય છે અને તેના દ્વારા નવીન જ્ઞાન પ્રાપ્તિનો માર્ગ પ્રશસ્ત થાય છે.

અભ્યાસ-સામગ્રીમાં સ્વાધ્યાય પ્રોજેક્ટ અને પ્રતિપૃષ્ટિ(Feedback)ના સ્વરૂપે અભ્યાસનું આયોજન જરૂરી છે. શારીરિક કૌશલ્ય સંબંધિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં ચિત્રાત્મક રજૂઆત હોવી જોઈએ અને ત્યારબાદ ઉચિત અભ્યાસનું આયોજન હોવું જોઈએ. વર્તન અને અભિગમમાં પરિવર્તન માટે આયોજિત શિક્ષણ પ્રવૃત્તિઓ રસ જન્માવે તેવી તથા આ પરિવર્તન દ્વારા થતાં લાભ અને તેની જરૂરિયાતને પ્રતિબિંબિત કરે તેવી હોવી જોઈએ. ત્યાર પછી નવાં અભિગમોને અપનાવવાની અને તે સંબંધિત પ્રક્રિયાના યોગ્ય અભ્યાસનું ઉચિત આલેખન થવું જોઈએ.

દૂરવર્તી શિક્ષણની ભૂમિકા.

પ્રત્યક્ષ અધ્યાપનમાં જોવા મળતી પ્રત્યાયનની વિશેષતાઓ; જેવી કે અંતરાલાપ, પૂર્વઅભિસંધાન, યોગ્ય સ્થાને વિરામ, આરોહ-અવરોહ, ભાવ-ભંગીમા, સ્વરભાર વગેરે દૂરવર્તી અધ્યયનમાં ઉપલબ્ધ નથી. આ ઉણપ વિશેષતઃ મુદ્રિત સાહિત્યમાં (લેખિત સાહિત્યમાં) જોવા મળે છે. વિદ્યાર્થી અને શિક્ષક વચ્ચેના વ્યવવહારની આ ખૂટતી કડીને જોડવા માટે જ દૂરવર્તી સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન કરવામાં આવે છે. માટે જ આવી પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન વૈકલ્પિક નહીં; પરંતુ અનિવાર્ય છે.

સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીને નાના એકમોમાં વિભાજિત કરીને શિક્ષણના ઉત્તમ સાધન તરીકે વિકસાવવાની સંકલ્પના છે. શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં વૈવિધ્ય દ્વારા શિક્ષણના વિવિધ ક્ષેત્રના હેતુઓ સિદ્ધ થાય તેવો પ્રયત્ન કરવાનો છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીનું આયોજન પૂર્વનિશ્ચિત, શૈક્ષણિક નીપજને ધ્યાનમાં લઈને કરવાનું હોવાથી તેના હેતુઓ અને ધ્યેયો નિશ્ચિત હોય છે. વળી અધ્યેતાઓ દૂરસ્થ હોવાથી આ સામગ્રી દ્વારા તેઓ નિશ્ચિત અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓમાં સંલગ્ન રહે તેવું આયોજન કરવામાં આવે છે. જેથી અધ્યેતાઓ સંબંધિત સંકલ્પનાઓને બરાબર સમજી શકે. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં સાથે સંકળાયેલ સ્વાધ્યાયો, પ્રાયોગિક કાર્યો, પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રકલ્પોનો પણ આ જ હેતુ છે. આ સામગ્રી માટે ઉચિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓની ઉદાહરણરૂપ સૂચિ ઘણી મોટી હોઈ શકે. આ સંદર્ભે શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓ વિદ્યાર્થીને અભિપ્રેરિત કરે છે, માર્ગદર્શન આપે છે અને વિદ્યાર્થીની પ્રગતિ અને પ્રદર્શનનું સતત માપન-મૂલ્યાંકન પણ કરે છે.

એકમ 5

ગણિત શિક્ષણ અને વર્તનક્ષેત્રો

: રૂપરેખા :

5.1 પ્રસ્તાવના

5.2 ઉદ્દેશો

5.3 જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર

5.4 ભાવાત્મક ક્ષેત્ર

5.5 ક્રિયાત્મક ક્ષેત્ર

5.6 સારાંશ

5.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

5.8 સ્વાધ્યાય

5.1 પ્રસ્તાવના

વિષય શિક્ષણનું બંધારણ તેના હેતુઓ પર આધારિત છે. સામાન્ય રીતે વિષયના બંધારણમાં તેના હેતુઓ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. ગણિત ભણવું શા માટે ? આ પ્રશ્નનો જવાબ શોધવા બેસીએ તો એક પછી એક ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ પ્રદર્શિત થાય છે. હેતુ આધારિત શિક્ષણકાર્ય બાદ વિદ્યાર્થીઓમાં કયા ફેરફારો જોવા મળશે અથવા તો વિષયનું શિક્ષણ વિદ્યાર્થીને કઈ રીતે સ્પર્શે છે આ બાબતની જાણકારી માટે તેનાં વર્તન ક્ષેત્રોનો અભ્યાસ અનિવાર્ય બને છે.

શિક્ષણની પ્રક્રિયાએ વર્તનમાં અપેક્ષિત પરિવર્તન લાવનારી પ્રક્રિયા છે. શિક્ષણ દ્વારા વિદ્યાર્થીના વર્તનમાં આપણે કયા પ્રકારનાં પરિવર્તનોની અપેક્ષા રાખીએ છીએ એ મહત્ત્વની બાબત છે. આ પરિવર્તનો અનેક પ્રકારે જોવા મળે છે- ક્યાં તો વિદ્યાર્થીની વિચારશક્તિમાં, ક્યાં તો વિદ્યાર્થીની કાર્યશીલતામાં અને ક્યાં તો વિદ્યાર્થીની લાગણીશીલતામાં- આ પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણને પરિણામે વિદ્યાર્થીમાં આ ત્રણ પૈકી કોઈ એક સ્વરૂપે વર્તન-પરિવર્તન દેખાશે. આ ત્રણ સ્વરૂપોને માનવવર્તનનાં ત્રણ ક્ષેત્રોની ઓળખવામાં આવે છે.

બ્લૂમ અને કેશવોલે વર્તનક્ષેત્રોનું નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ કર્યું છે :

ગણિત શિક્ષણના હેતુ સંબંધિત વર્તનક્ષેત્રો

જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર અથવા બોધાત્મક ક્ષેત્ર (Congnitive domain) જ્ઞાન, સમજ, ઉપયોગ સંશ્લેષણ, વિશ્લેષણ, મૂલ્યાંકન	મનોમાંસલ ક્ષેત્ર અથવા ક્રિયાત્મક ક્ષેત્ર (Psychomotor domain) ક્રિયા, કાર્ય, કૌશલ્ય	ભાવાત્મક ક્ષેત્ર (Affective domain) રસ, કદર, વલણ, મૂલ્યો

5.1 ઉદ્દેશો

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે,

- ગણિત શિક્ષણનાં વર્તનક્ષેત્રો જાણી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણના જ્ઞાનાત્મકક્ષેત્રને આધારે વિદ્યાર્થીના વર્તન પરિવર્તનની માહિતી મેળવી શકશો.

- ગણિત શિક્ષણના ભાવાત્મકક્ષેત્રને આધારે વિદ્યાર્થીના વર્તન પરિવર્તનની માહિતી મેળવી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણના ક્રિયાત્મકક્ષેત્રને આધારે વિદ્યાર્થીના વર્તન પરિવર્તનની માહિતી મેળવી શકશો.

5.3 જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર (Congnitive Domain) :

વિદ્યાર્થીઓએ મેળવેલ ગણિતના વિષયવસ્તુના જ્ઞાનને પરિણામે તેમનામાં થતાં વર્તન પરિવર્તનો આ ક્ષેત્રમાં આવે છે. આ ક્ષેત્રમાં વર્તન-પરિવર્તનોની કક્ષા પ્રમાણમાં નિમ્ન છે. પરંતુ તેમાં આવતાં વર્તન-પરિવર્તનો શ્રેણીબદ્ધ રીતે ગોઠવવામાં આવ્યાં છે. એકદમ સરળ વર્તન નિષ્પત્તિથી ક્રમશઃ કઠિન વર્તનો તરફ તેની ગતિ દર્શાવી છે. એટલે કે જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્રમાં જ્ઞાન પ્રાપ્તિ જેવી સરળ નિષ્પત્તિથી શરૂ થાય છે અને પછી કઠિનતાના ચઢતા ક્રમમાં સમજ, ઉપયોગિતા, વિશ્લેષણ અને મૂલ્યાંકન સુધી પહોંચે છે. દરેક વર્ગમાં તેની નીચેના સ્તરનો સમાવેશ થાય છે જેમ કે સમજના હેતુમાં જ્ઞાનાત્મક સ્તરનું વર્ણન પણ સમાવિષ્ટ થઈ જાય. ઉપયોગિતામાં સમજ અને જ્ઞાન બંનેનો સમાવેશ થઈ જાય અને વિદ્યાર્થીએ રીતે આગળ વધે.

વિદ્યાર્થીને શીખવવામાં આવેલ ગણિતના શિક્ષણનું વિષયવસ્તુ વિદ્યાર્થી (1) યાદ કરી શકે, ઓળખી શકે (2) તેને સમજ શકે (3) તેનો યથોચિત ઉપયોગ કરી શકે; ત્યારે કહી શકાશે કે વિદ્યાર્થીમાં જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર હેઠળનાં વર્તન-પરિવર્તનોને અનુક્રમે જ્ઞાન (knowledge), સમજ (Understanding) અને ઉપયોગ (Application)નો વિકાસ થયો છે.

દા.ત., બીજગણિતના ઘાતાંક એકમના શિક્ષણને અંતે જો વિદ્યાર્થીઓના વર્તન-પરિવર્તનોમાં (1) તે ઘાતાંકના નિયમો યાદી કરી શકે છે (Knowledge) (2) તે ઘાતાંકનાં નિયમને ઉદાહરણ આપી સમજાવી શકે છે (Understanding) (3) તે ઘાતાંકના નિયમ પરથી દાખલાઓ ગણી શકે છે (Application) ત્યારે વિદ્યાર્થીના વર્તનનો જ્ઞાનાત્મક (Congnitive) વિકાસ થયો છે તેમ કહેવાય.

5.4 ભાવાત્મક ક્ષેત્ર (Affective Domain)

આ ક્ષેત્ર વિદ્યાર્થીની લાગણી (ભાવ)ને સ્પર્શે છે. ગણિત શિક્ષણને પરિણામે વિદ્યાર્થીનાં ભાવ/લાગણીમાં થતાં પરિવર્તનો આ ક્ષેત્ર હેઠળ સમજાવાય છે. વિદ્યાર્થીઓનાં રસ, રુચિ અને વલણને સ્પર્શતી બાબતો આ ક્ષેત્ર સાથે સંકળાયેલી હોય છે. વિદ્યાર્થીઓ ગણિત પ્રત્યે રસ કેળવે, ગણિત પ્રત્યે રુચિ (અભિરૂચિ) કેળવે, ગણિત અને ગણતરી પ્રત્યે આદર અને માનની ભાવના કેળવે, ગણિતનાં કાર્યો પ્રત્યે કદર દર્શાવે તે અત્યંત જરૂરી છે. ગણિતનો વિષય મહ્દ અંશે બાળકોને શુષ્ક અને નિરસ લાગતો હોય છે પરંતુ રમતાં રમતાં ગમ્મત સાથે ગણિત શીખે એવા પ્રયત્નો કરવામાં આવે તો વિદ્યાર્થીઓમાં ભાવાત્મક ક્ષેત્રનાં વર્તન પરિવર્તનો સરળતાથી લાવી શકાય છે. ભાષાઓ અને સમાજવિદ્યા તથા વિજ્ઞાનના વિષય શિક્ષણમાં આ ક્ષેત્ર વધુ અસરકારક બની શકે છે, કારણ કે તે વિષયોના શિક્ષણને અંતે વિદ્યાર્થીઓમાં રસ (Interest), વલણ (Attitude), કદર (Appreciation)ને લગતાં પરિવર્તનો સવિશેષ જોવા મળે છે.

આ ક્ષેત્રમાં શિક્ષણના સામાન્ય હેતુઓ ગ્રહણ કરવું (Receiving), પ્રતિક્રિયા કરવી (Responding) મૂલ્ય આકારવું (Valueing), સંગઠન (Organization) અને ચરિત્રલેખન (Characterization)નો પણ સમાવેશ થાય છે.

5.5 ક્રિયાત્મક ક્ષેત્ર (Psychomotor Domain)

ક્રિયાત્મક કૌશલ્યએ ગતિવાહી કૌશલ્યો (Motor Skills) સાથે સંબંધિત છે. વિદ્યાર્થીઓમાં વર્તન-પરિવર્તનોમાં ક્રિયા કે કાર્ય કે કૌશલ્યનો સમાવેશ આ ક્ષેત્રમાં થાય છે. ગણિત શિક્ષણને અંતે વિદ્યાર્થીની એકમને અનુરૂપ ક્રિયાશીલતામાં પરિવર્તન આ ક્ષેત્રથી સમજાય છે. દા.ત., ગણતરી કરવી, આકૃતિ-આલેખ દોરવા, ભૌમિતિક સાધનનો ઉપયોગ કરવો વગેરે વગેરે... આ ક્ષેત્રમાં આ પ્રકારની ક્રિયાઓથી જોવા મળતા વર્તન-પરિવર્તનોમાં કુશળતા-કૌશલ્ય Skills જોવા મળે છે. આ માટે ઝડપ અને ચોક્કસાઈ હોવાં જરૂરી છે. કુશળતા કે કૌશલ્ય પ્રાપ્તિ માટે આ ક્ષેત્રમાં વર્તન-પરિવર્તનોની ગતિ આ ક્રમમાં જોવા મળે છે.

- ઉત્તેજના-આવેગ-Impulsion

- ક્રિયાત્મકતા-Maniapulation

- નિયંત્રણ-Control

- સંયોગીકરણ-Co-ordiation અને

- સ્વભાવીકરણ - Naturalization

આ તબક્કાઓમાં છેલ્લે સ્વાભાવીકરણ થતાં જ ઉચ્ચ કૌશલ્ય પ્રાપ્ત કરી શક્યો છે તેવું જાણી શકાય છે.

5.6 સારાંશ

શિક્ષણની પ્રક્રિયાનો મૂળભૂત હેતુ વર્તનમાં અપેક્ષિત પરિવર્તન કરવાનો છે. આથી બ્લૂમ ટેક્ષોનોમી અનુસાર જ્ઞાનાત્મક, ભાવાત્મક અને મનોક્રિયાત્મક ક્ષેત્રોના વિકાસ દ્વારા બાળકોના જ્ઞાનમાં વધારો કરી શકાય તેમ છે. વિદ્યાર્થીઓમાં વિવિધ કૌશલ્યોનો વિકાસ કરી વર્તનમાં સુનિશ્ચિત પરિવર્તન લાવી શકાય તે માટે વિવિધ વર્તનક્ષેત્રોની બહોળી આવશ્યકતા છે.

5.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસો :

(1) જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર અંતર્ગત કયા વર્તન પરિવર્તન જોવા મળે છે ?

....

....

....

....

....

....

(2) શિક્ષણ મૂલ્યાંકનની પરિભાષામાં જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્રનાં વર્તન પરિવર્તન કયા નામે ઓળખાય છે ?

....

....

....

....

....

....

(3) કોઈ એક ઉદાહરણ આપી જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર અંતર્ગત વર્તન પરિવર્તન સમજાવો.

....

....

....

....

....

....

4. ભાવાત્મક ક્ષેત્ર અંતર્ગત કયા વર્તન પરિવર્તન જોવા મળે છે ?

....

....

....

....

....

....

5. ભાવાત્મક ક્ષેત્ર શેને સ્પર્શે છે ?

....

....

....

....

....

....

6. ભાવાત્મક ક્ષેત્રના સામાન્ય હેતુઓ જણાવો.

....

....

....

....

....

....

7. ક્રિયાત્મક ક્ષેત્ર અંતર્ગત કયા વર્તન પરિવર્તન જોવા મળે છે ?

....

....

....

....

....

....

8. ક્રિયાત્મક ક્ષેત્ર કોની સાથે સંબંધિત છે ?

....

....

....

....

....

....

9. કયા પરિવર્તનથી જાણી શકાય કે વિદ્યાર્થી ઉચ્ચ કૌશલ્ય પ્રાપ્ત કરી શક્યો છે ?

....

....

....

....

....

5.8 સ્વાધ્યાય

૧. ગણિતનો કોઇ એક એકમ પસંદ કરી જ્ઞાનાત્મક ક્ષેત્ર આધારિત ઓછામાં ઓછા પાંચ હેતુઓ જણાવો.

૨. નિયંત્રણ અને સંયોગીકરણ એ કયા ક્ષેત્ર સાથે સંકળાયેલ છે ?

૩. 'શિક્ષણ પ્રક્રિયાને અંતે વિદ્યાર્થીઓ વિષયવસ્તુ ગ્રહણ કરે છે' આ વિધાન કયા વર્તનક્ષેત્ર સાથે સંબંધિત છે ?

૪. લાક્ષણિકતા વર્ણન શબ્દ સંબંધિત એક હેતુ રચના કરી તે કયા વર્તનક્ષેત્રમાં સમાવિષ્ટ છે તે જણાવો.

૫. ક્રિયાત્મક ક્ષેત્ર આપતા વર્તન પરિવર્તનોની યાદી બનાવો.

એકમ 6 NCF-2005 પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

: રૂપરેખા :

6.1 પ્રસ્તાવના

6.2 ઉદ્દેશો

6.3 શાળેય ગણિત માટેની દૃષ્ટિ

6.4 અભ્યાસક્રમ અને હેતુઓ

6.5 NCF-2005 અંતર્ગત Gujarat Curriculum Framework ની મુખ્ય બાબતો

6.6 સારાંશ

6.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

6.8 સ્વાધ્યાય

6.1 પ્રસ્તાવના

શાળા કક્ષાએ વિવિધ સ્તરે ગણિતનું શિક્ષણ અનિવાર્ય છે. દરેક કક્ષાએ ગણિત શીખવવાના ઉદ્દેશ્યો ભિન્ન છે. પ્રાથમિક કક્ષાએ બાળકો ગણિતની પાયાની ક્રિયાઓની જાણકારી મેળવી આ ક્રિયાઓ શીખે એ અત્યંત આવશ્યક છે. શાળેય શિક્ષણમાં ગણિત એ અગત્યનો વિષય છે જેની મહત્તા જળવાય રહે અને સમગ્ર દેશમાં સુવાક્યતા સાધી શકાય એવા હેતુથી NCF-2005 દસ્તાવેજમાં ગણિત શિક્ષણના અભ્યાસક્રમ અને હેતુઓ સંબંધી ચર્ચા હાથ ધરવામાં આવી. જે અંતર્ગત સમગ્રતા જાળવવાના આશયથી ઘણાં સૂચનો કરવામાં આવ્યા એ અનુસંધાને દરેક રાજ્યએ પોતાની આવશ્યકતા અનુસાર વિવિધ સ્તરે ગણિતનો અભ્યાસક્રમ નિર્ધારિત કર્યો અને તેના હેતુઓ નિશ્ચિત કર્યા છે. જે અનુસાર NCF-2005 ના સૂચનો અનુસાર ગુજરાત રાજ્યએ પણ અભ્યાસક્રમ નિર્ધારણ કર્યો છે જે નીચે મુજબ વર્ણવી શકાય.

6.2 ઉદ્દેશો

આ એકમને અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. શાળેય ગણિત માટેની દૃષ્ટિ સ્પષ્ટ થશે.

૨. NCF-2005 અનુસાર અભ્યાસક્રમની માહિતી મેળવી શકશો.

૩. NCF-2005 અનુસાર હેતુઓની સ્પષ્ટતા કરી શકશો.

૪. NCF-2005 અંતર્ગત ગુજરાત Gujarat Curriculum Framework ની મુખ્ય બાબતોથી વાકેફ થશો.

૫. NCF-2005 અનુસાર ગણિત શિક્ષણના વિશિષ્ટ હેતુઓની જાણકારી મેળવી શકશો.

6.3 શાળેય ગણિત માટેની દૃષ્ટિ (Vision of School Mathematics)

ગણિત માધ્યમિક કક્ષા સુધી ફરજિયાત વિષય હોવાથી પાયાનું ગણિત શિક્ષણ ઉચ્ચ કોટિનું મળી રહે તે અનિવાર્ય છે. વિદ્યાર્થીએ આ સમયગાળામાં શીખવેલું ગણિત જીવનભર કામ લાગે છે. ગણિતના શિક્ષણથી જ તેની વ્યાવસાયિક, સામાજિક અને આર્થિક પ્રગતિનો ક્યાસ મળી શકે છે. જે માટે શાળેય ગણિત માટેની નીચેની બાબતો અગત્યની બને છે.

- બાળકો ગણિતથી ડરવાને બદલે તેનો આનંદ મેળવે.

- બાળકો મહત્ત્વપૂર્ણ ગણિત શીખે. ગણિતસૂત્રો અને યાંત્રિક પ્રક્રિયાથી ઘણું બધું વધારે શીખે.

- બાળકો ગણિતને એવી રીતે જુએ છે કે જે વિશે વાતો થઈ શકે, પરસ્પર સંવાદ અને ચર્ચા થઈ શકે અને સાથે કામ થઈ શકે.

- બાળક સર્જનાત્મક ચિંતન કરી શકે.

- બાળક તર્કબદ્ધ ચિંતન કરી શકે.

- બાળકો સાર્થક પ્રશ્નો ઉઠાવી શકે અને તેનું સમાધાન મેળવી શકે.

- બાળકો અમૂર્ત પ્રયોગ સંબંધોને સમજવા માટે, સંરચના સમજવા, વિવેચન કરવા તેમજ કથનોની સત્યતા વિશે તર્ક કરવા માટે ગાણિતિક ક્રિયાનો ઉપયોગ કરી શકે. બાળકો ગણિતની મૂળ સંરચના સમજે. અંક ગણિત, બીજ ગણિત, ભૂમિતિ, શાળા ગણિતના બધાં મૂળતત્ત્વો, અમૂર્ત પ્રણાલી, સંગઠન અને સામાન્યીકરણ માટે એક પદ્ધતિ આપે છે.

- શિક્ષક વર્ગખંડમાં એવા વિશ્વાસ સાથે કામ કરે કે દરેક બાળક આનંદથી અસરકારક રીતે ગણિત શીખી શકે.

6.4 અભ્યાસક્રમ અને હેતુઓ

પૂર્વ પ્રાથમિક સ્તર ઉપર બધું શિક્ષણ રમત દ્વારા થાય છે, ઉપદેશાત્મક સંપ્રેષણ દ્વારા નહિં. ઘડિયા ઘૂંટાવવાને બદલે બાળકોએ શીખવું અને સમજવું જોઈએ કે નાના સમૂહોના સંદર્ભમાં નામ અને ગણતરી અને પરિમાણ વચ્ચે શું સંબંધ છે. સરળ તુલનાઓ અને વર્ગીકરણ કરતાં શીખવું, એક સાથે એક આયામમાં, તેમ જ આકાર અને સમમિતિઓ પરખવા જેવાં કૌશલ્ય આ સ્તર ઉપર શીખવાં જોઈએ. આ સ્તર ઉપર તેમ જ આગળ પણ બાળકોને પૂર્વનિર્ધારિત રીતે નહિ પણ પોતાના વિચાર અને ભાવના વ્યક્ત કરવા માટે ભાષાનો ઉપયોગ કરવાનું શીખવવું જોઈએ.

પ્રાથમિક સ્તર પર બાળકોમાં સકારાત્મક અભિગમ અને રુચિનો વિકાસ કરવો એટલો જ જરૂરી છે જેટલાં જ્ઞાનાત્મક કૌશલ્ય અને અવધારણા શીખવાં, ગણિતીય રમતો, ઉખાણાં અને વાર્તાઓ સકારાત્મક રુચિ પેદા કરવામાં તેમજ રોજના જીવન સાથે સંબંધ જોડવામાં મદદગાર થઈ શકે. એ ખ્યાલ રાખવો જરૂરી છે કે ગણિત એટલે માત્ર અંક ગણિત નહિં. સંખ્યાઓ અને તેમના ઉપયોગ સિવાય આકાર, વિવિધ તરાહો, માપ અને આંકડાની સમજને પણ મહત્ત્વ આપવું જોઈએ.

પાઠ્યચર્ચામાં સ્પષ્ટ રીતે શીખનારની પ્રગતિની ક્રમિકતાનો સમાવેશ કરવો જોઈએ. જે અવધારણાઓને સમજીને મૂર્તથી અમૂર્ત તરફ લઈ જાય છે. ગણનાત્મક કૌશલ્યની સાથે સાથે વિવિધ તરાહો ઓળખવી, અભિવ્યક્ત કરવી, અને સમજાવવી, સમસ્યાનું સમાધાન કરવા માટે આકલન અને સંવાદ અને તર્કની દૃષ્ટિએ ભાષાના ઉપયોગના કૌશલ્યના વિકાસ ઉપર વધારે જોર દેવું જોઈએ.

ઉચ્ચત્તર પ્રાથમિક સ્તર પર છાત્રને ગણિતની શક્તિનો અહેસાસ થાય છે, જ્યારે તે એવી શક્તિશાળી અમૂર્ત અવધારણાઓનો ઉપયોગ કરે છે અને પહેલાંના શિક્ષણ અને અનુભવને સંગઠિત કરે છે. આથી તેને પ્રાથમિક શાળામાં શીખેલ પાયાની અવધારણાઓને કુશળતાથી ફરી ધ્યાન આપવાની અને તેમને મજબૂત કરવામાં મદદ મળે છે, જે સાર્વજનિક ગણિતીય સાક્ષરતા પામવા માટે જરૂરી છે. છાત્ર બીજગણિતીય સંકેત, સ્થાન તેમજ આકારોના વ્યવસ્થિત અધ્યયનમાં અને માપવાના જ્ઞાનમાં પરિપક્વતા લાવવા માટે તેમના ઉપયોગથી પરિચિત થાય છે. આંકડાના વ્યવહાર અને વ્યાખ્યાના પ્રયોગથી સંરચનાના ઉપયોગની ક્ષમતા વધે છે, જે એક અનિવાર્ય જીવન કૌશલ્ય છે. આ સ્તર પર શિક્ષણ છાત્રને સ્થાન સંબંધી તર્કશક્તિ અને પ્રદશ્ય કલ્પના કૌશલ્યની સમૃદ્ધિ માટે પણ તક/અવસર આપે છે.

માધ્યમિક સ્તર પર છાત્રો ગણિતની સંરચનાને એક અનુશાસનની નજરે જોવાનો પ્રારંભ કરે છે. તેઓ ગણિતના સંવાદની મુખ્ય વિશિષ્ટતાઓથી પરિચિત થાય છે.

સાવધાનીપૂર્વક પરિભાષિત નામ અને અવધારણા, તેમને દર્શાવવા સંકેતોનો ઉપયોગ, પૂર્વ સર્ગોની સચોટ અભિવ્યક્તિ, તેમજ તેમને સિદ્ધ કરવા માટે પ્રમાણ, આ પાસાંઓ ખાસ કરીને રેખાગણિતના ક્ષેત્રમાં સ્પષ્ટ થાય છે. છાત્રો બીજગણિતમાં પોતાની કુશળતા વધારે છે, જે માત્ર ગણિતના પ્રયોગ માટે જ મહત્ત્વપૂર્ણ નથી, પરંતુ ગણિતની અંદર પણ પ્રમાણ અને ઔચિત્ય પામવા માટે મહત્ત્વપૂર્ણ છે. આ સ્તર ઉપર વિદ્યાર્થીઓ ઘણી શીખેલી અવધારણા અને કુશળતાઓને સમસ્યા સમાધાન

કરવાની આવડતમાં પરોવી લે છે. ગણિતીય મોડેલિંગ, આંકડાનું વિશ્લેષણ અને આકલન, જે આ સ્તર ઉપર શીખવવામાં આવે છે, તેને એક ઉચ્ચસ્તરીય ગણિતીય સાક્ષરતામાં બદલાવી શકાય છે. સંબંધો અને પેટર્નની એકલ તેમજ સામુહિક તપાસ, દશ્ય રચના અને સામાન્યીકરણ, સમુચ્ચય બનાવવા અને સિદ્ધ કરવા, આ સ્તર ઉપર મહત્ત્વપૂર્ણ છે અને તેને પ્રોત્સાહન આપવા માટે કમ્પ્યુટર જેવાં ઉચિત ઉપકરણો અને મોડેલનો પ્રયોગ થવો જોઈએ.

ઉચ્ચ માધ્યમિક સ્તર ઉપર ગણિતની પાઠ્યચર્ચાનો ઉદ્દેશ છાત્રને ગણિતની ઉપયોગિતાના વિશાળ ફલક તરફ લઈ જવાનો છે. તેમ જ આવા જુદાં જુદાં ક્ષેત્રમાં ગણિતના ઉપયોગ માટે આવશ્યક ઓજારોની સમજના વિકાસનો છે. આમાં ઊંડાણ અને વિસ્તારની સાધારણ રીતે પરસ્પર વિરોધી માંગો વચ્ચે સાવચેતીપૂર્વક પસંદગી કરવી પડશે. એક અનુશાસનના રૂપમાં ગણિતનો ઝડપી વિકાસ અને તેના ઉપયોગના ફેલાતા ફલક જોતાં વધારે વિસ્તાર વ્યાપકતાની માંગ લાગે છે. આવા વિસ્તાર માટે વિષયોને તેમના ગણિતીય મહત્ત્વથી આંકવા જોઈએ. જે વિષય અન્ય અનુશાસનના વધારે સ્વાભાવિક રીતે ભાગ લે છે, તેમને ગણિતની પાઠ્યચર્ચાની બહાર રાખવા જોઈએ. વિષયોના નિરુપણનો એક ઉદ્દેશ હોવો જોઈએ, ગણિતીય અંતર્દષ્ટિ અને અવધારણાઓને વિકસિત કરવાં, જેથી વિદ્યાર્થીની રુચિ અને લગાવ વધે.

6.5 NCF-2005 અંતર્ગત Gujarat Curriculum Frameworkની મુખ્ય બાબતો (Main points of NCF-2005: Gujarat Curriculum Framework)

ગણિતનું શિક્ષણ એવું હોવું જોઈએ કે જેનાથી બાળકોના સંદર્ભો વધારે સમૃદ્ધ થાય જે ચિંતન અને તર્કમાં, અમૂર્તોની સંકલ્પના કરવામાં અને તેમનો વ્યવહાર કરવામાં, સમસ્યાઓને સૂત્રબદ્ધ કરવા અને તેમનું સમાધાન કરવામાં તેમની સહાયતા કરે છે. ઉદ્દેશ્યોના આ વ્યાપક ફલકને પ્રાસંગિક અને અર્થપૂર્ણ ગણિત શીખવીને નક્કી કરી શકાય જે બાળકોના અનુભવોમાં ગૂંથાયેલા હોય. ગણિતમાં સફળતાને પ્રત્યેક બાળકના અધિકારના રૂપમાં જોવાની જરૂર છે. આ માટે તેના દાયરાને વધારે વિસ્તૃત કરવાની જરૂર હશે અને તેને બીજાં વિષયો સાથે જોડવું અનિવાર્ય હશે. દરેક શાળાને કમ્પ્યુટર, હાર્ડવેર, સોફ્ટવેર અને કનેક્ટીવિટી પહોંચાડવા જેવાં યોજનાબદ્ધ પડકારોનો સામનો કરવાની જરૂર છે.

ગણિત શિક્ષણનો મુખ્ય ઉદ્દેશ બાળકોને કેવળ ગણિતનું જ્ઞાન આપવાનો નહિં પરંતુ બાળકોમાં ગાણિતીય ક્ષમતાનો વિકાસ છે. શાળાના ગણિતનું સીમિત લક્ષ્ય છે, 'લાભપ્રદ' ક્ષમતાઓનો વિકાસ કરવો, વિશેષ રીતે સંખ્યા-સંખ્યા સંક્રિયા, માપ, દશમાંશ અને પ્રતિશત. તેનો ઉચ્ચ ઉદ્દેશ છે બાળકોના માનસનો વિકાસ કરવો જેથી તેઓ ગણિતીય રીતે વિચારી શકે અને તર્ક કરી શકે, અંદાજ/માન્યતામાંથી તાર્કિક પરિણામ કાઢી શકે અને અમૂર્તને સંભાળી શકે. તેની અંતર્ગત સમસ્યાઓને સૂત્રબદ્ધ કરી તેમનું સમાધાન કરવાની ક્ષમતાના વિકાસનો સમાવેશ થાય છે. આને માટે એવી પાઠ્યચર્ચા હોવી જોઈએ, જે મહત્ત્વાકાંક્ષી હોય, સુસંગત હોય અને મહત્ત્વપૂર્ણ ગણિત શીખવે. મહત્ત્વાકાંક્ષી એવા અર્થમાં કે ઉપર મુજબના ઉચ્ચ ઉદ્દેશને સાધવાનો પ્રયત્ન કરે, ન કેવળ સીમિત લક્ષ્યોને સાધવાનો. પાઠ્યચર્ચા સુસંગત હોવી જોઈએ જેથી અંશોમાં ઉપલબ્ધ વિભિન્ન પ્રણાલીઓ અથવા શિક્ષણમાં (અંકગણિત, બીજ ગણિત, રેખા ગણિતમાં) એક એવી ક્ષમતા ઢાળી શકે જે હાઈસ્કૂલમાં આવવાવાળાં વિજ્ઞાન અને સામાજિક અધ્યયનના ક્ષેત્રોની સમસ્યાઓને પણ સંબોધિત કરી શકે. તે મહત્ત્વપૂર્ણ એવી રીતે હોવી જોઈએ કે બાળક/છાત્ર એવા સવાલોનું સમાધાન કરવામાં પોતાના સમય અને ઊર્જાનો સહર્ષ સદુપયોગ કરે. ગણિતના શિક્ષણની પાઠ્યચર્ચાના બે ખાસ મુદ્દા છે; ગણિતનું શિક્ષણ છાત્રના મનને પરોવવા માટે શું કરી શકે છે, અને છાત્રના સંશાધનોને સુદ્રઢ કેમ કરી શકે ?

ગણિત માધ્યમિક સ્તર સુધી અનિવાર્ય વિષય હોવાથી પાયાના ગણિતના સારાં શિક્ષણનો અધિકાર દરેક બાળકનો છે. આ શિક્ષણ સુખદ અને સહજ પ્રાપ્ય હોવું જોઈએ. શાળા શિક્ષણના ભૂમંડલીકરણના સંદર્ભમાં સૌથી પહેલો પ્રશ્ન એ ઉદ્‌ભવે કે આઠ વર્ષ દરમ્યાનના શાળા શિક્ષણમાં કેવું ગણિત શીખવવું જોઈએ જે તેમને કેવળ માધ્યમિક શિક્ષણ માટે તૈયાર ન કરતાં જીવનભર કામ આવે. પ્રાથમિક શાળામાં શીખવવામાં આવતી ગણિતની આવડતો અધિકતર લાભપ્રદ હોય છે. તેમ છતાં ઉપરોક્ત ઉચ્ચત્તર લક્ષ્યોની પ્રાપ્તિ માટે પાઠ્યક્રમને પુનઃઅભિમુખીકરણ કરીને બાળકો શાળામાં વીતવે છે એ સમયનો વધારે સારો ઉપયોગ કરી શકાશે. બાળકોની સમસ્યાનું સમાધાન કરવાની તેમ જ વિશ્લેષણ કરવાની

કુશળતાને પૃષ્ટિ મળશે અને તેઓ જીવનમાં જુદી જુદી સમસ્યાઓનો વધારે સારી રીતે સામનો કરી શકશે. ઊંચા અને સાંકડા પાઠ્યક્રમને બદલે, જેમાં વધારે વિષય હોય, જે ધરાતલની સમીપ હોય અને જેનો બૃહદ આકાર હોય એવા પાઠ્યક્રમનો ફાયદો વિભિન્ન છાત્રો માટે વધારે થશે.

સમસ્યાના સમાધાનની અનેક યુક્તિ શાળાના જુદાં જુદાં સ્તર પ્રમાણે ઉપરાઉપરી શીખવી શકાય છે; અમૂર્તતા, પરિમાણન, સાદ્રશ્યતા, સ્થિતિ, વિશ્લેષણ, વસ્તુઓને સરળતમ રૂપમાં જોવી, અનુમાન કરી તેનું પૃષ્ટિકરણ કરવું વગેરે, જે સમસ્યાના અનેક સંદર્ભમાં ઉપયોગી હોય. જેમ બાળકો આ વિભિન્ન પ્રકારની યુક્તિઓ શીખી લે છે તેમ તેમ તેમના સંશાધન સમૃદ્ધ થાય છે. અને તેઓ એ પણ શીખે છે કે કઈ યુક્તિ ક્યારે સર્વશ્રેષ્ઠ છે. બાળકોને ગણિતના મૂળભૂત નિયમોના પરિચયની આવશ્યકતા હોય છે. શાળાનું ગણિત આવી ઉપયોગી કુશળતાને વિકસિત કરવામાં તેમ જ તેમને ધાર આપવામાં મહત્ત્વનો ફાળો આપી શકે છે.

પ્રત્યક્ષીકરણ અને નિરુપણની આવડતનો વિકાસ ગણિત કરી શકે છે. પરિમાણ, આકાર અને રૂપના આધાર પર સ્થિતિઓનું પ્રતિરોપણ કરવામાં ગણિતનો સર્વશ્રેષ્ઠ પ્રયોગ થઈ શકે. ગણિતની અવધારણાઓનું જુદી જુદી રીતે નિરુપણ થઈ શકે છે અને આ વિભિન્ન નિરુપણનો જુદાં જુદાં સંદર્ભોમાં વિવિધ ઉપયોગ થઈ શકે એ ગણિતનું સામર્થ્ય છે. દા.ત., એક કામને બીજગણિતની રીતે તેમ જ એક ગ્રાફ તરીકે પણ નિરુપિત કરી શકાય. જો p/q ને એક પૂર્ણ એકમના એક અંશમાં પ્રસ્તુત કરી શકાય તો તેને બે આંકડા p અને qના ભાગફળના રૂપમાં પણ ઈંગિત કરાય. ભિન્ન ખંડ વિશે શીખવું એટલું જ મહત્ત્વપૂર્ણ છે જેટલું ભિન્ન અંશોના ગણિતને શીખવું.

ગણિત અને અન્ય વિષયોના અધ્યયન વચ્ચે સંબંધ બનાવવાની પણ આવશ્યકતા છે. બાળકો જ્યારે ગ્રાફ બનાવતાં શીખે છે ત્યારે તેમને ભૂગોળ સહિત વિભિન્ન વિજ્ઞાનના કાર્યાત્મક સંબંધો વિશે વિચારવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવાં જોઈએ. આપણાં બાળકોને એ તથ્ય સમજાવું જોઈએ કે ગણિત વિજ્ઞાનનું એક પ્રભાવપૂર્ણ ઉપકરણ છે.

એ વાત ઉપર વધારે જોર દેવાની આવશ્યકતા નથી કે ગણિતમાં વ્યવસ્થિત તાર્કિકતાની મહત્તા છે. વ્યવસ્થિત તાર્કિકતાનો સંબંધ ગણિતજ્ઞોને જે પ્રિય હોય છે એવી સૌષ્ઠવ અને સૌંદર્યબોધની ધારણાઓ સાથે પણ ઊંડો છે. પ્રમાણ મહત્ત્વનું છે પણ નિગમન આધારિત પ્રમાણની સાથે બાળકોએ એ પણ જાણવું જોઈએ કે ચિત્ર અને સંરચનાઓ ક્યારે પ્રમાણ આપી શકે છે. પ્રમાણ એક એવી પ્રક્રિયા છે જે સશંક વિરોધી પક્ષને આશ્વસ્ત કરવા માટે આવશ્યક છે; શાળાના ગણિત દ્વારા તર્ક-વિતર્કની વ્યવસ્થિત પ્રણાલીને પ્રોત્સાહન મળવું જોઈએ. ઉદ્દેશએ હોવો જોઈએ કે તર્કવિકાસ, તર્કોનું સમાવલોકન અથવા મૂલ્યાંકન, અને તેમની ચકાસણી થઈ શકે તેમ જ સમજ આવે કે તર્કના વિભિન્ન પ્રકાર હોય છે.

ગણિતીય સંપ્રેષણ જે સટીક હોય અને સંદિગ્ધાયુક્ત ભાષાના પ્રયોગથી યુક્ત હોય,

પ્રત્યીક્ષકરણ પ્રમાણ

શું કામ ? 3 × 5 = 5 × 3 ?

પાંચના ત્રણ સમૂહ **ત્રણનાં પાંચ સમૂહ**

અને જેની સંરચના કઠોર હોય એ ગણિતીય વ્યવહારની વિશેષતા છે. ગણિતમાં પારિભાષિક શબ્દાવલિનો પ્રયોગ સુચિંતિત, સચેત અને શૈલીબદ્ધ હોય છે. ગણિતજ્ઞ એનો વિચાર કરે છે કે કઈ અંકન પદ્ધતિ ઉપયુક્ત છે. અને સારાં અંકનને વિચારોના સહાયકરૂપે જોવામાં અને જાણવામાં આવે છે. જેમ જેમ બાળકો મોટાં થાય છે તેમ એમને આવી પરિપાટી પરંપરાઓનું મહત્ત્વ અને તેમનો ઉપયોગ શીખવવાં જોઈએ. દા.ત., સમીકરણ બનાવવાને પણ એટલું જ સ્થાન હોવું જોઈએ જેટલું સમીકરણ છોડાવવાને મળે છે.

આ બધાં કૌશલ્યો અને પ્રક્રિયાની ચર્ચા કરતાં આપણે પ્રક્રિયા અને રવૈયાના બાહુલ્યની વાત કરી છે. આ બધાં, શાળાના ગણિતને ફક્ત શીખવેલ 'અલ્ગોરિધમ'ની તાનાશાહીથી મુક્ત કરવા માટે જરૂરી છે.

સમસ્યા વિધાન

તમે જાણતા હોય કે **235+367=602** તો **234+369=** કેટલાં થશે ? તમે જવાબ કેમ શોધ્યો ?

5384માં કોઈપણ એક અંક બદલો. સંખ્યા વધે છે કે ઘટે છે ? કેટલી ?

6.6 સારાંશ

પ્રાથમિક, માધ્યમિક અને ઉચ્ચ માધ્યમિક કક્ષાએ અભ્યાસક્રમ સુસંગતતાનો અલગ સાધવાથી રાજ્ય-રાજ્ય વચ્ચે શિક્ષણનું સ્તર સમાન કરી શકાય છે. આ ઉપરાંત રાષ્ટ્ર કક્ષાએ અભ્યાસક્રમ સમાનતા પણ શક્ય બની છે. દરેક રાજ્યના વિદ્યાર્થીઓ સમાન કક્ષાએ પહોંચે અને સ્વ વિકાસ કરી દેશનો વધુ વિકાસ કરે તે માટે સમગ્ર રાષ્ટ્ર કક્ષાએ શક્ય એટલા પ્રયાસો હાથ ધરી અભ્યાસક્રમ ઐક્ય કરવું જ રહ્યું.

6.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસો :

1. શાળેય ગણિત શા માટે અગત્યનું છે ?

....

....

....

....

....

....

2. બાળકોમાં કયા પ્રકારના ચિંતનો વિકસે છે?

....

....

....

....

....

....

3. બાળકો શા માટે ગાણિતિક ક્રિયાઓનો ઉપયોગ કરી શકે ?

....

....

....

....

....

....

4. પૂર્વ પ્રાથમિક સ્તરનું શિક્ષણ કયા માધ્યમ દ્વારા થાય છે ?

....

....

....

....

....

....

5. રમતો અને ઉખાણાંનું મહત્ત્વ શું છે ?

....

....

....

....

....

....

6. ગાણિતીય મોડેલીંગ અને વિશ્લેષણ કયા સ્તર પર ઉપયોગ નીવડે છે?

....

....

....

....

....

....

7. ગણિત શિક્ષણનો મૂળ ઉદ્દેશ શું છે ?

....

....

....

....

....

....

8. કેવો પાઠ્યક્રમ વિદ્યાર્થીઓ માટે ફાયદાકારક છે ?

....

....

....

....

....

....

9. કઈ આવડતનો વિકાસ ગણિત કરી શકે છે?

....

....

....

....

....

....

6.8 સ્વાધ્યાય

૧. પ્રાથમિક કક્ષાએ શીખવાનું ગણિત શા માટે અગત્યનું છે ?

૨. વિશ્લેષણાત્મક વિષયવસ્તુ ગણિત શિક્ષણમાં કયા તબક્કે ઉપયોગી છે ?

૩. 'ગણિત અને અન્ય વિષયોની અધ્યયનમાં સંબંધ આવશ્યક છે.' NCF-2005 સંદર્ભે ચર્ચા કરો.

૪. ×શાળા કક્ષાએ શીખવાનું ગણિત અનેક કુશળતાઓનો વિકાસ કરે છે× - સમજાવો.

૫. વિવિધ સ્તરે ગણિત શિક્ષણની અગત્યતા ટૂંકમાં વર્ણવો.

એકમ 7 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને વર્તન પરિવર્તન

: રૂપરેખા :

7.1 પ્રસ્તાવના

7.2 ઉદ્દેશો

7.3 ગણિત શિક્ષણના સામાન્ય હેતુ અને વિશિષ્ટ હેતુ

7.4 હેતુને અનુરૂપ સ્પષ્ટીકરણો

7.5 સારાંશ

7.6 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

7.7 સ્વાધ્યાય

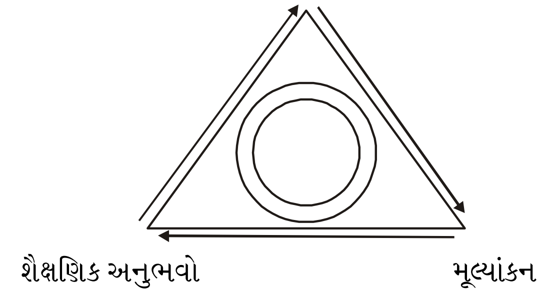
7.1 પ્રસ્તાવના

પ્રત્યેક વિષયને પોતાના આગવા શૈક્ષણિક હેતુઓ હોય છે. આ હેતુઓને ધ્યાનમાં રાખીને વિદ્યાર્થીઓને શૈક્ષણિક અનુભવો પૂરા પાડવામાં આવે છે. આ શૈક્ષણિક અનુભવો વૈવિધ્યપૂર્ણ અને ભિન્ન ભિન્ન સ્વરૂપના હોય છે. તેનો આધાર શૈક્ષણિક હેતુઓ પર અને વિષયવસ્તુના સ્વરૂપ ઉપર રહેલો છે. વિદ્યાર્થીઓ આ અનુભવમાંથી પસાર થાય ત્યારે તેના વર્તનમાં અપેક્ષિત પરિવર્તન થાય એવી અપેક્ષા રાખવામાં આવે છે. જેમ કે, વિદ્યાર્થીઓનું ગણનકૌશલ્ય વિકસે એ હેતુને ધ્યાનમાં રાખીને વિદ્યાર્થીઓને વર્ગખંડમાં ચોક્કસ રીતના દાખલાની ગણતરી સમજાવવામાં આવે તો આ થયો શૈક્ષણિક અનુભવ. આ અનુભવમાંથી પસાર થવાથી (જાતે દાખલા ગણવાની) વિદ્યાર્થીઓનું ગણનકૌશલ્ય વિકસશે એવી અપેક્ષા રાખવામાં આવે છે.

હવે વિદ્યાર્થીના વર્તનમાં ચોક્કસ સ્વરૂપનું વર્તન-પરિવર્તન એટલે કે ગણનકૌશલ્ય વિકસ્યું કે નહિ તે મૂલ્યાંકનથી નક્કી થાય છે. તે માટે દાખલાની રીતને અનુરૂપ ‘મૂલ્યાંકન કસોટી’ વિદ્યાર્થીઓને આપવામાં આવે છે. મૂલ્યાંકન દ્વારા વિદ્યાર્થીની સિદ્ધિ કે શૈક્ષણિક પ્રગતિ નક્કી થાય છે. જે જે હેતુઓને ધ્યાનમાં રાખીને વિદ્યાર્થીઓને શૈક્ષણિક અનુભવો પૂરા પાડવામાં આવ્યા હતા તે કેટલે અંશે ફળીભૂત થયા એ મૂલ્યાંકન દ્વારા નક્કી થાય છે અને એટલે જ મૂલ્યાંકન માટેના પ્રશ્નોની રચના કરતાં પહેલાં શિક્ષણના ઉદ્દેશો, અપેક્ષિત વર્તન-પરિવર્તનો ધ્યાનમાં લેવાય છે. જો મૂલ્યાંકન દ્વારા એવા નિર્દેશો મળે કે અમુક પ્રકારનો શૈક્ષણિક અનુભવ, અમુક પ્રકારનાં વર્તન-પરિવર્તન લાવવામાં સફળ બન્યો નથી તો તેનું સ્વરૂપ બદલી નાખવામાં આવે છે.

ટૂંકમાં, શૈક્ષણિક હેતુઓને ધ્યાનમાં રાખીને શૈક્ષણિક અનુભવો પૂરા પાડવામાં આવે છે. શૈક્ષણિક અનુભવોને પરિણામે વિદ્યાર્થીના વર્તનમાં આવેલું પરિવર્તન મૂલ્યાંકન દ્વારા જાણી શકાય છે અને મૂલ્યાંકન કરતી વખતે વળી પાછા શૈક્ષણિક હેતુઓને ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.

આમ, શિક્ષણના હેતુઓ, શૈક્ષણિક અનુભવો અને મૂલ્યાંકન પરસ્પર અવલંબિત છે, જેને ‘મૂલ્યાંકન ત્રિકોણ’ વડે નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :



આમ, 'મૂલ્યાંકન ત્રિકોણ'નું બીજું શિરોબિંદુ ને 'મૂલ્યાંકન' આ તબક્કે શિક્ષણની પ્રક્રિયા પૂરી થાય છે એવો જૂનો વિચાર પ્રવર્તતો હતો. આજે આ વાત સાચી રહી નથી. આ તબક્કે કદાચ શિક્ષણની પ્રક્રિયા શરૂ થાય છે. આ તબક્કો પહેલાં શિક્ષણના સમગ્ર કામથી અલગ જોવામાં આવતો, આજે તબક્કો બાકીના બે તબક્કાનો અંતર્ગત ભાગ બન્યો છે.

મૂલ્યાંકનના પણ ચોક્કસ હેતુઓ હોય છે : (1) વિદ્યાર્થીની સિદ્ધિ માપવાનો, (2) શિક્ષકના શિક્ષણ કૌશલ્યની સાર્થકતા તપાસવાનો, (3) શિક્ષણ પ્રક્રિયા દરમિયાન વાપરેલાં સાધનોની ક્ષમતા નોંધવાનો, (4) વિવિધ વિષયવસ્તુ માટે ફાળવેલા સમયની ઉપયોગિતા ચકાસવાનો, (6) કચાશવાળું કામ ફરીથી પુનરાવર્તન કરી જવાનો અને તે માટે શિક્ષણ પ્રક્રિયા, માધ્યમ, સાધનો અને રીત બદલવાનો.

શૈક્ષણિક હેતુઓ અને મૂલ્યાંકન વચ્ચેનો આ પારસ્પરિક સંબંધ તપાસતાં જણાશે કે હવે અધ્યાપન વિદ્યાલયોના અધ્યાપકોની જવાબદારી સવિશેષ રહેશે. આગંતુક પ્રશિક્ષણાર્થીઓને વિવિધ હેતુઓનાં બધાં જ સ્પષ્ટીકરણોથી વાકેફ કરી તેના પર આધારિત પાઠ-આયોજન રચવાની ઘનિષ્ટ તાલીમ આપવાની જરૂરત ઊભી થઈ છે. આ આપણું પહેલું કામ બનવું જોઈએ.

7.2 ઉદ્દેશો

આ એકમનો અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. ગણિત શિક્ષણના સામાન્ય હેતુઓની જાણકારી મેળવી શકશો.

૨. ગણિત શિક્ષણના વિશિષ્ટ હેતુઓની જાણકારી મેળવી શકશો.

૩. ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યાંકનના હેતુઓ જાણી શકશો.

૪. ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અનુરૂપ સ્પષ્ટીકરણો કરી શકશો.

૫. ગણિત શિક્ષણના અપેક્ષિત વર્તન-પરિવર્તનોના ક્રિયાપદો જણાવી શકશો.

૬. ગણિત શિક્ષણના સામાન્ય હેતુઓ લખી શકશો.

૭. ગણિત શિક્ષણના વિશિષ્ટ હેતુઓ લખી શકશો.

7.3 ગણિત શિક્ષણના સામાન્ય હેતુ અને વિશિષ્ટ હેતુ (General and Specific objectives of Mathematics Teaching)

ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

કેટલાંક શિક્ષણશાસ્ત્રીઓએ શિક્ષણ પ્રક્રિયાને ત્રિ-ધ્રુવીય (Tri-Polar Process) તરીકે દર્શાવે છે જેમાં ધ્યેય (Goals), સાધન (Means) અને પ્રવૃત્તિ (Activity)નો સમાવેશ થાય છે.

NCERTએ દર્શાવ્યા મુજબ, ''હેતુએ એવું બિંદુ છે કે જેની દિશામાં કાર્ય કરવામાં આવે છે. અથવા હેતુ એવું વ્યવસ્થિત પરિવર્તન છે કે ક્રિયા દ્વારા પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.''

શિક્ષણના હેતુઓનું મહત્ત્વ અને આવશ્યકતા નીચેના મુદ્દાઓને આધારે સ્પષ્ટ થઈ શકે છે.

1. હેતુઓ વગર શિક્ષણપ્રક્રિયા શક્ય નથી.

2. હેતુઓ પરથી જ શું શીખવવું ? શા માટે શીખવવું ? કેટલું શીખવવું ? એ તમામ પ્રશ્નોના ઉત્તર મળે છે.

3. હેતુઓના આધારે પાઠ્યક્રમ, પધ્ધતિ, પરીક્ષા પ્રકાર વગેરે નક્કી થાય છે.

4. શિક્ષક અને વિદ્યાર્થી બંને માટે હેતુઓ ઉદ્દીપનની ગરજ સારે છે.

5. ઈચ્છિત પરિણામ મેળવવા માટે ધ્યેયો અનિવાર્ય છે.

6. હેતુઓને આધારે રચાયેલ પાઠ્યક્રમ પર વ્યક્તિ અને સમાજનો વિકાસ અવલંબે છે.

7. હેતુઓ સમય, શક્તિ અને નાણાંની બચત કરાવે છે.

હેતુઓના પ્રકાર

સામાન્ય રીતે હેતુઓના બે પ્રકાર છે.

(1) સામાન્ય હેતુઓ (2) વિશિષ્ટ હેતુઓ

(1) સામાન્ય હેતુઓ (General objectives)

કોઈપણ વિષય શીખવવા માટે નક્કી થતાં હેતુઓ તે વિષયના શિક્ષણકાર્ય માટે સામાન્ય હેતુઓ કહેવાય છે. તેથી પ્રત્યેક વિષયના બધા જ પાઠો-પ્રકરણો માટે કેટલાંક સામાન્ય હેતુઓ નક્કી થયેલાં હોય છે. પાઠ આયોજનમાં સામાન્ય હેતુઓ લખવામાં આવે છે. જો કે વિષયના બધા જ સામાન્ય હેતુઓ પાઠ આયોજનમાં આવી શકે નહીં. તેથી ત્રણ કે ચારથી વધારે નોંધવા જોઈએ નહીં. શિક્ષણકાર્ય દરમ્યાન જે હેતુઓ સિદ્ધ થવાના હોય તેવા જ હેતુઓની નોંધ આયોજનમાં કરવી જોઈએ.

સામાન્ય હેતુઓ સમગ્ર વિષયના શિક્ષણકાર્ય માટે નક્કી થયેલા હોય છે. તેથી તે વિષયનું શિક્ષણકાર્ય જેટલાં વર્ષ સુધી કરવાનું હોય ત્યાં સુધીમાં એ હેતુઓ સિદ્ધ કરવાના હોય છે. તેથી સામાન્ય હેતુઓની સિદ્ધિ માટે શિક્ષકે બિનજરૂરી ઉતાવળ કરવી જોઈએ નહીં. શિક્ષકે સતત પરિશ્રમ કર્યા પછી જ અપેક્ષિત પરિણામની ધીરજ અને શ્રદ્ધાપૂર્વક રાહ જોવાની હોય છે. ઘણા બધા પાઠોનું શિક્ષણકાર્ય કર્યા પછી જ તે પોતાના પરિશ્રમનાં મીઠાં ફળ મળી શકે છે અને સામાન્ય હેતુઓ સિદ્ધ કરવામાં સફળ થાય છે. આમ શિક્ષક શા માટે પાઠ શીખવે છે તે જાણવા અને તેને અનુરૂપ શિક્ષણ પદ્ધતિની પસંદગી કરવામાં સામાન્ય હેતુઓ શિક્ષકને ઉપયોગી બને છે. ગણિત શિક્ષણમાં જ્ઞાન, સમજ, ઉપયોગ, કૌશલ્ય, રસ, વલણ, કદર વગેરે સામાન્ય હેતુઓ છે. આવા હેતુઓ વિષય અને ધોરણ કે કક્ષાને ધ્યાનમાં રાખીને નક્કી થાય છે. આવા અનેક સામાન્ય હેતુઓ ભેગા મળીને શિક્ષણના ધ્યેય કે લક્ષ્ય તરફ પ્રયાણ કરે છે અને લાંબાગાળે શિક્ષણનું ધ્યેય સિદ્ધ થાય છે.

(2) વિશિષ્ટ હેતુઓ (Specific objectives)

વિશિષ્ટ હેતુઓ વર્ગશિક્ષણના હોવાં ઉપરાંત વિષયશિક્ષણ કે તાસશિક્ષણના છે. તે ટૂંકા ગાળામાં તાત્કાલિક સિદ્ધ થાય છે. બધા જ વિશિષ્ટ હેતુઓ સામાન્ય હેતુઓ તરફ પ્રયાણ કરે છે. વિષયના વિષયવસ્તુને ધ્યાનમાં રાખીને વિશિષ્ટ હેતુઓ એક તાસના નક્કી થાય છે. વિશિષ્ટ હેતુઓની સંખ્યા ઘણી વધારે હોય છે. તે વિદ્યાર્થીના વર્તન-પરિવર્તનમાં પરિણમે છે. વિશિષ્ટ હેતુઓએ અધ્યયન પ્રક્રિયાની નિપજ છે. વિશિષ્ટ હેતુઓ દિશાસૂચન પૂરું પાડે છે. વિષયવસ્તુની પસંદગી માટે માર્ગદર્શન પૂરું પાડે છે, મૂલ્યાંકન નિર્માણમાં સહાય કરે છે. પદ્ધતિઓ નક્કી કરવામાં સહાય કરે છે. અધ્યયન અનુભવો અને અધ્યયન પ્રક્રિયાઓ નક્કી કરવામાં સહાય કરે છે. અધ્યયન અનુભવો અને અધ્યયન પ્રક્રિયાઓ નક્કી કરવામાં સહાય કરે છે.

પ્રત્યેક વિષયના સામાન્ય હેતુઓ સમાન હોય છે પરંતુ દરેક પાઠના વિશિષ્ટ હેતુઓ ભિન્ન હોય છે. વિશિષ્ટ હેતુઓ પાઠના એકમ પર આધારિત હોય છે. પ્રત્યેક શૈક્ષણિક મુદ્દાને માટે અલગ વિશિષ્ટ હેતુ હોય છે. પાઠના મુદ્દાના શિક્ષણ કાર્ય દરમ્યાન જ વિશિષ્ટ હેતુઓ સિદ્ધ થાય છે અને જે તે પાઠને અંતે તે પાઠના બધા જ વિશિષ્ટ હેતુઓ સિદ્ધ થતા હોય છે. અને ક્રમશઃ વિશિષ્ટ હેતુઓ જેમ જેમ સિદ્ધ થતા જાય તેમ તેમ સામાન્ય હેતુઓની સિદ્ધિની ભૂમિકા રચાતી જાય છે. અને વર્ષાન્તે જ્યારે બધા જ પ્રકરણ કે પાઠના વિશિષ્ટ હેતુઓ સિદ્ધ થઈ જાય ત્યારે તે પાઠ્યપુસ્તકના સામાન્ય હેતુઓ પણ સિદ્ધ થાય છે.

વિશિષ્ટ હેતુઓ તો સીડીના એક-એક પગથિયાં જેવાં છે. જેમ કોઈ એક માણસ એક પગથિયું ચડીને છેવટે બધા જ પગથિયાં ચઢવાનું પૂરું કરે ત્યારે તે પોતાની મંજિલે પહોંચે છે તે રીતે એક-એક વિશિષ્ટ હેતુઓ સિદ્ધ કરીને અંતે જ્યારે બધા જ વિશિષ્ટ હેતુઓ સિદ્ધ થાય છે ત્યારે જ સામાન્ય હેતુઓની પ્રાપ્તિ થાય છે અને બધા જ સામાન્ય હેતુઓ પ્રાપ્ત થતાં શિક્ષણના ધ્યેયને પહોંચી શકાય છે.

અપેક્ષિત વર્તન-પરિવર્તનો (Expected Behaviour Changes)

હેતુઓ નિશ્ચિત થયા બાદ હેતુ સિદ્ધિ માટે વિદ્યાર્થીને અધ્યયન અનુભવો (Lerning Experiences) પુરા પાડવામાં આવે છે. અધ્યયન અનુભવો મેળવતાં પહેલાં તેમનું જે વર્તન હતુ તેને પ્રાવેશિક વર્તન Entering Behaviour (પૂર્વવર્તન) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. અને અધ્યયન અનુભવો મેળવ્યા

બાદ તેનું જે વર્તન થાય છે તેને આંત્યિક વર્તન (Terminal Behaviour) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. શૈક્ષણિક અનુભવો આપવાનો હેતુ વિદ્યાર્થીના પ્રાવેશિક વર્તનમાં ફેરફાર લાવી અપેક્ષિત આંત્યિક વર્તન (Terminal Behaviour) પેદા કરવાનો હોય છે. આથી અધ્યયન અનુભવો દ્વારા વિદ્યાર્થીમાં જે વર્તન-પરિવર્તન પરિણમે છે તેને આંત્યિક વર્તન કહેવાય છે. **આઈ.કે.ડેવીસ**ના મત મુજબ, 'અધ્યયનનો હેતુ અપેક્ષિત વર્તન-પરિવર્તનોનું વર્ણન છે.' અપેક્ષિત વર્તન-પરિવર્તનને સ્પષ્ટીકરણ (Specification) તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

આમ અધ્યયન દ્વારા વિદ્યાર્થીના વર્તન-પરિવર્તન લાવવામાં આવે છે. આથી જ વર્ગશિક્ષણના વિશિષ્ટ હેતુઓને વિદ્યાર્થીઓનાં વર્તન-પરિવર્તન (Behaviour Changes) સ્વરૂપે લખવામાં આવે છે અને હેતુ વિધાન દ્વારા વિદ્યાર્થીનું આંત્યિક વર્તન સુસ્પષ્ટ બને તે જરૂરી છે.આંત્યિક વર્તનની સ્પષ્ટતા થવાથી મૂલ્યાંકનમાં સરળતા રહે છે.

★ ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ :

(1) **જ્ઞાન** (Knowledge)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિતને લગતું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરે.
(2) **સમજ** (Understanding)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિતમાં કેટલીક સમજ કેળવે.
(3) **કૌશલ્યો** (Skills)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના જ્ઞાન અને કૌશલ્યોનો નવીન પરિસ્થિતિમાં ઉપયોગ કરે.
(4) **ઉપયોગ** (Application)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિતને લગતાં કેટલાંક કૌશલ્યો વિકસાવે.
(5) **અભિયોગ્યતા** (Abilities)	:	વિદ્યાર્થીમાં કેટલીક (અભિયોગ્યતા) શક્તિઓનો વિકાસ થાય.
(6) **રસ** (Interest)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિતમાં રસ કેળવે.
(7) **વલણ** (Attitudes)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિત દ્વારા ચોક્કસ પ્રકારનાં વલણો કેળવે.
(8) **કદર** (Appreciation)	:	વિદ્યાર્થીઓ ગણિતની કદર કરે.

7.4 હેતુને અનુરૂપ સ્પષ્ટીકરણો

હેતુ :1 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતને લગતું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરે. (Knowledge)

ગણિતના પાયાના ખ્યાલો, વ્યાખ્યાઓ, સંકલ્પનાઓ, પારિભાષિક શબ્દો ક્રિયાઓ અને સંબંધોનું જ્ઞાન મેળવે.

જ્ઞાનના ક્રિયાપદો :

- યાદ કરે - Recalls
- વર્ણન કરે - Describes
- યાદી બનાવે - Lists
- નામ-નિર્દેશન કરે - Lables
- નકલ કરે - Reproduces
- ઓળખે - Recognises
- જાણે - Knows
- જોડકાં જોડે - Matches
- રૂપરેખા આપે - Outlines
- જણાવે - States

સ્પષ્ટીકરણો :

1.1 વિદ્યાર્થીઓ વ્યાખ્યા, સંકલ્પનાઓ, સિદ્ધાંતો, સંબંધો, સંજ્ઞાઓને યાદ કરે.

1.2 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી વ્યાખ્યા, સંકલ્પના, સિદ્ધાંતો, સંબંધો વિશે જાણે.

1.3 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ હકીકતો, વિગતોનું વર્ણન કરે.

1.4 વિદ્યાર્થીઓ વ્યાખ્યાઓ, પૂર્વધારણાઓ, સૂત્રો, સિદ્ધાંતો, સંબંધો, સંકલ્પનાઓ વગેરેને ઓળખે.

હેતુ-2 વિદ્યાર્થીઓમાં ગણિતમાં કેટલીક સમજ કેળવે. (Understanding)

વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના પારિભાષિક શબ્દો, વ્યાખ્યાઓ, સૂત્રો, સિદ્ધાંતો, પ્રક્રિયાઓ અને ખ્યાલોની સમજ કેળવે.

સમજનાં ક્રિયાપદો :

- ઉદાહરણ આપે - Give illustration
- ભેદ સ્પષ્ટ કરે - Descriminate
- રૂપાંતર કરે - Convert
- સામાન્યીકરણ કરે - Generalise
- ભૂલ પારખે - Find Error
- સંબંધ પારખે - Find relation
- વર્ગીકરણ કરે - Classifie

સ્પષ્ટીકરણો :

2.1 વિદ્યાર્થીઓ સિદ્ધાંતો, સંકલ્પનાઓ અને વ્યાખ્યાઓને લગતાં યોગ્ય ઉદાહરણ આપે.

2.2 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતનાં સૂત્રો, પારિભાષિક શબ્દો, સંકેતો, પ્રક્રિયાઓ, નિયમો તેમજ દાખલા ગણવાની રીતનાં સોપાનો સમજાવે.

2.3 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી વિગતોમાં રહેલી ભૂલ પારખે.

2.4 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી બે બાબતોમાં રહેલી સમાનતા અને ભેદ સ્પષ્ટ કરે.

2.5 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી વિગતો અને સિદ્ધાંતો વચ્ચેનો સંબંધ પારખે.

2.6 વિદ્યાર્થીઓ એક સ્વરૂપમાં આપેલી માહિતીને બીજાં સ્વરૂપમાં રૂપાંતર કરે.

2.7 વિદ્યાર્થીઓ વ્યાખ્યા, પારિભાષિક શબ્દો, સૂત્રો વગેરેની તુલના કરે તથા સાબિતી દર્શાવે.

2.8 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ માહિતી પરથી આકૃતિ કે આલેખ દોરે.

હેતુ - 3 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના જ્ઞાન અને કૌશલ્યોનો નવીન પરિસ્થિતિમાં ઉપયોગ કરે. (Application)

વિદ્યાર્થી પ્રાપ્ત જ્ઞાન-સમજને જેવાં કે વ્યાખ્યાઓ, સિદ્ધાંતો, પ્રક્રિયાઓ, પારિભાષિક શબ્દો, સૂત્રો વગેરેનો પરિસ્થિતિમાં ઉપયોગ કરે.

ઉપયોગનાં ક્રિયાપદો :

- નક્કી કરે - Decides
- ઉકેલ મેળવે - Solves
- ચકાસણી કરે - Verify
- ગણતરી કરે - Calculates
- મૂલવણી કરે - Evaluates
- અજમાયશ કરે - Apply
- પસંદગી કરે - Selects
- અનુમાન બાંધે - Predicts
- રજૂ કરે - Produces
- ફેરફાર કરે - Modifies
- અર્થઘટન કરે - interprets
- અદલાબદલી કરે - Exchanges

સ્પષ્ટીકરણો :

3.1 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી માહિતીનું પૃથક્કરણ કરે અને શું આપ્યું છે અને શું શોધવાનું છે તે નક્કી કરે.

3.2 વિદ્યાર્થીઓ સમસ્યાના ઉકેલ માટે સાચી પદ્ધતિ અને સૂત્રોની પસંદગી કરે.

3.3 વિદ્યાર્થીઓ આત્મવિશ્વાસપૂર્વક સમસ્યાનો ઉકેલ મેળવે.

3.4 વિદ્યાર્થીઓ સમસ્યાના ઉકેલ યા પરિણામ માટે અનુમાન બાંધે.

3.5 વિદ્યાર્થીઓ સમસ્યાઓનો તાળો મેળવે અને ઉત્તરનું ખરાપણું (ચકાસણી) ચકાસે.

3.6 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી સંકલ્પનાને આવરી લેતા કોયડાની ગણતરી કરે.

3.7 વિદ્યાર્થીઓ કોયડાના ઉકેલ માટે માહિતીનું પર્યાપ્તપણું નક્કી કરે.

3.8 વિદ્યાર્થીઓ કોયડાના ઉકેલ માટે નવીન પદ્ધતિઓ કે રીતોની અજમાયશ કરે.

3.9 વિદ્યાર્થીઓ એક જ કોયડાના ઉકેલ માટે નવી રીત કે ફેરફાર સૂચવે.

3.10 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ નવી પરિસ્થિતિનાં વિધાનોની મૂલવણી કરે.

3.11 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ કોષ્ટક કે આલેખનું અર્થઘટન કરે.

3.12 વિદ્યાર્થીઓ પૃથક્કરણ દ્વારા મેળવેલી સાબિતીના મુદ્દાને યોગ્ય રીતે સંકલિત કરીને રજૂ કરે.

હેતુ - 4 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના લગતાં કેટલાંક કૌશલ્યો વિકસાવે (Skills)

ગણતરી કરવાનું કૌશલ્ય કેળવે, આકૃતિઓ દોરવાનું, આલેખ દોરવાનું, રચનાઓ દોરવાનું, કોઠાઓ દોરવાનું, ગણિતના સાધનના ઉપયોગનું, આપેલ સારણી કે આકૃતિ અને આલેખનું અર્થઘટન કરવાનું કૌશલ્ય વિકસાવે.

કૌશલ્ય ક્રિયાપદો :

- ઝડપનો ઉપયોગ કરે (Apply speedily)
- યોગ્ય સાધનનો ઉપયોગ કરે (Use Instruments Properly)
- ઝડપથી માપન કરે (Speedily measures)
- ચોક્કસાઈથી આલેખ દોરે (Draw graph accurately)
- સાધનોની યોગ્ય પસંદગી (select proper tool's)
- સાચો તાળો મેળવે (Check Correctly)

સ્પષ્ટીકરણો :

4.1 વિદ્યાર્થીઓ મૌખિક ગણતરીઓ સાચી અને ઝડપથી કરી શકે.

4.2 વિદ્યાર્થીઓ ગણતરીઓ ચોક્કસાઈ અને આત્મવિશ્વાસથી કરી શકે. વિદ્યાર્થીઓ કોઠાઓ અને સારણીઓનો યોગ્ય ઉપયોગ કરે.

4.3 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી વિગતો પરથી યોગ્ય ભૌમિતિક આકૃતિઓ દોરે. વિદ્યાર્થીઓ સમરૂપતા અને પ્રમાણની દૃષ્ટિ કેળવે.

4.4 વિદ્યાર્થીઓ આપેલાં પ્રમાણ માપ મુજબ સ્વચ્છ આકૃતિઓ કે આલેખો દોરે.

4.5 વિદ્યાર્થીઓ ગણન કાર્યમાં રહેલી ભૂલ શોધે અને સુધારે.

4.6 વિદ્યાર્થીઓ આપેલા આકૃતિઓના અંગોનું માપન કરે.

4.7 વિદ્યાર્થીઓ યોગ્ય ગાણિતિક સાધન પસંદ કરી શકે.

4.8 વિદ્યાર્થીઓ એકમ-પરિમાણમાં ચોક્કસાઈ દર્શાવી શકે અને તાળો મેળવે.

4.9 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ આકૃતિ, આલેખ, પ્લાન વગેરેની વિગતો વર્ણવી શકે.

4.10 વિદ્યાર્થીઓ તૈયાર કોષ્ટકોનો યોગ્ય ઉપયોગ કરી શકે.

હેતુ - 5 વિદ્યાર્થીમાં કેટલીક શક્તિઓ (અભિયોગ્યતા)નો વિકાસ થાય. (Abilities)

(વિદ્યાર્થીઓમાં તાર્કિક વિચારવાની શક્તિ, યોગ્ય દલીલ કરવાની શક્તિ, વિશિષ્ટ પરિસ્થિતિમાં ઉકેલ શોધવાની શક્તિ, રૂપાંતર કરવાની શક્તિ, અનુમાન કરવાની શક્તિનો વિકાસ થાય.)

અભિયોગ્યતા ક્રિયાપદો (Abilities) :

- આગમનિક તર્ક વિકસે - Develop Inductive Reasoning
- નિગમનિક તર્ક વિકસે - Develop Deductive Reasoning
- તર્કની યથાર્થતા ચકાસે - Check Validity of Reasoning
- તર્કની વિશ્વસનીયતા ચકાસે - Check Reliability of Reasoning
- તર્કની આંતરિક શક્તિને વિકસાવે - Developes Internal Ability

સ્પષ્ટીકરણો :

5.1 વિદ્યાર્થીઓ અવલોકન દ્વારા આગમનિક તર્ક કરે અને અનુમાન તારવે.

5.2 વિદ્યાર્થીઓ આગમનિક તર્ક દ્વારા સાબિત કરેલા નિયમ કે સૂત્રનો અન્ય કૂટપ્રશ્નો કે દાખલા કરવામાં ઉપયોગ કરે જેમાંથી નિગમન તર્ક કરવાની શક્તિ વિકસાવે.

5.3 વિદ્યાર્થીઓ અવલોકન કે પ્રાયોગિક રીતે તારવેલા તર્કની મર્યાદા સમજે.

5.4 વિદ્યાર્થીઓ કૂટપ્રશ્નો છોડવામાં પૃથક્કરણ તર્ક દ્વારા સાધ્ય પર પહોંચે.

5.5 વિદ્યાર્થીઓ સાબિતી આપવામાં સંયોગીકરણ દ્વારા સાબિતીના વિધાનોને સંપૂર્ણ તાર્કિક ક્રમમાં ગોઠવે.

હેતુ - 6 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતમાં રસ કેળવે. (Interest)

(ગાણિતિક સાહિત્ય, ગણિત મંડળ, ગણિત ગમ્મત, કોયડા ઉકેલ સ્પર્ધા, ગાણિતિક રમતો, ચર્ચાઓ, ગણિત મેળાઓમાં રસ લેતો થાય.)

રસના ક્રિયાપદો :

- વાંચનમાં રસ લે - Take interest in reading
- ચર્ચા કરે - Discussed
- પ્રવૃત્તિઓમાં રસ લે - Interest in activity
- સંચાલન કરે - Organized
- ફુરસદના સમયનો ઉપયોગ કરે - Use of Leisure time
- રમત રમે - Play games
- રસપૂર્વક ભાગ લે - Take part with interest

સ્પષ્ટીકરણો :

6.1 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના સામાયિકો અને ગણિતના સાહિત્યનું વાંચન કરે.

6.2 વિદ્યાર્થીઓ ગણિત ગમ્મત, ગણિત મંડળ, ગણિત પ્રખરતા શોધ પરીક્ષાઓ જેવી પ્રવૃત્તિઓમાં ઉત્સાહપૂર્વક ભાગ લે.

6.3 વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષક પાસે ગણિતને લગતા કોયડા રજૂ કરી સમજવા પ્રયત્ન કરે.

6.4 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતનાં સાધનો, ચાર્ટ, ચિત્રો, આકૃતિઓ તૈયાર કરે.

6.5 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના પાઠ્યપુસ્તક સિવાય અન્ય ગણિતના પુસ્તકોનો ઉપયોગ કરે.

6.6 વિદ્યાર્થીઓ ફુરસદના સમયનો ઉપયોગ ગાણિતિક સાહિત્યમાં વાંચનમાં કરે.

6.7 વિદ્યાર્થીઓ પોતાના મિત્રો સાથે ગાણિતિક ચર્ચા કરે.

હેતુ - 7 વિદ્યાર્થીઓ ગણિત દ્વારા ચોક્કસ પ્રકારનાં વલણો કેળવે. (Attitudes)

વિદ્યાર્થીઓ ગણિત શિક્ષણ દ્વારા ચોક્કસાઈ, ખંત, સ્વચ્છતા, તાળો મેળવવાનું વલણ, તાર્કિક સાબિતીનું વલણ વગેરે કેળવે.

વલણના ક્રિયાપદો :

- અનુમાન બાંધે - Guess / Imagine
- ચકાસણી કરે - Testing
- સ્વીકાર કરે - Acceptance
- તટસ્થ બને - Neutralised
- અભિરૂચિ કેળવે - Take interest
- નવા વિચારો આવકારે - Accept new ideas

સ્પષ્ટીકરણો :

7.1 વિદ્યાર્થીઓ પોતાનું કાર્ય ધીરજપૂર્વક ખંતથી અને આત્મવિશ્વાસપૂર્વક કરે.

7.2 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના વિષયને સાહજિક અને સરળતમ સ્વરૂપે સ્વીકારે

7.3 વિદ્યાર્થીઓ ગણિત પ્રત્યે સારી અભિરૂચિ કેળવે.

7.4 વિદ્યાર્થીઓ પોતાનું કાર્ય ચીવટથી, કાળજીપૂર્વક અને ઝડપથી કરી શકે.

7.5 વિદ્યાર્થીઓ પ્રત્યેક પગથિયાની રીત કે ગણતરી સાચી છે કે નહીં તે ખાતરી કરી આગળ વધે.

7.6 વિદ્યાર્થીઓ પોતાની રજૂઆત ટૂંકાણમાં, મુદ્દાસર અને વ્યવસ્થિત રીતે થાય તે જુએ.

7.7 વિદ્યાર્થીઓ પ્રત્યેક રજૂઆતમાં સ્વચ્છતા અને સુવ્યવસ્થિતતા માટે આગ્રહ રાખે.

7.8 વિદ્યાર્થીઓ પોતાની ભૂલો ખેલદિલીપૂર્વક સ્વીકાર કરે.

7.9 વિદ્યાર્થીઓ પોતાના મત ઉપરાંત અન્યના મત કે અભિપ્રાયને પણ આવકારે.

હેતુ - 8 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતની કદર કરે. (Appreciation)

વિદ્યાર્થીઓ ગણિતની, ગણિતનો ઈતિહાસ, ગણિતનો અન્ય વિષયમાં ફાળો, ગણિતનો વ્યાવહારિક જીવનમાં ફાળો- તે બધાની કદર કરે.

કદરના ક્રિયાપદો :

- ઈતિહાસ જાણે - Knows History
- રોજીંદા જીવનમાં ઉપયોગ કરે - Use in daily life
- સંક્ષિપ્ત કરણ કરે - Prescribes property
- અસર જાણે - Knows effects
- યોગ્ય કદર કરે - Appreciate property
- સરળતા જાણે - Know Easyness
- ફાળાની કદર કરે - Appreciate Contribution
- સિદ્ધિઓને બિરદાવે - Appreciate achivements

સ્પષ્ટીકરણો :

8.1 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના ઈતિહાસમાં ગણિતશાસ્ત્રીઓએ આપેલા ફાળાની કદર કરે.

8.2 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતમાં સંજ્ઞા, અક્ષરો, આંકડાઓના ઉપયોગથી ટૂંકાણમાં થતી રજૂઆતની કદર કરે.

8.3 વિદ્યાર્થીઓ 'સમગ્ર વિશ્વમાં ગણિત આંતરરાષ્ટ્રીય એકતા સાધવાનું અજોડ, અમૂલ્ય અને કિંમતી બળ છે.' એ સમજે અને તેની કદર કરે.

8.4 વિદ્યાર્થીઓ રોજબરોજના જીવનમાં ગણિતનો ફાળો મહત્ત્વનો છે એમ સમજે અને કદર કરે.

8.5 વિદ્યાર્થીઓ 'કમ્પ્યુટર, અંતરિક્ષને લગતાં સંશોધનો, ઈલેક્ટ્રિક સાધનો જેવાં અદ્યતન ક્ષેત્રોમાં ગણિત કેન્દ્ર સ્થાને છે.' તેની કદર કરે.

8.6 વિદ્યાર્થીઓ ગણિતનો વિજ્ઞાનમાં, સાહિત્યમાં, મનોવિજ્ઞાનમાં, સંગીતમાં વગેરેમાં અમૂલ્ય ફાળો છે તેની કદર કરે.

7.5 સારાંશ (Summary)

ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ, વિશિષ્ટ હેતુઓ અને તે આધારિત સ્પષ્ટીકરણોની ચર્ચા કરવામાં આવી કે જે દ્વારા તાલીમાર્થીઓ ગણિત શિક્ષણને સાચા અર્થમાં સમજી શકે અને વિદ્યાર્થીમાં કેવા હકારાત્મક ફેરફાર લાવવાના છે તે નક્કી કરી શકે. વિદ્યાર્થીઓ ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ આત્મસાત્ કરી સામાન્ય તેમજ વિશિષ્ટ હેતુઓ વિવિધ એકમો અનુસાર લખી શકે એ ખૂબ જરૂરી છે. આમ, અહીં ગણિત વિષયના જ્ઞાન, સમજ, ઉપયોગ અને કૌશલ્યો આધારિત પ્રયોજાતા વિવિધ ક્રિયાપદોની માહિતી રજૂ કરી.

7.6 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. શિક્ષણની ત્રિધ્રુવીય પ્રક્રિયામાં શેનો સમાવેશ થાય છે ?

....

....

....

....

....

....

2. અધ્યયન અનુભવ મેળવતા પહેલાંના વર્તનને કયા નામથી ઓળખાય છે ?

....

....

....

....

....

....

3. ગણિત શિક્ષણના સામાન્ય હેતુઓ જણાવો.

....

....

....

....

....

....

4. ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ લખો.

....

....

....

....

....

....

5. ગણિત શિક્ષણનો હેતુ 'કદર કરે' ને અનુરૂપ ક્રિયાપદો જણાવો.

....

....

....

....

....

....

6. ગણિત શિક્ષણનો હેતુ 'રસ કેળવે' ને અનુરૂપ ક્રિયાપદો જણાવો.

....

....

....

....

....

....

7.7 સ્વાધ્યાય (Exercise)

1) ગણિત શિક્ષણના સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓનો ભેદ જણાવો.

2) ગણિત વિષયનો કોઇ એક એકમ પસંદ કરી સામાન્ય હેતુઓ લખો.

3) ગણિત શિક્ષણના વિશિષ્ટ હેતુઓ કયા હોઇ શકે ?

4) ગણિત શિક્ષણમાં વલણ સંબંધિત હેતુઓ ક્રિયાપદો જણાવો.

5) વિદ્યાર્થીઓ ગણિતની કદર કરે અનુસંધાને બે સ્પષ્ટીકરણો લખો.

6) ગણિત શિક્ષણનો હેતુ 'કૌશલ્યો વિકસાવે' અંતર્ગત ક્રિયાપદો લખો.

એકમ 8 ગણિત મંડળ

: રૂપરેખા :

8.1 પ્રસ્તાવના
8.2 ઉદ્દેશો
8.3 ગણિતમંડળના હેતુઓ
8.4 ગણિતમંડળનું મહત્ત્વ
8.5 ગણિતમંડળનું બંધારણ
8.6 ગણિતમંડળ અંતર્ગત શાળાકીય પ્રવૃત્તિઓ
8.7 સારાંશ
8.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો
8.9 સ્વાધ્યાય

8.1 પ્રસ્તાવના

વિદ્યાર્થીને ગણિત વિષયમાં વધુ રસ પડે, સમજણ કેળવાય તથા વિદ્યાર્થીને ગણિત વિષયમાં વિશેષ જાણકારી મેળવવાની ઈચ્છા થાય એ સ્વાભાવિક છે. વિદ્યાર્થીઓ વિવિધ સ્ત્રોતો જેવાં કે વિવિધ સામયિકો, સંદર્ભપુસ્તકો કે વર્તમાનપત્રોનો અભ્યાસ કરી શકે તેમાં ન સમજાય તેવું વિષયવસ્તુ કે મુશ્કેલીઓ અંગે પ્રશ્નોત્તરી કરી સ્વયં સમસ્યા ઉકેલ હાથ ધરે એ સ્વાભાવિક છે. શાળામાં આ પ્રકારનું વાતાવરણ ઉદ્ભવે, ગાણિતિક કોયડાઓની ચર્ચા થાય એ માટે શાળા કક્ષાએ ગણિતમંડળની રચના થવી અનિવાર્ય છે.

ગણિત વિષયના વર્ગકાર્યને અસરકારક બનાવવા માટે તેના વિવિધ મુદ્દાઓનું અધ્યયન-અધ્યાપન, દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના ઉપયોગ દ્વારા થાય તો વિદ્યાર્થીઓને ગણિત વિષયમાં રસ લેતાં કરી શકાય. આ ઉપરાંત વિવિધ કમ્પ્યુટર આધારિત કાર્યક્રમો પણ નિર્માણ કરી શિક્ષણને ફળદાયી બનાવી શકાય.

શાળાના સક્રિય શિક્ષક તરીકે શિક્ષકો ઇ-લર્નિંગનો ઉપયોગ કરતાં હોય, વિવિધ વિડીયો દ્વારા અધ્યાપન કરાવતાં હોય, સંદર્ભ તરીકે વિવિધ સાહિત્યનો ઉપયોગ કરતાં હોય એ જરૂરી છે. આ ઉપરાંત ઓનલાઈન અધ્યયન, બ્લોગ દ્વારા અધ્યયન-અધ્યાપન કરે ઉપરાંત શિક્ષક હસ્તપોથીનો ઉપયોગ કરે એ પણ સ્વાભાવિક છે.

ઉપરોક્ત દરેક વિષયવસ્તુ અંતર્ગત ગણિત સાથે અન્ય વિષયને અનુબંધિત કરી શિક્ષણકાર્ય કરવામાં આવે તો ગણિતના નિયમો, સંકલ્પનાઓ, સિદ્ધાંતોની ઊંડાણપૂર્વકની સમજ આપી શકાય છે. આથી, ગણિત વિષયનો તેની આંતરિક શાખાઓ ઉપરાંત વિજ્ઞાન, સામાજિક વિજ્ઞાન, ભાષા તેમજ અન્ય વિષયો સાથેનો અનુબંધ અતિ આવશ્યક છે.

આમ, ગણિત વિષયના અસરકારક અધ્યયન-અધ્યાપન માટે ગણિતમંડળ, વિવિધ શૈક્ષણિક સાધનો, ગણિત પ્રયોગશાળા ઉપરાંત વિવિધ અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રીની સવિશેષ ચર્ચા નીચે મુજબ કરી શકાય છે.

8.2 ઉદ્દેશો

આ એકમને અંતે તમે......

- ગણિતમંડળ અંગેની સમજ પ્રાપ્ત કરશો.
- ગણિતમંડળના હેતુઓની સ્પષ્ટ સમજ મેળવશો.
- ગણિતમંડળ દ્વારા કરવામાં આવતી પ્રવૃત્તિઓની જાણકારી મેળવશો.

- શાળામાં ગણિત મંડળની અગત્યતા વિશે સમજ મેળવશો.
- શાળામાં ગણિતમંડળ રચનાની પ્રક્રિયા વિશે જાણકારી મેળવશે.
- ગણિતમંડળના બંધારણની સમજ મેળવશે.

8.3 ગણિતમંડળના હેતુઓ

ગણિતમંડળ ગણિત વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓ વધુ રસ લેતા થાય, તેમની ગણિત વિષયક મૂંઝવણો દૂર થાય તેવા ઉમદા હેતુથી રચવા આવે છે. તેના હેતુઓ વિશે ઊંડાણપૂર્વકની સમજણ મેળવવી જરૂરી છે જેથી શાળામાં તેની રચના યોગ્ય કરી શકાય અને હેતુને ધ્યાનમાં રાખી કાર્યક્રમો, પ્રવૃત્તિનું આયોજન કરી શકાય. ગણિતમંડળના હેતુઓ નીચે મુજબ છે.

- વિદ્યાર્થીઓ ગણિત વિષયનો રોજબરોજના જીવનમાં ઉપયોગ કરે અને તેનું મહત્ત્વ સમજે.
- ગણિત વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓમાં રહેલી મૌલિકતા જાણી તેને પ્રોત્સાહન આપવું.
- વિદ્યાર્થીઓ ગાણિતિક સાહિત્યનું વાંચન કરતા થાય. તેઓ ગણિત પ્રયોગશાળા માટે ચાર્ટ, સાધનો, આકૃતિઓ તૈયાર કરી પ્રયોગશાળાની યોગ્ય રીતે સજાવટ કરે, શૈક્ષણિક સાધનોની પૂર્તિ કરે, નવા શૈક્ષણિક સાધનો સ્વપ્રયત્ને નિર્માણ કરે.
- વિદ્યાર્થીઓને ગણિતમંડળમાં પ્રવૃત્તિ કરવા અને તેઓમાં નિયમિતતા, ચોક્કસાઈ, સ્પષ્ટતા, સહકારની ભાવના, ધીરજ, ખંત, વ્યવસ્થિતતા, નેતાગીરી, સમૂહભાવના વગેરે જેવાં ગુણોનો વિકાસ કરવો.
- ગણિત વિષય પ્રત્યેનો અણગમો દૂર કરવો અને વિષય પ્રત્યે રસ, રુચિ પેદા કરવા.
- વિદ્યાર્થીઓમાં તર્કશક્તિ, વિચાર શક્તિ વિકસાવવી.
- ગણિતમંડળની વિવિધ પ્રવૃત્તિ દ્વારા ગણિતની સંકલ્પનાઓ સ્પષ્ટ કરવી.
- ગણિત વિષયમાં વિશેષ પ્રતિભા ધરાવતા વિદ્યાર્થીઓને શોધી તેમને વિકાસ માટે પ્રોત્સાહિત કરવા.
- વિદ્યાર્થીઓમાં પ્રશ્નના ઉકેલ અને કોયડા ઉકેલ માટેની સૂઝ વિકસાવવી.
- ગણિતમાં થતી વિવિધ શોધ અને સંશોધનોથી વિદ્યાર્થીઓને માહિતગાર કરવા.
- વિદ્યાર્થીઓએ મળવેલા જ્ઞાનનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ કરે તેવી પ્રવૃત્તિ કરાવવી.
- વિદ્યાર્થીઓમાં ગણિત વિષય અંગેના પ્રોજેક્ટ અને પ્રવૃત્તિ અંગે રસ પેદા થાય તેવા પ્રયાસ કરવા તેમના ગણિત વિષયની રમતો, પ્રવચનો, ચર્ચાઓમાં સહભાગી બનવાનો રસ કેળવવો.
- વિદ્યાર્થીઓ માટે તજ્જ્ઞોનાં વ્યાખ્યાન ગોઠવવા, ગાણિતિક દૃષ્ટિએ અગત્યના હોય તેવા સ્થળોની મુલાકાત ગોઠવવી. ગણિત વિષય પરના ચિત્રો, ફિલ્મો બતાવવી.

8.4 ગણિતમંડળનું મહત્ત્વ

ગણિત વિષયના અધ્યયન, અધ્યાપનને ગહન બનાવવા માટે ગણિતમંડળ અગત્યની ભૂમિકા ભજવે છે. તેથી તેનું વિશેષ મહત્ત્વ છે.

- ગણિતમંડળથી ગણિત શિક્ષણકાર્ય અસરકારક બનાવી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં ગણિત વિષય પ્રત્યે હકારાત્મક અભિગમ કેળવી શકાય છે.
- ગણિતમંડળ દ્વારા પ્રતિભાશાળી વિદ્યાર્થીઓને સ્ટેજ મળે છે તેથી અન્ય વિદ્યાર્થીઓ પણ તે જોઈને નવું શીખવા માટે પ્રેરિત થાય છે. આમ, વિદ્યાર્થીઓમાં રહેલી વ્યક્તિગત ભિન્નતા મુજબ તેમને કાર્ય સોંપણી કરી શકાય છે.
- નબળા વિદ્યાર્થીઓ માટે સાથી જૂથ અધ્યયન શક્ય બને છે. તેમને વિશેષ માર્ગદર્શન પૂરું પાડી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં ઈચ્છિત ગુણ જેવાં કે નેતૃત્વ, સહકારની ભાવના, ખંત અને આવશ્યક કૌશલ્યો કેળવવા માટે ગણિતમંડળ ખૂબ ઉપયોગી બને છે.

- ગણિતમંડળ દ્વારા ગણિત શિક્ષક અને વિદ્યાર્થીઓ વચ્ચે પ્રશ્નોત્તરીની તક વધુ પ્રાપ્ત થાય છે. તેમની વચ્ચેનો સંબંધ મજબૂત બને છે તેમનો વર્ગવ્યવહાર વધુ સારો બને છે.
- ગણિત આધારિત સહઅભ્યાસ પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન ગણિતમંડળ દ્વારા કરી શકાય છે.
- શાળા કક્ષાએ કે જિલ્લા કે રાજ્ય કક્ષાએ રચાતું ગણિતમંડળ ગણિતના શિક્ષકો તેમજ વિદ્યાર્થીઓ માટે પ્રેરણારૂપ બને છે.
- ગણિત શિક્ષણને વિદ્યાર્થી કેન્દ્રી, અધ્યયન કેન્દ્રી બનાવવા માટે ગણિતમંડળની પ્રવૃત્તિ ઉપયોગી બને છે.
- ગણિતના અદ્યતન પ્રવાહોથી વિદ્યાર્થીઓ માહિતગાર રહી શકે છે. તે અંગે પરસ્પર ચર્ચા કરવાનો અવકાશ પ્રાપ્ત થાય છે.

8.5 ગણિતમંડળનું બંધારણ

સૌ પ્રથમ હેતુઓને ધ્યાનમાં રાખીને ગણિતમંડળની રચના કરવાની હોય છે. આ માટે આચાર્યની પરવાનગી લઈ ગણિત શિક્ષકે ગણિતના તાસમાં ગણિતમંડળ રચવા અંગેની પૂર્વભૂમિકા વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ રજૂ કરવી. ગણિતમંડળના હોદ્દેદારો જેવાં કે પેટ્રન, સ્પોન્સર, પ્રમુખ, ઉપપ્રમુખ, મંત્રી, સહમંત્રી, સ્ટોરકીપર, ખજાનચી, જાહેરાત મંત્રી, ગ્રંથપાલ વગેરે હોય છે. બધા જ હોદ્દેદારો રાખવા જ એવું જરૂરી નથી. શાળાની જરૂરિયાત પ્રમાણે હોદ્દેદારો વધારી કે ઘટાડી શકાય છે.

- પ્રમુખ એ ગણિતમંડળના બંધારણીય વડા છે. શાળા આચાર્ય અથવા શાળાના સિનિયર ગણિત શિક્ષકને પ્રમુખ પદ સોંપી શકાય છે. તેમણે સંચાલકની નિમણૂંક કરવાની હોય છે. ગણિતમંડળ માટે સાધનસામગ્રી પૂરી પાડવી, સંચાલકને માર્ગદર્શન આપવું, આર્થિક પાસાને સધ્ધર કરવા જેવાં કાર્યો પ્રમુખે કરવાના હોય છે.
- સંચાલકએ ગણિતમંડળના વહીવટી વડા છે. એના માર્ગદર્શન પ્રમાણે ગણિતમંડળ કાર્ય કરે છે. ગણિતમાં રસ-રુચિ ધરાવતા, સૂઝવાળા શિક્ષકને પ્રમુખ સંચાલક તરીકે નિયુક્ત કરે છે. સંચાલકે ગણિતમંડળના સમગ્ર સંચાલનમાં મદદરૂપ બનવાનું હોય છે. તેણે અન્ય હોદ્દેદારોની પસંદગી, તેમને જરૂરી માર્ગદર્શન, વિદ્યાર્થીઓને પ્રોત્સાહન આપવાનું હોય છે. ગણિતમંડળની સભા બોલાવી તેનું સંચાલન કરવાનું હોય છે અને અન્ય હોદ્દેદારો સાથે મળીને પ્રવૃત્તિનું આયોજન કરવાનું હોય છે.
- મંત્રીએ ગણિતમંડળના વિદ્યાર્થીસભ્યોનો વડો ગણાય છે અને તે સંચાલકના માર્ગદર્શન હેઠળ કાર્ય કરે છે.
- સહમંત્રી એ મંત્રીના સહાયકની ભૂમિકા હોય છે. તેણે મંત્રીની ગેરહાજરીમાં સઘળું કાર્ય ઉપાડવાનું હોય છે.
- ખજાનચીએ ગણિતમંડળની આવકજાવકનો હિસાબ રાખવાનો હોય છે. વર્ષોવર્ષ તેણે મંડળની મિટિંગમાં હિસાબો રજૂ કરવાના હોય છે.વર્ષની શરૂઆતમાં બજેટ રજૂ કરવાનું હોય છે.
- સ્ટોર કીપર એ વિજ્ઞાન મંડળની બધી જ સાધનસામગ્રીની નોંધ રાખવાનું કાર્ય કરે છે. વળી, જે સાધનોની આપ-લે કરવામાં આવે તેની નોંધણી પણ કરે છે.
- જાહેરાતમંત્રી એ મંડળની કાર્યવાહીની નોંધ રાખે છે તેમજ જરૂરી પત્રવ્યવહાર તેમજ પ્રવૃત્તિની જાહેરાત પણ કરે છે.
- સભ્ય તરીકે શાળાનો કોઈપણ વિદ્યાર્થી તેમાં જોડાઈ શકે છે. તેણે મંડળના હેતુઓ તેમજ નિયમોનું પાલન કરવાનું હોય છે. મંડળ દ્વારા સભ્યપદની ફી નક્કી કરવામાં આવે છે અને વિદ્યાર્થી ફી ભરીને તેમાં સભ્ય બને છે. આ સભ્ય ફી શાળાની આસપાસનો સમાજ તેમજ વિદ્યાર્થીની આર્થિક સ્થિતિને ધ્યાનમાં રાખીને નક્કી કરવાની હોય છે.

8.6 ગણિતમંડળ અંતર્ગત શાળાકીય પ્રવૃત્તિઓ

ગણિતમંડળની રચના થઈ જાય પછી તેમાં નીચે મુજબની પ્રવૃત્તિઓ કરી શકાય છે.

- ગણિતમંડળ દ્વારા ગણિતને લગતા સામયિકો, પુસ્તકો, વર્તમાનપત્રોના લેખો વગેરેનો સંગ્રહ કરી પુસ્તકાલય બનાવવું.

- વિદ્યાર્થીઓ પાસે ગણિતના પ્રદર્શનીય મોડેલ, ચાર્ટ, ચિત્રો કે સાધનોનું નિર્માણ કરાવવું.
- ગણિતના મુદ્દાને વધુ ઊંડાણપૂર્વક સમજવા માટે જરૂરી સંકલ્પનાઓ જુદી તારવી તે સમજાવતી પ્રવૃત્તિઓ કરાવવી.
- ગણિત પ્રતિભા શોધ સ્પર્ધા માટે વિદ્યાર્થીઓને તૈયાર કરવા, આવશ્યક માર્ગદર્શન આપવું.
- વિદ્યાર્થીઓને ગણિતમાં મુંઝવતા પ્રશ્નોના નિવારણ માટે પ્રશ્નપેટી રાખવી અને તેની ચર્ચા ગણિતમંડળના સમયમાં કે પ્રાર્થનાસભામાં કરવી.
- ગણિતના વિવિધ કોયડા, ગણિત ગમ્મતો, ગણિતજ્ઞો વિશે માહિતી પ્રાપ્ત થાય તે મુજબનું પ્રદર્શન ગોઠવી શકાય.
- ગણિતના વિષયોના સ્પર્શતા મુદ્દાઓની સમજણ માટે ક્ષેત્રીય પર્યટન ગોઠવી શકાય. જેમકે નફો, ખોટ, સાદું વ્યાજ, ચેક અને તેના પ્રકાર વગેરેને સમજાવવા માટે બેંક, પોસ્ટ ઓફિસ, વગેરેની મુલાકાત ગોઠવી શકાય.
- ગણિત વિષય સંદર્ભે NCERT, GCERT, અન્ય તજ્જ્ઞો દ્વારા તૈયાર થયેલી ફિલ્મ સ્ટ્રીપ બાળકોને બતાવી શકાય.
- ગણિતને સરળ બનાવવા રમતો, નાટકો, ગીતોની રચના કરી તેનો ઉપયોગ કરી શકાય.
- ગણિતજ્ઞોની જન્મતિથિ કે નિર્વાણદિન નિમિત્તે વાર્તાલાપ, ક્વીઝ, એકપાત્રિય અભિનય, જૂથચર્ચા વગેરે કાર્યક્રમોનું આયોજન કરી શકાય.
- બુલેટિન બોર્ડનો ઉપયોગ કરી ગણિતની વિવિધ બાબતોથી વિદ્યાર્થીઓને માહિતગાર કરી શકાય.
- ગણિત શીખવા માટે કમ્પ્યુટરના ઉપયોગની તાલીમ આપી શકાય.
- ગણિતને લગતી સ્લાઈડ, ફિલ્મસ્ટ્રીપ, કેસેટ, વિડીયો વગેરે ગણિતમંડળના કાર્યક્રમમાં બતાવી શકાય.
- ગણિતમાં નબળા વિદ્યાર્થીઓને માર્ગદર્શનરૂપ બની શકે તેવું ગાણિતિક સાહિત્ય તૈયાર કરી શકાય.
- ગણિત વિષય પ્રત્યે વિદ્યાર્થીઓનું વલણ હકારાત્મક બને તેવા વિશેષ પ્રયત્નો કરી શકાય.
- વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા હસ્તલિખિત અંક બહાર પાડી શકાય. વાર્ષિક અંકમાં ગણિત વિષયના લેખો, સંશોધનો, પ્રવૃત્તિઓનો ચિતાર આપી તેને પ્રકાશિત કરી શકાય.
- પ્રતિભાશાળી વિદ્યાર્થીની ખોજ કરી તેની પ્રતિભા વિકસાવવા માટેના પ્રયત્નો આદરી શકાય. ગણિતમાં પ્રતિભા ધરાવતાં વિદ્યાર્થીઓને સામાન્ય વિદ્યાર્થી કરતા વધુ અઘરા દાખલા અને પ્રવૃત્તિ આપવી. તેમને નબળા વિદ્યાર્થીને શીખવવાની જવાબદારી સોંપી શકાય. ગણિતમંડળમાં તેમને જવાબદારીપૂર્ણ કાર્ય સોંપવું. શૈક્ષણિક સાધનો બનાવવા. ક્વીઝનું આયોજન, ગણિતના કોયડા ઉકેલ કાર્યક્રમ વગેરેમાં આવા વિદ્યાર્થીઓનું યોગદાન વધારવું.
- રાજ્યકક્ષા, રાષ્ટ્રકક્ષાએ અને આંતરરાષ્ટ્રીય કક્ષાએ ગણિતની સ્પર્ધામાં ભાગ લેવા માટે વિદ્યાર્થીઓને તૈયાર કરવા તેમજ યોગ્ય માર્ગદર્શન અને પ્રોત્સાહન આપવું.

8.7 સારાંશ

વિદ્યાર્થી રમતા રમતા ગણિત શીખે, જાતે કરીને, પ્રયોગ કરીને ગણિત શીખે તો વધુ રસપ્રદ બને ગણિત પ્રયોગશાળા દ્વારા આ શક્ય બની શકે છે. શિક્ષક માટે જરૂરી છે કે પ્રયોગશાળા સાધનોથી સજ્જ હોય, મુદ્દાને અનુરૂપ યોગ્ય સાધનો ચાલુ સ્થિતિમાં હોય તે તપાસી લેવા પડે. વિદ્યાર્થીઓ પોતે નિર્માણ કરેલા સાધનો પોતાના નામ સાથે પ્રયોગશાળામાં રાખે તો તેને ભણવાનો અને કંઈક નવું કરવાનો ઉત્સાહ વધી શકે. ગણિતને અસરકારક રીતે ભણાવવા ગણિત પ્રયોગશાળા અનિવાર્ય છે.

શાળા કક્ષાએ બાળકો ગણિતમંડળમાં ભાગ લઈ વર્ગખંડમાં વિવિધ પ્રવૃત્તિઓ યોજે એ જરૂરી છે. બાળકોને ગણિતમંડળના બંધારણની શાળાકીય પ્રવૃત્તિઓની સમજ પ્રાપ્ત થવી આવશ્યક છે જેની વિગતે ચર્ચા કરવામાં આવી છે.

8.3 તમારી પ્રગતિ ચકાસો :

1.ગણિતમંડળ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓમાં કયા મૂલ્યોનો વિકાસ કરી શકાય ?

....

....

....

....

....

....

2. ગણિતમંડળ અને ગણિત પ્રયોગશાળાને કઈ રીતે સાંકળી શકાય ?

....

....

....

....

....

....

3.નબળા વિદ્યાર્થીઓ માટે ગણિતમંડળ કઈ રીતે ઉપયોગી બને ?

....

....

....

....

....

....

4.ગણિતમંડળના બંધારણીય વડા અને વહીવટી વડા કોણ હોય છે?

....

....

....

....

....

....

5.ગણિતમંડળમાં સભ્ય તરીકે કોણ જોડાઈ શકે છે ?

....

....

....

....

....

....

6.ગણિતમંડળ દ્વારા બુલેટિન બોર્ડનો ઉપયોગ કઈ રીતે કરી શકાય ?

....

....

....

....

....

....

8..9 સ્વાધ્યાય

૧. ગણિતમંડળની પરિણામલક્ષી પ્રવૃત્તિઓની યાદી તૈયાર કરો.

૨. જિલ્લાકક્ષાએ ગણિતમંડળની પ્રવૃત્તિઓ કેવી રીતે ઉપયોગી સાબિત થાય.

૩. ગણિતમંડળનું સમગ્ર બંધારણ જણાવો.

૪. ગણિત વિષયના શિક્ષક તરીકે ગણિતમંડળનો ઉપયોગ તમારા વર્ગકાર્યમાં કેવી રીતે કરશો ?

૫. રાજ્ય અને રાષ્ટ્ર કક્ષાએ કાર્યરત ગણિતમંડળોની યાદી તૈયાર કરો.

ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર
ઓપન યુનિવર્સિટી

SECM-02
ગણિત

વિભાગ

3

ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો, પ્રયુક્તિઓ, પદ્ધતિઓ, શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

એકમ-9 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો

એકમ-10 ગણિત શિક્ષણની પ્રયુક્તિઓ

એકમ-11 ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

એકમ-12 શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

લેખક	
ડૉ. કીર્તિબેન માટલીવાલા	ડિપાર્ટમેન્ટ ઓફ એજ્યુકેશન, દક્ષિણ ગુજરાત યુનિવર્સિટી, સુરત.
પરામર્શક (વિષય)	
ડૉ. રાજેશ આર. રાઠોડ	આઇ.આઈ.ટી.ઈ. ગાંધીનગર.
પરામર્શક (ભાષા)	
ડૉ. વિરલ જાદવ	શ્રી પ્રકાશ કૉલેજ ઓફ એજ્યુકેશન, અમદાવાદ.
સંપાદન અને સંયોજન	
પ્રો. (ડૉ.) અજીતસિંહ પી. રાણા	નિયામકશ્રી (શિક્ષણશાસ્ત્ર) ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.
સંયોજન સહાય	
ડૉ. મીના આઈ. રાજપૂત	ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.

પ્રકાશક : કુલસચિવ, ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ-382481

આવૃત્તિ : પ્રથમ આવૃત્તિ-2020, **નકલ :** 600
દ્વિતીય આવૃત્તિ-2021, **નકલ :** 600

ISBN : 978-93-5598-092-2

Copyright © Registrar, Dr. Babasaheb Ambedkar Open University, Ahmedabad.
December 2020

While all efforts have been made by editors to check accuracy of the content, the representation of facts, principles, descriptions and methods are that of the respective module writers. Views expressed in the publication are that of the authors, and do not necessarily reflect the views of Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. All products and services mentioned are owned by their respective copyrights holders, and mere presentation in the publication does not mean endorsement by Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. Every effort has been made to acknowledge and attribute all sources of information used in preparation of this Self Learning Material. Readers are requested to kindly notify missing attribution, if any.

વિભાગ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણ

એકમ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

એકમ-2 ગણિતનું સ્વરૂપ

એકમ-3 ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો

એકમ-4 ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ

વિભાગ-2 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને ગણિતમંડળ

એકમ-5 ગણિત શિક્ષણ અને વર્તનક્ષેત્રો

એકમ-6 NCF-2005 પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

એકમ-7 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને વર્તન પરિવર્તન

એકમ-8 ગણિત મંડળ

વિભાગ-3 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો, પ્રયુક્તિઓ, પદ્ધતિઓ, શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

એકમ-9 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો

એકમ-10 ગણિત શિક્ષણની પ્રયુક્તિઓ

એકમ-11 ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

એકમ-12 શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

વિભાગ-4 ગણિત શિક્ષણમાં આયોજન તથા અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

એકમ-13 પાઠ આયોજનનો અર્થ, મહત્ત્વ અને સોપાનો

એકમ-14 આદર્શ પાઠ આયોજન

એકમ-15 પાઠ આયોજનના પ્રકાર

એકમ-16 અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

દૂરવર્તી અધ્યયનમાં સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીની ભૂમિકા

દૂરવર્તી શિક્ષણ પ્રણાલીમાં અસરકારક સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રી અનિવાર્ય છે. આ અભ્યાસ-સામગ્રીના લેખકો, અધ્યાપકો અને વિદ્યાર્થીઓ એકબીજાંથી ઘણાં દૂર અને ક્યારેક તો ક્યારેય ન મળી શકે તેવી સ્થિતિમાં હોવાથી આવી અધ્યયન સામગ્રી સુગમ અને અસરકારક હોવી જરૂરી છે. દૂરવર્તી શિક્ષણ માટેની અભ્યાસ-સામગ્રીમાં વિદ્યાર્થીના બૌદ્ધિક ચિંતનને ઉદ્દીપ્ત કરવાની ક્ષમતા તથા આવશ્યક તમામ અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ હોવી જોઈએ. આ સામગ્રી પાઠ્યક્રમના સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓના અનુસંધાને વિદ્યાર્થીને પર્યાપ્ત માર્ગદર્શન આપવા સક્ષમ હોવી જોઈએ. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં અભ્યાસક્રમમાં સૂચિત તમામ બાબતોનો સમાવેશ થાય તે જરૂરી છે.

અસરકારક અધ્યયન સિદ્ધ કરવા માટે અનેક પ્રકારના આયોજનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે; જેનાથી વિદ્યાર્થી જ્ઞાનોપાર્જન કરી શકે. બૌદ્ધિક અને મનોશારીરિક કૌશલ્યો કેળવી શકે અને વર્તન તથા અભિગમમાં આવશ્યક પરિવર્તનો સાધી શકે. આથી જ વિદ્યાર્થીનું મૂલ્યાંકન પણ પાઠ્યસામગ્રીમાં આવરી લેવામાં આવ્યું છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવેલી શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું સ્વરૂપ તે શિક્ષણના જ્ઞાનાત્મક, ભાવાત્મક કે મનોશારીરિક હેતુમાંથી કયા હેતુને સંલગ્ન છે ? તેના પર આધારિત છે. આ હેતુઓ ભવિષ્યમાં અનુક્રમે જ્ઞાન, બૌદ્ધિક કૌશલ્યો અને મનોશારીરિક કૌશલ્યોની ઉપલબ્ધિમાં પરિણમે છે. વિદ્યાર્થીએ મેળવેલ જ્ઞાનની પ્રાપ્તિ, ઉપયોગ અને અભિવ્યક્તિ કરવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય. વિદ્યાર્થીઓના પૂર્વજ્ઞાનનો અને અનુભવોનો આધાર લઈને રચવામાં આવેલ શિક્ષણ સામગ્રી દ્વારા બૌદ્ધિક કૌશલ્યના હેતુને સિદ્ધ કરી શકાય છે અને તેના દ્વારા નવીન જ્ઞાન પ્રાપ્તિનો માર્ગ પ્રશસ્ત થાય છે.

અભ્યાસ-સામગ્રીમાં સ્વાધ્યાય પ્રોજેક્ટ અને પ્રતિપૃષ્ટિ(Feedback)ના સ્વરૂપે અભ્યાસનું આયોજન જરૂરી છે. શારીરિક કૌશલ્ય સંબંધિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં ચિત્રાત્મક રજૂઆત હોવી જોઈએ અને ત્યારબાદ ઉચિત અભ્યાસનું આયોજન હોવું જોઈએ. વર્તન અને અભિગમમાં પરિવર્તન માટે આયોજિત શિક્ષણ પ્રવૃત્તિઓ રસ જન્માવે તેવી તથા આ પરિવર્તન દ્વારા થતાં લાભ અને તેની જરૂરિયાતને પ્રતિબિંબિત કરે તેવી હોવી જોઈએ. ત્યાર પછી નવાં અભિગમોને અપનાવવાની અને તે સંબંધિત પ્રક્રિયાના યોગ્ય અભ્યાસનું ઉચિત આલેખન થવું જોઈએ.

દૂરવર્તી શિક્ષણની ભૂમિકા.

પ્રત્યક્ષ અધ્યાપનમાં જોવા મળતી પ્રત્યાયનની વિશેષતાઓ; જેવી કે અંતરાલાપ, પૂર્વઅભિસંધાન, યોગ્ય સ્થાને વિરામ, આરોહ-અવરોહ, ભાવ-ભંગીમા, સ્વરભાર વગેરે દૂરવર્તી અધ્યયનમાં ઉપલબ્ધ નથી. આ ઉણપ વિશેષતઃ મુદ્રિત સાહિત્યમાં (લેખિત સાહિત્યમાં) જોવા મળે છે. વિદ્યાર્થી અને શિક્ષક વચ્ચેના વ્યવવહારની આ ખૂટતી કડીને જોડવા માટે જ દૂરવર્તી સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન કરવામાં આવે છે. માટે જ આવી પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન વૈકલ્પિક નહીં; પરંતુ અનિવાર્ય છે.

સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીને નાના એકમોમાં વિભાજિત કરીને શિક્ષણના ઉત્તમ સાધન તરીકે વિકસાવવાની સંકલ્પના છે. શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં વૈવિધ્ય દ્વારા શિક્ષણના વિવિધ ક્ષેત્રના હેતુઓ સિદ્ધ થાય તેવો પ્રયત્ન કરવાનો છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીનું આયોજન પૂર્વનિશ્ચિત, શૈક્ષણિક નીપજને ધ્યાનમાં લઈને કરવાનું હોવાથી તેના હેતુઓ અને ધ્યેયો નિશ્ચિત હોય છે. વળી અધ્યેતાઓ દૂરસ્થ હોવાથી આ સામગ્રી દ્વારા તેઓ નિશ્ચિત અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓમાં સંલગ્ન રહે તેવું આયોજન કરવામાં આવે છે. જેથી અધ્યેતાઓ સંબંધિત સંકલ્પનાઓને બરાબર સમજી શકે. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં સાથે સંકળાયેલ સ્વાધ્યાયો, પ્રાયોગિક કાર્યો, પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રકલ્પોનો પણ આ જ હેતુ છે. આ સામગ્રી માટે ઉચિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓની ઉદાહરણરૂપ સૂચિ ઘણી મોટી હોઈ શકે. આ સંદર્ભે શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓ વિદ્યાર્થીને અભિપ્રેરિત કરે છે, માર્ગદર્શન આપે છે અને વિદ્યાર્થીની પ્રગતિ અને પ્રદર્શનનું સતત માપન-મૂલ્યાંકન પણ કરે છે.

એકમ 9

ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો

: રૂપરેખા :

9.1 પ્રસ્તાવના

9.2 ઉદ્દેશો

9.3 મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવું

9.4 સરળ પરથી કઠિન પર જવું

9.5 જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત પર જવું

9.6 સંપૂર્ણ પરથી વિભાગ પર જવું

9.7 સારાંશ

9.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

9.9 સ્વાધ્યાય

9.1 પ્રસ્તાવના

ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો વર્ષોના શિક્ષણકાર્યના અનુભવોનાં નિષ્કર્ષ સ્વરૂપે હોય છે. આ સૂત્રો પ્રત્યેક ગણિત શિક્ષક માટે ઉપયોગી બને છે. આ સૂત્રો ગણિત શિક્ષણ પ્રક્રિયા માટે તથ્યો સ્વરૂપ બની ગયા છે. જો શિક્ષકે પોતાનું શિક્ષણકાર્ય અસરકારક, સફળ અને સરળ બનાવવું હોય તો આ સૂત્રોનો ઉપયોગ પોતાના રોજિંદા શિક્ષણકાર્યમાં કરવો જ રહ્યોં. જે વેલ્ટન કહે છે કે, ''શિક્ષણના સૂત્રો અધ્યાપન પદ્ધતિના ગૌણ સિદ્ધાંતો છે. જેનો ઉપયોગ સુજ્ઞ શિક્ષક પોતાના અધ્યાપનની સફળતા માટે કરી શકે છે. સફળ અધ્યાપન માટે તે માર્ગદર્શક સ્તંભો જેવાં છે, એવં સત્યોની સંહિતા છે, જે પૂરતા સન્માનને યોગ્ય છે.'' આ સૂત્રો અનુભવી શિક્ષકોનાં અનુભવ અને અવલોકનના પરિણામે પ્રાપ્ત થયા હોય છે તેથી ખૂબ અગત્યનાં હોય છે. કોઈપણ વિષયમાં અભ્યાસક્રમ સંચરના વખતે મનોવૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિકોણની મદદથી વિદ્યાર્થીઓની વયકક્ષાને અનુરૂપ વિષયવસ્તુનો ક્રમ નક્કી કરવામાં આવે છે. આ અંતર્ગત સૌ પ્રથમ સરળ વિષયવસ્તુથી ધીમે ધીમે કઠિન વિષયવસ્તુ મૂકવામાં આવે છે. તે જ રીતે વાસ્તવિક બાબતો (મૂર્ત) થી કલાત્મક બાબતો (અમૂર્ત)ની સમજ ક્રમશઃ મળે એવી વ્યવસ્થા પણ કરવામાં આવે છે.

આમ, ગણિત શિક્ષણમાં નીચે મુજબના વિવિધ સૂત્રોની મદદથી અધ્યયન-અધ્યાપન પ્રક્રિયાને વેગ આપી શકાય છે.

આપણે આ એકમમાં ગણિત શિક્ષણના સૂત્રોનો ક્રમશઃ અભ્યાસ કરીશું.

9.2 ઉદ્દેશો

આ એકમને અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. ગણિત શિક્ષણના વિવિધ સૂત્રોની સમજ પ્રાપ્ત કરશો.

૨. ગણિત સૂત્રોનો શિક્ષણકાર્યમાં ઉપયોગ કરી શકશો.

૩. મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવું સૂત્રની સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરી શકશે.

૪. સરળ પરથી કઠિન પર જવું સૂત્રની વ્યવહારુ સમજ આપી શકશે.

૫. જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત પર જવું સૂત્રની સમજ સ્પષ્ટ કરી શકશે.

૬. સંપૂર્ણ પરથી વિભાગ પર જવું સૂત્રનો ગણિત શિક્ષણમાં ઉપયોગ કરી શકશે.

9.3 મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવું

જે પ્રત્યક્ષ નિહાળી શકાય તે મૂર્ત છે જેમ કે ગુલાબનું ફૂલ. જેની કલ્પના વિચાર કે અનુભવ જ થાય શકે તે અમૂર્ત છે જેમ કે ગુલાબનાં ફુલની સુગંધ.

સ્પેન્સર કહે છે કે પાઠનો આરંભ મૂર્તથી થવો જોઈએ અને તેની સમાપ્તિ અમૂર્તથી થવી જોઈએ. બાળકોને અમૂર્ત ખ્યાલો જલ્દીથી સમજાતા નથી તેથી નક્કર ચીજવસ્તુઓ મોડેલ કે નમુનાનો આધાર લઈને તેમને અમૂર્ત ખ્યાલો તરફ દોરી જવા જોઈએ.

દા.ત.પરમાણુ રચનાનો ખ્યાલ આપવા તેના મૉડલનો શિક્ષક ઉપયોગ કરે તે યોગ્ય છે. કરુણા, સંવેદના, સેવા, પ્રેમ...ના મુલ્યો બાળકોને સારી રીતે સમજાવવા શિક્ષકે વાર્તાનો સહારો લેવો જોઈએ.

દા.ત. સંખ્યા બે '2'ની સંકલ્પના સમજાવવા માટે શરૂઆતમાં બે પ્રત્યક્ષ વસ્તુઓ બતાવાય છે અને તે પરથી બાળક સંખ્યા 2નું અમૂર્ત સ્વરૂપ ગ્રહણ કરે છે.

વિદ્યાર્થી જ્યારે મૂર્ત વસ્તુનો સહારો લે જેમ કે ગણતરી માટે મણકા, લખોટી કે આગળીનાં વેઢા દ્વારા સરવાળા, બાદબાકી કરે પછી વિદ્યાર્થીના મનમાં ગણતરી કરવાનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ થઈ જવો જોઈએ. જેથી તે અમૂર્ત વિચારોને સ્વયં સમજી શકે. કૌશલ્ય પ્રાપ્ત કરી વ્યવહારમાં તેનો ઉપયોગ કરી શકે.

9.4 સરળ પરથી કઠિન પર જવું

ઘણીવાર જે ખ્યાલ શિક્ષક માટે સરળ હોય તે ખ્યાલ વિદ્યાર્થી માટે અઘરો હોય. એક જ વર્ગના સમાન શારીરિક અને માનસિક વય ધરાવતા બે બાળકોને એક જ વિષય વસ્તુ સમજાવવામાં આવે તો એકને સહેલી બીજાંને અઘરી લાગે છે. તેથી ખૂબ ધ્યાન રાખીને વિચારોના વૈયક્તિક તફાવતોને ઓળખીને સરળ પરથી કઠિન મુદ્દા તરફ જવું જોઈએ.

વનસ્પતિમાં થતું રસારોહણ કે આસૃતિની ઘટનાઓનો ખ્યાલ શાહીની દોરી વડે કેશાકર્ષણ દ્વારા અને દ્રાક્ષનો પ્રયોગ કર્યા બાદ જ આપી શકાય. આજ રીતે વક્રીભવનાંકની સંકલ્પના પ્રકાશના વક્રીભવનની ઘટના દર્શાવતા પ્રયોગ કે ઉદાહરણો પ્રત્યક્ષ દર્શાવ્યા બાદ જ સમજાવી શકાય.

તે જ પ્રમાણે પદાર્થની ઘનતાની સંકલ્પના રોજીંદા વ્યવહારના પદાર્થોની અને તેના વજનના હલકા ભારે પણની વાર્તા કર્યા પછી જ સમજાવી શકાય. વિભાજનના નિયમ પરથી નિત્યસમના સરળ સમીકરણ, ત્યારબાદ દ્વિચલ સમીકરણ, ત્યારબાદ દ્વિઘાત સમીકરણો, સમીકરણના પ્રકરણમાં વિદ્યાર્થી પહેલાં સમીકરણ છોડતા શીખે છે અને ત્યારબાદ તેના આધારિત કૂટપ્રશ્નો સમજે છે.

9.5 જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત પર જવું

વિદ્યાર્થીઓના પૂર્વજ્ઞાનના પાયા પર જ નવી ઈમારત ચણી શકાય. વિદ્યાર્થી પોતાની માનસિક કક્ષાની મર્યાદામાં જે જાણતો હોય તેનો આધાર લઈ નવુ જ્ઞાન આપવું જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓને જ્ઞાત બાબતોનો ઉપયોગ કરી અજ્ઞાત ખ્યાલો તરફ લઈ જવા જોઈએ.

ધોરણ-9માં જીવસૃષ્ટિ વિશે વિદ્યાર્થીને ત્યારે જ સમજાય જ્યારે એને ધો-8માં આવતો સૂક્ષ્મ જીવસૃષ્ટિનો એકમ બરાબર સમજાયો હોય. તેજ પ્રમાણે સૂક્ષ્મ જીવોમાં થતું પરિવર્તન, પૃથ્વી અને વાતાવરણમાં થતું સતત પરિવર્તન અને તેને પરિણામે પેઢી દર પેઢી બદલાતા વ્યક્તિગત લક્ષણો-જાતિગત લક્ષણો પરથી વિદ્યાર્થીને ઉત્ક્રાંતિ તરફ દોરી શકાય. ગણિત શિક્ષણમાં આ સૂત્ર ખૂબ જ ઉપયોગી છે. ગણિતના મોટાભાગના મુદ્દાઓ પૂર્વજ્ઞાન સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયેલાં છે. પૂર્વજ્ઞાનના આધારે નવો મુદ્દો શીખવવામાં આવે તો સરળતા રહે છે. આપણે પ્રાકૃતિક સંખ્યાના ગુણધર્મોને આધારે પૂર્ણાંક સંખ્યાગણ, સંમેય સંખ્યાગણ અને વાસ્તવિક સંખ્યાગણના ગુણધર્મો શીખી શકીએ છીએ. ભૂમિતિના માળખાથી શરૂ કરીને પ્રમેયોની હારમાળા, સાદા સમીકરણ વગેરે શીખીએ છીએ. શિક્ષક માટે ખૂબ અગત્યનું છે કે શીખવવાનાં મુદ્દા સાથે કયુ પૂર્વજ્ઞાન જરૂરી છે તે શોધી કાઢે અને એકમને શીખવવાની શરૂઆત કરતા પહેલાં પૂર્વજ્ઞાન તાજું કરાવી દે.

9.6 સંપૂર્ણ પરથી વિભાગ પર જવું

વિદ્યાર્થી પ્રથમ વસ્તુ તેના સમગ્ર સ્વરૂપે જુએ છે અને તે પછી તેની દ્રષ્ટિ સમગ્રના વિભાગો કે ખંડો તરફ જાય છે. આમ સમગ્ર પરથી વિભાગ કે ખંડ તરફ જવાનો અભિગમ અર્થપૂર્ણ હોય છે.

આથી વિદ્યાર્થીઓને ચિત્ર કે મૉડેલનું સૌ પ્રથમ અવલોકન કરવાનું કહેવામાં આવે છે અને ત્યારબાદ તેના જુદાં જુદાં ભાગોનું જ્ઞાન આપવામાં આવે છે. વિદ્યાર્થીઓ અવલોકન કરીને, દૃષ્ટાંતો કે ઉદાહરણની મદદથી સામાન્ય સમજ પ્રાપ્ત કરી લે છે. દા.ત. મનુષ્યનું પાચનતંત્ર. ભૂમિતિમાં પણ પ્રાયોગિક રીતે સિદ્ધાંતો અલગ તારવવામાં આવે તે પહેલાં ભૂમિતિના સિદ્ધાંતોની પૂર્વધારણાઓની સામાન્ય સમજ આપી દેવા આવે તો સિદ્ધાંતોના ઊંડાણ જવું સરળ બને છે.

શિક્ષકે નવો એકમ શરૂ કરતાં પહેલા પૂર્વજ્ઞાન ચકાસવું પડે છે ત્યારબાદ સમગ્ર એકમનો ટૂંકમાં પરિચય આપી દેવાનો હોય છે. આ પરિચય દરમ્યાન વિદ્યાર્થી કયા મુદ્દા શીખવવાના છે અને કયા ક્રમમાં શીખવવાના છે તેનાથી પરિચિત થાય છે અને વિદ્યાર્થીના મનમાં રહેલી મૂંઝવણો દૂર થાય. તેને એકમના શિક્ષણ દરમ્યાન શું શીખવાનું છે તેને સ્પષ્ટ ચિતાર પ્રાપ્ત થાય છે.

9.7 સારાંશ

વિદ્યાર્થીઓને વિવિધ સૂત્રોની સમજ સ્પષ્ટ કરી તેનો શિક્ષણમાં ઉપયોગ કરવાની સ્પષ્ટ સમજ આપવી જરૂરી છે. અહીં દરેક સૂત્રની સુચારુ સમજ આપવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે તથા વિવિધ ઉદાહરણો દ્વારા તેની ચર્ચા કરવામાં આવી છે. વિદ્યાર્થીઓનું પૂર્વજ્ઞાન જાણી તેના આધારે વધુ જ્ઞાન આપી શકાય છે. વિદ્યાર્થી દરેક સંકલ્પના સંપૂર્ણથી સૂક્ષ્મ તરફ શીખે એ બાબત આવકાર્ય છે.

9.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. **મૂર્ત કોને કહે છે ?**

....
....
....
....
....
....

2. **પાઠનો આરંભ શેનાથી થવો જોઈએ ?**

....
....
....
....
....
....

3. **મૂર્ત પરથી અમૂર્તની જરૂરિયાત શી છે ?**

....
....
....
....
....
....

4. **કઠિન મુદ્દાને સમજાવવા શું કરવું જોઈએ ?**

....
....
....

....

....

....

5. વિદ્યાર્થીઓની સમજવાની ક્ષમતા સમાન હોય છે ? શા માટે ?

....

....

....

....

....

....

6. ગણિત શિક્ષણમાં 'જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત પર જવું' સૂત્ર શા માટે અગત્યનું છે ?

....

....

....

....

....

....

7. શિક્ષકે ગણિત શિક્ષણને સરળ બનાવવા સૌ પ્રથમ શું કરવું જોઈએ ?

....

....

....

....

....

....

8. સૌ પ્રથમ વસ્તુને કઈ રીતે જોવામાં આવે છે ?

....

....

....

....

....

....

9. ગણિત શિક્ષણમાં સંપૂર્ણ પરથી વિભાગ પર જવું શા માટે જરૂરી છે ?

....

....

....

....

....

....

9.9 સ્વાધ્યાય

૧. મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવાના સૂત્રની ઉદાહરણ સહિત સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરો.

૨. કોઇ સમગ્ર મુદ્દાને સમજાવવા કયા સૂત્રનો ઉપયોગ કરશો.

૩. જ્ઞાત પરથી અજ્ઞાત પર જવાનું સૂત્ર કયા ગણિતના મુદ્દાઓ માટે યોગ્ય છે ?

૪. મધ્યમ કક્ષાના વિદ્યાર્થીઓ માટે કયું સૂત્ર વધુ અનુકૂળ રહેશે ?

૫. ભૂમિતિના સમગ્ર એકમને સરળતાથી કઈ રીતે સમજાવશો.

એકમ 10

ગણિત શિક્ષણની પ્રયુક્તિઓ

: રૂપરેખા :

10.1 પ્રસ્તાવના

10.2 ઉદ્દેશો

10.3 દૃઢિકરણ

10.4 વિહંગાવલોકન

10.5 મૌખિકકાર્ય

10.6 માઈન્ડ મેપીંગ

10.7 જૂથકાર્ય

10.8 સારાંશ

10.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

10.10 સ્વાધ્યાય

10.1 પ્રસ્તાવના

વિદ્યાર્થીઓ માટે ગણિત રસનો વિષય બને તે માટે શિક્ષક વિશેષ પ્રયત્ન કરતો હોય છે. વિવિધ અધ્યાપન સૂત્રને અનુસરતો હોય છે. ખૂબ મહેનત અને અસરકારક રીતે ગણિત શીખવવામાં આવે તો પણ વિદ્યાર્થી તે ભૂલી જાય એવી સંભાવના રહેલી છે. ગણિત સમજણની સાથે કૌશલ્યનો વિષય છે. તેથી શિક્ષક અને વિદ્યાર્થી બંને પક્ષે સતત પ્રયત્નશીલ રહેવાની જરૂર પડે છે. શિક્ષક પોતાના શિક્ષણકાર્યને અસરકારક બનાવવા પ્રયુક્તિનો ઉપયોગ કરે છે. પ્રયુક્તિ એટલે ખાસ યુક્તિ, કરામત, વ્યૂહ કે કૌશલ્ય જેના દ્વારા શિક્ષણમાં ઈચ્છિત પરિણામ મેળવી શકાય. પ્રયુક્તિને હસ્તગત કરી શિક્ષક વિશિષ્ટ રીતે વિષયવસ્તુની રજૂઆત કરી શકે છે. વિશિષ્ટ કરામત, કૌશલ્યથી મુદ્દાને સરળ બનાવી શકે છે. જેથી વર્ગખંડ શિક્ષણકાર્ય હળવું અને રસપ્રદ બને છે. ગણિત શિક્ષણમાં દૃઢિકરણ, વિહંગાવલોકન, મૌખિકકાર્ય માઈન્ડમેપ, જૂથકાર્ય જેવી પ્રયુક્તિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આપણે આ પ્રયુક્તિઓનો ક્રમશઃ અભ્યાસ કરીશું.

ગણિત શિક્ષણ અસરકારક બને, વિદ્યાર્થીઓ શીખેલ વિષયવસ્તુ લાંબા સમય સુધી યાદ રાખી શકે તે માટે ગણિત શિક્ષણમાં વિવિધ પ્રયુક્તિઓ ખૂબ જ અનિવાર્ય છે. અહીં આપણે વિવિધ પ્રયુક્તિઓની વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

10.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અભ્યાસને અંતે તમે આટલું કહી શકશો.

૧. ગણિત શિક્ષણની વિવિધ પ્રયુક્તિઓની જાણકારી મેળવશો.

૨. ગણિત શિક્ષણમાં દૃઢિકરણનું મહત્ત્વ સ્પષ્ટ કરશે.

૩. દૃઢિકરણના સિદ્ધાંતોની જાણકારી મેળવશે.

૪. ગણિત શિક્ષણમાં વિહંગાવલોકનની ઉપયોગિતા સમજાવશે.

૫. મૌખિકકાર્યનો ગણિત શિક્ષણમાં ઉપયોગ કરતા શીખશે.

૬. ગણિત શિક્ષણમાં માઈન્ડ મેપિંગની માર્ગદર્શિકાની માહિતી મેળવશે.

૭. વર્ગખંડ શિક્ષણમાં જૂથકાર્ય પ્રયુક્તિનો ઉપયોગ કરતા શીખશે.

૮. દરેક પ્રયુક્તિ કેવી રીતે પ્રયોજવી તેની માહિતી મેળવશે.

10.3 દ્રઢિકરણ

ગણિત વિષયમાં દ્રઢિકરણ મહત્ત્વનું હોય છે. ગણિત શિક્ષણ તાર્કિક રીતે થાય તે અગત્યનું છે. જો ગણિતની પ્રારંભિક કક્ષાની સંકલ્પનાઓ અસ્પષ્ટ રહે તો વિદ્યાર્થી આગળ જતાં ગણિતવિષયમાં ઊંડી સમજણ પ્રાપ્ત કરી શકતો નથી. ગણિતમાં પૂર્વે શીખેલા મુદ્દાઓ પર આગળ શીખવાનાં મુદ્દાઓ આધાર રાખે છે. આથી જે મુદ્દો શીખવાય તે બરાબર રીતે સમજાય જાય તે માટે મહાવરો કરાવવામાં આવે છે એને દ્રઢિકરણ કહે છે. એટલે કે દ્રઢિકરણમાં નવુ જ્ઞાન કે નવી સમજ આપવામાં આવતી નથી પરંતુ શીખેલી બાબતને વધુ દ્રઢ કરવામાં આવે છે.

જો વિદ્યાર્થીમાં અપેક્ષિત વર્તન પરિવર્તન ઈચ્છતા હોઈએ તો ગણિત વિષયમાં દ્રઢિકરણ ખૂબ અગત્યનું છે. ગાણિતિક ક્રિયાઓ સાચી રીતે થાય, ઝડપથી થાય માટે દ્રઢિકરણ જરૂરી છે.

દ્રઢિકરણમાં શીખેલા વિષયાંગને અનુરૂપ વિવિધ સ્વરૂપના ઉદાહરણો કે દાખલાઓ ગણવાનો મહાવરો આપવામાં આવે છે. ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિનો વિચાર કરીએ તો આ દ્રઢિકરણએ નિગમન પદ્ધતિ સ્વરૂપે હોય છે. જેમાં વિદ્યાર્થીએ શીખેલા જ્ઞાનનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ કરે છે. દ્રઢિકરણ ગણિત વિષયના પ્રત્યેક મુદ્દા માટે કરવું ખૂબ જરૂરી છે. શિક્ષકના પક્ષે દ્રઢિકરણ કઈ રીતે ? વગેરે બાબતની સમજણ હોવી અનિવાર્ય છે. સમજ વિનાનું દ્રઢિકરણ અર્થહીન બને છે આથી વિદ્યાર્થી બરાબર સમજે પછી દ્રઢિકરણ કરાવવાનું હોય છે. મુદ્દાઓની સમજણ પાકી બનાવવાનું કાર્ય દ્રઢિકરણ કરે છે.

(અ) દ્રઢિકરણનાં સિદ્ધાંતો

દ્રઢિકરણ કાર્ય યોગ્ય રીતે કરવા માટે, અસરકારક અને ફળદાયી બનાવવા માટે ગણિત શિક્ષકે નીચે મુજબના મનોવૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતોને ધ્યાનમાં રાખવાનાં હોય છે.

1) દ્રઢિકરણ ટૂંકા સમયગાળાનું હોવું જોઈએ.

દ્રઢિકરણ ખૂબ લાંબા સમય સુધી કરાવવામાં આવે તો તે કંટાળાજનક બને છે. વળી, એકસાથે વધારે મુદ્દાઓનું દ્રઢિકરણ લાંબા સમય સુધી ન કરાવતા દરરોજ થોડા સમય માટે દ્રઢિકરણ કરાવવું જોઈએ. શિક્ષકે પોતાના સમયપત્રકમાં દ્રઢિકરણ માટેનો સમય નિશ્ચિત કરી લેવો જોઈએ જેથી 10થી 20 મિનિટ દરમ્યાન દ્રઢિકરણ કરાવી શકાય.

2) દ્રઢિકરણ કાર્ય સમજણવાળું હોવું જોઈએ.

વિદ્યાર્થીઓને દ્રઢિકરણકાર્ય યંત્રવત કે નીરસ લાગવું જોઈએ નહીં. તેનામાં સમજ અને કૌશલ્ય વિકસે તેવું દ્રઢિકરણ હોવું જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓ જે મુદ્દા, એકમનું દ્રઢિકરણ કરતા હોય તેના હેતુઓથી તેઓ પરિચિત હોવા જોઈએ. મુદ્દાને અનુરૂપ રોજિંદી વ્યવહારુ રીતે મહાવરો કરવો જોઈએ.

દા.ત. ઘનફળ, ક્ષેત્રફળના દાખલા વિદ્યાર્થીઓને યાંત્રિક રીતે ગણવા ન આપતા વિવિધ પ્રવૃત્તિ સ્વરૂપે આપવા જોઈએ. જૂથમાં કાર્ય આપી શકાય. વસ્તુઓ આપી તેનું ઘનફળ, ક્ષેત્રફળ શોધવાનું કાર્ય સોંપી શકાય.

3) દ્રઢિકરણકાર્ય વૈવિધ્યપૂર્ણ હોવું જોઈએ.

જો દ્રઢિકરણકાર્ય વૈવિધ્યપૂર્ણ હોય તો વિદ્યાર્થીઓ તેમાં રસ લે છે. નવીન્ય રીતે પ્રવૃત્તિ કરવી વિદ્યાર્થીઓ પસંદ કરતા હોય છે. દ્રઢિકરણ બોજરૂપ ન બની જાય, યંત્રવત માત્ર પુનરાવર્તન કાર્ય ન બની જાય તેની કાળજી રાખવી પડે છે. દ્રઢિકરણમાં પ્રશ્નો બદલીને, નવા સાધનો વાપરીને નવી પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને વૈવિધ્ય લાવી શકાય છે.

4) દ્રઢિકરણ પ્રેરણાદાયી હોવું જોઈએ.

વિદ્યાર્થીઓને આંતરિક રીતે દ્રઢિકરણમાં જોડાવું ગમે તેવું વાતાવરણ શિક્ષકે નિર્માણ કરવું જોઈએ.આથી શિક્ષકે વિદ્યાર્થીઓને દ્રઢિકરણ માટે પ્રેરિત કરવા જોઈએ. જો વિદ્યાર્થીને એવું લાગે કે તેના માટે દ્રઢિકરણ કાર્ય અગત્યનું છે તો તે સ્વયં તેમાં ઉત્સાહી બની ભાગ લેશે. આથી શિક્ષકે વિદ્યાર્થીની જિજ્ઞાસાવૃત્તિ સતેજ બને તેને કાર્યમાં રસ પડે તે પ્રમાણેનું આયોજન કરી રાખવું પડે. પૂર્વ વિચારણા કરી લેવી પડે.

5) દૃઢિકરણ કાર્ય નિશ્ચિત સ્વરૂપનું હોવું જોઈએ.

ભણાવેલા વિષયવસ્તુનાં નિર્ધારિત મુદ્દાને ધ્યાનમાં રાખી ઈચ્છિત વર્તન-પરિવર્તનના સંદર્ભે દૃઢિકરણ કરવાનું હોય છે. ભણાવેલા દાખલામાંથી કયા દાખલા વર્ગખંડમાં કરાવવા, કયા ગૃહકાર્યમાં આપવા તેમજ કયા દાખલા દૃઢિકરણ દરમ્યાન મહાવરા માટે કરાવવા તેને પૂર્વ નિશ્ચિત કરી લેવું આવશ્યક છે. ક્યારેક અઘરા દાખલા ગણાવ્યા વગર દૃઢિકરણમાં પૂછવામાં આવે તો વિદ્યાર્થીઓને દૃઢિકરણનો લાભ મળતો નથી પરંતુ તેમનો આત્મવિશ્વાસ ઘટી જાય છે.

6) દૃઢિકરણકાર્ય સુઆયોજિત હોવું જોઈએ.

શિક્ષકે પોતાના શિક્ષણકાર્યનું આયોજન કર્યુ હોય ત્યારે જ દૃઢિકરણ માટેનું આયોજન વિચારી રાખવું જોઈએ. શિક્ષણકાર્યને પ્રવાહિત કરવા, લયબદ્ધ રીતે આગળ વધારવા અને વિદ્યાર્થીઓનો રસ જાળવી રાખવા માટે દૃઢિકરણનું પૂર્વ આયોજન ખૂબ અગત્યનું હોય છે.

7) વિદ્યાર્થીઓના વ્યક્તિગત તફાવતોને ધ્યાનમાં રાખીને દૃઢિકરણ કાર્ય કરવું જોઈએ.

કોઈપણ બે વિદ્યાર્થી રસ, રુચિ, ક્ષમતા બાબતે એક સમાન હોતા નથી તેમની જ્ઞાન મેળવવાની પદ્ધતિ અને ક્ષમતામાં ભિન્નતા હોય છે. વિદ્યાર્થીઓમાં રહેલી વ્યક્તિગત ભિન્નતાને ધ્યાનમાં રાખીને દૃઢિકરણનું આયોજન કરવું જોઈએ. પ્રતિભાશાળી વિદ્યાર્થી અને નબળા વિદ્યાર્થી તેમજ મધ્યમ કક્ષાના વિદ્યાર્થી ત્રણેય પ્રકારના વિદ્યાર્થીઓ માટે દૃઢિકરણ ઉપયોગી અને અસરકારક બને તે રીતે સરળતાથી કઠિનતાનાં ક્રમને અનુસરી દૃઢિકરણ કાર્ય કરવું જોઈએ.

8) દૃઢિકરણ કાર્ય વિદ્યાર્થીઓની સક્રિયતા અને આત્મવિશ્વાસ વધારનારું હોવું જોઈએ.

દૃઢિકરણ કાર્ય મુખ્યત્વે વિદ્યાર્થીઓએ શીખેલી બાબતને દઢ કરવા માટે કરવામાં આવે છે. વિદ્યાર્થીને સક્રિય બનાવવો જોઈએ. દૃઢિકરણ કાર્યનું આયોજન વિદ્યાર્થીની સક્રિયતા વધારનારું હોવું જોઈએ.શિક્ષકે વિદ્યાર્થીનાં માર્ગદર્શક અને પ્રેરક તરીકેની ભૂમિકા અદા કરવાની રહે છે. વિદ્યાર્થી જ્યાંથી અટકે, દ્વિધા અનુભવે ત્યાંથી તેને આગળ વધવા માટે શિક્ષકની આવશ્યકતા રહે છે. શિક્ષકે દૃઢિકરણ કાર્ય દરમ્યાન વિદ્યાર્થીઓને વ્યક્તિગત માર્ગદર્શન પૂરું પાડવા માટે તૈયાર રહેવું પડે છે.

9) શિક્ષા સ્વરૂપે દૃઢિકરણકાર્ય અપાવું ન જોઈએ.

જ્યારે વિદ્યાર્થીને શિક્ષા સ્વરૂપે દૃઢિકરણ તરીકે દાખલા ગણવાનું કે પ્રમેય લખી લાવવાનું કાર્ય સોંપવામાં આવે છે ત્યારે તે દૃઢિકરણનો હેતુ સિદ્ધ થતો નથી. શિક્ષાત્મક સ્વરૂપે કરેલું કાર્ય વિદ્યાર્થીઓમાં ઉત્સાહ જગાડતું નથી તેથી જે મુદ્દો વિદ્યાર્થીને ન આવડતો હોય તે મુદ્દાને શીખવાડવાનો પ્રયત્ન કરવો જોઈએ. શિક્ષા સ્વરૂપે બે વાર કે પાંચ વાર લખવા માટે આપ્યું હોવાથી વિદ્યાર્થી માટે દૃઢિકરણ બોજ સ્વરૂપ બની જાય છે.

(બ) દૃઢિકરણની અગત્યતા

ગણિત શિક્ષણમાં દૃઢિકરણ કાર્ય ખૂબ ઉપયોગી છે. ગણિત વિષયમાં વિષયાંગોના મુદ્દા સળંગ એકબીજાં સાથે જોડાયેલા હોય છે તેથી મૂળ પાયાની સમજણ સ્પષ્ટ હોવી ખૂબ જરૂરી હોય છે. જો અત્યારે શીખવાતા મુદ્દાને સારી રીતે સમજ્યા હોય તો જ ભવિષ્યમાં શીખવાનાં મુદ્દાને સમજી શકાય છે, તેથી ગણિતમાં જે એકમ કે મુદ્દો શીખવાય તેનું દૃઢિકરણ આવશ્યક છે.

- દૃઢિકરણથી વિદ્યાર્થીઓની ગણિતની સંકલ્પના વધુ સારી રીતે સ્પષ્ટ બને છે તેથી ગણિતની અન્ય ક્રિયાઓ તેઓ સારી રીતે કરી શકે છે.
- દૃઢિકરણમાં મહાવરો કરાવવામાં આવે છે. ગણિતનાં સિદ્ધાંતો, સૂત્રો હંમેશ માટે યાદ રાખવા માટે દૃઢિકરણ ઉપયોગી બને છે.
- ગણિતના વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ વચ્ચે સાતત્ય જાળવવા માટે દૃઢિકરણ જરૂરી છે.
- પૂર્વે શીખેલી બાબતો, દાખલાઓ, સિદ્ધાંતોને ફરીથી યાદ કરી શકાય છે.
- ગણિત વિષયમાં નિપૂર્ણતા મેળવવા દૃઢિકરણ ઉપયોગ બને છે.
- ગણિતમાં વિદ્યાર્થી જે શીખ્યો છે તે કેટલું ઊંડાણપૂર્વક સમજ્યો છે તેના પર આગળ શીખવાનો

આધાર રહેલો છે તેથી દઢિકરણ ગણિત વિષયમાં વિશિષ્ટ સ્થાન ધરાવે છે.

- દઢિકરણને કારણે જ્ઞાનને ઉપયોગ કરવાની તક દઢિકરણથી પ્રાપ્ત થાય છે.
- ગણિત શીખવા માટેની ઘણી પદ્ધતિઓ હોય છે. દઢિકરણ દ્વારા આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી શકાય. એક એકમમાં જુદી જુદી રીતોને સાંકળીને એકમને પૂર્ણ સ્વરૂપને શીખવવા દઢિકરણનો ઉપયોગ કરી શકાય.
- જ્યારે એકમપૂર્ણ થાય ત્યારે શીખેલી બાબત યાદ કરાવવા, સમજ ચકાસવા તથા તેના ઉપયોગ અને કૌશલ્ય કેળવવા એકમને અંતે દઢિકરણ કરાવી શકાય.

(ક) દઢિકરણ ક્યારે કેવી રીતે અને કેટલું ?

દઢિકરણ કેવી રીતે ?

ગણિત શિક્ષણની શરૂઆત કરીએ તે પહેલા આવશ્યક પૂર્વજ્ઞાનની ચકાસણી સ્વરૂપે દઢિકરણ કરવું જોઈએ. શીખેલા દાખલા કે સિદ્ધાંતોને યાદ કરાવવા માટે ખાસ પ્રકારના ટેબલ કે સારણી બનાવી વિદ્યાર્થી પાસે ખાલી રહેલી બાબતો ભરાવી શકાય. પ્રમેયનાં પગલાં કેટલાંક લખીને વચ્ચેની ખાલીજગ્યા વિદ્યાર્થીઓ પાસે ભરાવી શકાય. દાખલાને અધૂરો ગણી પૂર્ણ કરવાનું કાર્ય વિદ્યાર્થીને સોંપી શકાય જો તાસની શરૂઆતમાં જ વિદ્યાર્થીઓ દઢિકરણ કાર્ય કરી લે તેમના મનમાં નવું શીખવા માટેની ભૂમિકા રચાય જાય છે. દઢિકરણકાર્ય એવી રીતે કરાવવું જોઈએ. જેથી વિદ્યાર્થીઓને એ કાર્ય કરવાની મજા આવે. જુદી જુદી માનસિક કક્ષાના અને શીખવાની જુદી જુદી ઝડપવાળા વિદ્યાર્થીઓને લાભ થાય તેની કાળજી લેવી જોઈએ. દઢિકરણ કાર્યમાં વિવિધ પ્રકારનાં દાખલાઓ ગણવાનો મહાવરો મળે તેમજ નબળા, મધ્યમ, પ્રતિભાશાળી વિદ્યાર્થીઓને તેમની ક્ષમતા મુજબનું કાર્ય મળે તે રીતનું આયોજન કરવું જોઈએ.

દઢિકરણ કાર્ય કેટલું કરવું ?

વિદ્યાર્થીઓની આવશ્યકતા જાણી દઢિકરણ કાર્ય કરાવવું જોઈએ. પૂરતા પ્રમાણમાં દઢિકરણકાર્ય આપવું જોઈએ. મૂળ શિક્ષણકાર્ય પૂર્ણ થયા પછી દઢિકરણ થતું હોવાથી તેના માટે ફાળવેલો સમય ઓછો રાખવો જોઈએ. જો લાંબા સમય સુધી દઢિકરણ કાર્ય ચાલુ રહે તો તે હેતુલક્ષી રહેતું નથી. શીખેલા વિષયવસ્તુ સાથે સુસંગત હોય તેવું જ દઢિકરણકાર્ય હોય તેની કાળજી રાખવી જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓને અન્ય વિષય શીખવા માટેનો સમય મળી રહે તે પ્રમાણે અને તેટલું જ ગણિત વિષયનું દઢિકરણકાર્ય આપવું જોઈએ. જો પાઠ્યપુસ્તકમાં દઢિકરણ માટે પૂરતા દાખલા ન હોય, વિવિધ રીતના દાખલા ન હોય તો શિક્ષકે દાખલા આપવા જોઈએ. ગણિત માટે પૂરક સાહિત્યની વ્યવસ્થા શિક્ષકે કરવી જોઈએ. સામાન્ય રીતે દરેક તાસમાં 5 થી 7 મિનિટનું દઢિકરણકાર્ય કરવાનું હોય છે. બિનજરૂરી દઢિકરણ કાર્ય કરાવવાથી સમય અને શક્તિનો વ્યય થાય છે. વિદ્યાર્થીની શક્તિમર્યાદા અને વિષયવસ્તુની આવશ્યકતાને ધ્યાનમાં રાખીને શિક્ષકે દઢિકરણ માટે સમયમર્યાદા નક્કી કરવાની હોય છે.

10.4 વિહંગાવલોકન

વિહંગાવલોકનને Reviw work કહી શકાય. અહીં ઘણા મુદ્દાનું એક સાથે દઢિકરણ થાય છે. એ સમજપૂર્વકનું દઢિકરણ છે. દા.ત. x^3+y^3 સૂત્રનો ઉપયોગ કરતાં દાખલાનું દઢિકરણ કરવામાં આવે છે જ્યારે સંમેય પદાવલિનું સાદુંરૂપ મેળવવાનાં દાખલામાં વધુ સૂત્રોનો એક સાથે ઉપયોગ કરવાનો હોવાથી તેમાં વિહંગાવલોકન થાય છે.

દઢિકરણમાં શીખવાયેલા વિષયવસ્તુના પુનરાવર્તન સુધી વ્યાપ સીમિત છે જ્યારે વિહંગાવલોકનમાં વિષયવસ્તુના એકમોનો વ્યાપ વિસ્તૃત હોય છે. દઢિકરણ ગાણિતિક પ્રક્રિયાઓ, સંકલ્પનાઓને દઢ કરવાની હોય છે. તેમજ તેમની વચ્ચેનો પારસ્પરિક સંબંધ સમજવાનો હોય છે. અનુબંધ સ્થાપવાનો હોય છે. વિહંગાવલોકનએ દઢિકરણ જેવું યાંત્રિક નથી પરંતુ તેમાં વિષયવસ્તુની ગોઠવણી, વ્યવસ્થાપન, સામાન્યીકરણ અને સિદ્ધાંતોનાં ઉપયોગનો સમાવેશ થાય છે.

(અ) વિહંગાવલોકનનું મહત્ત્વ

- વિહંગાવલોકનથી વિવિધ મુદ્દાઓ વચ્ચે સાતત્ય જળવાય છે. મુદ્દાઓ વચ્ચેનું સામાન્યીકરણ અને વિરોધાભાસ વિદ્યાર્થી સમજી શકે છે.

- અગાઉ શીખેલા વિવિધ મુદ્દાઓનું સમગ્ર રીતે પુનરાવર્તન શક્ય બને છે.
- વિવિધ સંકલ્પનાઓ સ્પષ્ટ બનતા સમગ્ર વિષયવસ્તુને વિદ્યાર્થી સમજી શકે છે.
- જ્યારે વિદ્યાર્થીને એક કરતા વધારે રીતના દાખલાઓ શીખવ્યા પછી એક જ દાખલામાં કઈ રીત વાપરવી તે તેણે વિચારવાનું હોય ત્યારે વિહંગાવલોકન શક્ય બને છે.
- વિહંગાવલોકનથી સમગ્ર વિષયવસ્તુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ બને છે.
- વિદ્યાર્થી વિવિધ નિયમો, સિદ્ધાંતો, સૂત્રો વચ્ચેનો ભેદ સમજી શકે છે. તેને લાંબાગાળા સુધી યાદ રાખી શકે છે. નવી સ્થિતિમાં તેનો ઉપયોગ કરી શકે છે.

(બ) વિહંગાવલોકનના સિદ્ધાંતો

દઢિકરણ કાર્યના સિદ્ધાંતો જેવાં જ વિહંગાવલોકનનાં સિદ્ધાંતો છે, જે નીચે મુજબ છે.

1. વિહંગાવલોકન ટૂંકાગાળાનું હોવું જોઈએ.
2. તે રસપ્રદ હોવું જોઈએ.
3. વિદ્યાર્થીના વ્યક્તિગત તફાવતોને પોષક હોવું જોઈએ.
4. વિહંગાવલોકન વૈવિધ્યસભર હોવું જોઈએ.
5. તે પ્રોત્સાહક અને પ્રેરણાદાયી તેમજ સુનિશ્ચિત અને સુઆયોજિત હોવું જોઈએ.
6. વિહંગાવલોકન દ્વારા વિદ્યાર્થીઓ વધુ સક્રિય બનવા જોઈએ.
7. વિહંગાવલોકન વિદ્યાર્થીઓમાં આત્મવિશ્વાસ વધારનારું હોવું જોઈએ.

(ક) દઢિકરણ અને વિહંગાવલોકન વચ્ચેનો ભેદ

સામાન્ય રીતે દઢિકરણ અને વિહંગાવલોકનને સમાન માની લેવામાં આવે છે. પરંતુ તેમના કેટલાંક લક્ષણો સામાન્ય હોવા છતાં બંનેનું સ્વરૂપ અને ઉદ્દેશો જુદાં જુદાં છે. દઢિકરણ કાર્યમાં કોઈ એક બાબત શીખવ્યા પછી તે બાબતનું જ્ઞાન કાયમી રહે તેવા ઉદ્દેશને ધ્યાનમાં રાખીને દઢિકરણ કરાવવામાં આવે છે. વિહંગાવલોકનમાં વિષયવસ્તુના જુદાં જુદાં મુદ્દાઓનું દઢિકરણ તો થાય જ છે. સાથે તેમની ગોઠવણી અને મુદ્દાઓ વચ્ચેનો સંબંધ સમજાવવાનું કાર્ય પણ થાય છે.

દઢિકરણથી શીખેલા મુદ્દાનો ખ્યાલ આવે છે જ્યારે વિહંગાવલોકનથી સમગ્ર વિષયાંગનો ખ્યાલ આવે છે. દઢિકરણ કાર્ય યાંત્રિક રીતે થઈ જાય છે. પરંતુ વિહંગાવલોકન કરવા માટે સમજપૂર્વકનું સમગ્ર વિષયાંગ માટેનું આયોજન જરૂરી છે. તેમાં બધી બાબતોનો સમગ્ર રીતે વિચાર કરવાનો હોય છે. દઢિકરણ કાર્યમાં ગાણિતિક ક્રિયાઓ પર શીખેલા મુદ્દા પર ભાર મૂકવામાં આવે છે જ્યારે વિહંગાવલોકનમાં સમગ્ર એકમને ધ્યાનમાં રાખી ગાણિતિક સંકલ્પનાઓ હકીકતો અને પ્રક્રિયાઓને દઢ કરવા પર ભાર મૂકવામાં આવે છે.

10.5 મૌખિકકાર્ય

અધ્યયન-અધ્યાપન પ્રક્રિયામાં ખૂબ ઉપયોગી અને અનિવાર્ય પ્રયુક્તિએ મૌખિક કાર્ય છે. જ્યારે પેન અને પેપરનો ઉપયોગ કર્યા વગર ગાણિતિક પ્રશ્નો, દાખલા ઉકેલવામાં આવે, જેમાં માનસિક કાર્ય કરવામાં આવે છે તેને મૌખિક કાર્ય પ્રયુક્તિ કહે છે. ગણિત વિષયના એકમો ક્રમશઃ સંબંધિત હોય છે. તેમાં ઊંડાણપૂર્વકનો અભ્યાસ કરવા માટે, આગળનાં મુદ્દા સમજવા માટે પૂર્વજ્ઞાનની ઊંડી સમજણ આવશ્યક હોય છે. આથી અન્ય વિષયો કરતાં ગણિત વિષયમાં મૌખિક કાર્ય ખૂબ મહત્ત્વનું છે.

ગણિતના સિદ્ધાંત, સૂત્ર કે દાખલા અંગે કાગળ પેન્સિલ કે અન્ય યાંત્રિક સાધનો જેવાં કે મોબાઈલ, કમ્પ્યુટર, કેલ્ક્યુલેટરનો ઉપયોગ કર્યા વિના માત્ર મોઢેથી કરવામાં આવતા ગાણિતિક કાર્યને મૌખિક કાર્ય કહે છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે બાળકને એકડાં, પલાખાં, ઘડિયાં બોલાવવામાં આવે છે. સરવાળા, બાદબાકી તેને દાખલા સ્વરૂપે પૂછવામાં આવે છે. અહીં બાળક માનસિક રીતે ગણતરી કરીને, યાદ રાખીને જવાબ આપે છે. આમ, મૌખિક કાર્ય ગણિતમાં ખૂબ અગત્યનું સ્થાન ધરાવે છે. પાઠ્યપુસ્તકમાં પણ વિષયાંગને અંતે મૌખિક દાખલા આપવામાં આવ્યા હોય છે. જો વર્ગખંડમાં આ દાખલા મૌખિક રીતે

કરાવવામાં આવે તો જ તેનો હેતુ સિદ્ધ થઈ શકે છે. ગણિત શિક્ષણમાં લેખિત કાર્ય જેટલું જ મહત્ત્વ મૌખિક કાર્યનું છે.

(અ) મૌખિકકાર્યનું મહત્ત્વ.

- મૌખિકકાર્ય શિક્ષક વિદ્યાર્થી બંને માટે વધુ અભ્યાસ કરવા પ્રોત્સાહકરૂપ બને છે.
- ગણિતનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ કરવા મૌખિક કાર્ય મદદરૂપ બને છે વળી, ગણતરી મૌખિક રીતે થઈ જવાથી વિદ્યાર્થીઓ ભૂલો ઓછી કરે છે. તેમનામાં ઉત્સાહ વધે છે. ગણિત વિષય પ્રત્યે અભિરૂચિ કેળવાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં મૌખિક કાર્ય કરવાની આવડત કેળવાય જેથી લેખિત કાર્ય તેઓ વધુ ઝડપથી કરી શકે છે.
- ગણિતમાં વિષયજ્ઞાનને મજબૂત કરવા માટે મૌખિક કાર્ય જરૂરી છે.
- વિદ્યાર્થીઓની ગણિત વિષયની સમજશક્તિ ચકાસવા માટે મૌખિકકાર્ય ઉપયોગી બને છે. ન સમજાયેલા મુદ્દા માટે ઉપચારકાર્ય કરવું સરળ બને છે.
- મૌખિક કાર્યને કારણે વિદ્યાર્થીઓ પરસ્પર ચર્ચા કરી શકે છે. શિક્ષક સાથે તર્ક કરવાની તક પ્રાપ્ત થાય છે.

10.6 માઈન્ડ મેપીંગ (Mind Mapping)

યુ.કે.ના સંશોધક ટોની બુઝાન (૧૯૭૨) દ્વારા તેના પુસ્તક ''યુઝ યોર હેડ'' માં માઈન્ડ મેપીંગનો ઉપયોગ કર્યો હતો. માઈન્ડ મેપીંગનો ઉપયોગ મૂંઝવણ, ગુંચવણ તેમજ સમસ્યાઓનું નિરાકરણ કરવા માટે કર્યો હતો. માઈન્ડ મેપીંગ વિચારોને સુવ્યવસ્થિત કરવાની રૂપરેખા પૂરી પાડે છે.

www.buisnessdictionary.com અનુસાર,

"A mind map is an easy way to brainstorm thoughts organically without worring about order and structure"

અર્થાત્, માઇન્ડ મેપ એ ક્રમ અને માળખું કે બંધારણ વિશેની ચિંતા કર્યા વિના વિચારોને ચોક્કસ, વિચારસરણીમાં ઢાળવાની, ગોઠવવાની સરળ રીતે છે.

"A mind map is a diagram for representing task, words, concepts of items linked to and arranged around a central concept or subject using a non-linear graphical layout that allows the user to build an intuitive framwork around a central concept."

અર્થાત્, ''એક માઇન્ડ મેપ એ કાર્યો, શબ્દો, સંકલ્પનાઓ અથવા વસ્તુઓ સાથે સંકળાયેલ વિષયવસ્તુઓને રજૂ કરવા માટેની એક આકૃતિ કે યોજના છે કે જે કેન્દ્રિય ખ્યાલની આસપાસ અથવા કોઇ બિનરેખીય નકશાવાળી આકૃતિનો ઉપયોગ કરીને ગોઠવવામાં આવે છે જે અધ્યેતાઓને કેન્દ્રિય વિચારની આસપાસ એક સાહજિક સીમા (ફ્રેમ) બનાવવાની મંજૂરી આપે છે.''

ટોની બુઝાન દ્વારા સૂચવાયેલ માઇન્ડ મેપીંગની માર્ગદર્શિકા નીચે મુજબ સૂચવેલ છે.

– સૌ પ્રથમ વિષયના મુદ્દાને કેન્દ્રસ્થાને રાખવો.

– માઇન્ડ મેપીંગ માટે નકશાઓ, ચિત્રો, મોડલોનો ઉપયોગ કરો.

– મુખ્ય શબ્દો (Key words)નો ઉપયોગ કરો.

– મુખ્ય શબ્દો, મુદ્દાઓ, એકબીજાં સાથે જોડાયેલી હોવી જોઇએ.

– વિવિધ મુદ્દાઓ દર્શાવવા વિવિધ રંગોનો ઉપયોગ કરી શકાય.

– માઇન્ડ મેપીંગ માટે તમારી પોતાની શૈલી વિકસાવો.

– માઇન્ડ મેપીંગ દરમિયાન સંકલિત કે સંબંધિત બાબતોનો ઉપયોગ કરો.

– ચોક્કસ પ્રકારની ક્રમિકતાનો ઉપયોગ કરી માઇન્ડ મેપીંગ કરી શકાય.

માઈન્ડ મેપીંગ મૂળભૂત રીતે એક યોજના છે, આયોજન છે જે કેન્દ્રસ્થાને રહેલ વિષય કે મુદ્દાને આસપાસની સંબંધિત માહિતી સાથે જોડે છે. જે વિદ્યાર્થીઓ દૃશ્ય અધ્યેતા (Visual lerner) છે

એટલે કે જોઇ જોઇને શીખે છે તેમના માટે માઇન્ડ મેપીંગ આયોજનનો આદર્શ માર્ગ છે. તેને Concept mapping પણ કહેવામાં આવે છે.

માઈન્ડ મેપીંગના ફાયદાઓ :

– સ્ત્રોતને એકઠાં કરી સમસ્યાના નિવારણ માટે આ ઉત્તમ તક્નિક છે.

– વિષયના મુદ્દાને સમાપ્ત કર્યા પછી માઇન્ડ મેપ દ્વારા વિવિધ વિચારોને સંકલિત કરી શકાય છે.

– માઇન્ડ મેપીંગ દ્વારા વિચારોનું વર્ગીકરણ કરી શકાય છે. તેમજ અભ્યાસ માટે જરૂરી માહિતી ગોઠવણી, સમસ્યા ઉકેલ કરી નિર્ણય લઇ શકાય છે.

– માઇન્ડ મેપીંગ દ્વારા શીખવાની, અભ્યાસ કરવાની કાર્યક્ષમતામાં વધારો કરી શકાય છે.

– વિદ્યાર્થીઓ વિવિધ અધ્યયન સામગ્રીઓ ઓળખીને અગ્રતા આપવા સક્ષમ બને છે.

– વિષયવસ્તુની સમજની પૂર્તતા માટે ઉપયોગી છે.

– નવા સર્જનાત્મક વિચારો પ્રાપ્ત થાય છે.

– વિચારોના સંકલન દ્વારા સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરી શકાય છે.

આમ, માઇન્ડ મેપીંગ એ ગણિત જેવાં વિષયોમાં વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓની સંકલ્પનાને વ્યવસ્થિત રીતે સમજવા માટેની એક ઉત્તમ તક્નિક છે જે વિવિધ પેટા મુદ્દાઓના સુવ્યવસ્થિત સંકલનનું પરિણામ છે.

૧૦.૭ જૂથ કાર્ય (Group work)

પ્રવર્તમાન સમયમાં ગણિતનું શિક્ષણ ખૂબ જ અગત્યનું બનતું જાય છે. ગણિત એ મૂળભૂત રીતે એક વિશિષ્ટ પ્રકારનું તરાહ (**Pattern**)નું વિજ્ઞાન છે. ગણિતમાં મુખ્યત્વે ગાણિતિક સંજ્ઞાઓ, ગણતરીઓ, માપન તેમજ તાર્કિક પ્રણાલીનો સમાવેશ થાય છે. ગણિત વિષય એ મૂર્ત તેમજ અમૂર્ત સંકલ્પનાઓનો વિષય છે જે ફક્ત વાંચવા કે ગોખવાથી શીખી શકાય નહિ. ગણિતની વિવિધ પ્રયુક્તિઓ કે પદ્ધતિઓ પૈકી જૂથકાર્ય એ ખૂબ જ અગત્યની પ્રયુક્તિ છે, જે નીચે મુજબ સમજાવી શકાય.

(અ) જૂથકાર્યનો અર્થ (Meaning of Group work)

"Group work is the way of learning that students learn for comman aims in the mixed group by helping each other."

અર્થાત્, જૂથકાર્ય અધ્યયન માટેનો સરળ માર્ગ છે કે જેમાં નિર્ધારિત સામાન્ય હેતુઓની સિદ્ધિ માટે એકત્રિત થયેલ વિદ્યાર્થીઓનું જૂથ એકબીજાંને અધ્યયનમાં મદદરૂપ થાય છે.

"Group work involves students working collaborativelly on given task in the class or out of the class."

અર્થાત્, જૂથકાર્ય એ વર્ગ કે વર્ગની બહાર વિદ્યાર્થીઓને સોંપાયેલ કાર્યમાં પ્રવૃત્ત કે સક્રિય રાખતી એક સહભાગી પ્રક્રિયા છે.

જૂથકાર્યમાં વિદ્યાર્થીઓને કોઇ માધ્યમ, સાધન કે શિક્ષક દ્વારા અધ્યાપનની મદદથી ચોક્કસ વિષયવસ્તુ શીખવવામાં આવે છે. સામાન્ય રીતે શિક્ષક પોતાની અનુકૂળતા અને વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા પ્રમાણે વર્ગખંડમાં વિદ્યાર્થીઓની વહેંચણી નાના-નાના જૂથોમાં કરે છે. જૂથ વહેંચણી વખતે વિદ્યાર્થીઓની આવડત, વયકક્ષા તેમજ વ્યક્તિગત તફાવતોને ધ્યાનમાં લેવા અતિઆવશ્યક હોય છે.

આમ, ગણિત શિક્ષણમાં જૂથકાર્ય માટે ખૂબ અવકાશ છે. નાના ધોરણોમાં જૂથકાર્ય દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને એકજૂથ કરી સરળતાથી પ્રવૃત્તિઓ દ્વારા વિષયવસ્તુ શીખવી શકાય છે. જૂથકાર્યનો મુખ્ય હેતુ વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષક પક્ષે જ્ઞાનમાં વધારો કરવાનો છે.

(બ) જૂથકાર્યના તબક્કાઓ (Stages of group work)

વર્ગખંડમાં અસરકારક રીતે જૂથકાર્યનું આયોજન કરવા માટે નીચેના વિવિધ તબક્કાઓ મુજબ આયોજન કરવું અતિઆવશ્યક છે.

તબક્કો-૧ : જૂથકાર્યના હેતુઓ અને વિષયવસ્તુ નિર્ધારિત કરવું.

તબક્કો-૨ : જૂથોની રચના કરી જૂથનેતા નક્કી કરવાં.

તબક્કો-૩ : જૂથોમાં વિષયવસ્તુનું વર્ગીકરણ કરવું.

તબક્કો-૪ : જૂથોમાં જરૂરિયાત અનુસાર માર્ગદર્શન પૂરું પાડવું.

તબક્કો-૫ : મૂલ્યાંકન કરવું.

(ક) જૂથકાર્યના ફાયદાઓ (Merits of group work)

NCTM (National Council of teacher of Mathematics) મુજબ, ''ગણિત શિક્ષણમાં પ્રશ્નો પૂછવા, અભિપ્રાયો આપવામાં, એકાગ્રતાપૂર્વક સાંભળવા, શીખવા-શીખવવાની જવાબદારીમાં, મહત્ત્વપૂર્ણ વિશ્લેષણ કરવામાં તેમજ ગણિત અધ્યયન માટેનું સ્વસ્થ હકારાત્મક ભાવાવરણ રચવામાં જૂથકાર્યનો ફાળો અતિ મહત્ત્વનો છે.''

જૂથકાર્ય દ્વારા .....

- અન્ય વિદ્યાર્થીઓના વિચારો કે અભિપ્રાયો જાણી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓ જૂથમાં નવીન સંકલ્પનાઓ વ્યક્ત કરી શકે છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં અન્ય મિત્રો સાથે કાર્ય કરવાનું કૌશલ્ય વિકસાવી શકાય છે.
- નવા મિત્રો સાથે કામ કરવાની તક મળે છે તેમજ સમૂહભાવના કે મદદ કરવાની ભાવના વિકસાવી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓની અભિવ્યક્તિનો વિકાસ કરી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓના આત્મવિશ્વાસમાં વધારો કરી શકાય છે.
- જૂથ અધ્યયન દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને શીખવા-શીખવવાની તક મળે છે.
- જૂથકાર્ય દ્વારા વિવિધ મૂલ્યો શીખવી વિદ્યાર્થીઓને ભાવિ જીવન માટે તૈયાર કરી શકાય છે.

(ડ) જૂથકાર્યમાં શિક્ષકની ભૂમિકા (Role of Teacher in group work)

જૂથકાર્યના આયોજનથી માંડીને સફળતાપૂર્વક પૂર્ણ કરવા સુધી શિક્ષકની ભૂમિકા ખૂબ જ અગત્યની છે.

- વિદ્યાર્થીઓ વ્યવસ્થિત રીતે વિષયવસ્તુને તેમજ સોંપવામાં આવેલા કાર્યને સમજ્યા છે કે કેમ તેની કાળજી લેવી અનિવાર્ય છે.
- શિક્ષકે સંપૂર્ણ સૂચનાઓ સ્પષ્ટ રીતે આપી વિદ્યાર્થીઓને સ્વતંત્ર રીતે જૂથકાર્ય માટે મુક્ત વાતાવરણ પ્રદાન કરવું જોઇએ.
- શિક્ષકે અસરકારક રીતે વિષયવસ્તુનું તેમજ સમયનું આયોજન કરવું જોઇએ.
- ગણિતના શિક્ષક તરીકે વિદ્યાર્થીઓની વયકક્ષા, અધ્યયન સિદ્ધિ તથા તેમની આવડત પ્રમાણે શિક્ષકે જૂથ વહેંચણી કરવી જોઇએ જેથી જૂથકાર્યને સફળ અને અસરકારક બનાવી શકાય.
- જૂથ બનાવતી વખતે દરેક જૂથમાં વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા સપ્રમાણ રાખી અધ્યયન કરાવવું જોઇએ.
- સમાંગ (Homogenous) જૂથ બનાવીને બાળકની ગ્રહણક્ષમતા વધારી શકાય તેવા સફળ પ્રયત્નો કરવા જોઇએ.
- વિદ્યાર્થીઓમાં જૂથકાર્ય દરમિયાન વિરોધાભાસ ઊભો ન થાય તેનો ખ્યાલ રાખી વ્યવસ્થિત રીતે દિશાસૂચન પૂરું પાડવું જોઇએ.

આમ, ગણિત વિષયના અધ્યયન-અધ્યાપન દરમિયાન સુચારું સ્વરૂપે વિવિધ પ્રયુક્તિઓનું આયોજન કરી વિષયશિક્ષણને અસરકારક અને સરળ બનાવવું જોઇએ જેથી વિદ્યાર્થીઓએ પ્રાપ્ત કરેલ વિષયવસ્તુ જ્ઞાન સ્વરૂપે તેમના માનસપટ પર આજીવન કંડારી શકાય.

10.8 સારાંશ

આ ઉપરાંત આપણે ગણિત શિક્ષણના સિદ્ધાંતો અને તેની અગત્યતા વિશે ચર્ચા કરી. શિક્ષકે દૃઢિકરણ, વિહંગાવલોકન વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ કરી કેટલું દૃઢિકરણ કરાવવું જોઇએ તેનું સ્પષ્ટ આયોજન કરી લેવું

જોઈએ જેથી વિદ્યાર્થીઓની ધારણશક્તિમાં વધારો કરી શકાય. વૈજ્ઞાનિક રીતે આ કાર્ય કરવાથી વિદ્યાર્થીઓમાં વિવિધ ગાણિતિક કૌશલ્યોનો વિકાસ કરી શકાય છે. તેમજ વિદ્યાર્થીઓ ટૂંકી ગણતરી ઝડપથી કરી શકે છે અને તેઓમાં ગાણિતિક સૂઝનો વિકાસ કરી શકાય છે.

10.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. **દંઢિકરણ શા માટે જરૂરી છે?**

....
....
....
....
....
....

2. **દંઢિકરણનાં ત્રણ સિદ્ધાંત જણાવો.**

....
....
....
....
....
....

3. **દંઢિકરણ ક્યારે હેતુલક્ષી રહેતુ નથી ?**

....
....
....
....
....
....

4. **વિહંગાવલોકનના સિદ્ધાંત જણાવો.**

....
....
....
....
....
....

5. **દંઢિકરણ અને વિહંગાવલોકનનો વ્યાપ કેટલોં છે ?**

....
....
....
....
....
....

6. **મૌખિક કાર્ય કોને કહે છે ?**

....

....

....

....

....

....

7. **મૌખિક કાર્ય શા માટે જરૂરી છે ?**

....

....

....

....

....

....

10.10 સ્વાધ્યાય

૧. ગણિત શિક્ષણમાં જૂથકાર્યની ભૂમિકા સ્પષ્ટ કરો.

૨. NCTM નું પૂરું નામ જણાવો.

૩. માઈન્ડમેપીંગની સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરો.

૪. ગણિતના અધ્યાપન માટે મૌખિકકાર્ય શા માટે જરૂરી છે ?

૫. ×દઢિકરણ અને વિહંગાવલોકનના સ્વરૂપ અને ઉદ્દેશો જુદાં જુદાં છે.× સમજાવો.

૬. ગણિતના શિક્ષક તરીકે દઢિકરણ કેવી રીતે કરાવશો ?

૭. દઢિકરણના કોઈપણ ત્રણ સિદ્ધાંતો સમજાવો.

૮. જૂથકાર્યના વિવિધ તબક્કાઓની ચર્ચા કરો.

એકમ 11

ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

: રૂપરેખા :

11.1 પ્રસ્તાવના
11.2 ઉદ્દેશો
11.3 આગમન-નિગમન પદ્ધતિ
11.4 પૃથક્કરણ-સંયોગીકરણ પદ્ધતિ
11.5 નિદર્શન પદ્ધતિ
11.6 પ્રાયોગિક પદ્ધતિ
11.7 પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ
11.8 સારાંશ
11.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો
11.10 સ્વાધ્યાય

3.5 ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

વિદ્યાર્થીના અભ્યાસ દરમ્યાન પ્રત્યેક વિષય તેના ઘડતરમાં અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. આ વિષયો જ્યારે વિવિધ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી ભણાવવામાં આવે તો તે વિદ્યાર્થી માટે વધુ રસપ્રદ અને સરળ બની જાય છે. આપણે જ્યારે શિક્ષણની પદ્ધતિનો વિચાર કરીએ ત્યારે તેની પસંદગી વિષય તેમજ તેના મુદ્દાને ધ્યાનમાં લઈને કરવાની હોય છે. વળી, વિદ્યાર્થીઓની મનોવૈજ્ઞાનિક અને શારીરિક જરૂરિયાતો ભિન્ન પ્રકારની હોય છે તેથી જ્યારે પણ શિક્ષણ પદ્ધતિ પસંદ કરીએ ત્યારે વિદ્યાર્થીની જરૂરિયાત જાણી લેવી જરૂરી બને છે. આ એકમમાં આપણે ગણિત શિક્ષણની જુદી જુદી પદ્ધતિ વિશે અભ્યાસ કરીશું. આ અભ્યાસ દરમ્યાન આપણે સમજી શકીશું કે,

1) ગણિત શિક્ષણના દરેક મુદ્દા માટે દરેક પદ્ધતિ એક સમાન રીતે ઉપયોગી બની શકે નથી તેથી મુદ્દાને ધ્યાનમાં રાખી પદ્ધતિ પસંદ કરવી.
2) ગણિત શિક્ષણના કોઈ મુદ્દાના શિક્ષણકાર્યમાં કોઈ એક પદ્ધતિની સાથે બીજી કોઈ પદ્ધતિનો થોડો ઘણો ઉપયોગ થતો જ રહે છે. તેથી માત્ર એક જ પદ્ધતિથી શિક્ષણકાર્ય કરાવી શકાય તેમ થતું નથી.
3) ગણિત શિક્ષણને અસરકારક બનાવવા માટે વિષયવસ્તુ, વિદ્યાર્થીઓની કક્ષા, પૂર્વજ્ઞાન, અભિરૂચિ અને તેમના વલણોને ધ્યાનમાં લઈ શિક્ષકે પદ્ધતિની પસંદગી કરવાની હોય છે.

વિદ્યાર્થીઓ સમગ્ર ગણિતને સરળતાથી શીખવવા માટે ચોક્કસ પદ્ધતિઓ અતિઆવશ્યક છે. આ પદ્ધતિઓ તાર્કિક અને વૈજ્ઞાનિક છે. જે વિવિધ વિષયવસ્તુ વિશિષ્ટ રીતે શીખવવા માટે અતિ ઉપયોગી છે. શિક્ષક વર્ગખંડમાં અધ્યયન-અધ્યાપન કરાવતી વખતે આ પદ્ધતિઓનો સુચારું વિનિયોગ કરે તો ચોક્કસ જ ગણિતનું અધ્યયન અસરકારક બનાવી શકાય એમ છે. અહીં આપણે વિવિધ પદ્ધતિઓની ઊંડાણપૂર્વક ચર્ચા હાથ ધરીશું.

11.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અભ્યાસના અંતે તમે આટલું કહી શકશો.

૧. ગણિત શિક્ષણની વિવિધ પદ્ધતિઓમાંથી પરિચિત થશો.
૨. આગમન-નિગમન પદ્ધતિની સ્પષ્ટ સમજ મેળવશો.
૩. પૃથક્કરણ-સંયોગીકરણ પદ્ધતિની ઊંડાણપૂર્વકની જાણકારી મેળવી શકશો.

૪. નિદર્શન પદ્ધતિનો વર્ગખંડ શિક્ષણમાં ઉપયોગ કરતાં શીખશો.

૫. પ્રાયોગિક પદ્ધતિનું અમલીકરણ કેવી રીતે કરવું તેની સમજ મેળવશો.

૬. પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિની ઉપયોગિતા જણાવી શકશો.

૭. ગણિત શિક્ષણમાં વિવિધ પદ્ધતિઓનું આયોજન કરી શકશો.

૮. ગણિત શિક્ષણના અભ્યાસ દરમિયાન ઉપરોક્ત પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવાનું કૌશલ્ય કેળવી શકશો.

11.3 આગમન-નિગમન પદ્ધતિ

આ પદ્ધતિ ગણિત શિક્ષણ માટે ખૂબ ઉપયોગી છે. આ એક પદ્ધતિ નથી પરંતુ બે પદ્ધતિઓ સંયુક્ત રીતે જોડાયેલી છે. પહેલી પદ્ધતિ છે, આગમન પદ્ધતિ અને બીજી પદ્ધતિ છે નિગમન પદ્ધતિ. આ બંને એકબીજાંની પૂરક પદ્ધતિઓ છે. તેમનો સમન્વય કરવાથી એક સંપૂર્ણ પદ્ધતિનું સ્વરૂપ તૈયાર થાય છે. સૌ પ્રથમ આપણે આગમન પદ્ધતિ વિશે સમજીએ.

(અ) આગમન પદ્ધતિ

આ પદ્ધતિ તાર્કિક અને મનોવૈજ્ઞાનિક છે. તે વિશિષ્ટ ઉદાહરણો પરથી સામાન્ય નિયમની તારવણી તરફ લઈ જાય છે. તેમાં વિશેષ પરથી સામાન્ય તરફ ગતિ કરવાની હોય છે. પ્રત્યક્ષ ઉદાહરણો પરથી અમૂર્ત સત્ય કે સિદ્ધાંતની તારવણી કરવી એટલે આગમન પદ્ધતિ. ઘણા નિરીક્ષણો, અવલોકનો કે ઉદાહરણો પરથી તર્કની તારવણી કરી નિયમ કે સૂત્ર તારવવું એટલે આગમન પદ્ધતિ.

આ પદ્ધતિ વિદ્યાર્થીકેન્દ્રી, પ્રવૃત્તિકેન્દ્રી છે તેનાથી વિદ્યાર્થીઓમાં અવલોકન શક્તિ. આગમનિક તર્કશક્તિનો વિકાસ થાય છે. આ પદ્ધતિમાં વિશિષ્ટ ઉદાહરણો વિદ્યાર્થી સમક્ષ રજૂ કરવામાં આવે છે. આ ઉદાહરણો વૈવિધ્યતાપૂર્ણ હોય છે. વિદ્યાર્થીઓ આ ઉદાહરણમાંથી સામાન્યપણું સ્વયં તારવે છે. અને તેને સત્ય કે નિયમ સ્વરૂપે રજૂ કરે છે.

આગમન પદ્ધતિના સોપાનો :

1) માહિતીના ઉદાહરણની રજૂઆત થાય.
2) વિદ્યાર્થીઓ નિરીક્ષણ કરે, પ્રયોગ કરે.
3) વિદ્યાર્થીઓ માહિતી/ઉદાહરણોનું સામાન્યીકરણ કરે.
4) વિદ્યાર્થીઓ નિયમની તારવણી કરે.
5) તારવેલ નિયમની ચકાસણી કરે.
6) તારવેલ નિયમને સામાન્ય નિયમ તરીકે રજૂ કરે.

આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરતી વખતે શિક્ષકે પૂરતા પ્રમાણમાં વિષયવસ્તુને સુસંગત ઉદાહરણ આપવા જરૂરી છે. જેથી વિદ્યાર્થીઓ ઉદાહરણને સમજે તેમાંથી જરૂરી માહિતી એકત્ર કરે અને તેનું પૃથક્કરણ કરે. વિદ્યાર્થીઓ પૃથક્કરણ કરવા માટે ટેબલ કે કોઠા બનાવી શકે છે. જેથી સામાન્યીકરણ કરવું તેમના માટે સરળ બની જાય. શિક્ષકના પક્ષે જરૂરી છે કે તેણે ખૂબ ધીરજથી કામ લેવું જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓને સમજાય ત્યાં સુધી જુદાં જુદાં પ્રકારનાં ઉદાહરણો આપતા જવું જોઈએ.

આગમન પદ્ધતિના લક્ષણો

- 'વિશિષ્ટ પરથી સામાન્ય'ના શિક્ષણ સૂત્ર અનુસાર અધ્યાપન થાય છે.
- 'મૂર્ત પરથી અમૂર્ત'ના શિક્ષણ મુજબનું શિક્ષણકાર્ય થાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓ સક્રિય બની, અવલોકન કરી, પ્રયોગ, ચિંતન અને તર્ક કરે તેવું શિક્ષણ અપાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓને સક્રિય કરવાનું, માર્ગદર્શન આપવાનું અને દિશાસૂચન કરવાનું કાર્ય શિક્ષકના પક્ષે રહે છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં સ્વયંસ્ફૂરણ દ્વારા સામાન્ય નિયમ તારવવાની શરૂઆત થાય છે.

આગમન પદ્ધતિ માટેના ઉદાહરણો.

1) ઘાતાંકના નિયમોની તારવણી

2) વિસ્તરણ સૂત્રોની તારવણી

3) યોગક્રિયા, છેદક્રિયાના ગુણધર્મો

4) સંમેય પદાવલિ.

5) દ્વિઘાત સમીકરણના ઉકેલ માટેના સૂત્રો

6) ત્રિકોણમિતિના નિત્યસમો.

7) વર્તુળના પ્રમેયો.

1) ઘાતાંકના ગુણાકારના નિયમની તારવણી કરીએ

ઉદાહરણ-1

$$7^2 \times 7^3 = (7\times7)\times(7\times7\times7)$$
$$= 7\times7\times7\times7\times7$$
$$= 7^5 \ (7^{2+3}=7^5)$$ (ગુણાકાર કરતી વખતે ઘાતનો સરવાળો થાય)

ઉદાહરણ-2

$$2^3 \times 2^3 = (2\times2\times2)\times(2\times2\times2)$$
$$= 2\times2\times2\times2\times2\times2$$
$$= 2^6 \ (2^{3+2}=2^6)$$

ઉદાહરણ-3

$$7^3 \times 7^1 = (7\times7\times7)\times7$$
$$= 7\times7\times7\times7\times7\times7$$
$$= 7^4 \ (7^{3+1}=7^4)$$

ઉપરનાં ઉદાહરણ પરથી વિદ્યાર્થી તારવશે કે આધાર સમાન હોય તો બે ઘાત સંખ્યાના ગુણાકારમાં ઘાતોનો સરવાળો થાય.

આ પરથી નિયમ બનશે કે,

જો a કોઈ વાસ્તવિક સંખ્યા હોય તથા m અને n ઘન પૂર્ણાંક હોય તો,

$= a^m \times a^n = a^{m+n}$

આગમન પદ્ધતિના લાભ

- વિદ્યાર્થીઓ સ્વસ્ફૂરણાથી જ્ઞાન મેળવે છે તેથી જ્ઞાન આત્મસાત્ થાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓ ક્રિયાશીલ બની શીખે છે તેથી ગોખણપટ્ટી કરવી પડતી નથી.
- વિદ્યાર્થીઓમાં અવલોકનશક્તિ, ચિંતન શક્તિ અને તર્ક શક્તિનો વિકાસ થાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓ સ્વયં રસ લઈ ભણતા હોવાથી તેઓ છેલ્લે સુધી શીખવા માટે તત્પર રહે છે આમ, આ એક મનોવૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થી જાતે નિયમ તારવતો હોવાથી તેને માટે નિયમ આત્મસાત બને છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં સહકાર અને સહભાગીતાનો વિકાસ થાય છે.
- પ્રાપ્ત કરેલું જ્ઞાન સમજણ સાથેનું હોવાથી વિદ્યાર્થીઓ તેને લાંબા સમય સુધી યાદ રાખી શકે છે.
- વિદ્યાર્થી સ્વયં નિયમ તારવતો હોવાથી તેનામાં વૈજ્ઞાનિક વલણ ઘડાય છે. તે નિર્ણય લેતાં શીખે છે.

આગમન પદ્ધતિની મર્યાદા

- આ પદ્ધતિમાં ઉદાહરણોની પસંદગી સાવચેતી પૂર્ણ કરવાની હોય છે. જો શિક્ષક અયોગ્ય ઉદાહરણો આપે તો વિદ્યાર્થી ખોટું સામાન્યીકરણ કરી, ખોટો નિયમ તારવે છે.

- આ પદ્ધતિમાં વિદ્યાર્થી સ્વયં નિયમ તારવતો હોવાથી વધુ ઉદાહરણો આવવા પડે છે તેથી તેમાં સમય વધુ જાય છે.
- માત્ર આગમન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવા અધૂરો ગણાય છે કારણ કે આ પદ્ધતિ નિયમ તારવતાં શીખવે છે પરંતુ પછી પણ નિયમનું શું કરવું તે શીખવતી નથી.

(બ) નિગમન પદ્ધતિ

આ આગમન પદ્ધતિ કરતા ઊલ્ટી પદ્ધતિ છે. તેમાં નિયમ, સૂત્ર કે સિદ્ધાંતનો પ્રથમ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે અને તેના આધારે ઉદાહરણો આપવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિ આગમન પદ્ધતિની વિરોધી નહીં પરંતુ પૂરક પદ્ધતિ છે. વિદ્યાર્થીઓને સૂત્ર કઈ રીતે તારવવું તેનું નહીં પરંતુ તેનો ઉપયોગ કઈ રીતે કરવો તેનું શિક્ષણ આપવામાં આવે છે. સૂત્ર, સિદ્ધાંતોનો ઉપયોગ દાખલા, કૂટ પ્રશ્નો કે નવી પરિસ્થિતિમાં કરવો તેને નિગમન પદ્ધતિ કહેવામાં આવે છે.

આ પદ્ધતિ સામાન્ય પરથી વિશિષ્ટ તરફ લઈ જાય છે. તેમાં નિગમન પ્રકારનો તર્ક કરવાની શક્તિ વિકસે છે. વિદ્યાર્થીઓને વર્ગખંડમાં સૂત્ર, નિયમ, સિદ્ધાંત પહેલા કહી દેવામાં આવે છે અને તેના આધારિત દાખલા ગણવાનું કહેવામાં આવે છે. વિદ્યાર્થીઓ માત્ર સૂત્ર કે સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરતા શીખે છે. પરંતુ સૂત્ર અંગે તેના મનમાં ઉદ્ભવતા પ્રશ્નનું નિરાકરણ તેને મળતું નથી. આ પદ્ધતિ મનોવૈજ્ઞાનિક નથી તેમજ તર્ક બદ્ધ રીતે આગળ વધતી ન હોવાથી તાર્કિક રીતે પણ યોગ્ય નથી.

નિગમન પદ્ધતિના સોપાનો :

1) શિક્ષક દાખલા ગણવાનું સૂત્ર રજૂ કરે.
2) આ સૂત્ર આધારિત એક દાખલો ગણીને બતાવે.
3) વિદ્યાર્થીઓ સૂત્રનો ઉપયોગ કરી અન્ય દાખલા ગણે.
4) સૂત્રનો યોગ્ય ઉપયોગ કરતા શીખે.

આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ પૂર્વકાળથી થતો રહ્યો છે અને આજે પણ કેટલાંક શિક્ષકો તેનો ઉપયોગ કરે છે.

નિગમન પદ્ધતિના લક્ષણો :

- 'અમૂર્ત પરથી મૂર્ત'ના શિક્ષણસૂત્ર મુજબ અધ્યાપન થાય છે.
- સામાન્ય પરથી વિશિષ્ટ તરફ ગતિ કરનારી પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થીઓ, જ્ઞાત સૂત્ર, સિદ્ધાંત કે નિયમનો ઉપયોગ કરી પ્રશ્ન ઉકેલતા, દાખલો ગણતા શીખે છે.
- વિદ્યાર્થીએ સૂત્રમાં આપેલ ચોક્કસ દિશામાં જ ચિંતન કરવાનું હોય છે.

નિગમન પદ્ધતિના ઉદાહરણો :

1) ઘાતાંકના નિયમનો ઉપયોગ કરી સાદું રૂપ આપવાના દાખલા ગણવી.
2) ક્ષેત્રફળ, ઘનફળના સૂત્રનો ઉપયોગ કરી ક્ષેત્રફળ કે ઘનફળ શોધવું.
3) સાદું વ્યાજ, ચક્રવૃદ્ધિ વ્યાજના સૂત્રનો ઉપયોગ કરી દાખલો ગણવો.
4) વિસ્તરણના સૂત્રોના ઉપયોગ દ્વારા વિસ્તરણના દાખલા કરવા.

ઉદાહરણ-1 :

ઊંચાઈ 14 સેમી. હોય તો વક્રસપાટીનું ક્ષેત્રફળ કેટલું ?

સૂત્ર : $A = 2p\ rh$

વ્યાસ = 5 સેમી. $\therefore$ r = 5/2 સેમી.

h = 14 સેમી. અને $\Pi = 22/7$

$$\therefore A = 2 \times \frac{22}{7} \times 5/2 \times 14$$

= 220 ચો.સેમી.

આમ, નળાકારની વક્રસપાટીનું ક્ષેત્રફળ શોધવાનું સૂત્રનો ઉપયોગ કરી ક્ષેત્રફળ શોધી શકાય છે, જેમાં નિગમન પદ્ધતિનો ઉપયોગ થયો છે.

નિગમન પદ્ધતિના લાભ

- આ પદ્ધતિ સરળ અને ટૂંકી છે. તેમાં સમય અને શક્તિનો ખર્ચ ઓછો થાય છે.
- અભ્યાસક્રમ ઝડપથી સમયસર પૂરો કરી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓની સ્મૃતિશક્તિનો વિકાસ થાય છે.
- આગમન પદ્ધતિની પૂરક તરીકે આ પ્રવૃત્તિ ખૂબ ઉપયોગી છે. આગમન પ્રવૃત્તિથી શીખેલ સિદ્ધાંતોના સૂત્રોનો ઉપયોગ કરવા માટે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી બને છે.
- ગણિતની સામાન્ય વ્યવહારની ગણતરીઓ, સમસ્યા ઉકેલની ગણતરીઓ કરવા માટે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી બને છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં સંકલ્પના દૃઢ કરવા માટે અને પુનરાવર્તન કરાવવા માટે આ પ્રવૃત્તિ ઉપયોગી છે.
- કેટલાંક સૂત્રો તારવવા ખૂબ મુશ્કેલ હોય છે તેમનો ઉપયોગ કરતા શીખી શકાય તે જરૂરી હોય છે. ત્યારે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી બને છે.

નિગમન પદ્ધતિની મર્યાદા

- આ પદ્ધતિ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓમાં મૌલિકતા, સંશોધનવૃત્તિ, પ્રયોગવૃત્તિ, તર્ક કે સામાન્યીકરણ શક્તિનો વિકાસ થતો નથી.
- આ પદ્ધતિમાં વિદ્યાર્થી સક્રિય રહેતો નથી.
- મનોવૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ આ પદ્ધતિ યોગ્ય નથી.
- વિદ્યાર્થીઓ સ્વયં નિયમ તારવતા ન હોવાથી ગોખણપટ્ટી કરવી પડે છે.
- પ્રાથમિક અને માધ્યમિક કક્ષાઓના વિદ્યાર્થીઓ માટે આ પદ્ધતિ ઓછી અસરકારક નીવડે છે.
- આ પદ્ધતિને કારણે વિદ્યાર્થીઓમાં સાબિતી કે સમજણ વગર રજૂ થયેલી બાબતોને સ્વીકારવાનું વલણ વિકસે છે.
- એકના એક સૂત્રનો ઉપયોગ વારંવાર કરી દાખલા ગણવાના હોવાથી આ રીત કંટાળાજનક બની રહે છે.

11.4 પૃથક્કરણ-સંયોગીકરણ પદ્ધતિ

આ બંને પદ્ધતિ એકબીજાંની પૂરક છે. પણ જેમ આપણે આગમન-નિગમન પદ્ધતિ બંને અલગ રીતે સમજ્યા તેમ આ બન્ને પદ્ધતિ સમજીશું.

(અ) પૃથક્કરણ પદ્ધતિ

આ પદ્ધતિમાં આપણે અજ્ઞાતથી જ્ઞાત તરફ જઈએ છીએ. જો ભૂમિતિની ભાષામાં સમજીએ તો સાધ્ય પરથી તર્કબદ્ધરીતે પક્ષ સુધી પહોંચવાની પ્રક્રિયાને પૃથક્કરણ કહે છે.

આપેલી સમસ્યાને નાના સોપાનમાં કે નાના ભાગમાં વિભાજીત કરી, પ્રત્યેક નાના સોપાન કે ભાગ વિશે ક્રમબદ્ધ અને તર્કબદ્ધ રીતે વિચારી પૂર્વેથી આપેલી વિગત સુધી પહોંચવાની પ્રક્રિયા એટલે પૃથક્કરણ. પ્રશ્નની અંદર છુપાયેલાં રહસ્યને ખોલવાની પ્રક્રિયાએ પૃથક્કરણ છે.

જે શોધવાનું કે સાબિત કરવાનું હોય તે માટેના પ્રશ્નથી શરૂ કરીને જે હકીકત પૂર્વેથી આપેલી જ છે. ત્યાં સુધી લઈ જવાની પદ્ધતિ એટલે પૃથક્કરણ પદ્ધતિ.

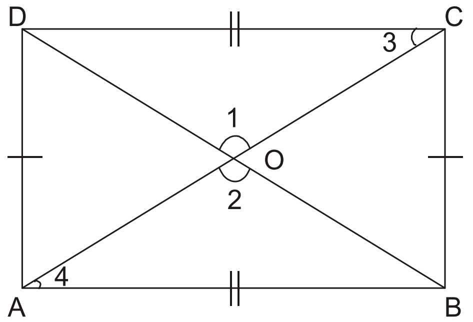
લક્ષણો :-

- અજ્ઞાતથી જ્ઞાત તરફ જવાનું હોય છે.
- સંપૂર્ણપણે તર્કસંગત પ્રક્રિયા છે.
- વિદ્યાર્થીની સંશોધનવૃત્તિ અને તર્કશક્તિને વિકસાવતી પદ્ધતિ છે.

- અહીં 'સાધ્યથી પક્ષ તરફ' જઈ ઉકેલ મેળવવામાં આવે છે.
- સમસ્યાના પૃથક્કરણ-વિશ્લેષણ દ્વારા ક્રમશઃ અને તર્કબદ્ધ રીતે આપેલી વિગત એટલે કે પક્ષ સુધી પહોંચવાનું હોય છે.

ઉદાહરણ-1 :

સાબિત કરો કે સમાંતરબાજુ ચતુષ્કોણના વિકર્ણો એકબીજાંને દુભાગે છે.



પદ : $\square^m$ $ABCD$ ના વિકર્ણો $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ એકબીજાંને O માં છેદે છે.

સાધ્ય : $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ એકબીજાંને દુભાગે છે.

અગત્યનાં પ્રશ્નો		**ઉત્તરો/મુદ્દા**
શું સાબિત કરવાનું છે.	→	$\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ એકબીજાંને દુભાગે છે -I
(I) માટે શું સાબિત કરવું જરૂરી છે.	→	OA=OC અને OB=OD
OA=OC (OB=OD) ક્યારે સાબિત થાય ?	→	$\overline{OA}$ અને $\overline{OC}$ એકરૂપ ત્રિકોણોની એકરૂપ બાજુઓ હોય.
	→	($\overline{OB}$ અને $\overline{OD}$ એકરૂપ ત્રિકોણોની એકરૂપ બાજુઓ હોય.)
કયા બે ત્રિકોણો એકરૂપ સાબિત કરવા જરૂરી છે ?	→	ΔAOB અને ΔCOD
- ΔAOB અને ΔCOD એકરૂપ સાબિત કરવા કઈ શરત સંતોષાવી જોઈએ ?	→	બાબાબા અથવા કાકબા અથવા ખૂબાખૂ અથવા ખૂખૂબા.
- આમાંથી કઈ શરત સાચી હોઈ શકે ?	→	ખૂખૂબા
- ખૂખૂબા શરત ક્યારે સાચી બની શકે	→	$\angle 1 \cong \angle 2$ (અભિકોણ) $\angle 3 \cong \angle 4$ (યુગ્મકોણો) AB≅CD (સમાંતરબાજુ ચતુષ્કોણની સામસામેની બાજુઓ)

અહીં એક બાબતની કાળજી રાખવી કે, દરેક શિક્ષકના પૃથક્કરણ માટેના અગત્યના પ્રશ્નો અને તેના ઉત્તરો એક સમાન હોય તેવું જરૂરી નથી. મુખ્યત્વે તેમના પૃથક્કરણમાં આ પદ્ધતિના લક્ષણો હોય તે જરૂરી છે.

પૃથક્કરણ પદ્ધતિના લાભ

- આ પદ્ધતિ તાર્કિક છે, મનોવૈજ્ઞાનિક છે.
- આ પદ્ધતિ દ્વારા મેળવાતુ શિક્ષણ કાયમી બને છે કારણ કે અહીં વિદ્યાર્થી સતત સક્રિય બની વિચારે છે. તર્ક કરે છે.

- આ પદ્ધતિથી કાર્ય કરવાથી વૈજ્ઞાનિક રીતે કાર્ય કરવાનું વલણ કેળવાય છે.
- અહીં શિક્ષક અને વિદ્યાર્થી પરસ્પર સહકારથી આગળ વધે છે.
- આ પદ્ધતિમાં વિદ્યાર્થી કયુ સોપાન શા માટે આવ્યું તે સમજે છે તેથી ભણવું રસપ્રદ બને છે. વિદ્યાર્થીમાં આત્મવિશ્વાસનો વિકાસ થાય છે. શંકાને અવકાશ રહેતો નથી.

પૃથક્કરણ પ્રવૃત્તિની મર્યાદા

- આ પદ્ધતિ લાંબી છે તેથી ક્યારેક કંટાળાજનક બને છે.
- શિક્ષક પક્ષે વિષય અને પદ્ધતિનું જ્ઞાન તલસ્પર્શ હોવું ખૂબ જરૂરી છે. જો તેમ નહીં હોય તો આ પદ્ધતિ નિષ્ફળ નીવડે છે.
- ગણિતના બધા જ એકમો આ પદ્ધતિથી ભણાવી શકાય નહીં. વળી, ઝડપથી અને કૌશલ્ય પ્રાપ્તિ માટે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી નથી.

(બ) સંયોગીકરણ પદ્ધતિ

આ પદ્ધતિમાં પૃથક્કરણ કરતા સોપાનોનો કમ ઊલટ પ્રકારનો હોય છે. એટલે કે પૃથક્કરણ કરતા ઊલટા ક્રમમાં આગળ વધવાનું હોય છે. આ પદ્ધતિ પૃથક્કરણની પૂરક પદ્ધતિ છે. પદ્ધતિસરનું ગોઠવવું એટલે સંયોજન કરવું. પૃથક્કરણ પદ્ધતિ દ્વારા કાર્ય પગથિયાં મેળવવામાં આવે છે અને મેળવાયેલાં કાર્ય પગથિયાંને પદ્ધતિસર પક્ષથી સાધ્ય તરફ રજૂ કરવા આવે છે. ક્રમબદ્ધ પગથિયામાં રજૂ કરવાની પદ્ધતિને સંયોગીકરણ પદ્ધતિ કહેવામાં આવે છે. અહીં 'પક્ષથી સાધ્ય' સુધીના સાબિતી કે ગણતરી આપતા પગથિયાનું સંયોજન કરવામાં આવે છે. પૃથક્કરણ દ્વારા સાબિતી કે ગણતરીની રીત નક્કી થઈ જાય પછી સંયોગીકરણનાં પગથિયાંનો પ્રારંભ થાય છે. સંયોગીકરણ દ્વારા સાબિતી કે ગણતરીની રજૂઆત કરવામાં આવે છે. આમ, પૃથક્કરણ અને સંયોગીકરણ બંન્ને પદ્ધતિ એકબીજાંની પૂરક છે અને બંનેનો ઉપયોગી જરૂરી છે.

લક્ષણો

- આ પદ્ધતિ આકર્ષક, સરળ અને ટૂંકી છે.
- 'જ્ઞાતથી અજ્ઞાત'ના શિક્ષણસૂત્રનો ઉપયોગ થાય છે.
- આ પદ્ધતિમાં પક્ષથી સાધ્ય તરફ જઈને સાબિતી કે ઉકેલ મેળવવામાં આવે છે.
- સાબિતીનાં પગથિયાં તર્ક પ્રેરક હોતા નથી પરંતુ ક્રમબદ્ધ હોય છે.
- વિદ્યાર્થીઓ ગોખણપટ્ટી કરે છે તેથી સમયનો બચાવ થાય છે.

ઉદાહરણ-1 : જો $\frac{x}{y} = \frac{p}{q}$ તો સાબિત કરો કે

$$\frac{xp + 2y^2}{xp} = \frac{p^2 + 2y9}{pq}$$

અગત્યનાં પ્રશ્નો

- શું આપેલું છે ? $\rightarrow$ $\frac{x}{y} = \frac{p}{q}$ (પઘ)

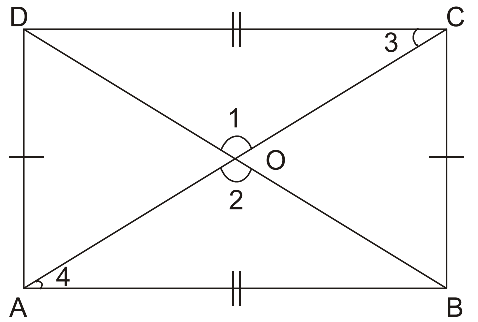
- બંને બાજુ $\frac{2y}{p}$ $\rightarrow$ $\frac{xy}{y} = \frac{2y}{p} = \frac{p}{q} + \frac{2y}{p}$

ઉમેરતાં શું પરિણામ મળે ?

- સાદુંરૂપ આપતા શું મળે ? $\rightarrow$ $\frac{xp + 2y^2}{yp} = \frac{p^2 + 2yq}{pq}$ (સાધ્ય)

ઉદાહરણ-2

સાબિત કરો કે સમાંતરબાજુ ચતુષ્કોણના વિકર્ણો એકબીજાંને દુભાગે છે.



પદ : $\square^m$ $ABCD$ ના વિકર્ણો $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ એકબીજાંને O માં છેદે છે.

સાધ્ય : $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ એકબીજાંને દુભાગે છે.

અગત્યનાં પ્રશ્નો	**ઉત્તરો/મુદ્દા**
શું આપેલું છે?	$\square^m$ $ABCD$ માં $\overline{AC} \cap \overline{BD} = \{0\}$
- $\square$ $ABCD$ કઈ કઈ બાજુઓ એકરૂપ થાય?	$\overline{AB} @ \overline{DC}$ તથા $\overline{BC} @ \overline{DA}$
- $\overleftrightarrow{AC}$ અને $\overleftrightarrow{BD}$ દ્વારા અભિકોણની કઈ કઈ જોડ રચાય છે ?	Đ1 અને Đ2 અભિકોણો.
- $\overleftrightarrow{AB}$ અને $\overleftrightarrow{CD}$ ની છેદિકા $\overline{AC}$ થી બનતી યુગ્મકોણની જોડ કઈ છે ?	Đ3 અને Đ4 યુગ્મકોણો
આ જોડના ખૂણા કેવા છે ?	એકરૂપ
- ΔAOB અને ΔCOD માં કયા કયા અંગો એકરૂપ છે ?	L1 $\equiv$ L2 (અભિકોણો) L3 $\equiv$ L4 (યુગ્મકોણો) $\overline{AB} @ \overline{CD}$
- કઈ સંગતતા એકરૂપ થાય ?	ખૂખૂબા શરત મુજબ AOB $\leftrightarrow$ COD એકરૂપતા બંને.
બંને ત્રિકોણ ΔAOB અને ΔCOD ની કઈ કઈ અનુરૂપ બાજુઓ એકરૂપ સાબિત થાય?	AO $\equiv$ CO અને OB $\equiv$ OD
- આ પરથી શું સાબિત થાય ?	$\therefore$ AO = CO અને OB = OD તેથી કહી શકાય કે, $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ એકબીજાંને દુભાગે છે.

સંયોગીકરણ પદ્ધતિના ગુણ

- આ પદ્ધતિમાં સમય અને શક્તિનો બચાવ થાય છે.
- અભ્યાસક્રમ જલ્દી પૂરો કરી શકાય છે.

- આ પદ્ધતિ ક્રમબદ્ધ અને તાર્કિક છે. તે રજૂઆત માટેની પદ્ધતિ છે અને આકર્ષક તેમજ ટૂંકી છે.
- અહીં સાબિતીની રજૂઆત પદ્ધતિની હોય છે.
- વિદ્યાર્થીઓની સ્મૃતિશક્તિ વિકસે છે તેમજ માનસિક કસરત ઓછી કરવી પડે છે.

સંયોગીકરણ પદ્ધતિની મર્યાદા.

- આ પદ્ધતિ તાર્કિક હોવા છતાં સાબિતીમાં આપેલાં સોપાનો માટે વિદ્યાર્થીના મનમાં શંકા રહે છે. તેથી શીખેલું ભૂલાઈ જવાની શક્યતા રહે છે.
- વિદ્યાર્થી માટે સ્વતંત્ર રીતે કામ કરવું કે સ્વાધ્યાય કરવું અઘરું રહે છે.
- તર્કશક્તિ, મૌલિકતા, વિચાર પ્રક્રિયાનો વિકાસ થવાનો અવકાશ ઓછો રહે છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં અન્ય દ્વારા રજૂ થયેલ વિચાર કે મુદ્દાને સમજણ વગર સ્વીકારી લેવાનું વલણ વિકસે છે.

11.5 નિદર્શન પદ્ધતિ

આ પદ્ધતિમાં શિક્ષક નિદર્શન કરીને ભણાવે છે. વિદ્યાર્થીની સક્રિયતા ઓછી હોય છે. આ શિક્ષકકેન્દ્રી પદ્ધતિ છે. ગણિતના કોઈ મુદ્દાને વધુ સ્પષ્ટ કરવા શિક્ષક ચાર્ટ, ચિત્ર, આકૃતિ, સાધનનું નિદર્શન કરે છે. વિદ્યાર્થી તેનું અવલોકન કરે છે. અહીં શિક્ષક પોતાના શિક્ષણકાર્યને અસરકારક બનાવવા માટે નિદર્શન કરે છે, વિવિધ આકૃતિ કે સાધનોનો ઉપયોગ કરે છે. શિક્ષક વિદ્યાર્થી સમક્ષ કરેલ નિદર્શનને અનુરૂપ પ્રશ્નોત્તરી કરે છે. ચર્ચા કરે છે. જ્યારે કોઈક પ્રયોગ વિદ્યાર્થી પાસે કરાવવામાં ન આવે પરંતુ શિક્ષક સ્વયં તે કરીને વિદ્યાર્થીઓને બતાવે ત્યારે નિદર્શન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કર્યો છે એમ કહેવાય.

લક્ષણો

- શિક્ષકકેન્દ્રી પદ્ધતિ છે.
- વ્યાખ્યાન પદ્ધતિને વધુ અસરકારક બનાવવા માટે નિદર્શન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.
- વિદ્યાર્થીના પક્ષે શાંત રહી અવલોકન કરવાનું હોય છે.
- બધા વિદ્યાર્થીઓને એક સમાન અનુભવ પૂરા પાડે છે.

નિદર્શન પદ્ધતિના ગુણ.

- સમય, શક્તિ, નાણાંની બચત થાય છે.
- સાધનો દુલર્ભ હોય ત્યારે ઉપયોગી પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થીઓનું ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવું સરળ બને છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં અવલોકન શક્તિ વિકસે છે.
- નાના બાળકો માટે આ પદ્ધતિ ઉપયોગી છે.
- વિદ્યાર્થીઓએ વસ્તુનો ઉપયોગ કઈ રીતે કરવો તે શીખવવા માટે ઉપયોગી પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થી વૈજ્ઞાનિક ઢબે કઈ રીતે કામ કરી શકાય તે શીખે છે.
- ઓછા સમયમાં બહોળા અભ્યાસક્રમને શીખવી શકાય છે.

નિદર્શન પદ્ધતિની મર્યાદા

- શિક્ષકપક્ષે ક્રિયાશીલતા વધુ અને વિદ્યાર્થીપક્ષે નિષ્ક્રિયતા વધુ જોવા મળે છે.
- બધા મુદ્દાને આ પદ્ધતિથી ભણાવી શકાય નહીં.
- ગણિત સ્વાનુભૂતિનો વિષય હોવા છતાં નિદર્શન પદ્ધતિ દ્વારા સ્વયં કર્યાનો અનુભવ પ્રાપ્ત થતો નથી. ગણિત શિક્ષણ માટે મનમાં પ્રશ્નોનો ઉકેલ મળતો નથી.
- વર્ગખંડમાં વધારે વિદ્યાર્થીઓ હોય ત્યારે બધાંને સક્રિય રાખવા, તેમનું ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવું મુશ્કેલ બને છે.
- વિદ્યાર્થીઓ સ્વયં કશું જ કરતા નથી તેથી સાધનથી માહિતગાર બનતા નથી. તે વાપરવાનું કૌશલ્ય તેમનામાં કેળવાતું નથી.

- શિક્ષકમાં સાધન ઉપયોગ કૌશલ્ય ન હોય તો શિક્ષણ હાંસીપાત્ર બની જાય છે.

11.6 પ્રાયોગિક પદ્ધતિ

ગણિતએ વાંચીને નહીં પરંતુ પ્રવૃત્તિ કરીને શીખવાનો વિષય છે. જ્યારે વિદ્યાર્થી ગણિતને અન્ય વિષયોની જેમ વાંચીને સમજવાનો પ્રયત્ન કરે છે ત્યારે તેને ગણિત વધુ અઘરું અને નિરસ લાગવા માંડે છે. નાના મોટા પ્રયોગ કરીને વિદ્યાર્થી જાતે કોઈ સૂત્ર તારવે, સિદ્ધાંત તારવે ત્યારે કંઈક નવું શીખ્યાનો સંતોષ અને આનંદ વિદ્યાર્થી અનુભવે છે.

ગણિત અમૂર્ત વિષય છે. પ્રાથમિક કક્ષાએ વિદ્યાર્થીઓ પ્રયોગ કરીને ગણિત શીખે છે, તથ્યો તારવે છે. માધ્યમિક કક્ષાએ તારવેલ સિદ્ધાંતો, સૂત્રોને તાર્કિક સાબિતી આપવાની હોય છે. આ સાબિતી પ્રાયોગિક રીતે મેળવી શકાય તેવા શક્ય પ્રયત્નો કરવાના હોય છે. વિદ્યાર્થીઓ માટે ગણિત શુષ્ક અને નીરસ નહીં પરંતુ આનંદ આપનારો વિષય બની રહે તે માટે ગાણિતિક સત્યો પ્રયોગો દ્વારા વિદ્યાર્થી તારવે તે જરૂરી છે. પ્રાયોગિક પદ્ધતિ ગણિત શિક્ષણને રસમય, તર્કસંગત અને અસરકારક બનાવવામાં સહાયભૂત બનનારી પદ્ધતિ છે.

પ્રાયોગિક પદ્ધતિ 'મૂર્ત પરથી અમૂર્ત' પર જવાના સૂત્રને અનુસરે છે. આ પદ્ધતિમાં વિદ્યાર્થી જાતે કરીને શીખે છે. અવલોકન દ્વારા શીખે છે અને પ્રવૃત્તિ કરીને ગણિતના સિદ્ધાંતો અને સૂત્રો સુધી પહોંચે છે. આ પદ્ધતિને આગમન પ્રવૃત્તિનો જ ભાગ કહી શકાય. વિદ્યાર્થી પ્રયોગ કરીને કંઈક શોધે છે, વધુ પ્રયોગ કરી કંઈક માહિતી મેળવે છે, તેમાં આગમન તર્ક લગાવીને સ્વયં સિદ્ધાંત તારવે છે. આમ, આ પદ્ધતિ ગણિત વિષયને ગમતો કરવાની પદ્ધતિ છે.

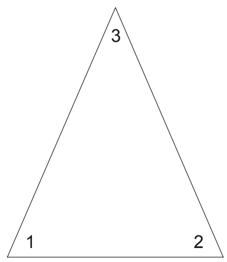
લક્ષણો

- ક્રિયા દ્વારા ગણિત શિક્ષણ થાય છે.
- મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવાના સૂત્રને અનુસરે છે.
- અવલોકન દ્વારા અધ્યયન જેવાં સૂત્રનો ઉપયોગ થાય છે.
- રસપ્રદ શિક્ષણ પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થીઓ માટે મેળવેલું જ્ઞાન ચિરસ્થાયી બને છે.

ઉદાહરણ : 1

ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાના માપનો સરવાળો 180 થાય.

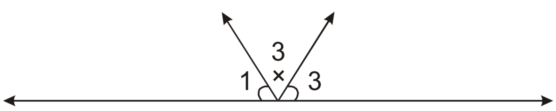
1) ત્રિકોણ દોરો.



2) ત્રણેય ખૂણાને નંબર આપો.

3) ત્રિકોણના ખૂણા કાપી લો.

4) રૈખિક જોડ બને તે રીતે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ ગોઠવો.



5) ત્રણેય ખૂણા રૈખિક જોડને મળે છે તેથી સરવાળો કેટલો થાય ?

6) અન્ય જુદાં જુદાં માપના ત્રિકોણ દોરી આ જ પ્રયોગ ફરીથી કરો

7) નિયમ તારવો.

ત્રિકોણના ત્રણેય ખૂણાના માપનો સરવાળો 180 થાય.

ઉદાહરણ : 2 પાયથાગોરસનો પ્રમેય.

પ્રવૃત્તિ :

1) વિદ્યાર્થીઓ કાટકોણ ત્રિકોણ દોરશે.
2) ત્રિકોણમાં ÐB કાટખૂણો બને તે રીતે ΔABC નામ આપો.
3) હવે AB અને BC અને કર્ણ AC માપો.
4) AB^2, BC^2 અને AC^2 શોધો.
5) વધુ કાટકોણ દોરી AB^2, BC^2 અને AC^2 શોધો.
6) AB^2, BC^2 અને AC^2 વચ્ચેનો સંબંધ તપાસો.

AB=3	BC=4	AC=5
AB^2=9	BC^2= 16	AC^2= 25

$\therefore$ 25=9+16

$\therefore$ $AC^2= AB^2+BC^2$

''કાટકોણ ત્રિકોણમાં કાટખૂણો બનાવતી બન્ને બાજુના માપના વર્ગોનો સરવાળો કર્ણના માપના વર્ગ બરાબર હોય છે.''

શિક્ષક વિષયવસ્તુ વિશ્લેષણ કરીને પ્રયોગ દ્વારા શીખવી શકાય તેવા મુદ્દા અલગ તારવી વિદ્યાર્થીઓને યોગ્ય સમયનું આયોજન કરી પ્રાયોગિક પદ્ધતિનો વિનિયોગ કરી ગણિત શીખવી શકે.

પ્રયોગ પદ્ધતિના ગુણ.

- આ વિદ્યાર્થીકેન્દ્રી પ્રવૃત્તિ છે. જેમાં વિદ્યાર્થી પ્રયોગકારની ભૂમિકામાં કામ કરે છે. નવું શીખવાનો આનંદ મેળવે છે.
- આ પ્રવૃત્તિમાં પ્રયોગ દ્વારા મૂર્ત પરથી અમૂર્ત પર જવાય છે. ગણિતના સિદ્ધાંતો, સૂત્રો, સંકલ્પનાઓ સમજવામાં આગમન પદ્ધતિનો ઉપયોગ થાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓને ગોખણપટ્ટી કરવી પડતી નથી. મેળવેલું જ્ઞાન ચીરસ્થાયી બને છે.
- વિદ્યાર્થીઓને સ્વતંત્ર રીતે કામ કરવાની તક મળે છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં આત્મવિશ્વાસ વધે છે.
- આ પદ્ધતિ મનોવૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતો પર આધારિત પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં પરિણામની ચકાસણી કરવાની ટેવ વિકસે છે.
- વિદ્યાર્થીઓને વ્યક્તિગત તફાવતોને ધ્યાનમાં રાખીને શીખવવું શક્ય બને છે.

પ્રયોગ પદ્ધતિની મર્યાદા

- આ પદ્ધતિ સમય માંગી લે છે વિદ્યાર્થીઓની વધુ સંખ્યા ધરાવતા વર્ગખંડમાં પ્રત્યેક વિદ્યાર્થી પર ધ્યાન આપી તેમને પ્રયોગ માટે માર્ગદર્શન આપવું મુશ્કેલ બને છે.
- ગણિતનું પૂર્વજ્ઞાન કાચુ હોય તો કેટલાંક વિદ્યાર્થી સાચા પરિણામ સુધી પહોંચતા નથી.
- આ પદ્ધતિમાં પૂરતું આયોજન અને નિરીક્ષણ તેમજ માર્ગદર્શન અતિ આવશ્યક છે. અન્યથા આ પદ્ધતિ નિષ્ફળ સાબિત થાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓ પ્રયોગ કરીને તારણ સુધી પહોંચે છે. પણ સિદ્ધાંત-સત્ય શા માટે તેનું કારણ જાણી શકતા નથી.
- ગણિતનાં પ્રત્યેક મુદ્દાને પ્રયોગ દ્વારા ભણાવવા શક્ય નથી.
- શૈક્ષણિક સંસ્થાઓમાં ગાણિતિક પ્રયોગશાળા વિના આ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવો મુશ્કેલ બને છે.

11.7 પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ

આ પદ્ધતિનો મૂળ વિચાર રજૂ કરનાર અમેરિકાના શિક્ષણશાસ્ત્રી જહોન ડ્યૂઈ હતા. તેમણે પ્રવૃત્તિ દ્વારા, ક્રિયા દ્વારા શિક્ષણ પર ભાર મૂક્યો. **જહોન ડ્યૂઈના** આ વિચારને મૂર્ત સ્વરૂપ આપવાનું અને તેને શિક્ષણની પદ્ધતિ તરીકે વિકસાવવાનું કામ વિલિયમ ક્લિપેટ્રિક દ્વારા કરવામાં આવ્યું. તેમણે ક્રિયા દ્વારા શિક્ષણને પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ એવું નામ આપ્યું. **ક્લિપેટ્રિકના** મતે, 'સામાજિક પરિસ્થિતિમાં' હેતુપૂર્વકની સહૃદયથી ચાલતી પ્રવૃત્તિ એટલે પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ.

બેલોર્ડના મંતવ્ય મુજબ :-

'શાળામાં આયાત કરેલાં વાસ્તવિક જીવન પ્રવૃત્તિના નાનકડા અંશને પ્રોજેક્ટ કહે છે.'

સ્ટીવન્સનના મતાનુસાર,

'કુદરતી વાતાવરણમાં પાર પાડવામાં આવતું સમસ્યાત્મક કાર્ય એટલે પ્રોજેક્ટ.'

પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિમાં નૈસર્ગિક વાતાવરણમાં વાસ્તવિક જીવનને લગતી પ્રવૃત્તિ વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા કરવામાં આવે છે. આ શાળાકીય પ્રવૃત્તિ છે. અહીં વિદ્યાર્થીને શીખવવાને બદલે, તેને જાતે શીખતો કરવાનો હેતુ રહેલો છે.

આ પદ્ધતિ દ્વારા શિક્ષણ આપવા માટે કાર્યનું આયોજન વ્યવસ્થિત રીતે કરવું જરૂરી છે. વિદ્યાર્થીઓને પ્રેરણા અને માર્ગદર્શન આપવાની જવાબદારી શિક્ષકના પક્ષે રહે છે. શિક્ષક વિદ્યાર્થી બંને પક્ષે પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિના સોપાનોની સ્પષ્ટતા અને તેનાં તેમની કાર્યભૂમિકાની સમજણ ખૂબ જરૂરી છે.

લક્ષણો :

- વાસ્તવિક જીવનના અનુભવ સાથે સંબંધિત છે.
- પ્રવૃત્તિ આધારિત પદ્ધતિ છે જેમાં નૈસર્ગિક વાતાવરણમાં વિદ્યાર્થી સમાજમાં પ્રાપ્ત અનુભવો દ્વારા શીખે છે.
- વિદ્યાર્થી હેતુપૂર્ણ રીતે સ્વાભાવિક બની કાર્ય કરે છે અને શિક્ષણ પ્રાપ્ત કરે છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં સહકારની ભાવના વિકસાવતી તેને રચનાત્મક, સર્જનાત્મક બનાવતી પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થી સમાજજીવન અને અન્ય વિષયો સાથે અનુબંધ બાંધી પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ દ્વારા ભણે છે.

પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિનાં સોપાનો :

(1) યોગ્ય પરિસ્થિતિનું નિર્માણ :

જ્યારે ચોક્કસ વિષયનાં કોઈક મુદ્દા કે એકમ પર પ્રોજેક્ટ સ્વીકારવામાં આવે ત્યારે તે યોગ્ય પરિસ્થિતિમાંથી ઉદ્‌ભવે તે જરૂરી છે. દા.ત.જીવન વીમા વિશે અભ્યાસ કરતો વિદ્યાર્થી તે વિશે વધુ માહિતી મેળવવા સમાજમાં તેની આવશ્યકતા, તેની હાલમાં સ્થિતિ વગેરે જાણવા માટે તત્પર હોવો જરૂરી છે. શિક્ષકે યોગ્ય પરિસ્થિતિ અને વાતાવરણનું નિર્માણ કરી વિદ્યાર્થીને પ્રોજેક્ટ માટે તત્પર બનાવવાનાં હોય છે.

(2) પ્રોજેક્ટની પસંદગી :

વિદ્યાર્થીઓ પ્રોજેક્ટ પસંદ કરે તે પહેલા તેના હેતુ, પ્રવૃત્તિ, સમય, નાણાં, શક્તિ વગેરે બાબતો અંગે સ્પષ્ટ બની જાય તે જરૂરી છે આ સ્પષ્ટતા પ્રાપ્ત કર્યા પછી વિદ્યાર્થી પોતાની ઈચ્છા, રસ મુજબ પ્રોજેક્ટ પસંદ કરે છે. વળી, પ્રોજેક્ટ યોગ્ય સમયે યોગ્ય રીતે પૂર્ણ કરી શકાય તેવો પસંદ કરવો વધુ જરૂરી હોય છે.

(3) પ્રોજેક્ટના હેતુઓ નક્કી કરવા.

વિદ્યાર્થી જે પ્રોજેક્ટ પસંદ કરે તે કરવા પાછળનો હેતુ શું છે તેની સ્પષ્ટતા જરૂરી બને છે. દા.ત.બેંક અંગે પ્રોજેક્ટ પસંદગી કરે તો હેતુઓ આ મુજબ નક્કી થશે.

- વિદ્યાર્થીઓ બેંકના રોજીંદા વ્યવહારથી પરિચિત થાય.

- ઔદ્યોગિક વિકાસ અને રાષ્ટ્રીય વિકાસમાં બેંકના ફાળાની સમજ પ્રાપ્ત કરે. તેઓમાં બેંક પ્રત્યે કદર અને તેના કર્મચારીઓ પ્રત્યે આદર લાગણી જન્મે.
- બેંકના વિવિધ ખાતા, વ્યાજની ગણતરીથી વિદ્યાર્થી માહિતગાર થાય.
- બેંકમાં લોનની પ્રક્રિયા, લોનના પ્રકાર વિશે તેઓ સમજ પ્રાપ્ત કરે.
- બેંકના નિયમો, વિવિધ પ્રકારના ફોર્મથી પરિચિત થાય.

આ ઉપરાંત :-

- વિદ્યાર્થીઓ બેંક વિષયક માહિતી એકત્ર કરે, રોજબરોજ આવતા સમાચાર બનતી ઘટનાઓ પ્રત્યે સંવેદનશીલ બને.
- શેરહોલ્ડરને મળતા લાભ તથા જોખમોથી પરિચિત થાય.
- વિદ્યાર્થીઓમાં જૂથ ભાવના, સહકારવૃત્તિ કેળવાય.

(4) પ્રોજેક્ટકાર્યનું આયોજન.

સમગ્ર પ્રોજેક્ટની સફળતા તેના આયોજન પર ટકી હોય છે. આ સોપાનમાં કરવાની પ્રવૃત્તિ, વિદ્યાર્થીની શક્તિ પ્રમાણે કાર્ય વિભાજન, સંદર્ભ સાહિત્ય એકત્ર કરવાની સામગ્રી, નિષ્ણાંત વ્યક્તિની મુલાકાત વગેરે બાબતને ધ્યાનમાં રાખી શિક્ષક અને વિદ્યાર્થી પ્રોજેક્ટ કાર્યનું આયોજન કરે છે.

દા.ત.બેંકના પ્રોજેક્ટ માટે શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને જૂથમાં વહેંચી તેમની કાર્ય કુશળતા અને રસક્ષેત્રોને ધ્યાનમાં રાખી તેમને કાર્યની વહેંચણી કરશે.

જૂથ-1 બેંકના અધિકારીની મુલાકાત લઈ, તેમની પાસેથી સાહિત્ય મેળવી ઐતિહાસિક માહિતી પ્રાપ્ત કરશે.

જૂથ-2 બેંકના પ્રકાર, તે મુજબના કાર્યોની માહિતી મેળવી નોંધ તૈયાર કરશે.

જૂથ-3 બેંકના કર્મચારીઓ અને તેમની દૈનિક વ્યવહારોની ફરજો અંગે માહિતી મેળવશે.

જૂથ-4 ચેક અને ચેકના પ્રકાર વિશે માહિતી મેળવશે. અનુભવ મળશે.

જૂથ-5 લોન, લોનના પ્રકાર, લોન મેળવવાની પ્રક્રિયા અંગે માહિતી મેળવશે.

જૂથ-6 બેંક મેનેજર, ટ્રસ્ટી મંડળની મુલાકાત લઈ ભાવિ આયોજન અંગે માહિતી મેળવશે.

શિક્ષક જૂથમાં વિદ્યાર્થીઓની વહેંચણી કર્યા બાદ દરેક જૂથને જરૂરી સૂચના તેમજ માર્ગદર્શન આપશે. જૂથને કાર્યમાં પડતી અગવડ દરમ્યાન સહાયકની ભૂમિકા અદા કરશે.

(5) પ્રોજેક્ટનો અમલ

પ્રોજેક્ટના આયોજન અને કાર્ય વહેંચણી મુજબ વિદ્યાર્થીઓ કાર્ય કરે છે અને શિક્ષક માર્ગદર્શન આપે છે. વિદ્યાર્થીઓ ભેગી કરેલી માહિતી, મુલાકાતની નોંધ, સાહિત્ય વગેરેને યોગ્ય રીતે જાળવવામાં આવે છે. તેમણે કરેલી પ્રવૃત્તિઓ અને કાર્યોની નોંધ કરવામાં આવે છે. અહીં આયોજન મુજબ કાર્ય થતું રહે તે ખૂબ જરૂરી હોય છે.

(6) પ્રોજેક્ટનો અહેવાલ

સમગ્ર પ્રોજેક્ટની બધી જ પ્રવૃત્તિઓ આયોજન મુજબ થઈ ગયા પછી આખા પ્રોજેક્ટને વ્યવસ્થિત રીતે, સંક્ષિપ્તમાં રજૂ કરવાનો હોય છે. બધા જૂથે મેળવેલી માહિતીની આપ-લે કરવા માટે વિદ્યાર્થીઓ ભેગા થાય છે. દરેક જૂથ નેતા તેમના જૂથને ફાળે આવેલ કાર્ય અંગે થયેલાં અભ્યાસની નોંધ રજૂ કરે છે. અહેવાલ સ્વરૂપે થયેલ કાર્યની રજૂઆત સમગ્ર વર્ગ સમક્ષ કરવામાં આવે છે.

(7) પ્રોજેક્ટનું મૂલ્યાંકન

પ્રત્યેક પ્રોજેક્ટ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને કેટલાંક શૈક્ષણિક અનુભવો પૂરા પાડવાના હોય છે. શિક્ષક ચકાસવાનું કાર્ય કરે છે અને કેટલાં હેતુઓ પરિપૂર્ણ થયા તે નક્કી કરે છે. પ્રોજેક્ટના સંદર્ભમાં શિક્ષક સમગ્ર વર્ગની લેખિત કે મૌખિક કસોટી લઈ શકે છે. અન્ય વિષય નિષ્ણાત કે આચાર્ય દ્વારા પણ પ્રોજેક્ટનું મૂલ્યાંકન કરાવી શકાય છે.

ઉપરોક્ત સોપાનોને અનુસરીને પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ દ્વારા શિક્ષણકાર્ય કરી શકાય છે. વિદ્યાર્થીઓની ક્ષમતા અને પરિસ્થિતિની અનુકૂળતા તપાસી પ્રોજેક્ટ હાથ ધરી શકાય છે.

પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિના લાભ

- આ પદ્ધતિ વિદ્યાર્થી કેન્દ્રી છે. તેમાં વિદ્યાર્થી સ્વપ્રયત્ને સ્વાનુભવે શીખે છે.
- આ પદ્ધતિમાં સમસ્યા ઉકેલની તાલીમ વિદ્યાર્થીને મળી રહે છે.
- વિદ્યાર્થીને વ્યક્તિગત ભિન્નતા મુજબ પોતાની ક્ષમતા અને રસ રુચિ પ્રમાણે આગળ વધવાની તક પ્રાપ્ત થાય છે.
- આ પદ્ધતિ વાસ્તવિક જીવનના અનુભવો સાથે શૈક્ષણિક અનુભવોને સાંકળે છે તેથી વિદ્યાર્થીઓ માટે શિક્ષણ આનંદદાયી બને છે.
- વિદ્યાર્થીઓને નેતૃત્વની તાલીમ મળી રહે છે. તેઓમાં સહકારથી કામ કરવાની ટેવ વિકસે છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં આગમનિક તર્ક, અર્થઘટન, આંતરસૂઝ, નિર્ણય શક્તિ, અવલોકન શક્તિ, વિવિધ કૌશલ્યોનો વિકાસ થાય છે.
- શિક્ષક-વિદ્યાર્થી વચ્ચેનો સંબંધ મજબૂત બને છે. વિદ્યાર્થીની આંતરિક શક્તિને બહાર લાવવી શક્ય બને છે.
- આ પદ્ધતિ વિદ્યાર્થીનાં સમગ્ર પાસાને ધ્યાનમાં રાખે છે તેથી તે મનોવૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંત પર આધારિત પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થી નાનામાં નાનું કામ પણ ચીવટથી કરતા શીખે છે. તેના પ્રત્યેની સૂગ દૂર થાય છે.
- પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિમાં વ્યક્તિગત પ્રવૃત્તિની સાથે સામૂહિક કાર્ય પણ કરવાના હોય છે. તેથી અનુકૂલન, કાર્યનિષ્ઠા, સ્વાવલંબન, પરસ્પર આદર, અન્યના કાર્યોની કદર જેવાં ગુણોનો વિકાસ થાય છે.
- આ પદ્ધતિ જીવનલક્ષી અનુભવકેન્દ્રી પદ્ધતિ છે.
- વિદ્યાર્થીઓ સમાજમાં જતા, ભળતા શીખે છે. સંદર્ભ સાહિત્યનો ઉપયોગ કરતા શીખે છે.
- વિદ્યાર્થીઓએ સ્વયંપ્રવૃત્તિ કરીને, અનુભવ મેળવીને જ્ઞાન પ્રાપ્ત કર્યું હોવાથી ગોખણપટ્ટીની જરૂર રહેતી નથી. તેઓ માટે જ્ઞાન સાહજિક અને ચિરંજીવ બની રહે છે.

પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિની મર્યાદા

- જો યોગ્ય આયોજન કરવામાં ન આવે તો આ પદ્ધતિ નિષ્ફળ સાબિત થાય છે.
- આ પદ્ધતિમાં સમય, શક્તિ અને નાણાં વધુ ખર્ચાય છે.
- ઉત્સાહી વિદ્યાર્થી સારી રીતે કાર્ય કરે છે અને કેટલાંક વિદ્યાર્થી નિષ્ક્રિય બની માત્ર શારીરિક હાજરી નોંધાવે છે.
- આ પદ્ધતિથી ભણાવ્યા માટે શાળાનાં સમયપત્રકનું આયોજન કરવું મુશ્કેલ બને છે.
- પ્રોજેક્ટ માટે બનાવેલાં જૂથ અને તેમના કાર્યોની તપાસ અંગે વહીવટી સમસ્યાઓ સર્જાઈ શકે છે.
- જો આ પદ્ધતિમાં કાર્યસમયગાળો લાંબો હોય તો વિદ્યાર્થીઓનો રસ ઊડી જવાનો સંભવ રહે છે.
- આ પદ્ધતિમાં દરેક જૂથને જુદું જુદું કાર્ય સોંપવામાં આવે છે તેથી બધા જ કાર્યોનો અનુભવ બધા જ વિદ્યાર્થીને પ્રાપ્ત થતો નથી.
- આ પ્રકૃતિમાં તર્કશક્તિ વિકસાવવાની તક ઓછી રહે છે.
- ક્યારેક પ્રોજેક્ટ માટે અધિકારીઓને મળી માહિતી મેળવવી મુશ્કેલ બને છે. સંદર્ભ-સાહિત્ય કે સાધનો મેળવવા પણ અઘરાં પડી શકે છે.

11.8 સારાંશ

શિક્ષક વર્ગખંડ દરમિયાન વિવિધ શિક્ષણ પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરે એ હેતુથી અહીં દરેક પદ્ધતિની ઊંડાણપૂર્વકની સમજ આપવામાં આવી છે. દરેક પ્રવૃત્તિ વિદ્યાર્થીકેન્દ્રી અને પ્રવૃત્તિકેન્દ્રી બને તે જરૂરી છે. વિવિધ પદ્ધતિઓ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને સામાન્ય તરફથી વિશિષ્ટ તરફ લઈ જવાય છે. બાળકને વિષયવસ્તુનું પૃથક્કરણ અને સંયોગીકરણ સમજાવી વિવિધ ગાણિતિક સંકલ્પનાઓ સરળતાથી શીખવી શકાય છે. આમ, વિવિધ શિક્ષણ પદ્ધતિઓની મદદથી શિક્ષણકાર્ય સંપૂર્ણ બને છે.

ગણિત શિક્ષણમાં સૂત્રો, સિદ્ધાંતો, પ્રયુક્તિઓ અને પદ્ધતિઓ એ અનિવાર્ય છે. જેની મદદથી બાળકને વિવિધ ગાણિતિક સંકલ્પનાઓ સરળતાથી શીખવી શકાય છે. આમ, દરેક શિક્ષકે પોતાના વર્ગમાં ઉપરોક્ત વિષયવસ્તુને ધ્યાને લઈ અસરકારક શિક્ષણકાર્ય કરવું જ રહ્યું.

11.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

17. **આગમન પદ્ધતિ કોને કહે છે ?**

....
....
....
....
....
....

18. **આગમન પદ્ધતિના લક્ષણો કયા છે ?**

....
....
....
....
....
....

19. **શા માટે નિગમન પદ્ધતિ આગમન પદ્ધતિની પૂરક પદ્ધતિ છે ?**

....
....
....
....
....
....

20. **નિગમન પદ્ધતિની મર્યાદા શી છે ?**

....
....
....
....
....
....

21. આગમન નિગમન પદ્ધતિની તુલના કરો.

....
....
....
....
....
....

22. પૃથક્કરણ પદ્ધતિના લક્ષણો જણાવો.

....
....
....
....
....
....

23. પૃથક્કરણ પદ્ધતિની મર્યાદા શી છે ?

....
....
....
....
....
....

24. સંયોગીકરણ પદ્ધતિ શા માટે જરૂરી છે ?

....
....
....
....
....
....

25. નિદર્શન પદ્ધતિ કોને કહે છે ?

....
....
....
....
....
....

26. નિદર્શન પદ્ધતિનો ઉપયોગ શા માટે કરવો જોઈએ ?

....
....
....

....

....

....

27.ગણિત શિક્ષણમાં પ્રાયોગિક પદ્ધતિ શા માટે જરૂરી છે ?

....

....

....

....

....

....

28. પ્રાયોગિક પદ્ધતિની મર્યાદા શી છે ?

....

....

....

....

....

....

29. પ્રોજેક્ટ એટલે શું ?

....

....

....

....

....

....

30. પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિમાં પ્રથમ સોપાન કયું છે ?

....

....

....

....

....

....

31. પ્રોજેક્ટનું મૂલ્યાંકન કોણ કરે છે ?

....

....

....

....

....

....

11.10 સારાંશ

૧. ગણિતનો કોઇ એક મુદ્દો પસંદ કરી આગમન-નિગમન પદ્ધતિની સવિસ્તાર ચર્ચા કરો.

2. પ્રાયોગિક પદ્ધતિનો વર્ગખંડમાં ક્યારે ઉપયોગ કરશો ? ઉદાહરણ આપી આપના ઉત્તરની પ્રતિપુષ્ટિ કરો.

3. નિદર્શન અને પ્રાયોગિક પદ્ધતિ વચ્ચેનો મુખ્ય ભેદ સ્પષ્ટ કરો.

4. પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ એટલે શું ? વર્ગખંડ શિક્ષણમાં પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિના ફાયદા અને મર્યાદાઓ દર્શાવો.

૫. પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ પૂર્વ પ્રાથમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓ માટે વધુ ઉપયોગી નથી - સમજાવો.

૬. આગમન પદ્ધતિના સોપાનો જણાવો.

એકમ 12

શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

: રૂપરેખા :

12.1 પ્રસ્તાવના

12.2 ઉદ્દેશો

12.3 પાઠ અયોજનનું મહત્ત્વ અને સ્વરૂપ

12.4 દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો

12.5 સ્વનિર્મિત સાધનો

12.6 શૈક્ષણિક સાધન તરીકે કમ્પ્યુટર

12.6 ગણિત પ્રયોગશાળા

12.7 ગણિત પ્રયોગશાળાના હેતુઓ

12.8 ગણિત પ્રયોગશાળામાં સાધન સામગ્રી

12.9 ગણિત શિક્ષણમાં પ્રાયોગિક કાર્ય

12.10 સારાંશ

12.11 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

12.13 સ્વાધ્યાય

4.0 પ્રસ્તાવના (Introduction)

ગણિત વિષય તર્કનો વિષય છે. અમૂર્ત ખ્યાલોનો વિષય છે. જ્યારે અમૂર્ત બાબતોને સમજાવવી હોય ત્યારે મૂર્ત વસ્તુઓનો આશરો લેવો પડે છે. મૂર્ત સાધનોના ઉપયોગથી ગણિતની અમૂર્ત સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરવી સરળ બને છે. આથી ગણિત શિક્ષણમાં શૈક્ષણિક સાધનોના ઉપયોગ પર ભાર મૂકવામાં આવે છે. શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ કરી વિદ્યાર્થી પોતાની રીતે, પોતાની સમજણ અને યોગ્યતા મુજબ ગાણિતિક મુદ્દાઓનો અભ્યાસ કરી શકે છે. આજના ટૅક્નૉલોજીના યુગમાં વિવિધ પ્રકારના દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો મળી શકે એમ છે. તેનો ગણિત શિક્ષણમાં ઉપયોગ કરી શિક્ષણને વધુ અસરકારક બનાવી શકાય એમ છે. આપણું અધ્યયન 1 ટકા સ્વાદ દ્વારા, 1.5 ટકા સ્પર્શ દ્વારા, 3.5 ટકા ગંધ દ્વારા, 11 ટકા શ્રવણ દ્વારા અને 83 ટકા દૃશ્ય દ્વારા થતું હોય છે. આમ, દૃશ્ય શ્રાવ્ય સાધનો દ્વારા અધ્યયન કરવું વધુ સરળ બનતું હોય છે.

4.1 ઉદ્દેશો (Objectives)

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે,

- દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોની સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરી શકશો.
- દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના પ્રકારો જણાવી શકશો.
- દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના ઉદાહરણો આપી શકશો.
- દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોનું મહત્ત્વ સમજાવી શકશો.
- દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોની વિસ્તૃત ચર્ચા કરી શકશો.
- સ્વ-નિર્મિત શૈક્ષણિક સાધનોની જાણકારી મેળવી શકશો.
- શૈક્ષણિક સાધન તરીકે કમ્પ્યુટરની ઉપયોગિતા સમજાવી શકશો.
- ગણિત શિક્ષણમાં ગણિત પ્રયોગશાળાના હેતુઓ સ્પષ્ટ કરી શકશો.
- ગણિત પ્રયોગશાળામાં પ્રાયોગિક કાર્યની મહત્તા સમજી શકશો.

12.3 દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો

કોર્મોનિયસ (1592-1670) એ સૌ પ્રથમ ચિત્રો આધારિત પુસ્તક તૈયાર કર્યુ હતું. તેના મત મુજબ શિક્ષણમાં ચિત્રોનો ઉપયોગ તેને સરળ બનાવે છે. ત્યાર બાદ **રૂસો** (1712-1778) એ બાળકની જિજ્ઞાસાવૃત્તિને સંતોષવા પર ભાર મૂક્યો. **પેસ્ટોલોજી** (1746-1827) એ પદાર્થ પદ્ધતિના ઉપયોગની વાત કરી અને જ્ઞાનન્દ્રિયોના ઉપયોગ આધારિત શિક્ષણ વિશે ચર્ચા કરી. આમ, ત્રણ સદી પૂર્વેથી શબ્દોથી ઉપર ઊઠી શિક્ષણ આપવાની વાત કરવામાં આવી. વીસમી સદીના પ્રારંભથી વિવિધ પ્રકારના દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના ઉપયોગની શરૂઆત થઈ.

(અ) દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના પ્રકાર

દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના જુદાં જુદાં પ્રકાર પડે છે.

(1) દશ્ય સાધનો (2) શ્રાવ્ય સાધનો (3) દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો.

1) દશ્ય સાધનો (Visual Aids)

આપણે જ્યારે વસ્તુનું જ્ઞાન પ્રત્યક્ષ આંખો દ્વારા કરીએ છીએ ત્યારે દર્શનથી જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે. આ વસ્તુ કે પદાર્થને દશ્ય-સાધન કહેવાય છે.

દા.ત. ચાક ફલક, ચિત્રો, ચાર્ટ, આકૃતિ, મોડેલ્સ, બુલેટિનબોર્ડ, આલેખ, ફિલ્મસ્ટ્રીપ, ઘન પદાર્થો વગેરે દશ્ય સાધનો છે.

2) શ્રાવ્ય સાધનો (Audio Aids)

જ્યારે કાન દ્વારા શ્રવણ કરી તેની અસર મગજ સુધી પહોંચે અને વિચાર સ્ફૂરે ત્યારે વિચાર અને શ્રવણની અસરથી જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય છે. જે સાધનો દ્વારા સાંભળીને જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવામાં આવે છે. તેને શ્રાવ્ય સાધનો કહે છે.

દા.ત.રેડિયો, મોબાઈલમાં ઓડિયો, ટેપરેકોર્ડર વગેરે શ્રાવ્ય સાધનો છે.

3) દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો (Audio-Visual Aids)

જ્યારે આંખ દ્વારા જોવાની અને કાન દ્વારા સાંભળવાની બન્ને ક્રિયા એક સાથે થાય અને જ્ઞાન પ્રાપ્ત થાય ત્યારે તે સાધનને દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધન કહેવામાં આવે છે.

દા.ત.ટેલિવિઝન, વિડીયો, ધ્વનિયુક્ત પ્રોજેક્ટર ફિલ્મ વગેરે દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો છે.

(બ) દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોનું મહત્ત્વ

ગણિત શિક્ષણમાં દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો ઉપયોગી છે. આ અંગે થયેલા સંશોધનો દ્વારા પણ પૂરવાર થયું છે કે દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના યોગ્ય ઉપયોગથી વર્ગ શિક્ષણને અસરકારક બનાવી શકાય છે. કહેવાય છે કે, I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand એટલે કે સાંભળેલું ભૂલી જવાય છે, જોયેલું યાદ રહે છે જ્યારે પ્રત્યક્ષ કરેલું સમજી શકાય છે. જ્યારે આપણે વધુ જ્ઞાનેન્દ્રિયોને અધ્યયનમાં સાંકળીએ છીએ ત્યારે અધ્યયન વધુ ગહન બને છે.

- માનવીય અનુભવોને વિશાળફલક પર લઈ જવા માટે દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો ઉપયોગી બને છે. જ્યારે વિદ્યાર્થીને શિક્ષકના શબ્દો ઉપરાંત કંઈક નવું જોવા સાંભળવા મળે છે ત્યારે તેમાં સ્વાભાવિક રીતે જ વિદ્યાર્થીને રસ પડે છે.
- દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો દ્વારા અમૂર્ત બાબતોને મૂર્ત સ્વરૂપે રજૂ કરી શકાય છે. તેના દ્વારા અર્થસૂચક માહિતી આપી શકાય છે. ફિલ્મ,ચાર્ટ, ચિત્રો, આકૃતિ જેવાં સાધનોની મદદથી વિદ્યાર્થી વધુ સારી રીતે સમજી શકે છે.
- સંશોધનો દ્વારા પણ સાબિત થયું છે કે, દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો દ્વારા ભણાવવામાં આવે છે ત્યારે વિદ્યાર્થીને તેમાં વધુ રસ પડે છે, તેની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઊંચી જાય છે અને શીખેલું લાંબા સમય સુધી યાદ રહે છે.
- વિદ્યાર્થીઓનું ગણિત વિષય પ્રત્યેનું વલણ હકારાત્મક કરવા માટે પણ દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો ઉપયોગી બને છે.નબળા વિદ્યાર્થીઓ માટે ગણિત વિષયને સરળ અને રસપ્રદ બનાવી શકાય

છે. પ્રતિભાશાળી વિદ્યાર્થીને વધુ સમજ પ્રાપ્ત કરવા અને નવીનતાપ્રેરક કાર્ય કરવાની તક દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો દ્વારા આપી શકાય છે.

- દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોનો ઉપયોગ કરવાથી શિક્ષકના પક્ષે બોલવાનું ઓછું થાય છે. વિદ્યાર્થીઓને વધુ ક્રિયાશીલ બનાવી શકાય છે. જે બાબતોને કથન દ્વારા રજૂ કરવામાં આવે તેને ચાર્ટ, ચિત્ર દ્વારા રજૂ કરવાથી વિદ્યાર્થીઓને ભણવામાં મજા પડે છે. તેમનામાં રસ અને પ્રેરણા પેદા કરી શકાય છે.
- શિક્ષક જ્યારે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો દ્વારા ભણાવે છે ત્યારે ઓછું કથન કરવું પડે છે તેથી સમય અને શક્તિની બચત થાય છે.
- વિદ્યાર્થીઓમાં અવલોકન શક્તિ વિકસાવવામાં દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો ઉપયોગી બને છે. જો વિદ્યાર્થીને કોઈ બાબત ન સમજાય હોય તો તે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોનું ફરીથી અવલોકન કરી પ્રશ્નો પૂછી પોતાની મૂંઝવણ દૂર કરી શકે છે.
- વિદ્યાર્થીઓને પોતાની ઝડપે શીખવા માટે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો ઉપયોગી બને છે. તેમની ફૂરસદની પળોનો ઉપયોગ કરવો શક્ય બને છે. શિક્ષકની ગેરહાજરીમાં પણ દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના માધ્યમે વિદ્યાર્થીઓ અધ્યયન કરી શકે છે.
- વર્ગખંડ શિક્ષણકાર્યને જીવંત બનાવવા માટે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો મદદરૂપ બને છે.

(ક) ધ્યાનમાં રાખવાની બાબતો

- શિક્ષકે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોની પસંદગી કરતા પૂર્વે ભણાવવાના મુદ્દા અને તેના હેતુઓનો અભ્યાસ કરી લેવો જોઈએ. જેથી યોગ્ય સાધનની પસંદગી કરી શકાય.
- પ્રત્યેક મુદ્દા માટે પ્રત્યેક સાધન ઉપયોગી બનતું નથી. તેથી મુદ્દાને ધ્યાનમાં રાખી સાધનની પસંદગી કરવી જોઈએ.
- જ્યારે મુદ્દાની સમજ પૂર્ણ થાય ત્યારે જે તે સાધન લઈ લેવાનું હોય છે. નવા મુદ્દા માટે જો નવું સાધન હોય તો તેનો ઉપયોગ કરી શિક્ષણકાર્ય કરવાનું હોય છે.
- સાધનનો ઉપયોગ કઈ રીતે કરવો તેનો શિક્ષકને સ્પષ્ટ ખ્યાલ હોવો જરૂરી છે. વળી, સાધન મૂકવા કે લટકાવવાની સગવડ વર્ગખંડમાં હોય તે ખૂબ જરૂરી છે.
- સાધનની સાઈઝ વર્ગખંડ અને વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યાને અનુરૂપ હોવી જરૂરી છે.
- સાધન એવી રીતે મૂકવું જોઈએ કે લટકાવવું જોઈએ જેથી પ્રત્યેક વિદ્યાર્થી તેને જોઈ શકે તેમજ પ્રશ્નોત્તરી કરી શકે.
- જ્યારે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનનાં ઉપયોગ માટે ઈલેક્ટ્રિક પાવરની જરૂર હોય ત્યારે પૂર્વ આયોજન કરી જોઈએ.
- સાધનમાં નામનિર્દેશ યોગ્ય છે કે કેમ તે ચકાસી લેવું જોઈએ.
- અયોગ્ય દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોનો ઉપયોગ થઈ જાય તો શિક્ષક હાસ્યાસ્પદ સ્થિતિમાં મૂકાય જાય છે તેથી તેના ઉપયોગ પૂર્વે યોગ્ય આયોજન કરવું ખૂબ જરૂરી છે. સાધનનાં ઉપયોગ દરમ્યાન અને પછી કયા પ્રશ્નો પૂછવા અને કેટલોં સમય ફાળવવો તેની પૂર્વ વિચારણા ખૂબ જરૂરી હોય છે.
- ગણિત શિક્ષણ માટે સાધન ઉપયોગમાં લેતી વખતે ત્રણ તબક્કા અગત્યનાં હોય છે.

(1) **ઉત્તેજના**- આ તબક્કામાં શિક્ષકે ઉપયોગમાં લેવાના સાધન અંગે ભૂમિકા બાંધવાની હોય છે. વિદ્યાર્થીઓને સાધન દ્વારા ગણિત શીખવા માટે તત્પર બનાવવાનાં હોય છે.

(2) **રજૂઆત**-આ તબક્કામાં શિક્ષક સાધનની રજૂઆત વર્ગખંડ સમક્ષ કરે છે જેથી શીખવતા મુદ્દાને વિદ્યાર્થી વધુ સ્પષ્ટતાપૂર્વક સમજી શકે.

(3) **અનુકાર્ય**- સાધનની રજૂઆતને આધારે થયેલું શિક્ષણકાર્ય ચકાસવા માટે સ્પષ્ટ કરવા માટે અને દઢ કરવા માટે તબક્કો ખૂબ અગત્યનો હોય છે.

- શિક્ષક પોતાના વિષયાંગને અનુરૂપ એકથી વધુ સાધનોનો ઉપયોગ વર્ગખંડમાં કરી શકે છે.પરંતુ

સાધનોના ઉપયોગનો મહાવરો તેમજ લાભાલાભથી શિક્ષકે માહિતગાર થવું અતિ આવશ્યક હોય છે.

શિક્ષક નીચે મુજબના સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકે છે.

★	ગ્રાફિક સાધનો :- (દ્વિપરિમાણિય)	આલેખ, આકૃતિઓ, ચિત્રો, ચાર્ટસ, પ્લાન/નકશાઓ, ભીંતચિત્રો, ચોકબોર્ડ
★	ત્રિ-પરિમાણિય :- દૃશ્ય સાધનો	ઘન પદાર્થો, રમકડાં, નમૂનાઓ, પ્રતિકૃતિઓ, ફ્લેનલ બોર્ડ.
★	પ્રક્ષેપણ સાધનો :-	સ્લાઈડ, ફિલ્મ્સ, ઓવરહેડ પ્રોજેક્ટર, ફિલ્મપટ્ટી, CD પ્રોજેક્ટર
★	સમૂહ માધ્યમો :-	રેડિયો, ટેલિવિઝન, ચલચિત્રો, વર્તમાનપત્રો
★	અન્ય સાધનો :-	પુસ્તકો, સામયિક, મુલાકાત, પ્રવાસ.

ગણિત શિક્ષણમાં દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોની ચર્ચામાં આપણે તેના પ્રકારો અને અગત્ય વિશે વાત કરી. એ કેટલાંક અગત્યનાં સાધનોનો વિગતપૂર્ણ અભ્યાસ કરીશું.

(ડ) **અગત્યનાં દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો**

(1) **આકૃતિ-આલેખ** : ગણિતમાં આકૃતિ અને આલેખનું વિશેષ મહત્ત્વ છે. એના દ્વારા પાયાના અને મહત્ત્વનાં મુદ્દાનું સ્પષ્ટીકરણ શક્ય બને છે. તેમાં સાંકેતિક વ્યવહારો દ્વારા વિષયવસ્તુ સ્પષ્ટ કરવામાં આવે છે. આકૃતિ અને આલેખ દ્વારા શિક્ષણમાં બે કૌશલ્યો આવશ્યક છે. એક આકૃતિ આલેખ યોગ્ય રીતે દોરવા અને બીજુ આકૃતિ અને આલેખને સાર્થક રીતે સમજવા. આ બે કૌશલ્યો યોગ્ય રીતે વિકસ્યા હોય તો આકૃતિ-આલેખ દ્વારા ગણિત શિક્ષણ અસરકારક બને છે. ચિત્રની સાદી અને સરળ આવૃત્તિ જેને આકૃતિ કહેવામાં આવે છે. તેમાં કોઈ પણ પદાર્થ, પ્રાણી, વ્યક્તિ કે દૃશ્યની વિગત રજૂ કરી શકાય છે. દા.ત.શિક્ષક ચુંબકના પ્રકાર દોરે તો આકૃતિ દોરેલી કહેવાય. આકૃતિમાં સુંદર ઉઠાવ, નામ-નિર્દેશન અને ઉચિત રંગપૂરણીનો ઉપયોગ કરવાથી તેનો હેતુ સિદ્ધ કરવો સરળ બને છે. આકૃતિ આકર્ષક અને યોગ્ય-માપવાળી બનાવવાની હોય છે. બીજ ગણિતમાં $(a+b)^2$, $(a+b+c)^2$ જેવાં સૂત્રોની તારવણીમાં, અંકગણિતમાં ક્ષેત્રફળ, ઘનફળ જેવાં એકમો ભણાવવામાં તેમજ ભૂમિતિમાં જુદાં જુદાં આકારવાળી આકૃતિ અને તેના ગુણધર્મો સમજાવવા માટે શિક્ષક આકૃતિનો ઉપયોગ કરી શકે છે. માધ્યમિક કક્ષાએ ભૂમિતિના સત્યો માત્ર આકૃતિના આધારે તારવી શકાતી નથી. જો આકૃતિ દ્વારા તારવવામાં આવ્યા હોય તો પણ તાર્કિક સાબિતી આપવી જરૂરી છે. આથી આકૃતિનો ઉપયોગ શિક્ષકે કેટલાં પ્રમાણમાં અને કયા સંજોગોમાં કરવો તેનાથી સ્પષ્ટ રહેવું જરૂરી છે.

આલેખ એ સંખ્યાત્મક વિગતોની દૃશ્ય રજૂઆત છે. આલેખની મદદથી મોટી સંખ્યામાં મળેલા આંકડાઓનો સરળ, ઝડપી અને સ્પષ્ટ ખ્યાલ મળે એવું ચિત્ર રજૂ કરવામાં આવે છે. આલેખના વિવિધ પ્રકાર છે. સ્તંભાલેખ, વર્તુળાકાર આલેખ, ચિત્રાત્મક આલેખ વગેરે. આલેખનું શિક્ષણ અને આલેખ દ્વારા શિક્ષણ વચ્ચે ભેદ છે. આલેખનો સાધન તરીકે ઉપયોગ કરી ગણિત શિક્ષણનું કાર્ય નહિવત્ કરવામાં આવે છે. આમ, આલેખનો સાધન તરીકે ઉપયોગ નહિવત પ્રમાણમાં થાય છે. આલેખની મદદથી મધ્યસ્થ, ચતુર્થકો, શતાંશસ્થ જેવી ગણતરી ઝડપથી કરી શકાય છે. વિદ્યાર્થીઓની સિદ્ધિ સમગ્રપણે દર્શાવવા આલેખનો ઉપયોગ કરી ચિત્રાત્મક નિરૂપણ કરી શકાય છે. બે અજ્ઞાત સુરેખ સમીકરણ પણ આલેખની મદદથી ઉકેલી શકાય છે. વિદ્યાર્થીઓ યોગ્ય પ્રમાણમાપ લઈ આલેખ દોરે અને તેમાં દર્શાવેલ માહિતીનું યોગ્ય પૃથક્કરણ કરે તે ખૂબ જરૂરી છે.

આકૃતિ આલેખમાં પ્રમાણમાપ અને નામ નિર્દેશનમાં ભૂલ રહી જાય તો સાચી માહિતી પ્રાપ્ત થતી નથી. ગણિતના ખ્યાલો વિશે ગેરસમજ વિકસતી જાય અને આકૃતિ-આલેખ વાંચતા કે સમજતા ન આવડે તો તેની ઉપયોગિતા રહેતી નથી.

(2) **ચાર્ટ :** ચાર્ટને રેખાઓ, ચિત્રો અને શબ્દોના સંયોજનથી બનાવવામાં આવે છે. તેમાં વિષયના મુખ્ય વિચારો અને હકીકતો વચ્ચેનો સંબંધ તાર્કિક અને ક્રમબદ્ધ રીતે દર્શાવવામાં આવે છે. ચાર્ટ તૈયાર મળે છે. તેમજ શિક્ષક અને વિદ્યાર્થી સ્વયં પણ તે બનાવી શકે છે. સામાન્ય રીતે જાડા ડ્રોઈંગ પેપર ચાર્ટ બનાવવામાં આવે છે. 30"×22" કે 55"×22" ની સાઈઝના ડ્રોઈંગ પેપર પર ચાર્ટ તૈયાર કરવામાં આવે છે. રેક્ઝિન પર પ્રિન્ટ થયેલા ચાર્ટ તૈયાર મળે છે. તેમાં સંબંધિત વિષય એકમને લગતું સંક્ષિપ્ત લખાણ, જરૂરી રેખાકૃતિ, ચિત્ર અને વિષય એકમનું નામ સુવ્યવસ્થિત રીતે દર્શાવવામાં આવે છે. ચાર્ટની બનાવટમાં બે પાયાની બાબતો છે. 1) ચાર્ટમાં દર્શાવાતું વિષયવસ્તુ અદ્યતન અને ક્ષતિરહિત હોય (2) વિષયવસ્તુની રજૂઆત ચાર્ટમાં વ્યવસ્થિત રીતે અને આકર્ષક થઈ હોય. ગણિત શિક્ષણમાં વિવિધ એકમો માટે ચાર્ટ તૈયાર કરી શકાય જેમ કે (1) ઘાતાંકના નિયમો (2) સંમેય સંખ્યા રેખા (3) પૂર્વધારણાઓ (4) ત્રિકોણ અને તેના પ્રકાર (5) ચતુષ્કોણ અને તેના પ્રકાર (6) બીજગણિતના સૂત્રો (7) રચનાઓ વગેરે.

- કેટલાંક મુદ્દા માટે મૂળ વસ્તુ વર્ગખંડમાં રજૂ કરવી શક્ય ન હોય ત્યારે અથવા વસ્તુ નાની કે મોટી હોય ત્યારે ચાર્ટએ ઉપયોગી શૈક્ષણિક સાધન બને છે.

  દા.ત.ગણન, ગણ પરિચય વગેરે માટે ચાર્ટ ઉપયોગી છે.
- ચાર્ટ દ્વારા સાંકેતિક-ચિત્રાત્મક રજૂઆત કરવામાં આવે છે. તેથી ગણિત શિક્ષણ માત્ર શાબ્દિક રહેતું નથી. વિદ્યાર્થીઓને ભણવામાં રસ પડે છે.
- ચાર્ટના ઉપયોગથી શિક્ષણકાર્યમાં સાતત્ય અને સુસંગતતા જાળવી શકાય છે. વિદ્યાર્થીઓ ધ્યાન કેન્દ્રિત કરીને ભણી શકે છે.
- તૈયાર મળતાં ચાર્ટમાં વિષયવસ્તુનું સાતત્ય અને તાર્કિકના જાળવવામાં આવે છે કારણ કે તે વિશાળ સમૂહના ઉપયોગ માટે તૈયાર કરવામાં આવે છે.
- વિષય તજજ્ઞોનાં માર્ગદર્શન હેઠળ તૈયાર કરવામાં આવેલા ચાર્ટસ એકથી વધુ વર્ગોમાં લાંબા સમય સુધી ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

શિક્ષકે ચાર્ટનાં ઉપયોગ માટે નીચે મુજબની કાળજી લેવી જોઈએ.

- વિષય એકમ, તેનું વિષયવસ્તુ, વિદ્યાર્થીઓની કક્ષા, માહિતીની સત્યતા અને તાર્કિકતા જેવી બાબતોની ચકાસણી કરી ચાર્ટની પસંદગી કરવી જોઈએ.
- ચાર્ટની રજૂઆત માટે આયોજન કરવું અને યોગ્ય સમયે જરૂર જેટલા સમય પૂરતી જ રજૂઆત કરવી જોઈએ.
- એક જ ચાર્ટ દરેક વર્ગ માટે દર વર્ષે એકસરખી રીતે ઉપયોગી બનતો નથી તેથી પૂર્વ-વિચારણા જરૂરી છે.
- અભ્યાસક્રમ બદલાયો હોય અને વિષયવસ્તુમાં ફેરફાર થયો હોય ત્યારે તે મુજબનો ચાર્ટ ઉપયોગમાં લેવો જોઈએ.
- વિવિધ ચાર્ટ્સનું વર્ગીકરણ કરી યોગ્ય રીતે ગોઠવણી કરવી જોઈએ જેથી જરૂર પડે ત્યારે ચાર્ટ તરત જ મળી શકે.
- અધૂરી માહિતીવાળા કે હકીકત દોષવાળા ચાર્ટનો ઉપયોગ ન થઈ જાય તેની સાવચેતી રાખવી જોઈએ.

(3) **વસ્તુઓ-નમૂનાઓ (મૉડેલ્સ) :** ગણિત અમૂર્ત ખ્યાલોનો વિષય છે. તેને સ્પષ્ટ કરવા મૂર્ત વસ્તુઓ ઉપયોગી બને છે. ઘનફળ, ક્ષેત્રફળના એકમમાં નળાકાર, શંકુ જેવી આકૃતિ દોરવી કઠિન છે. સમઘન, લંબઘનની આકૃતિ દોરી શકાય પણ ત્રિપરિમાણદર્શક માપ સમજવું મુશ્કેલ બને છે. આથી નળાકાર, શંકુ, ઘન, લંબઘન, ગોલક જેવાં આકારો ધરાવતી

વસ્તુ વિદ્યાર્થીને બતાવી શકાય. ચેક અને તેના પ્રકારની સમજણ ચાર્ટ દ્વારા આપ્યા પછી પણ મૂળ ચેકબુક અને તેના પ્રકારો વિદ્યાર્થીને બતાવવામાં આવે તો વિદ્યાર્થી ચેક લખવામાં સમજવામાં ભૂલ કરતો નથી.

જ્યારે મૂળ વસ્તુ ઉપલબ્ધ ન હોય ત્યારે તે પરથી તૈયાર થયેલો નમૂનો એટલે કે પ્રતિકૃતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. આપણે તેને મોડેલ પણ કહીએ છીએ. ચાર્ટ, ચિત્ર કે આકૃતિ દ્વારા થતી રજૂઆત દ્વિ-પરિમાણીય હોય છે. કેટલીક બાબતોને સમજવા માટે મૂળ પદાર્થની પ્રતિકૃતિ તૈયાર કરવામાં આવે છે. $(x+y)^2$ નું વિસ્તરણ કે $(x+y+z)^2$નું વિસ્તરણ શીખવવા માટે મોડેલનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. માપકરણ માટે પણ સૂચિત માપોવાળું ખેતર, પાણીની ટાંકી, મકાનની દીવાલ, બગીચો જેવી બાબતો માટે નમૂના દ્વારા શિક્ષણ આપી શકાય છે. મૂળ વસ્તુ અને તે પરથી તૈયાર કરેલ નમૂનોએ બંન્ને વચ્ચે રહેલો ભેદ શિક્ષકે સ્પષ્ટ કરવાનો હોય છે. અહીં શિક્ષકે ઉત્તેજના-રજૂઆત-અનુકાર્યના કાર્ય સિદ્ધાંતને ધ્યાનમાં રાખી શિક્ષણકાર્ય કરવાનું હોય છે. વળી, મોડેલએ મૂળ વસ્તુની આબેહૂબ પ્રતિકૃતિ હોતી નથી પરંતુ તેની મદદથી મૂળવસ્તુની બાહ્ય આંતરિક રચના અંગે સમજ આપી શકાય છે. દા.ત.આંખનું મોડેલ, હૃદયનું મોડેલ,

નમૂનાઓ એટલે કે પ્રતિકૃતિઓ માટી, રબર, એલ્યુમિનિયમ, પ્લાસ્ટિક, ધાતુ, લાકડું, પૂઠું, પ્લાસ્ટર ઓફ પેરિસ, કાગળનો માવો વગેરેની મદદથી બનાવી શકાય છે. જો પ્રતિકૃતિ આકર્ષક ઉચિત રંગોવાળી અને મૂળભૂત બાબતોને સ્પષ્ટ કરતી હોય તો તેના વડે શિક્ષણને અસરકારક નીવડે છે.

★ **ગણિત શિક્ષણ માટે પ્રતિકૃતિનો ઉપયોગ કરતી વખતે કેટલીક બાબતો ધ્યાનમાં રાખવાની હોય છે.**

- બધા જ વિદ્યાર્થીઓ સરળતાથી જોઈ શકે એ રીતે પ્રતિકૃતિ પ્રદર્શિત કરવી જોઈએ.
- પ્રતિકૃતિને દર્શાવીને મૂળ વસ્તુ વિશેનો ખ્યાલ આપવો જોઈએ.
- પ્રતિકૃતિને અનુરૂપ યોગ્ય સમજણ આપવી જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓમાં ખોટા ખ્યાલ ન બંધાય જાય તેની વિશેષ કાળજી લેવી જોઈએ.
- પ્રતિકૃતિ સાથે પૂરક સાધનો ચિત્રો, ચાર્ટ, આલેખ આકૃતિ વગેરે દર્શાવી પ્રશ્નોત્તરી કરવી જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓની સંકલ્પના સ્પષ્ટ બને ત્યાં સુધી ચર્ચા કરવી જોઈએ.

(4) **ફ્લેનલ બોર્ડ :** ફ્લેનલ ખરબચડી રૂંવાટીવાળું કાપડ છે તેથી સપાટી પર રેખાઓ હોય છે તે વસ્તુને બરાબર જકડીને રાખે છે. ફ્લેનલ બોર્ડ બનાવવા માટે ફ્લેનલ કાપડને પ્લાયવુડ કે હાર્ડબોર્ડ પર લગાવી તેના પર લાકડાંની ફ્રેમ બેસાડવામાં આવે છે. આ બોર્ડ પર વિવિધ પ્રકારનાં ચિત્રો, આકૃતિઓ, કટિંગ્સ અને આલેખ પ્રદર્શિત કરી શકાય છે. વિદ્યાર્થીઓ એક સાથે ચિત્રો, આકૃતિ આલેખનું અવલોકન કરી શકે છે. રસપૂર્વક અધ્યયન કરી શકે છે. વિદ્યાર્થીઓ પાસે ફ્લેનલ બોર્ડ માટેના કટિંગ્સ બનાવડાવી શકાય.

(5) **સ્લાઈડ :** આ એક પ્રક્ષેપણ સાધન છે. તેનો ઉપયોગ સ્લાઈડ પ્રોજેક્ટર દ્વારા પડદા પર પ્રોજેક્શન કરવા માટે થાય છે. તે પારદર્શક પ્લાસ્ટિકની તકતી છે. સ્લાઈડની તકતીની સાઈઝ 2"×2" અથવા 3.1/4"×3.1/4" હોય છે. સ્લાઈડ પર ચિત્ર કે લખાણ હોય અને તેમાંથી પ્રકાશ પસાર થાય અથવા અમુક પાત્રમાંથી પ્રકાશ પસાર ન થાય એ રીતે પડદા પર મોટા કદનું તે ચિત્ર કે લખાણ જોવામાં આવે છે. સ્લાઈડ તૈયાર કરી શકાય છે પરંતુ અગત્યના વિષયો એકમોની સ્લાઈડ જથ્થાબંધ તૈયાર કરવી પડે છે ત્યારે ફોટોગ્રાફિક પદ્ધતિએ તૈયાર કરવામાં આવે છે. જેમાં સાઈઝ મુજબના કાચ ઉપર ઉપયોગી ચિત્રલખાણની પોઝિટિવ પ્રિન્ટ મેળવવામાં આવે છે.

સ્લાઈડ એ પણ શિક્ષણના સાધન 'ચાર્ટ'ની જેમ જ ઉપયોગી છે. બંનેનેમાં જરૂરી વિષયવસ્તુનું ચિત્ર કે લખાણ વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ રજૂ કરવામાં આવે છે. ચાર્ટમાં વિષયવસ્તુ કાગળ ઉપર હોય છે. જ્યારે સ્લાઈડ દ્વારા ભણાવવા માટે સ્લાઈડ પ્રોજેક્ટરની ઉપયોગ કરાતો હોવાથી વર્ગખંડમાં અંધારું હોવું જરૂરી છે.

- સ્લાઈડ દ્વારા વિષયવસ્તુને ટૂંકમાં રજૂ કરી શકાય છે અને વર્ષો વર્ષ તે ઉપયોગી બને છે. ચાર્ટ જેટલી જાળવણીની જરૂર રહેતી નથી. 'ક્રિયા દ્વારા શિક્ષણ' શક્ય બને છે.
- ગણિતના એક એકમને ભણાવવા માટે એકથી વધુ સ્લાઈડ જરૂરી બને છે. આથી એકમને વધુ વિભાગોમાં અને વિભાગોને મુદ્દાને વહેંચીને મુદ્દા પ્રમાણે ક્રમાનુસાર સ્લાઈડ તૈયાર કરવાની રહે છે.
- પાઠ્યપુસ્તકમાં ન આપી શકાય હોય એવી વિગતોને ચિત્ર કે લખાણ દ્વારા રજૂ કરવા માટે સ્લાઈડ ઉપયોગી બને છે. આમ, પાઠ્યક્રમનો હેતુ સિદ્ધ કરી શકાય.
- શિક્ષકે વર્ગખંડમાં સ્લાઈડનો ઉપયોગ કરવો હોય ત્યારે શિક્ષણકાર્ય અગાઉ જે તે એકમ માટે સ્લાઈડ ક્રમાનુસાર ચકાસી લેવી જોઈએ. પૂર્વ અવલોકન કરવાથી વર્ગખંડમાં ચર્ચા, પ્રશ્નોત્તરી, અનુકાર્ય કરવા માટેનું આયોજન કરી શકાય છે.
- વર્ગખંડમાં ટેપ-સ્લાઈડનો સંયુક્ત ઉપયોગ કરવામાં સ્લાઈડને અનુરૂપ સમજૂતી અગાઉથી રેકોર્ડ કરી લેવામાં આવે અને સ્લાઈડ બતાવવામાં આવે ત્યારે સાથે સમજૂતી સંભળાવવામાં આવે આમ, દૃશ્ય અને વાર્તાલાપની સંયુક્ત અસર સર્જી શકાય છે.

(6) **ફિલ્મ સ્ટ્રીપ** : આ એક ચિત્રપટ્ટી છે 33mmની પહોળાઈવાળી પારદર્શક કચકડાની પટ્ટી હોય છે. પટ્ટીની બંને બાજુ કાણાં હોય છે. પટ્ટીની લંબાઈ 2 ફૂટથી 5 ફૂટ સુધીની હોય છે. પટ્ટી રંગીન કે બ્લેક એન્ડ વ્હાઈટ હોઈ શકે છે. આ પટ્ટી પર ચિત્રોની હારમાળા હોય છે અને તેમાં સમગ્ર એકમને આવરી લે તે રીતે ચિત્રો ગોઠવેલા હોય છે. ફિલ્મ સ્ટ્રીપના પ્રોજેક્ટર દ્વારા ફિલ્મ સ્ટ્રીપ પરના ચિત્રો, આકૃતિઓ, અન્ય સામગ્રીનું પ્રક્ષેપણ કરી શકાય છે. ફિલ્મ સ્ટ્રીપ દર્શાવતી વખતે અગત્યના મુદ્દાની ચર્ચા કરવામાં આવે છે. પ્રશ્નોત્તરી કરવામાં આવે. વિદ્યાર્થીઓ પોતાની નોંધ પણ કરી શકે છે. જો ફિલ્મ સ્ટ્રીપ સાથે સમજૂતી કથન સ્વરૂપે ન આવવી હોય તો કથન સામગ્રીનું રેકોર્ડિંગ કરી ફિલ્મ સ્ટ્રીપ સાથે તેનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

- રાજ્ય સરકાર અને કેન્દ્ર સરકારના શિક્ષણ ખાતાના દૃશ્ય-શ્રાવ્ય વિભાગમાંથી ફિલ્મ સ્ટ્રીપ મેળવી શકાય છે.
- સરળતાથી કઠિનતાનો મનોવૈજ્ઞાનિક ક્રમ જાળવીને ફિલ્મ સ્ટ્રીપ દ્વારા અસરકારક અધ્યયન-અધ્યાપન કરાવી શકાય છે.
- અહીં પૂર્વ અવલોકન ખૂબ જરૂરી છે. વર્ગખંડમાં ક્યારે ફિલ્મ સ્ટ્રીપ બતાવવી ? શું ચર્ચા કરવી ? મૂલ્યાંકન કઈ રીતે કરવું ? તેમજ ચર્ચા-પ્રશ્નોત્તરી માટે કેટલો સમય ફાળવશે ? વગેરે બાબતે પૂર્વ આયોજન કરી લેવું પડે છે.

(7) **ઓવરહેડ પ્રોજેક્ટર** : આ એક પ્રક્ષેપણ સાધન છે. તેનો ઉપયોગ સરળ છે અને અન્ય પ્રોજેક્ટરની જેમ પડદાથી દૂર પ્રોજેક્ટર મૂકવાની જરૂર રહેતી નથી. પડદો ન હોય તો સફેદ દિવાલ પર પણ પ્રક્ષેપણ કરી શકાય છે. કથન સાથે પ્રોજેક્ટર દ્વારા ચિત્ર, આકૃતિ, માહિતીનું પ્રક્ષેપણ કરી શિક્ષણકાર્ય કરાવી શકાય છે. સાત ઈંચ પહોળા અને જરૂરી લંબાઈવાળા પારદર્શક પ્લાસ્ટિક પર વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ, આકૃતિઓની નોંધ કરવામાં આવે છે. તૈયાર ટ્રાન્સપરન્સી બજારમાં મળતી હોય છે. તેના પર કાયમી શાહીવાળી પેનથી લખાણ કે આકૃતિ તૈયાર કરવામાં આવે છે. ગણિતમાં ભૂમિતિની આકૃતિઓ, આંકડાશાસ્ત્રના આલેખો અગાઉથી ટ્રાન્સપરન્સી પર દોરી તેનું પ્રક્ષેપણ કરી શકાય. શિક્ષક ચર્ચા દરમ્યાન કંઈક નવું ઉમેરવા ઈચ્છે તો ટ્રાન્સપરન્સી પર લખી શકે છે. સ્લાઈડ અને ફિલ્મસ્ટ્રીપની જેમ ટ્રાન્સપરન્સી પર લખાણ, ચિત્રો તૈયાર રાખી શકાય. ટ્રાન્સપરન્સી પર માહિતી લખેલી હોય છે અને ક્રમાનુસાર એક પછી એક ટ્રાન્સપરન્સી બતાવવાની હોય છે. જે વસ્તુનું પ્રક્ષેપણ ન કરવું હોય તેના પર અપારદર્શક પદાર્થ મૂકી દેવાનો હોય છે. ગણિતમાં દાખલો ગણાવવા માટે પણ તેના એક પછી એક પદનું પ્રક્ષેપણ કરી શકાય. જે વિદ્યાર્થીઓ માટે રસ અને પ્રોત્સાહન વર્ધક બને છે. ટ્રાન્સપરન્સી પર તૈયાર થયેલી માહિતી અનેક વર્ષો સુધી ઉપયોગી બની શકે છે. શિક્ષકને વારંવાર લખાણ લખવાની કે આકૃતિ દોરવાની જરૂર રહેતી નથી, સમય,

શક્તિ બચે છે. વિદ્યાર્થીઓને ભણવાનું ગમે છે. શિક્ષક માત્ર કથન દ્વારા ભણાવે ત્યારે વિદ્યાર્થી કંટાળી જાય છે, જો આ રીતના પ્રયોગથી ભણાવવામાં આવે તો તેમને રસ પડે છે.

ઓવરહેડ પ્રોજેક્ટરમાં અંદરની તરફ એક વીજળીનો ગોળો હોય છે. જ્યારે તેને ચાલુ કરીએ છીએ ત્યારે એ બલ્બ પ્રકાશિત થાય છે. આથી ઉપયોગ દરમ્યાન કે ઉપયોગ પછી તરફ ઓવરહેડ પ્રોજેક્ટરને ખસેડવું જોઈએ નહીં. જો ખસેડવામાં આવે તો બલ્બની ફિલામેન્ટ તૂટી જવાનો સંભવ રહે છે. પ્રોજેક્ટરના ઉપયોગ બાદ તેમાંનો નાનો પંખો ચાલુ રાખવાથી બલ્બની ફિલામેન્ટ ઠંડી પડે છે. સ્લાઈડ પ્રોજેક્ટર, ફિલ્મ સ્ટ્રીપ પ્રોજેક્ટરની જેમ ઓવરહેડ પ્રોજેક્ટરમાં પણ કથન માટેની સામગ્રીનું પૂર્વેથી રેકોર્ડિંગ કરી પ્રક્ષેપણ સાથે સંભળાવી શકાય છે.

(8) મલ્ટિ મિડીયા પ્રોજેક્ટર :

શિક્ષણને રસપ્રદ અને વ્યાખ્યાન પદ્ધતિમાં ફેરફાર લાવવા શિક્ષણમાં શૈક્ષણિક સાધનોની શરૂઆત થઈ. **પ્રો.એડગર ડેલનો** ફાળો પણ શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ વધારવામાં ઘણો ગણાય. દશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોની મદદથી શિક્ષણ સરળ અને સરસ બનવા લાગ્યું છે. માત્ર ચોક અને બ્લેકબોર્ડને જ શૈક્ષણિક સાધન ગણવા હવે શરમજનક ઘટના ગણાય છે. ફિલ્મ સ્ટ્રીપ પ્રોજેક્ટર અને એપિડાયોસ્કોપ હવે આઉટડેટેડ થવા લાગ્યા છે. OHPએ પ્રક્ષેપણનું સાધન ગણાય પણ સ્થિર સાધન છે જ્યારે કમ્પ્યુટરમાં જોઈ શકાતી, સાંભળી શકાતી બાબતોનું મોટા પડદા પર પ્રક્ષેપણ માટે મલ્ટિમીડિયા કીટ વપરાય છે. જેમાં કમ્પ્યુટર, સ્પીકર તથા L.C.D. (Liquide Cristal Display)નો સમાવેશ થાય છે. હાલના સમયમાં શિક્ષણકાર્યનું આ આધુનિક સાધન ગણાય છે. L.C.D.નું કામ કમ્પ્યુટરની Screen પર જોઈ શકાતી બધી જ બાબતોને મોટા પડદે રંગીન કિરણોથી પ્રોજેક્શન કરવાનું છે. જેથી એક જ કમ્પ્યુટર અને L.C.D. દ્વારા શિક્ષક આખા વર્ગને સરળ સમજૂતી આપી શકે છે.

મલ્ટીમિડીયા પ્રોજેક્ટરના ઉપયોગથી :

- અધ્યયનના અનુભવો રસપ્રદ, ઉત્સાહવર્ધક, આકર્ષક, કાયમી અને પ્રેરક બને છે.
- એકસાથે અલગ અલગ પ્રકારનાં બે-ત્રણ સાધનોનો (OHP, સ્પીકર, ટેપ, ટીવી) ઉપયોગ કરવો મુશ્કેલ પડે છે તેવા સંજોગોમાં મલ્ટિમીડિયા પ્રોજેક્ટર સરળતા બક્ષે છે.
- ઈન્ટરનેટ અને કમ્પ્યુટર સાથે જોડીને વર્ગખંડને વૈશ્વિક બનાવી શકાય છે.
- પાઠનાં જુદાં જુદાં સોપાનને PPT સ્લાઈડ દ્વારા તૈયાર કરી ભણાવવાથી ન્યાય આપી શકાય છે. શિક્ષણમાં વિવિધતા લાવી શકાય છે.
- વર્ગમાં જ કોઈ નિષ્ણાંત વક્તા સાથે ટેલિકોન્ફરન્સ ગોઠવી શકાય છે.
- માહિતીનું વિશાળ દૃષ્ટિકોણથી સંયોજન કરી શકાય છે તથા તેનું નિદર્શન પણ કરી શકાય છે.
- શિક્ષકની વ્યાવસાયિક સમૃદ્ધિ વધે છે અને નીરસતા ઘટે છે.
- વર્ગખંડમાં લાવી ન શકાય તેવી બાબતો, ઘટના, વસ્તુઓ, વ્યક્તિઓ, દશ્યો, અવાજોને બતાવી સંભળાવી શકાય છે.
- શિક્ષક અને વિદ્યાર્થીઓનું કમ્પ્યુટરનું જ્ઞાન વિકસતું જાય છે.

મલ્ટીમિડીયા પ્રોજેક્ટરની મર્યાદાઓ :

- L.C.D.ના ઉપયોગ માટે શિક્ષક પાસે કમ્પ્યુટરનું જ્ઞાન આવશ્યક છે. તે વગર આ સાધન નકામું છે.
- ખર્ચમાં બધી શાળા-કૉલેજોને પરવડે તેવું નથી.
- ખૂબ નાજુક સાધન છે જેથી તેની સાચવણી જરૂરી છે અને તેનો ઉપયોગ કૌશલ માગી લે તેવો છે.

(ઇ) દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનોના પ્રાપ્તિ સ્થાનો

શાળા શિક્ષણના સાધનો ખરીદી પર, લોન પર કે સ્વહસ્ત-બનાવટ દ્વારા મેળવી શકે. શાળાએ પોતાની સગવડ મુજબ એક યા બીજી રીતે આ સાધનો મેળવવાનાં રહે. આ માટે નીચેનાં કેટલાંક સરનામાં ઉપયોગમાં લઈ શકાય.

1. **Department of Audio-Visual Education, N.C.E.R.T.Indraparasthe Estate, New Delhi-1**

   આ સંસ્થાનું સભ્ય પદ ધરાવતી શૈક્ષણિક સંસ્થા લોન પર કે ખરીદીથી અનેકવિધ ફિલ્મ્સ તેમજ ફિલ્મ-સ્ટ્રીપ્સ મેળવી શકે છે. આ સંસ્થામાં ફિલ્મ-લાઈબ્રેરીની સુવિધાઓ છે.

2. **National Education & Information Films Ltd. National House, Tulloch Road, Bomabay-400 039**

   આ સંસ્થામાંથી 16 એમ.એમ.તેમજ 8 એમ.એમ.ની અનેકવિધ ફિલ્મ્સ સરકાર શ્રીના પ્રમાણિત દરે વેચાણથી મળી શકે છે.

3. **National Visual Aid Corpotration, Rustom Building, 3rd Floor, 29, Veer Nariman Road, Bombay.**

   આ એજન્સી પાસેથી ફિલ્મ્સ, ફિલ્મ સ્ટ્રીપ્સ તેમજ સ્લાઈડ્સ વેચાણથી મળી શકે છે.

4. દૃશ્ય-શ્રાવ્ય શિક્ષણ વિભાગ, રાજ્ય શિક્ષણ ભવન, રાયખડ વિસ્તાર, અમદાવાદ-1. ગુજરાત સરકારની આ સંસ્થા પાસેથી સભ્યપદ ધરાવતી શૈક્ષણિક સંસ્થાઓ લોન પર વિવિધ ફિલ્મ્સ અને ફિલ્મસ્ટ્રીપ્સ મેળવી શકે છે.

5. **Shah & Co and Associates, Lal Darwaja, Ahmedabad-380 001.**

   આ એજન્સી પાસેથી સ્લાઈડ્સ, ફિલ્મસ્ટ્રીપ્સ તેમજ 8 એમ.એમ. અને 6 એમ.એમ.ફિલ્મ્સ વેચાણથી મળી શકે છે.

   આ ઉપરાંત, રાજ્યની એવી બી.એડ્.કોલેજો કે જ્યાં સરકાર દ્વારા સેવા વિસ્તરણ કેન્દ્રો (Extension centres) ચાલતાં હોય ત્યાંથી પણ શૈક્ષણિક સંસ્થાઓ ફિલ્મ સ્ટ્રીપ્સ અને વિવિધ ફિલ્મ્સ વગેરે લોન પર મેળવી શકે છે. ગુજરાત રાજ્યમાં આવતાં કેન્દ્રો, સુરત, વડોદરા, અમદાવાદ (એ.જી.ટીચર્સ કૉલેજ), વલ્લભ વિદ્યાનગર, પોરબંદરની બી.એડ્.કૉલેજોમાં છે.

12.4 સ્વ-નિર્મિત સાધનો

બાળકો અને શિક્ષકો ખૂબ જ ઓછા ખર્ચનાં નકામી વસ્તુઓનો ઉપયોગ કરી પોતાની જાતે જ સાધનો તૈયાર કરે તો તેવા સાધનો સ્વનિર્મિત સાધનો કહેવાય.

અસરકારક શિક્ષણ માટે તૈયાર ઉપકરણો સિવાય સ્વનિર્મિત ઉપકરણોનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. સ્વનિર્મિત ઉપકરણો શિક્ષક દ્વારા કે શિક્ષકના માર્ગદર્શન હેઠળ બાળકો પાસે તૈયાર કરાવી શકાય છે. આ રીતે તૈયાર થયેલાં ઉપકરણો ખૂબ જ સરળ હોય છે. આ રીતે બાળકો દ્વારા તૈયાર થયેલા ઉપકરણોના કેટલાંક ફાયદાઓ છે.

- બાળકો ઉપકરણો બનાવવાનું ગૌરવ લે છે અને પોતે બનાવેલ હોવાથી વર્ગ અધ્યાપનમાં ઉપયોગ વખતે તેઓ વધારે રસ લે છે.
- બાળકોમાં રચનાત્મક વલણ કેળવાય છે.
- શૈક્ષણિક ઉપકરણ પાછળ રહેલો સિદ્ધાંત બાળકો વધુ સારી રીતે સમજી શકે છે.
- અન્ય બાળકોમાં અનુકરણના ભાવ વિકસે છે.

  ગણિત શિક્ષણની અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રીની જરૂર જણાય ત્યાં શિક્ષકે આ રીતે સરળ સસ્તી અને ટકાઉ અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી શિક્ષકે જાતે બનાવતાં પણ શીખી લેવું જોઈએ. બજારમાં મળતી તમામ સામગ્રી અભ્યાસક્રમને અનુરૂપ ન પણ હોઈ શકે તથા કેટલીકવાર આપણી માતૃભાષામાં ઉપલબ્ધ ન પણ હોય તે સંજોગોમાં સ્વનિર્મિત સાધનસામગ્રી ખૂબ જ મદદરૂપ થાય છે. આવી સામગ્રી કેવી રીતે બનાવવી તથા તેનો વર્ગશિક્ષણમાં કેવી રીતે ઉપયોગ થઈ શકે તે અંગેનું કૌશલ્ય પણ શિક્ષકે કેળવવું જોઈએ. આમ, સ્વનિર્મિત અધ્યાપન સાધન સામગ્રીના

ઉપયોગથી પણ શિક્ષણકાર્ય રસપ્રદ, જીવંત, સરળ તથા કુતૂહલ પેદા કરે તેવું બની શકે છે.

માધ્યમિક શાળામાં ક્યાં ક્યાં સ્વનિર્મિત સાધનો બની શકે તેની યાદી આ મુજબ ગણાવી શકાય.

- **ઘન આકારો :** નળાકાર, પિરામિડ, ગોળો, શંકુ, લંબચોરસ, ચોરસ, ત્રિકોણ વગેરે આકારો પૂંઠામાંથી, થર્મોકોલમાંથી કાપીને બનાવી શકે છે. જરૂર પડે તેના પર રંગીન પેપર લગાડી તેને આકર્ષક બનાવી શકાય છે. ચતુષ્કોણોના પ્રકારો તૈયાર કરી શકતી અને તેમનાં ગુણધર્મો દર્શાવી શકતી પ્રતિકૃતિ, ગણનયંત્ર, ગણિત-ગમ્મત માટેની પ્રતિકૃતિઓ, જાતજાતની લાકડાની ઘન આકૃતિઓ વગેરે જેવાં ઉત્તમ કોટિનાં ઘણાં સાધનો વિદ્યાર્થીઓનો સહકાર મેળવી શિક્ષક તૈયાર કરી શકે છે.
- **મોડેલ્સ :** $(a+b)^2$ નું વિસ્તરણ ક્ષેત્રફળની મદદથી સાબિતિનું પૂંઠાના લાકડાના મૉડેલ કમ્પ્યુટરનું મૉડેલ્સ બનાવવું. ત્રિકોણના પ્રકારોનો મોડેલ, જુદાં જુદાં આકારો માટેનાં મોડેલ્સ બનાવવાં.

  $(x+y)^3$, $(x+y+z)^2$, x^2-y^2 ના અવયવનાં પ્રતિકૃતિ-મૉડેલ બનાવી શકાય છે.
- **ચિત્રો-આકૃતિઓ :** કેટલાંક ચિત્રો અને આકૃતિઓ સાદા કાગળ કે ચાર્ટ સ્વરૂપે તૈયાર કરી શકાય છે જેમકે વેન ડાયગ્રામનો ચાર્ટ, ગુણાકારોનો ચાર્ટ, ઘાતાંકના નિયમોનો ચાર્ટ, લઘુગુણકના નિયમોનો ચાર્ટ, કમ્પ્યુટરના જુદાં જુદાં ભાગોના ચાર્ટ્સ.
- **ચાર્ટસ :** અધ્યાપક સ્થાને નીચેના વિષય પર ચાર્ટસ, તૈયાર કરી શકાય છે.
- ગણ સિદ્ધાંતની વિવિધ ક્રિયાઓ અને તેને દર્શાવતી વેન આકૃતિઓના ચાર્ટ્સ.

(અ) સ્વ-નિર્મિત સાધનોનું મહત્ત્વ

1. વિદ્યાર્થીઓના ગાણિતિક ખ્યાલો સ્પષ્ટ બને છે.
2. વિદ્યાર્થીઓની સર્જનશક્તિ ખીલે છે.
3. આવાં સાધનોનો શિક્ષક વર્ગમાં ઉપયોગ કરે અથવા કૃતિઓની શિક્ષક પ્રશંસા કરે તો બાળકો પોતે તૈયાર કરેલ કૃતિઓ માટે ગૌરવ અનુભવે છે અને ગણિતના વિષયમાં વધુને વધુ રસ લેતાં થાય છે.
4. બાળકોને નવું નવું જાણવાની તેમજ નવું નવું કરવાની પ્રેરણા મળે છે.
5. સાધનોની બનાવટ પાછળનાં ગાણિતિક સિદ્ધાંતો કે સત્યો બાળકો સરળતાથી સમજી શકે છે.
6. બાળકોને ફુરસદના સમયનો સદઉપયોગ કરવાની ટેવ પડે છે.
7. ઓછા ખર્ચે વર્ગમાં સરળતાથી વાપરી શકાય તેમજ સહેલાઈથી ગાણિતિક સત્યો સમજાવી શકાય તેવી કૃતિઓ ગણિત શિક્ષણ માટે તૈયાર થઈ શકે છે.
8. કેટલાંક સાધનોની મદદ વડે વિદ્યાર્થીઓનાં ગણિત અંગેના ખોટાં ખ્યાલો દૂર કરી શકાય છે.
9. બાળકોમાં રચનાત્મક વલણ કેળવી શકાય છે.
10. બાળકો ક્રિયા દ્વારા જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરે છે.

ગણિત શિક્ષણને સરળ અને રોચક બનાવવાં માટે હાથ બનાવટનાં સાધનો સવિશેષ ઉપયોગી નીવડે છે. બાળકોએ તૈયાર કરેલાં સાધનો જ્યારે શિક્ષક વર્ગમાં વાપરે છે ત્યારે બાળકો તેમાં અનોખો રસ દાખવે છે.

NCERT ની C.I.E.T. સંસ્થાએ રાજ્યોનાં શિક્ષણ ખાતા તથા સ્વૈચ્છિક ગ્રામીણ સંસ્થાઓનાં સહકારથી પ્રાથમિક અને માધ્યમિક શાળાઓનાં શિક્ષકો માટે 'ઓછા ખર્ચાળ સાધનો' ઉપર શ્રેણીબદ્ધ કાર્યક્રમો યોજેલ છે.

સ્વનિર્મિત સાધનો ઉપરના કાર્યક્રમોની એક શ્રેણી વિડીયો પર તૈયાર કરવામાં આવી છે જેનું પ્રસારણ ઈન્સેટ સાથે જોડાયેલાં રાજ્યોમાં અવારનવાર કરવામાં આવે છે. સ્વનિર્મિત સાધનો માટેની માર્ગદર્શિકાઓ તેમજ પુસ્તકો નીચેના સ્થળેથી મળી આવે છે.

સ્વનિર્મિત સાધનોના ક્ષેત્રમાં પાયાનું કાર્ય કરી રહેલ કેટલાંક સ્વૈચ્છિક મંડળો અને સંસ્થાઓનાં નામ અને સરનામાં આ પ્રમાણે છે.

1. Kishor Bharti
   Village Pali Piparia, Vai Bankheri,
   Dist, Hosangabad (M.P)
2. Social Work and Research Centre, Tilonia,
   Ajmer (Rajasthan)
3. State Institute of Educational Reserch and Training,
   Udaipur (Rajasthan)
4. Miltra Niketan
   Valland, (Dist.Trivendrum)
5. Vikram A.Sarabhai Community Science Centre.
   Navrangpura, Ahmedabad (Gujarat State)

12.5 શૈક્ષણિક સાધન તરીકે કમ્પ્યુટર

ગણિત શિક્ષણમાં કમ્પ્યુટર અનેકવિધ રીતે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

(અ) કમ્પ્યુટર દ્વારા અધ્યાપન (CAT : Computer Assisted Teaching)

અહીં અધ્યાપનમાં કમ્પ્યુટરની મદદ લેવામાં આવે છે. કોઈખાસ વિગતનું નિદર્શન કમ્પ્યુટર દ્વારા કરી શકાય છે. માઈક્રોસોફ્ટ પાવરપોઈન્ટ પ્રોગ્રામ ખાસ આ ઉદ્દેશ્યને ધ્યાનમાં રાખીને તૈયાર કરવામાં આવ્યો છે.

ગણિતની જરૂરી વિગતોને આધારે પાવર પોઈન્ટમાં તેની સ્લાઈડ બનાવી શકાય અને તેનું નિદર્શન કમ્પ્યુટરની મદદથી કરી શકાય છે.

દા.ત.ત્રિકોણની એકરૂપતાની શરતો સ્લાઈડ-તૈયાર કરી તેનું કમ્પ્યુટર દ્વારા નિદર્શન કરી અધ્યાપન કાર્ય કરી શકાય છે.

- ત્રિકોણની એકરૂપતાની શરતો સ્લાઈડ-તૈયાર કરી તેનું કમ્પ્યુટર દ્વારા નિદર્શન કરી અધ્યાપન કાર્ય કરી શકાય છે.
- ખૂણાના પ્રકાર, ત્રિકોણના પ્રકારની સ્લાઈડો બની શકે છે.
- નિત્યસમોના ઉકેલની જુદી રીતો
- અવયવોની જુદી જુદી રીતો
- દ્વિઘાત સમીકરણના ઉકેલની રીતો
- ગુણોત્તર તથા પ્રમાણના નિયમો
- વર્તુળ અને જીવાનાં પ્રમેયો.

  ગણિત વિષયમાં ઘણી બધી સ્લાઈડ તૈયાર કરી શકાય છે અને તેનું નિદર્શન વર્ગમાં કરી અધ્યાપન કાર્ય કરી શકાય છે.

(બ) કમ્પ્યુટર દ્વારા અધ્યયન (CAl : Computer Assisted Learning)

આ પરિસ્થિતિમાં વર્ગના વિદ્યાર્થીઓ માટે એક કમ્પ્યુટર પ્રોગ્રામ તૈયાર કરવામાં આવે છે. અભિક્રમિત અધ્યયનના અભિગમથી કમ્પ્યુટર દ્વારા અધ્યયન માટેનો પ્રોગ્રામ અભિક્રમોના સ્વરૂપમાં જ તૈયાર કરવામાં આવે છે. અહીં અભિક્રમોને રજૂ કરવા માટેના એક અસરકારક માધ્યમ તરીકે કમ્પ્યુટર કાર્ય કરે છે. શીખનાર કમ્પ્યુટર સાથે સતત આંતરક્રિયા કરી શીખે છે. ઈન્ટરેક્ટીવ મલ્ટિમીડિયાના સ્વરૂપે ઉપલબ્ધ શૈક્ષણિક સોફ્ટવેર્સના ઉત્પાદનની શરૂઆત થઈ છે. અંગ્રેજીમાં આ પ્રકારના સોફ્ટવેર્સ ઉપલબ્ધ છે.

અત્યારે હાલ "Knowledge ware India" આવા શૈક્ષણિક પ્રોગ્રામો વિષયવાર બનાવે છે.

ધોરણ 8, 9, 10ના ગણિતના જુદાં જુદાં મુદ્દાઓ માટે Knowledge ware India દ્વારા પ્રોગ્રામો તૈયાર કરવામાં આવ્યાં છે ગણિત, વિજ્ઞાન, અંગ્રેજી જેવાં વિષયો માટે સારા કાર્યક્રમો ગુજરાતી અને અંગ્રેજી

બંને માધ્યમમાં ઉપલબ્ધ છે. જેનું પ્રાપ્તિ સ્થાન નીચે મુજબ છે.

404, White Cross

Opp.Helios Pharmaceutical

Gulabai Tekra, Ellisbridge-6.

અત્યારે હાલ Intel કંપની દ્વારા શિક્ષકોએ શૈક્ષણિક વિષયની સ્લાઈડ કેવી રીતે બનાવવી તેના કાર્યક્રમો થઈ રહ્યાં છે. ગણિતમાં રસ ધરાવતા તથા કમ્પ્યુટરના ઉપયોગથી ગણિત શીખવવા માંગતા શિક્ષકોએ Intel કંપનીનો સંપર્ક સાધવા વિનંતી છે.

12.6 ગણિત પ્રયોગશાળા

સામાન્ય રીતે એવું માનવામાં આવે છે કે પ્રયોગશાળા એ વિજ્ઞાન શીખવા માટે ઉપયોગી છે. ગણિતએ ગણતરીનો વિષય છે તેમાં પ્રયોગશાળાની જરૂરિયાત નથી. વળી, ગણિતએ અમૂર્ત સંકલ્પનાઓ ધરાવે છે તેમાં પ્રાયોગિક કાર્ય કરી શકાય નહીં. પરંતુ આ ખ્યાલ અયોગ્ય છે. ગણિત શિક્ષણને અસરકારક બનાવવા માટે અમૂર્ત સંકલ્પનાઓ સ્પષ્ટ કરવા માટે મૂર્ત સ્વરૂપ સાધનોની જરૂરિયાત રહે છે. ગણિતના સાધનોથી સજ્જ પ્રયોગશાળાને ગણિત પ્રયોગશાળા કહેવામાં આવે છે. આ એકમમાં આપણે ગણિત પ્રયોગશાળા તે શીખવા પાછળનાં હેતુઓ, તેમાં જરૂરી સામગ્રી વિશેની ચર્ચા કરીશું.

12.7 ગણિત પ્રયોગશાળાના હેતુઓ

ગણિતનાં વિવિધ મુદ્દાને શૈક્ષણિક સાધનોથી સમજાવવા માટે તેમજ વિદ્યાર્થીઓને સ્વયં પ્રયોગ કરી ગણિત શીખવા માટે ગણિત પ્રયોગશાળા ખૂબ ઉપયોગી છે. ગણિતમંડળની વિવિધ પ્રવૃત્તિઓનું સંચાલન અને સર્જન કરવા માટે પણ ગણિત પ્રયોગશાળા જરૂરી છે. ગણિતમાં રહી ગયેલી કચાશ દૂર કરવા તેમજ વિવિધ સંકલ્પનાઓના દઢિકરણ માટે તેમજ નવીન ખ્યાલોને સમજવા માટે ગણિત પ્રયોગશાળા ઉપયોગી છે.

ગણિત પ્રયોગશાળામાં ગણિતને લગતા વિવિધ પ્રકારનાં શૈક્ષણિક સાધનોનું પ્રદર્શન ગોઠવેલું હોય છે. આ પ્રદર્શનમાં મૂકવા માટેનાં શૈક્ષણિક સાધનો તૈયાર કરવા માટે ગણિત પ્રયોગશાળા દ્વારા ગણિતનું પુસ્તકાલય તેમજ ગણિતના વર્કશોપના કાર્ય એમ બંને હેતુ સિદ્ધ થાય છે. ગણિત વિષયની પ્રયોગશાળા રાખવા પાછળનાં મુખ્ય હેતુઓ આ મુજબ છે :-

1. વિદ્યાર્થીઓને ગણિતશાસ્ત્રમાં રસ લેતાં કરવા.
2. વિદ્યાર્થીઓને ગણિત માટે પ્રેરણા પૂરી પાડવી તેમજ તેમને સ્પર્શતી બાબતોને ધ્યાનમાં રાખી ગાણિતિક વિષયને અનુરૂપ શૈક્ષણિક અનુભવો પૂરાં પાડવા.
3. વિદ્યાર્થીઓના ગાણિતિક સિદ્ધાંતોને લગતાં ખ્યાલો સ્પષ્ટ કરવાં.
4. ગણિતશાસ્ત્રના શિક્ષણ માટે ઉપયોગી બને તેવાં હસ્તકૃત સાધનો તૈયાર કરવાં.
5. ગણિતમાં પ્રતિભાશાળી બાળકોની ખોજ કરવી.
6. બાળકોની સર્જનાત્મક અને શક્તિઓનો વિકાસ સાધવો.
7. બાળકોમાં ગાણિતિક વલણ કેળવવું.
8. ગણિતને લગતી શોખની પ્રવૃત્તિઓનો વિકાસ સાધવો.
9. બાળકોની અવલોકનશક્તિ, નિર્ણયશક્તિ, સંઘવૃત્તિ વગેરેનો વિકાસ કરવો.

ગણિતની પ્રયોગશાળામાં પ્રમાણમાં મોટું અને એક બાજુ આલેખ અંકિત કરેલું શ્યામપટ્ટ ખંડના દરેક વિદ્યાર્થી સરળતાથી રજૂ કરેલી વિગતો જોઈ શકે તેવા ઉચિત સ્થાને મૂકેલું હોવું જોઈએ. તેના પર ડાબી બાજુથી પર્યાપ્ત માત્રામાં પ્રકાશ પડતો હોવો જોઈએ.

પ્રયોગશાળામાં શ્રીધરાચાર્ય, રામાનુજન, આર્કિમિડિઝ, ન્યૂટન, ગેલિલિયો વગેરે જેવાં વિખ્યાત ગણિતજ્ઞોના ફોટા, તેમનાં જીવન અને કવન સાથેનાં ઉચિત સ્થાને રજૂ કરેલાં હોવાં જોઈએ. એવું એક નાનું પુસ્તકાલય હોવું જોઈએ કે જ્યાં વિદ્યાર્થીઓ વિશ્રાંતિ કે ફાજલ સમયમાં પ્રયોગશાળામાં જઈ ગણિત અંગેનું વાંચન કરી શકે. તેમાં ગણિત ગમ્મતને લગતાં પુસ્તકો પણ રાખવાથી બાળકો ગમ્મત સાથે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરી શકે છે.

આપ ગણિત પ્રયોગશાળાના વિવિધ વિડીયો જોવા માટે નીચેની લીંક જોઇ શકો છો.

https://youtu.be/C/UN49HN/5Y

12.8 ગણિત પ્રયોગશાળામાં સાધન સામગ્રી

– ગણિતની પ્રયોગશાળામાં નીચેની અન્ય સામગ્રી પણ હોવી જોઈએ.

– ભૌમિતિક સાધનો, કંપાસબોક્ષ, મીટરપટ્ટી વગેરે.

– સર્વેક્ષણ માટેનાં સાધનો, કોણ, આરસી સાધનો, ધજાઓ.

– વૈજ્ઞાનિક ત્રાજવાં, નાનાં-મોટાં વજનિયાં

– નળાકાર, પિરામિડ, ગોળો અને શંકુ આકારના ઘન પદાર્થો.

– કાતર, પૂઠાં, રંગીન કાગળો, દોરી વગેરે.

– આલેખપત્રો.

– સ્લાઈડ રુલ્સ, માઈક્રોમીટર, વર્નિયર કેલિપર્સ, કેલ્ક્યુલેટર્સ વગેરે.

– વાયુભારમાપક, વરસાદમાપક અને ઉષ્મામાપક સાધનો.

– વિવિધ આકારોવાળી આકૃતિ.

– ખીલા-ખીલીઓ, લાકડી અને ધાતુના પાટિયાં. કાણાં પાડવાનાં સાધનો.

આ ઉપરાંત ગણિતના પ્રયોગશાળામાં ઉચિત સ્થાને બુલેટિન બોર્ડ કે જાહેરાતનું પાટિયું રાખેલું હોવું જોઈએ. તેના પર દૈનિક તાપમાન, વરસાદ વગેરેની નોંધ કે તે દર્શાવતા આલેખ, ગણિતનાં વિવિધ ક્ષેત્રોને સ્પર્શતી જાહેરાતો, વિદ્યાર્થીઓએ તૈયાર કરેલાં ગાણિતિક ચિત્રો કે લેખનો, ગણિતજ્ઞોનાં ફોટાઓ, ગણિત-ગમ્મતને લગતાં કોયડાઓ વગેરે મૂકીને વિદ્યાર્થીઓને ગણિત અંગેનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવાં માટે જરૂરી પ્રેરણા પૂરી પાડી શકાય. આ બુલેટિન બોર્ડનું સંચાલન વિદ્યાર્થીઓની મદદથી જ થવું જોઈએ.

ગણિતની પ્રયોગશાળામાં રાખેલાં સાધનોનો ઉપયોગ કરી શિક્ષકના માર્ગદર્શન હેઠળ વિદ્યાર્થીઓ ગણિતને લગતાં હસ્તકૃત સાધનો તૈયાર કરે તેવી વ્યવસ્થા રાખેલી હોવી જોઈએ. આ ઉપરાંત જૂનાં સાધનોની મરામત પણ અહીં જ થાય. ફિલ્મ-સ્ટ્રીપ, ફિલ્મ વગેરેનાં પ્રક્ષેપણ માટે કાયમી ચાલી શકે, દૃશ્ય-શ્રાવ્ય શૈક્ષણિક સાધનો જેવાં કે ટેલિવિઝન, દૂરદર્શન, ટેલિસ્કૉપ, એપિડાયોસ્કૉપ વગેરેને પણ યુક્તસ્થાને રાખેલાં હોવાં જોઈએ.

અમદાવાદમાં આવેલ વિક્રમભાઈ સારાભાઈ કોમ્યુનિટી સાયન્સ સેન્ટરે ગણિત શિક્ષણ માટે તેમજ ગાણિતિક કોયડાઓ અને કરામતો માટે અનેક સાધનોનું સર્જન કરેલું છે. ગણિતની પ્રયોગશાળા ગણિતમંડળની પ્રવૃત્તિઓનું કેન્દ્ર છે. જેની મદદથી ગણિતનું શિક્ષણ રસદાયક, રોચક, જીવંત અને અર્થપૂર્ણ બને છે. આ ઉપરાંત ગણિતની અધ્યયન-અધ્યાપન પ્રક્રિયાની ગુણવત્તા, સુધારણા, વિદ્યાર્થીઓની જિજ્ઞાસા જાગૃત કરવાં અને તેને સંતોષવા માટે તેમજ તેઓની સર્જનશક્તિ વિકસાવવા માટે ગણિતની પ્રયોગશાળાનો ફાળો અમૂલ્ય ગણી શકાય.

12.9 ગણિત શિક્ષણમાં પ્રાયોગિક કાર્ય

માધ્યમિક શાળા કક્ષાએ ભૂમિતિનું માળખું તર્કસંગત હોય છે તેમ છતાં તેમાં પ્રયોગને માટે પૂરતો અવકાશ છે. ભૂમિતિના કેટલાંક ખ્યાલો, સિદ્ધાંતોને મૂર્ત સ્વરૂપ આપી શકાય તેમ છે. ખાસ કરીને આકૃતિઓ દોરવી, આકારો કાપવા, માપ લેવાં, વજન કરવાં વગેરે જેવી પ્રવૃત્તિઓ વિદ્યાર્થીઓને આપી શકાય. પ્રાયોગિક કાર્ય મનોવિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતોને નજર સમક્ષ રાખી હાથ ધરવામાં આવે છે. ‘ક્રિયા દ્વારા શિક્ષણ’ અને ‘મૂર્તથી અમૂર્ત તરફ જવું’એ આ પદ્ધતિના પ્રમુખ અભિગમો છે. સમગ્ર અનુભવ રસદાયી હોવાથી મેળવેલં જ્ઞાન લાંબો સમય માટે યાદ રહે છે. ભૂમિતિ સરળ છે, રસપ્રદ છે એવું વિદ્યાર્થીઓ સ્વાનુભવ કરે છે. જીવનમાં ભૂમિતિનાં જ્ઞાનના પ્રદાનની તેઓ કદર કરતા થાય છે. ભૂમિતિના સિદ્ધાંતો, સૂત્રો કે તથ્યોને પ્રયોગ દ્વારા સરળતાથી સમજી શકાય છે તેમજ ચકાસી શકાય છે. ભૂમિતિના કેટલાંક એકમોમાં પ્રાયોગિક કાર્યના અવકાશને સમજીએ.

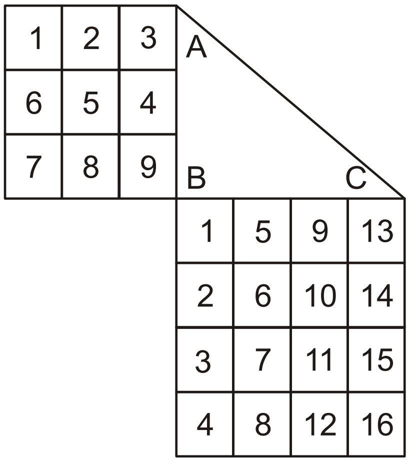
પાયથાગોરસના સિદ્ધાંતની પ્રાયોગિક સાબિતી.

સિદ્ધાંત : કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણનો વર્ગ કાટખૂણો બનાવતી બે બાજુઓનાં વર્ગનાં સરવાળા બરાબર હોય છે.

સાધનો : પૂઠાં, કાતર, કંપાસપેટી

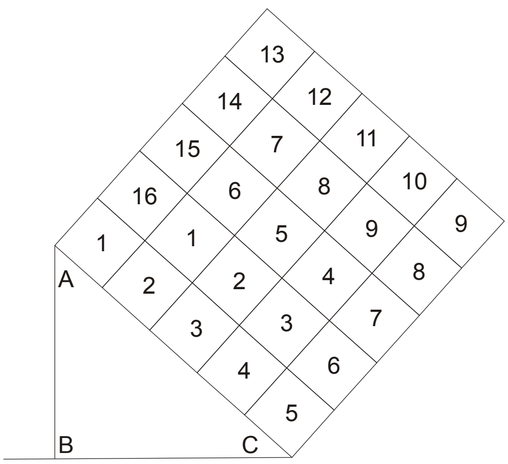
કાર્યપદ્ધતિ :

- એકમ માપ પસંદ કરો દા.ત.1 એકમ = 2 સે.મી
- એકમ માપના આધારે કાટકોણ ત્રિકોણ પૂઠાંમાંથી કાપો, જેમાં કાટખૂણો બનાવતી બાજુઓનાં માપ 3 એકમ અને 4 એકમ હોય.
- એકમ ચોરસ માપના 25 ચોરસ તૈયાર કરો, જેમાંનાં 9 ચોરસ લાલ રંગના અને 16 ચોરસ કાળા હોય.
- કાટકોણ ત્રિકોણ અને 25 ચોરસની ગોઠવણ આકૃતિ-I માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે કરો. $\overline{AB}$ બાજુ પર લાલ ચોરસ અને $\overline{BC}$ બાજુ પર કાળા ચોરસ ગોઠવો.



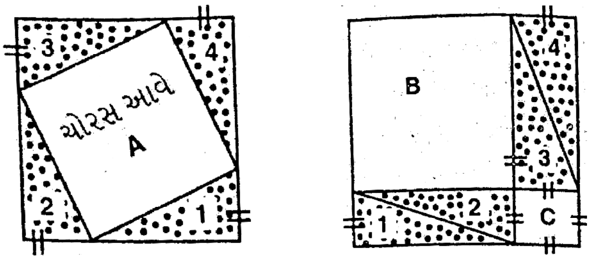
આકૃતિ : 1 – AB^2+BC^2 ની સ્થિતિ બનાવે છે.

હવે 9 લાલ અને 16 કાળા ચોરસો ઉપાડી લો. તેમને D ABC ની બાજુ $\overline{AC}$ પર એવી રીતે ગોઠવો, જેથી ચોરસ બને. જુઓ આકૃતિ



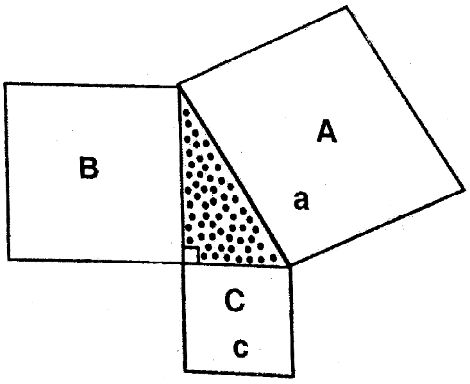
આકૃતિ : 2 – AC^2 બનાવે છે.

આકૃતિ : 1 અને 2 પરથી તારવી શકાય કે $AB^2+BC^2=AC^2$ પાયથાગોરસના સિદ્ધાંતની સત્યતા અન્ય રીતે પણ ચકાસી શકાય.



- બે રસખાં માપનાં ચોરસ પૂઠાં કાપો.
- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચાર કાટકોણ ત્રિકોણો કાપો.
- બંને ચોરસમાંથી 1, 2, 3, 4 કાટકોણ ત્રિકોણ ઉઠાવી લો. શું મળે છે ?

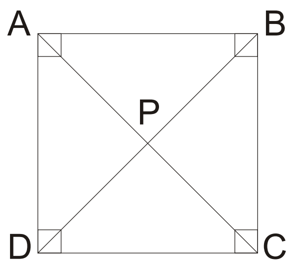
A ચોરસનું ક્ષેત્રફળ= B ચોરસનું ક્ષેત્રફળ + C ચોરસનું ક્ષેત્રફળ A, B,Cને નીચે પ્રમાણે ગોઠવો.



જીઓ બોર્ડની મદદથી મહિર્મુખ ચતુષ્કોણના ગુણધર્મોની ચકાસણી/તારવણી સાધનની રચના : જીઓ બોર્ડ એક લાકડાની સપાટી છે, જેના પર આડી અને ઊભી હરોળમાં એક સરખાં અંતરે ખીલી લગાવેલી હોય છે. ખીલીનો થોડો ભાગ બહાર રહેતો હોય છે.

જીઓ બૉર્ડ :

રબર બૅન્ડની કે રંગીન દોરાની મદદથી પ્રાયોગિક કાર્ય હાથ ધરી શકાય છે. ચોરસના ગુણધર્મો નીચે પ્રમાણે શીખવી શકાય.



આકૃતિ : 4 - ચતુષ્કોણ ABCD છે.

- $\overline{AB} = \overline{BC} = \overline{CD} = \overline{DA}$ - ચારેય બાજુના માપ સરખા છે.
- $\overline{AC} = \overline{BD}$ વિકર્ણોના માપ સરખા છે.
- A-P-C,B-P-D- વિકર્ણો પરસ્પર દુભાગે $\overline{AP} = \overline{PC}$, $\overline{BP} = \overline{PD}$
- Ð APB, Ð BPC, Ð CPD, અને Ð DPA, કાટખૂણિયાથી ચકાસો- વિકર્ણો કાટખૂણો દુભાગે.
- Ð A, Ð B, Ð C અને Ð D પણ ચકાસો, કાટકોણ છે. ચોરસના ગુણધર્મો છે.

12.10 સારાંશ

વિદ્યાર્થીઓને આપવામાં આવતું શિક્ષણ લાંબા સમય સુધી યાદ રાખવા માટે વિવિધ દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો દ્વારા આપવું અનિવાર્ય છે. શિક્ષક પોતાની જરૂરિયાત અનુસાર સ્વનિર્મિત શૈક્ષણિક સાધનોની રચના કરે તે ઉપર્યુક્ત ગણાય. આધુનિક યુગમાં ટેક્નોલોજીનો શિક્ષણમાં ઉપયોગ થાય એ હેતુથી અહીં કમ્પ્યુટર દ્વારા શિક્ષણની સમજ આપવામાં આવી છે. એક અગત્યના ભાગ તરીકે શાળાઓમાં ગણિત પ્રયોગશાળા સર્વસ્વીકૃત બની છે. જેની મદદથી વિષય મુદ્દાઓ અનુસાર વિવિધ પ્રાયોગિક સાધનોના ઉપયોગ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને પ્રાયોગિક સાધનોના ઉપયોગ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને પ્રાયોગિક કાર્ય કરાવી અધ્યયન પ્રક્રિયાને જીવનપર્યંત બનાવી શકાય છે.

આમ, દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો, સ્વનિર્મિત સાધનો તેમજ કમ્પ્યુટરનો ઉપયોગ કરી ગણિત પ્રયોગશાળાની મદદથી શીખવી શકાય એ ઉદ્દેશ્યથી અહીં દરેકની વિસ્તૃત ચર્ચા કરેલ છે.

12.11 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1.**દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધન કોને કહે છે ?**

....
....
....
....
....
....

2. **અમૂર્ત સંકલ્પના માટે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધન કઈ રીતે ઉપયોગી છે ?**

....
....
....
....
....
....

3. **ગણિત શિક્ષણ માટે દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધન ઉપયોગમાં લેતી વખતેના અગત્યના તબક્કા કયા છે?**

....
....
....
....
....
....

4. **પ્રક્ષેપણ સાધનોના ઉદાહરણ આપો.**

....
....
....
....
....

....

5. ચાર્ટને કયા સ્વરૂપે રજૂ કરવામાં આવે છે?

....

....

....

....

....

....

6. પ્રતિકૃતિનાં ઉદાહરણ આપો.

....

....

....

....

....

....

7. ગણિત શિક્ષણ માટે એક તાસમાં કેટલી સ્લાઈડ વાપરી શકાય ?

....

....

....

....

....

....

8. OHPક્યા પ્રકારનું સાધન છે ?

....

....

....

....

....

9.સ્વનિર્મિત સાધન કોને કહે છે?

....

....

....

....

....

....

10. માધ્યમિક કક્ષાએ બનાવી શકાતા ત્રણ સ્વનિર્મિત સાધનોના નામ આપો.

....

....

....

....

....

....

11. **વિદ્યાર્થીઓ માટે સ્વનિર્મિત સાધનો કઈ રીતે ઉપયોગી છે?**

....

....

....

....

....

....

12.CAT **સમજાવો.**

....

....

....

....

....

....

13. **કમ્પ્યુટર દ્વારા અધ્યયન કોને કહે છે ?**

....

....

....

....

....

....

12.12 સ્વાધ્યાય

૧. દ્વિ-પરિમાણિય અને ત્રિ-પરિમાણિય શૈક્ષણિક સાધનોના ઉદાહરણો આપો.

૨. વર્ગખંડ શિક્ષણમાં મલ્ટિમીડિયાપ્રોજેક્ટર શા માટે વાપરવું જોઇએ ?

૩. C.I.E.T. નું પૂરું નામ જણાવો.

૪. વર્ગખંડને જીવંત બનાવી શિક્ષણ પૂરું પાડવા કમ્પ્યુટરનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરશો ?

૫. પ્રાયોગિક કાર્યના મુખ્ય અભિગમો કયા છે ?

૬. ગણિત પ્રયોગ શાળામાં કયા પ્રક્ષેપિત શૈક્ષણિક સાધનો રાખશો ?

ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર
ઓપન યુનિવર્સિટી

SECM-02
ગણિત

વિભાગ

4

ગણિત શિક્ષણમાં આયોજન તથા અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

એકમ-13 પાઠ આયોજનનો અર્થ, મહત્ત્વ અને સોપાનો

એકમ-14 આદર્શ પાઠ આયોજન

એકમ-15 પાઠ આયોજનના પ્રકાર

એકમ-16 અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

લેખક	
ડૉ. સંજય એસ. પટેલ	કૉલેજ ઑફ એજેયુકેશન, દમણ
પરામર્શક (વિષય)	
ડૉ. રાજેશ આર. રાઠોડ	આઇ.આઈ.ટી.ઈ. ગાંધીનગર.
પરામર્શક (ભાષા)	
ડૉ. વિરલ જાદવ	શ્રી પ્રકાશ કૉલેજ ઓફ એજ્યુકેશન, અમદાવાદ.
સંપાદન અને સંયોજન	
પ્રો. (ડૉ.) અજીતસિંહ પી. રાણા	નિયામકશ્રી (શિક્ષણશાસ્ત્ર) ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.
સંયોજન સહાય	
ડૉ. મીના આઈ. રાજપૂત	ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી. અમદાવાદ.

પ્રકાશક : કુલસચિવ, ડૉ. બાબાસાહેબ આંબેડકર ઓપન યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ-382481

આવૃત્તિ : પ્રથમ આવૃત્તિ-2020, **નકલ :** 600
દ્વિતીય આવૃત્તિ-2021, **નકલ :** 600

ISBN : 978-93-5598-097-7

Copyright © Registrar, Dr. Babasaheb Ambedkar Open University, Ahmedabad.
December 2020

While all efforts have been made by editors to check accuracy of the content, the representation of facts, principles, descriptions and methods are that of the respective module writers. Views expressed in the publication are that of the authors, and do not necessarily reflect the views of Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. All products and services mentioned are owned by their respective copyrights holders, and mere presentation in the publication does not mean endorsement by Dr. Babasaheb Ambedkar Open University. Every effort has been made to acknowledge and attribute all sources of information used in preparation of this Self Learning Material. Readers are requested to kindly notify missing attribution, if any.

વિભાગ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણ

એકમ-1 ગણિત અને ગણિત શિક્ષણની સંકલ્પના

એકમ-2 ગણિતનું સ્વરૂપ

એકમ-3 ગણિત શિક્ષણના મૂલ્યો

એકમ-4 ગણિત શિક્ષણમાં અનુબંધ

વિભાગ-2 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને ગણિતમંડળ

એકમ-5 ગણિત શિક્ષણ અને વર્તનક્ષેત્રો

એકમ-6 NCF-2005 પ્રમાણે ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ

એકમ-7 ગણિત શિક્ષણના હેતુઓ અને વર્તન પરિવર્તન

એકમ-8 ગણિત મંડળ

વિભાગ-3 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો, પ્રયુક્તિઓ, પદ્ધતિઓ, શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

એકમ-9 ગણિત શિક્ષણના સૂત્રો

એકમ-10 ગણિત શિક્ષણની પ્રયુક્તિઓ

એકમ-11 ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ

એકમ-12 શૈક્ષણિક સાધનો અને ગણિત પ્રયોગશાળા

વિભાગ-4 ગણિત શિક્ષણમાં આયોજન તથા અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

એકમ-13 પાઠ આયોજનનો અર્થ, મહત્ત્વ અને સોપાનો

એકમ-14 આદર્શ પાઠ આયોજન

એકમ-15 પાઠ આયોજનના પ્રકાર

એકમ-16 અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

દૂરવર્તી અધ્યયનમાં સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીની ભૂમિકા

દૂરવર્તી શિક્ષણ પ્રણાલીમાં અસરકારક સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રી અનિવાર્ય છે. આ અભ્યાસ-સામગ્રીના લેખકો, અધ્યાપકો અને વિદ્યાર્થીઓ એકબીજાંથી ઘણાં દૂર અને ક્યારેક તો ક્યારેય ન મળી શકે તેવી સ્થિતિમાં હોવાથી આવી અધ્યયન સામગ્રી સુગમ અને અસરકારક હોવી જરૂરી છે. દૂરવર્તી શિક્ષણ માટેની અભ્યાસ-સામગ્રીમાં વિદ્યાર્થીના બૌદ્ધિક ચિંતનને ઉદ્દીપ્ત કરવાની ક્ષમતા તથા આવશ્યક તમામ અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ હોવી જોઈએ. આ સામગ્રી પાઠ્યક્રમના સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓના અનુસંધાને વિદ્યાર્થીને પર્યાપ્ત માર્ગદર્શન આપવા સક્ષમ હોવી જોઈએ. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં અભ્યાસક્રમમાં સૂચિત તમામ બાબતોનો સમાવેશ થાય તે જરૂરી છે.

અસરકારક અધ્યયન સિદ્ધ કરવા માટે અનેક પ્રકારના આયોજનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે; જેનાથી વિદ્યાર્થી જ્ઞાનોપાર્જન કરી શકે. બૌદ્ધિક અને મનોશારીરિક કૌશલ્યો કેળવી શકે અને વર્તન તથા અભિગમમાં આવશ્યક પરિવર્તનો સાધી શકે. આથી જ વિદ્યાર્થીનું મૂલ્યાંકન પણ પાઠ્યસામગ્રીમાં આવરી લેવામાં આવ્યું છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ સામગ્રીમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવેલી શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું સ્વરૂપ તે શિક્ષણના જ્ઞાનાત્મક, ભાવાત્મક કે મનોશારીરિક હેતુમાંથી કયા હેતુને સંલગ્ન છે ? તેના પર આધારિત છે. આ હેતુઓ ભવિષ્યમાં અનુક્રમે જ્ઞાન, બૌદ્ધિક કૌશલ્યો અને મનોશારીરિક કૌશલ્યોની ઉપલબ્ધિમાં પરિણમે છે. વિદ્યાર્થીએ મેળવેલ જ્ઞાનની પ્રાપ્તિ, ઉપયોગ અને અભિવ્યક્તિ કરવા માટે પ્રોત્સાહિત કરી શકાય. વિદ્યાર્થીઓના પૂર્વજ્ઞાનનો અને અનુભવોનો આધાર લઈને રચવામાં આવેલ શિક્ષણ સામગ્રી દ્વારા બૌદ્ધિક કૌશલ્યના હેતુને સિદ્ધ કરી શકાય છે અને તેના દ્વારા નવીન જ્ઞાન પ્રાપ્તિનો માર્ગ પ્રશસ્ત થાય છે.

અભ્યાસ-સામગ્રીમાં સ્વાધ્યાય પ્રોજેક્ટ અને પ્રતિપૃષ્ટિ(Feedback)ના સ્વરૂપે અભ્યાસનું આયોજન જરૂરી છે. શારીરિક કૌશલ્ય સંબંધિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં ચિત્રાત્મક રજૂઆત હોવી જોઈએ અને ત્યારબાદ ઉચિત અભ્યાસનું આયોજન હોવું જોઈએ. વર્તન અને અભિગમમાં પરિવર્તન માટે આયોજિત શિક્ષણ પ્રવૃત્તિઓ રસ જન્માવે તેવી તથા આ પરિવર્તન દ્વારા થતાં લાભ અને તેની જરૂરિયાતને પ્રતિબિંબિત કરે તેવી હોવી જોઈએ. ત્યાર પછી નવાં અભિગમોને અપનાવવાની અને તે સંબંધિત પ્રક્રિયાના યોગ્ય અભ્યાસનું ઉચિત આલેખન થવું જોઈએ.

દૂરવર્તી શિક્ષણની ભૂમિકા.

પ્રત્યક્ષ અધ્યાપનમાં જોવા મળતી પ્રત્યાયનની વિશેષતાઓ; જેવી કે અંતરાલાપ, પૂર્વઅભિસંધાન, યોગ્ય સ્થાને વિરામ, આરોહ-અવરોહ, ભાવ-ભંગીમા, સ્વરભાર વગેરે દૂરવર્તી અધ્યયનમાં ઉપલબ્ધ નથી. આ ઉણપ વિશેષતઃ મુદ્રિત સાહિત્યમાં (લેખિત સાહિત્યમાં) જોવા મળે છે. વિદ્યાર્થી અને શિક્ષક વચ્ચેના વ્યવવહારની આ ખૂટતી કડીને જોડવા માટે જ દૂરવર્તી સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન કરવામાં આવે છે. માટે જ આવી પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન વૈકલ્પિક નહીં; પરંતુ અનિવાર્ય છે.

સ્વ-અધ્યયન અભ્યાસ-સામગ્રીને નાના એકમોમાં વિભાજિત કરીને શિક્ષણના ઉત્તમ સાધન તરીકે વિકસાવવાની સંકલ્પના છે. શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓમાં વૈવિધ્ય દ્વારા શિક્ષણના વિવિધ ક્ષેત્રના હેતુઓ સિદ્ધ થાય તેવો પ્રયત્ન કરવાનો છે.

દૂરવર્તી શિક્ષણની સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીનું આયોજન પૂર્વનિશ્ચિત, શૈક્ષણિક નીપજને ધ્યાનમાં લઈને કરવાનું હોવાથી તેના હેતુઓ અને ધ્યેયો નિશ્ચિત હોય છે. વળી અધ્યેતાઓ દૂરસ્થ હોવાથી આ સામગ્રી દ્વારા તેઓ નિશ્ચિત અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓમાં સંલગ્ન રહે તેવું આયોજન કરવામાં આવે છે. જેથી અધ્યેતાઓ સંબંધિત સંકલ્પનાઓને બરાબર સમજી શકે. સ્વ-અધ્યયન સામગ્રીમાં સાથે સંકળાયેલ સ્વાધ્યાયો, પ્રાયોગિક કાર્યો, પ્રવૃત્તિઓ અને પ્રકલ્પોનો પણ આ જ હેતુ છે. આ સામગ્રી માટે ઉચિત શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓની ઉદાહરણરૂપ સૂચિ ઘણી મોટી હોઈ શકે. આ સંદર્ભે શૈક્ષણિક પ્રવૃત્તિઓ વિદ્યાર્થીને અભિપ્રેરિત કરે છે, માર્ગદર્શન આપે છે અને વિદ્યાર્થીની પ્રગતિ અને પ્રદર્શનનું સતત માપન-મૂલ્યાંકન પણ કરે છે.

એકમ 13 પાઠ આયોજનનો અર્થ, મહત્ત્વ અને સોપાનો

: રૂપરેખા :

13.1 પ્રસ્તાવના

13.2 ઉદ્દેશો

13.3 પાઠ આયોજનનો અર્થ

13.4 પાઠ આયોજનનું મહત્ત્વ

13.5 હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજન અને તેનાં સોપાનો

13.6 સારાંશ

13.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

13.8 સ્વાધ્યાય

13.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

શિક્ષકના શિક્ષકતાને પ્રદિપ્ત કરવામાં સૈદ્ધાંતિક જ્ઞાનની સાથે પ્રયોગિક કાર્ય પણ મહત્ત્વનું બને છે. કહેવાય છે કે આયોજનથી અડધી લડાઈ જીતી શકાય છે. તેવી જ રીતે શિક્ષક પોતાના વર્ગમાં શું કરાવશે તે માટે જે માનસિક-લેખિત તૈયારી કરે છે તેને પાઠ આયોજન કહે છે. આમ શિક્ષકની તાલીમમાં સૌથી વધુ અગત્યનું પરિબળ હોય તો તે છે-પાઠ આયોજન.

આ એકમમાં આપણે પાઠ આયોજનને કેન્દ્રમાં રાખી ચર્ચા કરીશું. જુદાં જુદાં પ્રકારના પાઠ આયોજન, પાઠ આયોજનનું મહત્ત્વ, પાઠ આયોજનનાં ઘટકોની ચર્ચા કરવામાં આવી છે. વળી, માર્ગદર્શન અને પ્રેરણા માટે આદર્શ પાઠ આયોજનના ઉદાહરણો રજૂ કરવામાં આવ્યાં છે.

આયોજન શબ્દ આપણને જીવનમાં અવારનવાર સાંભળવા મળતો શબ્દ છે. રાષ્ટ્ર લાંબા ગાળાનું કે ટૂંકા ગાળાનું આયોજન કરે છે. તમે જોશો કે સફળ થયેલ કંપનીઓ કે વ્યક્તિ ચોક્કસ આયોજન મુજબ કાર્ય કરે છે. અર્થાત ચિંતનપૂર્વક કરેલું આયોજન સમય અને શક્તિનો બચાવ કરી સફળતાના દ્વાર ખોલી આપે છે. 'આયોજન' પૂર્વક ચાલતો વ્યક્તિ, સંસ્થા કે ખેલાડી ક્યારેય નિષ્ફળ થતો નથી. આયોજન ટૂંકાગાળાનું હોઈ શકે કાં તો તે લાંબાગાળાનું પણ હોઈ શકે.

શિક્ષણ પ્રક્રિયામાં પણ આયોજન ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે અને એટલે જ તો યુનિવર્સિટીઓ કે ગુજરાત માધ્યમિક શિક્ષણબોર્ડ શૈક્ષણિક વર્ષની શરૂઆતમાં જ આખા વર્ષનું છાપેલું આયોજન મોકલી આપે છે. શિક્ષક પણ જ્યારે પૂરા તાસમાં ચાલતી પ્રક્રિયાના દરેક ઘટકનું આયોજન કરે તો તે સફળ શિક્ષક બની શકે છે.

13.2 ઉદ્દેશો (Objectives)

આ એકમનો અભ્યાસ કર્યા પછી તમે આટલું કરી શકશો.

- પાઠ આયોજનનો અર્થ સ્પષ્ટ કરી શકશો.
- પાઠ આયોજનની વ્યાખ્યા જણાવી શકશો.
- પાઠ આયોજનનું મહત્ત્વ સમજાવી શકશો.
- હેતુ કેન્દ્રી પાઠ આયોજન અંગે જાણકારી મેળવી શકશો.
- હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજનના સોપાનો જણાવી શકશો.
- હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજન કરતા શીખશે.

13.3 પાઠ આયોજનનો અર્થ (Meanning of Lesson Planning)

પાઠ આયોજનનું તાત્પર્ય પાઠના વિશિષ્ટ હેતુઓ તેમજ અપેક્ષિત વર્તન પરિવર્તનની પ્રાપ્તિના સંદર્ભમાં સુંદર રીતે આયોજન કરવાનો છે તેથી પાઠ આયોજનને વર્ગશિક્ષણ પૂર્વેની ક્રિયાત્મક અવસ્થા (Pre-active phase) કહેવાય છે. પાઠ આયોજન અધ્યાપન કાર્યની માત્ર બ્લ્યુ પ્રિન્ટ (Blue-Print) જ નથી, પણ આકર્ષક અને સફળ શિક્ષણ કાર્ય માટે પાઠ આયોજન અત્યંત આવશ્યક છે. શિક્ષકે એક કુશળ કારીગર (Craftman)ની જેમ વિદ્યાર્થીમાં અપેક્ષિત સુધારો લાવવા પોતાનાં ઉપકરણો અર્થાત શૈક્ષણિક પદ્ધતિ તથા સાધનસામગ્રીની પસંદગી સાવધાની પૂર્વક કરવી જોઈએ. પાઠ આયોજન શિક્ષક માટે બારી સમાન છે જે દ્વારા તે વિદ્યાર્થીઓની અંતર્નિહિત વિશેષતાઓ અને ક્ષમતાઓ ઓળખવા અને જોવા પ્રયાસ કરે છે. આમ, "Lesson plan is teacher's mental and emotional visualsation of class-room activities."

એન.એલ.બોસિંગ (N.L.Bossing)ના મત અનુસાર પાઠ આયોજન એટલે,

"A Lesson plan is an organized statement of general and specific goals together with specific means by which these goals are to be achieved by the learner under the guidance of teacher on a given day." **-Bossing**

ડેવીસ (Davis)ના મત અનુસાર, ''વર્ગમાં જતાં પહેલાં શિક્ષકે પૂર્ણ તૈયારી કરવી જોઈએ કારણ કે શિક્ષકની પ્રગતિ માટે શિક્ષકની અપૂર્ણ તૈયારી સિવાય અન્ય કોઈ બાબત અવરોધક બનતી નથી.''

જોસેફ લેન્ડન (Joseph Landon)પોતાના પુસ્તકમાં લખે છે કે, ''પાઠ આયોજનને આપણે એવી રીતે વ્યાખ્યાયિત કરીએ છીએ કે કાગળ પર લખેલી પાઠની રૂપરેખા કે જેમાં પાઠને સંબંધિત બધા જ મહત્ત્વના ઘટકો અને સામગ્રી આવે છે.''

બિનિંગ અને બિનિંગ પાઠ આયોજનની વ્યાખ્યા નીચે મુજબ આપે છે.

"Daily lesson-planning involes defining the objectives, and arranging the subject matter and determining the method and pocedure."

''દૈનિક પાઠ આયોજનના નિર્ણયમાં હેતુઓ વ્યાખ્યાયિત કરવા, પાઠ્યપુસ્તકની પસંદગી અને તેની ક્રમબદ્ધ ગોઠવણી કરવી તથા પાઠ્યપુસ્તકની રજૂઆત માટેની પદ્ધતિ અને પ્રક્રિયા નક્કી કરવી.''

- Bining and Bining

આમ, પાઠ આયોજનમાં શિક્ષક શૈક્ષણિક હેતુઓ, વિષયવસ્તુ, અધ્યાપન પદ્ધતિ, પ્રયુક્તિ, શૈક્ષણિક સાધન-સંદર્ભ, વર્ગની પ્રવૃત્તિ વગેરે પૂર્વવિચારણા કરે છે અને વિદ્યાર્થીઓમાં રહેલી ક્ષમતાઓ અને વિશેષતાઓ ઓળખવા પ્રયાસ કરે છે. આ ઉપરાંત શૈક્ષણિક હેતુઓની પ્રાપ્તિ થઈ છે કે કેમ તે ચકાસવા માટેની મૂલ્યાંકન યોજના પણ વિચારે છે.

13.4 પાઠ આયોજનનું મહત્ત્વ (Importance of Lesson Planning)

કોઈપણ કાર્યની સફળતાનો આધાર તેના કુશળતાપૂર્વક કરેલાં આયોજન પર રહે છે. આયોજન એ જીવના દરેક ક્ષેત્રમાં સફળતા મેળવવાની ગુરુચાવી છે. તેથી પાઠ આયોજનનું મહત્ત્વ આ રીતે વર્ણવી શકાય :

1) શિક્ષકને પૂર્વ તૈયારી કરવાની તક મળે છે. તેથી તેનો આત્મ વિશ્વાસ વધી જાય છે.
2) હેતુઓ વિશે શિક્ષક સ્પષ્ટ થઈ જાય છે. એક તાસમાં સિદ્ધ કરી શકાય તેવા જ વિદ્યાર્થીઓનાં વર્તન પરિવર્તનોને લક્ષમાં રાખી અધ્યાપન કાર્ય કરે છે.
3) સમય મર્યાદા જળવાય છે, વિષયાંતર થતું નથી.
4) અધ્યાપન માટે આવશ્યક સાધન સામગ્રી અને સંદર્ભ સાહિત્ય ભૂલ્યા વિના વર્ગમાં લઈ જવાનું અને ઉચિત ઉપયોગ કરવાનું શક્ય બને છે. તેથી શિક્ષણ રસપ્રદ બને છે.

5) વધુ સારી અધ્યયન અધ્યાપન પદ્ધતિઓ અને પ્રયુક્તિઓનો ઉપયોગ થઈ શકે છે.

6) વ્યક્તિગત તફાવતો અને ઊભી થનારી ભિન્ન પરિસ્થિતિઓને લક્ષમાં રાખી અધ્યાપનકાર્ય કરવાનું શક્ય બને છે.

7) શિક્ષણમાં ક્રમિકતા સુગ્રથિતતા અને સાતત્ય આવે છે.

8) નિર્ધારિત હેતુઓ કેટલે અંશે સિદ્ધ થયા તે જાણી શકાય છે.

9) શિક્ષકમાં અધ્યયન અધ્યાપન અંગેની સૂઝ વિકસે છે. તે પોતાના કાર્યનું મૂલ્યાંકન પોતાની જાતે કરતો થાય છે અને અનુભવને આધારે પોતાની શિક્ષણ પદ્ધતિમાં ફેરફાર કરતો રહે છે.

10) વર્ગ વ્યવસ્થા સારી રીતે ચાલે છે.

11) વર્ગ સંચાલનમાં સરળતા રહે છે.

12) વિવિધ પ્રવૃત્તિ માટે સમયનું વિભાજન બરાબર થઈ શકે છે જેથી સમય વધી પડવાની કે સમય ખૂટી પડવાની શક્યતા રહેતી નથી.

13) શિક્ષક સહજતાની વર્ગવ્યવહાર કરી શકે છે.

14) શૈક્ષણિક હેતુઓ સરળતાથી સિદ્ધ થઈ જાય છે.

15) પાઠ આયોજન મુજબ કામ કરવાથી શ્રમ અને શક્તિનો બચાવ થાય છે.

16) શિક્ષક પોતાના વિષયને અને વિદ્યાર્થીઓને યોગ્ય ન્યાય આપી શકે છે.

17) યોજનાબદ્ધ કામ કરવાથી હેતુઓ સિદ્ધ કરી શકાય છે.

18) યોજનાબદ્ધ કામ કરવાથી શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉચિત ઉપયોગ થઈ શકે છે.

19) શિક્ષકના આત્મવિશ્વાસમાં વધારો થાય છે.

20) શિક્ષકનું શિક્ષકત્વ ખીલી ઊઠે છે.

21) યોગ્ય કાર્યવિભાજન થઈ શકે છે.

22) શિક્ષણકાર્ય દરમિયાન આવતી સમસ્યાઓની અગાઉથી માહિતી મળતી હોવાથી શિક્ષક વધુ સજ્જ થઈ શકે છે.

23) શિક્ષક વધુ નિયમિત થાય છે.

24) નિશ્ચિત સમયમાં વધુ અને ચોક્કસ માહિતી પ્રદાન થઈ શકે છે.

13.5 હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજન અને તેનાં સોપાનો (Objective based lesson Planning & it's element)

હેતુ પર આધારિત પાઠ-આયોજનની ગણિત શિક્ષકના વર્ગ-શિક્ષણની સ્પષ્ટતા વધે છે. જે એકમો શીખવવાના છે તેનાથી કયા પ્રકારના શૈક્ષણિક હેતુઓ ફળીભૂત થઈ શકે તેમ છે તે સૌ પ્રથમ નિશ્ચિત કરવામાં આવે છે. હેતુઓના સંદર્ભમાં શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને કેટલાંક શૈક્ષણિક અનુભવો પૂરા પાડે છે. આ શૈક્ષણિક અનુભવોને શિક્ષક-વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિઓ પણ કહી શકાય. વિદ્યાર્થીઓ આ પ્રકારના શિક્ષણાનુભાવોમાંથી પસાર થતાં તેમનામાં અપેક્ષિત વર્તન-પરિવર્તન આવે છે. વિદ્યાર્થીના વર્તનમાં આવતું આ પ્રકારનું અપેક્ષિત પરિવર્તન મૂલ્યાંકન દ્વારા જાણી શકાય છે.

આમ, શૈક્ષણિક હેતુઓ, શૈક્ષણિક અનુભવો અને મૂલ્યાંકન જેવાં ત્રણ પાસાંઓનો વિચાર કરીને જ્યારે એક શિક્ષક પોતાના પાઠનું આયોજન કરે છે. ત્યારે તેને હેતુ પર આધારિત પાઠ આયોજન કહે છે.

પાઠ આયોજનનાં સોપાનો (Steps of Lesson-Planning):

પાઠ આયોજન શિક્ષકના પક્ષે ખૂબ જ કુશળતા માગી લે છે એ માટે અધ્યાપન વિષયનો એ જ્ઞાતા હોવો

જોઈએ, ઉપરાંત મનોવિજ્ઞાનનો પણ સારો જાણકાર હોવો જરૂરી છે. આ ઉપરાંત અધ્યાપનની નૂતન પદ્ધતિઓ, પ્રવિધિઓ, પ્રયુક્તિઓ વગેરેથી જાણકાર હોવો જોઈએ તથા તેની પાસે મૂલ્યાંકન પદ્ધતિઓનું જ્ઞાન પણ અપેક્ષિત છે.

પાઠ આયોજનની **હર્બટ સ્પેન્સરની** પંચપદી પદ્ધતિ પહેલાં ખૂબ જ પ્રચલિત હતી. જેમાં તેમનાં મુખ્ય પાંચ મુદ્દા છે. (1) પૂર્વ તૈયારી (2) રજૂઆત (3) સંબંધ (4) સામાન્યીકરણ (5) ઉપયોગ. કાળક્રમે પંચપદીવાળી હર્બટની આ પાઠ આયોજનની પદ્ધતિમાં ઘણા ફેરફારો થયા. છતાં આજે પણ તેમાં કેટલીક ગંભીર મર્યાદાઓ રહેલી છે. તેથી આજે તેનો વપરાશ હવે થાય છે. આ પદ્ધતિની મુખ્ય મર્યાદા એ છે કે તે વિષયકેન્દ્રી, માહિતી પ્રધાન તથા યાંત્રિક છે. તેથી હાલ હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજન પદ્ધતિનો વ્યાપક ઉપયોગ થતો જોવા મળે છે.

હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજન (Objective Centered Lesson Planning) :

આધુનિક શિક્ષણપ્રથા મુજબ શિક્ષણમાં વિષયવસ્તુને સ્થાને હેતુઓની સિદ્ધિ પર વિશેષ ભાર મૂક્યો છે. શિક્ષણનું કાર્ય વર્તનમાં અપેક્ષિત પરિવર્તનો લાવવાનું છે. દરેક વિષયના અધ્યાપન પાછળ કેટલાંક સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓ અગાઉથી નિશ્ચિત કરવામાં આવે છે. પ્રત્યેક શિક્ષણ પાઠ આ હેતુઓની સિદ્ધિ માટેના શિક્ષણ અનુભવોની હારમાળનો એક મણકો બની રહે છે. શિક્ષક વિષયવસ્તુના સ્વરૂપને અનુલક્ષીને એક તાસના મર્યાદિત સમયમાં સિદ્ધ કરવા માટે વિદ્યાર્થીઓને આપવાના શિક્ષણ અનુભવોનું આયોજન કરે છે. સાથે સાથે આ હેતુઓની સિદ્ધિ કેટલે અંશે થઈ રહી છે તેનું મૂલ્યાંકન કરતો રહે છે. આ અભિગમને ધ્યાનમાં રાખીને થતું આયોજન હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજન કે મૂલ્યાંકનકેન્દ્રી પાઠ આયોજન તરીકે ઓળખાય છે. હેતુકેન્દ્રી પાઠ આયોજનનાં સોપાનો નીચે મુજબ છે.

(1) પ્રારંભિક માહિતી (Elementary Information)

(2) સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓ (General Objectives and Specific Objective)

(3) વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ (Teaching Points)

(4) અધ્યાપન પદ્ધતિઓ અને પ્રયુક્તિઓ (Teaching Methods and Devices)

(5) અધ્યાપન-અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ (Teaching Learning Activities)

(6) શૈક્ષણિક સાધનો અને સંદર્ભગ્રંથો (Teaching Aids and References)

(7) મૂલ્યાંકન (Evaluation)

(8) કાપાનોંધ (Black Board Work)

(9) સ્વાધ્યાય (Home Work)

(1) પ્રારંભિક માહિતી (Elementary Information) :

આ વિભાગમાં આયોજન નોંધમાં પ્રારંભમાં રોલ નં. શિક્ષકનું નામ, શાળાનું નામ, શ્રેણી (ધોરણ), વર્ગ, વિષય, વિષયાંગ, તારીખ, પદ્ધતિનું નામ, આપેલા કુલ પાઠ, પાઠનો એકમનો સમાવેશ થાય છે.

(2) સામાન્ય અને વિશિષ્ટ હેતુઓ (General Objectives and Specific Objective) :

આ વિભાગમાં મુખ્ય બે ભાગ પડે છે.

(અ) સામાન્ય હેતુઓ (ઉદ્દેશો)(General Objectives) :

જે પ્રથમ પાના પર લખવાના છે. દરેક ઉદ્દેશ માટે ત્રણથી ચાર સ્પષ્ટીકરણો લખવાં જરૂરી છે. સામાન્ય રીતે ત્રણ સામાન્ય હેતુઓ અને વધુમાં વધુ ચાર સામાન્ય હેતુ એક તાસ દરમિયાન આયોજનમાં લઈ શકાય. સામાન્ય હેતુઓ એ લાંબાગાળાના હેતુઓ છે. તેથી તેને સિદ્ધ કરવા જરૂરી વિશિષ્ટ હેતુઓ નક્કી કરવા પડે છે.

(બ) વિશિષ્ટ હેતુઓ (Specific Objectives) :

જે સામાન્ય હેતુઓ અગાઉ નક્કી થયા હોય તેને સિદ્ધ કરતા વિશિષ્ટ હેતુઓ પાઠમાં અંદરના પાને લેવાના છે. વિશિષ્ટ હેતુઓ એક તાસમાં સિદ્ધ કરી શકાય છે. વિષયવસ્તુના સ્વરૂપ અને અધ્યયયન પ્રવૃત્તિઓ જોતાં કયાં વિશિષ્ટ હેતુઓ સિદ્ધ થશે અર્થાત વિદ્યાર્થીઓની વર્તનમાં કેવાં પરિવર્તનો આણી શકાશે તેનો અંદાજ શિક્ષક અગાઉથી બાંધે છે. એકાદ તાસના મર્યાદિત સમયમાં અપાનારા શિક્ષણનાં અનુભવો દ્વારા સિદ્ધ થઈ શકે એમ હોય અને જેનું મૂલ્યાંકન થઈ શકે તેમ હોય તેવા વિશિષ્ટ હેતુઓનો જ પાઠમાં નિર્દેશ કરવામાં આવે છે. સામાન્ય હેતુઓની સરખામણીએ વિશિષ્ટ હેતુઓ ઘણા બધા હોય છે. તેથી હંમેશા પાઠનાં સામાન્ય હેતુ કરતાં વિશિષ્ટ હેતુની સંખ્યા વધારે હોય છે.

(3) વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ (Teaching Points)

વિષયવસ્તુની પસંદગી અને તેની ગોઠવણી નિર્ધારિત ઉદ્દેશોને અનુભવીને થવી જોઈએ. એમ કરતાં સમયમર્યાદાનો પણ ખ્યાલ રાખવો જોઈએ. જે વિષયવસ્તુ વધારે હોય તો વિદ્યાર્થીઓને સમૃદ્ધ શિક્ષણનાં અનુભવો પૂરા પાડવાનું મુશ્કેલ બને છે અને હેતુઓની સિદ્ધિ જોખમાય છે. વિષયવસ્તુની પસંદગીમાં વિદ્યાર્થીઓના પૂર્વજ્ઞાનનો પણ ખ્યાલ રાખવો જોઈએ.

(4) અધ્યાપન પદ્ધતિઓ અને પ્રયુક્તિઓ (Teaching methods and devices)

હેતુઓ અને વિષયવસ્તુ નિશ્ચિત થાય એટલે અધ્યાપન પદ્ધતિઓ અંગેનો નિર્ણય કરવાનો રહે છે. વિદ્યાર્થીઓની વયકક્ષા, રુચિ અને શાળાની મર્યાદાઓને લક્ષમાં લઈને પદ્ધતિઓ અંગેનો નિર્ણય લેવો જોઈએ. શિક્ષણના હેતુઓ અને વિષયવસ્તુને લક્ષમાં લેતાં ભાષણ પદ્ધતિ કથન-ચર્ચા, જૂથચર્ચા, પ્રયોગપદ્ધતિ, આગમન પદ્ધતિ, પૃથક્કરણ સંયોજન પદ્ધતિ, દાર્શનિક પદ્ધતિ, પ્રોજેક્ટ પદ્ધતિ વગેરેમાંથી કોઈ એક કે વધારે પદ્ધતિનો ઉપયોગ ક્યારે કરવો અને કેટલાં પ્રમાણમાં કરવો તે શિક્ષકે અગાઉથી વિચારી લેવું જોઈએ. આ ઉપરાંત કઈ પ્રયુક્તિ (devices) જેવી કે વર્ણન, ઉદાહરણ, પ્રશ્નોત્તરી, સ્વાધ્યાય, કા.પા.કાર્ય, જેવી પ્રયુક્તિઓમાંથી કોઈ એક કે વધારેનો ઉપયોગ યોગ્ય રીતે કરવાનું અગાઉથી વિચારી શકાય.

(5) અધ્યાપન-અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ (Teaching Learning Activities)

પાઠ આયોજનમાં બંને પ્રકારની પ્રવૃત્તિ મહત્ત્વની હોય છે. શિક્ષકે કરવાની પ્રવૃત્તિઓ, અધ્યાપન પ્રવૃત્તિઓ અને વિદ્યાર્થીએ કરવાની પ્રવૃત્તિઓ Learning, Activities શિક્ષકે અધ્યાપન પ્રવૃત્તિઓનું આયોજન એવી રીતે કરવું જોઈએ કે જેથી નક્કી કરેલી પદ્ધતિ કે પ્રવિધિ મુજબ નક્કી કરેલ એકમ વિદ્યાર્થીને શીખવી શકાય અને તેણે જે વર્તનપરિવર્તનો નિરધાર્યા હોય તે સિદ્ધ થઈ શકે. અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓમાં વૈવિધ્ય જણાવવા જોઈએ. બધો જ વખત વિદ્યાર્થીઓએ સાંભળ્યા કરવાનું હોય કે પ્રશ્નોના ઉત્તરો જ આપવાના હોય તે બરાબર નથી. તેનાથી તેઓમાં કંટાળો આવે છે પરિણામે ગેરસમજના પ્રશ્નો ઊભા થાય છે. પ્રવૃત્તિઓ અનેક હોઈ શકે, ગાવું, વાંચવુ, લખવું, દોરવું, ગણવું, પ્રયોગ કરવો, અવલોકન કરવું, ઉપયોગ કરવો વગેરે. શિક્ષકે પ્રવૃત્તિમાં વૈવિધ્ય લાવી વર્ગનું વાતાવરણ જીવંત બનાવવાનું છે.

(6) શૈક્ષણિક સાધનો અને સંદર્ભગ્રંથો (Teaching Aids and References)

શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ પાઠને સુગમ, રસપ્રદ અને અસરકારક બનાવે છે. તેનાથી અધ્યયન-અધ્યાપન કાર્યમાં વૈવિધ્ય આવે છે. વિદ્યાર્થીઓને સઘન શૈક્ષણિક અનુભવો મળે છે. શિક્ષક વિષયવસ્તુને સાધનોની મદદથી સચોટ રીતે રજૂ કરી શકે છે. તેનાથી શિક્ષણમાં વાસ્તવિકતા અને જીવંતતા આવે છે. શિક્ષક ઉદ્દેશોને અનુરૂપ દૃશ્ય-શ્રાવ્ય સાધનો પસંદ કરવા જોઈએ અને તેનો ઉપયોગ ક્યાં, ક્યારે અને કેવી રીતે કરવામાં આવશે તેનો નિર્દેશ આયોજનમાં કરવો જોઈએ.

આયોજનને માહિતીપૂર્ણ બનાવવા અને રસપ્રદ બનાવવા શિક્ષકે સંદર્ભ ગ્રંથોનો પણ અભ્યાસ કરવો જોઈએ. વિદ્યાર્થીઓની કક્ષાને અનુલક્ષીને એમને રસ પડે તેટલા ઊંડાણમાં તેમને લઈ જવા જોઈએ. પાઠમાં ઉપયોગમાં લીધેલા સંદર્ભ ગ્રંથોનો પણ પાઠ આયોજન નોંધમાં યથાસ્થાને ઉલ્લેખ કરવો જોઈએ.

(7) મૂલ્યાંકન (Evaluation)

મૂલ્યાંકન શિક્ષણનું અલગ સોપાન નથી પરંતુ શિક્ષણ પ્રક્રિયાનો અંતર્ગત ભાગ છે. કુશળ શિક્ષક (1) હેતુઓની સિદ્ધિ (2) અધ્યાપન પદ્ધતિઓના અભિગમની યોગ્યતાનું મૂલ્યાંકન (3) વાપરેલી પ્રયુક્તિનું મૂલ્યાંકન કરતા જ હોય છે. વિદ્યાર્થીઓ તરફથી મળતા શાબ્દિક અને અશાબ્દિક પ્રતિચારો પરથી શિક્ષકને પોતાના અધ્યાપન અભિગમની પુનઃવિચારણા કરવાનું દિશાસૂચન પણ પ્રાપ્ત થાય છે. હેતુ સિદ્ધિના મૂલ્યાંકન માટેની કસોટીઓ લેખિત, મૌખિક કે ક્રિયાત્મક સ્વરૂપની હોઈ શકે છે. સામાન્ય રીતે પાઠ આયોજનમાં હેતુલક્ષી પ્રશ્નો દ્વારા વિદ્યાર્થીઓનું મૂલ્યાંકન કરવાનું હોય છે. તેઓએ શીખવેલા એકમને અનુરૂપ ખાલી જગ્યાઓ, જોડકાં, ખરાંખોટા વિધાનો, ગુરુચાવી યુક્ત કસોટી, પૂર્તિ પ્રકાર, વિકલ્પ કસોટી, ક્રમનિર્ણાયક કસોટી, સંબંધ ઘટાયક કે ઉદાહરણ કસોટી વગેરે દ્વારા મૂલ્યાંકન કરી શકાય છે.

(8) કાપાનોંધ (Black Board Work)

કા.પા.નોંધ પાઠ આયોજનનું મહત્ત્વનું અંગ છે. કા.પા.એ શિક્ષકનો મહત્ત્વનો સાથી છે. પાઠની જરૂરિયાત અનુસાર શિક્ષક તેનો અનેક રીતે ઉપયોગ કરી શકે છે. નોંધ સ્વચ્છ અને સુવાચ્ય અક્ષરોમાં મુદ્દાસર રીતે થાય તે અગત્યનું છે. તેના ઉપયોગથી વિદ્યાર્થીમાં દશ્ય છાપ ઉપસે છે અને શિક્ષણ મૂર્ત બને છે. કા.પા.નો ઉપયોગ શિક્ષણ કાર્ય દરમિયાન જે રીતે કરવાનું આયોજન કર્યુ હોય તેનું પ્રતિબિંબ આયોજન નોંધમાં કરવું જોઈએ. આ માટે Lesson-Plan માં પાછળના પાના પર તેની યોગ્ય જગ્યા આપેલી હોય છે.

(9) સ્વાધ્યાય (Home Work)

પાઠ દરમિયાન વિદ્યાર્થી જે કંઈ શીખ્યો હોય તે સુદૃઢ થાય, વિદ્યાર્થીઓએ પ્રાપ્ત કરેલા જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરતો થાય તે અધ્યાપનનો હેતુ છે. પાઠના ઉદ્દેશ્યને અનુલક્ષીને વાંચન, લેખન, મુખપાઠ, મુલાકાત, ચિત્રાંકન, સમસ્યા ઉકેલ સંગ્રહ, નક્શાપૂર્તિ, પ્રયોજન, સર્જનને લગતા અનેક પ્રકારના સ્વાધ્યાય આપી શકાય. દરેક પાઠને અંતે લેખિત સ્વાધ્યાય જ હોય એવો નિયમ ન બાંધી શકાય. આ સ્વાધ્યાયનો નિર્દેશ પણ પાઠ આયોજનમાં થવો જોઈએ.

13.6 સારાંશ

પાઠ આયોજન એ શિક્ષક માટે દીવાદાંડી સમાન છે. જેની મદદથી સંપૂર્ણ અધ્યાપનકાર્ય સુપેરે પાર પાડી સમયાવધિમાં વિદ્યાર્થીઓને નિશ્ચિત હેતુઓ અનુસાર શિક્ષણ આપી શકાય છે. અહીં, પાઠ આયોજનનો અર્થ, તેની અનિવાર્યતા તેમજ વિવિધ સોપાનો સ્પષ્ટતાપૂર્વક દર્શાવવામાં આવ્યાં છે. જેથી તાલીમાર્થીઓ તેની સ્પષ્ટ અને તલસ્પર્શી સમજણ મેળવી શકે.

13.7 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. સફળતા મેળવવાની ગુરુ ચાવી કઈ છે ?

....

....

....

....

....

....

2. પાઠ આયોજનથી આત્મવિશ્વાસ પર શી અસર થાય છે ?

....

....

....

....

....

....

3. પાઠ આયોજનની વર્ગ સંચાલનમાં શી અસર પડે છે ?

....

....

....

....

....

....

4. હર્બટ સ્પેન્સરની પંચપદીના મુખ્ય મુદ્દા જણાવો.

....

....

....

....

....

....

5. પાઠ આયોજનની પ્રારંભિક માહિતીમાં શેનો સમાવેશ થાય છે ?

....

....

....

....

....

....

6. શિક્ષક કેવી અધ્યયન અધ્યાપન પ્રવૃત્તિઓનો પાઠ આયોજનમાં સમાવેશ કરી શકે ?

....

....

....

....

....

....

13.8 સ્વાધ્યાય

૧. પાઠ આયોજન માટે કોઈ એક એકમ પસંદ કરી તેના વિશિષ્ટ હેતુઓ લખો.

૨. વર્ગખંડ શિક્ષણ દરમિયાન કા.પા.કાર્ય શા માટે અગત્યનું છે ?

૩. પાઠ આયોજનની તમારી પોતાની એક વ્યાખ્યા આપી તેમાં આવતાં શબ્દો સમજાવો.

૪. પાઠ આયોજન શા માટે અગત્યનું છે ?

૫. ×અધ્યાપનને અંતે સ્વાધ્યાયકાર્ય આપવું આવશ્યક છે× - સમજાવો.

એકમ 14

આદર્શ પાઠ આયોજન

: રૂપરેખા :

14.1 પ્રસ્તાવના

14.2 ઉદ્દેશો

14.3 આદર્શ પાઠ આયોજનનાં લક્ષણો

14.4 આદર્શ પાઠ આયોજનના નમૂના

14.5 સારાંશ

14.6 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

14.7 સ્વાધ્યાય

14.1 પ્રસ્તાવના

લક્ષ્ય સુધીનું અંતર સફળતાપૂર્વક પૂર્ણ કરવા જેવી રીતે નકશો અગત્યનો સાબિત થાય છે તેવી જ રીતે ઉત્તમ પ્રકારે વર્ગખંડ શિક્ષણકાર્ય કરવા માટે આદર્શ કે ઉત્કૃષ્ટ પ્રકારનું પાઠ આયોજન જરૂરી બને છે. જે અંતર્ગત શિક્ષક દ્વારા નિર્ધારિત હેતુઓ અનુરૂપ વિષયવસ્તુનું તબક્કાવાર નિરૂપણ સ્વીકાર્ય છે. આદર્શ પાઠ આયોજન એ દરેક શિક્ષક માટે દિશાસૂચક બની રહે છે. આમ, આદર્શ પાઠ આયોજન શિક્ષક માટે ઉત્તમ દસ્તાવેજ છે.

14.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અભ્યાસને અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. આદર્શ પાઠ આયોજનના લક્ષણોની જાણકારી મેળવી શકશો.

૨. આદર્શ પાઠ આયોજનના નમૂનાઓ જોઇ શકશો.

૩. આદર્શ પાઠ આયોજનનો પાઠ તૈયાર કરી શકશો.

14.3 આદર્શ પાઠ આયોજનનાં લક્ષણો (Characteristics of ideal Lesson Planning)

સારા પાઠ આયોજનનાં લક્ષણો (Characteristics of good Lesson-Planning) :

- સારું પાઠ આયોજન લેખિત સ્વરૂપમાં હોવું જોઈએ.
- પાઠ આયોજનમાં સામાન્ય હેતુઓ અને વિશિષ્ટ હેતુઓ સ્પષ્ટ રીતે નોંધાયેલા હોવાં જોઈએ.
- પાઠ આયોજન વર્ગની પાર્શ્વભૂમિકાને ધ્યાનમાં રાખીને તૈયાર થવું જોઈએ.
- બાળકની વય, રુચિ, જ્ઞાન, વૃદ્ધિ, શક્તિ, અપેક્ષાઓ અને વર્ગના વાતાવરણને નજરમાં રાખી પાઠ આયોજન થવું જોઈએ. ટૂંકમાં સમૃદ્ધ પાઠ આયોજનમાં બાળક કેન્દ્રસ્થાને હોવું જોઈએ.
- અસરકારક અધ્યયન-અધ્યાપન માટે પ્રવિધિ, પદ્ધતિ, અભિગમ અને પ્રયુક્તિઓનો પાઠ આયોજનમાં સ્પષ્ટ ઉલ્લેખ કરવો જોઈએ.
- સારા પાઠ આયોજનમાં અધ્યયન અધ્યાપનની પ્રવૃત્તિઓ સૂચવાયેલી હોવી જોઈએ.
- દૃશ્યશ્રાવ્ય સાધનોના અસરકારક ઉપયોગનો ઉલ્લેખ સારા પાઠ આયોજનમાં વ્યવસ્થિત થવો જોઈએ.
- આખા એકમમાં સુસંવાદિતા અને સુગ્રથિતતા હોવી જોઈએ. પ્રત્યેક પેટાએકમ તો પછીના પેટા એકમ પર જવા માટેનો પાયો બની જવો જોઈએ.

- સારા પાઠ આયોજનમાં સંદર્ભ પુસ્તકો અને પાઠ્યપુસ્તકોનો બાળકો ઉપયોગ કરવા પ્રેરાય એવી વિચારણા કરવામાં આવી હોવી જોઈએ.
  - સારા પાઠ આયોજનમાં સમૃદ્ધ સ્વાધ્યાય હોય વળી દરેક સ્વાધ્યાય પ્રોત્સાહક અને પ્રેરક હોય તે જરૂરી છે. કારણ સ્વાધ્યાયએ શિક્ષણનો આત્મા છે.
  - સારા પાઠ આયોજનમાં સારા પ્રશ્નો હોય. પ્રશ્નોએ અધ્યયન-અધ્યાપનની કિંમતી મૂડી છે. સારા પ્રશ્નો વર્ગમાં એકાએક સ્ફૂરે નહીં તે માટે અગાઉથી ચિંતન આયોજન હોવું જરૂરી છે.
  - સારા પાઠ આયોજનમાં પાઠ્યવસ્તુની રૂપરેખા હોય જે શિક્ષકને પાઠ વિકાસમાં ઉપયોગી બને છે.
  - પાઠ આયોજનમાં સમયનો ઉલ્લેખ હોવો જોઈએ. નિશ્ચિત સમયમાં પાઠ પૂર્ણ થાય અને આયોજન પ્રમાણે શીખવાય તેવું હોવું જોઈએ.
  - પાઠ આયોજનમાં મૂલ્યાંકનનો ઉલ્લેખ વિગતે થવો જોઈએ. મૂલ્યાંકન કસોટીનો નમૂનો હોવો જોઈએ.
  - સારા પાઠ આયોજનમાં વિદ્યાર્થીઓના જીવન સાથે અને વિષયો સાથેના અનુબંધની પણ વિચારણા થયેલી હોવી જોઈએ.
  - સારા પાઠ આયોજનમાં વર્ગવ્યવહારનો પણ વિચાર કરી લેવામાં આવે છે. વર્ગની આકસ્મિક પરિસ્થિતિના ઉકેલની વિચારણા પણ હોવી જોઈએ.

આથી, ઉત્તમ પાઠ આયોજન જડ ન રહેતાં પરિવર્તનક્ષમ હોવું જોઈએ.

આમ છતાં પાઠ આયોજન એ બ્લ્યુ પ્રિન્ટ છે. તેમાં લખ્યા પ્રમાણે જ વર્ગમાં અક્ષરશઃ વર્તવું એવું નથી જ. પાઠ આયોજન ગમે તેવું ઉત્તમ હોય છતાં તે સાથી છે, સ્વામી નથી. કુશળ શિક્ષક વર્ગમાં ઉભી થયેલી આકસ્મિક પરિસ્થિતિનો શિક્ષણપ્રદ રીતે ઉપયોગ કરી લે તે મહત્ત્વનું છે. એક પણ શિક્ષણપ્રદ પળ શિક્ષકે જતી કરવી ન જોઈએ. પાઠ આયોજન જડ નહિં, પરંતુ પરિવર્તનશીલ હોય. વર્ગનો મિજાજ ઓળખીને તાત્કાલિક આવશ્યકતાઓ, અપેક્ષા અને પરિસ્થિતિને સમજીને તેમાં ફેરફારને પૂરો અવકાશ છે.

14.4 આદર્શ પાઠ આયોજનના નમૂના (Samples of ideal Planning)

પાઠ આયોજનનો નમૂનો

Roll No./Exam No...

Name of the Trainee : ....

Name of the School : ....

Subject : MATHS | Std/Divison : 9th A

Total No. of Lessons given by the trainee : ....

Method -1 : .... | Method-2 ....

Unit : સમરૂપ ત્રિકોણો | Sub Unit : ત્રિકોણની સમરૂપતા

Educational Objectives :

(1) વિદ્યાર્થીઓ ગણિતને લગતું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરે.

1.1 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ હકીકતો વિગતો વગેરેનું વર્ણન કરે.

1.2 વિદ્યાર્થીઓ ખ્યાલો, વ્યાખ્યાઓ, વગેરેને ઓળખે.

1.3 વિદ્યાર્થીઓ વ્યાખ્યાઓ યાદ કરે.

(2) વિદ્યાર્થીઓ ગણિતમાં કેટલીક સમજ કેળવે.

2.1 વિદ્યાર્થીઓ વ્યાખ્યાઓ, ખ્યાલોમાં રહેલી ભૂલ સુધારે.

2.2 વિદ્યાર્થીઓ આપેલી બે બાબતોમાં રહેલી સમાનતા અને ભેદ સ્પષ્ટ કરે.

2.3 વિદ્યાર્થીઓ શાબ્દિક સ્વરૂપને સાંકેતિક સ્વરૂપમાં અને સાંકેતિક સ્વરૂપને શાબ્દિક સ્વરૂપમાં રજૂ કરે.

(3) વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના જ્ઞાન અને કૌશલ્યોની નવીન પરિસ્થિતિમાં ઉપયોગ કરે.

3.1 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ સમસ્યાના ઉકેલ માટે સાચી પદ્ધતિની પસંદગી કરે.

3.2 વિદ્યાર્થીઓ આત્મવિશ્વાસપૂર્વક, ઝડપતી સમસ્યાનો ઉકેલ મેળવે.

3.3 વિદ્યાર્થીઓ સમસ્યાનો તાળો મેળવે અને ઉત્તરનું ખરાપણું ચકાસે.

(4) વિદ્યાર્થીઓ ગણિતને લગતાં કેટલાંક કૌશલ્યો કેળવે.

4.1 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ વિગતો પરથી યોગ્ય ભૌમિતિક આકૃતિઓ દોરે.

4.2 વિદ્યાર્થીઓ આપેલ આકૃતિની વિગતો વર્ણવી શકે.

4.3 વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિ દોરવાનું કૌશલ્ય કેળવે.

4.4 વિદ્યાર્થીઓ અવલોકન કરવાનું કૌશલ્ય કેળવે.

Teaching Methods : (1) કથન-ચર્ચા (2) આગમન-નિગમન (3) નિદર્શન

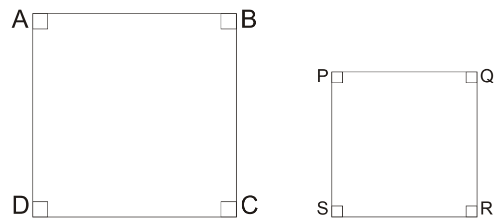
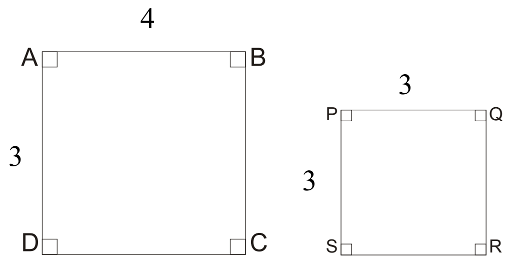
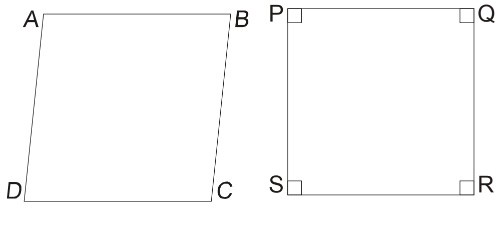
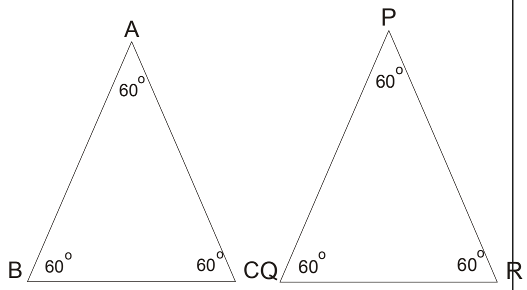
Teaching Techniques Methods : કથન, પ્રશ્નોત્તરી, ઉદાહરણ પ્રયુક્તિ

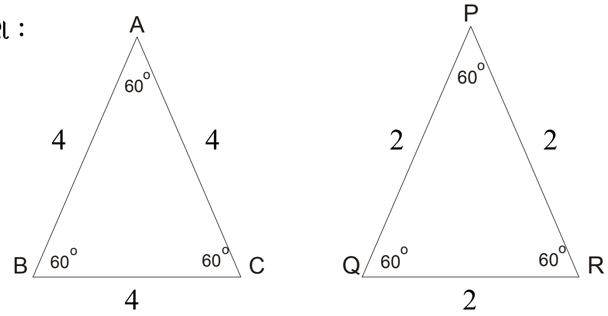
Referance Books : (1) ગાલા ક્ષમતાકેન્દ્રી સ્વાધ્યાયપોથી પાના નંબર-48-53

(2) આધુનિક ભૂમિતિ ફાધર વેલ્સ

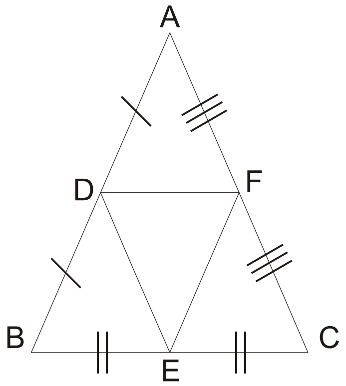
Teaching Aids : સ્વનિર્મિત સમરૂપતાનો ચાર્ટ

વિશિષ્ટ હેતુઓ	વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ
વિદ્યાર્થીઓ ચોરસ આકૃત્તિમાં સમરૂપતાની સંકલ્પના સમજે.	વિષયાભિમુખ - આપેલ બે ચોરસમાં બધા કાટખૂણા (90°) છે. અને અનુરૂપ બાજુઓની લંબાઈના ગુણોત્તર સરખા છે. - ચોરસ ABCD અને PQRSની બાજુઓનું ગુણોત્તર $\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{DC}{RS} = \frac{DA}{SP} = \frac{4}{2} = 2$ જે સમાન છે. - આપેલ બે લંબચોરસમાં ખૂણાઓ કાટખૂણા હોવાથી એકરૂપ છે. પરંતુ આપેલી બાજુઓની લંબાઈના ગુણોત્તર અલગ-અલગ છે. $\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{DC}{RS} = \frac{DA}{SP} = \frac{4}{2} = 1$ - આમ અહીં ખૂણાઓ એકરૂપ છે. પરંતુ બાજુઓના માપના ગુણોત્તર સમાન નથી. - □ ABCD અને ચોરસ PQRSમાં અનુરૂપ બાજુઓના ગુણોત્તર સરખા છે પરંતુ ખૂણા એકરૂપ નહીં. એટલે કે ખૂણાના માપ અલગ-અલગ છે.
વિદ્યાર્થીઓ ત્રિકોણ આકૃત્તિમાં સમરૂપતાની સંકલ્પના સમજે.	- આપેલ બે ત્રિકોણોમાં પ્રથમ ત્રિકોણની બાજુનું માપ બીજાં ત્રિકોણની બાજુના માપ કરતાં બમણું છે. પરંતુ અનુરૂપ બાજુઓના માપનો ગુણોત્તર સરખો છે. $\frac{AB}{PQ} = \frac{AC}{PR} = \frac{BC}{QR} = \frac{4}{2} = 2$ અને ખૂણાઓ એકરૂપ છે. આમ □ ABCD અને PQRSમાં સંગતતા માટેની જરૂરિયાત સંતોષાય છે. તેથીABC « PQRલખાય. આવા ત્રિકોણોને 'સમરૂપ ત્રિકોણો' કહે છે.

<table>
<tr><th>શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ</th><th>વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ</th><th>મૂલ્યાંકન</th></tr>
<tr><td>– નીચે આપેલ બે ચોરસોમાં શું સરખાપણું છે ?
અને શું તફાવત ?
</td><td>– વિદ્યાર્થીઓ પ્રકૃતિ નિહાળશે અને તેમાં જોવા મળતી બે આકૃતિઓ વચ્ચેની ભિન્નતા પારખવા પ્રયત્ન પ્રયત્ન કરશે.</td><td></td></tr>
<tr><td>– નીચે આપેલાં બે લંબચોરસ વચ્ચે શું સામ્ય છે
અને શું ભેદ છે ?
</td><td>– વિદ્યાર્થીઓ ચાર્ટમાં જોવા મળતી આકૃતિઓ વચ્ચેનો ભેદ જાણવાનો પ્રયત્ન કરશે.</td><td></td></tr>
<tr><td>– □ ABCD અને ચોરસ PQRS માં
શું ફેરફાર છે ?
</td><td>– વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિ વચ્ચેના ભેદને પારખી શિક્ષકના પ્રશ્નના ઉત્તર વિશે વિચારશે.</td><td></td></tr>
<tr><td>– નીચેના બે ત્રિકોણોની સરખામણી અને ભેદ
પારખો
</td><td>– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષક દ્વારા પૂછેલાં પ્રશ્નોના યોગ્ય અને સચોટ વિચારપ્રેરક ઉત્તર આપશે.</td><td></td></tr>
</table>

વિશિષ્ટ હેતુઓ	વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ
	હેતુ-કથન – આજે આપણે ‘સમરૂપ ત્રિકોણો’ વિશે અભ્યાસ કરીશું
– વિદ્યાર્થીઓ બે ત્રિકોણોનો આકૃતિ પરથી ‘સમરૂપત્રિકોણો’ ઓળખે.	વિષય નિરૂપણ : 
– વિદ્યાર્થીઓ સમરૂપતાની વ્યાખ્યા યાદ કરે.	– આમ ΔABC અને ΔPQRની સંગતતા ABC « PQR આપેલ છે તથા $\angle A = \angle P$ $\angle B = \angle Q$ તથા $\frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR} = \frac{CA}{PR}$ $\angle C = \angle R$ થાય તો સંગતતા ABC « PQR સમરૂપતા છે. એમ. કહેવાય તેમજ
– વિદ્યાર્થીઓ ‘સમરૂપ ત્રિકોણો’નાં સાંકેતિક સ્વરૂપને ઓળખે.	– ΔABC અને ΔPQRને ‘સમરૂપો ત્રિકોણો’ કહેવાય. તેમને સંકેતમાં $\Delta ABC \sim \Delta PQR$ એમ લખાય. અને ΔABC સમરૂપ ΔPQR એમ વંચાય છે. ઉપરાંત PQR « ABC માટે
– વિદ્યાર્થીઓ ‘સમરૂપ ત્રિકોણો’ ની શરતો વિશે જાણે.	$\angle A = \angle P$ ÐQ = ÐB તથા $\frac{PQ}{AB} = \frac{QR}{BC} = \frac{PR}{CA}$ $\angle R = \angle C$
– વિદ્યાર્થીઓ સમરૂપતા ત્રિકોણોને સંકેતમાં દર્શાવે	– થાય તો ΔPQRને અને ΔABC સમરૂપ ત્રિકોણો કહેવાય. તેમને સંકેતમાં $\Delta PQR \sim \Delta ABC$ એમ લખાય. અને ΔPQR સમરૂપ ΔABC એમ વંચાય.

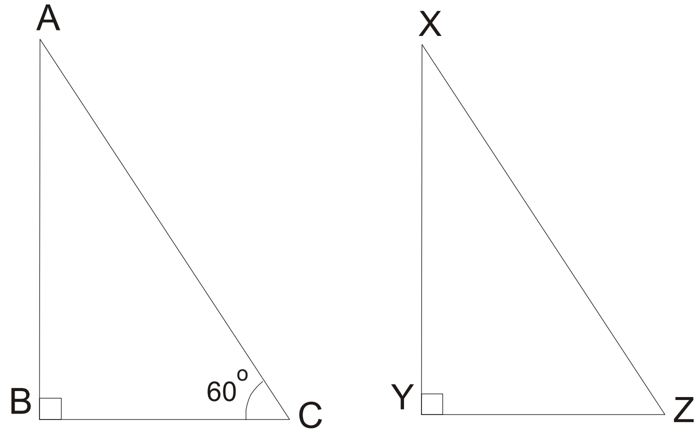
શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ	મૂલ્યાંકન
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ હેતુ-કથન કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકનું હેતુ-કથન ધ્યાનથી સાંભળશે.	
– શિક્ષક કા.પા. પર D ABC અને D PQR ની આકૃતિઓ દોરશે અને બાજુઓ તેમજ ખૂણાઓના માપનું નિર્દેશન કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ કા.પા. કાર્યની નોંધ કરશે.	
– શિક્ષક બે ત્રિકોણોની સંગતતા આપેલ હોય ત્યારે એકરૂપ ખૂણાઓ તથા અનુરૂપ બાજુઓના ગુણોત્તર દર્શાવવાની રીતનું કા.પા.કાર્ય સાથે કથન કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ પોતાની સમજ શક્તિ મુજબ શિક્ષકનું કથન ગ્રહણ કરવા પ્રયત્ન કરશે.	આકૃતિમાં $\angle A$ ને સંલગ્ન ખૂણો કયો હશે ?
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને 'સમરૂપ ત્રિકોણો' ઓળખવાની રીત સમજાવશે.	– વિદ્યાર્થીઓ બે ત્રિકોણો વચ્ચેના ચોક્કસ સંબંધને સમજશે.	
– શિક્ષક કા.પા.કાર્ય દ્વારા 'સમરૂપ ત્રિકોણો' લખવાની અને વાંચવાની પદ્ધતિની ચર્ચા કરશે.		
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને એ જ રીતે D ABC અને D PQR વચ્ચેની સંગતતા લખવા માટેની પદ્ધતિ પૂછશે.	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકની સાથે પ્રવૃત્તિમાં સક્રિય બની રસપૂર્વક ભાગ લેશે.	
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને એક પછી એક અનુરૂપ બાજુઓના માપના ગુણોત્તર અને એકરૂપ ખૂણા કા.પા.કાર્ય દ્વારા લખાવશે.	– વિદ્યાર્થીઓ કા.પા.કાર્યની પોતાની નોટબુકમાં નોંધ કરશે.	

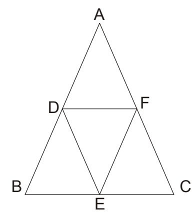
વિશિષ્ટ હેતુઓ	વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ
– વિદ્યાર્થીઓ 'સમરૂપ ત્રિકોણો'ની વ્યાખ્યા પોતાના શબ્દોમાં રજુ કરે.	– 'બે ત્રિકોણોની કોઈ સંગતતા માટે જો અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય અને અનુરૂપ બાજુઓના માપ સમપ્રમાણમાં હોય તો આ સંગતતા જાગરૂકતા કહેવાય.' ઉદાહરણ-1
– વિદ્યાર્થીઓ ત્રિકોણની સમરૂપતા પર આધારિત ઉદાહરણો આપે.	– ΔABCની બાજુ $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ અને $\overline{CA}$ મધ્ય બિંદુઓ અનુક્રમે D, E અને F છે સાબિત કરો કે ΔABC-ΔEFD ΔABCની બાજુઓ $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ અને $\overline{CA}$ ના મધ્ય બિંદુઓ અનુક્રમે D, E અને F છે.
– વિદ્યાર્થીઓ આપેલ માહિતીનું વિશ્લેષણ કરે. વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિનું અવલોકન કરે. – વિદ્યાર્થીઓ ઝડપથી આકૃતિ દોરે. વિદ્યાર્થીઓ ચોક્કસાઈથી માપ લે.	ΔABC-ΔEFD 
– વિદ્યાર્થીઓ મધ્ય બિંદુની વ્યાખ્યા યાદ કરે.	ΔABCની બાજુઓ $\overline{BC}$ અને $\overline{CA}$ ના મધ્ય બિંદુઓ અનુક્રમે E અને F છે. $\therefore$ $\overline{EF} \parallel \overline{AB}$ અને $EF = \frac{1}{2}AB$ હવે $\overline{AB}$ નું મધ્યબિંદુ D છે.
– વિદ્યાર્થીઓ મધ્ય બિંદુ બનાવવાની શરતો યાદ કરે.	તેથી A-D-B તથા $AD = \frac{1}{2}AB$ $\therefore$ $\overline{AD} \parallel \overline{EF}$ અને $AD = EF$ $\therefore ADEF$ એ સ.બા.ચ. છે. $\therefore \angle A = \angle DEF$ (□ ના સામસામેના ખૂણા)

શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ	મૂલ્યાંકન
– શિક્ષક 'સમરૂપ ત્રિકોણો'ની વ્યાખ્યા કા.પા.પર લખશે. શિક્ષક 'સમરૂપ ત્રિકોણો'ની સ્પષ્ટ સમજૂતી આપશે. – શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને પૂર્વજ્ઞાન તાજું કરાવીને નવા મુદ્દાઓ વિશે જાણકારી આપશે. – શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને ધ્યાનથી ચર્ચા સાંભળવા કહેશે અને પોતાની પ્રવૃત્તિ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવા કહેશે.	– વિદ્યાર્થીઓ પોતાની નોટબુકમાં 'સમરૂપ ત્રિકોણો' ની વ્યાખ્યા નોંધશે. વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકની પ્રવૃત્તિને રસપૂર્વક નિહાળશે અને તેને સમજવાનો પ્રયત્ન કરશે.	
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓનો પદ્ય અને સ્વાધ્યાય લખતાં શીખવશે.	– વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિ દોરશે.	
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને મધ્યબિંદુની વ્યાખ્યા પૂછશે. લખવાની અને વાંચવાની પદ્ધતિની ચર્ચા કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ કા.પા.કાર્યની નોંધપોથીમાં નોંધ કરશે.	
– શિક્ષક આપેલ રકમ પરથી વિદ્યાર્થીઓને આકૃતિ દોરી મધ્યબિંદુ બનવાની શરતો સમજાવશે. – શિક્ષક બે મધ્યબિંદુઓ જોડી અને બનતા રેખાખંડ સાથે સરખાવી બતાવશે.	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકનું કથન ધ્યાનથી સાંભળશે.	
– શિક્ષક ચાર બિંદુઓના જોડાણથી બનતા ચતુષ્કોણનો ખ્યાલ આપશે. – શિક્ષક ચતુષ્કોણના પ્રત્યેક ખૂણાને અનુરૂપ ખૂણો શોધતાં શીખવશે.	– વિદ્યાર્થીઓ પૂર્વજ્ઞાનને યાદ કરી શિક્ષક સામે સહચર્ચામાં ભાગ લેશે.	

વિશિષ્ટ હેતુઓ	વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ
– વિદ્યાર્થીઓ તાર્કિક ક્રમમાં સોપાનો રજુ કરે.	– તે જ પ્રમાણે સાબિત કરી શકાય કે $\angle B = \angle EFD$ અને $\angle C = \angle FDE$ ..(3) તેવી જ રીતે $EF = \frac{1}{2}AB$ અથવા $\frac{AB}{EF} = 2$ ....(3)
– વિદ્યાર્થીઓ ઝડપ અને ચોક્કસાઈથી ગણનકાર્ય કરે.	– તે જ પ્રમાણે સાબિત કરી શકાય કે $\frac{BC}{FD} = 1$ અને $\frac{CE}{DE} = 2$ ..... (4) (1),(2),(3) અને (4) પરથી ABC↔EFD સમરૂપતા છે.
– વિદ્યાર્થીઓ માહિતીની સરખામણી કરે.	$\therefore \Delta ABC - \Delta EFD$ ઉદાહરણ-2: $\therefore \Delta ABC$ અને ΔDEF ની સગતતા ABC ↔DEF સમરૂપતા છે. FD–8, DE=4, EF=6 અને AB=7.5 હોય તો BC અને AC શોધો.
– વિદ્યાર્થીઓ શાબ્દિક સ્વરૂપને સાંકેતિક સ્વરૂપમાં રજૂ કરે.	– ΔABC અને ΔDEF માં ABC↔DEF સમરૂપતા છે. $\therefore \frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$ $\therefore \frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF}$
– વિદ્યાર્થીઓ મૌખિક ગણતરીઓ ઝડપી અને ચોક્કસાઈપૂર્વક છે.	$\therefore \frac{7.5}{4} = \frac{BC}{6}$ $\therefore BC = \frac{7.5 \times 6}{4}$ $\therefore BC = 1125$
–વિદ્યાર્થીઓ સમરૂપતાના દાખલાના ઉકેલ અંગે આગાહી કરે.	$\frac{AB}{DE} = \frac{AC}{DF}$ $\therefore \frac{7.4}{4} = \frac{AC}{3}$
– વિદ્યાર્થીઓ આપેલ જવાબનો તાળો મેળવે.	$\therefore AC = \frac{7.5 \times 8}{4}$ $\therefore AC = 15$

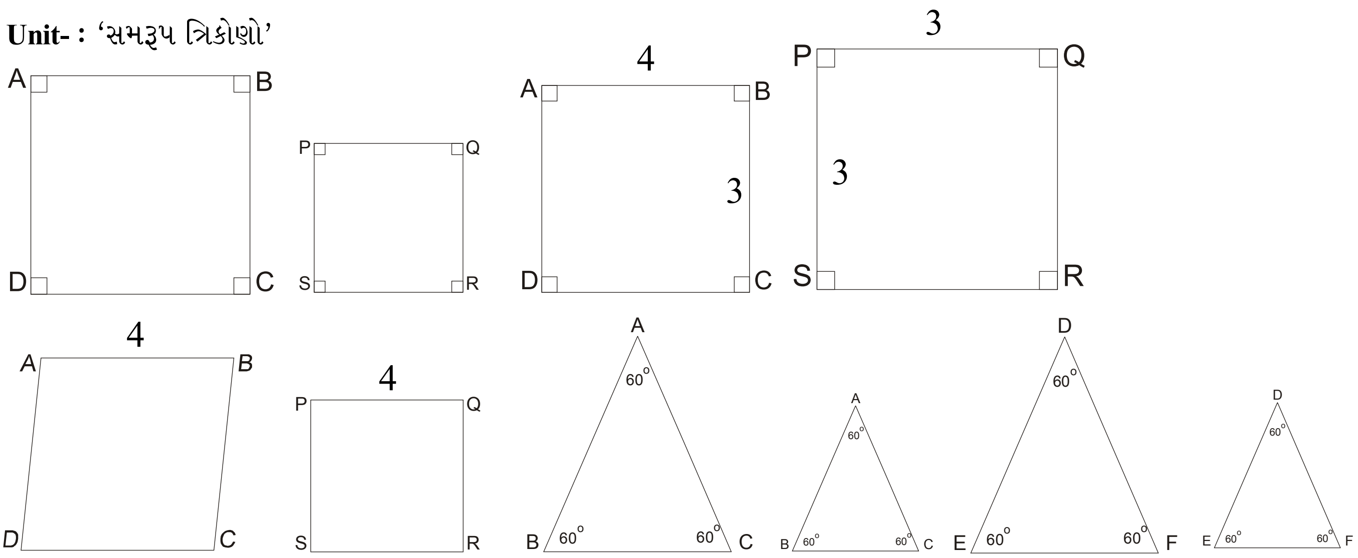
શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ	મૂલ્યાંકન
– શિક્ષક તેજ રીતે D ABC ના બીજાં બે ખૂણાને અનુરૂપ ખૂણા શોધતાં શીખવશે.	– વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિ પરથી માહિતી ગ્રહણ કરશે.	
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને પોતાના તરફ ધ્યાન આપવા જણાવશે.		
– શિક્ષક કા.પા.કાર્ય દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને સંપૂર્ણ બાબતની સ્પષ્ટ સમજ આપશો.	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકે આપેલ ઉદાહરણને એકાગ્રતાપૂર્વક ધ્યાનથી સાંભળશે.	
– શિક્ષક હળવું સ્મિત કરતાં વિદ્યાર્થીઓને નીચે મુજબના પ્રશ્નો પૂછશે.	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકે આપેલી માહિતીની બુદ્ધિકક્ષા અનુસાર પૃથક્કરણ ક્રિયા કરશે.	
– D ABC અને D DEF ની સંગતતા સમરૂપતા માટેની શરત જણાવો.		
– બે બાજુઓનો અનુરૂપ બાજુઓના ગુણોત્તર જણાવો ?		
– $\overline{EF}$ નું માપ કેટલું છે ?	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકે આપેલ ઉદાહરણના પ્રશ્નોના સચોટ ઉત્તર આપશે.	
– $\overline{AB}$ ની લંબાઈ કેટલી છે ?		
– $\overline{DF}$ ની માપ શું છે ?		
– BC ને સૂત્રનો કર્તા કરતાં BC નું માપ કેટલું થાય ?		
– AB, DE અને DFના માપ પરથી ACનું માપ શોધો.	– વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકે આપેલ માહિતી ધ્યાનપૂર્વક અને રસપૂર્વક ગ્રહણ કરશે.	
– $\overline{AC}$ ની લંબાઈ કેટલી મળે ?		
– શિક્ષક આમ યોગ્ય પ્રશ્નોત્તરી દ્વારા માહિતીનું દઢિકરણ કરાવશે. શિક્ષક કા.પા.કાર્ય કરશે.		

વિશિષ્ટ હેતુઓ	વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ
– વિદ્યાર્થીઓ જુદી જુદી ભૌમિતિક આકૃતિઓ દોરે. વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિમાં નામનિર્દેશ કરે. – વિદ્યાર્થીઓ પૂર્વજ્ઞાન અને શિક્ષકની માહિતીના આધારે વર્ણન કરે. – વિદ્યાર્થીઓ મૌખિક ગણતરી ઝડપી કરે. – વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષકે આપેલાં ઉદાહરણો માટે સોપાનો રજુ કરે.	– ઉદાહરણ-3: ΔABC અને ΔXYZ ની સંગતતા $ABC \leftrightarrow XYZ$ સમરૂપતા છે. $m\angle C = 69, m\angle B = 90$ હોય તો $m\angle X$ અને $m\angle Y$ શોધો.  ΔABC અને ΔXYZ ની સંગતતા એક $ABC \leftrightarrow XYZ$ સમરૂપતા છે. આથી $\angle A = \angle X, \angle B = \angle Y, \angle C = \angle Z$ પરંતુ $\angle B = \angle Y, \therefore m\angle B = m\angle Y$ – પરંતુ $m\angle B = 90 \therefore m\angle Y = 90$ ત્રિકોણના ત્રણ ખૂણાનો સરવાળો 180 છે. $\therefore m\angle A + m\angle B + m\angle C = 180$ $\therefore m\angle A = 180 - (m\angle B + m\angle C)$ $\therefore m\angle A = 180 - (90 + 60)$ $\therefore m\angle A = 180 - 150$ $\therefore m\angle A = 30$ પરંતુ $\angle A = \angle X$ તેથી $m\angle A = m\angle Z$ $\therefore m\angle X = 30$ સમાધાન આજે આપણે સમરૂપ ત્રિકોણો અને તેનો દાખલામાં ઉપયોગ કરતાં શીખ્યાં.

શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ	મૂલ્યાંકન
– શિક્ષક આપેલ વિધાનની કા.પા.નોંધ લખશે. – શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને વિધાનની વિગતવાર સમજ આપશે.	– વિદ્યાર્થીઓ પ્રાપ્ત કરેલા જ્ઞાન પરથી ઉદાહરણ ઉકેલશે.	શાળા : ધોરણ : વિદ્યાર્થીનું નામ : વર્ગ : પ્ર.1 નીચેનાં વિધાનો ખરાં છે કે ખોટાં તે તે જણાવો.
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓના જ્ઞાનની ચકાસણી કરવા તેમનું મૂલ્યાંકન કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ આકૃતિનો ઉપયોગ કરી ઉકેલ શોધતાં શીખશે.	(1) સમરૂપ આકૃતિઓનાં માપ અને આકાર બંને સરખા હોય છે.
– શિક્ષક આપેલ માહિતીના આધારે આકૃતિ દોરશે.		(2) એક લંબચોરસ અને ચોરસ સમરૂપ આકૃતિઓ નથી.
– શિક્ષણ આકૃતિમાં વિવિધ અંગોના નામ વિદ્યાર્થીઓને પૂછી નામ નિર્દેશ કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ ઉત્સાહપૂર્વક પ્રશ્નોના ઉત્તર આપશે.	(3) બે ત્રિકોણો સમરૂપ થવા માટે તેમની વચ્ચેની તમામ સંગતતાઓ સમરૂપતા હોવી જરૂરી છે.
– શિક્ષક બે ત્રિકોણોમાં અનુરૂપ બાજુઓ અને અનુરૂપ ખૂણા સરખાવશે.		(4) DABC અને DDEF સમરૂપ ત્રિકોણો હોય તો DABC = DDEF એમ લખાય.
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને નીચે મુજબના પ્રશ્નો પૂછશે.	– વિદ્યાર્થીઓ બે ત્રિકોણોની સરખામણી કરશે.	પ્ર.2 નીચે આપેલ આકૃતિ પરથી ખાલી જગ્યા પૂરો. 
– ત્રિકોણના ત્રણેય ખૂણાના માપનો સરવાળો કેટલો થાય.		$(i) CB - \frac{1}{2}$.... $(ii) AC - \frac{1}{2}$....
– અહીં આપણને કયા બે ખૂણાના માપ આપેલાં છે ?	– વિદ્યાર્થીઓ મૌખિક ગણતરી ઝડપી અને ચોક્કસાઈપૂર્વક કરશે.	$(iii) 2AB =$ .... (iv)Ð$P =$ ....
– શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને ત્રિકોણની સમરૂપતાની વ્યાખ્યા પૂછી સમાપન-કથન કરશે.	– વિદ્યાર્થીઓ સમાપન-કથન ધ્યાનથી સાંભળશે.	(v)Ð$R =$ .... (vi)Ð$C =$ ....

કા. પા. કાર્ય :

Unit- : 'સમરૂપ ત્રિકોણો'



DABC અને DDEF ની સંગતતા ABC « DEF હોય તો,

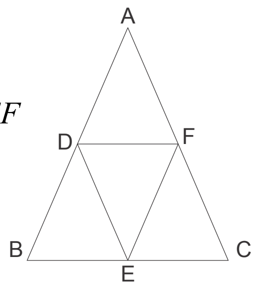
ÐA@ÐD,ÐB@ÐE,ÐC@ÐF અને

$\frac{AB}{DE}=\frac{BC}{EF}=\frac{AC}{DF}$ થાય તો,

ABC « DEF સમરૂપતા કહેવાય. DABC અને DDEF બંને 'સમરૂપ ત્રિકોણો' કહેવાય તેને સંકેતમાં DABC ~ DDEF એમ લખાય. DABC સમરૂપ DDEF એમ વંચાય.

ત્રિકોણની સમરૂપતા

'બે ત્રિકોણોની કોઈ સંગતતા માટે જો અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય અને અનુરૂપ બાજુઓના માપ સમપ્રમાણમાં હોય તો આ સંગતતા સમરૂપતા કહેવાય.'



ઉદાહરણ-1 DABC ની બાજુ $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ અને $\overline{CA}$ ના મધ્ય બિંદુઓ અનુક્રમે D,E અને F છે. સાબિત કરો કે DABC ~ DDEF

પક્ષ : DABC ની બાજુઓ $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ અને $\overline{CA}$ ના મધ્ય બિંદુઓ અનુક્રમે D,E અને F છે.

સાધ્ય : DABC ~ DDEF

સાબિતી : DABC ની બાજુઓ $\overline{BC}$ અને $\overline{CA}$ તો DABC « DDEF ના મધ્ય બિંદુઓ

અનુક્રમે E અને F \ $\overline{EF} \parallel \overline{AB}$ અને $EF=\frac{1}{2}AB$

હવે $\overline{AB}$ નું મધ્ય બિંદુ D છે. A-D-B હોવાથી

$AD=\frac{1}{2}AB$

\ $\overline{AD} \parallel \overline{EF}$ અને $AD = EF$ \ $ADEF$ એ સ.બા.ચ. છે.

\ ÐA@ÐDEF ....(1) ($\square^m$ ના સામેના ખૂણા)

તે જ રીતે ÐB@ÐEFD અને ÐC@ÐFAD ..(2)

$EF=\frac{1}{2}AB$ અથવા $\frac{DA}{EF}=2$ ...(3) તે જ પ્રમાણે

$\frac{BC}{FD}=2$ અને $\frac{CA}{DE}=2$ (4)

(1), (2), (3) અને (4) પરથી

ABC « EFD સમરૂપતા છે.

\ DABC ~ DEFD

ઉદાહરણ-2:

DABC અને DDEF ની સંગતતા DABC « DDEF સમરૂપતા છે. FD=8, DE=4 અને EF=6 અને AB=7.5 તો BC અને AC શોધો.

DABC અને DDEF માં DABC « DDEF

\ $\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$

$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{BC}{6} = \frac{7.5}{4}$

\ $BC = 11-\ 25$

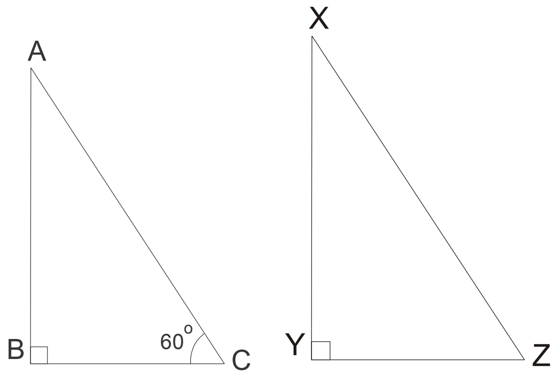
$\frac{AB}{DE} = \frac{AC}{DF} = \frac{7.5}{4} = \frac{A.C}{8}$

\ $AC = 15$

ઉદાહરણ :

DABC અને DXYZ ની સંગતતા ABC « XYZ સમરૂપતા છે.

mÐ$B = 90 m$Ð$C = 60$ હોય, તો mÐX અને mÐY શોધો.



ABC « XYZ સમરૂપતા છે.

\ ÐC@: LX \ ÐB@: LY

\ ÐC@: LZ \ mÐ$A = mLX$ પરંતુ mÐ$B = 90$

\ mÐ$B = mLY = 90$ થાય.

\ mÐ$C = m$ÐZ

DABC માં mÐ$A + m$Ð$B + m$Ð$C = 180$

\ mÐ$A = 180-\ (m$Ð$B + m$Ð$C)$

$= 180(90-\ 60)$

\ mÐ$A = 180-\ (150) = 30$

\ mÐ$A = m$Ð$X = 30$

Assignment : સ્વાધ્યાય : સમરૂપ ત્રિકોણના નમૂના તૈયાર કરી લાવવા.

Supervisor's Report

Good points	Suggestions
	Signature **Date :**

14.5 સારાંશ

સરસ અને આદર્શ પાઠ આયોજન વિશિષ્ટ હેતુઓની પૂર્ણતા તરફ અંગુલીનિર્દેશ કરે છે. જેની મદદથી વર્ગના વાતાવરણને ધ્યાનમાં રાખી બાળકને કેન્દ્રસ્થાને રાખી શિક્ષણ પ્રયોજી શકાય છે. વર્ગખંડ શિક્ષણમાં પૂર્વ આયોજન સાથે વિવિધ પદ્ધતિઓ, પ્રવિધિઓનો અસરકારક ઉપયોગ કરી શકાય છે. આથી તાલીમાર્થીઓ આદર્શ પાઠ આયોજનની લાક્ષણિકતાઓ જાણે અને પાઠ આયોજન કરી શકે એવા શુભ આશયથી અહીં દરેક બાબતની છણાવટ કરવામાં આવી છે.

14.6 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. આદર્શ પાઠ આયોજન કયા સ્વરૂપમાં હોવો જોઈએ ?

....

....

....

....

....

....

2. સમૃદ્ધ પાઠ આયોજનમાં કેન્દ્રસ્થાને શું હોવું જોઈએ ?

....

....

....

....

....

....

14.7 સ્વાધ્યાય

1. આદર્શ પાઠ આયોજનની લાક્ષણિકતાઓ ઉદાહરણ સહિત વર્ણવો.
2. 'સાદું વ્યાજ' એકમને ધ્યાનમાં રાખી પાઠ આયોજન કરો.

એકમ 15

પાઠ આયોજનના પ્રકાર

: રૂપરેખા :

15.1 પ્રસ્તાવના

15.2 ઉદ્દેશો

15.3 પાઠ આયોજનના પ્રકાર

15.4 માઇક્રોપાઠ અને સેતુપાઠ

15.5 તાસવાર પાઠ આયોજન અને એકમ પાઠ આયોજન (બ્લ્યુ પ્રિન્ટ સાથે)

15.6 એકમ પાઠ આયોજન અને તાસવાર પાઠ આયોજનની તુલના

15.7 સારાંશ

15.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો

15.9 સ્વાધ્યાય

15.1 પ્રસ્તાવના

વર્ગખંડમાં અસરકારક શિક્ષણ આપવા માટે વિદ્યાર્થીઓની કક્ષા, સમય, વિષયવસ્તુ તેમજ શિક્ષણ પદ્ધતિ અને વર્ગખંડ ભાવાવરણને ધ્યાનમાં રાખી વિવિધ પ્રકારે પાઠ આયોજન કરવામાં આવે છે. શિક્ષક-પ્રશિક્ષણાર્થીઓ માટે તાલીમ પૂરી પાડવા પણ વિવિધ પ્રકારનું પાઠ આયોજનનું કરવામાં આવે છે. જેમાં સૂક્ષ્મ પાઠો, સેતુ પાઠો, તાસવાર પાઠ આયોજન (છુટા પાઠો) તેમજ એકમ પાઠ આયોજન મુખ્ય છે.

અહીં આપણે આ દરેક પ્રકારના પાઠ આયોજનની વિસ્તૃત જાણકારી મેળવી તેની સમજ સ્પષ્ટ કરીશું.

15.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અભ્યાસને અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. પાઠ આયોજનના પ્રકાર જણાવી શકશો.

૨. માઇક્રોપાઠની સ્પષ્ટ સમજ મેળવી શકશો.

૩. સેતુપાઠની સ્પષ્ટ સમજ મેળવી શકશો.

૪. ત્રિપરિમાણદર્શક કોષ્ટકની મદદથી તાસવાર આયોજન કરવાની સમજ મેળવી શકશે.

૫. એકમ પાઠ આયોજનની તલસ્પર્શી સમજ મેળવી શકશો.

૬. તાસવાર આયોજન અને એકમ પાઠ આયોજનની તુલના કરી શકશે.

૭. દરેકનું પાઠ આયોજન કરી શકશે.

15.3 પાઠ આયોજનના પ્રકાર (Types of Ideal Lesson Planning)

શિક્ષક તેના વર્ગખંડના શિક્ષણનું આયોજન વિચારે છે ત્યારે તે માટેનો સમયગાળો અગત્યનું ઘટક બને છે. આ સમયગાળાને આધારે આયોજનના પાંચ પ્રકાર પડે છે.

(1) **વાર્ષિક આયોજન :** જેમાં આખા વર્ષના કામના દિવસો અને કલાકોના આધારે આયોજન કરવામાં આવે છે.

(2) **માસિક આયોજન :** જેમાં મહિનાના પિરીયડોના આધારે આયોજન કરવામાં આવે છે.

(3) **સાપ્તાહિક આયોજન :** જેમાં અઠવાડિયાના પિરીયડોના આધારે આયોજન કરવામાં આવે છે.

(4) **દૈનિક આયોજન :** જેમાં દિવસના પિરીયડોના આધારે આયોજન કરવામાં આવે છે.

(5) **તાસ આયોજન :** જેમાં 30-40 મિનિટને ધ્યાનમાં રાખી આયોજન કરવામાં આવે છે.

એકમને આધારે પાઠ આયોજનના મુખ્ય બે પ્રકાર પડે છે.

(1) **તાસ પાઠ આયોજન :** જેમાં 30-40 મિનિટના એક તાસને ધ્યાનમાં રાખી આયોજન કરવામાં આવે છે.

(2) **એકમ પાઠ આયોજન :** જેમાં એક એકમને ધ્યાનમાં રાખી ત્રણ-ચાર તાસનું સળંગ આયોજન કરવામાં આવે છે.

પરંતુ તાલીમ લેતાં શિક્ષકો અને તાલીમાર્થીઓ માટે શિક્ષકત્વને સક્ષમ બનાવવા અને અધ્યાપન કૌશલ્યોને હસ્તગત કરવાના હેતુસર પાઠ આયોજનના બે પ્રકાર પડે છે.

(1) માઈક્રો પાઠ

(2) સેતુ પાઠ

15.4 માઈક્રો પાઠ અને સેતુ પાઠ (Micro Lesson & Bridge Lesson)

(1) માઈક્રો પાઠ :

માઈક્રોટીચિંગએ શિક્ષણ પ્રશિક્ષણ માટેની અદ્યતન પ્રયુક્તિ છે. એ તાલીમ લેતાં શિક્ષકો માટે પ્રાયોગિક પરિસ્થિતિમાં પ્રશિક્ષણ કૌશલ્ય હસ્તગત કરવા માટેની પ્રવૃત્તિ છે. આમ, 'શીખવા માટેનું શિક્ષણ' એટલે માઈક્રોટીચિંગ-સૂક્ષ્મ અધ્યાપન એ વાત સ્વીકારીએ તો સૂક્ષ્મ અધ્યાપન એ પાઠ્યક્રમ કે શીખવાની શિક્ષણ પદ્ધતિ નથી, પણ શીખવા માટે શિક્ષકને સજ્જ કરવા માટેની એક પ્રવૃત્તિ છે.

માઈક્રોટીચિંગ એક નિયંત્રિત વ્યવહાર પદ્ધતિ છે જે વિશિષ્ટ શિક્ષણ વ્યવહાર પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે અને નિયંત્રિત પરિસ્થિતિમાં શિક્ષણ વ્યવહાર કરાવે છે.

માઈક્રો (સૂક્ષ્મ) ટીચિંગની સમજૂતી :

1. માઈક્રો ટીચિંગમાં પાઠની સમય મર્યાદા સૂક્ષ્મ રખાય છે. તાલીમાર્થી પાંચ કે સાત મિનિટ પાઠ આપે છે.
2. માઈક્રો ટીચિંગમાં વિષયાંગ સૂક્ષ્મ રખાય છે. પાંચથી સાત મિનિટમાં પૂર્ણ થઈ શકે એ રીતે વિષયાંગ પસંદ થાય છે.
3. માઈક્રો ટીચિંગમાં વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા સૂક્ષ્મ હોય છે. પાંચ કે સાત વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ પાઠ આપવામાં આવે છે.
4. માઈક્રો ટીચિંગમાં અધ્યાપન કૌશલ્યના સંદર્ભમાં સૂક્ષ્મતા જળવાય છે. માઈક્રો પાઠ આપતી વખતે તાલીમાર્થી માત્ર કોઈ એક અધ્યાપન કૌશલ્ય પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરે છે. આમ થવાથી એ કૌશલ્ય પૂરતું વધુ સારા મહાવરાને અવકાશ રહે છે.

આમ, માઈક્રો ટીચિંગએ કૌશલ્યલક્ષી અભિગમ છે.

માઈક્રો ટીચિંગના અધ્યાપન કૌશલ્યો :

1. સુદૃઢિકરણ કૌશલ્ય (Skill of Reinforcement)
2. પ્રશ્ન ઊંડાણ કૌશલ્ય (Skill of Pobing Questioning)
3. ઉદાહરણ કૌશલ્ય (Skill of Illustration)
4. ઉત્તેજના પરિવર્તન કૌશલ્ય (Skill of Stimulus Variation)
5. વિષયાભિમુખ કૌશલ્ય (Skill of Introducing a lesson)
6. શાંતિ અને અશાબ્દિક સંજ્ઞા કૌશલ્ય (Skill of Silence and Non-verbal clues)

7. પ્રતિ વ્યવહાર કૌશલ્ય (Skill of Reacting)

8. આંખના હલનચલનનું કૌશલ્ય (Skill of Eye movement)

9. ધ્યાનપૂર્વક વ્યવહારની સ્વીકૃતિ કૌશલ્ય (Skill of Recognizing attension behaviour)

10. કા.પા.કાર્ય કૌશલ્ય (Skill of Black board work)

11. પ્રશ્ન પ્રવાહિતા કૌશલ્ય (Skill of Fluency in Questioning)

12. સ્પષ્ટીકરણ કૌશલ્ય (Skill of Clarification)

માઈક્રો પાઠ-1

તાલીમાર્થીનું નામ : ....

વિષય : ગણિત ધોરણ : ....

વિષયાંગ : ચિહ્નના વિવિધ ઉપયોગો અને તેની સમજ

અધ્યાપન-કૌશલ્ય : પ્રશ્નઊંડાણ કૌશલ્ય

કૌશલ્યના ઘટકો :

---

(1) પ્રોત્સાહન પૂરૂં પાડતો પ્રશ્ન

(2) ધ્યાન કેન્દ્રીકરણ પ્રશ્ન

(3) વધુ માહિતી માંગતો પ્રશ્ન

(4) દિશાસૂચક પ્રશ્ન

(5) વિવેચનાત્મક જાણકારી વધારતો પ્રશ્ન

(પાઠ આયોજનના કયા ઘટકનો ક્યાં ઊપયોગ થયેલો છે તે શિક્ષક/તાલીમાર્થીના પ્રશ્નો, વિધાનોની સામે કૌંસમાં અંક વડે દર્શાવાયો છે. શિક્ષક માટે T અને વિદ્યાર્થી માટે S સંજ્ઞા વાપરી છે.)

T: 8- (-5) આ વાંચો

S : (જવાબ મળતો નથી.)

બ્રિજલ : આઠ આછા ઓછા પાંચ

T: આ જવાબમાં થોડી ભૂલ છે. મને કહેશો કે + અને × કઈ ક્રિયાઓ દર્શાવે છે ? (1)

S : + સરવાળા માટે અને × ગુણાકાર માટે વપરાય છે.

T: – ચિહ્ન કઈ ક્રિયા દર્શાવે છે ? (3)

S : – એ બાદબાકીની ક્રિયા દર્શાવે છે.

T: હવે નીચેની સંખ્યા જુઓ અને શૂન્યની જમણી બાજુની સંખ્યાઓ વાંચો (1) (શિક્ષક સંખ્યારેખા દોરશે)

S : જમણી બાજુની સંખ્યાઓ ધન એક, ધન બે, ધન ત્રણ છે.

T: શૂન્યની ડાબી બાજુની સંખ્યાઓ ? (4)

S : ઋણ એક, ઋણ બે, ઋણ ત્રણ, ઋણ ચાર વગેરે.

T: ઋણ ઓગણીસ કેવી રીતે લખશે ? (2)

S : (–19)

T: તો હવે કહો કે – ચિહ્ન શું-શું દર્શાવે છે ? (5)

S : બાદબાકીની ક્રિયા અને સંખ્યા સાથે વપરાય ત્યારે ઋણ સંખ્યા.

T: 5-3 અહીં (–) આ ચિહ્ન શું દર્શાવે છે. (5)

S : બાદબાકીની ક્રિયા

T: (–6) અહીં – ચિહ્ન શું દર્શાવે છે? (2,5)

S : ઋણ સંખ્યા, ઋણ છ

T: હવે આ ઉદાહરણ વાંચો 7–3 (2)

S : સાત ઓછા ઋણ ત્રણ

T: વાંચો. 17–10 + (–4) (5)

S : સત્તર ઓછા દસ વત્તા ઋણ ચાર

T: મિત્રો, તો હવે કહો કે (–) આપણે કયા અર્થમાં વાપરીએ છીએ ?(5)

S : ઓછા અથવા બાદબાકીની ક્રિયા દર્શાવવા અને ઋણ સંખ્યા દર્શાવવા.

T: જેમાં – નો અર્થ બાદબાકી થતો હોય તેવું કોઈ ઉદાહરણ ?(5)

S : 4–6

T: હાર્દિક ?(4)

હાર્દિક : 15-9

T: એવું ઉદાહરણ આપો જેમાં બે ઋણ સંખ્યાનો સરવાળો બતાવ્યો હોય ?(5)

S : (–15)+ (–23)

T: મિત્રો, હવે તમને (-)ના બે જુદાં જુદાં અર્થ ધ્યાનમાં આવ્યાને ? ચિહ્ન જે અર્થમાં વપરાયું હોય તે પ્રમાણે વાચન કરવાનું ધ્યાન રાખશોને ?–નો એક ત્રીજો પણ અર્થ છે તે હવે પછી શીખીશું. તમે શોધવા પ્રયત્ન કરજો (5)

S : (-15)+ (-23)

માઈક્રો પાઠ-2

તાલીમાર્થીનું નામ : ....

વિષય : ગણિત શ્રેણી : 8

વિષયાંગ : 'છેદગણ'

અધ્યાપન : કૌશલ્ય : ઉદાહરણ દ્વારા મુદ્દાને સ્પષ્ટ કરવો (Illustratiog with examples)

કૌશલ્યના ઘટકો :

---

1. સરળ ઉદાહરણોની રચના અને પસંદગી
2. સુસંગત કે સુમેળયુક્ત ઉદાહરણની રચના
3. રસપ્રદ ઉદાહરણો
4. ઉદાહરણની રજૂઆત માટે યોગ્ય માધ્યમની પસંદગી
5. વિદ્યાર્થીને સંબંધિત ઉદાહરણ દર્શાવવા સૂચવવું.
6. વિદ્યાર્થીની સમજને ચકાસવા માટે પ્રશ્નો પૂછવા.

T: મિત્રો, સુરત શહેરમાંથી ત્રણ દૈનિકપત્રો બહાર પડે છે.

A = સંદેશ, B = ગુજરાત સમાચાર, C = ગુજરાત મિત્ર

સુરતમાં સર્વેક્ષણ કરવાથી દર 100 વ્યક્તિઓએ નીચે પ્રમાણે સંખ્યા પ્રાપ્ત થઈ :

(1) A અને B દૈનિક વાંચનારની સંખ્યા…25

(2) A અને C દૈનિક વાંચનારની સંખ્યા…20

(3) C અને A દૈનિક વાંચનારની સંખ્યા…15

(4) A,B અને C દૈનિક વાંચનારની સંખ્યા…05

તો દૈનિક વાંચનારની સંખ્યા કેટલી ? (1,2)

C : (મૌન)

T: A અને B વાંચતા હોય, પણ Cન વાંચતા હોય તેવા વાંચનારની સંખ્યા કેટલી ?

S : 25.

T: શા પરથી કહી શકાય ? (6)

S : $n(E \cap B) - n(A \cap B \cap C)$ જેટલી

T: બરાબર છે.

S : 25-5=20

T: બરાબર B અને C દૈનિક વાંચે છે પણ A દૈનિક ન વાંચતા હોય તેવાં વાચકોની સંખ્યા કેટલી ? (3)

S : $n(E \cap C) - n(A \cap B \cap C) = 20 - 5 = 25$

T: બરાબર હવે C અને A દૈનિક વાંચતા હોય પણ B ન વાંચતા હોય તેવાં વાચકોની સંખ્યા કેટલી ? (6)

S : $n(E \cap C) - n(A \cap B \cap C) = 15 - 5 = 10$

T: બરાબર, આ પરથી કોઈપણ બે દૈનિક વાંચનારની સંખ્યા કેટલી ? (6)

S : $20 + 15 + 10 = 45$ વ્યક્તિઓ રોજ બે દૈનિક વાંચે છે.

T: હવે, A,B અને C ત્રણેય દૈનિક વાંચનારની સંખ્યાનું વેન આકૃતિ વડે નિરૂપણ કઈ રીતે થઈ શકે ? (3)

S : વેન આકૃતિની ફલત દર્શાવશે.

T: આપણે મેળવેલાં બધાં જ પરિણામોને વેન આકૃતિ વડે શી રીતે દર્શાવી શકાય ? (4) આવાં અન્ય ઉદાહરણો આપો (5)

S : વેન આકૃતિની ફલત દર્શાવશે.

માઈક્રો પાઠ : 3

તાલીમાર્થીનું નામ : ....

વિષય : ભૂમિતિ   ધોરણ : ....

વિષયાંગ : 'ચતુષ્કોણ'

અધ્યાપન કૌશલ્ય : ઉત્તેજના- પરિવર્તન (Stimulus- Variation)

કૌશલ્યના ઘટકો :

---

(1) હલનચલન

(2) હાવભાવ

(3) વાણીમાં આરોહ અવરોહ

(4) કેન્દ્રીકરણ

(5) વર્ગ-વ્યવહાર પરિવર્તન

(6) વિરામ

(7) શાબ્દિક કે અશાબ્દિક પરિવર્તન

T: જેને ચાર શિરોબિંદુ હોય તેવી કઈ આકૃતિ છે ?(1)

(શિક્ષક સ્ટેજ પર ચાલીને પ્રશ્ન પૂછશે)

S : ચતુષ્કોણ

T: ચતુષ્કોણ મેળવવા માટે કેટલાં શિરોબિંદુ લેવાં જરૂરી બને ?

(હાથ હલાવીને..) (2)

S : ચાર શિરોબિંદુ

T: આ ચાર શિરોબિંદુ A,B,C અને D લઈએ, તે બિંદુઓ કેવી રીતે ગોઠવાયેલાં હોવાં જોઈએ ?(3)

S : - (મૌન)

T: (કા.પા.પર આકૃતિ દોરે છે) ચતુષ્કોણના ચાર શિરોબિંદુની ગોઠવણી માટે કઈ શરત હોવી જોઈએ ?(5)

S : - કોઈપણ ત્રણ બિંદુ સમરેખ ન હોવાં જોઈએ.

T: ચતુષ્કોણ A,B,C,D મેળવવા માટે શું કરવું પડશે ?(4)

S : એ ચાર રેખાખંડનો યોગ....

T: તો ચતુષ્કોણ A,B,C,D કોને કહીશું ?(6)

S : ચતુષ્કોણ A,B,C,D એટલે રેખાખંડ -/AB, -/BC, -/CD અને -/DAનો યોગ.

T: (જરા મોટેથી)- આ ચાર બિંદુઓ પરથી આપણને ચતુષ્કોણ ABCD મળે કે કેમ ?(4)

S : ચાર રેખાખંડો છેદે તો ફક્ત અંત્યબિંદુએ જ છેદવા જોઈએ.

T: બરાબર. (માથું હલાવીને) (2)

આ બાબતો તમારી નોંધપોથીમાં નોંધી લો.

માઈક્રો પાઠ -4

તાલીમાર્થીનું નામ : ....

વિષય - ગણિત ધોરણ : ....

વિષયાંગ - ઘનફળ

અધ્યાપન-કૌશલ્ય : સુદઢિકરણ (Reinforcement)

કૌશલ્યના ઘટકો :

---

(1) હકારાત્મક શાબ્દિક સુદઢિકરણ

(2) હકારાત્મક અશાબ્દિક સુદઢિકરણ

(3) નકારાત્મક અશાબ્દિક સુદઢિકરણ (ટાળવું)

(4) નકારાત્મક અશાબ્દિક સુદઢિકરણ (ટાળવું)

(5) સુદઢિકરણનો યોગ્ય ઉપયોગ.

T: (રોલ અપ બોર્ડ લટકાવીને) લખવાની રકમ વાંચવાનું કહેશે ?(4)

S : 4 સેમી.લંબાઈ, 5 સેમી. પહોળાઈ અને 6 સેમી. ઊંચાઈ ધરાવતી એક પટી બનાવવી છે તો તેમાં કેટલાં ચોરસ સેમી. પતરાની જરૂર પડે ?

T: આ દાખલામાં શું શોધવાનું છે ?

S : સૌ પ્રથમ પેટીનું ક્ષેત્રફળ શોધવું પડે.

T: બહુ સરસ

T : (કા.પા. પર સમઘન પેટીની આકૃતિ દોરીને.)

આકૃતિમાં પેટીને કેટલી સપાટીઓ છે ?

S: કુલ છ સપાટીઓ છે.

T : good (1)

T: પેટીની ચાર દિવાલોનું ક્ષેત્રફળ + મથાળાનું ક્ષેત્રફળ + તળિયાનું ક્ષેત્રફળ બરાબર શું લખી શકાય ?

S : $2h(l+b)+lb+lb$

T: (માથું હલાવીને) બરાબર છે. (1,2,5)

T: ઉપરના સૂત્રમાં કિંમત મૂકતાં શું પરિણામ આવશે ?

S : $2\times 6(4+5)+4\times 5+4\times 5$

$=(12\times 9)+(20)+(20)$

$=148$ ચો.સેમી

T: (એકદમ ખુશ થઈને) ખૂબ સરસ (1,2,5)

T : તેની ગુંજાશ (ઘનફળ) કેટલી થશે ?

S : (મૌન)

T : ઘનફળનું સૂત્ર શું છે ?

S : $l\times b\times h$

T : (સ્મિત સાથે) સરસ.

S : હવે ઘનફળ શું થશે ?

T : 120 ઘન સેમી.

S : Very good

T : મિત્રો, આ સૂત્રનો ઉપયોગ કરીને ઘનફળ શોધી શકાય. આપણા દાખલામાં કેટલાં ચોરસ સેમી પતરાની જરૂર પડશે ?

S : 148 ચો સેમી

T : Fine

(2) સેતુપાઠ :

માઈક્રોટીચિંગના ચાર કે પાંચ પાઠ પછી સીધા વર્ગ અધ્યાપનના 30 થી 40 મિનિટના તાસપાઠમાં તાલીમાર્થીઓને મોકલવામાં આવે તો તે મૂંઝવણ અનુભવે છે. આથી માઈક્રોટીચિંગ અને તાસ પાઠ વચ્ચેનું જોડાણ જોડતા સેતુ પાઠનો સહારો લેવામાં આવે છે. આમાં ત્રણથી ચાર કૌશલ્યો સાથે લઈ 15 થી 20 મિનિટ શિક્ષણકાર્ય કરવામાં આવે છે.

- કોઈપણ પ્રકારની યોજના વિચારવી નહીં. પ્રાપ્ત કરેલ વિવિધ કૌશલ્યોનો વર્ગમાં સામાન્ય બુદ્ધિથી વિનિયોગ કરવો. (No Strategy)
- વિષયવસ્તુના સંદર્ભમાં વિવિધ કૌશલ્યોની ક્રમિક પસંદગી કરવી, એટલે કે વર્ગની 35-40 મિનિટ માટે ક્રમિક એક પછી એક ચાર કૌશલ્યો શિક્ષણકાર્ય કરવું. (Summative Strategy)

- કોઈપણ બે કે ત્રણ કૌશલ્યો લઈ એક, બે, એક + બે, એક + બે, એમ ચાર કૌશલ્ય કેન્દ્રિત વર્ગવ્યવહાર અપાવવો. (Additive Strategy)
- S_1, S_2, S_3 અને S_4 અથવા S_5 એમ પાંચ કે આઠ કૌશલ્ય કેન્દ્રિત (કે તેથી વધુ-ઓછા) સંયુક્ત, સંયોજિત-સમયોજિત-સેતુપાઠ દ્વારા અધ્યાપન કરવું.

આમ અહીં ચાર યોજનાઓ રજૂ કરી છે. તેમાંથી વધુ વૈજ્ઞાનિક અને વ્યાવહારિક છેલ્લી ચોથી યોજના છે, જેમાં સમયોજનની વધુ તક છે. વળી, તાસ પાઠ પહેલાંના સંક્ષિપ્ત અધ્યાપનની તાલીમ પણ શિક્ષાણાર્થીને મળી જાય.

સેતુપાઠ આયોજન-૧

શિક્ષાર્થીનું નામ :..		રોલ નં : ....
ધોરણ : 9	વિષય : ગણિત	વિષયાંગ : ચતુષ્કોણમાં અસમતા
તારીખ :	સમય : 15-20 મિનિટ	તાસ : .... પાઠ ક્રમાંક :....
હેતુઓ, શિક્ષણાર્થી	1. વિષયાભિમુખ કૌશલ્ય કેળવે. 2. શ્યામફલક કૌશલ્ય કેળવે. 3. પ્રશ્નપ્રવાહિતા કૌશલ્ય કેળવે. 4. સુદૃઢિકરણ કૌશલ્ય કેળવે. 5. ઉદાહરણ કૌશલ્ય કેળવે. 6. ચતુષ્કોણ માપો વચ્ચે રહેલો અસમતાનો સંબંધ સમજે.	

શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	કૌશલ્યકેન્દ્રી વર્તન વ્યવહાર	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
પૂર્વભૂમિકા : અધ્યાપક ફ્લેનલ બોર્ડનો ઉપયોગ કરી, આકૃતિ દોરી નીચેના જેવાં પ્રશ્નો પૂછશે :	S^1	- શ્રવણ કરશે. ઉત્તર આપશે. કા.પા.પર નોંધ લખશે.
- (રેખા લગાવીને) આ આકૃતિ કોની છે ?	S^2, S^3, S^4	- આ આકૃતિ રેખાની છે.
- બરાબર. બીજી રેખા લગાડતાં કઈ આકૃતિ બનશે ?	S^5	- ખૂણો બને છે.
- હં.(ચોરસની આકૃતિ બનાવીને)		
- આ આકૃતિ કોની છે ?		- આપેલ આકૃતિ ચોરસની છે.
- બરાબર. તેની બાજુઓનાં નામ આપો.		- ચોરસને AB, BC, CD અને DA બાજુઓ છે.
- (લંબચોરસની આકૃતિ બતાવીને) આ આકૃતિ કોની છે ?		- લંબચોરસની
- સ્મિત... તેને કઈ રીતે લખાય ?		- લંબચોરસ ABCD.
- સરસ. આ આકૃતિના વિકર્ણો કયા છે ?		- $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ લંબચોરસના વિકર્ણો છે.
- લંબચોરસમાં $\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CD} + \overline{DA}$ કરવાથી કયું માપ મળે ?	S^2	- લંબચોરસની પરિમિતિ.
હેતુકથન : તો આજે આપણે વિવિધ આકૃતિઓની બાજુના સરવાળાથી તે દરેકની પરિમિતિ મળે છે, તેના ઉપરથી ચતુષ્કોણના વિકર્ણો અને તેની પરિમિતિ વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવતું અસમતાનું ઉદાહરણ શીખીશું.	S2, S3, S4, S5	- કથન સાંભળશે. - વિષયાંગ નોંધશે. - શ્રવણ કરશે, ઉત્તરો નોંધશે. કા.પા. પર નોંધ લખશે.
વિષયનિરૂપણ : અધ્યાપક કા.પા.પર અસમતાનું ઉદાહરણ લખશે, ચર્ચા કરશે. આકૃતિ દોરશે, પ્રશ્નો પૂછશે, જરૂર જણાય ત્યાં કથન કરશે. યોગ્ય સુદૃઢકો આપશે.		
- પ્રતિજ્ઞા પરથી કોની આકૃતિ દોરીશું ?		- ચતુષ્કોણની.
- (હં.માથું હલાવી) ચતુષ્કોણને કયા સંકેત વડે દર્શાવેલ છે ?		- ચતુષ્કોણને ABCD વડે દર્શાવેલ છે.

શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	કૌશલ્યકેન્દ્રી વર્તન વ્યવહાર	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
- બરાબર, આ ચતુષ્કોણમાં વિકર્ણો કયા છે ? - સરસ;સાધ્યમાં કઈ વિગત લખીશું ? - સ્મિત.... આકૃતિમાં કેટલાં ત્રિકોણ બને છે ? - આ ત્રિકોણ લખી જાઓ. (બરાબર) **કથન :** કોઈ પણ ત્રિકોણમાં ત્રિકોણની બે બાજુનો સરવાળો બીજી બાજુથી વધુ હોય છે. - $DABC$ માં કઈ બાજુ મોટી છે ? સરસ... - બાકીની બાજુનો સરવાળો લખો. - આ ત્રણે બાજુ વચ્ચે અસમતા દર્શાવો. - ખૂબ સરસ. $DBCD$ માં બાજુની અસમતા દર્શાવી જાઓ. - શાબાશ. $DACD$ માં અસમતા (બાજુની) દર્શાવો. - સુંદર $DABD$ માં બાજુની અસમતા દર્શાવો. - બધાં પરિણામોની અનુરૂપ બાજુઓનો સરવાળો શો મળે ? - સરસ. પરિણામ શું મળશે ? ધન્યવાદ. શ્યામફલક નોંધ : **પ્રતિજ્ઞા :** સાબિત કરો કે ચતુષ્કોણના વિકર્ણોના માપનો સરવાળો તેની પરિમિતિ કરતાં ઓછો હોય છે. પક્ષ : $ABCD$ ચતુષ્કોણમાં $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ વિકર્ણો છે. **સાધ્ય :** $\overline{AC}+\overline{BD}+<\overline{AB}+\overline{BC}+\overline{CD}+\overline{DA}$ પ્રતિપોષણ : તારીખ :	આકૃતિ	- $\overline{AC}$ અને $\overline{BD}$ વિકર્ણો છે. - $\overline{AC}+\overline{BD}+<\overline{AB}+\overline{BC}+\overline{CD}+\overline{DA}$ - આકૃતિમાં ચાર ત્રિકોણ બને છે. - $DABC, DACD, DBCD$ અને $DABD$ ચાર ત્રિકોણ બને છે. - $\overline{AC}$ - $\overline{AB}+\overline{BC}$ - $DABC$ માં $\overline{AB}+\overline{BC}>\overline{BD}$ - $DBCD$ માં $\overline{BC}+\overline{BD}>\overline{BD}$ - $DACD$ માં $\overline{CD}+\overline{DA}>\overline{AC}$ - $DABD$ માં $\overline{DA}+\overline{AB}>\overline{BD}$ - $2(\overline{AB}+\overline{BC}+\overline{CD}+\overline{DA}) >2(\overline{AC}+\overline{BD})$ $\overline{AB}+\overline{BC}+\overline{CD}+\overline{DA} \geq \overline{AC}+\overline{BD}1$ **સાબિતી :** $DABC$ માં $\overline{AB}+\overline{BC}>\overline{AC}$- (1) $DBCD$ માં $\overline{BC}+\overline{CD}>\overline{BD}$- (2) $DACD$ માં $\overline{CD}+\overline{DA}>\overline{AC}$- (3) $DABD$ માં $\overline{DA}+\overline{AB}>\overline{BD}$- (4) પરિણામ (1),(2),(3) અને (4)ની અનુરૂપ બાજુઓનો સરવાળો કરતાં $2(\overline{AB}+\overline{BC}+\overline{CD}+\overline{DA}) >2(\overline{AC}+\overline{BD})$ એટલે કે $\overline{AC}+\overline{BD}<\overline{AB}+\overline{BC}+\overline{CD}+\overline{DA}$ પ્રાધ્યાપકની સહી

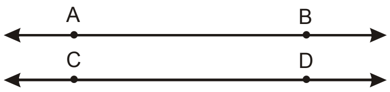
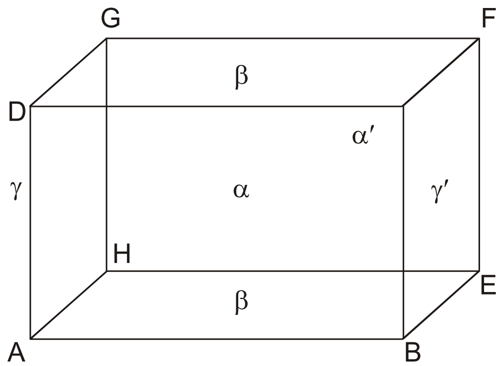
સેતુપાઠ આયોજન-૨

શિક્ષાર્થીનું નામ :...		રોલ નં : ....
ધોરણ : 9	વિષય : ગણિત	વિષયાંગ : સમતલમાં સમાંતર રેખાઓ
તારીખ :	સમય : 20 મિનિટ	તાસ : .... પાઠ ક્રમાંક :....

હેતુઓ, શિક્ષાર્થી

1. વિષયાભિમુખ કૌશલ્ય કેળવે.
2. શ્યામફલક કૌશલ્ય કેળવે.
3. પ્રશ્નપ્રવાહિતા કૌશલ્ય કેળવે.
4. સુદૃઢિકરણ કૌશલ્ય કેળવે.
5. ઉદાહરણ કૌશલ્ય કેળવે.
6. ચતુષ્કોણ માપો વચ્ચે રહેલો અસમતાનો સંબંધ સમજે.

શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	કૌશલ્યકેન્દ્રી વર્તન વ્યવહાર	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
પૂર્વભૂમિકા : અધ્યાપિકા આકૃતિ દોરી, પદાર્થો, પુસ્તકો બતાવી, જરૂરી પ્રશ્નો દ્વારા વિષયાભિમુખ કરશે :		
- (બે દિવાસળી બતાવીને) આ પદાર્થનું નામ શું છે ? (હં)	S_1, S_2, S_5	- બતાવેલ પદાર્થો બે દીવાસળી છે.
- (બંને દીવાસળીને એક લાઈનમાં સીધી ગોઠવીને) દિવાસળીઓની આ સ્થિતિને શું કહેવાય ? (બરાબર)		- બંને દીવાસળી એકબીજીની સીધી લીટીમાં છે.
- ટેબલની સામસામેની ધાર કેવી છે ? (સ્મિત)		- બંને એકબીજીને મળતી નથી, સમાંતર છે.
- (પુસ્તક બતાવીને) પુસ્તકના પાનાની સામસામેની કિનારીઓ એકબીજીને ક્યાં મળે છે ? (હં...હં..)		- પુસ્તકના પાનાની કિનારીઓ એકબીજીને ક્યાંય મળતી નથી.
- (કા.પા.પર બે સીધી રેખાઓ દોરીને) આ કોની આકૃતિ છે ? (બરાબર)		- આ રેખાની આકૃતિ છે.
- રેખાઓને કયા સંકેત વડે દર્શાવેલ છે ?(સાચું છે)		- રેખાઓને l અને m સંકેત વડે દર્શાવેલ છે.
- આ રેખા કયા સમતલમાં આવેલી છે ? (પીઠ થાબડીને નામ પૂછવું.)		- આ રેખાઓ α સમતલમાં આવેલી છે.
- આ બંને રેખાઓ કયા બિંદુએ પરસ્પરને છેદે છે ? (સરસ)		- આ બંને રેખાઓ પરસ્પરને છેદતી નથી.
- આવી રેખાઓને કયા નામથી ઓળખીએ છીએ ? (વાહ)		- આવી રેખાઓને સમાંતર રેખાઓ કહેવાય છે.
હેતુકથન : તો આજે આપણે સમતલમાં સમાંતર રેખાઓ વિશે માહિતી અને સમજ પ્રાપ્ત કરશું.	S_2, S_3, S_4 S_5	
વિષય નુરૂપણ : કથન : બે છેદતી રેખાઓ એક જ સમતલ નિશ્ચિત કરે છે. જો બે રેખાઓ છેદતી ન હોય તો તે એક સમતલમાં હોય અથવા ન પણ હોય.		

શિક્ષકની પ્રવૃત્તિ	કૌશલ્યકેન્દ્રી વર્તન વ્યવહાર	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
- આપેલ આકૃતિમાં કેટલાં સમતલો છે ? (હં) - આપેલ આકૃતિમાં રેખાઓ કેટલી છે ? (હં) - સમતલ αમાં કઈ રેખાઓ આવેલી છે ? (સરસ) - $\overleftrightarrow{AB}$ અને $\overleftrightarrow{EF}$ કયા સમતોલમાં આવેલી છે ? (સુંદર) - સમતલ β માં કઈ કઈ રેખાઓ આવેલી છે ? - સમતલીય રેખાની વ્યાખ્યા લખશે. - સમતલ β_1 ની બહાર આવેલી રેખાઓ લખી જાઓ. (ખૂબ સરસ) - આવી વિષયસમતલીય રેખાઓ લખી જાઓ. (શાબાશ) - સમાંતર રેખાઓ સમતલની અપેક્ષાઓ દર્શાવો. (અતિસુંદર) - સમતર માટે કયો સંકેત વપરાય છે ? (બરાબર) **કથન :** લંબત્વની જેમ રેખાખંડો, કિરણો વગેરેને સમાંતરની વ્યાખ્યા લાગુ પાડી શકાય છે. - બે સમાંતર રેખાની આકૃતિ દોરીને કઈ બે રેખાઓ સમાંતર છે ? (હં) - આથી કયા બે રેખાખંડો સમાંતર થશે ? (સ્મિત) - $\overrightarrow{AB}$ અને $\overrightarrow{CD}$ કેવાં થશે ? (દર્શાવી જાઓ) (સરસ) - રેખાખંડ AE કયા કિરણને સમતર છે ? (વાહ્) - રેખા CD કયા રેખાખંડને સમાંતર છે ? - $\overrightarrow{AB}$ કયા કિરણને સમાંતર છે ?		- આપેલ આકૃતિમાં છ સમતલો છે. - આપેલ આકૃતિમાં આઠ રેખાઓ છે. - સમતલ α માં $\overleftrightarrow{AB}, \overleftrightarrow{BC}$ વગેરે, રેખાઓ આવેલી છે. - $\overleftrightarrow{AB}$ સમતલ α માં અને $\overleftrightarrow{EF}$ સમતલ yમાં આવેલી છે. - સમતલ βમાં $\overleftrightarrow{GF}$ અને $\overleftrightarrow{HE}$ આવેલી છે. - $\overleftrightarrow{DA}, \overleftrightarrow{AB}$ સમતલની બહાર આવેલી રેખાઓ છે. - $\overleftrightarrow{EF}, \overleftrightarrow{GF}$ (સમતલ αની અપેક્ષાઓ) - a - $\overleftrightarrow{AB}, \overleftrightarrow{CD}$ b - $\overleftrightarrow{GF}, \overleftrightarrow{HE}$ - Y - $\overleftrightarrow{AD}, \overleftrightarrow{HG}$ Y^1 - $\overleftrightarrow{BC}, \overleftrightarrow{EF}$ - સમતલ માટે $\parallel$ સંકેત વપરાય છે. - $l \parallel m$ છે. - $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ થશે. - $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ થશે. - $\overrightarrow{AB}$ એ $\overrightarrow{CD}$ ને સમાંતર છે. - $\overline{CD} \parallel \overline{AB}$ છે. - $\overleftrightarrow{AB}$ એ $\overleftrightarrow{CD}$ ને સમાંતર છે.
શ્યામફલક નોંધ :  		- **વ્યાખ્યા :** **સમતલીય રેખાઓ :** એક જ સમતલમાં આવેલી રેખાઓ સમતલીય રેખાઓ કહેવાય છે. **સમાંતર રેખાઓ :** એકબીજીને છેદતી ન હોય એવી સમતલીય રેખાઓ પરસ્પર સમાંતર છે એમ કહેવાય. વિષયમતલીય રેખાઓ : સમતલીય ન હોય એવી રેખાઓ વિષયમતલીય રેખાઓ કહેવાય છે. પ્રાધ્યાપકની સહી

પ્રતિપોષણ :

તારીખ : **પ્રાધ્યાપકની સહી :** ....

15.5 તાસવાર પાઠ આયોજન અને એકમ પાઠ આયોજન (બ્લ્યુ પ્રિન્ટ સાથે) (Stair Lesson Planning & Unit Lesson Planning-with Blue prin)

(1) તાસનું પાઠ આયોજન :

જેમાં 30-40 મિનિટની મર્યાદાને ધ્યાનમાં રાખી જે પાઠ આયોજન કરવામાં આવે છે તેને તાસનું પાઠ આયોજન કહે છે.

તાસ પાઠ આયોજનનો નમૂના :

શિક્ષાર્થીનું નામ :..	તારીખ : ....
શાળાનું નામ :	ધોરણ : ....
વિષય :	વિષયાંગ : ....
તાલીમાર્થીનો ક્રમાંક :	પાઠ ક્રમાંક :...............

શૈક્ષણિક હેતુઓ :

- વિદ્યાર્થીઓ ગણિતના પારિભાષિક શબ્દો, સિદ્ધાંતો, નિયમો અને સંબંધો વિશેનું જ્ઞાન મેળવે.
- વિદ્યાર્થીઓ મેળવેલા જ્ઞાનની સમજ કેળવે.
- વિદ્યાર્થીઓ પ્રાપ્ત જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરે.
- વિદ્યાર્થીઓ જરૂરી કૌશલ્યો કેળવે.

કાર્યપદ્ધતિ :

પ્રશ્નોત્તર, કથન-ચર્ચા પદ્ધતિ

ઉપયોગમાં લેવાં ધારેલાં શૈક્ષણિક સાધનો :

ઘાતાંકની સમજૂતી આપતો ચાર્ટ

સંદર્ભ ગ્રંથો : (i) શ્રેણી 11 'ગણિત' પાઠ્યપુસ્તક આવૃત્તિ-2004

(ii) How to teach Mathematics - By S.K.Arora

પૂર્વ તૈયારી :

- પ્રકાશનો શૂન્યાવકાશમાં વેગ 109 000 000 સેમી/સેકન્ડ છે.
- 6023, 000 000 000 000 000 00 જેટલી કોઈપણ સંખ્યાને એક માલ કહેવાય છે.
- આ સંખ્યાને સરળતાથી ટૂંકમાં શી રીતે લખી શકાય ?
- સંખ્યાને સંક્ષિપ્તમાં લખવા માટે ગણિતમાં કઈ રીતનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે ?

હેતુકથન :

વિદ્યાર્થી મિત્રો, આજે આપણે 'ઘાતાંકના ગુણાકાર અને ભાગાકારના નિયમ' વિશે શીખીશું.

વિશિષ્ટ હેતુઓ	શિક્ષણવસ્તુ તથા મુદ્દા	શિક્ષણની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
- વિદ્યાર્થીઓ ઘાત, ઘાતાંક અને આધાર વિશે જાણે	- શિક્ષક નીચેનાં ઉદા. આપશે. 8= 2´ 2´ 2= 2^3 625= 5´ 5´ 5´ 5= 5^4 3^{15}= 3´ 3´ 3... 15 વખતે a^9= a´ a´ a... 9 અવયવો	- શિક્ષક વિદ્યાર્થીઓને ઉદા. આપી નીચેના જેવાં પ્રશ્નો પૂછશે : - 8 ના અવયવો શું થશે ? - સંક્ષિપ્તમાં શી રીતે લખી શકાય ? - 625 ના અવયવો કેટલાં થશે ? - સંક્ષિપ્તમાં શી રીતે દર્શાવી શકાય ? - ઉપરના ઉદા.માં 2,3,5,a ને શું કહેવાય ?	વિદ્યાર્થીઓ પ્રશ્નોના ઉત્તર આપી ચર્ચામાં ભાગીદાર બનશે. - અધ્યયન માટે તત્પર બનશે. - વિદ્યાર્થીઓ ઉત્તર આપશે. 2,3,5,a ને આધાર કહેવાય.
- વિદ્યાર્થીઓ ઘાતનાં ઉદાહરણ આપી શકે.	- x^9, x^9, y^{10} $2^{10}, 3^{15}$	ઘાતાંક (ઉદા.માં) કઈ કઈ સંખ્યા છે ? - ઘાત એટલે શું ? આપેલા ઉદા.માં આધાર કયો છે ? a^n અને a^mના અવયવો શું થશે?	
- વિદ્યાર્થીઓ ઘાતને અવયવની રીતે દર્શાવી શકે.	(1)a^n(aÎ R)n z1 નાં અવયવો a^n = a´ a´ a... n અવયવો		વિદ્યાર્થીઓ ઘાતાંકનાં ઉદા.આપશે- પ્રશ્નોના ઉત્તરો આપશે અને જરૂરી ફલકનોંધ નોંધપોથીમાં લખશે.
- વિદ્યાર્થીઓ અવયવને સંક્ષિપ્તમાં દર્શાવી શકે.	(2)a^m(aÎ R)m z1 નાં અવયવો a^m = a´ a´ a... m અવયવો		
વિદ્યાર્થીઓ ઘાતાંકનો ગુણાકારનો નિયમ જણાવે.	(1) $2^3 \times 2^5$ (2) $5^2 \times 5^3$ (3) $3^3 \times 3^6$ (1) (2×2×2)× (2×2×2×2×) = $2^8 = 2^{3+5}$ (2) (5×5) × (5×5×5) = $5^5 = 5^{2+3}$ (3) (3×3×3) × (3×3×3×3×3×3) = $3^9 = 3^{3+6}$ (4) a4 × a3 = a×a×a×a×a×a×a = $a^7 = a^{4+3}$	- ઉદા (1), (2) (3) માં આધાર વિશે શું કહી શકાય ? - ઉદા.(1)ને અવયવોની રીતે લખો. એ જ પ્રમાણે ઉદા. (2) (3)ને અવયવોની રીતે લખો. - ઉદા.ના અવયવો આપી તેને સંક્ષિપ્તમાં શી રીતે દર્શાવી શકાય ? - આપેલા ઉદા.ના અવયવો શું થશે ? - આધાર વિશે શું કહી શકાય ? - સંક્ષિપ્તમાં દર્શાવી, 7ની સરવાળાની અભિવ્યક્તિ શી થશે ? - a^m અને a^n ના અવયવો વિશે શું કહી શકાય ? - ઘાતાંકના સરવાળાની અભિવ્યક્તિ શું થશે ? - આપેલા ઉદા.માં આધાર કેવા છે ? - આ ઉદા.માં ઘાતાંકોનો સરવાળો થશે ? કેમ?	વિદ્યાર્થીઓ પ્રશ્નોના ઉત્તર આપશે. - ચર્ચામાં ભાગ લેશે. - ફલકનોંધ ઉતારશે.

વિશિષ્ટ હેતુઓ	શિક્ષણવસ્તુ તથા મુદ્દા	શિક્ષણની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
- વિદ્યાર્થીઓ ઘાતાંકનો ગુણાકારનો નિયમ આપી શકે. - વિદ્યાર્થીઓ ગુણાકારના નિયમમાં વિસંગતતા અંગેની માહિતી મેળવે.	- સમાન આધારના (બે અથવા બેથી વધારે) ઘાતનો ગુણાકાર કરતાં તે જ આધારનાં ઘાતાંકોના સરવાળા જેટલો ઘાત થાય. ઉદા. $a^3 \times b^3$ - જો આધાર સરખા ન હોય તો, તો ઘાતાંકોનો સરવાળો થઈ શકે નહીં દાત. $a^m \times b^n = ab^{m+n}$ આ ખોટું છે.	- શિક્ષક ઉદા.આપી નીચેના જેવાં પ્રશ્નો પૂછી પેટા એકમની ચર્ચા કરશે. - અંશ અને છેદના આધાર વિશે શું કહી શકાય ? - અંશ અને છેદના અવયવો શું થશે ? - અંશ અને છેદમાં સજાતીય પદોનો લોપ થતાં પરિણામ શું મળશે ? - તેને ઘાતાંકની રીતે સંક્ષિપ્તમાં શી રીતે દર્શાવી શકાય ?	- વિદ્યાર્થીઓ આધાર સરખા ન હોય તો ઘાતાંકોનો સરવાળો થઈ શકે નહીં, તે અંગેની માહિતીની નોંધપોથીમાં નોંધ કરશે.
- વિદ્યાર્થીઓ જ્ઞાતાંકના ભાગાકારના નિયમ વિશે જાણે.	$2^5/2^3$ ને અવયવોની રીતે દર્શાવો. $= \frac{2\times2\times2\times2\times2}{2\times2\times2}$ $= 2 \times 2$ $= 2^2 = 2^{5-3}$ (1) a^m/a^nને અવયવોની રીતે દર્શાવો. (a Î R, m>n) $= \frac{(a\times a\times a.....m \text{ અવયવ})}{(a\times a\times a.....n \text{ અવયવ})}$ - a^{m-n} થાય. (2) a^m/a^n (a Î R, m, n, Î N, a- 0) m = n હોય તો… $= a^{m-n}$ $a^0 = 1$ થાય.	- બાદબાકીની અભિવ્યક્તિ શી થશે ? - a^m/a^n ના અવયવો વિશે શું કહી શકાય ? - m < n સંખ્યાના સંદર્ભમાં શું અર્થઘટન કરી શકાય ? - m = nના સંદર્ભમાં શું અર્થઘટન કરી શકાય ? - m < nના સંદર્ભમાં શું અર્થઘટન કરી શકાય ? - a^m/a^n (a Î R, m < n) તો પરિણામ શું આવે ? - a^m/a^n (a Î R, a- 0, m = n) તો પરિણામ શું કહી શકાય ?	- વિદ્યાર્થીઓ પ્રશ્નોના ઉત્તર આપશે. જરૂરી ફલકનોંધ નોંધશે. - વિદ્યાર્થીઓ ઘાતાંકનાં નિયમો પર આધારિત અર્થઘટન કરી પ્રશ્નોનાં ઉત્તરો આપશે. વિદ્યાર્થીઓ જરૂરી ફલકનોંધ નોંધશે.
- વિદ્યાર્થીઓ ઘાતાંકના ભાગાકારના નિયમમાં m>n,, m=n, અને m,n જેવાં ઘાતાંક ન હોય તો ઉકેલ શું મળે તે વિશે જાણે. - નિયમ આધારિત પ્રશ્નોની સમજ કેળવી ઉકેલ મેળવે.	(3) a^m/a^n (a Î R, m, n Î N, a-0) m < n હોય તો… ઉદા.a^5/a^8 $= \frac{a\times a\times a\times a\times a}{a\times a\times a\times a\times a\times a\times a\times a}$ $\frac{1}{a\times a\times a} = 1/a^3$ $= a^m/a^n$ (a = 0, m, n Î N) m < n હોય તો. $= \frac{(a\times a\times a.....m \text{ અવયવ})}{(a\times a\times a.....n \text{ અવયવ})}$ (m < n)	- a^m/a^n (a Î R, a- 0, m < n) તો પરિણામ અંગે શું લખી શકાય ? - શૂન્યેત્તર વાસ્તવિક સંખ્યા એટલે શું ?	

વિશિષ્ટ હેતુઓ	શિક્ષણવસ્તુ તથા મુદ્દા	શિક્ષણની પ્રવૃત્તિ	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
- વિદ્યાર્થી પોતાની જાતે જ ઘાતાંકનો ભાગાકારનો નિયમ લખી શકે.	$\frac{1}{a^{n-m}}$ થાય જે શૂન્યેત્તર વાસ્તવિક સંખ્યા છે. - ભાગાકારનો નિયમ- એક જ આધારનો એક ઘાતને બીજાં ઘાત વડે ભાગવા તે જ આધાર પર ઘાતાંકોની બાદબાકી કરવામાં આવે છે. નીચેના દાખલા ગણો : (1) $2^7/2^5$ (2) a^8/a^8 (3) $5^3/5^5$		

મૂલ્યાંકન કસોટી

પ્રશ્ન-1 ઘાતના અને ભાગાકારના નિયમોની મદદથી નીચેનું દરેક વિધાન ખરું બને તે રીતે ઘાત સ્વરૂપે દર્શાવી, ખાલી જગ્યા પૂરો.

(1) $2^3 \times 2^6$ = ____________________

(2) $X^5 \times X^{12}$ = ____________________

(3) $5^9 \times 5^5$ = ____________________

(4) $m^{13} \times 2^{10}$ = ____________________

(5) $X^{10} \times X^{13}$ = ____________________

(6) $a^{11} \times a^{11}$ = ____________________

પ્રશ્ન-2 સાદું રૂપ આપી કિંમત મેળવો.

(1) $(5^3 \times 5^9)\ 5^{10}$

(2) $X^{13} + (X^3 \times X^5)$

ફલક કાર્ય

તારીખ : .... શ્રેણી : .... વિષય : ગણિત

વિષયાંગ : ઘાતાંકના ગુણાકાર અને ભાગાકારના નિયમો

a^m	**ગુણાકારનો નિયમ**	
- aને આધાર કહે છે. - mને ઘાત કહેવામાં આવે છે. - m કોઈ અંક હોય ત્યારે ઘાતાંક કહેવામાં આવે છે. નીચેનાં ઉદા. ઓળખો. આધાર અને ઘાતાંક શું છે ? $5^5, a^5, X^6, X^m, X^n$ - aને વાસ્તવિક સંખ્યા કહે છે. a Î R.	- આપેલા બે અથવા બેથી વધારે ઘાતાંકોમાં આધાર સરખા હોય તો ઘાતાંકનો સરવાળા જેટલો ઘાત તે જ આધાર પર મૂકવામાં આવે છે. (1) $a^m 5 \times a^n = a^{m+n}$ વિસંગતતા a Î R, $m,n \geq 1$ $a^m \times b^n = a^m b^n$ **ભાગાકારનો નિયમ :** m,n ની કિંમતના આધારે ત્રણ રીતે દર્શાવી શકાયઃ	- $a^m + a^n$ ($a \geq 0$, a Î R, mn Î n) $a^m / a^n = a^{m-n}$ $(m>n)$ $a^m / a^n = a^0 = 1$ $(m = n)$ $a^m / a^n = \frac{1}{a^{m+n}}$ $(m < n)$

સ્વાધ્યાય : પાઠ્યપુસ્તકના સ્વા.5,1ના 1, 2, 3 પ્રશ્નોના ઉત્તરો લખી લાવવા.

નિરીક્ષકની નોંધ

પાઠ નમૂનો-2

નમૂના પ્રત	
શાળાનું નામ :	શ્રેણી: 8
વિષય : ગણિત	તાસ : 2
પાઠ ક્રમાંક : 2	તારીખ : ....
અધ્યાપનના મુદ્દા : - વર્ગના તફાવતના અવયવ	
અધ્યાપન પદ્ધતિ : - વ્યાખ્યા નિદર્શન સંયુક્ત પદ્ધતિ	
અધ્યાપન પ્રયુક્તિ - દઢિકરણ પ્રયુક્તિ - પ્રશ્નોત્તરી પ્રયુક્તિ	
અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન : - વિદ્યાર્થીઓ સામાન્ય અવયવ જાણે છે.	
શૈક્ષણિક સાધનો : - L.C.D પ્રોજેક્ટ - પોઈન્ટર	
સંદર્ભ - ગુજરાત શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ, ગાંધીનગર દ્વારા પ્રકાશિત ધોરણ -8 સેમેસ્ટર-2ના ગણિત વિષયનું પાઠ્યપુસ્તક, પ્રકરણ-4 આવૃત્તિ : 2011 - અવયવીકરણ, લેખક : શ્રી કલ્પેશ અખાણી, પ્રકાશક : નવભારત પ્રકાશન, અમદાવાદ. પ્રકરણ -IV	

પાઠનાં સોપાનો	શૈક્ષણિક હેતુઓ	શૈક્ષણિક વિષયવસ્તુ તથા મુદ્દા	શિક્ષકના કાર્યની રૂપરેખા	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
- વિષયા-ભિમુખ	વિદ્યાર્થીઓ વિષયાંગ પ્રત્યે અભિપ્રેરિત થાય છે.	5X-5Y 5(X-Y) અવયવીકરણ	શિક્ષક કાર્ડસ બતાવી પ્રશ્નો પૂછી વિદ્યાર્થીને અભિપ્રેરિત કરશે. (કાર્ડ બતાવીને) આ કાર્ડ પર શું લખેલું છે ? (કાર્ડ બતાવીને) આ કાર્ડ પર શું લખેલું છે? આ કઈ ક્રિયા કરી કહેવાય	વિદ્યાર્થીઓ પૂર્વજ્ઞાનને યાદ કરી યોગ્ય જવાબ આપશે.
- હેતુકથન	વિદ્યાર્થીઓ વિષયથી પરિચિત થાય.	વિદ્યાર્થી મિત્રો, આજે આપણે ગણિતમાં વર્ગના તફાવતના અવયવ વિશે અભ્યાસ કરીશું.	?	-વિદ્યાર્થીઓ ધ્યાનપૂર્વક સાંભળશે.
- વિષયવસ્તુ નિરૂપણ	-વિદ્યાર્થીઓ અવયવીકરણ પ્રક્રિયા સમજે. વિદ્યાર્થીઓ વર્ગના તફાવતનો અવયવીકરણ પ્રક્રિયા સમજે. - વિદ્યાર્થીઓ વર્ગના તફાવતની અવયવીકરણ પ્રક્રિયા સમજે. - વિદ્યાર્થીઓ PPT જોઈ આધુનિક દાખલાની રકમ જૂએ અને ગણવા પ્રેરાય. - વિદ્યાર્થીઓ વર્ગના તફાવતના અવયવીકરણની પ્રક્રિયા સમજે.	$X^2-Y^2=(X+Y)(X-Y)$ 1) $a^2-b^2=(a+b)(a-b)$ 2) $4X^2-9Y^2$ $=[(2X)^{2-}(3Y)^2]$ $=(2X-3Y)\ (2X+3Y)$ 3) $25X^2-36Y^2=$ $[(5X)^2-(6Y)^2]$ $=(5X-6Y)\ (5X+6Y)$ 4) $(ab)^2-(Cd^2)$ $=(ab-cd)\ (ab+cd)$ 5) $X^2\ Y^2-p^2\ q^2$ $=(xy-pq)\ (xy+pq)$ 6) $64a^2b^{2-}81c^2$ $=[(8ab-9c)\ (8ab+9c)]$ 7) $100X^2-4$ $=[(10X)^2-(2)^2]$ $=(100X-2)(10X+2)$	શિક્ષક નીચેના પ્રશ્નો, નિદર્શન અને કથન દ્વારા વિષયવસ્તુ શીખવશે. (વિવિધ સ્વરૂપે) આવર્ત કોષ્ટક નિદર્શિત કરતાં.. કથન સહ.. પ્રશ્નોત્તરી કરીને) $X^2\ Y^2$ના અવયવ સમજીએ. 1) a^2-b^2 2) $4X^2-9Y^2$ 3) $25X^2-36Y^2$ 4) $(ab)^2-(Cd^2)$ 5) $X^2\ Y^2-p^2\ q^2$ 6) $64a^2b^{2-}81c^2$ 7) $100X^2-4$	- વિદ્યાર્થીઓ જવાબ આપશે. - વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષણ પ્રક્રિયામાં સહભાગી થશે. - વિદ્યાર્થીઓ ચિંતન કરી જવાબ આપશે. -વિદ્યાર્થીઓ ધ્યાનપૂર્વક અવલોકન કરશે. - વિદ્યાર્થીઓ કા.પા. કાર્યમાં મદદ કરશે. - વિદ્યાર્થીઓ જવાબ આપશે. - વિદ્યાર્થીઓ નોંધપોથીમાં નોંધ કરશે.
- દૃઢિકરણ	- વિદ્યાર્થીઓ મેળવેલ જ્ઞાનને દૃઢ કરે. - વિદ્યાર્થીઓ મેળવેલ જ્ઞાનને દૃઢ કરે.	1) a^2-b^2 $=(a+b)(a-b)$ 2) X^2-49Y^2 $=[(X)^{2-}(7Y)^2]$ $=(X-7Y)\ (X+7Y)$	શિક્ષક નીચેના પ્રશ્નો દ્વારા દૃઢિકરણ કરાવશે. 1) a^2-b^2 $=(a+b)(a-b)$ 2) X^2-49Y^2 3) $169a^2-25b^2\ C^2$ 4) $4X-25$	- વિદ્યાર્થીઓ શિક્ષણપ્રક્રિયામાં સહભાગી થશે. - વિદ્યાર્થીઓ ચિંતન

પાઠનાં સોપાનો	શૈક્ષણિક હેતુઓ	શૈક્ષણિક વિષયવસ્તુ તથા મુદ્દા	શિક્ષકના કાર્યની રૂપરેખા	વિદ્યાર્થીની પ્રવૃત્તિ
	- વિદ્યાર્થીઓ મેળવેલ જ્ઞાનને દૃઢ કરે.	3) $169a^2-25b^2 C^2$ - $[(13a)^2 - (5bc)^2]$ $= (13a - 5bc) (13a + 5bc)$ 4) $4X – 25$ $= [(2X)^2 - (5)^2]$ $= (2X – 5) (2X+5)$ 5) $144X^2 – 625$ $= [(12X)^2 (25)^2]$ $= (12X–5) (12X+5)$ 6) $64a^2b^2 – 400c^2$ $= [(8ab)^2 – (20c)^2]$ $= (8ab – 20c) (8ab + 20c)$	5) $144X^2 – 625$ 6) $64a^2b^2 – 400c^2$	કરી જવાબ આપશે. -વિદ્યાર્થીઓ ધ્યાનપૂર્વક અવલોકન કરશે. - વિદ્યાર્થીઓ કા.પા. કાર્યમાં મદદ કરશે.
- મૂલ્યાંકન	- વિદ્યાર્થીઓએ મેળવેલ જ્ઞાનની ચકાસણી કરવી.	- વિદ્યાર્થીઓએ મેવવેલ જ્ઞાનની ચકાસણી કરવી.	શિક્ષક, ખાલી જગ્યા પૂરો દ્વારા મૂલ્યાંકન કરાવશે. 1. a^2-b^2] .... 2. .... = (X+Y) (X–Y) 3. $169a^2-25b^2 C^2$ 4. $4X^2 – 25$ = ... 5. $25X^2 – 36Y^2$ = (5X– 6Y) (........)	- વિદ્યાર્થીઓ મૂલ્યાંકન પ્રક્રિયામાં સહભાગી થશે. - વિદ્યાર્થીઓ ચિંતન કરી જવાબ આપશે. રોલ અપ બોર્ડ પર નંબર લખશે.

કા.પા.કાર્ય

વિષય : ગણિત — શ્રેણી અને વર્ગ : 8 - A

વિષયાંગ : વર્ગના તફાવતના અવયવ — તારીખ : ....

$X^2-Y^2 = (X+Y)(X-Y)$

1) $a^2-b^2 = (a+b)(a-b)$

2) $4X^2-9Y^2 = [(2X)^{2-}(3Y)^2]$

$= (2X-3Y)(2X+3Y)$

સ્વાધ્યાય : **સ્વાધ્યાય 5ના દાખલા ગણી લાવવા.**

: નિરીક્ષકની નોંધ :

(2) એકમ પાઠ આયોજન :

એકમ પાઠ આયોજન એટલે માત્ર વિષયવસ્તુનો સમૂહ નહીં પરંતુ તે વિષયવસ્તુને વર્ગખંડમાં સારી રીતે રજૂ કરવાની યોજના.

આ પ્રકારના પાઠ આયોજનમાં તાલીમાર્થી નાના એકમની પસંદગી નહીં કરતાં સમગ્ર પ્રકરણની પસંદગી કરે છે. આખા પ્રકરણમાંથી ત્રણથી ચાર એકમોનો સમાવેશ થઈ શકતો હોવાથી લગભગ ત્રણથી ચાર તાસનું સળંગ આયોજન કરવું પડે છે. આમ, ત્રણથી ચાર તાસનું, સમગ્ર પ્રકરણને આવરી લેતું પાઠ આયોજન એકમ પાઠ આયોજન કહેવાય છે.

એકમ પાઠ આયોજનમાં તાસ પાઠ આયોજનની જેમ નીચેના મુદ્દાઓનો સમાવેશ થાય છે.

(1) એકમ (2) પેટા એકમ (3) વિશિષ્ટ હેતુઓ (4) સંકલ્પના- સમજના મુદ્દાઓ (5) વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ (6) શિક્ષણ પદ્ધતિઓ (7) અધ્યયન પ્રવૃત્તિઓ (8) શૈક્ષણિક સાધનો (9) સંદર્ભ સાહિત્ય (10) સમયનો અંદાજ (11) સમગ્ર મૂલ્યાંકન કસોટી (12) સ્વાધ્યાય પ્રશ્નો અને (13) વિસ્તૃત ફલક.

એકમ પાઠ આયોજનનો નમૂનો :

- એકમ આયોજન : એક નમૂનો –

વિદ્યાર્થીનું નામ :	પાઠ ક્રમાંક : ....
શાળા :	શ્રેણી - 8
તારીખ :	સમય : ....
વિષય : ગણિતશાસ્ત્ર	વિષયાંગ : ઘાત અને ઘાતાંક

પેટા એકમ :

તાસ-1, ઘાતાંક અને આધારની સમજ, ગુણાકારનો નિયમ, ઉદાહરણો.

તાસ-2, ભાગાકારનો નિયમ, ઘાતના ઘાતની સમજ, ઉદાહરણો.

તાસ-3, ગુણાકારનો નિયમ ભાગાકારનો નિયમ, ઘાતનો ઘાત-ત્રણે પર આધારિત ઉદાહરણો.

તાસ-4 ઉપચારાત્મક શિક્ષણ.

(3) વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ :

(1) ઘાત અને ઘાતાંકની સમજ -

જો a કોઈ વાસ્તવિક સંખ્યા હોય અને $m>1$ ઘનપૂર્ણાક હોય, તો $a \times a \times a \times ...m$ અવયવો એ ગુણાંકને aનો mઘાત કહેવાય. લખાય જ્યાં a^m જ્યાં a આધાર, m ઘાતાંક અને a^m એ ઘાત છે.

(2) ઘાતાંકના નિયમો :

(3) ગુણાકારનો નિયમ :

$a^m \times a^n = a^{m+n}$ જ્યાં $a \in R$, m અને $n \in N$

(4) ભાગાકારનો નિયમ :

a કોઈ શૂન્યેત્તર વાસ્તવિક સંખ્યા અને m, n ઘનપૂર્ણાકો હોય, તો

$a^m \div a^n = a^{m+n}$ જો $m > n$

$= 1$ જો $m = n$

$= \frac{1}{a^{m+n}}$ જો $m < n$

(5) ઘાતનો ઘાત :

a કોઈ વાસ્તવિક સંખ્યા હોય, m, n ઘનપૂર્ણાકો હોય, તો $(a^m)^n = a^{mn}$

શૈક્ષણિક હેતુઓ :

જ્ઞાનપ્રાપ્તિ :

– વિદ્યાર્થીઓ ઘાત, ઘાતાંક અને આધાર વિશે જાણે.

– વિદ્યાર્થીઓ ઘાતાંકના નિયમો જાણે.

– વિદ્યાર્થીઓ 3X અને X^3નો તફાવત જાણે.

સમજ :

– વિદ્યાર્થીઓ ગુણાકાર અને ભાગાકારના નિયમની તુલના કરે.

– વિદ્યાર્થીઓ નિયમને અનુરૂપ ઉદાહરણો ગણે.

– વિદ્યાર્થીઓ ઉદાહરણમાં નિયમોનો થયેલ ઉપયોગ ઓળખે.

ઉપયોજન :

– વિદ્યાર્થીઓ ગુણાકાર અને ભાગાકારના નિયમ પર આધારિત ઉદાહરણો ગણશે.

કૌશલ્ય :

– વિદ્યાર્થીઓનું ગણન કૌશલ્ય કેળવાય.

સંકલ્પનાઓ :

(1) a^3માં a આધાર અને 3 ઘાતાંક અને a^3 ઘાત

(2) $3X = X + X + X$ અને $X^3 = X \times X \times X$

(3) $a^m \div a^n = a^{m-n}$ જ્યાં a Î R m, n Î M

(4) $a^m \div a^n = \frac{1}{a^{n-m}}$ જ્યાં a Î R, n > M

(5) $a^m \div a^n = 1$ જ્યાં a Î R, m = n

(6) $(a^m)^n = a^{m-n}$ જ્યાં a Î R, m, n > N

અધ્યયન અનુભવો :

વિદ્યાર્થીઓ શ્રવણ કરશે, પ્રશ્નોના ઉત્તર આપશે, ઉદાહરણ આપશે, ગણન કરશે.

પદ્ધતિઓ/પ્રયુક્તિઓ :

મૂલ્યાંકન યોજના :

સારણી-1 : વિષયવસ્તુ મુદ્દા પ્રમાણે ભારાંક

ક્રમ	વિષયવસ્તુ મુદ્દા	ભારાંક
1	ઘાત, ઘાતાંક, આધાર	3
2	ગુણાકારનો નિયમ	8
3	ભાગાકારનો નિયમ	7
4	ઘાતનો ઘાત	7
	કુલ...	25

સારણી-2 : હેતુઓ પ્રમાણે ભારાંક

ક્રમ	હેતુઓ	ભારાંક
1	જ્ઞાન	7
2	સમજ	18
3	ઉપયોજન	–
4	કૌશલ્ય	–
	કુલ...	25

સારણી-3 : પ્રશ્ન પ્રકાર પ્રમાણે ભારાંક

ક્રમ	પ્રશ્ન પ્રકાર	ભારાંક
1	નિબંધ	–
2	ટૂંકજવાબી	9
3	અનાત્મલક્ષી	16
	કુલ...	25

ત્રિપરિમાણ (Blue Print)

'ઘાત અને ઘાતાંક' : ધો.-8

ક્રમ	હેતુ પ્રશ્ન પ્રકાર વિષયવસ્તુ મુદ્દા	જ્ઞાન			સમજ			ઉપયોજન			કૌશલ્ય			કુલ			કુલ
		નિ.	ટૂં.	અ.	નિ.	ટૂં.	અ.	નિ.	ટૂં.	અ	નિ.	ટૂ.	અ	નિ.	ટૂ.	અ	
1.	ઘાત, ઘાતાંક અને આધાર	-	3(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3(2)	-	3(2)
2.	ગુણાકારનો નિયમ	-	-	2(2)	-	3(1)	3(3)	-	-	-	-	-	-	-	3(1)	5(5)	8(6)
3.	ભાગાકારનો નિયમ	-	-	2(2)	-	3(1)	2(1)	-	-	-	-	-	-	-	3(1)	4(3)	7(4)
4.	ઘાતનો ઘાત	-	-	1(1)	-	3(1)	3(2)	-	-	-	-	-	–	–	3(1)	4(3)	7(4)
	કુલ	-	3(2)	5(5)	-	9(3)	8(6)	-	-	-	-	-	-	-	12(5)	13 (11)	25 (16)
	કુલ	8(7)			17(9)			-			-			-			25(16)

<u>એકમ કસોટી</u>

સમય : 30 મિનિટ કુલ ગુણ : 25

નોંધ : દરેક પ્રશ્નનો જવાબ ફરજિયાત આપવાનો રહેશે.

પ્ર.1 ખાલી જગ્યા પૂરો : (5)

(1) 3^4માં...... આધાર છે અને ...... ઘાતાંક છે.

(2) $4^2 \times 4^3 =$......

(3) $a^m \times a^a = a^{m+n}$ એ......નો નિયમ દર્શાવે છે.

(4) જેનો 2 આધાર અને 5 ઘાતાંક છે એ......સંખ્યા છે.

પ્ર.2 નીચેની ખાલી જગ્યા આપેલા વિકલ્પોમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરી પૂરો : (5)

(1) $(3^2)^2 =$...... (81,18, 27)

(2) $a^m \times a^n =$...... (a^7, a^3 $\frac{a^2}{a^7}$)

(3) $y^3 \times y^{27} \times y \times y^2 \times y =$......($y^{32}$,$y^{34}$, y^{33})

(4) a^{m-n} એ.......નો નિયમ દર્શાવે છે. (ગુણાકાર, ભાગાકાર, ઘાતના ઘાત)

(4) $(X^8)^5 =$....... (X^{15}, X^8, X^2)

પ્ર.3 નીચેનાનું સાદું રૂપ આપો : (9)

(1) $2^5 \times 2^2 \times 2$

(2) $X^m \div X^5$

(3) $(P^4)^2 \times \div p^{23}$

પ્ર.4 નીચે આપેલાં વિધાનોમાં ખાલી જગ્યા પૂરી તેને સત્ય બનાવો : (6)

(1) $X^3 \times X^4 \times$................$\times X^7 = X^{13}$

(2) (Y^3)...........$= Y^{27}$

(3) $3^{14} \div$.............$= 3^7$

સ્વાધ્યાય યોજના :

તાસ-1 : સાદું રૂપ આપો :

(1) $3^3 \times 3^2 \times 3^4$ (2) $a^{11} \times a^{17}$

(3) $X^{11} \times X^7$ (4) $\frac{3' \; 3^{3}{}' \; 3^{7}}{3^{6}}$

તાસ-2 : સાદું રૂપ આપો :

(1) $X^3 \div X^7$ (2) $a^3 \times 4^{17} \div 4^2 \times 4^3$

(3) $(2^3)^2 \times (2^2)^3$

તાસ-3 : સાદું રૂપ આપો :

(1) $(8^3)^2 \times 2^2$ (2) $(8^2)^4 \times (2^4)^2 + (4^2)^3$

(3) $(25)^4 \div (5^2)^4$

શૈક્ષણિક સાધનો :

(1) ઘાતાંકના નિયમોના ચાર્ટસ

(2) વિંટાળાફલક (3) પોઈંટર

સંદર્ભ સાહિત્ય :

ઘાતાંકની ફિલ્મસ્ટ્રીપ

15.6 એકમ પાઠ આયોજન અને તાસવાર પાઠ આયોજનની તુલના (Comparison of Lesson plan & Lesson Plan Answers)

: પાઠ આયોજન અને એકમ આયોજનનો તફાવત :

શિક્ષણકાર્ય માટેના શૈક્ષણિક મુદ્દાને ધ્યાનમાં લઈને શિક્ષક પાઠ આયોજન કે એકમ આયોજન કરી શકે છે. અગાઉના મુદ્દાઓને આધારે પાઠ આયોજન કે એકમ આયોજન કરી શકે છે. અગાઉના મુદ્દાઓને આધારે પાઠ આયોજન અને એકમ આયોજનની સમજૂતી સ્પષ્ટ થઈ હશે. તેને આધારે આ બે પ્રકારના આયોજનની તુલના કરીએ.

પાઠ આયોજન	એકમ આયોજન
- વિષય કે વિષયાંગનો છૂટો છવાયો મુદ્દો લક્ષમાં લેવાય છે.	- વિષયાંગના સમગ્ર મુદ્દાઓને લક્ષમાં લેવાય છે.
- 30થી 40 મિનિટનું આયોજન એક તાસનું જ હોય છે.	- 3થી 6 તાસનું આયોજન હોય છે.
- શિક્ષકને પૂર્ણ ચર્ચા માટે અપૂરતો સમય મળે છે.	- સર્વાંગી ચર્ચા માટે પૂરતો સમય મળે છે.
- એક તાસની અલગ-અલગ તૈયારી કરવાની રહે છે.	- સમગ્ર એકમની એક સાથે તૈયારી થાય છે.
- એકસૂત્રતાનો અભાવ જોવા મળે છે.	- એકસૂત્રતા જળવાઈ રહે છે.
- એકાંગી આયોજન છે.	- સર્વાંગી આયોજન છે.
- ખંડિત તથા યાંત્રિક મૂલ્યાંકન થાય છે.	- સ્વતંત્ર તાસમાં પૂર્ણ સર્વાંગી મૂલ્યાંકન થઈ શકે છે.
- શૈક્ષણિક સાધનોના ઉપયોગને મર્યાદિત અવકાશ રહે છે.	- શૈક્ષણિક સાધનોના ઉપયોગને પૂરતો અવકાશ મળે છે.
- ઉપર છલ્લું-છીછરું શિક્ષણ થાય છે.	- સઘન અને સારું શિક્ષણ થાય છે.
- મર્યાદિત અધ્યયન અનુભવી આપી શકાય છે.	- પૂરતા અને વૈવિધ્ય સભર શૈ.અનુભવી આપી શકાય છે.
- બાળકોને તાસ શિક્ષણ પ્રવૃત્તિ ભાગ્યે જ આપી શકાય છે.	- બાળકોને એકમ શિક્ષણ દરમ્યાન પ્રવૃત્તિ આપી વિશેષ કૌશલ્યો વિકસાવી શકાય છે.
- શિક્ષણની મર્યાદિત પૂર્વ તૈયારીથી ચાલી શકે છે.	- શિક્ષકે મહેનત લઈ સારી પૂર્વ તૈયારી કરવી પડે છે.
- મર્યાદિત સમયને કારણે અનુરૂપ વાતાવરણ મળતું નથી.	- પૂરતા સમયને કારણે યોગ્ય પર્યાવરણ ખીલવી શકાય છે.
- સાતત્યપૂર્ણ શિક્ષણનો અભાવ.	- સાતત્યપૂર્ણ શિક્ષણ આપી છે.
- ઓછું વિષયવસ્તુ પસંદ કરાય છે.	- વધુ વિષયવસ્તુ પસંદ કરાય છે.
- વિદ્યાર્થીની સમસ્યાનું સમાધાન થતું નથી.	- વિદ્યાર્થીની સમસ્યા ઉકેલી શકાય છે.
- અનુબંધનો અભાવ છે.	- અનુબંધ રચી શકાય છે.
- નિદાન કે ઉપચાર શક્ય નથી.	- નિદાન અને ઉપચાર શક્ય છે.
- એકમના સમગ્ર શિક્ષણની છાપ ઊભી થતી નથી.	- એકમના સમગ્ર શિક્ષણની છાપ ઊભી થાય છે.

15.7 સારાંશ (Summary)

શિક્ષક-પ્રશિક્ષણ પ્રક્રિયામાં તાલીમાર્થીઓને સૂક્ષ્મ પાઠ આયોજન, સેતુ પાઠ આયોજન, તાસ અને એકમ પાઠ આયોજનની સમજ મેળવી શકે તેમજ વર્ગખંડમાં તેનો વ્યવહારૂ ઉપયોગ કરી શકે એ હેતુથી અહીં ઉપરોક્ત દરેકની વિગતવાર ચર્ચા કરવામાં આવી છે. જેથી વિદ્યાર્થીઓ સ્વયં જરૂરિયાત પ્રમાણે પાઠ આયોજન કરી તેનો વર્ગખંડમાં ઉપયોગ કરી શકે.

15.8 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો (Answer)

1. પાઠ આયોજનના પ્રકાર જણાવો.

....

....

....

....

....

....

2. વાર્ષિક આયોજન કોને કહેવાય ?

....

....

....

....

....

....

3. દૈનિક આયોજન કોને કહેવાય ?

....

....

....

....

....

....

4. શિક્ષક પ્રશિક્ષણ માટેની અદ્યતન પ્રયુક્તિ કઈ છે ?

....

....

....

....

....

....

5. માઈક્રોટીચિંગની સમયમર્યાદા કેટલી હોય છે ?

....

....

....

....

....

....

6. સેતુપાઠ એટલે શું ?

....

....

....

....

....

....

7. તાસ આયોજન કોને કહેવાય ?

....

....

....

....

....

....

8. એકમ પાઠ આયોજન એટલે શું ?

....

....

....

....

....

....

9. એકમ પાઠ આયોજનના શૈક્ષણિક હેતુઓ જણાવો.

....

....

....

....

....

....

10. કયા પ્રકારના આયોજનમાં દશ્ય શ્રાવ્ય સાધનોનો વધુ પ્રમાણમાં ઉપયોગ થઈ શકે છે ?

....

....

....

....

....

....

11. બે થી ત્રણ હેતુઓને ધ્યાનમાં રાખી કરવામાં આવતા પાઠ આયોજનને કયા નામથી ઓળખવામાં આવે છે ?

....

....

....

....

....

....

12. એકમપાઠ આયોજન અને તાસ વાર પાઠ આયોજનના બે તફાવત જણાવો.

....

....

....

....

....

....

15.9 સ્વાધ્યાય

૧. માસિક આયોજન એટલે શું ?

૨. પ્રશ્ન ઊંડાણ કૌશલ્યને સંદર્ભ તરીકે લઇ 'ત્રિકોણના પ્રકાર' એકમનો એક સૂક્ષ્મપાઠ તૈયાર કરો.

૩. સેતુપાઠ, સૂક્ષ્મ પાઠથી કઇ રીતે અલગ છે ?

૪. સૂક્ષ્મપાઠ કયા કયા કૌશલ્યોને ધ્યાનમાં રાખીને બનાવવામાં આવે છે ?

૫. ૨૫ ગુણની કસોટી બનાવી તેના આધારે ત્રિપરિમાણદર્શક સારણી તૈયાર કરો.

એકમ 16

અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી

: રૂપરેખા :

16.1 પ્રસ્તાવના
16.2 ઉદ્દેશો
16.3 શિક્ષક હસ્તપોથી
16.4 સંદર્ભ સાહિત્ય
16.5 વેબસાઇટ
16.6 યુ ટ્યૂબ અને સામયિકો
16.7 બ્લોગ
16.8 સારાંશ
16.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસોના ઉત્તરો
16.10 સ્વાધ્યાય

16.1 પ્રસ્તાવના

વિદ્યાર્થીને ગણિત શીખવા માટે સરળતા રહે તે માટે અધ્યયન અધ્યાપન સામગ્રીએ ખૂબ જ જરૂરી છે. શિક્ષણની પ્રક્રિયામાં પ્રત્યક્ષ જ્ઞાન મહત્ત્વનું છે. આથી કહેવાય છે કે, I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand આજે ગણિત શિક્ષણ નીરસ થઈ ગયું છે, જેને રસપ્રદ બનાવવા માટે અધ્યયન અધ્યાપન સામગ્રી અગત્યની જણાય છે.

શિક્ષક દ્વારા વય કક્ષા અનુરૂપ શૈક્ષણિક સામગ્રીનો ઉપયોગ કરી શકાય. આમ, ગણિત શિક્ષણને અસરકારક, આનંદમય અને કાયમી બનાવી શકાય.

આધુનિક સમયમાં નવી ટેક્નોલોજીના વિકાસની સાથે અનેક પ્રકારની અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી ઉપલબ્ધ છે, ત્યારે નિર્ધારિત હેતુઓ સિદ્ધ કરવા યોગ્ય સાધન સામગ્રી પસંદ કરવી આવશ્યક છે. વિદ્યાર્થીઓ સ્વાનુભવ દ્વારા શીખે એ જરૂરી છે. ગણિતના વિવિધ ખ્યાલો કે સંકલ્પનાઓનો તાદશરૂપ આપીને વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ રજૂ કરી સરળ સમજ આપવા માટે વિવિધ અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી અતિ ઉપયોગી છે જેની વિગતે સમજ નીચે મુજબ આપી શકાય છે.

16.2 ઉદ્દેશો

આ એકમના અભ્યાસને અંતે તમે આટલું કરી શકશો.

૧. શિક્ષક હસ્તપોથી અંગે જાણકારી મેળવી શકશો.

૨. અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી તરીકે સંદર્ભ સાહિત્યનું મહત્ત્વ સમજી શકશો.

૩. ગણિત શિક્ષણમાં વેબસાઇટનો ઉપયોગ જણાવી શકશો.

૪. વર્ગખંડમાં ગણિત શીખવતી વખતે યૂ-ટ્યૂબ અને સામયિકોની ઉપયોગિતા જણાવી શકશો.

૫. ગણિત શિક્ષણમાં બ્લોગ કેવી રીતે ઉપયોગી બને છે તેની માહિતી મેળવી શકશો.

૬. ગણિત શિક્ષણમાં વિવિધ સામગ્રીના ઉપયોગ વિશેની જાણકારી આપી શકશો.

16.3 શિક્ષક હસ્તપોથી (Teacher's Handbook)

શિક્ષક માટેની હાથપોથીની આવશ્યકતા શિક્ષણસુધારણા અને શિક્ષણના નવવિચારના પરિપાકરૂપે આવી છે. અમેરિકા કે બ્રિટન જેવાં દેશોમાં શિક્ષક પાસે હાથપોથી વગર પાઠ્યપુસ્તક હોવું મુશ્કેલ છે,બલકે કેટલીકવાર તો પાઠ્યપુસ્તક કરતાં શિક્ષકની હાથપોથીનું કદ વિશેષ હોય છે. -School Mathematics Study Group ના પ્રત્યેક પુસ્તક સાથે Teachers Commtary હોય છે. ગુજરાત

રાજ્યમાં ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળે પાઠ્યપુસ્તકો સાથે શિક્ષક હાથપોથી અથવા અધ્યાપનપોથીની શરૂઆત કરી. આમ તો નવું ગણિત શરૂ થયું તેની સાથે શિક્ષકો ગણિતની નૂતન સંકલ્પનાથી પરિચિત થાય તે હેતુથી શિક્ષક અધ્યાપનપોથીઓનું પ્રકાશન શરૂ કર્યું. આપણી ગુજરાતની શાળાઓમાં સામાન્ય રીતે સ્નાતક કક્ષાએ ગણિત વિષય ન હોય એવા કેમિસ્ટ્રી કે અન્ય વિશેષ સાથે બી.એસ.સી.ને ગણિત શીખવવાનું સોંપવામાં આવે છે. વળી 1974 ની આસપાસ જૂનું ગણિત શીખવતા શિક્ષક નવા ગણિતની સંકલ્પનાથી પરિચિત થાય એવા શુભાશય સાથે શિક્ષકો માટેની હાથપોથીની શરૂઆત થઈ. ત્યારબાદ ધો.8, 9, 10 માટે અને પ્રાથમિક શાળાઓ માટે ખાસ કરીને ગણિતની અધ્યાપનપોથીઓ પ્રકાશિત થઈ. છેવટે 1986થી અમલમાં આવેલ અભ્યાસક્રમો ધો. 8માં 1991માં શરૂ થયો ત્યારે માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ દ્વારા ગણિત, વિજ્ઞાન અને સમાજવિદ્યા માટેના શિક્ષકો માટેના ઓપ વર્ગોનું આયોજન થયું અને સાથે સાથે શિક્ષક અધ્યાપનપોથી આ ત્રણે વિષય માટે પ્રસિદ્ધ કરવામાં આવી. આમ, શિક્ષકની સજ્જતા ખાસ કરીને ગણિતના અને વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં વધે તે માટે પ્રશંસનીય પ્રયાસો થયા છે.

(2) શિક્ષક હાથપોથી કે શિક્ષક અધ્યાપનપોથીના હેતુઓ :

- શિક્ષકના પાઠ્યપુસ્તકના વિષયવસ્તુથી સુપરિચિત કરવા.
- શિક્ષકને ચોક્કસ પદ્ધતિ કે પૂરક સાહિત્યથી વાકેફ કરવા.
- પ્રત્યેક પ્રકરણ માટેના શીખવવાના તાસ મર્યાદા માટે માર્ગદર્શન આપવું, જેથી એકરાગિતા જળવાય.
- ચોક્કસ વિષયવસ્તુ પાઠ્યપુસ્તકમાં આમેજ કરવા પાછળનો ઉદ્દેશ કે આશય જણાવવો.
- જે શિક્ષકો ગણિતેતર વિષય સાથે બી.એસ.સી.થયા હોય અને ગણિતશિક્ષક તરીકે કાર્ય કરતા હોય તેમને માર્ગદર્શન મળી રહે.
- ખાસ કરીને પાઠ્યપુસ્તકના લેખકો અને તજજ્ઞોનું યોગ્ય માર્ગદર્શન શિક્ષકોને મળે.
- અભ્યાસક્રમમાં નવા ઉમેરાયેલ વિષયો કે મુદ્દા પરત્વે શિક્ષકની સમજ સ્પષ્ટ થાય.

(3) શિક્ષક હાથપોથીમાં કયા મુદ્દાઓ સમાવવા જોઈએ ? : પાઠ્યપુસ્તકના વિષયવસ્તુને સમૃદ્ધ કરે અને શિક્ષકને શિક્ષણકાર્યમાં મદદરૂપ નીવડે એવા મુદ્દાઓનો સમાવેશ અધ્યાપનપોથીમાં કરાવો ઘટે. સમગ્ર રાજ્યમાં એક જ પાઠ્યપુસ્તક ચાલે છે ત્યારે કેટલાંક સામાન્ય મુદ્દાઓમાં બહુ મોટો તફાવત ન પડે. એકરાગિતા, એકસૂત્રતા જળવાય તે માટે માર્ગદર્શક મુદ્દાઓ સૂચવવા જોઈએ. ગુજરાત માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ દ્વારા તૈયાર થયેલ ધો.8ની ગણિત માટેની અધ્યાપનપોથીમાં નીચેના મુદ્દાઓ આવરી લેવાયા છે :

પ્રત્યેક પ્રકરણ દીઠ નીચેના મુદ્દાઓની ચર્ચા કરવામાં આવે છે.

- શૈક્ષણિક હેતુઓ (અપેક્ષિત વર્તન પરિવર્તન)
- અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન
- વિષયનું વિશ્લેષણ :
- **પારિભાષિક શબ્દો :**
- પાયાની સંકલ્પનાઓ
- પૂરક માહિતી
- પદ્ધતિઓનો ઉલ્લેખ
- વિષયવસ્તુની રજૂઆત
- પૂરક પ્રવૃત્તિ
- એકમ કસોટી

આવી અધ્યાપનપોથી દ્વારા શિક્ષક પાઠ્યપુસ્તકના શૈક્ષણિક મુદ્દાઓની પૂર્વભૂમિકા કેવી રીતે બાંધવી, વિદ્યાર્થીઓ પાસે કયા પૂર્વજ્ઞાનની અપેક્ષા રાખવી અને તેને કેવી રીતે ચકાસવું, એ બધા મુદ્દા અંગે

માર્ગદર્શન મેળવી શકે છે. આ ઉપરાંત શૈક્ષણિક મુદ્દા રજૂ કરવા માટે કઈ પદ્ધતિ વાપરવી અગર ક્યાં શૈક્ષણિક સાધનો કે ઉપકરણો વાપરવાં તે અંગે સ્પષ્ટ માર્ગદર્શન પણ શિક્ષક મેળવી શકે છે. વિષયવસ્તુને વધારે સમૃદ્ધ બનાવવા શિક્ષક ક્યાંથી માહિતી મેળવી શકે તેનો ઉલ્લેખ પણ હોય છે. શિક્ષક સતત અને સર્વગ્રાહી મૂલ્યાંકન માટે ઉપયોગમાં લઈ શકે તેવી નમૂનારૂપ કસોટીનો ખ્યાલ પણ મેળવી શકે. અધ્યાપનપોથીમાં નિદાન કરીને સુધારશિક્ષણ કેમ કરવું તે માટે માર્ગદર્શક સૂચનો મેળવી શકે.

આવી અધ્યાપનપોથીઓની રચનામાં અનુભવી શિક્ષકો, જ્ઞાની પ્રાધ્યાપકો અને પાઠ્યપુસ્તકના લેખકોનો સહકાર મળતો હોવાથી તે એક સમૃદ્ધ અને આવકારદાયક પુસ્તિકા બની રહે છે.

16.4 સંદર્ભ સાહિત્ય

ગણિત શિક્ષણ માટે સંદર્ભ સાહિત્યએ ખૂબ જ મહત્ત્વનું છે. એના દ્વારા વિદ્યાર્થીઓ ગણિત વિષયની માહિતી મેળવી શકે છે, જે પાઠ્યપુસ્તક કરતા કઈ વિશેષ હોય. આ સંદર્ભ સાહિત્યથી એમના જ્ઞાનમાં વધારો થઈ શકે. વિદ્યાર્થીને જે પણ મુંઝવણ હોય તો તેનો સમાધાન પણ થઈ શકે.

ગણિત શિક્ષણ માટે નીચેના પુસ્તકો, સંદર્ભ સાહિત્યનો ઉપયોગ થઈ શકે છે.

1. Branford, B., A Study of Mathematical Education, Clarendon Press. This is an exceedingly Valuable book the elementary and the high school teacher.
2. Carson, G.St.L., Mathematical Education. Ginn and Co.
3. Evans, G.W., The Teaching of High School Mathematics. Houghton Mifflin Co.
4. Nunn, T.P., The Teaching of Algebra, Including Trigonometry. Longmans, Green and Co.This book of Nunn's has two companion volumes which are every helpful. They are exercise in Algebra, Including Trigonometry, Part I and Part II.
5. Perry, John, Report of the British Association at Glasgow, 1901. The Macmillan Co., 1901. (Out of Print.)
6. Safford, T.H., Mathematical Teaching. D.C.Heath and Co.

16.5 વેબસાઈટ

વિજ્ઞાન અને ટેક્નૉલોજીના યુગમાં, કમ્પ્યુટર અને ઈન્ટરનેટનો ઉપયોગ ખૂબ વ્યાપક પ્રમાણમાં વધ્યો છે. ત્યારે ગણિતના શિક્ષણ માટે પણ વેબસાઈટનો ઉપયોગ કરી શકાય. ગણિત શિક્ષણ માટે વેબસાઈટ પર વિવિધ માહિતી મળે છે, જે વિદ્યાર્થી માટે જરૂરી હોય છે. ટુંક સમયમાં જોયતા જ્ઞાનનો સમગ્ર સ્ત્રોત મળી રહે છે.

ગણિત શિક્ષણની માહિતી આપતી વેબસાઈટ નીચે મુજબ છે.

1. www.math.com/teachers/reference.html.
2. http://en.wikipidia.org/wiki/mathematics.education
3. www.teaching.com.au/catalogue/
4. Nzmaths.conz/professional development>numeracy projects
5. www.alcyone.com/max/reference maths

16.6 યુટ્યુબ અને સામાયિકો

(અ) યુ-ટ્યુબ

યુ ટ્યુબ એ વિડિઓને વેબસાઈટ પર upload અને download કરે છે. જેમાં આપણે ગણિત શિક્ષણના કોઈ પણ મુદ્દા પર વિડિઓ જોઈ પણ શકાય અને સાથે સાથે આપણે upload પણ કરી શકાય. યુ ટ્યુબના માધ્યમ દ્વારા વિશ્વના કોઈ પણ ખૂણાની ખબર બીજાં ખૂણા સુધી પ્રસાર કરી શકાય.

યુ ટ્યુબ ઉપર ગણિત શિક્ષણના અમુક વિડીયોની લીંક નીચે મુજબ છે.

http://www.youtube.com/watch?v=yt3jh2azn68

http://www.youtube.com/watch?v=Ab3dlq44vqo

http://www.youtube.com/users/videomathtutor

http://www.educatorstechnology.com/2014/02/04-excellent-youtube-math-channels-for-html.

1. The Video Math Tutor

This is a great channel that provides several tutoring math videos covering different topics including Basic, Math & Math lessons, Calculator tips, brain teasers, and many more.

2. Mathademics

This is another channels that offers math tutorials on topics such as fractions and decimals, algebra and functions, number sense, arithmetic, geometry and more.

3. Khan Academy

This is one of the most popular channel on YouTube with more than 200 million video views and 424 thousand subcribers, Khan provides great educational videos on math, geometry, physics and many more.

4. Numberphile

Are you a math teacher who wants to teach numbers differently, this channel has some videos to help you do it.

5. Ten Marks

This is a web based program for students to practice and masters math concepts. They get to learn math from hints, video lessons, and personalized worksheets.

6. Math Mammoth

This channel provides math teaching tips to help teachers, parents and tutors to teach mathematics.

7. Math TV

This is a channel of a vetern math teacher who has been teaching mathematics and writing textbooks for over 30 years. You will definitely find something for your students.

8. Patrick JMT Free Math Videos

With more than 114 thousand subscribers, this channel considered to be one of the math channels on YouTube. It has videos on different topics such as calculus, derivatives, differential equations, limits, integrals, and more.

(બ) સામયિકો

મેગેઝીનએ ચોક્કસ સમય અંતરે આવતી ગણિતની સમગ્ર નોંધ ધરાવતી હોય. એમાં નવી શોધો અને જૂની માહિતી હોય છે. ગણિત શાસ્ત્રીની વાત એમાં કરવામાં આવે છે. વિદ્યાર્થી માટે ગણિતના દાખલા, મૂંઝવતા પ્રશ્ન પણ જાણવા મળે.

ગણિત શિક્ષણમાં મેગેઝીનના ઉપયોગથી વિદ્યાર્થીમાં નવા જ્ઞાનનો પ્રવાહ પસાર કરી શકાય શાળા અને મહાશાળામાં પુસ્તકાલયમાં ગણિત વિષયની મેગેઝીન હોવી જોઈએ તેથી વિદ્યાર્થીને ગણિત શીખવા અને નવા પ્રયોગ કરવા મળે. ઉદા. સુગણિતમ્, મજાનું ગણિત, ગણિત દર્શન.

ગણિત મેગેઝીનની યાદી નીચે દર્શાવી છે.

http://www.maa.org/press/periodicals/mathematics-magazine

www.nctm.org/publications/mathematics-teacher/

www.atm.org.uk/Mathematics-Teaching-Journal-Archive

http://www.youtube.com/watch?v=yt3jh2azn68

math.scholastic.com/

http://www.dmoz.org/Scince/Math/Education/Magazines/

16.7 બ્લોગ (Blog)

બ્લોગએ અમુક વ્યક્તિ કે જૂથ દ્વારા ચલાવવામાં આવતી એક વેબસાઈટ છે જેના ઉપર ગણિત વિષયની માહિતી મળે છે. ગણિત શિક્ષણની વિવિધ શાખા વિષય જ્ઞાન મળે છે. હાલમાં એ વિષયના નવા સંશોધનની પણ વાત હોય છે. ગણિતના શિક્ષકો પણ આ બ્લોગનો ઉપયોગ કરી માહિતી વેબસાઈટ પર પ્રસાર કરી શકે.

ગણિત શિક્ષણના બ્લોગની યાદી મુજબ છે.

1. Mrreddy.com/blog/category/teachinglearning-ideas/

2.mathematicesschool.blogpost.com/

3.www.greatmathsteachingideas.com

4.davidwees.com/content/mathematics-education-blog

5.blogs.ams.org/matheducation/

6.teachhighsschoolmath.blogpost.com

16.8 સારાંશ

આમ, અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રીની સમજ, વિશિષ્ટતાઓ અને મહત્ત્વમાં મુદ્દાઓની ચર્ચા કરી તેનો વર્ગખંડમાં યથાર્થ અને આવશ્યક ઉપયોગ કરવો અત્યંત અનિવાર્ય છે. શિક્ષક કે તાલીમાર્થીઓ પોતાની જરૂરિયાત મુજબ પોતાની સૂઝ અને વિવેકબુદ્ધિની મદદથી સાધનો બનાવી પોતાના શિક્ષણકાર્યમાં ઉપયોગ કરીને વર્ગખંડ શિક્ષણ પ્રક્રિયાને અસરકારક બનાવી શકે છે અને વર્ગને જીવંત અને ગતિશીલ બનાવી શકે છે.

વિવિધ અધ્યયન-અધ્યાપન સામગ્રી દ્વારા ગણિત શિક્ષણને વધુ સુલભ અને સરળ બનાવી શકાય છે. શિક્ષક તરીકે વેબસાઇટ, બ્લોગ દ્વારા શિક્ષણ એ વર્તમાન સમયની તાતી જરૂરિયાત છે.

16.9 તમારી પ્રગતિ ચકાસો

1. **શિક્ષક હાથપોથી, કયા હેતુસર રચવામાં આવે છે ?**

....

....

....

....

....

....

2. **શિક્ષક હાથપોથીનો શિક્ષક શું ઉપયોગ કરે છે ?**

....

....

....

....

....

....

3. **સંદર્ભ સાહિત્ય શા માટે જરૂરી છે ?**

....

....

....

....

....

....

4. **તમે ગણિતના શિક્ષણ માટે કઈ વેબસાઈટનો ઉપયોગ કરી માહિતી મેળવશો ?**

....

....

....

....

....

....

5. **યુ ટ્યુબનો ગણિત માટે શૈક્ષણિક ઉપયોગ શો છે ?**

....

....

....

....

....

....

6. **ગણિતનું સામયિક વિદ્યાર્થીને કઈ રીતે ઉપયોગી બને છે ?**

....

....

....

....

....

....

7. **બ્લોગ શું છે ? શિક્ષક તેનો શું ઉપયોગ કરી શકે ?**

....

....

....

....

....

....

16.10 સ્વાધ્યાય

૧. શિક્ષક હસ્તપોથીમાં કયા મુદ્દાઓ સમાવવા જોઇએ ?

૨. શિક્ષકને સંદર્ભ સાહિત્ય કઇ રીતે ઉપયોગી નીવડી શકે ?

૩. ગુજરાતમાં પ્રકાશિત થતાં વિવિધ ગણિત સામયિકોના નામ જણાવો.

૪. ટેક્નોલોજી આધારિત અધ્યાપન-અધ્યયન સામગ્રીના ઉદાહરણો આપી કોઈ પણ બેની વિસ્તૃત ચર્ચા કરો.

૫. તમે ઉપયોગમાં લીધા હોય તેવા કોઇ પણ બે સંદર્ભ સાહિત્યની વિગતો રજૂ કરો.