Saurashtra University
Re – Accredited Grade 'B' by NAAC
(CGPA 2.93)

Bhensdadiya, Vallabh B., 2005, ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો, thesis PhD, Saurashtra University

http://etheses.saurashtrauniversity.edu/id/eprint/8

Copyright and moral rights for this thesis are retained by the author

A copy can be downloaded for personal non-commercial research or study, without prior permission or charge.

This thesis cannot be reproduced or quoted extensively from without first obtaining permission in writing from the Author.

The content must not be changed in any way or sold commercially in any format or medium without the formal permission of the Author

When referring to this work, full bibliographic details including the author, title, awarding institution and date of the thesis must be given.

Saurashtra University Theses Service
http://etheses.saurashtrauniversity.edu
repository@sauuni.ernet.in

© The Author

ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો

DETERMINATION OF DIFICULTY LEVEL OF MATHEMATICS UNITS OF STANDERD TENTH & CAUSES AND REMEDIES FOR DIFICULTNESS OF MOST DIFICULT CHAPTER

ડૉક્ટર ઑફ ફિલોસોફી (શિક્ષણ)ની
ઉપાધિ માટેના નિયમો અન્વયે રજૂ કરવામાં આવેલ

મહાનિબંધ

પ્રયોજક

વલ્લભભાઈ બી. ભેંસદડિયા

બી.એસસી., એમ.એડ્.
જિલ્લા શિક્ષણ અધિકારી
જિલ્લા શિક્ષણ અધિકારી કચેરી
રાજકોટ-૩૬૦૦૦૧

માર્ગદર્શક

ડૉ. ડી. એ. ઉચાટ

પ્રાધ્યાપક અને અધ્યક્ષ
શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન
સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી
રાજકોટ-૩૬૦૦૦૫

શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન

સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી
રાજકોટ
જુલાઈ, ૨૦૦૫

STATEMENT UNDER UNIVERSITY Ph.D. Rules ORDI. Ph.7

I hered by declare that,

(a) The research work embodied in this thesis on ***"DETERMINATION OF DIFICULTY LEVEL OF MATHEMATICS UNITS OF SEANDERD TENTH & CAUSES AND REMEDIES FOR DIFICULTNESS OF MOST DIFICULT CHAPTER"*** submitted for Ph.D. degree has not been submitted for any other degree of this or any other University or any previous occasion.

(b) To the best of my knowledge no work of this type has been reported on the above subject. since I have discovered new relation of facts, this work can be considered to be contributory to the advancement of knowledge on Education; and

(c) All the work presented in the thesis is original and wherever reference have been made to the work of other it has been clearly indicated as such and the sources of information included in the bibliography.

Guide

(Dr. D.A. Uchat)
Department of Education
Saurashtra University
Rajkot-360 005

VALLABHBHAI B. BHENSDADIYA
Signature of the
Research Student

Date: /07/2005

Date: /07/2005

CERTIFICATE OF APPROVAL

This thesis, directed and supervised by the candidate's guide, has been accepted by the Department of Education, Saurashtra University, Rajkot in the fulfilment of the requirements for the degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

[EDUCATION]

Title : ***"DETERMINATION OF DIFICULTY LEVEL OF MATHEMATICS UNIT OF SEANDERD TENTH & CAUSES AND REMEDIES FOR DIFICULTNESS OF MOST DIFICULT CHAPTER"***

ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારિણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો

Candidate : Vallabhbhai B. Bhensdadia

Guide	*Professor and Head*
(Dr. D.A. Uchat) **Department of Education** **Saurashtra University** **Rajkot-360 005**	**(Dr. D.A. Uchat)** **Department of Education** **Saurashtra University** **Rajkot-360 005**
Date : /07/2005	**Date : /07/2005**

કૃતજ્ઞોऽસ્મિ.........

'ન હિ જ્ઞાનેન સદૃશં પવિત્રમિહ વિદ્યતે ।' યોગેશ્વર ભગવાને ગીતાજીમાં કહ્યું છે કે; આ સૃષ્ટિમાં જ્ઞાન જેવું પવિત્ર કરનારું કોઈ તત્ત્વ નથી. આવું જ્ઞાન આજે વિદ્યામંદિરમાં અપાય છે. આ વિદ્યામંદિર એટલે સરસ્વતીનું મંદિર. જે ચાર થાંભલા ઉપર ઊભું છે. એક શિક્ષક, બીજો પાલક, ત્રીજો બાળક અને ચોથો સંચાલક. આ ચારેયને સ્થિર, મજબૂત કરવા પડશે. બાળકના જીવન વિકાસ માટે વૈચારિક તાકાતરૂપી કરોડરજ્જુ મજબૂત કરવી પડશે. કેવળ અભ્યાસક્રમ બદલાવીને, કાં તો સમયપત્રક બદલાવીને, કાં તો શિક્ષકો ઉપરનાં બે પ્રવચનોનો એક ડોઝ આપી દઈને, શિક્ષણની ગુણવત્તા સુધરશે એમ માનવાનો કોઈ અર્થ નથી. તેના મૂળમાં જઈને નિદાન કરવું પડશે. તેમનો ઉપચાર પણ કરવો પડશે. ઉપચારાત્મક ઉપાય તરીકે અમલીકરણ પણ કરવું પડશે.

શિક્ષણના પવિત્ર ક્ષેત્ર સાથે વર્ષોથી સંકળાયેલો છું. પ્રત્યક્ષ વર્ગખંડમાં પણ શિક્ષણકાર્ય કર્યું છે. હાલ જિલ્લા શિક્ષણ અધિકારી તરીકે શૈક્ષણિક અને વહીવટીય નિરીક્ષણની ભૂમિકા અદા કરી રહ્યો છું. ઘણા સંનિષ્ઠ શિક્ષકોને ખૂબ જ મહેનત કરતા જોઉં છું, તેઓ મહેનત કરે છે છતાં સારું પરિણામ કેમ લાવી શકતા નથી ? આ વિચારથી પ્રેરાઈને આજે આ સંશોધનકાર્ય કરવા સુધી પહોંચ્યો છું. શિક્ષણ જગત સાથે કાર્ય કરતા સૌ કર્મયોગી પ્રેરણાદાતા એવા ગુરુવર્યોને સપ્રણામ કૃતજ્ઞતા વ્યક્ત કરું છું.

આ સંશોધન ક્ષેત્ર તરફ અભિપ્રેરિત કરનાર, પ્રેરણા અને પ્રોત્સાહન પૂરું પાડનાર અને મારા માર્ગદર્શક ડૉ. ડી. એ. ઉચાટ સાહેબને જીવન પર્યંત યાદ કરતો રહીશ. મારા માર્ગદર્શકશ્રી એ મારા માટે ગમે ત્યારે માર્ગદર્શન માટે મળવાના દ્વાર ખોલીને ઘણી રીતે સંશોધનકાર્ય પૂર્ણ કરવા સુધીની અનુકૂળતા પૂરી પાડી. આ તકે મારા જીવનના પ્રેરણામૂર્તિ પથદર્શક, માર્ગદર્શક એવા શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન, રાજકોટના અધ્યક્ષ ડૉ. ડી. એ. ઉચાટ સાહેબનો સહૃદતા પૂર્વક આભાર વ્યક્ત કરતાં આનંદ અનુભવું છું. મારા જીવન વિકાસના ગુરુનામ ગુરુજી પ્રત્યે મારી નમ્રતાપૂર્વક કૃતજ્ઞતા વ્યક્ત કરું છું.

આ સંશોધનમાં જેમણે પ્રારંભથી સતત પ્રેરણા પૂરી પાડી છે, એવા મારા સહૃદયી ડૉ. નલીન એન. પંડિત, નિયામકશ્રી જી.સી.ઈ.આર.ટી. ગાંધીનગર પ્રત્યે કૃતજ્ઞતા વ્યક્ત કરું છું.

તેમજ આ કાર્યમાં સહયોગી બની રહેલ ડૉ. ચંદ્રમૌલી જોશી, શ્રી અતુલભાઈ વ્યાસ, શ્રી જી. એમ. મહેતા, શ્રી દીપકભાઈ વ્યાસ, ડૉ. સંદીપભાઈ ઘેટિયા તેમજ મારા રાજકોટ જિલ્લાની શાળાના આચાર્યશ્રીઓ, ગણિત શિક્ષકો અને મારા આત્મીય વિદ્યાર્થીઓનો પણ આભાર વ્યક્ત કરું છું.

આ સંશોધનના પાયામાં રહેલા છે તેવા વિદ્યાર્થીઓ અને ઉપયોગી માહિતી, માર્ગદર્શન, સૂચનો પૂરાં પાડનાર ગણિતશિક્ષકો અને રાજકોટ જિલ્લાના ક્ષેત્રમાં સમાવિષ્ટ હાઈસ્કૂલોના આચાર્યશ્રીઓનો પણ આભાર વ્યક્ત કરું છું.

સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટીના કુલપતિ માન. ડૉ. કનુભાઈ માવાણી સાહેબ તથા પી. જી. વિભાગના તમામ અધિકારી/કર્મચારીગણનો મને વહીવટીય સહયોગ આપવા બદલ આભાર વ્યક્ત કરું છું.

આ તકે મારા કાર્યમાં ડૉ. ચોટલિયા સાહેબનો, ડાયેટના મારા જૂના સાથીદાર શ્રી સુરેલિયા તેમજ મારી ચિ. પુત્રી દક્ષતા, મારા ધર્મપત્ની જયા, આ તમામનો મને સહયોગી થવા બદલ, સહાયતા આપવા બદલ પુનઃ આભાર વ્યક્ત કરું છું.

અંતે આ સંશોધનકાર્યમાં સહાયિત, જેનો અહીં ઉલ્લેખ નથી, તેમનો સૌનો સહૃદયતાપૂર્વક આભાર વ્યક્ત કરી, આ સંશોધન વર્ગ શિક્ષણકાર્યમાં કેટલાય વિદ્યાર્થીઓ, શિક્ષકો, લેખકો. આ ક્ષેત્રમાં સંશોધન કાર્ય કરનાર સૌ કોઈને ઉપયોગી થશે. જીવનમાં સારું કાર્ય કરવાની પ્રેરણા, પ્રોત્સાહન મળશે એવી અંતઃકરણની ઈચ્છા અપેક્ષા સાથે આ સંશોધનકાર્યમાં મા સરસ્વતીનાં શુભ ચરણોમાં અર્પણ કરું છું.

રાજકોટ — **વલ્લભભાઈ બી. ભેંસદડિયા**

જુલાઈ – ૨૦૦૫ — સંશોધક

અનુક્રમણિકા

પ્રકરણ ક્રમાંક	વિગત		પૃષ્ઠ ક્રમાંક
નામાભિધાન પૃષ્ઠ			i
સ્વીકૃતિ પ્રમાણપત્ર			ii
સંશોધક/માર્ગદર્શકનું નિવેદન			iii
ઋણ સ્વીકાર			iv-v
અનુક્રમણિકા			vi-ix
સારણીસૂચિ			x-xi
પ્રકરણ - ૧	**સંશોધન સમસ્યાનો પરિચય**		**૧-૯**
૧.૦	પ્રાસ્તાવિક		૧
૨.૦	સમસ્યાકથન		૨
૩.૦	અભ્યાસના હેતુઓ		૨
૪.૦	અભ્યાસના પ્રશ્નો		૩
૫.૦	ઉત્કલ્પનાઓ		૪
૬.૦	સંશોધનક્ષેત્ર		૪
૭.૦	સંશોધન પ્રકાર		૬
૮.૦	પદોની વ્યાવહારિક વ્યાખ્યાઓ		૬
	૮.૧	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	૬
	૮.૨	અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	૬
	૮.૩	શૈક્ષણિક એકમ	૭
	૮.૪	અધ્યાપન કાર્યક્રમ	૭
	૮.૫	સામાન્ય અધ્યાપન	૭
	૮.૬	ગણિતસિદ્ધિ	૭
૯.૦	અભ્યાસની અગત્ય		૭
૧૦.૦	અભ્યાસનું સીમાંકન		૮
૧૧.૦	હવે પછીનાં પ્રકરણોનું આયોજન		૯
પ્રકરણ - ૨	**સંબંધિત સંશોધન સાહિત્યની સમીક્ષા**		**૧૦-૩૧**
૧.૦	પ્રાસ્તાવિક		૧૦
૨.૦	વિષયવસ્તુની પૃથક્કરણાત્મક સમીક્ષા		૧૦
૩.૦	સંબંધિત સાહિત્યની સમીક્ષા કરવા માટેના પ્રશ્નો		૧૨
૪.૦	સંબંધિત સંશોધનોના સારાંશ		૧૨
૫.૦	પૂર્વે થયેલાં સંશોધનોની સમીક્ષા		૨૭
૬.૦	પ્રસ્તુત અભ્યાસની વિશેષતા		૩૦

પ્રકરણ - ૩	**સંશોધન યોજના અને તેના આધારો**	**૩૨-૫૨**
૧.૦	પ્રાસ્તાવિક	૩૨
૨.૦	વિષયનો ઉદ્ભવ	૩૨
૩.૦	વ્યાપવિશ્વ	૩૩
૪.૦	નમૂના પસંદગી	૩૩
૫.૦	સંશોધન પદ્ધતિ	૩૪
	૫.૧ સર્વેક્ષણ પદ્ધતિ	૩૫
	૫.૨ ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિ	૩૫
	૫.૩ પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિ	૩૬
૬.૦	ઉપકરણોની સંરચના	૩૯
	૬.૧ શૈક્ષણિક એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ	૪૦
	૬.૨ સૌથી અઘરા પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો તેમજ ઉપાયો મેળવવા માટેનું ઉપકરણ	૪૨
	૬.૩ ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટીની સંરચના	૪૩
	૬.૪ શિક્ષક રચિત એકમ કસોટીનો પરિચય	૪૫
	૬.૫ એકમ કસોટીના અમલીકરણનાં સોપાનો	૪૫
૭.૦	માહિતીનું એકત્રીકરણ	૪૫
	૭.૧ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા અંગેની માહિતીનું એકત્રીકરણ	૪૬
	૭.૨ પ્રકરણ-૧૬ અઘરું લાગવા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવા માટે માહિતીનું એકત્રીકરણ	૪૬
	૭.૩ અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઉપરની અસરકારકતા ચકાસવા માટેની શિક્ષક રચિત સિદ્ધિ કસોટી દ્વારા માહિતીનું એકત્રીકરણ	૪૭
૮.૦	માહિતી પૃથક્કરણની પદ્ધતિ	૪૮
	૮.૧ કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવા માટે પૃથક્કરણ પ્રવિધિ	૪૮
	૮.૨ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાની તુલના	૫૨
	૮.૩ ગુણાત્મક પૃથક્કરણ	૫૨
	૮.૪ કઠિન પ્રકરણના સરળીકરણ માટેની અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઉપરની અસરકારકતાની ચકાસણી માટેની પૃથક્કરણ પ્રવિધિ	૫૨
પ્રકરણ – ૪	**માહિતીનું પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન**	**૫૩-૯૮**
૧.૦	પ્રાસ્તાવિક	૫૩
૨.૦	પ્રકરણ અનુસાર એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૩
	૨.૧ પ્રકરણ-૧ 'વિધેય' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૩
	૨.૨ પ્રકરણ-૨ ''સંમેય પદાવલિઓ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૫
	૨.૩ પ્રકરણ-૩ ''ચક્રીય પદાવલિઓ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૬
	૨.૪ પ્રકરણ-૪ ''ગુણોત્તર અને પ્રમાણ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૭
	૨.૫ પ્રકરણ-૫ ''ચલન'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૮
	૨.૬ પ્રકરણ-૬ ''દ્વિઘાત સમીકરણ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૯

	૨.૭	પ્રકરણ-૭ ‘‘ત્રિકોણમિતિ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૦
	૨.૮	પ્રકરણ-૮ ‘‘અંતર અને ઉંચાઈ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૧
	૨.૯	પ્રકરણ-૯ ‘‘આંકડાશાસ્ત્ર’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૨
	૨.૧૦	પ્રકરણ-૧૦ માં ‘‘ગણન’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૪
	૨.૧૧	પ્રકરણ-૧૧ ‘‘સમરૂપ ત્રિકોણ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૫
	૨.૧૨	પ્રકરણ-૧૨ ‘‘સમરૂપતાની શરતો’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૭
	૨.૧૩	પ્રકરણ-૧૩ ‘‘સમરૂપ અને પાયથાગોરસ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૮
	૨.૧૪	પ્રકરણ-૧૪ ‘‘વર્તુળ અને જીવા’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૦
	૨.૧૫	પ્રકરણ-૧૫ ‘‘વર્તુળનું ચાપ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૨
	૨.૧૬	પ્રકરણ-૧૬ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૪
	૨.૧૭	પ્રકરણ-૧૭ ‘‘રચનાઓ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૭
	૨.૧૮	પ્રકરણ-૧૮ ‘‘ક્ષેત્રફળ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૮
	૨.૧૯	પ્રકરણ-૧૯ ‘‘ઘનફળ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૮૦
૩.૦	સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો		૮૧
૪.૦	સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો		૮૩
૫.૦	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા		૮૪
૬.૦	અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા		૮૫
૭.૦	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા		૮૬
૮.૦	અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા		૮૭
૯.૦	અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા		૮૯
૧૦.૦	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા		૯૧
૧૧.૦	મુકતચર્ચા દ્વારા સૌથી કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ કઠિન હોવા અંગેનાં કારણો અને ઉપાયો		૯૩
	૧૧.૧	મુકત ચર્ચા દ્વારા સૌથી કઠિન પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ પ્રકરણ કઠિન હોવાનાં કારણો	૯૩
	૧૧.૨	મુકત ચર્ચા દ્વારા સૌથી કઠિન પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ પ્રકરણ કઠિનને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો	૯૬
પ્રકરણ – ૫	**અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના અને તેની અસરકારકતા**		**૯૯-૧૩૪**
૧.૦	પ્રાસ્તાવિક		૯૯
૨.૦	અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના		૯૯
	૨.૧	અધ્યાપન કાર્યક્રમની રચના માટે તજ્જ્ઞોની પસંદગી	૯૯
	૨.૨	વિષયવસ્તુ પૃથક્કરણ	૧૦૦
	૨.૩	શૈક્ષણિક હેતુઓનું આલેખન	૧૦૨
	૨.૪	પ્રત્યેક એકમ માટે અઘરું લાગવાનાં કારણો અને ઉપાયો તારવવા	૧૦૭
	૨.૫	અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાથમિક સ્વરૂપ	૧૧૬

	૨.૬	તજ્જ્ઞીય સમીક્ષા અને દ્વિતીય સ્વરૂપની રચના	૧૧૬
	૨.૭	પૂર્વેક્ષણ અને અંતિમ સ્વરૂપની રચના	૧૧૭
૩.૦	રચાયેલો અધ્યાપન કાર્યક્રમ		૧૧૭
૪.૦	રચાયેલ કાર્યક્રમના અમલીકરણ અંગેનાં માર્ગદર્શક સૂચનો		૧૨૪
૫.૦	નિયંત્રિત જૂથો માટે સામાન્ય અધ્યાપન કાર્ય		૧૨૪
૬.૦	અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાયોગિક અમલીકરણ		૧૨૪
૭.૦	અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતાની ચકાસણી		૧૨૫
	૭.૧	પ્રયોગ-૧ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતી, પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન	૧૨૫
	૭.૨	પ્રયોગ-૨ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતી પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન	૧૨૮
	૭.૩	પ્રયોગ-૩ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતી પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન	૧૩૧
	૭.૪	ત્રણ પ્રયોગ પરનાં પરિણામો પરથી અર્થઘટન	૧૩૩
પ્રકરણ – ૬	**સારાંશ, તારણો, ફલિતાર્થો અને ભલામણો**		**૧૩૫-૧૪૮**
૧.૦	પ્રાસ્તાવિક		૧૩૫
૨.૦	અભ્યાસસાર		૧૩૫
૩.૦	અભ્યાસનાં તારણો		૧૩૬
૪.૦	શૂન્ય ઉત્કલ્પનાની ચકાસણી		૧૪૫
૫.૦	અભ્યાસની નીપજ		૧૪૫
	૫.૧	અધ્યાપન કાર્યક્રમ	૧૪૬
	૫.૨	ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટી	૧૪૬
૬.૦	સંશોધનના શૈક્ષણિક ફલિતાર્થો		૧૪૬
૭.૦	ભાવિ સંશોધન અંગેની ભલામણો		૧૪૮
૦	**સંદર્ભસૂચિ**		**૧૪૯-૧૫૧**
૦	**પરિશિષ્ટો**		**૧૫૨-૧૮૮**
પરિશિષ્ટ-૧	ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવાં માટેનું ઉપકરણ (વિદ્યાર્થીઓ માટે)		૧૫૨-૧૬૭
પરિશિષ્ટ-૨	ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ (શિક્ષકો માટે)		૧૬૮
પરિશિષ્ટ-૩	શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા અને કઠિનતાકક્ષા		૧૬૯-૧૮૩
પરિશિષ્ટ-૪	એકદિવસીય સેમિનારમાં ઉપસ્થિત રહેલ શિક્ષકોની યાદી		૧૮૪
પરિશિષ્ટ-૫	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક એકમ પરની એકમ કસોટી		૧૮૫-૧૮૭
પરિશિષ્ટ-૬	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક પ્રકરણ પરની એકમ કસોટીના આદર્શ ઉત્તરો		૧૮૮

સારણીસૂચિ

સારણી ક્રમાંક	વિગત	પૃષ્ઠ ક્રમાંક
૩.૧	પ્રકરણદીઠ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૪૦
૪.૧	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૪
૪.૨	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૨ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૫
૪.૩	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૩ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૬
૪.૪	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૪ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૭
૪.૫	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૫ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૮
૪.૬	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૬ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૫૯
૪.૭	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૭ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૧
૪.૮	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૮ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૨
૪.૯	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૯ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૩
૪.૧૦	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૦ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૪
૪.૧૧	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૧ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૫
૪.૧૨	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૨ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૭
૪.૧૩	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૩ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૬૮
૪.૧૪	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૪ ના એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૦
૪.૧૫	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૫ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૨
૪.૧૬	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૬ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૪
૪.૧૭	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૭ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૭
૪.૧૮	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૮ ના એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૭૯
૪.૧૯	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૯ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૮૦
૪.૨૦	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો	૮૨
૪.૨૧	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો	૮૩
૪.૨૨	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૮૪
૪.૨૩	અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૮૫
૪.૨૪	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૮૬
૪.૨૫	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર વિવિધ પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૮૮
૪.૨૬	અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર વિવિધ પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૯૦

૪.૨૭	અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણોનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા	૯૨
૪.૨૮	મુક્ત ચર્ચા દ્વારા પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' કઠિન લાગવાના કારણો	૯૪
૪.૨૯	પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' સરળ કરવાના ઉપાયો	૯૭
૫.૧	પ્રકરણ ૧૬ 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' માં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો	૧૦૦
૫.૨	ધોરણ-૧૦-C સૌરાષ્ટ્ર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો	૧૨૬
૫.૩	ધોરણ-૧૦-D સૌરાષ્ટ્ર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો	૧૨૭
૫.૪	પ્રયોગ-૧ દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકો પરનું અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ	૧૨૮
૫.૫	ધોરણ-૧૦-A કડવીબાઇ કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો	૧૨૯
૫.૬	ધોરણ-૧૦-B કડવીબાઇ કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો	૧૩૦
૫.૭	પ્રયોગ-૨ દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકો પરનું અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ	૧૩૧
૫.૮	ધોરણ-૧૦-A શ્રી મુરલીધર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો	૧૩૨
૫.૯	ધોરણ-૧૦-B શ્રી મુરલીધર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો	૧૩૩
૫.૧૦	પ્રયોગ-૩ દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકો પરનું અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ	૧૩૪

ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો

(સારાંશ)

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

રાષ્ટ્રના વિકાસની પાયાની ઇંટ મહદ્અંશે તેની માનવશક્તિ અને સંપત્તિ ઉપર આધાર રાખે છે. રાષ્ટ્રની સામે આવનારી સમસ્યાનું નિરાકરણ અને સમાધાન અંતે માનવ સામે આવનારો પ્રશ્ન છે. આ પ્રશ્નોનો સાચા અર્થમાં ઉકેલ ત્યારે જ થઇ શકે જયારે આપણે માનવશક્તિનો ઉચ્ચતમ ગુણવત્તાની કક્ષાએ વિકાસ કરી શકીએ. શિક્ષણના પાયામાં બાળક, પાલક, શિક્ષક અને સંચાલક છે. શિક્ષણનું ધ્યેય અધ્યયનની ગુણવત્તા વધારવાનું છે. વિદ્યાર્થી ચોક્કસ પ્રકારનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરે જ્ઞાનનું ઉપયોજન કરતાં શીખે. કેટલાંક કૌશલ્યો વિકસાવે. કેટલીક શક્તિઓ વિકસાવે વગેરે જેવા હેતુઓ ગણિત શિક્ષણનાં લક્ષ્યો નક્કી કરે છે. આ હેતુઓ સિદ્ધ કરવા માટે વિદ્યાર્થીની વય, શક્તિ, જરૂરિયાત, ધ્યાનમાં રાખી અભ્યાસક્રમ નક્કી કરીએ છીએ. વિષયવસ્તુ નક્કી કરીએ છીએ. વિદ્યાર્થીઓમાં ચોક્કસ અપેક્ષિત વર્તન, પરિવર્તન લાવી શકાય તે રીતે વિષયવસ્તુને રજૂ કરવાની રીત, યોગ્ય શિક્ષણ પદ્ધતિ, અધ્યયન પ્રક્રિયામાં શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ શિક્ષક અને વિદ્યાર્થીઓના સમય અને શક્તિ બચાવે છે.

ગણિત-શિક્ષણ અસરકારક તેમજ સઘન બનાવવું હોય તો તેનો શરૂઆતનો પાયો જ મજબૂત બનાવવો જોઇએ. માધ્યમિક શાળામાં આગળ વધતા વિદ્યાર્થીઓ આ વિષય છોડી દે છે. અથવા તેમને આ વિષય અઘરો પડે છે. તેનું કારણ શું ? ફક્ત પાઠ્યપુસ્તકો સારાં થાય તો બાળકનાં અધ્યયનની ગુણવત્તા વધે ? શિક્ષકો જેટલા પ્રમાણમાં જાગૃત અને સંનિષ્ઠ પ્રયત્નો કરશે તેટલા પ્રમાણમાં બાળકમાં અધ્યયનની ગુણવત્તામાં વધારો થશે ? શરૂઆતનો પાયો કાચો હશે ? શિક્ષણ અસરકારક, ગુણવત્તા સભર બનાવવા શું થઇ શકે ? આવા પ્રશ્નો અભ્યાસના પ્રેરકો બન્યા હતા.

આખરે આપણા સૌનું અંતિમ ધ્યેય તો શિક્ષણને અસરકારક બનાવી જીવનને ગુણવત્તાસભર બનાવવાનું છે. સંશોધકોના વિચારો, પ્રયોગો, પ્રક્રિયાઓ, પરિપાકો અને ફેરફારો હાલની શિક્ષણ વ્યવસ્થા ઊભી કરી શકયા છે. નવી શિક્ષણ પ્રણાલી ઊભી કરવા હાલની વ્યવસ્થામાં આપણે પરિવર્તન ઝંખી રહ્યા છીએ. તે માટે પ્રણાલિકાઓ, શૈક્ષણિક વ્યવહારો

અને શિક્ષણની સમસ્યાઓ વિશે પૂરતો અભ્યાસ કરવો જોઇએ. વર્તમાન સમયનાં શિક્ષણના પ્રશ્નો સમજવામાં તેમજ ઉકેલવામાં સમય, શક્તિ અને નાણાંનો દુર્વ્યય ન થાય તેટલા માટે સંશોધનની મદદ અવશ્ય લેવી જોઇએ.

આમ ધોરણ-દસના ગણિતના અધ્યયન-અધ્યાપન કાર્યના સંદર્ભે પ્રયોજકે પ્રસ્તુત સંશોધનકાર્ય હાથ ધરેલ હતું.

૨.૦ સમસ્યાકથન

પ્રસ્તુત અભ્યાસને આ રીતે શબ્દ સ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું હતું. ''ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો''

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-દસના ગણિતના ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ દ્વારા પ્રકાશિત પુસ્તકને સ્વીકાર્યું હતું. ગણિત વિષયના તે પુસ્તકમાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો હતાં. આ પ્રકરણોનાં કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમોને ધ્યાનમાં લીધાં હતાં.

શૈક્ષણિક એકમો અને પ્રકરણો બાબત અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી અભિપ્રાયો મેળવ્યા હતા. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકો પાસેથી અભિપ્રાયો મેળવ્યા હતા. આ માટે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ ૧૯ પ્રકરણોને ધ્યાનમાં રાખી રચ્યું હતું. શૈક્ષણિક એકમો તથા પ્રકરણો માટે કઠિનતા કક્ષાઓનું નિર્ધારણ કરવામાં આવ્યું હતું. પ્રકરણોની કઠિનતાકક્ષાઓ પરથી સૌથી કઠિન પ્રકરણ તારવવામાં આવ્યું હતું. ગણિત શિક્ષકો પાસેથી સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવામાં આવ્યા હતા. જેના આધારે તેનાં અધ્યાપન માટેના કાર્યક્રમની સંરચના કરી તેમની અજમાઇશ કરી રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતાની ચકાસણી કરવામાં આવી હતી.

૩.૦ અભ્યાસના હેતુઓ

પ્રયોજકનાં અભ્યાસ માટેના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા.

૩.૧ ધોરણ-દસના ગણિતમાં આવરાયેલાં શૈક્ષણિક એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેના ઉપકરણની રચના કરવી.

૩.૨ ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલા પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની

(અ) વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં નડતી મુશ્કેલીઓનાં સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું.

(બ) શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં નડતી મુશ્કેલીઓના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું.

૩.૩ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે તપાસવું

૩.૪ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે તપાસવું

૩.૫ કઠિનતા કક્ષાના સંદર્ભમાં ધોરણ-દસના ગણિતનાં પ્રકરણોની તુલના કરવી.

૩.૬ સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો તપાસવાં.

૩.૭ સૌથી કઠિન પ્રકરણનાં સંદર્ભમાં ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવા

૩.૮ સૌથી કઠિન પ્રકરણ માટે અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના કરવી.

૩.૯ રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની ગણિતસિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવી.

૪.૦ અભ્યાસનાં પ્રશ્નો

પ્રયોજકે પોતાનો અભ્યાસ નકકી કર્યા પછી અને સંશોધન શરૂ કર્યા પહેલાં પોતાના કાર્યને કેન્દ્રિત બનાવવા અભ્યાસના પ્રશ્નો રચે છે. અભ્યાસના હેતુઓને અનુરૂપ પ્રશ્નો આ પ્રમાણે હતા.

૪.૧ અધ્યયનની દષ્ટિએ પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ?

૪.૨ અધ્યાપનની દષ્ટિએ પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ?

૪.૩ અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૪ અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૫ અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૬ અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૭ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં શો તફાવત હશે ?

૪.૮ અધ્યયનના સંદર્ભમાં પ્રત્યેક પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ? કઠિનતાની દષ્ટિએ સૌથી કઠિન પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ? સૌથી સરળ પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ?

૪.૯ અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં પ્રત્યેક પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ? કઠિનતાની દષ્ટિએ સૌથી કઠિન પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ? સૌથી સરળ પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ?

૪.૧૦ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા કક્ષામાં શો તફાવત હશે ?

૪.૧૧ સૌથી કઠિન પ્રકરણોના કઠિન હોવા અંગેનાં કારણો કયાં કયાં હશે ?

૪.૧૨ સૌથી કઠિન પ્રકરણોને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો કયા કયા હોય શકે?

૪.૧૩ સૌથી કઠિન પ્રકરણોના અઘરાપણાને સરળ બનાવવાનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ શો હોય શકે ?

૪.૧૪ અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ પ્રયોજેલ અધ્યાપન કાર્યક્રમની વિદ્યાર્થીઓની ગણિતસિદ્ધિના સંદર્ભમાં અસરકારકતા કેવી હશે ?

૫.૦ સંશોધન ક્ષેત્ર

આજે સંશોધન ઘણાં ક્ષેત્રે હાથ ધરાયેલું છે. શૈક્ષણિક સંશોધનોનો વ્યાપ પણ વિસ્તરતો જાય છે. એમ.બી. બુચનાં પાંચમાં સંશોધનના સારાંશ **A Survey of Research in Education** માં સંશોધનક્ષેત્રો આપેલાં છે. તેમાં શિક્ષણમાં હાથ ધરાયેલાં સંશોધનોને ૩૮ સંશોધન ક્ષેત્રોમાં વહેંચવામાં આવ્યાં છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ (૧) માધ્યમિક શિક્ષણ, (૨) અભ્યાસ ક્રમ વિકાસ, (૩) ગણિત શિક્ષણ એમ ત્રણ સંશોધન ક્ષેત્ર સાથે સંબંધિત હતો. પ્રસ્તુત અભ્યાસ ગણિતના અભ્યાસક્રમનાં વિવિધ પ્રકરણો અને શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાકક્ષા નક્કી કરવાનો ઉપરાંત અઘરાપણાના સંદર્ભમાં કારણો તપાસવાં અને તેને દૂર કરવાના ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવા અને તેના અધ્યાપન માટેના કાર્યક્રમની સંરચના કરવી તેમજ અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતાની ચકાસણી કરવાનો હતો. આથી કહી શકાય કે અભ્યાસક્રમ વિકાસ એ પ્રસ્તુત અભ્યાસનું સૌથી વધુ સ્પર્શતું ક્ષેત્ર હતું.

૬.૦ સંશોધનની ઉત્કલ્પનાઓ

સૌથી કઠિન પ્રકરણનાં અધ્યાપન માટે તૈયાર કરવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવા માટે નીચે પ્રમાણેની શૂન્ય ઉત્કલ્પનાઓ રચવામાં આવી હતી.

૬.૧ પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલાં વિદ્યાર્થીઓની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.

૬.૨ પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલી વિદ્યાર્થિનીઓની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.

૬.૩ પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓ (કુમારો અને કન્યાઓ-મિશ્ર)ની ગણિત સિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.

૭.૦ સંશોધન પ્રકાર

સંશોધન પ્રકાર બે રીતે દર્શાવી શકાય. એક: મૂલગત, વ્યાવહારિક કે ક્રિયાત્મક સંશોધન. બીજું : સંખ્યાત્મક કે ગુણાત્મક સંશોધન.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-દસના પાઠ્યક્રમને ધ્યાનમાં લીધો હતો. તેના સંદર્ભમાં પ્રકરણો તથા શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનું હતું. આથી શિક્ષક અધ્યાપન કાર્યમાં કઠિનતા કક્ષાને ધ્યાનમાં રાખી પોતાના કાર્યનું આયોજન કરી શકે. આમ, અભ્યાસનાં પરિણામો વ્યાવહારિક ઉપયોજનને સ્પર્શતાં હતાં. તેથી પ્રસ્તુત સંશોધન વ્યાવહારિક સંશોધન છે એમ કહી શકાય.

ગુણાત્મક તેમજ સંખ્યાત્મક સંશોધન સંદર્ભમાં પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં સંખ્યાત્મક તેમજ ગુણાત્મક સંશોધન એમ બંને પ્રકારનો ઉપયોગ થયો હતો. કારણ કે પાઠ્યક્રમનાં વિવિધ એકમોની કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ સંખ્યાત્મક રીતે કરવામાં આવ્યું હતું. વળી રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા પણ અંકશાસ્ત્રીય પ્રયુકિતથી ચકાસવામાં આવી હતી. જયારે સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો તપાસવા માટે ગુણાત્મક સંશોધનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

૮.૦ વ્યાપવિશ્વ અને નમૂનો

પ્રસ્તુત અભ્યાસનું વ્યાપવિશ્વ વર્ષ ૨૦૦૨-૦૩ માં રાજકોટ જિલ્લાની ગુજરાતી માધ્યમની ધોરણ-૧૦ નો અભ્યાસ કરતાં માધ્યમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓ કે જેમણે પ્રિલિમિનરી પરીક્ષા પૂર્ણ કરેલી છે. તેનો વ્યાપવિશ્વમાં સમાવેશ કર્યો હતો. તેમજ રાજકોટ જિલ્લામાં ધોરણ-૧૦ માં ભણાવતાં ગણિત વિષયનું અધ્યાપનકાર્ય કરતા શિક્ષકોનો વ્યાપવિશ્વમાં સમાવેશ કર્યો હતો. ઉપરાંત વ્યાપવિશ્વમાં રાજકોટ જિલ્લાની માધ્યમિક શાળામાં ધોરણ-૧૦ માં ગણિત વિષયનું અધ્યાપનકાર્ય કરતાં શિક્ષકોનો સમૂહ અને ધોરણ-૧૦ માં અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓનો સમૂહનો સમાવેશ થયેલો હતો.

પ્રયોજકે રાજકોટ જિલ્લાની ૯ માધ્યમિક શાળાઓની ધોરણ-૧૦ માં અભ્યાસ કરતા ૪૪૫ વિદ્યાર્થીઓને સહેતુક નમૂના પદ્ધતિથી નમૂના તરીકે પસંદ કર્યા હતા. ઉપરાંત રાજકોટ જિલ્લામાંથી ધોરણ-૧૦ માં અભ્યાસ કરાવતા રાજકોટ શહેરમાંથી ૫૦ તેમજ રાજકોટ ગ્રામ્યમાંથી ૭૫ શિક્ષકો મળીને કુલ ૧૨૫ શિક્ષકોને નમૂનામાં સમાવ્યા હતા. ઉપરાંત અભ્યાસના અન્ય હેતુઓ ક્રમ ૩.૬ અને ૩.૭ માટે સહેતુક નમૂના પદ્ધતિથી ૨૮ શિક્ષકો કે જેઓ ધોરણ-૧૦ માં અધ્યાપન કાર્ય કરતાં હતા તેમની પસંદગી કરેલી હતી. અભ્યાસના અંતિમ હેતુ માટે રાજકોટ જિલ્લાની ૩ માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-૧૦ માં અભ્યાસ કરતા ૨૯૪ વિદ્યાર્થીઓની પસંદગી નમૂનામાં સમાવેશ કરેલો હતો.

૯.૦ સંશોધન પદ્ધતિ

પ્રસ્તુત સંશોધનકાર્યમાં ત્રણ સંશોધન પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

૯.૧ સર્વેક્ષણ પદ્ધતિ

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં ધોરણ-દસના ગણિતના શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા નક્કી કરવા માટે અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓના તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોના અભિપ્રાયો મેળવવા માટે સર્વેક્ષણ સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરેલો હતો. તેના પર આંકડાકીય ગણતરી કરી કઠિનતાકક્ષાઓ નક્કી કરવાની હતી. જેના આધારે સૌથી કઠિન પ્રકરણ તારવાયેલું હતું.

૯.૨ ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિ

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં ધોરણ-૧૦ ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણનાં કારણો અને ઉપાયો સૂચવવા માટે ધોરણ-૧૦ માં ગણિત વિષય ભણાવતા અનુભવનિષ્ઠ અને તજ્જ્ઞીય ક્ષમતા ધરાવતા શિક્ષકો માટે એક દિવસીય સેમિનાર દ્વારા 'મુક્ત ચર્ચા' દ્વારા કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો તારવેલા હતા. તે બાબતમાં ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

૯.૩ પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિ

પ્રસ્તુત સંશોધનના અંતિમ હેતુના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણ 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' પર રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવા માટે પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. પ્રસ્તુત પ્રાયોગિક યોજનામાં અંતિમ હેતુના અભ્યાસાર્થે ''બિન આકસ્મિક બે જૂથો, પૂર્વ કસોટી, ઉત્તર કસોટી યોજના''નો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. ઉપર્યુક્ત પ્રાયોગિક યોજનાનો ઉપયોગ કરીને સૌથી કઠિન પ્રકરણ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક પર રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવા ત્રણ પ્રયોગો હાથ ધરી પ્રયોગોનું પુનરાવર્તન કરવામાં આવ્યું હતું. આ રીતે પ્રસ્તુત અભ્યાસ સર્વેક્ષણ પદ્ધતિ, ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિ ઉપરાંત પ્રાયોગિક પદ્ધતિથી હાથ ધરવામાં આવ્યો હતો. આમ પ્રસ્તુત અભ્યાસ એ ''સંશોધન વિકાસ ચક્ર'' (**Research and Development – R&D**) દ્વારા હાથ ધરાયેલો હતો.

૧૦.૦ અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના અને પ્રયોગનું અમલીકરણ

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં પ્રયોજકે ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના સૌથી કઠિન પ્રકરણને સરળ રીતે ભણાવી શકાય તે માટે વ્યવહારુ અધ્યાપન કાર્યક્રમની રચના કરી હતી. આ અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચનાના આધાર તરીકે વર્ષોથી ધોરણ-૧૦ ના ગણિતનું અધ્યાપન કરતા અનુભવનિષ્ઠ અને તજ્જ્ઞીય શિક્ષકો તથા આ ક્ષેત્રે કાર્યરત નિષ્ણાતો સાથે ચિંતનાત્મક વિચારણા, આ વિષય સંબંધિત પુસ્તકો-પ્રોજેક્ટ-પૂર્વે થયેલાં સંશોધનો વગેરે સંદર્ભ સાહિત્યના ચયન બાદ દરેકનો આધાર લઈ અધ્યાપન કાર્યક્રમ તૈયાર કરવામાં આવ્યો હતો. તજ્જ્ઞો,

માર્ગદર્શક તથા સંશોધક દ્વારા પ્રકરણ અઘરું લાગવાના કારણો અંગે ચિંતનાત્મક વિચારણા કર્યા બાદ આ કાર્યક્રમ સંરચના કરવામાં આવી હતી. જેમાં નીચેની બાબતો લક્ષમાં લેવામાં આવી હતી. (૧) અધ્યાપન કાર્યક્રમની રચના માટે તજ્જ્ઞોની પસંદગી (૨) વિષયવસ્તુનું પૃથક્કરણ (૩) શૈક્ષણિક હેતુઓનું આલેખન (૪) પ્રત્યેક એકમ માટે અઘરું લાગવાનાં કારણો અને ઉપાયો તારવવા, ચિંતનાત્મક વિચારણા (૫) અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાથમિક સ્વરૂપ, (૬) તજ્જ્ઞીય સમીક્ષા અને દ્વિતીય સ્વરૂપની રચના, (૭) પૂર્વેક્ષણ, (૮) રચાયેલો અધ્યાપન કાર્યક્રમ, (૯) નિયંત્રિત જૂથ માટે સામાન્ય અધ્યાપન કાર્યક્રમ, (૧૦) રચાયેલા કાર્યક્રમના અમલીકરણ અંગેનાં માર્ગદર્શક સૂચનો, (૧૧) અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાયોગિક અમલીકરણ.

આ કાર્યક્રમના કુલ કાર્ય દિવસ ૮ હતા. પ્રત્યેક દિવસની કાર્ય પ્રવૃત્તિ અલગ હતી. કુલ ૧૪ તાસમાં આ કાર્યક્રમ વિભાજિત હતો. જે પ્રત્યેક તાસ ૩૫ મિનિટનો રાખવામાં આવેલો હતો.

૧૧.૦ ઉપકરણો

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં અભ્યાસના હેતુઓને અનુરૂપ ત્રણ ઉપકરણોની રચના કરવાની હતી.

૧૧.૧ ધોરણ-દસના ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ રચ્યું હતું જે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ પ્રકારનું ઉપકરણ હતું.

૧૧.૨ ધોરણ-દસ ગણિતના સૌથી અઘરા પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો તેમજ ઉપાયો મેળવવા માટેનું ઉપકરણ હતું. જે ઉપકરણ મુક્ત મુલાકાત ચર્ચા હતું. જેમાં જરૂરી સંખ્યાત્મક રીતે નહીં પણ ગુણાત્મક રીતે સઘન ચર્ચા કરવાનું નક્કી કરી ઉપાયો તારવવામાં આવ્યા હતા.

૧૧.૩ ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયનાં કઠિન એકમોને સરળ બનાવવાના અધ્યાપન કાર્યક્રમની ગણિત સિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવા માટે પ્રકરણની શિક્ષક રચિત સિદ્ધિ કસોટીનો ઉપયોગ કર્યો હતો. આ ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટીની સંરચના કરેલી હતી.

૧૨.૦ માહિતી એકત્રીકરણની પ્રવિધિ

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં રચાયેલાં ત્રણેય ઉપકરણોની મદદથી રાજકોટ જિલ્લાના વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો પાસેથી માહિતી એકત્ર કરી હતી. હેતુઓ અનુસાર ત્રણ પ્રકારની માહિતી મેળવવાની હતી.

૧૨.૧ ધોરણ-૧૦ ના ગણિત પાઠ્યક્રમમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં લાગતી કઠિનતા અંગેની માહિતી.

૧૨.૨ ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના કઠિન પ્રકરણ-૧૬ અઘરું લાગવા માટેનાં કારણો અને તેના ઉપાયો અંગેની માહિતી.

૧૨.૩ ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ને સરળીકરણ માટે રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ અસરકારકતા ચકાસવા માટે વિદ્યાર્થીઓની સિદ્ધિ અંગેની માહિતી.

૧૩.૦ માહિતી પૃથક્કરણ પ્રવિધિ

પ્રસ્તુત અભ્યાસના હેતુ અનુસાર ત્રણ પ્રકારની માહિતી મેળવવા ત્રણ ઉપકરણોની મદદ લીધી હતી. ઉપકરણોની મદદથી પ્રાપ્ત થયેલી માહિતીનું સ્વરૂપ સંખ્યાત્મક રીતે ગુણાત્મક હતું. આ પ્રમાણેનાં સોપાનોને અનુસરીને માહિતીનું પૃથક્કરણ કર્યું હતું.

૧૩.૧ કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવા માટે પૃથક્કરણ પ્રવિધિ

ધોરણ-૧૦ માં ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં કુલ ૧૯ પ્રકરણોનાં કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમોના સંદર્ભમાં મળેલી માહિતીનું વર્ગીકરણ તૈયાર કરી અધ્યયન અને અધ્યાપનની રીતે વહેંચી આવૃત્તિ વિતરણ તૈયાર કરીને વર્ગીકૃત કર્યું હતું. તેના ગુણનફળ મેળવી સરાસરી મેળવેલી હતી. બે શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાનો મહત્તમ તફાવત શોધીને એકમ કઠિનતા મૂલ્ય મેળવ્યું હતું. અને છેલ્લે કઠિનતા અંતરાલ અને કઠિનતાકક્ષા નિર્ધારિત કરી હતી. મહત્તમ કઠિનતા તફાવત મેળવીને એકમ કઠિનતામૂલ્ય મેળવેલું હતું.

૧૩.૨ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાની તુલના

અધ્યયનના સંદર્ભમાં, તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં તેમજ બંનેની તુલના કરવાના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે નક્કી કરવા માટે કાઈવર્ગ કસોટી દ્વારા પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું.

૧૩.૩ ગુણાત્મક પૃથક્કરણ

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણનાં કારણો અને તેને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો મેળવવા માટેનાં સૂચનોના સંદર્ભમાં મુક્ત ચર્ચા ઉપકરણ દ્વારા શિક્ષકો પાસેથી માહિતી મેળવાયેલી હતી. મુક્ત ચર્ચા દ્વારા અનુભવી અને તજ્જ્ઞીય શિક્ષકો પાસેથી કઠિન પ્રકરણ અંગેનાં કારણો અને ઉપાયો અંગેનાં સૂચનોની તારવણી કરી ગુણાત્મક રીતે પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું.

૧૩.૪ કઠિન પ્રકરણના સરળીકરણ માટેની અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઉપરની અસરકારકતાની ચકાસણી માટેની પૃથક્કરણ પ્રવિધિ

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણોનાં કારણો અને ઉપાયો આધારે સરળીકરણ માટેનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ બનાવી તેના અમલીકરણ બાદ શિક્ષક નિર્મિત એકમ કસોટી દ્વારા પ્રાપ્તાંકોનું પૃથક્કરણ સહવિચરણ પૃથક્કરણ પ્રવિધિ દ્વારા કરાવમાં આવ્યું હતું.

૧૪.૦ અભ્યાસનાં તારણો

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં કુલ નવ હેતુઓ હતા. હેતુઓના આધારે ૧૪ પ્રશ્નોની રચના કરી હતી. પ્રશ્નોના જવાબ માહિતી એકત્રિત કરી હતી. માહિતીના પૃથક્કરણ અંતે કેટલાંક પરિણામો પ્રાપ્ત થયાં હતાં. ધોરણ-દસનાં ગણિત પ્રકરણો તથા શૈક્ષણિક એકમો સંબંધિત અધ્યયન તથા અધ્યાપનના સંદર્ભમાં જણાતી કઠિનતા અંગેનાં કેટલાંક પ્રાપ્ત થયેલાં તારણો આ પ્રમાણે છે.

૧૪.૧ ધોરણ-દસના ગણિતના પાઠય પુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં. વિદ્યાર્થીઓને જે ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો કઠિન જણાયાં હતાં તે તમામ શૈક્ષણિક એકમો ભૂમિતિનાં હતાં તેમાં ૧ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' ૨''વર્તુળ અને જીવા'' તેમજ ૩ ''વર્તુળનું ચાપ''ત્રણેય પ્રકરણોમાંથી સૌથી કઠિન એકમો આવરાયેલાં હતાં. આ ૧૪ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૯ જેટલાં સૌથી વધુ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોનું પ્રમાણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણમાંથી જોવા મળ્યું હતું.

૧૪.૨ ધોરણ-દસના ગણિતના પાઠ્યપુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં. શિક્ષકોને કઠિન જણાતાં ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો હતાં તે તમામ શૈક્ષણિક એકમો ભૂમિતિનાં હતાં આમ ભૂમિતિનાં (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળ અને જીવા તેમજ (૩) વર્તુળનું ચાપ આ ત્રણ પ્રકરણોનાં તમામ ૧૪ સૌથી કઠિન એકમો આવરાયેલાં હતાં. આ ૧૪ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૯ જેટલાં સૌથી વધુ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોનું પ્રમાણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણમાંથી જોવા મળ્યું હતું.

૧૪.૩ વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાય મુજબ વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૨૩૪ પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ સરળ જણાયાં હતાં.

૧૪.૪ શિક્ષકોના અભિપ્રાય અનુસાર ધોરણ દસના ગણિતનાં કુલ ૨૩૪ પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યાપન બાબતે સૌથી વધુ સરળ જણાયાં હતાં.

૧૪.૫ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં બીજગણિતનાં વિધેય, સંમેય પદાવલિઓ, ચક્રીય પદાવલી, ગુણોત્તર અને પ્રમાણ, દ્વિઘાત સમીકરણ અને ગણન જેવાં કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો તેમજ ભૂમિતિનાં સમરૂપ ત્રિકોણ, વર્તુળ અને જીવાનાં કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો સૌથી વધુ ૧૪ વધુ સરળ જણાયાં હતાં. જ્યારે શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બીજગણિતમાં વિધેય, સંમેય દાવલિઓ, ચક્રીય પદાવલી, ગુણોતર અને પ્રમાણ, દ્વિઘાત સમીકરણ અને ગણન જેવાં કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો તેમજ ભૂમિતિનાં સમરૂપ ત્રિકોણ, વર્તુળ અને જીવાના કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓની જેમજ સૌથી વધુ ૧૫ વધુ સરળ જણાયા હતા. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને સૌથી વધુ સરળ ૧૩ શૈક્ષણિક એકમો જણાયાં હતાં.

૧૪.૬ અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૪ ખૂબજ સહેલાં, ૭૩ સહેલાં, ૮૩ સામાન્ય, ૫૦ અઘરાં તથા ૧૪ ખૂબજ અઘરાં જણાયાં હતાં. આપ વિદ્યાર્થીઓને વધુ પડતાં શૈક્ષણિક એકમો સરળ જણાય છે. અને ઓછાં શૈક્ષણિક એકમો કઠિન લાગે છે.

૧૪.૭ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૫ ખૂબજ સહેલાં, ૮૨ સહેલાં, ૭૭ સામાન્ય, ૪૬ અઘરાં અને ૧૪ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. આમ શિક્ષકોને વિદ્યાર્થીઓની જેમ જ ધોરણ-દસના ગણિતમાં મોટાભાગનાં શૈક્ષણિક એકમો સરળ જણાયાં છે અને ઓછાં શૈક્ષણિક એકમો કઠિન લાગે છે.

૧૪.૮ ધોરણ-દસ ગણિતના પાઠ્ય પુસ્તકનાં ૫૬ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયન અને શિક્ષકોને અધ્યાપન એમ બંનેના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં.

૧૪.૯ અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક. (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો આ ત્રણ પ્રકરણો કઠિન જણાયાં હતાં જેમાં 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ જણાયું હતું. આ પ્રકરણનાં કુલ ૨૪ શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૧૮ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને કઠિન જણાયાં હતાં.

વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૩) ત્રિકોણમિતિ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન અને (૬) વર્તુળ અને જીવા કુલ છ પ્રકરણો સહેલાં જણાયાં હતાં. જ્યારે બાકીનાં દસ પ્રકરણો સામાન્ય એટલે કે મધ્યમ જણાયાં હતાં.

૧૪.૧૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો. આ ત્રણ પ્રકરણો વિદ્યાર્થીની જેમ જ કઠિન જણાયાં હતાં. જેમાં 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' શિક્ષકોને વિદ્યાર્થીઓની જેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ જણાયું હતું. આ પ્રકરણના કુલ ૨૪ શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૧૮ શૈક્ષણિક એકમો એટલે કે ૭૫ % શૈક્ષણિક એકમો શિક્ષકોને કઠિન જણાયાં હતાં.

શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૩) ત્રિકોણમિતિ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન (૬) વર્તુળ અને જીવા (૭) વિધેય અને(૮) સંમેય પદાવલિઓ, કુલ આઠ પ્રકરણો સહેલાં જણાયાં હતાં. જ્યારે બાકીનાં આઠ પ્રકરણો સામાન્ય એટલે કે મધ્યમ જણાયાં હતા.

વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કુલ ૬ પ્રકરણો બન્નેને સહેલાં જણાયા હતાં જેમાં (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૩) ત્રિકોણમિતિ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન અને (૬) વર્તુળ અને જીવા આ પ્રકરણોમાં મોટાભાગનાં પ્રકરણો બીજ ગણિતમાં સમાવિષ્ટ હતાં તે સહેલાં જણાયાં હતાં.

૧૪.૧૧ પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાની સરાસરી પરથી કઠિનતાનો અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો ખૂબજ અઘરાં જણાયાં હતાં. જ્યારે (૧) ચક્રીય પદાવલી (૨) વર્તુળ અને જીવા (૩) આંકડાશાસ્ત્ર (૪) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૫) ગણન અને (૬) ત્રિકોણમિતિ પ્રકરણો ખૂબજ સહેલાં જણાયાં હતાં.

જ્યારે શિક્ષકોને એકમોની કઠિનતાની સરાસરી પરથી કઠિનતાનો અભ્યાસ કરતાં શિક્ષકોને કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) સમરૂપતાની શરતો તેમજ (૩) વર્તુળનું ચાપ ખૂબજ અઘરા જણાયાં હતાં. જ્યારે (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) વર્તુળ અને જીવા (૩) ગુણોતર અને પ્રમાણ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન (૬) વિધેય (૭) સંમેય પદાવલિઓ અને (૮) ત્રિકોણમિતિ પ્રકરણો ખૂબ જ સહેલાં જણાયા હતાં.

૧૪.૧૨ વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકોના અભિપ્રાયોના પૃથક્કરણના અંતે ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી ત્રણ પ્રકરણો અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં. આ ઉપરાંત પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોના પંચબિંદુમાં વર્ગીકરણને પણ ધ્યાનમાં રાખવામાં આવ્યું હતું. અધ્યયનના સંદર્ભમાં (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો બંન્નેએ સૌથી કઠિન તરીકે સ્વીકાર્યાં હતાં.

૧૪.૧૩ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણ (૧૬) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક કઠિન લાગવાનાં ૫૧ કારણો આ જણાયાં હતાં.

૧૪.૧૪ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણો સરળ બનાવવા માટેનાં સૂચનો મળ્યાં હતાં.

૧૫.૦ સંશોધનના શૈક્ષણિક ફલિતાર્થો

પ્રસ્તુત સંશોધનના શૈક્ષણિક ફલિતાર્થો પ્રસ્તુત અભ્યાસનાં તારણોને આધારે સૂચવી શકાય જે અત્રે રજૂ કર્યા છે.

૧૫.૧ પ્રસ્તુત અભ્યાસ દ્વારા પ્રાપ્ત કઠિન પ્રકરણો તથા કઠિન શૈક્ષણિક એકમો તરફ વિશેષ કાળજી રાખે તે માટે તે અંગેની શિક્ષકોને જાણ કરવી.

૧૫.૨ કઠિન શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને સરળ રીતે કેમ શીખવી શકાય તે માટે અધ્યાપન શાસ્ત્રના નિષ્ણાતો પાસેથી અસરકારક અને ઉપયોગમાં લઈ શકાય તેવા માર્ગો પ્રાપ્ત કરવા.

૧૫.૩ ધોરણ-દસના ગણિત માટે સરળ અધ્યયન સાહિત્યનું નિર્માણ કરનારને કઠિન પ્રકરણો તથા કઠિન શૈક્ષણિક એકમોની યાદી આપવી.

૧૫.૪ પાઠ્યક્રમ નક્કી કરનાર તથા પાઠ્યપુસ્તકના લેખકોને કઠિન એકમોની યાદી આપવી.

૧૫.૫ માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-દસના શિક્ષકોને કઠિન પ્રકરણો કઠિન લાગવાનાં કારણો અને કઠિનતા દૂર કરવાનાં સૂચનો આપવાં.

૧૫.૬ ધોરણ-દસના ગણિતના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને નિદાન-ઉપચાર કાર્યક્રમમાં પ્રસ્તુત અભ્યાસનાં પરિણામોનો ઉપયોગ કરવો.

૧૫.૭ ધોરણ-દસના ગણિતના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને કઠિનતા દૂર કરવા માટે નિષ્ણાતો પાસેથી ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવા સંશોધન કરવા અંગે પ્રસ્તુત સંશોધનનાં તારણો આપવાં.

૧૫.૮ ધોરણ-દસના ગણિતના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણને સરળ રીતે શિખવવાના ઉપાય તરીકે ''અધ્યાપન કાર્યક્રમ''નો ઉપયોગ કરવો.

૧૫.૯ ધોરણ-દસના ગણિતના અધ્યાપન કાર્યના સંદર્ભમાં કઠિન શૈક્ષણિક એકમોને ''અધ્યાપન કાર્યક્રમ''નો ઉપયોગ કરી વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક સિધ્ધિ ઊંચી લાવી શકાય તે માટે શિક્ષકોને જણાવવું

૧૫.૧૦ શૈક્ષણિક સિદ્ધિના માપન માટે પ્રસ્તુત સંશોધનમાં રચાયેલી શિક્ષક નિર્મિત એકમ કસોટીનો ઉપયોગ કરી શકાય તે જણાવવું.

૧૫.૧૧ ધોરણ-દસના ગણિતનું અધ્યાપન કાર્ય શરૂ કરતાં પૂર્વે ગણિતના શિક્ષકોએ પૂર્વ તૈયારીમાં ઉપયોગ કરવો.

૧૫.૧૨ ધોરણ-દસના અધ્યયનમાં વિદ્યાર્થીઓ અધરાપણું જાણી શકે, સમય શકિત બચાવી શકે તે માટે ઉપયોગ કરવો.

૧૫.૧૩ પ્રસ્તુત સંશોધન આધારે કઠિન પ્રકરણ અધ્યાપન કાર્યમા શિક્ષકો ઉપયોગ કરે તો પરિણામ સુધારણાના કાર્યમાં મદદરૂપ નીવડી શકે.

૧૫.૧૪ પ્રસ્તુત સંશોધનનાં પરિણામો આધારે ગણિત પ્રત્યે વિદ્યાર્થીઓની રસ-રુચિ અભ્યાસ માટેની તત્પરતા-વધારી શકવા માટેનો ઉપયોગ.

૧૬.૦ ભાવિ સંશોધન અંગેની ભલામણો

પ્રસ્તુત સંશોધન એક કે તેથી વધુ સંશોધન માટેનાં દ્વારા ખોલે છે. કોઈ પણ સંશોધનની મર્યાદા અને અગત્ય એક નવા સંશોધન તરફ દોરી જઈ શકે છે. સમય, શકિત અને અન્ય બાબતોને કારણે અનેક ચલોને અભ્યાસમાં સમાવવા બાબત મર્યાદા આવે છે. આ ચલોને ધ્યાનમાં લઈને સંશોધન કાર્ય હાથ ધરી શકાય. આ પ્રકારનાં કેટલાંક સંશોધન અંગેનાં કાર્યો હાથ ધરી શકાય તે માટે નીચે મુજબનાં અભ્યાસ સંશોધક સૂચવે છે.

૧૬.૧ ધોરણ-દસના ગણિતના ભૂમિતિ તથા બીજ ગણિતનાં પ્રકરણો પરના સ્વ-અધ્યયન સાહિત્યની અસરકારક્તાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૧૬.૨ ધોરણ-દસનાં કઠિન જણાતાં શૈક્ષણિક એકમો સંબંધિત નિદાન-ઉપચાર કાર્યક્રમની સંરચના અને અજમાયશનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૧૬.૩ ધોરણ-દસના ગણિત પાઠચક્રમ માટે વ્યાખ્યાન તથા અન્ય પદ્ધતિ તથા પ્રયુકિતનું સંયોજન કરી તેની અસરકારકતા ચકાસવાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૧૬.૪ ધોરણ-દસના ગણિતના કોઈ એક કઠિન પ્રકરણ પર " પ્રભુત્વ-અધ્યયન" કાર્યક્રમની સંરચના અને તેની અસરકારકતાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૧૬.૫ માધ્યમિક કક્ષાએ કોઈ એક ધોરણના કોઈ એક વિષયના સંદર્ભમાં શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા નક્કી કરવા માટેનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૧૬.૬ ધોરણ-દસના ગણિતના કઠિન જણાતા પ્રકરણ બાબત વિવિધ શૈક્ષણિક અનુભવોનું આયોજન કરી તેની અસરકારકતાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૧૬.૭ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં પ્રાપ્ત કઠિનતા દૂર કરવા બાબતનાં સૂચનોનું અમલીકરણ કરી અસરકારકતા ચકાસવાનું કાર્ય હાથ ધરી શકાય.

પ્રકરણ-૧
સંશોધન સમસ્યાનો પરિચય

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

રાષ્ટ્રના વિકાસની પાયાની ઈંટ મહ્દઅંશે તેની માનવશક્તિ અને સંપત્તિ ઉપર આધાર રાખે છે. રાષ્ટ્રની સામે આવનારી સમસ્યાનું નિરાકરણ અને સમાધાન અંતે માનવ સામે આવનારો પ્રશ્ન છે. આ પ્રશ્નોનો સાચા અર્થમાં ઉકેલ ત્યારે જ થઇ શકે જયારે આપણે માનવશક્તિનો ઉચ્ચતમ ગુણવત્તાની કક્ષાએ વિકાસ કરી શકીએ. શિક્ષણના પાયામાં બાળક, પાલક, શિક્ષક અને સંચાલક છે. શિક્ષણનું ધ્યેય અધ્યયનની ગુણવત્તા વધારવાનું છે. વિદ્યાર્થી ચોક્કસ પ્રકારનું જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરે, જ્ઞાનનું ઉપયોજન કરતાં શીખે, કેટલાંક કૌશલ્યો વિકસાવે, કેટલીક શક્તિઓ વિકસાવે વગેરે જેવા હેતુઓ ગણિત શિક્ષણનાં લક્ષ્યો નક્કી કરે છે. આ હેતુઓ સિદ્ધ કરવા માટે વિદ્યાર્થીની વય, શક્તિ, જરૂરિયાત ધ્યાનમાં રાખી અભ્યાસક્રમ નક્કી કરીએ છીએ, વિષયવસ્તુ નક્કી કરીએ છીએ. વિદ્યાર્થીઓમાં ચોક્કસ અપેક્ષિત વર્તન પરિવર્તન લાવી શકાય તે રીતે વિષયવસ્તુને રજૂ કરવાની રીત, યોગ્ય શિક્ષણ પદ્ધતિ, અધ્યયન પ્રક્રિયામાં શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ શિક્ષક અને વિદ્યાર્થીઓના સમય અને શક્તિ બચાવે છે.

ગણિત-શિક્ષણ અસરકારક તેમજ સઘન બનાવવું હોય તો તેનો શરૂઆતનો પાયો જ મજબૂત બનાવવો જોઇએ. માધ્યમિક શાળામાં આગળ વધતાં વિદ્યાર્થીઓ આ વિષય છોડી દે છે અથવા તેમને આ વિષય અઘરો પડે છે. તેનું કારણ શું ? ફક્ત પાઠ્યપુસ્તકો સારાં થાય તો બાળકનાં અધ્યયનની ગુણવત્તા વધે ? શિક્ષકો જેટલા પ્રમાણમાં જાગૃત અને સંનિષ્ઠ પ્રયત્નો કરશે તેટલા પ્રમાણમાં બાળકમાં અધ્યયનની ગુણવત્તામાં વધારો થશે ? શરૂઆતનો પાયો કાચો હશે ? શિક્ષણ અસરકારક, ગુણવત્તાસભર બનાવવા શું થઇ શકે ? આવા પ્રશ્નો અભ્યાસના પ્રેરક બન્યા હતા.

આખરે આપણા સૌનું અંતિમ ધ્યેય તો શિક્ષણને અસરકારક બનાવી જીવનને ગુણવત્તાસભર બનાવવાનું છે. સંશોધકોના વિચારો, પ્રયોગો, પ્રક્રિયાઓ, પરિપાકો અને ફેરફારો હાલની શિક્ષણ વ્યવસ્થા ઊભી કરી શકયા છે. નવી શિક્ષણ પ્રણાલી ઊભી કરવા હાલની વ્યવસ્થામાં આપણે પરિવર્તન ઝંખી રહ્યા છીએ. તે માટે પ્રણાલિકાઓ, શૈક્ષણિક વ્યવહારો અને શિક્ષણની સમસ્યાઓ વિશે પૂરતો અભ્યાસ કરવો જોઇએ. વર્તમાન સમયના શિક્ષણના પ્રશ્નો સમજવામાં તેમજ ઉકેલવામાં સમય, શક્તિ અને નાણાંનો દુર્વ્યય ન થાય તેટલા માટે સંશોધનની મદદ અવશ્ય લેવી જોઇએ.

આમ, ધોરણ-દસ ગણિતના અધ્યયન-અધ્યાપન કાર્યના સંદર્ભે પ્રયોજકે સંશોધન હાથ ધર્યું હતું.

૨.૦ સમસ્યાકથન

પ્રસ્તુત અભ્યાસને આ રીતે શબ્દસ્વરૂપ આપવામાં આવ્યું હતું :

''ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો''

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-દસના ગણિતના ગુજરાત રાજ્યશાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ દ્વારા પ્રકાશિત પુસ્તકને સ્વીકાર્યું હતું. ગણિત વિષયના તે પુસ્તકમાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો હતાં. આ પ્રકરણોનાં કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમોને ધ્યાનમાં લીધાં હતાં.

શૈક્ષણિક એકમો અને પ્રકરણો બાબત અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી અભિપ્રાયો મેળવ્યા હતા. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકો પાસેથી અભિપ્રાયો મેળવ્યા હતા. આ માટે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ ૧૯ પ્રકરણોને ધ્યાનમાં રાખી રચ્યું હતું. શૈક્ષણિક એકમો તથા પ્રકરણો માટે કઠિનતા કક્ષાઓનું નિર્ધારણ કરવામાં આવ્યું હતું. પ્રકરણોની કઠિનતા કક્ષાઓ પરથી સૌથી કઠિન પ્રકરણ તારવવામાં આવ્યું હતું. ગણિત શિક્ષકો પાસેથી સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવામાં આવ્યા હતા. જેના આધારે તેનાં અધ્યાપન માટેના કાર્યક્રમની સંરચના કરી, તેમની અજમાઇશ કરી રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતાની ચકાસણી કરવામાં આવી આવી હતી.

૩.૦ અભ્યાસના હેતુઓ

પ્રયોજકનાં અભ્યાસ માટેના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા.

૩.૧ ધોરણ-દસના ગણિતમાં આવરાયેલાં શૈક્ષણિક એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેના ઉપકરણની રચના કરવી.

૩.૨ ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલાં પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની

(અ) વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં નડતી મુશ્કેલીઓના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું.

(બ) શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં નડતી મુશ્કેલીઓના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું.

૩.૩ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે તપાસવું

૩.૪ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે તપાસવું

૩.૫ કઠિનતા કક્ષાના સંદર્ભમાં ધોરણ-દસનાં ગણિતનાં પ્રકરણોની તુલના કરવી.

૩.૬ સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો તપાસવા.

૩.૭ સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં સંદર્ભમાં ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવા

૩.૮ સૌથી કઠિન પ્રકરણ માટે અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના કરવી.

૩.૯ રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની ગણિતસિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવી.

૪.૦ અભ્યાસના પ્રશ્નો

પ્રયોજકે પોતાનો અભ્યાસ નકકી કર્યા પછી અને સંશોધન શરૂ કર્યા પહેલાં પોતાના કાર્યને કેન્દ્રિત બનાવવા અભ્યાસના પ્રશ્નો રચે છે. અભ્યાસના હેતુઓને અનુરૂપ પ્રશ્નો આ પ્રમાણે હતા.

૪.૧ અધ્યયનની દ્દષ્ટિએ પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ?

૪.૨ અધ્યાપનની દ્દષ્ટિએ પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ?

૪.૩ અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૪ અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૫ અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૬ અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો કયાં કયાં હશે ?

૪.૭ અધ્યયન અને અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં શો તફાવત હશે ?

૪.૮ અધ્યયનના સંદર્ભમાં પ્રત્યેક પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષા શી હશે ? કઠિનતાની દ્દષ્ટિએ સૌથી કઠિન પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ? સૌથી સરળ પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ?

૪.૯ અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં પ્રત્યેક પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષાની શી હશે ? કઠિનતાની દ્દષ્ટિએ સૌથી કઠિન પ્રકરણો કયાં કયાં હશે ? સૌથી સરળ પ્રકરણો કયા કયા હશે ?

૪.૧૦ અધ્યયન અને અધ્યાપનનાં સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા કક્ષામાં શો તફાવત હશે ?

૪.૧૧ સૌથી કઠિન પ્રકરણોના કઠિન હોવા અંગેનાં કારણો કયાં કયાં હશે ?

૪.૧૨ સૌથી કઠિન પ્રકરણોને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો કયા કયા હોય શકે?

૪.૧૩ સૌથી કઠિન પ્રકરણોના અઘરાપણાને સરળ બનાવવાનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ શો હોય શકે ?

૪.૧૪ અધ્યાપનની દ્દષ્ટિએ પ્રયોજેલ અધ્યાપન કાર્યક્રમની વિદ્યાર્થીઓની ગણિત સિદ્દિધના સંદર્ભમાં અસરકારકતા કેવી હશે ?

૫.૦ ઉત્કલ્પનાઓ

સૌથી કઠિન પ્રકરણના અધ્યાપન માટે તૈયાર કરવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવા માટે નીચે પ્રમાણેની શૂન્ય ઉત્કલ્પનાઓ રચવામાં આવી હતી.

૫.૧ પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.

૫.૨ પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલી વિદ્યાર્થિનીઓની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.

૫.૩ પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓ (કુમારો અને કન્યાઓ-મિશ્ર)ની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.

૬.૦ સંશોધનક્ષેત્ર

આજે સંશોધન ઘણાં ક્ષેત્રે હાથ ધરાય છે. શૈક્ષણિક સંશોધનનો વ્યાપ પણ વિસ્તરતો જાય છે. એમ. બી. બુચના પાંચમા સંશોધનના સારાંશ A Survey of Research in Education માં સંશોધન-ક્ષેત્રો આપેલાં છે. તેમાં શિક્ષણમાં હાથ ધરાયેલાં સંશોધનોને નીચે પ્રમાણેનાં ૩૮ સંશોધન ક્ષેત્રોમાં વહેંચવામાં આવ્યાં છે.

૧. ભાષા શિક્ષણ
૨. શિક્ષણનું તત્ત્વજ્ઞાન
૩. શિક્ષણનું સમાજશાસ્ત્ર
૪. શિક્ષણનો ઈતિહાસ
૫. શિક્ષણનું અર્થશાસ્ત્ર
૬. શિક્ષણનું મનોવિજ્ઞાન
૭. માનસિક આરોગ્ય
૮. માનસિક પ્રક્રિયાઓ
૯. સામાજિક પ્રક્રિયાઓ
૧૦. પ્રેરણા
૧૧. સર્જનાત્મક અને નાવીન્ય
૧૨. માર્ગદર્શન અને સલાહ દર્શન
૧૩. અભ્યાસક્રમ વિકાસ
૧૪. પૂર્વપ્રાથમિક શિક્ષણ

૧૫. પ્રાથમિક શિક્ષણ
૧૬. માધ્યમિક શિક્ષણ
૧૭. ઉચ્ચ શિક્ષણ
૧૮. સામાજિક વિજ્ઞાન શિક્ષણ
૧૯. વિજ્ઞાન શિક્ષણ
૨૦. ગણિત શિક્ષણ
૨૧. શારીરિક અને આરોગ્યશિક્ષણ
૨૨. નૈતિક, કલા અને સૌંદર્ય શિક્ષણ
૨૩. શૈક્ષણિક ટેકનોલજિ
૨૪. અધ્યાપન પ્રયુકિતઓ
૨૫. શિક્ષણ પ્રશિક્ષણ : પૂર્વસેવાકાલીન અને સેવાકાલીન
૨૬. વ્યાવસાયિક અને ટેકનિકલ શિક્ષણ
૨૭. વિશિષ્ટ શિક્ષણ
૨૮. ખુલ્લું અને દૂરવર્તી શિક્ષણ
૨૯. પૌઢ, નિરંતર અને અવૈધિક શિક્ષણ
૩૦ લઘુમતિઓનું શિક્ષણ
૩૧. કન્યા કેળવણી
૩૨. શિક્ષણ અને વસ્તી શિક્ષણના અભ્યાસો
૩૩. શિક્ષણમાં ઈકોલજિ અને પર્યાવરણ વિષયક અભ્યાસો
૩૪. તુલનાત્મક શિક્ષણ
૩૫. શૈક્ષણિક પરીક્ષણ અને મૂલ્યાંકન
૩૬. શૈક્ષણિક આયોજન અને નીતિવિષયક શિક્ષણ
૩૭. શિક્ષણનું વ્યવસ્થાપન અને વહીવટી સંચાલન
૩૮. સિદ્ધિ સાથે સંબંધિત ચલો

પ્રસ્તુત અભ્યાસ (૧) માધ્યમિક શિક્ષણ (૨) અભ્યાસક્રમ વિકાસ (૩) ગણિત શિક્ષણ. એમ ત્રણ સંશોધન ક્ષેત્રો સાથે સંબંધિત હતો. પ્રસ્તુત અભ્યાસ ગણિતના અભ્યાસક્રમનાં વિવિધ પ્રકરણો અને શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતા કક્ષા નકકી કરવાનો ઉપરાંત અઘરાપણાના સંદર્ભમાં કારણો તપાસવાં અને તેને દૂર કરવાના ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવા અને તેના અધ્યાપન માટેના કાર્યક્રમની સંરચના કરવી તેમજ અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતાની ચકાસણી કરવાનો હતો. આથી કહી શકાય કે અભ્યાસક્રમ વિકાસ એ પ્રસ્તુત અભ્યાસનું સૌથી વધુ સ્પર્શતું ક્ષેત્ર હતું.

૭.૦ સંશોધન પ્રકાર

સંશોધન પ્રકાર બે રીતે દર્શાવી શકાય. એક– મૂલગત, વ્યાવહારિક કે ક્રિયાત્મક સંશોધન. બીજું – સંખ્યાત્મક કે ગુણાત્મક સંશોધન.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-દસના પાઠ્યક્રમને ધ્યાનમાં લીધો હતો. તેના સંદર્ભમાં પ્રકરણો તથા શૈક્ષણિક એકમની કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનું હતું. આથી શિક્ષક અધ્યાપન કાર્યમાં કઠિનતા કક્ષાને ધ્યાનમાં રાખી પોતાના કાર્યનું આયોજન કરી શકે. આમ અભ્યાસનાં પરિણામો વ્યાવહારિક ઉપયોજનને સ્પર્શતાં હતાં. તેથી પ્રસ્તુત સંશોધન વ્યાવહારિક સંશોધન છે એમ કહી શકાય.

ગુણાત્મક તેમજ સંખ્યાત્મક સંશોધન સંદર્ભમાં પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં સંખ્યાત્મક તેમજ ગુણાત્મક સંશોધન એમ બંને પ્રકારનો ઉપયોગ થયો હતો. કારણ કે પાઠ્યક્રમનાં વિવિધ એકમોની કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ સંખ્યાત્મક રીતે કરવામાં આવ્યું હતું. વળી રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા પણ અંકશાસ્ત્રીય પ્રયુક્તિથી ચકાસવામાં આવી હતી. જ્યારે સૌથી કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો તપાસવા માટે ગુણાત્મક સંશોધનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

૮.૦ પદોની વ્યાવહારિક વ્યાખ્યાઓ

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ઉપયોગમાં લેવાયેલા શબ્દોને પ્રયોજકે આ પ્રમાણે સ્વીકાર્યા હતા.

૮.૧ અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા

વિદ્યાર્થીએ અભ્યાસક્રમના પ્રત્યેક એકમનું અધ્યયન કરવાનું હોય છે. ધોરણ-દસના ગણિતનાં અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલાં ૧૯ પ્રકરણોનાં એકમોને વિદ્યાર્થીને શીખવાના સંદર્ભમાં પાંચ પ્રકારની કઠિનતાકક્ષાઓ સ્વીકારવામાં આવી હતી. આ પાંચ કઠિનતાકક્ષાઓ શબ્દોમાં અને સંખ્યા સ્વરૂપે આ પ્રમાણે હતી.

કઠિનતા	**શબ્દમાં**	**ખૂબજ અઘરું**	**અઘરું**	**સામાન્ય**	**સહેલું**	**ખૂબ જ સહેલું**
કક્ષા	**આંકડામાં**	૫	૪	૩	૨	૧

અહીં અઘરું, અઘરી, કઠિન એ સમાનાર્થી પદો છે. તે જ પ્રમાણે સહેલું, સહેલી, સરળ એ સમાનાર્થી શબ્દો છે. સામાન્ય અને મધ્યમ એ બંને પદો પણ સમાન અર્થમાં વપરાયેલાં છે.

૮.૨ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતનાં ૧૯ પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમોને શિખવવાના સંદર્ભમાં કેટલાં કઠિન લાગે છે. તે દર્શાવવાનું હતું. પ્રત્યેક એકમના સંદર્ભમાં શિક્ષકોના અભિપ્રાય પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડની મદદથી લીધા હતા. આ પંચબિંદુ ક્રમ શબ્દોમાં અને આંકડામાં આ પ્રમાણે હતો.

કઠિનતા કક્ષા	શબ્દોમાં	ખૂબજ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
	આંકડામાં	૫	૪	૩	૨	૧

આમ શિક્ષકે અધ્યાપન કરવાના સંદર્ભમાં પાંચ પ્રકારની કઠિનતા કક્ષા સ્વીકારવામાં આવી હતી.

અહીં અઘરું, અઘરી, કઠિન એ સમાનાર્થી પદો છે. તે જ પ્રમાણે સહેલું, સહેલી, સરળ એ સમાનાર્થી શબ્દો છે. સામાન્ય અને મધ્યમ એ બંને પદો પણ સમાન અર્થમાં વપરાયેલાં છે.

૮.૩ શૈક્ષણિક એકમ

ધોરણ-દસના ગણિતના અભ્યાસક્રમને ધ્યાનમાં રાખીને પ્રસ્તુત અભ્યાસ હાથ ધરવામાં આવ્યો છે. ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો છે. આ પ્રકરણોને નાનાં-નાનાં એકમોમાં વહેંચવામાં આવ્યાં હતાં. કુલ ૧૯ પ્રકરણોના પાઠ્યક્રમને ૨૩૪ એકમોમાં વિભાજિત કરેલો હતો. પ્રત્યેક એકમને શૈક્ષણિક એકમ તરીકે સ્વીકાર્યો હતો.

૮.૪ અધ્યાપન કાર્યક્રમ

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના સૌથી અઘરા પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ને સરળ રીતે શિખવવા માટેનો આ કાર્યક્રમ છે. આ પ્રકરણ અઘરું લાગવાના કારણો અને તેને સરળ કરવાના ઉપાયો ૨૮ ગણિત શિક્ષકોના એક દિવસના સેમિનાર દ્વારા મેળવાયેલા હતા. જેને આધારે પાંચ અનુભવી તજ્જ્ઞોએ કુલ ૧૪ તાસમાં શીખવી શકાય તેવો વ્યવહારુ અધ્યાપન કાર્યક્રમ રચેલો હતો. જેમાં જીઓ બોર્ડ, મોડેલ્સ, પૂંઠાં, ડ્રોઈંગ પેપરનો સાધન તરીકે ઉપયોગ થયો હતો. ઉપરાંત વિદ્યાર્થીઓ માટેની પ્રવૃત્તિઓ પણ સમાવિષ્ટ થતી હતી.

૮.૫ સામાન્ય અધ્યાપન

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના સૌથી અઘરા પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ને શિખવવા માટે પરંપરાગત વ્યાખ્યાન અને બ્લેક બોર્ડ કાર્યનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. આ કાર્યક્રમ પણ કુલ ૧૪ તાસમાં અમલ થતો હતો.

૮.૬ ગણિતસિદ્ધિ

ધોરણ-૧૦ના ગણિત વિષયના સૌથી અઘરા પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ના પાઠ્યક્રમ પર આધારિત ૨૫ ગુણની શિક્ષક રચિત એકમ કસોટી પર વિદ્યાર્થી દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકોને ગણિતસિદ્ધિ તરીકે સ્વીકારેલું છે. આ કસોટીમાં બહુવિકલ્પ પ્રકારના ૨૫ પ્રશ્નો હતા. ઉત્તરો આપવા માટેની સમય મર્યાદા ૨૫ મિનિટની હતી.

૯.૦ અભ્યાસની અગત્ય

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-દસ ગણિતના સંદર્ભમાં અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા જાણવાનો, કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવાનો પ્રયત્ન હતો. પ્રાપ્ત પરિણામોના ઉપયોગના સંદર્ભે અભ્યાસની અગત્ય આ પ્રમાણે છે.

૯.૧ ધોરણ-દસના ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં કયાં પ્રકરણો અને કયાં એકમો અધ્યયન અને અધ્યાપનમાં કઠિન કે વધુ સરળ છે તે જાણી શકાશે.

૯.૨ ધોરણ-દસના ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં પ્રાપ્ત કઠિન પ્રકરણો અને એકમોની માહિતી શિક્ષકને પોતાના અધ્યાપન કાર્યના આયોજનમાં ઉપયોગી નીવડશે.

૯.૩ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાંથી પ્રાપ્ત-પ્રકરણો કઠિન લાગવાનાં કારણો શિક્ષકને વિદ્યાર્થીઓને શિખવવા બાબત દિશાસૂચક બનશે.

૯.૪ પાઠ્યપુસ્તકની અધ્યયન/અધ્યાપન સામગ્રીમાં ફેરફાર કરવામાં પ્રસ્તુત સંશોધનોના તારણો ઉપયોગી નીવડશે.

૯.૫ માધ્યમિક કક્ષાએ ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં ફેરફાર અંગે પ્રસ્તુત અભ્યાસનાં પરિણામો કેટલાક અંશે દિશાસૂચક બની રહેશે.

૯.૬ ધોરણ-દસ ગણિતના કયા એકમ કે પ્રકરણ બાબત સરળ અધ્યયન સાહિત્યની સંરચના કરી શકાય તે માટે એકમ કે પ્રકરણની પસંદગીમાં પ્રસ્તુત અભ્યાસ મદદરૂપ બની શકશે.

૯.૭ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં કઠિન એકમ અને પ્રકરણોના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો શિક્ષકના અધ્યાપન કાર્ય માટે માર્ગદર્શક બની રહેશે.

૯.૮ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં કઠિન એકમ અને પ્રકરણોના અઘરાપણાને સરળ બનાવવાનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ શિક્ષક માટે માર્ગદર્શક બની રહેશે.

૯.૯ ધોરણ-દસના કઠિન પ્રકરણોના અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ પ્રયોજેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા જાણવા માટે શિક્ષકોને ઉપયોગી નીવડશે.

૯.૧૦ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં અધ્યાપન માટે તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓની ગાણિતિક સિદ્ધિ જાણવા માટે શિક્ષકોને કાયમી માર્ગદર્શક બની રહેશે.

૧૦.૦ અભ્યાસનું સીમાંકન

પ્રત્યેક સંશોધનના પરિણામનો વ્યાપ અને મર્યાદાઓ જાણવી અનિવાર્ય છે. વ્યાપ તથા મર્યાદાની જાણકારી પરિણામોના ઉપયોગ માટે માર્ગદર્શકરૂપ બને છે. પ્રસ્તુત અભ્યાસની ક્ષેત્ર મર્યાદા આ પ્રમાણે હતી.

૧૦.૧ પ્રસ્તુત અભ્યાસ ધોરણ-દસના ગણિત વિષય પૂરતો મર્યાદિત હતો.

૧૦.૨ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં રાજકોટ જિલ્લાની પસંદિત શાળાઓનો સમાવેશ કર્યો હતો.

૧૦.૩ અભ્યાસમાં ગુજરાતી માધ્યમની માધ્યમિક શાળાઓ જ સમાવિષ્ટ હતી.

૧૦.૪ ધોરણ-દસના ગણિતનાં પ્રકરણો અને એકમોની કઠિનતા જાણવા માટે ક્રમમાપદંડનો ઉપયોગ કર્યો હતો.

૧૦.૫ સહેતુક નમૂના પસંદગીથી નમૂનાઓની પસંદગી કરવામાં આવી હતી.

૧૧.૦ હવે પછીનાં પ્રકરણોનું આયોજન

બીજા પ્રકરણથી પાંચમાં પ્રકરણ સુધીનું આયોજન આ પ્રમાણે છે. બીજા પ્રકરણમાં પૂર્વ પસંદ થયેલા સંબંધિત સંશોધનની માહિતી આપેલી છે. ઉપરાંત પૂર્વે થયેલા સંશોધનની સમીક્ષા રજૂ કરી છે. ત્રીજા પ્રકરણમાં નમૂનો, ઉપકરણ, સંશોધન પદ્ધતિ, કઠિનતાકક્ષાની ગણતરી કરવાની રીત વગેરે બાબતો રજૂ કરી છે.

ચોથા પ્રકરણમાં રચાયેલા પ્રશ્નોના જવાબરૂપે પ્રાપ્ત માહિતીની રજૂઆત, પૃથક્કરણ અને અર્થઘટનની વિગતો આપી છે. પાંચમાં પ્રકરણમાં અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના અમલીકરણ અને તેની અસરકારકતાની વિગતો આપી છે અને છઠ્ઠા અને અંતિમ પ્રકરણમાં સારાંશ, પ્રાપ્ત તારણો, શૈક્ષણિક ફલિતાર્થો તથા ભાવિ સંશોધન માટેની ભલામણો રજૂ કરી છે.

પ્રકરણ-૨
સંબંધિત સંશોધન સાહિત્યની સમીક્ષા

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

પ્રયોજક સમસ્યા પસંદગીથી શરૂ કરીને સમસ્યાને સંશોધન દ્વારા હલ કરવા સુધી જરૂરી નિર્ણયોમાં શું, કયારે, કયાંથી, કેટલું અને કયા સાધનથી વગેરે પ્રશ્નોના જવાબ મેળવવા પોતાના અભ્યાસના ક્ષેત્ર સાથે સંબંધિત એવા સાહિત્યનો અભ્યાસ કરે છે. સમસ્યાના ઉકેલ માટે સમસ્યાના ક્ષેત્રનું પૂર્વજ્ઞાન, ખૂબ મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. આ પૂર્વજ્ઞાન પસંદિત સમસ્યાનો યોગ્ય રીતે, સ્વતંત્ર રીતે અને વિશિષ્ટ રીતે ઉકેલ લાવવા મદદરૂપ બને છે.

પૂર્વજ્ઞાન તથા પોતાના અભ્યાસની કાર્યરૂપરેખા માટે પ્રયોજકે વિષયવસ્તુને સંલગ્ન સાહિત્ય, જી.સી.ઇ.આર.ટી. ગુજરાત રાજય, ગાંધીનગર દ્વારા પ્રકાશિત વિદ્યાર્થીઓની સિદ્ધિના અભ્યાસોનો સંશોધન સંચય, અધ્યયન-અધ્યાપન પ્રક્રિયા વિશેના અભ્યાસોનો સંશોધન સંચય તેમજ શૈક્ષણિક સિદ્ધિના અભ્યાસો અંગેનો સંશોધન સંચય, એન.સી.ઇ.આર.ટી. દ્વારા પ્રકાશિત એમ. બી. બુચનો પાંચમો સંશોધન સંચય, તેમજ અભ્યાસને લગતા લઘુશોધ નિબંધો, મહાનિબંધો તથા પ્રોજેકટ કાર્યોનો અભ્યાસ કર્યો હતો. જેના આધારે સૈધાંતિક સમીક્ષા અને વ્યવહારુ સમીક્ષા તૈયાર કરી છે.

૨.૦ વિષયવસ્તુની પૃથક્કરણાત્મક સમીક્ષા

પ્રસ્તુત અભ્યાસનું મુખ્ય વિષયવસ્તુ ''કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ તથા તેનું સરળીકરણ''નું હતું. પ્રવર્તમાન સમયમાં માધ્યમિક શિક્ષણ ક્ષેત્રે ધોરણ-દસ એટલે કે એસ. એસ.સી નું વર્ષ ખૂબજ અગત્યનું છે. માધ્યમિક શાળા કક્ષાએ ધોરણ-દસમાં શિખવાતા વિષયોમાં ગણિતનું સ્થાન સવિશેષ છે. મોટા ભાગના વિદ્યાર્થીઓને આ વિષય શીખવા માટે અઘરો લાગે છે. શિક્ષક માટે સરળ લાગતો ગણિતનો ખ્યાલ વિદ્યાર્થીને કેટલીકવાર મૂંઝવનારો બની રહે છે. ગણિતના પાયાના ખ્યાલોમાં વિદ્યાર્થીને પડતી મુશ્કેલી માટે એક જ ઉપાય છે. શિક્ષકે ધીરજ રાખી ફરી ફરી શિખવવું અને વધુ દાખલાઓ લઇ ખ્યાલો સ્પષ્ટ કરવા. પરંતુ જે વિદ્યાર્થીઓને પાયાના ખ્યાલોમાં તકલીફ નથી પડતી એવા વિદ્યાર્થીઓને પણ ગણિત ભણવું ગમે છે એવું નથી આ પરિસ્થિતિ નિવારવા માટે એ જરૂરી છે કે વિદ્યાર્થીઓને અવારનવાર ગણિતની ઉપયોગિતા સમજાવવામાં આવે, ગણિતનું શિક્ષણ રસપ્રદ અને અસરકારક બનાવવા માટે માધ્યમિક શાળામાં વિદ્યાર્થીની દ્રષ્ટિએ અધ્યયન કરવામાં કઠિન એકમો કયાં છે? તે જાણવું જરૂરી છે. તેજ રીતે શિક્ષકો માટે અધ્યાપન કરાવવામાં પણ કયાં એકમો કઠિન છે તેની કઠિનતા કક્ષા નક્કી કરવી ખૂબ જ જરૂરી છે. આ કઠિનતા કક્ષા જાણ્યા પછી તેને સરળ બનાવવા માટે શિક્ષક તૈયાર કરે, અધ્યાપન સામગ્રીઓ, અધ્યાપન

પ્રયુકિતઓ વિષે પણ વિચારતા થાય, માનસિક રીતે તૈયાર બનીને અધ્યાપન કાર્ય સરળ બનાવવાના હેતુ સબબ પ્રયોજકે પ્રસ્તુત અભ્યાસ હાથ ધરેલો હતો. જેનાથી વિદ્યાર્થીઓમાં વિચારવાની ટેવનો વિકાસ થાય. અઘરાપણાને સરળતાથી અધ્યયન કરી શકે, રસદાયક રીતે અઘરાપણાને ઉકેલવા માટે તત્પર બને અને જાહેર પરીક્ષાની પૂર્ણ રીતે તૈયારી કરી પોતાની કારકિર્દીના ઘડતર માટે સુસજજ થાય તે ખૂબ જ જરૂરી છે. વિદ્યાર્થીઓમાં આત્મવિશ્વાસ જન્મે કે આ વિશ્વમાં કશું જ અઘરું નથી, ગમે તેવી અઘરી બાબતોને પણ યુકિત-પ્રયુકિતઓ દ્વારા સરળ કરી શકાય છે. નીરસ વિષયને પણ રસપ્રદ બનાવી શકાય છે.

પ્રયોજકે ગ્રંથાલય કાર્ય દ્વારા વિવિધ સંદર્ભ સાહિત્યનો અભ્યાસ કર્યો હતો. જે પૈકી શિક્ષક નિદર્શિની (GCERT, ગાંધીનગર), સ્વઅધ્યયન વાચન સામગ્રીની લઘુ પુસ્તિકાઓ (ગુજરાત શૈક્ષણિક સંશોધન અને તાલીમ પરિષદ, ૧૯૯૬) વિજ્ઞાન શિક્ષણ (ગુ.રા.શા.પા.પુ.મં. ૨૦૦૨) શૈક્ષણિક વ્યવસ્થાપન (સંશોધન અને વિકાસ વિભાગ, ગુ.મા. અને ઉ.મા.શિ.બોર્ડ, ગાંધીનગર) અને ગણિત (ગુ.રા.શા.પા.પુ.મં. ગાંધીનગર) મુખ્ય હતા.

અધ્યયન કક્ષાએ શ્રવણ, કથન, વાચન અને લેખનના વિકાસ માટે બાળકમાં તેની વયકક્ષા મુજબ ક્ષમતાઓ અલગ અલગ હોઇ શકે. શિક્ષણનું કાર્ય બાળકના વર્તનમાં પરિવર્તન લાવી સર્વાંગી વિકાસ સાધવાનું છે. આ માટે શિક્ષણના ધ્યેયો પૂર્વનિર્ધારિત કરવામાં આવે છે. બાળકની કક્ષા અનુસાર તેની શક્તિનું માપ નક્કી કરી ક્ષમતાઓ રૂપે પૂર્વનિર્ધારિત કરવામાં આવે છે. શક્તિઓની ખિલવણી માટે હેતુઓની સિદ્ધિ માટે કયા કયા અનુભવો આપવા તે નક્કી કરવામાં આવે છે. આ અનુભવો વિવિધ પૂર્વપ્રવૃત્તિઓ, વિષયવસ્તુ, પ્રવૃત્તિ, સ્વાધ્યાયો વગેરે સ્વરૂપે હોઇ શકે. આ અનુભવો વડે જે અધ્યયન માટે પડતી મુશ્કેલીઓને વિષયવસ્તુની કઠિનતાકક્ષા નક્કી કરીને જાણી શકાય છે. અને તેને સરળ કરવા માટેના ઉપાયો પણ યોજી શકાય છે.

રાષ્ટ્રીય શિક્ષણનીતિ સંદર્ભે ૧૯૮૬ માં સમગ્ર ભારત વર્ષમાં પ્રત્યેક રાજયોમાં અભ્યાસક્રમ નક્કી કરવામાં આવ્યો છે. અભ્યાસક્રમ માટે વપરાતો અંગ્રેજી શબ્દ છે CURRICULUM જેનો અર્થ છે, શિક્ષણના ધ્યેયને પહોંચવા માટેનો માર્ગ. અભ્યાસક્રમ એટલે નિયત લક્ષ્ય તરફની દોડ, અભ્યાસક્રમની વિભાવના વિશાળ છે. જેમાં ક્ષમતાઓને સિદ્ધ કરવા માટે વિવિધ પ્રવૃત્તિઓ, અધ્યાપન અનુભવો અને મૂલ્યાંકનનો સમાવેશ થાય છે. ભારત સરકારના શિક્ષણ મંત્રાલયે મંજૂર કરેલા ધોરણ અને વિષયવાર પાઠ્યક્રમને અન્ય રાજ્યો ઉપરાંત ગુજરાત રાજયની પ્રત્યેક માધ્યમિક શાળાઓમાં ઈ.સ. ૧૯૯૩ થી ધોરણ-દસમાં ગણિત વિષયના અભ્યાસક્રમ અન્વયે પ્રસ્તુત અભ્યાસનું પાઠ્યપુસ્તક અમલમાં આવેલું છે. આ શાળાના શિક્ષકો અને અધિકારીઓના સતત પ્રયત્નથી તેમજ જાગૃતતાથી બાળકોની સિદ્ધિમાં સુધાર માલૂમ પડ્યો છે. પરંતુ નિર્ધારિત લક્ષ્ય સિદ્ધ કરવા માટે સમયાંતરે અધ્યયન

અને અધ્યાપન પ્રયુક્તિઓમાં પણ સુધાર લાવવો જરૂરી બને છે. અધ્યેતાને સહજતાથી અને સરળતાથી શિક્ષણ આત્મસાત્ થાય તે માટે પ્રત્યેક પાઠ્યપુસ્તકનું નિદાનાત્મક કાર્ય કરતું રહેવું જોઇએ, વિદ્યાર્થીઓને શું અઘરું લાગે છે ? તેને અઘરાપણાને સરળ કરવા શું થઇ શકે તેનો અભ્યાસ જરૂરી બને છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ ધોરણ-દસના ગણિતનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો શોધવા સંબંધી હતો. ધોરણ-દસના પાઠ્યપુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૧૯ પ્રકરણોમાં ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો છે. ધોરણ-દસના ગણિત પાઠ્યપુસ્તકનો ઉપયોગ એક સાધન તરીકે કરવાનો છે. તેનાં ૧૯ પ્રકરણોમાંથી કયા પ્રકરણ કઠિન લાગે છે અને કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો તે સંદર્ભમાં પ્રસ્તુત અભ્યાસ હાથ ધરાયો હતો. આથી પ્રયોજકે વિષયવસ્તુના પ્રત્યેક પાસાના સંદર્ભમાં કરેલો અભ્યાસ અને તૈયાર કરેલી સમીક્ષા પ્રસ્તુત અભ્યાસ સાથે દરેક રીતે સંબંધિત છે.

૩.૦ સંબંધિત સાહિત્યની સમીક્ષા કરવા માટેના પ્રશ્નો

પ્રયોજકે સાહિત્યની સમીક્ષા કરવા માટે આ પ્રમાણેના પ્રશ્નો ધ્યાનમાં લીધા હતા.

૧. સંશોધનનો વિષય શો હતો ?

૨. સંશોધનના પ્રયોજક કોણ હતા ?

૩. સંશોધન કયા વર્ષમાં હાથ ધરાયું હતું ?

૪. સંશોધનમાં ધોરણ અને વિષય કયા પસંદ કર્યા હતા ?

૫. સંશોધનના હેતુઓ કયા હતા ?

૬. માહિતી એકત્રીકરણ માટેનાં ઉપકરણો કયાં હતાં ?

૭. સંશોધનના અંતે શાં પરિણામો પ્રાપ્ત થયાં હતાં ?

૪.૦ સંબંધિત સંશોધનોના સારાંશ

પ્રયોજકે સાત પ્રશ્નોના જવાબ મેળવવા પૂર્વે થયેલા લઘુશોધ નિબંધો તથા મહાનિબંધોનો અભ્યાસ હાથ ધર્યો હતો. તેમાં સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી દ્વારા હાથ ધરાયેલાં કાર્યો, જી.સી.ઇ.આર.ટી. ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત પ્રોજેક્ટ્સ, તેમજ પશ્ચિમ બંગાળ, તામિલનાડુ તથા અન્ય રાજ્યોની યુનિવર્સિટી દ્વારા હાથ ધરાયેલાં કાર્યો ધ્યાનમાં લીધા હતા. આ માટે સંશોધનોનું સંદોહન (ઉચાટ અને બીજાઓ, ૧૯૯૮), સંશોધન માધુકરી (મોદી અને બીજાઓ, ૧૯૯૨), સંશોધનોના સારાંશ સર્વે ઑફ રીસર્ચ ઇન એજ્યુકેશન (બુચ, શ્રેણી ૩, ૪, ૫) જી.સી.ઇ.આર.ટી. - ગાંધીનગર દ્વારા પ્રકાશિત સંશોધન સાર સંગ્રહ શ્રેણી પુસ્તિકા ૧ થી ૮ વગેરે સાહિત્યનો સ્રોત તરીકે ઉપયોગ કર્યો હતો અને ભૂતકાળમાં થયેલાં સંશોધનોની સંબંધિત યાદી તૈયાર કરી હતી.

પ્રયોજકે ભૂતકાળમાં થયેલાં જે સંશોધનોનો અભ્યાસ કર્યો હતો તેનો સારાંશ આ પ્રમાણે છે.

આર્ય (૧૯૮૩) એ ધોરણ-બારના વિદ્યાર્થીઓના જીવવિજ્ઞાન વિષયનાં વિવિધ વિષયાંગો અંગેના પ્રતિભાવોનો અભ્યાસ કરવાનું કાર્ય કર્યું છે. એમ.એડ્. કક્ષાના તેમના આ અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) નીચેનાં પાંચ જૂથોના સંદર્ભમાં શ્રેણી બારના જીવવિજ્ઞાન વિષયનાં વિવિધ વિષયાંગોની કઠિનતા કક્ષા નક્કી કરવી. (અ) શ્રેણી-દસની વાર્ષિક પરીક્ષાના પરિણામને આધારે શ્રેણી બારના હોંશિયાર તથા નબળા વિદ્યાર્થીની દૃષ્ટિએ (બ) શ્રેણી બારની વાર્ષિક પરીક્ષાના જીવવિજ્ઞાનની થિયરીના ગુણને આધારે હોંશિયાર તથા નબળા વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ (ક) શ્રેણી-બારના સમગ્ર વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ (૨) જીવ વિજ્ઞાનના શિક્ષકોના અભિપ્રાયે જીવ વિજ્ઞાન વિષયનાં વિવિધ વિષયાંગો વિદ્યાર્થીઓને ભણવામાં કેટલાં કઠિન લાગતાં હશે તે નક્કી કરવું.

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં પ્રયોજકે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ પર આધારિત અભિપ્રાયાવલિની રચના કરી હતી. તેના આધારે ધોરણ બારના ૭૫૭ વિદ્યાર્થીઓના વ્યાપવિશ્વ પરથી યાદચ્છિક રીતે પસંદ કરાયેલા ૪૮૫ વિદ્યાર્થીઓ પસંદ કરી માહિતી એકત્ર કરી હતી. આમ, આ સંશોધનની સંશોધન પદ્ધતિ સર્વેક્ષણ પ્રકારની હતી. મળેલી માહિતીના પૃથક્કરણ માટે વિશિષ્ટ પ્રકારની આંકડાકીય ગણતરીઓ કરીને અભ્યાસક્રમના પ્રત્યેક એકમ માટે છ એ જૂથો માટે કઠિનતાકક્ષાઓ નક્કી કરવામાં આવી હતી. તથા શૂન્ય ઉત્કલ્પનાઓ ચકાસવા માટે કાઈ-વર્ગ કસોટીનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ દ્વારા આ પ્રમાણે તારણો મળ્યાં હતાં.

૧. બધા પ્રકારના વિદ્યાર્થીઓ માટે જીવવિજ્ઞાનનો અભ્યાસક્રમ સરળ જણાયો હતો.
૨. જીવવિજ્ઞાનના પ્રકરણ-૧૬, પ્રકરણ-૯, પ્રકરણ-૮, પ્રકરણ-૨૨, પ્રકરણ-૧૩ અને પ્રકરણ-૨૩ ઘણાં કઠિન લાગતાં હતાં.
૩. ગર્ભકોષ્ઠિ અને આંત્રકોષ્ઠિ અવસ્થાઓનો એકમ જે જે પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ થયેલાં છે તે દરેક પ્રકરણમાં આ એકમ કઠિન જણાતો હતો.

કાઝી (૧૯૮૭) એ ધોરણ દસના વિદ્યાર્થીઓ માટે અંકગણિત વિષયનાં સૌથી વધુ કઠિન એકમો ધરાવતા પ્રકરણની સરળ અધ્યયન સામગ્રી તૈયાર કરી તેની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પરની અસરકારકતા તપાસવાનું કાર્ય કર્યું છે. એમ.એડ્. કક્ષાના તેમના આ અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા.

૧. શ્રેણી દસના અંકગણિતના અભ્યાસક્રમમાં સમાયેલાં પ્રકરણો પૈકી પ્રત્યેક પ્રકરણમાં આવેલાં પ્રત્યેક એકમની કઠિનતા કક્ષા નક્કી કરવી.

૨. વિવિધ પ્રકરણોમાંથી સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ તારવવું.

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં પ્રયોજકે ત્રણ પ્રકારનાં ઉપકરણો રચ્યાં હતાં : (૧) સૂચિપત્ર, (૨) પ્રશ્નાવલિ અને (૩) સિદ્ધિ કસોટી. આ ઉપકરણો દ્વારા રાજકોટ શહેર અને પડધરી ગામના શ્રેણી દસની વાર્ષિક પરીક્ષા આપી હોય તેવા વ્યાપવિશ્વમાંથી સહેતુક પદ્ધતિથી ૧૦૦ વિદ્યાર્થીઓને નમૂનામાં પસંદ કર્યા હતા. તેમજ કઠિનતા કક્ષા નક્કી કરવા માટે શ્રેણી દસમાં અંકગણિત ભણાવતા હોય તેવા ત્રીસ શિક્ષકોને હેતુ પૂર્વકની નમૂના પસંદગીથી પસંદ કરી. માહિતી એકત્ર કરી હતી. મળેલી માહિતીનું પૃથક્કરણ કરવા માટે પ્રથમ પ્રત્યેક એકમની સરાસરી કઠિનતા શોધવામાં આવી હતી. પ્રાયોગિક પદ્ધતિ દ્વારા મેળવેલી માહિતીનું પૃથક્કરણ કરવા માટે સહવિચરણ પૃથક્કરણ પ્રવિધિનો ઉપયોગ કરાયો હતો.

અભ્યાસનાં તારણો આ પ્રમાણે મળ્યાં હતાં.

(૧) અંકગણિત અભ્યાસક્રમમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૧૧ પ્રકરણોમાંથી (અ) ક્રમચય-સંચય તેમજ (બ) ઘનફળ આ બે પ્રકરણો વધુ કઠિન જણાયાં હતાં. તેમાં પણ ક્રમચય-સંચયનું પ્રકરણ વિદ્યાર્થીઓ માટે સવિશેષ કઠિન હતું.

કરાન્ડીકર (૧૯૭૩) એ ધોરણ ૨ થી ૭ ના અભ્યાસક્રમમાં ગણિતના ખ્યાલો અને પાઠ્યપુસ્તકોનો સર્વે કરવાનું કાર્ય કર્યું છે. પ્રસ્તુત અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા. (૧) શ્રેણી બે થી સાતના અભ્યાસક્રમમાં વિદ્યાર્થીઓની બૌદ્ધિક પરિપકવતાને અનુરૂપ ગણિતની સંકલ્પના છે કે કેમ ? તે તપાસવું તથા (૨) વિદ્યાર્થીની બુદ્ધિપ્રતિભાને અનુરૂપ વિવિધ સંકલ્પનાઓની રજૂઆત છે કે કેમ તે તપાસવું.

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં પ્રયોજકે ઉપકરણમાં શિક્ષકો માટે પ્રશ્નાવલિ રચી હતી. અભ્યાસનાં તારણો આ પ્રમાણે મળ્યાં હતાં.

૧. અભ્યાસક્રમમાં શ્રેણી બે થી સાતની સમય અને અવકાશ સિવાયની બધી જ સંકલ્પનાઓ વિદ્યાર્થીઓની બૌદ્ધિક પરિપકવતાને અનુરૂપ છે.

૨. શ્રેણી બે થી સાતના ગણિતની ચાલીસ સંકલ્પનાઓમાંથી શિક્ષકોના મતે ૨૦ સંકલ્પનાઓ સહેલી છે અને ૨૦ સંકલ્પનાઓ અઘરી છે.

૩. શિક્ષકો અભ્યાસક્રમને બદલે પાઠ્યપુસ્તક અનુસરે છે.

૪. પાઠ્યપુસ્તકમાં વિષયવસ્તુનું નિરૂપણ મનોવૈજ્ઞાનિક કરતાં તાર્કિક વધુ છે.

૫. વિદ્યાર્થીઓને સ્વ-પ્રયત્ન અને નક્કર અનુભવો પૂરા પાડવામાં તથા પૂરતા દૃઢીકરણમાં પાઠ્યપુસ્તક ઓછી મદદ કરે છે.

માંકડ (૧૯૮૩) એ ધોરણ બારના વિદ્યાર્થીઓના રસાયણ વિષયનાં વિવિધ વિષયાંગો અંગેના પ્રતિભાવોનો અભ્યાસ કરવાનું કાર્ય કર્યું છે. એમ.એડ્. કક્ષાના તેમના આ અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) નીચેનાં પાંચ જૂથોના સંદર્ભમાં શ્રેણી બારના રસાયણ

વિજ્ઞાન વિષયનાં વિવિધ વિષયાંગોની કઠિનતા કક્ષા નકકી કરવી. (અ) શ્રેણી દસનાં વાર્ષિક પરીક્ષાના પરિણામને આધારે શ્રેણી બારનાં હોશિયાર તથા નબળા વિદ્યાર્થીઓની દષ્ટિએ (બ) શ્રેણી બારના વાર્ષિક પરીક્ષાના રસાયણ વિજ્ઞાનના ગુણને આધારે હોંશિયાર તથા નબળા વિદ્યાર્થીઓની દ્રષ્ટિએ (ક) શ્રેણી બારના સમગ્ર વિદ્યાર્થીઓની દષ્ટિએ (૨) રસાયણ વિજ્ઞાનના શિક્ષકોના અભિપ્રાયે રસાયણ વિજ્ઞાન વિષયનાં વિવિધ વિષયાંગો વિદ્યાર્થીઓને ભણવામાં કેટલાં કઠિન લાગતાં હશે તે નક્કી કરવું.

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં પ્રયોજકે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ પર આધારિત અભિપ્રાયાવલિની રચના કરી હતી. સર્વેક્ષણ પ્રકારની સંશોધન પદ્ધતિથી રચેલા ઉપકરણને આધારે ૭૫૭ વિદ્યાર્થીઓના વ્યાપવિશ્વમાંથી ૪૮૫ વિદ્યાર્થીઓ તેમજ રસાયણ વિજ્ઞાનના ૪૫ શિક્ષકોને નમૂનામાં પસંદ કરી માહિતી એકત્ર કરી હતી. મળેલી માહિતીનાં પૃથક્કરણ માટે વિશિષ્ટ પ્રકારની આંકડાકીય ગણતરી કરીને અભ્યાસક્રમના પ્રત્યેક એકમ માટે કાઇ-વર્ગ કસોટીનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

અભ્યાસનાં તારણો આ પ્રમાણે મળ્યાં હતાં.

૧. હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓ માટે પ્રમાણમાં આ વિષય સરળ જણાતો હતો. જ્યારે નબળા વિદ્યાર્થીઓ માટે પ્રમાણમાં આ વિષય કઠિન હતો. શિક્ષકોની દષ્ટિએ પણ આ વિષય વિદ્યાર્થીઓ માટે કઠિન હતો.

૨. રસાયણ વિજ્ઞાનના ત્રણ વિભાગો ભૌતિક, રસાયણ, અકાર્બનિક રસાયણ અને કાર્બનિક રસાયણ પૈકી કાર્બનિક રસાયણ નબળા વિદ્યાર્થી માટે વધુ કઠિન હતો. જ્યારે ભૌતિક રસાયણ વધુ સરળ હતો. પરંતુ હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓ માટે ત્રણે વિભાગો કઠિનતાની દષ્ટિએ સમાન હતા.

૩. રસાયણ વિજ્ઞાનના અભ્યાસક્રમને સમગ્ર રીતે જોઇએ તો અકાર્બનિક રસાયણનાં પ્રકરણો અને તેમાં પણ નાઇટ્રોજન અને ઓક્સિજન સમૂહના તત્ત્વોનાં બન્ને પ્રકરણો સવિશેષ જણાતાં હતાં.

મહારાષ્ટ્ર સ્ટેટ બોર્ડ ઑફ ટેક્ષબુક એન્ડ કેરીકયુલર રિસર્ચ (૧૯૭૫) ધોરણ ૧ થી ૭ ના ગણિત અને વિજ્ઞાન વિષયના પ્રાથમિક શિક્ષકોની લાયકાત અને તેના અભિપ્રાયે ગણિત અને વિજ્ઞાનના અભ્યાસક્રમ અંગેનો સર્વે કરવાનું કાર્ય કર્યું હતું. પ્રસ્તુત અભ્યાસના હેતુઓ : શ્રેણી એકથી સાત માટેના ગણિત શાસ્ત્ર તથા વિજ્ઞાન વિષયના નવા અભ્યાસક્રમ અંગે ગણિત તેમજ વિજ્ઞાનના શિક્ષકોનો અભિપ્રાય મેળવવાનો હતો. પ્રસ્તુત સંશોધનમાં પ્રયોજકે ઉપકરણમાં ગણિત અને વિજ્ઞાનની પ્રશ્નાવલિ રચી હતી.

અભ્યાસનાં તારણો આ પ્રમાણે મળ્યાં હતાં.

૧. દસ ટકા ગણિત શિક્ષકો એવું માનતા હતા કે આધુનિક ગણિતનો અભ્યાસક્રમ

ઘણો કઠિન છે. ૬૩ ટકાના મતે કેટલાક અંશે કઠિન છે. જયારે ૨૭ ટકા એવું માનતાં હતા કે તે સરળ છે.

૨. ચુંમોતેર ટકા શિક્ષકોએ એવો અભિપ્રાય આપ્યો છે કે આધુનિક ગણિતશાસ્ત્રને વૈકલ્પિક વિષય તરીકે ન રાખતાં ફરજિયાત બનાવવું જોઇએ.

૩. કેટલાક ગણિત શિક્ષકોએ જણાવ્યું કે આધુનિક ગણિતશાસ્ત્રને ન્યાય આપવા માટે લાંબાગાળાના અભિમુખ તાલીમ કાર્યક્રમો યોજવા જોઇએ. ગણિતશાસ્ત્રના તાસ વધારવા જોઇએ અને અધ્યયન માટે નવાં સાધનો પૂરાં પાડવાં જોઇએ.

૪. સિત્તેર ટકા શિક્ષકોએ એવી ફરિયાદ કરી કે પ્રયોગ માટે પૂરતાં સાધનો મળતાં નથી. ૨૪ ટકા શિક્ષકોએ દર્શાવ્યું કે તેઓએ પ્રયોગ કરવા માટે વિદ્યાર્થીઓને તક આપેલી હતી.

૫. પંચોતેર ટકા શિક્ષકોએ એવો અભિપ્રાય આપ્યો હતો કે વિજ્ઞાનનો વિષય અલગ વિષય તરીકે શિખવવો જોઇએ. જેમાં ભૌતિક વિજ્ઞાન, રસાયણ વિજ્ઞાન અને જીવવિજ્ઞાનનો સમાવેશ કરવો જોઇએ.

૬. છયાંસી ટકા શિક્ષકોએ એવો આત્મવિશ્વાસ વ્યકત કર્યો કે તેઓ વિજ્ઞાનનો વિષય એક જુદા વિષય તરીકે શિખવવા શક્તિમાન છે.

ગ્રોવર (૧૯૯૧) એ દિલ્હીની કેન્દ્રીય અને સરકારી શાળાઓના વિદ્યાર્થીઓની વાંચનક્ષમતાનું ધોરણ તપાસવા અભ્યાસ હાથ ધરેલો. પીએચ.ડી. કક્ષાના તેમના આ અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) સરકારી અને કેન્દ્રીય શાળાના વિદ્યાર્થીઓની તેઓની વાચન ક્ષમતાના સંદર્ભમાં તુલના કરવી. (૨) વાચન ક્ષમતા સંદર્ભમાં છોકરાઓ અને છોકરીઓની તુલના કરવી.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ માટે ૪૦૦ છોકરીઓ અને ૪૦૦ છોકરાઓ મળીને કુલ ૮૦૦ વિદ્યાર્થીઓ દિલ્હીના ચાર અલગ અલગ વિસ્તારોમાંથી કેન્દ્રીય તેમજ સરકારી શાળામાંથી પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. તેઓની પાસેથી માહિતી મેળવવા માટે ઉપકરણ તરીકે શબ્દભંડોળ કસોટી, વાચન અર્થગ્રહણ ક્ષમતા માપવા માટેની ટેસ્ટ, વાચન રસ માટેની ટેસ્ટ વગેરે દ્વારા માહિતી એકત્ર કરવામાં આવી અને તેનું પૃથક્કરણ અંકશાસ્ત્રીય પ્રયુક્તિઓ દ્વારા કરવામાં આવ્યું.

અભ્યાસના અંતે આ પ્રમાણેનાં તારણો મળ્યાં હતાં.

૧. સરકારી શાળાઓના છોકરાઓ અને છોકરીઓના વાચનમાં જાતીયતાની દ્દષ્ટિએ કોઇ સાર્થક તફાવત જોવા મળ્યો ન હતો.

૨. વાચન ક્ષમતા કસોટીની છ એ છ ઘટકોમાં કેન્દ્રીય વિદ્યાલયના વિદ્યાર્થીઓ અને સરકારી શાળાના વિદ્યાર્થીઓના સરાસરી સિદ્ધિ પ્રાપ્તાંકો વચ્ચે સાર્થક તફાવત જોવા મળ્યા હતા. (SPR ૦૬૦૪)

દોરાસ્વામી (૧૯૮૬) એ ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિ અને ક્ષમતા આધારિત અભ્યાસક્રમની રચના અને પ્રમાણીકરણ માટે અભ્યાસ હાથ ધરેલો. પીએચ.ડી. કક્ષાના તેમના અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) ગણિત શિક્ષકની અપેક્ષિત ક્ષમતા તથા શિક્ષણની પદ્ધતિઓની વિશેષતાઓ અને ન્યૂનતાઓ શોધવી. (૨) માધ્યમિક શાળાકક્ષાએ ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિઓ અંગે ક્ષમતા આધારિત અભ્યાસક્રમનો વિકાસ કરવો.

પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિ પર આધારિત આ સંશોધનમાં બી.એડ્.માં ખાસ વિષય તરીકે ગણિત વિષય પસંદ કરેલો હોય તેવા વિદ્યાર્થીઓના વ્યાપવિશ્વમાંથી ૪૮ વિદ્યાર્થીઓના સમૂહને નમૂનામાં પસંદ કરવામાં આવેલો. આ સમૂહને પ્રયોગજૂથ તેમજ નિયંત્રિત જૂથ એમ બે જૂથોમાં વિભાજિત કરીને પ્રત્યેક જૂથને સપ્તાહમાં પંચાવન મિનિટના છ તાસનું શિક્ષણ આપી અને પ્રશ્નાવલિ દ્વારા માહિતી મેળવવામાં આવી હતી. અને મળેલી માહિતીના પૃથક્કરણને અંતે આ પ્રમાણેનાં તારણો મળ્યા હતાં.

૧. પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમ કરતાં સી.બી.સી. ગણિત શિક્ષણની પદ્ધતિની માન્ય ક્ષમતાના વિકાસ તથા ગણિત શિક્ષકોના પ્રશિક્ષણનાં પૃથક્ પાસાઓ અને શિક્ષણ ક્ષમતાની દૃષ્ટિએ સી.બી.સી. સામાન્ય રીતે વધારે અસરકારક રહ્યો.

૨. સાંઇઠ ટકા શિક્ષક-વિદ્યાર્થીઓના વીસમાંથી પંદર ક્ષમતાઓમાં સી.બી.સી.ને કારણે વિકાસ થયો, જ્યારે પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમમાંથી માત્ર બે જ ક્ષમતામાં પ્રભુત્વ પ્રાપ્ત થયું.

૩. સી.બી.સી.ને કારણે ૬૯ ટકા તાલીમાર્થીઓમાં ક્ષમતાઓનો વિકાસ થયો જ્યારે પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમમાં આ વિકાસ અવગણી શકાય તેટલો હતો.

૪. પ્રાયોગિક જૂથમાં પ્રભુત્વવાળા ક્ષમતાર્થીઓનો વર્ગ અસામાન્ય રીતે વધારે હતો. જ્યારે પ્રાયોગિક જૂથમાં ચૌદ વ્યક્તિગત ક્ષમતાઓ અને સામૂહિક સમગ્ર ક્ષમતામાં ન્યૂનતા હતી.

૫. સી.બી.સી. ને કારણે તમામ શૈક્ષણિક પાસાઓ પરત્વેના અભિગમમાં ઘનિષ્ઠ વિકાસ નોંધાયો હતો. જ્યારે પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમ દ્વારા પાઠ આયોજન સિવાયનાં તમામ શૈક્ષણિક પાસાઓમાં વિકાસ નોંધાયો હતો.

૬. સી.બી.સી. એ પાઠ આયોજન-શિક્ષણ, પદ્ધતિ અને તાલીમ પરત્વે પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમ કરતાં વધારે હકારાત્મક અભિગમ વિકસાવ્યો હતો.

૭. સી.બી.સી. અને પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમ પાઠ નિરીક્ષણ અને વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષણ આપવા અંગે હકારાત્મક અભિગમનો વિકાસ સાધવામાં એક સરખાં સફળ થયાં હતાં.

૮. જે શિક્ષકે વિદ્યાર્થીઓ પર સી.બી.સી.નો અમલ કરેલો તેઓએ પ્રવર્તમાન અભ્યાસક્રમને અનુસરનારાઓ કરતાં શિખવવામાં સારો દેખાવ કર્યો હતો. સમગ્રપણે શિક્ષણકાર્યના પ્રાયોગિક જૂથના કાર્ય ઉપર પાઠ આયોજનની વધારે અસર જોવા મળી હતી.

ઉચાટ (૨૦૦૧) એ પોતાના સંશોધનમાં ધોરણ-૬ ના ગણિતની ક્ષમતાઓની કઠિનતા કક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન ક્ષમતાક્ષેત્રની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયોનો અભ્યાસ કરેલો. એમ.એડ્. કક્ષાના તેમના આ અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) ધોરણ-૬ ના ગણિત અભ્યાસક્રમમાં સમાવિષ્ટ પ્રત્યેક ક્ષમતાની (અ) શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં પડતી મુશ્કેલીઓના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું. (બ) શિક્ષકોના અભિપ્રાયે વિદ્યાર્થીઓને શિખવવામાં નડતી મુશ્કેલીઓના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું. (૩) શિક્ષકોનાં અભિપ્રાયે સૌથી કઠિન ક્ષમતાક્ષેત્રનાં અઘરાપણાનાં કારણો તપાસવાં. (૪) સૌથી કઠિન ક્ષમતાક્ષેત્રનાં અઘરાપણાનાં સંદર્ભમાં શિક્ષકોના અભિપ્રાયે ઉપાયો (સૂચનો) પ્રાપ્ત કરવાં.

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં બે પ્રકારનાં ઉપકરણોની રચના કરવામાં આવેલી. (૧) ક્ષમતાઓની કઠિનતા અંગેની માહિતી એકત્ર કરવાનું ઉપકરણ અને (૨) માપનનું ક્ષેત્ર અઘરું લાગવા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવા માટેનું ઉપકરણ સર્વેક્ષણ પ્રકારના આ સંશોધનમાં રચેલાં ઉપકરણોને આધારે રાજકોટ જિલ્લા પંચાયત સંચાલિત પ્રાથમિક શાળાઓના ધોરણ-૬ ના ગણિત શિક્ષકોના વ્યાપવિશ્વમાંથી સહેતુક રીતે ૧૨૪ શિક્ષકો નમૂનામાં પસંદ કરી માહિતી મેળવવામાં આવી હતી અને સંકુલ આંકડાશાસ્ત્રીય ગણતરીઓ કરીને મળેલી માહિતીનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું. અભ્યાસના અંતે આ પ્રમાણે તારણો મળ્યાં હતાં.

૧. ૮૬ ક્ષમતાઓ પૈકી શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં ૧૨ ક્ષમતાઓ ખૂબ જ અઘરી, ૩૩ ક્ષમતાઓ અઘરી, ૩૧ ક્ષમતાઓ સામાન્ય, ૯ ક્ષમતાઓ સહેલી તથા ૧ ક્ષમતા ખૂબ જ સહેલી લાગી હતી.

૨. શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં ખૂબ જ સહેલી લાગી હોય તેવી એક ક્ષમતા 'સમાંતર રેખાઓ વિશે જાણે છે.' (ક્ષમતાક્રમ ૬.૬.૩) હતી.

૩. શિક્ષકોના અભિપ્રાય અનુસાર વિદ્યાર્થીને અધ્યયનમાં આ ૮૬ ક્ષમતાઓ પૈકી ૧૫ ક્ષમતાઓ ખૂબ કઠિન, ૨૦ ક્ષમતાઓ કઠિન, ૨૩ ક્ષમતાઓ સામાન્ય ૧૬ ક્ષમતાઓ સરળ અને ૧૨ ક્ષમતાઓ વધુ સરળ લાગતી હતી.

૪. ૮૬ ક્ષમતાઓ પૈકી નવ ક્ષમતાઓ એવી હતી કે જે શિક્ષકોના અભિપ્રાયે શિક્ષકોને તેમજ વિદ્યાર્થીઓને કઠિન લાગતી હતી.

૫. ગણિત શિક્ષકોને ૮૬ ક્ષમતાઓ પૈકી વધુ ક્ષમતાઓ કઠિન અને ઓછી ક્ષમતાઓ સરળ લાગતી હતી.

૬. વિદ્યાર્થીઓને ૮૬ ક્ષમતાઓ પૈકી વધુ ક્ષમતાઓ કઠિન કે સરળ લાગે છે. તેવું કહી શકાય નહીં.

ઉચાટ (૨૦૦૩) એ પોતાના સંશોધન પ્રોજેક્ટમાં ધોરણ આઠનાં ગણિત એકમોની કઠિનતા કક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણોની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયોનો અભ્યાસ કરેલો. જી.સી.ઇ.આર.ટી. દ્વારા અનુદાનિત આ સંશોધન પ્રોજેક્ટના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) ધોરણ આઠનાં ગણિતમાં આવરાયેલાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેના ઉપકરણની રચના કરવી. (૨) ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલાં પ્રત્યેક એકમની (અ) શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં પડતી મુશ્કેલીના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું. (બ) વિદ્યાર્થીઓને શીખવામાં નડતી મુશ્કેલીઓના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવું. (૩) કઠિનતાકક્ષાના સંદર્ભમાં ધોરણ-આઠના ગણિતનાં પ્રકરણોની તુલના કરવી. (૪) સૌથી કઠિન પ્રકરણોના અઘરાપણાનાં કારણો તપાસવાં. (૫) સૌથી કઠિન પ્રકરણોના અઘરાપણાનાં સંદર્ભમાં ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવાં.

આ અભ્યાસના વ્યાપવિશ્વ તરીકે ધોરણ આઠમાં અધ્યયન કરતા વિદ્યાર્થીઓ અને ધોરણ આઠમાં ગણિતનું અધ્યાપન કાર્ય કરતાં શિક્ષકો નમૂનામાં પસંદ કર્યા હતા. આ અભ્યાસમાં માહિતીનું એકત્રીકરણ કરવા ત્રણ પ્રકારના ઉપકરણોની રચના કરવામાં આવેલી જેમાં (૧) ધોરણ આઠનાં ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ (૨) અઘરાપણાનાં કારણો જાણવા માટેનું ઉપકરણ, અને (૩) પ્રકરણોને સરળ બનાવવા માટેનાં સૂચનો પ્રાપ્ત કરવા માટેનું ઉપકરણ, મળેલી માહિતીઓનું અંકશાસ્ત્રીય પ્રયુક્તિઓ દ્વારા પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું. જેના અંતે મળેલાં તારણો આ પ્રમાણેનાં હતાં :

૧. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને કુલ ૩૨૨ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૯ ખૂબ જ સહેલાં, ૬૯ સહેલાં, ૯૩ સામાન્ય, ૧૧૫ અઘરાં, ૩૬ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. આમ શિક્ષકોને ધોરણ આઠના ગણિતમાં મોટાભાગનાં શૈક્ષણિક એકમો કઠિન જણાય છે. અને ઓછાં શૈક્ષણિક એકમો સરળ લાગે છે.

૨. અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૩૨૨ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૮ ખૂબ જ સહેલાં, ૮૨ સહેલાં, ૯૯ સામાન્ય, ૭૯ અઘરાં તથા ૪૪ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં.

૩. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણો સરળ બનાવવાનાં સૂચનો આ પ્રમાણે હતાં. અવયવ પાડતા શિખવવું, મોડેલો દર્શાવી સમજ વિકસાવવી. નિયમો દઢ કરાવવા, ગણનકાર્ય કરાવવું, સંકલ્પના સ્પષ્ટ કરાવવી.

૪. અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણો સરળ બનાવવા સૂચનો, વ્યાખ્યાઓ, પૂર્વ ધારણાઓ, સત્યના ખ્યાલનો ઉપયોગ કરતાં શિખવવું, ખૂણાઓનો ખ્યાલ, મૉડેલનો ઉપયોગ, થિયરીનું જ્ઞાન આપવું, રમતો દ્વારા જ્ઞાન ગણનકાર્ય કરાવવું વગેરે સૂચનો હતાં.

રામાનુજ (૧૯૯૮) એ પોતાના સંશોધન પ્રોજેક્ટમાં શ્રેણી ચારના ગણિત વિષયના અધ્યયન ક્ષેત્ર - ૪ (અપૂર્ણાંક)માં વિદ્યાર્થીઓની કચાશનું નિદાન કરવાનું કાર્ય કરેલ. પ્રાથમિક શિક્ષણ એ ઉચ્ચ શિક્ષણનો પાયો હોવાથી તેમાં રહેતી અધ્યયન કચાશનું નિદાન કરવા માટે પ્રસ્તુત અભ્યાસ હાથ ધરવામાં આવ્યો હતો. જી.સી.ઈ.આર.ટી. દ્વારા અનુદાનિત આ સંશોધન પ્રોજેક્ટના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) અધ્યયન ક્ષેત્ર - ૪ (અપૂર્ણાંક) સંબંધિત નિદાન કસોટીની રચના કરવી. (૨) ઉપરોક્ત અધ્યયન ક્ષેત્રમાં રહી જતી વિદ્યાર્થીઓની કચાશ જાણવી અને (૩) ક્ષમતાદીઠ કઠિન બાબતોને ઓળખીને તેનું અર્થઘટન કરવું.

અમરેલી શહેર વિસ્તારની નગર પ્રાથમિક શિક્ષણ સમિતિ હસ્તકની તેમજ સરકાર માન્ય ખાનગી પ્રાથમિક શાળાઓ મળી સત્તર શાળાઓનાં ધોરણ-૪ માં અભ્યાસ કરતાં કુલ ૧૭૦૪ બાળકોનો સમાવેશ પ્રસ્તુત અભ્યાસના નમૂનામાં થયો હતો. આ નમૂના પાસેથી સર્વેક્ષણ પદ્ધતિથી માહિતી એકત્ર કરવા માટે ધોરણ-૪ ના ગણિત પાઠ્યપુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ પાંચ અધ્યયન ક્ષેત્રોની કુલ ૬૦ ક્ષમતાઓ સંબંધે ક્રમમાપદંડ રચવામાં આવ્યો હતો. ધોરણ-૪ ભણાવતાં વીસ શિક્ષકો પાસે કઠિનક્ષેત્ર અને ક્ષમતાનું તારણ કરાવાયું, જેના પૃથક્કરણને લક્ષમાં લઈ અપૂર્ણાંક સંબંધી અધ્યયન ક્ષેત્ર ચારની છ ક્ષમતા માટે કસોટીની રચના કરવામાં આવી. અહીં દરેક ક્ષમતાદીઠ અપેક્ષિત વર્તન પરિવર્તનો તારવવામાં આવ્યાં અને દરેક વર્તન પરિવર્તનોની ચકાસણી માટે એ, બી, સી, ડી, ઇ અને એ-૧ આમ, છ વિભાગમાં ૮૫ કલમો તૈયાર કરી કસોટી રચવામાં આવી હતી. મળેલી માહિતીનું ટકાવારીમાં રૂપાંતર કરવામાં આવ્યું હતું. અભ્યાસનાં તારણો આ પ્રમાણે હતાં.

૧. એમ.એલ.એલ.ના ધોરણ (૭૦×૮૦) મુજબ ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૪.૧ માં ૭૦ ટકા વિદ્યાર્થીઓ નબળા જણાયા હતા.

૨. સમગ્રતયા ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૪.૩ માં વિદ્યાર્થીઓ નબળા (૫૦×૫૦) જણાયા હતા.

૩. ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૪.૪ માં ૮૧ ટકા વિદ્યાર્થીઓનું ૫૦ ટકા સુધીનું સિદ્ધિસ્તર જોવા મળ્યું હતું.

૪. ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૪.૫ માં ૬૮ ટકા વિદ્યાર્થીઓ નબળા જણાયા હતા.

૫. ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૪.૬ માં મોટાભાગના વિદ્યાર્થીઓ (૯૦ ટકા) નબળા માલૂમ પડ્યા હતા.

૬. ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૪.૧ માં ૯૮ ટકા વિદ્યાર્થીઓ નબળા જણાયા હતા.

દેસાઇ (૧૯૯૯) એ પોતાના સંશોધન પ્રોજેક્ટમાં સુરત જિલ્લાના સી.આર.જી. મિત્રોએ અંગ્રેજી ભાષાની લેખિત અભિવ્યક્તિમાં પડતી મુશ્કેલીઓ જાણી તાલીમ દ્વારા તેનું નિવારણ કરવાનું કાર્ય કરેલું. જી.સી.ઇ.આર.ટી. ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત આ સંશોધન પ્રોજેક્ટના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) સી.આર.જી. મિત્રોને અંગ્રેજી વિષયના અધ્યયન ક્ષેત્ર-૪ લેખનમાં પડતી મુશ્કેલીઓ જાણવી. (૨) સી.આર.જી. મિત્રોને લેખનના ક્ષેત્રમાં પડતી મુશ્કેલીઓ સંદર્ભે આપેલી તાલીમની અસરકારકતા તપાસવી.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં સૂરત જિલ્લાના ૨૩૬ જૂથ સંશાધન કેન્દ્રોના અંગ્રેજી ભાષાના ૨૩૬ સી.આર.જી.ના વ્યાપવિશ્વમાંથી હેતુલક્ષી નમૂના પદ્ધતિ દ્વારા ઉચ્છલ નિઝર તાલુકાના અંગ્રેજી ભાષાના ૩૦ સી.આર.જી. મિત્રોને પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. જેમની પાસેથી માહિતી એકત્ર કરવા માટે ધોરણ ૬ ના અંગ્રેજી ભાષાના અધ્યયન ક્ષેત્ર-૪ ની વિવિધ ક્ષમતાઓ પર આધારિત સ્વયં ક્ષમતાલક્ષી પ્રશ્નપત્રનો ઉપકરણ તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. અભ્યાસની પ્રયોગ યોજનામાં પૂર્વ કસોટી ઉત્તર કસોટી એક જૂથ પ્રાયોગિક સંશોધન યોજના અનુસરવામાં આવી હતી. તેમજ તાલીમ કાર્યક્રમ દરમ્યાન શબ્દ રમતો, જોડણીની રમતો, વ્યાકરણ રમતો, અનુવાદ લેખન, જ્ઞાનબંધ લેખનનો સમાવેશ થતો હતો. જેના દ્વારા મળેલી માહિતીનું વિશ્લેષણ કરવામાં ટી-કસોટીનો ઉપયોગ કર્યો હતો.

અભ્યાસના અંતે આ પ્રમાણે તારણો મળ્યાં હતાં :

૧. સી.આર.જી.ના શિક્ષકોને અપાયેલી અંગ્રેજી ભાષાની તાલીમ અસરકારક રહી છે.

૨. સી.આર.જી.ના શિક્ષકોને ધોરણ-૬ ની લેખનના ક્ષેત્રમાં ક્ષમતાક્રમાંક ૪.૬.૩ કઠિન લાગે છે.

૩. સરળતાની દૃષ્ટિએ ક્ષમતાઓને ક્રમમાં ગોઠવતાં નીચે પ્રમાણેનાં ક્રમ મળે છે. (૧) ૪.૬.૬ (૨) ૪.૬.૫ (૩) ૪.૬.૪ (૪) ૪.૬.૩

ગજેરા (૨૦૦૨) એ રાજકોટ જિલ્લાની પ્રાથમિક શાળાઓના વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ અંગેનો અભ્યાસ હાથ ધરેલો. ઇ.ડી.એન.-૧૨ યોજના અંતર્ગત જી.સી.ઇ.આર.ટી. ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત આ સંશોધન પ્રોજેક્ટના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) જિલ્લાના ત્રીજા થી સાતમા ધોરણમાં ભણતા વિદ્યાર્થીઓની વિવિધ વિષયોમાં શૈક્ષણિક સિદ્ધિ જાણવી. (૨) તાલુકા કક્ષાએ પ્રાથમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓની ધોરણવાર વિષયવાર સિદ્ધિ જાણવી. (૩) જિલ્લા કક્ષાએ ધોરણવાર, વિષયવાર કઠિનબિંદુઓ જાણવાં. (૪) તાલુકાકક્ષાએ

ધોરણવાર, વિષયવાર કઠિન બિંદુઓ જાણવાં. (૫) જિલ્લાની વર્ષ ૧૯૯૮-૯૮, ૨૦૦૦-૦૧ અને ૨૦૦૨-૦૩ ની શૈક્ષણિક સિદ્ધિની તુલના કરવી. (૬) છઠ્ઠા ધોરણના શિક્ષકોને કઠિનબિંદુઓ વિષયક તાલીમ આપ્યા પછી છઠ્ઠા ધોરણમાં વિદ્યાર્થીનું દરેક વિષયમાં શૈક્ષણિક સિદ્ધિમાં થયેલું પરિવર્તન જાણવું. (૭) વિદ્યાર્થીઓમાં શૈક્ષણિક સિદ્ધિ અને તેમની જાતીયતા વચ્ચે તાલુકા અને જિલ્લા કક્ષાએ સંબંધ તપાસવા.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ માટે બહુસોપાની નિદર્શન પદ્ધતિ અનુસરીને નમૂના પસંદગી કરવામાં આવી હતી. જિલ્લાના કુલ સાત તાલુકાઓ અને રાજકોટ શહેરની શાળાના કુલ ૮૦૦૦ વિદ્યાર્થીઓ નમૂનામાં સમાવિષ્ટ હતા. જેની પાસેથી માહિતી મેળવવા માટે જી.સી.ઇ.આર.ટી. ગાંધીનગર અને ભાવનગર યુનિવર્સિટીના સબળ માર્ગદર્શન હેઠળ રાજ્યના જિલ્લા શિક્ષણ અને તાલીમ ભવનના વ્યાખ્યાતાઓ દ્વારા તૈયાર કરવામાં આવેલી પ્રમાણિત સિદ્ધિ કસોટીનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલો હતો. જેના આધારે પ્રાપ્ત માહિતીનું વિશ્લેષણ કરવા માટે શ્રી નવનીતભાઇ રાઠોડ રચિત એન.આર.ટી.વી.બી. તથા જી.એ.પી. પ્રોગ્રામનો ઉપયોગ કરી કમ્પ્યૂટરમાં કુલ ૨૧,૯૫,૨૦૦ કેરેકટરની કમ્પ્યૂટર ડેટા એન્ટ્રી કરવામાં આવેલ. અભ્યાસના તારણો આ પ્રમાણે હતાં.

૧. જિલ્લા કક્ષાએ કોઇપણ ધોરણના કોઇપણ વિષયમાં ૭૫% સિદ્ધિ ૮૦% વિદ્યાર્થીઓ પ્રાપ્ત કરી શકયા ન હતા.

૨. કુલ ૨૭ વિષયોમાંથી ૧૫ વિષયોમાં ૫૦% વિદ્યાર્થીઓ ૫૦% સિદ્ધિ કક્ષા મેળવવામાં સફળ થયા હતા.

૩. જિલ્લા કક્ષાએ ઉચ્ચ પ્રાથમિક વર્ગના કુલ ૨૧ વિષયો પૈકી ૧૧ વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓ ૫૦×૫૦ સિદ્ધિસ્તર મેળવી શકયા નથી.

૪. ઉચ્ચ પ્રાથમિક કક્ષાએ ગણિત વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓ ઓછી સિદ્ધિ ધરાવતા હતાં.

૫. જિલ્લામાં કોઇપણ ધોરણનાં કોઇપણ વિષયના ૧૦૦ ટકા વિદ્યાર્થીઓ ૩૫% સિદ્ધિકક્ષા મેળવી શકયા ન હતાં.

૬. ૨૭ વિષયોમાંથી ૧૫ વિષયોમાં સિદ્ધિસ્તર ૫૦×૫૦ નું સિદ્ધ થયેલું હતું.

૭. જિલ્લા કક્ષાએ સૌથી વધુ સરેરાશ સિદ્ધિ ૭૧.૨૮% ચોથા ધોરણના પર્યાવરણ વિષયમાં હતી. જયારે સૌથી ઓછી સિદ્ધિ સાતમા ધોરણના ગણિતમાં ૨૯.૭૭% હતી.

૮. રાજકોટ જિલ્લાની વર્ષ ૨૦૦૦-૦૧ ની સરેરાશ શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ૫૧.૮૬% હતી.

૯. રાજકોટ જિલ્લાની વર્ષ ૨૦૦૨-૦૩ ની સરેરાશ શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ૫૦.૬૬% હતી.

૧૦. વર્ષ ૨૦૦૦-૦૧ ના જિલ્લાના વિવિધ ધોરણ અને વિષયોની સિદ્ધિની તુલનામાં વર્ષ ૨૦૦૨-૦૩ માં કુલ ૨૭ વિષયોમાંથી ૧૧ વિષયમાં સિદ્ધિસ્તરમાં વધારો થયેલો જોવા મળ્યો હતો.

૧૧. વર્ષ ૨૦૦૦-૦૧ માં પ્રાપ્ત થયેલ કઠિન બિંદુઓના આધારે છઠ્ઠા ધોરણના શિક્ષકોને અપાયેલી તાલીમ બાદ જિલ્લા કક્ષાએ તાલીમના ચાર વિષયો ગુજરાતી, હિન્દી, સ્વાસ્થ્ય અને શારીરિક શિક્ષણ, સમાજવિદ્યા પૈકી ગુજરાતી અને હિન્દીમાં શૈક્ષણિક સિદ્ધિ વધી હતી.

જોષી (૨૦૦૧) એ રાજકોટ જિલ્લાની પ્રાથમિક શાળાઓનાં બાળકોની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ અંગેનો અભ્યાસ હાથ ધરેલો. ઇ.ડી.એન.-૧૬ યોજના અંતર્ગત જી.સી.ઇ.આર.ટી. ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત આ રીસર્ચ પ્રોજેક્ટના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) જિલ્લાના ત્રીજાથી સાતમા ધોરણમાં ભણતા વિદ્યાર્થીઓની વિવિધ વિષયોમાં શૈક્ષણિક સિદ્ધિ જાણવી. (૨) તાલુકા કક્ષાએ પ્રાથમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓની ધોરણવાર, વિષયવાર, સિદ્ધિ જાણવી. (૩) જિલ્લા કક્ષાએ ધોરણવાર, વિષયવાર, કઠિનબિંદુઓ જાણવા. (૪) તાલુકા કક્ષાએ ધોરણવાર, વિષયવાર, કઠિનબિંદુઓ જાણવાં. (૫) જિલ્લાની શૈક્ષણિક સિદ્ધિની વર્ષ ૧૯૯૮-૯૯ ની સિદ્ધિ સાથે તુલના કરવી. (૬) પાંચમાં ધોરણનાં શિક્ષકોને કઠિનબિંદુઓ વિષયક તાલીમ આપ્યા પછી પાંચમા ધોરણમાં વિદ્યાર્થીનું દરેક વિષયના શૈક્ષણિક સિદ્ધિમાં થયેલું પરિવર્તન જાણવું.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં રાજકોટ જિલ્લાની સરકારી પ્રાથમિક શાળાઓમાં ભણતાં કુલ ૭૦૦૦ વિદ્યાર્થીઓને ગુજરાત રાજ્યના જુદા જુદા જિલ્લા શિક્ષણ અને તાલીમ ભવનના વ્યાખ્યાતાઓ દ્વારા રચેલ પ્રમાણભૂત સિદ્ધિ કસોટીઓ આપવામાં આવી. પ્રાપ્ત માહિતીનું વિશ્લેષણ ભાવનગર યુનિવર્સિટી, શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવનના પ્રાધ્યાપક શ્રી નવનીતભાઇ રાઠોડ દ્વારા તૈયાર કરવામાં આવેલો કમ્પ્યૂટર પ્રોગ્રામ NRTVB અને NAJ.EXE ની મદદથી પરિણામો મેળવવામાં આવ્યાં. અભ્યાસના અંતે આ પ્રકારનાં તારણો મળ્યાં હતાં.

૧. જિલ્લા કક્ષાએ કોઇપણ ધોરણના કોઇપણ વિષયમાં ૭૫% સિદ્ધિ ૮૦% વિદ્યાર્થીઓ પ્રાપ્ત કરી શકયા ન હતા.

૨. કુલ ૨૭ વિષયોમાંથી ૧૯ વિષયોમાં જિલ્લાના ૫૦% વિદ્યાર્થીઓ ૫૦% સિદ્ધિ કક્ષા મેળવવામાં સફળ થયા હતા.

૩. જિલ્લા કક્ષાએ ઉચ્ચ પ્રાથમિક વર્ગમાં કુલ ૨૧ વિષયો પૈકી ૧૪ વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓ ૫૦×૫૦ સિદ્ધિ સ્તર મેળવી શકયા નથી.

૪. ઉચ્ચ પ્રાથમિક કક્ષાએ ગુજરાતી વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓ ઓછી સિદ્ધિ ધરાવતા હતા.

૫. પાંચમાં ધોરણના વિજ્ઞાન અને સમાજવિદ્યા વિષયના વિદ્યાર્થીઓ ૫૦% કરતાં ઓછી સિદ્ધિ ધરાવતા હતા.

૬. જિલ્લાના કોઈપણ ધોરણમાં કોઈપણ વિષયમાં ૧૦૦% વિદ્યાર્થીઓ ૩૫% સિદ્ધિકક્ષા મેળવી શકયા ન હતા.

૭. ચોથા, પાંચમા અને સાતમા ધોરણના ગણિતમાં તથા ત્રીજા ધોરણના પર્યાવરણમાં વિદ્યાર્થીઓ ૫૦% કરતાં ઓછી સિદ્ધિ ધરાવતા હતા.

૮. જિલ્લા કક્ષાએ સૌથી વધુ સરેરાશ સિદ્ધિ ૬૦.૩૩% સાતમા ધોરણના સમાજવિદ્યા વિષયોમાં હતી. જયારે સૌથી ઓછી સિદ્ધિ છઠ્ઠા ધોરણના ગુજરાતી વિષયમાં ૩૪.૭૮% હતી.

૯. પાંચમા, છઠ્ઠા અને સાતમા ધોરણના અંગ્રેજી અને હિન્દીમાં ૫૦% કરતાં વધુ સિદ્ધિ ધરાવતા હતા.

૧૦. જિલ્લા કક્ષાએ કુલ ૨૭ વિષયોમાં કઠિનબિંદુઓનું પ્રમાણ ૧૬% જોવા મળ્યું હતું. જે પૈકી અંગ્રેજી વિષયમાં કઠિનબિંદુઓ પ્રાપ્ત થયા ન હતાં.

૧૧. તાલુકા કક્ષાએ સૌથી વધુ સિદ્ધિ પર ૫૨.૯૭% રાજકોટ તાલુકો ધરાવતો હતો અને સૌથી ઓછી સિદ્ધિ ૪૭.૮૫% લોધિકા તાલુકો ધરાવતો હતો.

૧૨. રાજકોટ જિલ્લાની વર્ષ ૨૦૦૦-૦૧ ની સરેરાશ શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ૫૧.૮૬% હતી.

૧૩. વર્ષ ૧૯૯૮-૯૯ ના જિલ્લાના વિવિધ ધોરણ અને વિષયોની સિદ્ધિની તલુનામાં વર્ષ ૨૦૦૦-૦૧ માં ત્રીજા ધોરણના ગણિત અને ગુજરાતીમાં સરેરાશ સિદ્ધિ ઘટી હતી.

૧૪. વર્ષ ૧૯૯૮-૯૯ માં કઠિનબિંદુનું પ્રમાણ ૩૫% હતું. જે વર્ષ ૨૦૦૦-૦૧ માં ઘટીને ૧૬% થયું હતું. અલબત્ત ગુજરાતી અને ગણિતના ઉચ્ચ પ્રાથમિક ધોરણમાં કઠિનબિંદુઓનું પ્રમાણ વધ્યું હતું.

૧૫. વર્ષ ૧૯૯૮-૯૯ માં પ્રાપ્ત થયેલાં કઠિન બિંદુઓના આધારે પાંચમા ધોરણના શિક્ષકોને અપાયેલી S.O.P.T. ની તાલીમ બાદ જિલ્લા કક્ષાએ તાલીમના ચાર વિષયો ગુજરાતી, ગણિત, વિજ્ઞાન, સમાજ પૈકી ગુજરાતી અને ગણિતમાં શૈક્ષણિક સિદ્ધિ વધી હતી.

પ્રજાપતિ (૨૦૦૦) એ ધોરણ ૭ ના વિષયનું અધ્યાપન કરાવતાં પ્રાથમિક શિક્ષકોને પડતી મુશ્કેલીઓનો અભ્યાસ હાથ ધરેલો હતો. જી.સી.ઇ.આર.ટી. દ્વારા અનુદાનિત આ

સંશોધન પ્રોજેક્ટના મુખ્ય હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) પ્રાથમિક શાળામાં ગણિત વિષયમાં અધ્યાપન કરાવતા વિદ્યાર્થીઓને પડતી મુશ્કેલીને ઓળખાવી અને (૨) શિક્ષકો અને શિક્ષિકાઓની સરાસરી જાણવી.

સતલાસણા તાલુકાના તમામ શિક્ષકોના વ્યાપવિશ્વમાંથી ૨૦ શિક્ષકો અને ૮૦ વિદ્યાર્થીઓની પસંદગી કરવામાં આવી હતી. સર્વેક્ષણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને સ્વરચિત પ્રશ્નપત્ર દ્વારા માહિતી એકત્ર કરવામાં આવી હતી. પ્રાપ્ત થયેલી માહિતીનું ક્ષમતાવાર પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન કર્યું હતું.

અભ્યાસના તારણો આ પ્રમાણે હતાં :

૧. પ્રસ્તુત ક્ષમતાઓ પૈકી ૪.૭.૬, ૪.૭.૭, ૪.૭.૮ અને ૫.૭.૧૪ માં શિક્ષકો અને શિક્ષિકાઓને વિશેષ તકલીફો પડે છે.
૨. ૩.૭.૨, ૪.૭.૬, ૪.૭.૮, ૫.૭.૮, ૬.૭.૧૦ ક્ષમતાઓમાં વિદ્યાસહાયક શિક્ષકોને તાલીમની જરૂર જણાય છે.

આઇ. થોરાઇ (૧૯૮૦) એ માધ્યમિક કક્ષાએ માધ્યમિક શિક્ષણનો નવો અભ્યાસક્રમ (પશ્ચિમ બંગાળના ઈતિહાસ સંદર્ભે)નો અભ્યાસ હાથ ધરેલો હતો. આ સંશોધનના મુખ્ય હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) નવા માધ્યમિક અભ્યાસક્રમની અસરકારકતા વિશે શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓનાં દૃષ્ટિબિંદુઓ અને અભિપ્રાયો જાણવાનો મુખ્ય હેતુ હતો. તે ઉપરાંત (૨) માધ્યમિક કક્ષાએ અધ્યયન અને અધ્યાપન વચ્ચેનો સંબંધ જાણવાનો હેતુ હતો. આ અભ્યાસનું ઉપકરણ પ્રશ્નાવલિ હતું. પ્રસ્તુત સંશોધનનાં તારણો આ પ્રમાણે હતાં :

૧. ૫૧.૧૬ ટકા શિક્ષકોના મતે માધ્યમિક કક્ષાનો અભ્યાસક્રમ તેના વિષયવસ્તુની દૃષ્ટિએ ભારે તથા અસમતોલ હતો.
૨. ૩૭.૨૧ ટકા અને નૈતિક, આરોગ્ય વિષયક તથા જાતીય શિક્ષણનો અભ્યાસક્રમમાં સમાવેશ થવો જોઈએ.
૩. ૨૧.૩૯ ટકા શિક્ષકોના મતે વધુ સારા અધ્યાપન માટે શિક્ષણ અંગેનાં સાધનો પૂરાં પાડવા જોઈએ.
૪. શિક્ષકોના મતે કાર્યશિક્ષણ અંગેનો અભ્યાસક્રમ સુધારવા યોગ્ય હતો.
૫. અલગ અલગ વિષય પરત્વે શિક્ષકો તથા વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયો વચ્ચે સંબંધ જોવા મળેલો હતો.

ગામેતી (૨૦૦૩) એ ધોરણ આઠના સમાજવિદ્યા વિષયના ઈતિહાસ વિભાગનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનું કાર્ય કરેલું. એમ.એડ્. કક્ષાના તેના અભ્યાસના હેતુઓ આ પ્રમાણે હતા : (૧) શ્રેણી આઠના સમાજવિદ્યા વિષયના ઈતિહાસ વિભાગમાં આવરાયેલાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેના ઉપકરણની રચના કરવી. (૨) શ્રેણી

આઠના સમગ્ર વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ ઈતિહાસ વિભાગનાં વિવિધ વિષયાંગોની કઠિનતાકક્ષા નક્કી કરવી. (૩) શ્રેણી સાતની વાર્ષિક પરીક્ષાના પરિણામના આધારે શ્રેણી આઠના હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ ઈતિહાસ વિભાગનાં વિવિધ વિષયાંગોની કઠિનતાકક્ષા નક્કી કરવી. (૪) શ્રેણી સાતની વાર્ષિક પરીક્ષાના પરિણામને આધારે શ્રેણી આઠનાં નબળા વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ ઈતિહાસ વિભાગનાં વિવિધ વિષયાંગોની કઠિનતાકક્ષા નક્કી કરવી.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં પ્રયોજકે રાજકોટ શહેરની શાળામાં અભ્યાસ કરતાં ધોરણ-૮ ના ૩૩૦ વિદ્યાર્થીઓનો નમૂનામાં સમાવેશ કર્યો હતો. બિનસંભવ રીતે સહેતુક નમૂના પસંદગીની પદ્ધતિથી નમૂનો પસંદ કરી માહિતી એકત્ર કરવા સમયે રાજકોટ માધ્યમિક વિભાગમાં ગુજરાતી પ્રવાહ હોય તેવી શાળાઓ પસંદ કરી માહિતી એકત્ર કરી હતી. સર્વેક્ષણ દ્વારા માહિતી એકત્ર કરવા ઉપકરણ તરીકે ક્ષમતાઓનું અઘરાપણું જાણવા માટેના ઉપકરણની રચના કરવામાં આવી હતી. મળેલી માહિતીનું પૃથક્કરણ અંકશાસ્ત્રીય પ્રયુક્તિઓ દ્વારા કરવામાં આવેલું. અભ્યાસનાં તારણો આ પ્રમાણે હતાં.

૧. ધોરણ-આઠના સમાજવિદ્યાનાં ઈતિહાસ વિભાગમાં સમાવિષ્ટ ૧૨૮ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૦ એકમો વિદ્યાર્થીઓને કઠિન જણાયાં હતાં.

૨. સમગ્ર વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાય મુજબ કુલ ૧૨૮ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૦ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયનના સંદર્ભમાં સૌથી સરળ જણાયાં હતાં.

૩. કુલ ૧૨૮ એકમો પૈકી ૧૦ ખૂબ સહેલાં, ૧૧ સહેલાં, ૮૩ સામાન્ય, ૧૪ અઘરા તથા ૧૦ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. આમ, વધુ એકમો કઠિન અને ઓછાં એકમો સરળ જણાયાં હતાં.

૪. હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓના અધ્યયનના સંદર્ભમાં કુલ ૧૨૮ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૨૦ ખૂબ જ સહેલાં, ૩૧ સહેલાં, ૫૮ સામાન્ય, ૧૩ અઘરા તથા ૬ પૈકી ૨૦ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓને વધુ પડતાં શૈક્ષણિક એકમો સામાન્ય અને સરળ જણાયાં હતાં.

૫. નબળા વિદ્યાર્થીઓના અધ્યયનના સંદર્ભમાં કુલ ૧૨૮ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૮ ખૂબ જ સહેલાં, ૬૫ સામાન્ય, ૩૬ અઘરાં, તથા ૧૩ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. આમ, નબળા વિદ્યાર્થીઓને વધુ પડતાં શૈક્ષણિક એકમો અઘરાં જણાયાં હતાં.

૬. હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓના અધ્યયનના સંદર્ભમાં કુલ ૧૨૮ એકમો પૈકી ૧૦ શૈક્ષણિક એકમો સૌથી વધુ કઠિન જણાયાં હતા.

૭. નબળા વિદ્યાર્થીઓના અધ્યયનના સંદર્ભમાં કુલ ૧૨૮ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૩ એકમો સૌથી કઠિન જણાયાં હતાં.

૮. સમગ્ર હોંશિયાર તથા નબળા વિદ્યાર્થીઓના અધ્યયનના સંદર્ભમાં કુલ ૧૧ એકમો પૈકી ''ગાંધીયુગના રાષ્ટ્રીય આંદોલન-૧'' અને ''સ્વાતંત્ર્ય લડતનો વિકાસ અને આઝાદીની પ્રાપ્તિ'' પ્રકરણોમાંથી સૌથી વધુ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોનું પ્રમાણ વધુ જોવા મળ્યું હતું.

આમ, સમગ્ર વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ બે પ્રકરણો વધુ કઠિન જણાયાં હતાં.

૫.૦ પૂર્વે થયેલાં સંશોધનોની સમીક્ષા

પ્રસ્તુત અભ્યાસને અનુરૂપ કુલ સોળ સંશોધનોનો અભ્યાસ કરેલો છે. જે પૈકીનાં પાંચ સંશોધનો લઘુશોધ નિબંધ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટીના એમ.એડ્. કક્ષાનાં હતાં. ત્રણ સંશોધનો પીએચ.ડી. કક્ષાનાં હતાં. ત્રણ સંશોધનો જી.સી.ઇ.આર.ટી. દ્વારા અનુદાનિત સંશોધન પ્રોજેક્ટ હતાં. તેમજ ત્રણ સંશોધનો ગુજરાત રાજ્યના જુદા જુદા જિલ્લા શિક્ષણ અને તાલીમ ભવનના વ્યાખ્યાતાઓ દ્વારા થયેલાં સંશોધન પ્રોજેક્ટસ હતાં. અને બે સંશોધનો બોર્ડ દ્વારા થયેલાં સર્વેક્ષણ સંશોધનો હતાં.

સમીક્ષા માટે નમૂનામાં પસંદ થયેલાં સંશોધનો ૧૯૭૩ થી ૨૦૦૩ ના સમયગાળાનાં હતાં. જે પૈકી ૧૯૭૦-૭૫, ૧૯૭૬-૮૦, ૧૯૮૧-૮૫, ૧૯૮૬-૯૦, ૧૯૯૧-૯૫, ૧૯૯૬-૨૦૦૦, અને ૨૦૦૧-૦૫ ના સમયગાળામાં અનુક્રમે ૨, ૧, ૨, ૨, ૧, ૩ અને ૦૫ સંશોધનો થયાં હતાં.

સમીક્ષા માટે નમૂનામાં પસંદ થયેલાં સંશોધનો પ્રાથમિક, માધ્યમિક, ઉચ્ચ માધ્યમિક, બી.એડ્. સુધીના વિદ્યાર્થીઓ પર થયેલા અભ્યાસો હતા. જે પૈકી પ્રાથમિક, માધ્યમિક, ઉચ્ચતર માધ્યમિક, બી.એડ્.ના વિદ્યાર્થીઓ પર થયેલા અભ્યાસો અનુક્રમે ૭, ૫, ૨ અને ૧ હતા. તથા ૧ અભ્યાસ સી.આર.જી. મિત્રો પર થયેલો હતો. જેમાં ગણિત વિષય પર છ, જીવ વિજ્ઞાન વિષય પર એક, રસાયણ વિજ્ઞાન પર એક, અંકગણિત વિષય પર એક, સમાજ વિદ્યા પર એક, પ્રાથમિક ધોરણ ૧ થી ૭ ના બધા જ વિષયો પર ત્રણ અને માધ્યમિકના તમામ વિષયો પર એક અભ્યાસો થયેલા હતા. જે પૈકી અગિયાર સંશોધનો સર્વેક્ષણ પ્રકારના, ત્રણ પ્રાયોગિક તેમજ બે સંશોધનો કસોટી-સંરચનાને લગતાં હતાં.

સમીક્ષામાં પસંદ થયેલાં સંશોધનોના મુખ્ય હેતુઓમાં બે સંશોધનો (ગજેરા : ૨૦૦૩ અને જોષી : ૨૦૦૧) નો મુખ્ય હેતુ એમ.એલ.એલ. અંતર્ગત શૈક્ષણિક સિદ્ધિનો અભ્યાસ હતો. બે સંશોધનો (દેસાઇ : ૧૯૯૯, ગ્રોવર : ૧૯૯૧) નો હેતુ અંગ્રેજી ભાષાનાં વિવિધ ક્ષેત્રો સંબંધિત ક્ષમતા સાથે સંબંધિત ચલોનો અભ્યાસ કરવાનો તેમજ ક્ષમતાનું ધોરણ તપાસવાનો હતો. જ્યારે એક સંશોધન (પ્રજાપતિ : ૨૦૦૧) નો હેતુ અધ્યાપનમાં પડતી મુશ્કેલીઓની તપાસ કરવાનો તેમજ અભ્યાસક્રમની રૂપરેખા અને તેનું પ્રસ્થાપન કરવાનો હેતુ

એક સંશોધન (દોરાસ્વામી : ૧૯૮૬) નો હતો. ત્રણ સંશોધનો (ઉચાટ ડી. : ૨૦૦૩) ઉચાટ પી. : ૨૦૦૧ અને ગામેતી : ૨૦૦૩) માં જુદા જુદા વિષયોમાં સમાવિષ્ટ ક્ષમતાઓની કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનો મુખ્ય હેતુ હતો. વિષયનાં વિષયાંગો અંગેના પ્રતિભાવો જાણવાનો હેતુ મુખ્ય હોય તેવાં બે સંશોધનો (આર્ય : ૨૦૦૩ અને માંકડ : ૧૯૮૩) હતાં. જ્યારે એક સંશોધન (કાઝી : ૧૯૮૭)માં સરળ અધ્યયન સામગ્રી તૈયાર કરી તેની અસરકારકતા તપાસવાનો હેતુ હતો. એક સંશોધન (કરાન્ડીકર : ૧૯૭૩) નો મુખ્ય હેતુ અભ્યાસક્રમમાં વિદ્યાર્થીઓની બૌદ્ધિક પરિપક્વતાને અનુરૂપ ગણિતની સંકલ્પના તપાસવાનો હતો. એક સંશોધન (મહારાષ્ટ્ર સ્ટેટ બોર્ડ ટેક્ષબુક પ્રોડકશન એન્ડ કેરીક્યુલર રીસર્ચ : ૧૯૭૫) નો મુખ્ય હેતુ ગણિત અને વિજ્ઞાનના નવા અભ્યાસક્રમ અંગે તે વિષયના શિક્ષકોનો અભિપ્રાય મેળવવાનો હતો. એક સંશોધન (આઇ. થોરાઇ : ૧૯૮૦) નો મુખ્ય હેતુ નવા માધ્યમિક અભ્યાસક્રમની અસરકારકતા વિશે શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓનાં દ્દષ્ટિબિંદુ અને અભિપ્રાયો જાણવાનો હતો.

સમીક્ષા માટે નમૂનામાં પસંદ થયેલા અભ્યાસો પૈકી વ્યાપવિશ્વ તરીકે પ્રાથમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓ હોય તેવા સાત, માધ્યમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓ હોય તેવા પાંચ, ઉચ્ચતર માધ્યમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓ હોય તેવા બે અભ્યાસો હતા. જ્યારે બાકીના અભ્યાસો પૈકી એકમાં વ્યાપવિશ્વ તરીકે બી.એડ્.ના તાલીમાર્થીઓ; એકમાં સી.આર.જી. કર્મચારીઓ હતા. તેમજ પાંચ અભ્યાસોમાં શિક્ષકોનો સમાવેશ થતો હતો. આ બધા અભ્યાસો પૈકી પાંચ અભ્યાસો એવા હતા જેમાં વ્યાપવિશ્વ તરીકે શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓ બંને સાથે હતા. માત્ર શિક્ષકો વ્યાપવિશ્વ તરીકે હોય તેવો એક અભ્યાસ અને માત્ર વિદ્યાર્થીઓ વ્યાપવિશ્વ તરીકે હોય તેવા અગિયાર અભ્યાસો હતા.

સમીક્ષા માટે નમૂના પસંદ થયેલા અભ્યાસો પૈકીના વિદ્યાર્થીઓ ઉપર થયેલા અભ્યાસોમાં વિદ્યાર્થીઓનો નમૂનો ૧૦૦ થી નીચે હોય તેવા બે અભ્યાસો હતા. ૧૦૦ થી ૩૦૦ સુધીના વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા નમૂનામાં હોય તેવા બે અભ્યાસો હતા. ૩૦૦ થી ૮૦૦ વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા નમૂનામાં હોય તેવા સાત અભ્યાસો હતા. જ્યારે બાકીના અભ્યાસોમાં નમૂના તરીકે વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા ૮૦૦ થી ઉપર હતી. આ ઉપરાંત શિક્ષકો ઉપર થયેલા અભ્યાસોમાં નમૂના તરીકે શિક્ષકોની સંખ્યા ૨૦ થી ૧૨૪ સુધીની હતી.

નમૂનામાં પસંદ થયેલા અભ્યાસો પૈકી દસ અભ્યાસોમાં નમૂના પસંદગી માટે સહેતુક નમૂના પસંદગીની રીતનો ઉપયોગ થયો હતો. જ્યારે ત્રણ અભ્યાસોમાં બહુસોપાની નમૂના પસંદગીની રીતથી તેમજ ત્રણ અભ્યાસોમાં નમૂનો યાદચ્છિક રીતે પસંદ કરવામાં આવ્યો હતો.

સમીક્ષા માટે પસંદ કરાયેલા સોળ અભ્યાસો પૈકી પાંચ અભ્યાસોમાં માહિતી

એકત્રીકરણના ઉપકરણ તરીકે ક્રમમાપદંડ, ત્રણ અભ્યાસોમાં પ્રશ્નાવલિ અને આઠ અભ્યાસોમાં જુદા જુદા પ્રકારની કસોટીઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલો હતો.

મળેલી માહિતીના પૃથક્કરણ માટે કુલ સોળ અભ્યાસો પૈકી ત્રણ અભ્યાસોમાં જુદા જુદા કમ્પ્યૂટર પ્રોગ્રામની મદદ લેવામાં આવી હતી. એક અભ્યાસમાં 'ટી' કસોટી દ્વારા પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું. જ્યારે આઠ અભ્યાસોમાં જુદા જુદા વિષયોનું ક્ષમતાદીઠ પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું. અને બાકીના અભ્યાસોમાં પૃથક્કરણ કરવા માટે 'સહસંબંધાંક, ટકાવારી, અવચવ, પૃથક્કરણ, કાઈવર્ગ, એનોવા, તેમજ રીગ્રેશન એનાલીસીસ જેવી પ્રયુક્તિઓનો ઉપયોગ કરેલો હતો.

સમીક્ષામાં પસંદ કરેલાં સંશોધનોના નમૂનામાં ભાષાકીય વિષયો અને ભાષા સિવાયના વિષયોના સંદર્ભમાં તારણો મળ્યાં હતાં. જેમાં સર્વેક્ષણ પ્રકારના અભ્યાસોમાં જે તે વિષયની કઠિન ક્ષમતાઓ, કઠિન એકમો, ક્ષમતા સિદ્ધિનું પ્રમાણ, વિષયાંગો પરત્વેના વિવિધ અભિપ્રાયો, અધ્યયન અને અધ્યાપનમાં પડતી મુશ્કેલીઓ વગરે સંદર્ભમાં હતા. જે પૈકી ભાષાકીય વિષયો અંગેના અભ્યાસ (દોરાસ્વામી : ૧૯૮૬) માં સી.બી.સી.ના અભ્યાસને કારણે શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓમાં સારો દેખાવ જોવા મળ્યો. વાંચન ક્ષમતા અંગેના અભ્યાસ (ગ્રોવર : ૧૯૯૧) માં જોવા મળ્યું કે સરકારી શાળાના વિદ્યાર્થીઓ અને કેન્દ્રીય વિદ્યાલયના વિદ્યાર્થીઓ વાચન ક્ષમતામાં સાર્થક તફાવત હતો. અંગ્રેજી લેખિત અભિવ્યક્તિ (દેસાઇ : ૧૯૯૯) ના અભ્યાસમાં લેખનની ક્ષમતા કઠિન હતી.

સમીક્ષામાં પસંદ થયેલા બિન ભાષાકીય વિષયો અંગેનાં તારણો (ગજેરા : ૦૩) માં ૨૭ વિષયોમાંથી ૧૫ વિષયોમાં ૫૦×૫૦ નું સિદ્ધિ સ્તર જોવા મળેલું હતું. જ્યારે અન્ય એક ગણિતનો અભ્યાસ (ઉચાટ : ૨૦૦૩) માં ૩૨૨ એકમો પૈકી ૧૮ ખૂબ સહેલાં, ૮૨ સહેલાં, ૯૯ સામાન્ય, ૭૯ અઘરાં અને ૪૪ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. જીવવિજ્ઞાન વિષય પરના એક અભ્યાસ (આર્ય : ૨૦૦૩) માં બધા વિદ્યાર્થીઓ માટે જીવવિજ્ઞાન વિષય સરળ હતો. પર પ્રકરણ ૧૬, ૯, ૮, ૨૨, ૧૩ અને ૨૩ ઘણાં કઠિન જણાયાં હતાં. જ્યારે રસાયણ વિજ્ઞાન (માંકડ : ૧૯૮૩) ના અભ્યાસમાં રસાયણ વિજ્ઞાન વિષય હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓ માટે સરળ તેમજ નબળા વિદ્યાર્થીઓ માટે કઠિન હતો. ગણિત (ઉચાટ પી. ૨૦૦૧) ના અભ્યાસમાં શિક્ષકોને ગણિતની ૮૬ ક્ષમતાઓ પૈકી વધુ ક્ષમતાઓ કઠિન અને ઓછી ક્ષમતાઓ સરળ જણાઈ હતી. જ્યારે ઈતિહાસ વિષયના અભ્યાસ (ગામેતી : ૨૦૦૩) માં હોંશિયાર વિદ્યાર્થીઓને માટે ઈતિહાસ એકમો વધુ પ્રમાણમાં સામાન્ય અને સરળ હતાં. જ્યારે નબળા વિદ્યાર્થીઓ માટે વધુ પડતાં એકમો અઘરાં જણાયાં હતાં. ગણિત વિષયના એક અભ્યાસ (કરાન્ડીકર : ૧૯૭૩) ના અભ્યાસમાં શ્રેણી બે થી સાતના ગણિતની ચાલીસ સંકલ્પનાઓમાંથી શિક્ષકોના મતે ૨૦ સંકલ્પનાઓ સહેલી છે અને ૨૦ સંકલ્પનાઓ અઘરી છે. ગણિત વિષયના એક

અન્ય અભ્યાસ (મહારાષ્ટ્ર સ્ટેટ બોર્ડ ઑફ ટેક્ષબુક પ્રોડકશન એન્ડ કેરીક્યુલર રિસર્ચ, ૧૯૭૫) ના અભ્યાસમાં દસ ટકા ગણિત શિક્ષકો એવું માનતા હતા કે આધુનિક ગણિતનો અભ્યાસક્રમ ઘણો કઠિન છે. ૬૩ ના મતે કેટલાક અંશે કઠિન છે. જ્યારે ૨૭ ટકા એવું માનતા હતા કે તે સરળ છે.

૬.૦ પ્રસ્તુત અભ્યાસની વિશેષતા

પ્રસ્તુત અભ્યાસક્રમ સંરચના અને અભ્યાસક્રમના મૂલ્યાંકનના ક્ષેત્રે છે. પ્રયોજકે તેની રૂપરેખાને વફાદાર રહીને જ કાર્ય કરેલું છે.

પ્રયોજકે પૂર્વે થયેલાં સોળ સંશોધનોની વર્ણનાત્મક સમીક્ષા અત્રે રજૂ કરી. સમીક્ષા માટે પસંદ કરેલા અભ્યાસોનો નમૂનો હેતુપૂર્વકનો હતો. આ સંશોધનોનો નમૂનો પસંદ કરવા માટેના સ્રોત તરીકે સર્વે ઓફ રિસર્ચ ઇન એજ્યુકેશન (બૂચ, શ્રેણી ૩, ૪, ૫) સંશોધનોનું સંદોહન (ઉચાટ અને બીજાઓ : ૧૯૯૮) સંશોધન માધુકરી (મોદી અને બીજાઓ, ૧૯૯૨) સંશોધન સાર સંગ્રહ શ્રેણી પુસ્તિકા ૧ થી ૮ (જી.સી.ઇ.આર.ટી., ગાંધીનગર) વગેરેનો ઉપયોગ કરેલો હતો. એમ.એડ્., પીએચ.ડી. અને પ્રોજેક્ટ કક્ષાના આ સંશોધનો એવું સૂચવે છે કે આ વિષયમાં ઘણી સંખ્યામાં સંશોધનો હાથ ધરાયેલા છે. તેના કારણોમાં પ્રાથમિકથી ઉચ્ચ શિક્ષણ સુધીના શાળાકીય વિષયોમાં થતો ફેરફાર તેમજ અભ્યાસક્રમમાં અવારનવાર થતો ફેરફાર મુખ્ય ગણી શકાય. આમ છતાં પ્રસ્તુત સંશોધન અન્ય સંશોધનોથી અમુક અંશે જુદું પડે છે. એમ પૂર્વે થયેલાં સંશોધનની સમીક્ષા પરથી કહી શકાય. આ પ્રકારનું સંશોધન ગુજરાત રાજ્ય સિવાયના બહારના રાજ્યમાં આ ક્ષેત્રમાં અગત્યનું કાર્ય થયું નથી. સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટીમાં આ ક્ષેત્રે સવિશેષ કાર્ય થયું છે. વિશેષતા એ છે કે આ સંશોધનકાર્ય અધ્યયન અને અધ્યાપનકાર્યને સીધું સ્પર્શતું સંશોધન કાર્ય છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ ગણિત વિષયના શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા કક્ષાના નિર્ધારણ માટે છે. આગળ વધીને કહી શકાય કે પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ફક્ત કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ જ નથી. સૌથી કઠિન એકમોના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવાનો પણ હતો. ઉપરાંત સૂચવાયેલા ઉપાયો આધારે અધ્યાપન કાર્યક્રમ સંરચના કરી તેનો અમલ કરવાનો પણ હતો. પ્રસ્તુત અભ્યાસ એ રીતે જુદો પડે છે કે કઠિનતાકક્ષા અધ્યયન મેળવતાં વિદ્યાર્થીઓ અને અધ્યાપન કરાવતા શિક્ષકો બંને દષ્ટિએ મેળવવામાં આવેલી હતી. પ્રસ્તુત અભ્યાસ ફક્ત રીસર્ચનો જ નથી. સાથે સાથે રીસર્ચ એન્ડ ડેવલપમેન્ટ (R&D)નો કહી શકાય. પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં કઠિનતા નિર્ધારણ પછી તેને સરળ કેમ કરી શકાય ? તે માટે અધ્યાપન કાર્યક્રમ નિર્માણ કરી, સહેલું કરવા શું કરવું જોઇએ ? તેમનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ બનાવી-ગણિત અધ્યાપન ક્ષેત્રના નિષ્ણાતો દ્વારા ચકાસણી કરીને અધ્યાપન સાહિત્ય બનાવવા આવ્યું. તે

દ્વારા અધ્યાપન કાર્યક્રમ તૈયાર કરવામાં આવ્યો અને તેનું પ્રાયોગિક સંશોધન દ્વારા ચકાસણી કરવામાં આવેલી હતી. પ્રસ્તુત અભ્યાસનો વિષય ધોરણ-૧૦ ગણિતનો હતો. જાહેર પરીક્ષા આપનાર માટે ખૂબ જ અગત્યતા છે. સર્વેક્ષણ દ્વારા કઠિનતાકક્ષા નક્કી કરવામાં આવેલી, તેના કારણો ઉપાયો નિર્ધારિત કરી, નૂતન અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના કરવામાં આવેલી હતી અને પ્રાયોગિક અસરકારકતા પણ ચકાસવામાં આવેલી.

આ સંશોધનકાર્યની વિશેષતા એ છે કે

૧. વિષયવસ્તુ વિશ્લેષણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને પાઠ્યક્રમમાં સમાવિષ્ટ મુદ્દાઓ નક્કી કરવામાં આવ્યા હતા.

૨. સર્વેક્ષણ પદ્ધતિથી શૈક્ષણિક એકમો અને પ્રકરણોની કઠિનતા નક્કી કરવામાં આવી હતી. કઠિન પ્રકરણોનાં એકમોના અઘરાપણાનાં કારણો તપાસવામાં આવ્યાં હતાં. અને ઉપાયો પણ શોધવામાં આવ્યા હતા.

૩. તેના આધારે કઠિનતા તપાસવામાં પ્રાપ્ત કારણો અને ઉપાયો પરથી જરૂરી અધ્યાપન કાર્યક્રમ રચવામાં આવ્યો હતો. આ માટે ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

૪. આ રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિથી વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક સિદ્ધિની અસરકારકતા ચકાસવામાં આવી હતી.

આમ, વિવિધ સંશોધન પદ્ધતિઓ અને પ્રયુક્તિઓનો ઉપયોગ કરીને પ્રસ્તુત સંશોધન હાથ ધરવામાં આવ્યું હતું. બીજી રીતે કહીએ તો પ્રસ્તુત સંશોધનમાં ‘સંશોધન વિકાસ ચક્ર’ નો ઉપયોગ થયો હતો.

પ્રકરણ-૩
સંશોધન યોજના અને તેના આધારો

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

સંશોધન સમસ્યાનું સ્વરૂપ, સંશોધનના હેતુઓ, ક્ષેત્રની પરિસ્થિતિ, ઉપલબ્ધ ઉપકરણો, માહિતીનું સ્વરૂપ વગેરે અનેક બાબતોને ધ્યાનમાં લઇને સંશોધક સંશોધન યોજના તૈયાર કરે છે. સંશોધન સમસ્યા માટે કઇ સંશોધન યોજના યોગ્ય અને વ્યવહારમાં શક્ય બનશે તે અંગે સંશોધકે નિર્ણય કરીને સંશોધન યોજના તૈયાર કરવી જોઇએ. સંશોધન યોજનામાં સંશોધક સંશોધન અભ્યાસ એકમનું સ્વરૂપ, ક્ષેત્ર, સ્થળ, સમયનો સંદર્ભ, અભ્યાસનાં એકમોની પસંદગી માટેનો પાયાગત આધાર, માહિતીના પાયાના સ્રોતો, માહિતી એકત્ર કરવાનાં ઉપકરણો, માહિતી એકત્ર કરવાની પદ્ધતિ, માહિતીની પૃથક્કરણ પદ્ધતિનો નિર્દેશ કરે છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસના વિષયનો ઉદ્‌ભવ વ્યાપવિશ્વ, નમૂનો, નમૂના પસંદગી પદ્ધતિ, સંશોધન પદ્ધતિ, ઉપકરણો, ઉપકરણની સંરચના, માહિતી એકત્રીકરણ, માહિતી પૃથક્કરણ પદ્ધતિ અંગેની વિગત આ પ્રકરણમાં રજૂ કરવામાં આવી છે.

૨.૦ વિષયનો ઉદ્‌ભવ

માધ્યમિક શિક્ષણ સુધારણા અર્થે ખૂબ જ પ્રયત્નો થઇ રહ્યા છે. શિક્ષણમાં પડેલા સૌ કોઇએ હવે લાગી રહ્યું છે કે સમગ્ર શિક્ષણનું સ્તર ઊંચું લાવવા માટે પ્રાથમિક શિક્ષણ સાથે સાથે માધ્યમિક શિક્ષણમાં ગુણાત્મક ફેરફારો લાવવા પડશે.

પ્રયોજક માધ્યમિક શિક્ષણના શૈક્ષણિક અને વહીવટી કાર્ય સાથે જોડાયેલા હોવાથી માધ્યમિક શિક્ષણના સંદર્ભમાં કંઇક સંશોધન કરવું જોઇએ તેમ નક્કી કર્યું. વળી વિવિધ વિષયો પૈકી ગણિત એ અગત્યનો અને પ્રમાણમાં જટિલ વિષય છે. તેથી તેમજ પ્રયોજક પોતે પણ ગણિત વિષયના શિક્ષક તરીકે કાર્ય કરેલું હોવાથી પ્રસ્તુત સંશોધન હાથ ધરવા પ્રેરાયા હતા.

ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું નક્કી કરવામાં આવે તો ગણિત શિક્ષણમાં અગત્યનું કાર્ય થાય કારણ કે શિક્ષકો તેમજ વિદ્યાર્થીઓ જો અગાઉથી જાણે કે ગણિતનાં પ્રત્યેક એકમો કેટલાં કઠિન છે તો તેની તૈયારી કરવામાં વિશેષ ધ્યાન આપી શકે. શિક્ષકો તેમજ વિદ્યાર્થીઓ ગણિત શિક્ષણમાં ઉપયોગી થઇ શકાય તે હેતુથી સંશોધકે પ્રસ્તુત સમસ્યા સંશોધન માટે પસંદ કરી હતી.

૩.૦ વ્યાપવિશ્વ

વ્યાપવિશ્વ એટલે નમૂનો જે સમૂહમાંથી પસંદ કરવામાં આવે છે. તે મૂળભૂત પાત્રોના સમૂહને વ્યાપવિશ્વ કહેવાય. પ્રયોજક વ્યાપવિશ્વને સાચી રીતે વ્યાખ્યાયિત કરે ત્યારે તે પોતાના સંશોધનમાં કયાં અને કેવાં પાત્રો પસંદ કરવાં તે નક્કી કરી શકે છે અને તેનાં પરથી તે વ્યાપવિશ્વનાં લક્ષણોનું પૂરતું પ્રતિનિધિત્વ ધરાવતો નમૂનો પસંદ કરી શકે છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ ધોરણ-દસના ગણિત વિષયના અધ્યયન તથા અધ્યાપનના સંદર્ભમાં અઘરાપણું જાણવાને લગતો હતો. ધોરણ-૧૦ ના ગણિતમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનું હતું. આ અભ્યાસમાં સંશોધકે રાજકોટ જિલ્લાના વર્ષ ૨૦૦૨-૦૩ દરમ્યાન માધ્યમિક શાળાના વિદ્યાર્થીઓ કે જેમણે પ્રિલિમિનરી પરીક્ષા પૂર્ણ કરેલી છે, તેનો વ્યાપવિશ્વમાં સમાવેશ કર્યો હતો. સાથે સાથે સંશોધકે અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પણ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનું હતું. આ માટે સંશોધકે રાજકોટ જિલ્લામાં ધોરણ-૧૦ માં ભણાવતા ગણિત વિષયનું અધ્યાપનકાર્ય કરતા શિક્ષકોનો વ્યાપવિશ્વમાં સમાવેશ કર્યો હતો.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના અભ્યાસક્રમના સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો અને કઠિન પ્રકરણ જાણીને કઠિન હોવા અંગેનાં કારણો તેમજ ઉપાયો તપાસવાનો અન્ય હેતુ પણ હતો. આ હેતુના સંદર્ભમાં પ્રયોજકે રાજકોટ જિલ્લાની માધ્યમિક શાળામાં ધોરણ-૧૦ માં ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કાર્ય કરતાં શિક્ષકોના સમૂહને વ્યાપવિશ્વ તરીકે સ્વીકારેલું હતું.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના કઠિન પ્રકરણને સરળ કરીને રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવાનો પણ એક હેતુ હતો. આ હેતુના સંદર્ભમાં પ્રયોજકે રાજકોટ જિલ્લાની માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-૧૦ માં અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓના સમૂહને વ્યાપવિશ્વ તરીકે સ્વીકારેલું હતું.

૪.૦ નમૂનાપસંદગી

વ્યાપવિશ્વનાં તમામ પાત્રો પાસેથી માહિતી મેળવવી તે મુશ્કેલ કાર્ય છે. વ્યાપવિશ્વમાંથી સંશોધન માટે જરૂરી માહિતી મેળવવા માટે પસંદ કરાતાં પાત્રોનાં પ્રતિનિધિરૂપ જૂથ કે સમૂહને નમૂનો કહે છે. નમૂના પસંદગીની રીતનો તેમજ નમૂનાના કદનો આધાર, અભ્યાસના હેતુ, સમાવિષ્ટ ચલ, ઈચ્છિત પરિણામની ચોક્કસાઇ વ્યાપવિશ્વની વિશાળતા અને વિષમતા, સંશોધન પદ્ધતિ અને પૃથક્કરણ પદ્ધતિની રીત પર આધારિત છે. સંશોધન માટે પસંદ કરાતો નમૂનો સમગ્ર વ્યાપવિશ્વના પ્રતિનિધિરૂપ હોવા ઉપરાંત પૂર્વગ્રહરહિત તેમજ વ્યાપવિશ્વનાં બધાં જ લક્ષણો ધરાવતો હોવો જોઇએ. નમૂના પસંદગીની રીતોમાંથી બિનસંભાવ્ય રીત પસંદ કરી હતી. બિનસંભાવ્ય રીતમાંથી સહેતુક નમૂના પદ્ધતિથી નમૂનો પસંદ કર્યો હતો.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના શૈક્ષણિક એકમનું અધ્યયનના સંદર્ભમાં અઘરાપણું જાણવાનો હેતુ સમાવિષ્ટ હતો. તે માટે નમૂનામાં રાજકોટ જિલ્લાની ૩૫૩ અનુદાનિત માધ્યમિક શાળાઓમાંથી ૯ માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-૧૦ માં અભ્યાસ કરતા ૪૪૫ વિદ્યાર્થીઓનો સમાવેશ કર્યો હતો. જેમાં રાજકોટ શહેરમાં સેન્ટમેરી હાઇસ્કૂલના ૩૫, મુરલીધર હાઇસ્કૂલના ૬૫, જ્ઞાન જ્યોત હાઇસ્કૂલના ૪૫, તેમજ રાજકોટ ગ્રામ્યમાંથી ઓરપેટ કન્યા વિદ્યાલય - ટંકારાના ૪૦, વી.પી.પી. હાઇસ્કૂલ વીરનગરના ૫૫, મહર્ષિ દયાનંદ વિદ્યાલય - ટંકારાના ૧૦૦, એમ.પી. દોશી હાઇસ્કૂલ ટંકારાના ૨૫, મૂળવાજી હાઇસ્કૂલ કોટડા સાંગાણીના ૪૫, સરદાર પટેલ કન્યા વિદ્યાલય, મોરબીના ૩૫ વિદ્યાર્થીઓનો સમાવેશ કર્યો હતો. ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનાં શૈક્ષણિક એકમોનું અધ્યાપનના સંદર્ભમાં અઘરાપણું જાણવાનો હેતુ સમાવિષ્ટ હતો. તે માટે રાજકોટ જિલ્લામાં ધોરણ-૧૦ માં ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કરાવતા ૧૨૫ શિક્ષકોનો સમાવેશ કર્યો હતો. જેમાં રાજકોટ શહેરના ૫૦ તેમજ રાજકોટ ગ્રામ્યના ૭૫ શિક્ષકોનો સમાવેશ કર્યો હતો.

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત અભ્યાસક્રમના સૌથી કઠિન પ્રકરણ કઠિન હોવાનાં કારણો અને તેના ઉપાયો સૂચવવા માટે રાજકોટ જિલ્લામાં ધોરણ-૧૦ માં ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કરાવતા ૨૮ શિક્ષકોનો સહેતુક નમૂનો પસંદ કરવામાં આવ્યો હતો. જેમાં રાજકોટ શહેરના ૨૬ શિક્ષકો અને રાજકોટ ગ્રામ્યના ૦૨ શિક્ષકોનો સમાવેશ કર્યો હતો.

પ્રસ્તુત અભ્યાસનો એક અન્ય હેતુ કઠિન પ્રકરણને સરળ બનાવવાના ઉપાય તરીકે રચેલ અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવાનો હતો તે માટે રાજકોટ જિલ્લાની ૩ માધ્યમિક શાળાઓની સહેતુક નમૂના પસંદગીની રીતથી પસંદગી કરવામાં આવી હતી. આ ત્રણ શાળાઓ પૈકી એક શાળા કડવીબાઇ વિરાણી કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટની બે વર્ગોની વિદ્યાર્થિનીઓ, બીજી શાળા સૌરાષ્ટ્ર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટના બે વર્ગોના વિદ્યાર્થીઓ અને ત્રીજી મિશ્રશાળા મુરલીધર હાઇસ્કૂલ રાજકોટના બે બે વર્ગોના વિદ્યાર્થી ભાઇ-બહેનો મળીને કુલ ૩ શાળાના ૭ વર્ગોમાં ૨૯૪ વિદ્યાર્થી ભાઇ-બહેનોનો નમૂનો પસંદ કર્યો હતો.

૫.૦ સંશોધન પદ્ધતિ

સંશોધન હાથ ધરવાનાં વિવિધ સોપાનો પૈકી એક સોપાન સંશોધન પદ્ધતિના અમલીકરણનું હોય છે. સંશોધન સમસ્યાનું ચોકસાઇપૂર્વક સ્પષ્ટીકરણ થઇ ગયા બાદ સંશોધક અભ્યાસના હેતુઓને અનુરૂપ માહિતી મેળવવાના સંદર્ભમાં વિશિષ્ટ કાર્યો કરે છે. જેને સંશોધન પદ્ધતિ કહેવાય. સંશોધનશાસ્ત્રના નિષ્ણાતો દ્વારા વિવિધ સંશોધન પદ્ધતિઓ વિકસાવવામાં આવી છે. આ પૈકી પ્રસ્તુત સંશોધનકાર્યમાં ત્રણ સંશોધન પદ્ધતિઓનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. જેની વિગત આ પ્રમાણે છે.

૫.૧ સર્વેક્ષણ પદ્ધતિ

પ્રવર્તમાન ઘટનાઓ કે પરિસ્થિતિઓનાં સંદર્ભમાં માહિતીના એકત્રીકરણ, વર્ણન, પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન સાથે સર્વેક્ષણ પદ્ધતિને સંબંધ છે. આ પદ્ધતિ દ્વારા લોકોના અભિપ્રાયોનું, વસ્તુઓનું, સામાજિક ઘટનાઓનું વગેરે બાબતો અંગે સર્વેક્ષણ કરી શકાય છે. આથી સંશોધન પદ્ધતિ તરીકે સર્વેક્ષણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

પ્રસ્તુત સંશોધનના એક હેતુ ધોરણ-દસ ના ગણિતમાં આવરાયેલાં એકમોનું અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવાનો હતો. પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-દસના ગણિતનાં શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા નક્કી કરવા માટે અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયો તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોના અભિપ્રાયો મેળવવાના હતા. આથી સર્વેક્ષણ સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

સૌ પ્રથમ ધોરણ-દસ ગણિતના અભ્યાસક્રમનાં શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા નક્કી કરવા માટે અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયો તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોના અભિપ્રાયો મેળવીને તેના પર આંકડાકીય ગણતરી કરીને શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા કક્ષાઓ નક્કી કરવાની હતી. જેના આધારે સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ તારવાયેલું હતું.

૫.૨ ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિ

પ્રસ્તુત સંશોધનનો એક હેતુ ધોરણ-દસ ગણિતના સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો તપાસવા અને બીજો હેતુ સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણને સરળ બનાવવાના ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવાનો હતો. ધોરણ-૧૦ ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણનાં કારણો અને ઉપાયો સૂચવવા માટે શિક્ષકો પાસેથી તારવણી કરાવવા માટે એક દિવસીય સમિનારનું આયોજન કરવામાં આવેલું હતું. જેમાં ગણિત વિષય ભણાવતા તેમજ પાંચ વર્ષના અનુભવનિષ્ઠ અને તજ્જ્ઞીય ક્ષમતા ધરાવતા શિક્ષકોને બોલાવી 'મુકતચર્ચા' દ્વારા કઠિન પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયો તારવેલા હતા. આથી આ બાબતમાં સંશોધન પદ્ધતિ તરીકે ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં ધોરણ-૧૦ ગણિતના અભ્યાસક્રમનું સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' અઘરું લાગવાના કારણો મુકત ચર્ચા દ્વારા સેમિનારમાં હાજર રહેલ નમૂનામાં સમાવિષ્ટ દરેક શિક્ષકો સાથે રૂબરૂ સઘન ચર્ચા દ્વારા તારવવામાં આવ્યા હતા. અને તારવાયેલાં કઠિન પ્રકરણનાં કારણોને આધારે આ પ્રકરણને સરળ કરવાના કયા ઉપાયો હોઇ શકે તે અંગેનાં સૂચનો મેળવવામાં આવ્યાં હતાં. કઠિન પ્રકરણને સરળ કરવાના ઉપાયો જે મેળવ્યા તેના સંદર્ભમાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિતનું અધ્યાપન કરાવતા તજ્જ્ઞીય અનુભવી

શિક્ષકો અને સંશોધન ક્ષેત્રનો અનુભવ ધરાવનાર તેમજ સમગ્ર રાજ્યકક્ષાએ તજ્જ્ઞ તરીકે સેવા આપનાર સંનિષ્ઠ શિક્ષકો દ્વારા અધ્યાપન કાર્યક્રમ રચવામાં આવ્યો હતો. અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના અંગેની તેમજ તેના અમલીકરણ અંગેની વિગત પાંચમાં પ્રકરણમાં વર્ણવવામાં આવી છે.

૫.૩ પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિ

પ્રાયોગિક સંશોધન એ બીજાં બધા પ્રકારનાં સંશોધનસ્વરૂપો કરતાં શુદ્ધ અને આગળ પડતું સંશોધન છે. વર્ણનાત્મક સંશોધન કરતાં પ્રાયોગિક સંશોધનમાં વધારે અંકુશ મેળવી શકાય છે. જેથી આ સંશોધનમાં લાગુ પાડેલું સ્વતંત્ર ચલ અને પરતંત્ર ચલ વચ્ચે વ્યવસ્થિત અને તર્કસંગત સંબંધ પ્રસ્થાપિત કરી શકાય છે. પ્રાયોગિક સંશોધન એ ઉત્કલ્પનાઓની ચકાસણીની પદ્ધતિ પણ પૂરી પાડે છે. સંશોધન ઉત્કલ્પના તપાસે છે અને તેના લાગુ પાડેલા ચલોના સંબંધમાં સ્વીકાર કરવો કે અસ્વીકાર કરવો તે નક્કી કરે છે. પ્રાયોગિક સંશોધનમાં પ્રયોગ યોજનાનું મહત્ત્વ સવિશેષ છે. પ્રાયોગિક યોજના પ્રયોગ પહેલાં પ્રયોગ દરમ્યાન તથા પ્રયોગ પછીના કાર્યોનું આયોજન આપે છે. બેસ્ટ અને કાહન સંશોધન યોજનાનું મહત્ત્વ અને પસંદગી આ રીતે દર્શાવે છે.

‘‘Experimental disigan is the blue print of the procedures that enable the researcher to test hypothesis by reaching valid conclusions about relationship between independent and dependent variables. Selection to be manipulated and conditions or limiting factors under which it is conducted.’’

પ્રસ્તુત સંશોધનના અંતિમ હેતુના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ પર રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવામાં આવી હતી. આ માટે પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

રચવામાં આવેલ અધ્યાપન કાર્યક્રમ વડે અધ્યાપન કરવાથી વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઊંચી આવે છે કે કેમ તે પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિ વડે તપાસવામાં આવ્યું હતું. પ્રાયોગિક સંશોધન એ શુદ્ધ સંશોધન ગણાય છે. જેમાં બહારનાં ચલોની અસર પર અંકુશ લાવીને સ્વતંત્ર ચલની પરતંત્ર ચલ પર થતી અસર તપાસવામાં આવે છે. અહીં સ્વતંત્ર ચલ તરીકે અધ્યાપન પદ્ધતિ હતી. જેની બે કક્ષાઓ (૧) અધ્યાપન કાર્યક્રમ અને (૨) સામાન્ય અધ્યાપન હતી. પરતંત્ર ચલ તરીકે ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ એકમ પરની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ હતી. જેનું માપન કરવા માટે ૨૫ ગુણની શિક્ષક રચિત એકમકસોટી તૈયાર કરવામાં આવી હતી. બહારનાં ચલો કે જેના પર નિયંત્રણ રાખવામાં આવ્યું હતું, તે આ પ્રમાણે હતાં-ધોરણ, વિષય, જાતીયતા, શાળા પર્યાવરણ અને ગણિત વિષયમાં પૂર્વશૈક્ષણિક સિદ્ધિ હતાં.

પ્રાયોગિક સંશોધનનાં મુખ્ય ચાર ઘટકો છે. જે આ પ્રમાણે છે.

- ૦ અન્ય ચલો પર અંકુશ
- ૦ સ્વતંત્ર ચલનો અમલ
- ૦ પરતંત્ર ચલનું માપન
- ૦ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન

પ્રસ્તુત પ્રાયોગિક સંશોધનમાં ઉપર્યુક્ત ચાર ઘટકોનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો હતો.

પ્રાયોગિક સંશોધન હાથ ધરવા માટે ઘણી બધી યોજનાઓ ઉપલબ્ધ છે. કેટલી મહત્ત્વની પ્રાયોગિક યોજનાઓ આ પ્રમાણે છે.

- ૦ પૂર્વપ્રાયોગિક યોજનાઓ
  - ૧. એક જૂથ વ્યક્તિ અભ્યાસ
  - ૨. એક જૂથ પૂર્વકસોટી-ઉત્તર કસોટી યોજના
  - ૩. બે જૂથ સ્થિર યોજના
- ૦ પૂર્ણપ્રાયોગિક યોજનાઓ
  - ૧. બે જૂથો, આકસ્મિક પાત્રો માત્ર ઉત્તર કસોટી યોજના
  - ૨. આકસ્મિક બે જૂથો, જોડકાં પાત્રો માત્ર ઉત્તર કસોટી યોજના
  - ૩. આકસ્મિક બે જૂથો પૂર્વ કસોટી ઉત્તર કસોટી યોજના
  - ૪. સોલોમન આકસ્મિક ચાર જૂથયુક્ત યોજના
  - ૫. આવયવિક યોજના
- ૦ આંશિક પ્રાયોગિક યોજના
  - ૧. બિનઆકસ્મિક બે જૂથો પૂર્વ કસોટી - ઉત્તર કસોટી યોજના
  - ૨. પરિવર્તિત જૂથોની અથવા સમતુલિત જૂથોની યોજના
  - ૩. સમયક્રમિક યોજનાઓ - એક જૂથ સમય ક્રમિક યોજના - નિયમન જૂથ સમય શ્રેણિક યોજના

ઉપર્યુક્ત પ્રાયોગિક યોજનાઓ પૈકી પ્રસ્તુત સંશોધનમાં અંતિમ હેતુના અભ્યાસાર્થે ''બિનઆકસ્મિક બે જૂથો, પૂર્વકસોટી, ઉત્તરકસોટી યોજના''નો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો જેનું નિરૂપણ આ પ્રમાણે કરી શકાય.

બિનઆકસ્મિક બે જૂથો, પૂર્વકસોટી-ઉત્તર કસોટી યોજના

જૂથ	પૂર્વકસોટી	સ્વતંત્ર ચલ	ઉત્તર કસોટી
પ્રાયોગિક જૂથ E	T_1	X_1	T_2
નિયંત્રિત જૂથ C	T_1	X_2	T_2

જ્યાં, E = પ્રાયોગિક જૂથ

C = નિયંત્રિત જૂથ

T_1 = પૂર્વ કસોટી - સત્રાંત પરીક્ષાના ગણિત વિષયમાં મેળવેલા ગુણ

T_2 = ઉત્તર કસોટી - 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' પરની શિક્ષક રચિત ૨૫ ગુણની એકમ કસોટી

X_1 = 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' પ્રકરણ પર રચવામાં આવેલો અધ્યાપન કાર્યક્રમ

X_2 = 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' પ્રકરણ પર સામાન્ય અધ્યાપનકાર્ય

ઉપરોક્ત પ્રાયોગિક યોજનાનો ઉપયોગ કરીને સૌથી કઠિન પ્રકરણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પર રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવા માટે કુલ ત્રણ પ્રયોગો નીચે પ્રમાણે હાથ ધરવામાં આવ્યા હતા.

o પ્રયોગ - ૧ : ધોરણ-૧૦ ના કુમારો પરનો પ્રયોગ

આ પ્રયોગના અમલીકરણ માટે રાજકોટ શહેરની શ્રી સૌરાષ્ટ્ર હાઇસ્કૂલની સહેતુક નમૂના પસંદગી કરવામાં આવી હતી. જેમાં ધોરણ-૧૦ ના બે વર્ગો પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. જે પૈકી એક વર્ગ પ્રાયોગિક અને બીજો વર્ગ નિયંત્રિત જૂથ તરીકે આકસ્મિક રીતે પસંદ કરવામાં આવ્યો હતો.

o પ્રયોગ - ૨ : ધોરણ-૧૦ ની કન્યાઓ પરનો પ્રયોગ

આ પ્રયોગના અમલીકરણ માટે રાજકોટ શહેરની શ્રી કડવીબાઇ વિરાણી કન્યા વિદ્યાલયની સહેતુક નમૂના પસંદગી કરવામાં આવી હતી. જેમાં ધોરણ-૧૦ ના બે વર્ગો પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. જે પૈકી એક વર્ગ પ્રાયોગિક અને બીજો વર્ગ નિયંત્રિત જૂથ તરીકે આકસ્મિક રીતે પસંદ કરવામાં આવ્યો હતો.

o પ્રયોગ - ૩ : ધોરણ-૧૦ ના કુમારો અને કન્યાઓ (મિશ્ર) પરનો પ્રયોગ

આ પ્રયોગના અમલીકરણ માટે રાજકોટ શહેરની શ્રી મુરલીધર હાઇસ્કૂલની સહેતુક નમૂના પસંદગી કરવામાં આવી હતી. જેમાં ધોરણ-૧૦ ના બે વર્ગો પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. જે પૈકી એક વર્ગ પ્રાયોગિક અને બીજો વર્ગ નિયંત્રિત જૂથ તરીકે આકસ્મિક રીતે પસંદ કરવામાં આવ્યો હતો.

પ્રત્યેક પ્રયોગમાં સમાવિષ્ટ બંને જૂથોનાં પૂર્વકસોટીનાં માપ તરીકે સત્રાંત પરીક્ષામાં ગણિત વિષયમાં વિદ્યાર્થીઓએ મેળવેલા ગુણ શાળા રજિસ્ટર પરથી મેળવી લેવામાં આવ્યા હતા. ત્યાર બાદ પ્રાયોગિક જૂથના વિદ્યાર્થીઓને રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ દ્વારા ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ પ્રકરણ શિખવવામાં આવ્યું હતું. જયારે અંકુશિત જૂથના વિદ્યાર્થીઓને તેજ પ્રકરણનું સમાન વિષય વસ્તુ સામાન્ય અધ્યાપન દ્વારા એટલે કે પરંપરાગત ચીલાચાલુ રીતે શિખવવામાં આવ્યું હતું. બન્ને જૂથના અધ્યાપન કાર્યક્રમ પૂર્ણ થયે બંને જૂથના વિદ્યાર્થીઓને ‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ પર રચવામાં આવેલી શિક્ષક રચિત ૨૫ ગુણની એકમ કસોટી આપવામાં આવી હતી. અને જેના દ્વારા બન્ને જૂથના વિદ્યાર્થીઓ પર માવજતોના અમલ બાદ શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પરના પ્રાપ્તાંકો મેળવવામાં આવ્યા હતા. આ રીતે ત્રણ પ્રયોગો હાથ ધરવામાં આવ્યા હતા. બીજી રીતે કહેવામાં આવે તો પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરવામાં આવ્યું હતું.

આ રીતે પ્રસ્તુત અભ્યાસ સર્વેક્ષણ પદ્ધતિ, ગુણાત્મક સંશોધન પદ્ધતિ ઉપરાંત પ્રાયોગિક પદ્ધતિથી હાથ ધરવામાં આવ્યો હતો. આમ પ્રસ્તુત અભ્યાસ એ ‘‘સંશોધન વિકાસ ચક્ર’’ (Research and Development – R & D) દ્વારા હાથ ધરાયેલો હતો.

૬.૦ ઉપકરણોની સંરચના

એક સંશોધન પ્રશ્ન માટે કોઈ એક જ પદ્ધતિ, અભિગમ કે સાધનની પસંદગી કરવી આવશ્યક નથી. સંશોધન પ્રશ્નનાં વિવિધ પાસાઓને અનુલક્ષીને સંશોધક સંશોધન પ્રક્રિયાના વિવિધ તબક્કામાં જુદા જુદા અભિગમો કે સાધનોનો ઉપયોગ કરી શકે છે. કોઈપણ સંશોધન માટે માહિતી મેળવવાની જરૂર રહે જ છે. સંશોધન અભ્યાસ માટે જરૂરી માહિતી મેળવવા માટેના સાધનને ઉપકરણ (Tool) કહે છે. ઉપકરણના ઘણા પ્રકારો હોય છે. જેમકે પ્રશ્નાવલિ, મુલાકાત અનુસૂચિ, અવલોકન કસોટી, સંશોધનિકા, ક્રમમાપદંડ, વલણ માપદંડ વગેરે સંશોધક પોતાના અભ્યાસના હેતુને અનુરૂપ ઉચિત પ્રકારના ઉપકરણની પસંદગી કરે છે. પસંદ કરાયેલું ઉપકરણ તૈયાર પ્રાપ્ય છે કે કેમ તે તપાસે છે. જો તૈયાર ઉપકરણ પ્રાપ્ય ન હોય તો સંશોધકે જાતે નવું ઉપકરણ રચવું પડે છે.

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં અભ્યાસના હેતુઓને અનુરૂપ ત્રણ ઉપકરણોની રચના કરવાની હતી. (૧) ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ, (૨) ધોરણ-૧૦ ગણિતના સૌથી અઘરા પ્રકરણના અઘરાપણાના કારણો તેમજ ઉપાયો મેળવવા માટેનું ઉપકરણ, (૩) ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના કઠિન એકમને સરળ બનાવવાના અધ્યાપન કાર્યક્રમની ગણિતસિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવા માટે પ્રકરણ પરની શિક્ષક રચિત સિદ્ધિ કસોટી-ઉપકરણ. આ ઉપકરણો પરિશિષ્ટ ૧, ૨ માં આપેલાં છે.

૬.૧ શૈક્ષણિક એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ

પ્રસ્તુત અભ્યાસનો એક હેતુ ધોરણ-દસના ગણિત વિષયનાં શૈક્ષણિક એકમોનું અઘરાપણું જાણવાનો હતો. આ હેતુના સંદર્ભમાં માહિતી એકત્રીકરણ માટે કોઇ તૈયાર ઉપકરણ પ્રાપ્ય ન હતું. આથી સંશોધકે માહિતીનાં એકત્રીકરણ માટે વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકોના અભિપ્રાયો મેળવવા ઉપકરણ રચવાનું નક્કી કર્યું. શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા અંગેના મુક્ત રીતે કે વિકલ્પો પર નિશાની કરીને મેળવવા તે અંગે માર્ગદર્શકશ્રી, તજ્જ્ઞો તેમજ સહઅધ્યાયીઓ સાથે વિગતે ચર્ચા કરી પૂર્વે થયેલા સંબંધિત સંશોધનો પણ તપાસ્યા. આ બધાને આધારે મળેલાં માર્ગદર્શનો પરથી પ્રયોજકે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ પ્રકારનું ઉપકરણ રચવાનું નક્કી કર્યું. ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો હતાં. આ પ્રકરણોને કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમોમાં વિભાજન કરવામાં આવ્યું. જેની વિગત સારણી ૩.૧ માં આપવામાં આવી છે.

સારણી ૩.૧

પ્રકરણદીઠ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

પ્રકરણ ક્રમ	પ્રકરણનું શિર્ષક	શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા
૧	વિધેય	૧૬
૨	સંમય પદાવલિઓ	૧૦
૩	ચક્રીય પદાવલી	૦૫
૪	ગુણોત્તર અને પ્રમાણ	૧૫
૫	ચલન	૧૧
૬	દ્વિઘાત સમીકરણ	૧૬
૭	ત્રિકોણમિતિ	૦૮
૮	અંતર અને ઉંચાઇ	૦૬
૯	આંકડાશાસ્ત્ર	૧૨
૧૦	ગણન	૦૭
૧૧	સમરૂપ ત્રિકોણ	૧૪
૧૨	સમરૂપતાની શરતો	૦૭
૧૩	સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ	૧૦
૧૪	વર્તુળ અને જીવા	૧૬
૧૫	વર્તુળનું ચાપ	૨૧
૧૬	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	૨૪
૧૭	રચનાઓ	૧૨
૧૮	ક્ષેત્રફળ	૧૫
૧૯	ઘનફળ	૦૯
	કુલ	૨૩૪

સારણી ૩.૧ માં પ્રકરણદીઠ શૈક્ષણિક એકમો આપેલાં છે. આ ઉપરાંત દરેક પ્રકરણનું સમગ્ર રીતે અઘરાપણું જાણવા માટે દરેક પ્રકરણના અંતે ''પ્રકરણ સમગ્ર રીતે'' શીર્ષક હેઠળ અભિપ્રાય મેળવવામાં આવ્યો હતો. ધોરણ-૧૦ ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં કુલ (૧૯) ઓગણીસ પ્રકરણોમાં ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો તેમજ સમગ્ર પ્રકરણ રીતેના ૧૯ અભિપ્રાયો મળીને કુલ ૨૫૩ શૈક્ષણિક એકમોના સંદર્ભમાં અભિપ્રાય મેળવવાનું નક્કી કર્યું હતું.

માહિતીના એકત્રીકરણના આ ઉપકરણ માટેનાં કેટલાંક કારણો આ પ્રમાણે હતાં.

- ૦ ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં સમાવિષ્ટ બધાં જ શૈક્ષણિક એકમોનો સમાવેશ કરવાનો હતો.
- ૦ માહિતી અનાત્મલક્ષી મળે તે જરૂરી હતું.
- ૦ માહિતી આપવામાં વધુ સમય ન જાય.
- ૦ માહિતી આપનારનો રસ જળવાઇ રહે તેમજ માહિતી આપવામાં કંટાળો ન આવે.
- ૦ ચોક્કસ અને પૂરેપૂરી માહિતી મળી રહે.
- ૦ પ્રાપ્ત માહિતીનું ગુણાંકન પૃથક્કરણ અને કઠિનતા કક્ષાઓનું નિર્ધારણ કરવામાં સરળતા રહે.

ઉપરોક્ત બાબતોને ધ્યાનમાં રાખીને પ્રયોજકે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ રચવાનું નક્કી કર્યું. ધોરણ-૧૦ ના અભ્યાસક્રમમાં સમાવિષ્ટ પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમ માટે નિર્ધારિત કરેલી વ્યાવહારિક વ્યાખ્યાને અનુરૂપ પાંચ કઠિનતા કક્ષાઓ આ પ્રમાણે રચવામાં આવી હતી.

કઠિનતાકક્ષા શબ્દમાં	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
કઠિનતા કક્ષા આંકડામાં	૫	૪	૩	૨	૧

પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમની સામે પાંચ કઠિનતાકક્ષા આપવામાં આવી હતી. અઘરાપણાના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા ખાનામાં '✓' ખરાની નિશાની કરવાની હતી.

આ ઉપકરણ વિદ્યાર્થીઓ તેમજ શિક્ષકો બંનેના અભિપ્રાયો માટે રચ્યું હતું. ઉપકરણ શરૂઆતના ભાગમાં જરૂરી પ્રાસ્તાવિક પત્રની રચના કરવામાં આવી હતી. આ પ્રાસ્તાવિક પત્રમાં નીચેની બાબતોને આવરી લીધી હતી.

૧. ઉપકરણનું નામ	૫. માહિતી આપવા માટેની વિનંતી
૨. સંશોધકનું નામ	૬. માહિતી આપવાની રીત
૩. માર્ગદર્શકનું નામ	૭. માહિતી આપવાથી માહિતી આપનારને થનારો લાભ
૪. અભ્યાસનો હેતુ	૮. માહિતી આપનાર વિદ્યાર્થી/શિક્ષકની સામાન્ય માહિતી

૬.૨ સૌથી અઘરા પ્રકરણના અઘરાપણાનાં કારણો તેમજ ઉપાયો મેળવવા માટેનું ઉપકરણ

ઓળખયાદી પ્રકારના ઉપકરણને બદલે પ્રસ્તુત ઉપકરણ મુક્ત ચર્ચા રચવા માટે નીચેનાં સોપાનો અનુસરવામાં આવ્યાં હતાં.

૬.૨.૧ સૌથી અઘરા પ્રકરણની તારવણી

પ્રત્યેક પ્રકરણમાં આવરાયેલાં શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાકક્ષા પરથી સંબંધિત પ્રકરણની અધ્યયન તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષાઓ નક્કી કરવામાં આવી હતી. પ્રકરણની કઠિનતાકક્ષાઓ તેમજ પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાને ધ્યાનમાં લઈને અધ્યયન તેમજ અધ્યાપન એમ બંને બાબતોના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણની તારવણી કરવામાં આવી હતી. ગણિત ધોરણ-૧૦ નાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ત્રણ પ્રકરણો કઠિન જણાયાં હતાં જે આ પ્રમાણે હતાં.

ક્રમ	પ્રકરણનો ક્રમ	પ્રકરણનું નામ	કઠિનતા મૂલ્ય		કઠિનતા કક્ષા	
			અધ્યયન સંદર્ભમાં	અધ્યાપન સંદર્ભમાં	અધ્યયન સંદર્ભમાં	અધ્યાપન સંદર્ભમાં
૧.	૧૬	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	૨.૯૯૪	૨.૯૭૮	૪	૪
૨.	૧૨	સમરૂપતાની શરતો	૨.૮૫૬	૨.૮૧૬	૪	૪
૩.	૧૫	વર્તુળનું ચાપ	૨.૮૦૩	૨.૭૮૮	૪	૪

ઉપર્યુક્ત માહિતી પરથી કહી શકાય કે આ ત્રણ કઠિન પ્રકરણોમાંથી અધ્યયન તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' જણાયું હતું.

૬.૨.૨ ઉપકરણ તરીકે મુક્ત મુલાકાત/ચર્ચા

માર્ગદર્શકશ્રી, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટીના શિક્ષણશાસ્ત્ર વિભાગના અન્ય તજ્જ્ઞ પ્રાધ્યાપકો, ગણિત શિક્ષકો, રાજકોટ જિલ્લાના ધોરણ-૧૦ માં ગણિત ભણાવતા અનુભવનિષ્ઠ તેમજ તજ્જ્ઞીય ક્ષમતા ધરાવતા શિક્ષકો સાથે મુક્ત મુલાકાત લેવામાં આવી હતી. તેઓની સાથે વ્યક્તિગત મુલાકાત યોજીને તારવાયેલા કઠિન પ્રકરણ હોવાનાં સંભવિત કારણો શાં હોઈ શકે તેમજ તે સરળ કઈ રીતે બનાવી શકાય તે માટે મુલાકાત દ્વારા મુક્ત ચર્ચા કરવામાં આવી હતી. ઓળખયાદી પ્રકારના ઉપકરણને બદલે ધોરણ-૧૦ નું ગણિત ભણાવતા શિક્ષકો કે જે અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયોની ચર્ચા કરી શકે માહિતી આપી શકે તેવા શિક્ષકોને પસંદ કરી એક દિવસના સેમિનારનું આયોજન કરેલું હતું. શરૂઆતમાં તેઓને ધોરણ-૧૦ નું પાઠ્યપુસ્તક આપીને શૈક્ષણિક એકમો જણાવવામાં આવ્યાં હતાં. તેઓની સાથે કઠિનતા અંગેની જરૂરી સંખ્યાત્મક રીતે નહીં પણ ગુણાત્મક રીતે સઘન ચર્ચા કરવા માટે જરૂરી કઠિન પ્રકરણ અંગે માહિતગાર કરવામાં આવ્યા હતા.

માર્ગદર્શકશ્રીની હાજરીમાં તજ્જ્ઞો તેમજ અનુભવનિષ્ઠ તજ્જ્ઞીય ક્ષમતા ધરાવતા શિક્ષકો સાથે મુક્ત ચર્ચા દ્વારા ઊંડાણપૂર્વક સઘન ચર્ચા એક દિવસમાં બે મુક્ત ચર્ચા બેઠક યોજવામાં આવેલી હતી. પ્રથમ બેઠકમાં કઠિન પ્રકરણને સરળ કરવાના ઉપાયો ચર્ચા કરીને તારવવામાં આવ્યાં હતાં. તેમજ તે જ દિવસે બીજી બેઠકમાં ધોરણ-૧૦ ગણિતના અભ્યાસક્રમના કઠિન પ્રકરણને સરળ કેમ બનાવી શકાય તેની મુક્ત ચર્ચા કરવાનું વિચારવામાં આવેલું હતું. આમ મુક્ત ચર્ચા ઉપકરણ દ્વારા ધોરણ-૧૦ ના કઠિન પ્રકરણોના સંદર્ભમાં અઘરાપણાનાં કયા કારણો હોઈ શકે ? અને આ કઠિન પ્રકરણને સરળ બનાવવા કયા ઉપાયો હોઈ શકે તે તારવવામાં આવ્યા હતા. એકદિવસીય સેમિનારમાં ઉપસ્થિત રહેનાર શિક્ષકોની યાદી પરિશિષ્ટ-૪ માં આપેલી છે.

૬.૩ ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટીની સંરચના

પ્રસ્તુત પ્રાયોગિક સંશોધનના એક હેતુ તરીકે ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના એકમ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પર અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા તપાસવાની હતી. તે માટે પ્રયોજક દ્વારા શૈક્ષણિક સિદ્ધિનામાપન માટે ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના એકમ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ એકમ પર શિક્ષક રચિત એકમ કસોટીની રચના કરવામાં આવેલી હતી. આ એકમ કસોટી અધ્યાપન યોજનાના અમલ બાદ ઉત્તર કસોટી સ્વરૂપે આપવામાં આવી હતી.

પ્રસ્તુત એકમ કસોટીની રચનાનાં સોપાનો આ પ્રમાણે છે.

૬.૩.૧ વિષયવસ્તુનું પૃથક્કરણ

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના એકમ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ની એકમ કસોટીની રચના માટે વિષયવસ્તુનું પૃથક્કરણ કરવું જરૂરી હતું. આ માટે અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના કરતી વખતે પ્રસ્તુત પ્રકરણનાં કુલ ૨૪ પેટા એકમોની તારવણી કરવામાં આવેલી હતી. એકમ કસોટીની રચના કરતી વખતે આ જ વિષયવસ્તુનું પૃથક્કરણ ધ્યાનમાં લીધેલું હતું.

૬.૩.૨ શૈક્ષણિક હેતુઓનું આલેખન

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના એકમ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ની એકમ કસોટીની રચના માટે પ્રસ્તુત વિષયવસ્તુના શૈક્ષણિક હેતુઓને ધ્યાનમાં લેવા જરૂરી છે. પ્રસ્તુત પ્રકરણ પર રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ માટે નક્કી કરવામાં આવેલા શૈક્ષણિક હેતુઓને જ એકમ કસોટીની રચના કરવા માટે સ્વીકારવામાં આવેલા હતા. આ શૈક્ષણિક હેતુઓના આધારે એકમ કસોટીની પ્રાથમિક કલમોની રચના કરવામાં આવી હતી.

૬.૩.૩ કલમોની રચના અને એકત્રીકરણ

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' એકમ માટેની બહુવિકલ્પ પ્રકારના પ્રશ્નો ધરાવતી શિક્ષક નિર્મિત એકમ કસોટીની રચના માટે સૌ પ્રથમ પ્રયોજકે પ્રસ્તુત વિષયવસ્તુનો ઊંડાણપૂર્વક અભ્યાસ કરેલો ત્યાર બાદ વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓને તેના હેતુઓને અનુરૂપ કલમો રચેલી હતી. આ માટે વિષયવસ્તુના તમામ હેતુઓને અનુરૂપ કુલ ૩૫ કલમોની રચના કરેલી.

વિવિધ હેતુઓને અનુરૂપ રચેલી કલમોની સંખ્યા આ પ્રમાણે હતી.

હેતુઓ	**કલમોની સંખ્યા**
જ્ઞાન	૧૫
સમજ	૧૦
ઉપયોગ	૧૦
કુલ	૩૫

ઉપરોક્ત કલમોની રચના કરતી વખતે પાઠ્યપુસ્તક, સંદર્ભગ્રંથો અને અગાઉના પ્રશ્નપત્રો વગેરે સાહિત્યનો સંદર્ભ તરીકે ઉપયોગ કર્યો હતો. કલમોની રચના બહુવિકલ્પ પ્રકારના પ્રશ્નો સ્વરૂપે કરેલી હોવાથી વિસ્તૃત પ્રશ્નો, પ્રમેય ઉકેલ કે પ્રમેય આધારિત કૂટપ્રશ્નો (રાઇડર) વગેરેનો સમાવેશ કરેલો ન હતો.

૬.૩.૪ નિષ્ણાતો દ્વારા સમીક્ષા તથા કસોટીના પ્રાથમિક સ્વરૂપની રચના

રાજકોટ શહેરમાં વર્ષોથી ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કરાવતા વિષય નિષ્ણાતો તથા શૈક્ષણિક સંશોધન ક્ષેત્રના તજ્જ્ઞોને સંશોધકે રચેલી કલમો સમીક્ષા માટે આપવામાં આવી હતી. તથા તેઓને એવું સ્પષ્ટ જણાવાયું હતું કે ધોરણ-૧૦ ગણિતના ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' એકમના વિષયવસ્તુ અને શૈક્ષણિક હેતુઓને અનુરૂપ પ્રસ્તુત કલમો ચકાસવાની હતી. તેઓએ આપેલાં જરૂરી સૂચનો અને માર્ગદર્શન બાદ કુલ ૬ કલમો રદ કરેલી તથા ત્રણ કલમોની રચનામાં જરૂરી ફેરફાર કરી ૩૦ પ્રશ્નો ધરાવતી પ્રાથમિક સ્વરૂપની એકમ કસોટીની રચના કરવામાં આવી હતી.

૬.૩.૫ પૂર્વેક્ષણ અને કસોટીના અંતિમ સ્વરૂપની રચના

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના એકમ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' ની પ્રાથમિક સ્વરૂપની એકમ કસોટીની સૌ પ્રથમ અજમાયશ રાજકોટ શહેરની શ્રી વિરાણી હાઇસ્કૂલ રાજકોટના ધોરણ-૧૦ ના ૫૦ વિદ્યાર્થીઓ પર કરવામાં આવેલી તેઓના પ્રતિચારો બાદ જેમાં અસ્પષ્ટતા જણાઇ તેવી ચાર કલમો રદ કરવામાં આવી હતી અને અંતે કુલ ૨૫ પ્રશ્નો ધરાવતી

બહુવિકલ્પ પ્રકારની એકમ કસોટીના અંતિમ સ્વરૂપની રચના કરવામાં આવી હતી. જે પરિશિષ્ટ ૫ માં દર્શાવિલી છે. એક પ્રકરણના વિષયવસ્તુ પર આધારિત આ એકમ કસોટીની વિશ્વસનીયતા તેમજ પ્રમાણભૂતતાની સ્થાપના કરવામાં આવી ન હતી.

૬.૪ શિક્ષક રચિત એકમ કસોટીનો પરિચય

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના એકમ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ એકમની એકમ કસોટીમાં બહુવિકલ્પ પ્રકારના પ્રશ્નોની ૨૫ ગુણની એકમ કસોટી તૈયાર કરવામાં આવી હતી આ માટે ૨૫ મિનિટનો સમય આપવામાં આવ્યો હતો.

પ્રસ્તુત અભ્યાસ માટે તૈયાર કરેલી એકમ કસોટીની અંદર જ જવાબો લખવાના હતાં. આ એકમ કસોટીમાં અધ્યયન હેતુઓ મુજબ ગુણભાર આ મુજબ હતો. જેમાં જ્ઞાનના ૧૨ ગુણ, સમજના ૦૮ ગુણ, તથા ઉપયોગના ૦૫ ગુણ હતા.

પ્રસ્તુત એકમ કસોટીના પ્રત્યેક સાચા જવાબદીઠ ૧ ગુણ આપવાનો હતો. જ્યારે ખોટા જવાબનો કોઇ કપાત ગુણ ન હતો. આમ કુલ મહત્તમ ૨૫ ગુણની આ કસોટી તૈયાર કરવામાં આવી હતી. આ કસોટીના આદર્શ ઉત્તરો પરિશિષ્ટ-૬ માં દર્શાવિલા છે.

૬.૫ એકમ કસોટીના અમલીકરણનાં સોપાનો

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ એકમની એકમ કસોટીના અમલીકરણ માટેનાં સોપાનો આ મુજબ છે.

- સૌ પ્રથમ પ્રસ્તુત એકમનાં તમામ પેટા એકમોનું વ્યાખ્યાન પદ્ધતિ કે અન્ય કોઇ અધ્યાપન કાર્યક્રમ દ્વારા અધ્યાપન કરાવવું જરૂરી છે.
- અધ્યાપન કાર્યક્રમ દરમ્યાન એકપણ મુદ્દો રહી ન જાય તેની ખાસ કાળજી લેવી જરૂરી છે.
- એકમ કસોટી આપતી વેળાએ વર્ગની બેઠક વ્યવસ્થા સુયોગ્ય હોવી જોઇએ.
- એકમ કસોટીના અમલ માટેનો સમય અગાઉથી નિશ્ચિત કરી આપવો જોઇએ.
- કસોટી માટે જરૂરી ભૌતિક સુવિધાઓ જેવી કે વર્ગખંડ, પાટલીઓ, લખવા માટે પેન્સીલ કે પેન વગેરે વિદ્યાર્થીઓને પૂરી પાડવી જોઇએ.
- કસોટી દરમ્યાન વિદ્યાર્થીઓ ગેરરીતિ ન કરે તેની પણ ખાસ કાળજી રાખવી જરૂરી છે.

૭.૦ માહિતીનું એકત્રીકરણ

રચાયેલાં ત્રણેય ઉપકરણોની મદદથી રાજકોટ જિલ્લાના વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો પાસેથી માહિતી એકત્રિત કરી હતી. હેતુઓ અનુસાર ત્રણ પ્રકારની માહિતી મેળવવાની હતી.

૧. ધોરણ-૧૦ ના ગણિત પાઠ્યક્રમમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં લાગતી કઠિનતા અંગેની માહિતી.

૨. ધોરણ-૧૦ ના ગણિતનાં કઠિન પ્રકરણ-૧૬ અઘરું લાગવા માટેના કારણો અને તેના ઉપાયો અંગેની માહિતી.

૩. ધોરણ-૧૦ ના ગણિતનાં કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ને સરળીકરણ માટે રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ અસરકારકતા ચકાસવા માટે વિદ્યાર્થીઓની સિદ્ધિ અંગેની માહિતી.

ઉપરોક્ત ત્રણેય પ્રકારની માહિતી મેળવવા માટે સંશોધકે ત્રણ ઉપકરણો રચ્યાં હતાં.

૭.૧ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા અંગેની માહિતીનું એકત્રીકરણ

પ્રથમ ઉપકરણ દ્વારા શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા અંગેની માહિતી મેળવવા માટે પંચબિંદુ ક્રમમાપદંડ પ્રકારનું ઉપકરણ રચ્યું હતું. રાજકોટ જિલ્લાની અનુદાનિત માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-૧૦ માં ગણિત વિષય ભણતા વિદ્યાર્થીઓનો સહેતુક નમૂનો પસંદ કર્યો હતો. ઉપરાંત રાજકોટ જિલ્લાની અનુદાનિત માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-૧૦ માં ગણિત ભણાવતા શિક્ષકોનો પણ સહેતુક નમૂનો પસંદ કર્યો હતો. નમૂનામાં વિદ્યાર્થીઓને અને શિક્ષકોને પ્રયોજકે અભ્યાસનો હેતુ બરાબર સમજાવ્યો હતો. ત્યાર બાદ માહિતી આપવાની રીત કાળજીપૂર્વક સમજાવી હતી. સાચી અને પૂરી માહિતી આપવા માટેની અગત્ય જણાવીને તેમને માહિતી આપવા માટે પ્રોત્સાહિત કર્યા હતા. પ્રયોજક માધ્યમિક શિક્ષણમાં જિલ્લા શિક્ષણાધિકારી તરીકે ફરજ બજાવતા હોવાથી માધ્યમિક વિદ્યાર્થીઓ અને માધ્યમિક શિક્ષકોને આ કાર્યમાં પૂરી અને સાચી માહિતી આપવા માટે જરૂરી સહકાર મેળવવામાં સરળતા રહી હતી. પ્રથમ વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી આ માહિતી મેળવી હતી. ત્યાર બાદ શિક્ષકો પાસેથી માહિતી મેળવી હતી. માહિતી આપવા માટે આશરે ૩૦ મિનિટ જેટલો સમય જતો હતો.

ધોરણ-૧૦ ગણિતના પાઠ્યક્રમમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કેટલાં કઠિન જણાય છે તે અંગેની માહિતી ધોરણ-૧૦ ની પ્રિલિમિનરી પરીક્ષા પૂર્ણ થયા બાદ વર્ષના અંતભાગમાં એટલે કે ફેબ્રુઆરી ૨૦૦૪ દરમ્યાન મેળવવામાં આવી હતી.

૭.૨ પ્રકરણ-૧૬ અઘરું લાગવા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો જાણવા માટે માહિતીનું એકત્રીકરણ

આ રીતે પ્રથમ ઉપકરણ દ્વારા એકત્ર કરાયેલા વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોના અભિપ્રાયોની માહિતીનું પૃથક્કરણ કરીને ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના પાઠ્યક્રમમાં સમાવિષ્ટ (૧) પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમોની (૨) પ્રત્યેક પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષા નિર્ધારિત કરી હતી. સૌથી કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ પ્રકરણ ઓળખાયેલું હતું.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં બીજા ઉપકરણ - મુક્ત મુલાકાત મુક્ત ચર્ચા દ્વારા કઠિન પ્રકરણ-૧૬ અઘરું લાગવા માટેનાં કારણો અને તેના સંદર્ભમાં ઉપાયો સૂચવવા અંગેની માહિતી મુક્ત ચર્ચા દ્વારા મેળવવામાં આવી હતી. આ માટે રાજકોટ જિલ્લાની અનુદાનિત માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-૧૦ માં ગણિત ભણાવતા શિક્ષકો કે જે અઘરાપણાનાં કારણો અને ઉપાયોની ચર્ચા કરી શકે તેવા શિક્ષકોનાં નમૂનાનાં પાત્રોને મુક્ત ચર્ચા માટે એક દિવસની પાંચ કલાકની બેઠક માટે બોલાવી મુક્ત ચર્ચા કરેલી હતી. ધોરણ ૧૦ ના ગણિત અભ્યાસક્રમના કઠિન પ્રકરણની સમજૂતી આપેલી હતી. કઠિન પ્રકરણ લાગવા માટેના કારણો કયાં હોઈ શકે ? તે માટે ૨ કલાક ૩૦ મિનિટની મુક્ત ચર્ચા બેઠક યોજવામાં આવી હતી. નમૂનામાં સમાવિષ્ટ દરેક શિક્ષક સાથે રૂબરૂ ચર્ચા કરવામાં આવી હતી. કઈ રીતે કારણો મેળવવાનાં છે તેની રીત જણાવામાં આવી હતી. તેમને જણાવવામાં આવ્યું હતું કે આ પ્રકારની માહિતીની તારવણી માત્ર તેઓ જ આપી શકે તેમ છે. આ કાર્ય માટે તેઓને પ્રોત્સાહિત કરવામાં આવ્યા હતા અને પ્રથમ બેઠકમાં કારણો તારવવામાં આવેલાં હતાં. તેજ દિવસે કઠિન પ્રકરણને સરળ કરવાના કયા ઉપાયો હોઈ શકે તે સૂચવવા માટે બીજી જ બેઠક ૨ કલાક ૩૦ મિનિટની મુક્ત ચર્ચા માટે ગોઠવેલી હતી. માહિતી એકત્રિત કરવાનું આ કાર્ય એપ્રિલ ૨૦૦૪ દરમ્યાન કરવામાં આવ્યું હતું.

૭.૩ અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઉપરની અસરકારકતા ચકાસવા માટેની શિક્ષક રચિત સિદ્ધિ કસોટી દ્વારા માહિતીનું એકત્રીકરણ

આ રીતે બીજા ઉપકરણ દ્વારા એકત્ર કરાયેલી માહિતી આધારે ધોરણ-૧૦ ગણિતના કઠિન પ્રકરણનાં કારણો જાણી તેને સરળ કરવા માટેના ઉપાયો અંગેનાં સૂચનો મેળવી, આ સૂચનો દ્વારા મેળવાયેલ ઉપાયો દ્વારા ગણિત અધ્યાપન તેમજ સંશોધનમાં ઊંડાણ પૂર્વકની માહિતી આપી શકે તેમજ ગણિત અધ્યાપનના સંદર્ભમાં અસરકારક પ્રયુક્તિઓ, કાર્યક્રમો કે પદ્ધતિઓ સૂચવી શકે તેમજ રચી શકે તેવા ૪ શિક્ષકોને સહેતુક રીતે પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. આ શિક્ષકોને કારણો-ઉપાયો આપ્યા હતા. તેઓની સાથે માર્ગદર્શકશ્રીની હાજરીમાં ઊંડાણપૂર્વકની સઘન ચર્ચા કરીને અધ્યાપન કાર્યક્રમ રચવામાં આવ્યો હતો. કઠિન પ્રકરણના કયા મુદ્દાને કઈ રીતે અધ્યયન કરાવવું તે નક્કી કરવામાં આવેલું હતું. આ અધ્યાપન કાર્યક્રમની અજમાઈશ પૂર્વે સત્રાંત કસોટી ગુણાંકન આધારે બે જૂથ પ્રાયોગિક જૂથ અને નિયંત્રિત જૂથ બનાવવામાં આવ્યાં હતાં. અધ્યાપનના કાર્યક્રમના અમલીકરણ પછી અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવા માટે શિક્ષક રચિત સિદ્ધિ કસોટીના ગુણાંકન માટેની માહિતી આ ઉપકરણ દ્વારા મેળવવામાં આવી હતી.

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં રચાયેલા ત્રીજા ઉપકરણ શિક્ષક રચિત એકમ કસોટી દ્વારા ગણિત સિદ્ધિ અંગેની માહિતી મેળવવામાં આવી હતી. આ માટે રાજકોટ જિલ્લાની ત્રણ

અનુદાનિત માધ્યમિક શાળાઓ કે જેમાં એક શાળા ફક્ત છોકરીઓની, બીજી શાળા ફક્ત છોકરાઓની અને ત્રીજી શાળા મિશ્ર એટલે કે છોકરા અને છોકરીઓ બન્ને હોય તેવી શાળાઓ પસંદ કરેલી હતી. આ ત્રણેય શાળાઓમાં બબ્બે જૂથોની રચના કરીને અધ્યાપન કાર્યક્રમના અમલ પછી તે જૂથમાં નમૂનાનાં પાત્રોને ૨૫ ગુણની કસોટી આપવામાં આવેલી હતી. તેના દ્વારા ગણિત સિદ્ધિ અંગેની માહિતી એકત્રિત કરવામાં આવેલી હતી. આ કસોટીનો સમય ૨૫ મિનિટ રાખવામાં આવેલો હતો. આ માહિતી એકત્રિત કરવાનું કાર્ય પ્રયોગના અમલ બાદ કરવામાં આવેલું હતું.

૮.૦ માહિતી પૃથક્કરણની પદ્ધતિ

પ્રસ્તુત અભ્યાસના હેતુ અનુસાર ત્રણ પ્રકારની માહિતી મેળવવા ત્રણ ઉપકરણોની મદદ લીધી હતી. ઉપકરણોની મદદથી પ્રાપ્ત થયેલી માહિતીનું સ્વરૂપ સંખ્યાત્મક અને ગુણાત્મક હતું. પ્રથમ ઉપકરણ દ્વારા માહિતીનું પૃથક્કરણ આ પ્રમાણેનાં સોપાનોને અનુસરીને કર્યું હતું.

૮.૧ કઠિનતાકક્ષાનું નિર્ધારણ કરવા માટે પૃથક્કરણ પ્રવિધિ

(૧) ધોરણ-દસમાં ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં કુલ ૧૯ પ્રકરણોનાં કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમોના સંદર્ભમાં નિદર્શમાં સમાવિષ્ટ વિદ્યાર્થીઓને તેમને આપેલા અભિપ્રાયો મુજબ નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ તૈયાર કરવામાં આવ્યું. ઉદાહરણ તરીકે પ્રથમ પ્રકરણનો પ્રથમ શૈક્ષણિક મુદ્દો ''વિધેયનો અર્થ'' માટે કુલ ૪૪૫ વિદ્યાર્થીઓએ તેમજ ૧૨૫ શિક્ષકોએ તેઓએ આપેલા અભિપ્રાય મુજબ પાંચ વિભાગમાં આ રીતે વહેંચી આવૃત્તિ વિતરણ તૈયાર કર્યું હતું.

કઠિનતાકક્ષા શબ્દમાં	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
કઠિનતાકક્ષા આંકડામાં	૫	૪	૩	૨	૧
વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા	૫	૪૩	૧૪૪	૧૫૫	૯૮
શિક્ષકોની સંખ્યા	૧	૭	૨૨	૮૧	૧૪

આમ પ્રત્યેક શૈક્ષણિક એકમના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓનાં અને શિક્ષકોનાં જૂથને પાંચ વિભાગમાં વર્ગીકૃત કર્યું હતું.

(૨) જે તે વિભાગમાંની વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોની સંખ્યા સાથે તે વિભાગની કઠિનતા કક્ષા વડે ગુણીને નીચે પ્રમાણેના પાંચ ગુણનફળ મેળવ્યા.

કઠિનતાકક્ષા શબ્દમાં	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
કઠિનતાકક્ષા આંકડામાં	૫	૪	૩	૨	૧
વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા	૫	૪૩	૧૪૪	૧૫૫	૯૮
ગણનફળ : વિદ્યાર્થી	૨૫	૧૭૨	૪૩૨	૩૧૦	૯૮
શિક્ષકોની સંખ્યા	૧	૭	૨૨	૮૧	૧૪
ગુણનફળ : શિક્ષક	૫	૨૮	૬૬	૧૬૨	૧૪

આમ વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોની સંખ્યાને કઠિનતાકક્ષાના આંકડા સાથે ગુણીને ગુણનફળ પ્રાપ્ત કર્યા હતાં.

(૩) આ પાંચે ગુણનફળોનો સરવાળો કરીને તેને વિદ્યાર્થીઓની (૪૪૫) તથા શિક્ષકોની (૧૨૫) કુલ સંખ્યા વડે ભાગીને સરાસરી મેળવવામાં આવી હતી.

o અધ્યયનના સંદર્ભમાં

$$\frac{\text{૨૫ + ૧૭૨ + ૪૩૨ + ૩૧૦ + ૯૮}}{\text{૪૪૫}} = \frac{\text{૧૦૩૭}}{\text{૪૪૫}} = \text{૨.૩૩૦}$$

o અધ્યાપનના સંદર્ભમાં

$$\frac{\text{૫ + ૨૮ + ૬૬ + ૧૬૨ + ૧૪}}{\text{૧૨૫}} = \frac{\text{૨૭૫}}{\text{૧૨૫}} = \text{૨.૨૦૦}$$

આ સરાસરીને પ્રકરણ-૧ ના પ્રથમ શૈક્ષણિક એકમની અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા તરીકે નિર્ધારિત કરવામાં આવી હતી. આ રીતે ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમોની તેમજ ૧૯ સમગ્ર પ્રકરણની કઠિનતાઓની ગણતરી કરી હતી.

(૪) પ્રત્યેક પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાઓનો સરવાળો કરી તેને જે તે પ્રકરણનાં કુલ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા વડે ભાગી તે સરાસરી શોધવામાં આવી.

o અધ્યયનના સંદર્ભમાં

$$\frac{\text{૨.૩૩ + ૨.૪૧ + ૨.૫૧ + ૨.૫૦ + ૨.૫૦ + ૨.૪૦ + ૨.૪૩ + ૨.૨૧ + ૨.૩૧ + ૨.૭૫ + ૨.૮૨ + ૨.૮૬ + ૨.૭૭ + ૩.૧૦ + ૨.૫૯ + ૨.૦૮}}{\text{૧૬}} = \frac{\text{૪૦.૫૭}}{\text{૧૬}} = \text{૨.૫૩૬}$$

૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં

$$\frac{૨.૨૦ + ૨.૩૩ + ૨.૪૨ + ૨.૫૧ + ૨.૪૨ + ૨.૩૮ + ૨.૩૩ + ૨.૧૧ + ૨.૨૨ + ૨.૬૨ + ૨.૭૨ + ૨.૮૨ + ૨.૭૨ + ૨.૭૦ + ૨.૪૨ + ૨.૦૨}{૧૬} = \frac{૩૮.૯૪}{૧૬} = ૨.૪૩૪$$

જેને સંબંધિત પ્રકરણની અધ્યયનના સંદર્ભમાં પ્રકરણની સમગ્ર રીતે કઠિનતા તરીકે નિર્ધારિત કરવામાં આવી. આ રીતે કુલ ઓગણીસ પ્રકરણોની કઠિનતાઓનું નિર્ધારણ કર્યું હતું. વિદ્યાર્થીઓના અધ્યયનના તથા શિક્ષકોના અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાઓનું નિર્ધારણ કર્યું હતું. ઉપર્યુક્ત કઠિનતાઓ પરિશિષ્ટ-૩ માં દર્શાવેલી છે.

(૫) ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં બધાં જ શૈક્ષણિક એકમોમાંથી સૌથી ઊંચી કઠિનતા અને સૌથી નીચી કઠિનતા હોય તેવાં બે શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાનો મહત્તમ તફાવત શોધવામાં આવ્યો.

૦ અધ્યયનના સંદર્ભમાં

મહત્તમ કઠિનતા તફાવત = (સૌથી ઊંચી કઠિનતા) – (સૌથી નીચી કઠિનતા)

= ૩.૪૩ – ૧.૮૬ = ૧.૫૭

૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં

મહત્તમ કઠિનતા તફાવત = (સૌથી ઊંચી કઠિનતા) – (સૌથી નીચી કઠિનતા)

= ૩.૪૨ – ૧.૮૩ = ૧.૫૯

(૬) આ કઠિનતાના તફાવતને પાંચ વડે ભાગીને (કઠિનતા કક્ષાઓ પાંચ હોવાથી) 'એકમ કઠિનતા મૂલ્ય' મેળવવામાં આવ્યું હતું.

૦ અધ્યયનના સંદર્ભમાં

એકમ કઠિનતા મૂલ્ય = $\frac{૧.૫૭}{૫} = ૦.૩૧૪$

૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં

એકમ કઠિનતા મૂલ્ય = $\frac{૧.૫૯}{૫} = ૦.૩૧૮$

(૭) સૌથી નીચી કઠિનતામાં આ એકમ કઠિનતા મૂલ્ય ઉમેરાતા જઇને કઠિનતા કક્ષાની હદ નક્કી કરીને પાંચ કઠિનતા અંતરાલો નક્કી કરવામાં આવ્યા. પ્રત્યેક કઠિનતા અંતરાલને ક્રમાંક સ્વરૂપે તેમજ શાબ્દિક સ્વરૂપે કઠિનતાકક્ષા આપવામાં આવી.

૦ અધ્યયનના સંદર્ભમાં

સૌથી નીચી કઠિનતા = ૧.૮૬ અને એકમ કઠિનતા મૂલ્ય = ૦.૩૧૪ છે. જેના ઉપરથી કઠિનતા અંતરાલ અને કઠિનતા કક્ષાઓ આ પ્રમાણે છે.

કઠિનતા અંતરાલ	કઠિનતા કક્ષા	
	ક્રમાંક સ્વરૂપ	શાબ્દિક સ્વરૂપ
૧.૮૬૦ થી ૨.૧૭૪	૧	સૌથી સહેલું
૨.૧૭૫ થી ૨.૪૮૮	૨	સહેલું
૨.૪૮૯ થી ૨.૮૦૨	૩	સામાન્ય
૨.૮૦૩ થી ૩.૩૧૬	૪	અઘરું
૩.૧૧૭ થી ૩.૪૩૦	૫	સૌથી અઘરું

o અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી નીચી કઠિનતા = ૧.૮૩ અને એકમ કઠિનતા મૂલ્ય= ૦.૩૧૮ છે. જેના ઉપરથી કઠિનતા અંતરાલ અને કઠિનતા કક્ષાઓ આ પ્રમાણે છે.

કઠિનતા અંતરાલ	કઠિનતા કક્ષા	
	ક્રમાંક સ્વરૂપ	શાબ્દિક સ્વરૂપ
૧.૮૩૦ થી ૨.૧૪૮	૧	સૌથી સહેલું
૨.૧૪૯ થી ૨.૪૬૬	૨	સહેલું
૨.૪૬૭ થી ૨.૭૮૪	૩	સામાન્ય
૨.૭૮૫ થી ૩.૧૦૨	૪	અઘરું
૩.૧૦૩ થી ૩.૪૨૦	૫	સૌથી અઘરું

(૮) કુલ ૧૯ પ્રકરણો માટે અધ્યયન તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સમગ્ર રીતે પ્રકરણના અઘરાપણા બાબત અભિપ્રાય મેળવ્યા હતા. આ અભિપ્રાયને આધારિત માહિતીનું પૃથક્કરણ આ પ્રમાણે છે.

o અધ્યયનના સંદર્ભમાં

મહત્તમ કઠિનતા તફાવત = (સૌથી ઊંચી કઠિનતા) – (સૌથી નીચી કઠિનતા)

= ૨.૯૯૪ – ૨.૩૦૬ = ૦.૬૬૮

એકમ કઠિનતા મૂલ્ય = $\frac{૦.૬૮૮}{૫}$ = ૦.૧૩૭૬

કઠિનતા અંતરાલ	કઠિનતા કક્ષા	
	ક્રમાંક સ્વરૂપ	શાબ્દિક સ્વરૂપ
૨.૩૦૬ થી ૨.૪૪૩૬	૧	સૌથી સહેલું
૨.૪૪૩૭ થી ૨.૫૮૧૨	૨	સહેલું
૨.૫૮૧૩ થી ૨.૭૧૮૮	૩	સામાન્ય
૨.૭૧૮૯ થી ૨.૮૫૬૪	૪	અઘરું
૩.૮૫૬૫ થી ૩.૯૯૪	૫	સૌથી અઘરું

૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં

મહત્તમ કઠિનતા તફાવત = (સૌથી ઊંચી કઠિનતા) – (સૌથી નીચી કઠિનતા)

= ૨.૯૭૮ – ૨.૨૧૨ = ૦.૭૬૬

એકમ કઠિનતા મૂલ્ય = $\frac{૦.૭૬૬}{૫}$ = ૦.૧૫૩૨

કઠિનતા અંતરાલ	**કઠિનતા કક્ષા**	
	ક્રમાંક સ્વરૂપ	**શાબ્દિક સ્વરૂપ**
૨.૨૧૨ થી ૨.૩૬૫૨	૧	સૌથી સહેલું
૨.૩૬૫૩ થી ૨.૫૧૮૪	૨	સહેલું
૨.૫૧૮૫ થી ૨.૬૭૧૬	૩	સામાન્ય
૨.૬૭૧૭ થી ૨.૮૨૪૮	૪	અઘરું
૨.૮૨૪૯ થી ૨.૯૭૮	૫	સૌથી અઘરું

૮.૨ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાની તુલના

અધ્યયનના સંદર્ભમાં, અધ્યાપનના સંદર્ભમાં તેમજ બંનેની તુલના કરવાના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે નક્કી કરવા માટે કાઇવર્ગ કસોટી દ્વારા પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું.

૮.૩ ગુણાત્મક પૃથક્કરણ

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણનાં કારણો અને તેને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો મેળવવા માટેનાં સૂચનોના સંદર્ભમાં મુક્ત ચર્ચા ઉપકરણ દ્વારા શિક્ષકો પાસેથી માહિતી મેળવાયેલી હતી. મુક્ત ચર્ચા દ્વારા અનુભવી અને તજ્જ્ઞ શિક્ષકો પાસેથી કઠિન પ્રકરણ અંગેનાં કારણો તેમજ ઉપાયો અંગેનાં સૂચનોની તારવણીનું ગુણાત્મક રીતે પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું.

૮.૪ કઠિન પ્રકરણના સરળીકરણ માટેની અધ્યાપન કાર્યક્રમની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઉપરની અસરકારકતાની ચકાસણી માટેની પૃથક્કરણ પ્રવિધિ

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણનાં કારણો અને ઉપાયો આધારે સરળીકરણ માટેનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ બનાવી તેના અમલીકરણ બાદ શિક્ષક નિર્મિત એકમ કસોટી દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકોનું પૃથક્કરણ સહુવિચરણ પૃથક્કરણ પ્રવિધિ દ્વારા કરવામાં આવ્યું હતું.

પ્રકરણ : ૪
માહિતીનું પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

કોઈપણ અભ્યાસમાં સમસ્યા ઉકેલ અર્થે જેમ માહિતી મેળવવી પડે છે તેમ મેળવાયેલી માહિતીનું પૃથક્કરણ પણ કરવું પડે છે. કારણ કે એકત્રિત કરાયેલી માહિતી આપમેળે સમસ્યા-પ્રશ્નોના ઉત્તર આપી શકે નહીં.

માહિતીના એકત્રીકરણ બાદ અભ્યાસના હેતુઓને આધારે માહિતી માવજતની પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે. જેમાં સંપાદન, સંકેતીકરણ, વર્ગીકરણ, સારણીકરણ તેમજ આંકડાકીય પૃથક્કરણો યોજવામાં આવે છે.

૨.૦ પ્રકરણ અનુસાર એકમોની કઠિનતાકક્ષા

પ્રસ્તુત અભ્યાસનો એક હેતુ ગણિતનાં પ્રકરણોની અધ્યયન તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા તારવવાનો હતો. ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો છે. આ ઓગણીસ પ્રકરણોમાં ૨૩૪ એકમો છે. આ એકમોની કઠિનતાકક્ષા પ્રકરણ અનુસાર અધ્યયન તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ક્રમશઃ આપવામાં આવી છે. અભ્યાસના પ્રશ્નો ૪.૧ અને ૪.૨ ના ઉત્તરો મેળવવા માટે સારણી ૪.૧ થી ૪.૧૯ માં જરૂરી માહિતી આપવામાં આવી છે.

૨.૧ પ્રકરણ-૧ 'વિધેય' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં પ્રથમ પ્રકરણમાં કુલ ૧૬ એકમો હતાં. પ્રથક્કરણને અંતે અધ્યયન તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ બે પ્રકારની કઠિનતા કક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વિધેયનો એકમ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	એક-એક સંગતતાનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	અનેક-એક સંગતતાનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૪.	એક-અનેક વિધેય નથી તેનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૫.	અરિક્ત ગણનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૬.	વિધેયને દર્શાવવાની રીત	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૭.	વિધેયને વેન આકૃતિ સ્વરૂપે દર્શાવવું	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	વિધેયમાં પ્રદેશ, સહપ્રદેશ, વિસ્તારનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૯.	સંવૃત્ત, વિવૃત્ત, સંવૃત્ત-વિવૃત્ત, વિવૃત્ત-સંવૃત્ત અંતરાલનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૦.	વાસ્તવિક ચલનું વિધેય	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૧.	વાસ્તવિક વિધેય	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૧૨.	વાસ્તવિક ચલનું વાસ્તવિક વિધેય	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૩.	વિધેયનું મૂલ્ય	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૪.	સુરેખ વાસ્તવિક વિધેયનો ખ્યાલ	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૧૫.	વિધેયમાં પ્રદેશ, વિસ્તાર અને વિધેયના સંકેતનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૧૬.	વિધેય સંખ્યાગણોનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો)	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૧૭.	પ્રકરણ-૧ વિધેય સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું

સારણી ૪.૧ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧ માં અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલું, છ એકમો સહેલાં, છ એકમો સામાન્ય અને ત્રણ એકમો અઘરાં જણાય છે. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલું, આઠ એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય અને એક એકમ અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એકમ ક્રમ ૧, ૨,

૬, ૭, ૯ બન્ને દૃષ્ટિએ સહેલા જણાયા. જ્યારે એકમ ક્રમ ૧૬ પણ ખૂબ જ સહેલા સમાન જણાય છે. તેમજ એકમ ક્રમ ૪, ૧૦, ૧૩ બન્ને દૃષ્ટિએ સામાન્ય જણાય છે. એકમ ક્રમ ૧૨ અધ્યયન અને અધ્યાપનના બન્ને સંદર્ભમાં અઘરું જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયનના સંદર્ભમાં સામાન્ય અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાયું છે.

૨.૨ પ્રકરણ-૨ ''સંમેય પદાવલિઓ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં બીજા પ્રકરણમાં કુલ દસ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયો અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયો અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૨ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૨

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૨ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	ચલ અચલનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૪	અઘરું
૨.	સહગુણક, પદ, ઘાતાંક, બહુપદી ખ્યાલ (N, Z, Q, R પરની બહુપદીનો)	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૩.	સમાન સંમેય પદાવલીનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	સંમેય પદાવલિમાં અતિ સંક્ષિપ્ત રૂપનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	સંમેય પદાવલિનાં સરવાળા-બાદબાકી માટે જરૂરી લ.સા.અ.નો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૬.	સંમેય પદાવલિમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત-સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૭.	બહુપદીનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો) પરની બહુપદી	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	મિશ્ર-બૈજિક ક્રિયાઓવાળી સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ (સરવાળા, બાદબાકી) વગેરે	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૯.	સમચ્છેદી પદાલિઓનો ખ્યાલ	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૧૦.	વિષમચ્છેદી પદાવલિનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૧.	પ્રકરણ : ૨ સંમેય પદાવલિઓ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું

સારણી ૪.૨ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૨ માં અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, પાંચ એકમો સહેલાં, બે એકમો સામાન્ય અને બે એકમો અઘરાં જણાય છે. જ્યારે અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબજ સહેલો, પાંચ એકમો સહેલાં, ત્રણ એકમો સામાન્ય અને એક એકમ અઘરો જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપન બન્ને સંદર્ભમાં એકમ ક્રમ-૩, ૪, ૫, ૭ સહેલા; એકમ ક્રમ ૬ ખૂબ જ સહેલા અને એકમક્રમ ૧૦ સામાન્ય જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયનના સંદર્ભમાં સામાન્ય તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાય છે.

૨.૩ પ્રકરણ-૩ ''ચક્રીય પદાવલિઓ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસનાં ગણિતમાં ત્રીજા પ્રકરણમાં કુલ ૫ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૩ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૩

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૩ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	ચક્રીય પદાવલીનો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	ચક્રીય પદાવલીમાં ક્રમનું મહત્ત્વ	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૩.	સુરેખ અવયવોનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	દ્વિઘાત અવયવોનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૫.	ઘાતાંકને આધારે પદોને ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવવા	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૦	પ્રકરણ-૩ ચક્રીય પદાવલી સમગ્ર રીતે	૨	સહેલું	૨	સહેલું

સારણી ૪.૩ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-ત્રણ અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને બે એકમો ખૂબ જ સહેલા, બે એકમો સહેલાં અને એક એકમ સામાન્ય જણાય છે. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બે એકમો શિક્ષકોને ખૂબ જ સહેલાં, ત્રણ એકમો સહેલાં જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને એકમ ક્રમ ૨, ૫ ખૂબ જ સહેલાં જણાયાં છે. અને એકમ

ક્રમ ૧ અને ૩ પણ સહેલાં જણાયા છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાય છે.

૨.૪ પ્રકરણ-૪ ''ગુણોત્તર અને પ્રમાણ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં ચોથા પ્રકરણમાં કુલ ૧૫ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૪ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૪

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૪ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	ગુણોત્તર (વ્યાખ્યા)	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૨.	ગુણોત્તરમાં પૂર્વપદ અને ઉત્તરપદ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	શૂન્ય ગુણોત્તર	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૪.	વ્યસ્ત ગુણોત્તર	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	શૂન્યેતર ગુણોત્તર	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૬.	સમાન ગુણોત્તર	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૭.	પ્રમાણનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૮.	એકાંતર પ્રમાણનો નિયમ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૯.	ઊલટ પ્રમાણનો નિયમ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૦.	યોગ પ્રમાણનો નિયમ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૧.	વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૧૨.	ગુણોત્તર મધ્યક (વ્યાખ્યા)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૩.	દરેક ગુણોત્તરની કિંમત શોધવી	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૪.	કિંમત શોધવાના દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૫.	સાબિતીવાળા દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૦	પ્રકરણ : ૪ ગુણોત્તર અને પ્રમાણ સમગ્ર રીતે	૨	સહેલું	૨	સહેલું

સારણી ૪.૪ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૪ માં વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, સાત એકમો સહેલાં અને સાત એકમો સામાન્ય જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, દસ એકમો સહેલાં અને ચાર એકમો સામાન્ય જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપન બન્નેના સંદર્ભમાં સરખાપણું જોઇએ તો એકમ ક્રમ ૧૧ બન્નેમાં સહેલો એકમ ક્રમ ૨, ૪, ૬, ૮, ૯, ૧૦ અને ૧૨ સહેલાં, એકમ ક્રમ ૭, ૧૩, ૧૪ અને ૧૫ બન્નેમાં સામાન્ય જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાય છે.

૨.૫ પ્રકરણ-૫ ‘‘ચલન’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં પાંચમા પ્રકરણમાં કુલ ૧૧ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૫ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૫

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૫ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	ચલનનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	વ્યસ્ત ચલનનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૩.	સંયુક્ત ચલનનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	આંશિક ચલનનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૫.	સમચલન આધારિત કિંમત શોધવાના દાખલા	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૬.	વ્યસ્ત ચલન પર આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૭.	સંયુક્ત ચલન પર આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૮.	આંશિક ચલન પર આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૯.	વ્યસ્ત ચલન પર આધારિત સાબિતીવાળા દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૦.	સંયુક્ત ચલન પર આધારિત સાબિતીવાળા દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૧.	કૂટ પ્રશ્નો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૨.	પ્રકરણ-૫ ચલન સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૫ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૫ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ સહેલો, નવ એકમો સામાન્ય અને એક એકમ અઘરો જણાય છે. તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ સહેલો, નવ એકમો સામાન્ય અને એક એકમ અઘરો જણાય છે. વિદ્યાર્થી અને શિક્ષકોની દષ્ટિએ સમાનતા એ છે કે એકમ ક્રમ ૩ બન્નેને સહેલો, એકમ ક્રમ ૧ થી ૧૦ બન્નેને સામાન્ય અને એકમ ક્રમ ૧૧ બન્નેને અઘરો જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને સામાન્ય જણાય છે.

૨.૬ પ્રકરણ-૬ ''દ્વિઘાત સમીકરણ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસનાં ગણિતમાં છઠ્ઠા પ્રકરણમાં કુલ ૧૬ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૬ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૬

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૬ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	દ્વિઘાત બહુપદીના પ્રમાણિત સ્વરૂપનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	સમીકરણના બીજનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૩.	સમીકરણના ઉકેલ કે બીજના દાખલા	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૪.	દ્વિઘાત બહુપદી વિધેયની સમજૂતી	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૫.	વિવેચક (Δ) ની કિંમતના દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૬.	વિવેચકની કિંમત પરથી બીજના સ્વરૂપ અંગેનું અર્થઘટન	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૭.	અવયવની રીતે બીજ શોધવાના દાખલા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	પૂર્ણવર્ગની રીતે દ્વિઘાત સમીકરણનાં બીજ મેળવવાં	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૯.	સમીકરણોનો વિવેચક શોધી સમીકરણના બીજ સ્વરૂપ વિશેના દાખલાઓ	૨	સહેલું	૨	સહેલું

(સારણી : ૪.૬ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૬ ક્રમશઃ)

૧૦.	દ્વિઘાત સમીકરણનાં બે બીજના સરવાળાના (દાખલા)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૧.	દ્વિઘાત સમીકરણનાં બે બીજના ગુણાકારના (દાખલા)	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૨.	બીજ પરથી દ્વિઘાત સમીકરણ મેળવવું	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૩.	સમીકરણના વાસ્તવિક ઉકેલ મેળવવાના દાખલા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૪.	દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટ પ્રશ્નો	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૧૫.	$\Delta = b^2 - 4ac$ સૂત્રને યાદ રાખવું	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૬.	$\alpha = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ અને $\beta = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$ સૂત્રો યાદ રાખવા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૦	પ્રકરણ : ૬ દ્વિઘાત સમીકરણ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૬ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૬ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, સાત એકમો સહેલાં, છ એકમો સામાન્ય તેમજ બે એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, સાત એકમો સહેલાં, છ એકમો સામાન્ય તેમજ બે એકમો અઘરાં જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એકમ ક્રમ ૧૪ ખૂબ જ સહેલો, એકમ ક્રમ ૬, ૭, ૯, ૧૦, ૧૩, ૧૫ અને ૧૬ બન્નેને સહેલાં, એકમ ક્રમ ૧, ૨, ૩, ૫, ૮ અને ૧૧ બન્નેને સામાન્ય તેમજ એકમ ક્રમ ૪ અને ૧૨ બન્નેને અઘરાં જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણનાં તમામ ૧૬ એકમો અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને એક સમાન જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સામાન્ય જણાય છે.

૨.૭ પ્રકરણ-૭ "ત્રિકોણમિતિ" નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસનાં ગણિતમાં સાતમાં પ્રકરણમાં કુલ આઠ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૭ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૭

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૭ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરો ($sin\theta, cos\theta$ $tan\theta, sec\theta, cosec\theta$)	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરોના નિત્યસમો યાદ રાખવા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	પાઇથાગોરસના સિદ્ધાંત આધારિત દાખલાઓ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	એક ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તર પરથી અન્ય ગુણોત્તરો મેળવવા	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૫.	કોટીકોણના ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરો જેવાં કે $sin\theta(90-\theta) = cos\theta$, $tan\theta(90-\theta) = cot\theta$ વગેરે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૬.	લઘુકોણ θ નાં વિશિષ્ટ સોપાનોનાં મૂલ્યો યાદ રાખવાં (જેવાં કે ૦°, ૩૦°, ૪૫°, ૬૦°, ૯૦°)	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૭.	કિંમત શોધવાના દાખલાઓ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	સાબિત કરવાના દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૦	પ્રકરણ : ૭ ત્રિકોણમિતિ સમગ્ર રીતે	૨	સહેલું	૨	સહેલું

સારણી ૪.૭ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૭ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં ત્રણ એકમો સહેલાં, પાંચ એકમો સામાન્ય જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ચાર એકમો સહેલાં અને ચાર એકમો સામાન્ય જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બન્નેને એકમ ક્રમ ૨, ૩, ૭ સહેલાં, એકમ ક્રમ ૧, ૫, ૬ અને ૮ બન્નેને સામાન્ય જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને સહેલું જણાય છે.

૨.૮ પ્રકરણ-૮ ''અંતર અને ઉંચાઈ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં આઠમા પ્રકરણમાં કુલ છ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૮ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૮
અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૮ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	લઘુકોણ θ નાં માપો માટે NATURAL SINE અને NATURAL TANGENT નાં મૂલ્યો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૨.	લઘુકોણ θ નું માપ અંશમાં તથા કળામાં (મિનિટમાં) દર્શાવવું	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૩.	ઉત્સેધકોણનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	અવસેધકોણનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	ક્ષૈતિજ અંતર, લંબ અંતર તથા દૃષ્ટિ રેખાનો ખ્યાલ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૬.	કૂટ પ્રશ્નો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૮ અંતર અને ઉંચાઇ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૮ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૮ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં બે એકમો સહેલાં, ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બે એકમો સહેલાં, એક એકમ સામાન્ય અને ત્રણ એકમો અઘરાં જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેની સરખામણીએ એકમ ક્રમ ૩ અને ૪ સહેલાં, અને એકમ ક્રમ ૧, ૫, ૬ અઘરાં જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સામાન્ય જણાય છે.

૨.૯ પ્રકરણ-૯ ‘‘આંકડાશાસ્ત્ર’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં નવમાં પ્રકરણમાં કુલ ૧૨ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૯ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૯

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૯ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	અવર્ગીકૃત માહિતીનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	વર્ગીકૃત માહિતીનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૩.	Σ, n, fi, xi વગેરે સંકેતોના અર્થ યાદ રાખવા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	અવર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યકનો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	વર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યકનો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૬.	મધ્યસ્થનાં સૂત્રો યાદ રાખવાં	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૭.	અવર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યસ્થનો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	વર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યસ્થનો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૯.	અવર્ગીકૃત માહિતીનો મધ્યસ્થ શોધવાના દાખલા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૦.	વર્ગીકૃત માહિતીનો મધ્યસ્થ શોધવાના દાખલા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૧.	મધ્યક અને મધ્યસ્થની કિંમત પરથી બહુલક શોધવાના દાખલા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૨.	મધ્યક પરથી ખૂટતી આવૃત્તિ શોધવાના દાખલા	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૦	પ્રકરણ-૯ આંકડાશાસ્ત્ર સમગ્ર રીતે	૨	સહેલું	૨	સહેલું

સારણી ૪.૯ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૯ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયન સંદર્ભમાં નવ એકમો સહેલાં અને ત્રણ એકમો સામાન્ય જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં દસ એકમો સહેલાં અને બે એકમો સામાન્ય જણાય છે. શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓની બન્નેની સરખામણીમાં એકમ ક્રમ ૩ થી ૧૧ સહેલાં તેમજ એકમ ક્રમ ૧ અને ૧૨ સામાન્ય જણાય છે. બન્નેની દ્દષ્ટિએ એકમ ક્રમ ૨ અલગ પડે છે. આ એકમ વિદ્યાર્થીઓને સામાન્ય અને શિક્ષકોને સહેલો જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં અને શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાય છે.

૨.૧૦ પ્રકરણ-૧૦ માં ''ગણન'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસનાં ગણિતમાં દસમા પ્રકરણમાં કુલ ૭ એકમો હતા. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૦ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૦

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૦ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	કમ્પ્યૂટરની પ્રાથમિક માહિતી	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	ફ્લો ચાર્ટની સમજૂતી	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	ફ્લો ચાર્ટમાં વપરાતા સંકેતો	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૪.	CPU, IPD, OPD નો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	CPU ના વિવિધ ભાગોનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૬.	અલગોરિધમનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૭.	રકમ પરથી ફ્લો ચાર્ટની રચના	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૦ ગણન સમગ્ર રીતે	૨	સહેલું	૨	સહેલું

સારણી ૪.૧૦ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૦ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, ચાર એકમો સહેલાં, એક એકમ સામાન્ય તેમજ એક એકમ અઘરો જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, ચાર એકમો સહેલાં, એક એકમ સામાન્ય તેમજ એક એકમ અઘરો જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેની સરખામણીએ એકમ ક્રમ ૩ બન્નેને ખૂબ જ સહેલો, એકમ ક્રમ ૧, ૨, ૪ અને ૫ બન્નેને સહેલાં, એકમ ક્રમ-૬ બન્નેને સામાન્ય તેમજ એકમ ક્રમ ૭ બન્નેને અઘરો જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણનાં તમામ એકમો વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને એક સમાન જણાય છે. સમગ્ર વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં અને શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાય છે.

૨.૧૧ પ્રકરણ-૧૧ ‘‘સમરૂપ ત્રિકોણ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-૧૦ના ગણિતમાં અગિયારમા પ્રકરણમાં કુલ ૧૪ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૧ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૧

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૧ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	સમરૂપ આકૃતિઓનો ખ્યાલ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	એકરૂપતા અને સમરૂપતા વચ્ચેનો ભેદ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	ત્રિકોણની સમરૂપતાનો અર્થ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૪.	સમરૂપ ત્રિકોણો : બે ત્રિકોણોની કોઇ સંગતતા માટે જો અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય અને અનુરૂપ બાજુઓનાં માપ સપ્રમાણમાં હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા કહેવાય.	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	રેખાઓની છેદિકાની વ્યાખ્યા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૬.	રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કપાતા અંતઃખંડોની વ્યાખ્યા	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૭.	પ્રમેય : ત્રિકોણની કોઇ એક બાજુને સમાંતર રેખા બાકીની બે બાજુઓને બે ભિન્ન બિંદુઓમાં છેદી આ બાજુઓમાંથી બબ્બે રેખાખંડો બનાવે તો રેખાખંડો પૈકી એ રેખાના એક જ બંધ અર્ધતલમાં આવેલા રેખાખંડો અનુરૂપ બાજુઓને સમપ્રમાણમાં હોય	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	ઉપપ્રમેય : ΔABC માં $\angle A$ નો દ્વિભાજક AD અને BC ને D માં છેદે તો AB=BC	૪	અઘરું	૪	અઘરું

(સારણી : ૪.૧૧ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૧ ક્રમશઃ)

૯.	પ્રમેય-૨ : ત્રિકોણના શિરોબિંદુમાંથી પસાર થતી ન હોય તેવી ત્રિકોણના સમતલની રેખા જો ત્રિકોણની એક બાજુને છેદે તો તે ત્રિકોણની બીજી બાજુને છેદે, પણ ત્રીજી બાજુને ન જ છેદે	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૧૦.	પ્રમેય : ૩ કોઈ રેખા ત્રિકોણની બે બાજુઓને બે ભિન્ન બિંદુઓમાં એવી રીતે છેદે કે એના એક જ બંધ અર્ધતલમાંના તે બે બાજુઓના રેખાખંડો અનુરૂપ બાજુઓને સમપ્રમાણ હોય તો એ રેખા ત્રિકોણની બાકીની બાજુને સમાંતર હોય.	૩	સામાન્ય	૪	અઘરું
૧૧.	ઉપપ્રમેય : રેખા l એ ΔABC ની બાજુઓ AB અને AC ને અનુક્રમે બે બિંદુઓ P અને Q માં બિંદુમાં એવી રીતે છેદે કે જેથી AP=AQ થાય તો $\Delta\angle \| BC$ રેખા થાય. (P=B)	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૧૨.	$\Delta ABC \cong \Delta DEF$, તો AB=BC=AC=AB+BC+AC	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૩.	સમરૂપ ત્રિકોણો આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૪	અઘરું
૧૪.	સમરૂપ ત્રિકોણો આધારિત રાઇડર	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૧ સમરૂપ ત્રિકોણ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૧૧ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૧ માં વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, પાંચ એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય અને ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ ખૂબ જ સહેલો, પાંચ એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય, અને ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં અને શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભે સરખામણી કરીએ તો એકમ ક્રમ ૬ બન્નેને ખૂબ જ સહેલો, એકમ ક્રમ ૧, ૨, ૪, ૫ અને ૭ બન્નેને સહેલાં, એકમ ક્રમ ૩ અને ૧૨ બન્નેને સામાન્ય તેમજ એકમ ક્રમ ૮ અને ૧૪ બન્નેને અઘરાં જણાય છે.

અધ્યયન અને અધ્યાપનની દ્દષ્ટિએ ભિન્નતા જણાય છે. તેવા એકમો ક્રમ ૯ અને ૧૧ વિદ્યાર્થીઓને અઘરું જયારે શિક્ષકોને સામાન્ય જણાય છે. જયારે એકમ ક્રમ ૧૦ અને ૧૩ વિદ્યાર્થીઓને સામાન્ય તેમજ શિક્ષકોને અઘરું જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સામાન્ય જણાય છે.

૨.૧૨ પ્રકરણ-૧૨ ‘‘સમરૂપતાની શરતો’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં બારમા પ્રકરણમાં કુલ ૭ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૨ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૨

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૨ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	પ્રમેય : ૪ (ખૂખૂખૂ પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચે સંગતતા આપેલી હોય અને અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	ઉપપ્રમેય : (ખૂખૂ પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચેની કોઇ સંગતતા માટે અનુરૂપ ખૂણાઓની બે જોડ એકરૂપ હોય, તો તે સંગતતા સમરૂપતા થાય.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૩.	પ્રમેય : ૫ (બાખૂબા પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચેની આપેલી સંગતતા માટે અનુરૂપ બાજુઓની કોઇપણ બે જોડ સમપ્રમાણમાં હોય અને અંતર્ગત ખૂણાઓ એકરૂપ હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૪.	પ્રમેય : ૬ (બાબાબા પ્રમેય) બે ત્રિકોણ વચ્ચેની આપેલી સંગતતા માટે અનુરૂપ બાજુઓ સમપ્રમાણમાં હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.	૪	અઘરું	૪	અઘરું

(સારણી : ૪.૧૨ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૨ ક્રમશઃ)

૫.	પ્રમેય : ૭ બે સમરૂપ ત્રિકોણોનાં ક્ષેત્રફળોનો ગુણોત્તર તેમની અનુરૂપ બાજુઓના માપના વર્ગોના ગુણોત્તર બરાબર હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૬.	સમરૂપતાની શરતો પર આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૭.	સમરૂપતાની શરતો પર આધારિત રાઇડર્સ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૨ સમરૂપતાની શરતો સમગ્ર રીતે	૪	અઘરું	૪	અઘરું

સારણી ૪.૧૨ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૨ માં વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં બે એકમો સામાન્ય અને પાંચ એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બે એકમો સામાન્ય અને પાંચ એકમો અઘરાં જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને અધ્યયન અને અધ્યાપનની સરખામણીએ એકમ ક્રમ ૧ અને ૬ સામાન્ય, ક્રમ ૨, ૩, ૪, ૫ અને ૭ બન્નેને અઘરાં જણાય છે. પ્રકરણ-૬ ના તમામ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકો અને વિદ્યાર્થીઓની દૃષ્ટિએ સમાન છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પણ બન્નેને અઘરું જણાય છે.

૨.૧૩ પ્રકરણ-૧૩ "સમરૂપ અને પાઇથાગોરસ" નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમા તેરમાં પ્રકરણમાં કુલ ૧૦ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૩ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૩

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૩ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	ΔABC માં $\angle C$ લઘુકોણ છે. $AM \perp BC$, $M \in BC$, AM એ ΔABC નો વેધ છે. $\angle B$ લઘુકોણ હોય તો $B-M-C$, $\angle B$ કાટકોણ હોય તો $M=B, \angle B$ ગુરુકોણ હોય તો $M-B-C$	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

(સારણી : ૪.૧૩ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૩ ક્રમશઃ)

૨.	પ્રમેય : ૮ કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણ પર વેધ દોરવામાં આવે, તો તેથી બનતા બે ત્રિકોણો પરસ્પર સમરૂપ હોય છે. અને તે મૂળ ત્રિકોણને પણ સમરૂપ હોય છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૩.	સંલગ્ન રેખાખંડ (વ્યાખ્યા)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	પ્રમેય : ૯ કાટકોણ ત્રિકોણ પર વેધ દોરેલ હોય તો (૧) વેધની લંબાઇ એવેધથી બનતા કર્ણના રેખાખંડોની લંબાઇનો ગુણોત્તર મધ્યક છે. (૨) દરેક બાજુની લંબાઇ એ કર્ણની લંબાઇ અને કર્ણના તે બાજુના સંલગ્ન રેખાખંડની લંબાઇનો ગુણોત્તર મધ્યક છે.	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	પ્રમેય : ૧૦ (પાઇથાગોરસનું પ્રમેય) કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણની લંબાઇનો વર્ગ બાકીની બાજુઓની લંબાઇના વર્ગોના સરવાળા બરાબર હોય છે.	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૬.	પ્રમેયઃ૧૧ (પાઇથાગોરસનું પ્રતીપ પ્રમેય) જો ΔABC માં $AC^2=AB^2+BC^2$ હોય તો $\angle B$ કાટકોણ છે.	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૭.	એપોલોનિયસનનું પ્રમેય : ΔABC માં AD મધ્યગા છે. $AB^2+AC^2=2AD^2+2BD^2$	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૮.	ΔABC માં AC સૌથી મોટી બાજુ છે. (૧) જો $AC^2=AB^2+BC^2$ તો $m\angle B = 90$ આ કાટકોણ ત્રિકોણ છે. (૨) જો $AC^2>AB^2+BC^2$ તો $m\angle B > 90$ આ ગુરુકોણ ત્રિકોણ છે. (૩) જો $AC^2<AB^2+BC^2$ તો $m\angle B < 90$ આ લઘુકોણ ત્રિકોણ છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૯.	દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૦.	રાઇડર	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૩ સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૧૩ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૩ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં ચાર એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય અને બે એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને ચાર એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય અને બે એકમો અઘરાં જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં અને શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સરખામણીએ એકમક્રમ ૩ થી ૬ બન્ને સહેલાં, એકમ ક્રમ ૧, ૨, ૭ અને ૯ બન્નેને સામાન્ય તેમજ એકમ ક્રમ ૮ અને ૧૦ બન્નેને અઘરાં જણાય છે. આમ તમામ એકમો વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને અઘરાપણામાં સમાન છે. સમગ્ર પ્રકરણ પણ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સામાન્ય છે.

૨.૧૪ પ્રકરણ-૧૪ ‘‘વર્તુળ અને જીવા’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં ચૌદમા પ્રકરણમાં કુલ ૧૬ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૪ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૪

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૪ ના એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વર્તુળ (વ્યાખ્યા), સંકેત, ગણ સ્વરૂપે રજૂઆત	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	વર્તુળની ત્રિજ્યા (વ્યાખ્યા)	૨	સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૩.	વર્તુળની જીવા	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૪.	વર્તુળનો વ્યાસ	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૫.	વર્તુળની છેદિકા	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૬.	એકરૂપ વર્તુળો	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું

(સારણી : ૪.૧૪ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૪ ક્રમશઃ)

૭.	સમકેન્દ્રિય વર્તુળો	૧	ખૂબ જ સહેલું	૧	ખૂબ જ સહેલું
૮.	વર્તુળનો અંતર્ભાગ અને બહિર્ભાગ	૧	ખૂબ જ સહેલું	૨	સહેલું
૯.	વર્તુળથી વર્તુળના સમતલનું વિભાજન	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૦.	પ્રમેય : ૧૨ વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી દોરેલો લંબજીવાને દુભાગે છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૧.	પ્રમેય : ૧૩ વર્તુળમાં વ્યાસ ન હોય તેવી જીવાના મધ્યબિંદુને કેન્દ્ર સાથે જોડતો રેખાખંડ જીવાને લંબ હોય છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૨.	પ્રમેય-૧૪ ત્રણ ભિન્ન સમરેખ બિંદુઓમાંથી એક અને માત્ર એક વર્તુળ પસાર થાય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૩.	પ્રમેય : ૧૫ એક જ વર્તુળમાં (એકરૂપ વર્તુળોમાં) એકરૂપ જીવાઓ વર્તુળના કેન્દ્રથી સરખા અંતરે હોય છે.	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૧૪.	પ્રમેય : ૧૬ એક જ વર્તુળમાં (એકરૂપ વર્તુળોમાં) કેન્દ્રથી સરખા અંતરે આવેલી જીવાઓ એકરૂપ હોય છે.	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૫.	વર્તુળના દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૬.	રાઇડર	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૪ વર્તુળ અને જીવા સમગ્ર રીતે	૨	સહેલું	૨	સહેલું

સારણી ૪.૧૪ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૪ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં ૬ એકમો ખૂબ જ સહેલાં, ચાર એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય એક એકમ અઘરો અને એક એકમ ખૂબ જ અઘરો જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં છ એકમો ખૂબ સહેલાં, પાંચ એકમો સહેલા, ત્રણ એકમો સામાન્ય, એક એકમ અઘરો અને એક એકમ ખૂબ જ અઘરો જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સરખામણીમાં એકમ ક્રમ ૩ થી ૭ બંનેને ખૂબ જ સહેલાં એકમ ક્રમ ૧, ૯ અને ૧૪ બન્નેને સહેલાં એકમ ક્રમ ૧૦, ૧૧ અને ૧૫ બન્નેને સામાન્ય, એકમ ક્રમ ૧૨ બન્નેને અઘરાં અને એકમ ક્રમ ૧૬ બન્નેને ખૂબ જ અઘરાં જણાય છે. ફક્ત ભિન્નતા જોઇએ તો અધ્યયન અને

અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને એકમ ક્રમ ૨ સહેલું જણાય છે. તો શિક્ષકોને તે એકમ ખૂબ જ સહેલો જણાય છે. એકમ ક્રમ ૮ વિદ્યાર્થીઓને ખૂબ જ સહેલો જણાય છે. તેની સામે શિક્ષકોને તે જ એકમ સહેલો જણાય છે. એકમ ક્રમ ૧૫ વિદ્યાર્થીઓને સામાન્ય જણાય છે. તો આ એકમ શિક્ષકોને સહેલો જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયન સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સહેલું જણાય છે.

૨.૧૫ પ્રકરણ-૧૫ ‘‘વર્તુળનું ચાપ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં પંદરમા પ્રકરણમાં કુલ ૨૧ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૫ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૫

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૫ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વર્તુળનું ચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	લઘુચાપ, ગુરૂચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	અર્ધવર્તુળ ચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ આંતરેલો ખૂણો (વ્યાખ્યા)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	એકરૂપ ચાપ (વ્યાખ્યા)	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૬.	AB ની લંબાઇ મેળવવાનું સૂત્ર	૨	સહેલું	૩	સામાન્ય
૭.	પ્રમેય : ૧૭ બે એકરૂપ લઘુ ચાપે કેન્દ્ર આગળ આંતરેલા ખૂણા એકરૂપ હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૮.	પ્રમેય : ૧૮ એક જ વર્તુળના કેન્દ્ર આગળ એકરૂપ ખૂણા આંતરતા લઘુચાપ એકરૂપ હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૯.	પ્રમેય : ૧૯ જો એક જ વર્તુળના બે ચાપ એકરૂપ હોય તો તેમને અનુરૂપ વર્તુળની જીવાઓ પણ એકરૂપ હોય છે.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું

(સારણી : ૪.૧૫ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૫ ક્રમશઃ)

૧૦.	પ્રમેય : ૨૦ જો એક વર્તુળની બે જીવાઓ એકરૂપ હોય તો તેમને અનુરૂપ લઘુચાપ કે અર્ધવર્તુળો એકરૂપ હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૧.	લઘુચાપ કે અર્ધવર્તુળ એકરૂપ હોય છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૨.	વર્તુળના ચાપે વર્તુળના બિંદુ આગળ આંતરેલો ખૂણો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૩.	પ્રમેય : ૨૧ વર્તુળના લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ આંતરેલા ખૂણાનું માપ તે ચાપ વર્તુળના બાકીના ભાગ પરના કોઈપણ બિંદુ આગળ આંતરેલા ખૂણાના માપથી બમણું હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૪.	પ્રમેય : ૨૨ અર્ધવર્તુળમાં અંતર્ગત ખૂણો કાટખૂણો હોય છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૫.	પ્રમેય : ૨૩ જો કોઈ વર્તુળના ચાપમાં અંતર્ગત ખૂણો કાટખૂણો હોય તો તે ચાપ અર્ધવર્તુળ હોય.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૧૬.	વૃત્તખંડ (વ્યાખ્યા)	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૭.	વૃત્તખંડનો ખૂણો	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૮.	પ્રમેય : ૨૪ એક જ વૃત્તખંડના ખૂણા એકરૂપ હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૯.	પ્રમેય : ૨૫ જો બે બિંદુઓને જોડતો રેખાખંડ આ રેખાખંડને સમાવતી રેખાના એક જ અર્ધતલમાં આવેલાં બે ભિન્ન બિંદુઓ આગળ એકરૂપ ખૂણા આંતરે એ ચારેય બિંદુઓ એક જ વૃત્તખંડ પર હોય.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૨૦.	દાખલાઓ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૨૧.	રાઈડર	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૫ વતુળનું ચાપ સમગ્ર રીતે	૪	અઘરું	૪	અઘરું

સારણી ૪.૧૫ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૫ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં પાંચ એકમો સહેલાં, પાંચ એકમો સામાન્ય, સાત એકમો અઘરાં અને ચાર એકમો ખૂબ જ

અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ચાર એકમો સહેલાં, છ એકમો સામાન્ય, સાત એકમો અઘરાં તેમજ ચાર એકમો ખૂબ જ અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભે વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેની સરખામણીએ એકમ ક્રમ ૧ થી ૪ બન્નેને સહેલાં, એકમ ક્રમ ૫, ૧૧, ૧૪, ૧૬ અને ૧૭ બન્નેને સામાન્ય, એકમ ક્રમ ૭, ૮, ૧૦ ૧૨, ૧૩, ૧૮ અને ૨૦ બન્નેને અઘરાં તેમજ એકમ ક્રમ ૯, ૧૫, ૧૯ અને ૨૧ બન્નેને ખૂબ જ અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ભિન્નતા એકમ ક્રમ ૬ વિદ્યાર્થીઓને સહેલું અને શિક્ષકોને સામાન્ય જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને અઘરું જણાય છે.

૨.૧૬ પ્રકરણ-૧૬ "વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક" નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં સોળમા પ્રકરણમાં કુલ ૨૪ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૬ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૬

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૬ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વર્તુળનો સ્પર્શક (વ્યાખ્યા)	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૨.	સ્પર્શ બિંદુનો અર્થ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	પ્રમેય : ૨૬ વર્તુળનો સ્પર્શક સ્પર્શ બિંદુમાંથી દોરેલી ત્રિજ્યાને લંબ હોય છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૪.	પ્રમેય : ૨૬ નું પ્રતીપઃ વર્તુળની ત્રિજ્યાને તેના વર્તુળ પરનાં અંત્યબિંદુએ વર્તુળના સમતલમાં દોરેલી લંબરેખાએ વર્તુળનો સ્પર્શક હોય છે.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું

(સારણી : ૪.૧૬ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૬ ક્રમશઃ)

૫.	જો કોઇ રેખા L અને વર્તુળ એ જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ (૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો એ રેખાનું દરેક બિંદુ વર્તુળના બહારના ભાગમાં હોય. (૨) જો વર્તુળ પર હોય તો રેખા વર્તુળને એક અને માત્ર એક બિંદુમાં છેદે (૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય તો રેખા વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી હોય તો એ રેખા વર્તુળને લંબપાદથી સમાન અંતરે આવેલા બે બિંદુઓમાં છેદે	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૬.	પ્રમેય : ૨૭ વર્તુળના બહારના P બિંદુમાંથી પસાર થતાં વર્તુળના બે સ્પર્શક વર્તુળને બિંદુઓ A અને B આગળ સ્પર્શે તો PA=PB થાય.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૭.	પ્રમેય : ૨૮ કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્ય બિંદુએ વર્તુળને સ્પર્શતાં સ્પર્શક સાથે એ જીવાએ બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્ત ખંડમાં બનાવેલા ખૂણાના માપ જેટલું હોય છે.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૮.	પ્રમેય : ૨૯ કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્ય બિંદુમાંથી પસાર થતી રેખા વર્તુળના સમતલમાં એવી રીતે દોરવામાં આવે છે કે તે રેખાએ જીવા સાથે બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્ત ખંડમાં બનાવેલા ખૂણાના માપ જેટલું હોય તો તે રેખાએ વર્તુળનો સ્પર્શક છે.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૯.	જીવાના ખંડો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૦.	પ્રમેય : ૩૦ જો વર્તુળની બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખા પરસ્પર (વર્તુળની અંદર કે બહાર) છેદે તો એક જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસનું ક્ષેત્રફળ બીજા જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસના ક્ષેત્રફળની બરાબર હોય છે.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું

(સારણી : ૪.૧૬ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૬ ક્રમશઃ)

૧૧.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવા એકબીજાને Q બિંદુમાં છેદે તો AQ×QB=CQ×DQ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૨.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાના સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો AR×BR=CR×DR	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૩.	પ્રમેય : ૩૧ કોઈ વર્તુળના બિંદુ T આગળનો સ્પર્શક PT અને એ વર્તુળની તેને A અને B માં છેદતી છેદિકા AB પરસ્પર જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં આવેલા બિંદુ P માં છેદે તો $AP.PB=PT^2$	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૧૪.	સ્પર્શતાં વર્તુળો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૫.	પ્રમેય : ૩૨ પરસ્પર સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શ બિંદુ વર્તુળનાં કેન્દ્રોમાંથી પસાર થતી રેખા પર હોય છે.	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૧૬.	$O[P_1,R_1]$ અને $O[Q_1,P_1]$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે તો $PQ=R_1+R_2$	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૭.	$O(P_1,R_1)$ અને $O(P_2,R_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=[R_1-R_2]$	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૮.	અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળનો એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૯.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ (વ્યાખ્યા, અર્થ)	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨૦.	ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત (વ્યાખ્યા)	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૨૧.	પ્રમેય : ૩૩ ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય છે.	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨૨.	પ્રમેય : ૩૪ જે ચતુષ્કોણના સામ સામેના ખૂણા પૂરક હોય તો તે ચતુષ્કોણ ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય છે.	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૨૩.	દાખલાઓ	૫	ખૂબ જ અઘરું	૫	ખૂબ જ અઘરું
૨૪.	રાઈડર	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૬ વર્તુળઅને તેનો સ્પર્શક સમગ્ર રીતે	૪	અઘરું	૪	અઘરું

સારણી ૪.૧૬ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૬ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં બે એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય, નવ એકમો અઘરાં અને નવ એકમો ખૂબ જ અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બે એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય, નવ એકમો અઘરાં અને નવ એકમો ખૂબ જ અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપનની સરખામણીએ વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને એકમ ક્રમ ૧ અને ૨ બન્નેને સહેલાં, એકમ ક્રમ ૩, ૧૮, ૧૯ અને ૨૧ બન્નેને સામાન્ય ૯, ૧૧, ૧૨, ૧૪, ૧૬, ૧૭, ૨૦, ૨૨ અને ૨૪ બન્નેને અઘરાં તેમજ એકમ ક્રમ ૪, ૫, ૬, ૭, ૮, ૧૦, ૧૩, ૧૫ અને ૨૩ બન્નેને ખૂબ જ અઘરા જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને અઘરાપણા બાબતે કોઇ ભિન્નતા જોવા મળેલી નથી. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં અઘરું જણાય છે.

૨.૧૭ પ્રકરણ-૧૭ ‘‘રચનાઓ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં સત્તરમા પ્રકરણમાં કુલ ૧૨ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૭ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૭

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૭ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	સીધી પટ્ટીની પૂર્વ ધારણાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	પરિકરની પૂર્વધારણાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૩.	બહુકોણનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૪.	અંતર્ગત બહુકોણનો ખ્યાલ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૫.	પરિગત બહુકોણનો ખ્યાલ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૬.	રેખાખંડનો દ્વિભાજક તથા લંબદ્વિભાજક	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૭.	ખૂણાના દ્વિભાજકનો ખ્યાલ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૮.	વિવિધ માપના ખૂણાઓની રચના (૯૦°, ૬૦°, ૪૫°, ૨૨.૫°, ૭૫°, ૧૫° વગેરે)	૨	સહેલું	૨	સહેલું

(સારણી : ૪.૧૭ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૭ ક્રમશઃ)

૯.	લઘુકોણને સમાવતા વૃત્તખંડની ચાપની રચના	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૦.	ત્રિકોણની રચના	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૧.	શિરઃકોણ અને શિરઃકોણમાંથી પસાર થતા વેધ પરથી ત્રિકોણની રચના	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૨.	શિરઃકોણ અને શિરઃકોણમાંથી પસાર થતી મધ્યગા પરથી ત્રિકોણની રચના, કર્ણ અને એકબાજુ પરથી કાટકોણ ત્રિકોણની રચના	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૭ રચનાઓ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૧૭ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૭ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં ચાર એકમો સહેલાં, ચાર એકમો સામાન્ય અને ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પાંચ એકમો સહેલા, ત્રણ એકમો સામાન્ય અને ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપન બન્નેની સરખામણીએ વિદ્યાર્થી અને શિક્ષકો બન્નેને એકમ ક્રમ ૬, ૮, ૯ અને ૧૦ સહેલાં એકમ ક્રમ ૧, ૨ અને ૩ બન્નેને સામાન્ય અને એકમ ક્રમ ૪, ૫, ૧૧ અને ૧૨ બન્નેને અઘરા જણાય છે. ફક્ત એકમ ક્રમ ૭ વિદ્યાર્થીઓને સામાન્ય તેમજ શિક્ષકોને સહેલું જણાય છે. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને સામાન્ય જણાય છે.

૨.૧૮ પ્રકરણ-૧૮ ''ક્ષેત્રફળ'' નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં અઢારમા પ્રકરણમાં કુલ ૧૫ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૮ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૮

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૮ ના એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	લઘુવૃત્તાંશના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૨.	ગુરુવૃત્તાંશના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૩.	લઘુવૃત્તાંશ અને ગુરુવૃત્તાંશનાં ક્ષેત્રફળ માટેના દાખલાઓ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	લઘુચાપ અને ગુરુચાપની લંબાઇ માટે સૂત્રો યાદ રાખવા	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૫.	લઘુચાપ અને ગુરુચાપની લંબાઇ આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૬.	લઘુવૃત્ત ખંડના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૭.	ગુરૂવૃત્ત ખંડના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૮.	લઘુવૃત્તખંડ અને ગુરુવૃત્તખંડના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૯.	શંકુની વક્ર સપાટી અને કુલ સપાટીના ક્ષેત્રફળ માટેનાં સૂત્રો યાદ રાખવાં	૩	સામાન્ય	૪	અઘરું
૧૦.	શંકુના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ	૪	અઘરું	૩	સામાન્ય
૧૧.	શંકુ માટે લંબ ઉંચાઇ, વક્ર ઉંચાઇ (ત્રાંસી ઉંચાઇ) અને ત્રિજ્યાની સમજ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૨.	ગોળાની વક્રસપાટીનું ક્ષેત્રફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૩.	અર્ધગોળાની કુલ સપાટીનું ક્ષેત્રફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૪.	ગોળાની વક્ર સપાટી તથા અર્ધગોળાની વક્ર સપાટીના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૫.	વિવિધ ભૌમિતિક આકારોની પરિમિતિનો અર્થ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૬ 'ક્ષેત્રફળ' સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૧૮ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૮ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં બે એકમો સહેલાં, નવ એકમો સામાન્ય અને ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બે એકમો સહેલાં, નવ એકમો સામાન્ય અને ચાર એકમો અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોની સરખામણીએ એકમ ક્રમ ૨, ૩ બન્નેને સહેલા, એકમ ક્રમ ૧, ૪, ૫, ૬, ૭, ૯, ૧૨, ૧૩, ૧૪ બન્નેને સામાન્ય તેમજ એકમ ક્રમ ૮, ૧૦, ૧૧ અને ૧૫ બન્નેને અઘરાં જણાય છે. અધ્યયન અને અધ્યાપનમાં આ એકમોમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોમાં કોઈ ભિન્નતા જોવા મળી નથી. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને સામાન્ય જણાય છે.

૨.૧૯ પ્રકરણ-૧૯ ‘‘ઘનફળ’’ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ધોરણ-દસના ગણિતમાં ઓગણીસમા પ્રકરણમાં કુલ નવ એકમો હતાં. પૃથક્કરણને અંતે પ્રત્યેક એકમ માટે વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન સંદર્ભે પ્રાપ્ત કઠિનતાકક્ષા સારણી ૪.૧૯ માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ ઉપરાંત સમગ્ર પ્રકરણની પણ આ બે પ્રકારની કઠિનતાકક્ષા અંતે દર્શાવવામાં આવી છે.

સારણી : ૪.૧૯

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણ-૧૯ નાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	સમઘન તથા લંબઘનના ઘનફળનાં સૂત્રો	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
	યાદ રાખવાં				
૨.	સમઘન અને લંબઘનના ઘનફળ આધારિત	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
	દાખલાઓ				
૩.	નળાકારના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૪.	નળાકારના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૫.	શંકુના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૬.	શંકુના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૭.	ગોળાના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૮.	ગોળાના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

(સારણી : ૪.૧૯ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૧૯ ક્રમશઃ)

૯.	વિવિધ આકારોને પીગાળી અન્ય આકાર બનાવવાના દાખલાઓ (જેમકે ગોળાને પીગાળી શંકુ બનાવવો વગેરે)	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૦	પ્રકરણ : ૧૯ ઘનફળ સમગ્ર રીતે	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૧૯ પરથી કહી શકાય કે પ્રકરણ-૧૯ માં વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં એક એકમ સહેલો, સાત એકમોસામાન્ય અને એક એકમ અઘરો જણાય છે. શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં એક એકમ સહેલો, સાત એકમો સામાન્ય અને એક એકમ અઘરો જણાય છે. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સરખામણીએ એકમ ક્રમ ૫ બન્નેને સહેલો, એકમ ક્રમ ૧ થી ૪ અને ૬ થી ૮ બન્નેને સામાન્ય તેમજ એકમ ક્રમ નવ બન્નેને અઘરો જણાય છે. અઘરાપણાના બારામાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોના અભિપ્રાયે કોઈ ભિન્નતા જણાતી નથી. સમગ્ર પ્રકરણ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સામાન્ય જણાય છે.

૩.૦ સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો

અભ્યાસના પ્રશ્નો પૈકી પ્રશ્ન ૪.૩ અને ૪.૪ ના ઉત્તરો મેળવવા માટે સારણી ૪.૨૦ માં જરૂરી માહિતી આપવામાં આવી છે. આ સારણીમાં અધ્યયન સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને સૌથી કઠિન (કઠિનતા કક્ષા-૫) લાગી હોય તે શૈક્ષણિક એકમો એટલે કે જેની કઠિનતા કક્ષા પાંચ હોય તે શૈક્ષણિક એકમો આપેલાં છે. ઉપરાંત શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને સૌથી વધુ કઠિન લાગેલ હોય તે શૈક્ષણિક એકમોમાં સૌથી કઠિન (કઠિનતા કક્ષા -૫) એકમોની યાદી આપવામાં આવી છે. સાથે સાથે ક્રમ, પ્રકરણનું નામ, અધ્યયન અને અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ સૌથી કઠિન એકમો દર્શાવેલાં છે.

સારણી ૪.૨૦

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો

ક્રમ	પ્રકરણનું નામ	શૈક્ષણિક એકમ	અધ્યયનની દૃષ્ટિએ સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમ છે.	અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમ છે.
૧.	વર્તુળ અને જીવા	રાઈડર	હા	હા
૨.	વર્તુળનું ચાપ	પ્રમેય : ૧૯	હા	હા
૩.	વર્તુળનું ચાપ	પ્રમેય : ૨૩	હા	હા
૪.	વર્તુળનું ચાપ	પ્રમેય : ૨૫	હા	હા
૫.	વર્તુળનું ચાપ	રાઈડર	હા	હા
૬.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૨૬ નું પ્રતિપ	હા	હા
૭.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	જો કોઈ રેખા *l* અને વતુળ એક જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી.........	હા	હા
૮.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૨૭	હા	હા
૯.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૨૮	હા	હા
૧૦.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૨૯	હા	હા
૧૧.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૩૦	હા	હા
૧૨.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૩૧	હા	હા
૧૩.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	પ્રમેય : ૩૨	હા	હા
૧૪.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	દાખલાઓ	હા	હા

સારણી ૪.૨૦ પરથી કેટલાંક મહત્ત્વનાં અર્થઘટનો કરી શકાય છે. ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો ખૂબ અઘરાં લાગ્યાં હતાં. જ્યારે શિક્ષકોના મતે અધ્યાપન માટે પણ ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો ખૂબ જ અઘરાં લાગ્યાં હતાં. આ તમામ ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયન અને અધ્યાપન એમ બંને માટે ખૂબ જ કઠિન હતાં.

ગણિત ધોરણ-૧૦ નાં કુલ ૧૯ પ્રકરણોમાંથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ફક્ત ત્રણ પ્રકરણોમાંથી આવરાયેલાં હતાં. જેમાં તમામ પ્રકરણો ભૂમિતિનાં હતાં. કુલ ૧૪ કઠિન શૈક્ષણિક એકમો પ્રકરણ : ૧૬ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શકના જ નવ શૈક્ષણિક એકમો સમાવિષ્ટ હતાં.

૪.૦ સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો

અભ્યાસના પ્રશ્નો પૈકી પ્રશ્ન ૪.૫ અને ૪.૬ ના ઉત્તરો મેળવવા માટે સારણી ૪.૨૧ માં જરૂરી માહિતી આપવામાં આવી છે. આ સારણીમાં અધ્યયન સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને સૌથી સરળ (કઠિનતા કક્ષા-૧) લાગી હોય તે શૈક્ષણિક એકમો એટલે કે જેની કઠિનતા કક્ષા એક હોય તે શૈક્ષણિક એકમો આપેલાં છે. ઉપરાંત શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને સૌથી વધુ સરળ લાગેલાં હોય તે શૈક્ષણિક એકમોમાં સૌથી સરળ (કઠિનતા કક્ષા -૧) એકમોની યાદી આપવામાં આવી છે. સાથે સાથે ક્રમ, પ્રકરણનું નામ, અધ્યયન અને અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ સૌથી કઠિન એકમો દર્શાવેલાં છે.

સારણી ૪.૨૧

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી સરળ શૈક્ષણિક એકમો

ક્રમ	પ્રકરણનું નામ	શૈક્ષણિક એકમ	અધ્યયનની દૃષ્ટિએ સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમ છે ?	અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ સૌથી કઠિન શૈક્ષણિક એકમ છે ?
૧.	વિધેય	વિધેયમાં પ્રદેશ, સહપ્રદેશ, વિસ્તારનો ખ્યાલ	—	હા
૨.	વિધેય	વિધેય સંખ્યાગણનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R, નો)	હા	હા
૩.	સંમેય પદાવલિઓ	સંમેય પદાવલીમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ	હા	હા
૪.	ચક્રીય પદાવલી	ઘાતાંકને આધારે પદોને ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવવા	હા	હા
૫.	ચક્રીય પદાવલી	ચક્રીય પદાવલિમાં ક્રમનું મહત્ત્વ	હા	હા
૬.	ગુણોત્તર અને પ્રમાણ	વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ	હા	હા
૭.	દ્વિઘાત સમીકરણ	દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટપ્રશ્નો	હા	હા
૮.	ગણન	ફ્લોચાર્ટ્સમાં વપરાતા સંકેતો	હા	હા
૯.	સમરૂપ ત્રિકોણ	રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કપાતા અંતઃખંડોની વ્યાખ્યા	હા	હા
૧૦.	વર્તુળ અને જીવા	વર્તુળની ત્રિજ્યા (વ્યાખ્યા)	—	હા
૧૧.	વર્તુળ અને જીવા	વર્તુળની જીવા	હા	હા
૧૨.	વર્તુળ અને જીવા	વર્તુળનો વ્યાસ	હા	હા
૧૩.	વર્તુળ અને જીવા	વર્તુળની છેદિકા	હા	હા
૧૪.	વર્તુળ અને જીવા	એકરૂપ વર્તુળો	હા	હા
૧૫.	વર્તુળ અને જીવા	સમકેન્દ્રિય વર્તુળો	હા	હા
૧૬.	વર્તુળ અને જીવા	વર્તુળનો અંતર્ભાગ અને બહિર્ભાગ	હા	—

સારણી ૪.૨૧ પરથી કહી શકાય કે ધોરણ-૧૦ ના ગણિતના અભ્યાસક્રમમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી કુલ ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં ખૂબ જ સરળ લાગ્યાં હતાં. જ્યારે શિક્ષકોને ૧૫ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યાપન માટે ખૂબ સરળ લાગ્યાં હતાં.

ગણિત ધોરણ-૧૦ માટે અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કુલ ૧૬ સરળ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને સરળ લાગેલાં હોય તેવાં કુલ ૧૩ શૈક્ષણિક એકમો સમાન હતાં. ફક્ત ત્રણ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સરળતાની દૃષ્ટિએ ભિન્નતા જોવા મળેલી હતી.

ગણિત ધોરણ-૧૦ ના પ્રકરણ વર્તુળ અને જીવામાંથી સૌથી વધુ ૬ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સરળ શૈક્ષણિક એકમ જણાયેલ, જ્યારે અધ્યયનના સંદર્ભમાં આ જ પ્રકરણમાં સૌથી વધુ ૬ સરળ શૈક્ષણિક એકમો જોવા મળેલાં હતાં.

૫.૦ અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે અધ્યયન કરવાના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઈ સાર્થક ભેદ છે કે કેમ તે તપાસવા માટેનું પૃથક્કરણ સારણી ૪.૨૨ માં રજૂ કર્યું છે. આ સારણીમાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિતમાં આવરાયેલાં કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી જોવા મળેલ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા વિવિધ કઠિનતા કક્ષાઓમાં દર્શાવેલી છે. શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી સંખ્યા અને અપેક્ષિત સંખ્યાના મૂલ્ય પરથી સમાન સંભાવનાની રીતે કાઈ વર્ગની કિંમત મેળવેલી હતી. જે પણ આ સારણીમાં દર્શાવી છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસના પ્રશ્નો પૈકી પ્રશ્ન ૪.૭ ના સંદર્ભમાં આ પૃથક્કરણ હાથ ધરાયેલું હતું.

સારણી ૪.૨૨

અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

	કઠિનતાકક્ષા					કુલ	કાઈવર્ગ મૂલ્ય
	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું		
શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી સંખ્યા	૧૪	૫૦	૮૩	૭૩	૧૪	૨૩૪	૮૮.૮૭
શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા	૪૮.૬૦	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૨૩૪	૮૮.૮૭*

* ૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક

સારણી ૪.૨૨ માં રજૂ કરેલી માહિતી પૃથક્કરણ સૂચવે છે કે મળેલું કાઇવર્ગ મૂલ્ય ૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક છે. એટલે કે વિવિધ કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોનું અપેક્ષિત સંખ્યા કરતાં જોવા મળેલી સંખ્યા સાર્થક રીતે જુદી પડે છે. એટલે કે વિવિધ કઠિનતા કક્ષા અનુસાર પ્રાપ્ત થયેલાં શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં તફાવત છે. કઠિનતા કક્ષા 'ખૂબ જ અઘરું' અને 'અઘરું' માં શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા કરતાં જોવા મળેલી સંખ્યા ઓછી છે. કઠિનતાકક્ષા ''ખૂબ જ સહેલું'' અને ''સહેલું'' માં શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા અને જોવા મળેલી સંખ્યા લગભગ સમાન છે. આથી અર્થઘટન કરી શકાય કે વિદ્યાર્થીઓને ગણિતમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ઓછાં એકમો અધ્યયન માટે કઠિન લાગે છે.

૬.૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

શિક્ષકોના અભિપ્રાયે અધ્યાપન કરવાના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઈ સાર્થક ભેદ છે કે કેમ તે તપાસવા માટેનું પૃથક્કરણ સારણી ૪.૨૩ માં રજૂ કર્યું છે. આ સારણીમાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિતમાં આવરાયેલી કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી જોવા મળેલાં શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા વિવિધ કઠિનતા કક્ષાઓમાં દર્શાવેલી છે. શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી સંખ્યા અને અપેક્ષિત સંખ્યાના મૂલ્ય પરથી સમાન સંભાવનાની રીતે કાઇ વર્ગની કિંમત મેળવેલી હતી. જે પણ આ સારણીમાં દર્શાવી છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસના પ્રશ્નો પૈકી પ્રશ્ન ૪.૭ ના સંદર્ભમાં આ પૃથક્કરણ હાથ ધરાયેલું હતું.

સારણી ૪.૨૩

અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

	કઠિનતાકક્ષા					કુલ	કાઇવર્ગ મૂલ્ય
	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું		
શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી સંખ્યા	૧૪	૪૬	૭૭	૮૨	૧૫	૨૩૪	૯૦.૫૮**
શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૪૬.૮૦	૨૩૪	

** ૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક

સારણી ૪.૨૩ માં દર્શાવેલી માહિતી પરથી કહી શકાય કે મળેલું કાઇવર્ગ મૂલ્ય ૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક છે. એટલે કે વિવિધ કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોનું અપેક્ષિત

સંખ્યા કરતાં જોવા મળેલી સંખ્યા સાર્થક રીતે ભિન્ન છે. કઠિનતાકક્ષા 'ખૂબ જ અઘરું' અને 'અઘરું' માં શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા કરતાં જોવા મળેલી સંખ્યા ઓછી છે. જ્યારે કઠિનતાકક્ષા ''ખૂબ જ સહેલું'' અને ''સહેલું'' માં શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા અને જોવા મળેલી સંખ્યા લગભગ સમાન છે. આ સૂચવે છે કે ગણિત શિક્ષકોને ધોરણ ૧૦ ના ગણિતમાં આવરાયેલાં શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ઓછાં એકમો અધ્યાપન માટે કઠિન લાગે છે.

૭.૦ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઈ તફાવત છે કે કેમ તે નક્કી કરવા માટે સારણી ૪.૨૪ માં માહિતી દર્શાવીને વિશ્લેષણ રજૂ કર્યું છે. આ સારણીમાં વિવિધ કઠિનતા કક્ષાઓ અનુસાર અધ્યયનના સંદર્ભમાં શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી સંખ્યા અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી સંખ્યા આપવામાં આવી છે. કૌંસમાં શૈક્ષણિક એકમોની અપેક્ષિત સંખ્યા આપવામાં આવી છે. બે જૂથો માટેની વિવિધ કક્ષાઓમાં દર્શાવેલી બે પ્રકારની આવૃત્તિઓ (જોવા મળેલી અને અપેક્ષિત) પર ગણતરી કરીને કાઈવર્ગનું મૂલ્ય મેળવવામાં આવ્યું હતું. જે સારણી ૪.૨૪ માં દર્શાવ્યું છે. પ્રસ્તુત સંશોધન અભ્યાસનું પ્રશ્ન ક્રમાંક ૪.૭ સંદર્ભમાં ઉચિત પૃથક્કરણ અત્રે રજૂ કરાયું છે.

સારણી ૪.૨૪

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

	કઠિનતાકક્ષા					કુલ	કાઈવર્ગ મૂલ્ય
	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું		
અધ્યયનના સંદર્ભમાં શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા	૧૪ [૧૪.૦૦]	૫૦ [૪૮.૦૦]	૮૩ [૮૦.૦૦]	૭૩ [૭૭.૫૦]	૧૪ [૧૪.૫૦]	૨૩૪	૦.૯૪ સાર્થક નથી
અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શૈક્ષણિક એકમોની	૧૪ [૧૪.૦૦]	૪૬ [૪૮.૦૦]	૭૭ [૮૦.૦૦]	૮૨ [૭૭.૫૦]	૧૫ [૧૪.૫૦]	૨૩૪	

સારણી ૪.૨૪ માં દર્શાવેલી માહિતી વિશ્લેષણ પરથી પ્રાપ્ત કાઈવર્ગ મૂલ્ય સાર્થક નથી. આ પરથી કહી શકાય કે વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના

સંદર્ભમાં વિવિધ કઠિનતા કક્ષાઓ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં સમાનતા છે. વિવિધ કક્ષાઓમાંથી શૈક્ષણિક એકમોની જોવા મળેલી તેમજ અપેક્ષિત સંખ્યા પરથી કહી શકાય કે વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં અને શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં ઓછાં શૈક્ષણિક એકમો અઘરાં લાગે છે.

ટૂંકમાં કહીએ તો ધોરણ-૧૦ નો ગણિતનો અભ્યાસક્રમ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયન તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપન માટે ઓછો કઠિન લાગે છે.

૮.૦ અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા

ધોરણ-૧૦ નો ગણિતનો અભ્યાસક્રમ કુલ ૧૯ પ્રકરણોમાં આવરાયેલો છે. વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે તેમને અધ્યયનમાં લાગતી કઠિનતાના સંદર્ભમાં આ પ્રકરણોની તુલના સારણી ૪.૨૫ માં રજૂ કરેલી છે. જેમાં પ્રત્યેક પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ કુલ શૈક્ષણિક એકમોને તેમની કઠિનતા કક્ષા અનુસાર દર્શાવવામાં આવ્યાં છે. ઉપરાંત પ્રત્યેક પ્રકરણની કઠિનતાકક્ષા સારણીની અંતિમ કોલમમાં દર્શાવી છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસના પ્રશ્ન ૪.૮ માટે સારણી ૪.૨૫ માં જરૂરી પૃથક્કરણ દર્શાવેલું છે.

સારણી ૪.૨૫
અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર વિવિધ પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

પ્રકરણ ક્રમ	પ્રકરણનું નામ	પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કુલ સંખ્યા	કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા					સમગ પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષા	
			ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ અઘરું	આકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વિધેય	૧૬	-	૩	૬	૬	૧	૩	સામાન્ય
૨.	સંમેય પદાવલિઓ	૧૦	-	૨	૨	૫	૧	૩	સામાન્ય
૩.	ચક્રીય પદાવલી	૦૫	-	-	૧	૨	૨	૨	સહેલું
૪.	ગુણોત્તર અને પ્રમાણ	૧૫	-	-	૭	૭	૧	૨	સહેલું
૫.	ચલન	૧૧	-	૧	૯	૧	-	૩	સામાન્ય
૬.	દ્વિઘાત સમીકરણ	૧૬	-	૨	૬	૭	૧	૩	સામાન્ય
૭.	ત્રિકોણમિતિ	૦૮	-	-	૫	૩	-	૨	સહેલું
૮.	અંતર અને ઉંચાઇ	૦૬	-	૪	-	૨	-	૩	સામાન્ય
૯.	આંકડાશાસ્ત્ર	૧૨	-	-	૩	૯	-	૨	સહેલું
૧૦.	ગણન	૦૭	-	૧	૧	૪	૧	૨	સહેલું
૧૧.	સમરૂપ ત્રિકોણ	૧૪	-	૪	૪	૫	૧	૩	સામાન્ય
૧૨.	સમરૂપતાની શરતો	૦૭	-	૫	૨	-	-	૪	અઘરું
૧૩.	સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ	૧૦	-	૨	૪	૪	-	૩	સામાન્ય
૧૪.	વર્તુળ અને જીવા	૧૬	૧	૧	૪	૪	૬	૨	સહેલું
૧૫.	વર્તુળનું ચાપ	૨૧	૪	૭	૫	૫	-	૪	અઘરું
૧૬.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	૨૪	૯	૯	૪	૨	-	૪	અઘરું
૧૭.	રચનાઓ	૧૨	-	૪	૪	૪	-	૩	સામાન્ય
૧૮.	ક્ષેત્રફળ	૧૫	-	૪	૯	૨	-	૩	સામાન્ય
૧૯.	ઘનફળ	૦૯	-	૧	૭	૧	-	૩	સામાન્ય
	કુલ	૨૩૪	૧૪	૫૦	૮૩	૭૩	૧૪	—	—

વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાયે ધોરણ-૧૦ ગણિતનાં વિવિધ પ્રકરણો વિદ્યાર્થીઓને શીખવા માટે કેટલા કઠિન લાગે છે. તે અંગેનાં અર્થઘટનો સારણી ૪.૨૫ પરથી કહી શકાય છે. વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક, વર્તુળનું ચાપ અને સમરૂપતાની શરતો આ ત્રણ પ્રકરણો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયન માટે કઠિન જણાયાં છે. વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં ચક્રીય પદાવલિ, ગુણોત્તર અને પ્રમાણ, ત્રિકોણમિતિ, આંકડાશાસ્ત્ર, ગણન તેમજ વર્તુળ અને જીવા કુલ છ પ્રકરણો સહેલાં છે. બાકીનાં દશ પ્રકરણો અધ્યયનના સંદર્ભમાં મધ્યમ છે.

ગણિત ધોરણ-૧૦ ના અધ્યયનના સંદર્ભમાં ત્રણ પ્રકરણો કઠિન જણાયાં છે. તેમાં વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨૪ માંથી ૧૮ શૈક્ષણિક એકમો અઘરાં અને ખૂબ જ અઘરા) સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ જણાયું છે. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિધેય, સંમેય પદાવલિઓ, ચક્રીય પદાવલી, ગુણોત્તર અને પ્રમાણ, ત્રિકોણમિતિ, આંકડાશાસ્ત્ર, ગણન વર્તુળ અને જીવા એમ મળીને કુલ આઠ પ્રકરણો સહેલાં જણાય છે. બાકીનાં આઠ પ્રકરણોના સંદર્ભમાં મધ્યમ જણાયાં છે.

૯.૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા

ધોરણ-૧૦ નો ગણિતનો અભ્યાસક્રમ કુલ ૧૯ પ્રકરણોમાં આવરાયેલો છે. ગણિત શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં લાગતી કઠિનતાના સંદર્ભમાં આ પ્રકરણોની તુલના સારણી ૪.૨૬ માં રજૂ કરે છે. જેમાં પ્રત્યેક પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ કુલ શૈક્ષણિક એકમોને તેમની કઠિનતા કક્ષા અનુસાર દર્શાવવામાં આવ્યાં છે.

આ પૃથક્કરણ દ્વારા પ્રસ્તુત સંશોધનના પ્રશ્નક્રમાંક ૪.૯ ના સંદર્ભમાં સારણી ૪.૨૬ માં જરૂરી વિગતો આપવામાં આવી છે.

સારણી ૪.૨૬

અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષા અનુસાર વિવિધ પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા

પ્રકરણ ક્રમ	પ્રકરણનું નામ	પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કુલ સંખ્યા	કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યા					સમગ્ર પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષા	
			ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ અઘરું	આકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વિધેય	૧૬	-	૧	૫	૮	૨	૨	સહેલું
૨.	સંમેય પદાવલિઓ	૧૦	-	૧	૩	૫	૧	૨	સહેલું
૩.	ચક્રીય પદાવલી	૫	-	-	-	૩	૨	૨	સહેલું
૪.	ગુણોત્તર અને પ્રમાણ	૧૫	-	-	૪	૧૦	૧	૨	સહેલું
૫.	ચલન	૧૧	-	૧	૯	૧	-	૩	સામાન્ય
૬.	દ્વિઘાત સમીકરણ	૧૬	-	૨	૬	૭	૧	૩	સામાન્ય
૭.	ત્રિકોણમિતિ	૦૮	-	-	૪	૪	-	૨	સહેલું
૮.	અંતર અને ઉંચાઇ	૦૬	-	૩	૧	૨	-	૩	સામાન્ય
૯.	આંકડાશાસ્ત્ર	૧૨	-	-	૨	૧૦	-	૨	સહેલું
૧૦.	ગણન	૦૭	-	૧	૧	૪	૧	૨	સહેલું
૧૧.	સમરૂપ ત્રિકોણ	૧૪	-	૪	૪	૫	૧	૩	સામાન્ય
૧૨.	સમરૂપતાની શરતો	૦૭	-	૫	૨	-	-	૪	અઘરું
૧૩.	સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ	૧૦	-	૨	૪	૪	-	૩	સામાન્ય
૧૪.	વર્તુળ અને જીવા	૧૬	૧	૧	૩	૫	૬	૨	સહેલું
૧૫.	વર્તુળનું ચાપ	૨૧	૪	૭	૬	૪	-	૪	અઘરું
૧૬.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	૨૪	૯	૯	૪	૨	-	૪	અઘરું
૧૭.	રચનાઓ	૧૨	-	૪	૩	૫	-	૩	સામાન્ય
૧૮.	ક્ષેત્રફળ	૧૫	-	૪	૯	૨	-	૩	સામાન્ય
૧૯.	ઘનફળ	૦૯	-	૧	૭	૧	-	૩	સામાન્ય
	કુલ	૨૩૪	૧૪	૪૬	૭૭	૮૨	૧૫	-	-

સારણી ૪.૨૬ પરથી વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતાની તુલના કરી શકાય. સમગ્ર પ્રકરણની કઠિનતા કક્ષાનાં મૂલ્યો પરથી કહી શકાય કે ધોરણ-૧૦નાં ગણિતના અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને સૌથી અઘરાં પ્રકરણો વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક, વર્તુળનું ચાપ તેમજ સમરૂપતાની શરતો એમ કુલ ત્રણ પ્રકરણો કઠિન જણાયાં છે. જેમાં પ્રકરણ ૧૬ માં કુલ ૨૪ શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૭૫% એકમો એટલે કે ૧૮ એકમો ખૂબ જ કઠિન અને કઠિન જણાયાં

છે. ગણિત ધોરણ-૧૦ માં સૌથી કઠિન પ્રકરણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ કઠિન જણાય છે.

કઠિનતાકક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યાના આધારે આ ૧૯ પ્રકરણોની તુલના કરીએ તો જણાશે કે ખૂબ જ કઠિન હોય તેવાં શૈક્ષણિક એકમો વર્તુળ અને તેના સ્પર્શક પ્રકરણમાં (૨૪ માંથી ૧૮) છે. જેથી સૌથી કઠિન પ્રકરણ-૧૬ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક જણાય છે. અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને ચક્રીય પદાવલી પ્રકરણ વધુ સરળ લાગ્યું છે તેમ કહી શકાય. કારણ કે અધ્યાપન માટે સહેલાં હોય તેવાં વધુ શૈક્ષણિક એકમો આ પ્રકરણમાં છે. અધ્યાપનમાં સરળતાની દૃષ્ટિએ ત્યાર પછીના ક્રમે ગુણોત્તર અને પ્રમાણ પ્રકરણ આવી શકે.

૧૦.૦ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિવિધ પ્રકરણોની કઠિનતા

વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાય અનુસાર તેમને અધ્યયન માટે તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપન માટે ધોરણ-૧૦ નાં ગણિતનાં ઓગણીસ પ્રકરણોની કઠિનતા બાબતમાં કોઇ તફાવત પ્રવર્તે છે કે કેમ તે જાણવા માટે સારણી ૪.૨૭ માં જરૂરી પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું છે. આ સારણીમાં પ્રત્યેક પ્રકરણની અધ્યયન અને અધ્યાપન એમ બન્ને બાબતોના સંદર્ભમાં કઠિનતાકક્ષાઓ રજૂ કરવામાં આવી છે.

પ્રસ્તુત અભ્યાસના પ્રશ્ન ૪.૧૦ માટે જરૂરી પૃથક્કરણ અત્રે રજૂ કરવામાં આવ્યું છે.

સારણી : ૪.૨૭

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં પ્રકરણોનાં એકમોની કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	એકમનું નામ	અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા		અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિનતા કક્ષા	
		આંકડામાં	શબ્દમાં	આંકડામાં	શબ્દમાં
૧.	વિધેય	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૨.	સંમેય પદાવલિઓ	૩	સામાન્ય	૨	સહેલું
૩.	ચક્રીય પદાવલી	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૪.	ગુણોત્તર અને પ્રમાણ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૫.	ચલન	૩.	સામાન્ય	૩.	સામાન્ય
૬.	દ્વિઘાત સમીકરણ	૩.	સામાન્ય	૩.	સામાન્ય
૭.	ત્રિકોણમિતિ	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૮.	અંતર અને ઉંચાઇ	૩.	સામાન્ય	૩.	સામાન્ય
૯.	આંકડાશાસ્ત્ર	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૦.	ગણન	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૧.	સમરૂપ ત્રિકોણ	૩.	સામાન્ય	૩.	સામાન્ય
૧૨.	સમરૂપતાની શરતો	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૩.	સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૪.	વર્તુળ અને જીવા	૨	સહેલું	૨	સહેલું
૧૫.	વર્તુળનું ચાપ	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૬.	વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક	૪	અઘરું	૪	અઘરું
૧૭.	રચનાઓ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૮.	ક્ષેત્રફળ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય
૧૯.	ઘનફળ	૩	સામાન્ય	૩	સામાન્ય

સારણી ૪.૨૭ પરથી ઘણાં રસપ્રદ અર્થઘટનો તારવી શકાય છે. જે આ પ્રમાણે છે.

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણ સૌથી કઠિન છે. અધ્યયન અને અધ્યાપન બન્નેના સંદર્ભમાં વધુ કઠિન ત્રણ પ્રકરણો છે. જેમાં વર્તુળ અને તોનો સ્પર્શક, વર્તુળનું ચાપ અને સમરૂપતાની શરતોના સમાવેશ થાય છે.

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી સરળ પ્રકરણ હોય તે ચક્રીય પદાવલી છે. અન્ય બંન્ને સંદર્ભમાં સરળ પ્રકરણોમાં ગુણોત્તર અને પ્રમાણ, ત્રિકોણમિતિ, ગણન, આંકડાશાસ્ત્ર, વર્તુળ અને જીવા એમ મળીને કુલ બન્ને સંદર્ભમાં છ પ્રકરણો સરળ જણાયાં છે.

કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં ચલન, દ્વિઘાત સમીકરણ, અંતર અને ઉંચાઇ, સમરૂપ ત્રિકોણ, સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ, રચનાઓ, ક્ષેત્રફળ તેમજ ઘનફળ મળીને આઠ પ્રકરણો મધ્યમ જણાયાં છે.

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં અલગ ભિન્નતા હોય તેવાં ફક્ત બે પ્રકરણો છે. જેમાં વિધેય તેમજ સંમેય પદાવલીઓ અધ્યયનમાં મધ્યમ અને અધ્યાપનમાં સહેલું પ્રકરણ જણાય છે.

૧૧.૦ મુકતચર્ચા દ્વારા સૌથી કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ કઠિન હોવા અંગેનાં કારણો અને ઉપાયો

સારણી ૪.૨૭ પરથી ફલિત થયેલાં અર્થઘટનો સૂચવે છે કે ધોરણ-દસના ગણિત અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલાં ૧૯ પ્રકરણો પૈકી પ્રકરણ-૧૬ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ અધ્યયન તેમજ અધ્યાપન એમ બંનેના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન પ્રકરણ જણાયું હતું. આ પ્રકરણ સૌથી વધુ કઠિન લાગવા માટેનાં શા કારણો હોય શકે અને તેમને સરળ કરવા માટે કયા કયા ઉપાયો હોય શકે તે તપાસવા માટે પ્રસ્તુત અભ્યાસ માટે નકકી કરેલું ઉપકરણ‘મુકત ચર્ચા’ દ્વારા શિક્ષકોના અભિપ્રાયો મેળવવાનું નકકી કરેલું હતું. આ અભિપ્રાયો મેળવવા માટે ઉપકરણ તરીકે ‘મુકત ચર્ચા’ ગોઠવવાનું નકકી કરવામાં આવેલું હતું. આ માટે જિલ્લા કક્ષાએ ધોરણ-૧૦ના ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કરાવતા અને જેમને પાંચ વર્ષનો અનુભવ થયેલો છે તેવા અનુભવનિષ્ઠ તજ્જ્ઞીય ક્ષમતા ધરાવતા ૩૫ શિક્ષકોને એક સેમિનારમાં બોલાવવાનું નકકી કરેલું હતું. આ સેમિનાર તા ૨૬-૪-૦૫ ના રોજ એક દિવસ માટે શ્રી જી.ટી. હાઇસ્કૂલ ફોર ગર્લ્સ, રાજકોટ મુકામે યોજવામાં આવેલો હતો. જેમાં રાજકોટ જિલ્લાના માધ્યમિક શાળાઓના ૩૫ શિક્ષકોને આમંત્રણ આપવામાં આવ્યું હતું, જે પૈકી ૨૮ શિક્ષકો ઉપસ્થિત રહયા હતા. આ શિક્ષકોને સહેતુક આકસ્મિક નમૂના પસંદગી વડે પસંદ કરવામાં આવેલ હતા. આ શિક્ષકો ધોરણ-દસમાં ગણિત વિષય ભણાવતા શિક્ષકો એવા હતા કે જે અઘરાપણાનાં કારણોની ચર્ચા કરી શકે, સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો સૂચવી શકે, મુકત અભિપ્રાય આપી શકે તેવા તજ્જ્ઞ અને સંનિષ્ઠ શિક્ષકો પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. સેમિનારમાં હાજર રહેલા શિક્ષકોની યાદી પરિશિષ્ટ-૪ તરીકે રજૂ કરી છે.

૧૧.૧ મુકત ચર્ચા દ્વારા સૌથી કઠિન પ્રકરણ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ પ્રકરણ કઠિન હોવાનાં કારણો

ધોરણ-દસનાં ગણિત અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલાં ૧૯ પ્રકરણો પૈકી સૌથી કઠિન

પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' જણાયું હતું. આ પ્રકરણના સંદર્ભમાં કઠિન લાગવાનાં કારણો અને તેને સરળ કરવાના ઉપાયો સૂચવવા માટે એક દિવસનો સેમિનાર યોજેલો હતો. હાજર રહેલ શિક્ષકોને બેઠકની શરૂઆતમાં ધોરણ-દસના ગણિતના અભ્યાસક્રમના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણ-૧૬ની સમજૂતી આપવામાં આવી હતી. આ પ્રકરણ કઠિન હોવાનાં શાં કારણો હોઈ શકે તે શોધવા માટે ત્રણ-ત્રણ શિક્ષકોનાં એક એવાં નવ જૂથ બનાવવામાં આવેલાં હતાં. પ્રત્યેક જૂથમાં સઘન ''મુકત ચર્ચા'' કરવામાં આવી હતી. પ્રત્યેક જૂથે સમગ્ર પ્રકરણના સંદર્ભમાં ચર્ચા કરીને કારણો તૈયાર કરવાનાં હતાં. પ્રત્યેક જૂથ દ્વારા મુક્ત ચર્ચાને અંતે પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણ કઠિન લાગવાના ૫૧ કારણો તારવવામાં આવ્યાં હતાં. કારણો અંગેની આ ચર્ચા માટે ૨ કલાક ૩૦ મિનિટનો સમય ફાળવવામાં આવ્યો હતો. સારણી ૪.૨૯માં તજ્જ્ઞ શિક્ષકોએ મુકત ચર્ચાને અંતે તારવવામાં આવેલાં ૫૧ કારણોની યાદી બનાવવામાં આવેલ હતી. જે નીચે મુજબ છે. પ્રસ્તુત અભ્યાસના પ્રશ્ન ૪.૧૧ માટે જરૂરી કારણો દર્શાવ્યા છે.

સારણી ૪.૨૮
મુકત ચર્ચા દ્વારા પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' કઠિન લાગવાના કારણો

ક્રમ	શૈક્ષણિક એકમ કઠિન લાગવાના કારણો
૧. ૨.	વર્તુળની વ્યાખ્યા અને તેના સમતલનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોય. સ્પર્શ બિંદુનો ખ્યાલ ન હોય.
૩.	પ્રમેય-૨૬ના પક્ષ અને સાધ્ય લખવામાં મુશ્કેલી જણાય
૪.	પ્રમેય-૨૬ની સાબિતી વિકલ્પ નિવારણ પદ્ધતિથી આપેલી હોવાથી મુશ્કેલી અનુભવાય
૫.	પ્રમેય-૨૬નું પ્રતીપની પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી
૬.	પ્રમેય-૨૭ પ્રતિજ્ઞા સમજવી મુશ્કેલ
૭.	પ્રમેય-૨૭ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવાય.
૮.	પ્રમેય-૨૮ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી જણાય.
૯.	જીવાએ સ્પર્શક સાથે બનાવેલા ખૂણાના માપનો ખ્યાલ હોતો નથી.
૧૦.	વૃત્તખંડ અને વિરુદ્ધ વૃત્તખંડનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ હોતો નથી.
૧૧.	પ્રમેય-૨૯ પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી

(સારણી : ૪.૨૮ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૨૮ ક્રમશઃ)

૧૨.	પ્રમેય-૨૯ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી
૧૩.	પ્રમેય-૩૦ પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી
૧૪.	પ્રમેય-૩૦ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી
૧૫.	પ્રમેય-૩૧ પ્રતીજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી
૧૬.	પ્રમેય-૩૧ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી
૧૭.	સ્પર્શતાં બે વર્તુળો - એક જ સમતલનાં બે વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૧૮.	બે વર્તુળોના સામાન્ય સ્પર્શબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૧૯.	બહારથી કે અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૨૦.	પ્રમેય-૩૨ પ્રતિજ્ઞાની સમજ મેળવવામાં મુશ્કેલી લાગે
૨૧.	સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ સમજવું મુશ્કેલ લાગે.
૨૨.	ચક્રીય ચતુષ્કોણની વ્યાખ્યા સમજવી મુશ્કેલ લાગે.
૨૩.	ચક્રીય ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત સમજવું મુશ્કેલ છે.
૨૪.	પ્રમેય-૩૩ સામસામેના ખૂણા ઓળખવા મુશ્કેલ
૨૫.	પ્રમેય-૩૩ પૂરકકોણની સમજ નથી
૨૬.	પ્રમેય-૩૩ આકૃતિ દોરવી કઠિન લાગે
૨૭.	પ્રમેય-૩૪ પ્રતિજ્ઞા સમજવી મુશ્કેલ લાગે
૨૮.	પ્રમેય-૩૪ આકૃતિનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૨૯.	રાઇડરની પ્રતિજ્ઞા સમજવી મુશ્કેલ લાગે
૩૦.	રાઇડરની આકૃતિ દોરવી મુશ્કેલ લાગે
૩૧.	રાઇડરની સાબિતી આપવા માટેના તર્કનો કે પૂર્વજ્ઞાનનો ઉપયોગ કરવાની સમજનો અભાવ.
૩૨.	વર્તુળનો સ્પર્શકની વ્યાખ્યા વિશેની પૂર્ણ સમજનો અભાવ.
૩૩.	વિદ્યાર્થીઓને 'અનન્ય' અથવા તો એક અને માત્ર એક' શબ્દની સમજનો અભાવ જોવા મળે છે.
૩૪.	વિદ્યાર્થીઓને 'છેદવું' અને 'સ્પર્શવું' શબ્દની સમજનો અભાવ છે.
૩૫.	વર્તુળમાંથી દોરેલા લંબ અને લંબપાદ વિશેની સમજનો અભાવ છે.
૩૬.	વર્તુળ અને રેખાના છેદનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૩૭.	બધાં જ બિંદુઓમાંથી સ્પર્શ બિંદુની અલગ તારવણી કઠિન લાગે છે.

(સારણી : ૪.૨૮ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૨૮ ક્રમશઃ)

૩૮.	જે પ્રમેય કે પ્રતિપ્રમેયની સાબિતી આપવાની હોતી નથી તેનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ
	થતો નથી.
૩૯.	ભૂમિતિના પૂર્વજ્ઞાનનો અભાવ જોવા મળે છે.
૪૦.	ઘણા પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞા લાંબી હોવાથી તે સમજવામાં મુશ્કેલી પડે છે.
૪૧.	લંબ રેખા, લંબ દ્વિભાજક તથા દ્વિભાજક વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ નથી.
૪૨.	જીવા તથા જીવાના ખંડો તેના સંબંધોનો સ્પષ્ટ ખ્યાલ નથી.
૪૩.	ભૌમિતિક કૂટ પ્રશ્નો પ્રત્યેની ઉદાસીનતા જોવા મળે છે.
૪૪.	બોર્ડની પરીક્ષાના પરિરૂપમાં ગુણાંકન વેઈટેજ ઓછું જેથી પ્રકરણ પ્રત્યે ઉદાસીનતા દુર્લક્ષ્ય સેવાય છે.
૪૫.	ભૂમિતિમાં દૃઢીકરણનો અભાવ.
૪૬.	આ પ્રકરણમાંથી ફક્ત ખાલી જગ્યા પૂછાય છે. જેથી શિક્ષકો પ્રકરણને વેઈટેજ આપતા નથી.
૪૭.	ચીલાચાલુ શિક્ષણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ
૪૮.	પ્રકરણ ચાલુ હોય ત્યારે વિદ્યાર્થીઓની ગેરહાજરી
૪૯.	શિક્ષકની અધ્યાપન કાર્ય પ્રત્યેની નિષ્ઠાનો અભાવ
૫૦.	ફક્ત પરીક્ષાલક્ષી તૈયારી ઉપર ધ્યાન અપાય છે.
૫૧.	પુનરાવર્તનનો અભાવ

૧૧.૨ મુક્ત ચર્ચા દ્વારા સૌથી કઠિન પ્રકરણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણ કઠિનને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો

ધોરણ-દસના ગણિત અભ્યાસક્રમમાં આવરાયેલાં ૧૯ પ્રકરણો પૈકી સૌથી કઠિન પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' જણાયું હતું. આ પ્રકરણ કઠિન શા કારણે છે અને તેને સરળ કરવાના ઉપાયો સૂચવવા માટે એક દિવસનો સેમિનાર યોજેલો હતો. હાજર રહેલા શિક્ષકોને આ સેશનમાં સરળ કરવાના ઉપાયો સૂચવવાના હતા. તેઓને બેઠકની શરૂઆતમાં સમગ્ર પ્રકરણ-૧૬ ના સંદર્ભમાં સમજૂતી આપવામાં આવેલી હતી. અગાઉની સેશનમાં તારવવામાં આવેલાં કારણો આધારે તેને સરળ કરવાના સૂચનો મેળવવાના સંદર્ભમાં ત્રણ ત્રણ શિક્ષકોના એક એવાં નવ જૂથ પાડવામાં આવેલાં હતાં. પ્રત્યેક જૂથમાં સઘન 'મુક્ત ચર્ચા' કરવામાં આવી હતી. પ્રત્યેક જૂથે સમગ્ર પ્રકરણનાં સંદર્ભમાં ચર્ચા કરીને સરળ કરવાના ઉપાયો તૈયાર કરવાના હતા. પ્રત્યેક જૂથ દ્વારા મુક્ત ચર્ચાને અંતે પ્રકરણ-૧૬ વર્તુળ

અને તેનો સ્પર્શક પ્રકરણ કઠિન લાગવાના ૩૫ ઉપાયો તારવવામાં આવ્યા હતા. ઉપાયો સૂચવવાની આ ચર્ચા માટે ૨ કલાક ૩૦ મિનિટનો સમય ફાળવવામાં આવ્યો હતો. સારણી ૪.૨૯ માં તજ્જ્ઞ શિક્ષકોએ મુક્ત ચર્ચાને અંતે સૂચવેલા ૩૫ ઉપાયોની યાદી બનાવવામાં આવેલી હતી. જે નીચે મુજબ છે. પ્રસ્તુત અભ્યાસના પ્રશ્ન ૪.૧૨ માટે જરૂરી સરળ બનાવવાના ઉપાયો દર્શાવ્યા છે.

સારણી ૪.૨૯

પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' સરળ કરવાના ઉપાયો

ક્રમ	શૈક્ષણિક એકમ સરળ કરવાના ઉપાયો
૧.	વર્તુળની વ્યાખ્યા સમજાવવી - સમતલનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
૨.	સ્પર્શ બિંદુએ વર્તુળ પરનું જ કોઇ એક બિંદુ છે તેમ સ્પષ્ટ કરી ત્યાર બાદ સ્પર્શકની આકૃતિ દોરીને સમજૂતી આપી શકાય.
૩.	એકથી વધુ સ્પર્શકો દોરી તેની સમજ આપી શકાય.
૪.	વર્તુળ, સ્પર્શક અને સ્પર્શ બિંદુ આગળ દોરેલી ત્રિજ્યા આપેલી છે જે આકૃતિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરવું ત્યાર બાદ ત્રિજ્યા અને સ્પર્શક એકબીજાને લંબ છે એ સાબિત કરવાનું છે તેમ સમજાવવું.
૫.	એક જ વર્તુળના કોઈપણ સ્પર્શક અને તેના સ્પર્શક બિંદુ આગળ દોરેલી ત્રિજ્યા માટે આજ પરિણામ મળશે તે બાબત આકૃતિ દ્વારા બતાવી શકાય.
૬.	પ્રમેય-૨૬ બરાબર સમજાવવાથી પ્રતીપ પણ સમજાઇ જશે.
૭.	પ્રમેય-૨૭ એકથી વધુ આકૃતિ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.
૮.	પ્રમેય-૨૭ જીઓ બોર્ડથી સમજૂતી આપી શકાય.
૯.	પ્રમેય-૨૮ પ્રથમ જીવાએ સ્પર્શક સાથે બનાવેલા બંને ખૂણા આકૃતિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરવા, ત્યાર બાદ જ વૃત્તખંડ અને વિરુદ્ધ વૃત્તખંડનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
૧૦.	પ્રમેય-૨૮ જીવાએ વ્યાસ હોય તો જીવા અને સ્પર્શક વડે બનતા બંને ખૂણા કાટખૂણા હોય અને જો વ્યાસ સિવાયની જીવા હોય તો એક ખૂણો લઘુકોણ અને બીજો ખૂણો ગુરુકોણ બને છે. તે આકૃતિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરી શકાય.
૧૧.	પ્રમેય-૨૮ વૃત્તખંડની વ્યાખ્યા સ્પષ્ટ કરી સમજાવવી.
૧૨.	પ્રમેય-૨૯ - પ્રમેય-૨૮ ની સમજ પ્રથમ સ્પષ્ટ કરવી એ સ્પષ્ટ થતાં પ્રમેય-૨૯ સ્પષ્ટ થશે.
૧૩.	પ્રમેય-૩૦ જીવાખંડો એટલે શું ? તે સ્પષ્ટ કરવું.
૧૪.	પ્રમેય-૩૦ જીવાખંડોથી બનતા લંબચોરસનો ખ્યાલ આપવો.

(સારણી : ૪.૨૯ ક્રમશઃ)

(સારણી : ૪.૨૯ ક્રમશઃ)

૧૫.	પ્રમેય-૩૦ બે જીવાઓ વર્તુળની અંદર છેદે કે બે જીવાને સમાવતી રેખાઓ વર્તુળની બહાર છેદે છે તે બન્ને આકૃતિ દોરી સમજાવી શકાય.
૧૬.	પ્રમેય-૩૦ ઉપરની બન્ને બાબતોમાં એક જ સૂત્ર બને તે સમજાવી શકાય.
૧૭.	પ્રમેય-૩૧ છેદિકા અને સ્પર્શકની વ્યાખ્યા સ્પષ્ટ કરવી.
૧૮.	પ્રમેય-૩૧ છેદિકા સ્પર્શક બન્ને વર્તુળની બહાર છેદે તેવી આકૃતિ દોરી સ્પષ્ટ કરવું ત્યાર બાદ સૂત્ર સમજાવવું.
૧૯.	સ્પર્શતાં બે વર્તુળો આકૃતિ દોરીને એક જ સમતલમાં બે સ્પર્શતાં વર્તુળો દર્શાવી શકાય.
૨૦.	સ્પર્શતાં વર્તુળો એ બે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો તેના સામાન્ય સ્પર્શક (રેખા)ના જુદા જુદા અર્ધતલમાં હોય તો તે બહારથી સ્પર્શે અને એક જ અર્ધતલમાં હોય તો તે બન્ને અંદરથી સ્પર્શે છે તે આકૃતિ દ્વારા સમજાવી શકાય.
૨૧.	પ્રમેય-૩૨ જરૂરી પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
૨૨.	પ્રમેય-૩૨ વધુ આકૃતિઓ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.
૨૩.	પ્રમેય-૩૨ બન્ને વર્તુળનાં કેન્દ્રો અને સામાન્ય સ્પર્શ બિંદુએ સમરેખ થાય છે તે સ્પષ્ટ કરવું.
૨૪.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ - પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
૨૫.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ એકથી વધુ આકૃતિ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.
૨૬.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ મૉડેલ કે જીઓ બોર્ડ દ્વારા વધુ સ્પષ્ટ થઇ શકે.
૨૭.	પ્રમેય-૩૩ પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
૨૮.	પ્રમેય-૩૩ એકથી વધુ આકૃતિ દોરી ખૂણાઓના માપ લેવડાવી સમજાવી શકાય.
૨૯.	પ્રમેય-૩૩ મૉડેલ કે જીઓ બોર્ડથી સમજાવી શકાય.
૩૦.	પ્રમેય-૩૪ પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
૩૧.	પ્રમેય-૩૪ વધુ આકૃતિઓ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.
૩૨.	પ્રમેય-૩૪ મૉડેલ દ્વારા સમજૂતી આપી શકાય.
૩૩.	રાઇડર - પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
૩૪.	રાઇડર - આકૃતિ દોરાવવી અને સમજાવી.
૩૫.	રાઇડર, સબિતી આપવા માટે પૂર્વજ્ઞાન, આગળથી શીખેલા પ્રમેયો, વ્યાખ્યાઓનો ઉપયોગ કરી તે પરથી તર્ક કરીને સાબિતી આપવાનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી શકાય.

પ્રકરણ : ૫

અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના અને તેની અસરકારકતા

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્ય પુસ્તક મંડળ દ્વારા પ્રકાશિત ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના કેટલાંક પ્રકરણો શિક્ષકોને શિખવવામાં તથા વિદ્યાર્થીઓને શીખવામાં અઘરા જણાતા હતા. ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયમાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો છે. તે પૈકી પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' બધાં પ્રકરણોમાં સૌથી વધારે અઘરું જણાયું હતું. પ્રકરણ અઘરું લાગવાનાં કારણો અને તેને સહેલું બનાવવાના ઉપાયો પર ચિંતનાત્મક વિચારણો કરવામાં આવી. આ પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ એકમો, પેટા એકમો, શીખવા માટે અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન કયું અને કેટલી માત્રામાં મહાવરો આપવો જોઇએ તે અંગેનું ચિંતન કરવામાં આવ્યું જેના પરથી અભ્યાસના પ્રશ્ન ૪.૧૪ ના ભાગરૂપે અધ્યાપન કાર્યક્રમ રચીને તેની અસરકારકતા ચકાસવામાં આવી હતી.

૨.૦ અધ્યાપન કાર્યક્રમની સંરચના

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના સૌથી કઠિન પ્રકરણને સરળ રીતે ભણાવી શકાય તે માટે વ્યવહારુ અધ્યાપન કાર્યક્રમ કરવામાં આવ્યે હતો. જેની રચનાના સોપાનો આ પ્રમાણે હતાં.

૨.૧ અધ્યાપન કાર્યક્રમની રચના માટે તજ્જ્ઞોની પસંદગી

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના પ્રકરણ-૧૬ 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' શિક્ષકોને શિખવવામાં અને વિદ્યાર્થીઓને શીખવામાં અઘરું લાગતું હતું. પ્રકરણ અઘરું લાગવાનાં કારણો, શિખવવામાં તથા શીખવામાં પડતી મુશ્કેલી કઇ કઇ છે, પ્રકરણના કઠિન મુદ્દાઓ કયા કયા છે, પ્રકરણના કઠિન મુદ્દાઓને સરળતાથી રજૂ કરવા માટે શું કરવું જોઇએ વગેરે... જેવા પ્રશ્નો ઉદ્‌ભવે તે સ્વાભાવિક છે. આ પ્રશ્નોના યોગ્ય જવાબ અને ઉકેલ શાળામાં ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કરતા શિક્ષકો દ્વારા જ મેળવી શકાય. આ માટે વર્ષોથી ધોરણ-૧૦ ના ગણિતનું અધ્યાપન કરતા શિક્ષકો પાસેથી માર્ગદર્શન મેળવવામાં નીચે દર્શાવેલા શિક્ષકોની તજ્જ્ઞો તરીકે પસંદગી કરવામાં આવી. પસંદ કરેલા તજ્જ્ઞો શાળામાં ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કાર્ય કરે છે. ઉપરાંત તેઓ ગણિત પરિણામ સુધારણા કાર્યક્રમમાં સતત ક્રિયાશીલ છે.

	તજ્જ્ઞોનાં નામ	શાળા/કૉલેજનું નામ
(૧)	અતુલભાઇ વ્યાસ	શ્રી મુરલીધર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
(૨)	ગોપાલભાઇ મહેતા	શ્રી સૌરાષ્ટ્ર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
(૩)	દીપકભાઇ વ્યાસ	શ્રી કડવીબાઇ વિરાણી હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
(૪)	સંદીપભાઇ ઘેટિયા	શ્રી પી.ડી. માલવિયા બી.એડ્. કૉલેજ, રાજકોટ
(૫)	ભરતભાઇ દુસરા	શ્રી સરદાર પટેલ વિદ્યામંદિર, રાજકોટ

તજ્જ્ઞો, માર્ગદર્શક તથા સંશોધક દ્વારા પ્રકરણ અઘરું લાગવાનાં કારણો અંગે ચિંતનાત્મક વિચારણા કરવામાં આવી.

૨.૨ વિષયવસ્તુ પૃથક્કરણ

ધોરણ-૧૦ ગણિતના પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' માં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુનો ઊંડાણથી અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો. આ પ્રકરણમાં કયાં એકમો-પેટા એકમો વિદ્યાર્થીઓને શિખવવાનાં છે તેની યાદી તૈયાર કરવામાં આવી. આ પ્રકરણમાં કુલ ૨૪ એકમો-પેટા એકમો વિદ્યાર્થીઓને શિખવવાનાં છે.

વિષયવસ્તુનું પૃથક્કરણ કરતાં આ પ્રકરણમાં નીચે આપેલાં ૨૪ જેટલાં શૈક્ષણિક એકમો આવરવામાં આવ્યાં હતાં.

સારણી ૫.૧

પ્રકરણ : ૧૬ 'વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક' માં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો

ક્રમ	શૈક્ષણિક એકમ
૧.	વર્તુળનો સ્પર્શક (વ્યાખ્યા)
૨.	સ્પર્શ બિંદુનો અર્થ
૩.	પ્રમેય : ૨૬ વર્તુળનો સ્પર્શક સ્પર્શબિંદુમાંથી દોરેલી ત્રિજ્યા લંબ હોય છે.
૪.	પ્રમેય : ૨૬ પ્રતીપ : વર્તુળની ત્રિજ્યાને તેના વર્તુળ પરના અંત્યબિંદુએ વર્તુળના સમતલમાં દોરેલી લંબરેખા એ વર્તુળનો સ્પર્શક હોય છે.
૫.	જો કોઇ રેખા L અને વર્તુળ એક જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ (૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો એ રેખાનું દરેક બિંદુ વર્તુળના બહારના ભાગમાં હોય. (૨) જો વર્તુળ પર હોય તો રેખા વર્તુળને એક અને માત્ર એક બિંદુમાં છેદે (૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય કે રેખા વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી હોય, તો એ રેખા વર્તુળને લંબપાદથી સમાન અંતરે આવેલાં બે બિંદુઓમાં છેદે.

(સારણી ૫.૧ ક્રમશઃ)

૬.	પ્રમેય : ૨૭ વર્તુળના બહારના P બિંદુમાંથી પસાર થતા વર્તુળના બે સ્પર્શક વર્તુળને બિંદુઓ A અને B આગળ સ્પર્શે તો PA=PB થાય.
૭.	પ્રમેય : ૨૮ કોઈ વર્તુળની જીવાના કોઈ એક અંત્યબિંદુએ વર્તુળને સ્પર્શતાં સ્પર્શક સાથે એ જીવાએ બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાનાં માપ જેટલું હોય છે.
૮.	પ્રમેય : ૨૯ કોઈ વર્તુળની જીવાના કોઈ એક અંત્યબિંદુમાંથી પસાર થતી રેખા વર્તુળના સમતલમાં એવી રીતે દોરવામાં આવે છે કે તે રેખા એ જીવા સાથે બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાનાં માપ જેટલું હોય, તો તે રેખાએ વર્તુળનો સ્પર્શક છે.
૯.	જીવાના ખંડો
૧૦.	પ્રમેય : ૩૦ જો વર્તુળની બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખા પરસ્પર (વર્તુળની અંદર કે બહાર) છેદે તો એક જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસનું ક્ષેત્રફળ બીજી જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસના ક્ષેત્રફળની બરાબર હોય છે.
૧૧.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવા એકબીજાને Q બિંદુમાં છેદે તો $AQ \times QB = CQ \times DQ$
૧૨.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાના સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો $AR \times BR = CR \times DR$
૧૩.	પ્રમેય : ૩૧ કોઈ વર્તુળના બિંદુ T આગળનો સ્પર્શક PT અને એ વર્તુળની તેને A અને B માં છેદતી છેદિકા AB પરસ્પર જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં આવેલા બિંદુ P માં છેદે તો $AP.PB = PT^2$
૧૪.	સ્પર્શતાં વર્તુળો
૧૫.	પ્રમેય : ૩૨ પરસ્પર સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી રેખા પર હોય છે.
૧૬.	$O(P,R_1)$ અને $O(Q,R_2)$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે તો $PQ=R_1+R_2$
૧૭.	$O(P_1R_2)$ અને $O(Q,R_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=\|R_1-R_2\|$
૧૮.	અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળને એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.
૧૯.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ (વ્યાખ્યા, અર્થ)
૨૦.	ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત (વ્યાખ્યા)
૨૧.	પ્રમેય : ૩૩ ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય છે.
૨૨.	પ્રમેય : ૩૪ જે ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય તો તે ચતુષ્કોણ ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય છે.
૨૩.	દાખલાઓ
૨૪.	રાઈડર

ઉપર્યુક્ત શૈક્ષણિક એકમો એ અઘરાપણું જાણવા માટે ઉપકરણમાં આવરાયેલાં હતાં.

૨.૩ શૈક્ષણિક હેતુઓનું આલેખન

ઉપર્યુક્ત ૨૪ જેટલાં શૈક્ષણિક એકમોના અધ્યયન માટે શૈક્ષણિક હેતુઓની રચના કરવામાં આવી હતી.

૨.૩.૧ વર્તુળનો સ્પર્શક

- ➢ વિદ્યાર્થીઓ વર્તુળના સ્પર્શકની વ્યાખ્યા આપી શકે.
- ➢ વિદ્યાર્થીઓ વર્તુળના સ્પર્શકની આકૃતિ દોરી શકે.
- ➢ વિદ્યાર્થીઓ વર્તુળના સમતલમાં રહેલી અન્ય રેખાઓ પૈકી વર્તુળના સ્પર્શકને ઓળખી શકે.
- ➢ વર્તુળના બહારના બિંદુમાંથી બે સ્પર્શક દોરી બતાવે.
- ➢ Geo બોર્ડમાં વર્તુળ અને તેના સ્પર્શકની રચના કરી આપે.
- ➢ વર્તુળ અને તેના સ્પર્શકનું મોડેલ બનાવી શકે.

૨.૩.૨ સ્પર્શ બિંદુનો અર્થ

- ➢ વર્તુળના સ્પર્શબિંદુનો અર્થ આપી શકે.
- ➢ વર્તુળ પરનાં બિંદુઓ અને સ્પર્શક પરનાં બિંદુઓને છેદગણ કરી આપે.
- ➢ વર્તુળના સ્પર્શકની આકૃતિમાં સ્પર્શબિંદુ ઓળખી બતાવે.

૨.૩.૩ પ્રમેય : ૨૬ વર્તુળનો સ્પર્શક સ્પર્શબિંદુઓ દોરેલી ત્રિજ્યાને લંબ હોય છે.

- ➢ પ્રમેય-૨૬ ની પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પ્રમેય-૨૬ માં પક્ષની વિગત લખી શકે.
- ➢ પ્રમેય-૨૬ માં સાધ્યની વિગત લખી આપે
- ➢ પ્રમેય-૨૬ ની પ્રતિજ્ઞા આકૃતિ દ્વારા રજૂ કરી શકે.
- ➢ પ્રમેય-૨૬ ની પ્રતિજ્ઞા Geo બોર્ડ દ્વારા સમજાવી શકે.
- ➢ પ્રમેયની સાબિતી આપી શકે.

૨.૩.૪ પ્રમેય : ૨૬ નું પ્રતીપ

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગત લખી આપે.
- ➢ સાધ્યની વિગત લખી આપે.
- ➢ પ્રતિજ્ઞા આકૃતિ દ્વારા રજૂ કરી શકે.
- ➢ પ્રતિજ્ઞા Geo બોર્ડ દ્વારા સમજાવી શકે.

૨.૩.૫ જો કોઈ રેખા l અને વર્તુળ એક જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ

(૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો $l \cap \odot = \varnothing$

(૨) જો વર્તુળ પર હોય તો $l \cap \odot =$ {એક બિંદુ}

(૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય તો $l \cap \odot =$ {બે બિંદુ}

- ➢ વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પર લંબ દોરી શકે.
- ➢ વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબપાદને ઓળખી બતાવે.
- ➢ વર્તુળનો બહિર્ભાગ ઓળખી બતાવે.
- ➢ વર્તુળનો અંતર્ભાગ ઓળખી બતાવે.
- ➢ વર્તુળ દ્વારા સમતલના ત્રણ અલગ બિંદુ ગણોમાં વિભાજન થાય છે તે સમજાવી શકે.
- ➢ $l \cap \odot = \varnothing$ ની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ $l \cap \odot =$ **{એક બિંદુ}** ની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ $l \cap \odot =$ **{બે બિંદુ}** ની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ **Geo** બોર્ડ દ્વારા $l \cap \odot = \varnothing$, $l \cap \odot =$ **{P}**, $l \cap \odot =$ **{P,Q}**ની રચના કરી બતાવે.

૨.૩.૬ પ્રમેય : ૨૭

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગતો લખી આપે.
- ➢ સાધ્યની વિગતો લખી આપે.
- ➢ પ્રતિજ્ઞાની આકૃતિ દ્વારા રજૂઆત કરી શકે.
- ➢ વર્તુળની બહારના બિંદુમાંથી પસાર થતા બે સ્પર્શકો દોરી શકે.
- ➢ વર્તુળની બહારના **P** બિંદુમાંથી પસાર થતા વર્તુળના બે સ્પર્શકો વર્તુળને **A** અને **B** આગળ સ્પર્શે તો **PA=PB** થાય છે તે સમજે.
- ➢ **Geo** બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની વિગત સમજાવી શકે.

૨.૩.૭ પ્રમેય : ૨૮

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગતો લખી આપે.
- ➢ સાધ્યની વિગતો લખી આપે.

- ➢ પ્રતિજ્ઞાની આકૃતિ દ્વારા રજૂઆત કરી શકે.
- ➢ Geo બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની વિગત સમજાવી શકે.
- ➢ વૃત્તખંડ-વિરુદ્ધ વૃત્તખંડનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી આપે.

૨.૩.૮ પ્રમેય : ૨૯

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગતો લખી આપે.
- ➢ સાધ્યની વિગતો લખી આપે.
- ➢ આકૃતિ દ્વારા પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞા સમજાવી શકે.
- ➢ Geo બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની વિગતો સમજાવી શકે.

૨.૩.૯ જીવાના ખંડો

- ➢ જીવાની વ્યાખ્યા આપી શકે.
- ➢ જીવાના ખંડો વર્તુળના સમતલમાં દોરી બતાવે.
- ➢ વર્તુળના સમતલમાં રહેલી જીવાના ખંડોને ઓળખી બતાવે.
- ➢ Geo બોર્ડ દ્વારા જીવાના ખંડોની રચના કરી બતાવે.

૨.૩.૧૦ પ્રમેય : ૩૦

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગતો લખી શકે.
- ➢ સાધ્યની વિગતો લખી શકે.
- ➢ બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખા વર્તુળની અંદર છેદતી હોય તેની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખા વર્તુળની બહાર છેદતી હોય તેની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ Geo બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની વિગત સમજાવી શકે.

૨.૩.૧૧ P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવા એકબીજાને Q બિંદુમાં છેદે તો $AQ \times BQ = CQ \times DQ$

- ➢ P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં Q બિંદુમાં છેદતી બે જીવાઓ AB અને CD ની આકૃતિ દોરી આપે.
- ➢ $AQ \times BQ = CQ \times DQ$ પરિણામની ચકાસણી કરી શકે.
- ➢ $AQ \times BQ = CQ \times DQ$ પરિણામ આધારિત દાખલાઓ ગણી આપે.
- ➢ Geo બોર્ડમાં રચના કરી બતાવે.

૨.૩.૧૨ P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાને સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો AR×BR = CR×DR

- ➢ P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાઓને સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તેવી આકૃતિ દોરી આપે.
- ➢ AR×BR = CR×DR પરિણામની ચકાસણી કરી આપે.
- ➢ AR×BR = CR×DR પરિણામ આધારિત દાખલાઓ ગણી આપે.
- ➢ Geo બોર્ડમાં રચના કરી આપે.

૨.૩.૧૩ પ્રમેય : ૩૧

- ➢ પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગતો લખી આપે.
- ➢ સાધ્યની વિગતો લખી આપે.
- ➢ પ્રતિજ્ઞાની વિગત આકૃતિ દ્વારા સમજાવી શકે.
- ➢ $PA.PB = PT^2$ પરિણામની ચકાસણી કરી આપે.
- ➢ $PA.PB = PT^2$ આધારિત દાખલાઓ ગણી આપે.
- ➢ પ્રતિજ્ઞાની વિગત Geo બોર્ડ દ્વારા સમજાવી શકે.

૨.૩.૧૪ સ્પર્શતાં વર્તુળો

- ➢ સ્પર્શતાં વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી આપે.
- ➢ બે વર્તુળોનો સામાન્ય સ્પર્શકનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી શકે.
- ➢ બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ સમજાવી શકે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ બે સ્પર્શતાં વર્તુળોની આકૃતિમાં સામાન્ય સ્પર્શક અને સ્પર્શબિંદુ ઓળખી બતાવે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોના ત્રણ સામાન્ય સ્પર્શકો દોરી બતાવે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનો એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી બતાવે.

૨.૩.૧૫ પ્રમેય : ૩૨ પરસ્પર સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શ બિંદુ વર્તુળોનાં કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી રેખા પર હોય છે.

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- ➢ પક્ષની વિગતો લખી શકે.
- ➢ સાધ્યની વિગતો લખી શકે.

- ➢ પ્રતિજ્ઞા આકૃતિ દ્વારા સમજાવી શકે.
- ➢ Geo બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની સમજૂતી આપી શકે.

૨.૩.૧૬ $O(P,r_1)$ અને $O(Q,r_2)$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે છે તો $PQ=r_1+r_2$

- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર માપી શકે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર $PQ=r_1+r_2$ થાય છે તે સમજે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર શોધવાના દાખલા ગણી આપે.

૨.૩.૧૭ $O(P,r_1)$ અને $O(Q,r_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=|r_1-r_2|$

- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર માપી શકે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર $PQ=|r_1-r_2|$ થાય છે તે સમજે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્ર વચ્ચેનું અંતર શોધવાના દાખલા ગણી આપે.

૨.૩.૧૮ અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોને એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.

- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોનું સ્પર્શબિંદુ ઓળખી બતાવે.
- ➢ વર્તુળના સ્પર્શકની રચના કરી શકે.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોના સમતલમાં રહેલી રેખાઓ પૈકી સામાન્ય સ્પર્શક ઓળખી બતાવે.

૨.૩.૧૯ ચક્રીય ચતુષ્કોણ

- ➢ ચક્રીય ચતુષ્કોણની વ્યાખ્યા આપી શકે.
- ➢ ચક્રીય ચતુષ્કોણની આકૃતિ દોરી બતાવે.
- ➢ વર્તુળ પરનાં બિંદુઓને જોડવાથી રચાતી આકૃતિ પૈકી ચક્રીય ચતુષ્કોણ ઓળખી બતાવે.
- ➢ ચક્રીય ચતુષ્કોણનું નામ લખી શકે.

૨.૩.૨૦ ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત

- ➢ ચતુષ્કોણના પરિવૃત્તની વ્યાખ્યા આપી શકે.

- આકૃતિમાં ચક્રીય ચતુષ્કોણના પરિવૃત્તને ઓળખી બતાવે.
- ચતુષ્કોણનાં ચારેય શિરોબિંદુઓનું સ્થાન બતાવી શકે.

૨.૩.૨૧ પ્રમેય : ૩૩ : ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય છે.

- ચતુષ્કોણનાં સામસામેના ખૂણાઓની જોડ રચી બતાવે.
- પૂરકકોણની વ્યાખ્યા આપી શકે.
- ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણાઓનો સરવાળો કરી શકે.

૨.૩.૨૨ પ્રમેય : ૩૪ : જે ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય તે ચતુષ્કોણ ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય છે.

- ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણાઓની જોડ રચી શકે.
- પૂરકકોણની વ્યાખ્યા આપી શકે.
- સામસામેના ખૂણાઓનાં માપનો સરવાળો કહી શકે.
- ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય તો ચતુષ્કોણનો પ્રકાર કહી શકે.

૨.૩.૨૩ દાખલાઓ

- પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતા પ્રશ્નોના જવાબ આપી શકે.
- પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતાં સૂત્રો યાદ રાખી શકે.
- પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતા દાખલાઓ ગણી શકે.
- પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતી આકૃતિ દોરી શકે.

૨.૩.૨૪ રાઈડર

- રાઈડરની પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરી આપે.
- પક્ષની વિગતોને અલગ કાઢી આપે
- સાધ્યની વિગતોને અલગ કાઢી આપે
- રાઈડરના ઉકેલ માટેનાં સોપાનોનો ક્રમ નક્કી કરી આપે.
- રાઈડરની પ્રતિજ્ઞાની આકૃતિ દ્વારા રજૂઆત કરી આપે.
- રાઈડરની સાબિતી સમજાવી શકે.

૨.૪ પ્રત્યેક એકમ માટે અઘરું લાગવાનાં કારણો અને ઉપાયો તારવવા

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના પ્રકરણ-૧૬ ‘‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’’ ના શૈક્ષણિક હેતુઓની રચના કરવામાં આવી ત્યાર બાદ આ હેતુઓને સિદ્ધ કરવા માટે (૧) પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમો અને પેટા એકમોના વિષયવસ્તુ પર ચિંતનાત્મક વિચારણા કરવામાં આવી. (૨) ગણિત શિક્ષકોના એક દિવસના સેમિનારમાંથી મુક્ત ચર્ચા દ્વારા પ્રાપ્ત

થયેલાં પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ એકમો-પેટા એકમો અઘરા લાગવાનાં કારણો પર ઊંડાણપૂર્વક વિચારણા કરવામાં આવી. (૩) વળી આ એકમો પેટા એકમોને સરળતાથી શીખવી શકાય તે માટેના મળેલા ઉપાયોની પણ ચિંતનાત્મક વિચારણા કરવામાં આવી હતી.

આ પ્રકરણમાં કુલ ૨૪ એકમો-પેટા એકમો છે. દરેક એકમ-પેટા એકમ અઘરો લાગવાનાં કારણોનો અભ્યાસ કરવામાં આવ્યો. શિક્ષકોને શિખવવામાં અને વિદ્યાર્થીઓને શીખવામાં કયાં મુશ્કેલી પડે છે તે કારણોની યાદી તૈયાર કરવામાં આવી. એકમ પેટા એકમ શીખવામાં તેમજ શિખવવામાં પડતી મુશ્કેલી અને તેનાં કારણોની થયેલી યાદી મુજબ એકમ-પેટા એકમને સરળતાથી કઇ રીતે સમજાવી શકાય. વિદ્યાર્થીઓ સરળતાથી કઇ રીતે સમજી શકશે તેના ઉપાયો અંગે પણ વિચારવામાં આવ્યું અને દરેક એકમ પેટા એકમ દીઠ આવા ઉપાયોની યાદી તૈયાર કરવામાં આવી.

અહીં પ્રકરણનાં કુલ ૨૪ એકમો-પેટા એકમોનાં નામ અને તે અઘરાં લાગવાનાં કારણો અને તેને સરળ કઇ રીતે બનાવી શકાય તેના ઉપાયો સૂચવ્યા છે.

૨.૪.૧ વર્તુળનો સ્પર્શક અને સ્પર્શબિંદુનો અર્થ

o કારણો

- ➢ વર્તુળના સમતલનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોઇ
- ➢ વર્તુળના સમતલમાંની રેખાનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોવાથી
- ➢ સ્પર્શબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોવાથી.
- ➢ વર્તુળપરના કોઇ એક બિંદુમાંથી એક અને માત્ર એક સ્પર્શકનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ થતો નથી.
- ➢ વર્તુળ બહારના કોઇ એક બિંદુમાંથી બે સ્પર્શક દોરી શકાય તે સ્પષ્ટ થતું નથી.

o ઉપાયો

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ પ્રથમ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ વર્તુળનો ખ્યાલ-વ્યાખ્યા સ્પષ્ટ કરવી.
- ➢ વર્તુળના સમતલમાંની રેખા અને સ્પર્શબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ વર્તુળ પરના બિંદુમાંથી સ્પર્શક દોરવાનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ વર્તુળના બહારના બિંદુમાંથી બે સ્પર્શક દોરવાનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ જીઓ બોર્ડ દ્વારા ઉપરોક્ત બાબતો સ્પષ્ટ કરી શકાય.
- ➢ મોડેલ દ્વારા ઉપરોક્ત બાબતો સ્પષ્ટ કરી સમજાવી શકાય.

૨.૪.૨ પ્રમેય : ૨૬

- **કારણો**
  - ➢ પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી પડે છે.
  - ➢ પક્ષમાં કઇ બાબતો કઇ રીતે રજૂ કરવી તે સમજવામાં મુશ્કેલી.
  - ➢ સાધ્ય લખવામાં રજૂઆતમાં મુશ્કેલી પડે છે.
  - ➢ સાબિતીની રજૂઆતમાં ક્રમબદ્ધતા જળવાતી નથી - ત્રણ વિકલ્પોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
- **ઉપાયો**
  - ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ પ્રથમ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ વર્તુળ, વર્તુળનો સ્પર્શક, સ્પર્શબિંદુ, ત્રિજ્યા, લંબનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ આકૃતિ દોરી ઉદાહરણ, મહાવરા દ્વારા પક્ષ-સાધ્ય લખવાનો ખ્યાલ આપવો.
  - ➢ સાબિતીના ત્રણ વિકલ્પોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજાવી શકાય.
  - ➢ મોડેલ દ્વારા સમજૂતી આપી શકાય.

૨.૪.૩ પ્રમેય-૨૬ નું પ્રતીપ

- **કારણો**
  - ➢ પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
  - ➢ શિક્ષકો - વિદ્યાર્થીઓ સાબિતી ન હોઇ અગત્યતાની અવગણના કરે છે.
- **ઉપાયો**
  - ➢ આકૃતિ દ્વારા સમજૂતી સ્પષ્ટ કરવી.
  - ➢ જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજૂતી આપી શકાય.
  - ➢ મોડેલના ઉપયોગ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરી શકાય.

૨.૪.૪ જો કોઇ રેખા l અને વર્તુળ એક જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ

(૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો $l \cap \odot = \varnothing$

(૨) જો વર્તુળ પર હોય તો $l \cap \odot =$ {એક બિંદુ}

(૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય તો $l \cap \odot =$ {બે બિંદુ}

- **કારણો**
  - ➢ અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી પડે છે.
  - ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી પડે છે.
  - ➢ આકૃતિનું અર્થઘટન કરી શકતા નથી.

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ આકૃતિ દોરી ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજુતિ આપવી.

૨.૪.૫ પ્રમેય-૨૭

o **કારણો**

- ➢ પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ સાબિતી વિના હોવાથી શિક્ષકો, વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.

o **ઉપાયો**

- ➢ આકૃતિ દ્વારા સમજૂતી આપવી.
- ➢ જીઓ બોર્ડ - મોડેલ દ્વારા સમજાવી શકાય.

૨.૪.૬ પ્રમેય-૨૮

o **કારણો**

- ➢ પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન કરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ વૃત્તખંડ - વિરુદ્ધ વૃત્તખંડનો ખ્યાલ હોતો નથી.
- ➢ સ્પર્શક સાથે જીવાએ બનાવેલા ખૂણાનાં માપનો ખ્યાલ હોતો નથી.
- ➢ સાબિતી વિના હોવાથી શિક્ષકો - વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ જીઓ બોર્ડ દ્વારા સરળતાથી સમજાવી શકાય.
- ➢ મોડેલના ઉપયોગથી સ્પષ્ટ ખ્યાલ આપી શકાય.

૨.૪.૭ પ્રમેય-૨૯

o **કારણો**

- ➢ પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- ➢ સાબિતી વિના હોઇ શિક્ષકો-વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ જીઓ બોર્ડ -મોડેલ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરી શકાય.

૨.૪.૮ જીવાના ખંડો

o **કારણો**

- ➢ વ્યાખ્યા સમજવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ જીવાના ખંડો ઓળખવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.

o **ઉપાયો**

- ➢ વ્યાખ્યા - ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટ કરવી.
- ➢ આકૃતિઓ દોરી દઢીકરણ કરાવવું.

૨.૪.૯ પ્રમેય-૩૦

o **કારણો**

- ➢ પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ સાબિતી વિના હોઈ શિક્ષકો-વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ જીવાના ખંડોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ આકૃતિ દોરવાનો મહાવરો આપવો.
- ➢ જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

૨.૪.૧૦ P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવા એકબીજાને Q બિંદુમાં છેદે તો AQ×BQ = CQ×DQ

o **કારણો**

- ➢ અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- ➢ જીવાના ખંડોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ હોતો નથી.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

- જીવા, જીવાના ખંડો, જીવાના છેદબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- **AQ×BQ = CQ×DQ** ઉદાહરણ આપી સમજાવવું.
- જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજૂતી આપવી.
- આકૃતિ દોરવાનો ખ્યાલ આપવો.

૨.૪.૧૧ P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાને સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો AR×BR = CR×DR

- **કારણો**
  - અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
  - જીવાના ખંડોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ હોતો નથી.
  - આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે
- **ઉપાયો**
  - અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - જીવા, જીવાના ખંડો, જીવાના છેદબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - આકૃતિ દોરવાનો ખ્યાલ આપવો.
  - જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજૂતી આપવી.

૨.૪.૧૨ પ્રમેય-૩૧

- **કારણો**
  - પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
  - સાબિતી વિના હોઈ શિક્ષકો-વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.
  - આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે છે.
- **ઉપાયો**
  - અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - આકૃતિ દોરી ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરવી.
  - જીઓ બોર્ડ-મોડેલ દ્વરા સમજૂતી આપી.
  - વર્તુળના બિંદુ **T** આગળનો સ્પર્શક $\overleftrightarrow{PT}$ અને એ વર્તુળની તેને **A** અને **B** માં છેદતી છેદિકા $\overleftrightarrow{AB}$ પરસ્પર જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં આવેલા બિંદુ **P** માં છેદે તો $AP.PB=PT^2$ ની સમજૂતી આપવી.

૨.૪.૧૩ સ્પર્શતાં બે વર્તુળો

- **કારણો**
  - એક જ સમતલમાં આવેલાં બે વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોવાથી.

- ➢ વર્તુળનું સ્પર્શબિંદુ, સામાન્ય સ્પર્શબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોવાથી.
- ➢ બે વર્તુળોનો સામાન્ય સ્પર્શકનો ખ્યાલ ન હોવાથી
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં અથવા બહારથી સ્પર્શતાં વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોવાથી.

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ આકૃતિ દ્વારા ઉદાહરણ દ્વારા સમજ આપી શકાય.
- ➢ જીઓ બોર્ડ અથવા મોડેલ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરી શકાય.
- ➢ અર્ધતલ વિરુદ્ધ અર્ધતલનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

૨.૪.૧૪ પ્રમેય : ૩૨

o **કારણો**

- ➢ પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર નકકી કરવામાં મુશ્કેલી.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર નકકી કરવામાં મુશ્કેલી.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળનાં સામાન્ય સ્પર્શકોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ થતો નથી.
- ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળનાં સામાન્ય સ્પર્શકોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ થતો નથી.
- ➢ સાબિતી વિના હોવાથી શિક્ષકો વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.

o **ઉપાયો**

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ આકૃતિ ઉદાહરણ દ્વારા સમજ આપી શકાય.
- ➢ જીઓ બોર્ડ અને મોડેલ દ્વારા સમજૂતી આપી શકાય.

૨.૪.૧૫ $O(P_1r_1)$ અને $O(Q_1r_2)$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે છે તો $PQ=r_1+r_2$

o **કારણો**

- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- ➢ બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર નક્કી કરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.

o **ઉપાયો**

- ➢ આકૃતિ દોરી ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ રેખાખંડ દોરી તેમના અંત્યબિંદુએ યોગ્ય ત્રિજ્યા લઇ બહારથી સ્પર્શતાં વર્તુળો દોરવાનો મહાવરો કરાવવો.
- ➢ સ્પર્શતાં વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર માપવાનો મહાવરો આપવો.

૨.૪.૧૬ $O(P_1r_1)$ અને $O(Q_1r_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=|r_1-r_2|$

- **કારણો**
  - ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
  - ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર નક્કી કરી શકતા નથી.
- **ઉપાયો**
  - ➢ આકૃતિ દોરી ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર માપવાનો મહાવરો આપવો.
  - ➢ રેખાખંડ દોરી તેના અંત્યબિંદુએ યોગ્ય ત્રિજ્યા લઇ અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળો દોરવાનો મહાવરો આપવો.

૨.૪.૧૭ અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોને એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.

- **કારણો**
  - ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
  - ➢ અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- **ઉપાયો**
  - ➢ આકૃતિ દોરી ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ મોડેલ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરી શકાય.
  - ➢ જીઓ બોર્ડદ્વારા ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૨.૪.૧૮ ચક્રીય ચતુષ્કોણ

- **કારણો**
  - ➢ ચક્રીય ચતુષ્કોણની વ્યાખ્યા સમજવામાં મુશ્કેલી.
  - ➢ ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત સમજવામાં મુશ્કેલી.
- **ઉપાયો**
  - ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
  - ➢ ચતુષ્કોણ અને તેનાં અંગો, તેના પ્રકારનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ આકૃતિ ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરવી.
  - ➢ મોડેલ જીઓ બોર્ડ દ્વારા ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

૨.૪.૧૯ ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત

- **કારણો**
  - ➢ ચક્રીય ચતુષ્કોણનો ખ્યાલ ન હોવાથી મુશ્કેલી અનુભવે.
  - ➢ આકૃતિ દોરવાનો ખ્યાલ ન હોવાથી મુશ્કેલી પડે.

- **ઉપાયો**
  - ➢ ચક્રીય ચતુષ્કોણની વ્યાખ્યા - ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ આકૃતિ દોરી ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ ચતુષ્કોણનાં ચારેય શિરોબિંદુ વર્તુળ પર છે તે આકૃતિ દોરી ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

૨.૪.૨૦ પ્રમેય-૩૩

- **કારણો**
  - ➢ પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
  - ➢ સામસામેના ખૂણા ઓળખવામાં મુશ્કેલી
  - ➢ પૂરકકોણની વ્યાખ્યા સ્પષ્ટ નથી હોતી.
  - ➢ આકૃતિ દોરવાનો ખ્યાલ અસ્પષ્ટ.
  - ➢ સાબિતી વિના હોવાથી શિક્ષકો-વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.
- **ઉપાયો**
  - ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
  - ➢ આકૃતિ ઉદાહરણ દ્વારા સ્પષ્ટતા કરવી.
  - ➢ જીઓ બોર્ડ મૉડેલ દ્વારા ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૨.૪.૨૧ પ્રમેય-૩૪

- **કારણો**
  - ➢ પ્રમેય-૩૩ નો ખ્યાલ ન હોઇ.
  - ➢ પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી.
  - ➢ સાબિતી વિના હોવાથી શિક્ષકો - વિદ્યાર્થીઓ અવગણના કરે છે.
  - ➢ આકૃતિનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોઇ.
- **ઉપાયો**
  - ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
  - ➢ ઉદાહરણ દ્વારા ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
  - ➢ જીઓ બોર્ડ દ્વારા મૉડેલ દ્વારા સમજૂતી સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૨.૪.૨૨ દાખલાઓ

- **કારણો**
  - ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાનનો અભાવ.
  - ➢ પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુની સમજણનો અભાવ.

- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- ➢ અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી પડે.

o ઉપાયો

- ➢ પૂર્વજ્ઞાનનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ વિષયવસ્તુનો ઊંડાણપૂર્વક ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.
- ➢ આકૃતિ દોરવાનો મહાવરો આપવો.
- ➢ દાખલાઓ ગણવાનો મહાવરો આપવો.

૨.૪.૨૩ રાઇડર

o કારણો

- ➢ રાઇડરની પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.
- ➢ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવે.

o ઉપાયો

- ➢ અપેક્ષિત પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.
- ➢ રાઇડર લખવાનો તર્ક કરવા માટે મહાવરો આપવો.

૨.૫ અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાથમિક સ્વરૂપ

ધોરણ-૧૦ ગણિત વિષયના પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' માં સમાવિષ્ટ એકમો-પેટા એકમો અઘરાં લાગવાનાં કારણો અને તેને સરળ બનાવવાના ઉપાયોની યાદી તૈયાર કરવામાં આવી. આ એકમો-પેટા એકમો શિક્ષકો સરળતાથી શીખવી શકે અને વિદ્યાર્થીઓ સરળતાથી સમજી શકે તે માટે અધ્યાપન કાર્યક્રમ તૈયાર કરવામાં આવ્યો.

અધ્યાપન કાર્યક્રમ માટે કુલ દિવસો કેટલા જોઇશે, તાસની સંખ્યા કેટલી જોઇશે, દૈનિક પ્રવૃત્તિઓ તેમજ જરૂરી શૈક્ષણિક સામગ્રી વિશેની વિચારણા કરી કાર્યક્રમનું પ્રાથમિક સ્વરૂપ તૈયાર કરવામાં આવ્યું. જેમાં પ્રત્યેક દિવસ અનુસાર અધ્યાપનકાર્ય અંગેની વિગતો સ્પષ્ટ કરવામાં આવી.

૨.૬ તજ્જ્ઞીય સમીક્ષા અને દ્વિતીય સ્વરૂપની રચના

હેતુઓને ધ્યાનમાં રાખી અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાથમિક સ્વરૂપની રચનાનું કાર્ય પૂર્ણ થયા બાદ કાર્યક્રમમાં સૂચનો અને આવશ્યક ફેરફારો અંગે માર્ગદર્શન મેળવવાના સંદર્ભમાં તજ્જ્ઞો પાસેથી અભિપ્રાય લેવામાં આવ્યા હતા. કાર્યક્રમના પ્રાથમિક સ્વરૂપમાં તજ્જ્ઞો તરફથી આ પ્રમાણે ફેરફાર કરવાની સૂચના મળી હતી.

(૧) જીઓ બોર્ડ પાંચ વિદ્યાર્થીઓ વચ્ચે એકને આપી શકાય તે પ્રમાણેની વ્યવસ્થા કરવી.

તજ્જ્ઞીય સમીક્ષા-અભિપ્રાયની પ્રક્રિયામાંથી મળેલાં સૂચનોને આધારે માર્ગદર્શક સાથે ચર્ચા કરી કાર્યક્રમના પ્રાથમિક સ્વરૂપમાં જરૂરી ફેરફારો કરી કાર્યક્રમનું દ્વિતીય સ્વરૂપ તૈયાર કરવામાં આવ્યું.

૨.૭ પૂર્વેક્ષણ અને અંતિમ સ્વરૂપની રચના

કાર્યક્રમના દ્વિતીય સ્વરૂપની રચના થયા બાદ કાર્યક્રમની અજમાયશ કરવામાં આવી હતી. આ માટે વિદ્યાર્થીઓનો નાનો સહેતુક નમૂનો પસંદ કરવામાં આવ્યો હતો. પૂર્વેક્ષણ માટે સંશોધકે વિરાણી હાઈસ્કૂલના ધોરણ-૧૦માં અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓનું જૂથ પસંદ કરેલું હતું. આ વર્ગના વિદ્યાર્થી પર કાર્યક્રમના દ્વિતીય સ્વરૂપની અજમાયશ કરવામાં આવી હતી.

તૈયાર કરવામાં આવેલા દ્વિતીય સ્વરૂપના કાર્યક્રમની જયારે અજમાયશ કરવામાં આવી ત્યારે તે દરમ્યાન થયેલા અનુભવો, નડેલી મુશ્કેલીઓની નોંધ કરવામાં આવી હતી.

(૧) પ્રવૃત્તિમાં સમય વધારે આપવો.

(૨) જીઓ બોર્ડની સાઈઝ મોટી કરવામાં આવી.

પૂર્વેક્ષણ દ્વારા પ્રાપ્ત થયેલા અનુભવો બાદ માર્ગદર્શક સાથે કરેલી ચર્ચાના આધારે ફેરફાર સાથે અંતિમ સ્વરૂપની રચના કરવામાં આવી હતી. રચાયેલા અંતિમ સ્વરૂપના કાર્યક્રમની વિગત હવે રજૂ કરવામાં આવી છે.

૩.૦ રચાયેલો અધ્યાપન કાર્યક્રમ

‘‘ઉપર્યુકત સોપાનો દ્વારા રચાયેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમના વિગતપૂર્ણ પરિચય અત્રે પ્રસ્તુત છે.

- o નામ : ‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ પર અધ્યાપન કાર્યક્રમ
- o હેતુ : ‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ પ્રકરણનાં વિવિધ એકમો વિદ્યાર્થીઓને સરળતાથી સમજાવી શકાય.
- o કાર્યક્રમનો ઉપયોગ કરનાર : ગણિત વિષયનું અધ્યયન કરાવનાર ગણિત શિક્ષક
- o કાર્યક્રમના ઉપયોગ કક્ષા : ધોરણ-૧૦ના વિદ્યાર્થીઓ
- o સાધનો : જીઓ બોર્ડ, પૂંઠા, ડ્રોઈંગ પેપર, મૉડલ, ચાર્ટ્સ
- o કાર્યક્રમ માટે જરૂરી તાસ સંખ્યા : ૧૪ તાસ
- o કાર્યક્રમ માટે જરૂરી દિવસો : સાત દિવસો, પ્રત્યેક દિવસમાં બે તાસ આઠમા દિવસે કસોટી લેવી

પ્રત્યેક દિવસ માટે પ્રસ્તુત કાર્યક્રમના અમલની વિગત હવે દર્શાવી છે.

૧. પ્રથમ દિવસ

પ્રથમ દિવસે કુલ ત્રણ મુદ્દાઓની ચર્ચા કરવી. જે મુદ્દાઓને સમજાવવા માટે જીઓ બોર્ડ પૂંઠાં અને ડ્રોઈંગપેપરના મૉડેલ તેમજ ચાર્ટ દ્વારા સમજૂતી આપવી. આ ત્રણેય મુદ્દાઓ નીચે મુજબ છે.

- o વર્તુળનો સ્પર્શક. જીઓ બોર્ડ દ્વારા વિદ્યાર્થીઓને વર્તુળ અને તેના સ્પર્શકની સમજૂતી આપવી.
- o જીઓ બોર્ડ એક સમતલ છે તે સમજાવી આજ સમતલમાં સ્પર્શક સિવાયની અન્ય રેખા અને સ્પર્શકનો સ્પષ્ટ ભેદ સમજાવવો.
- o વર્તુળના બહારના બિંદુમાંથી બે સ્પર્શકો દોરી શકાય તે સમજાવવું.
- o વિદ્યાર્થીઓને જૂથમાં વારાફરતી જીઓ બોર્ડ આથી તેમાં વિદ્યાર્થીઓ વર્તુળ અને તેના સ્પર્શકની રચના કરે અને સમજે તેમ કરવું.
- o ડ્રોઈંગ પેપરમાંથી વિદ્યાર્થીઓ પાસે વર્તુળ અને તેના સ્પર્શકનું મૉડેલ તૈયાર કરાવવું.
- o સ્પર્શબિંદુનો અર્થ :
- o જીઓ બોર્ડમાં બનાવેલા વર્તુળને અને તેના સ્પર્શક પરથી સ્પર્શબિંદુનો અર્થ સમજાવવો.
- o વર્તુળ પરનાં બિંદુઓ અને સ્પર્શક પરનાં બિંદુઓનો છેદગણ શું છે તે સમજાવવું.
- o વર્તુળનાં સ્પર્શકની આકૃતિમાં સ્પર્શબિંદુ કયું છે તે ઓળખાવવું
- o પ્રમેય:૨૬ વર્તુનો સ્પર્શક સ્પર્શબિંદુએ દોરેલી ત્રિજ્યાને લંબ હોય છે.
- o પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞા મુજબ જીઓ બોર્ડ/ચાર્ટ દોરેલી આકૃતિ જોઇને વર્તુળ, સ્પર્શક, સ્પર્શબિંદુ અને સ્પર્શબિંદુએ દોરેલી ત્રિજ્યાને ઓળખાવવી
- o પક્ષની વિગત અને સાધ્યની વિગત સમજાવવી.
- o પ્રતિજ્ઞા આકૃતિ દ્વારા સમજાવવી.
- o અંતે સાબિતીની સમજૂતી આપવી
- o વર્તુળના કોઇપણ સ્પર્શક અને તેના સ્પર્શબિંદુએ દોરેલી ત્રિજ્યા માટે આ સત્ય છે તેમ સમજાવવું

૨. બીજો દિવસ

- ૦ પ્રમેય ૨૬નું પ્રતીપ : વર્તુળની ત્રિજ્યાને તેના વર્તુળ પરના અંત્યબિંદુએ વર્તુળના સમતલમાં દોરેલી લંબરેખા એ વર્તુળનો સ્પર્શક હોય છે.
- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા જ આકૃતિ સમજાવીને પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- ૦ પક્ષ અને સાધ્યની વિગત સમજાવવી
- ૦ પ્રતિજ્ઞા આકૃતિ દ્વારા કેમ રજૂ કરવી તે સમજાવવું
- ૦ પ્રતિજ્ઞા જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજાવવી.
- ૦ જો કોઇ રેખા l અને વર્તુળ એકજ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ

(૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો $l \cap \odot = \varnothing$

(૨) જો વર્તુળ પર હોય તો $l \cap \odot =$ {એક બિંદુ}

(૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય તો $l \cap \odot =$ {બે બિંદુ}

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા $l \cap \odot = \varnothing$, $l \cap \odot =$ {એક બિંદુ} અને $l \cap \odot =$ {બે બિંદુ} કેવી રીતે થાય છે તે સમજાવવું.
- ૦ આકૃતિ દોરાવી વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પર લંબ, લંબપાદ બહિર્ભાગ અને અંતઃભાગને ઓળખાવવું.

૦ પ્રમેય : ૨૭

વર્તુળના બહારના P બિંદુમાંથી પસાર થતા વર્તુળના બે સ્પર્શક વર્તુળને બિંદુઓ A અને B આગળ સ્પર્શે તો $PA=PB$ થાય.

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પક્ષ અને સાધ્યની વિગતો સમજાવવી.
- ૦ વર્તુળના બહારના બિંદુમાંથી બે સ્પર્શકો દોરી શકાય તે બોર્ડ દ્વારા સમજાવવું.
- ૦ આકૃતિ દોરાવી સમગ્ર પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.

૦ પ્રમેય : ૨૮

કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્યબિંદુએ વર્તુળને સ્પર્શતાં સ્પર્શક સાથે એ જીવાએ બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાને વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાના માપ જેટલું હોય છે.

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું
- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પક્ષ અને સાધ્યની વિગતો કેમ લખાય તે સમજાવવું.
- ૦ આકૃતિ દોરાવીને પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞા સમજાવવી.

(૩) ત્રીજો દિવસ

૦ પ્રમેય : ૨૯

કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્યબિંદુમાંથી પસાર થતી રેખા વર્તુળના સમતલમાં એવી રીતે દોરવામાં આવે કે તે રેખાએ જીવા સાથે બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાનાં માપ જેટલું હોય તો તે રેખા એ વર્તુળનો સ્પર્શક છે.

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પક્ષ અને સાધ્ય કેમ લખાય એ સમજાવવું.
- ૦ આકૃતિ દોરાવી પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞાની સમજૂતી આપવી.

૦ જીવાના ખંડો

- ૦ જીઓ બોર્ડ તેમજ ચાર્ટમાં દોરેલી આકૃતિ પરથી જીવાની વ્યાખ્યા સમજાવવી.
- ૦ જીવાના ખંડોની સમજૂતી આપવી.
- ૦ આકૃતિ દોરાવવી અને તેમાં રહેલી જીવાઓના ખંડોને સમજાવવા.

૦ પ્રમેય : ૩૦

વર્તુળની બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખાઓ પરસ્પર (વર્તુળની અંદર કે બહાર) છેદે તો એક જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસનું ક્ષેત્રફળ બીજા જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસના ક્ષેત્રફળ બરાબર હોય છે.

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પક્ષની અને સાધ્યની વિગતો સમજાવી.
- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખાઓ વર્તુળની અંદર અને બહાર છેદતી હોય તે બતાવી તેના પરથી આકૃતિ દોરાવવી.

૦ **P** કેન્દ્રિત વર્તુળમાં $\overline{AB}$ અને $\overline{CD}$ જીવા એક બીજીને **Q** બિંદુમાં છેદે તો **AQ×BQ = CQ×DQ**

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- ૦ **AQ×BQ = CQ×DQ** પરિણામ આધારિત દાખલો ગણી સમજાવી અન્ય દાખલા ગણાવવા.

૦ **P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં $\overline{AB}$ અને $\overline{CD}$ જીવાને સમાવતી રેખાઓ વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો AR×BR = CR×DR**

- ૦ જીઓ બોર્ડ દ્વારા આકૃતિની સમજ આપવી.
- ૦ **AR×BR = CR×DR** પરિણામ આધારિત દાખલો ગણી સમજાવી અન્ય દાખલા ગણાવવા.

(૪) ચોથો દિવસ

o પ્રમેય-૩૧

કોઈ વર્તુળના બિંદુ T આગળનો સ્પર્શક $\overleftrightarrow{PT}$ અને એ વર્તુળની તેને A અને B માં છેદતી છેદિકા $\overleftrightarrow{AB}$ પરસ્પર જો વર્તુળની બહારના બિંદુ P માં છેદે તો $PA.PB=PT^2$

- o જીઓ બોર્ડ અને આકૃતિ દ્વારા પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- o પક્ષ અને સાધ્યની વિગતો સમજાવવી.
- o આકૃતિ દોરાવી તેના દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની વિગત સમજાવવી.
- o $PA.PB=PT^2$ પરિણામ આધારિત દાખલો ગણી સમજાવવો અને તે પરથી અન્ય દાખલા ગણાવવા.

o સ્પર્શતાં વર્તુળો

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા સ્પર્શતાં વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરાવવો.
- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા બે વર્તુળોના સામાન્ય સ્પર્શકનો ખ્યાલ સમજાવવો.
- o બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શબિંદુની સમજૂતી આપવી.
- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા અંદરથી સ્પર્શતાં અને બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ સમજાવવી અને દોરાવવી.
- o બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોના ત્રણ સામાન્ય સ્પર્શક જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજાવવા.
- o અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનો એક સામાન્ય સ્પર્શક જીઓ બોર્ડ દ્વારા સમજાવવો.

o પ્રમેય : ૩૨

પરસ્પર સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ વર્તુળોનાં કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી રેખા પર હોય છે.

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા આકૃતિ સમજાવી પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન સમજાવવું.
- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા પક્ષ અને સાધ્યની વિગતો લખવાનું સમજાવવું.
- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા પ્રતિજ્ઞાની સમજૂતી સમજાવવી.

(૫) પાંચમો દિવસ

$O(P_1r_1)$ અને $O(Q_1r_2)$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે તો $PQ=[r_1+r_2]$

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા પરસ્પર બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળો બતાવી તેમનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર સમજાવવું.

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા આકૃતિ દોરાવવી બહરથી સ્પર્શતાં બે વતુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર $PQ=[r_1+r_2]$ થાય છે તે સમજાવવું.
- o બહારથી સ્પર્શતાં બે વતુળોના કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર શોધવાના દાખલા ગણી સમજાવી અન્ય દાખલાઓ ગણાવવા.

o **$O(P_1r_1)$ અને $O(Q_1r_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=|r_1-r_2|$**

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ સમજાવવી.
- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોની આકૃતિ સમજી તે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર માપવાનું શિખવવું.
- o $O(P_1r_1)$ અને $O(Q_1r_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=|r_1-r_2|$ થાય તે સમજાવવું.
- o અંદરથી સ્પર્શતાં બે વતુળોના કેન્દ્રો વચ્ચેનું અંતર શોધવાનો દાખલો ગણી, સમજાવી અન્ય દાખલાઓ ગણાવવા.

o અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોને એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોની સમજ આપવી.
- o તે પરથી તેની આકૃતિ કેમ દોરી શકાય તે સમજાવવું.
- o અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોના સમતલમાં રહેલી રેખાઓ પૈકી સામાન્ય સ્પર્શક સમજાવવો.

(૬) છઠ્ઠો દિવસ

o ચક્રીય ચતુષ્કોણ

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા ચક્રીય ચતુષ્કોણની વ્યાખ્યાની સમજૂતી આપી.
- o જીઓ બોર્ડમાં બતાવેલા ચક્રીય ચતુષ્કોણ પરથી આકૃતિ દોરાવવી.
- o જીઓ બોર્ડમાં બનાવેલા વર્તુળ પરનાં બિંદુઓને જોડવાથી રચાતી આકૃતિઓ પૈકી ચક્રીય ચતુષ્કોણને ઓળખવાનું સમજાવવું.
- o ચક્રીય ચતુષ્કોણનું નામ લખવાનું સમજાવવું.

o **ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત**

- o જીઓ બોર્ડમાં ચતુષ્કોણના પરિવૃત્તને બતાવી તેની વ્યાખ્યા સમજાવવી.
- o વિવિધ આકૃતિ પૈકી ચક્રીય ચતુષ્કોણના પરિવૃત્તને ઓળખવા શિખવવું.
- o જીઓ બોર્ડમાં અને આકૃતિ દોરીને ચતુષ્કોણનાં ચારેય શિરોબિંદુનું સ્થાન બતાવી સમજાવવું.

o **પ્રમેય : ૩૧**

ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય છે.

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણાઓની જોડ સમજાવવી.
- o પૂરકકોણની વ્યાખ્યા સમજાવી.
- o ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામેસામેના ખૂણાઓની સરવાળાની સમજૂતી આપવી.

o **પ્રમેય : ૩૪**

જે ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય તે ચતુષ્કોણ ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય છે.

- o જીઓ બોર્ડ દ્વારા ચતુષ્કોણના સામસામેની ખૂણાની જોડ સમજાવી તેનાં માપનો સરવાળો ૧૮૦° થાય છે. તેની સમજૂતી આપવી.
- o ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોવાથી તે ચક્રીય ચતુષ્કોણ બને તેની સમજૂતી આપવી.

(૭) સાતમો દિવસ

o **દાખલાઓ :**

- o પ્રકરણમાં સમાયેલી વિષયવસ્તુને લગતા પ્રશ્નો અને તેના જવાબની ચર્ચા કરવી.
- o પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતાં સૂત્રો પુનરાવર્તિત કરાવવાં.
- o પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતાં દાખલાઓ શીખવીને ગણાવવા.
- o પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુને લગતી આકૃતિઓને યાદ કરી દોરાવવી.

o રાઈડર

- o રાઇડરની પ્રતિજ્ઞાનું અર્થઘટન પ્રમેયોને આધારે શિખવવું.
- o રાઇડરની પ્રતિજ્ઞા પરથી પક્ષની વિગતો અલગ કાઢવાનું શિખવવું.
- o રાડરની પ્રતિજ્ઞા પરથી સાધ્યની વિગતો અલગ કાઢવાનું શિખવવું.
- o રાઇડરની પ્રતિજ્ઞા પરથી આકૃતિ દોરવાનું શિખવવું.
- o પ્રમેયોને આધારે રાઇડરની સાબિતી શિખવવી.

(૮) આઠમો દિવસ

અધ્યાપન કાર્યક્રમના સાત દિવસના અમલ બાદ એટલે કે સાત દિવસનું શૈક્ષણિક કાર્ય કર્યા પછી આઠમા દિવસે ૨૫ ગુણની કસોટી વિદ્યાર્થીઓને આપવી અને તેમની સિદ્ધિ જાણવી.

૪.૦ રચાયેલા કાર્યક્રમના અમલીકરણ અંગેનાં માર્ગદર્શક સૂચનો

- ૦ આ અધ્યાપન કાર્યક્રમ ધોરણ-૧૦ ના વર્ગમાં ગણિત વિષયના પ્રકરણ-૧૬ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' શિખવવા માટે આપી શકાય.
- ૦ કાર્યક્રમ અમલીકરણ પહેલાં અધ્યાપન કાર્યક્રમનો સંપૂર્ણ અભ્યાસ કરી જવો.
- ૦ અધ્યાપન કાર્યક્રમ માટે જરૂરી જીઓ બોર્ડ, મોડેલ્સ, ચાર્ટ્સ વગેરેની બનાવટ બરાબર તૈયાર કરી લેવી.
- ૦ અધ્યાપન કાર્યક્રમ માટે જરૂરી કંપાસનાં સાધનો તૈયાર રાખવા અને વિદ્યાર્થીઓને પોતાને માટે પણ તે લાવવા અગાઉથી કહેવું.
- ૦ જીઓ બોર્ડના ઉપયોગની રૂપરેખા અગાઉથી બરાબર તૈયાર કરી લેવી.
- ૦ વર્ગમાં વિદ્યાર્થીઓની સંખ્યા પ્રમાણે જીઓ બોર્ડ, મોડેલ્સ વગેરે સાધનો પૂરતા પ્રમાણમાં તૈયાર રાખવાં.

૫.૦ નિયંત્રિત જૂથો માટે સામાન્ય અધ્યાપન કાર્ય

- ૦ નિયંત્રિત જૂથમાં પણ પ્રકરણ-૧૬ માં સમાવિષ્ટ વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓને ધ્યાનમાં રાખી સાત દિવસનું શૈક્ષણિકકાર્ય કરવામાં આવ્યું હતું.
- ૦ નિયંત્રિત જૂથોમાં શૈક્ષણિક કાર્ય પરંપરાગત શિક્ષણ પદ્ધતિ દ્વારા કરવામાં આવ્યું હતું.
- ૦ પ્રાયોગિક જૂથ પ્રમાણે જ નિયંત્રિત જૂથમાં તાસ આયોજન કરવામાં આવ્યું હતું અને કુલ ૧૪ તાસમાં શિક્ષણકાર્ય પૂર્ણ કરવામાં આવ્યું હતું.
- ૦ નિયંત્રિત જૂથમાં વિષયવસ્તુના મુદ્દાઓ સમજાવવા માટે કોઈ વિશિષ્ટ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવેલો નહીં પરંતુ વ્યાખ્યાન અને બ્લેકબોર્ડ કાર્ય વડે શિક્ષણકાર્ય કરવામાં આવેલું હતું.

૬.૦ અધ્યાપન કાર્યક્રમનું પ્રાયોગિક અમલીકરણ

અભ્યાસના એક હેતુ અનુસાર રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા ચકાસવા માટે પ્રાયોગિક સંશોધન પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. આ માટે પ્રાયોગિક સંશોધન યોજના તરીકે બિન આકસ્મિક બે જૂથો, પૂર્વ કસોટી-ઉત્તર કસોટી યોજનાને પસંદ કરવામાં આવી હતી. આ યોજનાનો વિગતે પરિચય અગાઉ પ્રકરણ-૩ માં આપવામાં આવ્યો છે.

પસંદગી કરેલી આ પ્રાયોગિક સંશોધન યોજના વડે નીચે પ્રમાણે કુલ ત્રણ પ્રયોગો હાથ ધરવામાં આવ્યા હતા.

(૧) ધોરણ-૧૦ ના કુમારો પર પ્રયોગ

(૨) ધોરણ-૧૦ ની કન્યાઓ પર પ્રયોગ

(૩) ધોરણ-૧૦ ના મિશ્ર વિદ્યાર્થીઓ પર પ્રયોગ

પ્રત્યેક પ્રયોગમાં એક પ્રાયોગિક અને બીજું નિયંત્રિત એમ વિદ્યાર્થીઓના બે વર્ગો પસંદ કરવામાં આવ્યા હતા. પ્રસ્તુત પ્રાયોગિક સંશોધન માટે નમૂના પસંદગીની વિગત અગાઉ પ્રકરણ-૩ માં આપવામાં આવી છે. સૌ પ્રથમ બંને જૂથના વિદ્યાર્થીઓની પૂર્વકસોટીનાં માપો તરીકે સત્રાંત પરીક્ષાના ગણિતની ૧૦૦ ગુણની પરીક્ષામાં વિદ્યાર્થીએ મેળવેલા ગુણને સ્વીકારવામાં આવ્યા હતા.

ત્યાર બાદ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોને રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ વડે પ્રકરણ -૧૬નું વિષયવસ્તુ કુલ સાત દિવસોમાં અને ૧૪ તાસમાં શિખવવામાં આવ્યું હતું. જ્યારે નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોને સામાન્ય અધ્યાપન એટલે કે પરંપરાગત રીતે આ જ પ્રકરણ આટલા જ સમયમાં શિખવવામાં આવ્યું છે.

પ્રત્યેક પ્રયોગમાં બંને જૂથનાં પાત્રોને/વિદ્યાર્થીઓને સુનિશ્ચિત રીતે શિખવ્યા બાદ પ્રસ્તુત પ્રકરણ પર રચવામાં આવેલી ૨૫ ગુણની એકમ કસોટી આપવામાં આવી હતી અને આ પ્રકરણમાં વિદ્યાર્થીઓએ મેળવેલા ગુણ મેળવવામાં આવ્યા હતા.

૭.૦ અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતાની ચકાસણી

ઉપર દર્શાવ્યા અનુસાર ગણિતના સૌથી અઘરા પ્રકરણ-૧૬ ના શિક્ષણ માટે રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમનો અમલ કરીને કુલ ત્રણ પ્રયોગો હાથ ધરવામાં આવ્યા હતા. પ્રત્યેક પ્રયોગમાં બંને જૂથો (પ્રાયોગિક અને નિયંત્રિત) નાં પાત્રોને પૂર્વકસોટી (૧૦૦ ગુણની) સત્રાંત પરીક્ષા અને ઉત્તર કસોટી (૨૫ ગુણની એકમ કસોટીમાં મેળવેલા પ્રાપ્તાંકો મેળવવામાં આવ્યા હતા. આ બંને કસોટીમાં બંને જૂથના વિદ્યાર્થીઓએ મેળવેલા પ્રાપ્તાંકો પર સહવિચરણ પૃથક્કરણ અને ટી-કસોટી વડે અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ કરવામાં આવ્યું હતું.

પ્રત્યેક પ્રયોગમાં બંને જૂથના વિદ્યાર્થીઓએ બંને કસોટીમાં મેળવેલા પ્રાપ્તાંકો, અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ અને અર્થઘટનો હવે રજૂ કરવામાં આવ્યાં છે.

૭.૧ પ્રયોગ-૧ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતી, પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન

ધોરણ-૧૦ ના કુમારો પર કરવામાં આવેલા પ્રથમ પ્રયોગના સંદર્ભમાં બંને જૂથના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટીના પ્રાપ્તાંકો, પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન આ પ્રમાણે છે.

સારણી ૫.૨

ધોરણ-૧૦-C સૌરાષ્ટ્ર હાઈસ્કૂલ, રાજકોટ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો

ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y	ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y
૧	૮૯	૨૨	૨૨	૨૬	૦૯
૨	૩૦	૦૮	૨૩	૩૦	૧૦
૩	૫૬	૧૭	૨૪	૨૮	૧૦
૪	૬૩	૧૫	૨૫	૩૩	૧૦
૫	૩૫	૧૨	૨૬	૪૧	૧૧
૬	૨૧	૧૧	૨૭	૨૭	૧૬
૭	૩૨	૧૩	૨૮	૨૭	૦૫
૮	૦૪	૦૫	૨૯	૨૭	૦૮
૯	૦૭	૧૧	૩૦	૧૩	૦૫
૧૦	૧૨	૦૭	૩૧	૪૩	૧૧
૧૧	૨૧	૧૭	૩૨	૨૧	૦૮
૧૨	૩૫	૧૯	૩૩	૦૪	૦૫
૧૩	૨૮	૦૬	૩૪	૩૮	૧૪
૧૪	૧૯	૧૦	૩૫	૩૮	૧૧
૧૫	૮૨	૨૦	૩૬	૩૩	૧૦
૧૬	૪૫	૧૪	૩૭	૨૫	૧૧
૧૭	૮૪	૨૧	૩૮	૧૪	૧૨
૧૮	૬૦	૧૧	૩૯	૫૫	૧૦
૧૯	૫૪	૧૦	૪૦	૩૫	૧૭
૨૦	૧૬	૧૨	૪૧	૩૬	૧૯
૨૧	૩૮	૧૬	૪૨	૦૩	૦૫

સારણી ૫.૩

ધોરણ-૧૦-D સૌરાષ્ટ્ર હાઈસ્કૂલ, રાજકોટ નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો

ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y
૧	૫૫	૧૫
૨	૪૨	૧૪
૩	૪૦	૧૪
૪	૪૫	૧૧
૫	૩૦	૦૯
૬	૧૬	૧૦
૭	૧૮	૦૪
૮	૨૦	૦૬
૯	૨૭	૦૭
૧૦	૧૪	૦૬
૧૧	૫૨	૧૧
૧૨	૬૭	૧૫
૧૩	૬૮	૧૭
૧૪	૬૭	૧૫
૧૫	૨૦	૧૦
૧૬	૫૭	૦૬
૧૭	૩૬	૧૦
૧૮	૨૮	૦૮
૧૯	૪૫	૦૫
૨૦	૩૫	૧૩
૨૧	૪૧	૦૮
૨૨	૩૭	૦૮
૨૩	૫૨	૧૪
૨૪	૬૦	૧૧
૨૫	૩૮	૧૬
૨૬	૪૨	૧૬
૨૭	૭૬	૧૪
૨૮	૧૭	૦૮
૨૯	૩૯	૧૧
૩૦	૮૮	૨૦
૩૧	૪૪	૧૨
૩૨	૪૦	૦૫
૩૩	૬૧	૧૮
૩૪	૨૪	૧૦
૩૫	૨૮	૧૧

સારણી ૫.૪

પ્રયોગ-૧ દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકો પરનું અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ

કસોટી	જૂથ	સંખ્યા	સરાસરી
પૂર્વકસોટી	પ્રાયોગિક	૪૨	૩૪.૦૦
	અંકુશ	૩૫	૪૧.૯૭
ઉત્તર કસોટી (સુધાર્યા વગરની સરાસરી)	પ્રાયોગિક	૪૨	૧૧.૭૬
	અંકુશ	૩૫	૧૧.૦૯
ઉત્તર કસોટી (સુધારેલી સરાસરી)	પ્રાયોગિક	૪૨	૧૨.૩૦
	અંકુશ	૩૫	૧૦.૪૪

સહવિચરણ પૃથક્કરણ

વિચરણનું ઉદ્‌ગમ	df	સુધારેલું SS	MSS	F-મૂલ્ય
જૂથો વચ્ચે	૧	૪૪.૫૨	૪૪.૫૨	૪.૧૪૫*
જૂથોની અંદર	૭૪	૭૯૫.૨૮	૧૦.૭૪	
કુલ	૭૫	૮૩૯.૮		

*૦.૦૫ કક્ષાએ સાર્થક

સારણી ૫.૪ માં ઉપરના ભાગમાં બંને જૂથોની પૂર્વકસોટી પરની શરૂઆતની સરાસરીઓ, પ્રયોગના અમલ બાદની ઉત્તર કસોટી પરની સુધાર્યા વગરની સરાસરીઓ અને શરૂઆતની અસમાનતાને નાબૂદ કરીને ઉત્તર કસોટી પરની સુધારેલી સરાસરીઓ દર્શાવી છે.

આ સારણીના નીચેના ભાગમાં સહવિચરણ પૃથક્કરણનાં પરિણામો દર્શાવ્યાં છે. પ્રાપ્ત એફ-મૂલ્ય ૪.૧૪૫ હતું. જે ૦.૦૫ કક્ષાએ સાર્થક હતું. જે સૂચવે છે કે બંને જૂથોની સરાસરીઓ વચ્ચે અર્થસૂચક તફાવત હતો. અંકુશ જૂથ કરતાં પ્રાયોગિક જૂથની સુધરેલી સરાસરી ઊંચી હતી. જેથી કહી શકાય કે સામાન્ય પરંપરાગત અધ્યાપનની તુલનામાં તજ્જ્ઞો દ્વારા રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ વડે શિખવવાથી વિદ્યાર્થીઓની ગણિત સિદ્ધિ ઊંચી આવે છે. આમ અભ્યાસની પ્રથમ શૂન્ય ઉત્કલ્પના ‘‘પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓની ગણિત સિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.’’ નો અસ્વીકાર થતો હતો.

૭.૨ પ્રયોગ-૨ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતી પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન

ધોરણ-૧૦ ની કન્યાઓ પર કરવામાં આવેલા બીજા પ્રયોગના સંદર્ભમાં બંને જૂથની પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટીના પ્રાપ્તાંકો પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન આ પ્રમાણે છે.

સારણી ૫.૫

ધોરણ-૧૦-A કડવીબાઇ કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો

ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y
૧	૫૮	૨૦
૨	૬૫	૨૦
૩	૬૦	૧૯
૪	૬૨	૨૦
૫	૯૦	૨૩
૬	૯૧	૨૩
૭	૬૮	૧૯
૮	૮૫	૨૧
૯	૮૦	૨૧
૧૦	૮૫	૨૦
૧૧	૭૮	૨૧
૧૨	૮૮	૨૨
૧૩	૮૭	૨૨
૧૪	૮૯	૨૩
૧૫	૭૯	૨૦
૧૬	૮૬	૨૧
૧૭	૮૭	૨૨
૧૮	૯૧	૨૩
૧૯	૯૦	૨૩
૨૦	૮૯	૨૧
૨૧	૯૮	૨૪
૨૨	૭૫	૨૨
૨૩	૭૯	૨૦
૨૪	૯૦	૨૩
૨૫	૮૦	૨૨
૨૬	૭૮	૧૮
૨૭	૮૦	૨૦
૨૮	૭૯	૧૯
૨૯	૮૧	૨૧
૩૦	૭૬	૨૦
૩૧	૭૧	૨૧
૩૨	૮૯	૨૨
૩૩	૮૭	૨૨
૩૪	૮૭	૨૧
૩૫	૧૦૦	૨૪
૩૬	૯૮	૨૫
૩૭	૯૨	૨૫
૩૮	૯૭	૨૪
૩૯	૯૦	૨૩
૪૦	૮૦	૨૧
૪૧	૮૫	૨૦
૪૨	૮૦	૨૨
૪૩	૭૯	૨૨
૪૪	૭૫	૨૧
૪૫	૭૧	૨૨
૪૬	૮૨	૨૩
૪૭	૮૧	૨૪
૪૮	૮૦	૨૪
૪૯	૮૫	૨૩
૫૦	૮૭	૨૩
૫૧	૯૨	૨૫
૫૨	૮૯	૨૪
૫૩	૯૮	૨૫
૫૪	૯૨	૨૫
૫૫	૧૦૦	૨૪
૫૬	૯૫	૨૪
૫૭	૬૦	૧૮
૫૮	૬૨	૧૯

સારણી ૫.૬

ધોરણ-૧૦-B કડવીબાઇ કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો

ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y	ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y
૧	૬૦	૧૫	૩૧	૮૦	૧૮
૨	૭૦	૧૪	૩૨	૮૫	૧૮
૩	૬૦	૨૦	૩૩	૯૦	૧૯
૪	૬૨	૧૮	૩૪	૯૧	૧૮
૫	૮૫	૧૭	૩૫	૮૫	૧૮
૬	૮૭	૧૭	૩૬	૯૫	૧૬
૭	૭૮	૧૬	૩૭	૯૮	૨૨
૮	૮૦	૧૫	૩૮	૯૨	૨૧
૯	૮૨	૧૭	૩૯	૯૦	૨૦
૧૦	૮૫	૧૯	૪૦	૮૫	૧૯
૧૧	૮૦	૨૦	૪૧	૮૫	૧૮
૧૨	૯૦	૨૧	૪૨	૮૦	૧૭
૧૩	૮૮	૨૦	૪૩	૭૮	૧૫
૧૪	૮૧	૧૯	૪૪	૭૯	૧૪
૧૫	૭૫	૧૬	૪૫	૮૦	૧૮
૧૬	૮૦	૧૭	૪૬	૮૫	૧૯
૧૭	૮૮	૧૬	૪૭	૭૮	૧૭
૧૮	૯૩	૨૨	૪૮	૬૦	૧૩
૧૯	૮૮	૧૯	૪૯	૬૫	૧૨
૨૦	૭૯	૧૬	૫૨	૮૫	૧૯
૨૧	૯૦	૨૨	૫૧	૮૦	૧૮
૨૨	૭૮	૧૭	૫૨	૯૦	૧૯
૨૩	૮૦	૧૮	૫૩	૮૫	૧૮
૨૪	૮૮	૧૯	૫૪	૭૬	૧૩
૨૫	૭૯	૧૪	૫૫	૮૮	૧૫
૨૬	૮૦	૨૦	૫૬	૯૯	૨૩
૨૭	૭૯	૧૭	૫૭	૮૫	૨૦
૨૮	૮૦	૧૯	૫૮	૮૯	૨૦
૨૯	૮૫	૧૯	૫૯	૭૮	૧૭
૩૦	૮૫	૨૦			

સારણી ૫.૭

પ્રયોગ-૨ દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકો પરનું અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ

કસોટી	જૂથ	સંખ્યા	સરાસરી
પૂર્વકસોટી	પ્રાયોગિક	૫૮	૮૩.૦૦
	અંકુશ	૫૯	૮૨.૨૨
ઉત્તર કસોટી (સુધાર્યા વગરની સરાસરી)	પ્રાયોગિક	૫૮	૨૧.૮૮
	અંકુશ	૫૯	૧૭.૮૫
ઉત્તર કસોટી (સુધારેલી સરાસરી)	પ્રાયોગિક	૫૮	૨૧.૮૨
	અંકુશ	૫૯	૧૭.૯૧

સહવિચરણ પૃથક્કરણ

વિચરણનું ઉદ્ગમ	df	સુધારેલું SS	MSS	F-મૂલ્ય
જૂથો વચ્ચે	૧	૪૪૭.૦૧	૪૪૭.૧	૧૭૧.૯૨**
જૂથોની અંદર	૧૧૪	૨૯૬.૦૪	૨.૬૦	
કુલ	૧૧૫	૭૪૩.૦૫		

**૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક

સારણી ૫.૭ માં ઉપરના ભાગમાં બંને જૂથોની પૂર્વકસોટી પરની શરૂઆતની સરાસરીઓ, પ્રયોગના અમલ બાદની ઉત્તર કસોટી પરની સુધાર્યા વગરની સરાસરીઓ અને શરૂઆતની અસમાનતાને નાબૂદ કરીને ઉત્તર કસોટી પરની સુધારેલી સરાસરીઓ દર્શાવી છે.

આ સારણીના નીચેના ભાગમાં સહવિચરણ પૃથક્કરણનાં પરિણામો દર્શાવ્યાં છે. પ્રાપ્ત એફ-મૂલ્ય ૧૭૧.૯૨ હતું. જે ૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક હતું. જે સૂચવે છે કે બંને જૂથોની સરાસરીઓ વચ્ચે અર્થસૂચક તફાવત હતો. અંકુશ જૂથ કરતાં પ્રાયોગિક જૂથની સુધરેલી સરાસરી ઊંચી હતી. જેથી કહી શકાય કે સામાન્ય પરંપરાગત અધ્યાપનની તુલનામાં તજ્જ્ઞો દ્વારા રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ વડે શિખવવાથી વિદ્યાર્થીઓની ગણિત સિદ્ધિ ઊંચી આવે છે. આમ અભ્યાસની બીજી શૂન્ય ઉત્કલ્પના ‘‘પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓની ગણિત સિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.’’ નો અસ્વીકાર થતો હતો.

૭.૩ પ્રયોગ-૩ દ્વારા પ્રાપ્ત માહિતી પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન

ધોરણ-૧૦ ની મિશ્ર વિદ્યાર્થીઓ (કુમાર અને કન્યાઓ) પર કરવામાં આવેલા બીજા પ્રયોગના સંદર્ભમાં બંને જૂથની પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટીના પ્રાપ્તાંકો પૃથક્કરણ અને અર્થઘટન આ પ્રમાણે છે.

સારણી ૫.૮

ધોરણ-૧૦-A શ્રી મુરલીધર હાઈસ્કૂલ, રાજકોટ પ્રાયોગિક જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો

ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y
૧	૮૮	૨૧
૨	૯૪	૨૪
૩	૮૦	૧૮
૪	૭૮	૧૭
૫	૬૫	૧૪
૬	૯૨	૨૩
૭	૮૫	૨૧
૮	૭૬	૨૧
૯	૮૦	૨૧
૧૦	૭૨	૨૧
૧૧	૭૬	૨૧
૧૨	૭૮	૨૦
૧૩	૮૨	૨૦
૧૪	૮૦	૧૯
૧૫	૭૯	૧૮
૧૬	૫૦	૧૮
૧૭	૫૨	૧૬
૧૮	૪૭	૧૧
૧૯	૩૬	૧૦
૨૦	૪૦	૧૭
૨૧	૬૫	૧૭
૨૨	૭૮	૨૦
૨૩	૮૭	૨૦
૨૪	૯૦	૨૦
૨૫	૪૮	૨૪
૨૬	૫૨	૦૮
૨૭	૪૨	૦૯
૨૮	૩૮	૧૧
૨૯	૫૪	૧૨
૩૦	૫૬	૧૪
૩૧	૫૮	૧૪
૩૨	૬૦	૧૪
૩૩	૫૭	૧૪
૩૪	૫૧	૧૪
૩૫	૫૩	૧૫
૩૬	૭૨	૧૫
૩૭	૩૭	૧૬
૩૮	૪૨	૧૬
૩૯	૫૨	૧૭
૪૦	૫૬	૧૭
૪૧	૬૦	૧૭
૪૨	૫૫	૧૭
૪૩	૬૭	૨૧
૪૪	૬૩	૨૨
૪૫	૬૯	૨૨
૪૬	૭૮	૨૨
૪૭	૮૬	૨૨
૪૮	૯૩	૨૩
૪૯	૯૨	૨૩
૫૦	૬૫	૨૩

સારણી ૫.૯

ધોરણ-૧૦-B શ્રી મુરલીધર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ નિયંત્રિત જૂથનાં પાત્રોના પૂર્વકસોટી અને ઉત્તર કસોટી પરના પ્રાપ્તાંકો

ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y	ક્રમ	પૂર્વ કસોટી (સત્રાંત પરીક્ષા) પરના ગુણ ૧૦૦ ગુણમાંથી x	ઉત્તર કસોટી (એકમ કસોટી) પરના ગુણ ૨૫ ગુણમાંથી y
૧	૭૮	૧૨	૨૬	૪૭	૦૫
૨	૬૫	૦૯	૨૭	૩૬	૦૬
૩	૭૮	૧૨	૨૮	૫૨	૦૭
૪	૫૩	૧૩	૨૯	૪૦	૦૭
૫	૮૬	૧૩	૩૦	૪૨	૦૮
૬	૯૩	૧૪	૩૧	૩૮	૦૮
૭	૮૦	૧૫	૩૨	૩૭	૧૦
૮	૭૬	૧૫	૩૩	૫૪	૧૦
૯	૭૯	૧૯	૩૪	૫૬	૧૦
૧૦	૩૫	૦૬	૩૫	૫૪	૧૦
૧૧	૮૮	૨૧	૩૬	૫૮	૧૧
૧૨	૮૦	૧૭	૩૭	૬૦	૧૧
૧૩	૬૫	૦૯	૩૮	૫૭	૧૧
૧૪	૭૨	૧૪	૩૯	૪૨	૧૨
૧૫	૭૬	૧૫	૪૦	૫૨	૧૨
૧૬	૭૨	૧૫	૪૧	૫૬	૧૨
૧૭	૭૮	૧૬	૪૨	૬૦	૧૩
૧૮	૮૨	૧૭	૪૩	૬૩	૧૩
૧૯	૫૧	૧૨	૪૪	૬૭	૧૫
૨૦	૫૨	૦૭	૪૫	૯૨	૧૫
૨૧	૭૮	૧૭	૪૬	૭૬	૧૫
૨૨	૯૦	૧૬	૪૭	૮૦	૧૫
૨૩	૬૫	૧૧	૪૮	૮૫	૧૮
૨૪	૮૭	૧૬	૪૯	૯૨	૧૯
૨૫	૫૦	૧૪	૫૦	૯૨	૨૨

સારણી ૫.૧૦

પ્રયોગ-૩ દ્વારા પ્રાપ્ત પ્રાપ્તાંકો પરનું અંકશાસ્ત્રીય પૃથક્કરણ

કસોટી	જૂથ	સંખ્યા	સરાસરી
પૂર્વકસોટી	પ્રાયોગિક	૫૦	૬૬.૧૨
	અંકુશ	૫૦	૬૫.૯૪
ઉત્તર કસોટી (સુધાર્યા વગરની સરાસરી)	પ્રાયોગિક	૫૦	૧૭.૮૦
	અંકુશ	૫૦	૧૨.૮૦
ઉત્તર કસોટી (સુધારેલી સરાસરી)	પ્રાયોગિક	૫૦	૧૭.૭૯
	અંકુશ	૫૦	૧૩.૦૦

સહવિચરણ પૃથક્કરણ

વિચરણનું ઉદ્‌ગમ	df	સુધારેલું SS	MSS	F-મૂલ્ય
જૂથો વચ્ચે	૧	૬૧૬.૯૨	૬૧૬.૯૨	૮૯.૭૪૭**
જૂથોની અંદર	૯૭	૬૬૬.૭૫	૬.૮૭૪	
કુલ	૯૮	૧૨૮૩.૬૭		

**૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક

સારણી ૫.૧૦ માં ઉપરના ભાગમાં બંને જૂથોની પૂર્વકસોટી પરની શરૂઆતની સરાસરીઓ, પ્રયોગના અમલ બાદની ઉત્તર કસોટી પરની સુધાર્યા વગરની સરાસરીઓ અને શરૂઆતની અસમતાને નાબૂદ કરીને ઉત્તર કસોટી પરની સુધારેલી સરાસરીઓ દર્શાવી છે.

આ સારણીના નીચેના ભાગમાં સહવિચરણ પૃથક્કરણનાં પરિણામો દર્શાવ્યાં છે. પ્રાપ્ત એફ-મૂલ્ય ૮૯.૭૪૭ હતું. જે ૦.૦૧ કક્ષાએ સાર્થક હતું, જે સૂચવે છે કે બંને જૂથોની સરાસરીઓ વચ્ચે અર્થસૂચક તફાવત હતો. અંકુશ જૂથ કરતાં પ્રાયોગિક જૂથની સુધરેલી સરાસરી ઊંચી હતી. જેથી કહી શકાય કે સામાન્ય પરંપરાગત અધ્યાપનની તુલનામાં તજ્જ્ઞો દ્વારા રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ વડે શિખવવાથી વિદ્યાર્થીઓની ગણિત સિદ્ધિ ઊંચી આવે છે. આમ અભ્યાસની ત્રીજી શૂન્ય ઉત્કલ્પના ''પ્રણાલિકાગત સામાન્ય અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓ (કુમારો અને કન્યા-મીશ્ર)ની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.'' નો અસ્વીકાર થતો હતો.

૭.૪ ત્રણ પ્રયોગ પરનાં પરિણામો પરથી અર્થઘટન

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં હાથ ધરાયેલા ત્રણે પ્રયોગો દ્વારા મળેલાં પરિણામો પરથી કહી શકાય કે ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયના પ્રકરણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' ના અધ્યાપન માટે સામાન્ય અધ્યાપનની તુલનામાં રચવામાં આવેલા અધ્યાપન કાર્યક્રમ વડે શિખવવાથી વિદ્યાર્થીઓની ગણિતસિદ્ધિમાં નોંધપાત્ર વધારો થતો હતો.

પ્રકરણ : ૬

સારાંશ, તારણો, ફલિતાર્થો અને ભલામણો

૧.૦ પ્રાસ્તાવિક

પ્રસ્તુત પ્રકરણમાં પ્રયોજકે સમગ્ર અભ્યાસસાર રજૂ કરેલો છે. ત્યારબાદ હેતુઓ અને પ્રશ્નોના સંદર્ભમાં અર્થઘટનો ઉપરથી તારવેલાં તારણો રજૂ કર્યાં છે. ત્યારબાદ પરિણામોને આધારે ફલિતાર્થો રજૂ કર્યા છે. અંતમાં ભાવિ સંશોધનો અંગેની કેટલીક સમસ્યાઓ દર્શાવવામાં આવી છે.

૨.૦ અભ્યાસસાર

પ્રસ્તુત અભ્યાસ ધોરણ-દસના ગણિતના પાઠ્ય પુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ પ્રકરણ તથા શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા કક્ષા નકકી કરવા માટે હાથ ધર્યો હતો. વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનમાં તથા શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં એમ બે પ્રકારે અભિપ્રાયો મેળવ્યા હતા. અધ્યયન તથા અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી કઠિન અને સૌથી સરળ પ્રકરણો કયાં કયાં છે તેમજ કઠિનતા કક્ષા અનુસાર શૈક્ષણિક એકમોની સંખ્યામાં કોઇ તફાવત છે કે કેમ તે નકકી કરવામાં આવ્યું હતું. ઓગણીસ પ્રકરણોની તેમજ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાની તુલના પણ કરી હતી. સૌથી કઠિન જણાતા પ્રકરણની કઠિનતાનાં કારણો તેમજ તેને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયો પણ પ્રાપ્ત કરવામાં આવ્યા હતા. સૂચવાયેલા ઉપાયો પરથી કઠિન પ્રકરણને સરળ બનાવવા અધ્યાપન કાર્યક્રમ રચવામાં આવ્યો હતો. આ અધ્યાપન કાર્યક્રમનું અમલીકરણ કરી તેની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ ઉપરની અસરકારકતા પણ ચકાસવામાં આવેલી હતી.

અભ્યાસને લગતી જરૂરી માહિતી રાજકોટ જિલ્લાના વર્ષ ૨૦૦૩-૦૪ દરમ્યાન ધોરણ-દસમાં અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી માહિતી પ્રાપ્ત કરી હતી. આ ઉપરાંત રાજકોટ જિલ્લામાં ધોરણ-દસમાં અધ્યાપન કાર્ય કરતા માધ્યમિક શાળાના શિક્ષકો પાસેથી મેળવી હતી. સહેતુક નમૂના પસંદગી પદ્ધતિથી નમૂનાઓ પસંદ કર્યા હતા. અભ્યાસના હેતુઓને અનુરૂપ રચવામાં આવેલા ૧૪ પ્રશ્નોના સંદર્ભમાં ઉકેલો મેળવવા માટે ત્રણ ઉપકરણોની રચના કરી હતી. જે પૈકી પ્રથમ ઉપકરણ '' શૈક્ષણિક એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ'' હતું. આ ઉપકરણ દ્વારા ધોરણ-દસના ગણિતના પાઠ્યપુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ ૧૯ પ્રકરણો તથા ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને કેટલા પ્રમાણમાં અધ્યયનમાં અને શિક્ષકોને અધ્યાપનમાં અઘરાં લાગે છે તે અંગેની માહિતી મેળવી હતી. આ માહિતી ૪૪૫ વિદ્યાર્થીઓ અને ૧૨૫ શિક્ષકો પાસેથી મેળવી હતી. મેળવેલી માહિતી પરથી બે પ્રકારની કઠિનતા કક્ષાઓનું નિર્ધારણ

કર્યું હતું બીજા ઉપકરણ દ્વારા અધ્યયન તથા અધ્યાપનમાં કઠિન જણાતા પ્રકરણ સંદર્ભે અઘરા લાગવા માટેનાં કારણો અને તેને સરળ બનાવવા માટેના ઉપાયોનાં સૂચનો પ્રાપ્ત કર્યાં હતાં અને આ માટે ૨૮ માધ્યમિક શિક્ષકો સાથે કઠિન પ્રકરણ લાગવાના કારણો અને તેને સરળ બનાવવાના ઉપાયો સૂચવવા અંગે મુકત ચર્ચા કરીને લેવાયા હતાં. માર્ગદર્શકશ્રી અને ૫ તજ્જ્ઞશ્રીઓ સાથે સઘન ચર્ચા કરીને કઠિન પ્રકરણને સરળ બનાવવાનો અધ્યાપન કાર્યક્રમ તૈયાર કરી તેને રાજકોટ જિલ્લાની ત્રણ શાળાઓમાં અમલ કરીને પ્રાયોગિક સંશોધન યોજનાનું અમલીકરણ કરેલું હતું. ત્રીજા ઉપકરણ દ્વારા ધોરણ દસ ગણિત વિષયના કઠિન પ્રકરણને સરળ બનાવવાનો અધ્યાપન કાર્યક્રમની ગણિતસિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવા માટે પ્રકરણ પરની શિક્ષક રચિત સિદ્ધિ કસોટી ઉપકરણ દ્વારા માહિતી પ્રાપ્ત કરી હતી. તે માટે રાજકોટ જિલ્લાની ત્રણ માધ્યમિક શાળાના ૨૯૪ વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી માહિતી એકત્રિત કરી હતી.

વિવિધ સારણીઓમાં પ્રાપ્ત માહિતીની રજૂઆત તે પરથી તાર્કિક અને અંકશાસ્ત્રીય ગણતરીઓ કરી વિવિધ પૃથક્કરણો યોજી અર્થઘટન તારવવામાં આવ્યાં હતાં.

૩.૦ અભ્યાસનાં તારણો

પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં કુલ નવ હેતુઓ હતા. હેતુઓના આધારે ૧૪ પ્રશ્નોની રચના કરી હતી. પ્રશ્નોના જવાબ માહિતી એકત્રિત કરી હતી. માહિતીના પૃથક્કરણ અંતે કેટલાંક પરિણામો પ્રાપ્ત થયાં હતાં. ધોરણ-દસનાં ગણિત પ્રકરણો તથા શૈક્ષણિક એકમો સંબંધિત અધ્યયન તથા અધ્યાપનના સંદર્ભમાં જણાતી કઠિનતા અંગેનાં કેટલાંક પ્રાપ્ત થયેલાં તારણો આ પ્રમાણે છે.

૩.૧ ધોરણ-દસના ગણિતના પાઠચ પુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં. વિદ્યાર્થીઓને જે ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો કઠિન જણાયા હતાં તે તમામ શૈક્ષણિક એકમો ભૂમિતિનાં હતાં તેમાં ૧ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' ૨''વર્તુળ અને જીવા'' તેમજ ૩ ''વર્તુળનું ચાપ''ત્રણેય પ્રકરણોમાંથી સૌથી કઠિન એકમો આવરાયેલાં હતાં. આ ૧૪ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૯ જેટલાં સૌથી વધુ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોનું પ્રમાણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણમાંથી જોવા મળ્યું હતું.

૩.૨ ધોરણ-દસના ગણિતના પાઠચપુસ્તકમાં સમાવિષ્ટ કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં

હતાં. શિક્ષકોને કઠિન જણાતાં ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો હતાં તે તમામ શૈક્ષણિક એકમો ભૂમિતિનાં હતાં આમ ભૂમિતિનાં (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળ અને જીવા તેમજ (૩) વર્તુળનું ચાપ આ ત્રણ પ્રકરણોનાં તમામ ૧૪ સૌથી કઠિન એકમો આવરાયેલાં હતાં. આ ૧૪ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૯ જેટલાં સૌથી વધુ કઠિન શૈક્ષણિક એકમોનું પ્રમાણ ''વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક'' પ્રકરણમાંથી જોવા મળ્યું હતું.

અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકોને એક સરખાં ૧૪ કઠિન શૈક્ષણિક એકમો અઘરા જણાયાં હતાં. જે નીચે મુજબ હતાં.

અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ વિદ્યાર્થીઓને તેમજ અધ્યાપનની દૃષ્ટિએ શિક્ષકોને કઠિન શૈક્ષણિક એકમો જણાયાં હતાં જે આ પ્રમાણે હતાં.

૩.૨.૧ પ્રકરણ- વર્તુળ અને જીવા- શૈક્ષણિક એકમ- રાઇડર

૩.૨.૨ પ્રકરણ- વર્તુળનું ચાપ- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૧૯

૩.૨.૩ પ્રકરણ- વર્તુળનું ચાપ- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૨૩

૩.૨.૪ પ્રકરણ- વર્તુળનું ચાપ- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૨૫

૩.૨.૫ પ્રકરણ- વર્તુળનું ચાપ- શૈક્ષણિક એકમ- રાઇડર

૩.૨.૬ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૨૬નું પ્રતીપ

૩.૨.૭ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- જો કોઇ રેખા અને વર્તુળ એક જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી.........

૩.૨.૮ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૨૭

૩.૨.૯ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૨૮

૩.૨.૧૦ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૨૯

૩.૨.૧૧ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૩૦

૩.૨.૧૨ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૩૧

૩.૨.૧૩ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- પ્રમેય ૩૨

૩.૨.૧૪ પ્રકરણ- વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક- શૈક્ષણિક એકમ- દાખલાઓ

3.3 વિદ્યાર્થીઓના અભિપ્રાય મુજબ વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૨૩૪ પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યયનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ સરળ જણાયાં હતાં જે આ પ્રમાણે છે.

૩.૩.૧ વિધેયમાં સંખ્યા ગણોનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો)

૩.૩.૨ સંમેય પદાવલિમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ

3.3.3 ચક્રીય પદાવલિમાં ક્રમનું મહત્ત્વ

3.3.૪ ઘાતાંકને આધારે પદોને ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવવાં

3.3.૫ વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ

3.3.૬ દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટપ્રશ્નો

3.3.૭ ફલો ચાર્ટ્સમાં વપરાતા સંકેતો

3.3.૮ રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કપાતા અંતઃખંડોની વ્યાખ્યા

3.3.૯ વર્તુળની જીવા

3.3.૧૦ વર્તુળનો વ્યાસ

3.3.૧૧ વર્તુળની છેદિકા

3.3.૧૨ એકરૂપ વર્તુળો

3.3.૧૩ સમકેન્દ્રીય વર્તુળો

3.3.૧૪ વર્તુળનો અંતર્ભાગ અને બહિર્ભાગ

3.૪ શિક્ષકોના અભિપ્રાય અનુસાર ધોરણ દસના ગણિતનાં કુલ ૨૩૪ પૈકી ૧૪ શૈક્ષણિક એકમો અધ્યાપન બાબતે સૌથી વધુ સરળ જણાયાં હતાં. જે આ પ્રમાણે છે.

3.૪.૧ વિધેયમાં પ્રદેશ, સહ પ્રદેશ, વિસ્તારનો ખ્યાલ

3.૪.૨ વિધેયમાં સંખ્યા ગણોનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો)

3.૪.3 સંમેય પદાવલિમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ

3.૪.૪ ચક્રીય પદાવલિમાં ક્રમનું મહત્ત્વ

3.૪.૫ ઘાતાંકને આધારે પદોને ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવવા

3.૪.૬ વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ

3.૪.૭ દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટપ્રશ્નો

3.૪.૮ ફલો ચાર્ટ્સમાં વપરાતા સંકેતો

3.૪.૯ રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કપાતા અંતઃખંડોની વ્યાખ્યા

3.૪.૧૦ વર્તુળની ત્રિજ્યા (વ્યાખ્યા)

3.૪.૧૧ વર્તુળની જીવા

3.૪.૧૨ વર્તુળનો વ્યાસ

3.૪.૧૩ વર્તુળની છેદિકા

3.૪.૧૪ એકરૂપ વર્તુળો

3.૪.૧૫ સમકેન્દ્રીય વર્તુળો

3.૫ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં બીજગણિતનાં વિધેય, સંમેય પદાવલિઓ, ચક્રીય

પદાવલી, ગુણોત્તર અને પ્રમાણ, દ્વિઘાત સમીકરણ અને ગણન જેવાં કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો તેમજ ભૂમિતિનાં સમરૂપ ત્રિકોણ, વર્તુળ અને જીવાનાં કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો સૌથી વધુ ૧૪ વધુ સરળ જણાયાં હતાં.

જ્યારે શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં બીજગણિતમાં વિધેય, સંમેય પદાવલિઓ, ચક્રીય પદાવલી, ગુણોત્તર અને પ્રમાણ, દ્વિઘાત સમીકરણ અને ગણન જેવાં કેટલાંક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો તેમજ ભૂમિતિના સમરૂપ ત્રિકોણ, વર્તુળ અને જીવાનાં કેટલાક પ્રકરણોનાં શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓની જેમજ સૌથી વધુ ૧૫ વધુ સરળ જણાયાં હતાં. વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો બન્નેને સૌથી વધુ સરળ ૧૩ શૈક્ષણિક એકમો જણાયાં તે નીચે મુજબ છે.

- ૩.૫.૧ વિધેયમાં સંખ્યા ગણોનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો)
- ૩.૫.૨ સંમેય પદાવલિમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ
- ૩.૫.૩ ઘાતાંકને આધારે પદોને ઊતરતા ક્રમમાં ગોઠવવા
- ૩.૫.૪ ચક્રીય પદાવલિમાં ક્રમનું મહત્ત્વ
- ૩.૫.૫ વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ
- ૩.૫.૬ દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટપ્રશ્નો
- ૩.૫.૭ ફ્લો ચાર્ટ્સમાં વપરાતા સંકેતો
- ૩.૫.૮ રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કપાતા અંતઃખંડોની વ્યાખ્યા
- ૩.૫.૯ વર્તુળની જીવા
- ૩.૫.૧૦ વર્તુળનો વ્યાસ
- ૩.૫.૧૧ વર્તુળની છેદિકા
- ૩.૫.૧૨ એકરૂપ વર્તુળો
- ૩.૫.૧૩ સમકેન્દ્રીય વર્તુળો

૩.૬ અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૪ ખૂબજ સહેલાં, ૭૩ સહેલા, ૮૩ સામાન્ય, ૫૦ અઘરાં તથા ૧૪ ખૂબજ અઘરાં જણાયાં હતાં. આમ વિદ્યાર્થીઓને વધુ પડતા શૈક્ષણિક એકમો સરળ જણાય છે. અને ઓછાં શૈક્ષણિક એકમો કઠિન લાગે છે.

૩.૭ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને કુલ ૨૩૪ શૈક્ષણિક એકમો પૈકી ૧૫ ખૂબજ સહેલાં, ૮૨ સહેલાં, ૭૭ સામાન્ય, ૪૬ અઘરાં અને ૧૪ ખૂબ જ અઘરાં જણાયાં હતાં. આમ શિક્ષકોને વિદ્યાર્થીઓની જેમ જ ધોરણ-દસના ગણિતમાં મોટાભાગનાં શૈક્ષણિક એકમો સરળ જણાયાં છે અને ઓછાં શૈક્ષણિક એકમો કઠિન લાગે છે.

૩.૮ ધોરણ-દસ ગણિતના પાઠ્ય પુસ્તકનાં ૫૬ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયન અને શિક્ષકોને અધ્યાપન એમ બંનેના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં.

૩.૯ અધ્યયનના સંદર્ભમાં વિદ્યાર્થીઓને ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક. (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો આ ત્રણ પ્રકરણો કઠિન જણાયાં હતાં જેમાં ‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ જણાયું હતું. આ પ્રકરણનાં કુલ ૨૪ શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૧૮ શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને કઠિન જણાયાં હતાં.

વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનના સંદર્ભમાં (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૩) ત્રિકોણમિતિ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન અને (૬) વર્તુળ અને જીવા કુલ છ પ્રકરણો સહેલાં જણાયાં હતાં. જયારે બાકીનાં દસ પ્રકરણો સામાન્ય એટલે કે મધ્યમ જણાયાં હતાં.

૩.૧૦ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં શિક્ષકોને ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો. આ ત્રણ પ્રકરણો વિદ્યાર્થીની જેમ જ કઠિન જણાયાં હતાં. જેમાં ‘વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક’ શિક્ષકોને વિદ્યાર્થીઓની જેમજ અધ્યાપનના સંદર્ભમાં સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ જણાયું હતું. આ પ્રકરણના કુલ ૨૪ શૈક્ષણિક એકમોમાંથી ૧૮ શૈક્ષણિક એકમો એટલે કે ૭૫ % શૈક્ષણિક એકમો શિક્ષકોને કઠિન જણાયાં હતાં.

શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૩) ત્રિકોણમિતિ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન (૬) વર્તુળ અને જીવા (૭) વિધેય અને(૮) સંમેય પદાવલિઓ, કુલ આઠ પ્રકરણો સહેલાં જણાયાં હતાં. જયારે બાકીનાં આઠ પ્રકરણો સામાન્ય એટલે કે મધ્યમ જણાયાં હતા.

વિદ્યાર્થીઓને અધ્યયનનાં સંદર્ભમાં તેમજ શિક્ષકોને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કુલ ૬ પ્રકરણો બન્નેને સહેલાં જણાયા હતાં જેમાં (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) ગુણોત્તર અને પ્રમાણ (૩) ત્રિકોણમિતિ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન અને (૬) વર્તુળ અને જીવા આ પ્રકરણોમાં મોટાભાગના પ્રકરણો બીજ ગણિતમાં સમાવિષ્ટ હતાં તે સહેલાં જણાયાં હતાં.

૩.૧૧ પ્રકરણમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતાની સરાસરી પરથી કઠિનતાનો અભ્યાસ કરતા વિદ્યાર્થીઓને કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો ખૂબજ અઘરાં જણાયાં હતાં. જયારે (૧) ચક્રીય પદાવલી (૨) વર્તુળ અને જીવા (૩) આંકડાશાસ્ત્ર (૪) ગુણોત્તર અને

પ્રમાણ (૫) ગણન અને (૬) ત્રિકોણમિતિ પ્રકરણો ખૂબજ સહેલાં જણાયા હતાં.

જયારે શિક્ષકોને એકમોની કઠિનતાની સરાસરી પરથી કઠિનતાનો અભ્યાસ કરતાં શિક્ષકોને કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) સમરૂપતાની શરતો તેમજ (૩) વર્તુળનું ચાપ ખૂબજ અઘરા જણાયાં હતાં. જયારે (૧) ચક્રીય પદાવલિ (૨) વર્તુળ અને જીવા (૩) ગુણોતર અને પ્રમાણ (૪) આંકડાશાસ્ત્ર (૫) ગણન (૬) વિધેય (૭) સંમેય પદાવલિઓ અને (૮) ત્રિકોણમિતિ પ્રકરણો ખૂબ જ સહેલાં જણાયા હતાં.

૩.૧૨ વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકોના અભિપ્રાયોના પૃથક્કરણના અંતે ધોરણ-દસના ગણિતનાં કુલ ૧૯ પ્રકરણો પૈકી ત્રણ પ્રકરણો અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન જણાયાં હતાં. આ ઉપરાંત પ્રકરણોમાં સમાવિષ્ટ શૈક્ષણિક એકમોના પંચ બિંદુમાં વર્ગીકરણને પણ ધ્યાનમાં રાખવામાં આવ્યું હતું. અધ્યયનના સંદર્ભમાં (૧) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક (૨) વર્તુળનું ચાપ અને (૩) સમરૂપતાની શરતો બંન્નેએ સૌથી કઠિન તરીકે સ્વીકાર્યાં હતાં.

૩.૧૩ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણ (૧૬) વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક કઠિન લાગવાનાં કારણો આ પ્રમાણે હતાં.

૧. વર્તુળની વ્યાખ્યા અને તેના સમતલનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ ન હોય.
૨. સ્પર્શ બિંદુનો ખ્યાલ ન હોય.
૩. પ્રમેય-૨૬ના પક્ષ અને સાધ્ય લખવામાં મુશ્કેલી જણાય
૪. પ્રમેય-૨૬ની સાબિતી વિકલ્પ નિવારણ પદ્ધતિથી આપેલી હોવાથી મુશ્કેલી અનુભવાય
૫. પ્રમેય-૨૬નું પ્રતીપની પ્રતિજ્ઞા સમજવામાં મુશ્કેલી
૬. પ્રમેય-૨૭ પ્રતિજ્ઞા સમજવી મુશ્કેલ
૭. પ્રમેય-૨૭ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી અનુભવાય.
૮. પ્રમેય-૨૮ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી જણાય.
૯. જીવાએ સ્પર્શક સાથે બનાવેલા ખૂણાના માપનો ખ્યાલ હોતો નથી.
૧૦. વૃત્તખંડ અને વિરુદ્ધ વૃત્તખંડનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ હોતો નથી.
૧૧. પ્રમેય-૨૯ પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી
૧૨. પ્રમેય-૨૯ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી
૧૩. પ્રમેય-૩૦ પ્રતિજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી

૧૪. પ્રમેય-૩૦ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી
૧૫. પ્રમેય-૩૧ પ્રતીજ્ઞાના અર્થઘટનમાં મુશ્કેલી
૧૬. પ્રમેય-૩૧ આકૃતિ દોરવામાં મુશ્કેલી
૧૭. સ્પર્શતાં બે વર્તુળો - એક જ સમતલનાં બે વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૧૮. બે વર્તુળોના સામાન્ય સ્પર્શબિંદુનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૧૯. બહારથી કે અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળોનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૨૦. પ્રમેય-૩૨ પ્રતિજ્ઞાની સમજ મેળવવામાં મુશ્કેલી લાગે
૨૧. સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ સમજવું મુશ્કેલ લાગે.
૨૨. ચક્રપટ ચતુષ્કોણની વ્યાખ્યા સમજવી મુશ્કેલ લાગે.
૨૩. ચક્રીય ચતુષ્કોણનું પરિવૃત સમજવું મુશ્કેલ છે.
૨૪. પ્રમેય-૩૩ સામસામેના ખૂણા ઓળખવા મુશ્કેલ
૨૫. પ્રમેય-૩૩ પૂરક કોણની સમજ નથી
૨૬. પ્રમેય-૩૩ આકૃતિ દોરવી કઠિન લાગે
૨૭. પ્રમેય-૩૪ પ્રતિજ્ઞા સમજવી મુશ્કેલ લાગે
૨૮. પ્રમેય-૩૪ આકૃતિનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૨૯. રાઇડરની પ્રતિજ્ઞા સમજવી મુશ્કેલ લાગે
૩૦. રાઇડરની આકૃતિ દોરવી મુશ્કેલ લાગે
૩૧. રાઇડરની સાબિતી આપવા માટેના તર્કનો કે પૂર્વજ્ઞાનનો ઉપયોગ કરવાની સમજનો અભાવ.
૩૨. વર્તુળનો સ્પર્શકની વ્યાખ્યા વિશેની પૂર્ણ સમજનો અભાવ.
૩૩. વિદ્યાર્થીઓને 'અનન્ય' અથવા તો એક અને માત્ર એક' શબ્દની સમજનો અભાવ જોવા મળે છે.
૩૪. વિદ્યાર્થીઓને 'છેદવું' અને 'સ્પર્શવું' શબ્દની સમજનો અભાવ છે.
૩૫. વર્તુળમાંથી દોરેલા બંધ અને લંબપાદ વિશેની સમજનો અભાવ છે.
૩૬. વર્તુળ અને રેખાના છેદનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ નથી.
૩૭. બધાં જ બિંદુઓમાંથી સ્પર્શ બિંદુની અલગ તારવણી કઠિન લાગે છે.
૩૮. જે પ્રમેય કે પ્રતિપ્રમેયની સાબિતી આપવાની હોતી નથી તેનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ થતો નથી.
૩૯. ભૂમિતિના પૂર્વજ્ઞાનનો અભાવ જોવા મળે છે.

૪૦. ઘણા પ્રમેયની પ્રતિજ્ઞા લાંબી હોવાથી તે સમજવામાં મુશ્કેલી પડે છે.

૪૧. લંબ રેખા, લંબ દ્વિભાજક તથા દ્વિભાજક વચ્ચેનો ભેદ સ્પષ્ટ નથી.

૪૨. જીવા તથા જીવાના ખંડો તેના સંબંધોનો સ્પષ્ટ ખ્યાલ નથી.

૪૩. ભૌમિતિક કૂટ પ્રશ્નો પ્રત્યેની ઉદાસીનતા જોવા મળે છે.

૪૪. બોર્ડની પરીક્ષાના પરિરૂપમાં ગુણાંકન વેઈટેજ ઓછું જેથી પ્રકરણ પ્રત્યે ઉદાસીનતા દુર્લક્ષ્ય સેવાય છે.

૪૫. ભૂમિતિમાં દઢીકરણનો અભાવ.

૪૬. આ પ્રકરણમાંથી ફક્ત ખાલી જગ્યા પૂછાય છે. જેથી શિક્ષકો પ્રકરણને વેઈટેજ આપતા નથી.

૪૭. ચીલાચાલુ શિક્ષણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ

૪૮. પ્રકરણ ચાલુ હોય ત્યારે વિદ્યાર્થીઓની ગેરહાજરી

૪૯. શિક્ષકની અધ્યાપન કાર્ય પ્રત્યેની નિષ્ઠાનો અભાવ

૫૦. ફક્ત પરીક્ષાલક્ષી તૈયારી ઉપર ધ્યાન અપાય છે.

૫૧. પુનરાવર્તનનો અભાવ વર્તાય છે.

૩.૧૪ અધ્યયન અને અધ્યાપનના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણો સરળ બનાવવા માટેનાં સૂચનો આ પ્રમાણે હતાં.

૧. વર્તુળની વ્યાખ્યા સમજાવવી - સમતલનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

૨. સ્પર્શ બિંદુએ વર્તુળ પરનું જ કોઇ એક બિંદુ છે તેમ સ્પષ્ટ કરી ત્યાર બાદ સ્પર્શકની આકૃતિ દોરીને સમજૂતી આપી શકાય.

૩. એકથી વધુ સ્પર્શકો દોરી તેની સમજ આપી શકાય.

૪. વર્તુળ, સ્પર્શક અને સ્પર્શ બિંદુ આગળ દોરેલી ત્રિજ્યા આપેલી છે જે આકૃતિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરવું ત્યાર બાદ ત્રિજ્યા અને સ્પર્શક એકબીજાને લંબ છે એ સાબિત કરવાનું છે તેમ સમજાવવું.

૫. એક જ વર્તુળના કોઈપણ સ્પર્શક અને તેના સ્પર્શક બિંદુ આગળ દોરેલી ત્રિજ્યા માટે આજ પરિણામ મળશે તે બાબત આકૃતિ દ્વારા બતાવી શકાય.

૬. પ્રમેય-૨૬ બરાબર સમજાવવાથી પ્રતીપ પણ સમજાઇ જશે.

૭. પ્રમેય-૨૭ એકથી વધુ આકૃતિ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૮. પ્રમેય-૨૭ જીઓ બોર્ડથી સમજૂતી આપી શકાય.

૯. પ્રમેય-૨૮ પ્રથમ જીવાએ સ્પર્શક સાથે બનાવેલા બંને ખૂણા આકૃતિ દ્વારા

સ્પષ્ટ કરવા, ત્યાર બાદ જ વૃત્તખંડ અને વિરુદ્ધ વૃત્તખંડનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરવો.

૧૦. પ્રમેય-૨૮ જીવાએ વ્યાસ હોય તો જીવા અને સ્પર્શક વડે બનતા બંને ખૂણા કાટખૂણા હોય અને જો વ્યાસ સિવાયની જીવા હોય તો એક ખૂણો લઘુકોણ અને બીજો ખૂણો ગુરુકોણ બને છે. તે આકૃતિ દ્વારા સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૧૧. પ્રમેય-૨૮ વૃત્તખંડની વ્યાખ્યા સ્પષ્ટ કરી સમજાવવી.

૧૨. પ્રમેય-૨૯ - પ્રમેય-૨૮ ની સમજ પ્રથમ સ્પષ્ટ કરવી એ સ્પષ્ટ થતાં પ્રમેય-૨૯ સ્પષ્ટ થશે.

૧૩. પ્રમેય-૩૦ જીવાખંડો એટલે શું ? તે સ્પષ્ટ કરવું.

૧૪. પ્રમેય-૩૦ જીવાખંડોથી બનતા લંબચોરસનો ખ્યાલ આપવો.

૧૫. પ્રમેય-૩૦ બે જીવાઓ વર્તુળની અંદર છેદે કે બે જીવાને સમાવતી રેખાઓ વર્તુળની બહાર છેદે છે તે બન્ને આકૃતિ દોરી સમજાવી શકાય.

૧૬. પ્રમેય-૩૦ ઉપરની બન્ને બાબતોમાં એક જ સૂત્ર બને તે સમજાવી શકાય.

૧૭. પ્રમેય-૩૧ છેદિકા અને સ્પર્શકની વ્યાખ્યા સ્પષ્ટ કરવી.

૧૮. પ્રમેય-૩૧ છેદિકા સ્પર્શક બન્ને વર્તુળની બહાર છેદે તેવી આકૃતિ દોરી સ્પષ્ટ કરવું ત્યાર બાદ સૂત્ર સમજાવવું.

૧૯. સ્પર્શતાં બે વર્તુળો આકૃતિ દોરીને એક જ સમતલમાં બે સ્પર્શતાં વર્તુળો દર્શાવી શકાય.

૨૦. સ્પર્શતાં વર્તુળો એ બે વર્તુળોનાં કેન્દ્રો તેના સામાન્ય સ્પર્શક (રેખા)ના જુદા જુદા અર્ધતલમાં હોય તો તે બહારથી સ્પર્શે અને એક જ અર્ધતલમાં હોય તો તે બન્ને અંદરથી સ્પર્શે છે તે આકૃતિ દ્વારા સમજાવી શકાય.

૨૧. પ્રમેય-૩૨ જરૂરી પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.

૨૨. પ્રમેય-૩૨ વધુ આકૃતિઓ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૨૩. પ્રમેય-૩૨ બન્ને વર્તુળનાં કેન્દ્રો અને સામાન્ય સ્પર્શ બિંદુએ સમરેખ થાય છે તે સ્પષ્ટ કરવું.

૨૪. ચક્રીય ચતુષ્કોણ - પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.

૨૫. ચક્રીય ચતુષ્કોણ એકથી વધુ આકૃતિ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૨૬. ચક્રીય ચતુષ્કોણ મોડેલ કે જીઓ બોર્ડ દ્વારા વધુ સ્પષ્ટ થઇ શકે.

૨૭. પ્રમેય-૩૩ પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.

૨૮. પ્રમેય-૩૩ એકથી વધુ આકૃતિ દોરી ખૂણાઓના માપ લેવડાવી સમજાવી શકાય.

૨૯. પ્રમેય-૩૩ મોડેલ કે જીઓ બોર્ડથી સમજાવી શકાય.

૩૦. પ્રમેય-૩૪ પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.

૩૧. પ્રમેય-૩૪ વધુ આકૃતિઓ દોરી સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૩૨. પ્રમેય-૩૪ મોડેલ દ્વારા સમજૂતી આપી શકાય.

૩૩. રાઈડર - પૂર્વજ્ઞાન સ્પષ્ટ કરવું.

૩૪. રાઈડર - આકૃતિ દોરાવવી અને સમજાવી.

૩૫. રાઈડર, સબિતિ આપવા માટે પૂર્વજ્ઞાન, આગળથી શીખેલા પ્રમેયો, વ્યાખ્યાઓનો ઉપયોગ કરી તે પરથી તર્ક કરીને સાબિતી આપવાનો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કરી શકાય.

૪.૦ શૂન્ય ઉત્કલ્પનાની ચકાસણી

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં ત્રણ શૂન્ય ઉત્કલ્પનાની પ્રયોગના સંદર્ભમાં ચકાસણી કરવામાં આવી હતી.

૦ શૂન્ય ઉત્કલ્પનાઃ

‘‘પ્રણાલિગત અધ્યાપન અને તૈયાર કરેલ અધ્યાપન કાર્યક્રમથી અધ્યાપન પામેલા વિદ્યાર્થીઓની ગણિતસિદ્ધિની સરાસરીઓ વચ્ચે સાર્થક તફાવત નહીં હોય.’’

ટી-કસોટીના ઉપયોગ પરથી જોવા મળ્યું કે અધ્યાપન કાર્યક્રમને અંતે પ્રાયોગિક જૂથનો ગણિત સિદ્ધિનો સરેરાશ આંક નિયંત્રિણ જૂથના પ્રણાલિગત અધ્યાપન ગણિતસિદ્ધિનો સરેરાશ આંક કરતાં ઊંચો હતો. બંને જૂથોની સરાસરી તફાવત વચ્ચેનું એફ-મૂલ્ય ૪.૧૪૫ જેટલું હતું. જે ૦.૦૫ કક્ષાએ સાર્થક હતું.

આમ શૂન્ય ઉત્કલ્પનાનો અસ્વીકાર કરવામાં આવ્યો હતો. આ પરથી કહી શકાય કે અધ્યાપન કાર્યક્રમ પ્રયોજયા બાદ પ્રાયોગિક જૂથના વિદ્યાર્થીઓની ગણિતસિદ્ધિમાં સુધારો થયો હતો.

૫.૦ અભ્યાસની નીપજ

પ્રસ્તુત સંશોધનના અંતે પ્રાપ્ત થયેલી નીપજોમાં ‘‘ અધ્યાપન કાર્યક્રમ’’ અને ‘‘ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટી’’ નો સમાવેશ થતો હતો

૫.૧ અધ્યાપન કાર્યક્રમ

પ્રસ્તુત સંશોધનમાં સંશોધકે ધોરણ-દસના ગણિતના કઠિન પ્રકરણ “ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક” સરળ રીતે શિખવવા માટે “અધ્યાપન કાર્યક્રમ” ની સંરચના કરી હતી આ અધ્યાપન કાર્યક્રમનું અમલીકરણ કરવાથી ધોરણ-દસના વિદ્યાર્થીઓને ગણિત વિષયનું સૌથી વધુ કઠિન પ્રકરણ સરળતાથી આવડી શકે અને તેની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પણ વધારી શકાય તે માટે તૈયાર કરેલો હતો. ઉપરાંત અધ્યાપન કાર્ય કરાવનારા શિક્ષકોને પણ જે કઠિન પ્રકરણ લાગતું હતું. તે દરેકને અધ્યાપન કાર્ય કરાવવામાં સમગ્ર અધ્યાપન કાર્યક્રમ ઉપયોગી નીવડે અને સરળતાથી શિક્ષણકાર્ય કરી શકે તેનું માર્ગદર્શન મળી રહે તે હેતુસર આ “અધ્યાપન કાર્યક્રમ”ની ઉપયોગિતા જણાઈ હતી. આ અધ્યાપન કાર્યક્રમના કુલ-૮ કાર્ય દિવસો હતા અને ૧૪ તાસ હતા. પ્રત્યેક દિવસની કાર્યપ્રવૃત્તિ પણ અલગ અલગ હતી. શિક્ષકોએ ક્યાં ક્યાં શૈક્ષણિક સાધનોનો ઉપયોગ કરવો તે પણ દર્શાવેલું હતું. દૈનિક ૩૫ મિનિટના તાસમાં કાર્યપ્રવૃત્તિ કરવામાં આવી હતી.

૫.૨ ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટી

પ્રસ્તુત પ્રાયોગિક સંશોધનમાં વિદ્યાર્થીઓની ગણિતની સિદ્ધિ પરની અસરકારકતા માપવા માટે પ્રાપ્તાંક મેળવવા માટે સંશોધકે ઉપકરણ તરીકે એકમ કસોટીની સંરચના કરી હતી ધોરણ ૧૦ ગણિત વિષયના એકમ “વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક” ની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પર અધ્યાપન કાર્યક્રમની અસરકારકતા તપાસવાની હતી. આ એકમ કસોટી અધ્યાપન કાર્યક્રમના અમલ બાદ ઉત્તર કસોટી સ્વરૂપે આપવામાં આવી હતી આ એકમ કસોટીના કુલ ગુણ ૨૫ રાખવામાં આવેલા હતા. એકમ કસોટીનો સમય ૨૫ મિનિટનો હતો. આ ઉપકરણ માટે આંતર ગુણાંકન કરતાં વિશ્વસનીયતા ધ્યાનમાં લેવાયેલી હતી.

૬.૦ સંશોધનના શૈક્ષણિક ફલિતાર્થો

કોઈ સિધ્ધાંતના “વિનિયોગ/ઉપયોગ”ના સંદર્ભમાં કરવામાં આવતી ભલામણોને ફલિતાર્થો કહે છે. સંશોધન અહેવાલમાં રજૂ થયેલાં પરિણામો પરથી તેનો શો ઉપયોગ હોઈ શકે તે સમજી શકે કે તારવી શકે તેવી સૂઝ દરેકમાં હોતી નથી. આથી તુરત જ માર્ગદર્શન મળે તે હેતુથી ફલિતાર્થો સંશોધનમાં અગત્ય ધરાવે છે. પ્રાપ્ત થતાં પરિણામોના વિનિયોગ માટેનાં સૂચનો સંશોધન કાર્યની વ્યવહારુતા વધારે છે. પ્રસ્તુત અભ્યાસનાં તારણોને આધારે કેટલાંક મહત્ત્વનાં સૂચનો અત્રે રજૂ કર્યાં છે.

૬.૧ પ્રસ્તુત અભ્યાસ દ્વારા પ્રાપ્ત કઠિન પ્રકરણો તથા કઠિન શૈક્ષણિક એકમો તરફ વિશેષ કાળજી રાખે તે માટે તે અંગેની શિક્ષકોને જાણ કરવી.

૬.૨ કઠિન શૈક્ષણિક એકમો વિદ્યાર્થીઓને સરળ રીતે કેમ શીખવી શકાય તે માટે અધ્યાપન શાસ્ત્રના નિષ્ણાતો પાસેથી અસરકારક અને ઉપયોગમાં લઇ શકાય તેવા માર્ગો પ્રાપ્ત કરવા.

૬.૩ ધોરણ-દસના ગણિત માટે સરળ અધ્યયન સાહિત્યનું નિર્માણ કરનારને કઠિન પ્રકરણો તથા કઠિન શૈક્ષણિક એકમોની યાદી આપવી.

૬.૪ પાઠયક્રમ નકકી કરનાર તથા પાઠયપુસ્તકના લેખકોને કઠિન એકમોની યાદી આપવી.

૬.૫ માધ્યમિક શાળાના ધોરણ-દસના શિક્ષકોને કઠિન પ્રકરણો કઠિન લાગવાનાં કારણો અને કઠિનતા દૂર કરવાનાં સૂચનો આપવાં.

૬.૬ ધોરણ-દસના ગણિતનાં સંદર્ભમાં શિક્ષકોને નિદાન-ઉપચાર કાર્યક્રમમાં પ્રસ્તુત અભ્યાસનાં પરિણામોનો ઉપયોગ કરવો.

૬.૭ ધોરણ-દસનાં ગણિતનાં સંદર્ભમાં શિક્ષકોને કઠિનતા દૂર કરવા માટે નિષ્ણાતો પાસેથી ઉપાયો પ્રાપ્ત કરવા સંશોધન કરવા અંગે પ્રસ્તુત સંશોધનનાં તારણો આપવાં.

૬.૮ ધોરણ-દસના ગણિતના સંદર્ભમાં કઠિન પ્રકરણને સરળ રીતે શિખવવાના ઉપાય તરીકે ''અધ્યાપન કાર્યક્રમ''નો ઉપયોગ કરવો.

૬.૯ ધોરણ-દસનાં ગણિતના અધ્યાપન કાર્યના સંદર્ભમાં કઠિન શૈક્ષણિક એકમોને ''અધ્યાપન કાર્યક્રમ''નો ઉપયોગ કરી વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક સિધ્ધિ ઊંચી લાવી શકાય તે માટે શિક્ષકોને જણાવવું

૬.૧૦ શૈક્ષણિક સિદ્ધિના માપન માટે પ્રસ્તુત સંશોધનમાં રચાયેલી શિક્ષક નિર્મિત એકમ કસોટીનો ઉપયોગ કરી શકાય તે જણાવવું.

૬.૧૧ ધોરણ-દસના ગણિતના અધ્યાપન કાર્ય શરૂ કરતાં પૂર્વે ગણિતના શિક્ષકોએ પૂર્વ તૈયારીમાં ઉપયોગ કરવો.

૬.૧૨ ધોરણ-દસના અધ્યયનમાં વિદ્યાર્થીઓ અઘરાપણું જાણી શકે, સમય શકિત બચાવી શકે તે માટે ઉપયોગ કરવો.

૬.૧૩ પ્રસ્તુત સંશોધન આધારે કઠિન પ્રકરણ અધ્યાપન કાર્યમાં શિક્ષકો ઉપયોગ કરે તો પરિણામ સુધારણાના કાર્યમાં મદદરૂપ નીવડી શકે.

૬.૧૪ પ્રસ્તુત સંશોધનનાં પરિણામો આધારે ગણિત પ્રત્યે વિદ્યાર્થીઓની રસ-રુચિ અભ્યાસ માટેની તત્પરતા-વધારી શકવા માટેનો ઉપયોગ.

૭.૦ ભાવિ સંશોધન અંગેની ભલામણો

પ્રસ્તુત સંશોધન એક કે તેથી વધુ સંશોધન માટેનાં દ્વારા ખોલે છે. કોઈ પણ સંશોધનની મર્યાદા અને અગત્ય એક નવા સંશોધન તરફ દોરી જઈ શકે છે. સમય, શકિત અને અન્ય બાબતોને કારણે અનેક ચલોને અભ્યાસમાં સમાવવા બાબત મર્યાદા આવે છે. આ ચલોને ધ્યાનમાં લઈને સંશોધન કાર્ય હાથ ધરી શકાય. આ પ્રકારનાં કેટલાંક સંશોધન અંગેનાં કાર્યો હાથ ધરી શકાય તે માટે નીચે મુજબનાં અભ્યાસ સંશોધક સૂચવે છે.

૭.૧ ધોરણ-દસના ગણિતના ભૂમિતિ તથા બીજ ગણિતનાં પ્રકરણો પરના સ્વ-અધ્યયન સાહિત્યની અસરકારક્તાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય..

૭.૨ ધોરણ-દસનાં કઠિન જણાતાં શૈક્ષણિક એકમો સંબંધિત નિદાન-ઉપચાર કાર્યક્રમની સંરચના અને અજમાયશનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૭.૩ ધોરણ-દસના ગણિત પાઠ્યક્રમ માટે વ્યાખ્યાન તથા અન્ય પધ્ધતિ તથા પ્રયુકિતનું સંયોજન કરી તેની અસરકારકતા ચકાસવાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૭.૪ ધોરણ-દસના ગણિતના કોઈ એક કઠિન પ્રકરણ પર “ પ્રભુત્વ-અધ્યયન” કાર્યક્રમની સંરચના અને તેની અસરકારકતાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૭.૫ માધ્યમિક કક્ષાએ કોઈ એક ધોરણના કોઈ એક વિષયના સંદર્ભમાં શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા નકકી કરવા માટેનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૭.૬ ધોરણ-દસના ગણિતના કઠિન જણાતા પ્રકરણ બાબત વિવિધ શૈક્ષણિક અનુભવોનું આયોજન કરી તેની અસરકારકતાનો અભ્યાસ હાથ ધરી શકાય.

૭.૭ પ્રસ્તુત અભ્યાસમાં પ્રાપ્ત કઠિનતા દૂર કરવા બાબતનાં સૂચનોનું અમલીકરણ કરી અસરકારકતા ચકાસવાનું કાર્ય હાથ ધરી શકાય.

સંદર્ભસૂચિ

સંદર્ભગ્રંથો

Borg, W.R. & Call M.D. (1983). *Educational Research : An Introduction*. (4th Ed.) New York : Longman.

Buch, M.B. (Ed) (1974). *A Survey of Research in Education*. Baroda : Center for Advance Studies in Education.

..............(1979). *Second Survey of Research in Education.* Baroda : Society for Education Research and Development.

..............(1987). *Third Survey or Research in Education.* New Delhi : NCERT.

.... (1989). *Forth Survey of Research in Eduation.* New Delhi : NCERT.

.... (2000). *Fifth Survey of Research in Eduation.* New Delhi : NCERT.

દેસાઇ, એચ. જી. અને દેસાઇ કે. જી. (૧૯૯૭). *સંશોધન પદ્ધતિઓ અને પ્રવિધિઓ.* (છઠ્ઠી આવૃત્તિ). અમદાવાદ : યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડ, ગુજરાત રાજ્ય.

દોંગા, એન. એસ. (૧૯૯૫). અધ્યાપન મનોવિજ્ઞાન. રાજકોટ : નિજ્જન સાયકો સેન્ટર.

Doll R.C. (1978). *Curriculum Improvement.* London : Allyn and Bacan Inc.

ગુજરાત રાજ્ય શાળા પાઠ્યપુસ્તક મંડળ (૧૯૯૩). *ધોરણ-૧૦ નું ગણિત પાઠ્યપુસ્તક.* ગાંધીનગર.

Kelkar, S.V. (1987). *Curriculum and Text book research Biennial Report.* Bombay : MSBTPCR.

Naladkar, P.R. & Karandikar S.P. (1990). (Eds.) *Curriculum and Test Book Research.* Annual Report. Bombay : MSBTPCR.

ત્રિવેદી, એમ.ડી. અને પારેખ બી.યુ. (૧૯૯૪). *શિક્ષણમાં આંકડાશાસ્ત્ર.* (ચોથી આવૃત્તિ) અમદાવાદ : યુનિવર્સિટી ગ્રંથ નિર્માણ બોર્ડ, ગુજરાત રાજ્ય.

પટેલ પી.ગો અને પટેલ એ.જે. (૧૯૯૯). *અધ્યયન-અધ્યાપન ગણિત.* અમદાવાદ : નીરવ પ્રકાશન.

ઉચાટ, ડી.એ. (સં.) (૧૯૮૮). *સંશોધનનું સંદોહન.* રાજકોટ : શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી.

ઉચાટ, ડી.એ. (૧૯૯૧). *શૈક્ષણિક સંશોધનો.* રાજકોટ. લેખક.

.... (૧૯૯૨). *વિચરણ પૃથક્કરણ.* રાજકોટ : સ્વ. ડૉ. એચ. જી. દેસાઇ મેમોરીયલ એજ્યુકેશન ટ્રસ્ટ.

.... (૧૯૯૭). *સામાજિક શાસ્ત્રોનાં સંશોધન સમસ્યા પસંદગીના સૈદ્ધાંતિક અને વ્યવહારુ આધારો.* રાજકોટ : પારસ પ્રકાશન.

ઉચાટ, ડી.એ. અને અન્યો (૧૯૯૮). *સંશોધન અહેવાલનું લેખન શી રીતે કરશો ?* રાજકોટ : નિજ્જન સાયકો સેન્ટર.

.... (૨૦૦૦). *સંશોધનની વિશિષ્ટ પદ્ધતિઓ.* રાજકોટ : લેખક.

.... (૨૦૦૪). *માહિતી પર સંશોધન વ્યવહારો.* રાજકોટ : લેખક.

.... (૨૦૦૫). *સંશોધન દર્શન.* રાજકોટ : પારસ પ્રકાશન.

શોધ નિબંધો

આર્ય, બી.ડી. (૨૦૦૩). *શ્રેણી બારનાં જીવવિજ્ઞાન વિષયના વિવિધ વિષયાંગો અંગેના પ્રતિભાવોનો અભ્યાસ.* એમ.એડ્. શોધનિબંધ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

દેસાઇ, એસ. (૧૯૯૯). *સુરત જિલ્લાના સી.આર.જી. મિત્રોને અંગ્રેજી ભાષાની લેખિત અભિવ્યક્તિમાં પડતી મુશ્કેલીઓ જાણી તાલીમ દ્વારા તેનું નિવારણ.* (GCERT ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત સંશોધન પ્રોજેકક્ટ DLET, સુરત) GCERT, સંશોધન સારસંગ્રહ શ્રેણી પુસ્તિકા-૩ ગાંધીનગર : લેખક.

Doraswami, K. (1986). *Development of a competency Based Curriculum Design for Methodology of Teaching Mathematics and Its Validation.* Ph.D. Edu. Mys. University In M.B. Buch's Third Survey of Research in Education, New Delhi : NCERT.

Grover. S. (1991). *An Investigation into the standards of Reading ability in English in Government and Central Schools of Dehil.* Ph.D. Edu. Jamia Millia Islamia. In M.B. Buch's Forth Survery of Research in Education, New Delhi : NCERT.

ગજેરા, જી. (૨૦૦૩). *રાજકોટ જિલ્લાની પ્રાથમિક શાળાઓના વિદ્યાર્થીઓની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ.* **EDN-12** યોજના અંતર્ગત **GCERT**–ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત રીસર્ચ પ્રોજેક્ટ, **DIET**, રાજકોટ.

ગોમતી, એસ. એમ. (૨૦૦૩). *ધોરણ આઠના સમાજવિદ્યા વિષયના ઈતિહાસ વિભાગના એકમોની કઠિનતા કક્ષાનું નિર્ધારણ.* એમ.એડ્. લઘુ શોધનિબંધ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

જોષી, એન. એ. (૨૦૦૧). *રાજકોટ જિલ્લાની પ્રાથમિક શાળાઓના બાળકોની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ.* **EDN-16** યોજના અંતર્ગત **GCERT** ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત રીસર્ચ પ્રોજેક્ટ, **DIET**, રાજકોટ.

કાઝી એમ. એમ. (૧૯૮૭). *શ્રેણી દસના અંકગણિત વિષયના સૌથી વધુ કઠિન એકમો ધરાવતા પ્રકરણની સરળ અધ્યાપન સામગ્રી તૈયાર કરી તેની શૈક્ષણિક સિદ્ધિ પરની અસરકારકતા ચકાસવી.* એમ.એડ્. અપ્રકાશિત લઘુ શોધનિબંધ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

માંકડ, જે. બી. શ્રેણીવારના રસાયણ વિજ્ઞાન વિષયના વિવિધ વિષયાંગો અંગેના પ્રતિભાવોનો અભ્યાસ. એમ.એડ્. અપ્રકાશિત લઘુ શોધનિબંધ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

પ્રજાપતિ, સી. પી. (૨૦૦૧). *સતલાસણ તાલુકાના ધોરણ-૭ ગણિત વિષયનું અધ્યાપન કરતાં પ્રાથમિક શિક્ષકોને પડતી મુશ્કેલીઓનો અભ્યાસ.* (**GCERT**–ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત સંશોધન પ્રોજેકક્ટ **DLET**, પાટણ) **GCERT** સંશોધન સારસંગ્રહ શ્રેણી પુસ્તિકા-૬ ગાંધીનગર : લેખક.

રામાનુજ, એમ.સી. (૧૯૯૮). *શ્રેણી ચારના ગણિત વિષયનાં અધ્યયન ક્ષેત્ર-૪ (અપૂર્ણાંક)માં વિદ્યાર્થીઓની કચાશનું નિદાન.* (**GCERT**–ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત સંશોધન પ્રોજેકક્ટ **DLET**, અમરેલી) **GCERT** સંશોધન સારસંગ્રહ શ્રેણી પુસ્તિકા-૧ ગાંધીનગર : લેખક.

ઉચાટ, ડી.એ. અને જોષી (૨૦૦૩). *ધોરણ આઠના ગણિત એકમોની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન પ્રકરણોની કઠિનતા માટેના કારણો અને ઉપાયો.* **GCERT**–ગાંધીનગર દ્વારા અનુદાનિત સંશોધન પ્રોજેક્ટ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

ઉચાટ, પી.ડી. (૨૦૦૧). *ધોરણ-૬ ના ગણિતની ક્ષમતાઓની કઠિનતાકક્ષાઓનું નિર્ધારણ તથા સૌથી કઠિન ક્ષમતા ક્ષેત્રની કઠિનતા માટેનાં કારણો અને ઉપાયો.* એમ.એડ્. અપ્રકાશિત લઘુ શોધનિબંધ, સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

પરિશિષ્ટ-૧
ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ
(વિદ્યાર્થીઓ માટે)

માર્ગદર્શક
ડૉ. ડી. એ. ઉચાટ
પ્રાધ્યાપક અને અધ્યક્ષ
શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન
સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી
રાજકોટ-૩૬૦૦૦૫

સંશોધક
વી. બી. ભેંસદડિયા
જિલ્લા શિક્ષણાધિકારી
રાજકોટ

શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન – સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી, રાજકોટ.

વિદ્યાર્થી મિત્ર,

ધોરણ-૧૦ ની પરીક્ષાની બરાબર તૈયારમાં પડ્યા હશો. ખરુંને ? તમે એસ.એસ.સી.ઇ. બોર્ડની પરીક્ષામાં ખૂબ જ સારા ગુણ મેળવી સફળ બનો તેવી અમારી શુભેચ્છા છે.

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયમાં વિવિધ પ્રકરણો અને તેમનાં વિવિધ એકમો/મુદ્દાઓ તમને કેટલાં અઘરાં લાગ્યાં, એ અમારે જાણવું છે.

આ માટે તમારો સહકાર જોઇએ છે. આપશોને ?

તમને આ રીતે સહકાર આપવાનો છે. ગણિત વિષયના પ્રત્યેક એકમની સામે નીચે પ્રમાણેના વિભાગો દર્શાવ્યા છે.

ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું

તમને ગણિતનો પ્રત્યેક એકમ શીખવામાં કેટલાં પ્રમાણમાં અઘરો કે સહેલો લાગ્યો છે તે તમારે દર્શાવવાનું છે. આ માટે ઉપરોક્ત પાંચ વિભાગો પૈકી કોઇ એક વિભાગમાં '✓' નિશાની કરીને દરેક એકમ માટે તમારે તમારો અભિપ્રાય દર્શાવવાનો છે.

અભિપ્રાયો આપવામાં તમને પણ લાભ થશે. ગણિતના પ્રત્યેક પ્રકરણમાં કયા કયા મુદ્દાઓનો સમાવેશ થયો છે, તેનો તમને ખ્યાલ મળશે. વળી, દરેક મુદ્દો કેટલો અઘરો લાગે છે તે અંગે અભિપ્રાય આપશો ત્યારે હવે તે મુદ્દા માટે કેટલી તૈયાર કરવી પડશે તેની સ્પષ્ટ સમજ આવશે.

તમારા સાચા અને પૂરા અભિપ્રાયો ઉપર જ આ સંશોધનની સફળતાનો આધાર છે, તે ભૂલશો નહીં.

વી. બી. ભેંસદડિયા

સામાન્ય માહિતી

		અટક	નામ	પિતાનું નામ
પૂરું નામ	:	______	______	______
શાળાનું નામ	:	______	______	______
જાતીયતા	:	☐ કુમાર	☐ કન્યા	

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
	પ્રકરણ : ૧ વિધેય					
૧.	વિધેયનો એકમ					
૨.	એક-એક સંગતતાનો ખ્યાલ					
૩.	અનેક-એક સંગતતાનો ખ્યાલ					
૪.	એક-અનેક વિધેય નથી તેનો ખ્યાલ					
૫.	અરિક્ત ગણનો ખ્યાલ					
૬.	વિધેયને દર્શાવતી રીત					
૭.	વિધેયને વેન આકૃતિ સ્વરૂપે દર્શાવવું					
૮.	વિધેયમાં પ્રદેશ, સહપ્રદેશ, વિસ્તારનો ખ્યાલ					
૯.	સંવૃત્ત, વિવૃત્ત, સંવૃત્ત-વિવૃત્ત, વિવૃત્ત-સંવૃત્ત અંતરાલનો ખ્યાલ					
૧૦.	વાસ્તવિક ચલનું વિધેય					
૧૧.	વાસ્તવિક વિધેય					
૧૨.	વાસ્તવિક ચલનું વાસ્તવિક વિધેય					
૧૩.	વિધેયનું મૂલ્ય					
૧૪.	સુરેખ વાસ્તવિક વિધેયનો ખ્યાલ					
૧૫.	વિધેયમાં પ્રદેશ, વિસ્તાર અને વિધેયના સંકેતનો ખ્યાલ					
૧૬.	વિધેય સંખ્યાગણોનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો)					
૦	પ્રકરણ-૧ વિધેય સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૨ સંમેય પદાવલિઓ					
૧.	ચલ અચલનો ખ્યાલ					
૨.	સહગુણક, પદ, ઘાતાંક, બહુપદી ખ્યાલ (N, Z, Q, R પરની બહુપદીનો)					
૩.	સમાન સંમેય પદાવલીનો ખ્યાલ					
૪.	સંમેય પદાવલિમાં અતિ સંક્ષિપ્ત રૂપનો ખ્યાલ					
૫.	સંમેય પદાવલિના સરવાળા-બાદબાકી માટે જરૂરી લ.સા.અ.નો ખ્યાલ					
૬.	સંમેય પદાવલિમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત-સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૭.	બહુપદીનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો) પરની બહુપદી					
૮.	મિશ્ર-બૈજિક ક્રિયાઓવાળી સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ (સરવાળા, બાદબાકી) વગેરે					
૯.	સમચ્છેદી પદાવલિઓનો ખ્યાલ					
૧૦.	વિષમચ્છેદી પદાવલિનો ખ્યાલ					
૦	પ્રકરણ : ૨ સંમેય પદાવલિઓ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૩ ચક્રીય પદાવલી					
૧.	ચક્રીય પદાવલીનો અર્થ					
૨.	ચક્રીય પદાવલીમાં ક્રમનું મહત્ત્વ					
૩.	સુરેખ અવયવોનો ખ્યાલ					
૪.	દ્વિઘાત અવયવોનો ખ્યાલ					
૫.	ઘાતાંકને આધારે પદોને ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવવાં					
૦	પ્રકરણ-૩ ચક્રીય પદાવલી સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૪ ગુણોત્તર અને પ્રમાણ					
૧.	ગુણોત્તર (વ્યાખ્યા)					
૨.	ગુણોત્તરમાં પૂર્વપદ અને ઉત્તરપદ					
૩.	શૂન્ય ગુણોત્તર					
૪.	વ્યસ્ત ગુણોત્તર					
૫.	શૂન્યેતર ગુણોત્તર					
૬.	સમાન ગુણોત્તર					
૭.	પ્રમાણનો ખ્યાલ					
૮.	એકાંતર પ્રમાણનો નિયમ					
૯.	ઉત્તર પ્રમાણનો નિયમ					
૧૦.	યોગ પ્રમાણનો નિયમ					
૧૧.	વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ					
૧૨.	ગુણોત્તર મધ્યક (વ્યાખ્યા)					
૧૩.	દરેક ગુણોત્તરની કિંમત શોધવી					
૧૪.	કિંમત શોધવાના દાખલાઓ					
૧૫.	સાબિતીવાળા દાખલાઓ					
૦	પ્રકરણ : ૪ ગુણોત્તર અને પ્રમાણ સમગ્ર રીતે					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
	પ્રકરણ : ૫ ચલન					
૧.	ચલનો ખ્યાલ					
૨.	વ્યસ્ત ચલનો ખ્યાલ					
૩.	સંયુક્ત ચલનનો ખ્યાલ					
૪.	આંશિક ચલનો ખ્યાલ					
૫.	સમચલન આધારિત કિંમત શોધવાના દાખલા					
૬.	વ્યસ્ત ચલન પર આધારિત દાખલાઓ					
૭.	સંયુક્ત ચલન પર આધારિત દાખલાઓ					
૮.	આંશિક ચલન પર આધારિત દાખલાઓ					
૯.	વ્યસ્ત ચલન પર આધારિત સાબિતીવાળા દાખલાઓ					
૧૦.	સંયુક્ત ચલન પર આધારિત સાબિતીવાળા દાખલાઓ					
૧૧.	કૂટ પ્રશ્નો					
૦	પ્રકરણ-૫ ચલન સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૬ દ્વિઘાત સમીકરણ					
૧.	દ્વિઘાત બહુપદીના પ્રમાણિત સ્વરૂપનો ખ્યાલ					
૨.	સમીકરણના બીજનો ખ્યાલ					
૩.	સમીકરણના ઉકેલ કે બીજનાં દાખલા					
૪.	દ્વિઘાત બહુપદી વિધેયની સમજૂતી					
૫.	વિવેચક (Δ) ની કિંમતના દાખલાઓ					
૬.	વિવેચકની કિંમત પરથી બીજના સ્વરૂપ					
	અંગેનું અર્થઘટન					
૭.	અવયવની રીતે બીજ શોધવાના દાખલા					
૮.	પૂર્ણવર્ગની રીતે દ્વિઘાત સમીકરણનાં બીજ મેળવવાં					
૯.	સમીકરણોનો વિવેચક શોધી સમીકરણના					
	બીજ સ્વરૂપ વિશેનાં દાખલાઓ					
૧૦.	દ્વિઘાત સમીકરણનાં બે બીજનાં સરવાળાનાં (દાખલા)					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૧૧.	દ્વિઘાત સમીકરણનાં બે બીજના ગુણાકારના (દાખલા)					
૧૨.	બીજ પરથી દ્વિઘાત સમીકરણ મેળવવું					
૧૩.	સમીકરણના વાસ્તવિક ઉકેલ મેળવવાના દાખલા					
૧૪.	દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટ પ્રશ્નો					
૧૫.	$\Delta = b^2 - 4ac$ સૂત્રને યાદ રાખવું					
૧૬.	$\alpha = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ અને $\beta = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$ સૂત્રો યાદ રાખવા					
૦	પ્રકરણ : ૬ દ્વિઘાત સમીકરણ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૭ ત્રિકોણમિતિ					
૧.	ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તર ($sin\theta, cos\theta$ $tan\theta, sec\theta, cosec\theta$)					
૨.	ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરોના નિત્યસમો યાદ રાખવા					
૩.	પાઇથાગોરસના સિદ્ધાંત આધારિત દાખલાઓ					
૪.	એક ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તર પરથી અન્ય ગુણોત્તરો મેળવવા					
૫.	કોટીકોણના ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરો જેવાં કે $sin\theta(90-\theta) = cos\theta$, $tan\theta(90-\theta) = cot\theta$ વગેરે					
૬.	લઘુકોણ θ ના વિશિષ્ટ માપોનાં મૂલ્યો યાદ રાખવા (જેવા કે ૦°, ૩૦°, ૪૫°, ૬૦°, ૯૦°)					
૭.	કિંમત શોધવાના દાખલાઓ					
૮.	સાબિત કરવાના દાખલાઓ					
૦	પ્રકરણ : ૭ ત્રિકોણમિતી સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૮ અંતર અને ઉંચાઇ					
૧.	લઘુકોણ θ નાં માપો માટે NATURAL SINE અને NATURAL TANGENT ના મૂલ્યો					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૨.	લઘુકોણ θ નું માપ અંશમાં તથા કળામાં (મિનિટમાં) દર્શાવવું					
૩.	ઉત્સેધકોણનો ખ્યાલ					
૪.	અવસેધકોણનો ખ્યાલ					
૫.	ક્ષૈતિજ અંતર, લંબ અંતર તથા દૃષ્ટિ રેખાનો ખ્યાલ					
૬.	કૂટ પ્રશ્નો					
૦	પ્રકરણ : ૮ અંતર અને ઉંચાઇ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૯ આંકડાશાસ્ત્ર					
૧.	અવર્ગીકૃત માહિતીનો ખ્યાલ					
૨.	વર્ગીકૃત માહિતીનો ખ્યાલ					
૩.	Σ, n, fi, xi વગેરે સંકેતોના અર્થ યાદ રાખવા					
૪.	અવર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યકનો અર્થ					
૫.	વર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યકનો અર્થ					
૬.	મધ્યસ્થનાં સૂત્રો યાદ રાખવાં					
૭.	અવર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યસ્થનો અર્થ					
૮.	વર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યસ્થનો અર્થ					
૯.	અવર્ગીકૃત માહિતીનો મધ્યસ્થ શોધવાના દાખલા					
૧૦.	વર્ગીકૃત માહિતીનો મધ્યસ્થ શોધવાના દાખલા					
૧૧.	મધ્યક અને મધ્યસ્થની કિંમત પરથી બહુલક શોધવાના દાખલા					
૧૨.	મધ્યક પરથી ખૂટતી આવૃત્તિ શોધવાના દાખલા					
૦	પ્રકરણ-૯ આંકડાશાસ્ત્ર સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૦ ગણન					
૧.	કમ્પ્યૂટરની પ્રાથમિક માહિતી					
૨.	ફ્લો ચાર્ટની સમજૂતી					
૩.	ફ્લો ચાર્ટમાં વપરાતા સંકેતો					
૪.	CPU, IPD, OPD નો અર્થ					
૫.	CPU ના વિવિધ ભાગોનો ખ્યાલ					
૬.	અલગોરિધમનો ખ્યાલ					
૭.	રકમ પરથી ફ્લો ચાર્ટની રચના					
૦	પ્રકરણ : ૧૦ ગણન સમગ્ર રીતે					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
	પ્રકરણ : ૧૧ સમરૂપ ત્રિકોણ					
૧.	સમરૂપ આકૃતિઓનો ખ્યાલ					
૨.	એકરૂપતા અને સમરૂપતા વચ્ચેનો ભેદ					
૩.	ત્રિકોણની સમરૂપતાનો અર્થ					
૪.	સમરૂપ ત્રિકોણો : બે ત્રિકોણોની કોઇ સંગતતા માટે જો અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય અને અનુરૂપ બાજુઓનાં માપ સપ્રમાણમાં હોય તો તે સંગતતા અનુરૂપતા કહેવાય.					
૫.	રેખાઓની છેદિકાની વ્યાખ્યા					
૬.	રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કમાતા અંતઃ ખંડોની વ્યાખ્યા					
૭.	પ્રમેય : ત્રિકોણની કોઇ એક બાજુને સમાંતર રેખા બાકીની બે બાજુઓને બે ભિન્ન બિંદુઓમાં છેદી આ બાજુઓમાંથી બબ્બે રેખાખંડો બનાવે તો રેખાખંડો પૈકી એ રેખાના એક જ બંધ અર્ધતલમાં આવેલા રેખાખંડો અનુરૂપ બાજુઓને સમપ્રમાણમાં હોય					
૮.	ઉપપ્રમેય : ΔABC માં $\angle A$ નો દ્વિભાજક AD અને BC ને D માં છેદે તો AB=BC					
૯.	પ્રમેય-૨ : ત્રિકોણના શિરોબિંદુમાંથી પસાર થતી ન હોય તેવી ત્રિકોણના સમતલની રેખા જો ત્રિકોણની એક બાજુને છેદે તો તે ત્રિકોણની બીજી બાજુને છેદે, પણ ત્રીજી બાજુને ન જ છેદે					
૧૦.	પ્રમેય : ૩ કોઇ રેખા ત્રિકોણની બે બાજુઓને બે ભિન્ન બિંદુઓમાં એવી રીતે છેદે કે એના એક જ બંધ અર્ધતલમાંના તે બે બાજુઓના રેખાખંડો અનુરૂપ બાજુઓને સમપ્રમાણ હોય તો એ રેખા ત્રિકોણની બાકીની બાજુને સમાંતર હોય.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૧૧.	ઉપપ્રમેય : રેખા l અને ΔABC ની બાજુઓ AB અને AC ને અનુક્રમે બે બિંદુઓ P અને Q માં બિંદુમાં એવી રીતે છેદે કે જેથી AP=AQ થાય તો $l \parallel BC$ રેખા થાય. (P$\neq$B)					
૧૨.	$\Delta ABC \approx \Delta DEF$, તો AB=BC=AC=AB+BC+AC					
૧૩.	સમરૂપ ત્રિકોણો આધારિત દાખલાઓ					
૧૪.	સમરૂપ ત્રિકોણો આધારિત રાઈડર					
૦	પ્રકરણ : ૧૧ સમરૂપ ત્રિકોણ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૨ સમરૂપતાની શરતો					
૧.	પ્રમેય : ૪ (ખૂખૂખૂ પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચે સંગતતા આપેલી હોય અને અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.					
૨.	ઉપપ્રમેય : (ખૂખૂ પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચેની કોઈ સંગતતા માટે અનુરૂપ ખૂણાઓની બે જોડ એકરૂપ હોય, તો તે સંગતતા સમરૂપતા થાય.					
૩.	પ્રમેય : ૫ (બાખૂબા પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચેની આપેલી સંગતતા માટે અનુરૂપ બાજુઓની કોઈપણ બે જોડ સમપ્રમાણમાં હોય અને અંતર્ગત ખૂણાઓ એકરૂપ હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.					
૪.	પ્રમેય : ૬ (બાબાબા પ્રમેય) બે ત્રિકોણ વચ્ચેની આપેલી સંગતતા માટે અનુરૂપ બાજુઓ સમપ્રમાણમાં હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૫.	પ્રમેય : ૭ બે સમરૂપ ત્રિકોણોનાં ક્ષેત્રફળોનો ગુણોત્તર તેમની અનુરૂપ બાજુઓના માપના વર્ગોના ગુણોત્તર બરાબર હોય છે.					
૬.	સમરૂપતાની શરતો પર આધારિત દાખલાઓ					
૭.	સમરૂપતાની શરતો પર આધારિત રાઇડર્સ					
૦	પ્રકરણ : ૧૨ સમરૂપતાની શરતો સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણઃ૧૩ સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ					
૧.	ΔABC અને $\angle C$ લઘુકોણ છે. $AM \perp BC$, $M \in BC$ AM એ ΔABC નો વેધ છે. $\angle B$ લઘુકોણ હોય તો $B-M-C$, $\angle B$ કાટકોણ હોય તો $M=B, \angle B$ ગુરુકોણ હોય તો $M-B-C$					
૨.	પ્રમેય : ૮ કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણ પર વેધ દોરવામાં આવે, તો તેથી બનતા બે ત્રિકોણો પરસ્પર સમરૂપ હોય છે. અને તે મૂળ ત્રિકોણને પણ સમરૂપ હોય છે.					
૩.	સંલગ્ન રેખાખંડ (વ્યાખ્યા)					
૪.	પ્રમેય : ૯ કાટકોણ ત્રિકોણ પર વેધ દોરેલો હોય તો (૧) વેધની લંબાઇ એવેધથી બનતા કર્ણના રેખાખંડોની લંબાઇનો ગુણોત્તર મધ્યક છે. (૨) દરેક બાજુની લંબાઇ એ કર્ણની લંબાઇ અને કર્ણના તે બાજુના સંલગ્ન રેખાખંડની લંબાઇનો ગુણોત્તર મધ્યક છે.					
૫.	પ્રમેય : ૧૦ (પાઇથાગોરસનું પ્રમેય) કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણની લંબાઇનો વર્ગ બાકીની બાજુઓની લંબાઇના વર્ગોના સરવાળા બરાબર હોય છે.					
૬.	પ્રમેયઃ૧૧ (પાઇથાગોરસનું પ્રતીપ પ્રમેય) જો ΔABC માં $AC^2=AB^2+BC^2$ હોય તો $\angle B$ કાટકોણ છે.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૭.	એપોલોનિયસનું પ્રમેય : ΔABC માં AD મધ્યગા છે. $AB^2+AC^2=2AD^2+2BD^2$					
૮.	ΔABC માં AC સૌથી મોટી બાજુ છે. (૧) જો $AC^2=AB^2+BC^2$ તો $m\angle B=90$ આ કાટકોણ ત્રિકોણ છે. (૨) જો $AC^2>AB^2+BC^2$ તો $m\angle B>90$ આ ગુરુકોણ ત્રિકોણ છે. (૩) જો $AC^2<AB^2+BC^2$ તો $m\angle B<90$ આ લઘુકોણ ત્રિકોણ છે.					
૯.	દાખલાઓ					
૧૦.	રાઈડર					
૦	પ્રકરણ : ૧૩ સમરૂપતા અને પાઈથાગોરસ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૪ વર્તુળ અને જીવા					
૧.	વર્તુળ (વ્યાખ્યા), સંકેત, ગણ સ્વરૂપે રજૂઆત					
૨.	વર્તુળની ત્રિજ્યા (વ્યાખ્યા)					
૩.	વર્તુળની જીવા					
૪.	વર્તુળનો વ્યાસ					
૫.	વર્તુળની છેદિકા					
૬.	એકરૂપ વર્તુળો					
૭.	સમકેન્દ્રીય વર્તુળો					
૮.	વર્તુળનો અંતર્ભાગ અને બહિર્ભાગ					
૯.	વર્તુળથી વર્તુળના સમતલનું વિભાજન					
૧૦.	પ્રમેય : ૧૨ વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી જીવાને દોરેલો લંબ જીવાને દુભાગે છે.					
૧૧.	પ્રમેય : ૧૩ વર્તુળમાં વ્યાસ ન હોય તેવી જીવાના મધ્યબિંદુને કેન્દ્ર સાથે જોડતો રેખાખંડ જીવાને લંબ હોય છે.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૧૨.	પ્રમેય-૧૪ ત્રણ ભિન્ન સમરેખ બિંદુઓમાંથી એક અને માત્ર એક વર્તુળ પસાર થાય છે.					
૧૩.	પ્રમેય : ૧૫ એક જ વર્તુળમાં (એકરૂપ વર્તુળોમાં) એકરૂપ જીવાઓ વર્તુળના કેન્દ્રથી સરખા અંતરે હોય છે.					
૧૪.	પ્રમેય : ૧૬ એક જ વર્તુળમાં (એકરૂપ વર્તુળોમાં) કેન્દ્રથી સરખા અંતરે આવેલી જીવાઓ એકરૂપ હોય છે.					
૧૫.	વર્તુળના દાખલાઓ					
૧૬.	રાઈડર					
૦	પ્રકરણ : ૧૪ વર્તુળ અને જીવા સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૫ વર્તુળનું ચાપ					
૧.	વર્તુળનું ચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)					
૨.	લઘુચાપ, ગુરૂચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)					
૩.	અર્ધવર્તુળ ચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)					
૪.	લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ આંતરેલો ખૂણો (વ્યાખ્યા)					
૫.	એકરૂપ ચાપ (વ્યાખ્યા)					
૬.	AB ની લંબાઈ મેળવવાનું સૂત્ર					
૭.	પ્રમેય : ૧૭ બે એકરૂપ લઘુ ચાપે કેન્દ્ર આગળ અંતરેલા ખૂણા એકરૂપ હોય છે.					
૮.	પ્રમેય : ૧૮ એક જ વર્તુળના કેન્દ્ર આગળ એકરૂપ ખૂણા આંતરતા લઘુચાપ એકરૂપ હોય છે.					
૯.	પ્રમેય : ૧૯ જો એક જ વર્તુળના બે ચાપ એકરૂપ હોય તો તેમને અનુરૂપ વર્તુળની જીવાઓ પણ એકરૂપ હોય છે.					
૧૦.	પ્રમેય : ૨૦ જો એક વર્તુળની બે જીવાઓ એકરૂપ હોય તો તેમને અનુરૂપ લઘુચાપ કે અર્ધવર્તુળો એકરૂપ હોય છે.					
૧૧.	લઘુચાપ કે અર્ધવર્તુળ એકરૂપ હોય છે.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૧૨.	વર્તુળના ચાપે વર્તુળના બિંદુ આગળ આંતરેલો ખૂણો					
૧૩.	પ્રમેય : ૨૧ વર્તુળના લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ આંતરેલા ખૂણાનું માપ તે ચાપ વર્તુળના બાકીના ભાગ પરના કોઈપણ બિંદુ આગળ આંતરેલા ખૂણાના માપથી બમણું હોય છે.					
૧૪.	પ્રમેય : ૨૨ અર્ધવર્તુળમાં અંતર્ગત ખૂણો કાણખૂણો હોય છે.					
૧૫.	પ્રમેય : ૨૩ જો કોઈ વર્તુળના ચાપમાં અંતર્ગત ખૂણો કાટખૂણો હોય તો તે ચાપ અર્ધવર્તુળ હોય.					
૧૬.	વૃત્તખંડ (વ્યાખ્યા)					
૧૭.	વૃત્તખંડનો ખૂણો					
૧૮.	પ્રમેય : ૨૪ એક જ વૃત્તખંડના ખૂણા એકરૂપ હોય છે.					
૧૯.	પ્રમેય : ૨૫ જો બે બિંદુઓને જોડતો રેખાખંડ આ રેખાખંડને સમાવતી રેખાના એક જ અર્ધતલમાં આવેલાં બે ભિન્ન બિંદુઓ આગળ એકરૂપ ખૂણા આંતરે એ ચારેય બિંદુઓ એક જ વૃત્તખંડ પર હોય.					
૨૦.	દાખલાઓ					
૨૧.	રાઈડર					
૦	પ્રકરણ : ૧૫ વતુળનું ચાપ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૬ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક					
૧.	વર્તુળનો સ્પર્શક (વ્યાખ્યા)					
૨.	સ્પર્શ બિંદુનો અર્થ					
૩.	પ્રમેય : ૨૬ વર્તુળનો સ્પર્શક સ્પર્શ બિંદુમાંથી દોરેલી ત્રિજ્યાને લંબ હોય છે.					
૪.	પ્રમેય : ૨૬ નું પ્રતીપઃ વર્તુળની ત્રિજ્યાને તેના વર્તુળપરનાં અંત્યબિંદુએ વર્તુળના સમતલમાં દોરેલી લંબરેખા એ વર્તુળનો સ્પર્શક હોય છે.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૫.	જો કોઇ રેખા L અને વર્તુળ એ જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ (૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો એ રેખાનું દરેક બિંદુ વર્તુળના બહારના ભાગમાં હોય. (૨) જો વર્તુળ પર હોય તો રેખા વર્તુળને એક અને માત્ર એક બિંદુમાં છેદે (૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય કે રેખા વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી હોય તો એરેખા વર્તુળને લંબપાદથી સમાન અંતરે આવેલા બે બિંદુઓમાં છેદે					
૬.	પ્રમેય : ૨૭ વર્તુળના બહારના P બિંદુમાંથી પસાર થતાં વર્તુળના બે સ્પર્શક વર્તુળને બિંદુઓ A અને B આગળ સ્પર્શે તો PA=PB થાય.					
૭.	પ્રમેય : ૨૮ કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્યબિંદુએ વર્તુળને સ્પર્શતાં સ્પર્શક સાથે એ જીવાએ બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલાં ખૂણાના માપ જેટલું હોય છે.					
૮.	પ્રમેય : ૨૯ કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્ય બિંદુમાંથી પસાર થતી રેખા વર્તુળના સમતલમાં એવી રીતે દોરવામાં આવે છે કે તે રેખાએ જીવા સાથે બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાના માપ જેટલું હોય તો તે રેખાએ વર્તુળનો સ્પર્શક છે.					
૯.	જીવાના ખંડો					
૧૦.	પ્રમેય : ૩૦ જો વર્તુળની બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખા પરસ્પર (વર્તુળની અંદર કે બહાર) છેદે તો એક જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસનું ક્ષેત્રફળ બીજા જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસના ક્ષેત્રફળની બરાબર હોય છે.					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૧૧.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવા એકબીજાને Q બિંદુમાં છેદે તો AQ×QB=CQ×DQ					
૧૨.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાના સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો AR×BR=CR×DR					
૧૩.	પ્રમેય : ૩૧ કોઇ વર્તુળના બિંદુ T આગળનો સ્પર્શક PT અને એ વર્તુળની તેને A અને B માં છેદતી છેદિકા AB પરસ્પર જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં આવેલા બિંદુ P માં છેદે તો $AP.PB=PT^2$					
૧૪.	સ્પર્શતાં વર્તુળો					
૧૫.	પ્રમેય : ૩૨ પરસ્પર સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ વર્તુળનાં કેન્દ્રોમાંથી પસાર થતી રેખા પર હોય છે.					
૧૬.	$O[P,R_1]$ અને $O[Q,R_1]$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે તો $PQ=[R_1+R_2]$					
૧૭.	$O(P,R_1)$ અને $O(Q,R_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=\|R_1-R_2\|$					
૧૮.	અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળનો એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.					
૧૯.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ (વ્યાખ્યા, અર્થ)					
૨૦.	ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત (વ્યાખ્યા)					
૨૧.	પ્રમેય : ૩૩ ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય છે.					
૨૨.	પ્રમેય : ૩૪ જે ચતુષ્કોણના સામ સામેના ખૂણા પૂરક હોય તો તે ચતુષ્કોણ ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય છે.					
૨૩.	દાખલાઓ					
૨૪.	રાઇડર					
૦	પ્રકરણ : ૧૬ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક સમગ્ર રીતે					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
	પ્રકરણ : ૧૭ રચનાઓ					
૧.	સીધી પટ્ટીની પૂર્વ ધારણાઓ					
૨.	પરિકરની પૂર્વધારણાઓ					
૩.	બહુકોણનો ખ્યાલ					
૪.	અંતર્ગત બહુકોણનો ખ્યાલ					
૫.	પરિગત બહુકોણનો ખ્યાલ					
૬.	રેખાખંડનો દ્વિભાજક તથા લંબદ્વિભાજક					
૭.	ખૂણાના દ્વિભાજકનો ખ્યાલ					
૮.	વિવિધ માપના ખૂણાઓની રચના (૯૦°, ૬૦°, ૪૫°, ૨૨.૫°, ૭૫°, ૧૫° વગેરે)					
૯.	લઘુકોણને સમાવતા વૃત્તખંડની ચાપની રચના					
૧૦.	ત્રિકોણની રચના					
૧૧.	શિરઃકોણ અને શિરઃકોણમાંથી પસાર થતાં વેધ પરથી ત્રિકોણની રચના					
૧૨.	શિરઃકોણ અને શિરઃકોણમાંથી પસાર થતી મધ્યગા પરથી ત્રિકોણની રચના, કર્ણ અને એકબાજુ પરથી કાટકોણ ત્રિકોણની રચના					
૦	પ્રકરણ : ૧૭ રચનાઓ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૮ ક્ષેત્રફળ					
૧.	લઘુવૃત્તાંશના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૨.	ગુરુવૃત્તાંશના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૩.	લઘુવૃત્તાંશ અને ગુરુવૃત્તાંશના ક્ષેત્રફળ માટેના દાખલાઓ					
૪.	લઘુચાપ અને ગુરુચાપની લંબાઇ આધારિત દાખલાઓ					
૫.	લઘુચાપ અને ગુરૂચાપની લંબાઇ આધારિત દાખલાઓ					
૬.	લઘુવૃત્ત ખંડના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૭.	ગુરુવૃત્ત ખંડના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૮.	લઘુવૃત્તખંડ અને ગુરુવૃત્તખંડના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ					

ક્રમ	એકમ	ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું
૯.	શંકુની વક્ર સપાટી અને કુલ સપાટીના ક્ષેત્રફળ માટેનાં સૂત્રો યાદ રાખવાં					
૧૦.	શંકુના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ					
૧૧.	શંકુ માટે લંબ ઉંચાઇ, વક્ર ઉંચાઇ (ત્રાંસી ઉંચાઇ) અને ત્રિજ્યાની સમજ					
૧૨.	ગોળાની વક્રસપાટીનું ક્ષેત્રફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૧૩.	અર્ધગોળાની કુલ સપાટીનું ક્ષેત્રફળનું સૂત્ર યાદ રાખવુ					
૧૪.	ગોળાની વક્ર સપાટી તથા અર્ધગોળાની વક્ર સપાટીના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ					
૧૫.	વિવિધ ભૌમિતિક આકારની પરિમિતિનો અર્થ					
૦	પ્રકરણ : ૧૬ ક્ષેત્રફળ સમગ્ર રીતે					
	પ્રકરણ : ૧૯ ઘનફળ					
૧.	સમઘન તથા લંબઘનના ઘનફળનાં સૂત્રો યાદ રાખવા					
૨.	સમઘન અને લંબઘનના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ					
૩.	નળાકારના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૪.	નળાકારના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ					
૫.	શંકુના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૬.	શંકુના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ					
૭.	ગોળાના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું					
૮.	ગોળાના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ					
૯.	વિવિધ આકારોને પીગાળી અન્ય આકાર બનાવવાના દાખલાઓ (જેમકે ગોળાને પીગાળી શંકુ બનાવવો વગેરે)					
૦	પ્રકરણ : ૧૯ ઘનફળ સમગ્ર રીતે					

પરિશિષ્ટ-૨
ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયનાં એકમોનું અઘરાપણું જાણવા માટેનું ઉપકરણ
(શિક્ષકો માટે)

માર્ગદર્શક	સંશોધક
ડૉ. ડી. એ. ઉચાટ	વી. બી. ભેંસદડિયા
પ્રાધ્યાપક અને અધ્યક્ષ	જિલ્લા શિક્ષણાધિકારી
શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન	રાજકોટ
સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી	
રાજકોટ-૩૬૦૦૦૫	

શિક્ષણશાસ્ત્ર ભવન સૌરાષ્ટ્ર યુનિવર્સિટી રાજકોટ

શિક્ષક મિત્ર,

ધોરણ-૧૦ ના ગણિત વિષયમાં વિવિધ પ્રકરણો અને તેમનાં વિવિધ એકમો/મુદ્દાઓ તમને શિખવવા કેટલાં અઘરાં લાગ્યાં, તે અમારે જાણવું છે.

આ માટે તમારો સહકાર જોઇએ છે. આપશોને ?

તમને આ રીતે સહકાર આપવાનો છે. ગણિત વિષયના પ્રત્યેક એકમની સામે નીચે પ્રમાણેના વિભાગો દર્શાવ્યા છે.

ખૂબ જ અઘરું	અઘરું	સામાન્ય	સહેલું	ખૂબ જ સહેલું

તમને ગણિતનો પ્રત્યેક એકમ શિખવવામાં કેટલાં પ્રમાણમાં અઘરો કે સહેલો લાગ્યો છે તે તમારે દર્શાવવાનું છે. આ માટે ઉપરોક્ત પાંચ વિભાગો પૈકી એક વિભાગમાં '✓' નિશાની કરીને દરેક એકમ માટે તમારે તમારો અભિપ્રાય દર્શાવવાનો છે.

અભિપ્રાયો આપવામાં તમને પણ લાભ થશે. ગણિતના પ્રત્યેક પ્રકરણમાં કયા કયા મુદ્દાઓનો સમાવેશ થયો છે, તેનો તમને ખ્યાલ મળશે. વળી, દરેક મુદ્દો કેટલો અઘરો લાગે છે તે અંગે અભિપ્રાય આપશો ત્યારે હવે તે મુદ્દા માટે કેટલી તૈયાર કરવી પડશે તેની સ્પષ્ટ સમજ આવશે.

તમારા સાચા અને પૂરા અભિપ્રાયો ઉપર જ આ સંશોધનની સફળતાનો આધાર છે, તે ભૂલશો નહીં.

વી. બી. ભેંસદડિયા

સામાન્ય માહિતી

		અટક	નામ	પિતાનું નામ
પૂરું નામ	:	______	______	______
શાળાનું નામ	:	______	______	______

પરિશિષ્ટ-૩
શૈક્ષણિક એકમોની કઠિનતા અને કઠિનતાકક્ષા

ક્રમ	શૈક્ષણિક એકમ	વિદ્યાર્થીઓના સંદર્ભમાં		શિક્ષકોના સંદર્ભમાં	
		કઠિનતા	કઠિનતા કક્ષા	કઠિનતા	કઠિનતા કક્ષા
	પ્રકરણ : ૧ વિધેય				
૧.	વિધેયનો એકમ	૨.૩૩	૨	૨.૨૦	૨
૨.	એક-એક સંગતતાનો ખ્યાલ	૨.૪૧	૨	૨.૩૩	૨
૩.	અનેક-એક સંગતતાનો ખ્યાલ	૨.૫૧	૩	૨.૪૨	૨
૪.	એક-અનેક વિધેય નથી તેનો ખ્યાલ	૨.૫૦	૩	૨.૫૧	૩
૫.	અરિક્ત ગણનો ખ્યાલ	૨.૫૦	૩	૨.૪૨	૨
૬.	વિધેયને દર્શાવતી રીત	૨.૪૦	૨	૨.૩૮	૨
૭.	વિધેયને વેન આકૃતિ સ્વરૂપે દર્શાવવું	૨.૪૩	૨	૨.૩૩	૨
૮.	વિધેયમાં પ્રદેશ, સહપ્રદેશ, વિસ્તારનો ખ્યાલ	૨.૨૧	૨	૨.૧૧	૧
૯.	સંવૃત્ત, વિવૃત્ત, સંવૃત્ત-વિવૃત્ત, વિવૃત્ત-સંવૃત્ત અંતરાલનો ખ્યાલ	૨.૩૧	૨	૨.૨૨	૨
૧૦.	વાસ્તવિક ચલનું વિધેય	૨.૭૫	૩	૨.૬૨	૩
૧૧.	વાસ્તવિક વિધેય	૨.૮૨	૪	૨.૭૨	૩
૧૨.	વાસ્તવિક ચલનું વાસ્તવિક વિધેય	૨.૮૬	૪	૨.૮૨	૪
૧૩.	વિધેયનું મૂલ્ય	૨.૭૭	૩	૨.૭૨	૩
૧૪.	સુરેખ વાસ્તવિક વિધેયનો ખ્યાલ	૩.૧૦	૪	૨.૭૦	૩
૧૫.	વિધેયમાં પ્રદેશ, વિસ્તાર અને વિધેયના સંકેતનો ખ્યાલ	૨.૫૯	૩	૨.૪૨	૨
૧૬.	વિધેય સંખ્યાગણોનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો)	૨.૦૮	૧	૨.૦૨	૧
૦	પ્રકરણ-૧ વિધેય સમગ્ર રીતે	૨.૫૩૬	૩	૨.૪૩૪	૨
	પ્રકરણ : ૨ સંમેય પદાવલિઓ				
૧૭.	ચલ અચલનો ખ્યાલ	૨.૪૫	૨	૨.૮૪	૪
૧૮.	સહગુણક, પદ, ઘાતાંક, બહુપદી ખ્યાલ (N, Z, Q, R પરની બહુપદીઓ)	૨.૫૫	૩	૨.૪૩	૨
૧૯.	સમાન સંમેય પદાવલીનો ખ્યાલ	૨.૩૪	૨	૨.૨૧	૨
૨૦.	સંમેય પદાવલિમાં અતિ સંક્ષિપ્ત રૂપનો ખ્યાલ	૨.૨૬	૨	૨.૨૪	૨

૨૧.	સંમેય પદાવલિનાં સરવગાળા-બાદબાકી માટે જરૂરી લ.સા.અ.નો ખ્યાલ	૨.૩૪	૨	૨.૨૨	૨
૨૨.	સંમેય પદાવલિમાં ગુણાકાર-ભાગાકાર, વ્યસ્ત-સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ	૨.૧૭	૧	૨.૧૨	૧
૨૩.	બહુપદીનો ખ્યાલ (N, Z, Q, R નો) પરની બહુપદી	૨.૩૮	૨	૨.૨૧	૨
૨૪.	મિશ્ર-બૈજિક ક્રિયાઓવાળી સંમેય પદાવલિનો ખ્યાલ (સરવાળા, બાદબાકી) વગેરે	૨.૮૪	૪	૨.૭૨	૩
૨૫.	સમચ્છેદી પદાવલિઓનો ખ્યાલ	૨.૮૫	૪	૨.૬૫	૩
૨૬.	વિષમચ્છેદી પદાવલિનો ખ્યાલ	૨.૭૬	૩	૨.૭૨	૩
૦	પ્રકરણ : ૨ સંમેય પદાવલિઓ સમગ્ર રીતે	૨.૪૯૪	૩	૨.૪૩૬	૨
	પ્રકરણ : ૩ ચક્રીય પદાવલી				
૨૭.	ચક્રીય પદાવલીનો અર્થ	૨.૩૪	૨	૨.૩૧	૨
૨૮.	ચક્રીય પદાવલીમાં ક્રમનું મહત્ત્વ	૨.૧૩	૧	૨.૧૦	૧
૨૯.	સુરેખ અવયવોનો ખ્યાલ	૨.૩૬	૨	૨.૨૧	૨
૩૦.	દ્વિઘાત અવયવોનો ખ્યાલ	૨.૫૫	૩	૨.૩૨	૨
૩૧.	ઘાતાંકને આધારે પદોને ઉતરતા ક્રમમાં ગોઠવવા	૨.૧૫	૧	૨.૧૨	૧
૦	પ્રકરણ-૩ ચક્રીય પદાવલી સમગ્ર રીતે	૨.૩૦૬	૨	૨.૨૧૨	૨
	પ્રકરણ : ૪ ગુણોત્તર અને પ્રમાણ				
૩૨.	ગુણોત્તર (વ્યાખ્યા)	૨.૫૩	૩	૨.૪૨	૨
૩૩.	ગુણોત્તરમાં પૂર્વપદ અને ઉત્તરપદ	૨.૩૨	૨	૨.૨૩	૨
૩૪.	શૂન્ય ગુણોત્તર	૨.૪૯	૩	૨.૨૯	૨
૩૫.	વ્યસ્ત ગુણોત્તર	૨.૨૯	૨	૨.૨૧	૨
૩૬.	શૂન્યેતર ગુણોત્તર	૨.૪૯	૩	૨.૩૨	૨
૩૭.	સમાન ગુણોત્તર	૨.૩૯	૨	૨.૩૦	૨
૩૮.	પ્રમાણનો ખ્યાલ	૨.૫૫	૩	૨.૪૮	૩
૩૯.	એકાંતર પ્રમાણનો નિયમ	૨.૩૨	૨	૨.૩૦	૨
૪૦.	ઉત્તર પ્રમાણનો નિયમ	૨.૩૯	૨	૨.૩૨	૨
૪૧.	યોગ પ્રમાણનો નિયમ	૨.૩૦	૨	૨.૨૮	૨
૪૨.	વિયોગ પ્રમાણનો નિયમ	૨.૧૭	૧	૨.૧૨	૧
૪૩.	ગુણોત્તર મધ્યક (વ્યાખ્યા)	૨.૩૦	૨	૨.૨૭	૨
૪૪.	દરેક ગુણોત્તરની કિંમત શોધવી	૨.૫૨	૩	૨.૫૦	૩
૪૫.	કિંમત શોધવાના દાખલાઓ	૨.૪૮	૩	૨.૪૯	૩

૪૬	સાબિતીવાળા દાખલાઓ	૨.૭૦	૩	૨.૭૧	૩
૦	પ્રકરણ : ૪ ગુણોત્તર અને પ્રમાણ સમગ્ર રીતે	૨.૪૧૬	૨	૨.૩૪૯	૨
	પ્રકરણ : ૫ ચલન				
૪૭.	ચલનો ખ્યાલ	૨.૭૦	૩	૨.૬૫	૩
૪૮.	વ્યસ્ત ચલનો ખ્યાલ	૨.૫૨	૩	૨.૪૮	૩
૪૯.	સંયુક્ત ચલનનો ખ્યાલ	૨.૩૨	૨	૨.૩૦	૨
૫૦.	આંશિક ચલનો ખ્યાલ	૨.૫૬	૩	૨.૫૨	૩
૫૧.	સમચલન આધારિત કિંમત શોધવાના દાખલા	૨.૫૮	૩	૨.૫૧	૩
૫૨.	વ્યસ્ત ચલન પર આધારિત દાખલાઓ	૨.૫૭	૩	૨.૫૩	૩
૫૩.	સંયુક્ત ચલન પર આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૯	૩	૨.૬૩	૩
૫૪.	આંશિક ચલન પર આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૯	૩	૨.૬૮	૩
૫૫.	વ્યસ્ત ચલન પર આધારિત સાબિતીવાળા દાખલાઓ	૨.૬૯	૩	૨.૬૪	૩
૫૬.	સંયુક્ત ચલન પર આધારિત સાબિતીવાળા દાખલાઓ	૨.૭૯	૩	૨.૭૨	૩
૫૭.	કૂટ પ્રશ્નો	૨.૮૭	૪	૨.૮૩	૪
૦	પ્રકરણ-૫ ચલન સમગ્ર રીતે	૨.૬૩૫	૩	૨.૫૯૦	૩
	પ્રકરણ : ૬ દ્વિઘાત સમીકરણ				
૫૮.	દ્વિઘાત બહુપદીના પ્રમાણિત સ્વરૂપનો ખ્યાલ	૨.૭૫	૩	૨.૭૨	૩
૫૯.	સમીકરણના બીજનો ખ્યાલ	૨.૬૪	૩	૨.૬૨	૩
૬૦.	સમીકરણના ઉકેલ કે બીજના દાખલા	૨.૫૫	૩	૨.૫૦	૩
૬૧.	દ્વિઘાત બહુપદી વિધેયની સમજૂતી	૨.૮૬	૪	૨.૮૨	૪
૬૨.	વિવેચક (Δ) ની કિંમતના દાખલાઓ	૨.૭૫	૩	૨.૭૧	૩
૬૩.	વિવેચકની કિંમત પરથી બીજના સ્વરૂપ અંગેનું અર્થઘટન	૨.૪૬	૨	૨.૪૩	૨
૬૪.	અવયવની રીતે બીજ શોધવાના દાખલા	૨.૩૧	૨	૨.૨૮	૨
૬૫.	પૂર્ણવર્ગની રીતે દ્વિઘાત સમીકરણનાં બીજ મેળવવા	૨.૬૮	૩	૨.૬૨	૩
૬૬.	સમીકરણોનો વિવેચક શોધી સમીકરણના બીજ સ્વરૂપ વિશેના દાખલાઓ	૨.૩૮	૨	૨.૩૨	૨
૬૭.	દ્વિઘાત સમીકરણનાં બે બીજના સરવાળાના (દાખલા)	૨.૨૬	૨	૨.૨૧	૨

૬૮.	દ્વિઘાત સમીકરણના બે બીજના ગુણાકારના (દાખલા)	૨.૬૫	૩	૨.૬૧	૩
૬૯.	બીજ પરથી દ્વિઘાત સમીકરણ મેળવવું	૩.૦૯	૪	૩.૦૭	૪
૭૦.	સમીકરણના વાસ્તવિક ઉકેલ મેળવવાના દાખલા	૨.૪૦	૨	૨.૩૫	૨
૭૧.	દ્વિઘાત સમીકરણના કૂટ પ્રશ્નો	૧.૯૭	૧	૧.૯૦	૧
૭૨.	$\Delta = b^2 - 4ac$ સૂત્રને યાદ રાખવું	૨.૪૨	૨	૨.૩૮	૨
૭૩.	$\alpha = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a}$ અને $\beta = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$ સૂત્રો યાદ રાખવા	૨.૪૩	૨	૨.૩૯	૨
૦	પ્રકરણ : ૬ દ્વિઘાત સમીકરણ સમગ્ર રીતે	૨.૫૩૮	૩	૨.૪૯૬	૩
	પ્રકરણ : ૭ ત્રિકોણમિતિ				
૭૪.	ત્રિકોણમિતિય ગુણોત્તર ($sin\theta, cos\theta$ $tan\theta, sec\theta, cosec\theta$)	૨.૫૬	૩	૨.૫૨	૩
૭૫.	ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરોના નિત્યસમો યાદ રાખવા	૨.૩૦	૨	૨.૨૮	૨
૭૬.	પાઇથાગોરસના સિદ્ધાંત આધારિત દાખલાઓ	૨.૨૫	૨	૨.૨૪	૨
૭૭.	એક ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તર પરથી અન્ય ગુણોત્તરો મેળવવા	૨.૪૮	૩	૨.૪૦	૨
૭૮.	કોટીકોણના ત્રિકોણમિતીય ગુણોત્તરો જેવાં કે $sin\theta(90-\theta) = cos\theta$, $tan\theta(90-\theta) = cot\theta$ વગેરે	૨.૫૩	૩	૨.૫૧	૩
૭૯.	લઘુકોણ θ ના વિશિષ્ટ માપોનાં મૂલ્યો યાદ રાખવા (જેવા કે ૦°, ૩૦°, ૪૫°, ૬૦°, ૯૦°)	૨.૬૬	૩	૨.૬૨	૩
૮૦.	કિંમત શોધવાના દાખલાઓ	૨.૩૯	૨	૨.૩૦	૨
૮૧.	સાબિત કરવાના દાખલાઓ	૨.૬૭	૩	૨.૬૨	૩
૦	પ્રકરણ : ૭ ત્રિકોણમિતિ સમગ્ર રીતે	૨.૪૮૦	૨	૨.૪૩૬	૨
	પ્રકરણ : ૮ અંતર અને ઉંચાઇ				
૮૨.	લઘુકોણ θ નાં માપો માટે NATURAL SINE અને NATURAL TANGENT નાં મૂલ્યો	૩.૦૫	૪	૩.૦૩	૪
૮૩.	લઘુકોણ θ નું માપ અંશમાં તથા કળામાં (મિનિટમાં) દર્શાવવું	૨.૮૨	૪	૨.૭૮	૩

૮૪.	ઉત્સેધકોણનો ખ્યાલ	૨.૩૮	૨	૨.૩૨	૨
૮૫.	અવસેધકોણનો ખ્યાલ	૨.૩૨	૨	૨.૩૦	૨
૮૬.	ક્ષૈતિજ અંતર, લંબ અંતર તથા દૃષ્ટિ રેખાનો ખ્યાલ	૨.૮૮	૪	૨.૮૩	૪
૮૭.	કૂટ પ્રશ્નો	૩.૦૧	૪	૩.૦૫	૪
૦	પ્રકરણ : ૮ અંતર અને ઉંચાઇ સમગ્ર રીતે	૨.૭૪૩	૩	૨.૭૧૮	૩
	પ્રકરણ : ૯ આંકડાશાસ્ત્ર				
૮૮.	અવર્ગીકૃત માહિતીનો ખ્યાલ	૨.૫૪	૩	૨.૫૩	૩
૮૯.	વર્ગીકૃત માહિતીનો ખ્યાલ	૨.૪૮	૩	૨.૪૫	૨
૯૦.	Σ, n, fi, xi વગેરે સંકેતોના અર્થ યાદ રાખવા	૨.૧૮	૨	૨.૧૫	૨
૯૧.	અવર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યકનો અર્થ	૨.૩૦	૨	૨.૨૮	૨
૯૨.	વર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યકનો અર્થ	૨.૩૨	૨	૨.૩૦	૨
૯૩.	મધ્યસ્થનાં સૂત્રો યાદ રાખવાં	૨.૧૯	૨	૨.૩૦	૨
૯૪.	અવર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યસ્થનો અર્થ	૨.૪૬	૨	૨.૪૫	૨
૯૫.	વર્ગીકૃત માહિતીના મધ્યસ્થનો અર્થ	૨.૪૦	૨	૨.૩૮	૨
૯૬.	અવર્ગીકૃત માહિતીનો મધ્યસ્થ શોધવાના દાખલા	૨.૩૦	૨	૨.૩૮	૨
૯૭.	વર્ગીકૃત માહિતીનો મધ્યસ્થ શોધવાના દાખલા	૨.૪૦	૨	૨.૪૨	૨
૯૮.	મધ્યક અને મધ્યસ્થની કિંમત પરથી બહુલક શોધવાના દાખલા	૨.૩૫	૨	૨.૩૨	૨
૯૯.	મધ્યક પરથી ખૂટતી આવૃત્તિ શોધવાના દાખલા	૨.૬૦	૩	૨.૬૨	૩
૦	પ્રકરણ-૯ આંકડાશાસ્ત્ર સમગ્ર રીતે	૨.૩૭૭	૨	૨.૩૮૨	૨
	પ્રકરણ : ૧૦ ગણન				
૧૦૦.	કમ્પ્યૂટરની પ્રાથમિક માહિતી	૨.૩૯	૨	૨.૩૨	૨
૧૦૧.	ફ્લો ચાર્ટની સમજૂતી	૨.૪૧	૨	૨.૩૫	૨
૧૦૨.	ફ્લો ચાર્ટમાં વપરાતા સંકેતો	૨.૦૮	૧	૨.૦૫	૧
૧૦૩.	CPU, IPD, OPD નો અર્થ	૨.૨૨	૨	૨.૨૧	૨
૧૦૪.	CPU ના વિવિધ ભાગોનો ખ્યાલ	૨.૩૭	૨	૨.૩૮	૨
૧૦૫.	અલગોરીધમનો ખ્યાલ	૨.૬૩	૩	૨.૬૨	૩
૧૦૬.	રકમ પરથી ફ્લો ચાર્ટની રચના	૨.૯૮	૪	૨.૯૪	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૦ ગણન સમગ્ર રીતે	૨.૪૪૦	૨	૨.૪૧૦	૨
	પ્રકરણ : ૧૧ સમરૂપ ત્રિકોણ				
૧૦૭.	સમરૂપ આકૃતિઓનો ખ્યાલ	૨.૩૬	૨	૨.૩૨	૨

૧૦૮.	એકરૂપતા અને સમરૂપતા વચ્ચેનો ભેદ	૨.૪૧	૨	૨.૩૮	૨
૧૦૯.	ત્રિકોણની સમરૂપતાનો અર્થ	૨.૫૨	૩	૨.૫૧	૩
૧૧૦.	સમરૂપ ત્રિકોણો : બે ત્રિકોણોની કોઇ સંગતતા માટે જો અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય અને અનુરૂપ બાજુઓનાં માપ સપ્રમાણમાં હોય તો તે સંગતતા અનુરૂપતા કહેવાય.	૨.૨૯	૨	૨.૨૬	૨
૧૧૧.	રેખાઓની છેદિકાની વ્યાખ્યા	૨.૨૨	૨	૨.૨૦	૨
૧૧૨.	રેખાઓ દ્વારા છેદિકા પર કપાતા અંતઃ ખંડોની વ્યાખ્યા	૨.૧૧	૧	૨.૦૮	૧
૧૧૩.	પ્રમેય : ત્રિકોણની કોઇ એક બાજુને સમાંતર રેખા બાકીની બે બાજુઓને બે ભિન્ન બિંદુઓમાં છેદી આ બાજુઓમાંથી બબ્બે રેખાખંડો બનાવે તો રેખાખંડો પૈકી એ રેખાના એક જ બંધ અર્ધતલમાં આવેલા રેખાખંડો અનુરૂપ બાજુઓને સમપ્રમાણમાં હોય	૨.૪૭	૨	૨.૪૦	૨
૧૧૪.	ઉપપ્રમેય : ΔABC માં $\angle A$ નો દ્વિભાજક AD અને BC ને D માં છેદે તો AB=BC	૨.૮૧	૪	૨.૭૯	૪
૧૧૫.	પ્રમેય-૨ : ત્રિકોણના શિરોબિંદુમાંથી પસાર થતી ન હોય તેવી ત્રિકોણના સમતલની રેખા જો ત્રિકોણની એક બાજુને છેદે તો તે ત્રિકોણની બીજી બાજુને છેદે, પણ ત્રીજી બાજુને ન જ છેદે	૨.૮૧	૪	૨.૭૮	૩
૧૧૬.	પ્રમેય : ૩ કોઇ રેખા ત્રિકોણની બે બાજુઓને બે ભિન્ન બિંદુઓમાં એવી રીતે છેદે કે એના એક જ બંધ અર્ધતલમાંના તે બે બાજુઓના રેખાખંડો અનુરૂપ બાજુઓને સમપ્રમાણ હોય તો એ રેખા ત્રિકોણની બાકીની બાજુને સમાંતર હોય.	૨.૫૭	૩	૨.૫૨	૩
૧૧૭.	ઉપપ્રમેય : રેખા l એ ΔABC ની બાજુઓ AB અને AC ને અનુક્રમે બે બિંદુઓ P અને Q માં બિંદુમાં એવી રીતે છેદે કે જેથી AP=AQ થાય તો $l \parallel BC$ રેખા થાય. (P$\neq$B)	૨.૮૦	૪	૨.૮૩	૪

૧૧૮.	$\Delta ABC \cong \Delta DEF$, તો AB=BC=AC=AB+BC+AC	૨.૭૩	૩	૨.૭૨	૩
૧૧૯.	સમરૂપ ત્રિકોણો આધારિત દાખલાઓ	૨.૭૩	૩	૨.૭૦	૩
૧૨૦.	સમરૂપ ત્રિકોણો આધારિત રાઇડર	૩.૦૧	૪	૩.૦૨	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૧ સમરૂપ ત્રિકોણ સમગ્ર રીતે	૨.૫૬૦	૩	૨.૫૩૬	૩
	પ્રકરણ : ૧૨ સમરૂપતાની શરતો				
૧૨૧.	પ્રમેય : ૪ (ખૂખૂખૂ પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચે સંગતતા આપેલી હોય અને અનુરૂપ ખૂણાઓ એકરૂપ હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.	૨.૭૨	૩	૨.૬૮	૩
૧૨૨.	ઉપપ્રમેય : (ખૂખૂ પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચેની કોઇ સંગતતા માટે અનુરૂપ ખૂણાઓની બે જોડ એકરૂપ હોય, તો તે સંગતતા સમરૂપતા થાય.	૨.૯૭	૪	૨.૮૪	૪
૧૨૩.	પ્રમેય : ૫ (બાખૂબા પ્રમેય) બે ત્રિકોણો વચ્ચેની આપેલી સંગતતા માટે અનુરૂપ બાજુઓની કોઈપણ બે જોડ સમપ્રમાણમાં હોય અને અંતર્ગત ખૂણાઓ એકરૂપ હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.	૨.૮૧	૪	૨.૮૦	૪
૧૨૪.	પ્રમેય : ૬ (બાબાબા પ્રમેય) બે ત્રિકોણ વચ્ચેની આપેલી સંગતતા માટે અનુરૂપ બાજુઓ સમપ્રમાણમાં હોય તો તે સંગતતા સમરૂપતા હોય.	૨.૯૧	૪	૨.૮૫	૪
૧૨૫.	પ્રમેય : ૭ બે સમરૂપ ત્રિકોણોનાં ક્ષેત્રફળોનો ગુણોત્તર તેમની અનુરૂપ બાજુઓના માપના વર્ગોના ગુણોત્તર બરાબર હોય છે.	૨.૯૧	૪	૨.૯૦	૪
૧૨૬.	સમરૂપતાની શરતો પર આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૨	૩	૨.૬૦	૩
૧૨૭.	સમરૂપતાની શરતો પર આધારિત રાઇડર્સ	૩.૦૫	૪	૩.૦૪	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૨ સમરૂપતાની શરતો સમગ્ર રીતે	૨.૮૫૬	૪	૨.૮૧૬	૪

	પ્રકરણ : ૧૩ સમરૂપતા અને પાઇથાગોરસ				
૧૨૮.	ΔABC અને $\angle C$ લઘુકોણ છે. $AM \perp BC$, $M \in BC$ AM એ ΔABC નો વેધ છે. $\angle B$ લઘુકોણ હોય તો $B-M-C$, $\angle B$ કાટકોણ હોય તો $M=B, \angle B$ ગુરુકોણ હોય તો $M-B-C$	૨.૭૬	૩	૨.૭૨	૩
૧૨૯.	પ્રમેય : ૮ કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણ પર વેધ દોરવામાં આવે, તો તેથી બનતા બે ત્રિકોણો પરસ્પર સમરૂપ હોય છે. અને તે મૂળ ત્રિકોણને પણ સમરૂપ હોય છે.	૨.૫૯	૩	૨.૫૨	૩
૧૩૦.	સંલગ્ન રેખાખંડ (વ્યાખ્યા)	૨.૨૦	૨	૨.૨૨	૨
૧૩૧.	પ્રમેય : ૯ કાટકોણ ત્રિકોણ પર વેધ દોરેલ હોય તો (૧) વેધની લંબાઇ અવેધથી બનતા કર્ણના રેખાખંડોની લંબાઇનો ગુણોત્તર મધ્યક છે. (૨) દરેક બાજુની લંબાઇ એ કર્ણની લંબાઇ અને કર્ણના તે બાજુના સંલગ્ન રેખાખંડની લંબાઇનો ગુણોત્તર મધ્યક છે.	૨.૩૩	૨	૨.૩૧	૨
૧૩૨.	પ્રમેય : ૧૦ (પાઇથાગોરસનું પ્રમેય) કાટકોણ ત્રિકોણમાં કર્ણની લંબાઇનો વર્ગ બાકીની બાજુઓની લંબાઇના વર્ગોના સરવાળા બરાબર હોય છે.	૨.૨૭	૨	૨.૨૫	૨
૧૩૩.	પ્રમેય:૧૧ (પાઇથાગોરસનું પ્રતીપ પ્રમેય) જો ΔABC માં $AC^2=AB^2BC^2$ હોય તો $\angle B$ કાટકોણ છે.	૨.૨૩	૨	૨.૨૧	૨
૧૩૪.	એપોલોનીયસનુ પ્રમેય : ΔABC માં AD મધ્યગા છે. $AC^2=AB^2+BC^2$	૨.૭૦	૩	૨.૬૮	૩
૧૩૫.	ΔABC માં AC સૌથી મોટી બાજુ છે. (૧) જો $AC^2=AB^2+BC^2$ તો $m\angle B=90$ આ કાટકોણ ત્રિકોણ છે. (૨) જો $AC^2>AB^2+BC^2$ તો $m\angle B>90$ આ ગુરુકોણ ત્રિકોણ છે. (૩) જો $AC^2<AB^2+BC^2$ તો $m\angle B<90$ આ લઘુકોણ ત્રિકોણ છે.	૨.૮૩	૪	૨.૮૨	૪

૧૩૬.	દાખલાઓ	૨.૫૮	૩	૨.૫૨	૩
૧૩૭.	રાઈડર	૨.૯૬	૪	૨.૯૩	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૩ સમરૂપતા અને પાઈથાગોરસ સમગ્ર રીતે	૨.૫૪૫	૩	૨.૫૧૮	૩
	પ્રકરણ : ૧૪ વર્તુળ અને જીવા				
૧૩૮.	વર્તુળ (વ્યાખ્યા), સંકેત, ગણ સ્વરૂપે રજૂઆત	૨.૩૦	૨	૨.૩૫	૨
૧૩૯.	વર્તુળની ત્રિજ્યા (વ્યાખ્યા)	૨.૧૮	૨	૨.૧૩	૧
૧૪૦.	વર્તુળની જીવા	૧.૮૬	૧	૧.૮૫	૧
૧૪૧.	વર્તુળનો વ્યાસ	૧.૯૦	૧	૧.૮૬	૧
૧૪૨.	વર્તુળની છેદિકા	૧.૮૮	૧	૧.૮૩	૧
૧૪૩.	એકરૂપ વર્તુળો	૧.૯૫	૧	૧.૯૪	૧
૧૪૪.	સમકેન્દ્રીય વર્તુળો	૨.૧૦	૧	૨.૦૮	૧
૧૪૫.	વર્તુળનો અંતર્ભાગ અને બહિર્ભાગ	૨.૧૬	૧	૨.૧૫	૨
૧૪૬.	વર્તુળથી વર્તુળના સમતલનું વિભાજન	૨.૨૫	૨	૨.૨૬	૨
૧૪૭.	પ્રમેય : ૧૨ વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી જીવાને દોરેલો લંબ જીવાને દુભાગે છે.	૨.૪૯	૩	૨.૪૮	૩
૧૪૮.	પ્રમેય : ૧૩ વર્તુળમાં વ્યાસ ન હોય તેવી જીવાના મધ્યબિંદુને કેન્દ્ર સાથે જોડતો રેખાખંડ જીવાને લંબ હોય છે.	૨.૭૦	૩	૨.૬૮	૩
૧૪૯.	પ્રમેય-૧૪ ત્રણ ભિન્ન સમરેખ બિંદુઓમાંથી એક અને માત્ર એક વર્તુળ પસાર થાય છે.	૨.૯૦	૪	૨.૯૨	૪
૧૫૦.	પ્રમેય : ૧૫ એક જ વર્તુળમાં (એકરૂપ વર્તુળોમાં) એકરૂપ જીવાઓ વર્તુળના કેન્દ્રથી સરખા અંતરે હોય છે.	૨.૪૮	૩	૨.૪૨	૨
૧૫૧.	પ્રમેય : ૧૬ એક જ વર્તુળમાં (એકરૂપ વર્તુળોમાં) કેન્દ્રથી સરખા અંતરે આવેલી જીવાઓ એકરૂપ હોય છે.	૨.૩૩	૨	૨.૩૨	૨
૧૫૨.	વર્તુળના દાખલાઓ	૨.૬૨	૩	૨.૬૫	૩
૧૫૩.	રાઈડર	૩.૧૫	૫	૩.૧૪	૫
૦	પ્રકરણ : ૧૪ વર્તુળ અને જીવા સમગ્ર રીતે	૨.૩૨૮	૨	૨.૩૧૬	૨

	પ્રકરણ : ૧૫ વર્તુળનું ચાપ				
૧૫૪.	વર્તુળનું ચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)	૨.૪૩	૨	૨.૪૨	૨
૧૫૫.	લઘુચાપ, ગુરુચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)	૨.૨૭	૨	૨.૨૫	૨
૧૫૬.	અર્ધવર્તુળ ચાપ (વ્યાખ્યા, સંકેત)	૨.૨૫	૨	૨.૨૪	૨
૧૫૭.	લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ અંતરેલો ખૂણો (વ્યાખ્યા)	૨.૩૦	૨	૨.૨૮	૨
૧૫૮.	એકરૂપ ચાપ (વ્યાખ્યા)	૨.૫૩	૩	૨.૫૧	૩
૧૫૯.	AB ની લંબાઇ મેળવવાનું સૂત્ર	૨.૪૫	૨	૨.૪૧	૩
૧૬૦.	પ્રમેય : ૧૭ બે એકરૂપ લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ અંતરેલા ખૂણા એકરૂપ હોય છે.	૨.૯૧	૪	૨.૯૦	૪
૧૬૧.	પ્રમેય : ૧૮ એક જ વર્તુળના કેન્દ્ર આગળ એકરૂપ ખૂણા આંતરતા લઘુચાપ એકરૂપ હોય છે.	૨.૯૬	૪	૨.૯૫	૪
૧૬૨.	પ્રમેય : ૧૯ જો એક જ વર્તુળના બે ચાપ એકરૂપ હોય તો તેમને અનુરૂપ વર્તુળની જીવાઓ પણ એકરૂપ હોય છે.	૩.૧૪	૫	૩.૧૨	૫
૧૬૩.	પ્રમેય : ૨૦ જો એક વર્તુળની બે જીવાઓ એકરૂપ હોય તો તેમને અનુરૂપ લઘુચાપ કે અર્ધવર્તુળો એકરૂપ હોય છે.	૨.૯૬	૪	૨.૯૩	૪
૧૬૪.	લઘુચાપ કે અર્ધવર્તુળ એકરૂપ હોય છે.	૨.૬૯	૩	૨.૬૪	૩
૧૬૫.	વર્તુળના ચાપે વર્તુળના બિંદુ આગળ આંતરેલો ખૂણો	૨.૯૪	૪	૨.૯૩	૪
૧૬૬.	પ્રમેય : ૨૧ વર્તુળના લઘુચાપે કેન્દ્ર આગળ આંતરેલા ખૂણાનું માપ તે ચાપ વર્તુળના બાકીના ભાગ પરના કોઇપણ બિંદુ આગળ આંતરેલા ખૂણાના માપથી બમણું હોય છે.	૩.૦૪	૪	૩.૦૩	૪
૧૬૭.	પ્રમેય : ૨૨ અર્ધવર્તુળમાં અંતર્ગત ખૂણો કાણખૂણો હોય છે.	૨.૭૩	૩	૨.૭૨	૩
૧૬૮.	પ્રમેય : ૨૩ જો કોઇ વર્તુળના ચાપમાં અંતર્ગત ખૂણો કાટખૂણો હોય તો તે ચાપ અર્ધવર્તુળ હોય.	૩.૨૦	૫	૩.૧૫	૫
૧૬૯.	વૃત્તખંડ (વ્યાખ્યા)	૨.૭૪	૩	૨.૭૨	૩
૧૭૦.	વૃત્તખંડનો ખૂણો	૨.૬૪	૩	૨.૭૭	૩
૧૭૧.	પ્રમેય : ૨૪ એક જ વૃત્તખંડના ખૂણા એકરૂપ હોય છે.	૨.૮૮	૪	૨.૮૧	૪

૧૭૨.	પ્રમેય : ૨૫ જો બે બિંદુઓને જોડતો રેખાખંડ આ રેખાખંડને સમાવતી રેખાના એક જ અર્ધતલમાં આવેલા બે ભિન્ન બિંદુઓ આગળ એકરૂપ ખૂણા અંતરે એ ચારેય બિંદુઓ એક જ વૃત્તખંડ પર હોય.	૩.૪૨	૫	૩.૩૯	૫
૧૭૩.	દાખલાઓ	૨.૯૬	૪	૨.૯૬	૪
૧૭૪.	રાઈડર	૩.૪૩	૫	૩.૪૨	૫
૦	પ્રકરણ : ૧૫ વતુળનું ચાપ સમગ્ર રીતે	૨.૮૦૩	૪	૨.૭૮૮	૪
	પ્રકરણ : ૧૬ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક				
૧૭૫.	વર્તુળનો સ્પર્શક (વ્યાખ્યા)	૨.૩૪	૨	૨.૨૪	૨
૧૭૬.	સ્પર્શ બિંદુનો અર્થ	૨.૩૮	૨	૨.૩૨	૨
૧૭૭.	પ્રમેય : ૨૬ વર્તુળનો સ્પર્શક સ્પર્શ બિંદુમાંથી દોરેલી ત્રિજ્યાને લંબ હોય છે.	૨.૭૭	૩	૨.૭૨	૩
૧૭૮.	પ્રમેય : ૨૬ નું પ્રતીપઃ વર્તુળની ત્રિજ્યાને તેના વર્તુળ પરના અંત્યબિંદુએ વર્તુળના સમતલમાં દોરેલી લંબરેખાએ વર્તુળનો સ્પર્શક હોય છે.	૩.૨૧	૫	૩.૨૦	૫
૧૭૯.	જો કોઈ રેખા L અને વર્તુળ એ જ સમતલમાં હોય અને વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી રેખા પરના લંબનો લંબપાદ (૧) જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં હોય તો એ રેખાનું દરેક બિંદુ વર્તુળના બહારના ભાગમાં હોય. (૨) જો વર્તુળ પર હોય તો રેખા વર્તુળને એક અને માત્ર એક બિંદુમાં છેદે (૩) જો અંતર્ભાગમાં હોય કે રેખા વર્તુળના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી હોય તો એ રેખા વર્તુળને લંબપાદથી સમાન અંતરે આવેલા બે બિંદુઓમાં છેદે	૩.૩૯	૫	૩.૩૫	૫
૧૮૦.	પ્રમેય : ૨૭ વર્તુળના બહારના P બિંદુમાંથી પસાર થતાં વર્તુળના બે સ્પર્શક વર્તુળને બિંદુઓ A અને B આગળ સ્પર્શે તો PA=PB થાય.	૩.૧૩	૫	૩.૧૨	૫

૧૮૧.	પ્રમેય : ૨૮ કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્યબિંદુએ વર્તુળને સ્પર્શતાં સ્પર્શક સાથે એ જીવાએ બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાના માપ જેટલું હોય છે.	૩.૪૦	૫	૩.૪૨	૫
૧૮૨.	પ્રમેય : ૨૯ કોઇ વર્તુળની જીવાના કોઇ એક અંત્ય બિંદુમાંથી પસાર થતી રેખા વર્તુળના સમતલમાં એવી રીતે દોરવામાં આવે છે કે તે રેખાએ જીવા સાથે બનાવેલા ખૂણાનું માપ એ જીવાએ વિરુદ્ધ વૃત્તખંડમાં બનાવેલા ખૂણાના માપ જેટલું હોય તો તે રેખાએ વર્તુળનો સ્પર્શક છે.	૩.૩૬	૫	૩.૩૫	૫
૧૮૩.	જીવાના ખંડો	૨.૯૪	૪	૨.૯૨	૪
૧૮૪.	પ્રમેય : ૩૦ જો વર્તુળની બે ભિન્ન જીવાઓને સમાવતી રેખા પરસ્પર (વર્તુળની અંદર કે બહાર) છેદે તો એક જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસનું ક્ષેત્રફળ બીજા જીવાના ખંડોથી બનતા લંબચોરસના ક્ષેત્રફળની બરાબર હોય છે.	૩.૧૮	૫	૩.૧૭	૫
૧૮૫.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવા એકબીજાને Q બિંદુમાં છેદે તો AQ.QB=PQ.DQ	૩.૦૩	૪	૩.૦૨	૪
૧૮૬.	P કેન્દ્રિત વર્તુળમાં AB અને CD જીવાના સમાવતી રેખા વર્તુળના બહિર્ભાગમાં R બિંદુમાં છેદે તો AR.BR=CR.DR	૨.૯૬	૪	૨.૯૬	૪
૧૮૭.	પ્રમેય : ૩૧ કોઇ વર્તુળના બિંદુ T આગળનો સ્પર્શક PT અને એ વર્તુળની તેને A અને B માં છેદતી છેદિકા AB પરસ્પર જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં આવેલા બિંદુ P માં છેદે તો $AP.PB=PT^2$	૩.૧૩	૫	૩.૧૬	૫
૧૮૮.	સ્પર્શતાં વર્તુળો	૩.૦૯	૪	૩.૦૮	૪
૧૮૯.	પ્રમેય : ૩૨ પરસ્પર સ્પર્શતાં બે વર્તુળોનું સામાન્ય સ્પર્શબિંદુ વર્તુળનાં કેન્દ્રોમાંથી પસાર થતી રેખા પર હોય છે.	૩.૧૪	૫	૩.૧૨	૫

૧૯૦.	$O[P,R_1]$ અને $O[Q,R_1]$ પરસ્પર બહારથી સ્પર્શે તો $PQ=[R_1+R_2]$	૩.૦૮	૪	૩.૦૭	૪
૧૯૧.	$O(P,R_1)$ અને $O(Q,R_2)$ પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે તો $PQ=\|R_1-R_2\|$	૨.૯૩	૪	૨.૯૨	૪
૧૯૨.	અંદરથી સ્પર્શતાં વર્તુળનો એક સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય.	૨.૫૫	૩	૨.૫૨	૩
૧૯૩.	ચક્રીય ચતુષ્કોણ (વ્યાખ્યા, અર્થ)	૨.૬૬	૩	૨.૬૨	૩
૧૯૪.	ચતુષ્કોણનું પરિવૃત્ત (વ્યાખ્યા)	૩.૦૦	૪	૩.૦૫	૪
૧૯૫.	પ્રમેય : ૩૩ ચક્રીય ચતુષ્કોણના સામસામેના ખૂણા પૂરક હોય છે.	૨.૭૮	૩	૨.૭૨	૩
૧૯૬.	પ્રમેય : ૩૪ જે ચતુષ્કોણના સામ સામેના ખૂણા પૂરક હોય તો તે ચતુષ્કોણ ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય છે.	૩.૦૦	૪	૩.૦૧	૪
૧૯૭.	દાખલાઓ	૩.૪૦	૫	૩.૪૨	૫
૧૯૮.	રાઈડર	૩.૦૦	૪	૩.૦૨	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૬ વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક સમગ્ર રીતે	૨.૯૯૪	૪	૨.૯૭૮	૪
	પ્રકરણ : ૧૭ રચનાઓ				
૧૯૯.	સીધી પટ્ટીની પૂર્વ ધારણાઓ	૨.૭૭	૩	૨.૭૨	૩
૨૦૦.	પરિકરની પૂર્વધારણાઓ	૨.૭૨	૩	૨.૭૧	૩
૨૦૧.	બહુકોણનો ખ્યાલ	૨.૭૬	૩	૨.૭૫	૩
૨૦૨.	અંતર્ગત બહુકોણનો ખ્યાલ	૩.૦૨	૪	૩.૦૧	૪
૨૦૩.	પરિગત બહુકોણનો ખ્યાલ	૨.૯૦	૪	૨.૯૧	૪
૨૦૪.	રેખાખંડનો દ્વિભાજક તથા લંબદ્વિભાજક	૨.૪૧	૨	૨.૪૦	૨
૨૦૫.	ખૂણાના દ્વિભાજકનો ખ્યાલ	૨.૪૮	૩	૨.૪૫	૨
૨૦૬.	વિવિધ માપના ખૂણાઓની રચના (૯૦°, ૬૦°, ૪૫°, ૨૨.૫°, ૭૫°, ૧૫° વગેરે)	૨.૪૧	૨	૨.૪૧	૨
૨૦૭.	લઘુકોણને સમાવતા વૃત્તખંડની ચાપની રચના	૨.૩૨	૨	૨.૩૨	૨
૨૦૮.	ત્રિકોણની રચના	૨.૩૭	૨	૨.૩૫	૨
૨૦૯.	શિરઃકોણ અને શિરઃકોણમાંથી પસાર થતા વેધ પરથી ત્રિકોણની રચના	૨.૯૦	૪	૨.૮૮	૪
૨૧૦.	શિરઃકોણ અને શિરઃકોણમાંથી પસાર થતી મધ્યગા પરથી ત્રિકોણની રચના, કર્ણ અને એકબાજુ પરથી કાટકોણ ત્રિકોણની રચના	૨.૯૪	૪	૨.૯૨	૪

૦	પ્રકરણ : ૧૭ રચનાઓ સમગ્ર રીતે	૨.૬૬૭	૩	૨.૬૫૩	૩
	પ્રકરણ : ૧૮ ક્ષેત્રફળ				
૨૧૧.	લઘુવૃતાંશના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૫૫	૩	૨.૫૨	૩
૨૧૨.	ગુરૂવૃતાંશના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૪૦	૨	૨.૩૯	૨
૨૧૩.	લઘુવૃત્તાંશ અને ગુરુવૃત્તાંશના ક્ષેત્રફળ માટેના દાખલાઓ	૨.૪૬	૨	૨.૪૨	૨
૨૧૪.	લઘુચાપ અને ગુરુચાપની લંબાઇ માટે સૂત્રો યાદ રાખવાં	૨.૫૭	૩	૨.૫૧	૩
૨૧૫.	લઘુચાપ અને ગુરુચાપની લંબાઇ આધારિત દાખલાઓ	૨.૫૧	૩	૨.૫૦	૩
૨૧૬.	લઘુવૃત ખંડના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૫૯	૩	૨.૫૪	૩
૨૧૭.	ગુરૂવૃત ખંડના ક્ષેત્રફળ માટેનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૬૮	૩	૨.૬૨	૩
૨૧૮.	લઘુવૃત્તખંડ અને ગુરુવૃત્તખંડના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૮૪	૪	૨.૮૩	૪
૨૧૯.	શંકુની વક્ર સપાટી અને કુલ સપાટીના ક્ષેત્રફળ માટેનાં સૂત્રો યાદ રાખવાં	૨.૬૪	૩	૨.૮૨	૪
૨૨૦.	શંકુના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૮૦	૪	૨.૭૮	૩
૨૨૧.	શંકુ માટે લંબ ઉંચાઇ, વક્ર ઉંચાઇ (ત્રાંસી ઉંચાઇ) અને ત્રિજ્યાની સમજ	૨.૯૧	૪	૨.૯૦	૪
૨૨૨.	ગોળાની વક્રસપાટીનું ક્ષેત્રફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૫૨	૩	૨.૫૦	૩
૨૨૩.	અર્ધગોળાની કુલ સપાટીનું ક્ષેત્રફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૪૯	૩	૨.૪૮	૩
૨૨૪.	ગોળાની વક્ર સપાટી તથા અર્ધગોળાની વક્ર સપાટીના ક્ષેત્રફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૭૪	૩	૨.૭૨	૩
૨૨૫.	વિવિધ ભૌમિતિક આકારની પરિમિતિનો અર્થ	૩.૧૦	૪	૩.૦૮	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૬ ક્ષેત્રફળ સમગ્ર રીતે	૨.૬૫૩	૩	૨.૬૪૧	૩
	પ્રકરણ : ૧૯ ઘનફળ				
૨૨૬.	સમઘન તથા લંબઘનના ઘનફળનાં સૂત્રો યાદ રાખવા	૨.૬૯	૩	૨.૬૫	૩
૨૨૭.	સમઘન અને લંબઘનના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૭	૩	૨.૬૨	૩
૨૨૮.	નળાકારના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૫૯	૩	૨.૫૮	૩

૨૨૯.	નળાકારના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૯	૩	૨.૬૪	૩
૨૩૦.	શંકુના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૪૭	૨	૨.૪૩	૨
૨૩૧.	શંકુના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૮	૩	૨.૬૪	૩
૨૩૨.	ગોળાના ઘનફળનું સૂત્ર યાદ રાખવું	૨.૬૭	૩	૨.૬૯	૩
૨૩૩.	ગોળાના ઘનફળ આધારિત દાખલાઓ	૨.૬૯	૩	૨.૬૮	૩
૨૩૪.	વિવિધ આકારોને પીગાળી અન્ય આકાર બનાવવાના દાખલાઓ (જેમકે ગોળાને પીગાળી શંકુ બનાવવો વગેરે)	૩.૦૦	૪	૩.૦૫	૪
૦	પ્રકરણ : ૧૯ ઘનફળ સમગ્ર રીતે	૨.૬૮૧	૩	૨.૬૬૪	૩

પરિશિષ્ટ-૪

એકદિવસીય સેમિનારમાં ઉપસ્થિત રહેલ શિક્ષકોની યાદી

ક્રમ	શિક્ષકોનાં નામ	શાળાનું નામ
૧.	ચિકાણી કંચન એન.	શ્રી પંચશીલ કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ
૨.	કનેરીયા ગીતાબેન સી.	શ્રી જે. કે. ગર્લ્સ હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૩.	લોઢવીયા પ્રફુલ્લાબેન ડી.	શ્રી લાલબહાદુર શાસ્ત્રી વિદ્યાલય, રાજકોટ
૪.	કારીયા લીના એચ.	શ્રી લાલબહાદુર શાસ્ત્રી કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ
૫.	વેકરીયા જિતેન્દ્ર પી.	શ્રી સમોજાદ વિદ્યામંદિર, રાજકોટ
૬.	ઉપાધ્યાય હિતેશ એન.	શ્રી સરસ્વતી માધ્યમિક કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ
૭.	નૈયા મહેશકુમાર વી.	શ્રી જવાહર શિશુ વિહાર માધ્યમિક શાળા, રાજકોટ
૮.	શુકલ મુકેશકુમાર પી.	શ્રી એકનાથ રાનડે વિદ્યાલય, રાજકોટ
૯.	જાકાસણીયા ડી.સી.	શ્રી કરણસિંહજી હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૧૦.	ગોહિલ પી. આર.	શ્રી મોહનદાસ ગાંધી વિદ્યાલય, રાજકોટ
૧૧.	છાત્રાળા મિતેષ બી.	શ્રી બાલકિશોર વિદ્યાલય, રાજકોટ
૧૨.	પરમાર જયેશ બી.	શ્રી જી. કે. ધોળકીયા શાળા સંકુલ, રાજકોટ
૧૩.	પઢીયાર મિતેષ સી.	શ્રી એલ. જી. ધોળકીયા શાળા સંકુલ, રાજકોટ
૧૪.	કાલરીયા વિપુલકુમાર પી.	શ્રી પ્રકાશ હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૧૫.	કારીયા તેજસ એમ.	શ્રી પારસમણી વિદ્યાલય, રાજકોટ
૧૬.	પંડ્યા હરિકૃષ્ણ સી.	શ્રી સરસ્વતી માધ્યમિક વિદ્યામંદિર, રાજકોટ
૧૭.	ભૂટક હરેશ પી.	શ્રી આર. એમ. છાંયા કન્યા વિદ્યાલય, રાજકોટ
૧૮.	દુસરા ભરત વી.	શ્રી સરદાર પટેલ વિદ્યામંદિર (મવડી), રાજકોટ
૧૯.	ડૉ. કુંડલીયા આરતી કે.	શ્રી લાલબહાદુર શાસ્ત્રી વિદ્યાલય, રાજકોટ
૨૦.	દલસાણીયા ડી. એન.	શ્રી જવાહર વિદ્યાલય, રાજકોટ
૨૧.	મહેતા નિશિથ સી.	શ્રી સેન્ટ તુલસી હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૨૨.	વ્યાસ અતુલભાઇ કે.	શ્રી મુરલીધર હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૨૩.	વાળા અરવિંદભાઇ એ.	શ્રી જી.ટી. ફોર ગર્લ્સ હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૨૪.	જોષી રૂપાબેન સી.	શ્રી જી.ટી. ફોર ગર્લ્સ હાઇસ્કૂલ, રાજકોટ
૨૫.	ભૂંડિયા હિતેશ પી.	શ્રી સ્વામીનારાયણ ગુરુકુળ વિદ્યાલય, રાજકોટ
૨૬.	ડૉ. ચંદ્રમૌલી વી. જોષી	શ્રી મોહનદાસ ગાંધી વિદ્યાલય, રાજકોટ
૨૭.	દોશી જનક ડી.	શ્રી વી.વી.પી. હાઇસ્કૂલ, વિરનગર
૨૮.	નથવાણી ડી. જી.	શ્રી વી.વી.પી. હાઇસ્કૂલ, વિરનગર

પરિશિષ્ટ-૫
વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક એકમ પરની એકમ કસોટી

નામ : ________________ કુમાર ☐ કન્યા ☐

શાળાનું નામ : ________________ ધોરણ : 10 વર્ગ :

વિષય : ગણિત કુલ ગુણ : 25

નીચેના દરેક પ્રશ્નોની નીચે સૂચવેલા ચાર વૈકલ્પિક ઉત્તરો પૈકી જે ઉત્તર સાચો હોય તેનો ક્રમ દરેક પ્રશ્નની સામે આપેલા કૌંસમાં લખો.

1. વર્તુળનો સ્પર્શક વર્તુળને કેટલા બિંદુમાં છેદે ? 1 [ ]
   (a) એક (b) બે (c) અસંખ્ય (d) એકપણ નહીં
2. વર્તુળના બહારના કોઇ બિંદુમાંથી તે વર્તુળને કેટલા સ્પર્શક દોરી શકાય ? 2 [ ]
   (a) એક (b) બે (c) અસંખ્ય (d) એકપણ નહીં
3. વર્તુળનો સ્પર્શક સ્પર્શબિંદુમાંથી દોરેલી ત્રિજ્યાને કેવી રીતે હોય છે ? 3 [ ]
   (a) સમાંતર (b) લંબ (c) 60^0 ના ખૂણે (d) 30^0 ના ખૂણે
4. વર્તુળના બહારના બિંદુ P માંથી પસાર થતા વર્તુળનાં બે સ્પર્શક વર્તુળને બિંદુઓ A અને B આગળ સ્પર્શે તો શું થાય ? 4 [ ]
   (a) PA>PB (b) PA<PB (c) PA#PB (d) PA=PB
5. ⊙ (P,5) નો સ્પર્શક l વર્તુળને A બિંદુમાં સ્પર્શે છે. તો $\overline{PA}$ નું માપ શું થાય ? 5 [ ]
   (a) 2.5 (b) 5 (c) 10 (d) 7.5
6. ⊙ (P,4) નો સ્પર્શક t વર્તુળને Q બિંદુમાં સ્પર્શે છે. જો t પર Q થી ભિન્ન બિંદુ R હોય તો $\overline{PR}$ નું માપ શું થાય ? 6 [ ]
   (a) 4 (b) 4થી ઓછું (c) 4 થી વધારે (d) –4
7. જો ચતુષ્કોણના ચારેય શિરોબિંદુ વર્તુળ પર આવેલા હોય તેવા ચતુષ્કોણને શું કહે છે ? 7 [ ]
   (a) સમલંબ (b) સમબાજુ (c) સમાંતરબાજુ (d) ચક્રીય
8. ☐ ABCD સમાંતર બાજુ ચતુષ્કોણ છે, જેના શિરોબિંદુઓ એક વર્તુળ પર આવેલા છે. ☐ ABCD નો પ્રકાર જણાવો. 8 [ ]
   (a) ચોરસ (b) સમબાજુ (c) લંબચોરસ (d) સમલંબ

9. □ ABCD ચક્રીય ચતુષ્કોણ છે, જો $m\angle A = 66$ હોય તો $m\angle C$ નું માપ કેટલું થાય? 9 [ ]

(a) 66 (b) 24 (c) 114 (d) 33

10. ચક્રીય ચતુષ્કોણમાં સામસામેના ખૂણા કેવા હોય છે? 10 [ ]

(a) લંબ (b) સરખા (c) એકરૂપ (d) પૂરક

11. ⊙ (P,4) અને ⊙ (Q,6) પરસ્પર એકબીજાને બહારથી સ્પર્શે છે, તો $\overline{PQ}$ નું માપ જણાવો. 11 [ ]

(a) 10 (b) 6 (c) 4 (d) 2

12. ⊙ (A,3) અને ⊙ (B,7) પરસ્પર એકબીજાને અંદરથી સ્પર્શે છે, તો $\overline{AB}$ નું માપ જણાવો. 12 [ ]

(a) 4 (b) 3 (c) 7 (d) 10

13. $\overline{AB}$ એક વર્તુળનો વ્યાસ છે, તો A અને B બિંદુઓએ દોરેલા સ્પર્શકો કેવા હોય છે? 13 [ ]

(a) પરસ્પરલંબ (b) પરસ્પર સમાંતર (c) એકજ (d) અનન્ય

14. પરસ્પર બહારથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોને કેટલા સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય? 14 [ ]

(a) એક (b) બે (c) ત્રણ (d) એકપણ નહીં

15. પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શતાં બે વર્તુળોને કેટલા સામાન્ય સ્પર્શક દોરી શકાય? 15 [ ]

(a) એક (b) બે (c) ત્રણ (d) અસંખ્ય

16. ⊙ (A,7) અને ⊙ (B,r) પરસ્પર અંદરથી સ્પર્શે છે. જો AB=2.5 હોય તો r શોધો. 16 [ ]

(a) 7 (b) 9.5 (c) 4.5 (d) 2.5

17. ⊙ (P,10) ના સમતલમાં વર્તુળની 26 અંતરે આવેલા બિંદુ A માંથી વર્તુળને AB સ્પર્શક દોરેલ છે. જે વર્તુળને B માં સ્પર્શે છે. તો $\overline{AB}$ ની લંબાઇ શોધો. 17 [ ]

(a) 10 (b) 16 (c) 24 (d) 26

18. ⊙ (P,5) અને ⊙ (P,13) સમકેન્દ્રીય વર્તુળો છે, મોટા વર્તુળની જીવા નાના વર્તુળને સ્પર્શે છે, તો આ જીવાની લંબાઇ શોધો. 18 [ ]

(a) 5 (b) 10 (c) 12 (d) 24

19. કોઇ વર્તુળના બિંદુ T આગળનો સ્પર્શક PT અને એ વર્તુળની તેને A અને B માં છેદતી છેદિકા $\overleftrightarrow{AB}$ પરસ્પર જો વર્તુળના બહિર્ભાગમાં આવેલા બિંદુ P માં છેદે તો શું સાચું છે ? 19 [ ]

(a) PT2=AB.PB (b) PT2=AP.PB (c) AB2=AP.PB (d) AB2=AT.PT

20. □^{m}PQRS ચક્રીય ચતુષ્કોણ હોય તો $m\angle P$ શોધો. 20 [ ]

(a) 60^0 (b) 90^0 (c) 45^0 (d) 30^0

21. ΔABC માં $\angle B$ કાટખૂણો છે, AB=5 અને BC=12 હોય તો ΔABC ના અંતઃવર્તુળની ત્રિજ્યા શોધો. 21 [ ]

(a) 13 (b) 17 (c) 4 (d) 2

22. ⊙ (P,20) માં $\overline{AB}$ વ્યાસ છે $\angle ABC$ અર્ધવર્તુળમાં અંતર્ગત છે. જો $BC = 20\sqrt{3}$ હોય તો $m\angle A$ શોધો. 22 [ ]

(a) 30^0 (b) 60^0 (c) 90^0 (d) 45^0

23. ચક્રીય ચતુષ્કોણમાં $m\angle A = 3m\angle C$ છે, તો $m\angle A$ શોધો. 23 [ ]

(a) 30^0 (b) 45^0 (c) 135^0 (d) 15^0

24. P,Q,R કેન્દ્રવાળા વર્તુળો પૈકી પ્રત્યેક બાકીના બેને બહારથી સ્પર્શે છે, જો PQ=4, QR=6, અને PR=8 હોય તો ત્રણેય વર્તુળોની ત્રિજ્યાઓનો સરવાળો કેટલો થાય? 24 [ ]

(a) 18 (b) 9 (c) 36 (d) 45

25. ΔABC માં $\angle B$ કાટખૂણો છે, જો AB=4.5, BC=6 હોય તો ΔABC ના અંતઃવૃતની ત્રિજ્યા કેટલી થાય ? 25 [ ]

(a) 10.5 (b) 7.5 (c) 3 (d) 1.5

પરિશિષ્ટ-ક
વર્તુળ અને તેનો સ્પર્શક એકમ કસોટીના પ્રકરણ પરના આદર્શ ઉત્તરો

1. a (એક)
2. b (બે)
3. b (લંબ)
4. d (PA=PB)
5. b (5)
6. c (4 થી વધારે)
7. d (ચક્રીય)
8. c (લંબચોરસ)
9. c (114)
10. d (પૂરક)
11. a (10)
12. a (4)
13. b (પરસ્પર સમાંતર)
14. c (ત્રણ)
15. a (એક)
16. c (4.5)
17. c (24)
18. d (24)
19. b (PT2=AP.PB)
20. b (90^0)
21. d (2)
22. b (60^0)
23. c (135^0)
24. b (9)
25. d (1.5)