

उच्च प्राथमिक विद्यालय के शिक्षकों का उन्मुखीकरण कार्यक्रम

Topics -

- Learning Outcomes
- CCE
- Pedagogy



सत्र – 2017–18

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
छत्तीसगढ़, रायपुर

प्रकाशन वर्ष – 2017

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, छत्तीसगढ़, रायपुर

मार्गदर्शक

सुधीर कुमार अग्रवाल, भा.व.से.

संचालक

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
छत्तीसगढ़, रायपुर

परामर्श

डॉ. सुनीता जैन, अतिरिक्त संचालक

समन्वयक

डेकेश्वर प्रसाद वर्मा, एवं सुश्री आई. संध्यारानी

सामग्री संकलन एवं लेखन

कोर समिति

एन.के.प्रधान

हेमन्त कुमार साव

संतोष कुमार तम्बोली

नितिन कुमार तलोकर

विषय समिति

अंग्रेजी – श्री सुशील राठोड़, विषय संयोजक

गणित – डॉ. सुधीर श्रीवास्तव, विषय संयोजक
एस.बी.डी. साहू, शंकर सिंह राठौर
श्रीमती पुष्पा चन्द्रा

विज्ञान – श्रीमती ज्योति चक्रवर्ती, विषय संयोजक
श्रीमती अनुपमा नलगुण्डवार
डॉ. नीलम अरोरा,
सुश्री अनिता श्रीवास्तव,
श्रीमती पुष्पा किस्पोट्टा

टंकण

इन्द्र कुमार गंजीर, शिव सोनी, दिवाकर निमजे, अजहर अली खान

मुद्रक

छत्तीसगढ़ पाठ्यपुस्तक निगम, रायपुर

संक्षेपिका

उच्च प्राथमिक विद्यालय के शिक्षकों का उन्मुखीकरण कार्यक्रम

राष्ट्रीय शिक्षा नीति 1986, प्रोग्राम ऑफ एक्शन, 1992 में यह भली-भांति स्पष्ट किया गया था कि बालक के समग्र विकास के लिए गुणवत्ता युक्त शिक्षा अति आवश्यक है ताकि सभी बच्चे अधिगम के वास्तविक परिणाम के लक्ष्य को हासिल कर सकें। आज स्कूली शिक्षा में शैक्षिक गुणवत्ता समाज की सबसे बड़ी अपेक्षा है। इन जन आकांक्षाओं के अनुरूप निःशुल्क और अनिवार्य बाल शिक्षा का अधिकार कानून 2009 में 6 से 14 वर्ष आयु वर्ग के प्रत्येक बच्चे के लिए गुणवत्तापूर्ण शिक्षा व्यवस्था का समावेश किया गया।

गुणवत्तापूर्ण शिक्षा के लिए राष्ट्रीय स्तर पर एन.सी.ई.आर.टी. नई दिल्ली द्वारा प्रारंभिक स्तर की सभी कक्षाओं के लिए कक्षा एवं विषयवार अधिगम परिणाम (Learning Outcomes) निर्धारित किए गए हैं। छत्तीसगढ़ राज्य ने अपने सभी लाभान्वितों की आवश्यकताओं व परिस्थितियों के अनुसार कुछ क्षेत्र आधारित अधिगम परिणामों को भी राष्ट्रीय अधिगम परिणामों के साथ समाविष्ट किया है। इससे स्थानीय जन आकांक्षाओं की प्रतिपूर्ति भी हुई है।

आज जब हम बेहतर गुणवत्तापूर्ण शिक्षा की बात करते हैं तो कई मूलभूत बिन्दुओं पर चिन्तन मनन की आवश्यक प्रतीत होती है। हमें आज ऐसी शिक्षा की आवश्यकता है जो शिक्षार्थी में ज्ञान और जीवन मूल्य दोनों का समन्वित विकास कर सकें। बच्चों की भाषा अच्छी हो, उनमें चिन्तन मनन और अभिव्यक्ति क्षमता का सामर्थ्य विकसित हो। उनके अकादमिक ज्ञान के साथ-साथ व्यवहारिक पक्ष को भी समान महत्व मिले। इस प्रकार अधिगम संवर्धन का विकास सभी विद्यालयों में सुनिश्चित करने के लिए शिक्षकों को क्षमतावान बनाना मुख्य लक्ष्य है। जब शिक्षक समर्थ होंगे तो वे कक्षा के सभी बच्चों को प्रभावी अधिगम के अवसर उपलब्ध करा पायेंगे साथ ही विशेष आवश्यकता वाले बच्चों का भी अधिगम प्रक्रिया में उपयुक्त समावेशन करने में समर्थ होंगे।

प्रारंभिक स्तर की कक्षावर एवं विषयवार अधिगम परिणाम दस्तावेज न केवल शिक्षकों के लिए शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में मददगार होगी वरन् शिक्षक, प्रशिक्षकों, शोधकर्ताओं, शैक्षिक प्रशासकों, पालकों तथा अभिभावकों, शाला प्रबंधन बच्चों को गुणवत्ता पूर्ण शिक्षा उपलब्ध कराने की दिशा में उनकी भूमिका के प्रभावी निष्पादन में कारगर सिद्ध होगी।

शिक्षा के उद्देश्य विद्यार्थियों को एक सफल व्यक्ति रूप में तैयार करना है जो आत्मविश्वास से परिपूर्ण हो और न केवल अपने दैनन्दिन कार्यों का सफलतापूर्वक संपादन करे बल्कि चुनौतीपूर्ण परिस्थितियों में भी उचित समाधान के साथ उनका सामना कर सकें।

इसके लिए विद्यालयीन स्तर से विद्यार्थियों को गुणवत्ता पूर्ण शिक्षा उपलब्ध कराने की आवश्यकता है।

छत्तीसगढ़ राज्य में 146 विकासखण्डों में प्राथमिक विद्यालय 30,919, उच्च प्राथमिक विद्यालय 13,400 है जिनमें क्रमशः 97812, 47294 शिक्षक कार्यरत है। (स्रोत- DISE DATA 2016-17 के अनुसार) मानव संसाधन विकास मंत्रालय (स्कूल शिक्षा व साक्षरता विभाग) नई दिल्ली द्वारा निःशुल्क और अनिवार्य बाल शिक्षा का अधिकार अधिनियम 2009 (2009 का 35) की धारा 38 का उपयोग करते हुए केन्द्रीय सरकार 20 फरवरी 2017 को अधिसूचना के माध्यम से निःशुल्क और अनिवार्य बाल शिक्षा का अधिकार नियम 2010 के भाग VII में नियम 23 ए उपनियम (2) के खण्ड (ग) के स्थान पर निम्नलिखित खण्ड प्रतिस्थापित किया गया है -

(ग) सभी प्रारंभिक कक्षा के लिए कक्षावार, विषयवार अधिगम परिणाम तैयार करना (घ) परिभाषित अधिगम परिणाम को प्राप्त करने के लिये सतत और व्यापक मूल्यांकन को अमल में लाने के लिये परिषद् द्वारा दिशा-निर्देश तैयार करना।

उक्त अनुक्रम में उपलब्धि शैक्षणिक उपलब्धि सर्वे 2015-16 विषयवार, कक्षावार प्राप्त विषयगत एवं पैडागॉजी कठिनाईयों का चिन्हांकन किया गया है। डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम गुणवत्ता कार्यक्रम में भी ये बात स्पष्ट रूप से उभरकर आयी है कि शिक्षकों को उनकी आवश्यकता अनुसार प्रशिक्षण आवश्यक है एवं साथ ही साथ आज के शिक्षा प्रणाली के संदर्भ में उनकी दक्षता विकास भी की जानी है। इसी संदर्भ में शिक्षकों में गुणात्मक एवं क्षमता विकास हेतु राज्य में सत्र 2016 एवं 2017 में विभिन्न प्रशिक्षण का आयोजन किया गया एवं यह जानने का प्रयास किया गया कि प्राथमिक एवं उच्च प्राथमिक विद्यालय के शिक्षकों के विषय आधारित एवं पैडागॉजी समस्याओं पर कहां मदद की आवश्यकता है। इसके आधार पर भविष्य के प्रशिक्षण की रणनीति परिषद् द्वारा बनाई गई है।

उद्देश्य :-

1. छत्तीसगढ़ के प्राथमिक एवं उच्च प्राथमिक शिक्षकों का भाषा स्तर, गणितीय स्तर, शिक्षण शास्त्र और शिक्षकों की गुणवत्ता एवं क्षमता हेतु विषय आधारित प्रशिक्षण करना।
2. वर्तमान में चल रहे पाठ्यक्रम की रूपरेखा, पाठ्यपुस्तकें और प्रशिक्षण की आवश्यकता सुनिश्चित करना।
3. गुणवत्तायुक्त शिक्षक प्रशिक्षण सुनिश्चित करना।
4. शिक्षकों में स्व-अध्याय एवं सतत सीखने की प्रवृत्ति का विकास करना।
5. शिक्षकों में सकारात्मक दृष्टिकोण का विकास करना।

अतः प्रदेश के प्राथमिक एवं उच्च प्राथमिक स्तर के शिक्षकों को Learning Outcomes /CCE एवं Pedagogy पर आधारित उन्मुखीकरण किया जाना प्रस्तावित है।

**TIME SCHEDULE FOR PRIMARY/UPPER PRIMARY TEACHERS
ORIENTATION PROGRAMME AT CLUSTER LEVEL**

TIME	DAY-1	DAY-2
09:00 TO 09:30	Registration	
09:30 TO 10:00	Inauguration	Feed Back
10:00 TO 10:30	About the programme	Outcomes and Environmental Studies/Science
10:30 TO 12:30	Outcomes and NCERT draft	
12:30 TO 01:00	Brief Discussion with participants on the talk	Activities - What, How, Why
01:00 TO 02:00	LUNCH	
02:00 TO 03:30	Outcomes and English	Framing of activities to achieve the specific objectives (Participants)
03:30 TO 05:00	Outcomes and Mathematics	
05:00 TO 05:30		Relieving

विषय-सूची

क्रमांक	विवरण
1.	अंग्रेजी
2.	विज्ञान
3.	गणित
4.	सतत् एवं समग्र मूल्यांकन

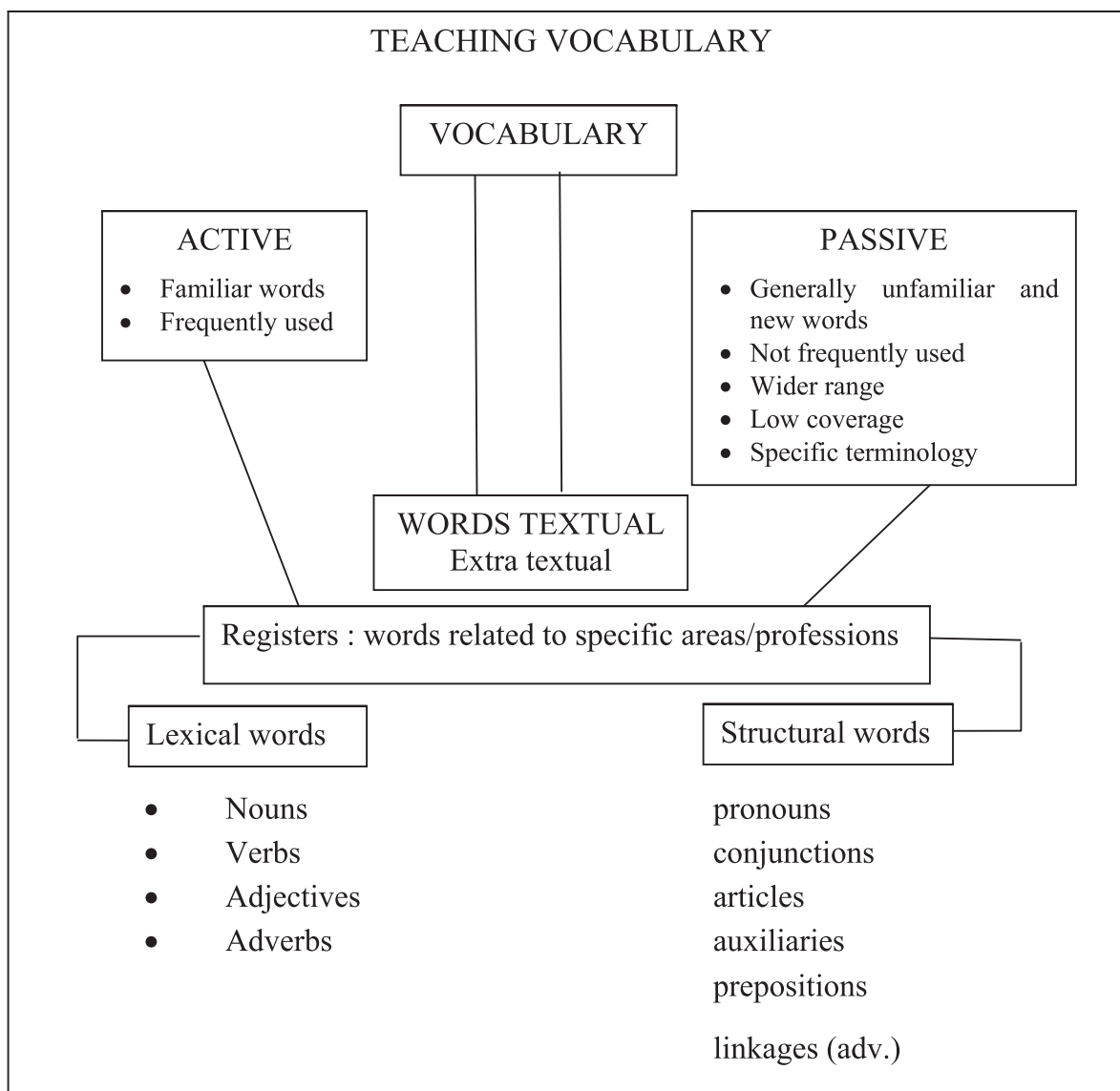
English

This module has been designed for the capacity building of teachers. So they are requested to use and design their own material according to the level of students they deal with.

Chapter 1

VOCABULARY UNIT 1

AREA	:	Vocabulary
INPUT	:	Content inpresentation
MODE	:	Activity
CONTENT	:	In the form of content delivered in the module
ACTIVITY	:	Task based
MATERIALS USED	:	Task-sheets/power-points
OUTPUT	:	Learners know how to learn more words from a given situation/words.
		Learning words in content




VOCABULARY UNIT 2

AREA	:	Vocabulary
TOPIC	:	The 3 Ss in learning vocabulary
OBJECTIVE	:	<ol style="list-style-type: none">1. To help teachers understand the purpose of learning & teaching vocabulary.2. To enable teachers understand the shape, sense and sound, level transmission of words.3. To help teachers practice and reinforce known and unknown vocabulary.4. To enrich the organic vocabulary of learners and get developed with connected words & their contents.
INPUT	:	Making additive vocabulary progressive.
MODE	:	Task-based.
PRESENTATION	:	Write-up and tasks.
MATERIALS USED	:	Flash cards & power-points/pictures.
ACTIVITIES	:	Intermittent tasks designed.
OUTPUT	:	Confident application of words.

Lexis is individual words or sets of words i.e. vocabulary items that has a specific meaning that can be looked up in a dictionary.

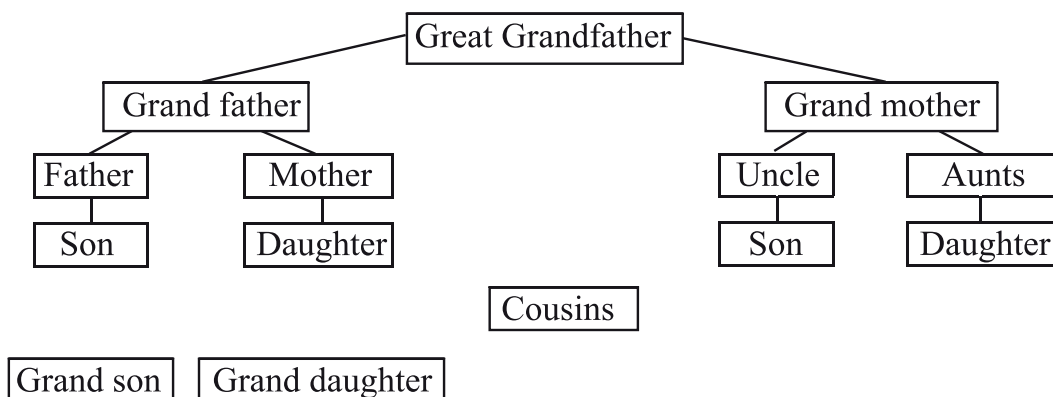
Vocabulary is an individual personal word-bank. Vocabulary items have different kinds of meaning. This refers to the first type of 's' - The sense. This is the meaning that describes the idea behind the word e.g. a tree is a large plant with a wooden trunk, branches & leaves. This is the denotation of the word.

	- The denotation	- The direct meaning
Sense	- The connotation	- The figurativemeaning
	- The contextual	- The meaning that is the result of the context or situation.

e.g.—1. The tree  can figuratively also refer to the family tree or the tree of life.

2. I went down the street in search of big Gulmohar tree that was in my friend's house. I would recognise my friend's house only by that tree.

(the big gulmohar tree indicates a situation for another aspect of the word tree in this situation.)



- Meaning of some vocabulary items is often created by adding prefixes or suffixes to the root words e.g. uncover, professional.
- Compound words also change the meanings of words i.e. two or more words have a different meaning as a set e.g. telephone number, bookshop, employment exchange, table lamp etc.
- Collocations indicate occurrence of some words together, these words are often indicators of usage e.g. have a cup of coffee, have lunch, take leave, heavy rain, grand show etc.

SYNONYMS	-	WORDS WITH SIMILAR/SAME MEANING
ANTONYMS	-	WORDS WITH OPPOSITE MEANING
LEXICAL SETS	-	GROUPS OF WORDS THAT BELONG TO THE SAME TOPIC AREA e.g. furniture, vehicle, types of food, drinks.

Look at the given table and try to analyze the sense aspect of a word:

Vocabulary items	Clear (adjective)	Paper (noun)
Denotations	1. easy to understand 2. not covered or blocked 3. having no doubt	1. material and to write or wrap things in 2. a newspaper 3. a document containing information

Synonyms	Simple (meaning) certain (meaning)	(none)
Antonyms	confusing (meaning 1) untidy, covered, hidden (meaning 2) uncured (meaning 3)	(none)
Lexical sets	none	stone, plastic, cloth (referring to non-loving things or sheet of)
Prefixes + root word	unclear	(none)
Root word + suffix	clearly, clearing	paperless
Compounds	clear-headed	paper knife, paper shop, paper plate, paper back
collocations	clear skin a clear sky a clear day	to put on paper sheet of paper
Figurative meanings	a clear head	on paper e.g. the project worked good on paper

Note that it is not always possible to find synonyms for words as few words are very similar in meaning.

TASK 1

What does each of these sets of words have in common? Are they synonyms, antonyms, lexical sets, compounds, collocations, words with prefixes or words with suffixes?

- (i) Table, chair, sofa, bed, book-case, chest of drawers, desk, computer table.
- (ii) Old-young, bright-dark, loud-quiet, slow-fast, long-short, sharp-blunt.
- (iii) A straight road, a brilliant idea, hard work, no problem, all right, extremely grateful.
- (iv) neat-tidy, precisely-exactly, to doubt-to question, nobody-no one, somebody - someone.
- (v) compact-disc, tooth brush, microwave, paperclip, lampshad, bottle top, water bottle.

- (vi) illness, badly, useless, doubtful, countable, ability, practical, dutiful.
 (vii) imperfect, rewrite, enclose, unable, illiterate, incorrect, ultramodern.

Discuss : The only way to learn vocabulary is through reading widely.

TASK 2

Match the columns:

Example of vocabulary	Categories
1. impossible, unhappy, disadvantage, rename	A. synonyms
2. hard work, a heavy box, a great idea	B. collocations
3. wonderful, marvellous, brilliant, great	C. compound words
4. longest, director, modern, slowly	D. lexical set
5. oranges, apples, mangoes, bananas	E. words with suffixes
	F. words with prefixes.

Some interesting activities:

(1). WORD LADDER In this activity teachers will make a ladder with four letter words as steps:

KIND
 U
 S
 TIME
 A
 S

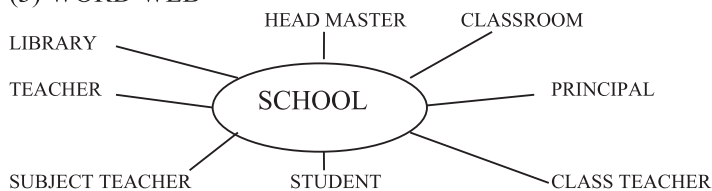
TELL (Only root words are allowed but no proper noun and no plural/ does form)

(2). Make words as many as you can, using the letters that the given word consists. (Time limit-10 minutes)

The given word is 'TEACHERS', there are eight letters in it. You can form different small or big words. The word can be of a single letter or at the most of eight letters. Since E is coming twice so you may use the same letter not more than two times.


For example: TEACHERS {EAR, EARS, TEA, SHE, HER, RAT, TEAR, SHEER..... }

(3) WORD WEB



CHAPTER 2

LISTENING - UNIT 1

AREA	:	Listening
TOPIC	:	What, why and how in 'Listening' for English as a second Language.
OBJECTIVE	:	<ol style="list-style-type: none">1. Listening to the content with comprehension.2. Listening with attention, depending on the importance of things heard.3. Listening silently and responding.
INPUT	:	<p>Sarita and Mangloo were playing in a farm. Sarita threw a ball to Mangloo. Mangloo could not catch it. The ball hit a mango tree behind Mangloo. Then the ball hit the well, then the roof of the house, then the nose of the buffalo and finally it went back to Sarita.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>[Instruction for Activity : Listen to the Passage and clap every time the ball hits]</p>
MODE	:	Demonstration as well as activity.
PRESENTATION	:	<ol style="list-style-type: none">1. Give the directions to the candidates properly, before you begin.2. Instruct regarding their participation for the said listening activity. (If they are to clap as they hear the ball hitting some object - they must be instructed regarding this.3. Read clearly, loudly and with proper intonation.
MATERIAL USED	:	A paragraph on page 7 with the title ' Jolly Kitten'.

TASK -1 :

A. Write the names of the birds in their places around the table.

S.No.	Names	Birds
1.	Sweetie
2.	Quackie
3.	Chichi
4.	Kitti
5.	Raja
6.	Mitthu

TASK-2 :

B. Use the hints given as underlined words and say your sentences using the given words in bold.

Example : Tables are for writing.

Tables are for keeping things.

Tables are for ironing clothes.

a. trees.

b. bags.

TASKING ASSIGNED : (To be performed in pairs.)

Jolly Kittens

Today is Mitthu, the parrot’s birthday. All her friends have come to her house. They are enjoying a party,

Mitthu is sitting at the head of the table. “Sweetie” the cuckoo is on her right side. “Kitti” the mynah is to her left. Next to Kitti is sitting “Chichi” the sparrow. “Raja” the peacock is sitting on the other side of the table. “Quackie” the duck is sitting next to Sweetie.

LISTENING UNIT-2

AREA	:	LISTENING
TOPIC	:	Sub skills of listening - alertness, recall & respond, reproduce.
OBJECTIVE	:	<ol style="list-style-type: none">1. Listening with alertness as well as creating alertness among candidates. (edit the required information)2. Elicit a proper response to the questions asked after understanding. (Recall and respond)3. Be able to retell. (Reproduce)
INPUT	:	CONTENT : <u>Water's for...</u> Faces I painted a face that was angry. I painted a head no hair at all. I painted a face that was happy. I painted the eyes large and bright. I painted a face that was sad. I painted a head that's upside down.

(App. 1, lesson 1, Water's for, pg. no. 146, Eng. Reader-8)

TASK 1

Look at the faces carefully. Listen to the poem and encircle the faces that you listen to in the poem:



TASK 2

Listen to the poem. Number the pictures as they occur in the poem in the boxes.

Note : Teachers can select a paragraph of a prose or a stanza of a poem for Listening activity according to class and students level.

LISTENING UNIT -3

- AREA** : LISTENING
- TOPIC** : Testing activity.
- OBJECTIVES** : To conduct activities based on listening skills.
- MODE** : Demonstration and Activity
- PRESENTATION** :
1. Read out the instruction written on the reading material.
 2. Each group must be handed one slot on the sheet.
 3. The group leaders should be instructed to read aloud the reading material.
 4. The members of the groups must be told to fill up the identity sheet individually.
- MATERIAL USED** : (Attached)
- OUTPUT** : In the open session each group will read out the information written in the identity kit. This can be assessed by the trained and compared with the other group with same question content.

The Loch Ness Monster

The Monster, who is supposed to live in Andaman an island, has long been the object of interest and gossip. Four people have seen the monster and describe it to a police inspector who has to build up an 'identikit' picture.

From PK IR4	IDENTIKIT PICTURE
Age :	
Sex :	
Height :	
Weight :	
Distinguishing feature :	

INSTRUCTIONS :

1. The following four slots are for the leaders of four different groups.
2. The group leader reads out the given data.
3. The other members of the group got (take) down, individually the information that is read out on the given identity sheet and try to imagine and draw the picture.

1st WITNESS :

You were having a leisurely walk along the shore and you clearly saw a small, flat thing moving on the surface of the water. You believe it was the head of the giant. It had a large mouth, two bulging red eyes and two small horns.

2nd WITNESS :

You were having a nap in the grass when you were woken up by loud tramping noises. When you got up you had just enough time to see a very large greenish animal diving into the water.

3rd WITNESS :

As you were fishing early one morning, you saw the monster splashing on the surface of the water. You estimated its overall length to be perhaps between 20 and 30 feet and it had a very small head in comparison with the size of its body.

4th WITNESS :

You were surveying the loch from the top of the hill with a pair of binoculars. You saw a large animal with a fat body, two humps on its back, four legs and a long neck, grazing on the shore of the loch.

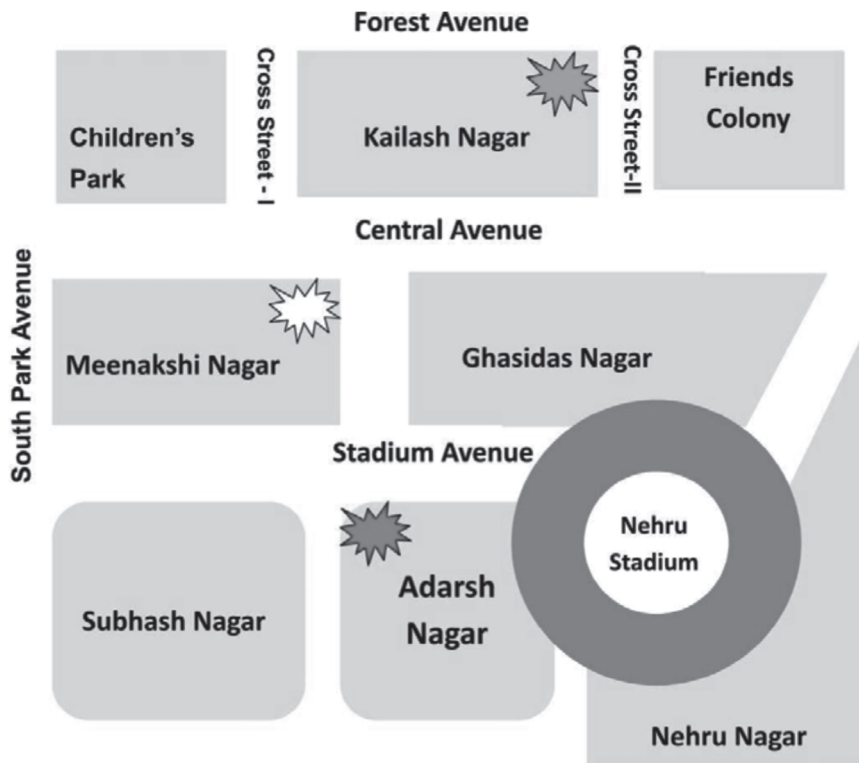
INSPECTOR PATIL

Ask each witness how and when he saw the monster. Draw up picture by putting together the various accounts you get.

Listening

Listen to the instructions given to the marathon runners and trace their route on the map given below.

The paragraph is to be read by the master trainer with appropriate pronunciation and intonation. It is given on the page 47



Please make the above diagram on the black board and read the given paragraph loudly and clearly and ask the teachers to draw the route map.

Listening

You are on a railway platform to catch the train. Listen to the announcement attentively and complete the given table.

The paragraph based on railway announcement is to be read by the master trainer with appropriate pronunciation and intonation. It is given on the page 47

Train No.	Train Name	Scheduled Time	Platform No.	Late by/ on time/not mentioned

Please make the above table on the black board and read the announcement loudly and clearly and ask the teachers to fill up the correct information.

CHAPTER 3

Say what do you think about these:

Why English?

No Need
of English!

Where
English?

Know
English!

Conditional
English!

No Where
English!

Everywhere English!

Too much
English!

Unsystematic
English!

Hindi in
English!

T.V.
English!

Text book
English!

EXAM
English!

SPEAKING UNIT-1

AREA	:	SPEAKING
TOPIC	:	The sub-skills of speaking
INPUT	:	Content in presentation /Power point slides
MODE	:	Demonstration & drilling.
CONTENT	:	(presentation) The trainer should be able to give and elicit examples in the sub-skills of teaching.
ACTIVITY	:	Role play.
MATERIAL USED	:	Small pieces of paper of chart paper with situations written once.
TASK ASSIGNED	:	(i) Participants sort out speaking activities from the lessons in the text. Lesson are allotted to students/ participants in group.
OUTPUT	:	When & why do you find it difficult to speak in English? (Underlines all kinds of conversation in English.)
	:	SPEAKING We listen when someone speaks. speaking is a productive skill. The native user of a language can listen & understand, speak, read and write a language. However for a second language learner, productive skills in the language might seen difficult. Therefore learners & teachers of English often hesitate to speak English and are found incompetent in writing what they think or wish & express in the target language. learning to speak English involves much of imitation just as a child does when he begins to learn his first language. The difference lies in the consideration of the fact that much of the second language (English) is acquired through the language that exists around us. e.g. pictures, posters, advertisements hoardings, banners and the media.

Focus on speaking.

Activity 1

Look at the picture and say something about it in English.



Activity 2

- (a) Describe your family. Say talk about-
 - (i) how many members are there in your family?
 - (ii) location of your house
 - (iii) type of house.
- (b) Describe a family member, Talk about –
(for example: Say something about your my mother)
 - (i) your relationship with the person
 - (ii) the appearance of the person
 - (iii) the personality of the person
 - (iv) your liking/opinion about the person.
- (c) Describe an occassion in your family –
(for example: How we celebrated my daughter’s birthday?)
 - (i) marriage, religious functions, birthday party etc.
 - (ii) the place andtime
 - (iii) the guests
 - (iv) anything memorable about the event/occassion.

1.1 Sub skills of Speaking

Using phrases & words to respond to queries.

using simple structures and sentence patterns

Beginning a conversation, getting into a conversation and concluding a conversation.

- making enquires and giving information.
- language functions - using speech in different situations.
- greeting someone.
- thanking someone.
- apologizing.
- seeking permission.
- making a proposal, suggesting something to someone.
- conversation with the fruit-seller in role play mode.
- conversation with the friends at the library in role play mode.
- conversation at the playground in role play mode.

The role plays can be worked out by one or two participants as required for the given situation.

Tick the things on this list which people often do when they speak.

1. pronounce words.
2. answer questions.
3. use intonation.
4. ask for clarification/explanation
5. correct themselves
6. take part in discussions
7. change the content or style of speech according to the listener's response.

8. greet people
 9. plan what is to be said
 10. smile
 11. ask for and give information
 12. respond appropriately
 13. persuade
 14. start speaking when someone else stops
 15. tell stories
 16. use grammar & vocabulary completely accurately & appropriately.
 17. use tenses
 18. take part in conversation.
-

READING UNIT - 1

AREA	:	READING
TOPIC	:	What is Reading?
OBJECTIVES	:	1. To know about receptive skill (Reading) of Language. 2. To know the meaning of Reading?
INPUT	:	(I) (a) Reading (b) What do you teach in reading? (II) Reading is define as : (a) Identify the words in print. (b) Articulate, speak & pronounce the words in print. (c) Understand, interpret & sense the meaning of the text in print.
MODE	:	Lecture /Activity/Demonstration.
PRESENTATION	:	1. Ask the teachers to go through the questionnaire to get the answers. 2. Solve activity.
ACTIVITY	:	Activity I - questionnaire
MATERIAL USED	:	Teachers can select prose or poems from their text books
TASK ASSIGNED	:	1. Write something about what is reading. 2. Can you think any other things relating to reading.

OUTPUT : Open Discussion :

1. Some people say that I can read but I do not understand.
2. What is the reason behind it?
3. How does comprehension occurs to somebody/to the people/learners?

Activity I

(A) Questionnaire

1. Do you listen to watch English Program on the Radio or T.V.? [Yes/No]
If yes which one.
2. Have you ever used English (in the class/ in real life context) [Yes/No]
If yes in which situation
3. Have you read anything in English recently? [Yes/No]
If yes what
4. Have you written a letter/application in English recently [Yes/No]
If yes to whom
5. Have you seen any English film recently. [Yes/No]
If yes which one
6. Does anyone in your family speak English language? [Yes/No]
If yes who
7. Do you know any English songs? [Yes/No]
If yes sing it

8. When did you start Learning English?
9. What is your mother tongue?
10. How many languages do you speak? Which ones?

INTRODUCTION : READING

What do you teach in reading?	How do you teach reading?
- Picture Reading	- Connect alphabet with picture.
- Correct pronunciation	- Loud reading.
- Meaningful reading	- Silent reading
- Decipher the words	- Lexical words (meaning)
- Reading comprehension	- Semantic (silent reading)

Activity II

What do you mean by reading?

Following are various aspects of reading. Read the following statements and decide whether you agree with them or not

Reading is the ability to:

- i) pronounce all of the words in a text correctly.
- ii) use the right word stress.
- iii) understand the meaning of each sentence of the text.
- iv) use the right intonation.
- v) go through a text rapidly to check if there are difficult words.
- vi) understand the meaning through silent reading.

- vii) gather the overall meaning of the text.
- viii) know the meaning of all the words.
- ix) arrive at the meaning of the text through loud reading using proper pauses.
- x) locate the information that the reader requires..
- xi) ignore difficult words without affecting comprehension.
- xii) continue reading even if comprehension has not taken place.

Can you think of any other?



READING UNIT - 2

AREA	:	READING
TOPIC	:	Authentic Materials.
OBJECTIVES	:	<ol style="list-style-type: none">1. Our ESL learners can learn English from authentic material.2. Learning English :<ol style="list-style-type: none">(a) Best out of waste.(b) From no-cost & low cost materials.
INPUT	:	<ol style="list-style-type: none">1. Some features of authentic materials.2. Advantages of using authentic materials.3. Some sources of authentic materials.
MODE	:	Lecture/Activity/Demonstration.
PRESENTATION	:	Tell the learners how can we use the authentic materials in the ELT classroom.
ACTIVITY	:	Activity I, Activity II.
MATERIAL USED	:	<ol style="list-style-type: none">1. Here is an example of a medicine carton/wrapper.2. On this wrapper different information about the product can be seen.
TASK ASSIGNED	:	Ask the teaches to bring an authentic materials - at least one product with them the next day. <ol style="list-style-type: none">1. Learners should know how to read it.2. They should learn how to exploit materials.
OUTPUT	:	Open discussion/Feed back.

AUTHENTIC MATERIALS

1. **Materials Listed below are some features of authentic materials.**

Authentic materials are language learning materials that are

- o not produced for language teaching "
- o not simplified for the addressee "
- o through which the language of the real world can be given to the learners.
- o produced by a real speaker or writer for a real audience and designed to convey a real message of some sort.

Listed below are certain advantages of using authentic texts in the language classroom.

- o exposes learners to language produced for real life and for out-of classroom context.
- o creates opportunities for learner participation.
- o increases learner motivation.
- o engages all types of learners at all levels of language and different sets of prior knowledge
- o provides an alternative to outdated textbooks, which may not meet the needs of learners

2. **What are the advantages of using authentic materials in our classrooms?**

What are the disadvantages of using authentic materials in our classrooms?

3. Listed below are some sources of authentic materials.

Newspapers

Novels

Encyclopedia

Hotel menus

TV news

Documentary

An automobile manual

Dictionary

Radio broadcast

A film magazine

Discuss which among these might give you language input that can be used with low ability learners.

AUTHENTIC MATERIAL:

What things could be used as authentic materials:-

- 1- City street map
- 2- Brochures, Catalogues
- 3- Business telephone listings [like the Yellow Pages]
- 4- Shopping guides and sales advertising. Hoardings
- 5- Wrappers, Cartons, Cans
- 6- Different forms like Railway reservation form. Railway tickets
- 7- Newspaper or magazine articles describing various aspects of life

How to exploit authentic materials:-

Here is an example of a medicine carton/wrapper-

In this wrapper different information about the product can be seen.



So to create awareness about the product different activities could be formed.

Activity 1:-

- I. Ask students to bring empty wrappers of medicine, tea, shampoo, proteins, soap etc., available at home.
- II. Pass the product from one student to another to find out different items of the product.
- III. Ask them to find out its-
 - 1 - Name of the product
 - 2- Composition
 - 3- Dose
 - 4- Precautions
 - 5- Colour
 - 6- Name of the manufacturing company
 - 7- Mfg. Lie. No.
 - 8- Batch No.
 - 9- Mfg. Date
 - 10- Expiry Date
 - 11- Retail Price
 - 12- If it is veg. or non veg. product, etc.

Activity 2:-

- 1- Ask teachers to bring empty wrappers and to exploit them according to the level of students of different classes.

READING UNIT - 3

AREA	:	READING
TOPIC	:	(A) In the heart of a seed : Lesson.-6, 6th class page 21. (B) Hobble-Bobble : Lesson-1, 7th class page 01
OBJECTIVES	:	1. To read the story with proper understanding. 2. To read with a sense groups and appropriately. 3. To solve the questions to activities given in relation to the story.
INPUT	:	Read a story properly.
MODE	:	Lecture/Activity/Demonstration.
PRESENTATION	:	1. Divide the class into 3 groups and give the topics for group A, B & C each. 2. Every group will discuss about the poem (Topic) given to them. How to teach poem better & fruitfully.
ACTIVITY	:	Activity I : Discuss in groups. Question framing [Wh- Yes/No.] Activity II : Demonstrate the poem by one or two person. Activity III : Roll play/gesture of the poem.
MATERIAL USED	:	Poem given to read.
TASK ASSIGNED	:	Write the summary explanation of the poem in your own words.
OUTPUT	:	Open discussion/Feed back. What did you learn (moral) from the poem?

The Hare on the Moon



A hare lived in a forest. He had two friends—a monkey and an otter. They spent a lot of time together.

One day, a hermit came to the forest. He was very tired and hungry.

The otter was catching fish.
The hermit went to him.
“I’m hungry,” he said.

“I have a few fish,”
said the otter.
“Please, take them.”
“But I don’t eat fish,”
said the hermit.



“Have you anything else?” “Sorry,” said the otter.”

“I have nothing else.”

The monkey was eating nuts. The hermit went to him.

“I’m hungry,” said the hermit. “Could you give me some food, please?”

“I have a few nuts,” said the monkey.

“Oh! but I want a lot of them,” said the hermit,

“I’m very hungry.”

“I’m sorry. I have only a few,” said the monkey.

“I’ll ask the hare then,” said the hermit.

The hare was eating grass.

The hermit went to him.

“I’m so hungry,” said the hermit.

“Please, could you give me some food?” “I have a lot of grass,” said the

hare. “But I don’t eat grass!” said the hermit with a smile.

“Have you anything else?”

“No, I’m sorry,” said the hare.

“I’m very hungry and I’m tired,” said the hermit.

“What shall I do now?”

The hare thought for a minute.

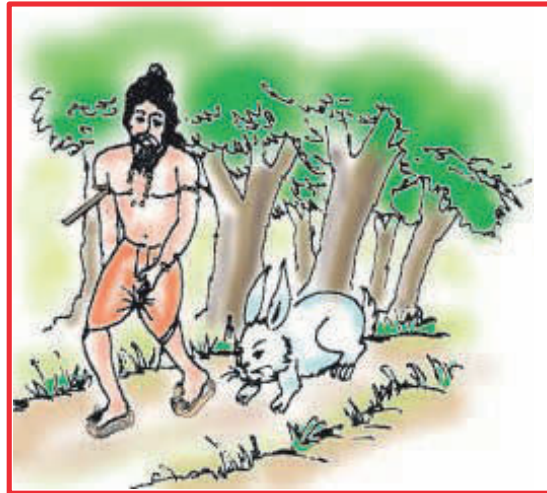
“Wait,” he said. “Please don’t go away.”

The hare brought some wood.

He struck two stones together and made a fire.

“You can eat me,” he said.

And jumped into the fire.





But the fire did not burn him !
He looked out, but the hermit was
not there.

An angel stood in front of him.

He took the hare in his arms and
flew up. He put him on the Moon.

Look up at the Moon.

You can still see the hare on it.

Word Meanings

nuts	dry fruits like ground nuts
hermit	a person who lives alone for religious purpose, “Saadhu”

Reading Comprehension

B. Answer the following questions:

1. Who were the hare's friends?
2. What was the otter doing?
3. What did the hermit say when the monkey offered to give him nuts?
4. How did the hare make the fire?
5. What did the hare do after lighting the fire?
6. Why was the angel pleased with the hare?

A. Write True or False in the brackets:

1. The hermit was not hungry. ()
2. The monkey offered him nuts. ()
3. The hare was a kind animal. ()
4. The otter offered nothing to the hermit. ()
5. The hermit enjoyed eating fish. ()
6. The hermit ate the grass. ()
7. The hermit was an angel. ()

Vocabulary

Separate the animals given in the box according to the food they eat. Put them in the columns given below. You can add more animals:

cat, horse, dog, tiger, elephant, hare,
deer, lion, wolf, cow, goat, camel

Eats only Plants (Herbivores)	Eats only flesh (Carnivores)	Eats both flesh and plants (Omnivores)

READING UNIT - 4

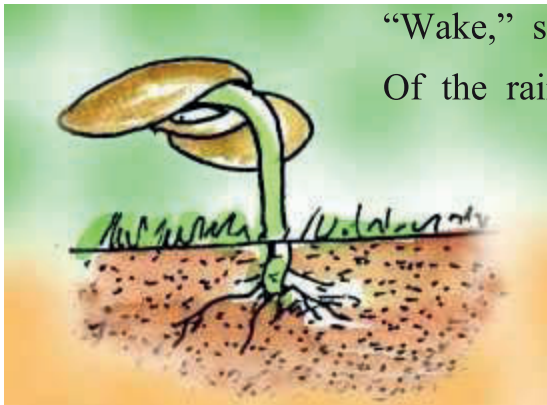
AREA	:	READING (POEM)
TOPIC	:	(A) At the Zoo (B) Hobble-Bobble
OBJECTIVES	:	1. To recite a poem properly. 2. To recite a poem with rhythm & stress. 3. To understand the poem/sense the difficult meaning of the words. 4. To recognize the sounds produce by the teacher.
INPUT	:	Introduce the poem.
MODE	:	Lecture/Activity/Demonstration.
PRESENTATION	:	1. Divide the class into 3 groups and give the topics for group A, B & C each. 2. Every group will discuss about the poem (Topic) given to them. How to teach poem better & fruitfully.
ACTIVITY	:	Activity I : Discuss in groups. Question framing [Wh:- Yes/No.] Activity II : Presentation in group with action and recitation. Activity III : Role play/gesture of the poem.
MATERIAL USED	:	Poem given to read.
TASK ASSIGNED	:	Write the summary explanation of the poem in your own words.
OUTPUT	:	Open discussion/Feed back. What did you learn (moral) from the poem?

In the Heart of a Seed

In the heart of a seed,
Buried deep, so deep,
A dear little plant
Lay fast asleep.



“Wake,” said the sunshine,
“And creep to the light.”
“Wake,” said the voice
Of the raindrops bright.



The little plant heard,
And it rose to see
What the wonderful
Outside world might be.

Reading Comprehension

A. Answer the following questions:

1. Who asked the little plant to wake up?
2. What did the little plant see when it rose?
3. Whom does the sunshine wake up every morning? Make a list.
4. Write the lines from the poem which describe the above pictures

Trainer will divide the teachers into groups and asked each group to select and recite a poem from their text book with action if possible.

Hobble-Bobble

I woke up this morning

And I got into bed,

Then I ate a cup of tea

And drank a slice of bread,



I went to the bus stop

And caught the train to
school, rode my bicycle

In the swimming pool.



Some one broke the
telephone So then I rang my
friend,

We went to the football field
And swam from end to end.



I came here this evening

And watched the radio,

I lay down on the ceiling

And read a video.

Oh! What a crazy day !

Oh! What a crazy day !



CHAPTER 5

WRITING UNIT - 1

AREA	:	Writing
TOPIC	:	Controlled Writing
OBJECTIVES	:	<ol style="list-style-type: none">(1) The participants will learn to complete the sentences using the given words.(2) They will understand and learn the meanings of different words.(3) Learn to improve the clarity of language.(4) Learn to write the entire paragraph in proper sequence.
INPUT	:	Controlled writing emphasizes more on less writing. It has to be carried out with the help of fill in the blanks, reordering words/sentences, substitution of words, correct the facts etc.
MODE	:	Activity & Lecture
PRESENTATION	:	Instructions.
ACTIVITY	:	Activity I- <ol style="list-style-type: none">a. Fill in the blanks- Teejan Bai - Activity enclosed. English Reader- class VIII, Lesson-9
TASK ASSIGNED	:	<ol style="list-style-type: none">(1) English Reader – class VIII, Lesson-7(2) English Reader- class VIII, Lesson-9

TEEJAN BAI : ACTIVITY

Fill in the blanks using words from the word bank.

Word Bank:

hardly	fascinated	supported
ashamed	concert	spread
performances	employed	honoured
belongs	corners	adamant

Here is the story of the struggle of a village girl who dared to dream.

Teejan Baito Paridhan adivasi community. She couldget two meals a day. As a child, her grandfather's musicher. But her mother wasbecause it was not considered good for a girl to sing and dance in that community. She often beat Teejan to stop her from singing. But this only made her more..... . The wide gap between what she wanted to do and what others expected her to do disturbed her. However, her fatherher. Her first....., the one most memorable for her was at Chandrakhuri. Later she gaveall over the world. She waswith Padmashri and Sangit Natak Academy Award. She isin the Bhilai Steel Plant. She has many students. She hopes that they willPandvani to allof the world.

Teejan Bai owes her success to God. The other force behind her success, she says was her mother. Teejan's mother's resistance only made her more determined to pursue her interest.

Describe any dance form of your local area. Write about:

- (a) Costume
- (b) Mudras
- (c) Musical Instruments used in the Dance performance

WRITING UNIT - 2

- AREA** : Writing
- TOPIC** : Guided writing
- OBJECTIVES** :
1. Learn to weave a story with the given words or picture.
 2. Enable the teacher to tailor the teaching as per the need of the students.
 3. Will help to develop/build confidence and encourage the participant to discuss writing.
 4. Will help and support to develop and collect ideas.
 5. Will learn to do brain storming.

INPUT : Guided writing is a component of a balanced writing which provides an additional support step towards independent writing. Guided writing has to be done with the help of pictures, a few words, a few sentences, things around us etc.

Guided writing can lead a participant to free writing in due course of time.

familiarisation with the TEXT Capturing Ideas

Teacher Demonstration

Teacher scribbling

Supported writing

Independent writing

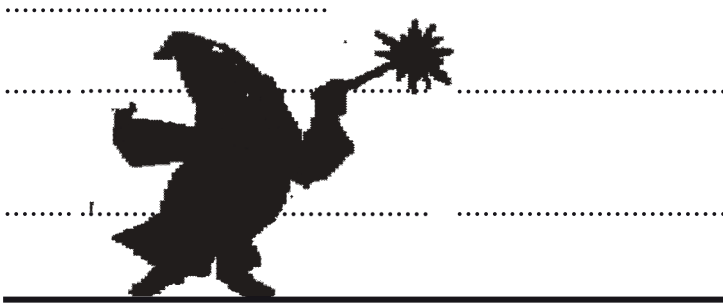
- MODE** : Activity & Lecture
- PRESENTATION** : Instructions.
- ACTIVITY** : Activity-I

- (1) Distribute the pictures enclosed to the students.

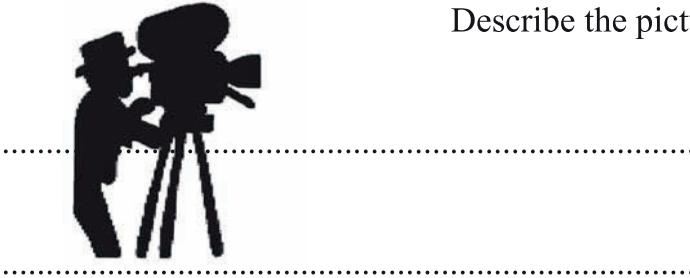
Activity I

- (1) Pictures to be distributed among the students. Ask them to write 5-6 sentence on that. Individual work every participant has to write on any two.

Describe the picture :



Describe the picture :



Describe the picture :



- (1) Divide the class into a group of 3-4 members
- (2) Ask them to describe the picture.
- (3) Ask the students to read loudly what they have written.
- (4) Write the sentence out of the box sentence on the board.
- (5) Motivate others also to think different.

for Ex. -

TREES shelter for
Birds & Animals,

TREES- Their
importance,

TREES Man's
Best friend,

TREES
Various Types

TREES important
for survival

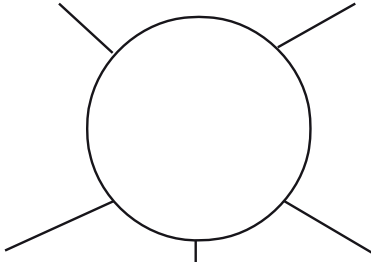
Activity-III

Fold the page from the centre and ask the students to write any five activities they are planning in next weekend. Once they finish the web, ask them to write the same in sentences in the given shape.

Over the weekend

Name : Date:

My Weekend Web



(Fold here)

My topic is :

CHAPTER 6

GRAMMAR UNIT - 1

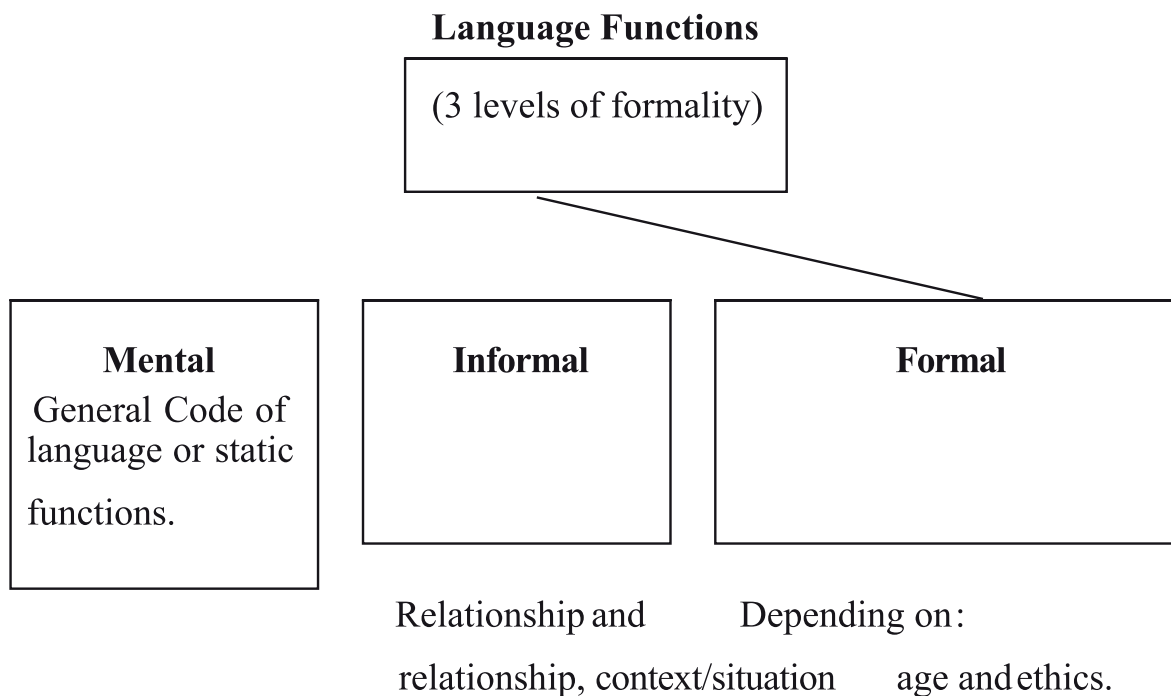
- AREA** : GRAMMAR
- TOPIC** : Grammar and language function.
- OBJECTIVES** :
1. To help teachers distinguish the areas of grammar language function.
 2. To enable teachers understand and reinforce use of language functions.
- INPUT** : Key points & Activity.

Grammar describes how we combine, organise & change words, and parts of words to make meaning. Rules are used to describe these.

Parts of speech	Grammatical structures	Word formation (derivatives.)
<ul style="list-style-type: none"> • Nouns • verbs • adjectives • adverbs • determiners. • conjunctions • prepositions • pronouns • exclamation. 	<p>arrangement of words into patters which have meaning.</p> <p>e.g. going to + verb,</p> <p>have to + verb</p> <p>so + adj + that</p> <p>such + art. + adj. + that etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • grammar rules traditionally describe written language rather than spoken language e.g. repetition one, exclamations and contractions don't - do not, won't-will not. - nouns form, verb forms, adj forms, adv. - drama, dramatize, dramatic, dramatically. (the root word changes its form in derivatives) • Using prefixes & suffixes to make new words.

Language Function :

What we try do with our language when we are trying to express ourself in a particular situation e.g. describing something, introducing someone, greeting, requesting for something seeking permission etc. Language functions for a purpose and this is the medium for grammar or structural patterns to be put in use.



The table below shows the functions of the different parts of speech:

<i>Part of speech</i>	<i>Examples</i>	<i>Function (s)</i>
Nouns (e.g. countable, uncountable)	children sugar	<ul style="list-style-type: none"> • to name people, places, things, qualities, ideas, or activities • to act as the subject/object of the verb.
Verbs (e.g. transitive, intransitive)	see run	<ul style="list-style-type: none"> • to show an action, state or experience
Adjectives (e.g. comparative)	easier	<ul style="list-style-type: none"> • to describe or give more information about a noun, pronoun or part of a sentence
Adverbs (e.g. of degree,	completely quickly	<ul style="list-style-type: none"> • to describe or give more information about how, when or where something

manner, time)	yesterday	happens <ul style="list-style-type: none"> to add information to adjectives, verbs, other adverbs or sentences
---------------	-----------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<i>Part of speech</i>	<i>Examples</i>	<i>Function (s)</i>
Determiners (e.g. possessive adjectives, articles, demonstrative adjectives, quantifiers)	my the this both	<ul style="list-style-type: none"> to make clear which noun is referred to or to give information about quantity
Prepositions (e.g. of time, place, direction)	after at towards	<ul style="list-style-type: none"> to connect a noun, noun phrase or pronoun to another word or phrase
Pronouns (e.g. personal, possessive, relative, reflexive)	she mine who myself	<ul style="list-style-type: none"> to replace or refer to a noun or noun phrase just mentioned
Conjunctions (e.g. of reason, addition, contrast)	as and but	<ul style="list-style-type: none"> to join words, sentences or parts of sentences
Exclamations in e.g. of doubt, pain)	er ow	<ul style="list-style-type: none"> to show a (strong) feeling - especially in informal spoken language

We can divide the parts of speech into further categories, e.g. countable and uncountable nouns and transitive and intransitive verbs.

Grammar rules also describe grammatical structures, i.e. the arrangement of words into patterns which have meaning. The rules for grammatical structures use grammatical terms to describe forms and uses. 'Form' refers to the specific grammatical parts that make up the structure and the order they occur in. 'Use' refers to the meaning that the structure is used to express. Look at the following examples:

<i>Term</i>	<i>Form</i>	<i>Use</i>
Past temporary continuous situation tense	subject+past tense of verb to be +-ing form of verb e.g. he was running	<ul style="list-style-type: none"> to describe a or background or action in the past

<i>Term</i>	<i>Form</i>	<i>Use</i>
Comparative of long' adjectives	more + long adjective (+ than) e.g. He was more embarrassed than his friend	<ul style="list-style-type: none"> generally used with adjectives of two syllables or more to compare separate things or people.

Language Functions

OBJECTIVE : To enable the participants to choose appropriate expressions (formal/informal) for a few important language functions.

Bring out these points through discussion.

- What are language functions?

When you are trying to choose best way to express yourself in a particular situation, you must keep in mind what you are doing with your language. Are you introducing someone, describing something, (dis)agreeing with someone, asking? for/giving permission or what? These are called language functions. Language functions, in other words, **are the purposes for which we speak or write.**

- How to classify the expressions under a language function?

The expressions under a language function are classified according to the three levels of formality:

- > neutral,
- > informal and
- > formal.

We can, however, for our school learners, just maintain two levels: formal and informal.

- Begin the discussion on a language function, with a conversation/dialogue having that particular language function.

- Some important language functions and a few expressions for each

Language Functions	Informal Expressions	Formal Expressions
Greeting afternoon/	<ul style="list-style-type: none"> • Hello/Hi/Hey! 	<ul style="list-style-type: none"> • Good morning/Good evening.
Introducing self/ others headmaster.	<ul style="list-style-type: none"> • Hi there! How are you? • Long time no see! • How do you do? • My name is..... • Hello! I'm 	<ul style="list-style-type: none"> • Dear sir/madam (when writing) • May I introduce myself? • First let me introduce myself. • Let me introduce my
Leave taking now.	<ul style="list-style-type: none"> • I don't think we've met before. I'm • Raju, meet Ashraf. • Oh, look, here's Aman! Aman - Ruchi, Ruchi - Aman. • Excuse me. • Hang on a second. • I'll catch you up later on. 	<ul style="list-style-type: none"> • It is with great pleasure that I introduce to you Mr • Would you excuse me please, gentleman? • I'm afraid I have to leave now. • I wonder if you'd excuse me
Asking for/ giving information asking,	<ul style="list-style-type: none"> • D'you know...? • (Happen to) know...? • (Got) any idea...? • Any clue...? • Yeah! Do one thing... • Why don't you...? 	<ul style="list-style-type: none"> • Can you tell me... (please)? • D'you happen to know...? • I wonder if you could tell me.. • I hope you don't mind my but..... • Yes, in fact. • Yes, I do know about... . • Do/May/Might I have • Do you have any objection if..
Asking for/ giving permission permission .?	<ul style="list-style-type: none"> • Any chance? • Mind if...? • Ok if...? • Can I have • Yes, of course. • Sure/OK/All right/Fine. • Go (right) ahead. 	<ul style="list-style-type: none"> • With your permission I should like to..... • I can't see any objection..... • That seems perfectly acceptable. • There seems to be no reason why you shouldn't

Offering or accepting things/ proposals	<ul style="list-style-type: none"> • Need some help, Amar? • I'll do it for you. • Want a hand? 	<ul style="list-style-type: none"> • Would you like any help . . . ? • Is there any thing I can do . . . ? • Might I be of assistance?
•	<ul style="list-style-type: none"> • Lovely! /Great! /Terrific! • Just what I needed . . . ! 	<ul style="list-style-type: none"> • You are most kind. • That's extremely thoughtful of you.....
Refusing something	<ul style="list-style-type: none"> • No, it's all right, really. • Nice thought, but . . . • No, it's okay, thanks. 	<ul style="list-style-type: none"> • It's very good of you to offer but..... • Please don't trouble yourself about..... • I can manage, thanks.
Agreeing/ Disagreeing	<ul style="list-style-type: none"> • Well, that's the thing. • How true. • Dead right. • I'd go along with you with that. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oh I agree entirely with you. • That's precisely my own view • I don't think anyone, would disagree with... • I'm afraid, I entirely disagree with.
View.	<ul style="list-style-type: none"> • I'm not at all sure, in fact. I disagree, I'm afraid. • I think that's nonsense, I'm afraid. • What rubbish! 	<ul style="list-style-type: none"> • • I can't say that I share your • I see things rather differently myself.

Activity 1 (a)

For questions 25-30, match the example language with the functions listed A-G.

Mark the correct letter (A-G) on your answer sheet.

There is one extra option which you do not need to use.

Examples	Language Functions
[25] I'm not sure if I'll go or not.	A persuading
[26] Please come with me. I really want you to.	B giving personal information
[27] What do you think of his idea?	C attracting attention
[28J] I'm 15 next birthday.	D giving advice
[29] Can I stay out late tonight?	E expressing uncertainty
[30] Hey, listen, listen.	F asking for an opinion
	G asking for permission

Activity 1 (b)

For questions 31-35, match the speaker's words with the speaking subskills that he is talking about listed A-F.

Mark the correct letter (A-F) on your answer sheet.

There is one extra option which you do not need to use.

Subskills

- | | |
|---|------------------------------|
| A | connecting your ideas |
| B | interacting |
| C | pronouncing accurately |
| D | using language accurately |
| E | speaking fluently |
| F | using language appropriately |

Speaker's words

[31] Sometimes I hesitate a lot or speak extremely slowly.

[32] I always try to make eye contact with people when I speak to them.

[33] You often need to use polite language when you meet people in formal situations.

[34] I was so tired that I made lots of mistakes in my grammar.

[35] It's quite difficult to speak with the right accent, so they often don't understand me.

Activity 2

Given below are a few classroom functions.

Match the teacher language examples to the functions appropriately.

[monitoring, eliciting, correcting, greeting, setting up an activity, checking learning, discipline monitoring, narrating, ending a lesson]

1. We don't say 'good in', we say 'good at'.
2. You two, what are you doing?
3. What can you see in the picture?

4. Once upon a time there was a farmer & his three sons.
5. Practice the dialogue in pairs for five minutes.
6. That's all for today. See you tomorrow.
7. Good morning everyone. How are you today?
8. Can you remember the meaning of these words?

Activity 3

Mark the type of error in the circled mistakes in the given paragraph:

Last summer we went on All family went holiday.
 sea. My family is horribly large. There were twenty of us, so we a really
 rented
big house that was having enough room for all of us, There were my brothers
 and sisters, my parents, my cousins and their parents. It was great! we had
always some one to play with or something different to do - it was such fun.
 Then in the evenings we cooked a big dish We all take it in turns to do The
 cooking and the washing. Sometimes the meals were fantastic, but some which
were horrible, especially when brothers cooked noodles.

Types of mistakes :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| (a) wrong vocabulary | (b) wrong tense |
| (c) word missing | (d) wrong word order |
| (e) wrong spelling | (f) wrong punctuation |
| (g) too many words. | |

Activity 4

Which function does each of the given example express?

- i. Can you say that again, please?
- ii. I don't have the same answer.
- iii. See you tomorrow.

- iv. Is it page 25 or 35?
- v. What do you think?
- vi. Yes, I completely agree.
- vii. Well, I think, This is the best choice.
- viii. How do you do?

** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** ** **

The paragraph for listening activity on page no. 12

Welcome to the marathon race from Children’s park to Nehru Stadium. The runners will move from here to the Forest Avenue. In Kailash Nagar they will collect the Green Cap from Emerald Point. From there they will move on to ‘Cross Street II’ to the ‘Central Avenue’. They will collect the white cap at ‘Diamond Point’ at ‘Meenakshi Nagar’. Then they will go towards the ‘South Park Avenue’ and turn to the ‘Stadium Avenue’. They will collect the red cap from ‘Ruby Point’ at ‘Adarsh Nagar’ and with all the caps on their head they will reach the ‘Nehru Stadium’, take a round and finish at the finishing line.

The paragraph for listening activity on page no. 13

- I. Listen to the announcements at a railway station and complete the table given below.**
- 1 Train No. 1831, Talpuri shuttle scheduled to arrive on platform number 3 at 3.10 pm is running late by 15 minutes.**
 - 2 Train no. 2787 Janata Tapti express scheduled to arrive at 4pm is running on time. It is going to arrive on platform no. 1 shortly.**
 - 3 Train no. 1046 Shivnath passenger scheduled to arrive at 4.20 pm on platform no. 3 will now arrive on platform no. 6.**
 - 4 Train no. 1222, Jonk Express has just arrived on platform no. 1.**
 - 5 Bilaspur Railway Station welcomes you.**
 - 6 Passengers are requested to take care of their luggage.**
 - 7 Please do not get down from a running train.**

विज्ञान

विज्ञान कक्षा 6-8

प्रस्तावना:-

विज्ञान गत्यात्मक तथा लगातार विस्तारित होने वाला ज्ञान है जिसमें अनुभव के नवीन क्षेत्र सम्मिलित होते रहते हैं। मानव का यह प्रयास रहा है कि विश्व को समझने के लिए अवलोकनों के आधार पर अवधारणाओं के नए प्रतिमान स्थापित किए जाएँ ताकि नियमों तथा सिद्धांतों तक पहुँचा जा सके। एक प्रगतिशील समाज में विज्ञान मनुष्य को गरीबी के कुचक्र से बाहर निकालने, अनभिज्ञता तथा अंधविश्वास से दूर करने में मुक्तिदाता की भूमिका निभा सकता है। आज मानव का सामना तेजी से बदलते हुए विश्व से हो रहा है, जहाँ सबसे महत्वपूर्ण कौशल है लचीलापन, नवाचार तथा सृजनात्मकता। अतः विज्ञान शिक्षा के स्वरूप को निर्धारित करते समय इन महत्वपूर्ण कौशलों का ध्यान रखा जाना चाहिए।

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2005 – इस दस्तावेज के अनुसार विज्ञान की अच्छी शिक्षा वही है जो विद्यार्थी के प्रति, जीवन के प्रति और विज्ञान के प्रति ईमानदार हो।

विज्ञान की एक अच्छी कक्षा के लिए आवश्यक है कि हम इन वैधताओं का ध्यान रखें जिनका उल्लेख राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2005 में किया गया है—

1. संज्ञानात्मक वैधता – यह माँग करती है कि पाठ्यचर्या की विषयवस्तु, प्रक्रिया, भाषा और शिक्षण-कार्यकलाप उम्र/दर्जे के उपयुक्त हों और बच्चे की समझ से बाहर की चीज़ न हों।
2. विषय-वस्तु वैधता— यह माँग करती है कि पाठ्यचर्या उपयुक्त व वैज्ञानिक स्तर पर सही विषय-वस्तु को प्रस्तुत करे। यँ तो बच्चे की समझ के स्तर के अनुसार विषय-वस्तु को सहज और सरल रूप में रखना ज़रूरी हो जाता है, लेकिन इस प्रक्रिया में यह ध्यान रखने की ज़रूरत है कि जो कुछ कहने की कोशिश की जा रही है, वह अर्थहीन व विरूपित होकर न रह जाए।
3. प्रक्रिया वैधता— यह माँग करती है कि पाठ्यचर्या विद्यार्थी को वैज्ञानिक ज्ञान प्राप्त करने के तरीकों और उन तक पहुँचने की प्रक्रिया को सिखाए और बच्चे की सहज जिज्ञासा और रचनात्मकता को पोषित करे। प्रक्रिया वैधता एक महत्वपूर्ण मापदंड है, क्योंकि यह विज्ञान कैसे सीखा जाए, यह सिखाती है।
4. ऐतिहासिक वैधता— यह माँग करती है कि विज्ञान-पाठ्यचर्या में ऐतिहासिक बोध को जगह दी जाए, ताकि विद्यार्थी समझ सकें कि विज्ञान की धारणाएँ समय के साथ कैसे

विकसित हुई। यह इस समझ को पैदा करेगी कि विज्ञान एक सामाजिक उद्यम है और किस प्रकार इसका विकास सामाजिक कारकों से प्रभावित होता है।

5. परिवेशीय वैधता—यह माँग करती है कि विज्ञान को विद्यार्थी के व्यापक परिवेश, स्थानीय और ग्लोबल, के संदर्भ में रखकर सिखाया जाए ताकि विद्यार्थी विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज के बीच के जटिल संबंधों को समझ सकें और रोज़गार की दुनिया में प्रवेश और टिकने के लिए आवश्यक ज्ञान और कौशल प्राप्त कर सकने में सक्षम हो सकें।
6. नैतिक वैधता—यह माँग करती है कि पाठ्यचर्या ईमानदारी, वस्तुनिष्ठता, सहयोग, आदि जैसे मूल्यों का संवर्द्धन करे और भय, पूर्वाग्रह एवं अंधविश्वास से मुक्त मानस तैयार करने में सहायक हो। साथ ही विद्यार्थी में जीवन तथा पर्यावरण की रक्षा के प्रति चेतना पैदा करे।

उच्च प्राथमिक स्तर पर विज्ञान

उच्च प्राथमिक स्तर पर विज्ञान को संज्ञानात्मक विकास के स्तरों के अनुरूप एक केन्द्रीय/मुख्य विषय के रूप में पाठ्यचर्या में शामिल किया जाना चाहिए। इस अवस्था में यह प्राथमिक स्तर पर पढ़ाए जा रहे पर्यावरण अध्ययन से विज्ञान के तत्वों की ओर का क्रमिक संक्रमण है। यह आवश्यक है कि बच्चे के ज्ञान का क्रमिक विकास उसके सीधे संपर्क की वस्तुओं से प्राप्त अनुभवों द्वारा किया जाए। बच्चों को विज्ञान के सिद्धांतों को समझने के लिए ऐसी गतिविधियों में संलग्न किया जाए जिससे उन्हें स्वयं बनायी गयी सरल तकनीकी इकाईयों तथा मॉडल बनाने के अवसर प्राप्त हों। साथ ही वे स्वास्थ्य जिसमें प्रजनन तथा लैंगिक स्वास्थ्य भी शामिल हो को समझ सकें। वैज्ञानिक अवधारणाएँ मुख्यतः गतिविधियों, प्रयोगों एवं सर्वेक्षणों के द्वारा समझी जानी चाहिए। समूह गतिविधियाँ बच्चों के बीच आपसी चर्चा, शिक्षक व बच्चों के बीच चर्चा, सर्वे, आंकड़ों के संकलन तथा प्रदर्शन आदि के द्वारा शाला तथा आस-पड़ोस के क्षेत्र में प्रदर्शनियों के माध्यम से होना चाहिए और इसे शिक्षण शास्त्र का महत्वपूर्ण घटक होना चाहिए।

पाठ्यक्रम की अपेक्षाएँ:—उच्च प्राथमिक स्तर पर विज्ञान पाठ्यचर्या का उद्देश्य निम्नलिखित का विकास है:—

- वैज्ञानिक मनोवृत्ति एवं वैज्ञानिक सोच।
- वैज्ञानिक ज्ञान की प्रकृति—एकीकृत, जाँचने योग्य, नैतिकतापूर्ण, विकासात्मक एवं सृजनात्मक हो।

- विज्ञान के प्रक्रिया कौशल के अंतर्गत अवलोकन करना, प्रश्न उठाना, सीखने के विभिन्न स्रोतों/साधनों की खोज, खोज/अन्वेषण की योजना बनाना, परिकल्पना का निर्माण एवं जाँच, आँकड़ों का संग्रहण, विश्लेषण एवं व्याख्या हेतु विभिन्न उपकरणों का उपयोग करना, व्याख्या में प्रमाणों की सहायता लेना, वैकल्पिक व्याख्याओं के मूल्यांकन हेतु समीक्षात्मक चिन्तन करना, स्वयं के विचारों पर चिन्तन करना आदि।
- विज्ञान के उद्भव के ऐतिहासिक पक्ष की सराहना करना।
- पर्यावरणीय चिन्ताओं के प्रति संवेदनशीलता।
- मानव गरिमा एवं मानव अधिकारों, लैंगिक समता, ईमानदारी, एकता, सहयोग एवं जीवन के सरोकारों के प्रति आदर।

कक्षा 6 से 8 तक का पाठ्यक्रम को निम्नांकित विषय/प्रसंग (Themes) पर संगठित किया गया है, जो अन्तरविषयक प्रकृति के हैं:-

- भोजन
- वस्तुएँ
- सजीवों का संसार (जीव जगत)
- गतिशील वस्तुएँ, व्यक्ति एवं सुझाव
- वस्तुएँ कैसे कार्य करती हैं
- प्राकृतिक घटनाएँ
- प्राकृतिक संसाधन

कक्षा 6 से 8 तक के कठिन बिंदु

शिक्षकों तथा शिक्षक प्रशिक्षकों से प्राप्त कुछ कठिन बिंदु निम्नानुसार हैं-

कक्षा 6

- तत्व, यौगिक एवं मिश्रण
- उर्ध्वपातन
- पदार्थों का पृथक्करण
- भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन
- मापन
- गति और बल
- कार्य, ऊर्जा तथा मशीनें

कक्षा 7

- जल का विद्युत अपघटन
- सजीवों में पोषण
- प्रकाश-सूर्यग्रहण एवं चंद्रग्रहण
- प्रकाश का परावर्तन-समतल दर्पण, उत्तल दर्पण, अवतल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब का निर्माण
- रासायनिक अभिक्रियाएं कब और कैसी-कैसी
- रासायनिक समीकरणों का संतुलन
- सजीवों में समन्वय एवं नियंत्रण
- पृथ्वी पर जीवन
- ताप व ऊष्मा
- ऊष्मा का प्रसार
- स्थिर विद्युत-प्रेरण द्वारा आवेशन, स्वर्णपत्र विद्युतदर्शी

कक्षा 8

- पादप एवं जंतु कोशिका
- सूक्ष्म जीव
- विद्युतधारा
- प्रजनन
- चुम्बकत्व
- वायु
- लेंसों से प्रतिबिंब का बनना
- पौधाघर प्रभाव

सुझावात्मक शिक्षण प्रक्रियाएं (Suggested Pedagogy)-

विद्यार्थियों को जोड़ी में/समूहों में/व्यक्तिगत रूप से समावेशी व्यवस्था का अवसर प्रदान करते हुए निम्नांकित हेतु प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।

- संवेदी अंगों के प्रयोग जैसे—देखना, स्पर्श करना, चखना, सूंघना, सुनना आदि द्वारा प्राकृतिक प्रक्रम तथा चारों ओर के परिवेश की खोजबीन।
- प्रश्न उठाना एवं चिन्तन करना, चर्चा करना, उपयुक्त गतिविधियों की रूपरेखा बनाकर उन्हें क्रियान्वित करना, रोल प्ले, वाद—विवाद, आई.सी.टी. के उपयोग इत्यादि के द्वारा उत्तर की खोज करना।
- गतिविधि, प्रयोग, सर्वेक्षण, क्षेत्र भ्रमण आदि के दौरान किए गए अवलोकनों का रिकार्ड रखना।
- अभिलेखित आँकड़ों का विश्लेषण, निष्कर्षों की व्याख्या एवं अनुमान लगाना/सामान्यीकरण करना एवं निष्कर्षों को साथियों तथा वयस्कों के साथ बाँटना।
- सृजनात्मकता का प्रदर्शन नवीन उपायों/विचारों, नवीन प्रतिदर्श, पैटर्न, तात्कालिक प्रदर्शन आदि की सहायता से करना।
- सहयोग, सहभागिता, ईमानदारीपूर्ण प्रतिवेदन निर्माण, संसाधनों के विवेकपूर्ण उपयोग जैसे मूल्यों को अंगीकृत तथा अर्जित करना एवं सराहना करना।

सीखने के परिणाम के संबंध में कक्षाओं में चर्चा की जाने वाली कुछ अन्य अवधारणाएं—

- ◆ रेशे—पादप एवं जंतु रेशे, रेशों से वस्त्र तक, प्रसंस्करण,
- ◆ आपदा प्रबंधन—भारी/कम वर्षा की स्थिति में
- ◆ किशोरावस्था की चुनौतियां और मिथक
- ◆ कोयला और पेट्रोलियम
- ◆ पशुचारे में पोषक तत्व

सजीवों का संगठन

(Organization of Livings)

मुख्य बिन्दु —

- कोशिका अध्ययन और हमारी पाठ्यपुस्तक
- कोशिका अध्ययन क्यों करें ?
- संगठनात्मक और कार्यात्मक इकाई : कोशिका
- संगठन के अन्य स्तर — ऊतक — अंग — अंगतंत्र
- सूक्ष्मदर्शी का प्रयोग

कोशिका अध्ययन और हमारी पाठ्यपुस्तक

कोशिका का अध्ययन कक्षा आठवीं से शुरू होता है। इस कक्षा में कोशिका की खोज की कहानी से शुरू करके कोशिका के मुख्य भागों की चर्चा की गई है। साथ ही बच्चों को कोशिका की आकृति और कार्य में विविधता से भी अवगत कराया गया है। इसी कक्षा में सूक्ष्म जीवों/एक कोशिकीय जीवों और उनमें पाई जाने वाली विविधता की भी चर्चा की गई है, ताकि कोशिका के एक गतिशील रूप से बच्चे अवगत हो सकें।

कोशिका के अध्ययन की प्रायोगिक विधि तथा एक विशेष उपकरण, सूक्ष्मदर्शी से भी बच्चे परिचित हो पाएं और उनके सामने अन्वेषण करने के लिए एक नया जगत उजागर हो सके यह भी अपेक्षित है।

कोशिका अध्ययन की आवश्यकता

कोशिका से संबंधित ज्ञान जीव विज्ञान में महत्वपूर्ण स्थान रखता है। यह बात कोशिका सिद्धान्त के रूप में भलीभाँति व्यक्त हो जाती है। मगर सवाल तो यह है कि हम इसका अध्ययन क्यों करें। खास तौर से बच्चों को इसके अध्ययन के लिए प्रेरित कैसे किया जाए। कई चीजों का अध्ययन इसलिए किया जाता है कि वे प्रत्यक्ष रूप से दृष्टिगत होती हैं। कुछ चीजों का अवलोकन इसलिए करते हैं क्योंकि प्रत्यक्ष अवलोकनों की व्याख्या के लिए उनकी ज़रूरत पड़ती है। कोशिका में ऐसा कोई गुण नहीं है। अर्थात् सूक्ष्मदर्शी न हो तो आप अधिकांश कोशिकाओं को नहीं देख पाएंगे और सजीवों के अधिकांश प्रत्यक्ष गुणों की संतोषजनक व्याख्या कोशिका का सहारा लिए बिना भी हो सकती है।

किन्तु सजीवों के कुछ गुण ऐसे हैं जिनकी व्याख्या कोशिका के बिना नहीं हो सकती जैसे प्रजनन, विशेष रूप से लैंगिक प्रजनन और आनुवंशिकी को समझना कोशिका के बिना संभव नहीं है। कोशिका की विशेषता यह भी है कि एक ओर तो कई जीवन क्रियाओं को इनके बिना समझना संभव है मगर दूसरी ओर, कोशिका की जानकारी मिलते जाने के साथ इनमें से कई क्रियाओं को नए ढंग से समझना कभी आसान तो कभी आवश्यक हो जाता है। कोशिका की खोज व कोशिका विज्ञान यानि सायटोलोजी की प्रगति के साथ प्रजनन व वंशानुगति को कहीं बेहतर ढंग से समझना संभव हुआ है। जैसे पहले यह माना जाता था कि अंडे में वह जीव छोटे रूप में, सुप्तावस्था में मौजूद होता है, जो धीरे धीरे बढ़कर वयस्क जीव बन जाता है।

कई जीव एक ही कोशिका से बने होते हैं जैसे दही जमाने वाला बैक्टीरिया, तो कई जीवों में एक से अधिक कोशिकाएँ होती हैं जैसे ज्यादातर हमारे आस-पास दिखने वाले जीव। कुछ

जीवों की सारी कोशिकाएँ एक सी होती हैं, तो कई जीवों में अलग अलग प्रकार की कोशिकाएँ पायी जाती हैं। तरह तरह की चीजों में जैसे पत्ती की परत, बालों की रूसी, फलों के आवरण या गुदे की कोशिकाओं के अवलोकनों को कोशिका सिद्धान्त के विकास की कहानी के साथ गूँथा गया है। ऐसा करने का कारण यह है कि बच्चे एक सिद्धान्त या अवधारणा के विकास में शामिल होने के रोमांच का अनुभव कर सकें।

प्रश्न – कोशिका के बारे में जानकारी हमें कैसे प्रभावित कर सकती है ?

शरीर की अधिकांश क्रियाएँ कोशिकाओं में सम्पन्न होती हैं अर्थात् हम इससे यह समझ पाते हैं कि कोशिकाएँ जीवनयापन का परिणाम नहीं बल्कि उसकी शर्त हैं।

यह भी ध्यान देने योग्य है कि सारी क्रियाएँ कोशिकाओं के अंदर नहीं होती। जैसे भोजन के पाचन का एक बड़ा हिस्सा कोशिका से बाहर पूरा होता है। आप जानते हैं कि भोजन का पाचन आहार नली में सम्पन्न होता है। यहाँ इसे पचाने के लिए जो पाचक रस होते हैं, वे अवश्य कोशिकाओं में ही बनते हैं। वैसे कई जन्तुओं में तो पाचक एंजाइम शरीर से बाहर छोड़े जाते हैं और पचे हुए पदार्थ का अवशोषण किया जाता है जैसे मकड़ियों में।

प्रश्न – कोशिका को जीवन की संरचनात्मक व क्रियात्मक इकाई माना जाता है। आखिर इसका अर्थ क्या है और हम इस वक्तव्य तक कैसे पहुँचे ?

इसे समझने के लिए हम इसके ऐतिहासिक विकास को देखने की कोशिश करेंगे। साथ-साथ कुछ गतिविधियाँ, कुछ प्रयोग, कुछ अवलोकन भी करते चलेंगे। इस अध्ययन के लिए मुख्य रूप से एक सूक्ष्मदर्शी की ज़रूरत है।

संगठनात्मक और कार्यात्मक इकाई : कोशिका

विज्ञान प्रगतिशील है और इससे समय-समय पर अर्जित ज्ञान बदलता रहता है। ज्ञान क्रमशः सुनियोजित भी होता रहता है। प्रकृति के बारे में हमारी समझ विज्ञान की प्रगति से ही बढ़ती जाती है। सजीवों की संगठनात्मक और क्रियात्मक इकाई कोशिका की खोज और संबंधित जैविक क्रियाओं का हमारे स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभाव के संबंध में हमारी जानकारी वैज्ञानिक प्रगति का एक अनूठा उदाहरण है।

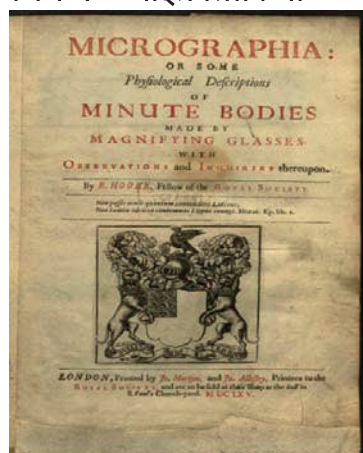
आखिर जीवन की इकाई की खोज आवश्यक क्यों थी ? इसकी खोज हमें कैसे प्रभावित करती है ? हजारों सालों से मनुष्य या तो स्वास्थ्य संबंधी या खाद्य उत्पादन संबंधी विषयों के अध्ययन व शोध में उलझा हुआ है। साथ ही यह सवाल कि, हम कहाँ से आए होंगे इस पर भी मनुष्य का कौतूहल रहा। रोगों का निदान ढूँढते हुये 16वीं शताब्दी के चिकित्सक शरीर के संक्रमित अंगों के उन रेशेदार हिस्सों का अध्ययन कर रहे थे जिन्हें उन्होंने शरीर

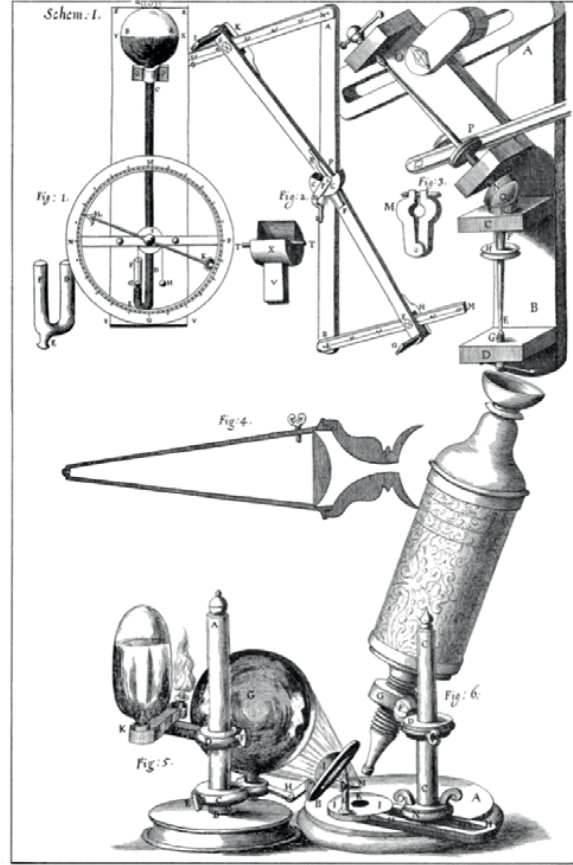
की कार्यात्मक इकाई समझा था। मगर इन रेशेदार हिस्सों का सूक्ष्मदर्शी की मदद से अध्ययन करने पर इनके और छोटे भागों का पता चला जिन्हें कोशिका कहा गया।

कोशिका की समझ में विस्तार वैज्ञानिक उपकरणों की खोज पर ही निर्भर रहा है। ऐतिहासिक दस्तावेजों से यह पता चलता है कि जिन उपकरणों की खोज और जिन अवधारणाओं की समझ से कोशिका के संदर्भ में हमारी जानकारी का विकास हुआ वह साथ-साथ चलने वाली प्रक्रिया रही है। कोशिका को जिस उपकरण की मदद से पहली बार देखकर वर्णित किया गया वह था एक लेंस। ऐतिहासिक दस्तावेजों से हमें मध्य यूरोप की एक सभ्यता में लगभग 3000 साल पूर्व ही इसके आविष्कार का साक्ष्य मिलता है। यह एक प्रकार की पारदर्शी चट्टान के टुकड़े से बनाया गया था और शायद आग जलाने के उपयोग में लाया जाता था। प्रकाश की प्रकृति का ज्ञान एवं यह बुनियादी समझ कि प्रकाश सीधी रेखा में गमन करता है, ने हमें प्रकाश के प्रयोग से किए जाने वाले अवलोकनों से सजीवों के शरीर के संगठन की इकाई कोशिका का ज्ञान करवाया। कोशिका का वर्णन हमें सन 1665 में 'रॉबर्ट हुक' नामक वैज्ञानिक द्वारा लिखित पुस्तक 'माइक्रोग्राफिया' में मिला जहाँ 'सेल' (यानि कोशिका) शब्द का उल्लेख पौधों की एक विशिष्ट संरचना के लिए प्रयोग में लाया गया है। 'हुक' ने लेंस का उपयोग कर एक सूक्ष्मदर्शी बनाया था और उससे 58 तरह की चीजों का अवलोकन किया एवं अपने अवलोकनों का विस्तृत वर्णन लिखा था। उनका उद्देश्य पदार्थों की प्रकृति और संरचना में सूक्ष्म स्तर पर संबंध खोजना था। उन्होंने कई प्रकार के ठोस, नरम और तरल पदार्थ जैसे रेशा, कॉर्क, बीज, गलाया हुआ कॉच, पराग कण इत्यादि का अवलोकन किया।

प्रश्न – हुक ने तो कई तरह की चीजों का अवलोकन किया था मगर उनका नाम कोशिका के खोजकर्ता के रूप में क्यों लिया जाता है ?

चित्र 1 : माइक्रोग्राफिया





चित्र 2 : हुक द्वारा निर्मित सूक्ष्मदर्शी का चित्र एवं अन्य उपकरण

अपने अवलोकन के लिए उन्होंने कई अन्य उपकरण भी तैयार किये जैसे पतली कटान काटने के चाकू, गलाये गए पदार्थों को बूंद के रूप में टपकाने की मशीन, मापने के पैमाने इत्यादि।

प्रश्न

1. ज़रा सोचिए अपने अवलोकन के लिये 'रॉबर्ट हुक' को सूक्ष्मदर्शी के अलावा अन्य उपकरणों की आवश्यकता क्यों पड़ी होगी ?
2. कक्षा 7 वीं एवं 8 वीं के कोशिका संबंधी अध्यायों में सूक्ष्मदर्शी के अलावा और किन चीजों कि ज़रूरत होती है और क्यों ?
3. कोशिका की अवधारणा से पहली बार विद्यार्थियों को अवगत कराने के लिए आप क्या करेंगे?

कॉर्क, बलूत (ओक) के पेड़ के छिलके से बनी एक संरचना है जो शीशियों के ढक्कन के रूप में काम में लाया जाता है। 'रॉबर्ट हुक' ने इसी की पतली कटान लेकर अध्ययन कर निम्नलिखित विवरण लिखा—

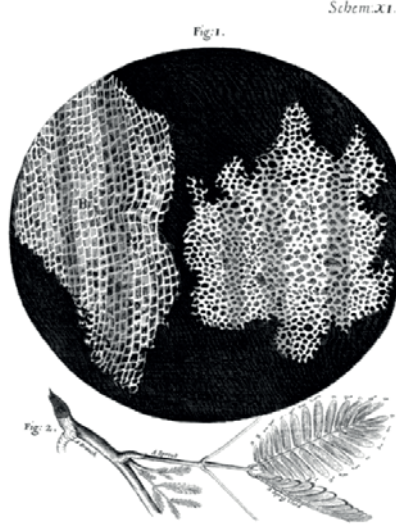
"कॉर्क के एक कटान को सूक्ष्मदर्शी से देखने पर मुझे कुछ स्पष्ट रूप से दिखाई नहीं

दिया, मैंने फिर एक और पतली कटान ली और उसे एक काले रंग की प्लेट पर रखकर सूक्ष्मदर्शी से देखा। उसमें कई छिद्रनुमा रचनाएँ भी थीं जो लगभग मधुमक्खी के छत्ते जैसी दिख रही थीं। इनमें बहुत कम पदार्थ भरा हुआ नज़र आया। इसी अवलोकन से मुझे एहसास हुआ कि कॉर्क इतने आसानी से दब क्यों जाता होगा और पानी में कैसे तैरता होगा। कॉर्क की यह कोठरियाँ 'सेल' हैं और इनमें संभवतः हवा भरे रहने से ही इस पदार्थ के दबने तथा पानी में तैरने की प्रकृति निर्धारित होती है।"

हुक आगे इस अवलोकन को अपने दैनिक जीवन से कुछ इस प्रकार जोड़ते हैं—'हम जितनी भी सब्जियों का उपयोग करते हैं उनमें से ज़्यादातर में संभवतः ऐसी (सेल जैसी) रचनाएँ उपस्थित होती हैं जिस वजह से उन्हें दबाया जा सकता है। रॉबर्ट हुक ने जिस कॉर्क को देखा था वह एक मृत सामग्री थी। बाद में लोगों ने जीवित सामग्री के अवलोकन किए। मगर किसी को समझ नहीं आया कि ये हैं क्या। हाँ, इतना स्पष्ट था कि सभी पेड़-पौधों और सूक्ष्मजीवों का शरीर ऐसी संरचनाओं से बना है। रॉबर्ट हुक ने यह अंदाज़ा लगाया कि सेल (यानि कोशिका) वे नलियाँ हैं जहाँ से होकर पानी पूरे पौधे में पहुँचता होगा या शायद ये वे जगह हैं जहाँ पौधों का रस भरा होता होगा। उन्होंने यह भी विचार किया कि इन्हीं नलियों की वजह से कॉर्क हल्का-फुल्का होता होगा। जहाँ वनस्पति कोशिकाओं में एक मोटी दीवार होती है और उसके अंदर एक पतली झिल्ली होती है, वहीं जन्तु कोशिका में मात्र एक झिल्ली होती है, दीवार नहीं होती। वनस्पति कोशिकाओं कि इस दीवार को कोशिका भित्ति कहते हैं। आम तौर पर जब हम सूक्ष्मदर्शी से देखते हैं तो ये आसानी से दिखाई पड़ती है। दरअसल कोशिका भित्ति की उपस्थिति वनस्पति व जन्तु कोशिका के बीच एक प्रमुख अंतर है। अपने सारे अवलोकनों के चित्र हुक ने खुद बनाए।

'हुक' के समय में लेंस का प्रयोग टेलिस्कोप बनाने में भी किया जा रहा था। एक तरफ जहाँ सूक्ष्मदर्शी से छोटी से छोटी वस्तु का अवलोकन सूक्ष्म दुनिया से हमारा परिचय करा रहा था, तो दूसरी तरफ टेलिस्कोप की मदद से दूर अन्तरिक्ष के तारों और ग्रहों का अध्ययन भी जारी था।

(अगर आप इंटरनेट का उपयोग कर सकते हैं तो 'पॉवर ऑफ टेन' नामक फिल्म ज़रूर देखें। इसकी वेब का पता है —<https://www-youtube-om /watch \v3/4 0f KBhvDjuy0>)



चित्र 3 : कॉर्क की कटान का अवलोकन

कुछ अवलोकनकर्ताओं के लिए लेंस एक जादुई उपकरण भी बना हुआ था। उनके लिए लेंस से दिखने वाली दुनिया महज़ जादुई दुनिया थी। हुक का विवरण जब ब्रिटेन के रॉयल सोसाइटी ने स्वीकारा तो 'माइक्रोग्राफिया' उस समय की सबसे लोकप्रिय किताब बनी।

अवलोकन करना और कोशिका का अध्ययन

लगभग इन्हीं दिनों कपड़ा व्यापारी लेंस का उपयोग कपड़े की बुनाई देखकर उसकी गुणवत्ता निर्धारित करने में लाते थे। ऐसे ही एक कपड़ा व्यापारी थे 'एंटोन फॉन ल्यूवेनहॉक'। इनकी खास रुचि काँच घिसकर तरह-तरह के लेंस बनाने में थी। लेंसों का काँच अच्छा नहीं था। काँच में हवा के छोटे-छोटे बुलबुले होते और उनकी सतह भी चिकनी नहीं होती। इन लेंसों में से देखी गई हर चीज़ धुंधली नजर आती थी।

नीदरलैन्ड में एंटोन फॉन ल्यूवेनहॉक लेंसों की बेहतरी के काम में लगे थे। वो कोई वैज्ञानिक नहीं थे। बहुत कम पढ़े-लिखे थे। उनकी परचून की छोटी सी दुकान थी और वो अपने छोटे शहर में टाउन-हॉल के सदस्य थे। उनका बस एक शौक था और वो था लेंस बनाने का। उन्होंने सावधानी से बिना बुलबुले वाले काँच के छोटे टुकड़े चुने। फिर उन्हें इस तरह घिसा कि उनकी सतह चिकनी हुई और बराबरी से मुड़ी। वैसे उनके लेंस छोटे थे पर इन अच्छे लेंसों से वो चीज़ों को दौ-सौ गुना बड़ा करके एकदम स्पष्ट देख पाए।

ल्यूवेनहॉक ने कुल मिलाकर 419 सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) और लेंस बनाए। वो उन्हें बहुत सावधानी से बनाते थे इसलिए, हरेक लेंस को घिसने में काफी समय लगता था। वो सारी जिन्दगी इस तरह मेहनत करते रहे और 90 बरस की उम्र तक जीवित रहे।

ल्यूवेनहॉक ने खुद के बने, उम्दा लेंसों की मदद से कीड़ों, चमड़ी, खून, बाल इत्यादि

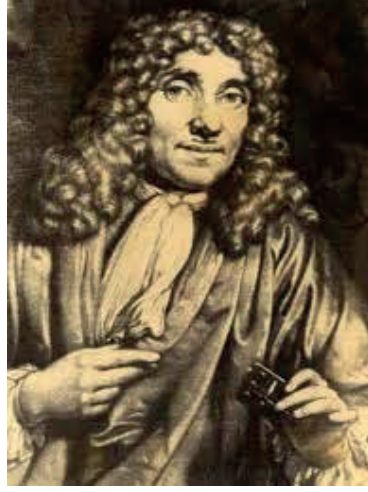
देखे। 1677 में उन्होंने तालाब के पानी की एक बूंद का भी अपने माइक्रोस्कोप से निरीक्षण किया। उन्हें पानी की इस बूंद में छोटी-छोटी चीजें तैरती नजर आईं। दरअसल वो तैरती चीजें बहुत छोटी थीं—एक इंच के पचासवें हिस्से से भी छोटी। फिर भी वो तैर रही थीं और चीजों को खा रही थीं। वो जिन्दा थीं और उन्हें माइक्रोस्कोप के बिना देख पाना सम्भव नहीं था। इतनी छोटी-छोटी जीवित चीजें भी हो सकती हैं, ल्यूवेनहॉक से पहले किसी ने इस बात की कल्पना तक नहीं की थी।

ऐसे छोटे जीवों को जिन्हें माइक्रोस्कोप के बिना देख पाना असम्भव है को हम 'माइक्रो आरगैनिज्म' या 'सूक्ष्मजीव' कहते हैं। ल्यूवेनहॉक, सूक्ष्मजीव देखने वाले पहले इंसान थे। सूक्ष्मजीव दरअसल एक-कोशिका के बने होते हैं, जिसमें जीवित पदार्थ के चारों ओर एक झिल्ली होती है। मनुष्य का शरीर ऐसी करोड़ों-अरबों कोशिकाओं (सेल्स) से बनता है। ल्यूवेनहॉक ने जिन सूक्ष्मजीवों को देखा उनका व्यवहार काफी कुछ जानवरों जैसा था।

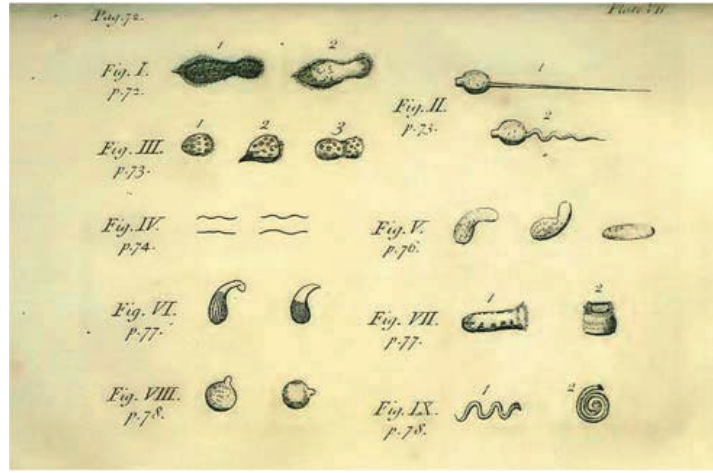


चित्र 4 : ल्यूवेनहॉक का सूक्ष्मदर्शी

1683 में उन्होंने ऐसी रचनाओं का वर्णन किया जो बैक्टीरिया ही हो सकते हैं। उसके बाद 100 साल तक उन्हें फिर से नहीं देखा जा सका। आज हम जानते हैं कि बैक्टीरिया एक कोशिकीय जीव हैं और हमारे शरीर की कोशिकाओं से सौ गुना ज़्यादा इनकी आबादी है। सभी बहुकोशिकीय जीवों की कोशिकाओं में 'माइटोकॉन्ड्रिया' नामक अंग बैक्टीरिया ही है जो सहजीविता से मेजबान कोशिका में रहते हैं।



चित्र 5 अ: ल्यूवेनहॉक



चित्र 5 ब : ल्यूवेनहॉक द्वारा देखे गए कुछ सूक्ष्म जीव

ल्यूवेनहॉक के समय एक प्रचलित विश्वास था कि मृत पदार्थ से जीवन पैदा होता है ल्यूवेनहॉक ने इस मान्यता का विरोध किया। वैज्ञानिक विचारधारा के विकास में ल्यूवेनहॉक का यह प्रमुख योगदान था।

अपने सूक्ष्मदर्शी में ल्यूवेनहॉक ने गोलाकार लेंस का प्रयोग किया और अपने समय के संयुक्त सूक्ष्मदर्शी से लगभग 10 गुना अधिक आवर्धन क्षमता प्राप्त की। उन दिनों संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता 20 से 30 (यानि 20-30 गुना छोटा दर्शाने की क्षमता) थी। ल्यूवेनहॉक ने सूक्ष्म जीवों के 1675 में किए गए अवलोकनों का वर्णन इस प्रकार किया है –

“ मैंने बारिश के पानी में अत्यंत सूक्ष्म जीवित प्राणियों की खोज की। पहली तरह के जीव जिन्हें मैंने कई बार देखा, वो 5,6,7 या 8 गोलनुमा रचनाओं के बने हुए दिख रहे थे। कोई ऐसी खोल या झिल्ली भी नज़र नहीं आ रही थी जो उन्हें आपस में बाँधे रखती हो। जब ये किटाणु या जीवित परमाणु चलते थे तो वे दो छोटे सिंगनुमा अंग को आगे बढ़ाते थे,

जो लगातार हिलते रहते थे। जबकि शेष शरीर स्थिर था जो अंत की ओर थोड़ा नुकीला हो जाता था। इसी छोर की तरफ एक पूंछ थी जो शरीर से लगभग चार गुना लंबी और मेरे सूक्ष्मदर्शी के हिसाब से मकड़ी के जाल के धागे जितनी मोटी थी। इस पूंछ के अंत में एक गोला सा था लगभग उसी साइज़ का जिससे इस जीव का शरीर बना हुआ था। ये छोटे प्राणी अगर किसी तन्तु या धागे पर जा पहुँचते या किसी ऐसे अन्य कण पर तो वे इसमें फँस जाते थे और अपने शरीर को एक वक्र में खींचकर उससे अपनी पूंछ छुड़ाने की कोशिश करते। अपने आप को फैलाने और सिकोड़ने की प्रक्रिया कुछ समय तक चलती रहती है। मैंने रेत के कण में ऐसे सैकड़ों बेचारे जीवों को कुछ तंतुओं में या आपस में फसे देखा है।

प्रश्न

सजीवों के अवलोकन के लिए नामकरण जरूरी नहीं तर्क सहित उत्तर दीजिये।



चित्र 7 : ल्यूवेनहॉक द्वारा देखे गए कुछ अन्य प्राणि (कीट)

ऐसे बारिश के पानी में जिसे कुछ दिन हवा में खुला रखा गया था, मुझे एक बूँद पानी में हजारों जीव दिखाई दिए जो कि अब तक दिखने वाले जीवों में सबसे छोटे थे। कुछ समय बाद मैंने अब तक देखे जीवों के अलावा और भी ऐसे जीव देखें जो आठ गुना बड़े थे व आकार में गोलाकार थे। बहुत छोटे वाले जीव तो पानी में धीरे-धीरे तैर रहे थे परंतु ये बड़े वाले फुर्ती से इधर-उधर जा रहे थे जैसे हवा में मच्छर उड़ते हैं। ऐसा करते हुए वो अचानक गिर पड़ रहे थे।

आप भी करके देखें :

घर में एक कटोरी भर नल के पानी में चाय के चम्मच के एक तिहाई भर काली मिर्च या मेथी के बीज भिगोएँ। हर रोज़ एक हैंडलेंस से इसका अवलोकन करते रहें। जब कटोरी में पानी कम हो जाए तो और पानी डालें। कुछ समय बाद आपको छोटे छोटे सफेद कण नज़र आएँगे। इनमें हलचल करने वाले कण 'पैरामीशियम' नामक एक कोशिकीय जीव है। यह आपको तीव्र गति से चलते हुए नज़र आएगा। कटोरी को हिलाने पर ये स्थिर हो जाएँगे।

दो हफ्तों तक कटोरी में दिखने वाले परिवर्तन एवं उसके क्या कारण हो सकते हैं इस बारे में अध्ययन कर एक विवरण लिखें।

संगठन की बुनियादी इकाई कोशिका के अवलोकन में विवरण और चित्र बनाकर उसे दर्शाना एक महत्वपूर्ण पहलू है इसके लिए ल्यूवेनहॉक के अवलोकन का विवरण हमें विस्तृत रूप से अवलोकन करना और उसके वर्णन लिखने के ढंग से परिचित कराता है। कोशिकाएँ सजीव हैं और उनकी कार्य प्रणाली निरंतर चलती रहती है। आम तौर पर हमारी किताबों में कोशिका को एक स्थाई आकार के रूप में दर्शाया जाता है परंतु वास्तव में ऐसा नहीं है। ऐसा ज़रूरी है की हम इस बात को बच्चों तक भी पहुँचा पाये। आइये हम भी अलग-अलग सजीवों एवं उनके अंगों का अवलोकन करें और उनमें जहाँ तक हो सके कोशिकाओं को देखने का प्रयास करें।

बहुकोशिकीय जीवों में कोशिकाओं के समूह एक विशेष व्यवस्था में जमे हुये होते हैं। आपको कई अलग-अलग समूह और उनके अलग पैटर्न नज़र आएँगे।

तरह-तरह की चीजों का अवलोकन हैंड लेंस की मदद से करें –

चींटी का एंटीना, शरीर, चींटी के पैर का अवलोकन।

पराग कण का अवलोकन।

मछली व मेंढक के अंडे का अवलोकन।

मुर्गी के अंडे का अवलोकन। अंडे को तोड़ कर भी देखें। अण्डे को 5-6 दिनों तक सिरके में डुबो कर रखें और देखें।

नीबू संतरे की एक रस भरी पोर या रेशा (एक कोशिका है जिसे बिना हैंडलेंस के भी देखा जा सकता है) का अवलोकन।

पक्षी के अंडे को लेकर विवादास्पद विचार :

‘हुक’ की ‘कोशिका’ की परिभाषा के अनुसार दीवारों से घिरे रिक्त स्थानों को कोशिका कहा गया। पादप देह संगठन में इस प्रकार की काफी संरचनाएँ नज़र आती हैं। पर अंडे में दीवारों से घिरा कोई रिक्त स्थान नहीं है। कई वैज्ञानिकों के अनुसार अंडे के कठोर आवरण को निकालने के बाद शेष बचा भाग कोशिका है। कई और वैज्ञानिकों के अनुसार अंडे का पीला भाग ही कोशिका है। इसमें भी एक और मत यह है की पीले भाग पर स्थित सफ़ेद बिन्दु कोशिका है। परंतु अंडे के परिवर्धन के अनुसार अनिषेचित अंडा एक कोशिका है।

कोशिका सिद्धान्त तक का सफर

लेंस के प्रकार (गोल लेंस, चपटे लेंस इत्यादि) और सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता में वृद्धि से कोशिका के अन्य आयाम भी स्पष्ट रूप से सामने आने लगे। ल्यूवेनहॉक के अवलोकनों के लगभग 200 साल बाद कोशिकाओं का अवलोकन उनकी उत्पत्ति संबंधी खोज के लिहाज़ से होने लगा। माथाइस श्लेडेन, एक जर्मन वनस्पति वैज्ञानिक और थियोडोर श्वान एक जन्तु वैज्ञानिक ने स्वतंत्र रूप से पादप एवं जन्तु कोशिकाओं का अवलोकन किया और उन्हें एक रूप से दूसरे रूप में बदलते देखा। उन्होंने मिलकर यह दावा किया कि—

- सभी जीवों का शरीर कोशिकाओं का बना होता है।
- कोशिका कार्यात्मक और संरचनात्मक इकाई है।

इसी दौर में कैंसर संबंधी प्रयोग भी ज़ोरों से चल रहा था। सन 1845 में बेननेट नामक एक स्कॉटिश चिकित्सक के यहाँ एक रोगी आया। उसके पेट के एक हिस्से में एक ट्यूमर था। उसे समय-समय पर भयानक पेट दर्द होता था। बेननेट ने पाया कि उल्टी होना, शरीर में अत्यंत मात्र में पस जमा होना इत्यादि लक्षण उस पेशेंट में नज़र आ रहे थे। रक्त परीक्षण करने पर उसके खून में अत्यधिक मात्रा में सफ़ेद रक्त कणिकाएँ थीं (सफ़ेद रक्त कणिकाओं की मात्रा में बढ़ोतरी किसी संक्रमण को दर्शाती है) बेननेट ने वर्णित किया कि खून बदल कर मवाद(pus) बन जाता है या खराब हो जाता है।

उन्हीं दिनों रूडोल्फ़ फिरचो नामक एक 24 साल के युवा चिकित्सक ने बेननेट के कथन को चुनौती दी। रोगियों के खून के नमूनों में बिना सूक्ष्मदर्शी के ही सफ़ेद सी परत दिखती थी जो आम तौर पर स्वस्थ व्यक्ति के खून में नहीं दिखती। उनके अनुसार कोई कारण नहीं था कि खून किसी अन्य पदार्थ में बदल जाए। उन्होंने इस रोग का नाम सफ़ेद रक्त कणिकाओं की अधिक मात्रा होने से वेससेस ब्लड यानि सफ़ेद खून या थोड़ा और वैज्ञानिक शब्दावली के अनुसार ल्यूकेमिया (लूकोस यानि सफ़ेद, ग्रीक भाषा में) दिया। परंतु इस रोग को समझने का कोई दावा नहीं किया। उन्होंने देखा कि सफ़ेद रक्त कोशिकाएं विभाजित हो रही थीं जिससे उनकी संख्या बढ़ रही थी। फिरचो कोशिका संबंधी ऐसे अध्ययन कार्य में जुटे रहे जिससे कोशिका सिद्धान्त तक का सफर तय हुआ।

फिरचो चिकित्सा विज्ञान में तब आए थे जब हर बीमारी के पीछे किसी अदृश्य शक्ति जैसे कोई भाप या खराब द्रव्य या मिर्गी का हाथ होना माना जाता। फिरचो के लिए कोशिकाओं को सूक्ष्मदर्शी में देखना और उनके बदलते स्वरूप का अध्ययन करना एक जुनून सा था। उन्हीं दिनों श्लेडेन और श्वान ने मिलकर कोशिका के संदर्भ में अपना दावा पेश

किया था। फिरचो ने इनके विचारों को आगे बढ़ाते हुए जीव विज्ञान का एक बुनियादी सिद्धान्त यानि 'कोशिका सिद्धान्त' प्रतिपादित किया –

सभी सजीव कोशिकाओं से बने हैं ।

कोशिका जीवन की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई है।

हर कोशिका पहले से उपस्थित कोशिका से ही बनती है।

प्रश्न – क्या बीमारी के पीछे किसी अदृश्य शक्ति का हाथ होता है ? या कोशिका का ?

प्रश्न – फिरचो ने बीमारी के पीछे किसी अदृश्य शक्ति होने की बातों का खंडन कैसे किया होगा ?

सामान्यतः जब हम कोशिकाओं को देखते हैं तो हमें कोशिका भित्ति या कोशिका झिल्ली ही दिखाई देती है। लगता है कि ये तो खाली डिब्बे हैं। रॉबर्ट हुक ने यही सोचा था। यही सोचकर उन्होंने 'सेल' नाम दिया था। मगर बाद के अवलोकनों से स्पष्ट हुआ कि कोशिकाएँ खाली डिब्बे नहीं हैं।

कोशिका कि समझ में एक महत्वपूर्ण योगदान रॉबर्ट ब्राउन (1773–1858) नामक एक वैज्ञानिक के अवलोकन का भी था। कोशिका के अंदर उपस्थित रचनाओं में सबसे पहले केंद्रक का नाम आता है। कहा जाता है कि अठारवीं सदी में ही फेलिस फॉंटाना (1730–1805) ने एपिथीलियम (यानि शरीर के अंगों कि सबसे बाहरी परत) की कोशिकाओं में केंद्रक देखा था मगर अलग-अलग कई कोशिकाओं में केंद्रक को देखने तथा उसे कोशिका के अभिन्न अंग के रूप में पहचानने का श्रेय रॉबर्ट ब्राउन को दिया जाता है। ब्राउन ने अवलोकन करते हुए देखा कि कोशिकाओं में एक गोलाकार सा बिन्दु है जो शेष कोशिका कि अपेक्षा कुछ अपारदर्शी है। इसे इन्होंने कोशिका का एक अनिवार्य हिस्सा माना और इसे न्यूक्लियस (केंद्रक) नाम दिया। केंद्रक, कोशिका के आकार का $1/6$ से $3/4$ भाग होता है।

संगठन के अन्य स्तर

एक कोशिकीय जीव में तो एक कोशिका में ही होने वाले जैविक कार्यों से जीवन चलता है मगर बहुकोशिकीय जीवों में कोशिकाओं के समूह द्वारा जैविक क्रियाएँ निष्पादित होती है। एक उदाहरण से यह समझने का प्रयास करेंगे की कोशिका संरचनात्मक इकाई के रूप में एक निश्चित आकार तथा निश्चित व्यवस्था लिए हुए कैसे काम करती है।

प्रश्न – किसी व्यक्ति का दिमाग काम नहीं करने से भी उसकी पाचन क्रिया चलती रहती है क्यों ? और किन अंगों की कोशिकाएं काम कर रही होंगी ?

आइए हमारी आखों की संरचना और देखने की प्रक्रिया के उदाहरण से कोशिकाओं के

समूह में काम करने की क्षमता के बारे में अध्ययन करें –

हमारी आंखों में लगभग 12 करोड़ प्रकाश संवेदी कोशिकाएँ होती हैं। ये आंखों के पिछले हिस्से में मोज़ाइक के रूप में पायी जाती हैं। देखने की प्रक्रिया के लिए प्रत्येक कोशिका में प्रतिबिंब बनना जरूरी होता है। ये कुछ इस प्रकार से आँखों के पिछले हिस्से में सजी होती हैं की आँखों के लेंस के जरिये प्रकाश सीधा इन पर पड़ता है। अगर इन कोशिकाओं का आकार और छोटा होता तो प्रतिबिंब नहीं बन पाता क्योंकि प्रकाश के तरंग की लम्बाई बराबर से ही एक प्रतिबिंब बन पता है। अगर ये दोगुने बड़े हो जाते तो स्पष्टता से दिखने के लिए दो वस्तुओं के बीच कि दूरी (क्षैतिज दूरी) भी दुगुनी होनी पड़ती। यानि चूहे कि आँख से मनुष्य कि आँख की तुलना करें तो ऐसा कतई नहीं कि चूहे की आँख मनुष्य की आँख का आकार के अनुसार छोटा प्रारूप है।

प्रश्न

1. अगर प्रकाश संवेदी कोशिकाएँ छोटी या बड़ी होने से देखने की प्रक्रिया पर ऐसा प्रभाव पड़ता है तो चूहे और मनुष्य के आँखों की इन कोशिकाओं में क्या अंतर होगा?
2. प्रकाश संवेदी कोशिकाएँ अगर आँख के पिछले हिस्से में न होकर अन्य किसी जगह होती तो क्या होता?
3. क्या देखने की प्रक्रिया एक कोशिका पर आधारित है या कोशिकाओं के समूह पर ? इस बात को विस्तार से लिखने का प्रयास कीजिए।

अक्सर हम यह पाते हैं की शरीर की अनुपात में छोटे जानवरों की आँखें बड़े जानवरों की तुलना में बड़ी होती है। साथ ही इनमें प्रकाश संवेदी कोशिकाओं की संख्या किसी बड़े जानवर की आँखों से कम होता है। उदाहरण के लिए किसी कीट के आँखों में लगभग 30,000 ही ऐसी कोशिकाएँ हैं।

देखने की प्रक्रिया तो आंखों की बाह्य परत से शुरू होकर प्रतिबिंब बनना और मस्तिष्क द्वारा प्रतिबिंब की सार्थक समझ व तात्पर्य बनाने तक है। इस प्रक्रिया में परत दर परत कई प्रकार की कोशिकाएँ भाग लेती हैं।

हम देख सकते हैं की बहुकोशिकीय जीवों में कोशिकाओं के समूह विशिष्ट कार्य करते हैं और उनकी संख्या व अनुपात जीव के शरीर के अनुपात होता है।

मनुष्य के शरीर में हो या किसी बड़े पेड़ के शरीर में यदि भोजन और पानी दूर-दूर तक पहुँचाना हो तो संरचनाओं की क्षमता और व्यवस्था में अंतर होना लाज़मी है। एक छोटे पेड़ और एक बड़े पेड़ की आंतरिक संरचनाओं में आपको अंतर तो दिखेगा मगर एक विशेष

कार्य करने वाली कोशिकाओं में क्या बहुत अंतर होगा? कोशिकाओं की या तो संरचना या उनके कार्य में समानता के आधार पर समूह जिनका अध्ययन एक साथ किया जाता है, 'उतक' (टिश्यू) कहलाते हैं। उतक को कोशिका के पहले देखा और वर्णित किया गया। पौधों के उतकों के कई प्रकारों को नहमिया ग्लू नामक वैज्ञानिक ने 17 वीं सदी के तीसरे दशक में ही वर्णित किया था। 'मेरी फ्रेंकोइस जेविएर बिचट' ने 1801 में इन संरचनाओं की व्याख्या और नामकरण मनुष्य के शरीर की संरचनाओं के लिए किया। तब कोशिका और सूक्ष्मदर्शी दोनों का आविष्कार हो चुका था पर बिचट अपने आँखों पर ही भरोसा करना चाहते थे न की सूक्ष्मदर्शी पर। जन्तु शरीर की कार्यात्मक और संरचनात्मक इकाई उन्होंने 'टिश्यू' को ही माना जिसे वे परत दर परत निकाल पाते और जो बुना हुआ या गूँथा हुआ सा दिखता था। बिचट फ्रेंच थे और फ्रेंच भाषा में बुना हुआ के लिए 'टिश्यू' शब्द का प्रयोग किया जाता था। यह शब्द कपड़े की बुनाई के लिए ही प्रयोग किया जाता था। बिचट का मानना था की रोग किसी उतक पर ही प्रभाव डालता है। गौर करने की बात यह है कि उन्होंने टिश्यू के नामकरण और 21 अलग-अलग टिश्यू की व्याख्या की जिसमें आज तक प्रयोग में आने वाले सारे जन्तु उतकों का नाम शामिल है। इस समय तक कोशिका सिद्धान्त प्रतिपादित नहीं हुआ था।

उतकों का अध्ययन आम तौर पर कृषि या चिकित्सा विज्ञान से जुड़े शोध कार्यों में होता है।

प्रश्न

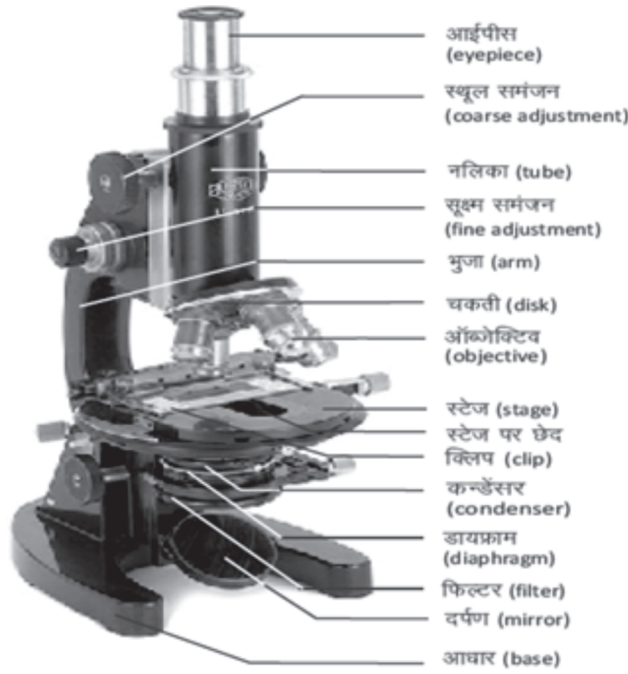
1. उतक पर कक्षा नवीं की पाठ्य पुस्तक में लिखे गए अध्याय का अध्ययन कर सजीवों के संगठन में उतक के महत्व के बारे में विस्तार से लिखिए।
2. उसी पाठ में दिये गए पादप एवं जन्तु उतकों के समूहीकरण के आधार का अध्ययन कर उसका विवरण प्रस्तुत कीजिये।
3. कोशिकाओं के समूह उतक, उतकों के समूह अंग और अंगों के समूह अंग तंत्र बनाते हैं। छठवीं से लेकर आठवीं तक अंगों और अंग तंत्रों से जुड़े अध्याय ढूँढिए और एक तालिका बनाकर प्रस्तुत कीजिये की हर अध्याय में अंग तंत्रों से जुड़ी कौन सी बातें की गयी हैं। तालिका कुछ इस प्रकार से बनाएँ। (पौधों और मनुष्यों के लिए अलग अलग तालिकाएँ बनाने से आप विस्तृत विवरण लिख सकते हैं)

कक्षा	अध्याय का नाम	अंग तंत्र	अंग तंत्र से जुड़े अंग	अंग तंत्र का संक्षिप्त विवरण

सूक्ष्मदर्शी और कोशिका का अध्ययन

कोशिका का अध्ययन सूक्ष्मदर्शी के बगैर करना मुश्किल है। निम्नलिखित विवरण सूक्ष्मदर्शी के भाग और उनके उपयोग के बारे में है—

- सूक्ष्मदर्शी के दर्पण, ऑब्जेक्टिव, आईपीस और स्टेज को एक मुलायम कपड़े से साफ कर लें।



चित्र 2
संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

- अवलोकन के लिए तैयार की गई स्लाइड को स्टेज पर इस तरह रखें कि जिस चीज़ का अध्ययन करना हो वह स्टेज के छिद्र के ठीक ऊपर रहे।
- अब यह देख लें कि जिस ऑब्जेक्टिव पर 10 × लिखा है वह छिद्र के ऊपर हो। यह कम आवर्धन वाला (लो पावर) ऑब्जेक्टिव है। यदि हमें वस्तु को ज़्यादा आवर्धन (हाई पावर) में देखना है, तो वह बाद में करेंगे। दर्पण को प्रकाश की दिशा में घुमाकर ऐसी स्थिति में लाएँ कि वस्तु पर अधिकतम प्रकाश पड़े।

- कई बार बहुत अधिक प्रकाश आने पर आँखें चँधियाने लगती हैं और स्लाइड के रंगहीन व रंगीन हिस्से अलग-अलग नहीं दिख पाते। इसके विपरीत, ऐसा भी होता है कि प्रकाश बहुत कम होने पर कुछ दिखाई ही नहीं पड़ता। इन दोनों स्थितियों से निपटने के लिए कन्डेंसर की मदद लेते हैं। कन्डेंसर को घुमाकर डायफ्राम का छिद्र छोटा-बड़ा कर के प्रकाश की मात्रा को सही कर लें।
- वस्तु को स्पष्ट देखने के लिए सूक्ष्मदर्शी को फोकस करना होता है। इसके लिए पहले स्थूल समंजन का उपयोग करें। जब वस्तु ठीक-ठाक दिखने लगे तब सूक्ष्म समंजन की मदद से उसे अच्छी तरह फोकस करें।
- जब उच्च आवर्धन में वस्तु का अवलोकन करना हो, तो स्थूल समंजन का उपयोग न करें क्योंकि उच्च आवर्धन से देखते समय ऑब्जेक्टिव स्टाइड के बहुत निकट आ जाता है और स्लाइड टूटने का डर रहता है। यदि उच्च आवर्धन में अवलोकन करना हो तो पहले कम आवर्धन वाले ऑब्जेक्टिव से फोकस करके स्पष्ट दिखने की स्थिति में लाना चाहिए और फिर चकती को घुमाकर उच्च आवर्धन वाले ऑब्जेक्टिव को छिद्र के ऊपर लाना चाहिए। इसके बाद सिर्फ सूक्ष्म समंजन का उपयोग करें।

अभ्यास के प्रश्न

1. बिचट ने जब टिश्यू नामकरण दिया था, तब कोशिका की खोज हो चुकी थी, विचार करके लिखिए की क्या कारण हो सकता है कि बिचट ने टिश्यू को सजीवों के शरीर की संगठनात्मक और कार्यात्मक इकाई माना ?
2. कोशिका सिद्धान्त की जीव विज्ञान के अध्ययन में क्या भूमिका है, विस्तार से लिखिए।
3. अपनी कक्षा में कोशिका के बारे में पढ़ाना हो तो आप क्या तैयारी करेंगे ?
4. सजीवों के संगठन का अध्ययन हमें किन महत्वपूर्ण विषयों से अवगत करवाता है ?
5. एक बच्चे ने अपने घर में, एक प्लेट पर भिगोयी हुई रुई पर 6 मूंग के बीज उगाये और रोज़ उनका अध्ययन किया। उसने पाया कि सारे पौधों में पहले बाह्य आवरण फटा फिर जड़ (मूलांकुर) बाहर आया। उसने ऊतक वाले अध्याय के अनुसार यह निष्कर्ष निकाला कि बाह्य आवरण त्वचीय ऊतक है। क्या वह सही था। अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।
6. आँखों की प्रकाश संवेदी कोशिकाओं को अपने व्यास के बराबर एक के पीछे एक सजाया जाए तो लंबाई लगभग 84 मीटर होगी। अगर प्रकाश के तरंग की लंबाई 700 नैनो मीटर यानि लगभग एक कोशिका का व्यास लें तो पता लगाइए की 84 कैसे प्राप्त हुआ ?

हमारे चारों ओर के रासायनिक परिवर्तन (Chemical Changes Around Us)

मुख्य बिन्दु –

- भौतिक और रासायनिक परिवर्तन
- रासायनिक संकेत एवं सूत्र
- रासायनिक समीकरण लिखना एवं संतुलित करना
- रासायनिक अभिक्रियाएँ
- अवलोकन एवं प्रयोगात्मक कौशल
- भ्रांतियाँ (misconception)

दूध में नींबू की कुछ बूँदें डालें, तो दूध फट जाता है, पानी अलग और पनीर अलग हो जाता है। दूध में थोड़ा सा दही डालकर रख दें, तो दूध धीरे-धीरे दही में बदल जाता है। मोमबत्ती को जलाते हैं तो मोमबत्ती जलकर गैसों बनाती है। कोयले को जलाते हैं, तो कोयला जलकर राख तथा गैसों बनाता है। क्या सभी उदाहरणों में कोई न कोई नया पदार्थ बनता है? आइए, कुछ और उदाहरणों पर विचार करें।

नमक को पानी में घोलने पर या बल्ब जलाने पर या दूध में पानी मिलाने पर भी क्या कोई नया पदार्थ बनता है?

- ऐसे परिवर्तन, जिनमें नए पदार्थ बनते हैं, रासायनिक परिवर्तन कहलाते हैं।
- ऐसे परिवर्तन जिनमें कोई नया पदार्थ नहीं बनता है भौतिक परिवर्तन कहलाते हैं।
- अपने आस-पास होने वाले कोई तीन भौतिक एवं तीन रासायनिक परिवर्तनों के उदाहरण सोचिए।

जब रासायनिक परिवर्तन होता है, तब हम यह कह सकते हैं कि रासायनिक अभिक्रिया हुई है। आपको कैसे पता चलता है कि रासायनिक अभिक्रिया हो रही है। इसके लिए आप कक्षा आठवीं के छात्रों के साथ अध्याय-4 के क्रियाकलाप 1, 3, 5 और 6 करें।

आप देखेंगे कि चारों क्रियाकलापों में नए पदार्थ के बनने के साथ-साथ कुछ और अवलोकन प्राप्त होते हैं, जो यह प्रदर्शित करते हैं कि रासायनिक अभिक्रिया हो रही है। सारणी-1 में दिए गए अभिलक्षणों के सामने क्रियाकलाप और उसमें होने वाला परिवर्तन को लिखिए एवं ऐसे कुछ और उदाहरण कक्षा 9वीं एवं 10वीं की पाठ्य पुस्तकों के भी दीजिए।

सारणी क्रमांक – 1

क्र.	अभिलक्षण	क्रियाकलाप	अन्य उदाहरण
1.	पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन	----	----
2.	रंग परिवर्तन	----	----
3.	गैस का निकलना	----	----
4.	ठोस के रूप में अवक्षेपित होना	क्रियाकलाप-5 में सफेद अवक्षेप	
5.	तापमान में परिवर्तन	----	----

भौतिक परिवर्तन की विशेषताएँ –

1. कोई नया पदार्थ नहीं बनता है।
2. भौतिक गुण जैसे रंग, आकार, आकृति, अवस्था में परिवर्तन होता है।
3. पदार्थ के लाक्षणिक गुण नहीं परिवर्तित होते हैं।
4. अधिकांश भौतिक परिवर्तन उत्क्रमणीय होते हैं अर्थात् परिवर्तित पदार्थ को मूलरूप में वापस लाया जा सकता है।

रासायनिक परिवर्तन की विशेषताएँ –

1. रासायनिक परिवर्तन में हमेशा नया पदार्थ बनता है।
2. रासायनिक परिवर्तन के दौरान रासायनिक अभिक्रिया होती है।
3. पदार्थ के लाक्षणिक गुण पूरी तरह से परिवर्तित हो जाते हैं।
4. अधिकांश रासायनिक परिवर्तन अनुत्क्रमणीय होते हैं अर्थात् परिवर्तित पदार्थ को मूलरूप में वापस नहीं लाया जा सकता है।

भौतिक और रासायनिक परिवर्तन की पहचान करते समय कई बार दुविधा की स्थिति आ जाती है, कि यह किस प्रकार का परिवर्तन है भौतिक या रासायनिक। क्योंकि रंग परिवर्तन, अवस्था परिवर्तन, तापमान में परिवर्तन, गैस का निकालना दोनों परिवर्तनों में हो सकता है।

मलाई से मक्खन या मक्खन से घी बनाने के दौरान कौन-सा परिवर्तन होता है? यहाँ पर भ्रम की स्थिति निर्मित हो जाती है। यह एक ऐसा भौतिक परिवर्तन है जिसमें उत्क्रमणीय अभिक्रिया नहीं होती है।

उदाहरण के लिए मोमबत्ती के जलने के दौरान दोनों परिवर्तन एक साथ होते हैं। मोम का पिघलना भौतिक परिवर्तन है लेकिन उसका जलना रासायनिक परिवर्तन होता है।

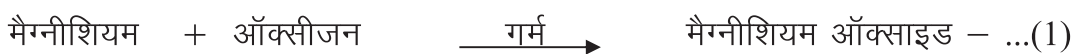
इस तरह की परिस्थितियों में हमें रासायनिक परिवर्तन को पहचानने के लिए एक

प्रमुख बात याद रखना जरूरी है कि “रासायनिक परिवर्तन में हमेशा नया पदार्थ बनता है ।”

स्व-मूल्यांकन :-

1. किसी रासायनिक परिवर्तन का उदाहरण लेकर क्रियाकलाप द्वारा जाँच कीजिए कि कोई नया पदार्थ बना है?
2. कोल्ड ड्रिंक की बोतल खोलते समय झाग सहित गैस के निकलने की तर्क सहित व्याख्या कीजिए कि यह कौन-सा परिवर्तन है?

रासायनिक अभिक्रिया का वाक्य के रूप में वर्णन करना बहुत लंबा हो जाता है। इसे संक्षिप्त रूप में प्रदर्शित करने के लिए हम शब्द समीकरण का उपयोग करते हैं। जैसे- मैग्नीशियम रिबन को जब ऑक्सीजन की उपस्थिति में जलाया जाता है, तब वह मैग्नीशियम ऑक्साइड में बदल जाता है।



क्या इस शब्द समीकरण को और संक्षिप्त किया जा सकता है? इसके लिए हम संकेत और सूत्रों की बात करेंगे।

जैसा कि हम जानते हैं कि अलग-अलग भाषाओं में पदार्थों के नाम भी अलग-अलग होते हैं, जैसे लोहे को अंग्रेजी में आयरन कहते हैं। पानी को हम जल, नीर वाटर आदि नामों से जानते हैं। रसायन शास्त्र का काम तो पूरे संसार में होता रहता है, इसलिए यह जरूरी है कि पदार्थों को एक ही नाम से जाना जाए।

अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर मान्य नियमों (IUPAC System) के आधार पर तत्वों के संकेत लिखने के लिए अंग्रेजी नाम का पहला अक्षर ही उस तत्व का संकेत बन गया जैसे- हाइड्रोजन (Hydrogen) का संकेत H, ऑक्सीजन (Oxygen) का O तथा नाइट्रोजन (Nitrogen) का N है।

कभी-कभी एक ही अक्षर से एक से अधिक तत्वों के नाम प्रारंभ होते हैं। उस समय एक अक्षर की जगह दो अक्षरों का उपयोग किया जाता है। दूसरा अक्षर नाम का दूसरा या कोई अन्य अक्षर लेते हैं। ऐसी स्थिति में पहला अक्षर दीर्घ लिपि (capital letter) में तथा दूसरा लघु लिपि (small letter) में लिखा जाता है जैसे B अक्षर से शुरू होने वाले तत्वों के संकेत-

तत्व	अंग्रेजी में नाम	संकेत
बोरॉन	Boron	B
बेरियम	Barium	Ba
बेरिलियम	Beryllium	Be
ब्रोमीन	Bromine	Br

बिस्मथ	Bismuth	Bi
--------	---------	----

- क्या सभी तत्वों के नाम अंग्रेजी के प्रथम या प्रथम दो अक्षरों से बनते हैं?
- कुछ ऐसे तत्वों के नाम सोचिए जो उपरोक्त नियम के अनुसार नहीं हैं?

कुछ तत्वों के संकेत उनके लैटिन नाम से भी बने हैं, जैसे सोडियम का संकेत Na है जो उसके लैटिन नाम नेट्रियम (Natrium) से बना है।

सारणी क्रमांक – 2

क्र.	तत्व का नाम	अंग्रेजी का नाम	लैटिन नाम	संकेत
1.	ऐलुमिनियम	Aluminium	---	Al
2.	मैग्नीशियम	Magnesium	---	Mg
3.	गंधक	Sulphur	---	S
4.	जस्ता	Zinc	---	Zn
5.	आयोडीन	Iodine	---	I
6.	फॉस्फोरस	Phosphorus	---	P
7.	चांदी	Silver	Argentum	Ag
8.	ताँबा	Copper	Cuprum	Cu
9.	सोना	Gold	Aurum	Au
10.	पोटैशियम	Potassium	Kalium	K
11.	लोहा	Iron	Ferrum	Fe
12.	पारा	Mercury	Hydrargyrum	Hg
13.	टिन	Tin	Stannum	Sn
14.	सीसा	Lead	Plumbum	Pb

संकेत लिखने से हमें हर बार पूरा नाम नहीं लिखना पड़ता है। संकेत लिखने का अर्थ उस तत्व के एक परमाणु के बारे में है जैसे—सोडियम का संकेत Na सोडियम के एक परमाणु को प्रदर्शित करता है। यदि हमें सोडियम के दो परमाणु लिखना है तो हमें 2Na लिखना होगा।

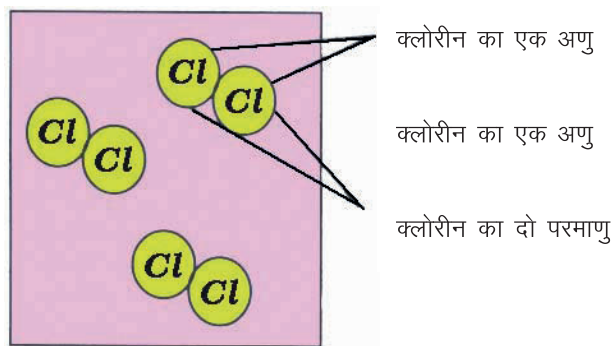
स्वमूल्यांकन –

1. कार्बन, सोना, लोहा के तीन-तीन परमाणु को कैसे लिखेंगे?

2. C तथा S अक्षर से शुरू होने वाले तत्वों के नाम तथा संकेतों की सूची बनाकर पहचानें कि किनके नाम लैटिन भाषा से लिए गए हैं और किनके अंग्रेजी से।

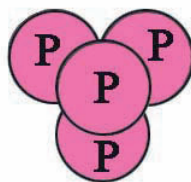
सूत्र –

संकेत के द्वारा हमें किसी तत्व के एक परमाणु की जानकारी मिलती है, लेकिन कई तत्व ऐसे होते हैं, जिनके सबसे छोटे कण में एक से अधिक परमाणु होते हैं अर्थात् एक ही तत्व के दो या दो से अधिक परमाणु जुड़कर अणु बना लेते हैं, जैसे क्लोरीन का एक अणु क्लोरीन के दो परमाणुओं से मिलकर बनता है। इसे दर्शाने के लिए सूत्र लिखते हैं— Cl_2 यहाँ हमने 2 Cl नहीं लिखा है Cl_2 लिखने का अर्थ क्लोरीन के 2 परमाणुओं से होता है। क्लोरीन के अणु को दर्शाने के लिए संकेत के बाद उससे थोड़ा हटकर नीचे (पादांक) 2 लिखते हैं। इससे पता चलता है कि इसमें क्लोरीन के दो परमाणु आपस में जुड़े हुए हैं।



चित्र क्रमांक-1 क्लोरीन के अणु

इसी तरह हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन के अणुओं में भी 2-2 परमाणु होते हैं। इनके सूत्र क्या होंगे? फॉस्फोरस के अणु में 4 परमाणु होते हैं। इसे आप कैसे लिखेंगे?



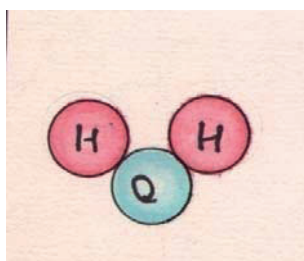
चित्र क्रमांक-2 फॉस्फोरस का एक अणु

इसी तरह गंधक (सल्फर) के एक अणु में आठ परमाणु S_8 होते हैं। अधिकांश ठोस तत्व परमाणु के समूह के रूप में रहते हैं लेकिन इनको सामान्यतः इनके प्रतीक द्वारा ही दर्शाया जाता है जैसे—फॉस्फोरस, गंधक (P,S) आदि।

किसी भी तत्व के एक अणु में उपस्थित कुल परमाणुओं की संख्या को परमाणुकता

कहते हैं। इस प्रकार सोडियम एक परमाणुक तत्व, ऑक्सीजन द्विपरमाणुक और फॉस्फोरस तथा सल्फर बहुपरमाणुक तत्व कहलाते हैं। कक्षा 7वीं की पाठ्यपुस्तक के अध्याय-3 की सारणी 3.5 को पूरा कीजिए।

यौगिक के भी निश्चित सूत्र होते हैं। आप जानते हैं कि यौगिक दो या दो से अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात से मिलकर बनते हैं। किसी यौगिक का सूत्र लिखते समय यह जानना आवश्यक है कि यौगिक किन-किन तत्वों से मिलकर बना है और इसमें इन तत्वों के कितने-कितने परमाणु हैं। जैसे-पानी का सूत्र लिखना हो, तो पानी के एक अणु में हाइड्रोजन के दो और ऑक्सीजन का एक परमाणु पाया जाता है अतः इसका सूत्र H_2O लिखा जाता है। यह पानी का अणुसूत्र है यहाँ पर आपने देखा कि एक परमाणु को दर्शाने के लिए O_1 नहीं लिखा जाता है।



चित्र क्रमांक - 3 पानी का एक अणु

यदि पानी के दो अणु लिखना हो, तो आप कैसे लिखेंगे?

इसे दर्शाने के लिए अणुसूत्र के पहले संख्या लिखी जाती है, $2H_2O$ का अर्थ पानी के दो अणुओं से है।

कार्बन डाइऑक्साइड और कार्बन मोनोऑक्साइड के अणुसूत्र CO_2 और CO हैं। इससे आप जान सकते हैं कि इनमें दोनों तत्वों के परमाणुओं की संख्या कितनी-कितनी है?

कुछ यौगिकों के अणुसूत्र की जानकारी के लिए कक्षा 7वीं अध्याय-3 की सारणी 3.6 का अध्ययन करें।

रासायनिक समीकरण - अध्याय में पूर्व में वर्णित शब्द समीकरण को हम संकेत और सूत्रों के माध्यम से लिखकर रासायनिक समीकरण को अधिक संक्षिप्त, सूचनात्मक और उपयोगी बना सकते हैं। शब्द समीकरण (1) को इस प्रकार लिखा जा सकता है।



अभिक्रिया में मैग्नीशियम और ऑक्सीजन ऐसे पदार्थ हैं, जिनमें रासायनिक परिवर्तन होता है, इन्हें अभिकारक कहते हैं और नए बने हुए पदार्थ मैग्नीशियम ऑक्साइड को उत्पाद कहते हैं।

रासायनिक समीकरण के रूप में लिखी हुई रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों के उत्पादों में परिवर्तन को उनके बीच तीर \longrightarrow के निशान से दर्शाते हैं। अभिकारकों को तीर के बाईं ओर तथा उत्पाद को दाईं ओर लिखा जाता है। अभिकारक या उत्पाद एक से अधिक होते हैं तो उनके बीच योग (+) का चिन्ह लगाते हैं।

तीर के निशान के बाईं तथा दाईं ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की गिनती कर उनकी तुलना करते हैं। यदि दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या समान नहीं हो तो समीकरण असंतुलित होता है।

पदार्थ की अविनाशिता के नियमानुसार किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में पदार्थ का न तो निर्माण होता है और न ही विनाश अर्थात् अभिक्रिया के दौरान परमाणु न तो बनते हैं और न ही नष्ट होते हैं।

अतः किसी रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों का कुल द्रव्यमान उत्पादों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है। दूसरे शब्दों में रासायनिक अभिक्रिया के पहले और बाद में प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान होती है, इसलिए समीकरण को संतुलित करना आवश्यक है।

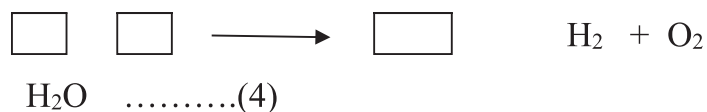
रासायनिक समीकरण को संतुलित करना –

आइए, हम रासायनिक समीकरण को क्रमबद्ध तरीके से संतुलित करें।

उदाहरण— हाइड्रोजन और ऑक्सीजन से पानी बनने की अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण इस प्रकार है—



चरण 1 – रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिए सबसे पहले सूत्र के चारों ओर बॉक्स बना लीजिए। समीकरण को संतुलित करते समय बॉक्स के अंदर कोई भी परिवर्तन नहीं कीजिए।

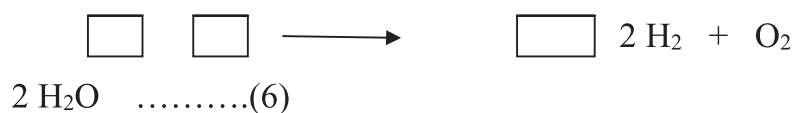


चरण 2 – समीकरण 4 में बाईं ओर ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या दो है जबकि दाईं ओर मात्र 1, परमाणुओं की संख्या बराबर करने के लिए हम अभिक्रिया में भाग लेने वाले तत्वों और यौगिकों के सूत्रों को नहीं बदल सकते हैं, जैसे कि ऑक्सीजन परमाणु की संख्या को संतुलित करने के लिए हम दाईं ओर 2 से गुणा करके $2\text{H}_2\text{O}$ लिखते हैं H_2O_2 नहीं।

आंशिक रूप से संतुलित समीकरण अब इस प्रकार होगा –



चरण 3 – अब हाइड्रोजन परमाणु संतुलित नहीं है। इसके लिए हम बाईं ओर 2 से हाइड्रोजन को गुणा करते हैं, समीकरण अब इस प्रकार होगा –



अंत में संतुलित समीकरण की जाँच के लिए हम दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की तुलना करते हैं।

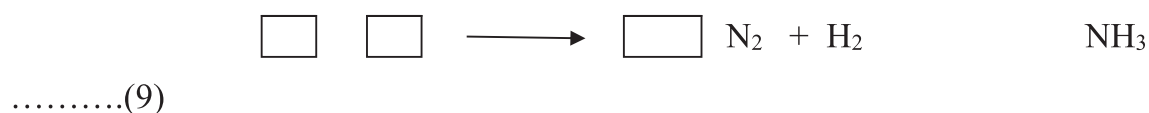


अब आप समीकरण $\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{MgO}$ को संतुलित करके देख सकते हैं।

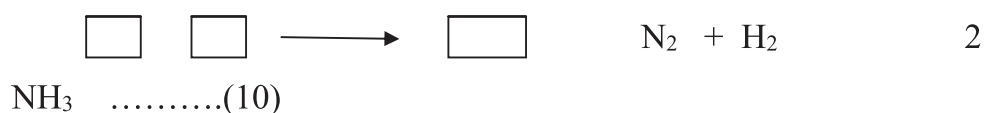
आइए कुछ और अभिक्रिया के उदाहरणों को लेकर समीकरण को संतुलित करें –



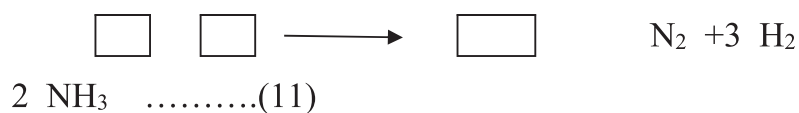
चरण 1 – रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिए सबसे पहले सूत्र के चारों ओर बॉक्स बना लीजिए। आपको याद होगा कि समीकरण को संतुलित करते समय बॉक्स के अंदर कोई भी परिवर्तन नहीं करना है–



चरण 2 – समीकरण 9 में बाईं ओर नाइट्रोजन के परमाणुओं की संख्या 2 है, जबकि दाईं ओर मात्र 1 इसके लिए हम दाईं ओर 2 से गुणा करते हैं।



चरण 3– हाइड्रोजन परमाणु अब भी संतुलित नहीं है। हाइड्रोजन परमाणु की संख्या बराबर करने के लिए बाईं ओर 3 से गुणा करते हैं।



अंत में इस संतुलित समीकरण की जाँच के लिए हम समीकरण के दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या की गणना करते हैं।

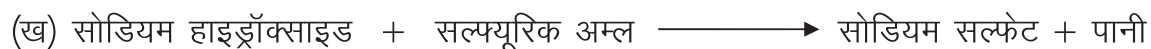
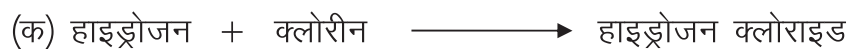


रासायनिक समीकरण को संतुलित करने की इस विधि को अनुमान विधि कहते हैं। इस विधि में सबसे छोटी पूर्णांक संख्या से संतुलित करना आरंभ कर आवश्यकतानुसार इसके गुणांक

का उपयोग करके समीकरण को संतुलित करने का प्रयास किया जाता है।

स्वमूल्यांकन—

निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए—



2. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजिए –



रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार—

कक्षा 8वीं के अध्याय -4 में रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार का अध्ययन कर सारणी क्रमांक -3 को पूरा करने का प्रयास कीजिए—

सारणी क्रमांक -3

क्रमांक	उदाहरण	अभिक्रिया का प्रकार	पहचान का आधार
1.	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{MgO}$	संयोजन अभिक्रिया	दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एकल उत्पाद बनाते हैं।
		ऑक्सीकरण अभिक्रिया	ऑक्सीजन का जुड़ना ऑक्सीकरण कहलाता है।
2.	$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$		
3.	$\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$		
4.	$\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$		
5.	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$		
6.	$2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$		
7.	$\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$		
8.	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$		

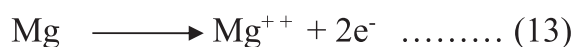
हमने देखा कि उदाहरण-1 में मैग्नीशियम, ऑक्सीजन से क्रिया करके मैग्नीशियम

ऑक्साइड एकल उत्पाद बनाता है, इस प्रकार की अभिक्रिया संयोजन अभिक्रिया कहलाती है। साथ ही साथ यह ऑक्सीकरण अभिक्रिया का भी उदाहरण है। इसी तरह एक ही उदाहरण द्वारा एक से अधिक अभिक्रियाओं के प्रकारों को समझाया जा सकता है।

हमने देखा कि किसी अभिक्रिया में पदार्थ द्वारा ऑक्सीजन ग्रहण करने या हाइड्रोजन त्याग करने की प्रक्रिया ऑक्सीकरण एवं हाइड्रोजन ग्रहण करने या ऑक्सीजन त्याग करने की प्रक्रिया अपचयन कहलाती है।

क्या ऑक्सीकरण अपचयन अभिक्रिया को इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण के आधार पर समझाया जा सकता है।

उदाहरण-1 में मैग्नीशियम, ऑक्सीजन के साथ जलकर मैग्नीशियम ऑक्साइड (सफेद चूर्ण) बनाता है, हम यह कह सकते हैं कि मैग्नीशियम के ऑक्सीकरण से मैग्नीशियम ऑक्साइड बनता है। यदि हम मैग्नीशियम और ऑक्सीजन के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनने की क्रिया पर विचार करें तो मैग्नीशियम के अंतिम कोश में दो इलेक्ट्रॉन पाए जाते हैं, जिन्हें त्यागकर मैग्नीशियम धनायन बनाता है।



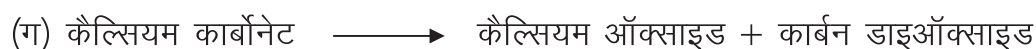
इन इलेक्ट्रॉनों को ऑक्सीजन ग्रहण करके ऑक्साइड आयन (ऋणायन) में परिवर्तित हो जाती है।



इस प्रकार मैग्नीशियम द्वारा इलेक्ट्रॉन त्यागना ऑक्सीकरण और ऑक्सीजन द्वारा इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना अपचयन कहलाता है। उपर्युक्त अभिक्रिया में दोनों अभिक्रियाएँ साथ-साथ चल रही हैं, इन्हें रेडॉक्स अभिक्रिया कहते हैं। इससे संबंधित जानकारी प्राप्त करने के लिए विज्ञान कक्षा 9 के अध्याय को पढ़ें।

स्वमूल्यांकन-

निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए एवं अभिक्रिया के प्रकार बताइए -



अभ्यास:—

1. सारणी में कुछ परिवर्तनों के नाम दिए जा रहे हैं, पहचान कर कारण सहित लिखिए कि वे भौतिक परिवर्तन हैं या रासायनिक परिवर्तन। इसी प्रकार अपने आस-पास के उदाहरणों की सहायता से एक सारणी अपनी कक्षा में भी बनवाइए।

नों के नाम	भौतिकपरिवर्तन/रासायनिक परिवर्तन	परिवर्तको भौतिक परिवर्तन /रासायनिक परिवर्तन कहने का कारण
1. बीजों का अंकुरण		
2. लकड़ों को पानी में घुलना		
3. पानी से बर्फ बनाना		
4. कागज फाड़ना		
5. अण्डे को उबालना		
6. लोहे में जंग लगना।		
7. सीमेंट में पानी मिलाना		
8. पटाखों का फूटना		
9. लोहे को गरम करना		
10. कपड़ों का सूखना		

2. आपने ओजोन गैस का नाम सुना होगा, इसमें ऑक्सीजन के कितने परमाणु होते हैं, इसका सूत्र लिखिए।
3. आप इस बात पर विचार कीजिए कि यौगिकों की तरह मिश्रणों के सूत्र क्यों नहीं होते और फिर कक्षा में चर्चा कीजिए।
4. नाइट्रोजन, ऑक्सीजन के साथ क्रिया करके निम्न प्रकार के ऑक्साइड बनाता है। नाइट्रोजन और ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या के आधार पर आणविक सूत्र लिखिए।

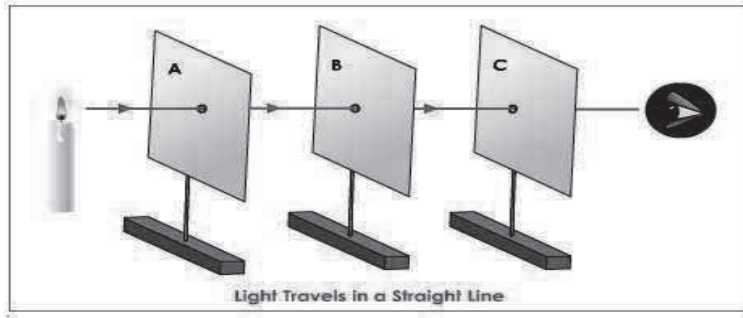
नाइट्रोजन के परमाणुओं की संख्या	नाइट्रोजन के परमाणुओं की संख्या	आणविक सूत्र	यौगिक का नाम
2	1	'—	नाइट्रस ऑक्साइड
1	1	—	नाइट्रिक ऑक्साइड
1	2	—	नाइट्रोजन डाइऑक्साइड
2	3	—	नाइट्रोजन ट्राइऑक्साइड
2	5	—	नाइट्रोजन पेंटाऑक्साइड

प्रकाश

प्रकाश की विशेषताएँ :-

- प्रकाश की गति तेज होती है।
- प्रकाश की द्वैत प्रकृति होती है।
- प्रकाश सरल रेखा में गति करता है।
- प्रकाश की तीव्रता अलग-अलग हो सकती है।
- प्रकाश पदार्थ से अंतःक्रिया करता है।
- प्रकाश कई रंगों से मिलकर बनता है।
- प्रकाश में ऊर्जा निहित होती है।

प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है:-



प्रकाश सात रंगों से बना होता है :-



प्रकाश का परावर्तन समतल दर्पण सतह द्वारा:-

जब प्रकाश की समान्तर किरणें किसी समतल चमकदार सतह पर पड़ती हैं तब वह एक निश्चित दिशा में जाती है इसे प्रकाश का परावर्तन कहते हैं।

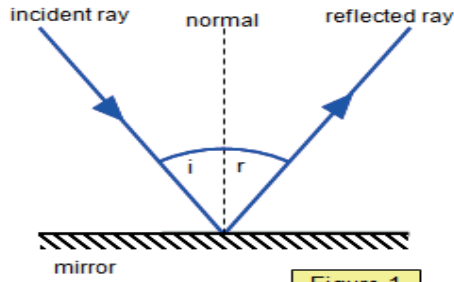
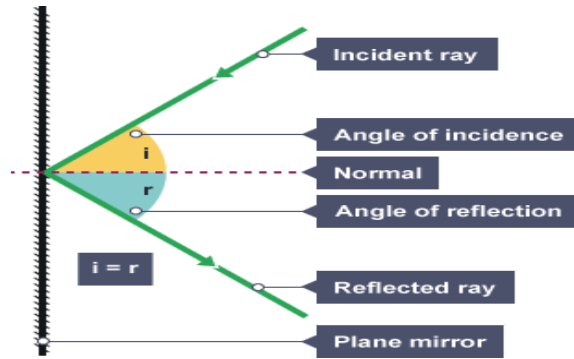


Figure 1

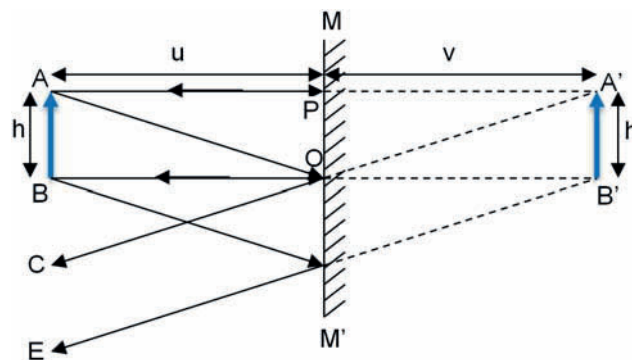
परावर्तन के नियम:-

1. आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब एक ही तल में होते हैं।
2. आपतन कोण सदैव परावर्तन कोण के बराबर होते हैं।



नियमित तथा अनियमित परावर्तन:-जब प्रकाश की किरण चिकनी और चमकदार सतह पर आपतित होती हैं, तो परावर्तित किरणें भी आपस में समान्तर होती हैं इसे नियमित परावर्तन कहते हैं। और जब प्रकाश की समान्तर किरणें किसी खुरदुरे सतह पर आपतित होती हैं तो परावर्तित किरणें आपस में समान्तर नहीं होती हैं इसे अनियमित परावर्तन कहते हैं।

समतल दर्पण से प्रतिबिम्ब बनना:-समतल दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर बनता है जितनी दूरी पर वस्तु होती है।



प्रकाश: परावर्तन एवं अपवर्तन वक्रीय सतह पर –

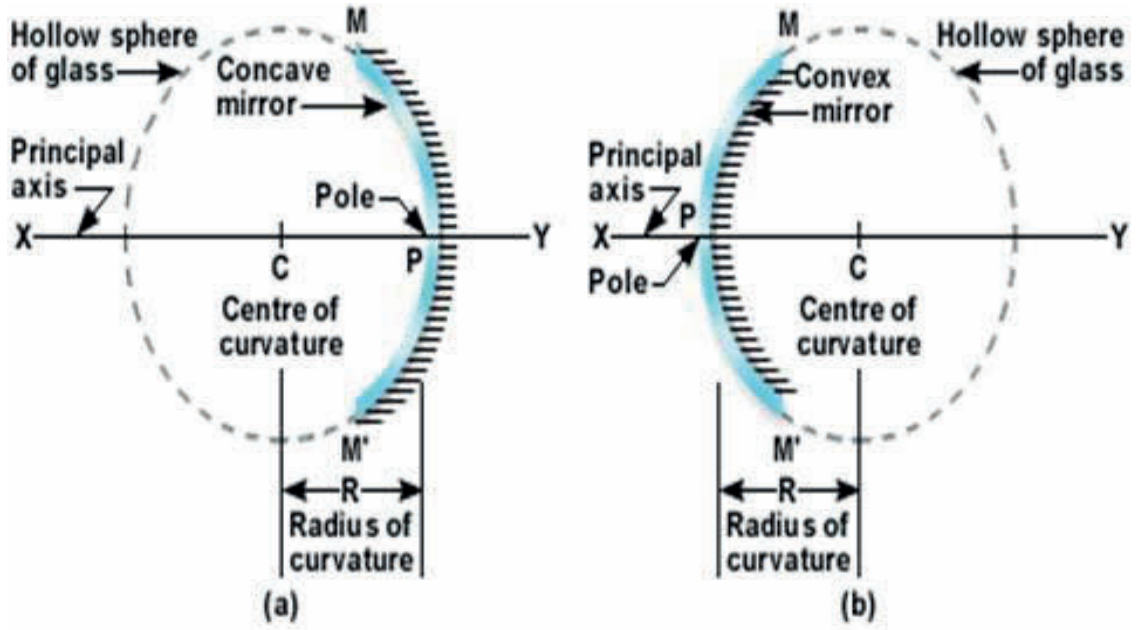
हम प्रतिदिन अनुभव करते हैं कि उजाला रहने पर हमें अपने चारों ओर विभिन्न वस्तुएं दिखाई देती हैं पर अंधेरा होने पर वही वस्तुएँ दिखाई नहीं देती हैं। क्या आपने कभी इसका कारण जानने का प्रयास किया है?

उपरोक्त दोनों घटनाओं से अनुमान लगाया जा सकता है कि वस्तुओं को देखने के लिये प्रकाश ऊर्जा की आवश्यकता होती है। जब कोई वस्तु अपने ऊपर पड़ने वाले प्रकाश को परावर्तित करती है तत्पश्चात् वह प्रकाश हमारी आँख में प्रवेश करता है और वह वस्तु हमें दिखाई देती है। अर्थात् प्रकाश के परावर्तन की घटना वस्तुओं के दृश्यमान होने में प्रकाश के सहायक है। इसी प्रकार प्रकृति में प्रकाश संबंधी अनेक अद्भुत घटनाएँ (जैसे वस्तुओं का चमकना, प्रकाश का किनारों से मुड़ना, इन्द्रधनुष का बनना आदि) हमें आकर्षित करती हैं। इन रोचक घटनाओं को समझने के लिए यहाँ हम प्रकाश के विभिन्न गुणों एवं उसकी प्रकृति को समझने का प्रयास करेंगे।

आइए, अब हम वक्रीय सतह पर प्रकाश के प्रमुख गुण परावर्तन एवं अपवर्तन का अध्ययन (प्रकाश के सरल रेखीय गमन का उपयोग करके) करें। इस अध्याय में हम गोलीय दर्पणों में प्रकाश के परावर्तन एवं अपवर्तन की घटनाओं तथा दैनिक जीवन में उनके अनुप्रयोगों को समझने का प्रयास करें।

वक्रीय दर्पण का निर्माण –

यहां हम परावर्तक सतह के रूप में समतल एवं वक्रीय दर्पण की बनावट एवं विशेषताओं का अध्ययन करेंगे सामान्यतः कांच के एक पृष्ठ पर पॉलिश करके समतल दर्पण बनाया जाता है। जबकि काँच के गोले के किसी भाग को काटकर उसके आंतरिक या बाह्य खोखले पृष्ठ पर पालिश कर वक्रीय दर्पण बनाया जाता है ये दो प्रकार के होते हैं अवतल दर्पण और उत्तल दर्पण। अब हम चित्र के माध्यम से दर्पणों की बनावट एवं निर्माण को समझने को प्रयास करेंगे।



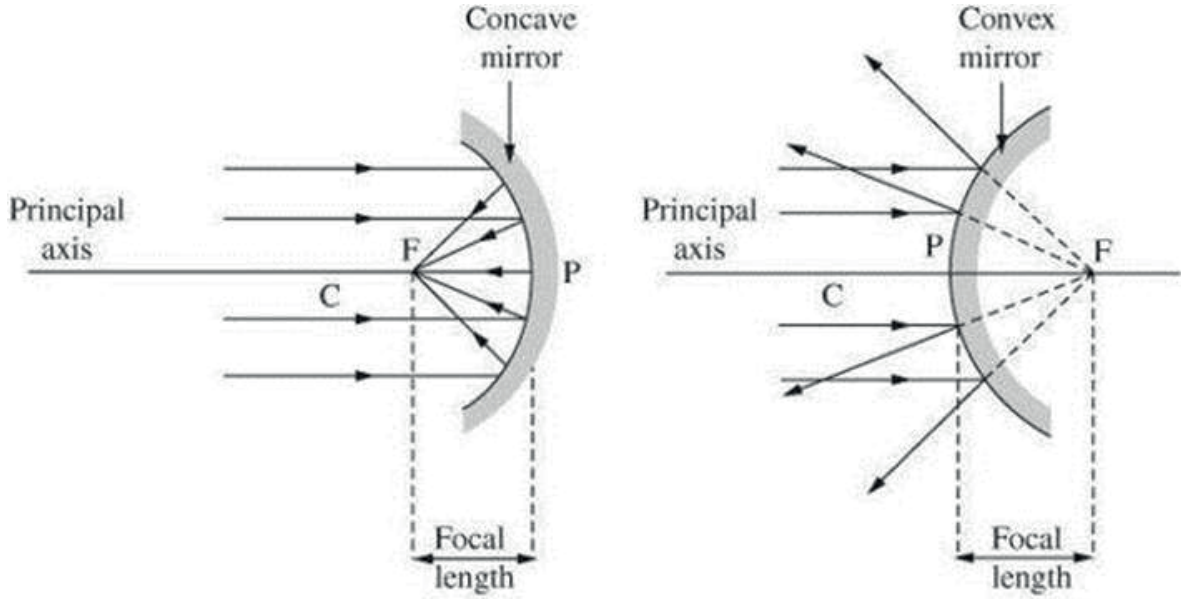
दर्पण से संबंधित कुछ पद एवं परिभाषाएँ :-

1. ध्रुव- गोलीय दर्पण के परावर्तक तल के मध्य बिन्दु को दर्पण का ध्रुव कहते हैं। चित्र में दर्पण का ध्रुव P है।
2. वक्रता केन्द्र - गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ एक खोखले गोले का भाग होता है, इस गोले का केन्द्र दर्पण का वक्रता केन्द्र कहलाता है। चित्र में दर्पण का वक्रता केन्द्र C है।

(दर्पण के किसी बिन्दु को वक्रता केन्द्र C से मिलाने वाली रेखा दर्पण के उस बिन्दु पर अभिलम्ब होती है।)

3. वक्रता त्रिज्या:- गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ जिस खोखले गोले का भाग होता है, उसकी त्रिज्या को गोलीय दर्पण की वक्रता त्रिज्या कहते हैं। चित्र में दर्पण की वक्रता त्रिज्या CP है। इसका मान दर्पण के ध्रुव P व वक्रता केन्द्र C के बीच की दूरी के बराबर होता है।
4. मुख्य अक्ष- गोलीय दर्पण के ध्रुव P और वक्रता केन्द्र C से होकर गुजरने वाली काल्पनिक सीधी रेखा को दर्पण का मुख्य अक्ष कहते हैं। चित्र में दर्पण का मुख्य अक्ष रेखा PC है।
5. मुख्य फोकस बिन्दु:- गोलीय दर्पण के मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरणें परावर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष पर स्थित जिस बिन्दु से होकर जाती है (अवतल दर्पण में)

अथवा आती हुई प्रतीत होती हैं (उत्तल दर्पण में) उस बिन्दु को गोलीय दर्पण का मुख्य फोकस बिन्दु कहते हैं। चित्र में दर्पण का मुख्य फोकस बिन्दु F है।



Principal focus or focus

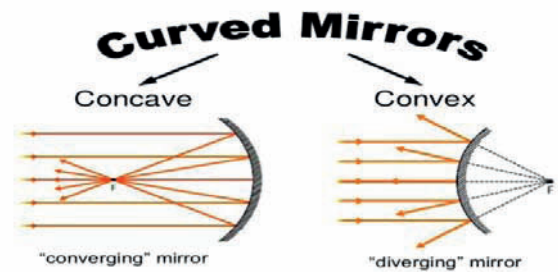
6. फोकस दूरी:—गोलीय दर्पण के ध्रुव p तथा मुख्य फोकस बिन्दु F के बीच की दूरी को दर्पण की फोकस दूरी कहते हैं। चित्र में दर्पण की फोकस दूरी PF है।
7. फोकस तल :- मुख्य अक्ष के अभिलंबवत् तथा मुख्य फोकस से गुजरने वाले समतल को दर्पण का फोकस तल कहते हैं।
8. द्वारक – गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ की वृत्ताकार सीमा रेखा के व्यास को दर्पण का द्वारक कहते हैं।

वस्तु तथा प्रतिबिंब :-

हम जानते हैं कि जब प्रकाश किरणें किसी

प्रकाश स्रोत से चलकर किसी दर्पण पर टकराती (आपतित) हैं तब वह प्रकाश स्रोत

वस्तु कहलाती है। तथा दर्पण के तल से परावर्तन पश्चात वे किरणें जिस बिन्दु पर मिलती (अभिसरित) हैं, अथवा जिस बिन्दु से अपसरित होती प्रतीत होती हैं, उसे वस्तु का प्रतिबिंब कहते हैं। चित्र में अवलोकन करके हम अनुमान लगा सकते हैं कि दोनों प्रतिबिंब की प्रकृति अलग-अलग है।



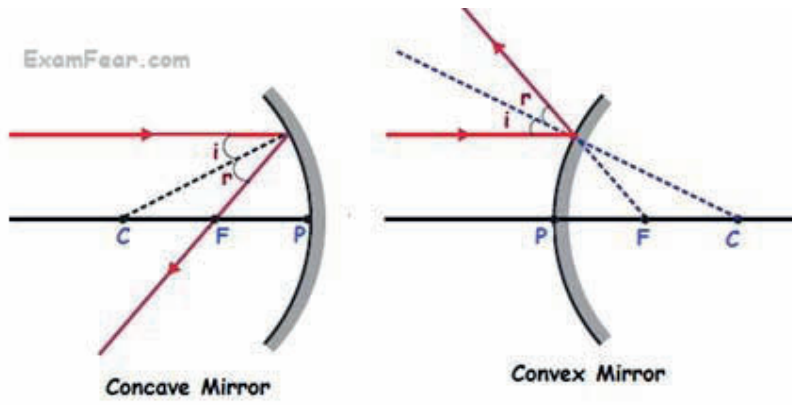
अवतल दर्पण में परावर्तित किरणें वास्तविक रूप से मिलती हैं जबकि उत्तल दर्पण में परावर्तित किरणें किसी बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती हैं या आभासी रूप से मिलती हुई प्रतीत होती हैं। इसकी अलग-अलग प्रकृति के आधार पर हम प्रतिबिंब को दो प्रकारों में समझ सकते हैं। जिसे आरेख प्रवाह विधि द्वारा समझाया जा सकता है।

आभासी प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकाश के किरण आरेखों में परावर्तित किरणों को पीछे बढ़ाकर ज्ञात की जाती है। किरणों के इस आभासी या वास्तविक भाग को बिन्दुवत् रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

गोलीय दर्पण से प्रतिबिंब रचना के नियम :-

हम समतल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों की प्रकृति, स्थिति तथा आपेक्षिक आकार का भी अध्ययन कर चुके हैं। यहाँ हम वक्रिय (अवतल एवं उत्तल) दर्पणों द्वारा बने प्रतिबिंब का अध्ययन करेंगे। इन वक्रिय दर्पणों द्वारा बने प्रतिबिंब की स्थिति क्या है? क्या ये प्रतिबिंब वास्तविक हैं अथवा आभासी? उसका आकार क्या है?

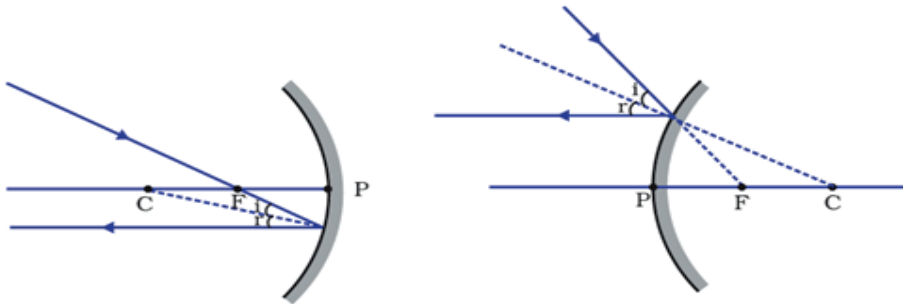
इन सभी प्रश्नों को समझने के लिये हमें सर्वप्रथम किरण आरेखों का उपयोग करते हुए गोलीय दर्पणों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब रचना के नियमों का भली-भांति ज्ञान होना आवश्यक है। आइए, अब हम प्रतिबिंब रचना के नियमों को समझने का प्रयास करते हैं। इसके लिये वस्तु से चलने वाली अनन्त किरणों में से दो या तीन प्रकाश किरणों को लेते हैं। ये किरणें ऐसी हों कि दर्पण से परावर्तन पश्चात् उनकी दिशाओं को जानना आसान हो। यहां हम वस्तु से बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति जानने के लिये कम से कम दो परावर्तित किरणों के प्रतिच्छेदन बिन्दु को लेते हैं अतः प्रतिबिंब की स्थिति तथा आकार निर्धारण के लिये इनमें से कम से कम दो नियमों का उपयोग कर सकते हैं – 1. गोलीय दर्पण पर जो किरणें मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती हैं वे परावर्तन के पश्चात् (अ) फोकस बिन्दु से होकर गुजरेंगी (अवतल दर्पण में) अथवा (ब) फोकस से आती हुई प्रतीत होती हैं (उत्तल दर्पण में) (चित्र देखें)।



1. गोलीय दर्पण पर जो किरणें :-

- (अ) मुख्य फोकस से होकर आपतित होती है ।(अवतल दर्पण में)
- (ब) मुख्य फोकस की दिशा में जाती हुई दिखती है (उत्तल दर्पण में)

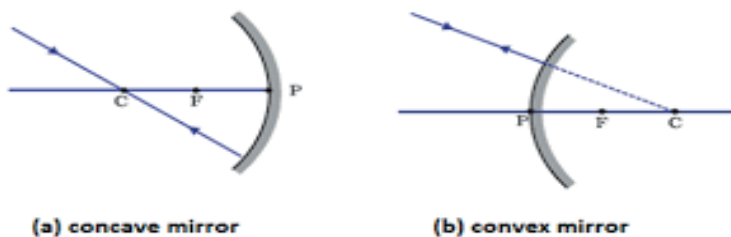
वे परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती हैं



2. गोलीय दर्पण पर जो किरणें :-

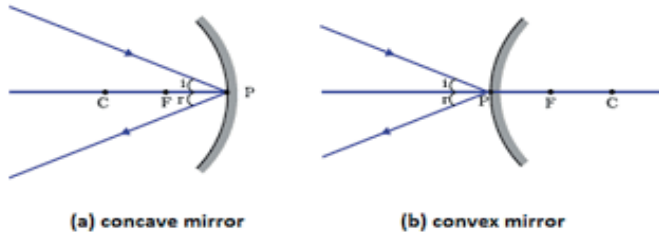
- (अ) वक्रता केन्द्र से होकर आपतित होती हैं । (अवतल दर्पण में)
- (ब) वक्रता केन्द्र की दिशा में जाती हुई दिखती हैं । (उत्तल दर्पण में)

वे परावर्तन के पश्चात् उसी मार्ग से वापस लौट आती हैं ।



4. गोलीय दर्पण में जब किरणें ध्रुव पर आपतित होती हैं तब वह समतल दर्पण के समान ही परावर्तन नियमों का पालन करता है, अर्थात् आपतन कोण के बराबर कोण बनाते हुए परावर्तित हो जाती हैं।

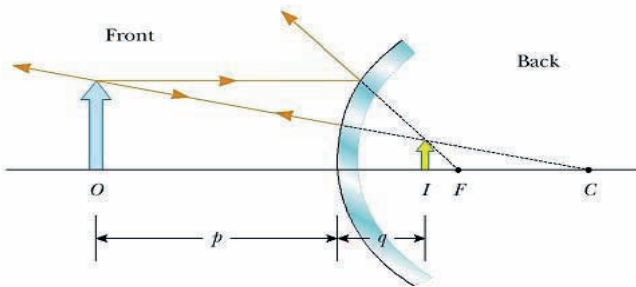
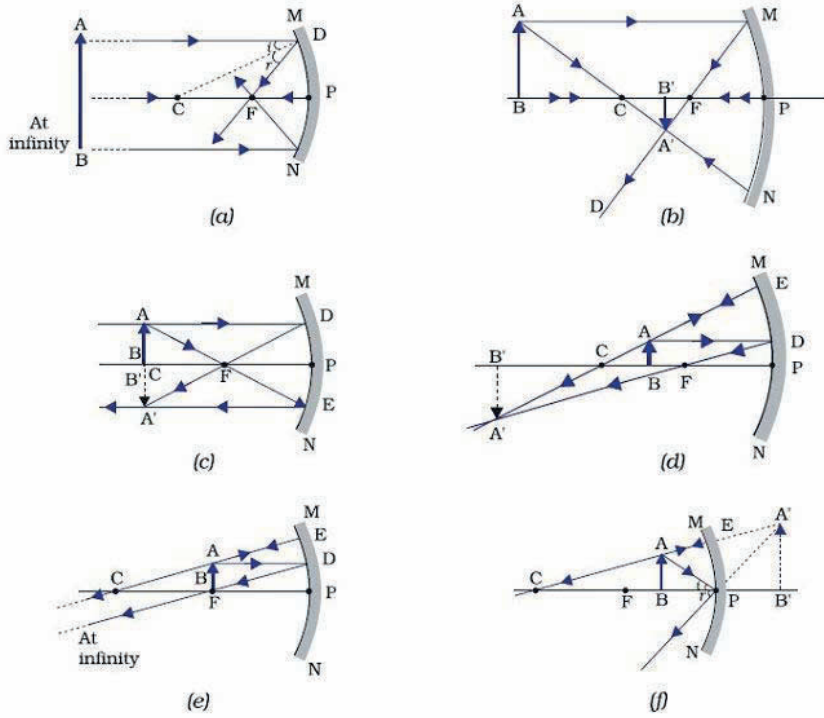
आपतन कोण $i =$ परावर्तन कोण r



(इन नियमों में से कम से कम से दो नियमों की सहायता से प्रतिबिंब की रचना की जा सकती है।)

उपरोक्त क्रियाकलाप से सामान्य अनुमान लगाया जा सकता है कि गोलीय दर्पण में वस्तु के द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति प्रकृति तथा आकार, वस्तु की दर्पण के सापेक्ष अलग-अलग स्थिति पर निर्भर करता है। वस्तु की कुछ स्थितियों के लिये प्रतिबिंब की प्रकृति आभासी होती है। जबकि कुछ स्थितियों में वास्तविक। वस्तु की स्थिति के अनुसार ही प्रतिबिंब का आकार बड़ा, छोटा या समान आकार का होता है। उपरोक्त क्रियाकलाप की समझ को बढ़ाने के लिये हम किरण आरेखों का उपयोग करते हुये वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिये प्रतिबिंब बनाने का अभ्यास करते हैं।

वस्तु की विभिन्न स्थितियों में गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिंब का बनना-

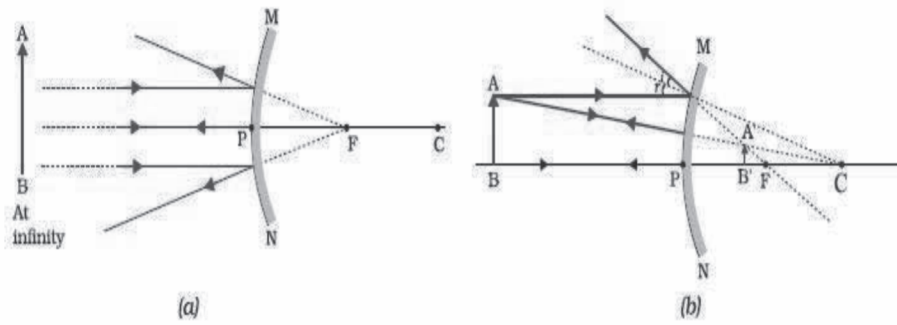


क्र.	दर्पण का प्रकार	वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति

(उर्पयुक्त विवरण को देखने से स्पष्ट होता है कि वास्तविक प्रतिबिंब सदैव उल्टा बनता है तथा आभासी (काल्पनिक) प्रतिबिंब सदैव सीधा बनता है।)

किरण आरेख द्वारा कुछ स्थितियों के लिये प्रतिबिंब रचना एवं उसके विवरण का अध्ययन करने के पश्चात् हम निश्चित तौर पर इससे संबंधित क्रियाकलाप को करने के लिये तैयार होंगे। आइये, अब हम कुछ अन्य परिस्थितियों का अध्ययन करते हैं। यहाँ हम दो क्रियाकलापों के माध्यम से अपने प्रतिबिंब रचना कर उसके विवरणों का वर्णन करने का प्रयास करते हैं।

क्रियाकलाप :- यहाँ वस्तु की दो विभिन्न स्थितियों के लिये प्रतिबिंब निर्माण का किरण आरेख प्रदर्शित है।



इन दोनों स्थितियों के लिये बनने वाले प्रतिबिंब का विश्लेषण कर उसे सारणी में लिपिबद्ध करें—

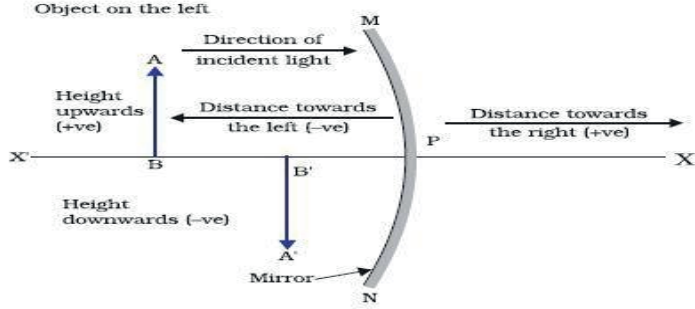
सारणी

क्र.	दर्पण का प्रकार	वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति

क्रियाकलाप :- वस्तु की विभिन्न स्थितियों में गोलीय दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब एवं उसके विवरण से भली-भांति परिचित होने के पश्चात् अब हम वस्तु की निम्न स्थितियों के लिये किरण आरेख द्वारा प्रतिबिंब रचना एवं उसके विवरण को सारणीबद्ध करने का प्रभार करेंगे।

1. जब वस्तु वक्रता केन्द्र C पर हो।
2. जब वस्तु वक्रता केन्द्र C व फोकस बिन्दु F के बीच हो।

गोलीय दर्पणों द्वारा परावर्तन के लिये चिन्ह परिपाटी –



गोलीय दर्पणों द्वारा बने प्रतिबिंबों का आकार, प्रकृति एवं दर्पण से दूरी को व्यक्त करने के लिये नयी कार्तीय ज्यामिति चिन्ह परिपाटी का उपयोग करते हैं।

इस नयी ज्यामिति परिपाटी में दर्पण के ध्रुव P को मूल बिन्दु मानते हैं। गोलीय दर्पण के मुख्य अक्ष को कार्तीय निर्देशांक पद्धति के x अक्ष (xx') के सम्पाती मानते हैं इसे निम्न बिन्दुओं द्वारा अधिक स्पष्टता से समझा जा सकता है।

1. वस्तु को सदैव दर्पण के बाई ओर रखा जाता है अर्थात् वस्तु से प्रकाश किरणें निकलकर दर्पण पर सदैव बांयी ओर से आपतित होती है।
2. मुख्य अक्ष के समांतर सभी दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मापी जाती हैं।
3. मूल बिन्दु के दाई ओर (+x - अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियां धनात्मक तथा बाई ओर (-x-अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक होती हैं।
4. मुख्य अक्ष के लंबवत् ऊपर की ओर मापी गई दूरियाँ धनात्मक तथा नीचे की ओर मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक होती हैं।

उपरोक्त चिन्ह परिपाटी दर्पण के सूत्र निगमन एवं संबंधित आंकिक प्रश्नों को हल करने में उपयोग में लाई जाती है।

गोलीय दर्पण से संबंधित विभिन्न राशियों में अंतर्संबंध :-

इस अध्याय में गोलीय दर्पण से संबंधित किसी वस्तु द्वारा प्रतिबिंब निर्माण का हम भली भांति अध्ययन कर चुके हैं। वस्तु की गोलीय दर्पण से भिन्न-भिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिंब की गोलीय दर्पण से दूरी भी भिन्न-भिन्न होती है और प्रतिबिंबों के आकार भी भिन्न-भिन्न होते हैं। क्या इन विभिन्न स्थितियों में दर्पण से संबंधित भौतिक राशियों में कोई एक निश्चित संबंध हो सकता है। इस प्रश्न को ध्यान में रखते हुये हम यहां दर्पण से संबंधित

विभिन्न राशियों को सर्वप्रथम चर एवं अचर राशियों में बांटने की कोशिश करते हैं। किसी एक गोलीय दर्पण के लिए ये राशियाँ निम्न हैं।

1. अचर राशियाँ :- इन राशियों का मान एक दर्पण के लिये निश्चित होता है।
2. चर राशियाँ :- इन राशियों का मान एक दर्पण के लिये बदलता रहता है।

इन राशियों को हम सारणी में सूचीबद्ध करके अध्ययन करेंगे।

	अचर राशियाँ	चर राशियाँ
	की फोकस दूरी (F)	की दर्पण से दूरी (u)
	की वक्रता त्रिज्या (R)	की दर्पण से दूरी (v)
	की लंबाई (O)	की लंबाई (I)

समतल, अवलत तथा उत्तल दर्पणों की पहचान –

सामान्यतः हम अपने दैनिक जीवन में तीनों प्रकार के दर्पणों का उपयोग करते हैं। क्या कभी हम इन्हें पहचानने का प्रयास करते हैं। यहाँ हम इन दर्पणों की प्रकृति के आधार पर पहचानने का प्रयास करते हैं। तीनों दर्पणों की पहचान दो प्रकार से की जा सकती है –

1. स्पर्श करके
2. प्रतिबिंब देखकर

आइए, इन दोनों विधियों को समझने का प्रयास करते हैं।

1. स्पर्श करके

जिस दर्पण की पहचान करनी होती है। उसके परावर्तन तल को स्पर्श किया जाता है। स्पर्श करने के पश्चात उनके गुणधर्म के आधार पर दर्पणों की पहचान की जाती है जिसे निम्न प्रकार से समझा जा सकता है।

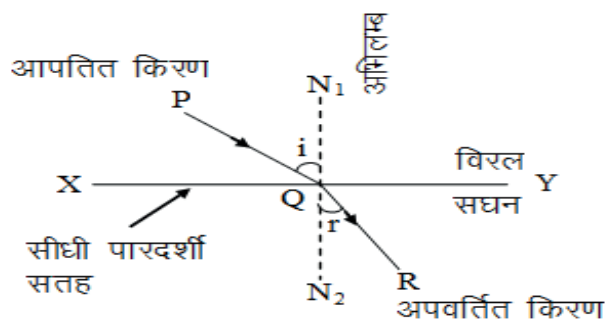
2. प्रतिबिंब देखकर – जिस दर्पण की पहचान करनी होती है उसके पास कोई वस्तु लाकर उसे धीरे-धीरे दर्पण से दूर हटाते हैं तथा दर्पण में वस्तु का प्रतिबिंब देखते हैं तब दर्पण द्वारा सीधे प्रतिबिम्ब के आकार के आधार पर समझा जा सकता है।

दर्पणों के उपयोग – दैनिक जीवन में हम अपनी विभिन्न क्रियाकलापों में अलग-अलग प्रकार के दर्पणों का उपयोग करते हैं। सामान्यतः सभी घरों में समतल दर्पण पाया जाता है। जिसका उपयोग हम प्रतिदिन करते हैं। हमारे घर में विभिन्न आकार के चम्मच एवं बर्तन भी गोलीय

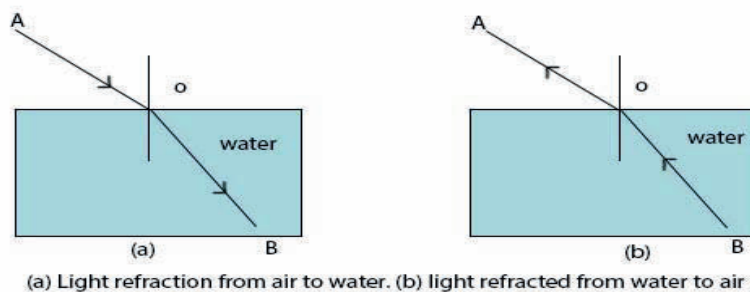
दर्पण की तरह व्यवहार करते हैं। इसके अतिरिक्त विभिन्न आकार के चमकदार वस्तुएँ भी दर्पण की तरह व्यवहार करती हैं। सामान्यतः अवतल दर्पणों का उपयोग ऐसे परावर्तन के रूप में किया जाता है जो किसी प्रकाश स्रोत के प्रकाश को समान्तर पुंज के रूप में परावर्तित करे अथवा किसी अभिसारी किरण पुंज के रूप में किसी वस्तु पर केन्द्रित करे। अतः अवतल दर्पण का उपयोग बहुधा सूक्ष्मदर्शी, प्रोजेक्ट, मोटरकारों आदि में प्रयुक्त होता है।

इसी प्रकार उत्तल दर्पणों का उपयोग ऐसे परावर्तक के रूप में किया जाता है। जो काफी बड़े क्षेत्र की वस्तुओं का प्रतिबिंब एक छोटे क्षेत्र में बनाता है अथवा प्रकाश को काफी बड़े क्षेत्र में फैला देता है। अतः उत्तल दर्पण का उपयोग मोटर व ट्रक चालकों की सीट के बगल में, सड़क पर लगे हुए लैंपों आदि में किया जाता है।

प्रकाश का अपवर्तन:- जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो अपने मार्ग से विचलित हो जाती है इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।



जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब की ओर मुड़ जाती है और जब सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब से दूर हट जाती है।



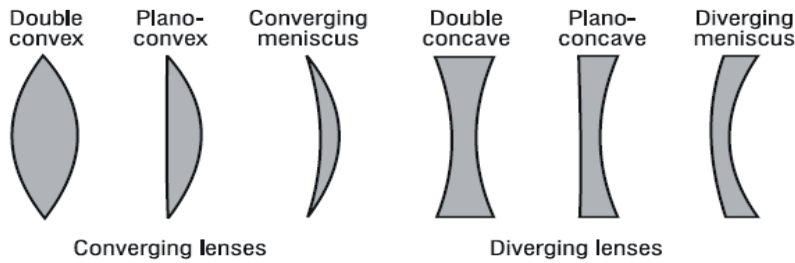
(a) Light refraction from air to water. (b) Light refracted from water to air

गोलीय पृष्ठों द्वारा अपवर्तन –

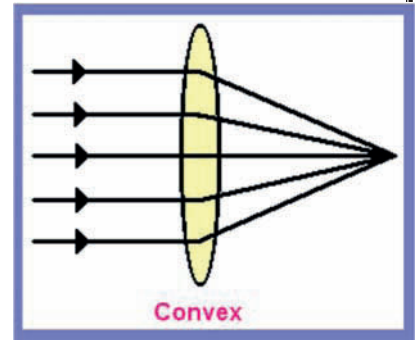
अभी तक हमने विभिन्न प्रकार के पृष्ठों से अपवर्तन की घटना का अध्ययन किया है। हमारे दैनिक जीवन में भी हम विभिन्न प्रकार की सतहों से अपवर्तन की घटना का अनुभव करते हैं। क्या कभी आपने चश्में में लगे कांच की सतह को छूकर अनुभव किया है कि उसकी सतह समतल अथवा वक्रिय है। क्या उसकी सतह बीच में उभरी हुई या धंसी हुई है।

उसी प्रकार छोटे चीजों को बड़ा करके देखने के लिये भी हम विशेष प्रकार के काँच का उपयोग करते हैं। अतः इस प्रकार के कांच को लेंस कहते हैं। जिसके बीच की सतह उभरी या धंसी हुई हो।

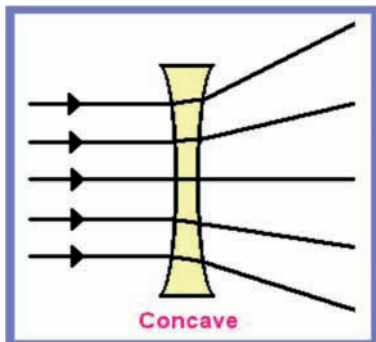
अतः दो पृष्ठों से घिरा हुआ कोई पारदर्शी माध्यम, जिसका कम से कम एक पृष्ठ गोलीय है, लेंस कहलाता है। ऐसे लेंसों में दूसरा पृष्ठ समतल हो सकता है। इस प्रकार के लेंसों में प्रकाश किरणें या तो एक बिन्दु पर एकत्रित होती हैं अथवा प्रकाश किरणें फैल जाती हैं। अपनी प्रकाशिक प्रकृति के अनुसार लेंसों को दो वर्गों में बांटा जाता है:-



1. **उत्तल लेंस**— यह प्रकाश किरणों को एक बिन्दु पर एकत्रित करता है, इसीलिये इसे अभिसारी लेंस भी कहते हैं। यह बीच में मोटा तथा किनारों पर पतला होता है।



2. **अवतल लेंस** – यह प्रकाश किरणों को फैला देता है इसलिये इसे अपसारी लेंस भी कहते हैं। यह बीच में धंसा हुआ होता है।

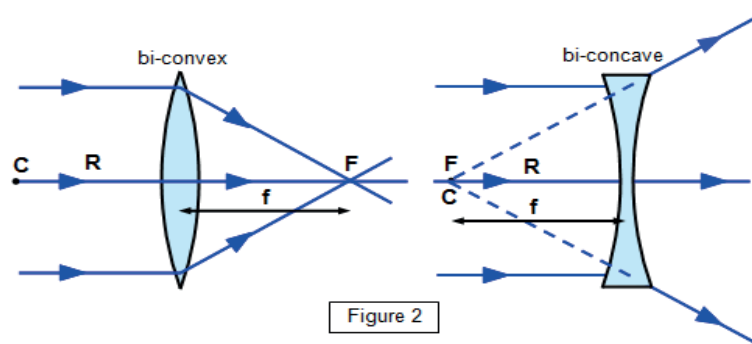


लेंस द्वारा प्रकाश का अपवर्तन—

दैनिक जीवन में हम पानी की बूंदों, हवा के बुलबुलों, पानी से भरी हुई प्लास्टिक की बोतल से होकर गुजरने वाली प्रकाश किरणों को देखा है इन सभी घटनाओं में गोलीय पृष्ठों से प्रकाश का अपवर्तन होता है। आइए, अब हम गोलीय पृष्ठों (लेंस) में प्रकाश के अपवर्तन का अध्ययन किरण आरेख के माध्यम से करते हैं। यहाँ हमें ध्यान रखना आवश्यक है कि लेंस के पदार्थ का घनत्व बाह्य माध्यम की तुलना में कम या अधिक है।

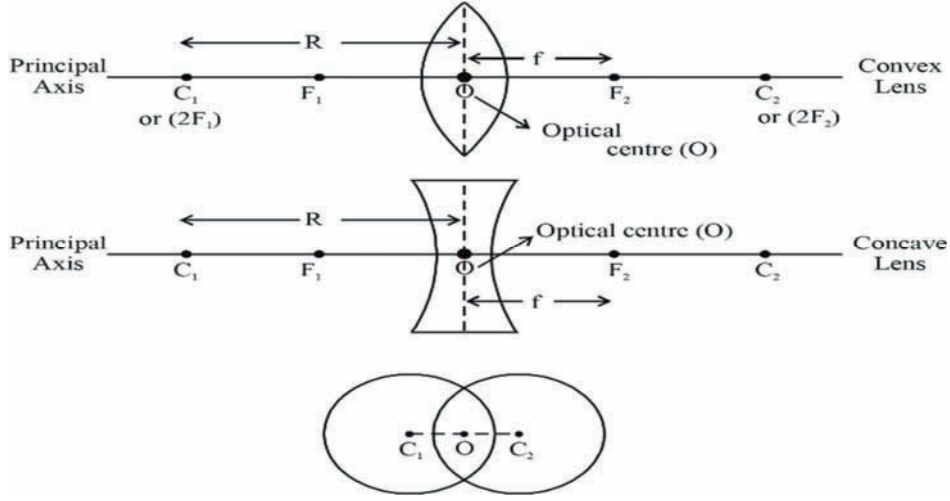
यदि लेंस के पदार्थ की अपेक्षा बाह्य माध्यम विरल हो, तो उत्तल लेंस तथा अवतल लेंस के दोनों गोलीय पृष्ठों से प्रकाश की एक किरण AB का अपवर्तन क्रमशः चित्र में दिखाया गया है। किरण AB लेंस के प्रथम गोलीय पृष्ठ के बिन्दु B पर अपसरित होती है बिन्दु B पर अभिलंब N_1BC_1 हैं। अपवर्तन के नियमानुसार आपतित किरण AB अभिलंब की ओर झुककर BP दिशा में जाती है और लेन्स के दूसरे गोलीय पृष्ठ के बिन्दु P पर आपतित होती है।

इस बिन्दु P से अपवर्तन के पश्चात् किरण BP अभिलम्ब N_2PC_2 से दूर हटकर PR दिशा में निर्गत होती है।



लेंस से संबंधित परिभाषाएँ—

1. **मुख्य अक्ष** — लेंस के दोनों पृष्ठों के वक्रता केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा को लेंस का मुख्य अक्ष कहते हैं।



2. **प्रकाश केन्द्र** – मुख्य अक्ष पर लेंस का वह बिन्दु जिससे होकर जाने वाली प्रकाश किरण अपवर्तन के बाद अपसरित किरण के समांतर निर्गत होती है, लेंस का प्रकाश केन्द्र कहलाता है। इसे O संकेत से प्रदर्शित करते हैं।
3. **वक्रता त्रिज्या** – लेंस के पृष्ठ जिन काल्पनिक गोले का हिस्सा होते हैं उसे काल्पनिक गोले की त्रिज्या को लेंस की वक्रता त्रिज्या कहते हैं। व्यावहारिक रूप में बहुत पतले लेंस के लिए, लेंस के प्रकाश केन्द्र से वक्रता केन्द्र की दूरी को लेंस की वक्रता त्रिज्या कहते हैं, इसे R संकेत से प्रदर्शित करते हैं।
4. **लेंस के मुख्य फोकस बिन्दु**:- हमें ज्ञात है कि लेंस दो पृष्ठों में घिरा पारदर्शी माध्यम है। अतः अलग-अलग पृष्ठों का फोकस केन्द्र भी अलग-अलग होगा –

प्रथम मुख्य फोकस– लेंस के मुख्य अक्ष पर स्थित वह बिन्दु जिससे होकर जानी (उत्तल लेंस के लिये) या जाती हुई प्रतीत होने वाली (अवतल लेंस के लिये) किरणें, लेंस द्वारा अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती है। लेंस का प्रथम फोकस कहलाता है इसे F_1 संकेत से प्रदर्शित करते हैं।

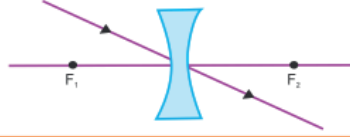
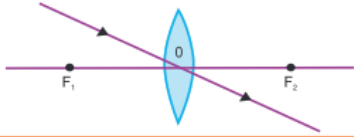
द्वितीय मुख्य फोकस– मुख्य अक्ष पर स्थित वह बिन्दु जिस पर मुख्य अक्ष के समांतर आपतित प्रकाश किरणें लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मिलती हैं। (उत्तल लेंस) या मिलती हुई प्रतीत होती हैं। (अवतल लेंस)

लेंस द्वारा प्रतिबिंब बनाने के नियम –

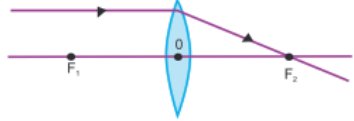
अभी तक हमने लेंस द्वारा प्रकाश किरणों के अपवर्तन की घटना का अध्ययन किया है। क्या प्रकाश किरणों के अपवर्तन करने के गुण का उपयोग करते हुए लेंसों द्वारा किसी वस्तु का प्रतिबिंब बनाया जा सकता है। इन बनने वाले प्रतिबिंबों की प्रकृति, स्थिति तथा आपेक्षिक आकार क्या होगा। यहाँ हम किरण आरेखों की सहायता से लेंस द्वारा किसी वस्तु के प्रतिबिंब

निर्माण को समझने का प्रयास करेंगे। पूर्व अध्याय में हम गोलीय दर्पण द्वारा किसी वस्तु के प्रतिबिंब निर्माण का अध्ययन कर चुके हैं। इसके लिये हमने गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिंब निर्माण के नियमों का सर्वप्रथम अध्ययन किया था। उसी प्रकार लेंसों में किरण आरेख बनाने के लिए गोलीय दर्पणों की भांति हम निम्न में से किन्हीं दो किरणों पर विचार कर सकते हैं। लेंस से प्रतिबिंब बनाने के नियम निम्न हैं:-

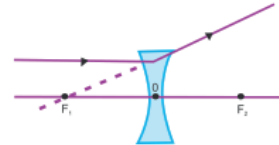
1) In both the lenses a ray of light passing through the optical center goes without any deviation.



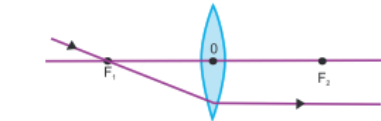
A ray of light parallel to the principal axis after refraction passes through the focus on the other side of the lens.



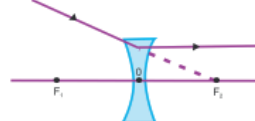
A ray of light appears to diverge from the focus on the same side of the lens.



A ray of light passing through the focus after refraction goes parallel to the principal axis.



A ray of light directed towards the focus after refraction goes parallel to the principal axis.



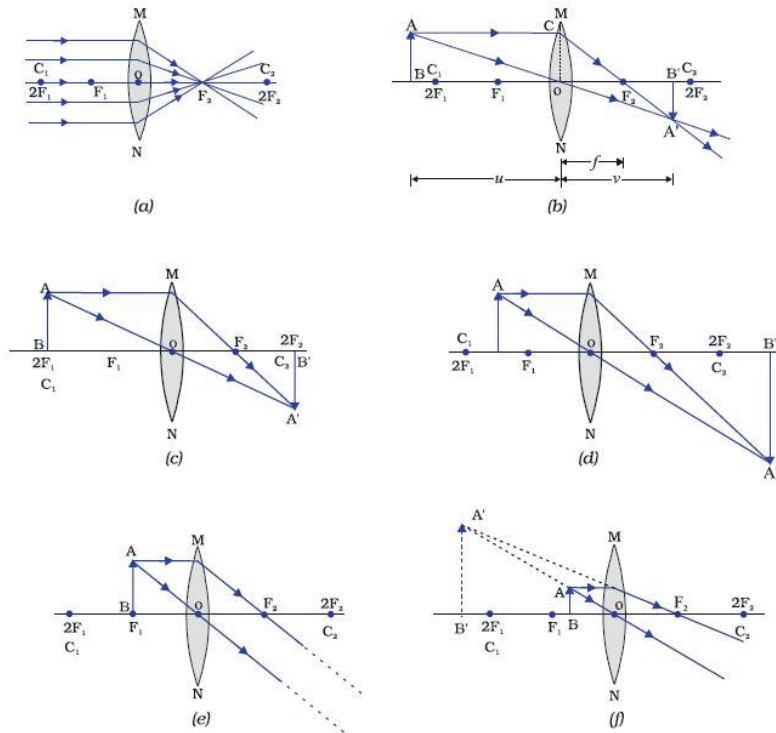
1. लेंस के प्रकाश केन्द्र से गुजरने वाली प्रकाश किरण अपवर्तन के पश्चात् बिना किसी विचलन के निर्गत होती हैं चित्र X व Y के माध्यम से हम इसे आसानी से समझ सकते हैं।
2. मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरण अपवर्तन के पश्चात् लेंस के द्वितीय मुख्य फोकस से:-
 1. होकर जाती हैं (उत्तल लेंस में)
 2. आती हुई प्रतीत होती हैं (अवतल लेंस में)
 3. लेंस के प्रथम फोकस की ओर से, आती हुई किरण (उत्तल लेंस के लिए)

जाती हुई किरण (अवतल लेंस के लिए) (चित्र देखें)

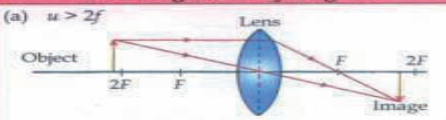
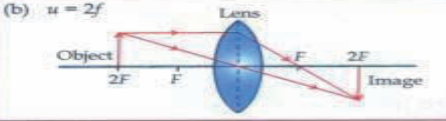
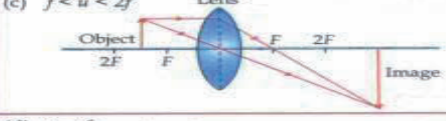
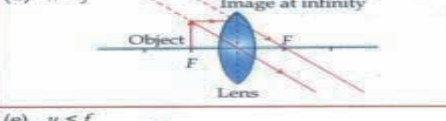
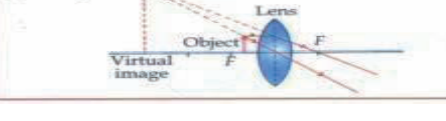
लेंस से अपवर्तन के पश्चात्, प्रकाश किरणें मुख्य अक्ष के समांतर निकलती हैं।

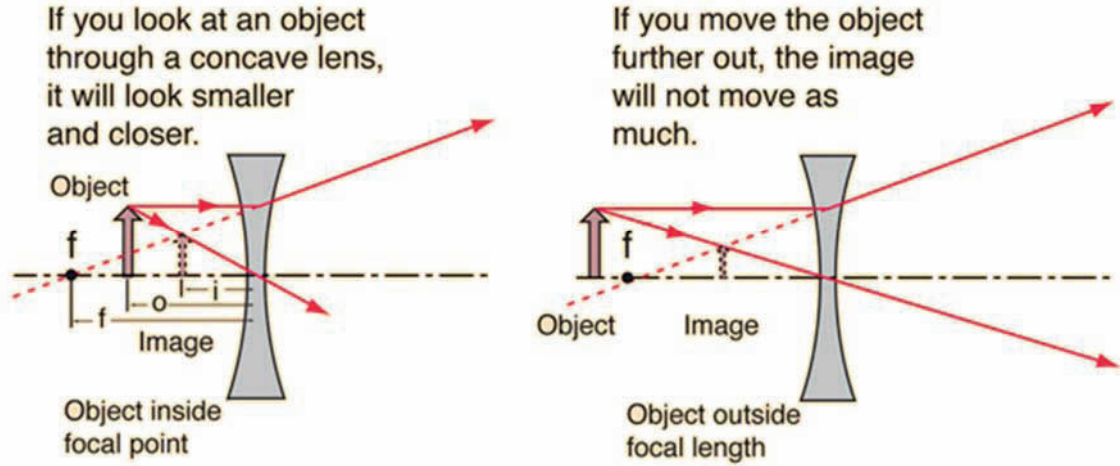
उपरोक्त क्रियाकलाप से सामान्य अनुमान लगाया जा सकता है कि विभिन्न लेंसों में वस्तु द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति तथा आकार, वस्तु की लेंस के सापेक्ष

अलग-अलग स्थिति पर निर्भर करता है। वस्तु की कुछ स्थितियों के लिए प्रतिबिंब की प्रकृति आभासी होती है, जबकि कुछ स्थितियों में वास्तविक वस्तु की स्थिति के अनुसार ही प्रतिबिंब का आकार बड़ा, छोटा या समान आकार का होता है। उपरोक्त क्रियाकलाप की समझ को बढ़ाने के लिए हम किरण आरेखों का उपयोग करते हुए वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए प्रतिबिंब बनाने का अभ्यास करते हैं।



चित्र

Focal length and ray diagram	Characteristics of image	Used in
(a) $u > 2f$ 	<ul style="list-style-type: none"> Real Inverted Diminished Positioned between f and $2f$ in front of the lens 	Camera
(b) $u = 2f$ 	<ul style="list-style-type: none"> Real Inverted Same size as the object Positioned at $2f$ in front of the lens 	Photostat machine
(c) $f < u < 2f$ 	<ul style="list-style-type: none"> Real Inverted Bigger than the object Positioned at a distance more than $2f$ in front of the lens 	Projector
(d) $u = f$ 	<ul style="list-style-type: none"> Virtual Upright Bigger than the object At infinity 	Eye lens, astronomical telescope and spotlight
(e) $u < f$ 	<ul style="list-style-type: none"> Virtual Upright Bigger than the object Behind the object and behind the lens 	Magnifying lens



वस्तु की विभिन्न स्थितियों में लेंसों से बनने वाले प्रतिबिंब का विवरण—

क्र.	लेंस का प्रकार	वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति
1.	उत्तल लेंस	अनन्त पर	फोकस F पर	अत्यधिक छोटा	वास्तविक तथा उल्टा
2.	अवतल	अनन्त पर	फोकस F पर	छोटा	वास्तविक तथा उल्टा
3.	उत्तल	2F से दूर	F तथा 2F के बीच	छोटा	वास्तविक तथा उल्टा
4.	अवतल	अनंत तथा लेंस के प्रकाशिक केन्द्र O के बीच	फोकस F तथा प्रकाशिक केन्द्र O के बीच	छोटा	आभासी तथा सीधा

(उपरोक्त विवरण को देखने से स्पष्ट होता है कि वास्तविक प्रतिबिंब सदैव उल्टा बनता है। अपितु आभासी (काल्पनिक) प्रतिबिंब सदैव सीधा बनता है)

किरण आरेख द्वारा कुछ स्थितियों के लिये प्रतिबिंब रचना एवं उनके विवरण का अध्ययन करने के पश्चात् आइए, अब हम दो क्रियाकलापों के माध्यम से कुछ अन्य परिस्थितियों का अध्ययन करते हैं।

क्रियाकलाप— वस्तु की विभिन्न स्थितियों में लेंस द्वारा बनने वाले प्रतिबिंबों से परिचित होने के पश्चात् अब हम वस्तु की निम्न स्थितियों के लिये किरण आरेख द्वारा प्रतिबिंब रचना को

सारणीबद्ध करने का प्रयास करेंगे –

- जब वस्तु $2F$ पर हो।
- जब वस्तु F तथा $2F$ के बीच हो।

लेंसों द्वारा अपवर्तन के लिये चिन्ह परिपाटी –केन्द्र पूर्व में हम गोलीय दर्पणों के लिये प्रयोग में आने वाली चिन्ह परिपाटी का अध्ययन कर चुके हैं। गोलीय दर्पणों के लिये प्रयुक्त चिन्ह परिपाटी लेंसों के लिये भी अपनायी जाती हैं। लेंसों में ये दूरियाँ उनके प्रकाश से मापी जाती है जबकि दर्पण में उनके ध्रुवों से मापी जाती है। चिन्ह परिपाटी के अनुसार उत्तल लेंस की फोकस दूसरी धनात्मक तथा अवतल लेंस की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है।

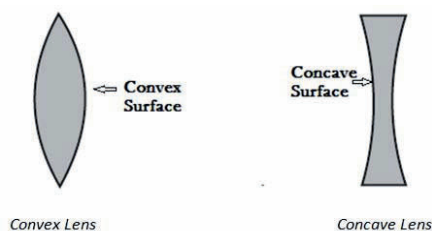
लेंसों की पहचान–

सामान्यतः हम अपने दैनिक जीवन में कई प्रकार के लेंसों का उपयोग करते हैं। क्या कभी हम इन्हें पहचानने का प्रयास करते हैं। यहाँ हम इन लेंसों की प्रकृति के आधार पर पहचानने का प्रयास करते हैं। इन लेंसों की पहचान दो प्रकार से की जा सकती है–

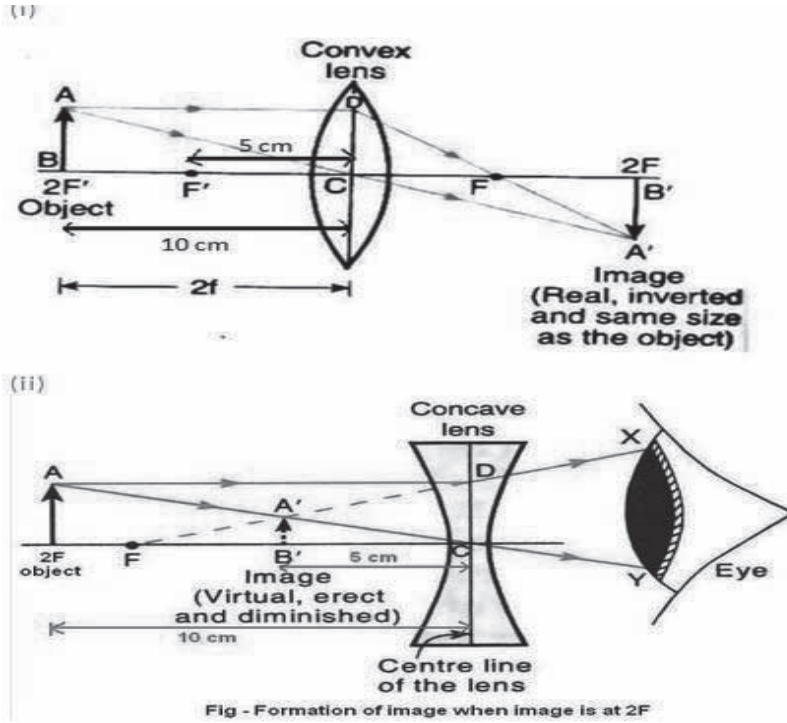
1. स्पर्श करके
2. प्रतिबिंब देखकर

आइए इन दोनों विधियों को समझने का प्रयास करते हैं

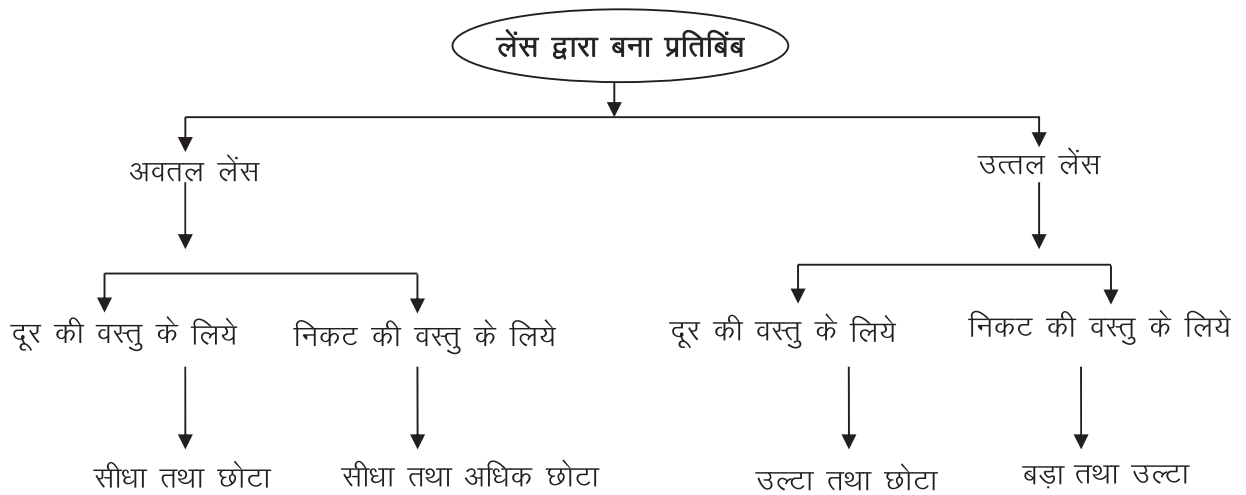
1. **स्पर्श करके** – उत्तल लेंस किनारे की अपेक्षा बीच में मोटा तथा अवतल लेंस किनारे की अपेक्षा बीच में पतला होता है।



2. **प्रतिबिंब देखकर**– दूर की वस्तुओं को देखने पर अवतल लेंस द्वारा बना प्रतिबिंब सीधा तथा छोटा दिखाई देता है, जबकि उत्तल लेंस द्वारा बना प्रतिबिंब उल्टा तथा छोटा दिखाई देता है।



3. निकट की वस्तुओं को देखने पर अवतल लेंस द्वारा बना प्रतिबिंब "अधिक छोटा दिखाई देता है, जबकि उत्तल लेंस द्वारा बना प्रतिबिंब बड़ा दिखाई देता है



लेंसों का उपयोग—

दैनिक जीवन में हम विभिन्न क्रियाकलापों में अलग-अलग प्रकार के लेंसों का उपयोग करते हैं। सामान्यतः हम चश्मों में उत्तल, अवतल अथवा मिश्रित लेंसों का उपयोग करते हैं। पानी की फुहार में छोटी बूँदे भी उत्तल लेंस की तरह व्यवहार करती हैं। इसी प्रकार विभिन्न प्रकार के पारदर्शी बर्तनों या बोतल में भरा पानी या द्रव भी लेंस की तरह व्यवहार करता है। आभूषणों में प्रयोग में लाये जाने वाली पारदर्शी पदार्थ भी (हीरा या काँच) विभिन्न प्रकार के लेंसों का कार्य करते हैं।

सामान्यतः उत्तल एवं अवतल लेंसों का उपयोग हम विभिन्न प्रकाशिक उपकरणों में, जैसे फोटोग्राफिक कैमरा, प्रोजेक्टर, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी आदि में व्यापक रूप में किया जाता है। मानव एवं जन्तुओं के नेत्रों में भी बाहरी वस्तुओं का प्रतिबिंब, नेत्र के भीतर स्थित उत्तल लेंस द्वारा बनता है।

गणित

गणित (उच्च प्राथमिक प्रशिक्षण मैनुअल)

पूर्व माध्यमिक स्तर पर गणित विषय का अध्ययन—अध्यापन क्रमशः अपने व्यापक स्वरूप की ओर बढ़ता है विशेष रूप से अंक गणित का विषय क्षेत्र बीज गणित की अमूर्त अभिव्यक्तियों में बदलता है। प्रायः विद्यार्थी अंक संख्याओं को बीजीय अक्षरों के रूप में सहजता से स्वीकार नहीं कर पाते, उनके बीच होने वाली गणितीय संक्रियाओं को समझने में भी उन्हें कठिनाई होती है। इसके साथ ही साथ एक परिवर्तन और होता है। संख्याओं का विस्तार पूर्ण संख्याओं से पूर्णांकों और परिमेय संख्याओं तक होता है। ऐसे में जब संख्याएँ अपने त्रुणात्मक स्वरूप में सामने आती हैं तब यहाँ फिर से विद्यार्थी भ्रमित होते हैं। अभी तक उन्होंने त्रुण चिह्न को घटाने की संक्रिया के अर्थ में ही देखा था अब यही चिह्न दो भिन्न—भिन्न संदर्भों में प्रयुक्त होता है तो यह भी किसी विद्यार्थी के लिए नई चुनौती होती है।

यहाँ इन्हीं दो महत्वपूर्ण अवधारणाओं पर हमारी बातचीत केन्द्रित होगी। इस सामग्री को पढ़ना, समझना और अपने साथियों से चर्चा कर समझ को पुख्ता करने की प्रक्रिया का उपयोग हम करेंगे। सभी प्रशिक्षकों एवं शिक्षकों से यह अपेक्षा होगी कि वे बार—बारे इन्हें पढ़ें न केवल प्रशिक्षण के दौरान बल्कि कक्षाओं में बच्चों के साथ काम करते समय पाठ्यपुस्तक की गतिविधियों को कराने के पहले भी। इससे हमें उन तरीकों को ढूँढने में मदद मिलेगी जो कक्षा शिक्षण को रोचक और प्रभावशाली बनाते हैं।

यह सामग्री डी.एड. द्वितीय वर्ष की पाठ्य पुस्तक से ली गई है। इस पाठ्य पुस्तक में अवधारणात्मक समझ बनाने में मदद करने वाले पाठों के साथ—साथ ऐसे पाठ भी हैं जो हमें यह समझने में मदद करते हैं कि गणित है क्या? इसकी प्रकृति क्या है? वे कौन—सी बातें हैं जो गणित सीखने को आसान बनाती हैं, आदि। प्रशिक्षण कार्यक्रम की सीमित अवधि में इन सभी को पढ़ा नहीं जा सकता किन्तु यदि आप इन सामग्रियों का अध्ययन फुर्सत के क्षणों में थोड़ा—थोड़ा कर लें तो यह निश्चित है कि इससे बच्चों को, गणित को और गणित की कक्षा को देखने की आपकी दृष्टि जरूर बदलेगी और बच्चों की उपलब्धियों में एक सकारात्मक बदलाव दिखेगा।

पहले दिन चार सत्रों में हम दो पाठ – 'ऋणात्मक संख्याएँ' और 'अंक गणित से बीजगणित की ओर' पढ़ेंगे तथा समूह चर्चा कर इस पर थोड़ी समझ बनाने का प्रयास करेंगे। जो समझ बनी उस आधार पर कुछ सवाल हल करेंगे।

पहला दिन

सत्र 1 –

- पाँच-पाँच या छः-छः सदस्यों के समूह बनाएँ।
 - प्रत्येक समूह में एक ग्रुप लीडर होगा जो यह सुनिश्चित करेगा कि समूह का प्रत्येक सदस्य सामग्री को गंभीरता पूर्वक समझते हुए पढ़े, महत्वपूर्ण बातों को नोट करें। समूह चर्चा के समय सक्रिय रूप से सहभागिता करें।
 - समूह का एक सदस्य यह ध्यान रखेगा कि समूह को क्या-क्या गतिविधि कितने-कितने समय में पूरी की जानी है। सभी गतिविधियाँ निर्धारित समय पर पूरी हों।
 - तीसरा सदस्य समूह द्वारा चर्चा में कही गई बातों, विचारों को नोट करेगा तथा प्रस्तुतीकरण के लिए तैयार करेगा।
 - चौथे और पाँचवें सदस्य अपने समूह के विचारों को बड़े समूह में प्रस्तुत करेंगे।
 - समूह का प्रत्येक सदस्य अपनी इन जिम्मेदारियों के साथ अध्ययन सामग्री को पढ़ने, उस पर चिंतन करने एवं चर्चा करने के कार्य में पूर्ण सहभागी होगा।
1. सभी समूहों को 'ऋणात्मक संख्याएँ' का पाठ पढ़ने को दें। हर सदस्य स्वतंत्र रूप से सामग्री को पढ़े, महत्वपूर्ण बिन्दुओं को नोट करें। इस कार्य के लिए 25-30 मिनट का समय दें।
 2. प्रत्येक समूह के सदस्य आपस में चर्चा करें उन्होंने इस पाठ में क्या-क्या विशेष बातें नोट कीं और क्या-क्या समझा। इन चर्चाओं के आधार पर समूह की ओर से एक नोट तैयार किया जाए।

सत्र 2 –

1. इस पाठ में E_1 से E_7 तक प्रश्न दिए गए हैं। इन प्रश्नों के विस्तार के आधार पर प्रत्येक समूह को एक या एक से अधिक प्रश्नों के उत्तर तैयार करने के लिए कहें। प्रश्नों का उत्तर तैयार करने में समूह का हर सदस्य अपना सहयोग दें।
2. बारी-बारी से E_1 से E_7 तक प्रश्नों उत्तर के प्रस्तुतीकरण के लिए समूह के प्रतिनिधियों को आमंत्रित करें।
3. किसी समूह के प्रस्तुतीकरण के बाद अन्य समूह के सदस्य अपने प्रश्न या सुझाव रख सकें, इसके अवसर बनाएँ। सहभागियों को इसके लिए प्रोत्साहित करें।

सत्र 3 एवं 4 इसी तरह से 'अंकगणित से बीजगणित की ओर' पाठ के लिए संचालित करें

दूसरा दिन (सत्र 1) कक्षा 6 की पाठ्यपुस्तक के आमुख को पढ़ना एवं निम्नलिखित प्रश्नों पर विचार करना –

1. गणित सीखने के लिए ठोस एवं मूर्त अनुभवों से शुरुआत क्यों जरूरी है? किसी एक अवधारणा का उदाहरण लेते हुए समझाइए कि कैसे किसी ठोस अनुभव से शुरु करते हुए गणितीय समझ का विकास करेंगे।
2. गणित सीखने में भाषा की क्या भूमिका है। कुछ उदाहरणों की सहायता से समझाइए की विद्यार्थी को ज्यामिति सीखने में भाषा संबंधी क्या क्या कठिनाइयाँ आती हैं।

सत्र 2 समूह कार्य –अलग अलग समूह को क्रमशः निम्नलिखित प्रश्न दीजिए –

निम्नलिखित अवधारणाओं के कक्षा अध्यापन के लिए गतिविधि तैयार कीजिए

- भिन्न की समझ
- तुल्य भिन्न
- भिन्नों को जोड़ना एवं घटाना
- भिन्नों का गुणा-भाग

सत्र 3 एवं 4 – कम्पास बॉक्स का उपयोग करते हुए निम्नलिखित क्रियाकलाप कराएँ –

- चांदे की सहायता से कोण का निर्माण।
- परकार का उपयोग कर 45° , 60° , 120° का कोण बनाना।
- सेट स्क्वेयर की सहायता से समान्तर रेखाएं खींचना।

- परकार की सहायता से कोण का समद्विभाजन करना।
- परकार की सहायता से रेखाखण्ड का समद्विभाजन करना।
- परकार की सहायता से रेखा के किसी बिन्दु पर लम्ब खड़ा करना।
- परकार की सहायता से रेखा पर किसी बाहरी बिन्दु लम्ब डालना।

तीसरा दिन –

सत्र 1 – कक्षा 7 की गणित पाठ्यपुस्तक से 'सममिति' का पाठ पढ़ना एवं उसमें दिए गए क्रियाकलाप करने से क्या-क्या लाभ होंगे इस पर चर्चा करना।

सत्र 2 एवं 3 – कक्षा 7 की गणित की पाठ्यपुस्तक से 'परिमेय संख्याओं का दशमलव निरूपण एवं संक्रयाँ' पाठ पढ़ना समझना तथा प्रश्नावली 11.2 एवं 11.3 के प्रश्न हल करना।

सत्र 4 – कक्षा 7 में गणित पढ़ाने में शिक्षकों को किन-किन स्थानों पर कठिनाइयाँ आती हैं इसकी चर्चा करना एवं चर्चा कर उनके निराकरण के उपाय ढूँढना।

पाठ – 16

ऋणात्मक संख्याएं

पाठ की रूपरेखा

- परिचय
- उद्देश्य
- ऋणात्मक संख्या क्या है?
- संचिह्न संख्याओं पर संक्रियाएँ
- सारांश

परिचय

एक दिन मैं अपने विद्यालय के 20 बच्चों (कक्षा 7 से 10 तक) से बातचीत कर रही थी। मैंने उनसे पूछा कि ऋणात्मक संख्या क्या होती हैं। अधिकतर बच्चों ने कहा था “आपका मतलब पूर्णांक? हां, ये संख्याएं.....आं.....शून्य के उस तरफ वाले बिन्दु होते हैं।” जाहिर है कि उसका इशारा संख्या रेखा पर उनके निरूपण की तरफ था। जब पूछा गया कि इन संख्याओं का उपयोग कहां होता है, तो थोड़ा सोचकर उन्होंने बताया, “लाभ-हानि में।” “कैसे? एक उदाहरण बताओ।” तो वे बता न सके।

आखिर, बच्चे यह क्यों नहीं समझ पाते कि ऋणात्मक संख्याएं क्या हैं, और उन पर संक्रियाएं कैसे लागू होती हैं? इसका कारण इन्हें सिखाने का बोझिल तरीका हो सकता है कि खुद शिक्षकों को भी यह पता नहीं होता कि इन संख्याओं का उपयोग विज्ञान, व्यापार व गणित में व्यापक रूप से होता है। जैसे-जैसे हमारा समाज टेक्नॉलॉजी में आगे बढ़ रहा है, वैसे-वैसे ऋणात्मक संख्याओं तथा अन्य गणितीय अवधारणाओं को सीखने का महत्व भी बढ़ता जा रहा है। इसलिए बच्चों को ऋणात्मक संख्याओं व उनकी बुनियादी संक्रियाओं पर समझ होनी चाहिए।

ऐतिहासिक रूप से, गणितज्ञों ने ऋणात्मक संख्याओं की जरूरत तब महसूस की, जब उनका सामना ऐसी परिस्थितियों से हुआ जहां छोटी संख्या में से बड़ी संख्या को घटाना पड़ा, जैसे— $4x + 10 = 2$ समीकरण को हल करने के लिए। यूनानी गणितज्ञ डायोफैण्टस ने ऐसी समीकरणों को ‘absurd’ (यानी ‘बेतुका’) कहा क्योंकि इसका हल $x = -2$ ही आ सकता है, जो उनके लिए एक ‘बेतुकी’ संख्या थी। इन हलों को सार्थक बनाने के लिए उन्हें जरूरी लगा कि ये नई संख्याएं निर्मित करके इन्हें अर्थ दिया जाए। इसमें से ऋणात्मक संख्याएं व उन पर संक्रियाएं उभरीं। ब्रह्मगुप्त ऐसी संख्याओं के इस्तेमाल को दर्ज करने वाले पहले भारतीय गणितज्ञ थे। उन्होंने इन संख्याओं पर संक्रियाएं लागू करने के नियमों को बताया। जब से ऋणात्मक संख्याएं बनी हैं; तब से लोगों ने धनात्मक व ऋणात्मक संख्याओं के बीच फर्क बताने के लिए किसी चिन्ह के उपयोग की जरूरत महसूस की है। जैसे— प्राचीन लोग

‘ऋण 3’ को दर्शाने के लिए P3, m.3, $\bar{m}.3$, m3, 3 , 3 आदि प्रतीकों का उपयोग करते थे। आजकल ‘ऋण 3’ को दर्शाने का तरीका -3 है। स्पष्ट है कि इसे $+3$ से अलग दिखाने के लिए किसी न किसी विशेष चिन्ह की जरूरत है। बच्चों को यह बात समझाने हेतु कुछ गतिविधियों को हम इस पाठ में देखेंगे।

उद्देश्य—

इस पाठ को पढ़ने के बाद आप—

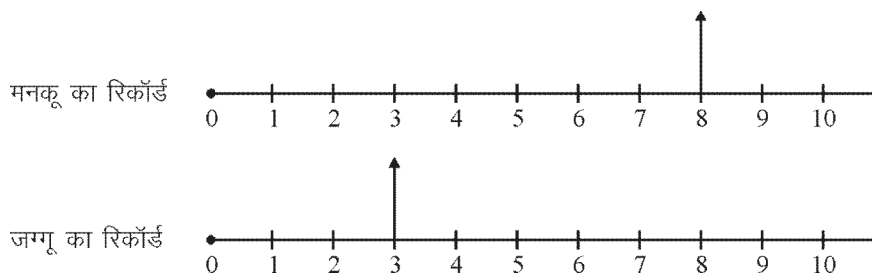
- बच्चों को ऋणात्मक संख्याओं का अर्थ समझा सकेंगे।
- बच्चों को सचिन्ह संख्याओं के जोड़-बाकी सिखा सकेंगे।
- अपनी शिक्षण विधियों का मूल्यांकन कर सकेंगे।

ऋणात्मक संख्या क्या है?

मेरी एक शिक्षक मित्र को बच्चों को ‘ऋणात्मक संख्या’ सिखाने में बहुत दिक्कत होती है। वह कहती है, “धनात्मक संख्याएं सिखाने के लिए तो हम ठोस वस्तुओं का इस्तेमाल, बच्चों को अलग-अलग आकार के समूह, जिन्हे वे देख, गिन सकते हैं का इस्तेमाल कर सकते हैं। लेकिन बच्चों को ऋणात्मक संख्याएं कैसे सिखाएं?”

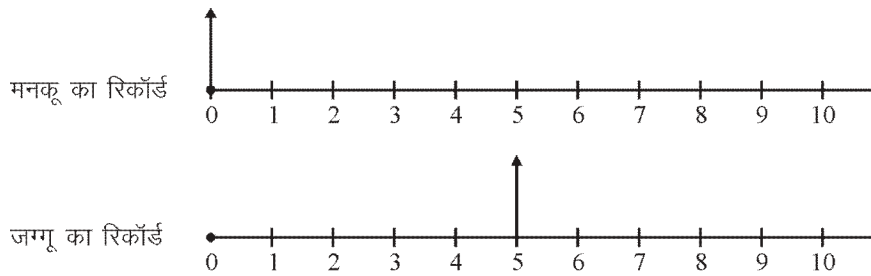
आम पाठ्यपुस्तकें ऋणात्मक संख्या से बच्चों का परिचय कुछ भी भूमिका दिए बिना अमूर्त ढंग से कराती हैं। पूर्ण संख्या प्रणाली में ऋणात्मक संख्याओं को जोड़ने की वजह इनमें यह दी जाती है कि हमें 6 (छोटी संख्या) में से 10 (बड़ी संख्या) को घटाना पड़ता है। इसके बाद ऋणात्मक संख्याओं को धनात्मक संख्या के योज्य विलोम बना देते हैं जैसे— “ (-3) वह संख्या है जिसे 3 में जोड़ने पर शून्य आता है।” बच्चों को यह परिचय घोर अमूर्त लगता है, और वे इस अवधारणा को समझ नहीं पाते। फिर ऋणात्मक संख्याओं की चित्रात्मक प्रस्तुति संख्या रेखा पर की जाती है। बच्चों को यह थोड़ा कम अमूर्त लगता है। इसलिए इसे समझना थोड़ा आसान होता है। और फिर हमेशा के लिए ऋणात्मक संख्या उनके लिए सिर्फ संख्या रेखा पर एक बिन्दु बनकर रह जाती है। वे यह नहीं सोच पाते कि इसका अर्थ क्या है? इसलिए बच्चों का सम्पर्क ऐसी स्थितियों से कराया जाए, जहां ऋणात्मक संख्याओं के उपयोग की जरूरत पड़ती हो। जैसे— लाभ या हानि से संबंधित कहानियां सुना सकते हैं।

कहानी : सतबीर दुकानदार उधार में समान देता था। वह कई बार यह भूल जाता था कि किसने क्या खरीदा था? और कितने में खरीदा था? उसने याद रखने का एक तरीका निकाला। वह हर ग्राहक के खाते के पन्ने पर एक लाइन बना देता। जब भी कोई ग्राहक कोई वस्तु खरीदता तो सतबीर उसकी लाइन पर एक निशान लगा देता। इस निशान से उसे पता चला जाता कि उस ग्राहक पर कितना पैसा उधार है। जैसे— मनकू ने 8 रुपये की वस्तु उधार में ली और जग्गू ने 3 रुपये की वस्तु उधार ली। (चित्र 1)



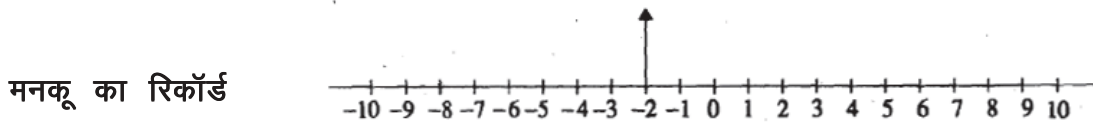
चित्र 1

कुछ दिनों बाद मनकू ने अपनी उधारी चुका दी और जग्गू ने 2 रूपए की वस्तु और उधार ले ली। सतबीर ने उनकी लाइनों में परिवर्तन कर दिए। (चित्र 2)



चित्र 2

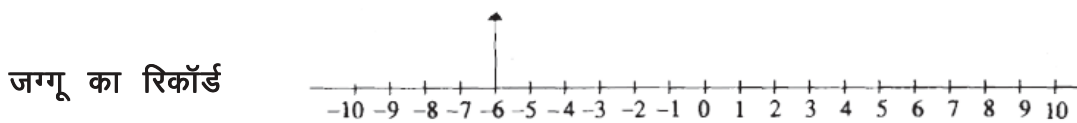
अगले दिन मनकू ने 3 रूपए की वस्तु खरीदी और सतबीर को पांच रूपए दिए। क्योंकि उसके पास छुट्टे पैसे नहीं थे। तो मनकू ने कहा, "कोई बात नहीं, बाकी के पैसे मैं कल ले लूंगा।" अब सतबीर उलझन में पड़ गया। इस बात को रिकॉर्ड में कैसे दिखाए? उसने सोचा, "जब मुझे पैसा लेना होता है, तो मैं शून्य के दाईं ओर निशान लगाता हूँ। अब मुझे पैसा देना है, तो निशान कहां लगाऊँ?" थोड़ी देर गहराई से सोचकर जग्गू की लाइन को आगे बढ़ाया और उस पर निशान लगा दिया। (आप लाइन को शून्य के बाईं ओर बढ़ाकर बच्चों से पूछ सकते हो कि सतबीर ने निशान कहां लगाया होगा।) उसने फैसला किया कि जो रूपया उसे वापिस करना है, उसे दिखाने के लिए वह शून्य से दो कदम बाईं ओर निशान लगाएगा। (चित्र 3)



चित्र 3

अब वह मनकू और जग्गू के हिसाब के बारे में यह भी कह सकता था कि उसे मनकू से (-2) रुपये लेने हैं और जग्गू से +5 रुपये लेने हैं। ध्यान दें कि उसने यह याद रखने के लिए कि पैसा लेना देना है, रकम के पहले एक चिन्ह लगाया।

इसके बाद आप बच्चों को इस तरह के सवाल दे सकते हैं : (चित्र 4) यदि जग्गू का निशान नीचे दिखाए अनुसार हो और वह 3 रूपए की वस्तु खरीदें, तो तीर का निशान कहां लगेगा? अब वह सतबीर को पैसे देगा या उससे पैसे लेगा?



चित्र 4

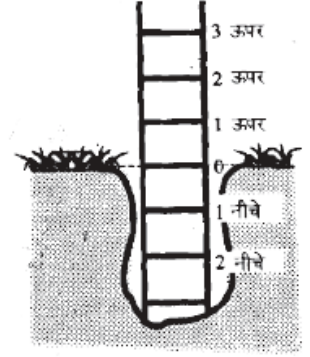
E1) बच्चों को ऋणात्मक संख्या समझाने के लिए एक और कहानी बनाइए।

ऊपर जैसी कहानियों के माध्यम से बच्चों का परिचय ऋणात्मक संख्याओं का संख्या रेखा पर निरूपण से भी हो जाता है।

अन्य तरीका

उदाहरण 1 : जब इन्दरजीत से पूछा कि वह ऋणात्मक संख्याओं का जोड़ रोजमर्रा के जीवन में कहां-कहां करती है तो उसने बताया कि सीढ़ियां चढ़ना, लाभ-हानि, अतीत और भविष्य, तापमान नापना, और यहां तक कि परीक्षा के उत्तरों का मूल्यांकन, आदि में।”

सीढ़ियां चढ़ने में ऋणात्मक संख्याओं के जोड़ के बारे में पूछने पर उन्होंने बताया कि “वह उन्हें सचिहन संख्याओं की बात दो विपरीत दिशाओं में गति के रूप में समझाती है— चढ़ना व उतरना। इसके लिए मैं गड्ढे में खड़ी किसी सीढ़ी का उदाहरण लेती हूं। धरती का स्तर शून्य है, सीढ़ी की एक पायदान चढ़ना मतलब ‘1 ऊपर’, दो पायदान यानी ‘2 ऊपर’, आदि, है। (चित्र 5) इसी प्रकार से धरती से एक पायदान नीचे (गड्ढे में) ‘1 नीचे’ है, 2 पायदान नीचे ‘2 नीचे’, आदि, होगा। इसके बाद मैं उन्हें इस तरह के सवाल देती हूं कि ‘यदि तुम 2 पायदान ऊपर जाओ और फिर 5 पायदान और ऊपर जाओ तो किस स्थिति में आ जाओगे?’, ‘यदि तुम 5 पायदान ऊपर जाओ और फिर 5 पायदान नीचे आओ, तो तुम्हारी स्थिति क्या होगी?’ और ‘यदि तुम 3 पायदान नीचे जाओ तो तुम्हारी स्थिति क्या होगी?’ जब बच्चों को ऊपर-नीचे का काफी अभ्यास हो जाता है, तो मैं बस ‘ऊपर’ शब्द को छोड़ देती हूं और ‘नीचे’ की जगह ‘-’ चिह्न इस्तेमाल करने लगती हूं। मैं यह स्पष्ट कर देती हूं कि ‘नीचे’ वाली संख्याओं के साथ ‘-’ चिह्न लगाना जरूरी है ताकि उन्हें ‘ऊपर’ वाली संख्याओं से अलग पहचाना जा सके।



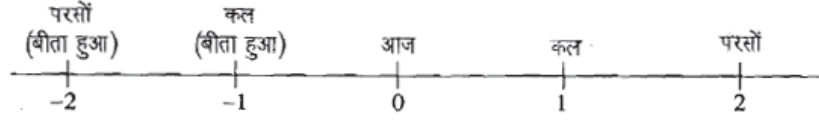
चित्र 5

सीढ़ी के इस मॉडल के जरिए बच्चे यह भी समझ जाते हैं कि -15 , -5 के मुकाबले शून्य से ज्यादा दूर है। वे यह भी समझ जाते हैं कि -5 से 3 तक पहुंचने के लिए 8 पायदान ऊपर चढ़ना होता है। यह जरूर है कि मैं उन्हें कई सवाल देती हूं ताकि वे धीरे-धीरे ऋणात्मक संख्याओं के ये गुण समझ जाएं और धनात्मक संख्याओं के साथ इनका संबंध भी देख पाएं। बच्चों के लिए यह आसान नहीं होता कि, -8 , शून्य से -7 की तुलना में ज्यादा दूर है। यदि आप छठी कक्षा की किसी बच्ची से पूछें कि -8 और -2 में से बड़ी कौन सी है। तो वह -8 बताएगी। धनात्मक संख्याओं से उसकी जान-पहचान के मददे नजर यह जवाब स्वाभाविक है। अतः हमें ऐसे तरीके खोजने होंगे जिनसे यह समझ जाए कि -2 , -8 से बड़ी संख्या है। सीढ़ी इसमें सचमुच मददगार है।”

हमने इन्दरजीत से पूछा कि वह आड़ी संख्या-रेखा वाला तरीका इस्तेमाल क्यों नहीं करती। उसने बताया, “दाएं-बाएं के मुकाबले ऊपर नीचे वाला प्रस्तुतीकरण बच्चों के लिए समझना ज्यादा आसान होता है। क्योंकि दाएं-बाएं वाला मॉडल समझाते वक्त बच्चे धनात्मक व ऋणात्मक दिशाओं को लेकर चक्कर में पड़ जाते हैं क्योंकि मेरा बाईं ओर जरूरी नहीं कि उनके लिए भी बाईं ओर हो। लेकिन जब बच्चे खड़ी पट्टी से समझने लगते हैं तो मैं इसे घुमाकर ऐसे रख देती हूं कि वह सामान्य संख्या रेखा जैसी हो जाती हैं तब हम संख्या रेखा पर ऋणात्मक संख्याएं पहचानने का अभ्यास करते हैं ताकि बच्चे इसके साथ सहज हो जाएं।

इसके बाद इन्दरजीत ने अतीत और भविष्य के इस्तेमाल की बात समझाई। उसने हमें बताया, “इस तरीके में मैं आज को समय-रेखा पर ‘0’ से दर्शाती हूं (चित्र 6) आने वाले कल को ‘1’ से, आने वाले ‘परसों’ को ‘2’ से दर्शाती हूं। फिर मैं उनसे पूछती हूं कि ‘बीते कल’ को कैसे दर्शाएं? थोड़े संकेत व चर्चा के बाद ज्यादातर सभी राजी हो जाते हैं कि इसे 0 से एक चिह्न पहले से दर्शाया जाए। लेकिन फिर, मैं उनसे पूछती हूं कि वे 0 के दाईं ओर वाले तथा बाईं ओर वाले 1 के बीच फर्क कैसे बताएंगे। क्या आने वाले कल और बीते कल के बीच अन्तर दिखाने के लिए कोई निशान जरूरी नहीं है? वे थोड़ा सोचने के बाद आम तौर पर इस बात

से सहमत हो जाते हैं। इस जगह पर मैं -1 का सुझाव देती हूँ फिर हम इसे आगे बढ़ाकर परसों के लिए -2 का इस्तेमाल करते हैं, आदि। इस तरह से वे आज को शून्य, अतीत को ऋणात्मक संख्याओं तथा भविष्य को धनात्मक संख्याओं के रूप में देखने लगते हैं।”



चित्र 6

जब इन्दरजीत से उसके द्वारा उपयोग में लाए जाने वाले अन्य तरीके जैसे— कई विकल्पों में से चुनने वाले सवालों के संदर्भ में पूछा गया तो उन्होंने बताया, “जो लोग ऐसे टेस्ट में बैठते हैं वे कई बार किसी सवाल का जवाब नहीं जानते, मगर अन्दाजा लगाने की कोशिश करते हैं। इस तरह की अटकलों से निपटने के लिए, हर गलत उत्तर पर ऋणात्मक अंक दिए जाते हैं, यानी कुछ अंक काटे जाते हैं। जैसे—

हर सही उत्तर के लिए 2 अंक,

सवाल छोड़ने पर 0 अंक,

हर गलत उत्तर के लिए -1 अंक।

मैं बच्चों को यह समझा देती हूँ। फिर मैं कोई एक उदाहरण लेकर उसमें अंको का उतार-चढ़ाव बताती हूँ। जैसे— मैं उन्हें 10 सवालों वाले इस तरह के टेस्ट में किसी बच्चे का प्रदर्शन दिखाती हूँ।

1	✓	6	x
2	x	7	✓
3	उत्तर नहीं लिखा	8	x
4	✓	9	✓
5	✓	10	✓

फिर मैं उन्हें बताती हूँ कि ये अंक एक संख्या रेखा पर किस तरह दिखाए जा सकते हैं। मैं उनसे रेखा के 0 के बिन्दु से शुरू करने को कहती हूँ। फिर हर सही उत्तर के लिए अंक दाहिनी ओर दो निशान बढ़ते हैं। गलत उत्तर पर एक कदम बाईं ओर चलते हैं। और यदि किसी सवाल का उत्तर न दिया हो, तो न दाईं ओर बढ़ेंगे न बाईं ओर। तो चूंकि बच्चे ने पहला सवाल सही किया है इसलिए हम दो निशान दाईं ओर चलते हैं दूसरा उत्तर गलत है, इसलिए हम एक कदम बाईं ओर चलेगें, यानी 1 पर पहुंच जाएंगे। तीसरे सवाल में उसे शून्य अंक मिला, इसलिए अंक में कोई बदलाव नहीं होगा। इसके बाद मैं आगे का काम उन पर छोड़ देती हूँ। साथ मैं उनसे यह कह देती हूँ कि वे हर चरण पर यह साफ-साफ लिखें कि चौथे सवाल, पांचवें सवाल, आदि के बाद बच्चे के अंक कितने थे। मैं उनसे यह भी कहती हूँ कि हर सवाल के बाद बच्चे के अंकों की स्थिति को रेखा पर निशान लगाकर बताते जाएं। उन्होंने मुझे यह बताना होता है कि आखिर में बच्चे के अंक रेखा के किस बिन्दु पर पहुंचे।”

इस प्रकार इन्दरजीत के साथ इस चर्चा से हमें यह सोचने में मदद मिली कि बच्चों को ऋणात्मक संख्या समझने में मदद किन-किन तरीकों से दी जा सकती है।

E2) ऊपर दी गई चर्चा के अनुसार आप बच्चों को किसी संदर्भ में ऋणात्मक संख्याओं से कैसे परिचित कराएंगे? (ऊपर प्रस्तुत संदर्भों के अलावा)

उदाहरण 1 में बच्चों के सामने ऋणात्मक संख्याएं व उनके गुण प्रस्तुत करने के लिए इन्दरजीत ने किसी ठोस वस्तु का सहारा नहीं लिया। हम जानते हैं कि बच्चे तब सबसे बेहतर सीखते हैं जब ठोस वस्तुओं के साथ गतिविधियां की जाएं।

गतिविधि-1



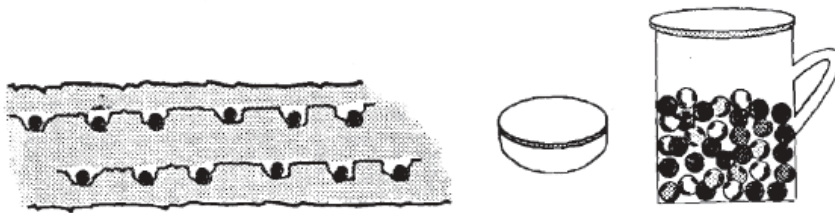
सोडा बोतलों के 10 एक जैसे ढक्कन ले लीजिए। इन ढक्कनों को सीधा (●) या उल्टा (●) रखा जा सकता है। हम सीधे रखे ढक्कनों को +1 और उल्टे रखे ढक्कनों को -1 की कीमत देते हैं। अब हर खिलाड़ी इन ढक्कनों को अच्छे से हिलाकर फेंके। वह (●●) जैसी सारी जोड़ियों (यानी +1 व -1) को अलग कर दे। अब वह शेष ढक्कनों को गिन ले। जैसे, यदि 4 जोड़ियां बन गईं और 2 ढक्कन सीधे पड़े हैं तो उसे +2 अंक मिलेंगे। यदि तीन जोड़ियां बनती हैं और 4 ढक्कन उल्टे पड़े हैं तो उसे -4 अंक मिलेंगे। जिस खिलाड़ी को सबसे पहले दस अंक मिल जाएंगे, वह जीतेगा।

इस खेल का सबसे उपयोगी पहलू यह है कि सीधे और उल्टे पड़े ढक्कन बच्चों के सामने धनात्मक व ऋणात्मक संख्याओं का सांकेतिक लेकिन ठोस प्रस्तुतीकरण हैं। इस खेल से यह बात भी पुख्ता हो जाती है कि -5 वह संख्या है जो +5 के मान को शून्य कर देती है।

गतिविधि-2

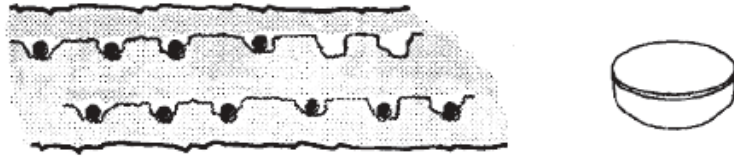


इस खेल में हर बच्ची जमीन में 12 छोटे गड्ढे बना लेती है, 6-6 गड्ढों की दो कतारों में। साथ में हर बच्ची के पास एक कटोरा होता है (चित्र 6) और हर गड्ढे में एक कंचा है। यह शून्य स्थिति है। साथ ही एक कंचों का भण्डार भी है, जिसमें से सारे बच्चे कंचे ले सकते हैं।



चित्र 7

अब मंजू, पासा फेंकती है और उस पर जो अंक आए, उतने कंचे वह भण्डार में से लेकर अपने कटोरे में रख लेती है। जैसे- पासे पर 3 अंक आए, तो उसके पास 12 गड्ढों में 12 कंचे हैं और 3 कंचे कटोरे में हैं। इस तरह से हर खिलाड़ी एक बार पासा फेंके और भण्डार में से कंचे लेकर अपने कटोरे में रख ले। सबकी एक बारी पूरी हो जाने पर मंजू को फिर से पासा फेंकने का मौका मिलता है। यह 'वापसी' फेंक है, इसमें जो भी अंक आएगा उसे उतने कंचे वापस भण्डार में डालने होंगे यदि 2 अंक आता तो वह अपने कटोरे के 3 कंचों में से 2 वापस भण्डार में डाल देगी। लेकिन यदि 5 आ गया तो वह क्या करे? 5 कंचे लौटाने के लिए उसे कटोरे के 3 कंचों के अलावा अपने गड्ढों में से भी 2 कंचे निकालने होंगे (चित्र 8)।



चित्र 8 : -2 का ठोस प्रस्तुतीकरण

यानी अब वह शून्य स्थिति की तुलना में 2 कंचे कम पर है अर्थात् शून्य स्थिति पर पहुंचने के लिए उसे 2 कंचे और चाहिए। यानी उसके पास -2 कंचे हैं। अन्य बच्चे भी इस चक्र को इसी तरह खेलेंगे। तीसरा चक्र फिर से 'भण्डार से लेने' का चक्र होगा। इस तरह खेल चलता रहेगा।

यह जरूरी है कि खेल के दौरान बच्चे यह समझाते जाएं कि उन्हें कितने अंक मिले हैं और क्यों? जैसे— मंजू कह सकती है, "मुझे 5 कंचे देने हैं। तो मैं ये (कटोरे वाले) दे देती हूँ और 2 गड्डों में से दे देती हूँ। अब मुझे गड्डों भरने के लिए 2 कंचे चाहिए।" इससे बच्चों को संबंधित अवधारणा समझने में भी मदद मिलेगी और उससे जुड़ी भाषा से भी वे परिचित होते जाएंगे। यह खेल समूहों में भी खेला जा सकता है।

E3) ऊपर के खेलों के माध्यम से ऋणात्मक संख्याओं के कौन से गुण बच्चे बेहतर समझ सकते हैं?

E4) बच्चों को ऋणात्मक संख्याओं को समझाने के लिए आप पासे के कौन से खेल सोच सकते हैं?

हमने बच्चों को ऋणात्मक संख्याओं से परिचित कराने के कुछ तरीकों पर विचार किया है। जब उन्हें सचिह्न संख्याओं, यानी ऋणात्मक व धनात्मक दोनों तरह की संख्याओं पर गणितीय संक्रियाएं लागू करनी होती हैं, तो उन्हें फिर दिक्कतों का सामना करना पड़ता है। हम इसमें उनकी मदद कैसे कर सकते हैं?

सचिह्न संख्याओं पर संक्रियाएं (operations on signed numbers)

कक्षा 8 के एक बच्चे को जब $(-2) - (-5)$ हल करने को कहा गया, तो उसने लिखा -3 जब उससे पूछा गया कि उसने यह उत्तर कैसे निकाला, तो उसने बताया, "तीन ऋण हैं, ऋण ऋण धन होता है, तो एक ऋण बच गया। फिर $5-2$ बराबर 3 होता है। तो उत्तर -3 आया।"

ऐसी गलतियां बहुत आम हैं क्योंकि आमतौर पर हम बच्चों को गणितीय संक्रियाओं को लागू करने की विधि तो बताते हैं मगर यह नहीं समझाते कि ये विधियां काम कैसे करती हैं। यहां हम कुछ ऐसे तरीकों पर विचार करेंगे जिनसे स्थिति को बेहतर बनाने में मदद मिल सकती है। हम यह भी देखेंगे कि पूर्णाकों (integers) का जोड़ करने की विधि बच्चों को कैसे समझाई जाए।

जोड़ना

पूर्ण संख्याओं (whole numbers) को कोई भी जोड़ ठोस वस्तुओं के आधार पर कर सकते हैं। लेकिन ऋणात्मक संख्याओं को जोड़ते वक्त ऐसा कोई स्वाभाविक संदर्भ उपलब्ध नहीं होता। क्या हम पहले बताई गई गतिविधियों में फेरबदल करके उनका इस्तेमाल पूर्णाकों का जोड़ समझाने में कर सकते हैं?

उदाहरण 2 : 12 वर्षीय मीना को ऋणात्मक संख्याएं समझ नहीं आ रही हैं। एक शिक्षक ने बोतल के ढक्कन वाली गतिविधि करवाई। इससे मीना को यह समझ आ गया कि $+1$ और -1 एक-दूसरे को रद्द कर देते हैं। तथा इसे लिखित रूप $(+1) + (-1) = 0$ को भी मान लिया। फिर उससे पूछा कि $(+2) + (-2)$ कितना होगा, उसने बोतल के ढक्कनों का उपयोग करके उत्तर निकाल लिया, शून्य। $(+3) + (-3) = 0$. इस प्रकार से वह धीरे-धीरे समझ गई कि "किसी भी धनात्मक संख्या n के लिए $(+n) + (-n) = 0$ होता है।"

इसी तरह से शिक्षक ने उसे यह भी समझाने में मदद की कि $(-n) + (+n) = 0$ होता है।

अब उन्होंने $(-3) + (-2)$ जैसे सवाल पर जाने का फैसला किया। वह इसे नहीं कर पाई। उन्होंने उससे कहा कि ढक्कनों से -3 दर्शाए। उसने दर्शा दिए। “अब दूसरे ढक्कनों से -2 दिखाओ”, उसने कर दिया।

“शाबाश! अब इनको मिला दो। कितना आया?” उसने उन्हें मिला दिया और कहा कि 5 आए।

“पक्की बात है? जरा देख लो ढक्कनों के मुंह किस तरफ हैं।” शिक्षक ने उसे याद दिलाया।

“ओह, हां, -5 ” अपनी गलती पहचानते हुए मीना बोली। और उसे गणितीय प्रतीकों में लिख लिया।

$$(-3) + (-2) = -5$$

उन्होंने इसी तरह के कुछ और उदाहरण किए। वे उससे साथ-साथ हल लिखने को कहती गईं। फिर धीरे-धीरे एक सूची सी बन गई :

$$(-3) + (-2) = -5$$

$$(-1) + (-3) = -4$$

$$(-2) + (-3) = -5$$

: : :

: : :

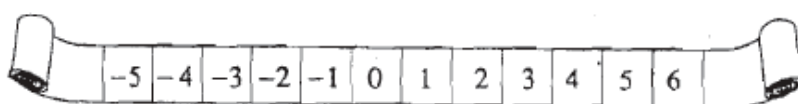
इस सूची को देखकर व थोड़ी मदद के बाद, वह एक पैटर्न पहचानने लगी। इस पैटर्न के आधार पर वह ऋणात्मक संख्याओं के जोड़ के नियम तक पहुंच गई— “पहले मैं सिर्फ संख्याओं को जोड़ लेती हूं और फिर जोड़ के पहले ऋण चिह्न लगा देती हूं।” शिक्षक ने उससे कहा कि वह अपनी बात एक उदाहरण से समझाए। तो मीना ने उन्हें बताया कि $(-10) + (-5)$ का उत्तर निकालने के लिए वह पहले 10 और 5 को जोड़कर 15 प्राप्त कर लेगी और फिर इसके सामने ऋण चिह्न लगाएगी तो उत्तर -15 मिल जाएगा।

इस तरह से वह खुद ही उस नियम तक पहुंच गई जिसे बीजगणित में हम यों लिखते हैं :

$$(-m) + (-n) = -(m + n) \text{ जहां } m \text{ व } n \text{ धनात्मक संख्याएं हैं।}$$

थोड़े दिन बाद शिक्षक ने मीना के साथ इस गतिविधि को दोहराया। और फिर उससे कहा कि ढक्कन का उपयोग किए बगैर ऋणात्मक संख्याओं का जोड़ करे। उसने कर दिया।

अब शिक्षक ने संख्या-रेखा के इस्तेमाल का फैसला किया। शिक्षक ने इसे एक ऐसी संख्या-पट्टी का रूप दे दिया जिस पर -50 से $+50$ तक के पूर्णांक लिखे थे (चित्र 9) मीना धनात्मक और ऋणात्मक संख्याओं को बोटल के ढक्कनों से दर्शाने में दक्ष हो चुकी थी। अतः उन्होंने इसे पट्टी पर अंकित संख्याओं से जोड़ने की कोशिश की।



चित्र 9

इसके लिए उन्होंने मीना को एक बटन दे दिया और उसे समझाया कि जब वे तीन ढक्कन के मुंह नीचे करके रखें, यानी संख्या +3 हो, तो वह बटन को पट्टी के 3 पर, यानी 0 से तीन स्थान दाईं ओर रखे। और फिर यदि उसे 4 और ऐसे ढक्कन दे दिए जाएं, तो उसके पास कुल कितने हो जाएंगे? “तब तुम बटन को कहाँ रखोगे?” उसने कहा, “7 पर”। “यानी तुम चार स्थान और दाईं ओर जाओगे, है न?”

इसी प्रकार से $(-2) + (-3)$ का हल पाने के लिए उसे उन्होंने यह समझने में मदद दी कि (-2) से तीन स्थान बाईं ओर चलना होगा, यानी -5 पर जाना होगा। इस प्रकार के कुछ और उदाहरणों की मदद से उन्होंने उसका ध्यान इस बात पर दिलाया कि जब वह धनात्मक संख्याएं जोड़ता है तो दाईं ओर बढ़ता है तथा ऋणात्मक संख्याएं जोड़ते वक्त बाईं ओर बढ़ना होता है।

“अब ज़रा पट्टी का उपयोग करके बताओ कि $2 + (-2)$ कितना होगा?” शिक्षक ने पूछा। उसे पता था कि पहले 2 का मतलब यह है कि उसे बटन को शून्य से दो स्थान दाईं ओर ले जाना पड़ेगा। यह तो उसने कर लिया। मगर फिर थोड़ा ठिठक गई। शिक्षक ने कहा, “अच्छा, पट्टी के बगैर बताओ कि $2 + (-2)$ कितना होगा।” उसने बेहिचक जवाब दिया ‘शून्य’। “शाबाश! तो तुम इस वक्त जहां हो, वहां से शून्य पर पहुंचने के लिए क्या करना होगा?” “दो कदम पीछे चलना पड़ेगा,” उसने कहा। इस पर शिक्षक ने कहा, “सही। -2 का यही तो मतलब होता है। -2 के लिए तुम्हें 2 स्थान बाईं ओर चलना पड़ता है?” इस तरह से धीरे-धीरे वे उसे यह समझने में मदद कर पाई कि, जैसे $2 + (-3) = -1$ होता है। शिक्षक कई दिनों तक यह गतिविधि बीच-बीच में तब एक दोहराती रहीं जब तक कि उन्हें यकीन न हो गया कि वह सचिहन संख्याओं को जोड़ना सीख चुकी है।

E5) किसी धनात्मक व किसी ऋणात्मक संख्या का जोड़ सीखने में बच्चों की मदद करने की दृष्टि से माचिस का ढक्कन व अन्दर की डिबिया का इस्तेमाल करते हुए एक गतिविधि तैयार कीजिए।

E6) एक ऐसा खेल तैयार कीजिए जिसे खेलते हुए बच्चे सचिहन संख्याओं को जोड़ने का अभ्यास कर सकें। इस खेल को खेलते हुए वे सचिहन संख्याओं के कौन से गुण सीखेंगे? कुछ 11 वर्षीय बच्चों के साथ इस खेल को आजमाइए और देखिए कि क्या इससे आपके शिक्षण उद्देश्य की प्राप्ति होती है।

घटाना

ऋणात्मक संख्याओं को घटाते वक्त बच्चे निम्नलिखित किस्म की गलतियां करते हैं :

$$(i) \quad 19 - (-11) = 8, \quad (ii) \quad 19 - (-11) = -8,$$

$$(iii) \quad -19 - 11 = 30, \quad (iv) \quad -11 - (-19) = -8$$

बच्चे ऐसी गलतियां क्यों करते हैं? (i) गलती की वजह है कि बच्ची ने ऋणात्मक संख्या के सामने लगे चिह्न को अनदेखा कर दिया। लेकिन सबसे बड़ी वजह है कि बच्ची ने सचिहन संख्याओं को घटाने की प्रक्रिया ही नहीं समझी है। इसी को सुधारने की जरूरत है। सबसे पहले देखते हैं कि सचिहन संख्याओं को घटाने की प्रक्रिया को सीखने में निम्न चरण शामिल हैं—

(a) प्राकृतिक संख्या को घटाना (जैसे, $4 - 10$, $10 - 4$ या $-10 - 4$),

(b) $-(-n) = n$, जहां n कोई धनात्मक संख्या है (जैसे $-(-5) = 5$),

(c) ऋणात्मक संख्या को घटाना (जैसे $5 - (-6)$ या $-5 - (-6)$).

पहला चरण समझने में तो उन्हें संख्या-रेखा से मदद मिल सकती है। यदि वे यह समझ सकें कि 4 घटाने का मतलब होता है कि हम लाइन पर जहां भी हों वहां से 4 कदम बाईं ओर चलें, तो वे यह समझ पाएंगे कि पहली किस्म का घटाना कैसे होता है।

चरण (b) व (c) को समझाने हेतु एक उदाहरण :

उदाहरण : मेरी ऋणात्मक संख्याएं सिखाने की शुरुआत ठोस वस्तुओं से करती है। फिर एक निश्चित मोड़ पर वह बच्चों को संख्याओं से संबंधित अवधारणाएं या प्रक्रियाएं सीखने में मदद देने के लिए, संख्या-रेखा/पट्टी का इस्तेमाल शुरू करती है। जैसे- बच्चों को यह समझाने के लिए कि $-(-n) = n$, होता है, वह ऊपर-नीचे वाला मॉडल इस्तेमाल करती है (चित्र 5)। जैसे- वह उनसे पूछती है कि, 4 ऊपर का उल्टा क्या होगा?

वे जवाब देते हैं, "4 नीचे।"

"और '4 नीचे' का उल्टा?"

"4 ऊपर।"

"तो यदि हम '4 ऊपर' को 4 लिखें और '4 नीचे' को -4 लिखें, तो 4 का उल्टा क्या होगा?" बच्चे आम तौर पर बता देते हैं, -4.

फिर वह कई धनात्मक संख्याओं का उल्टा पूछती है और बच्चों के उत्तरों को निम्नानुसार कॉलम में लिखती जाती है :

10 का उल्टा -10

3 का उल्टा -3

5 का उल्टा -5, आदि।

इस सूची के आधार पर वह बच्चों से किसी संख्या का उल्टा प्राप्त करने का नियम निकालने को कहती हैं। थोड़ी बातचीत के बाद वे आमतौर पर इस निष्कर्ष पर पहुंच जाते हैं कि किसी संख्या का उल्टा पता लगाने के लिए उसके पहले ऋण चिह्न लगा देते हैं।

अब वह इसी नियम को आगे बढ़ाकर ऋणात्मक संख्याओं पर लागू करती है- "तो -5 का उल्टा क्या होगा?" एक बार फिर कक्षा में थोड़ी चर्चा होती है और बच्चे इस आम सहमति पर पहुंचते हैं कि -5 का उल्टा $-(-5)$ होगा। वह इस बात को ब्लैकबोर्ड पर लिख देती है। फिर वह उन्हें याद दिलाती है, "-5 यानी '5 नीचे' होता है। तो उसका उल्टा कितना होगा? वे कहते हैं, "5 ऊपर।" फिर वह पूछती है, "हम इसे 5 भी लिखते हैं, है ना?" इस तरह से, कई उदाहरण करने के बाद वे समझ जाते हैं और मान लेते हैं कि $-(-5) = 5$, $-(-2) = 2$, वगैरह। अब वह इस बात का इस्तेमाल बच्चों को यह समझाने में मदद देने के लिए करती है कि जब हम ऋणात्मक संख्याओं को घटाते हैं, तो क्या होता है। वह बच्चों से पूछती है, "जब $-(-5) = 5$, होता है, तो $7 - (-5)$ कितना होगा?" वह पाती है कि बच्चे अक्सर संबंध को पहचान लेते हैं और उत्तर 12 निकाल लेते हैं। पहले सीखी गई बात, यानी $-(-n) = n$, का इस्तेमाल करके बच्चे $-5 - (-7)$ जैसे सवाल करना भी सीख जाते हैं।

हर चरण पर मेरी बच्चों को खुद से करने के लिए कई उदाहरण और अभ्यास देती है। उसका अनुभव है कि काफी अभ्यास करने के बाद बच्चों को संख्या-रेखा का सहारा नहीं लेना पड़ता। वे घटाने का सामान्य नियम समझ जाते हैं और संक्रिया को आसानी से करने लगते हैं।

E7) बच्चों को सचिहन संख्याओं का घटाना सिखाने के लिए समय-रेखा (चित्र 6) का उपयोग करते हुए एक गतिविधि बनाइए। यह भी बताइए कि आप किन चरणों के जरिए नियम तक उनको पहुँचाएंगे?

सारांश

इस पाठ में हमने निम्नलिखित मुद्दों पर चर्चा की :

- 1) कुछ ऐसे कारण जिनकी वजह से बच्चों को यह समझने में कठिनाई होती है कि ऋणात्मक संख्या क्या होती है।
- 2) बच्चों को सचिहन संख्याओं का अर्थ व उनके गुण समझाने के कुछ तरीके जो ऐसी संख्याओं को ठोस वस्तुओं के रूप में या चित्रों के रूप में प्रदर्शित करने पर आधारित हैं।
- 3) ऐसी कई गतिविधियां, जिनकी मदद से बच्चे सचिहन संख्याओं को जोड़ना व घटाना सीख जाएं।



पाठ – 17

अंकगणित से बीजगणित की ओर

पाठ की रूपरेखा

- परिचय
- उद्देश्य
- बीजगणित क्यों सीखें?
- बीजगणित कैसे सीखें?
- चर का इस्तेमाल
- सारांश

परिचय

पिछले कुछ हफ्तों में हम अपने आस-पड़ोस के लोगों से मिले। यह समझने के लिए कि बीजगणित को लेकर उनका क्या रवैया है। हमने पाया कि अधिकांश स्कूली बच्चे गणित में बीजगणित से घबराते हैं। बातचीत के दौरान बहुत से मां-बाप ने यह स्वीकार किया कि जब वे स्कूल में थे, तब बीजगणित में कमजोर थे। जब उनसे इसका कारण पूछा गया तो अधिकांश ने बताया कि बीजगणित करने के लिए काफी जटिल व कठिन सूत्रों का इस्तेमाल करना पड़ता था और इन्हें याद रखना मुश्किल है। कई लोगों को यह लगता है कि इसका कोई उपयोग नहीं है।

बीजगणित को लेकर लोगों के ऐसे रवैये व इस स्थिति को बेहतर बनाने के तरीकों को हम इस पाठ में देखेंगे। हम बीजगणित पढ़ाने के ऐसे कुछ तरीकों पर विचार करेंगे जिनसे बच्चों को बीजगणित प्रिय लगे।

बीजगणित से बच्चों की पहली मुलाकात 'व्यापकीकृत अंकगणित' के रूप में होती है। व्यापकीकरण का अर्थ तथा कौन से व्यापकीकरण स्वीकार योग्य होते हैं, इसे हम पाठ में पढ़ेंगे व चर की अवधारणा पर बात करेंगे। बीजगणित की भाषा सीखने व इस्तेमाल करने के लिए यह अवधारणा जरूरी है कि बच्चे चर की अवधारणा तथा इसका उपयोग न समझने की वजह से जो आम गलतियां करते हैं उन्हें समझें।

इसके पश्चात् हम बच्चों से चरों (variables) का उपयोग किस तरह से करने की अपेक्षा करते हैं, जिससे वे सूत्रों को लागू करते व समीकरण सुलझाते वक्त इसका उपयोग कर सकें। चरों का इस्तेमाल करते वक्त बच्ची मशीनी ढंग से कुछ नियमों को लागू करती है। वह यह नहीं समझ पाती कि इसमें कौन सी बीजगणित शामिल है। इसके लिए कुछ ऐसे तरीके सुझाए हैं जिनसे स्थिति को सुधारने में मदद मिले। बीजगणित ही नहीं, बल्कि पूरा गणित ही व्यापकीकरण से बना है। इसके कुछ पहलुओं पर चर्चा करेंगे।

उद्देश्य—

इस पाठ को पढ़ने के बाद आप—

- यह बता पाएंगे कि बीजगणित सीखते वक्त बच्चे कौन से कौशल विकसित करते हैं।
- ऐसे तरीके सुझा पाएंगे जिनसे कक्षा 6 व उससे बड़ी कक्षा के बच्चे अंकगणितीय सिद्धांतों का व्यापकीकरण करना सीख सकें।
- चरों से निपटते वक्त बच्चों द्वारा की जाने वाली आम गलतियों को पहचान पाएंगे।
- बच्चों को चर की अवधारणा सिखाने के तरीके सुझा पाएंगे।
- बच्चों को चरों का इस्तेमाल करने में मदद देने के तरीकों का वर्णन कर पाएंगे।
- अपनी शिक्षण विधि के असर का आकलन कर पाएंगे।

बीजगणित क्यों सीखें?

बीजगणित से बच्चों का पहला सम्पर्क 'व्यापकीकृत अंकगणित' यानी जब वे अंकगणितीय पैटर्न, नियम और सम्बन्धों का अध्ययन करते हैं, उन्हें समझने की कोशिश करते हैं, उनका व्यापकीकरण करने की कोशिश करते हैं और उन्हें शब्दों व प्रतीकों का उपयोग करते हुए सटीक ढंग से व्यक्त करते हैं।

उदाहरण : जब हम विभिन्न संख्याओं को 10 से गुणा करते हैं जैसे—

$$10 \times 1 = 10$$

$$10 \times 3 = 30$$

$$10 \times 7 = 70$$

$$10 \times 12 = 120$$

$$10 \times 26 = 260$$

$$10 \times 365 = 3650$$

$$10 \times 270 = 2700$$

तो गुणनफल में एक पैटर्न नजर आता है। इस पैटर्न के आधार पर हम 10 से गुणा करने की प्रक्रिया के संबंध में एक व्यापक नियम बना सकते हैं जो कि इस प्रकार है—

“किसी भी संख्या का 10 से गुणज प्राप्त करने के लिए उस संख्या के प्रत्येक अंक को एक स्थान बाईं ओर खिसकाकर इकाई के स्थान पर शून्य लिख देंगे।” इस प्रकार विशिष्ट उदाहरणों से व्यापकीकरण तथा व्यापक संबंधों से विशिष्टीकरण करने की क्षमता गणितीय सोच का जरूरी हिस्सा है। यह मानसिक क्षमता सिर्फ गणित तक ही सीमित नहीं है बल्कि हमें इसकी जरूरत रोजमर्रा के जीवन में बार—बार पड़ती है। जैसे जब हम पशु, नीला, लड़की, गोल की अवधारणाओं की समझ बनाते हैं। इसी तरह अपने रोजमर्रा के अनुभवों से व्यापकीकरण करने की अपनी क्षमता की ही बदौलत हम उम्मीद करते हैं कि रोजाना सूरज पूर्व में चढ़ेगा और पश्चिम में डूबेगा, या हम मानते हैं कि इंसान नश्वर है।

यहां आम भाषा और गणित में 'व्यापक' के इस्तेमाल में क्या फर्क है? जब हम हिन्दी में इसका इस्तेमाल करते हैं तो हमारा मतलब 'आमतौर पर' होता है, न कि 'हर बार'। जैसे— 'केरल में मानसून व्यापक रूप से मई के अन्त में आता है' हालांकि ऐसा हर वर्ष नहीं होता। लेकिन जब हम गणित में 'व्यापक' का इस्तेमाल करते हैं, तो हमारा मतलब होता है कि वह कथन जिस पर इसे लागू किया गया है, उन सभी स्थितियों के लिए सत्य होगा जो कथन में दी गई शर्तों को पूरा करते हों। जैसे— यदि किसी पूर्णांक का सबसे दायां वाला अंक 5 हो, तो वह पूर्णांक 5 का गुणज होगा। 'गणितीय तौर से यह स्वीकार योग्य कथन है क्योंकि यह उन सभी पूर्णाकों के लिए सही है जिनका सबसे दायां वाला अंक 5 हो। लेकिन यह कथन कि 'व्यापकतः अभाज्य संख्याएं विषम संख्याएं होती हैं।' गणितीय तौर से स्वीकार योग्य न होगा हालांकि यह एक स्थिति को छोड़ (संख्या 2 को) बाकी सभी अभाज्य संख्याओं के लिए सही है। इसी प्रकार से यह व्यापकीकरण भी स्वीकार योग्य नहीं है कि सभी विषम संख्याएं अभाज्य होती हैं। जैसे 9 एक विषम संख्या है जो कि अभाज्य नहीं है।

इस कारण हमें कोई भी गणितीय व्यापकीकरण करते वक्त बहुत सतर्क रहना होगा कि यदि एक भी स्थिति ऐसी मिले जिसके लिए यह व्यापकीकरण सही नहीं है, तो हमें इस व्यापकीकरण को छोड़ देना होगा।

E1) अपने रोजमर्रा के जीवन में दिखने वाले व्यापक नियमों के तीन उदाहरण दीजिए। इनमें से कौन-कौन से नियम गणितीय तर्क की दृष्टि से स्वीकार योग्य होंगे?

बच्चे बीजगणित सीखने के दौरान बहुत से कौशल सीखते हैं। जैसे-जैसे बच्चों को आम जीवन और गणित में व्यापकीकरण के ज्यादा से ज्यादा अवसर मिलते जाते हैं, वैसे-वैसे वे कई क्षमताएं विकसित करते जाते हैं। जैसे — वे किसी समूह के सदस्यों के सामान्य गुणों को ढूंढना सीख जाते हैं। वे गणित तथा अन्य क्षेत्रों में व्यापक पैटर्न और संबंध खोजना सीखते हैं। इससे उनमें अमूर्तता से निपटने की क्षमता विकसित होती है। वे सिर्फ एक सदस्य के बारे में न सोचकर समूचे समूह के बारे में सोचना और बीजगणित की भाषा का इस्तेमाल करते हुए उन्हें अपने सोच तथा नियमों व संबंधों को व्यक्त करने में ज्यादा तार्किक, स्पष्ट व सही होने में मदद मिलती है।

बीजगणित सीखने की खास वजह को समझने के लिए निम्नलिखित सवालों/पहेलियों को देखे—

1. एक संख्या व उसका आधा जोड़ने पर 63 मिलता है। वह संख्या क्या है?
2. एक पिता अपने बेटे से 30 साल बड़ा है। 10 साल पहले पिता की उम्र बेटे से 4 गुणा थी। इस वक्त पिता की उम्र क्या है?
3. 5 चाय और 4 वड़ों की कीमत 18.50 रुपए है। लेकिन 4 चाय और 5 वड़ों की कीमत 17.50 रुपए होती है। एक चाय की कीमत क्या होगी?
4. जब कॉफी की कीमत 20 प्रतिशत बढ़ी तो एक व्यक्ति ने अपनी कॉफी का इस्तेमाल 20 प्रतिशत कम कर दिया। उसका खर्चा बढ़ेगा या घटेगा और कितने प्रतिशत?
5. दो संख्याओं का जोड़ 100 है तथा उनका गुणनफल 2499 है। वे दो संख्याएं कौन सी हैं?
6. एक कार 40 किमी. प्रति घण्टे की रफ्तार से पहाड़ी पर चढ़ती है और तुरंत बगैर रूके 60 किमी. प्रति घण्टे की रफ्तार से उतर जाती है। कार की औसत रफ्तार क्या होगी?

इन सवालों को कैसे हल करें? क्या हम इन्हें परीक्षण यानी जांच व भूल सुधार के तरीके से हल कर सकते हैं? मतलब हम कोई एक संख्या मान लें और फिर उनके अनुसार सवाल को हल करने की कोशिश करें। आइए देखें कि इस तरीके से हम पहला सवाल हल कर सकते हैं अथवा नहीं।

मान लीजिए कि वह संख्या 100 है। सवाल में दी गई जानकारी के मुताबिक 100 और उसका आधा जोड़ने पर 63 आना चाहिए। मगर ऐसा है नहीं। यानी 100 वह संख्या नहीं हो सकती। चलिए अन्य संख्याएं आजमाते हैं। नीचे तालिका में हमने यही किया है। अलग अलग संख्याएं लेकर उनकी जोड़ को सामने लिख दिया है।

मानी गई संख्या	उस संख्या का आधा	जोड़
100	50	150
40	20	60
50	25	75
60	30	90

इनमें से कोई भी संख्या वांछित उत्तर नहीं दे रही है। पता नहीं हमें कितनी संख्याओं को आजमाना होगा, तब जाकर शायद हमें उत्तर मिल जाए।

इसकी बजाए हम एक व्यापक संख्या लें, उसे x कहें और इसके आधार पर आगे बढ़ें? हमें पता है कि x और x के आधे का जोड़ 63 है, यानी $x + \frac{1}{2}x = 63$

$$\text{यानी } \left(\frac{3}{2}\right)x = 63$$

$$\text{यानी } x = 63 \times \frac{2}{3} \quad \left(\frac{3}{2}x \times \frac{2}{3} = 63 \times \frac{2}{3}\right)$$

$$\text{यानी } x = 42$$

एक के बाद एक विशिष्ट संख्याएं लेने की बजाय एक व्यापक संख्या x को लेकर हमें कितनी आसानी से उत्तर मिल गया! यह एक उदाहरण है जो यह दिखाता है कि पेचीदा नजर आने वाले सवालों को बीजगणित के इस्तेमाल से बड़ी आसानी से हल किया जा सकता है।

बीजगणित सीखने का एक और कारण है आनन्द। गणित के कई खेलों व पहलियों का हल बीजगणित में है। जैसे— संख्या सोचने के इस खेल को देखिए :

दो अंको की कोई भी संख्या सोच लें। अंको की अदला-बदली करें। नई संख्या को पहली वाली संख्या में जोड़ और योगफल में पहली संख्या के अंको के जोड़ से भाग दें। आपका उत्तर 11 आएगा!

E2) आप ऊपर दिए गए 6 सवालों में से दूसरे को कैसे हल करेंगे? आप इसे बीजगणित के इस्तेमाल से कैसे हल करेंगे? कौन सी विधि ज्यादा सरल है?

E3) अंकगणित का व्यापकीकरण करने की क्षमता सीखने के अन्य कारण सोचकर बताइए।

अब शायद सहमत होंगे कि बच्चों को बीजगणित सीखने की जरूरत है तथा वे इसे एक ऐसी प्रक्रिया के जरिए सीखें जिसमें उन्हें आनन्द आए और उनकी रुचि बनी रहे। लेकिन जिस ढंग से हम उन्हें बीजगणित सिखाते हैं, उसका नतीजा यह होता है कि बच्चों में अरुचि पैदा हो जाती है और वे कई मुश्किलों का सामना करते हैं। आइए इन मुश्किलों व उनसे निपटने के कुछ तरीकों पर बातचीत करें।

बीजगणित कैसे सीखें?

पिछले भाग में आपने देखा कि बीजगणित से बच्चों का पहला सम्पर्क व्यापकीकृत अंक गणित के रूप में होता है। आप यह तो मानेंगे कि इस सम्पर्क की तैयारी में उन्हें पैटर्न पहचानने तथा अपने द्वारा खोजी गई बात को स्पष्ट रूप में प्रस्तुत करने की क्षमता विकसित करनी होगी। इसके लिए जरूरी है कि जब से बच्चे संख्या सीखना शुरू करें, तब से ही उन्हें संख्या से जुड़े पैटर्न व संबंध पहचानने तथा उपयोग करने के कई सारे अवसर दिए जाएं। हमें उनकी मदद करनी चाहिए कि वे इन पैटर्नों के आधार पर व्यापीकरण करने की क्षमता विकसित कर पाएं। जैसे— जब वे जोड़ना सीख रहें हों, तब उन्हें व्यापक बात खोजने को प्रेरित किया जा सकता है कि जोड़ एक क्रमविनिमेय संक्रिया है जबकि घटाना नहीं है। या जब बच्चे गुणा करना सीख रहें हों, तब उन्हें 10 से गुणा का नियम निकालने में मदद दी जा सकती है।

हां, यह जरूर है कि कभी कभी बच्चे गलत व्यापकीकरण भी कर लेते हैं, जैसे 'गुणा करने पर संख्या बढ़ती है'। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि उन्होंने यह बात धनात्मक संख्याओं के संदर्भ में देखी होती है। (जैसे $2 \times 3 = 6$, 3 से ज्यादा होता है)। लेकिन आप उनसे पूछ सकते हैं कि क्या यह बात हमेशा सही होती है। आप उनसे विभिन्न स्थितियों में इस बात की जांच करवा सकते हैं। उनसे पूछिए कि यदि गुणा में एक संख्या शून्य हो तो क्या होता है जब वे यह देख लें कि उनका व्यापकीकरण इस मामले में सही नहीं है, तो उन्हें इसे बदलना सीखना होगा। शायद उनका बदला हुआ व्यापकीकरण, 'किन्ही भी दो शून्यतर (जो शून्य नहीं हैं) संख्याओं का गुणा करने पर उन दोनों से बड़ी संख्या आती है, हो। तब आप उनसे जांचने को कह सकते हैं

कि उनका व्यापकीकरण $\frac{1}{2}$ जैसी किसी भिन्न संख्या पर लागू होता है या नहीं। इसी प्रकार सीखने की यह प्रक्रिया आगे चल सकती है।

इस तरह हम बच्चों को यह सीखने में मदद कर सकते हैं कि व्यापकीकरण करते हुए सावधानी रखने की जरूरत होती है तथा कोई व्यापकीकरण सही न होने पर उसे बदलना/छोड़ना भी पड़ सकता है।

E4) बच्चों द्वारा किए जाने वाले किसी गलत गणितीय व्यापकीकरण का उदाहरण दीजिए। आप उन्हें यह समझने में कैसे मदद करेंगे कि यह गलत है?

बीजगणित का विकास पैटर्न, संबंधों तथा व्यापकीकरण की तलाश में से होता है। जो चर की अवधारणा हमें व्यापक संबंधों का अध्ययन करने में मदद देती है। यह कोई अक्षर (जैसे a, b, x, y क, ख) होता है जो एक या ज्यादा संख्याओं को दर्शाता है। इसका अर्थ यह है कि कुछ स्थितियों में यह अक्षर सिर्फ एक संख्या को दर्शाता है। (जैसे कि E2 में था) और कभी-कभी यह कई संख्याओं को दर्शाता है (जैसे, यदि $x + 1, 9$ से कम है तो $x, 8$ से कम कोई भी संख्या हो सकती है)। यानी इसके कई अलग अलग मान हो सकते हैं इसलिए इसे चर कहा जाता है।

'चर' की समझ विकसित करना, बीजगणित की समझ विकसित करने के लिए निहायत जरूरी है और यहीं बच्चे सबसे बड़ी बाधा महसूस करते हैं। 'मान लीजिए x कोई भी संख्या है' जैसे कथन समझना बच्चे के लिए बहुत ही कठिन होता है। कक्षा 4 व 5 की कई पाठ्यपुस्तकें ' $2+3 = 3+2, 4+5 = 5+4$ ' जैसे विशिष्ट उदाहरणों से छलांग लगाकर " $a + b : b + a$, जहां a और b कोई भी दो संख्याएं हैं", जैसे कथनों पर पहुंच जाती हैं और बच्ची इन्हे स्वीकार नहीं कर पाती। वह या तो इसे अनदेखा कर देती है या अक्षरों के ऐसे इस्तेमाल को समझने से उसका दिमाग इनकार कर देता है। इसलिए जब बच्चों का परिचय चर से कराया जाता है, तो

यह कोई हैरानी की बात नहीं है कि वे इसे समझ नहीं पाते। नतीजा यह होता है कि बीजगणित सीखना शुरू करने से लेकर उससे छुटकारा पाने तक बच्चे कई गलतफहमियाँ पालते जाते हैं। इनकी वजह से निम्नलिखित जैसी स्थितियाँ सामने आती हैं—

- i) बच्ची यह नहीं समझती कि अक्षर किसी संख्या को दर्शाता है इसलिए वह इसे अनदेखा कर देती है। जैसे— वह कहेगी कि $3x + 4 = 7$ होता है।
- ii) बच्ची समझती है कि यह अक्षर कुछ वस्तुओं को दर्शाता है। जैसे जब 11 वर्षीय रश्मि से पूछा गया कि $7p$ में p क्या है, तो उसका जवाब था कि यह कुछ भी हो सकता है — सेब, पेंसिल, किताबें।
- iii) बच्ची सोचती है कि यह अक्षर उन वस्तुओं को दर्शाता है जिनके नाम इस अक्षर से शुरू होते हैं। जैसे— अमर ने कहा कि $3a$ में a सिर्फ **apple** या **alligator** को दर्शा सकता है, **banana** को नहीं “क्योंकि तब तो यह $3b$ होगा।”

इस धारणा का कारण यह हो सकता है कि बच्चे इकाइयों के लिए लघु रूपों का इस्तेमाल करते रहे हैं (जैसे 3 मीटर के लिए 3 मी.)

- iv) बच्ची सोचती है कि अक्षर किसी खास संख्या को दर्शाता है। जब सोनू से पूछा गया कि यदि $x + 6$, 10 से कम हो तो x का मान क्या होगा, तो उसने जवाब दिया $x = 1$ । जब पूछा गया कि क्या और भी कोई संभावना हो सकती है। तो उसने कहा, नहीं हों सकती।
- v) ज्यादातर बच्चे $3a$ या a^3 जैसे प्रस्तुतीकरण से चक्कर में पड़ जाते हैं। वे a^3 और $3a$ में फर्क नहीं करते। कई बार जब उन्हें $3a$ और $2a$ को जोड़ने को कहा जाता है, तो वे a^5 लिख देते हैं।
- vi) कई बच्चे यह नहीं समझ पाते कि अक्षरों पर संक्रियाओं के नियम कैसे लागू करें? कुछ बच्चे $3x + x + 5x = 8x$ लिखे हैं (x का गुणांक 1 को अनदेखा), कुछ $a^{m-n} = a^m - a^n$ लिख देते हैं।

E5) चर की अवधारणा के उपयोग से संबंधित तीन और ऐसी गलतियाँ बताइए, जो बच्चे करते हों?

बच्चों को ऐसी बहुत सी गलतफहमियों से छुटकारा पाने में मदद कैसे करें? इस संदर्भ में कोई भी तरीका सोचते वक्त हमें यह ध्यान रखना चाहिए कि बहुत धीमे-धीमे आगे बढ़ना होगा। अपने तरीके का खाका बनाने से पहले निम्न उदाहरण को देखें—

उदाहरण 1

सुश्री आचार्य बताती है, “बच्चे जब मेरे पास आते हैं, तो उन्हें संख्याओं की एक समझ होती है तथा उन पर संक्रियाएं लागू करने का अनुभव होता है। मैं कोशिश करती हूँ कि उनके इस अनुभव के आधार पर ही उन्हें बीजगणित से परिचित कराऊँ।” वह करती यह है कि कक्षा में एक बन्द बड़ा डिब्बा लेकर आती है। बच्चे सोचने लगते हैं कि इसमें क्या होगा। वह बच्चों को बताती है कि इसमें आम भरकर अपने दोस्त को भेजने वाली है और फिर उनसे पूछती है, “तुम्हारे ख्याल से इसमें कितने आम आ जाएंगे?” कक्षा के चारों कोनों से अलग-अलग जबाब आने लगते हैं 50, 40, 60। तब वह कहती है, ठीक है। तुम अपनी-अपनी संख्याएं याद रखना अब यदि मैं इसमें 5 आम और जोड़ दूँ, तो मेरे पास कितने आम हो जाएंगे?” थोड़ी हिचक के बाद कक्षा में हर तरफ से आवाजें आने लगती हैं। 55, 45, 65 आदि संख्याओं से। तब वह बोर्ड पर लिख देती है कि अब उनके पास कितने आम होंगे : (आमों की संख्या) + 5

सुश्री आचार्य मानती है कि इस मुकाम पर पहुंचना तथा इसे समझना, बच्चों के लिए बहुत मुश्किल होता है। वे इससे काफी देर तक जूझते हैं। वह उन्हें प्रोत्साहित करती है कि वे इस विषय में अपने विचारों की चर्चा

करें कि उनके ख्याल से हो क्या रहा है। कभी-कभी बहस भी हो जाती है। लेकिन धैर्यपूर्वक तथा विभिन्न संख्याओं के साथ बारम्बार जांच करने के बाद वे ऊपर दिए गए प्रस्तुतिकरण को मान लेते हैं।

फिर वह उनसे पूछती है, “अब मान लो, छोटू इनमें से 2 आम खा जाए। तो मेरे पास कितने आम बचेंगे?” वह और बच्चे इस पर चर्चा करते हैं तथा हम नतीजे पर पहुंचते हैं कि उनके उत्तरों 53, 43 को ऐसे भी लिख सकते हैं— (आमों की संख्या) + 5 - 2, जो (आमों की संख्या) + 3 के बराबर है।

वह उनका ध्यान इस बात की ओर लाती है कि हर बार ‘आमों की संख्या’ लिखने में फालतू मेहनत लगती है। फिर उनसे ही पूछती है कि क्या इससे बचने का कोई तरीका हो सकता है? वह उन्हें यह बता देती है क्योंकि आमों की ठीक-ठीक संख्या पता नहीं है, इसलिए उस जगह पर कोई एक संख्या नहीं लिखी जा सकती। क्या इसके लिए कोई छोटा चिन्ह लिख सकते हैं? यदि इस संख्या को n कहें तो कैसा रहें? तब ‘आमों की संख्या’ लिखने की बजाय सिर्फ n लिखा जा सकता है, जहां n कोई भी संख्या हो सकती है। बच्चे आम तौर पर इससे सहमत होते हैं। तब वह बोर्ड पर $n + 3$ लिख देती है साथ ही कह देती है कि उसके पास अब $n + 3$ आम हैं। अब मान लो कि मैं उसी आकार के आमों का एक और डिब्बा इसमें जोड़ देती हूँ। तब मेरे पास कितने आम हो जाएंगे?” बच्चों को इसके बारे में सोचने में शामिल करते हुए धीरे-धीरे वह उनसे लिखवा लेती है: $n + n + 3$.

अब वह एक तालिका बना देती है :

एक डिब्बे में आमों की संख्या	10	20	30 n
दो डिब्बों में आमों की संख्या	20	40	60 $n + n$
मेरे पास आमों की संख्या	23	43	63 $n + n + 3$

यहां वह पूछ सकती है, “क्या हम पक्के तौर पर कह सकते हैं कि डिब्बे में आमों की संख्या 10 है? या 20 है? या 30 है?” उदाहरणों के जरिए वह उन्हें यह समझने में मदद करती है कि संख्या कुछ भी हो सकती है - 15, 25, 47..... और इनमें से किसी भी संख्या के लिए वे $2n+3$ निकाल सकते हैं, जो कि उसके पास मौजूद आमों की संख्या होगी। फिर वह उन्हें यह बताती है। आमों की संख्या दर्शाने के लिए वे जिस अक्षर n का उपयोग कर रहे हैं वह एक चर है क्योंकि यह कोई भी संख्या हो सकती है।

वह इसी तरह आगे बढ़ते हुए कोशिश करती है कि बच्चे चर का अर्थ व इस्तेमाल के बारे में सोचें। उनकी समझ को पुख्ता बनाने के लिए वह नीचे दिए गए कुछ उदाहरण भी उनके साथ करती है।

- बच्चे और उसकी माँ की उम्र के बीच का संबंध :** वह उन्हें बताती है कि मां की उम्र बच्चे की उम्र के 5 गुने से 6 वर्ष ज्यादा है। वे आपस में चर्चा करके बताएं कि इस संबंध को कैसे दर्शाएंगे। (यदि बच्चे की उम्र को चर x मान लें, तो मां की उम्र $(5 \times x + 6)$ होगी।)
- किसी प्राकृतिक संख्या की अगली प्राकृतिक संख्या :** वह उनसे पूछती है कि वे इस बात को प्रतीकों से कैसे दर्शाएंगे कि किसी प्राकृतिक संख्या की अगली प्राकृतिक संख्या 1 जोड़ने से प्राप्त होती है। (यदि संख्या n है, तो अगली संख्या $n + 1$ होगी।)
- तिकोन बनाने के लिए जरूरी तीलियों की संख्या :** वह बच्चों से पूछती है कि 1 तिकोन तथा दो तिकोन (जो एक दूसरे को न छुएं) बनाने में कितनी तीलियां लगती हैं? वह उनके जवाबों को एक तालिका के रूप में लिख देती है :

तिकोनों की संख्या	1	2	3
तीलियों की संख्या	3	6	9

फिर वह उनसे कहती है कि तिकोनों की संख्या और उनमें लगने वाली तीलियों की संख्या के बीच संबंध पता करें। एक बार वे पैटर्न पहचान लेते हैं, तो वह उनसे कहती है कि इसे प्रतीकों में लिखें। (x तिकोन बनाने के लिए आपको $3 \times x$ तीलियों लगेंगी।)

iv) वह उन्हें नीचे दिए गए संख्या पैटर्न दिखाती हैं।

$$2 \times 1 + 15 = 17$$

$$2 \times 0 + 17 = 17$$

$$2 \times 5 + 7 = 17$$

$$: \quad : \quad :$$

$$: \quad : \quad :$$

फिर वह उनसे कहती है कि वे संख्याओं की दस और जोड़ियां पता करें जिन्हें $2 \times \square + \bigcirc = 17$ के चकोर व गोले में लिखा जा सके।

इस तरह सुश्री आचार्य समय-समय पर ऐसे उदाहरण व अभ्यास करती रहती है, उसे लगता है कि इस तरह से बच्चे चर का मतलब सीख पाते हैं।

E6) सुश्री आचार्य के तरीके की खूबियां व कमियां क्या हैं?

E7) ऐसे ही तीन उदाहरण बनाइए जिनमें किसी संबंध को चर के इस्तेमाल से दिखाना हो।

एक बार बच्चे चर की अवधारणा के साथ सहज हो जाएं, तब उन्हें इससे निपटने के तरीके सिखाए जा सकते हैं। आइए, ऐसा करने के कुछ तरीके देखें।

चर का इस्तेमाल

अगर आप स्कूल के पाठ्यक्रमों को देखें, तो पाएंगे कि स्कुली गणित में चर का इस्तेमाल ज्यादातर निम्नलिखित स्थितियों में होता है।

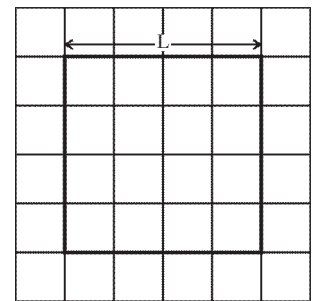
i) सूत्रों में (जैसे- किसी वर्ग की परिधि वर्ग का क्षेत्रफल)।

ii) समीकरण हल करने में (जैसे, $x + 3 = 10$ तो $x = 7$)।

(i) सूत्रों में इस्तेमाल

कुछ दिनों पहले मैं एक गणित केन्द्र में एक कार्यशाला में गई थी। बच्चों को सूत्रों को लागू करना सीखने से संबंधित बातचीत व चर्चा के दौरान निम्नलिखित बातें सामने आईं।

यह कतई जरूरी नहीं है कि जब कक्षा 5 या 6 में पहुंच जाएं, तभी उन्हें सूत्रों से परिचय दिया जाए। कक्षा 3 के बच्चे भी सूत्र बनाना और उनका इस्तेमाल



चित्र 1 : चौकोर कागज़ पर 4 इकाई वाला वर्ग

करना सीख सकते हैं। इसके लिए हम शुरुआत वर्ग के उदाहरण से कर सकते हैं। हम बच्चों से कह सकते हैं कि वे चौखाने कागज की लाइनों का इस्तेमाल करते हुए अलग-अलग लम्बाई के वर्ग बनाएं (चित्र 1) फिर हम उनसे हरेक वर्ग का परिमाप (perimeter) नापने को कह सकते हैं। उनसे निम्नानुसार चार्ट बनाने को कहा जा सकता है।

वर्ग की लम्बाई	1 इकाई	2 इकाई	5 इकाई	10 इकाई
वर्ग का परिमाप	4 इकाई	8 इकाई	20 इकाई	40 इकाई

बच्चों से कहा जाए कि वे इन परिणामों को देखें और वर्ग की लम्बाई व परिमाप का संबंध दर्शाने वाला नियम पता करने की कोशिश करें। हम चर्चा के माध्यम से उन्हें यह नियम पता करने में मदद कर सकते हैं। यदि कोई बच्ची गलत नियम पर पहुंच जाती है, तो जरूरी होगा कि हम विस्तार से इस पर चर्चा करें और यह भी समझाएं कि क्यों यह नियम गलत है चर्चा के माध्यम से हम उन्हें नीचे दिए गए नियम तक पहुंचने में मदद दे सकते हैं :

लम्बाई L के वर्ग का परिमाप $4L$ होता है।

इसी प्रकार से वर्ग के क्षेत्रफल की तालिका बनवाकर, क्षेत्रफल का सूत्र भी निकालवाया जा सकता है। क्षेत्रफल को चौखाने कागज के वर्गों की संख्या में दिया जा सकता है।

जब बच्चे एक चर वाले सूत्रों के साथ सहज हो जाएं तो हम उन्हें आयत का परिमाप व क्षेत्रफल के सूत्रों से परिचित करा सकते हैं। इनमें दो चरों का इस्तेमाल होता है। उनकी मदद के लिए हम उनके साथ यह चर्चा कर सकते हैं कि क्यों किसी आयत की भुजा की लंबाई एक चर है? वे जब इस बात को समझकर मान लें तब वे लम्बाई को L से दर्शा सकते हैं। फिर हम उनसे पूछ सकते हैं कि क्या चौड़ाई भी एक चर है? क्या मैं इसे L मान सकती हूँ? या नहीं? यदि मैं ऐसा करूँ तो क्या होगा?" उन्हें खुद इस नतीजे पर पहुंचने दीजिए कि यदि लम्बाई व चौड़ाई दोनों को एक ही अक्षर से दर्शाया गया, तो वे दोनों बराबर होंगी। ऐसा आयत तो वर्ग हो जाएगा— वह कोई व्यापक आयत नहीं रहेगा।

उनसे चौखाने कागज पर अलग-अलग आयत बनवाकर, उन्हें यह निष्कर्ष निकालने दें कि चौड़ाई भी एक चर है, जो L से अलग है। इसका मान L के मान पर निर्भर नहीं करता। यह एक महत्वपूर्ण चरण है और बच्चों को इसे समझने के लिए काफी समय व कई सारे उदाहरण दिए जाने चाहिए।

जब बच्चे एक ही सूत्र में दो स्वतंत्र चरों की बात से अवगत हो जाएं, तब उनसे निम्नानुसार एक चार्ट बनाने को कहा जा सकता है और फिर (जैसे वर्ग में किया था) इस मामले में भी हम उनकी मदद कर सकते हैं कि वे परिमाप व क्षेत्रफल के सूत्र पर पहुंचें।

लम्बाई	चौड़ाई	परिमाप	क्षेत्रफल
2	3	10	6
4	5	18	20
3	7	20	21
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
L	b	$2 \times (L + b)$	$L \times b$

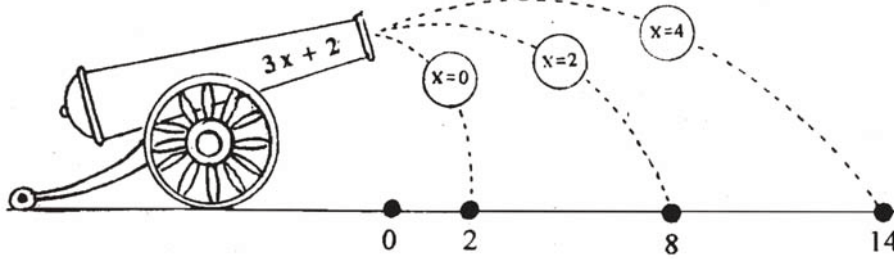
E8) क्या आप ऊपर सुझाए गए तरीके से सहमत हैं? यदि नहीं है, तो आप इसमें क्या बदलाव करेंगे?

सूत्रों का संबंध सिर्फ ज्यामिति से नहीं है। हम संख्याओं के संबंधों का भी व्यापकीकरण करके उन्हें सूत्रों के रूप में लिख सकते हैं। आप बच्चों से कोई भी दो संख्याएं बताने को कहें, मान लीजिए 2 और 3 बताईं। फिर आप उनसे $2 + 3$ व $3 + 2$ के बीच सम्बंध देखने को कहिए। यही क्रिया आप संख्याओं की कई जोड़ियों के साथ कर सकते हैं। फिर आप उन्हें बीजगणितीय तरीके से यह दर्शाने की ओर ले जा सकते हैं कि किन्ही दो संख्याओं का जोड़, उनके जोड़ने के क्रम पर निर्भर नहीं है यानी

$$a + b = b + a \text{ (जोड़ में क्रमविनिमेयता का सिद्धांत)}$$

अब आप उनसे कह सकते हैं कि a और b के अलग-अलग मान लेकर जांच करें कि यह सूत्र सही है या नहीं। जैसे— यदि $a = 11$ और $b = 13$ या $a = 7$ और $b = 37$ हो, तब क्या यह सही होगा?

बीजगणित व्यंजकों में चरो की जगह संख्याओं को रखने के बारे में बच्चों की समझ और बेहतर बनाने के लिए आप 'तोप' का इस्तेमाल भी कर सकते हैं। यदि आप उन्हें यह समझाना चाहते हैं कि सिर्फ x ही नहीं, बल्कि $3x + 2$ भी एक चर है, तो आप $3x + 2$ तोप का इस्तेमाल कर सकते हैं। (चित्र 2)। इस तोप में आप x का जो मान डालेंगे उसी के अनुसार गोला $3x + 2$ दूरी तक पहुंचेगा। यानी यदि आप तोप में 5 डालते हैं तो गोला $3 \times 5 + 2 = 17$ की दूरी तक जाएगा।



चित्र 2 : बीजीय व्यंजक के विशिष्ट मान ज्ञात करना

यहां उदाहरणों के जरिए बच्चों को एक बात स्पष्ट करना जरूरी है। यदि कोई नियम कई मानों के लिए सही है, तो भी जरूरी नहीं कि यह सभी मानों के लिए सही हो। यदि नियम एक भी मामले में गलत निकलता है, तो इस नियम को हम सही नहीं मान सकते।

E9) आप बच्चों को एक ऐसा सूत्र निकालने में कैसे मदद करेंगे, जो मिलीमीटरों और सेंटीमीटरों का संबंध दर्शाए।



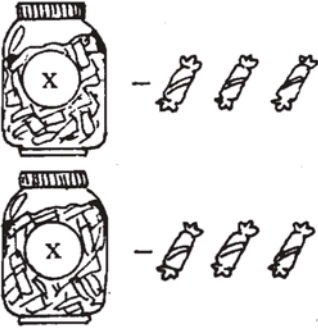
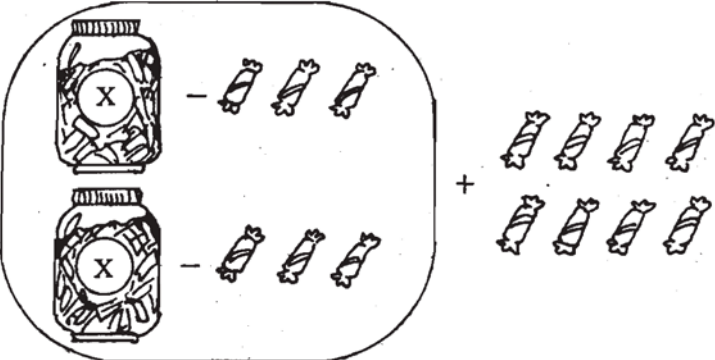
(ii) समीकरणों में इस्तेमाल

जब बच्चे यह समझ जाएं कि चर का अर्थ क्या है, तो उनका सम्पर्क ऐसी परिस्थितियों से कराया जा सकता है जिनमें उन्हें समीकरण हल करने की जरूरत हो। कक्षा 6 में पहुंचने तक, बच्चों को बराबर ($=$) के इस्तेमाल का काफी तर्जुबा हो चुका होता है। जैसे वे यह जानते हैं कि $3 + 2 = 5$, आदि। आप उनसे इस तरह के खाली स्थान भरने को कह सकते हैं। $3 + \dots = 7$ या $3 + \dots \neq 5$, आदि। इन गतिविधियों के साथ-साथ आप उन्हें यह सोचने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं कि कुछ मान तो उस कथन को सही साबित करते हैं। जबकि कुछ और मान उसे गलत ठहराते हैं।

इसके बाद आप ऐसी गतिविधियों की ओर बढ़ सकते हैं जिनमें चरों का इस्तेमाल करते हुए समीकरण बनानी होती है। आप बच्ची के साथ 'संख्या सोचो' का खेल खेल सकते हैं। उससे कहिए कि एक संख्या सोचें,

उसमें से 3 घटाए, उत्तर में 2 का गुणा करें और इसमें 8 जोड़ दे। अब बच्ची आपको बताए कि उसका उत्तर क्या आया। इसके आधार पर आप उसे बता सकते हैं कि उसने शुरू में कौन सी संख्या सोची थी? यदि बच्ची का उत्तर 12 है, तो उसने संख्या 5 सोची थी।

बच्ची आपके 'जादू' को देखकर शायद चकित रह जाएगी। अब आप उसे बता सकते हैं कि आपने यह कैसे किया। उसे नीचे दिए गए चार्ट के जरिए यह बात समझाई जा सकती है।

1. कोई संख्या सोचो		x
2. उसमें से 3 घटाओ		$x - 3$
3. उत्तर में दो का गुणा करें		$2(x - 3)$
4. उसमें 8 जोड़ो		$2 \times (x - 3) + 8$

चित्र 3

यानी बच्चों को जो उत्तर मिला, वह था

$$2 \times (x - 3) + 8 = 12$$

आप उसे बता सकते हैं कि यह एक चर वाले समीकरण का उदाहरण है। यहां आप इस बात पर जोर दे सकते हैं कि ऐसा कोई भी व्यंजक जिसमें 'बराबर' का चिन्ह शामिल हो, समीकरण होगा। जैसे (i) $3x + 5 = 7$, (ii) $3 + 2 = 5$ या (iii) $2(x - 3) + 8 = 12$ । हमें यह ध्यान रखना चाहिए कि समीकरण के एक पक्ष को 'सवाल' तथा दूसरे पक्ष को 'उत्तर' कहकर न पुकारें। ऐसा करने पर बच्ची के दिमाग में '=' चिन्ह का इस्तेमाल को लेकर गलतफहमी पैदा होती है।

हमें इस बात पर भी ध्यान देना चाहिए कि **x के किसी भी मान के लिए, '=' के दोनों तरफ मान बराबर होने चाहिए।** आप बच्ची से कह सकते हैं जो समीकरण आपने लिखा है, उसमें वह x के अलग-अलग मान डालकर देख लें कि उनके लिए समीकरण सही है या नहीं। जैसे वह $x = 1, x = 3, x = 5, x = 2$, आदि आजमा सकती है। वह देख पाएगी कि यह समीकरण $x = 5$ के लिए ही सही है। x का कोई अन्य मान, जैसे $x = 3$ लेने पर उसे $8 = 12$ मिलेगा, जो वह जानती है कि गलत है। (समीकरण (iii) के लिये)

अब आप बच्ची को समीकरण सुलझाने में मदद कर सकते हैं। इस मुकाम पर उसे पहली बात यह सीखनी होगी कि वह समीकरण के एक पक्ष पर जो भी संक्रिया लागू करे, दूसरे पक्ष पर भी वही संक्रिया लागू करनी होगी। सिर्फ संख्याओं वाले समीकरणों का उपयोग करके आप उसे यह बात समझाने में मदद दे पाएंगे। मसलन, यदि आप सिर्फ $3 + 2 = 5$ के एक पक्ष में 3 जोड़ देंगे, तो यह समीकरण गलत हो जाएगा।

अब आप समीकरण सुलझाने की ओर बढ़ सकते हैं। शुरू में आप $x + 3 = 8$ जैसे समीकरण ले सकते हैं। उसे यह सोचना चाहिए कि $x + 3$ से x तक कैसे पहुंचे। आप उसे कुछ संकेत दे सकते हैं— जैसे यदि दोनों तरफ से 1 घटा दें, तो क्या होगा? 3 घटा दें तो क्या होगा? इसके बाद धीरे-धीरे $2 \times x = 6, 2 \times x + 3 = 7$ और $2 \times (x - 3) + 8 = 12$ जैसे समीकरणों की ओर बढ़ा जा सकता है।

(ध्यान दें कि हम $2x$ की बजाय $2 \times x$ लिख रहे हैं। इसका कारण यह है कि बच्चे के दिमाग में भ्रम उत्पन्न न हो। इसलिए जरूरी है कि शुरूआती चरणों में गुणा का चिन्ह लिखा जाए। जब बच्ची चरों के साथ संक्रियाएं लागू करने की आदी हो जाएं, तब $2 \times x$ तथा $2x$ दोनों का इस्तेमाल एक दूसरे के बदले कर सकते हैं, ताकि वह अच्छी तरह समझ जाए कि $2x$ का मतलब क्या है।)

जब आप समीकरण $2 \times (x - 3) + 8 = 12$ पर पहुंचे, जिसे आपने उसके साथ बनाया था, तब आप उसे बता सकते हैं कि इस समीकरण को हल करने के लिए उन सारें चरणों को उलटा देंगे जो इसे बनाने में इस्तेमाल की गई थीं। चूंकि, आखिरी चरण '8 जोड़ें' था, इसलिए अब वह $2 \times (x - 3) + 8 = 12$ के दोनों ओर से 8 घटा सकती है। इस प्रकार से उसे निम्नलिखित समीकरण प्राप्त होगा:

$$2 \times (x - 3) = 4$$

इसे बाद वह दोनों ओर 2 से भाग दे सकती है; जिससे प्राप्त होगा

$$x - 3 = 2$$

आखिर में दोनों ओर 3 जोड़ने पर $x = 5$ मिलेगा, जो कि उत्तर है।

इस तरह की गतिविधि कई दिनों तक करनी होगी। इसे अलावा साल भर अभ्यास भी चलने चाहिए। इनमें ऐसे अभ्यास भी होने चाहिए जिनमें बच्चों को 'संख्या सोचो' के अपने खेल बनाने में प्रोत्साहन मिले।

E10) 'संख्या सोचो' का एक खेल किसी 10 वर्षीय (या उससे बड़े) बच्चे के साथ आजमाइए। यह ध्यान दीजिए कि जो समीकरण बनें उसमें एक चर और कम से कम दो संक्रियाएं शामिल हो। आप बच्चे को इसे सुलझाने में मदद कैसे करेंगे?

सारांश

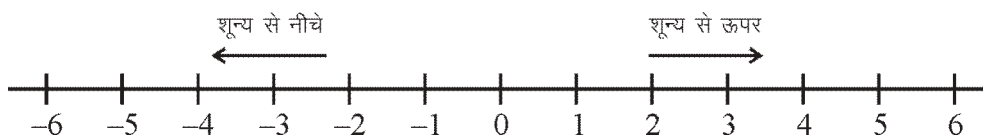
- 1) बीजगणित से बच्चों का सम्पर्क संख्या पैटर्नो व अंकगणित के संबंधों के व्यापकीकरण के रूप में।
- 2) बच्चे गणितीय दृष्टि से स्वीकार योग्य व्यापकीकरण करने की क्षमता को हासिल करने के तरीके।
- 3) बीजगणित सीखने से बच्चों को पैटर्नो पहचानने, समूह की वस्तुओं के सामान्य गुण खोजने और इन गुणों व संबंधों को आगे व्यापकीकृत करने में मदद मिलती हैं। इन सबको संक्षेप में और स्पष्ट ढंग से व्यक्त करने की क्षमता भी विकसित करने में सहायता मिलती है।
- 4) इस व्यापकीकरण को व्यक्त करने में जो अवधारणा मददगार होती है, वह है चर की अवधारणा।
- 5) बच्चों को चर का अर्थ समझाने के तरीके।
- 6) बच्चों को सूत्र विकसित करने तथा इस्तेमाल करने की क्षमता सीखने में मदद देने के तरीके।
- 7) बच्चों को समीकरण बनाने व हल करने की क्षमता सीखने में मदद देने के तरीके।



इकाई 6 के पाठ 16, 17 के अभ्यासों पर टिप्पणियाँ

पाठ 16 : ऋणात्मक संख्याएँ

- E2 जैसे बच्चे तापमान नापना से परिचित होते हैं। विज्ञान की कक्षा में बच्चे सीखते हैं कि बर्फ का गलनांक 0° से. होता है। टी.वी., रेडियो और अखबारों के माध्यम से कई बच्चे जानते हैं कि बहुत ठण्डे इलाकों में तापमान शून्य से 2° नीचे यानी -2° हो जाता है। हम उन्हें यह बता सकते हैं कि कैसे जब कोई स्थान ठण्डा होता जाता है, वैसे-वैसे तापमान शून्य से और नीचे होता जाता है। जैसे शून्य से 15° नीचे (यानी -15°)। यह -10° की तुलना में ज्यादा ठण्डा होता है। हम इसे तापमान रेखा पर दर्शा सकते हैं। शून्य के बाईं ओर वे तापमान है जो शून्य से नीचे है और दाईं ओर के तापमान शून्य से ऊपर है। इससे उन्हें यह समझने में मदद मिलती है कि जैसे-जैसे शून्य के नीचे संख्या बड़ी होती जाती है, हम शून्य से उतना ही दूर हटते जाते हैं।



तापमान रेखा

- तापमान रेखा से बच्चों को यह समझने में मदद कर सकते हैं कि जैसे-जैसे हम इस रेखा पर दाईं ओर बढ़ते हैं वैसे-वैसे तापमान बढ़ता है। थोड़े अभ्यास के बाद उनसे पूछ सकते हैं कि वे रेखा को देखकर बताएं कि -15 और -5 में से कौन सा बड़ा है?
- E3 जैसे कि -2 की तुलना में -10 शून्य से ज्यादा दूर है और -10 से $+2$ की ओर चलते हुए हम शून्य के करीब आते हैं।
- E4 2 पासे लीजिए। एक सामान्य पासा हो और दूसरे के तीन पहलुओं पर '-' चिन्ह और तीन पहलुओं पर '+' चिन्ह लगे हों।
हर बार पासे फेंकने के बाद बच्ची को यह देखना होगा कि दोनों पासों पर क्या आया है। यदि सामान्य पासा 4 दिखाता है और चिन्ह पासा '+' दिखाता है तो $+4$ आया है। यदि चिन्ह पासा '-' दिखाता है तो -4 आया है। इसी के मुताबिक वह संख्या पट्टी पर 4 स्थान दाईं ओर या बाईं ओर चलेगी। हर बार जब बच्ची यह करे तो उसे प्रेरित करे कि वह बोलकर बताए कि वह क्या कर रही है और क्यों? इस गतिविधि को एक व्यक्तिगत या सामूहिक खेल के रूप में भी किया जा सकता है।
- E5 हम हर ढक्कन को $+1$ और हर डिबिया को -1 मान लें। तो एक ढक्कन व एक डिबिया परस्पर एक-दूसरे को शून्य कर देंगे। यानी एक पूरी माचिस शून्य दर्शाएगी। मान लीजिए कोई बच्ची 3 और -5 को जोड़ना चाहती है तो सबसे पहले 3 ढक्कन और 5 डिबिया ले लेगी फिर इनमें से जितने कट सकते हैं काट देंगे। इस प्रकार 3 जोड़िया बनेगी और उसके पास 2 डिबिया बचेंगी। यानी -2 तो $3 + (-5) = -2$
इसे अलग-अलग वस्तुओं जैसे पेन व उसके ढक्कन, संख्या रेखा आदि लेकर हल करना चाहिए।

धीरे-धीरे इन अलग-अलग वस्तुओं को हटाकर सिर्फ संख्या रेखा रखी जा सकती है, जब तक कि बच्ची नियम को न पकड़ ले।

जैसे कि एक खेल जो सांप-सीढ़ी जैसा ही है। दो खिलाड़ी या दो समूह इस खेल में भाग ले सकते हैं। प्रत्येक के पास अलग रंग का बटन या प्लास्टिक की गोटी हो।

वे अपने-अपने बटन को संख्या पट्टी के शून्य पर रखे।

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	
--	----	----	----	----	---	---	---	---	---	--

शुरुआत में एक खिलाड़ी X टोकनों के डिब्बे को अच्छे से हिलाए और एक टोकन निकाल ले। मान लीजिए कि +8 आया तो वह अपना बटन दाईं ओर ले जाकर +8 के खाने पर रख ले। फिर खिलाड़ी Y की बारी आएगी। मान लीजिए Y के -5 आया। तो वह अपनी बटन बाईं ओर ले जाकर -5 के खाने में रख ले। फिर पुनः खिलाड़ी X की बारी आएगी।

हर बारी खिलाड़ी अपने बटन की स्थिति निम्नानुसार बदल सकेगी—

- यदि टोकन धनात्मक संख्या दिखाए, तो उतने खाने दाईं ओर चले।
- यदि संख्या ऋणात्मक है, तो उतने खाने बाईं ओर चले। जिस खिलाड़ी का बटन 50 पर पहुँच जाए वह खेल से हट जाएगा।

और जिस खिलाड़ी का बटन सबसे पहले 50 पर पहुँचे वह विजेता होगा। इस खेल को एक समय परकितने भी खिलाड़ी खेल सकते हैं, बशर्ते कि उनके पास अलग-अलग रंग के बटन हो।

E7 समय के संदर्भ में इसका उपयोग करते हुए हम बच्चों को संक्रियाओं का अभ्यास करा सकते हैं। उदाहरण के लिए हम बच्चों से पूछ सकते हैं कि “मान लो तुम्हारी परीक्षा 3 दिन पहले शुरू हुई थी और कुल 9 दिन चलने वाली है। तो बताओ कि आज क बाद कितने दिन और परीक्षा चलेगी?” या “दो दिन पहले मैं अपनी नानी के यहाँ गई थी। उससे 5 दिन पहले मेरी छुट्टियाँ शुरू हुई थी। तो बताओ मेरी छुट्टियाँ कितने दिन पहले शुरू हुईं?” इन सवालों को हल करने के लिए उन्हें समय-रेखा का उपयोग करने दें।

समय-रेखा को बड़ा करके, लम्बी अवधियों को शामिल किया जा सकता है। आप इतिहास की विभिन्न घटनाओं पर, उनके घटित होने के वर्षों की बात कर सकते हैं। इसके बाद आप उनसे पूछ सकते हैं कि कौन सी घटना किससे पहले हुई। आप बच्चों से ऐसी पहेलियाँ भी पूछ सकते हैं जिनसे बच्चों को ऐसे विचार समझने में मदद मिले कि 3000 ईसा पूर्व ज्यादा पहले की बात है बनिस्पत 2010 ईसा पूर्व के। जैसे—

- इस वक्त राजू की उम्र 10 वर्ष है। वह किस वर्ष में पैदा हुआ था?
- मेरी दादी का देहान्त सन् 1995 में 103 वर्ष की उम्र में हुआ। वे किस वर्ष में पैदा हुई थीं?
- पाइथोगोरस की मृत्यु 597 ईसा पूर्व में 85 वर्ष की उम्र में हुई थी। उसका जन्म कब हुआ था?
- यूक्लिड का जन्म 325 ईसा पूर्व में हुआ और वह 55 वर्ष जीया। उसकी मृत्यु कब हुई?

पाठ 17 : अंक गणित से बीजगणित की ओर

E1 जैसे 'दिन के बाद रात आती है।'

E2 इसे बीजगणित के तरीके से करने के लिए हमें समीकरण बनाकर उन्हें हल करना होगा। यह ज्यादा आसान व तेज तरीका है। यदि बेटे की उम्र x वर्ष है तो पिता की उम्र $(x + 30)$ वर्ष होगी। इसलिए 10 वर्ष पहले उनकी उम्र क्रमशः $(x - 10)$ तथा $(x + 20)$ वर्ष थी। हमें पता है कि $(x + 20) = 4(x - 10)$

$$\text{यानी } x + 20 = 4x - 40$$

$$20 + 40 = 4x - x$$

$$60 = 3x \text{ या } 3x = 60$$

$$\text{या } x = \frac{60}{3} = 20$$

$$\text{अतः पिता की उम्र} = x + 30$$

$$= 20 + 30 = 50 \text{ वर्ष है।}$$

E3 उदाहरण के लिए, इससे हर चरण के बारे में तार्किक ढंग से सोचने और उन चरणों के विकास को भी तर्कपूर्ण ढंग से समझने की क्षमता विकसित करने में मदद मिलती है। इससे बच्चे को गणित का स्वरूप महसूस करने में भी मदद मिलती है।

E4 जैसे कई बच्चे मानते हैं कि जिस आकृति का परिमाण ज्यादा होगा, उसका क्षेत्रफल भी ज्यादा होगा? क्या आपने बच्ची को ऐसे उदाहरण दिए, जिससे उसे पता चल सके कि उसका व्यापकीकरण गलत है?

E5 बच्चों से सम्पर्क के दौरान आपको ऐसे कई उदाहरण मिलेंगे जैसे—

$$(i) \quad 2x(3y + 6) = 2x \times 3y + 6$$

$$(ii) \quad \text{जब } x = 7 \text{ और } y = 5 \text{ हो तो, } 4xy = 475 \text{ होगा।}$$

$$(iii) \quad (x + 8)^2 = x^2 + 64$$

E6 हमारे अनुसार सुश्री आचार्य के तरीके में कुछ खूबियाँ ये हैं—

यह धीरे-धीरे विकसित होती है, अनौपचारिक है, सहज ज्ञान पर आधारित है, छात्रों के लिए रोचक है और इससे जो समझ बनेगी।

वह लम्बे समय तक टिकी रहेगी।

इसकी एक खास खूबी यह है कि इसमें अवधारणा विकसित करने तथा समझ पर जोर दिया है, जो कि रटाने के तरीके का उल्टा है।

E9 इस सूत्र से संबंधित एक आम गलती यह होती है कि इसे $10c = m$ लिखने की बजाय $10m = c$ लिख दिया जाता है, जहाँ c व m क्रमशः सेंटीमीटरों व मिलीमीटरों की संख्या है।

APPENDIX

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन (Continuous and Comprehensive Evaluation)

1

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन के पहले हमें अपनी शिक्षा के उद्देश्यों पर गंभीरता से विचार करना होगा। हमारी शिक्षा के उद्देश्य क्या हैं ? क्या इन उद्देश्यों के अनुरूप हमारी कक्षा-शिक्षण



अधिगम प्रक्रिया हो रही है। जब भी हम शिक्षा के उद्देश्यों की बात करते हैं तो एक सार्वभौमिक उद्देश्य हमारे सामने होता है, बच्चों का सर्वांगीण विकास करना। सर्वांगीण विकास याने बच्चे का मानसिक, शारीरिक, सामाजिक, नैतिक एवं संवेगात्मक विकास।

इन उद्देश्यों के आधार यदि पर हम अपने आस-पास के विद्यालयों का अवलोकन करें, तो हमें पता चलता है कि ऊपर जिस विकास की बातें हम कर रहे हैं वे ही नदारद है। कक्षा में सीखने-सिखाने के नाम पर जो क्रियाकलाप कराये जाते हैं, जिनका संबंध मानसिक विकास से होता है वह भी पूरी तरह रटने पर आधारित हैं एवं किताबों के इर्द-गिर्द ही हैं। यानि हमारे शिक्षा के उद्देश्य परीक्षा पास करने के उद्देश्यों में बदल जाते हैं और इस पूरी प्रणाली में न सिर्फ बच्चे, शिक्षक और पालक बल्कि पूरा समुदाय शामिल होता है। परीक्षा में जितने अच्छे अंक बच्चा प्राप्त करता है वह उतना ही होशियार माना जाता है, भले ही बच्चा कितना भी व्यवहार कुशल, अच्छा कलाकार, अच्छा खिलाड़ी क्यों न हो, इन बातों पर कहीं कोई ध्यान नहीं दिया जाता आर न ही इसका कहीं कोई स्थान होता है। अतः बच्चे के पास एक अच्छी डिग्री तो होती है, परन्तु व्यावहारिक ज्ञान लगभग नगण्य होता है। परिणाम-स्वरूप ऐसी शिक्षा के माध्यम से हम एक अच्छा इंसान बनाने के बजाय तकनीक आधारित मानव बना रहे हैं।

समय-समय पर शिक्षा की नीतियों में परीक्षा एवं मूल्यांकन प्रक्रिया को लेकर चिंताएँ व्यक्त की जाती रही है। राष्ट्रीय शिक्षा नीति 1986 में इस बात का उल्लेख किया गया है कि मूल्यांकन एक व्यापक एवं सतत् प्रक्रिया है। मूल्यांकन का मतलब बच्चों को उसकी सफलता या असफलता का



प्रमाण-पत्र देना ही नहीं, बल्कि उसकी योग्यता को बढ़ावा व सही दिशा देना है। इसके लिए आवश्यक है कि बच्चों का सतत् आकलन किया जाए जिससे यह पता चल सके कि बच्चे के विकास की गति ठीक है या नहीं, यदि सही नहीं है तो उसे किस प्रकार के बाह्य मदद की आवश्यकता है ? सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन का मूल विचार इस तथ्य पर आधारित है कि सब बच्चे एक से नहीं होते। बच्चे में सोचने- समझने और तर्क करने की क्षमता भिन्न-भिन्न होती है और उसी के आधार पर उनका विकास होता है। इसके अलावा यह भी एक महत्वपूर्ण तथ्य है कि विकास टुकड़ों में नहीं बल्कि समग्र एवं निरंतर होता है। मूल्यांकन प्रक्रिया में हम इस बात के प्रमाण जुटाते हैं कि बच्चों की योग्यता या व्यवहार में कितना अंतर आया है। उसने कितनी प्रगति की है। इसके लिए हम कुछ तरीकों का सहारा लेते हैं और उनके परिणामों का विश्लेषण करते हैं। मूल्यांकन का मतलब बच्चों की परीक्षा लेकर उसे पास या फेल का सर्टिफिकेट देना नहीं बल्कि उनका सतत् एवं समग्र विकास सुनिश्चित करना है।



राष्ट्रीय पाठ्यचर्या-2005 में भी भयभीत कर देने वाली इस मूल्यांकन प्रक्रिया को लेकर गंभीर चिंताएँ व्यक्त करते हुए हल सुझाये गए हैं। शिक्षा के अधिकार अधिनियम-2009 में भी परीक्षा के भय और तनाव को दूर करने के लिए कक्षा 5वीं और 8वीं की बोर्ड परीक्षा की अनिवार्यता को समाप्त कर सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन को अनिवार्य किया गया है।

छत्तीसगढ़ राज्य में सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन की प्रक्रिया आंशिक रूप से वर्ष-2008 से लागू की गई जिसमें 7 इकाई मूल्यांकन एवं 3 सेमेस्टर का प्रावधान था। बच्चों को तीनों सेमेस्टर के अंकों को जोड़कर पास किया जाता था। मूल्यांकन लिखित कार्य के अलावा मौखिक, प्रोजेक्ट वर्क एवं प्रायोगिक कार्य के आधार पर भी किया जाता था। वर्तमान में इस मूल्यांकन पद्धति में शिक्षा के अधिकार अधिनियम-2009 के संदर्भ में सुधार कर सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन को अधिक प्रभावी बनाया गया है।

RTE-2009 के संदर्भ में विद्यार्थी का मूल्यांकन-

निःशुल्क और अनिवार्य बाल शिक्षा का अधिकार अधिनियम-2009 प्रदेश में एक अप्रैल-2010 से लागू किया जा चुका है। अब कक्षा 1 से 8 तक न तो कोई बोर्ड परीक्षा होगी, न ही किसी बच्चे को फेल किया जा सकेगा और न ही किसी कक्षा में रोका जा सकेगा। अब परीक्षा के स्थान पर सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन होगा। शिक्षा का अधिकार अधिनियम प्रत्येक बच्चे के प्रति धैर्य एवं समुचित स्नेहपूर्वक व्यवहार पर बल देता है, चाहे उसके सीखने की शैली और गति कैसी भी क्यों न हो। बच्चे के प्रति स्नेहिल और संवेदनशील होकर ही राष्ट्रीय प्रगति में उसकी सार्थक भागीदारी तय की जा सकती है। तात्पर्य यह है कि स्कूल सीखने-सिखाने की ऐसी जगह बने, जहाँ हर बच्चे को सीखने के अवसर मिलें। उसके गुण व रुचियों के विकास में उसे सदैव मदद मिलें, ताकि प्रत्येक बच्चा जीवन में आने वाली हर तरह की परिस्थितियों का सामना करने में सक्षम हो सके। पुरानी परीक्षा पद्धति के स्थान पर सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन, गतिविधि आधारित मूल्यांकन लाने के पीछे निम्नलिखित कारण हैं—

1. 21वीं सदी को ज्ञान की सदी कहा गया है। अतः नवाचारी समस्या निवारण की क्षमता इत्यादि जीवन कौशलों का बच्चों में विकास किया जा सके।
2. रटने-रटाने के स्थान पर सृजन, चिंतन, निर्णय, तर्क तथा विश्लेषण की क्षमता इत्यादि का विकास किया जा सके।
3. **ONE SIZE FITS ALL** अर्थात् एक ही पैमाना सब के लिए लागू होता है के स्थान पर बहुस्तरीय ग्रेडिंग से बच्चों के लिए विभिन्न प्रकार के प्रश्न निर्मित किए जा सकेंगे।
4. परीक्षा के भय व मानसिक तनाव को खत्म किया जा सके।
5. प्रमाण-पत्र में केवल सफल होने के स्थान पर कक्षाओं हेतु निर्धारित दक्षताओं को पूरा करने संबंधी उल्लेख किया जा सके।

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन का आशय (CCE Means)–

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन बच्चों के वृद्धि और विकास के समस्त क्षेत्रों का सतत् एवं नियमित आकलन है। जिसके द्वारा विभिन्न विधियों एवं उपकरणों के माध्यम से बच्चों का आकलन किया जाता है।

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन में तीन शब्द हैं सतत्, व्यापक एवं मूल्यांकन।

1. सतत् (Continuous)–

सतत् के साथ आकलन शब्द जुड़ा है। सतत् आकलन एवं कक्षा शिक्षण प्रक्रिया दोनों साथ-साथ चलने वाली प्रक्रिया है। इसे हम पृथक-पृथक रूप में नहीं देख सकते। यह शिक्षण अदिगम प्रक्रिया का समेकित भाग है। इसमें बच्चे का आकलन सतत् एवं नियमित रूप से किया जाता है जो पूरे वर्ष औपचारिक एवं अनौपचारिक रूप से चलता रहता है। इसमें न सिर्फ विषय आधारित बल्कि सहशैक्षिक क्रियाकलापों का भी सतत् आकलन किया जाता है, जिससे बच्चों के व्यवहार में वांछित परिवर्तन के साथ-साथ यह भी ज्ञात होता है कि बच्चे ने क्या सीखा एवं कहाँ उसके साथ कार्य करने की आवश्यकता है। सतत् आकलन, शिक्षक अपने अध्यापन के समय अवलोकन या अन्य उपकरणों की सहायता से कर सकता है जिससे प्राप्त फीडबैक का उपयोग वह अपनी शिक्षण विधि को सुधारने हेतु करता है। नियमित आकलन एक समय विशेष के अंतराल के बाद किया जाता है जिसमें शिक्षक विभिन्न तकनीक एवं उपकरणों का उपयोग कर फीडबैक प्राप्त करते हैं। यह फीडबैक शिक्षक के अलावा पालकों एवं बच्चों के लिए भी होता है।



2. व्यापक (Comprehensive)–

व्यापकता से आशय बच्चे के समस्त शारीरिक, मानसिक, सामाजिक, नैतिक एवं संवेगात्मक विकास से है जो एक अच्छे नागरिक के लिए आवश्यक होता है। इन गुणों का विकास धीमी गति से होता है तथा वांछित परिवर्तन लाने के लिए पर्याप्त समय की आवश्यकता होती है। व्यापक आकलन, अवलोकन, चर्चा, साक्षात्कार आदि के माध्यम से किया जा सकता है।



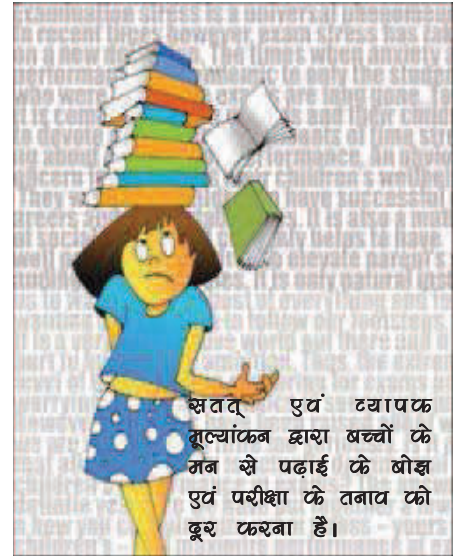
सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन

मूल्यांकन (Evaluation)–

मूल्यांकन, कक्षा अधिगम प्रक्रिया के साथ-साथ बच्चों के सीखने की गति, अवधारणा, ज्ञान, अभिवृत्ति, कौशल, व्यवहार, अनुभव, आदि को जानने के लिए योजनाबद्ध रूप से साक्ष्यों का संकलन, विश्लेषण, व्याख्या एवं सुझाव देने की प्रक्रिया है। साक्ष्यों का यह संकलन कक्षा शिक्षण अधिगम प्रक्रिया के समय शिक्षकों द्वारा उपयोग में लाए गए उपकरणों के माध्यम से किया जाता है। मूल्यांकन-प्रक्रिया जितनी बेहतर होगी, विकास की गति भी उतनी ही बेहतर होगी क्योंकि मूल्यांकन के आधार पर आवश्यक सुधार कर उपलब्धि स्तर को बढ़ाया जा सकता है।

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन का आशय यह नहीं है (CCE doesn't mean)–

- सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन परीक्षा का पर्याय नहीं है और न ही बच्चों का नियमित परीक्षण है।
- इसका आशय बच्चों को ग्रेड या अंक देना, फेल-पास का सर्टिफिकेट देना भी नहीं है।
- बच्चों को नाम देना जैसे धीमी गति से सीखने वाला, कमजोर, होशियार, समस्या मूलक विद्यार्थी आदि।
- बच्चों को डर के दबाव में अध्ययन के लिए प्रेरित करना।
- बच्चे की प्रगति की तुलना अन्य बच्चे से करना।



सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन द्वारा बच्चों के मन से पढ़ाई के बोझ एवं परीक्षा के तनाव को दूर करना है।

आकलन व मूल्यांकन में अंतर (Difference between Assessment and Evaluation)–

आकलन– निरंतर चलने वाली प्रक्रिया है, जो छोटे-छोटे उद्देश्यों के लिए किया जाता है। आंकलन से निरंतर सुधार किया जाता है।

मूल्यांकन– विशिष्ट उद्देश्यों के लिए किया जाता है, मूल्यांकन द्वारा शिक्षकों, पालकों एवं बच्चों का फीडबैक प्राप्त होता है। यह कक्षा उन्नति का भी आधार होता है।

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन के उद्देश्य–



- विभिन्न विषयों में निश्चित समय उपरांत बच्चों की प्रगति जानने हेतु।
- बच्चों के व्यवहार में हुए परिवर्तनों का पता लगाने हेतु।
- बच्चे की व्यक्तिगत और विशेष जरूरतों का पता लगाने हेतु।
- अधिक उपयुक्त तरीकों के आधार पर अध्यापन और सीखने की स्थितियों की योजना बनाने हेतु।
- कोई बच्चा क्या कर सकता है और क्या नहीं, उसकी किन चीजों में विशेष रुचि

है, वह क्या करना चाहता है और क्या नहीं, इन सबके प्रति समझ बनाने और बच्चे की मदद करने हेतु।

- कक्षा में चल रही सीखने-सिखाने की प्रक्रिया को बेहतर बनाने हेतु।
- बच्चे की प्रगति के प्रमाण तय कर पाना जिन्हें अभिभावकों और दूसरों तक सम्प्रेषित किया जा सके।
- बच्चों में परीक्षा के प्रति व्याप्त भय को दूर करना और उन्हें स्वआकलन हेतु प्रोत्साहित करना।
- प्रत्येक बच्चे को सीखने और विकास में मदद करना और सुधार की संभावनाएँ खोजना।
- नकल की प्रवृत्ति को रोकना एवं सृजनशीलता को बढ़ावा देना।

मूल्यांकन के क्षेत्र एवं प्रकार (Areas and Types of Evaluation)



सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन के क्षेत्र -

1. संज्ञानात्मक क्षेत्र
2. सह-संज्ञानात्मक क्षेत्र

1 संज्ञानात्मक क्षेत्र (Scholastic Area)–

इसके अंतर्गत प्राथमिक एवं उच्च प्राथमिक स्तर पर पढ़ाए जाने वाले विषयों का मूल्यांकन किया जाता है जो बच्चों के मानसिक विकास में मदद करते हैं। इन क्षेत्रों का मूल्यांकन फॉरमेटिव एवं समेटिव दोनों प्रकार से किया जाता है।

2. सह-संज्ञानात्मक क्षेत्र (Co-Scholastic Area)–

इस क्षेत्र के अंतर्गत सहशैक्षिक क्रियाकलाप अर्थात् खेलकूद, योगा, साहित्यिक, सांस्कृतिक गतिविधियाँ आदि को शामिल किया जाता है, जिसके माध्यम से बच्चों का शारीरिक, मानसिक, सामाजिक, नैतिक एवं संवेगात्मक विकास होता है।

सह-संज्ञानात्मक क्षेत्र		
अ. सह-शैक्षिक 1. साहित्यिक 2. सांस्कृतिक 3. सृजनात्मक 4. खेलकूद, योग, 5. स्काउट, रेडक्रॉस 6. कार्यानुभव	ब. व्यक्तिगत एवं सामाजिक गुण 1. नियमितता 2. समयबद्धता 3. स्वच्छता 4. अनुशासन / कर्तव्यनिष्ठा 5. सहयोग की भावना 6. नेतृत्व की क्षमता 7. अभिवृत्ति	स. शारीरिक शिक्षा एवं स्वास्थ्य वर्ष में एक बार प्रत्येक बच्चे का शासकीय चिकित्सक द्वारा निम्नांकित बिंदुओं पर चेकअप कराया जाए— ऊँचाई, वज़न, दृष्टि विशेष आवश्यकता वाले बच्चे

मूल्यांकन के प्रकार (Types of Evaluation)–

1. रचनात्मक आकलन (Formative Assessment)-

रचनात्मक आकलन, कक्षा शिक्षण अधिगम प्रक्रिया का ही हिस्सा है। कक्षा शिक्षण अधिगम प्रक्रिया में बच्चों को सीखने-सिखाने के पर्याप्त अवसर दिए जाते हैं जिससे बच्चे अपने ज्ञान का निर्माण कर सकें। बच्चे अपने ज्ञान का निर्माण स्वयं करके, गतिविधियों के माध्यम से, अपने अनुभव एवं गलतियाँ

करके निरंतर सुधार करते हैं। बच्चे कितना सीख रहे हैं, सीखने की प्रगति कैसी है ? बच्चे को कहाँ मदद की आवश्यकता है ? यह जानना एक शिक्षक के लिए बहुत आवश्यक है। अतः शिक्षक कक्षा शिक्षण अधिगम प्रक्रिया के साथ-साथ विभिन्न उपकरणों के माध्यम से बच्चे का आकलन करता है एवं बच्चे की आवश्यकतानुसार उपचारात्मक शिक्षण करता है। इस प्रणाली



में बच्चे का सतत् आकलन तो किया ही जाता है, साथ ही नियमित आकलन के आधार पर पाँच उपकरणों का चुनाव कर निर्धारित समयावधि में रचनात्मक आकलन का रिकार्ड संधारण भी किया जाता है।

योगात्मक आकलन (Summative Assessment)-

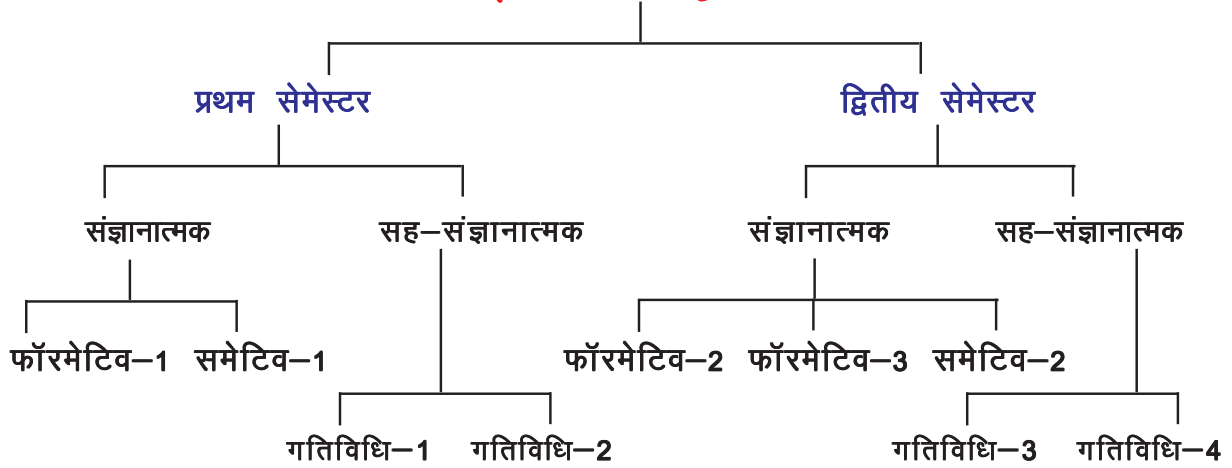
योगात्मक आकलन प्रत्येक सेमेस्टर के अंत में किया जाता है। यह आकलन पेपर पेंसिल (लिखित) उपकरण की सहायता से निर्धारित पाठ्यक्रम के आधार पर किया जाता है। शिक्षक प्रश्न बनाते समय इस बात का अवश्य ध्यान रखें कि प्रश्न-पत्र दक्षता आधारित हो जो रटने पर न हो, बच्चे के अनुभव, कल्पना-शक्ति, सृजनशीलता, तर्क करने, स्वतंत्र विचार को रखने के लिए प्रेरित करें जिसे हल करने में बच्चों को आनंद आए। प्रश्न बनाते समय प्रश्नों के शैक्षिक उद्देश्यों को ध्यान में रखा जाए अर्थात् प्रश्न ज्ञान, अवबोध, कौशल एवं अनुप्रयोग पर आधारित हों जिसमें वस्तुनिष्ठ, अतिलघुत्तरीय, लघुत्तरीय, दीर्घउत्तरीय हों।



मूल्यांकन कब करें ?

प्रथम सेमेस्टर (जून से नवम्बर)		द्वितीय सेमेस्टर (दिसम्बर से अप्रैल)	
सितम्बर के अंतिमसप्ताह/अक्टूबर प्रथम सप्ताह	प्रथम फॉरमेटिव दस्तावेजीकरण	जनवरी के अंतिम सप्ताह	द्वितीय फॉरमेटिव दस्तावेजीकरण
नवम्बर अंतिम सप्ताह/दिसम्बर प्रथम सप्ताह	प्रथम (समेटिव आकलन)	मार्च के द्वितीय सप्ताह	तृतीय फॉरमेटिव दस्तावेजीकरण
		अप्रैल के द्वितीय सप्ताह	द्वितीय (समेटिव आकलन)

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन



मूल्यांकन कैसे करें ?

अ) संज्ञानात्मक क्षेत्र (Scholastic Area)-



- जिन विद्यालयों में कक्षा पहली से चौथी तक एम.जी.एम. एल. पद्धति लागू है, वहाँ मूल्यांकन एम.जी.एम.एल. की पद्धति से किया जाएगा।
- प्रत्येक सत्र में दो सेमेस्टर होंगे। संज्ञानात्मक एवं सहसंज्ञानात्मक दोनों क्षेत्रों में मूल्यांकन किया जाएगा।
- प्रथम सेमेस्टर में संज्ञानात्मक क्षेत्र में विषयवार एक फॉरमेटिव एवं एक समेटिव मूल्यांकन होगा। द्वितीय सेमेस्टर में दो फॉरमेटिव एवं एक समेटिव आकलन होगा।

- संज्ञानात्मक क्षेत्रों का मूल्यांकन अंक आधारित होगा। प्रत्येक सेमेस्टर में विषयवार अंक 100-100 होंगे। कक्षा पहली एवं दूसरी में दोनों सेमेस्टर को मिलाकर कुल अंक 400, तीसरी से पाँचवी तक 800 एवं छठवीं से आठवीं तक 1200 अंक होंगे।
- फॉरमेटिव एवं समेटिव मूल्यांकन का अधिभार अलग-अलग होगा। दोनों के अंकों को जोड़कर सेमेस्टर के अंक होंगे।

कक्षा	अंक	
	Formative	Summative
पहली एवं दूसरी	60	40
तीसरी से पाँचवीं	50	50
कक्षा 6 से कक्षा 8	40	60

ब) सह-संज्ञानात्मक क्षेत्र (Co-Scholastic Area)-

सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र का मूल्यांकन सूचकों के आधार पर किया जाएगा। इसमें फॉरमेटिव एवं समेटिव नहीं होगा किन्तु प्रत्येक सेमेस्टर के पूर्व दो गतिविधियाँ कराना अनिवार्य होगा। इसमें पाँच ग्रेड होंगे। शिक्षक प्रत्येक पाठ में, पाठ के उद्देश्य के साथ-साथ सहसंज्ञानात्मक उद्देश्य को भी चिन्हांकित करें एवं उद्देश्यों के आधार पर गतिविधियाँ आयोजित करें अर्थात् सहसंज्ञानात्मक का आकलन समेकित रूप से करें। सह-संज्ञानात्मक क्षेत्र के आकलन हेतु प्रत्येक कक्षा के लिए कुछ कालखंड निर्धारित हैं उस समय भी बच्चों का आकलन किया जा सकता है।

मूल्यांकन में ग्रेड (Grading)-

ग्रेड का आशय बच्चों को फेल या पास करना नहीं है। बल्कि एक-एक अंक के लिए बच्चों एवं पालकों के मध्य होने वाली प्रतिस्पर्धा को कम कर, बच्चे की स्थिति अनुरूप आवश्यक मदद सुनिश्चित कर तनाव को दूर करना है। सी.सी.ई. का उद्देश्य सभी को गुणवत्तापूर्ण शिक्षा उपलब्ध कराना है। संज्ञानात्मक एवं सह-संज्ञानात्मक दोनों क्षेत्रों में एक समान ग्रेड दिए जाएंगे।

सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र में पाठ्यक्रम न होने के कारण मूल्यांकन गतिविधि आधारित होगा, जिसमें पाँच ग्रेड होंगे, मूल्यांकन का आधार सूचक होंगे, उदा.— कला के सूचक—

1. रंगों का चयन, 2. समानुपातिक आकार, 3. सहभागिता,
4. कल्पनाशीलता, सृजनशीलता 5. स्वअनुशासन आदि। इनमें से कोई भी पाँच में से यदि बच्चे **तीन** सूचकों को पूरा करते हैं तो **सी** ग्रेड, यदि **चार** करते हैं तो **बी** ग्रेड प्राप्त करेंगे।



यदि **पांचों** को पूरा करते हैं तो **ए** ग्रेड प्राप्त करेंगे।

समेकित ग्रेड (Inteigrated Grade)-

संज्ञानात्मक एवं सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र को जोड़कर समेकित ग्रेड बनाया जाएगा। संज्ञानात्मक क्षेत्र का मूल्यांकन अंकों के आधार पर एवं सहसंज्ञानात्मक क्षेत्रों का मूल्यांकन ग्रेड के आधार पर किया गया है। संज्ञानात्मक क्षेत्र का मूल्यांकन प्रतिशत में अर्थात् मात्रात्मक रूप में किया जाता है। दूसरी तरफ सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र का मूल्यांकन ग्रेड अर्थात् गुणात्मक रूप में किया जाता है। अतः दोनों को समेकित करने के लिए उसे सजातीय बनाने हेतु अधिभार दिया गया है, जो निम्नानुसार है—

ग्रेड \ अधिभार	संज्ञानात्मक	सहसंज्ञानात्मक
A	5	5
B	4	4
C	3	3
D	2	2
E	1	1

ग्रेड का विस्तार-

उदा:— यदि एक बच्चे को संज्ञानात्मक क्षेत्र में **C** ग्रेड एवं सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र में **A** ग्रेड मिला है तो बच्चे का समेकित ग्रेड होगा :-

(संत्रात संज्ञानात्मक क्षेत्र का ग्रेड+संत्रात सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र का ग्रेड/2 = 3+5/2=4 अर्थात् बच्चे का समेकित होगा **B** ग्रेड)

(नोट— यह प्रक्रिया संज्ञानात्मक एवं सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र को समेकित करने हेतु की गई है। जिसे अंतिम परिणाम बनाते समय उपयोग में लाया जाना है।)

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन के सिद्धान्त (Principles of CCE)-

- सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन एवं सीखना साथ-साथ चलता है, बच्चे को सीखने के पर्याप्त अवसर उपलब्ध कराने के बाद ही मूल्यांकन किया जाता है।
- सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन में बच्चे की प्रगति की तुलना उसके स्वयं की पिछली प्रगति से की जाती है अन्य से नहीं।
- सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन में बच्चे के सीखने की गति एवं क्षमता के अनुसार अलग-अलग गतिविधियों का उपयोग किया जाता है।

मूल्यांकन करते समय निम्न बातों पर ध्यान दें :-

- मूल्यांकन इस प्रकार हो कि बच्चे स्कूल में पढ़ाए ज्ञान को बाहरी जीवन से और अपने अनुभवों से जोड़ें।
- बच्चे अपनी सृजनात्मकता का विकास हो।
- रटन्त प्रणाली से मुक्त हो, बच्चे स्वतंत्र रूप से अपनी अभिव्यक्ति कर सकें।
- मूल्यांकन तनावपूर्ण एवं बोझिल न हो बल्कि सहज एवं आनंददायी हो।
- शिक्षक केवल उन्हीं उत्तरों को सही नहीं मानें जो उन्होंने कक्षा में बताए हैं या बोर्ड पर लिखवाए हैं बल्कि बच्चों द्वारा दिये गये उत्तरों के पीछे के तर्क की सोच को ध्यान में रखकर मूल्यांकन करना है।
- मूल्यांकन बच्चों को सफल या असफल घोषित करने के लिए ही नहीं किया जाना चाहिए बल्कि बच्चों ने क्या सीखा और क्या नहीं सीखा, सीखने में कहाँ और क्यों कठिनाई आई, इस उद्देश्य के आधार पर करें तथा इसके आधार पर उपचारात्मक शिक्षण भी करें।



कक्षा अधिगम प्रक्रिया एवं मूल्यांकन-

मूल्यांकन एवं कक्षा अधिगम प्रक्रिया दोनों साथ-साथ चलने वाली प्रक्रिया है जिसमें स्पष्ट अंतर नहीं किया जा सकता। एक शिक्षक पढ़ाने के पूर्व अपने बच्चे का पूर्व ज्ञान जानने के लिए आकलन करता है, पढ़ाते समय भी एवं पढ़ाने के बाद भी आकलन कर यह जानने का प्रयास करता है कि उसके बच्चे को क्या-क्या आता है तथा क्या-क्या नहीं आता यदि नहीं आता है तो उसके क्या कारण हैं। इन कारणों का पता कर बच्चे को उसकी क्षमतानुसार पुनः सीखने के अवसर प्रदान करता है। यदि हम भाषा की बात करें तो हम जानना चाहेंगे कि बच्चे कितना पढ़ पाते हैं, कैसे पढ़ पाते हैं, रुक-रुक कर या प्रवाह में पढ़ते हैं, भाषा को सुनकर कितना समझते हैं, कितने आत्मविश्वास के साथ अपनी बात कह पाते हैं, लिखित रूप में अपनी अभिव्यक्ति कर पाते हैं, आदि। आकलन से हमें बच्चों के सीखने की गति को सरसरी तौर से नहीं परंतु गहराई से समझना है जैसे, अगर वे ठीक से पढ़ नहीं पा रहे तो उसकी क्या वजह है? क्या वे कुछ अक्षरों को पहचानने में कमजोर हैं या उनमें शब्दों और वाक्यों को एक सार्थक इकाई के रूप में पढ़ने की आदत नहीं पड़ सकी या हिज्जे करके पढ़ने की आदत की वजह से अर्थ समझ नहीं पाते, आदि। यह जानकारी शिक्षक के अपने उपयोग के लिए है। वे अपने बच्चों को समझें, उनके सीखने में आने वाली कठिनाइयों को पहचानें, इन कठिनाइयों को दूर करने के हल निकालें तथा तरह-तरह की गतिविधियों एवं अभ्यासों द्वारा या अन्य तरीकों से सीखने के लिए बच्चों को प्रेरित करें, अर्थात् आकलन के द्वारा शिक्षक बच्चों को सीखने की प्रक्रिया में मदद करें, मात्र उनकी उपलब्धियों को परखें।

नियमित आकलन से बच्चों में पढ़ाई का तनाव नहीं होता है।



अब आप समझ गए होंगे कि क्या करना है, यानी बच्चों के स्तर को जानकर और उनकी कठिनाइयों को पहचान कर सुधारात्मक कदम उठाना है। मात्र नंबर देकर उन्हें किसी श्रेणी में डालकर संतुष्ट नहीं हो जाना है। आकलन की प्रक्रिया के अंतर्गत शिक्षक बच्चों के नहीं सीख पाने के कारण ढूँढ़ें, उन पर विवरणात्मक टिप्पणी लिखें जिससे यह स्पष्ट होगा कि सीखने-सिखाने की पिछली प्रक्रिया से बच्चों ने क्या सीखा और आगे की सीखने-सिखाने की प्रक्रिया कैसी होनी चाहिए।

आकलन की प्रक्रिया की एक और विशेषता यह है कि हम प्रत्येक बच्चे की प्रगति की तुलना उसकी अपनी पिछली स्थिति से करें, दूसरे बच्चों की प्रगति से नहीं। इसके पीछे कारण यह है कि सभी बच्चों के सीखने की गति एवं समझ विकसित करने का समय एक-सा नहीं होता। कुछ बच्चे पढ़ने-समझने और बोलने लगते हैं पर कठिन अवधारणा समय आने पर ही समझते हैं। कुछ बच्चे जल्दी समझ और सीख लेते हैं पर लिखने के प्रारंभिक दिनों में कठिनाई महसूस करते हैं परंतु ध्यान रहे कि हमें कुछ बच्चे ही अर्थात् जल्दी सीखने वाले बच्चों को ही नहीं सिखाना है बल्कि, हर एक बच्चे को सीखने के लिए प्रेरित करना है। अतः शिक्षक बच्चों की विभिन्नताओं को ध्यान में रखते हुए सभी को सीखने के पर्याप्त अवसर दें।

बच्चे कैसे सीखते हैं, इस विषय में समझ बनाना (Understanding Childrens Learning)-

सतत एवं व्यापक मूल्यांकन करते समय प्रत्येक शिक्षक को यह जानना आवश्यक है कि बच्चे सीखते कैसे हैं, क्योंकि इसी आधार पर बच्चों में आकलन की प्रक्रिया सुनिश्चित की जाती है।

- सभी बच्चे सीख सकते हैं, यदि उन्हें अपनी ही गति से सीखने दिया जाए और सीखने के अपने तरीकों का अनुसरण करने दिया जाए।
- बच्चे स्वाभाविक तौर पर खेल के माध्यम से सीखते हैं वे एक दूसरे से बहुत अच्छी तरह सीखते हैं जब वे वास्तव में किसी काम को करने की प्रक्रिया से जुड़े होते हैं।
- सीखना एक सतत प्रक्रिया है इसलिए सीखना सिर्फ विद्यालय में ही नहीं होता अतः कक्षा में सीखने की प्रक्रिया को, घर में जो कुछ भी हो रहा है उससे जोड़ा जाना चाहिए।
- बच्चे अपने ज्ञान का निर्माण स्वतः करते हैं और केवल तभी नहीं सीखते जब शिक्षक सिखाते हैं।
- प्राथमिक स्तर पर बच्चे ठोस अनुभवों, खेल, खोजबीन, बहुत-सी चीजों के साथ परीक्षण और बहुत सी गतिविधियों को वास्तविक रूप से करते हुए बेहतर और अधिक आसानी से सीखते हैं।

- बच्चों के सीखने की दिशा एक सीधी रेखा में नहीं चलती, वह घुमावदार है यानी कि वे पहले सीखी गई अवधारणाओं तक पुनः पहुँचते हैं और इससे उनकी समझ बेहतर होती है।
- सीखना समग्रता में ही संभव है न कि तब जब ज्ञान को छोटे-छोटे टुकड़ों में तोड़ा जाएगा या विषयों में बाँटा जाए। इसलिए सीखने के लिए समेकित विधि ही बेहतर है।
- यह देखा जाता है कि प्राथमिक स्तर पर बच्चे एक-दूसरे के साथ अंतःक्रिया (खेलते, कूदते, हँसते, गाते) करते हुए बेहतर तरीके से सीख पाते हैं।
- सीखने के दौरान बच्चे बहुत सी गलतियाँ भी करते हैं जो उनके सीखने की प्रक्रिया का अभिन्न अंग है। गलतियाँ करके ही वे सीखते हैं।



आकलन योजना (Assessment Strategy)-

प्राथमिक कक्षाओं के लिए विकसित नए पाठ्यक्रम— नई शिक्षण पद्धति की भावना के अनुरूप आकलन को एक योजनाबद्ध तरीके से सभी शिक्षकों को बनाना चाहिए। इस योजना की रूपरेखा आपके स्थान विशेष की जरूरतों के अनुरूप कुछ इस प्रकार हो सकती है—

- शिक्षक वर्षभर कक्षा के सभी बच्चों का, सीखने-सिखाने की प्रक्रिया के दौरान, निरंतर अवलोकन करें और साथ-साथ सुधारात्मक प्रयास करते रहें।
- औपचारिक रूप से आकलन एवं दस्तावेजीकरण , वर्ष में तीन बार चार-चार माह के अंतराल में करें।
- आकलन गतिविधि आधारित तरीके से ही करें। बच्चों से तरह-तरह की गतिविधियों करा कर उनके शैक्षिक स्तर की जानकारी प्राप्त करें।
- आकलन के दौरान शाला या कक्षा का माहौल अन्य दिनों की ही तरह बिलकुल सामान्य रहे। जिस सरल ढंग से सीखना-सिखाना चलता है— गतिविधि, बातचीत, प्रश्न-उत्तर, चर्चा, अवलोकन आदि वैसे ही आकलन चलता रहे।

- एक बार में सभी बच्चों को ध्यान से देखना और आकलन तथा सुधार की दृष्टि से बारीकियाँ नोट करना कठिन होगा, इसलिए शिक्षक एक बार में 5-6 बच्चों पर ध्यान केंद्रित कर सकते हैं। आकलन बच्चों को टोलियों में बिठा कर या अलग-अलग तरीके से किया जा सकता है। आकलन रिकार्ड करने के लिए प्रत्येक कक्षा के लिए शिक्षक एक आकलन-रजिस्टर बनाएँ जिसमें कम-से-कम एक पन्ना तो हर बच्चे के लिए हो। यह रजिस्टर हमेशा शाला में रहे जिससे बच्चों के माता-पिता जब चाहें बच्चों की प्रगति देख पाएँ।
- हर बच्चे का रिकॉर्ड नोट करें जिसकी टिप्पणियाँ स्पष्ट, सटीक और विश्लेषणात्मक हों और बच्चों को सिखाने के प्रयासों के लिए उनका उपयोग हो सके। प्रत्येक चरण में सभी बच्चों के आकलन के बाद सुधार की दृष्टि से आकलन प्रपत्र में से महत्वपूर्ण जानकारी निकाली जाए जैसे, किस बच्चे को सीखने में कौन-सी कठिनाई आ रही है?
- आकलन से प्राप्त जानकारी के आधार पर बच्चों की कठिनाइयों को ध्यान में रखते हुए उनके विकास के लिए पहले से अधिक प्रभावी योजना बनाई जाए जैसे, किन बच्चों को एक साथ बैठाकर सिखाया जा सकता है, किस तरह की गतिविधियाँ उनके लिए उपयुक्त होंगी, किस तरह से उन्हें आपस में सीखते हुए प्रोत्साहन दिलाया जा सकता है, आदि।
- इस तरह के आकलन में शिक्षक अपना एवं अपने द्वारा कराई जा रही शिक्षण-प्रक्रिया का भी आकलन करें और अपनी शिक्षण-प्रक्रिया में सुधार करके बच्चों को सीखने के लिए प्रेरित करें। इस तरह प्रत्येक चरण के आकलन के बाद सिखाने के तरीकों में और सीखने के अवसरों में लगातार सुधार हो।
- आकलन तथा टेस्ट के निष्कर्षों के आधार पर बच्चों के माता-पिता को देने के लिए एक प्रगति पत्रक बनाएँ। इस प्रगति पत्रक में शिक्षक आकलन और सत्रांत परीक्षा के आधार पर बच्चों की प्रगति का विवरण दें।
- आकलन के आधार पर अगली कक्षा के शिक्षक को जानकारी भी दी जाए।

आकलन योजना तैयार करते समय यह ध्यान रखना भी जरूरी है कि किन बिंदुओं को आधार मानकर आकलन किया जाए।

प्राथमिक स्तर पर बच्चों के सीखने का आकलन

प्राथमिक कक्षाओं में आकलन, सीखने की प्रक्रिया का एक हिस्सा होता है जो हमें यह समझने में मदद करता है कि शिक्षण किस प्रकार का हो। अतः आकलन रोज की गतिविधियों के साथ स्वाभाविक रूप से किया जाना चाहिए। हम सीखने-सिखाने की प्रक्रिया को एक जीवंत प्रक्रिया तभी बना सकते हैं जब हम बच्चों को सीखने के ढेर सारे अवसर दें और बच्चे अपने स्तर के अनुरूप सीख रहे हैं या नहीं? इस बात का सतत आकलन करते चलें। आकलन के साथ-साथ जब हम उन कठिनाईयों के बारे में पता करते चलेंगे जो बच्चों के सीखने में बाधक बन रही हैं, तभी हम सीखने की प्रक्रिया को सुधारने का प्रयास कर सकेंगे।

बच्चों का आकलन मात्र बच्चों का आकलन नहीं होता। जब शिक्षक कक्षा में आकलन करते हैं तो एक तरह से वे स्वयं का भी आकलन कर रहे होते हैं। यदि कक्षा के ज्यादातर बच्चे सीख रहे हैं तो निश्चित ही शिक्षक बधाई के पात्र हैं। यदि नहीं सीख पा रहे हैं तो शिक्षक को सोचना चाहिए कि बच्चों को सिखाने के तरीकों को और प्रभावी किस तरह बनाएँ।

आकलन बच्चों और शिक्षकों के बारे में ही कुछ नहीं कहता बल्कि पूरी शिक्षण प्रणाली के बारे में हमें बहुत कुछ बताता है। यदि कई शिक्षक यह पाते हैं कि भरसक प्रयास के बावजूद भी बच्चे कोई कौशल प्राप्त नहीं कर पा रहे हैं तो पाठ्य-वस्तु के शिक्षण, प्रशिक्षण और पाठ्यक्रम के विषय में सोचना आवश्यक होगा। इस तरह आकलन गुणात्मक सुधार की प्रक्रिया का एक अभिन्न अंग है। आकलन के आधार पर ही हम यह जान सकते हैं कि हम कहाँ तक पहुँचे हैं और अभी आगे कितनी दूर जाना है।

आकलन-सीखने का एक साधन

हमारा उद्देश्य है— सभी बच्चों को सीखने के लिए प्रेरित करना और प्रत्येक बच्चे की क्षमता, उम्र और स्तर को ध्यान में रखते हुए उसे एक निश्चित स्तर तक पहुँचाना। इस उद्देश्य को पूरा कर पाने के लिए हम आकलन को सीखने के एक साधन के रूप में देखते हैं। सिर्फ यह पता लगा लेना या जाँच कर लेना पर्याप्त नहीं है कि कितने बच्चों का शैक्षिक स्तर क्या है? आकलन के द्वारा बच्चों का आपस में सीखना-सिखाना, प्रभावी बनाना ही मुख्य उद्देश्य है। यानी कि आकलन को हम सीखने के उपकरण (Learning tool) के रूप में महत्व देते हैं, मात्र बच्चों की उपलब्धि स्तर जानने के उपकरण (testing tool) के रूप में नहीं।

कौशलों का विकास एवं मूल्यांकन-

विभिन्न विषयों की कक्षावार किताबें अवधारणाओं को समझने का माध्यम होती हैं उनकी सहायता से बच्चों में कौशलों का विकास किया जाता है। किसी कार्य को सीखकर बच्चा जो योग्यता प्राप्त करता है। उसे कौशल कहते हैं। कौशल पर पकड़ बनाने के लिए बच्चे का सीखना और उसका क्रमबद्ध रूप से अभ्यास करना आवश्यक है। अतः कौशल में निपुणता हासिल करने के लिए बार-बार अभ्यास करना आवश्यक है।

उदाहरण- सायकल चलाना हम एकाएक नहीं सीख सकते। इसके लिए निरंतर अभ्यास की आवश्यकता होती है। इस दौरान हम गलतियाँ करके भी सीखते हैं और उसमें सुधार लाते हैं। कुछ प्रयासों के बाद हम इतने पारंगत हो जाते हैं कि वह कार्य बहुत सहज लगने लग जाता है।

एक तरह का कौशल वह है जिसको हासिल करने के लिए व्यक्ति कोई कार्य करते समय दिमाग के साथ अपनी इंद्रियों का भी इस्तेमाल करता है, जैसे- मिट्टी के बर्तन बनाने का कौशल। यह सबसे पुराना और प्रचलित कौशल है। बर्तन बनाने के लिए सर्वप्रथम कुम्हार मिट्टी का चुनाव करता है क्योंकि उसे पता है कि चिकनी मिट्टी से बहुत आसानी से बर्तन बनते हैं। फिर इसको लचीला बनाने के लिए राख मिलाकर, चाक पर रखकर घुमाता है तथा डंडे व हाथों का उपयोग कर चाक की लय की सहायता से मिट्टी को मनचाहा आकार देता है। इस तरह कुम्हार को अपना पूरा ध्यान मिट्टी के बर्तन बनाने पर केन्द्रित करना पड़ता है। बर्तन पर नक्काशी करने के लिए नाखूनों का उपयोग करता है। फिर धूप में सुखाता है। इस पूरी प्रक्रिया में वह अपने दिमाग के साथ-साथ अपनी इंद्रियों का भी उपयोग करता है। इसी तरह प्रत्येक कार्य के कुछ मूलभूत कौशल होते हैं तथा हमें उस विषय का ज्ञान होता है। **उदाहरण-** प्रत्येक विषय के अपने कौशल होते हैं-

पर्यावरण के कौशल हैं- अवलोकन, वर्गीकरण, तुलना, खोजबीन करना, प्रश्न करना, सामान्यीकरण करना है।

भाषा के कौशल हैं- सुनना, बोलना, पढ़ना, लिखना आदि।

किंतु विषय के कौशल एवं कुम्हार के मिट्टी से बर्तन बनाने के कौशल में मूलभूत अंतर भी है। बर्तन बनाना, साइकिल चलाना यदि कोई बच्चा सीख लेता है और कुछ समय के लिए छोड़ भी देता है तो कुछ समय के बाद थोड़े प्रयास से उसे वह फिर सीख लेता है। लेकिन अवलोकन करना, तुलना करना, वर्गीकरण करना, बोलना, लिखना, पढ़ना, प्रश्न पूछना आदि कौशल इस प्रकार के कौशल से अलग हैं। इस प्रकार के कौशलों में बच्चे को हर बार नए-नए प्रयास करने की जरूरत होती है और हर प्रयास के विश्लेषण से प्राप्त निष्कर्ष हमेशा अलग-अलग होते हैं। उदाहरण के लिए, कक्षा 3 में पढ़ने का कौशल एवं कक्षा 6 या 8 में पढ़ने का कौशल अलग-अलग होगा। अतः स्तरानुसार कौशल में निपुण होने के लिए पर्याप्त अभ्यास की आवश्यकता होगी। शिक्षक मूल्यांकन कौशलों का करें ना कि विषयवस्तु के रटने का।

सतत् एवं व्यापक मूल्यांकन के उपकरण (Tools for CCE)

4

सतत् आकलन के दौरान बच्चों ने कितना सीखा यह जानने के लिए विभिन्न उपकरणों का उपयोग किया जाता है। इनकी सहायता से यह पता चलता है कि बच्चा सीख रहा है या नहीं, सीखने की गति क्या है, यदि नहीं सीख पा रहा है तो कौन-कौन से कारण हैं, यह जानने का प्रयास किया जाता है। प्रत्येक बच्चा अपने आप में अद्वितीय होता है। हर बच्चे की पसंद-नापसंद रुचियाँ, कौशल और व्यवहार के तरीके, सीखने की गति एवं क्षमता अलग-अलग होती है। कोई बच्चा अच्छे से बोल सकता है तो कोई लिख सकता है। कोई बच्चा गतिविधि से समझ सकता है तो कोई पुस्तक पढ़कर। अतः शिक्षक कक्षानुसार विषयानुसार उपकरणों का उपयोग करें।

मौखिक (Oral Question)-

यह एक बहुत ही सरल पर अधिक प्रभावशाली उपकरण है। इस उपकरण के माध्यम से बच्चे की अभिव्यक्ति की क्षमता, विषय की समझ तथा भाषायी कौशल जैसे- उच्चारण, लिंग एवं वचन के अनुसार वाक्य संरचना, गद्य एवं पद्य का वाचन, मौलिक विचार आदि का मूल्यांकन किया जाता है। मौखिक मूल्यांकन सभी विषयों में किया जा सकता है। गणित में सूत्र, पहाड़े, गिनती आदि मौखिक पूछे जा सकते हैं। मौखिक आकलन प्रश्न पूछकर, चर्चा कर, किया जा सकता है।



मौखिक मूल्यांकन के संकेतक-

- विषयानुरूप प्रस्तुति
- सहभागिता
- मौलिकता
- आत्मविश्वास

अवलोकन (Observation)-

अवलोकन के द्वारा बच्चों के विषय ज्ञान एवं व्यावहारिक ज्ञान का मूल्यांकन किया जाता है। अवलोकन द्वारा मूल्यांकन एक दिन में नहीं किया जा सकता। अवलोकन हेतु साक्ष्यों की आवश्यकता होती है, जैसे- पोर्टफोलियो, कक्षा कार्य, गृह कार्य, प्रदत्त कार्य, प्रोजेक्ट कार्य, सहपाठी-शिक्षक से प्राप्त टीप तथा बच्चों से बातचीत कर उनके व्यवहार में सकारात्मक परिवर्तन एवं दक्षताओं को देखकर मूल्यांकन किया जाए।

सह-संज्ञानात्मक क्षेत्र के मूल्यांकन में अवलोकन का महत्वपूर्ण स्थान है। अवलोकन व्यक्तिगत एवं सामूहिक दोनों रूपों में किया जा सकता है। अवलोकन भिन्न-भिन्न गतिविधियों और परिवेश में किया जाना चाहिए। अवलोकन से प्राप्त बिंदुओं को शिक्षक अपनी डायरी में लिखें एवं बच्चे के क्रमिक विकास को देखें।

क्षेत्र	मूल्यांकन बिन्दु
1. साहित्यिक/सांस्कृतिक क्षेत्र	1. सहभागिता, 2. विषयानुरूप प्रस्तुति, 3. आत्मविश्वास, 4. मौलिकता
2. सृजनात्मक क्षेत्र	1. सहभागिता, 2. उत्साह/टीम/खेल भावना, 3. क्षमता, 4. कुशलता
3. खेलकूद, योग, स्काउट/रेडक्रास	1. सहभागिता, 2. विषयानुरूप प्रस्तुति, 3. आत्मविश्वास, 4. मौलिकता
3. समूह कार्य	1. सहयोग, 2. नेतृत्व क्षमता, 3. आत्मविश्वास, 4. सामूहिक प्रयत्न

पोर्टफोलियो (Portfolio)-

पोर्टफोलियो बच्चे के समग्र व्यक्तित्व का आकलन है। पोर्टफोलियो एक फाइल होती है जिसका निर्माण बच्चे स्वयं कर सकते हैं। इस पोर्टफोलियो के सामने पृष्ठ में बच्चों की सामान्य जानकारी के साथ-साथ बच्चों की रुचि, मित्र का नाम होता है। इसे बच्चे अपने पास या कक्षा में जगह होने पर रख सकते हैं। इसमें बच्चों द्वारा किए गए उन कार्यों का संग्रह होता है जिसे कक्षा शिक्षक द्वारा आवश्यकतानुसार कराया जाता है, जैसे- बच्चों द्वारा बनाए गए चित्र, लिखी गई कहानी, कविता या स्वयं का अनुभव, किसी घटना का वर्णन, कोई अच्छी बात, स्वमूल्यांकन-प्रपत्र आदि। पोर्टफोलियो

में खास-खास चीजों को ही रखा जाए अन्यथा संधारण करने एवं अवलोकन करने में कठिनाई होगी। प्रत्येक बच्चा अपने पोर्टफोलियो को आकर्षक ढंग से सजा भी सकता है। इस पोर्टफोलियो को समय-समय पर पालक भी देख सकते हैं। बच्चे भी अपने पोर्टफोलियो को देखकर पूर्व में एवं वर्तमान में किए गए कार्यों की तुलना कर स्वमूल्यांकन कर सकते हैं।



कक्षा पाँचवी के बच्चे द्वारा बनाया गया पोर्टफोलियो

पोर्टफोलियो में रखी जाने वाली सामग्री-

- बच्चों को प्राप्त प्रमाण-पत्र, प्रशस्ति पत्र।
- बच्चे द्वारा बनाई गई सृजनात्मक कलाकृतियाँ, ड्राइंग, पेंटिंग, कागज़ की सामग्री आदि।
- बच्चों द्वारा लिखी गई कविताएँ, कहानियाँ, लेख, निबंध, अनुभव आदि।
- कुछ अतिरिक्त जो बच्चे रखना चाहें।

प्रदत्त कार्य-

प्रदत्त कार्य का मुख्य उद्देश्य पाठ्य-पुस्तकों में निहित अवधारणाओं के संबंध में और अधिक जानकारी एकत्रित करना है जिससे बच्चों के ज्ञान में वृद्धि हो सके। ये जानकारियाँ स्थानीय परिवेश, समाचार-पत्र या चर्चा कर एकत्रित किए जाते हैं।

बच्चे अपने किए गए कार्यों को आकर्षक ढंग से प्रस्तुत करते हैं। इसमें उनकी सृजनशीलता, कल्पनाशीलता विकसित होती है। प्रदत्त कार्य ऐसे हो जिसे बच्चे को कार्य करने में आनंद आए, कुछ अतिरिक्त ज्ञान प्राप्त हो, सूचनाओं की खोज करने वाले, विचारों का सृजन करने वाले, विद्यालय के भीतर और बाहर होने वाले अधिगम को जोड़ने वाले तथा आकर्षक हों। जैसे:-

- अपने आस-पास पाए जाने वाले औषधीय पौधों के बारे में पता करके उनके नाम लिखो और पता करो कि वे किस बीमारी में काम आते हैं?
- पिछले पाँच दिनों के दैनिक अखबार का अवलोकन करो और उन सूचनाओं को लिखो जो आपके अनुसार पर्यावरण से संबंधित हैं।

- आपके घर में पाए जाने वाली विभिन्न आकार की पाँच-पाँच वस्तुओं की सूची बनाइए।
- किन्हीं भी दस शब्दों/वाक्यों को अपने मित्र या पड़ोसी की भाषा में (कम से कम पाँच भाषाओं) में अनुवाद करो।

मूल्यांकन के संकेतक (Indicators)-

- विषय की समझ योजना बनाना,
- कार्य की पूर्णता
- निष्कर्ष
- किए गए कार्य का परिवेश के साथ अंतर्संबंध
- प्रस्तुतीकरण का तरीका

क्षेत्र भ्रमण (Excursion)-

क्षेत्र भ्रमण को शिक्षण प्रक्रिया का एक महत्वपूर्ण साधन माना गया है।

उद्देश्य-

- बच्चों को वास्तविक परिस्थितियों में ले जाकर विषय का व्यावहारिक तथा प्रत्यक्ष ज्ञान कराना।
- बच्चों में अवलोकन की क्षमता का विकास करना।
- बच्चों में वर्गीकरण, विश्लेषण, आत्मविश्वास, सहजता आदि गुणों का विकास करना।
- बच्चों की सीखने-सिखाने में रुचि बढ़ाना।
- बच्चों एवं प्रकृति के मध्य संबंध स्थापित करना।
- बच्चों में सहयोग, पर्यावरण संरक्षण एवं समूह में कार्य करने की भावना का विकास।

क्रियान्वयन-

- उद्देश्य के अनुसार योजना बनाएँ। सामान्य एवं विशेष निर्देश दें। किए गए कार्यों के आधार पर फाइल/चार्ट तैयार कराएं।
- भ्रमण उपरांत किए गए कार्यों का सभी से प्रस्तुतीकरण कराकर कक्षा में चर्चा कराएं।

उदाहरण— पत्तियों एवं जड़ों के अध्ययन के लिए आस-पास के क्षेत्र में भ्रमण हेतु ले जाया जाए। भ्रमण में जाने के पूर्व योजना बनाएँ कि उन्हें क्या-क्या देखना है? कितने समूह बनेंगे? कितना समय लगेगा? साथ ही बच्चों को विषयवस्तु से संबंधित निर्देश भी दें जैसे –

1. पेड़-पौधे की पत्तियों का अवलोकन करो।
2. पत्तियों एवं जड़ों के आधार पर पेड़ों का वर्गीकरण करो।
3. समूह द्वारा एकत्रित पत्तियों एवं जड़ों की तुलना अपने साथी समूह से करो तथा देखो तुम्हारे द्वारा एकत्रित पत्तियाँ और जड़ें दूसरों की एकत्रित चीजों से कैसे भिन्न हैं।
4. शिक्षक बच्चों से सुविधानुसार चर्चा करें, प्रश्न पूछें, एवं बच्चों में जिज्ञासा उत्पन्न करें।

टीप— ऐतिहासिक स्थल, संग्रहालय, अजायबघर, बगीचा आदि का भी भ्रमण कर मूल्यांकन किया जा सकता है।

मूल्यांकन के संकेतक –

- विषय की समझ
- जिज्ञासा
- प्रस्तुतीकरण
- निष्कर्ष

सर्वे –

सर्वे के माध्यम से हम आकड़ों को प्राप्त करते हैं जिसका उपयोग विभिन्न प्रकार की योजनाओं के लिए तथा समस्या सुलझाने के लिए किया जाता है। सर्वे के माध्यम से बच्चों में वर्गीकरण, तुलना, सारणी बनाने, समूह में कार्य करने, लोगों से बातचीत करने, निष्कर्ष निकालने आदि कौशलों का विकास होता है।

उदाहरण –

- कोई भी पाँच मित्रों के परिवारों के सदस्यों के शिक्षा के स्तर का सर्वे करो तथा पता करो कि उनके परिवार में कितने लोग कम पढ़े-लिखे हैं कितने लोग बारहवीं पास हैं तथा कितने लोगों ने उच्च शिक्षा प्राप्त की है।
- आपके पड़ोस में रहने वाले पाँच परिवारों का सर्वे कर पता करो कि उनके यहाँ यातायात के कौन-कौन से साधन हैं ? तथा उसका पर्यावरण पर क्या प्रभाव पड़ता है।

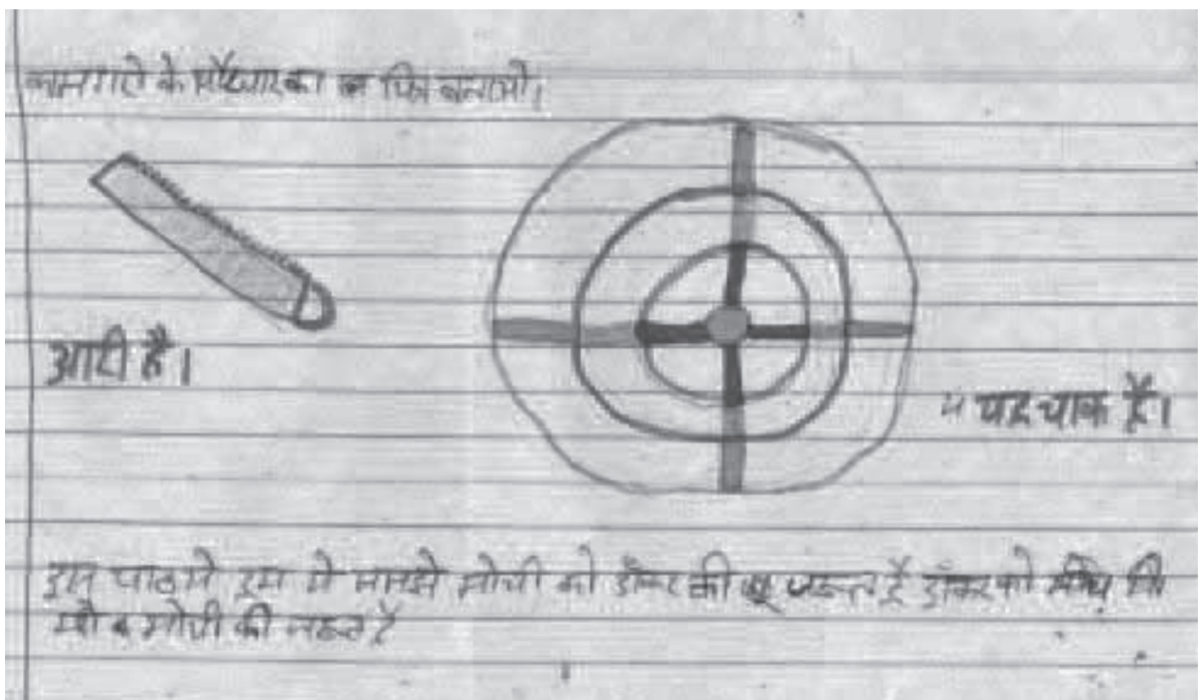
- कक्षा के किन्हीं पाँच विद्यार्थियों से बातचीत कर पता करो कि उनके दादाजी के कितने बच्चे हैं एवं पिताजी के कितने बच्चे हैं। लड़के-लड़कियों की संख्या अलग-अलग लिखो एवं सारणी बनाकर विश्लेषण करो कि दादाजी एवं पिताजी के परिवार के सदस्यों की संख्या में क्या अंतर आया तथा उसका सामाजिक एवं आर्थिक जीवन पर क्या प्रभाव पड़ा ?

शाला में बच्चों द्वारा किए गए सर्वे का उदाहरण-

नाम मोदिना
कक्षा 5वीं
प्राथमिक शाला रामासपुर महनपुर
दिनांक 20.7.12

तालिका को पूरो

क्रं	काम/छाँटी	कौन करता है	यसका क्या साँपार प्र. उपयोग से जाता है
1.	पापड़की सिरी	दरवा	मसलीन प्र हावग मकून निरम पानी
2.	लोहे का काप	लौहर बुझार	सागा रचबडा लोहे का खिडकी
3.	मिटी से काम	कुम्हार	मीटी मीली मीटी सब
4.	लकड़ी के काप	बुझार	इसका खीला आरी व खिडकी दिनी गली गली
5.	गड्ढे का काप	खानर	खेत



शिक्षक द्वारा दिये गए प्रश्न-

1. सारणी बनाओ- आपके आस-पास या गाँव में कौन-कौन से काम धंधे किए जाते हैं? कौन करता है तथा कौन-कौन से औजार उपयोग में लाये जाते हैं?
2. अगर दर्जी नहीं होता तो क्या होता?
3. अगर बढ़ई नहीं होता तो क्या होता?
4. कामगारों के औजारों के चित्र बनाओ।
5. इस पाठ से आपको क्या समझ में आया?

मूल्यांकन के संकेतक-

- योजना बनाना
- बच्चे द्वारा किया गया वास्तविक कार्य
- प्रस्तुतीकरण
- निष्कर्ष

प्रोजेक्ट-

प्रोजेक्ट सर्वे के आगे की प्रक्रिया है। इसमें सर्वे द्वारा प्राप्त आंकड़ों का उपयोग किसी कार्य के पूर्ण होने में करते हैं। प्रोजेक्ट कार्य में निष्कर्ष तक स्वयं खोज कर पहुँचना होता है यह उद्देश्य पूर्ण गतिविधि होती है, जो सामाजिक पर्यावरण में पूर्ण होती है।

उद्देश्य-

1. प्रोजेक्ट कार्य के माध्यम से बच्चों में हायर आर्डर थिंकिंग स्किल (**Higher Order Thinking Skill**) जैसे- समस्या समाधान, निर्णय लेने की क्षमता, खोज करने की दक्षता, चिंतनशील विचार, अभिव्यक्ति की क्षमता का विकास करना।
2. स्वयं करके सीखने की प्रवृत्ति का विकास करना।
3. समूह में कार्य करने की प्रवृत्ति का विकास करना।
4. बच्चों में खोज की प्रवृत्ति का विकास करना।

प्रोजेक्ट की प्रकृति-

1. छोटे एवं बच्चों द्वारा करने योग्य हो अर्थात् प्रोजेक्ट ऐसे हो जो स्थानीय परिवेश में ही किए जा सकें।
2. दैनिक जीवन से जुड़ा हो, पूर्व ज्ञान व कक्षा की दक्षता पर आधारित हो।
3. पुस्तकों से सीधे उत्तर प्राप्त न हों, बच्चे स्वयं के अनुभव से कुछ कार्य करके पूर्ण कर सकें।
4. बच्चों की खोज की प्रवृत्ति को बढ़ाने वाला व समस्या समाधान वाला हो।
5. अधिक सामग्री की आवश्यकता न हो तथा बच्चों के कक्षा स्तर के अनुरूप हो।
6. प्रोजेक्ट कार्य करने में कोई खतरे वाली स्थिति न हो।

प्रोजेक्ट कार्य कैसे करें ?

1. प्रोजेक्ट कार्य समूह/व्यक्तिगत तौर पर करें। (समूह अधिकतम 4-5 बच्चों का हो।)
2. विषयानुसार योजना बनाएँ।
3. कार्य करने की योजना का क्रियान्वयन करें।
4. किए गए कार्य के आधार पर प्रस्तुतीकरण/फाइल/चार्ट आदि तैयार किए जाए।
5. प्रत्येक समूह द्वारा किए गए कार्य का प्रस्तुतीकरण तथा चर्चा कराएँ।

मूल्यांकन के संकेतक-

- योजना बनाना
- बच्चे द्वारा किया गया वास्तविक कार्य
- प्रस्तुतिकरण
- निष्कर्ष

कुछ प्रोजेक्ट के उदाहरण-

- अपने परिवार की आय-व्यय का लेखा-जोखा तैयार करना।
- खेती की पैदावार में हुए लाभ-हानि का लेखा-जोखा तैयार करना।
- समूह में ऊँचाई नापकर औसत निकालना।

- लकड़ी की सीकों से विभिन्न आकार की ज्यामितीय आकृतियाँ बनाना।

उदा.—खैरझिटी, महासमुंद की उच्च प्राथमिक शाला के बच्चों द्वारा किए गए प्रोजेक्ट कार्य का नमूना।

- आपके परिवार या पड़ोसी से पता करो कि पिछले पाँच सालों में एक एकड़ खेत में कितने बोरे धान का उत्पादन हुआ है तथा उत्पादन बढ़ने या घटने के कारण क्या हैं ?

वर्ष	धान उत्पादन एक एकड़ में
2005	16 बोरा
2006	11 बोरा
2007	19 बोरा
2008	24 बोरा
2009	21 बोरा
2010	29 बोरा
कुल	129 बोरा

कारण:— वर्ष 2006 बीमारी होने के कारण कम उत्पादन हुआ। वर्ष 2007 से खेत में सिंचाई की गई अच्छी खाद एवं कीटनाशक दवाईयों का भी छिड़काव किया गया। जिससे उपज में वृद्धि हुई और हमारे घर की हालत में सुधार हुआ। उसके बाद लगातार दवाई एवं खाद का उपयोग करते रहे।

(भूपेन्द्र सिन्हा, आठवीं, खैरझिटी, महासमुंद)

मूल्यांकन के संकेतक-

- बच्चे के स्वयं की जानकारी की सत्यता
- आत्मविश्वास
- बच्चे की प्रगति
- विषय की समझ बनाने हेतु किए गए प्रयास आदि।

खुली पुस्तक (Open Book)- मूल्यांकन में खुली पुस्तक का उपयोग मुख्य रूप से भाषायी दक्षताओं की जाँच के लिए किया जाता है जैसे कोई भी पृष्ठ देखकर उसमें लिंग, वाक्यों के प्रकार, विशेषण, मुहावरे आदि देखकर लिखना, या किसी पाठ से अधिक—से—अधिक प्रश्न बनाकर दूसरे समूह से पूछना, आर्टिकल को ढूँढ़कर लिखना आदि।

समूह कार्य :- बच्चे समूह में रहकर जल्दी एवं अच्छी तरह से सीखते हैं। समूह में कार्य करने से उनमें सामाजिक भावना का विकास होता है। प्रोजेक्ट कार्य, सर्वे कार्य, प्रदत्त कार्य आदि समूह में दिये जा सकते हैं। शिक्षक 4 से 5 बच्चों का समूह बनाकर समूह कार्य करवाएँ। समूह रैंडम सलेक्शन (**Random Selection**) से बनाएँ जिससे सभी समूह में सभी प्रकार के बच्चों की भागीदारी हो सके।

मूल्यांकन के संकेतक-

- समूह में दिये गए कार्य पर व्यक्तिगत प्रश्न पूछना
- समूह में बच्चे की भागीदारी
- सहयोग
- नेतृत्व क्षमता
- कार्य की पूर्णता समय नियोजन

लिखित कार्य -

मूल्यांकन का यह एक महत्वपूर्ण उपकरण है। इस उपकरण के माध्यम से बच्चों की भाषायी त्रुटियाँ, जैसे- मात्रा, शब्द, लिंग, वाक्य संरचना को सुधार कर, भाषायी कौशलों का विकास किया जा सकता है। इस उपकरण के माध्यम से बच्चों की मौलिक अभिव्यक्ति, विचारों की क्रमबद्धता, वर्गीकरण, तर्क करने, चिंतन शैली, सृजनशीलता आदि का पता चलता है। लिखित कार्य के अंतर्गत प्रश्न-उत्तर, क्लोज परीक्षण, श्रुत लेखन, मौलिक लेखन संबंधी कार्य कराए जा सकते हैं। शिक्षक लिखित कार्य कराते समय विशेष सावधानी रखें, जैसे- प्रश्न घुमावदार न हो, स्पष्ट हो, प्रश्न की भाषा सरल हो, प्रश्न बच्चों के अनुभवों एवं कल्पनाशीलता पर आधारित हो, जिससे बच्चों को प्रश्न हल करते समय मज़ा आए एवं उन्हें बनाते समय तर्क कर सकें, चिंतन कर सकें।

मूल्यांकन के संकेतक-

- विषयानुरूप प्रस्तुति
- व्याकरण संबंधी त्रुटियाँ
- विचारों की मौलिकता एवं क्रमबद्धता
- लिखावट की स्वच्छता

स्वमूल्यांकन (Self Assessment)-

बच्चों द्वारा खुद का मूल्यांकन किया जाता है। कोई भी कार्य करने के बाद बच्चे स्वयं सोचें कि किसी कार्य को कैसे अच्छा कर सकते हैं। इस हेतु शिक्षक बच्चों से एक प्रारूप का निर्माण कराएँ एवं बच्चों को खुद ही भरने दिया जाए। बच्चे जो भी कार्य करें उसमें सही का निशान लगाएँ। यह कार्य सप्ताह में एक दिन किया जाए। प्रारूप के बिंदु बदल-बदल कर दें तथा इस प्रारूप को पोर्टफोलियो में रखा जाए।

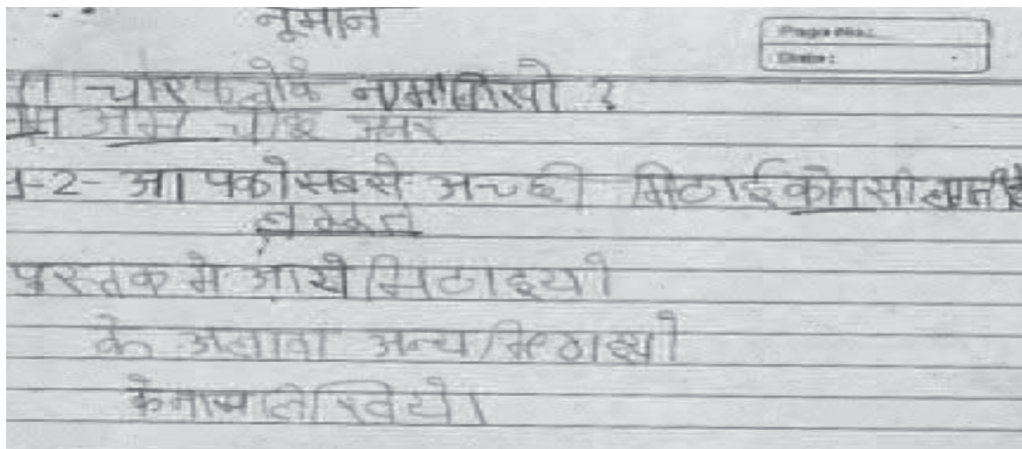
विषय संबंधी स्वमूल्यांकन के लिए किताबों के पीछे खाली जगह में बच्चे स्वयं लिखें, उन्हें क्या-क्या आता है तथा क्या-क्या नहीं आता। शिक्षक बच्चे द्वारा किए गए स्वमूल्यांकन में किसी प्रकार का दबाव या तनाव उत्पन्न न करे। बल्कि उन्हें प्रेरित करे कि यदि नहीं आता है तो या करोगे, किससे पूछोगे आदि।

दिनांक	स्वच्छता जैसे— बाल, हाथ, कपड़े, अपने दांत, आंख की सफाई	सार्वजनिक संपत्ति को नुकसान न पहुँचाना	गृहकार्य	कक्षा कार्य	समय पर आना	अपशब्दों का प्रयोग न करना

उपचारात्मक शिक्षण कब व कैसे ? (Remedial Teaching- When & How)-

शिक्षक कक्षा शिक्षण अधिगम प्रक्रिया के दौरान अवलोकन कर, प्रश्न पूछकर, चर्चा कर, कापियों को देखकर, यह पता करें कि बच्चे किन-किन क्षेत्रों में सीख नहीं पा रहे हैं। यदि सीख नहीं पा रहे हैं तो क्या कारण है। संभवतः बच्चे का कक्षा में ध्यान न रहना, गलती होने पर शिक्षक द्वारा डाँटने, बच्चों की चंचलता, शिक्षक की भाषा न समझ पाना, बोलते व लिखते समय कठिनाई, कक्षा में लंबी अनुपस्थिति, संख्या ज्ञान का अभाव, प्रश्नों को समझ न पाना, उत्तर लिखते समय पर्याप्त समय न होना, उत्तर लिखने में हड़बड़ी करना, एवं विषय में रुचि न होना आदि कारणों से बच्चे त्रुटियाँ करते हैं। शिक्षक बच्चों के न सीख पाने के कारणों को गहराई तक जाकर समझे तद्उपरांत उपचारात्मक शिक्षण दें।

उदाहरण : दिये गए भाषा के उत्तर पेपर का अवलोकन करें। इस पेपर में पहले यह देखें कि बच्चे को क्या-क्या आता है और क्या-क्या नहीं?

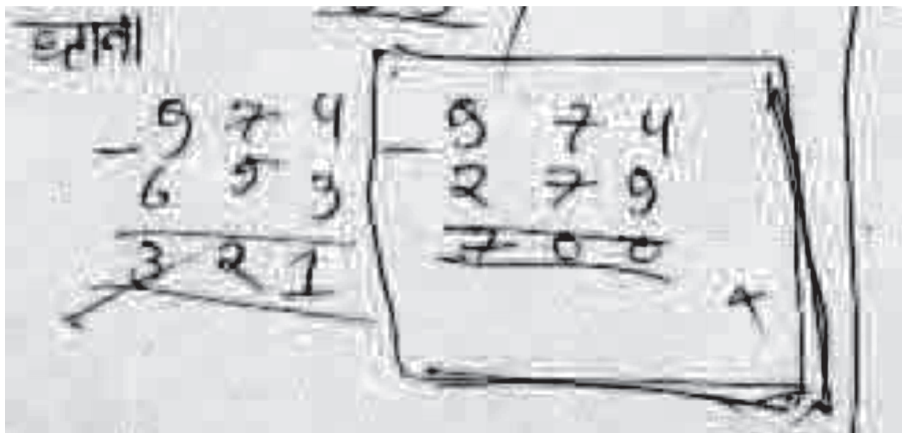


बच्चे को क्या-क्या आता है?	बच्चे को क्या-क्या नहीं आता है?
1. अक्षर ज्ञान है।	1. मात्राओं का ज्ञान नहीं है। जैसे— कौन को कोन आम को अम अनार को अनर लिखना
2. शब्द ज्ञान है।	2. उच्चारण करना नहीं आता है।
3. देखकर लिख सकता है।	3. शुद्ध लेखन नहीं कर पाता है।
4. मिठाइयों के नामों से परिचित है।	4. मिठाइयों के नामों को सही-सही नहीं लिख पाता है।

उपचारात्मक शिक्षण-

1. शिक्षक बच्चे की मात्राओं की ओर ध्यान दें।
2. बोलते समय उच्चारण सही करवाएँ।
3. पाठ्यपुस्तक के अतिरिक्त अन्य बाल साहित्य पढ़ने हेतु प्रेरित करें।
4. नियमित रूप से शुद्ध लेखन, क्लोज परीक्षण एवं किसी भी मनपंसद विषय पर **जैसे-** नानी, सायकल, बैल, भँवरा, बाँटी आदि पर पाँच लाईन लिखने के लिए दें।

उदाहरण- दिये गए गणित के उत्तर पेपर का अवलोकन करें। इस पेपर में पहले यह देखें कि बच्चे को क्या-क्या आता है और क्या-क्या नहीं?



बच्चे को क्या-क्या आता है?	बच्चे को क्या-क्या नहीं आता है?
1. अंकों का ज्ञान है। 2. छोटी एवं बड़ी संख्या का ज्ञान है। 3. बड़ी संख्या से छोटी संख्या को घटाना आता है। 4. स्थानीय-मान के आधार पर संख्याओं को जमाता है।	1. छोटी संख्या से बड़ी संख्या घटाना नहीं आता है। 2. उधार की प्रक्रिया को नहीं समझ पाता है।

उपचारात्मक शिक्षण-

1. विभिन्न गतिविधियों के माध्यम से शिक्षक उधार की प्रक्रिया को समझाएँ।

रिकार्ड संग्रहण एवं दस्तावेजीकरण

मूल्यांकन हेतु शिक्षक को निम्नलिखित रिकार्ड रखना होगा—

- शिक्षक-डायरी (Teachers Diary)
- प्रोफाइल (Profile)
- मूल्यांकन पंजी (Assessment Register)

शिक्षक-डायरी (Teachers Diary)-

इसमें सतत एवं व्यापक पाठ्यक्रम की योजना, फॉरमेटिव मूल्यांकन की योजना तथा उपचारात्मक शिक्षण योजना तथा सहसंज्ञानात्मक क्षेत्र हेतु कराई गई गतिविधियों का उल्लेख होगा। जिसका प्रारूप निम्नानुसार है—

दिनांक	विषय	अध्याय का नाम	कौशल	मूल्यांकन के उपकरण	समझ के पुनर्बलन हेतु किए गए प्रयास
14.7.2011	हिन्दी	पाठ 1 सीखो	कविता को हाव-भाव एवं आवाज में उतार-चढ़ाव के साथ सुना सकना	मौखिक	रामलाल, नीता और गीता कविता नहीं गा पा रहे थे तो उन्हें सामने बुलाकर या समूह के साथ कविता गाने को कहा गया।
			चित्रों पर बातचीत कर सकना	चर्चा	दिए गए चित्रों पर उनके अनुभव के आधार पर प्रश्न पूछें।
20.7.2011	गणित	पाठ 2 जोड़ना	दो अंकों का स्थानीय मान बता पाना।	कक्षा कार्य मौखिक कार्य	1 से 100 तक की गिनती को बीच-बीच से पूछें एवं लिखवायें।
			एक अंकों के जोड़ के सवाल बना पाना	प्रदत्त कार्य	

प्रोफाइल (Profile)-

एक मोटा रजिस्टर होगा, जिसमें हर बच्चे के लिए 3 –4 पेज होंगे जिसमें माहवार बच्चे के बारे में टीप लिखी जाएगी। प्रोफाइल संधारण के समय कक्षा शिक्षक अन्य विषयों को पढ़ने वाले शिक्षकों का अभिमत भी लिखें। शिक्षक चाहे तो बच्चों की संख्या अधिक होने पर पेज में भी प्रोफाइल बना सकते हैं।

उदाहरण :-	नाम	—	रामलाल
	पिता का नाम	—	श्री मोतीलाल
	शिक्षा	—	पाँचवी
	व्यवसाय	—	मजदूरी कृषि
	माता का नाम	—	श्रीमती शांति बाई
	शिक्षा	—	अशिक्षित
	व्यवसाय	—	मजदूरी
	भाई—बहन की संख्या	—	1 बड़ा भाई व 3 छोटी बहनें
	जाति	—	गोंड़।

माह/दिनांक	बच्चे को क्या-क्या आता है?	बच्चे को क्या-क्या नहीं आता है?	बच्चे से संबंधित कोई प्रेरक व वास्तविक घटना/व्यवहार	प्रमाण/साक्ष्य	अन्य शिक्षक/प्रधान पाठक/पालक/सहपाठी का अभिमत
अगस्त	छोटे-छोटे वाक्यों को पढ़ लेता है।	स्पष्ट रूप से नहीं लिख पाता।	गाना गा लेता है।	कॉपी, कक्षा में प्रस्तुतीकरण	लोकगीत अच्छा गाता है। (सहपाठी)

(टीप- उपरोक्त सारणी में दर्शाई गई बातें उदाहरण स्वरूप हैं। इसी तरह माहवार, विषयवार टीप लिखें।)

मूल्यांकन पंजी (Assessment Register)-

मूल्यांकन पंजी में सतत् आकलन, फॉर्मेटिव एवं समेटिव मूल्यांकन का रिकार्ड संधारण किया जाएगा। फॉर्मेटिव मूल्यांकन में जून से सितम्बर तक कक्षा शिक्षण अधिगम प्रक्रिया के समय उपयोग में लाए उपकरणों के आधार पर बच्चों के उपलब्धि स्तर का संधारण किया जाएगा। फॉर्मेटिव मूल्यांकन हेतु पाँच उपकरणों का उपयोग किया जाएगा जिसका नमूना प्रारूप निम्नानुसार हैं—

उपकरणों का चुनाव विषयानुसार सभी बच्चों के लिए एक जैसा होगा।

