मराठी विज्ञान परिषद

चौथी राज्यस्तरीय विज्ञान व गणित शिक्षक परिषद कार्यशाळा

(www.scienceteacherscongress.org)

विद्यार्थ्यांच्या मूलभूत विचार क्षमतेचे विकसन आणि मूल्यमापन

विवेक पाटकर
vnpatkar2004@yahoo.co.in

शालेय स्तरावरील मूल्यमापन

मूल्यमापन

- शिकण्याचा अविभाज्य भाग
- मुल्यांकन आणि प्रत्याभरण
- सातत्य राखणे

ज्ञान

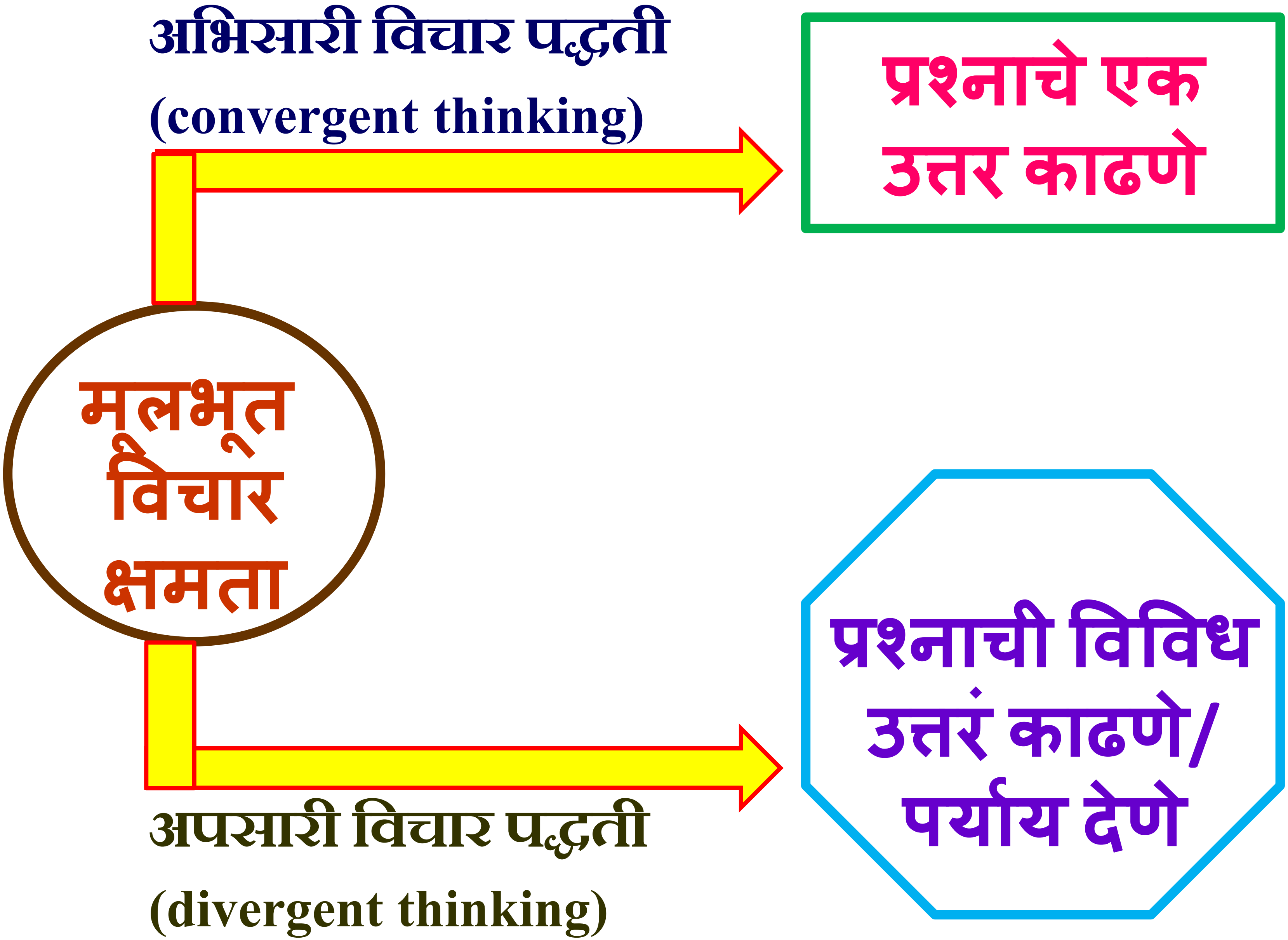
माहिती

क्षमता

कौशल्ये

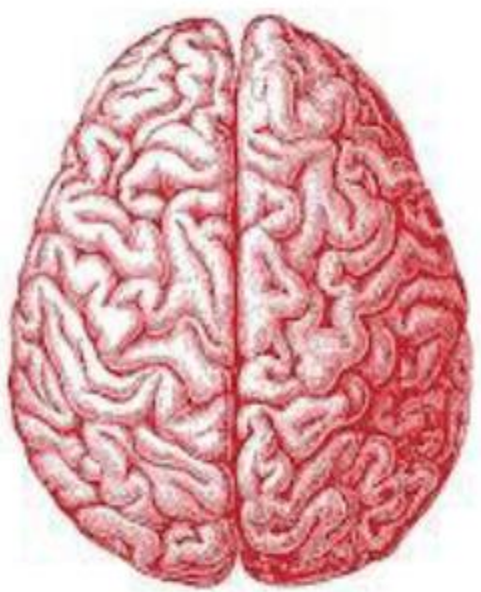
रुची

अभिवृत्ती


अभिसारी विचार पद्धती
(convergent thinking)
प्रश्नाचे एक उत्तर काढणे
मूलभूत विचार क्षमता
अपसारी विचार पद्धती
(divergent thinking)
प्रश्नाची विविध उत्तरं काढणे/ पर्याय देणे

डावा मेंदू

- विज्ञान, विश्लेषण
- भाषा
- वाचन
- गणित, तर्कशास्त्र
- लेखन



उजवा मेंदू

- दृष्टी संवेदन
- भावना
- कला
- कल्पना, सर्जनशीलता
- संगीत, लय

विषय : विद्यार्थ्यांमध्ये मूलभूत विचार करण्याची क्षमता विकसित करून तिचे मूल्यमापन करण्याविषयीचा माझा प्रकल्प

उपविषय :

१) निसर्गात जाऊन एखाद्या गोष्टीचा अभ्यास करणे

२) एखाद्या प्रयोगाची रचना करणे

३) एखादी भूमिका वठवणे

४) विद्यार्थ्यांच्या गटांनी वेगवेगळ्या विषयांवर निबंध लिहिणे

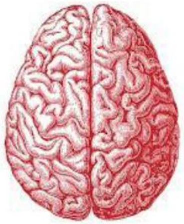
५) विज्ञान आणि गणिताच्या संकल्पना व्यंगचित्रांच्या माध्यमातून मांडणे

६) टाकाऊ वस्तू वापरून विज्ञान व गणिती संकल्पनांवर आधारीत स्वस्तातील खेळणी बनवणे

७) दिव्यांग विद्यार्थ्यांसाठी नाविन्यपूर्ण शैक्षणिक साधने / पध्दती विकसित करणे

आपल्या प्रकल्पात एकाहून अधिक उपविषय असू शकतात

संरचना करणे



निर्मिती करणे

(१) निसर्गात जाऊन एखाद्या गोष्टीचा अभ्यास करणे

(२) एखादा प्रयोग रचणे

(६) टाकाऊ वस्तुतून विज्ञान व गणिताच्या संकल्पनांवर आधारीत स्वस्तातील खेळणी बनवणे

(७) दिव्यांग विद्यार्थ्यांसाठी नाविन्यपूर्ण शैक्षणिक पध्दती आखणे

(३) एखादी भूमिका वठवणे

(४) विद्यार्थ्यांच्या गटांनी वेगवेगळ्या विषयांवर निबंध लिहिणे

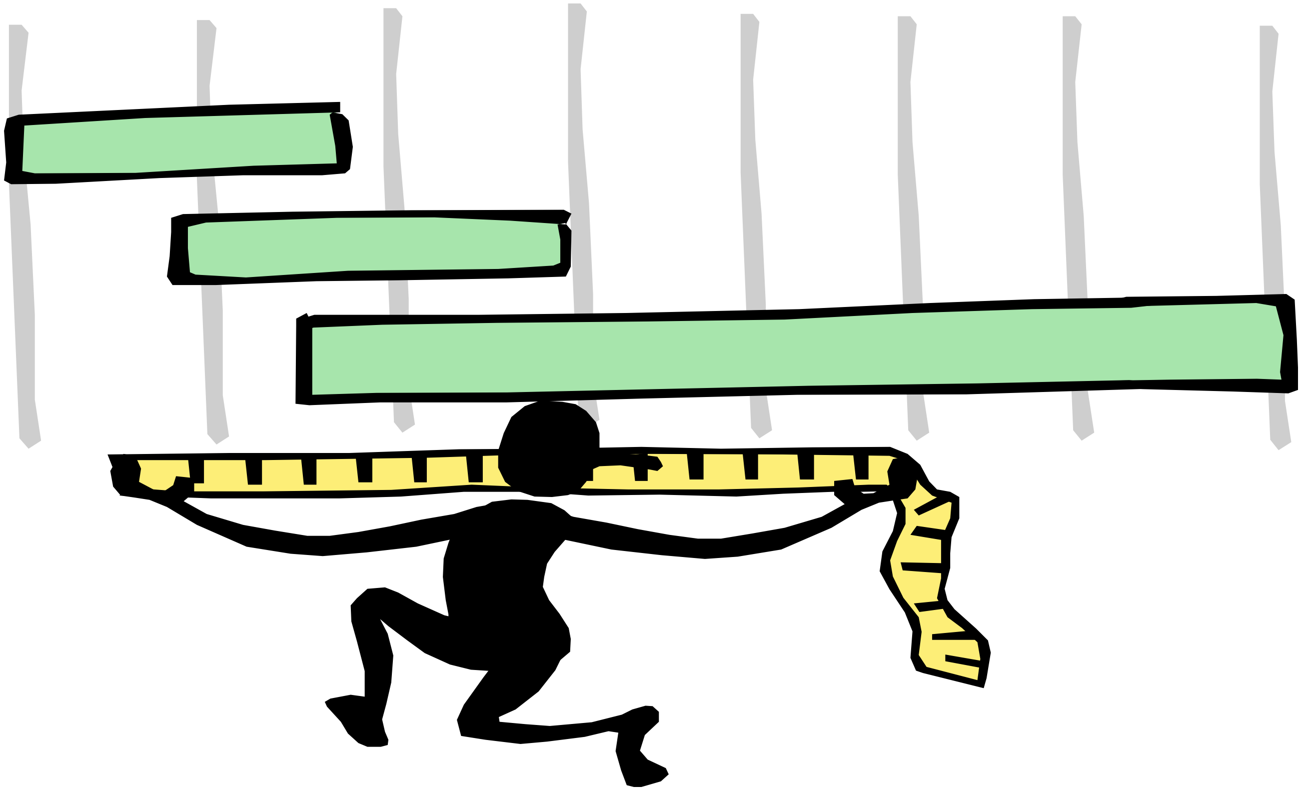
(५) विज्ञान आणि गणिताच्या संकल्पना व्यंगचित्रांच्या माध्यमातून मांडणे

मूलभूत विचार करण्याचे प्रतिबिंब

- कल्पकता (imagination)
- वेगळी दृष्टी (different view)
- स्वउद्युक्तता (self-motivation)
- आत्मविश्वास (self-confidence)

परिपूर्ण क्षमता:-
ज्ञानात्मक, भावनात्मक आणि सामाजिक पातळींवर विचार करणे

अभिव्यक्ती : प्रयोग, प्रकल्प, ललित कला, हस्तकला, लेखन, भाषण, समस्या समाधानासाठी नव्या कल्पना ...



सुरुवातीची क्षमता तपासा, नवी अध्यापन पद्धती वापरा आणि परत क्षमता तपासा. त्यात भरीव बदल आढळल्यास ती पद्धत बळकट करून व्यापकपणे वापरा. मात्र फारसा बदल न आढळल्यास कारणे शोधा आणि सुधारणा करा.

१) निसर्गातील अभ्यास

नमुनादाखल घटक :

- ‡ स्थळ निवडणे
  - निसर्गोद्यान : रोपं, वृक्ष, कीटक, पक्षी ...
  - डोंगर : दगड, खडक, खनिज, झाडं ...
  - जलसंपदा : पाण्याचा दर्जा, जलचर, शिंपले ...
- ‡ निरीक्षण साधनं निवडणे
- ‡ निरीक्षण-नोंदणीची व्यवस्था ठरवणे
- ‡ नकाशे तयार करणे, छायाचित्रे काढणे
- ‡ गणिती आकार शोधणे
- ‡ निसर्ग संवर्धनासाठी शिफारसी करणे

मेरू (पिरॅमिड)चे गणिती पैलू शोधणे

(काही वेळा प्रत्यक्ष भेटीऐवजी काल्पनिक सफरदेखील उपयोगी ठरू शकते)

मूल्यमापन पद्धत

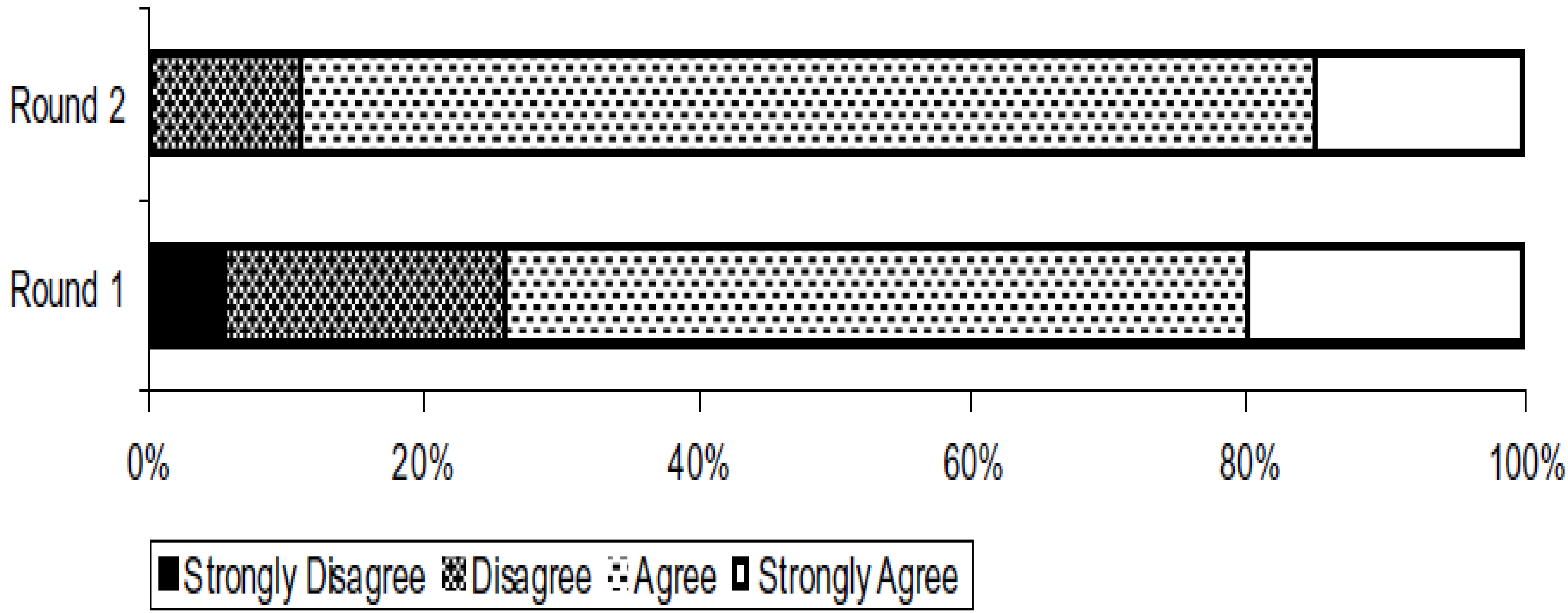
घटक-तीव्रता अंकासमोर (√) करा :

भेटीतील रुची	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**
भेटीतील जिज्ञासा	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**
भेटीतील प्रश्न	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**
भेटीतील निरीक्षण	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**
तार्किक संबंध जोडणी	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**
निष्कर्षातील अचूकता	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**
वैचारिक प्रगल्भता	**१**	**२**	**३**	**४**	**५**

१-निकृष्ट, २-समाधानकारक, ३-उत्तम, ४-अत्युत्तम, ५-उत्कृष्ट

पूर्वीचे आणि नंतरचे तुलनात्मक मूल्यमापन

घटक मापन



२) प्रयोगरचना

- ❖ **भौतिक प्रयोगशाळा (Physical Laboratory)**
  पारंपारिक प्रयोग वेगळे साहित्य किंवा नव्या पद्धतीने आखणे
- ❖ **आभासी प्रयोगशाळा (Virtual Laboratory)**
  संगणक प्रणालीचा वापर करुन प्रयोगांचे नियोजन करणे
- ❖ **सूदूर प्रयोगशाळा (Remote Laboratory)**
  दळणवळण प्रणालीचा वापर करुन दुरून पारंपारिक प्रयोग करणे

प्रयोगरचनेचे मूल्यमापन

- प्रयोगासाठी विषय निवडणे
- प्रयोगाची रूपरेषा ठरवणे
- उपकरणें/साधनें निवडणे
- निरीक्षण-नोंदणीचे प्रपत्र बनवणे
- प्रयोग करतांना घ्यावयाची काळजी, सुरक्षितता यांचा विचार करणे
- विश्लेषण पद्धत ठरवणे
- आकृती, तक्ते व आलेख असे प्रयोग लेखनाचे घटक ठरवणे
- त्रुटींची कल्पना देणे

नदीच्या पाण्याची सरासरी ३ फूट आहे असे सांगितल्याने फसलेला मनुष्य

कृती: **या गोष्टीसाठी आकडेवारी तयार करा.**

३) भूमिका वठवणे

- *भूमिका: वैज्ञानिक, व्यवस्थापक, भाष्यकार...*
- *पैलू:* ज्ञान, माहिती, विचार, मते यांचे आकलन
- *मूल्यमापन पद्धतीसाठी काही घटक:-*
  - वैचारिक बैठक
  - तर्कसंगत मुद्दे
  - भाषेचा उपयोग
  - विचार आणि मते मांडण्याची पद्धत
  - प्रश्न विचारण्याची व उत्तर देण्याची वारंवारता आणि लकब
  - चर्चेतील सहभाग

सहा टोप्यांतील भूमिका

एडवर्ड दे बोनो

प्रश्न किंवा समस्या?

माहिती गोळा करणे
आणि पर्याय सुचवणे

पर्यायांबाबत मत व
भावना व्यक्त करणे

पर्यायांचे तर्कशुद्ध
विश्लेषण करणे

फायदे व शक्यता
तपासणे

आणखी नवे
पर्याय शोधणे

प्रक्रिया नियंत्रण
आणि निर्णय घेणे

E. D. Bono, *Six Thinking Hats*, 1985.

४) निबंध लेखन

- मानवविरहित पृथ्वी कशी असेल?
- वर्णपटाच्या अलीकडे आणि पलीकडे बघू शकला तर काय घडेल?
- त्रिमितीहून उच्च मितीचे जग कसे असेल?
- आपल्याला जादू सहसा का फसवते?
- शांततेसाठी गणित कसे वापरता येईल?
- जीर्ण झालेले शारीरिक भाग वेळोवेळी बदलून आपले आयुष्यमान वाढवले तर काय घडेल?

निबंध लेखनाचे मूल्यमापन

★ विषयाचे नाविन्य आणि महत्त्व विशद केले आहे कां?

★ विषयाचा विकास कितपत केला आहे आणि
तो तर्कशुद्‌ध आहे कां?

★ विषयाशी संबंधित तथ्ये, गुणधर्म, उदाहरणे,
आकडेवारी अशी माहिती आहे कां?

★ वास्तव आणि कल्पना यांचे संतुलन आहे कां?

★ शिफारसी कशा प्रकारच्या आहेत?

★ शीर्षक अनुरूप आहे कां?

★ संदर्भ व्यवस्थित आहेत कां?

★ एकूण मांडणी योग्य वाटते कां?

निबंध मूल्यमापनाचे एक प्रारूप

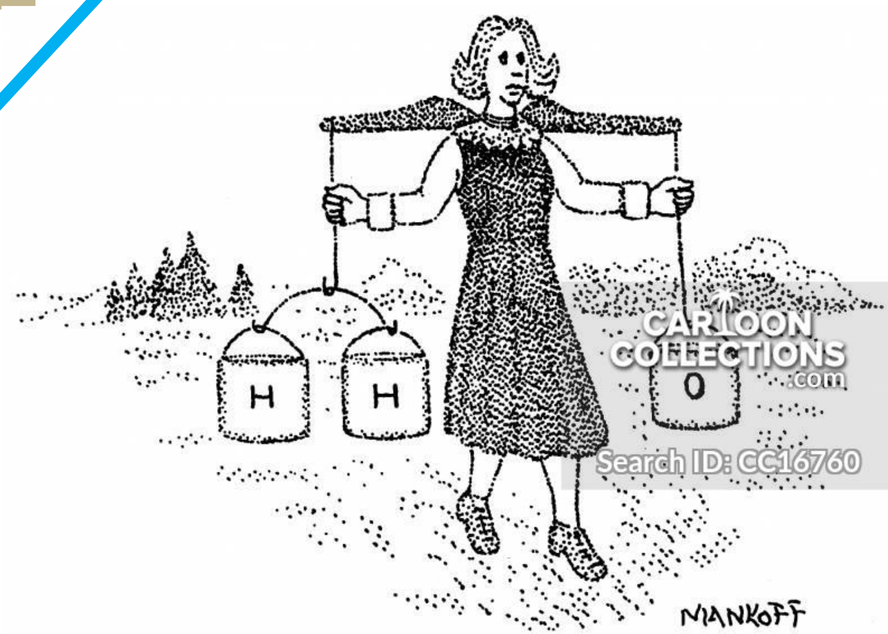
दर्जा	घटक
प्रथम (७०%हून अधिक गुण)	▪ सूक्ष्म दृष्टीने विचार केला आहे ▪ व्यापक साहित्याचा वापर केला आहे ▪ प्रश्नासंबंधी तर्कसंगत विवेचन आहे ▪ वेगळा दृष्टीकोन मांडला आहे
दुसरा (६०% - ६९% गुण)	▪ मोठ्या प्रमाणात विचार केला आहे ▪ स्वतंत्र विचार मांडले आहेत ▪ प्रश्नाच्या काही बाजू सखोल तपासल्या आहेत
तिसरा (५०% - ५९% गुण)	▪ प्रश्नासंबंधी मर्यादित विचार मांडले आहेत ▪ तर्कसंगत विवेचन कमी पडले आहे ▪ लेखनात स्पष्टता नाही

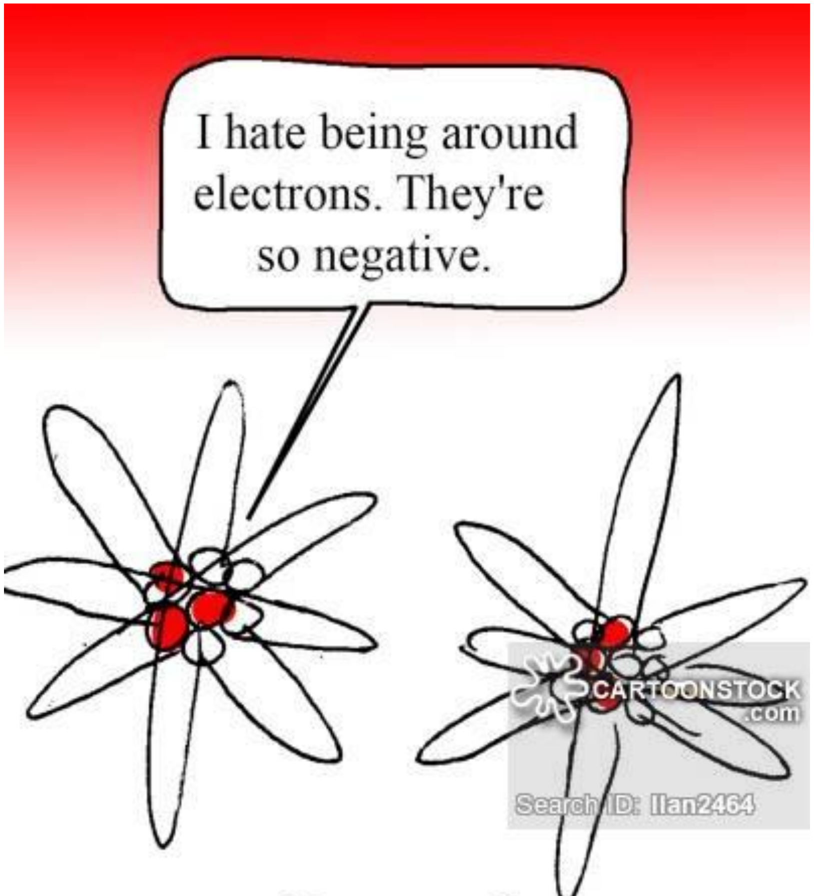
५) व्यंगचित्रांतून संकल्पना मांडणीचे मूल्यमापन

- § विज्ञान आणि गणित संकल्पना स्पष्ट करणे, त्यांचा इतिहास समजणे आणि त्यांचा व्यावहारिक उपयोग अशा सर्व बाबतीत व्यंगचित्रं मदतशीर ठरू शकतात
- § मूल्यमापन पद्धतीसाठी काही घटक :

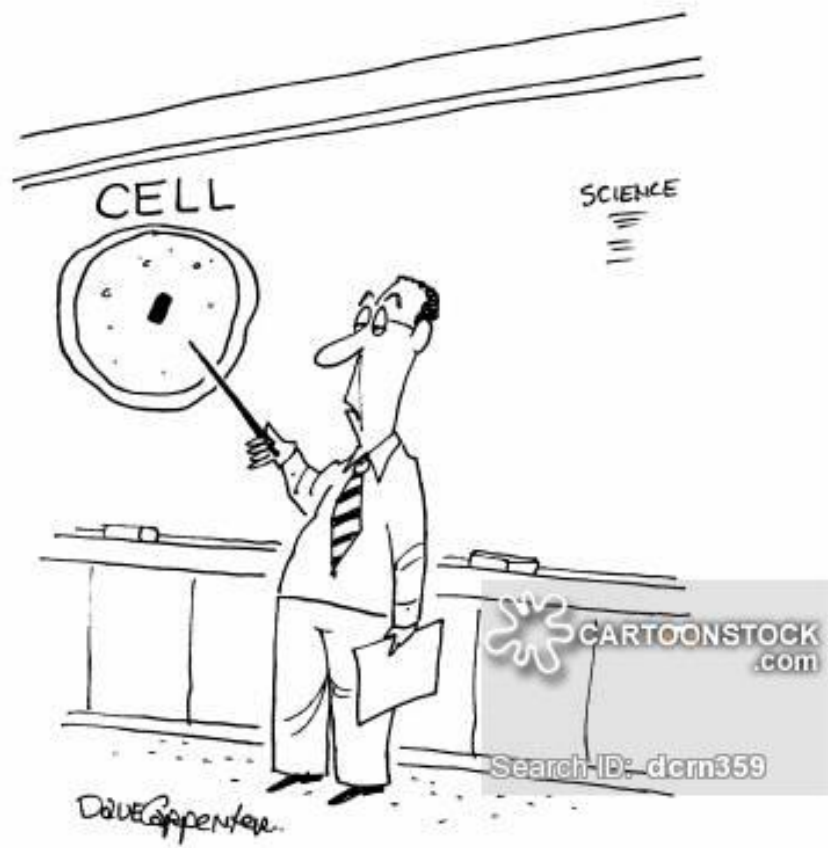
  - विरोधाभास
  - अतिशयोक्ती
  - वैज्ञानिक संकल्पनेशी संबंध स्पष्ट असणे
  - आकर्षकता
  - व्यंगचित्रांतील संवाद किंवा मजकूर
  - व्यंगचित्राच्या चौकटींची संख्या
  - व्यंगचित्रांबाबत एक परिच्छेद (१५० शब्द) लिहिणे

MISS, TODAY ARE WE SPLITTING THE FROG, OR THE ATOM ?
CARTOONSTOCK .com
Search ID: mfln819
Flantoons


H
H
O
CARTOON COLLECTIONS .com
Search ID: CC16760
MANKOFF



Proton talk

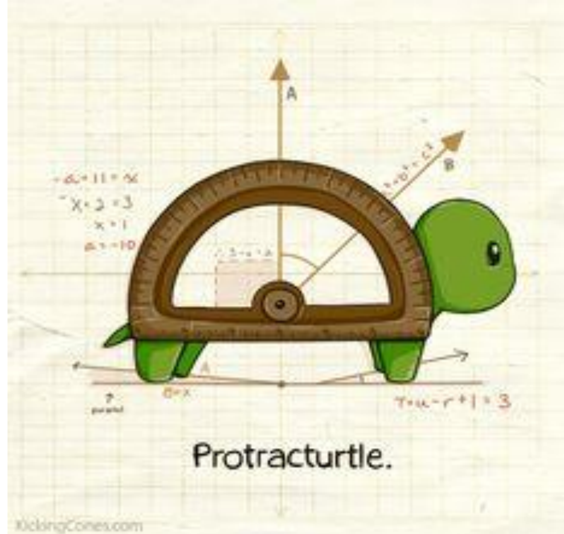


"No, this is its nucleus, not its cell phone."

सौजन्य : रेझोनन्स, इंडियन अॅकेडेमी ऑफ सायन्सेस, बंगलोर.

आजोबा, तुमचा (रक्त) दाब वाढतोय आणि तुमचे (जाडी) घनफळही वाढतय, हे बॉईलच्या नियमाविरुद्ध नाही कां?

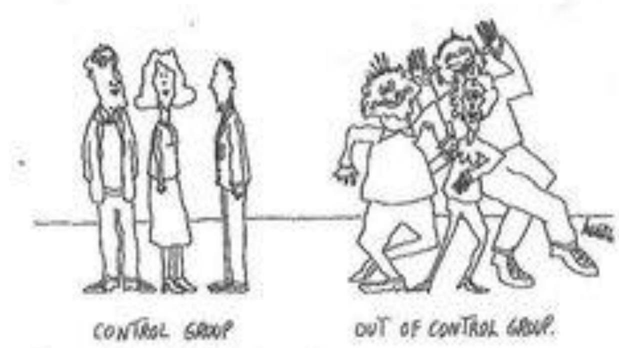
Picycle
NelsonAtHisBest, ifunny.mobi


Protracturtle.
KickingCones.com

LAB
"Well, I guess we're the control group."

DO i REALLY EXIST?
√-1
SNODGRASS/

He is too big. We need to perform a $\sqrt{a^2 + b^2}$ section.
The Birth of a Right Triangle

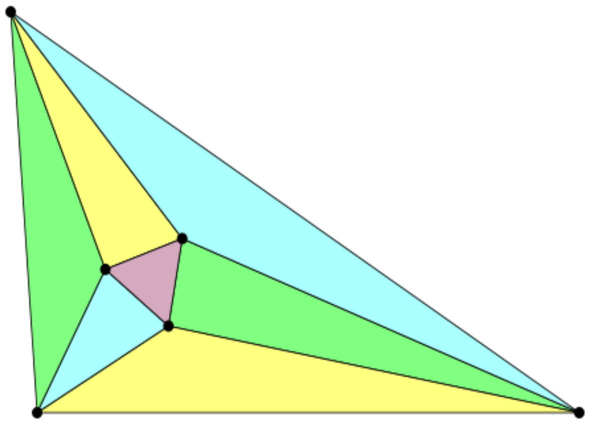

CONTROL GROUP
OUT OF CONTROL GROUP.

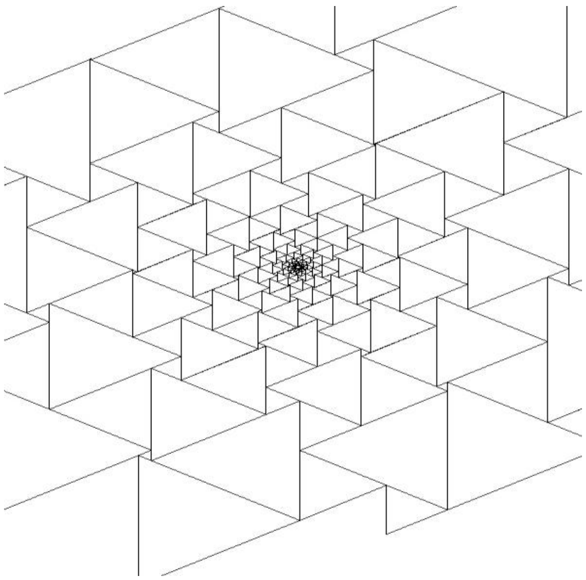
L. Gonick and W. Smith, *The Cartoon Guide to Statistics*. New York: HarperCollins Publishers, 1993 / 2015.

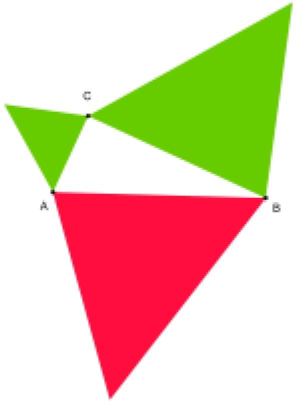
ज = ५ क्ष चा आलेख काढणे

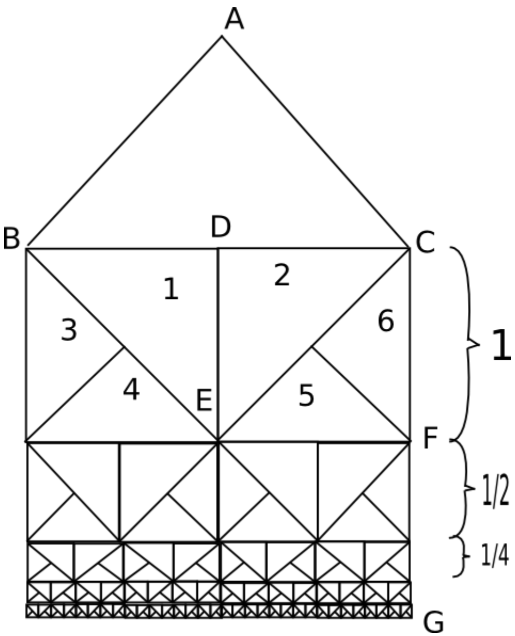
खरेदी-विक्रीचे रेषीय समीकरण तयार करणे

फक्त त्रिभूज वापरून एक व्यंगचित्र काढा आणि त्याला शीर्षक द्या





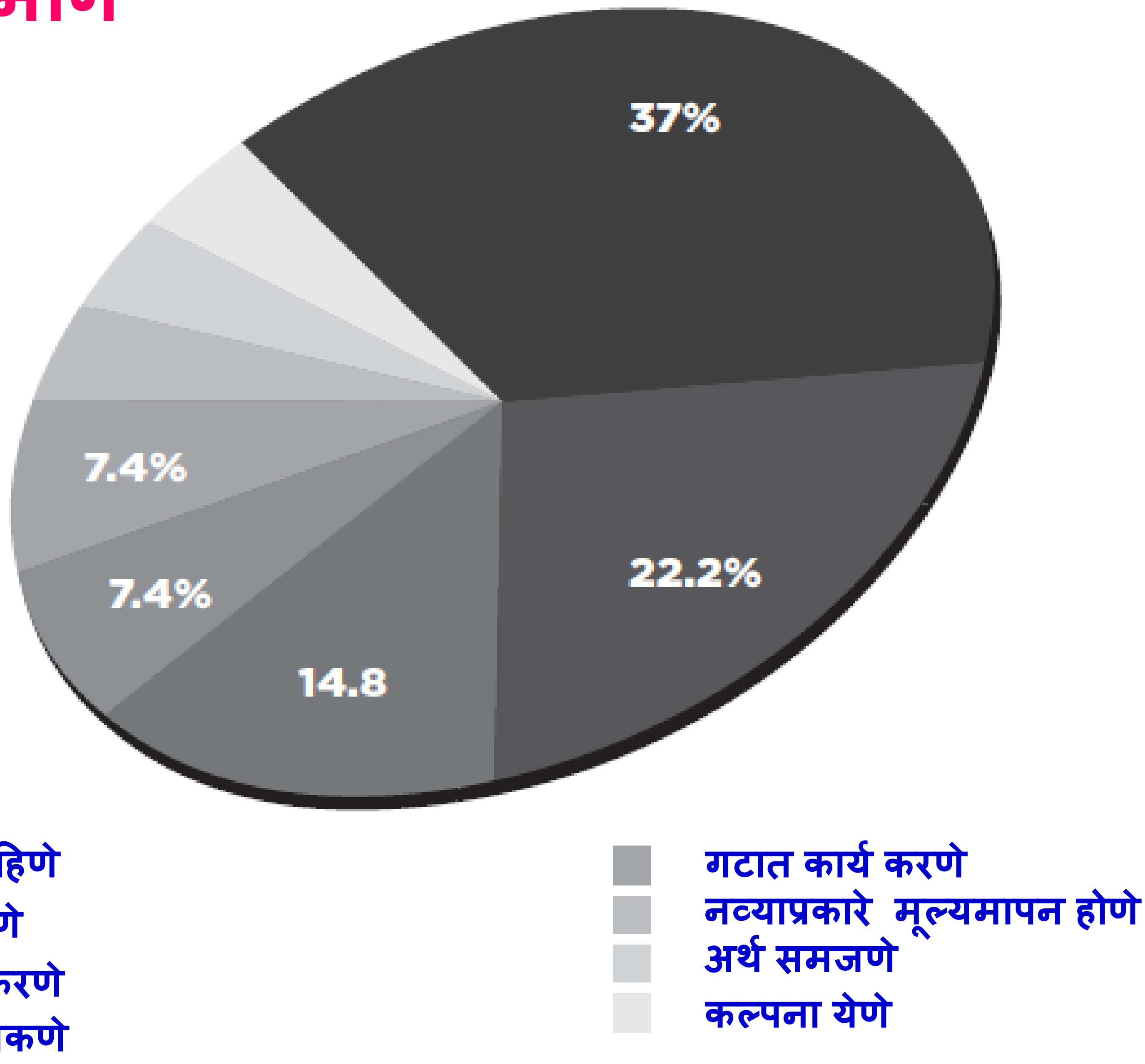




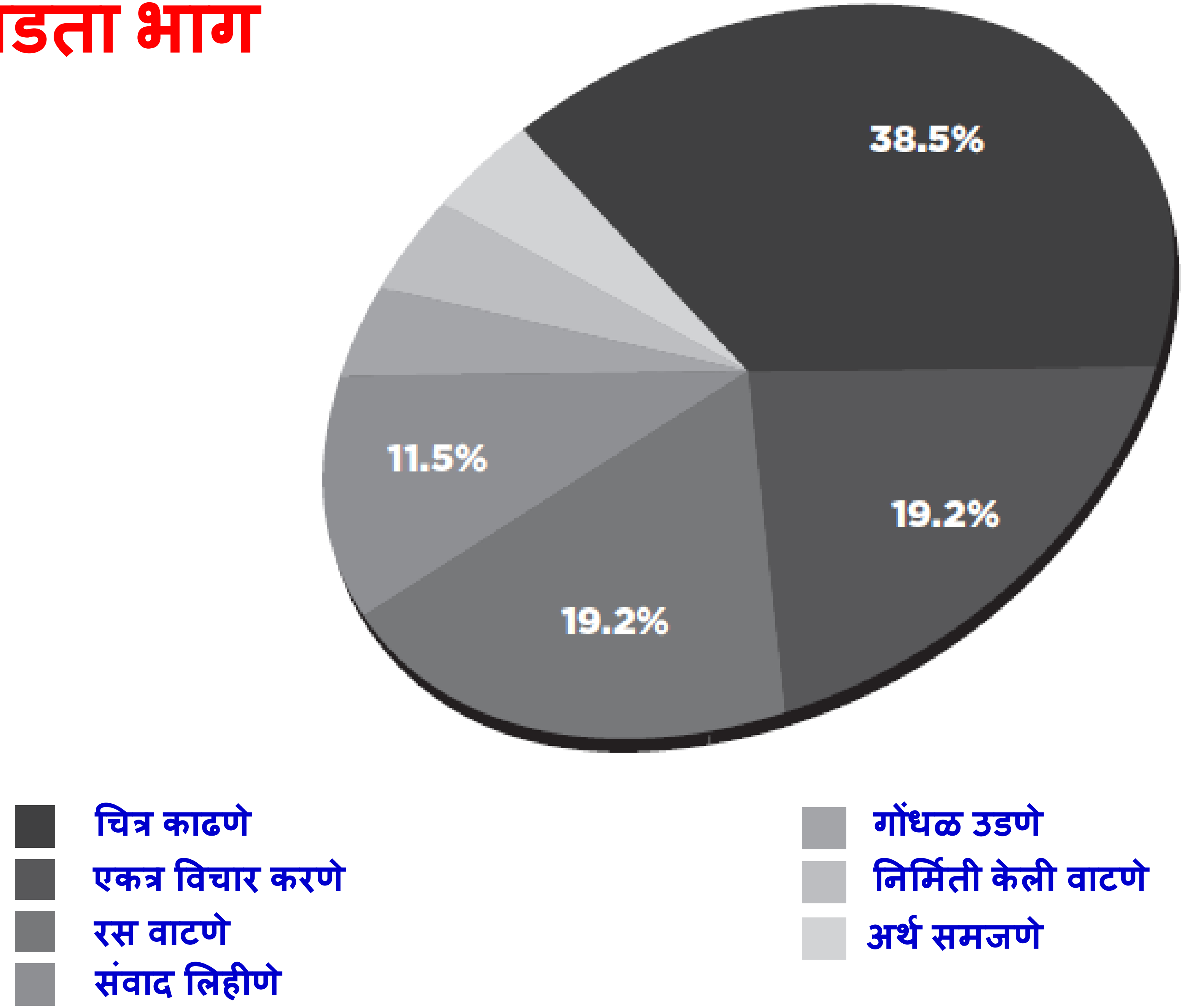
नमुनादाखल घटक प्रश्न :

- व्यंगचित्रांमुळे तुला संकल्पना समजण्यास मदत झाली का? झाली असल्यास कशी ते लिही.
- व्यंगचित्रांमुळे तुला काही नवी कल्पना सुचली? असल्यास ती लिही.
- व्यंगचित्रांमुळे तुला काय नवे शिकण्यास मिळाले?
- व्यंगचित्रं काढण्यात तुला आनंद मिळाला कां किंवा नाही?
- व्यंगचित्रं काढण्यात तुझा सर्वात आवडता भाग कुठला होता?
- व्यंगचित्रं काढण्यात तुझा सर्वात नावडता भाग कुठला होता?
- व्यंगचित्रांतून विज्ञान व गणित शिकणे आणि शिकवणे तुला आवडेल कां?

आवडलेला भाग


37%
22.2%
14.8
7.4%
7.4%
संवाद लिहिणे
चित्र काढणे
निर्मिती करणे
गणित शिकणे
गटात कार्य करणे
नव्याप्रकारे मूल्यमापन होणे
अर्थ समजणे
कल्पना येणे

नावडता भाग



38.5%
11.5%
19.2%
19.2%
चित्र काढणे
एकत्र विचार करणे
रस वाटणे
संवाद लिहीणे
गोंधळ उडणे
निर्मिती केली वाटणे
अर्थ समजणे

६) टाकाऊ वस्तुतून खेळणी निर्मितीचे मूल्यमापन

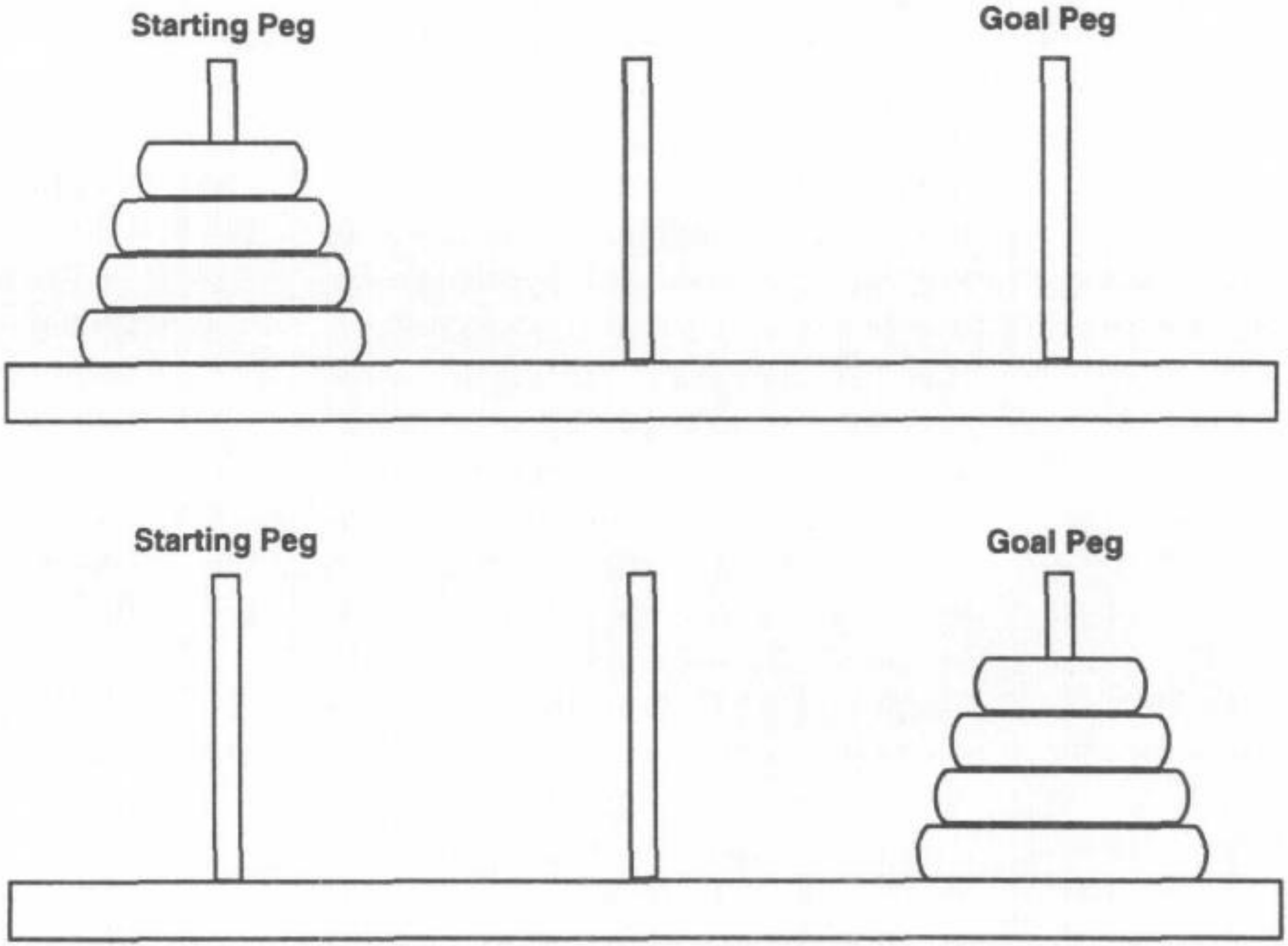
- ⊗ कल्पना
- ⊗ साहित्य निवड
- ⊗ जोडणी
- ⊗ खर्चाचा अंदाज
- ⊗ खेळण्याची सुरक्षितता

मूल्यमापनाचे नमुनादाखल घटक :

- वैज्ञानिक किंवा गणिती तत्त्वाची अभिव्यक्ती
- टिकाऊपणा
- आकर्षकता
- मोठ्या प्रमाणात निर्मितीची शक्यता

७) दिव्यांग विद्यार्थ्यांसाठी साधने/पद्धती यांचे मूल्यमापन

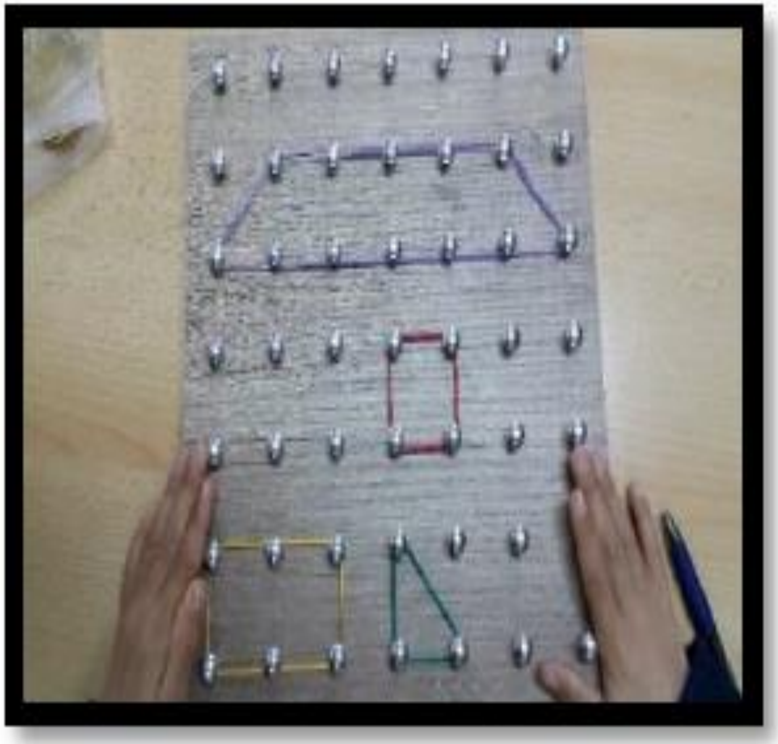
- √ कर्णबधीर व मुके अशा विद्यार्थ्यांसाठी अंकीय तंत्रज्ञानाचा वापर (गुगल ग्लास)
- √ खेळ आणि बहुमाध्यमांचा वापर
- √ त्वरित किंवा एकदम उचल खाऊन प्रतिक्रिया देण्याचा कल थांबवणे, ज्यामुळे चुका होणे टाळता येईल
- √ कृतीतून कोडी सोडवणे या पद्धतीने गणित शिकवणे
- √ गणित आणि विज्ञान शिकवण्यासाठी नवी सांकेतिक भाषा निर्माण करून तिची उपयुक्तता तपासणे



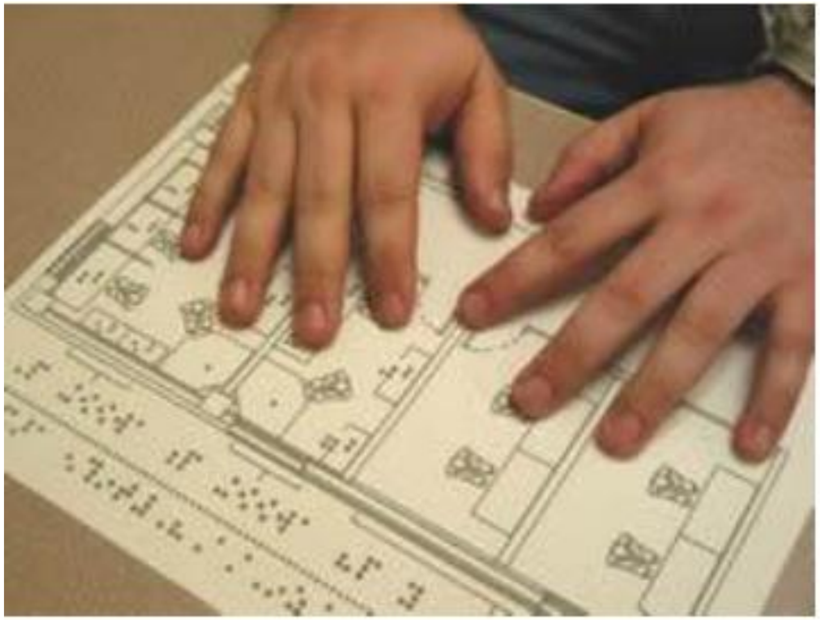
टॉवर ऑफ हेनॉय कोड

अंध विद्यार्थ्यांसाठी साधनं

* समुचित बोलकी पुस्तकं यांची निर्मिती
* सुलभ श्राव्य-स्पर्श अध्यापन साहित्य (उदा. कोडी, जिओबोर्ड, टेक्टाइल ग्राफिक्स) आणि इलेक्ट्रोनिक स्वरुपात माहिती निर्मिती
* वाचा किंवा बोलण्याचे कौशल्य, रेखाटन कला, तर्कसांगत मांडणी आणि अन्य उपयोजन कौशल्य वाढवणारी साधनं यांचा विकास
* पाठांवर आधारित नाटकं रचून ती सादर करण्यास प्रोत्साहन देणं
* अशा विद्यार्थ्यांसाठी विशेष संकेतस्थळं विकसित करणं

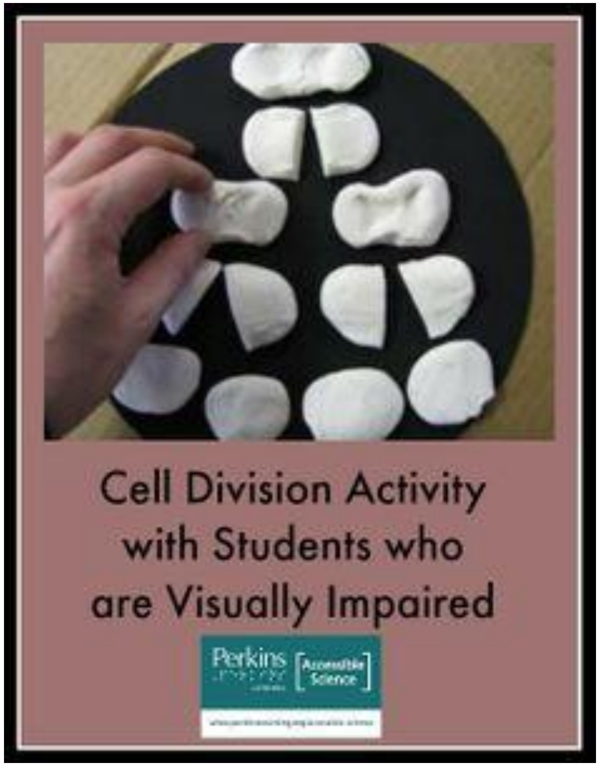


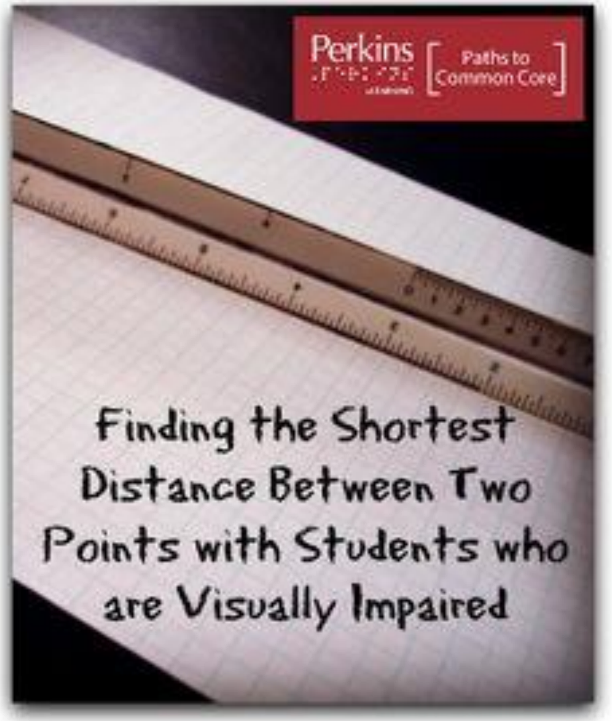
जिओबोर्ड

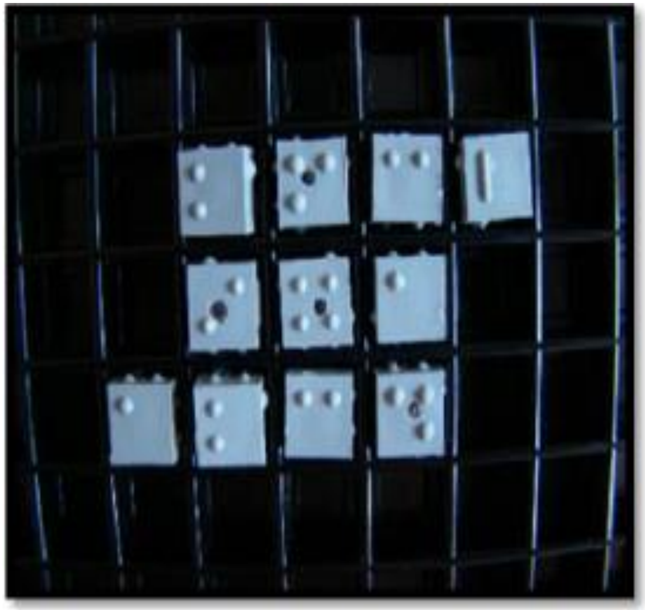


टेक्टाइल ग्राफिक

Abbildungen für Blinde.
Images à l'usage des aveugles.
Pictures for the Blind.
Immagini ad uso dei ciechi.

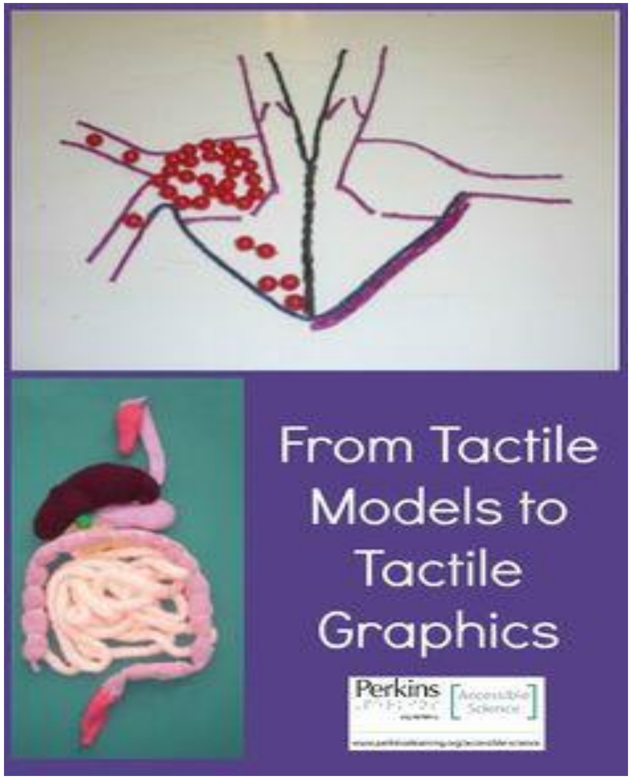

Cell Division Activity
with Students who
are Visually Impaired
Perkins
Accessible Science

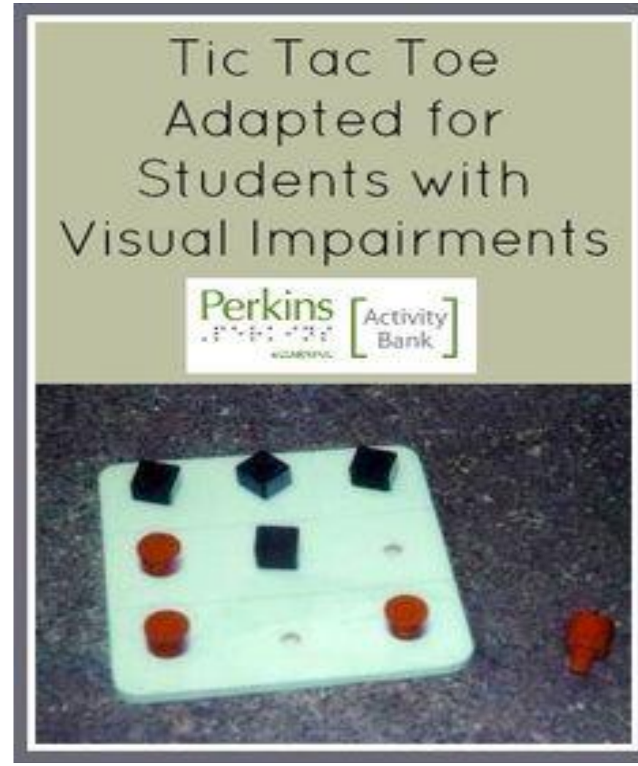

Perkins
Paths to Common Core
Finding the Shortest
Distance Between Two
Points with Students who
are Visually Impaired



क्युबॅरिदम - ब्रेल पाटी ज्यावर ब्रेल लिपीतील अंक लिहिलेले ठोकळे आहेत, ज्यांनी अंकगणित शिकता येईल

माहिती उच्चारू शकणारे गणकयंत्र


From Tactile
Models to
Tactile
Graphics
Perkins
Accessible Science


Tic Tac Toe
Adapted for
Students with
Visual Impairments
Perkins
Activity Bank

Illustrating the Layers of the
Earth Through Egg Dissection
for Students who are Visually Impaired
Perkins
Accessible Science

मूल्यमापन अशा कृतींचे ज्यामुळे,

- विद्यार्थ्यांस शिकण्यास प्रोत्साहन मिळते
- पाठांवर विद्यार्थी अधिक केंद्रित होतो
- विद्यार्थ्यांचा आत्मविश्वास वाढतो
- संकल्पना दीर्घकाळ स्मृतीत राहण्यास मदत मिळते
- विद्यार्थ्यांसाठी साधन सुरक्षित असते
- विद्यार्थ्यांस साधन वापरणे सुलभ असते
- प्रयोगशाळेतील वावर आणि इतर व्यवस्था दिव्यांग विद्यार्थ्यांसाठी उपयुक्त असते

पुढीलपैकी काही प्रश्न सत्राच्या शेवटी नियमितपणे विद्यार्थ्यांना विचारावे :

- या सत्रात सर्वात उपयोगी शिकलेली बाब कोणती होती?
- या सत्रात न समजलेली बाब कोणती होती?
- मी अशी कुठली कृती थांबवावी ज्यामुळे तुम्हाला समजण्यात बाधा येते?
- मी अशी कुठली कृती चालू ठेवावी ज्यामुळे तुम्हाला समजण्यात मदत मिळते?
- मी अशी कुठली नवी कृती सुरु करावी ज्यामुळे तुम्हाला समजण्यात मदत मिळेल?
- तुम्हाला समजण्यात बाधा येणाऱ्या गोष्टी आल्यास तुम्ही काय करता?
- तुम्हाला अधिक प्रभावीपणे शिकण्यासाठी तुम्ही स्वतः काय सुरु करू शकाल?

संशोधन कार्यपद्धतीची चौकट

प्रत्येक पायरीवर नैतिकता पालन

सादरीकरण/प्रकाशन

लेखन

काटेकोर अर्थ लावणे

वैधता तपासणी

आकडेवारी गोळा करणे, विश्लेषण

प्रयोग संरचना

धोरण

गृहीत संकल्पना

प्रश्न

सतत साहित्य शोध आणि परिक्षण

प्रकल्प कार्यपद्धती :-

उद्दिष्ट : माध्यमिक शालेय विद्यार्थ्यांच्या काही मूलभूत विचार क्षमता वाढवून त्यांच्या बदलांचे मूल्यमापन करणे

⇩

प्रश्न : नवीन पद्धतीने अध्यापन केल्यास माध्यमिक शालेय स्तरावरील विद्यार्थ्यांच्या मुलभूत विचार क्षमता पातळीतील बदल दिसेल कां?

⇩

तयारी : १) कुठल्या क्षमतेचे मूल्यमापन करायचे ते ठरवणे

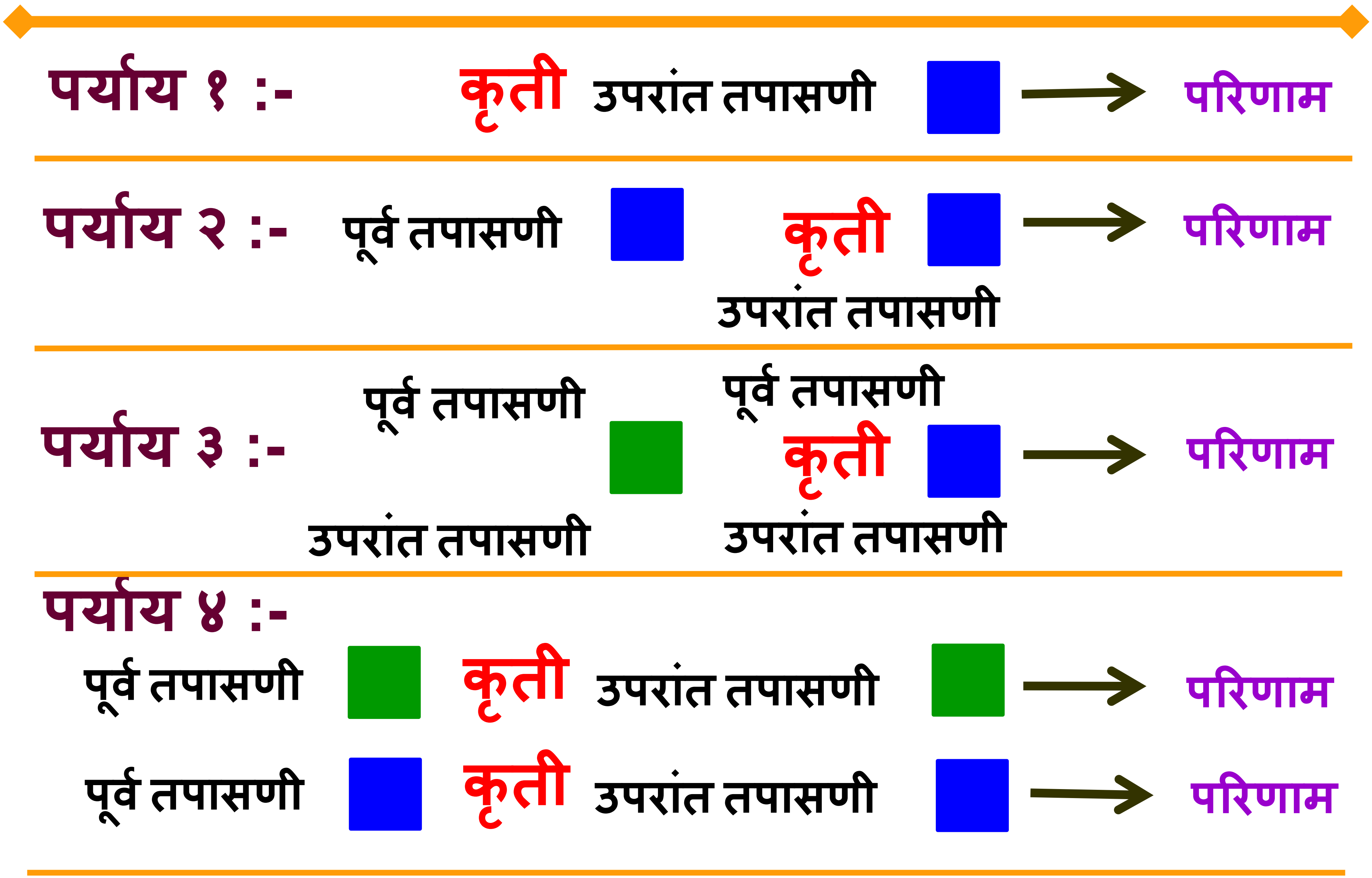
२) त्या क्षमतेचे सुरवातीस मूल्यमापन करणे

३) नवी अध्यापन पद्धती निवडणे

⇩

अभ्यास : नवी अध्यापन पद्धती राबवून क्षमतेचे मूल्यमापन परत करणे व बदल लक्षणीय आहेत कां हे तपासणे?

प्रयोग पद्धत : नियंत्रण गट प्रायोगिक गट

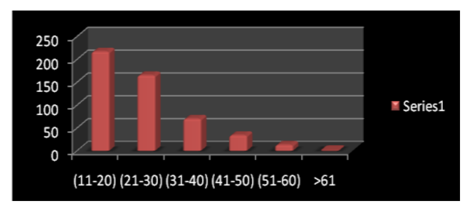


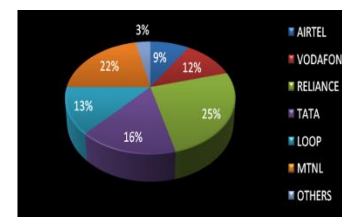
परिणाम तपासणी पद्धत :

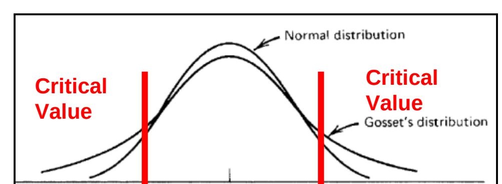
- ❖ चाचणी परिक्षा
- ❖ प्रश्नावली
- ❖ मुलाखत
- ❖ निरीक्षण

सांख्यिकी विश्लेषण पद्धत :

- ◄ तक्ते व आलेख
- ◄ 'टी' टेस्ट
- ◄ 'झेड' टेस्ट
- ◄ 'काय स्क्वेअर' टेस्ट







Example (t -Test for Paired Samples)

Expression capacity of 9 students was tested before and after special training. Their scores out of 20 are given below. Was the training effective? (check at 5% level of significance)

Student	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Before	10	15	9	3	7	12	16	17	4
After	12	17	8	5	6	11	18	20	3

Hypothesis:

H_0 : Mean score before and after the training is same

H_1 : Mean score before the training is less than mean score after the training

Student	Score before Training (Xi)	Score after Training (Yi)	Difference (D_i = Xi –Yi)	Difference squared (D_i^2)
1	10	12	2	4
2	15	17	-2	4
3	9	8	1	1
4	3	5	-2	4
5	7	6	1	1
6	12	11	1	1
7	16	18	-2	4
8	17	20	-3	9
9	4	3	1	1
n = 9			Sum D_i = -7	Sum D_i^2 = 29

Mean of Difference D_{mean} = (-7/9) = - 0.778

Standard Deviation of Difference D_{std} = 1.715

Hence, $t = (-0.778 - 0) \times (9)^{1/2} / (1.715) = -1.361$

Degrees of freedom = n – 1 = 9 - 1 = 8.

Critical value of t from the Table for 8 degrees of freedom at 5% level is -1.860.

The calculated value -1.361 does not go beyond the critical value and thus falls in the acceptance region.

This means we have to accept the null hypothesis that is, no significant difference is achieved by the special training.

Rank Correlation

Ten students are ranked according to their achievements in both the laboratory and lecture portions of a chemistry course.
Are they Correlated?

Laboratory	8	3	9	2	7	10	4	6	1	5
Lecture	9	5	10	1	8	7	3	4	2	6

Diff. (d)	-1	-2	-1	1	-1	3	1	2	-1	-1	
d^2	1	4	1	1	1	9	1	4	1	1	Sum =24

Spearman's rank correlation $r_{rank} = 1 - [(6(\text{sum of } d^2)/(n(n^2 - 1))]$

$= 1 - [6(24)/10(100 - 1)] =$ **0.8546**

It means a marked positive relationship exists between achievements in laboratory and lecture.

शोधनिबंधाचा आराखडा (एकूण २,००० शब्द)

शीर्षक

लेखक आणि पत्ता

(उपविषय)

सारांश (१५० ते २०० शब्द)

कळीचे शोधशब्द (६ ते ८)

प्रास्ताविक आणि लेखाचे उद्देश

स्पष्टपणे मांडलेला प्रश्न आणि त्याचे उप-प्रश्न

संदर्भांचे संक्षिप्त विवेचन

निवडलेली संशोधन पद्धत

आधारसामग्री मिळवल्याचे विवरण

विश्लेषण आणि चर्चा

(तक्ते, आलेख आणि आकृत्या)

शिफारसी (ऐच्छिक)

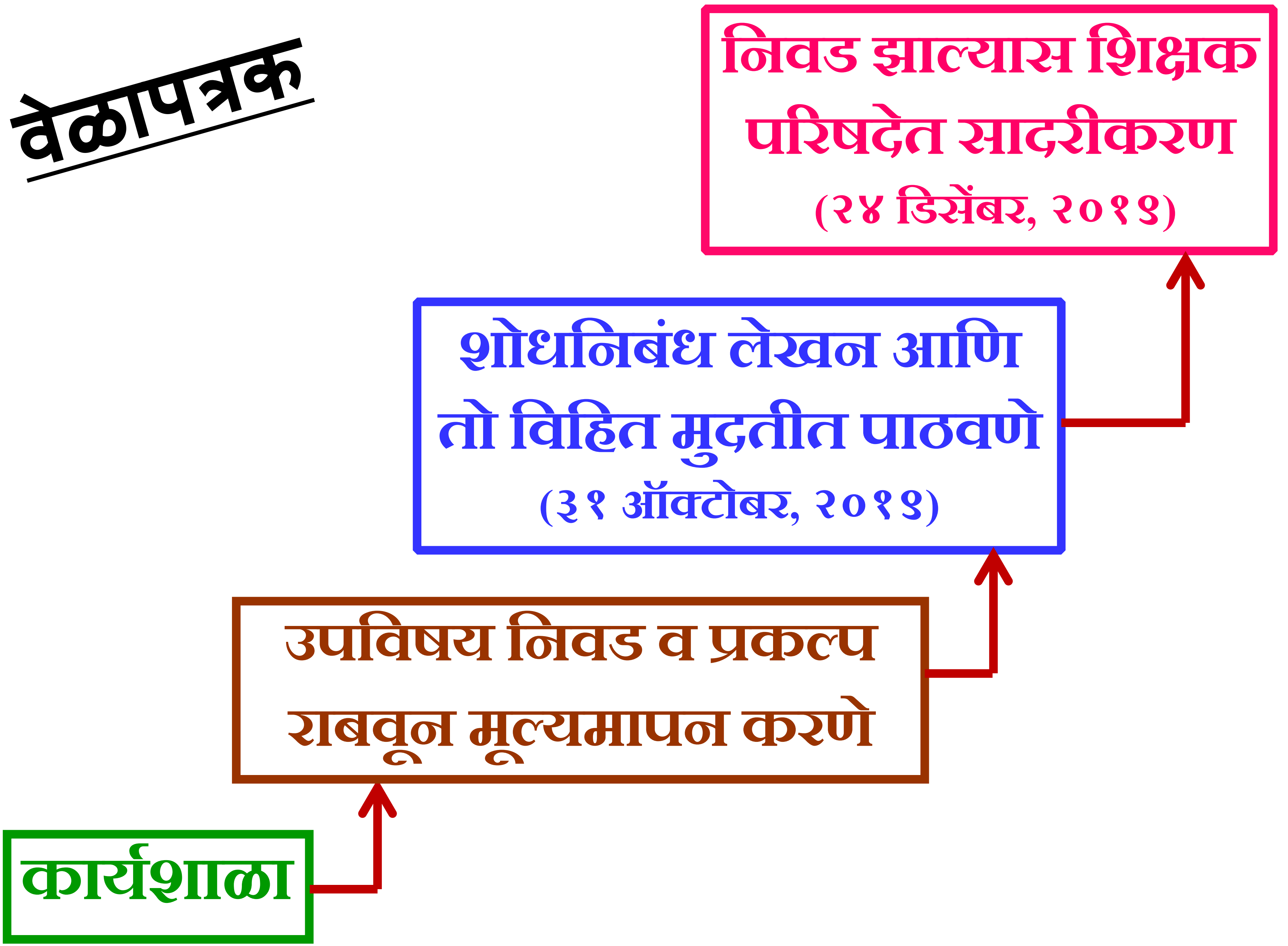
निष्कर्ष

आभार प्रदर्शन (ऐच्छिक)

परिभाषा (ऐच्छिक)

वापरलेले संदर्भ

परिशिष्ट (ऐच्छिक)


वेळापत्रक
कार्यशाळा
उपविषय निवड व प्रकल्प राबवून मूल्यमापन करणे
शोधनिबंध लेखन आणि तो विहित मुदतीत पाठवणे
(३१ ऑक्टोबर, २०१९)
निवड झाल्यास शिक्षक परिषदेत सादरीकरण
(२४ डिसेंबर, २०१९)

विद्यार्थ्यांच्या मूलभूत विचार-क्षमतेचा विकास करुन तिच्या मूल्यमापनाच्या अभ्यासासाठी तुम्हाला शुभेच्छा.

आभार,

- डॉ. विवेक पाटकर

vnpatkar2004@yahoo.co.in

(www.scienceteacherscongress.org)

वापरलेल्या सर्व स्त्रोतांचा मी आभारी आहे.