

शैक्षणिक सामग्री सङ्कलन, निर्माण तथा प्रयोग

शिक्षक सहयोगी पुस्तिका

(आधारभूत तह, गणित, कक्षा ६-८)

नेपाल सरकार

शिक्षा, विज्ञान तथा प्रविधि मन्त्रालय

पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

सानोठिमी, भक्तपुर

२०७४

प्रकाशक : नेपाल सरकार
शिक्षा, विज्ञान तथा प्रविधि मन्त्रालय
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र
सानोठिमी, भक्तपुर

© पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

पाठ्यक्रम विकास केन्द्रको लिखित स्वीकृतिबिना व्यापारिक प्रयोजनका लागि यस पुस्तकको पुरै वा आंशिक भाग हुबहु प्रकाशन गर्न, परिवर्तन गरेर प्रकाशन गर्न, कुनै विद्युतीय साधन वा अन्य प्रविधिबाट रेकर्ड गर्न र प्रतिलिपि निकाल्न पाइने छैन ।

संस्करण : वि.स. २०७४

वेबसाइट : www.moecdc.gov.np
फोन : ०१-६६३०५८८, ०१-५६३९१२२, ०१-६६३००८८, ०१-६६३५०४६
फ्याक्स : ०१-६६३०७९७
नोटिस बोर्ड : १६१८०१६६३०७९७

हाल्लो भनाइ

शिक्षालाई उद्देश्यमूलक, व्यावहारिक, समसामयिक र रोजगारमूलक बनाउन विभिन्न समयमा पाठ्यक्रम, पाठ्यपुस्तक, विकास, तथा परिमार्जन गर्ने कार्यलाई निरन्तरता दिईदै आएको छ। पाठ्यपुस्तकलाई कार्यरूप दिन शिक्षक निर्देशिका विकास गरिन्छ। विद्यार्थीमा गरेर सिकने बानीको विकास गराउन र प्रायोगिक ढङ्गले गणितीय विषयवस्तुको सिकाइका लागि गणित शैक्षणिक सामग्री सङ्कलन, निर्माण र प्रयोग सम्बन्धी कार्य महत्त्वपूर्ण मानिन्छ। विद्यार्थीमा राष्ट्रियता, राष्ट्रिय एकता र लोकतान्त्रिक संस्कारको भावना पैदा गराई नैतिकवान्, अनुशासन र स्वावलम्बन, सिर्जनशील, चिन्तनशील समावेशी समाज निर्माणमा योगदान दिन सक्ने भाषिक तथा गणितीय सिप, विज्ञान, सूचना तथा सञ्चार प्रविधि, वातावरण, स्वास्थ्य र जनसङ्ख्या सम्बन्धी ज्ञान र जीवनोपयोगी सिपको विकास गराउनु जरुरी छ। उनीहरूमा कला र सौन्दर्य, मानवीय मूल्यमान्यता, आदर्श र वैशिष्ट्यहरूको संरक्षण तथा संवर्धनप्रतिको भाव जगाउन आवश्यक छ। समतामूलक समाजको निर्माणमा सहयोग पुऱ्याउन उनीहरूमा विभिन्न जातजाति, लिङ्ग, अपाङ्गता, भाषा, धर्म, संस्कृति र क्षेत्रप्रति समभाव जगाउनु र मानव अधिकार तथा सामाजिक मूल्यमान्यताप्रति सचेत भई जिम्मेवारीपूर्ण आचरणको विकास गराउनु पनि आजको आवश्यकता बनेको छ। आधारभूत शिक्षा पाठ्यक्रम (कक्षा ६-८), २०६९ लाई मूल आधार मानी शिक्षा सम्बन्धी विभिन्न आयोगका सुझाव, शिक्षक, विद्यार्थी तथा अभिभावकलगायत शिक्षासँग सम्बद्ध विभिन्न व्यक्ति सम्मिलित गोष्ठी, अन्तर्क्रियाका निष्कर्ष र विभिन्न विद्यालयमा परीक्षण गरी प्राप्त पृष्ठपोषणसमेतलाई समेटि तयार गरिएका पाठ्यपुस्तकका विषयवस्तुको कुशल सिकाइका लागि यो गणित शैक्षणिक सामग्री सङ्कलन, निर्माण तथा प्रयोग शिक्षक निर्देशिका तयार गरिएको हो।

यस गणित शैक्षणिक सामग्री सङ्कलन, निर्माण तथा प्रयोग शिक्षक निर्देशिकाको विकास केन्द्रका कार्यकारी निर्देशक कृष्णप्रसाद काप्रीको संयोजकत्वमा रेणुका पाण्डे, रामचन्द्र पौडेल, कृष्ण गोंसाई, नरहरि आचार्य, पशुराम शर्मा र रितु श्रेष्ठ सम्मिलित कार्यदलबाट भएको हो। निर्देशिकालाई यस स्वरूपमा ल्याउने कार्यमा प्रा.डा. राममान श्रेष्ठ, सहप्राध्यापक लक्ष्मीनारायण यादव, सहप्राध्यापक वैकुण्ठप्रसाद खनाल, कृष्णप्रसाद पोखरेल, गोमा श्रेष्ठ, राजकुमार माथेमा, अनिरुद्रप्रसाद न्यौपानेलागायतको विशेष योगदान रहेको छ। यसको विषयवस्तु सम्पादन हरीश पन्त, भाषा सम्पादन चिनाकुमारी निरौलाबाट भएको हो। यस निर्देशिकाको विकास तथा परिमार्जन कार्यमा संलग्न सबैप्रति पाठ्यक्रम विकास केन्द्र धन्यवाद प्रकट गर्दछ।

कक्षा कोठामा सिकाइ सहजीकरण प्रक्रियालाई प्रभावकारी बनाउन गणित शिक्षणमा सामग्री सङ्कलन, निर्माण तथा प्रयोगको भूमिका महत्त्वपूर्ण हुन्छ। प्रायोगिक ढङ्गले गणितीय विषयवस्तुको सिकाइका लागि गणितीय सिकाइ सामग्रीको अपरिहार्यता रहन्छ। यसबाट पाठ्यक्रमद्वारा लक्षित सक्षमता हासिल गराउन मदत पुऱनुका साथै निर्माणात्मक मूल्याङ्कनका लागि समेत सहयोगी हुने अपेक्षा गरिएको छ। यस गणित शैक्षणिक सामग्री सङ्कलन, निर्माण तथा प्रयोग शिक्षक निर्देशिकालाई सकेसम्म प्रायोगिक, क्रियाकलापमुखी र रुचिकर बनाउने प्रयत्न गरिएको छ। यसलाई अभै परिष्कृत पार्नका लागि शिक्षक, बुद्धिजीवी एवम् सम्पूर्ण पाठकहरूकोसमेत महत्त्वपूर्ण भूमिका रहने हुँदा सम्बद्ध सबैको रचनात्मक सुझावका लागि पाठ्यक्रम विकास केन्द्र हार्दिक अनुरोध गर्दछ।

पाठ्यक्रम विकास केन्द्र

वि.सं. २०७५

विषय सूची

क्र.स.	एकाइ	पृष्ठ सङ्ख्या
१.	गणितका शैक्षणिक सामग्रीहरू	१
२.	वृत्त बोर्ड (Circle Board)	९
३.	टेनग्राम (Tangram)	१४
४.	जियोबोर्ड (Geoboard)	१९
५.	मेकानो स्ट्रिप (Mechano Strips)	२५
६.	कागज पट्याएर बनेका नमुनाहरू (Paper folding models)	२७
७.	ठोस ज्यामितीय आकृतिहरू (Geometrical Solids)	३५
९.	ग्राफ बोर्ड (Graph Board)	४३
१०.	नोमो ग्राफ (Nomo Graph)	४५
११.	भिन्न पत्तीहरू (Fraction Strips)	४७
१२.	क्विजनायर्स रड (Cuisenaire's Rod)	५१
१३.	भिन्न चक्का (Fraction Wheel)	५६
१४.	डाइस (Dice)	६०
१५.	सङ्ख्या रेखा (Number Line)	६२
१६.	कागजको द्विआधार क्याल्कुलेटर (Binary Calculator of Paper)	६५
१७.	स्थानान्तरण सेट (Transformation set)	६८
१८.	नेपियर बोन (Napier's Bones)	७१
१९.	सन्तुलित डन्डी (Balanced Beam)	७४
२०.	बीजीय नमुनाहरू (Algebraic Models)	७६
	सन्दर्भ सामग्रीहरू	८१

१. गणितका शैक्षणिक सामग्रीहरू

परिचय

समाज विकास र वैज्ञानिक आविष्कारको मुख्य संवाहकका रूपमा गणित विषयलाई लिइन्छ । तसर्थ विद्यालय तहको पाठ्यक्रममा गणितले मुख्य स्थान लिएको छ । तापनि गणितलाई अलि कठिन र निरस विषयका रूपमा लिएको पाइन्छ । यसको मुख्य कारण भनेको गणित सिकाइ सहजीकरण प्रभावकारी नहुनु नै हो । गणित एउटा प्राविधिक पनि विषय हो । गणितीय धारणा र अवस्थाहरूको स्थायित्व तथा व्यावहारिकताका लागि उक्त विषयवस्तु विभिन्न किसिमका सामग्रीहरू प्रयोग गरेर सिकनु र सिकाउनु आवश्यक छ । त्यस्ता सामग्रीहरूलाई गणित सिकाइ सहजीकरण सामग्रीहरू भनिन्छ । गणितीय धारणा र विषयवस्तु सामग्रीहरू प्रयोग गरेर सिकने र सिकाउने गरेमा मात्र सिकाइ अर्थपूर्ण हुने पूर्णता प्राप्त हुने र दीर्घकालीन रूपमा सिकन र प्रयोग गर्न सकिन्छ । तसर्थ गणित सिकाइ सहजीकरणलाई सही विधिबाट अगाडि बढाउन र शिक्षणलाई दिगो एवम् प्रभावकारी बनाउनका लागि शिक्षक वा विद्यार्थीहरूले प्रयोग गर्ने विभिन्न सामग्रीहरूको आवश्यकता हुन्छ । विशेषतः शैक्षणिक सामग्रीहरूले गणित सिकाइमा निम्न कुराहरूलाई सहयोग गर्दछ :

- सिकाइप्रति अभिरुचि, इच्छा, उत्साह जगाउँछ ।
- विद्यार्थीहरूलाई सिकाइ कार्यमा प्रत्यक्ष संलग्न गराउँछ ।
- गणितीय धारणाहरूलाई सरल एवम् सजिलै बुझ्न सहयोग गर्छ ।
- गणितीय धारणाहरूको छलफल एवम् प्रयोग तथा स्थानान्तरणमा मदत गर्छ ।
- अमूर्त कुराहरू मूर्त र अर्धमूर्त वस्तुहरू प्रयोग गरी सिकाउन सजिलो हुन्छ ।
- प्रयोगात्मक कार्य गराउन सजिलो हुन्छ ।
- विद्यार्थी केन्द्रित सिकाइ सहजीकरण क्रियाकलाप गर्न सहयोग पुग्छ ।
- सिकाइमा रुचिकर जगाई दिगो र स्याथी हुन्छ ।
- पाठको उद्देश्य पूरा गर्न सहज हुन्छ ।
- विद्यार्थीहरूलाई सिकाइमा सक्रिय बनाउन सहयोग पुग्छ ।
- कमजोर सिकाइ स्तर भएका विद्यार्थीलाई सिकाउन सजिलो हुन्छ ।
- खेलबाटै सिकाइ हुन्छ ।
- विद्यार्थीमा आधारभूत गणितीय धारणाको विकास गराई गणितीय सिप विकास हुन्छ ।

- विद्यार्थीको गणितप्रतिको मनोवैज्ञानिक सोचाइमा परिवर्तन हुन्छ ।
- सिर्जनात्मक सिकाइ हुन्छ ।
- विद्यार्थीहरू गणित सिकाइप्रति आकर्षित हुन्छन् ।
- विद्यार्थीमा गणितको व्यावहारिक प्रयोगको विकास भई बदलिँदो सामाजिक परिवेशसँग सामञ्जस्यता कायम हुन्छ ।
- आधुनिक विश्वव्यापीकरणका लागि प्रतिस्पर्धी सक्षम नागरिक तयार हुन्छन् ।

गणित शिक्षण सिकाइका लागि नयाँ नयाँ आयाम तथा प्रक्रिया र विधिहरूको खोज एवम् अनुसन्धान भइरहेको परिप्रेक्ष्यमा शिक्षण कार्यमा यससँग सम्बन्धित सामग्रीको प्रयोग गर्नु अपरिहार्य छ । पठनपाठनमा शैक्षणिक सामग्रीको प्रयोगले आधुनिक एवम् वैज्ञानिक ढङ्गले शिक्षण गर्न मद्दत पुग्छ । गणित शिक्षणमा सामग्री प्रयोग गर्दा निम्न कुराहरूमा ध्यान दिनुपर्दछ :

- सामग्री उद्देश्य मूलक हुनुपर्छ । अथवा पढाउने पाठसँग मेलखाने हुनुपर्छ ।
- सामग्री सकेसम्म स्थानीय वस्तुहरूबाट निर्मित मूल्य नपर्ने वा कम मूल्य पर्ने हुनुपर्दछ ।
- सामग्री पूर्व परीक्षण भएको हुनुपर्छ ।
- सामग्री मूल्याङ्कन योग्य हुनुपर्छ । सामग्री प्रयोग गरिसकेपछि शिक्षण सिकाइमा के कस्तो फरक आयो वा व्यवहारमा कस्तो परिवर्तन आयो मूल्याङ्कन गर्न सक्ने हुनुपर्छ ।

गणित एक तार्किक विषय हो । यसलाई केवल पढेर, सूत्र घोकाउने र समस्याहरू समाधान गर्ने गरी मात्र शिक्षण गर्दा प्रभावकारी सिकाइ हुँदैन । यसका लागि गरेर सिक्ने (learning by doing) विधि आवश्यक हुन्छ । तसर्थ गणितीय तथ्य, धारणा तथा सिद्धान्तहरूलाई प्रभावकारी सिकाइका लागि शैक्षणिक सामग्रीसहितको बालमैत्री कक्षाकोठा आवश्यकता पर्दछ । विद्यालयहरूमा छुट्टै विज्ञान प्रयोगशाला जस्तै गणित प्रयोगशाला पनि बनाउन सकिन्छ । गणित प्रयोगशालामा विभिन्न किसिमका सिकाइ सामग्रीहरू, सामग्रीहरूको प्रयोग गर्ने तरिका, निर्देशिका साथै प्रयोग हुने स्थानसमेत अङ्कित गरिएको हुन्छ । गणित प्रयोगशालामा सिकारुहरूले स्वतःस्फूर्त रूपमा गणितीय सामग्रीहरू चलाउने, प्रयोग गर्ने र खेलाउने कार्य गर्न सक्छन्, (In mathematics lab the learner solve problems, explore mathematical concepts, formulate mathematical principles and discover mathematical relations.) कुनै पनि विद्यालय एवम् शिक्षण संस्थामा गणित विषयमा विभिन्न शैक्षणिक सामग्रीहरूसहितको राम्रो कक्षाकोठा छ । तर त्यसमा विद्यार्थीहरूको पहुँच छैन वा सिकारुहरूले उक्त प्रयोगशालामा गएर सामग्रीहरू चलाउनु, प्रयोग गर्न पाउँदैनन् भने उक्त प्रयोगशाला प्रयोगशाला नभएर गणित सामग्री भण्डार मात्र हुन्छ । गणित प्रयोगशालामा विद्यार्थीहरूलाई गरेर देखाउनेभन्दा विद्यार्थीहरूलाई कुनै कार्य गर्न अभिप्रेरित गर्ने, प्रोत्साहित गर्ने र विद्यार्थीहरूलाई प्रयोगका बेलामा परेका समस्याहरूलाई समाधान गर्ने र पथप्रदर्शकको भूमिका शिक्षकको रहन्छ ।

गणित शिक्षण सामग्रीका प्रकार (Types of Teaching Materials in Mathematics)

गणित सिकाइ सहजीकरणमा प्रयोग गरिने जुनसुकै सामग्रीहरूलाई गणितका शैक्षणिक सामग्रीहरू भनिन्छ। सामग्रीले धारणा, तथ्य तथा सिद्धान्तहरूलाई सिक्न एवम् सिकाउन सहज र सरल बनाउँछ। फरक फरक धारणा तथा तथ्यहरूलाई सिकाउनका लागि फरक फरक सामग्रीहरू प्रभावकारी हुन्छन्। एउटै सामग्री एउटा धारणाका लागि अत्यन्त प्रभावकारी भए पनि अर्को धारणाका लागि कम प्रभावकारी हुन सक्छ, जहाँ चक, डस्टर, Flatine board, chart, circle board, Geo board, film strip, ideo, flipcharts projectors slides आदि पर्दछन्। मुख्य गरी गणित शैक्षणिक सामग्रीहरूलाई प्रयोगका आधारमा निम्न तिन भागमा विभाजन गर्न सकिन्छ :

(क) सुनेर वा हेरेर सिक्नका लागि प्रयोग गरिने (Audio-visual materials)

सिकारुले हेरेर वा सुनेर सिक्न सिकाउन प्रयोग गरिने सामग्रीहरूलाई Audio visual materials भनिन्छ, यस्तै: शैक्षणिक पाटी, board, chart, computer visual aids हुन् भने casset player, CDs आदि Audio aids हुन्। Audio visual सामग्रीहरूअन्तर्गत विभिन्न विद्युतीय सामग्रीहरू पनि पर्दछन्, जस्तै: क्याल्कुलेटर, सिडी, डिभिडी, फिल्महरू आदि।

(ख) चलाउन सकिने सामग्रीहरू (Manipulative materials)

सिकारुले आफैले हेरेर प्रयोग गरेर खेलाएर कुनै पनि धारणा सिक्न वा सिकाउन प्रयोग गरिने सामग्रीहरूलाई Manipulative materials भनिन्छ, जस्तै: Puzzle set, tangram, आदि। सिकाइ सहजीकरण क्रियाकलापका लागि Manipulative materials लाई अति नै महत्त्वपूर्ण रूपमा लिइन्छ। स्थानीय स्तरमा पाइने र सजिलै निर्माण गर्न सकिने भएकाले यसको अभि बढी महत्त्व रहेको छ। Manipulative materials को छनोट गर्दा मुख्य गरी शिक्षण सम्बन्धी विषयवस्तु र physical मापदण्डमा आधारित हुनुपर्छ। उक्त सामग्रीहरू छनोट गर्दा निम्न कुराहरूमा ध्यान दिनु आवश्यक छ :

- सामग्री आकर्षक (Attraction) हुनुपर्छ
- टिकाउ (Durable) हुनुपर्छ
- सरल (Simple) हुनुपर्छ
- उपयुक्त आकारमा हुनुपर्छ
- उपयुक्त मूल्यमा उपलब्ध हुनुपर्छ।

(ग) साङ्केतिक सामग्रीहरू (Symbolic Materials)

सिकारुहरूले पढेर वा हेरेर कुनै गणितीय धारणाहरू सिक्न सिकाउन मदत पुऱ्याउने सामग्रीहरूलाई symbolic materials भनिन्छ। जसमा पाठ्यपुस्तक, पाठ्यक्रम, विभिन्न गणितीय लेख रचनाहरू, Encyclopedia आदि पर्दछन्। यस्ता सामग्रीहरूले सिकारुलाई

सिकाइसकेका धारणाहरूलाई जाँच गर्ने, पुष्टि गर्ने साथै प्रयोगमा वैकल्पिक तरिकाहरूको खोजीमा सहयोग गर्दछ ।

उपर्युक्त प्रकारहरूका अतिरिक्त गणित शैक्षणिक सामग्रीहरूलाई उपलब्धताको हिसाबले मुख्य गरी निम्न २ प्रकारमा विभाजन गरिएको छ ।

१. बजारमा पाइने (Readymade materials)

२. शिक्षक निर्मित सामग्रीहरू (Teacher prepared materials)

विभिन्न अमूर्त गणितीय धारणाहरूलाई मूर्त रूपमा ग्रहण गर्नका लागि बालबालिकाहरूलाई ठोस वस्तु प्रयोग गरेर शिक्षण सिकाइ गर्नुपर्ने हुन्छ । बालबालिकाहरूले गणितीय धारणाहरू सहज रूपमा सिक्न र सिकेका धारणाहरूलाई समय सापेक्ष प्रयोग गर्नका लागि उपयोग गरिने सामग्रीहरूलाई गणितका शैक्षणिक सामग्रीहरू भनिन्छ । बालबालिकाहरूलाई गणितीय धारणाहरू र सिपहरू सिकाउनका लागि उनीहरूलाई सामग्रीहरू चलाउने, सामग्रीहरूसँग खेल्ने, सामग्रीहरू Assemble गर्ने तथा Disassemble गर्ने कार्यमा संलग्न गराउनु पर्दछ । जसले गर्दा सिकाइमा निखार र दिगोपना प्राप्त हुन्छ । सबै सामग्रीहरू बजारबाट किनेर मात्र प्राप्त हुन्छन् भन्ने कुरा पनि हुँदैन । गणित शिक्षण सामग्रीहरू स्थानीय स्तरमा पाइने सामग्रीहरूबाट निर्मित हुन आवश्यक छ । त्यति मात्र नभएर बालबालिकालाई संरचित वा पूर्व निर्मित सामग्रीहरूमा मात्र आश्रित गराउनु सान्दर्भिक हुँदैन । गणितीय सामग्रीहरू बालबालिकाहरूलाई जम्मा गर्न र बनाउन पनि लगाउनुपर्ने हुन्छ । जुन सामग्री बालबालिका स्वयम् निर्माण गर्दछन् । उक्त सामग्रीको प्रयोग गर्न सकिने क्षेत्र, ठाउँ र विषयवस्तुका बारेमा पनि बालबालिकाहरूलाई स्पष्ट रूपमा जानकारी गराउनुपर्छ । विशेषगरी गणित शैक्षणिक सामग्रीहरूले बालबालिकाको सिकाइमा निम्न कार्यमा सहयोग पुऱ्याउँछन् ।

- गणितीय सङ्ख्याहरूबारे र अमूर्त ज्ञानप्रति रुचि जगाउन
- गणितीय समस्याहरू समाधान गर्न
- गणितका शाब्दिक समस्याहरूलाई गणितीय वाक्यमा प्रस्तुत गर्न
- सिकाइप्रति रुचि उजागर गर्न र उत्प्रेरणा जगाउन
- विभिन्न गणितीय अस्पष्टतालाई हटाउन
- विद्यार्थीहरूलाई गणित सिकाइमा सक्रिय बनाउन ।

आधारभूत तहका बालबालिकाहरू ठोस सामग्रीको प्रयोग गरी उक्त सामग्रीको र गणितीय धारणाको बिचमा सम्बन्ध स्थापित गरी धारणालाई ग्रहण गर्न सक्षम भइसकेका हुन्छन् । तसर्थ उनीहरूलाई गणितीय जटिल एवम् सरल समस्याहरू, अवधारणाहरू र तथ्यहरूलाई सिकाउनका लागि शैक्षणिक सामग्रीहरूको प्रयोग अपरिहार्य छ ।

प्रविधिमा आधारित अन्तरक्रियात्मक सामग्रीहरू (Technology based interactive materials)

गणित शिक्षणका लागि बजारमा पाइने ठोस सामग्रीहरू (concrete materials) को प्रयोगले मात्र पूर्णता पाउँछ, भन्ने छैन । यसका लागि विभिन्न interactive र digital सामग्रीहरू प्रयोग गर्नु अति आवश्यक छ । वर्तमान सूचना प्रविधिको समयमा गणितलाई प्रविधिभन्दा टाढा वा अलग राखेर सिकाउनु सान्दर्भिक हुदैन । interactive र digital सामग्रीहरू त्यस्ता सामग्रीहरू हुन् जसलाई चलाएर, छोएर वा प्रयोग गरेर सिकारुले गणितका विभिन्न तथ्य, धारणाहरू तथा अवधारणारू सिक्न सक्छन् ।

गणित शिक्षणका यस्ता सामग्रीहरू खाली computer मात्र नभई computer प्रयोग गरेर विभिन्न गणितीय धारणाहरू, तिनीहरूको विस्तार एवम् प्रमाण र पुष्टि पनि गर्न सकिन्छ । त्यति मात्र नभई ती softwares हरूको प्रयोगले विभिन्न गणितीय समस्याहरू तथा साङ्ख्यिक समस्याहरू समाधान गर्न पनि सहयोग गर्दछ । हाल प्रचलित केही गणितीय softwares हरूको निम्नानुसार रहेका छन् :

1. Spread sheet
2. Mathematica
3. Geo-gebra
4. Graphic calculator
5. Computer algebra system
6. Basic pascal of C+, C++
7. Interactive board
8. Interactive Geometric softwares
9. Computer sketch pad and geometer's sketch pad

गणित एक व्यावहारिक र प्रयोगात्मक विषय हो । यस विषयलाई सैद्धान्तिक रूपमा मात्र सीमित गर्नु वास्तवमा विद्यार्थीलाई गणितीय ज्ञान, सिप सिक्नबाट वञ्चित गर्नु हो । त्यसैले विषयलाई व्यावहारिक र प्रयोगात्मक बनाउन शैक्षणिक सामग्रीको प्रयोग अति महत्त्वपूर्ण हुन्छ ।

Program languages	Dunamic geometry softwares	Graph-photters	Compute r algera system	Grapphic calculato r	Mathematic al tools
MSW OLgo, TrueBASI C	Cabri II, Cinderella, matheamitca , Geobegra, sketchpad,	Autograph, PC, Cypu, Graphmatika , Librmsyh, OLcus,	DISCUS, Fathom, Sup stat	CBL, software, TI Link	FxDraw, Ti Iteteractive, UCALC, corral draw, free hand

	WinGeom, Dynamic geometry	OMnigraph,			
--	---------------------------------	------------	--	--	--

आधारभूत तहमा गणित शिक्षणका लागि उपयोगी केही सामग्रीहरूलाई क्षेत्रगत रूपमा निम्नानुसार प्रस्तुत गरिएको छ :

आधारभूत तहको गणित विषय क्षेत्रका आधारमा केही स्थानीय शैक्षणिक सामग्रीहरूको सूची

क्र.स.	क्षेत्र	एकाइ	शैक्षणिक सामग्रीहरू	कैफियत
१.	ज्यामिति	रेखा र कोण	धागो, जुस पाइप, सिन्काहरू, गहुँको छ्वाली, बाँसका सिक्का, जुस पाइप, वृत्त बोर्ड, मेकानो स्ट्रिप, तारबाट बनाउन सकिने विभिन्न कोणहरूको नमुना	
		त्रिभुज, चतुर्भुज र बहुभुजहरू	तारहरू, धागो, सिन्काहरू, जियोबोर्ड, गहुँको छ्वाली, बाँसको सिक्का, जुस पाइप, वृत्त बोर्ड, मेकानो स्ट्रिप	
		समरूपता र अनुरूपता	तारहरू, धागो, सिन्काहरू, जियोबोर्ड, कक्षाकोठामा पाइने स्थानीय सामग्रीहरू, फोटो र चित्रहरू, गहुँको छ्वाली, बाँसको सिक्का, जुस पाइप, मेकानो स्ट्रिप आदि	
		वृत्त	धागो, चुरा, पाइपहरू, कचौरा गिलासका पिँध वा आधार र घेरा, वृत्तबोर्ड, घर, परिवार वा वातावरणमा पाइने वृत्ताकार नमुनाहरू	
		ठोस आकारहरू	भाँडावर्तन, बल, काठका टुक्राहरू, साबुन, बीजीय पत्ती नमुनाहरू (टेक्टाइल)	
२.	निर्देशाङ्क ज्यामिति	निर्देशाङ्क	जियोबोर्ड, ग्राफबोर्ड, कक्षाकोठामा विद्यार्थीको बसाइ व्यवस्थापन	

३.	क्षेत्रमिति	परिमिति, क्षेत्रफल र आयतन	तार, धागो, सिन्काहरू, जियोबोर्ड, विभिन्न स्थानीय ठोस वस्तुहरू (नमुनाहरू)	
४.	स्थानान्तरण	स्थानान्तरण	जियोबोर्ड, धागो, ऐना, कार्डबोर्ड	
		सममिति र ट्रेसिलेसन	धागो, कार्पेटका नमुना चित्रहरू, जियोबोर्ड	
		दिशास्थिति र स्केल ड्रइड	जियोबोर्ड, नक्सामा प्रयोग भएको स्केल	
५.	समूह	समूह	विभिन्न स्थानीय सामग्रीहरू, ज्यामिति बक्स	
६.	अङ्क गणित	पूर्ण सङ्ख्या	सिन्काहरू, तारहरू, टुङ्गाहरू	
		पूर्णाङ्क	Base ten blocks, द्विआधार, पञ्चआधार सङ्ख्या चार्ट	
		अनुपातिक सङ्ख्याहरू	विभिन्न चार्टहरू,	
		वास्तविक सङ्ख्याहरू	अङ्क चार्टहरू,	
		भिन्न र दशमलव	पारदर्शक सीट, ग्राफपेपरहरू, काटेर टुक्रा पार्न सकिने वस्तुहरू, वृत्त बोर्ड जियो बोर्ड, Base ten blocks	
		अनुपात, समानुपात र प्रतिशत	पारदर्शी सीट, ग्राफपेपरहरू, Base ten blocks	
		नाफा र नोक्सान	विभिन्न बिलहरू, मूल्य सूची	
		ऐकिक नियम	विद्युतका बिलहरू, चार्ट	
	साधारण ब्याज	बैंकहरूमा ब्याज तिरेका रसिदहरू, स्थानीय तमसुकहरू, भरपाईहरू, बैंकका ब्रोसर		

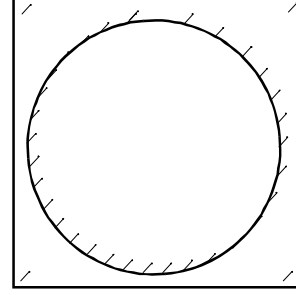
७.	तथ्याङ्क शास्त्र	तथ्याङ्क शास्त्र	सिन्काहरू, ग्राफ बोर्ड, रङ्गीन पेपरहरू जियोबोर्ड,	
८.	बीज गणित	बीज गणितीय अभिव्यञ्जक	पेपर कटिडहरू, विभिन्न दुई वा तिन आयामिक मोडेलहरू, बीज गणितीय नमुनाहरू, टायल, दश आधार ब्लकहरू	
		घाताङ्क	सूत्र चार्ट	
		समीकरण, असमानता र लेखाचित्र	तराजु, ग्राफपेपर, सन्तुलित डन्डी, नियम चार्ट	

DRAFT

२. वृत्त बोर्ड (Circle Board)

परिचय (Introduction)

एउटा वर्गाकार काठको फलेकमा वा बोर्डमा निश्चित नापको अर्धव्यास भएको वृत्त खिचेर बनाइएको ज्यामितीय ठोस सामग्रीलाई वृत्त बोर्ड (Circle board) भनिन्छ । यसको वृत्ताकार घेरा (परिधि) मा सानासाना किलाहरू ठोकेर बनाइएको हुन्छ । यसका साथसाथै वर्गाकार घेराको चार ओटा शीर्षबिन्दुहरूमा पनि किलाहरू गाडिएको हुन्छ । रबर बैन्डको प्रयोग गरी यसमा विभिन्न प्रकारका ज्यामितीय आकृतिहरू र तिनीहरूका गुणहरू सिकाउन सकिन्छ ।

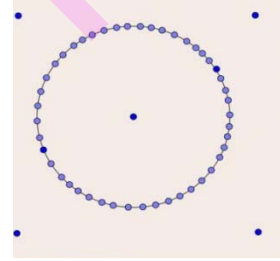


आवश्यक सामग्रीहरू (Required materials)

- (i) काठको फलेक वा प्लाइउडको टुक्रा (ii) किला, धागो
(iii) ज्यामिति बाकस (iv) हतौडा आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

१. एउटा 20 cm x 20 cm को वा उपयुक्त आकारको सतह Smooth भएको काठको फलेक वा बोर्ड लिने
२. यसको ठीक बिचमा 7cm को अर्धव्यास लिएर वृत्त खिच्ने
३. वृत्तको केन्द्रमा लम्ब हुने गरी दुई ओटा सिधारेखाहरू खिच्ने
४. प्रोटेक्टरको प्रयोग गरी 10°/10° को फरकमा (यदि वृत्त ठुलो भएमा 5°/5° मा पनि हुन्छ) चिह्न लगाउन र साना किलाहरू ठोक्ने
५. वृत्तको केन्द्र र वर्गाकार घेराको चार ओटा शीर्षबिन्दुहरूमा पनि किलाहरू ठोक्ने यसरी आवश्यक वृत्त बोर्ड (Circle board) तयार हुन्छ ।



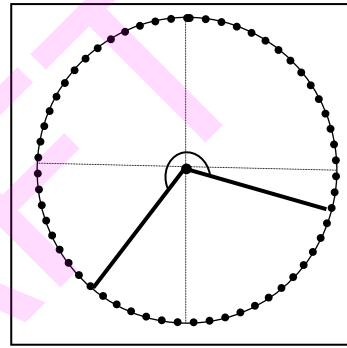
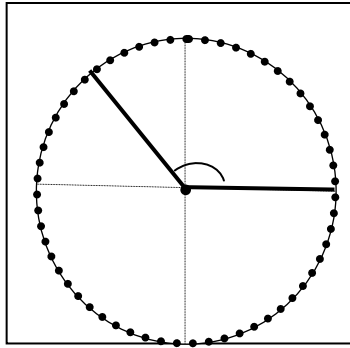
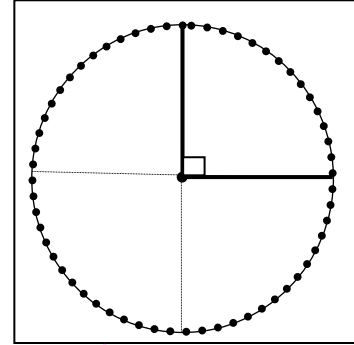
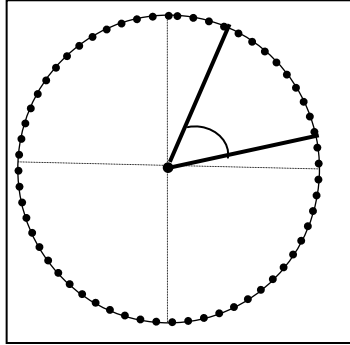
सामग्रीको प्रयोगका क्षेत्र (Use of circle board)

१. विभिन्न प्रकारका कोणहरूको बारेमा जानकारी दिन
२. नियमित बहुभुजहरू तथा तिनीहरूको अनुरूपता र समरूपता प्रस्तुत गर्न
३. वृत्त र यसका विभिन्न भागहरू र वृत्तको क्षेत्रफल परिधिको पहिचान गर्न
४. वृत्त सम्बन्धी विभिन्न साध्यहरू प्रयोगद्वारा प्रमाणित गर्न
५. वृत्त चित्र (Pie chart) को अवधारणा शिक्षण गर्न ।

प्रयोग विधि

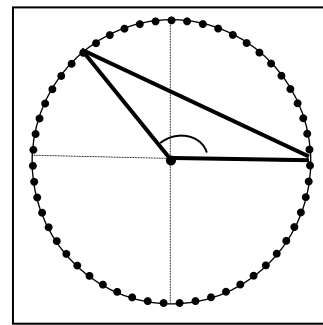
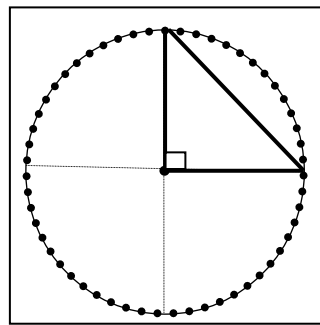
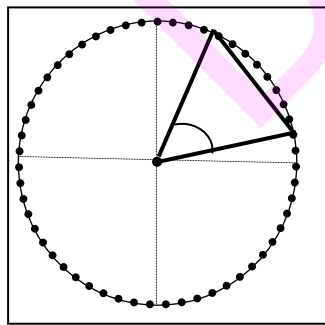
(क) कोणहरूको अवधारणा

रबर बैन्डको प्रयोग गरी वृत्त बोर्डको केन्द्र र परिधिमा भएका किलाहरूको प्रयोग गरेर न्यूनकोण, समकोण, अधिककोण र बृहत्कोण देखाउन सकिन्छ ।



(ख) त्रिभुजहरूको अवधारणा

रबर बैन्डको प्रयोग गरी तल दिइए जस्तै विभिन्न किसिमका त्रिभुजहरू बनाउन सकिन्छ । यसबाट कोणको आधारमा त्रिभुजको वर्गीकरण गर्न सकिन्छ ।



न्यूनकोणी त्रिभुज

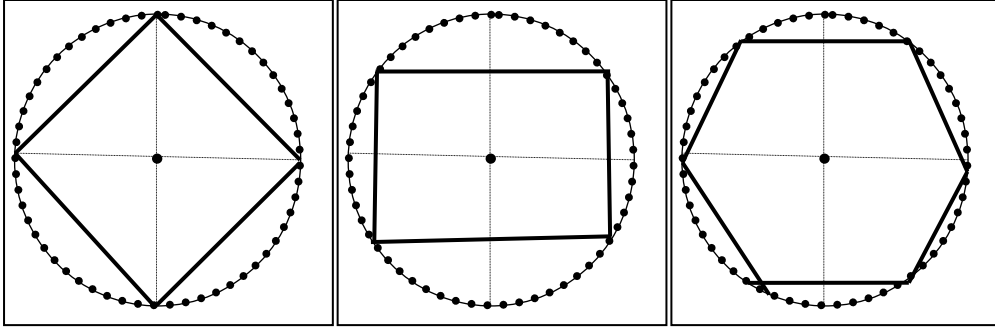
समकोणी त्रिभुज

अधिककोणी

यसै गरी भुजाहरूका आधारमा पनि त्रिभुजको वर्गीकरण देखाउन सकिन्छ ।

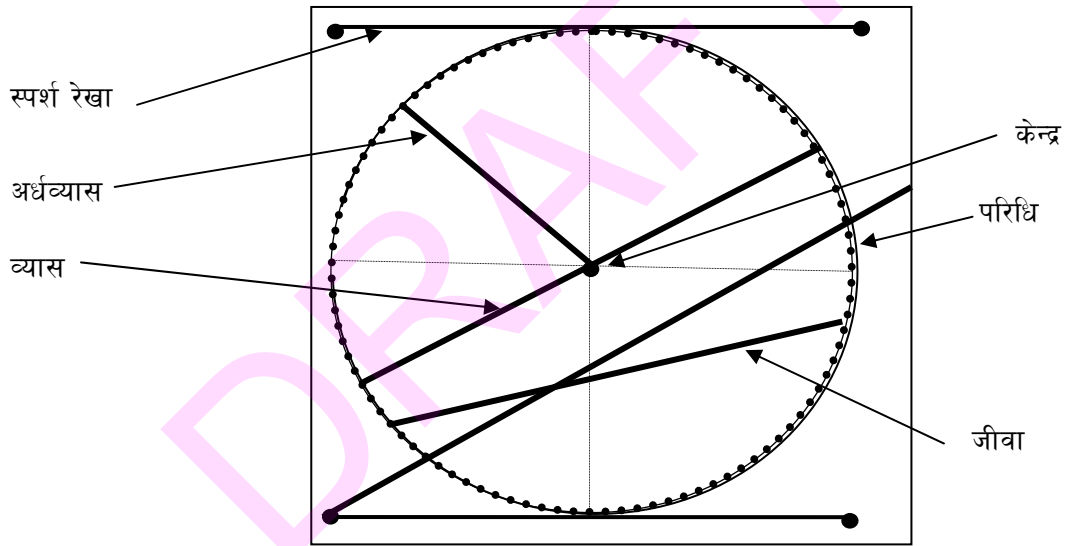
(ग) बहुभुजहरूको अवधारणा

वृत्त बोर्डको प्रयोग गरी विभिन्न प्रकारका नियमित र अनियमित बहुभुजहरू प्रदर्शन गर्न सकिन्छ । तलका चित्रहरू अध्ययन गरी सोहीअनुसारका नमुना तयार पार्न सकिन्छ ।



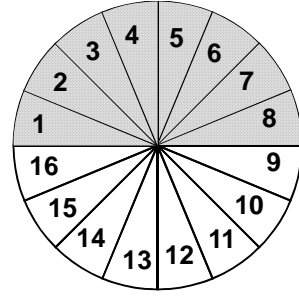
(घ) वृत्तका भागहरू

वृत्त बोर्डमा रवरबैन्डको प्रयोगले चित्रमा देखाइए भैं विभिन्न भागहरू देखाउन सकिन्छ ।



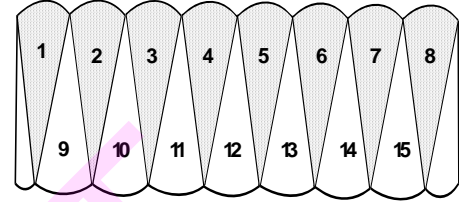
वृत्तको क्षेत्रफल(Area of circle)

कम्पासको प्रयोग गरी अर्धव्यास OP हुनेगरी एउटा वृत्त खिच्ने र कैंचीको सहायताले त्यसलाई काट्ने, त्यसपछि वृत्तको व्यासलाई आधार मानेर वृत्तलाई बराबर 16 भागमा विभाजन गर्ने, ती भागहरूलाई क्रमशः 1 देखि 16 नम्बर दिई चित्रमा देखाए जस्तै व्यासबाट माथिको भागहरूमा फरक फरक रडले रङ्गाउने



चित्र नं. १

त्यसपछि कैंचीको सहायताले 16 ओटा भागलाई काट्ने, यी टुक्राहरू एउटा पछि अर्को गर्दै 15 टुक्राहरूलाई चित्रमा देखाए भैं मिलाउने, त्यसपछि अन्तिम टुक्रालाई बराबर दुई भागमा विभाजन गरी चित्र नं. 2 को जस्तै दुवैपट्टि मिलाएर राखी एउटा आयतको रूपमा मिलाउने



चित्र नं. 2

$$\text{जसमा, आयतको लम्बाइ } (l) = \text{आधा परिधि} = \frac{1}{2} \times 2\pi r = \pi r$$

$$\text{र चौडाइ } (b) = \text{वृत्तको अर्धव्यास} = r$$

अब, हामीलाई थाहा छ,

$$\text{आयतको क्षेत्रफल(A)} = \text{लम्बाइ } (l) \times \text{चौडाइ } (b)$$

$$= \pi r \times r$$

$$= \pi r^2 \text{ वर्ग एकाइ}$$

त्यसैले, वृत्तको क्षेत्रफल(A) = πr^2 वर्ग एकाइ हुन्छ।

अर्को तरिका

धागोको प्रयोग गरेर पनि वृत्तको क्षेत्रफलको शिक्षण निम्नानुसार गर्न सकिन्छ।

- धागोलाई वृत्तकार रूपमा घुमाएर एउटा चक्का बनाउने जसलाई अड्याउन फेबिकोल पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ।
- त्यस चक्कालाई केन्द्रबिन्दुबाट परिधिसम्म चक्कु अथवा ब्लेडले काट्ने र परिधिलाई सिधा बनाएर त्रिभुजाकार रूपमा राख्ने जसको आधार वृत्तको परिधिको नाप बराबर हुन्छ, र उचाइ अर्धव्याससँग बराबर हुन्छ।



$$\begin{aligned}\text{अतः वृत्तको क्षेत्रफल} &= \text{त्रिभुजको क्षेत्रफल} \\ &= \frac{1}{2} \text{आधार} \times \text{उचाइ वर्ग एकाइ} \\ &= \frac{1}{2} 2\pi r \times r \text{ वर्ग एकाइ} \\ &= \pi r^2 \text{ वर्ग एकाइ}\end{aligned}$$

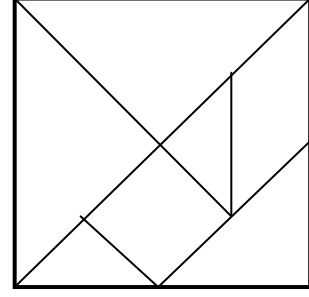
अतः वृत्तको क्षेत्रफल (A) = πr^2 हुन्छ ।

DRAFT

३. टेनग्राम (Tangram)

परिचय

टेनग्राम गणित अध्ययन अध्यापनको लागि अति उपयोगी शैक्षणिक सामग्री हो । यो सामग्री चीनबाट आएको हो । टेनग्राममा एउटा वर्गाकार काठलाई सात ओटा फरक फरक टुक्राहरूमा काटेर तयार पारिएको हुन्छ । चिनियाँहरूले हजारौं वर्ष पहिले विकास गरेको टेनग्राम पजल खेलका रूपमा प्रयोग गर्ने गरिन्छ । यसबाट अङ्ग्रेजीका २६ ओटा अक्षरहरूको आकार बनाउन सकिने भएकाले यसलाई ABC of Tangrams पनि भनिन्छ । यसबाट ज्यामितिका विभिन्न आकृतिहरू तथा पशुपंक्षीका आकृतिहरूसमेत बनाउन सकिन्छ । यो एक बहुउपयोगी शैक्षणिक सामग्री हो ।

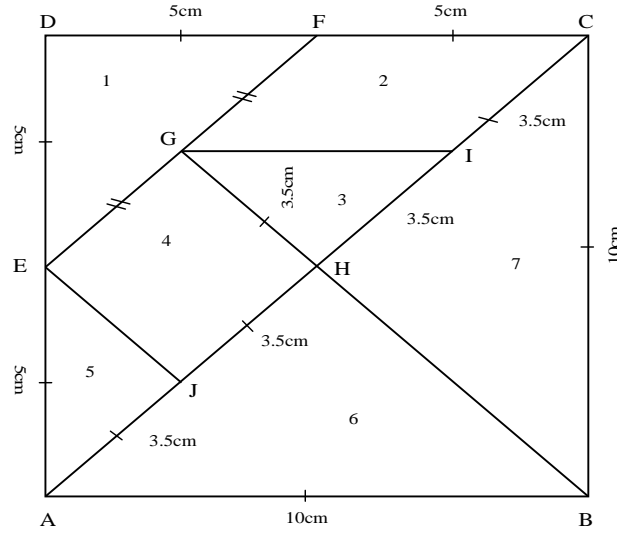


आवश्यक सामग्रीहरू (Required Materials)

- (i) A4 साइजको कागज
- (ii) पेन्सिल
- (iii) स्केल
- (iv) इरेजर
- (v) कैंची
- (vi) प्राइम
- (vii) करौंती
- (viii) इनामेल (फरक फरक रङको)
- (ix) प्लाइउडको टुक्रा (20cm×20cm×6cm) आदि
- (ix) खाक्सी

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

- (i) टेनग्राम निर्माणका लागि 20 से.मि. लम्बाइ × 20 से.मि. चौडाइ × 6 मि. मि. मोटाइ नापको वर्गाकार प्लाइउडका टुक्रा आवश्यक हुन्छ । यसको लागि A₄ साइजको पेपरमा उल्लिखित नापको वर्गाकार कागजको नमुना तयार गर्नु राम्रो हुन्छ, जस्तै :



टेनग्राम (Tangram)

नोट : यहाँ सजिलाका लागि $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ को वर्गाकार जाली तयार गरिएको छ ।

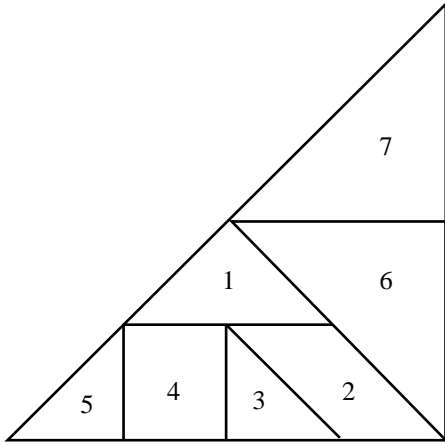
- (ii) वर्गको दुई ओटा विपरीत शीर्षबिन्दुबाट चित्रमा जस्तै विकर्ण AC (Diagonal) खिच्ने
- (iii) विकर्णको माथिल्लो समकोण समद्विबाहु त्रिभुजका समबाहु भुजाहरूको मध्यबिन्दु EF जोड्ने
- (iv) वर्गका तल्लो बाँकी शीर्षबिन्दुबाट समबाहु त्रिभुज (1) को आधार भुजाको मध्यबिन्दु BG जोड्ने
- (v) वर्गका विकर्ण AC लाई चार ओटा बराबर रेखाखण्डमा विभाजन गरी चित्रमा देखाए जस्तै समानान्तर चतुर्भुज CFGI (2), समबाहु समकोण त्रिभुज GHI र EJA (3 र 5) तथा वर्ग EGHJ (4) बनाउने
- (vi) यसरी पेपर टेनग्राम (Paper Tangram) तयार हुन्छ । यसैका आधारमा प्लाइउडको वर्गलाई सात ओटा टुक्राहरूमा विभाजन गरी टेनग्राम तयार गर्ने ।

प्रयोग हुने क्षेत्र (Area of Application)

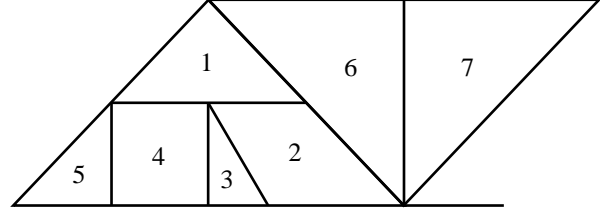
- (i) ज्यामितिका विभिन्न आकृतिहरू जस्तै : वर्ग, समबाहु समकोण त्रिभुज, आयत, समानान्तर चतुर्भुज, समलम्ब चतुर्भुज आदि सिकाउन ।
- (ii) पशुपंक्षीका विभिन्न आकृतिहरू जस्तै : हाँस, कुकुर, घोडा, सिंह आदि बनाउन
- (iii) निर्जीव वस्तुका विभिन्न आकृतिहरू : घर, डुङ्गा, जार, फ्यान आदि बनाउन
- (iv) टेनग्रामलाई पजल गेमका रूपमा प्रयोग गरी विद्यार्थीहरूमा चित्रबाट सोच्ने शक्तिको विकास गराउन सहयोग गर्दछ ।

प्रयोग गर्ने तरिका (Method of Use)

- (i) टेनग्रामको प्रयोगबाट ज्यामितिका विभिन्न आकृतिहरू बनाउँदा सात ओटै टुक्राहरू अनिवार्य रूपमा प्रयोग गर्नुपर्छ, जस्तै :

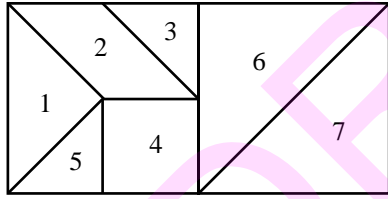


समकोण समद्विबाहु त्रिभुज

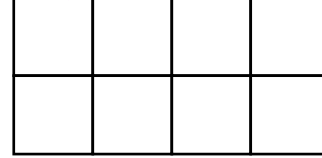


समानान्तर चतुर्भुज

- (ii) माथिका दुई ओटा आकृतिको अध्ययन गरी समलम्ब चतुर्भुज र आयत बनाउन सकिन्छ ।
 (iii) विद्यार्थीहरूलाई माथिका क्रियाकलाप गराउनुहोस् र त्यसपछि ग्राफपेपरमा क्रियाकलापका आधारमा चित्रहरू खिचन लगाउनुहोस् ।
 (iv) दुई ओटा बराबर वर्गहरू बनाउनुहोस् ।



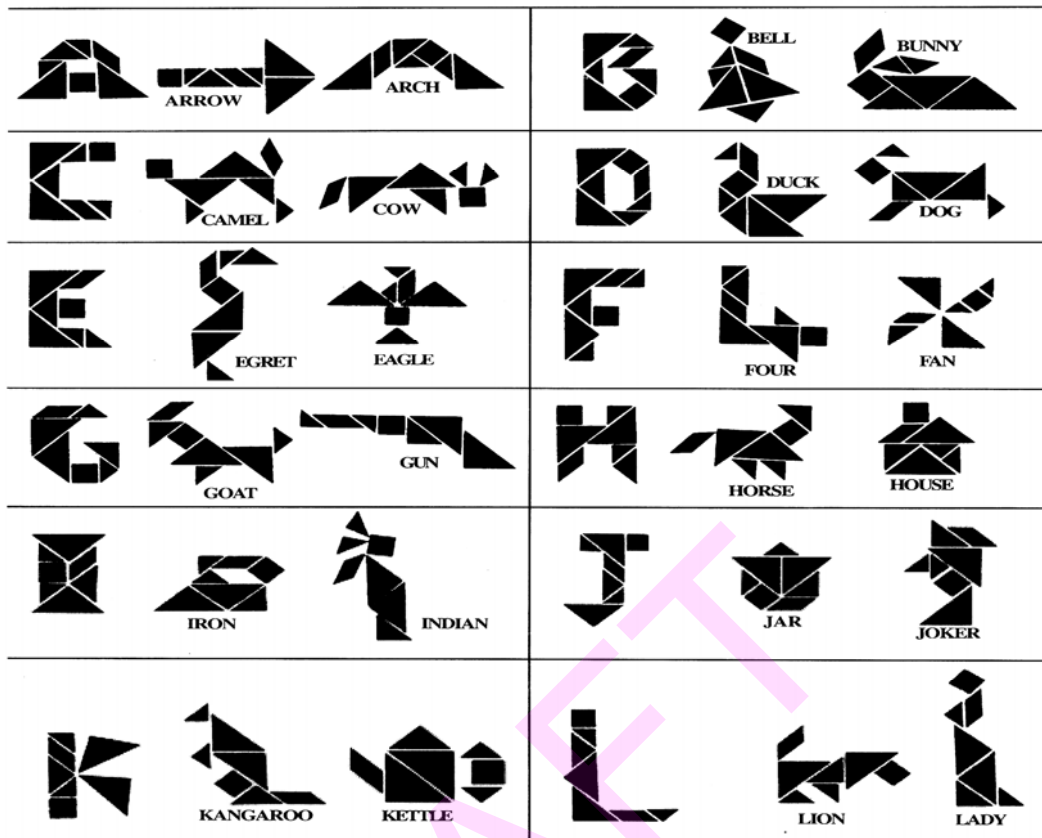
(a) दुई ओटा बराबर वर्ग खिचनुहोस्

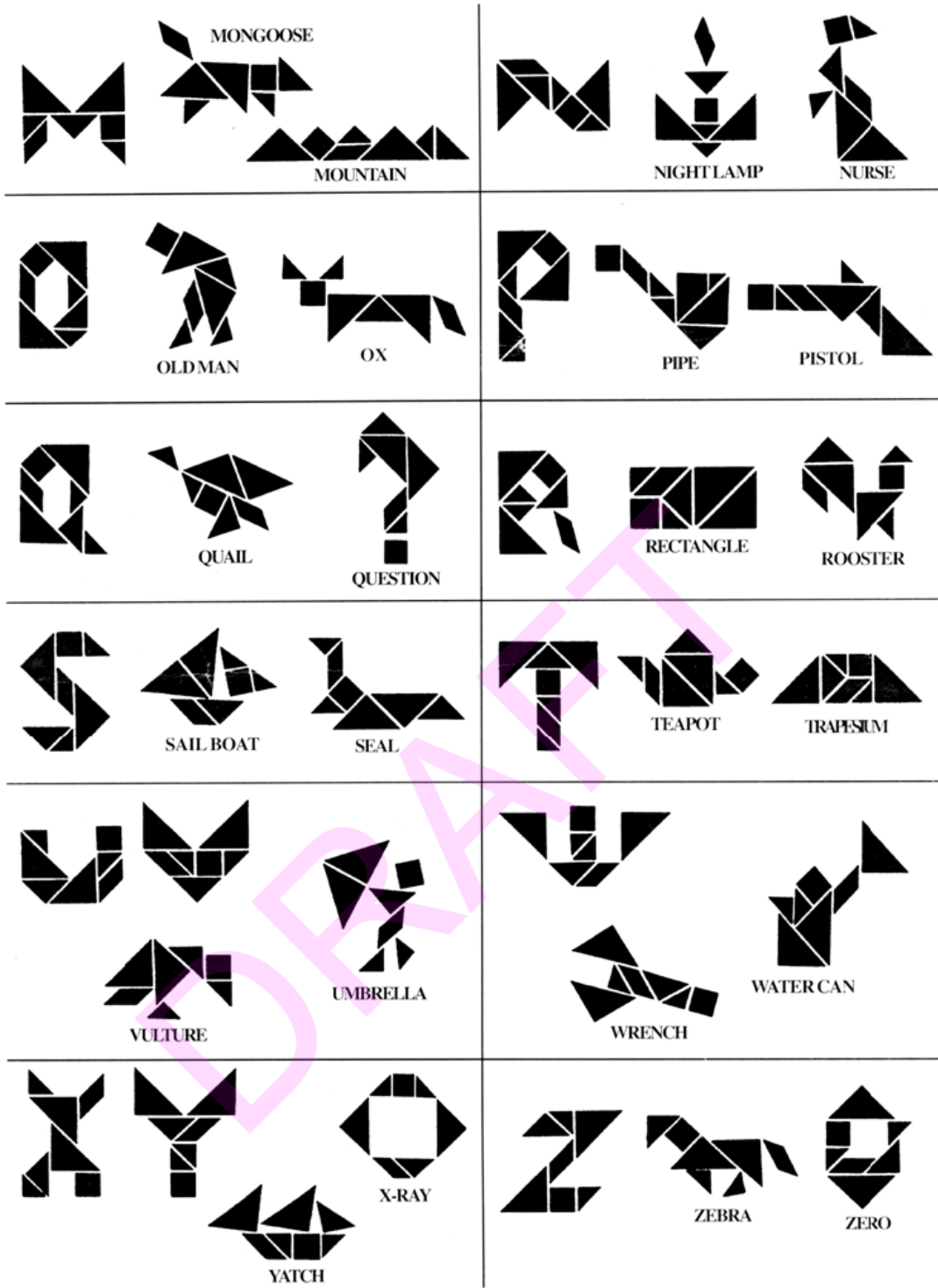


(b) ग्राफमा दुई ओटा बराबर वर्ग खिचनुहोस् ।

- (vi) माथिका क्रियाकलापका आधारमा समानान्तर चतुर्भुज, समलम्ब चतुर्भुज, समकोण समद्विबाहु त्रिभुज, आयत आदि बनाउने क्रियाकलाप गराई प्रत्येकको चित्र ग्राफपेपरमा पनि खिचन लगाउन सकिन्छ ।

(vii) ABC OF TANGRAMS





४. जियोबोर्ड (Geoboard)

परिचय

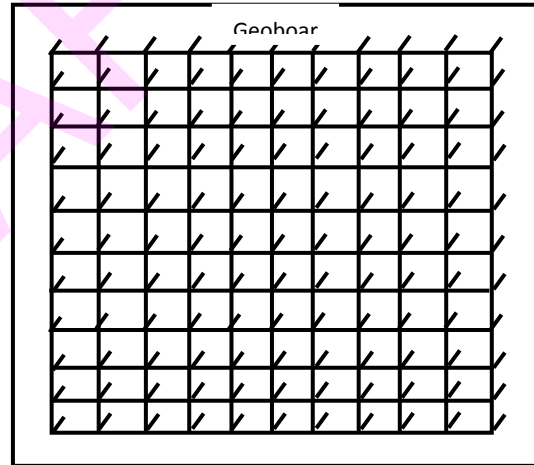
जियोबोर्ड एक आधारभूत गणितीय सामग्री हो, जसको प्रयोगबाट गणितका विभिन्न अवधारणाहरूलगायत समतलीय ज्यामितिका आधारभूत धारणाहरू जस्तै : परिमिति, क्षेत्रफल, त्रिभुज तथा बहुभुजका विशेषताहरूको खोजी गर्न सकिन्छ। यो समान दुरीमा किलाहरू राखेर वर्गाकार प्लाइउड वा फल्याकमा बनाइएको हुन्छ। ती किलाहरूमा धागो वा रबर बैन्डहरूको प्रयोग गरेर गणितका विभिन्न धारणाहरू शिक्षण गर्न सकिन्छ। जियोबोर्डमा रबरबैन्ड तन्काएर वा धागो बाँधेर किलाहरूमा अड्काइ विभिन्न आकृतिहरू बनाउन सकिन्छ। यसको प्रयोगबाट अड्क गणित, बीजगणित र ज्यामितिका विभिन्न विषयवस्तुहरूको धारणा विकास गराउन सकिन्छ। इजिप्टका गणितज्ञ Caleb Gattegno (1911-1988AD) ले प्रारम्भिक ज्यामिति सिकाइ सामग्रीका रूपमा जियोबोर्डको आविस्कार गरेका थिए।

आवश्यक सामग्रीहरू(Required Materials)

36cm×36cm×1cmको फल्याक वा प्लाइउड, आधा इन्चको लगभग १५० ओटा किलाहरू वा डेकोरेटिभ पिनहरू, रबरबैन्ड वा धागो, ह्यामर, खागसी, स्केल, पेन्सिल, साइनपेन आदि।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

- 36cm × 36cm × 1cm को फल्याक वा प्लाइउडको टुकालाई खागसीले चिल्लो पार्ने
- वरिपरि ३ से.मि. को किनारा छोडेर बिचमा १ वर्ग से.मि. का १०० ओटा वर्गहरू खिच्ने
- हरेक वर्गका शीर्षहरूमा पर्ने गरी १२१ ओटा किलाहरू वा डेकोरेटिभ पिनहरू ठोक्ने।
- अब चित्रमा देखाइएको जस्तै जियोबोर्ड तयार भयो।



नोट : थोप्ला थोप्ला भएको कागज (Dotted Paper) र ग्रीड पेपर पनि जियोबोर्डका रूपमा प्रयोग गर्न सकिन्छ।

जियोबोर्डको प्रयोग (Use of Geoboard)

(अ) जियोबोर्डको प्रयोग (Use of Geoboard)

(क) अङ्कगणित (Arithmetic)

- सङ्ख्या र यसका आधारभूत क्रियाहरू (स्थानमान, जोड, घटाउ र गुणन, भाग)
- जोड र गुणनका आधारभूत नियमहरू (क्रम विनिमय, सङ्घीय)
- भिन्न, दशमलव, प्रतिशतको अवधारणा, आधारभूत क्रियाहरू (जोड, घटाउ, गुणन र भाग)
- दुई सङ्ख्याहरूको ल.स. र म.स.
- वर्गको अनुक्रम
- सङ्ख्या पद्धति
- वर्ग सङ्ख्याहरूको जोड, आदि सिकाउन ।

(ख) बीज गणित (Algebra)

- $(a+b)^2$ को अवधारणा
- $ax^2 \pm bx \pm c$ को खण्डीकरण
- $a^2 - b^2$ को अवधारणा, खण्डीकरण आदि सिकाउन ।

(ग) ज्यामिति (Geometry)

- साधारण ज्यामितीय आकृतिहरू (समतलीय आकृति), बहुभुजहरू
- परिमिति र क्षेत्रफलको धारणा
- समरूप र अनुरूप चित्रहरूको धारणा
- निर्देशाङ्क ज्यामिति, बिन्दुको निर्देशाङ्क पत्ता लगाउन र निर्देशाङ्कहरूलाई ग्राफमा भर्न
- स्थानान्तरण (परावर्तन, परिक्रमण, विस्थापन, विस्तार र सङ्कुचन) सिकाउन

(घ) तथ्याङ्क शास्त्र (Statistics)

- स्तम्भ चित्र (bar graph, multiple bar graph, histogram)
- बारम्बारता रेखा (ogive, frequency curve and frequency polygon, line graph)
- मध्यक, मध्यिका र बहुलक
- Stem and leaf table

(आ) जियोबोर्ड प्रयोग गर्ने तरिका (Method of Using Geoboard)

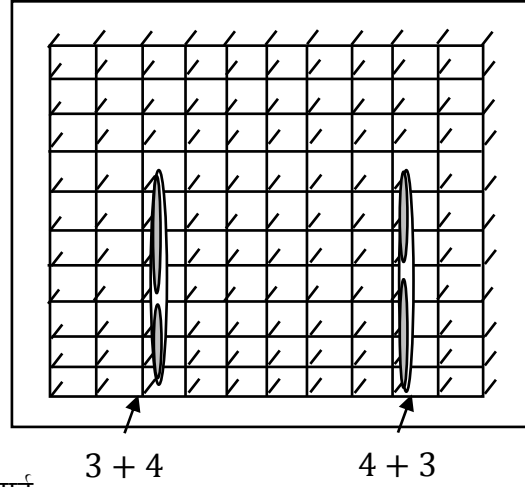
(क) आधारभूत नियमहरू (क्रम विनिमय र सङ्घीय)

१. जियोबोर्ड र केही रबरबैन्ड वा धागोका टुक्राहरू लिने

२. मानौं 3+4 का लागि, विद्यार्थीलाई जियोबोर्डमा एक ओटा किला बराबर १ हुने कुरा बताउन र ३ ओटा किलालाई रबरबैन्ड वा धागोले बाँध्ने, साथै त्यसको सँगै अरू ४ ओटा किलालाई बाँध्न

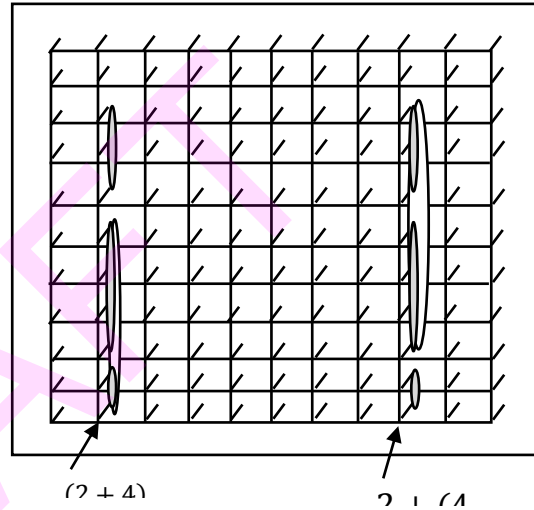
३. अब जम्मा कति ओटा किलाहरू भए विद्यार्थीलाई गन्त लगाउन र 3+4 किलालाई फेरि एउटा रबरबैन्ड वा धागोले बाँध्ने ।

४. त्यसै गरी जियोबोर्डको अर्को कुनामा माथिकै क्रियाकलापअनुसार 4+3 किलामा रबरबैन्ड लगाउने र जम्मा कति किला भए गन्त लगाउने, माथिका समग्र क्रियाकलापलाई चित्रमा देखाइएको छ ।



५. यसरी 3+4 = 4+3 भएको बताउने । यसका साथै यस्तै अन्य उदाहरणहरूमा पनि अभ्यास गराइ $a+b = b+a$ हुने कुरा सामान्यीकरण गराउने

यसैगरी जियोबोर्डको प्रयोग गरी चित्रमा जस्तै गरी $a+(b+c) = (a+b)+c$ पनि देखाउन सकिन्छ । उदाहरणका लागि $2+(4+3) = (2+4)+3$ देखाइएको छ ।

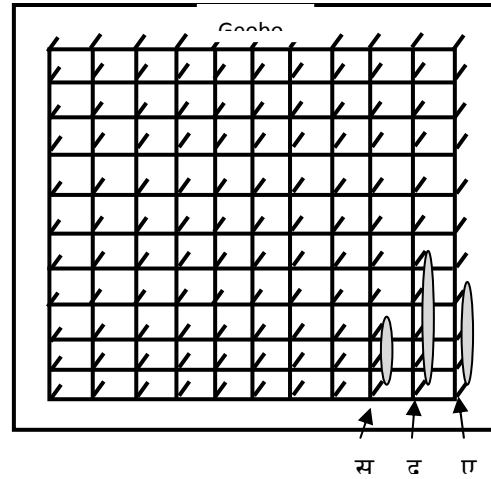


(ख) स्थानमानको धारणा

जियोबोर्डलाई स्थानमानको धारणा सिकाउनका लागि पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । यसका लागि जियोबोर्डमा भएका किलाको ठाडो लाइनको अवस्थितिलाई एक, दश, सय, ... को स्थान मानेर यसलाई स्थानमानको धारणा सिकाउनका लागि प्रयोग गर्न सकिन्छ, जस्तै: 354 लाई जियोबोर्डको प्रयोग गरेर यसरी सिकाउन सकिन्छ :

१. जियोबोर्ड लिने र विद्यार्थीलाई एक, दश, सय, ... को स्थान रहने कुरा बताउने

२. जियोबोर्डमा एक, दश र सयको स्थानमा

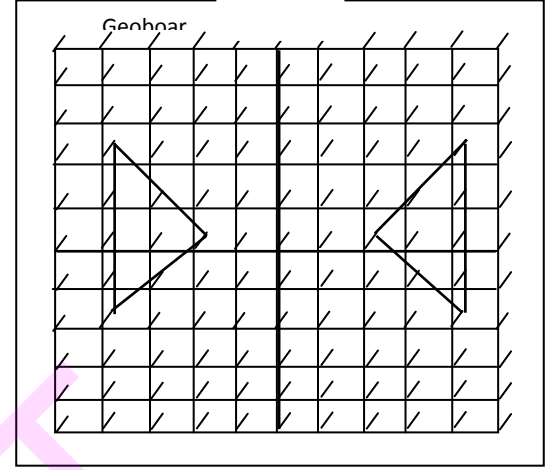


चित्रमा जस्तै: क्रमशः 4,5,3 किलाहरूलाई रबरबैन्डले बाँधेर देखाउने

यसप्रकार अन्य सङ्ख्याहरूलाई पनि जियोबोर्डमा देखाउने अभ्यास गराई स्थानमानको धारणा विकास गराउने । तर यसबाट सिकाउनुभन्दा अगाडि सिन्का मूठा वा base ten blocks को प्रयोगबाट सिकाउनु आवश्यक छ ।

(ग) स्थानान्तरण शिक्षण

१. जियोबोर्डको बिचको ठाडो र तेस्रो लाइनलाई क्रमशः x-axis र y-axis मानी र चित्रमा देखाइए जस्तै गरी रबरबैन्डको सहायताले विभिन्न आकृतिहरू बनाई तिनीहरूको परावर्तन गराएर देखाउने, उदाहरणका लागि यहाँ त्रिभुजको परावर्तन गराएर देखाइएको छ । यसैगरी अन्य बहुभुजहरूको पनि परावर्तन गर्न सकिन्छ ।



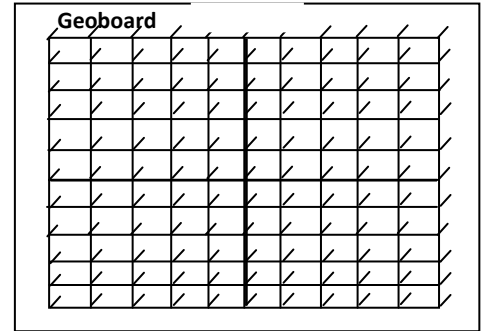
(घ) बहुभुजका धारणाहरूको शिक्षण

जियोबोर्डमा रबरबैन्डहरूको प्रयोग गरेर चित्रमा जस्तै विभिन्न बहुभुजहरू निर्माण गरेर तिनीहरूको धारणा दिने, साथै त्रिभुज, चतुर्भुजहरूको विशेषता र तिनीहरूको वर्गीकरण पनि सिकाउन सकिन्छ ।



(ङ) निर्देशाङ्क ज्यामिति शिक्षण

चित्रमा जस्तै गरी जियोबोर्डको बिचको ठाडो र तेस्रो लाइनलाई क्रमशः x-axis र y-axis मान्ने, विद्यार्थीहरूलाई विभिन्न क्रमजोडाहरू दिएर त्यसलाई रबरबैन्डको प्रयोग गरी जियोबोर्डमा देखाउन लगाउने, यस किसिमको अभ्यास पटक पटक गराइ सहज तरिकाले ग्राफमा क्रमजोडाहरू

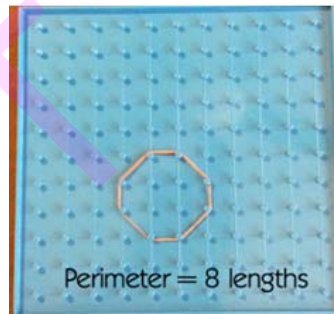
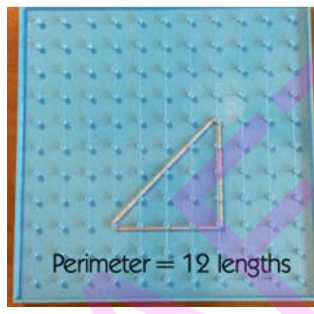
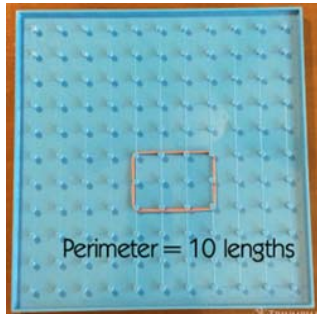
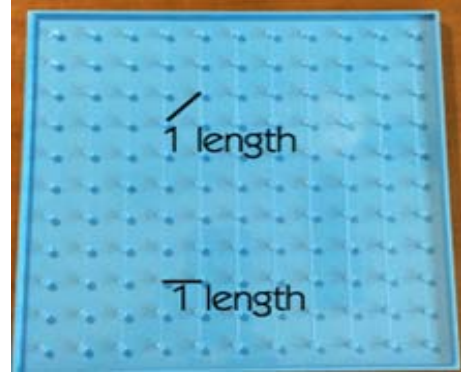


भर्न सिकाउन सकिन्छ ।

(च) परिमिति र क्षेत्रफलको धारणा शिक्षण

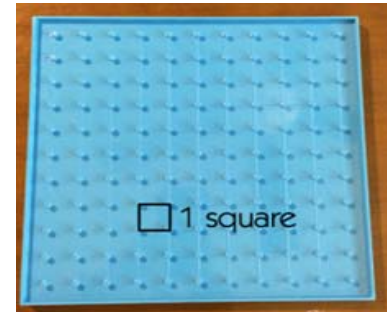
परिमिति शिक्षण

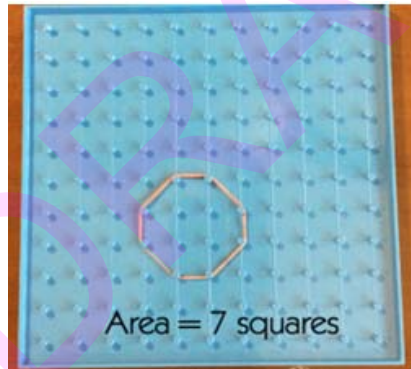
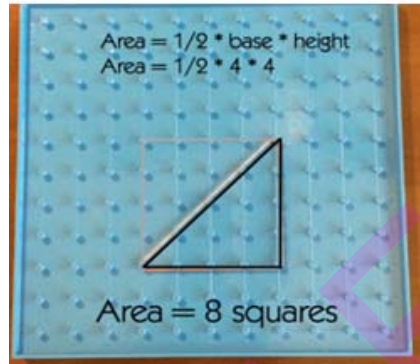
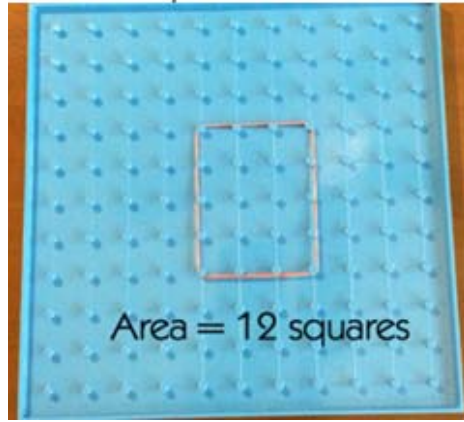
१. एउटा जियोबोर्ड लिने र विद्यार्थीहरूलाई जियोबोर्डमा भएको एक किलाबाट अर्को किलाबिचको दुरीलाई १ एकाइ हुने कुरा बताउने
२. आकृतिको बाहिरी घेरालाई परिमिति भनिने तथ्य विद्यार्थीहरूलाई छलफल गरी बताउने
३. अब विद्यार्थीहरूलाई जियोबोर्डको किलाहरूमा रबरबैन्ड राखेर विभिन्न बहुभुजका फरक फरक साइजका आकृति बनाउन लगाउने र चित्रमा देखाइए जस्तै गरी परिमिति पत्ता लगाउन दिने ।



क्षेत्रफल शिक्षण

१. एउटा जियोबोर्ड लिने र विद्यार्थीहरूलाई जियोबोर्डमा एउटा वर्ग बराबर एक वर्ग एकाइ हुने बताउने
२. विद्यार्थीहरूलाई केही रबरबैन्डहरू जियोबोर्डका किलाहरूमा राखेर केही बहुभुजका आकृतिहरू निर्माण गर्न लगाउने, साथै क्षेत्रफल भनेको आकृतिको सतहको साइज हो वा two dimensional आकार भित्रको जम्मा क्षेत्र भनी छलफल गरी बताउने
३. अब विद्यार्थीहरूलाई जियोबोर्डको किलाहरूमा रबरबैन्ड राखेर बनाइएका विभिन्न बहुभुजका फरक फरक साइजका आकृतिको चित्रमा देखाइए जस्तै गरी क्षेत्रफल पत्ता लगाउन दिने ।





५. मेकानो स्ट्रिप (Mechano Strips)

परिचय (Introduction)

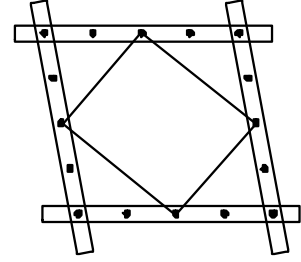
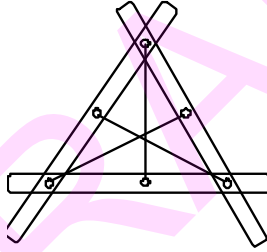
मेकानो स्ट्रिप ज्यामितिका विभिन्न चलायमान नमुना चित्रहरू तथा आकृतिहरू बनाउन प्रयोग गरिन्छ। आधारभूत तहका विद्यार्थीहरूलाई ज्यामितिका विभिन्न चित्रहरूको अवधारणा स्पष्ट गर्न सिकाइ सहजीकरणको रूपमा प्रयोग गरिन्छ। यसबाट विद्यार्थीहरूमा चित्रात्मक विधिबाट सोच्ने शक्तिको विकास गराई गणित सिकाइलाई सहज र सरल बनाउन मदत पुग्छ। विशेषगरी ज्यामिति सिकाइ सहजीकरणमा यसको प्रयोग गरिन्छ। यस शैक्षणिक सामग्रीको प्रयोगले Learning by doing अथवा Learning by playing विधिको सिद्धान्तलाई गति प्रदान गर्दछ।

आवश्यक सामग्रीहरू(Required Materials)

- i. आवश्यकताअनुसारका लिस्टीका टुक्राहरू
- ii. आधा इन्चका फलामका किला
- iii. करौंती
- iv. ह्यामर
- v. मिटर स्केल
- vi. पेन्सिल
- vii. पुरानो प्लास्टिकका स्केलहरू
- viii. बाक्लो कागज वा कार्टुन बक्स
- ix. मोटो धागो र सियो आदि।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

- i. केही लिस्टी अथवा कार्टुनबक्सबाट स्ट्रिपहरू बनाउने वा सङ्कलन गर्ने
- ii. लिस्टी उपलब्ध भएमा किला ठोकेर बनाउने र अन्यथा बाक्लो कागज वा कार्टुन बक्सबाट बनाएका स्ट्रिपहरूलाई धागो र सियोको मदतबाट ज्यामितिका चित्रहरू बनाउने, जस्तै : लिस्टीबाट बनेको त्रिभुज र चतुर्भुजको नमुना चित्रहरू।



- iii. विद्यार्थीहरूलाई पनि समूहमा यस्ता मेकानो स्ट्रिपहरू निर्माण गर्न लगाउन सकिन्छ।

मेकानो स्ट्रिपको प्रयोग (Use of Mechano strips)

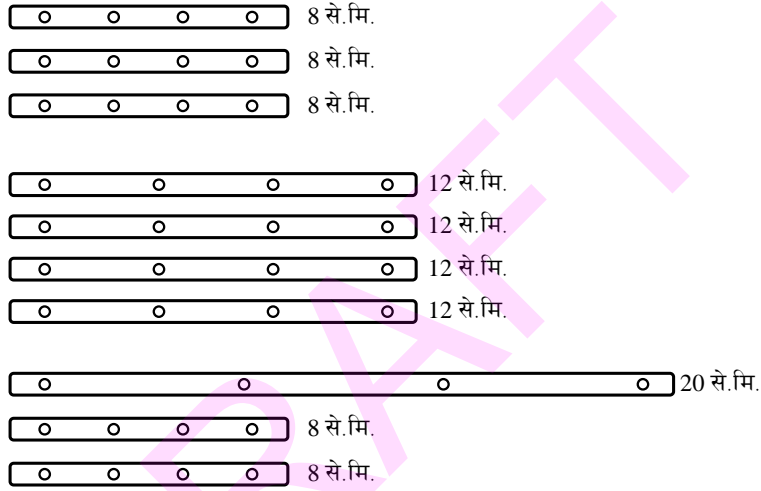
- i. ज्यामिति सिकाइ सहजीकरणका लागि उपयुक्त चलायमान नमुना हो।
- ii. त्रिकोणमितीय अनुपात
- iii. कोण, त्रिभुज, चतुर्भुज र बहुभुजहरू शिक्षण गर्न

प्रयोग गर्ने तरिका (Methods of use)

मेकानो स्ट्रिपका प्रयोगबाट ज्यामितिका निम्न धारणाहरू दिन सकिन्छ :

- त्रिभुजका मध्यिकाहरू एकआपसमा एउटै बिन्दुमा काटिन्छन् ।
- समानान्तर चतुर्भुजका विकर्णहरू एकआपसमा समद्विभाजन हुन्छन् ।
- वर्गका विकर्णहरू एकआपसमा समकोण (लम्ब रूपमा) समद्विभाजन हुन्छन् ।
- समानान्तर चतुर्भुज, आयत तथा वर्गका विकर्णले तिनीहरूलाई आधा गर्दछन् ।
- वर्ग, आयतका विकर्णहरू आपसमा बराबर हुन्छन् ।

मेकानो स्ट्रिप र रबरबैन्ड प्रयोग गरी ज्यामितीय आकृतिहरूको विशेषता तथा गुणहरू खोजी गर्न विद्यार्थीहरूलाई उत्प्रेरित गरिनुपर्दछ । यी माथिका क्रियाकलापहरूका लागि निम्नानुसारका स्ट्रिपहरू बनाउन आवश्यक हुन्छ :



स्ट्रिपहरूमा खागसी दलेर चिल्लो बनाउनुपर्दछ । आवश्यकताअनुसार रड लगाउनुपर्दछ । किला वा पेचकिला प्रयोग गर्दा बेसरी कस्तु हुँदैन, घुम्न सक्ने हुनुपर्दछ । आवश्यकताअनुसार कोण, त्रिभुज, चतुर्भुज, पञ्चभुज, षड्भुज आदि घुम्ने ज्यामितीय नमुनाहरू बनाई ज्यामिति शिक्षण गर्दा सिकाइ उपलब्धि वृद्धि हुन्छ ।

६. कागज पट्याएर बनेका नमुनाहरू (Paper folding models)

परिचय

दिन प्रतिदिन गणित शिक्षण चुनौतिपूर्ण बन्दै गइरहेको छ। त्यसमा पनि ज्यामिति शिक्षण अभूत बढी चुनौतिपूर्ण बनेको छ। यसको मुख्य कारण ज्यामिति शिक्षणलाई रोचक एवम् अर्थपूर्ण तरिकाले सिकाउन नसक्नु हो भन्दा फरक नपर्ला। विषयवस्तुलाई कोरा सैद्धान्तिक एवम् अमूर्त ढङ्गले प्रस्तुत गर्ने परम्परागत शिक्षण विधि र प्रक्रियाले गर्दा पनि गणित शिक्षण थप चुनौतिपूर्ण बन्दै गइरहेको छ।

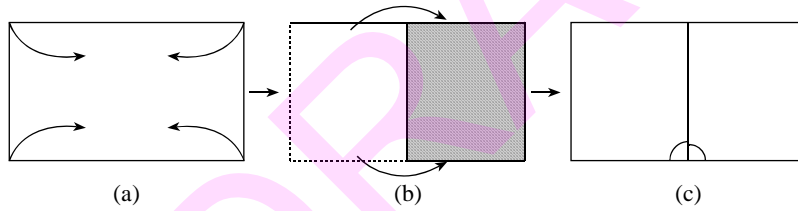
अतः विद्यार्थीको बौद्धिक तथा मनोवैज्ञानिक आवश्यकता र चाहनाअनुसार विषयवस्तु प्रस्तुत गर्नु आजको आवश्यकता हो। यसको लागि गणितका अमूर्त विषयवस्तुलाई मूर्त र रोचक बनाउन शैक्षणिक सामग्रीको निर्माण, सङ्कलन तथा प्रयोगलाई विद्यार्थी केन्द्रित बनाउनुपर्दछ। यहाँ कागज पट्याएर ज्यामिति तथा क्षेत्रमितिका नमुनाहरूको निर्माण, सङ्कलन प्रयोगलाई जोड दिन खोजिएको छ।

आवश्यक सामग्री (Required Materials)

- i. कार्डबोर्ड पेपर ii. A4 साइजको पेपर iii. पेन्सिल iv. कैंची
v. स्केल (18 इन्च) vi. कम्पास vii. गम वा फेबिकल आदि।

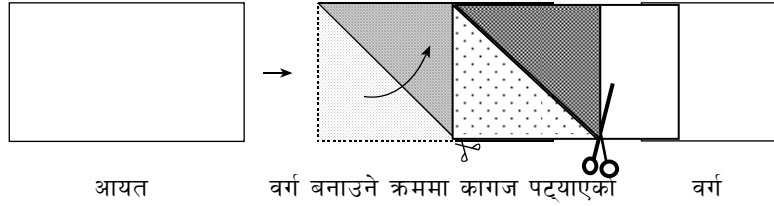
निर्माण विधि (Method of Construction)

- i. एउटा आयताकार सादा कागजका विपरीत भुजाहरू एकआपसमा मिल्नेगरी पट्याउने र खोल्ने, जस्तै :



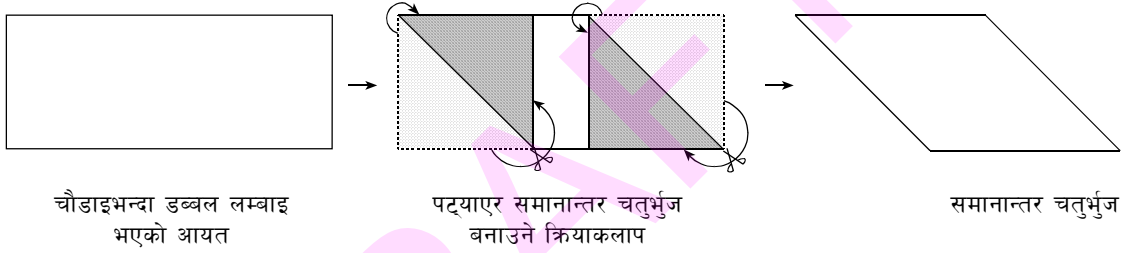
यहाँ (c) मा दुई ओटा आयतका दुई ओटा कोणहरू एकआपसमा जोड्दा सरल कोण बन्छ। सरलको कोण 180° हुने भएकाले आयतको एउटा कोण 90° हुन्छ भनी विद्यार्थीहरूलाई बताउन सकिन्छ।

- ii. आयताकार कागजबाट वर्ग कसरी बनाउन सकिन्छ ? कागज पट्याएर नमुना तयार गर्नुहोस्।



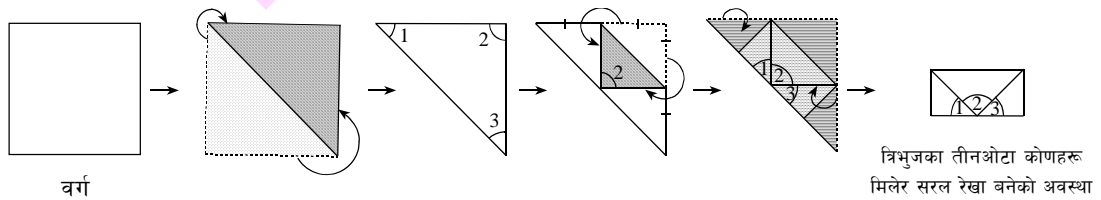
आयताकार कागजलाई चित्रमा देखाए जस्तै पट्याएर बाँकी भाग कैँचीले काट्ने र पट्याएको भागलाई खोल्दा वर्ग तयार हुन्छ। वर्गको पनि एउटा कोण 90° हुन्छ भन्ने कुरा (i) मा जस्तै विद्यार्थीहरूलाई क्रियाकलाप गराई प्रमाणित गर्न सकिन्छ।

- iii. आयत र वर्गका विपरीत भुजाहरूलाई एकआपसमा मिल्ने गरी पट्याएमा तिनीहरूका विपरीत भुजाहरू बराबर हुन्छन् भनी विद्यार्थी केन्द्रित क्रियाकलापबाट सजिलैसँग तिनीहरूको सक्रियतामा प्रमाणित गर्न सकिन्छ।
- iv. के वर्गका विपरीत कोण एकआपसमा मिल्ने गरी पट्याएमा तिनीहरू बराबर हुन्छन् भनी देखाउन सकिनेला ?
- v. एउटा आयताकार कागजलाई लम्बाइका विपरीत भुजाहरू एकआपसमा मिल्नेगरी पट्याउने र कैँचीबाट काटेर दुई ओटा आयतहरू बनाउने, एउटा आयतलाई तल चित्रमा देखाए जस्तै गरी समानान्तर चतुर्भुज बनाउने।



यसबाट समानान्तर चतुर्भुजका विपरीत कोण एकआपसमा मिल्नेगरी पट्याएर विपरीत कोणहरू बराबर हुन्छन् भन्ने प्रमाणित गर्न सकिन्छ। साथै समानान्तर चतुर्भुजका विकर्णहरू एकआपसमा समद्वि विभाजन हुन्छन् भन्ने तथ्य पनि प्रमाणित गर्न सकिन्छ।

- vi. एउटा वर्गाकार सादा कागजलाई पट्याएर त्रिभुज पट्याई र त्रिभुजका तिन ओटै कोणहरूलाई पट्याएर एउटा सरल रेखामा देखाउने, यसबाट त्रिभुजका तिन ओटा कोणहरूको योगफल 180° हुन्छ भनी प्रमाणित गर्न सकिन्छ, जस्तै :



यसरी त्रिभुजका तिन ओटा कोणहरूको योगफल 180° हुन्छ भन्ने तथ्य कागज पट्याएर प्रमाणित गर्न सकिन्छ। कुनै पनि त्रिभुजाकार कागजबाट यो क्रियाकलाप गर्न सकिन्छ।

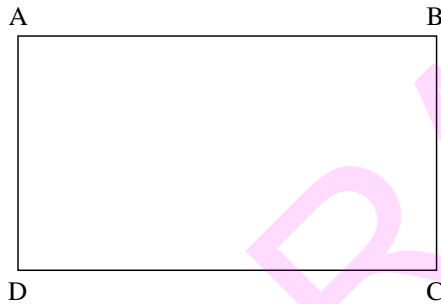
vii. माथिका क्रियाकलापमा त्रिभुजको क्षेत्रफल बराबर अन्तिम अवस्थाको आयतको क्षेत्रफलको दुई गुणा हुन्छ।

$$\begin{aligned} \therefore \text{त्रिभुजको क्षेत्रफल} &= 2 (\text{आयतको क्षेत्रफल}) \\ &= 2 (\text{लम्बाइ} \times \text{चौडाइ}) \\ &= 2 \left[\frac{1}{2} \text{त्रिभुजको आधार} \times \frac{1}{2} \text{त्रिभुजको उचाइ} \right] \end{aligned}$$

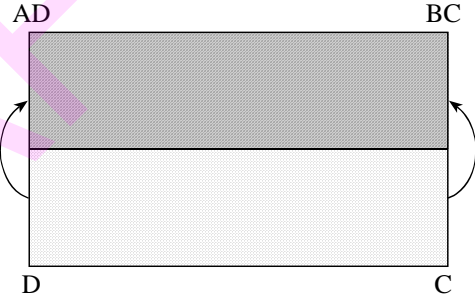
$$\therefore \text{त्रिभुजको क्षेत्रफल } (\Delta) = \frac{1}{2} \times \text{आधार} \times \text{उचाइ वर्ग एकाइ}$$

यसरी कागजलाई पट्याएर त्रिभुजको क्षेत्रफल बराबर त्रिभुजको आधार र उचाइको गुणनफलको आधा हुन्छ भनी प्रमाणित गर्न सकिन्छ।

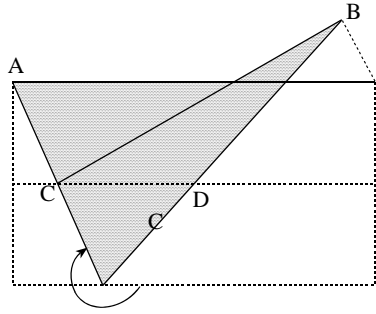
viii. एउटा आयताकार सादा कागजबाट समबाहु त्रिभुज, समलम्ब चतुर्भुज, समानान्तर चतुर्भुज, समबाहु त्रिभुज, पञ्चभुज, त्रिभुज आधार पिरामिड, वर्ग आधार पिरामिडका नमुना (Models) बनाउन सकिन्छ, के यो सम्भव हुन्छ ?



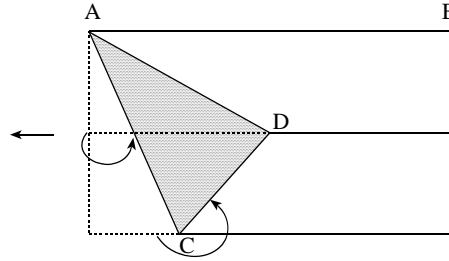
(a) आयताकार कागज



(b) आयताकार कागजको लम्बाइतर्फको विपरीत भुजाहरूलाई एकआपसमा मिल्ने गरी पट्याएको

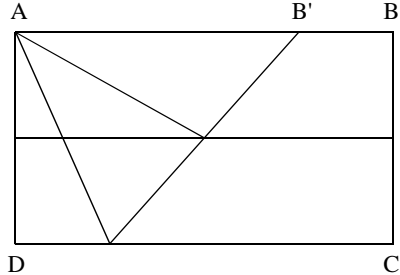


(d)

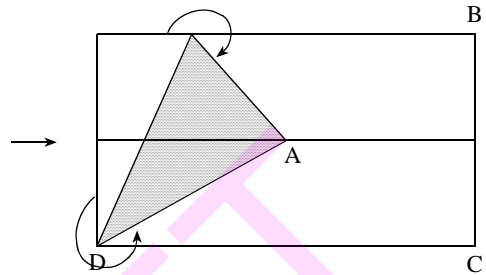


(c)

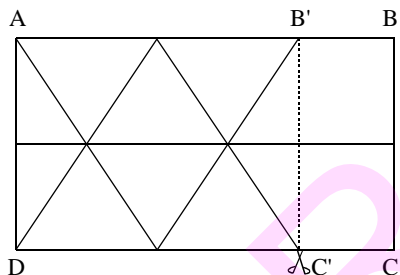
शीर्षविन्दु D लाई आयताकार कागजको मध्यरेखाको कुनै विन्दुमा चित्रमा देखाएजस्तै पट्याइएको छ ।



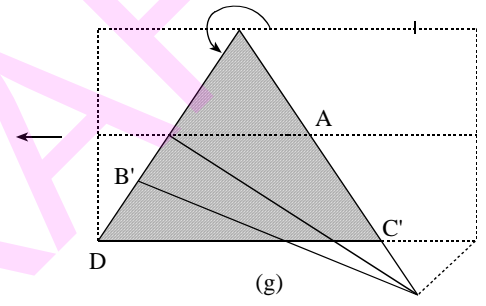
(e) पट्याएको कागज खोल्दाको अवस्था



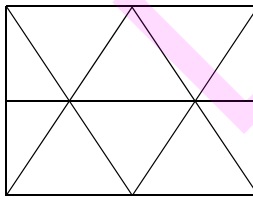
(f)



(h) पट्याएको कागज खोल्दाको अवस्था



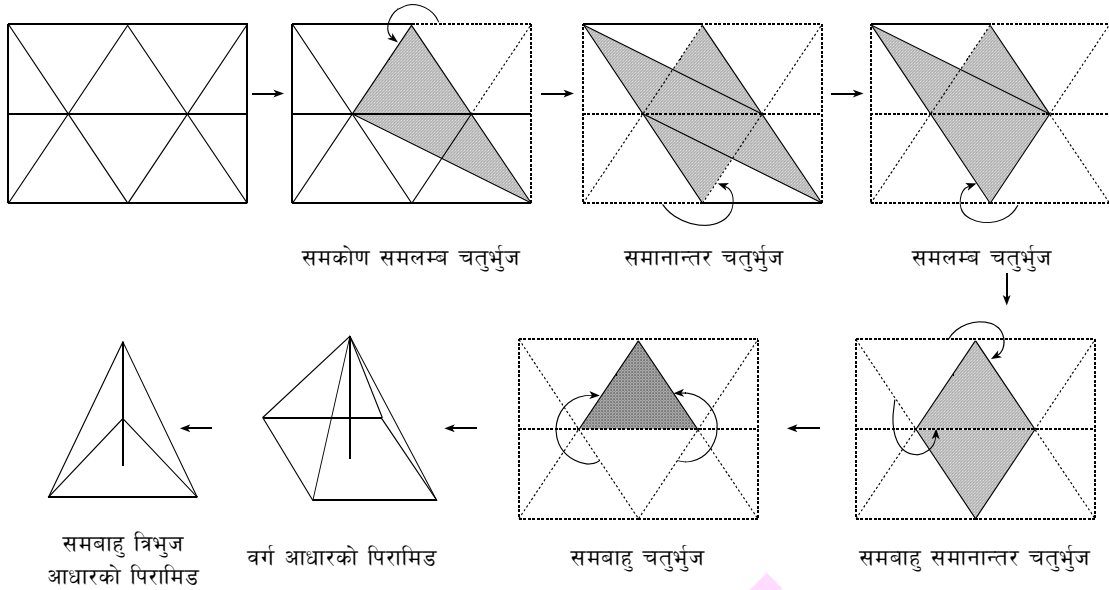
(g)



(i)

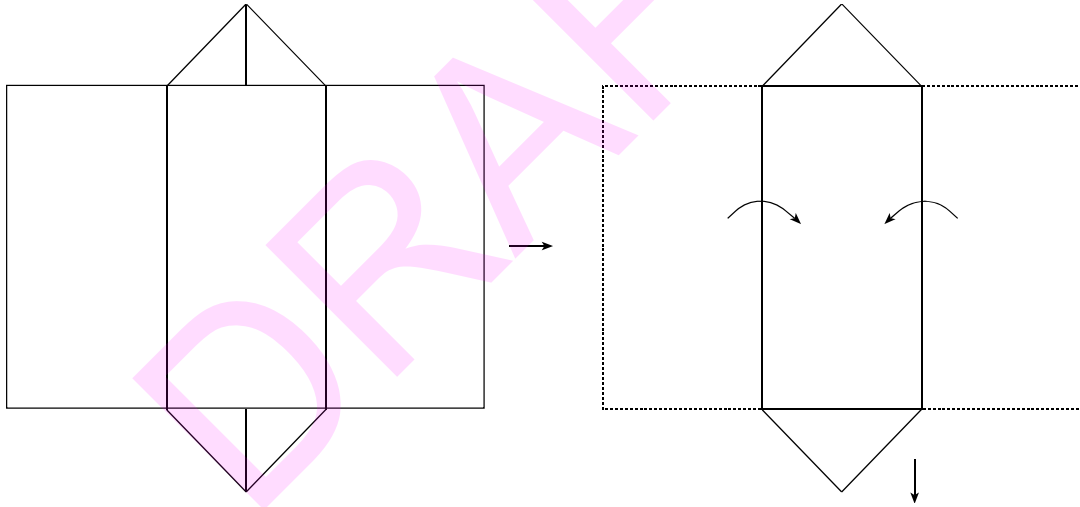
यसबाट बनाउन सकिने सम्भावित नमुनाहरू:

- i. समलम्ब चतुर्भुज
- ii. समानान्तर चतुर्भुज
- iii. समबाहु समानान्तर चतुर्भुज
- iv. समबाहु चतुर्भुज
- v. पञ्चभुज
- vi. त्रिभुज आधार भएको पिरामिड
- vii. वर्ग आधारको पिरामिड
- viii. आयताकार चतुर्भुज आदि

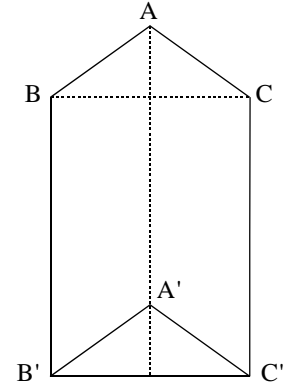


कागज पट्याउने क्रियाकलापबाट अन्य पनि थुप्रै ज्यामितीय आकार बनाउन सकिन्छ ।

ix. एउटा आयताकार कागजलाई पट्याएर त्रिभुजाकार प्रिज्म कसरी बनाउन सकिन्छ ? प्रयास गरी हेरौं ।

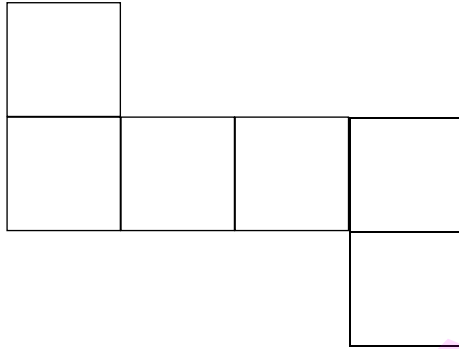


दुई ओटा समानान्तर त्रिभुजाकार आकृतिहरू र तिन ओटा आयताकार आकृतिहरू मिलेर बनेका ठोस आकृतिलाई त्रिभुजाकार प्रिज्म (Triangular Prism) भनिन्छ । यहाँ चित्रमा ABC र A'B'C' दुई ओटा समानान्तर र अनुरूप त्रिभुजहरू हुन् भने ABB'A', BCC'B' र ACC'A' तिन ओटा आयताकार सतह हुन् ।

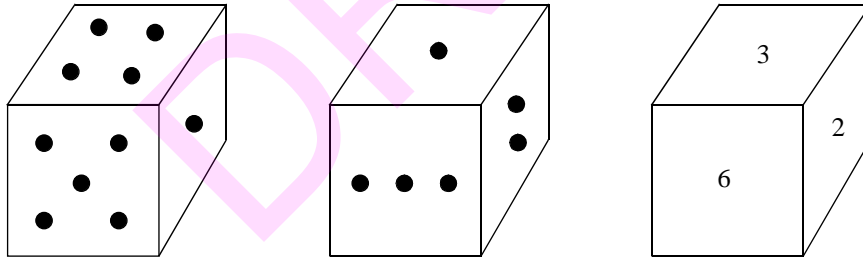


त्रिभुजाकार प्रिज्म

x. 4cm×4cm नाप भएका 6 ओटा वर्गहरू भएको जाली (Net) बनाउनुहोस्, जस्तै :

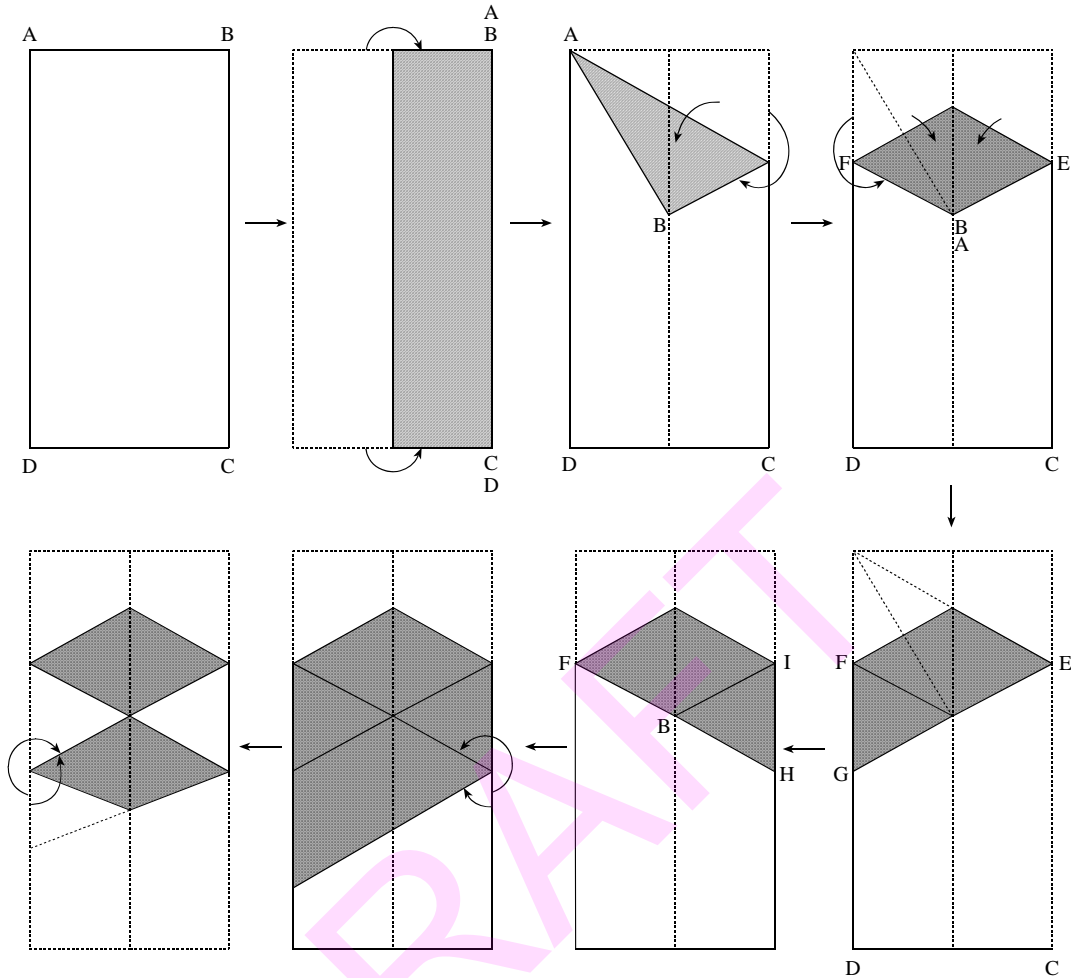


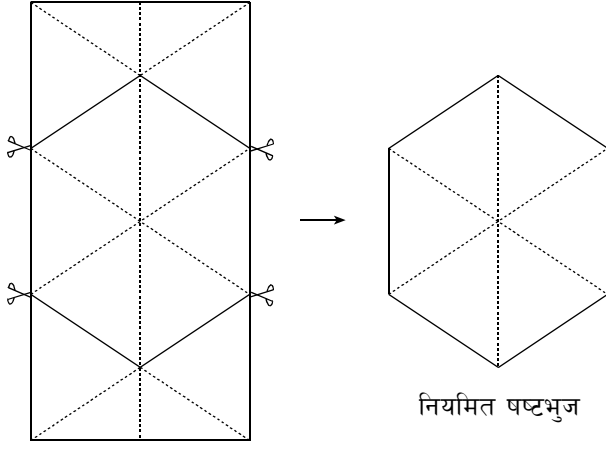
यसरी तयार भएको जालीलाई रूलरको सहायताले वर्गाकार कागज पट्ट्याइ गम वा फेबिकलले प्रत्येक भुजालाई एकआपसमा जोडेर घनाकार ठोस वस्तुको नमुना तयार गर्नुहोस् ।



यी घनाकार ठोस वस्तुको नमुनाहरूबाट सङ्ख्याको ज्ञान, जोड घटाऊ क्रियाहरू, सम्भाव्यता, तथ्याङ्क आदि गणितका विषयवस्तुको सिकाइ सहजीकरण क्रियाकलाप विद्यार्थी केन्द्रित एवम् खेल विधिद्वारा रोचक तथा अर्थपूर्ण बनाउन सकिन्छ ।

xi. लम्बाइ र चौडाइको 3:2 को अनुपातको आयताकार कागजलाई पट्याएर तल दिइएअनुसार जाली (Net) तयार गर्नुहोस् ।





यसरी 3:2 को अनुपातबाट तयार गरिएको नियमित षष्टभुजको नमुनाबाट के कस्ता ज्यामितीय आकृति तथा ठोस वस्तुको नमुनाहरू तयार गर्न सकिएला ? उक्त षष्टभुज विभिन्न तरिकाले पट्याएर हेर्नुहोस् । आफूले बनाएका आकृतिहरूको नाम र त्यसबाट ज्यामितिका के कस्ता वा कुन कुन साध्यहरू परीक्षण तथा प्रमाणित गर्न सकिएला ? छलफल गराउनुहोस् । यसबाट बनाउन सकिने वा प्रयोग गर्न सकिने केही उदाहरणहरू तल उल्लेख गरिएको छ :

- अनुरूप त्रिभुजका गुण तथा विशेषताहरू परीक्षण गर्न
- समबाहु चतुर्भुजका विशेषताहरूको परीक्षण गर्न
- एउटै आधार र उही समानान्तर रेखाहरूबिच बनेका समानान्तर चतुर्भुजहरूको क्षेत्रफल बराबर हुन्छ, भन्ने साध्य परीक्षण गर्न
- समलम्ब चतुर्भुजको धारणा स्पष्ट पार्न
- समानान्तर चतुर्भुजको धारणा स्पष्ट पार्न
- समबाहु त्रिभुजको धारणा स्पष्ट पार्न
- वर्गाकार आधार भएको पिरामिडको धारणा स्पष्ट पार्न
- ठोस वस्तु अक्टाहेड्रनको धारणा स्पष्ट पार्न
- त्रिभुज आधार भएको पिरामिडको धारणा स्पष्ट पार्न आदि ।

प्रयोग हुने क्षेत्र (Area of Application)

- ज्यामितिका विभिन्न आकृतिहरूको धारणा दिन र साध्यहरू परीक्षण गर्न
- क्षेत्रमितिका विभिन्न आकृतिहरूको धारणा दिन

७. ठोस ज्यामितीय आकृतिहरू (Geometrical Solids)

परिचय

त्रिआयामिक वस्तुलाई ठोसवस्तु भनिन्छ । ठोसवस्तुको निश्चित ज्यामितीय आकारका मोहडा, किनारा, शीर्षबिन्दुहरू हुन्छन् । सतह वा मोहडा बहुभुज भएको, बहुभुजका भुजाले किनारा बनाएको र तिन वा तिनभन्दा बढी किनारा मिलेर शीर्षबिन्दु बनेको ठोस आकृतिलाई बहुभुजाधार ठोस (polyhedron) भनिन्छ । सबै सतहहरू नियमित र अनुरूप भएमा अर्थात् सबै मोहडा बराबर भएमा नियमित बहुभुजाधार ठोस र मोहडाहरू अनुरूप नभई फरक फरक साइजका भएमा अनियमित बहुभुजाधार ठोस भनिन्छ । संसारमा जम्मा ५ ओटा मात्र नियमित बहुभुजाधार ठोस छन् । तिनीहरूमा ४ ओटा नियमित त्रिभुजाकार सतह भएका त्रिभुजाकार ठोस (tetrahedron), ६ ओटा नियमित वर्गाकार सतह भएका षड्मुखा वा घन (cube/hexahedron), ८ ओटा अनुरूप नियमित त्रिभुजाकार सतह भएको अष्टमुखा (octahedron), १२ ओटा अनुरूप नियमित पञ्चभुजाकार सतह भएको द्वादशमुखा (dodecahedron) र २० ओटा अनुरूप नियमित त्रिभुजाकार सतह भएको बिसमुखा (icosahedron) पर्दछन् । Leonardo Euler ले नियमित बहुभुजाधार ठोसमा $V - E + F = 2$ सत्य हुन्छ भनी पत्ता लगाएका थिए । यहाँ V, E र F ले क्रमशः कुनै ठोस वस्तुको शीर्षबिन्दु वा कुना, किनारा र मोहडा जनाउँछन् ।

बहुभुजाधार ठोस आकृतिहरूलाई तिनीहरूको मोहडाको सङ्ख्याअनुसार नै विभिन्न प्रकारले नामाकरण गरिएको छ । मोहडाको सङ्ख्याअनुसारका सङ्ख्या जनाउने ग्रीक भाषाको उपसर्ग जोडेर त्यसपछि Polyhedron को hedron प्रत्येय लगाई नामाकरण गरिएको छ । जुन यस प्रकार छन् :

Tetrahedron - Polyhedron of 4 faces

Pentahedron - Polyhedron of 5 faces

Hexahedron - Polyhedron of 6 faces

Heptahedron - Polyhedron of 7 faces

Octahedron - Polyhedron of 8 faces

Nonahedron - Polyhedron of 9 faces

Decahedron - Polyhedron of 10 faces

Undecahedron - Polyhedron of 11 faces

Dodecahedron - Polyhedron of 12 faces

Icosahedron - Polyhedron of 20 faces

यस पाठमा नियमित बहुभुज टेट्राहेड्रन, षड्मुखा, अक्टाहेड्रन, डोडेकाहेड्रन, आइकोसाहेड्रन तथा अन्य ठोस आकृतिहरू सोली, बेलना, प्रिज्मका जाली तथा खोक्रा नमुनाहरूको निर्माण र प्रयोग सम्बन्धमा चर्चा गरिएको छ ।

(अ) नियमित बहुभुजाधार ठोसवस्तुका जाली

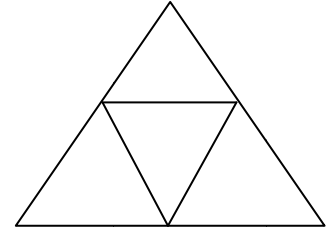
आवश्यक सामग्री : कार्डबोर्ड पेपर, मार्कर पेन, कैंची, गम वा टेप, सिसाकलम, ज्यामिति बक्स आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

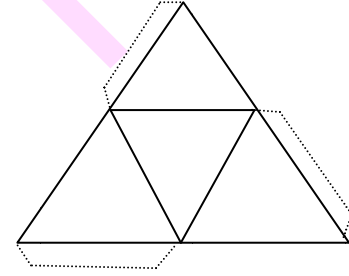
यहाँ बाक्लो कार्डबोर्डमा पहिले रेखाङ्कन गरी जाली बनाउने र त्यसलाई काटेर जालीहरूका टुप्पाहरूलाई गम वा टेपका सहायताबाट जोडी ठोसवस्तुको निर्माण गर्न सकिने तरिकाको चर्चा गरिएको छ ।

१. टेट्राहेड्रन (Tetrahedron)

(क) कार्डबोर्डमा निश्चित नाप भएको एउटा समबाहु त्रिभुज बनाउने र चित्रमा जस्तै समबाहु त्रिभुजका सबै भुजाका मध्यबिन्दुहरू जोड्ने

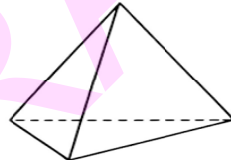


(ख) चित्रमा देखाए जस्तै गरी कम्पासको टुप्पाले वा पेन्सिलले मध्यबिन्दुबाट बनेको आकृतिलाई मोड्न मिल्ने गरी कोर्ने र चित्रको वरिपरि केही भाग छोडेर काट्ने ।



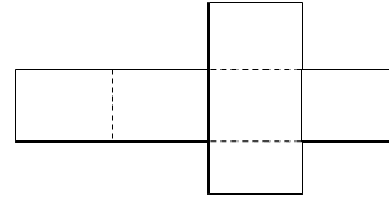
(ग) सबै सतहको टुप्पोमा गम वा टेपले टाँस्ने

(घ) टेट्राहेड्रन तयार भयो ।



टेट्राहेड्रनको

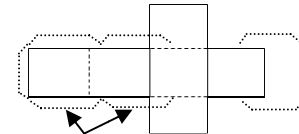
टेट्राहेड्रनको



२. घन (Cube/Hexahedron)

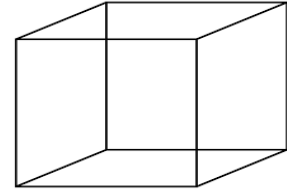
(क) कार्डबोर्ड पेपर, सिसाकलम र रूलरका सहायताले निश्चित नापको चित्रमा दिइए जस्तै ६ ओटा वर्गाकार कोठा कोर्ने

(ख) चित्रमा देखाइए जस्तै गरी चित्रको छेउमा केही भाग छाडेर काटी, प्रत्येक कोण छुट्याउने रेखामा सिसाकलम वा कम्पासको टुप्पोले फोल्ड गर्न मिल्ने गरी कोर्ने



टाँस्ने षड्मुखाको

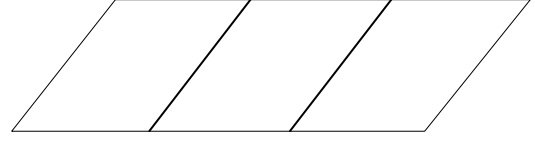
- (ग) प्रत्येक वर्गलाई पालैपालो आवश्यकतानुसार फोल्डिङ गरी गम वा टेप टाँस्ने यदि गमले टाँसिएको हो भने गम सुक्न दिने
- (घ) यसरी घन तयार भयो ।



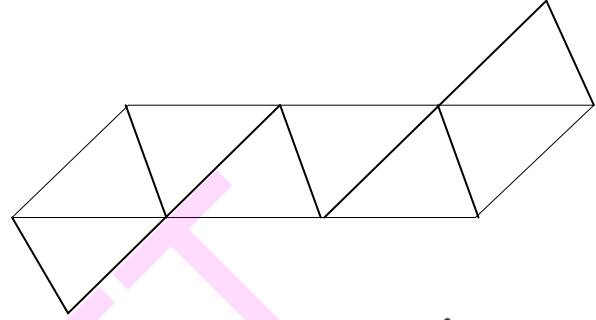
Cube/Hexahedron

३. अक्टाहेड्रन (Octahedron)

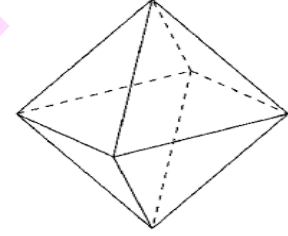
- (क) एउटा निश्चित नाप भएको समानान्तर चतुर्भुज बनाउने सो चतुर्भुजलाई तिन बराबर भागमा विभाजन गरी चित्रमा जस्तै दुई ओटा समानान्तर रेखाहरू कोर्ने



- (ख) सबै समानान्तर चतुर्भुजको विकर्णहरू खिची चित्रमा जस्तै गरी सानो समानान्तर चतुर्भुजको भुजा बराबरको चाप लिई समानान्तर चतुर्भुजको दुई विपरीत दिशामा दुई ओटा समबाहु त्रिभुजहरू खिची आठ ओटा समबाहु त्रिभुजहरू बनाउने



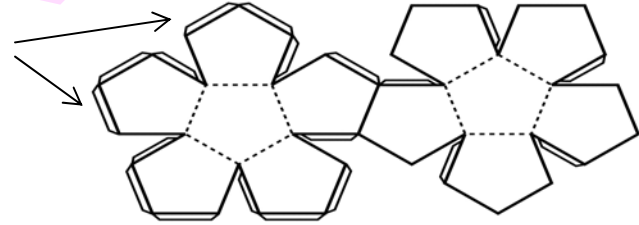
- (ग) चित्रमा देखाए जस्तै गरी कम्पास वा सिसाकलमको टुप्पोले मोड्न मिल्ने गरी कोर्ने र चित्रको वरिपरि केही भाग छोडेर काट्ने
- (घ) सबै सतहको टुप्पोमा गम वा टेपले टाँस्ने
- (ङ) यसरी अक्टाहेड्रन तयार भयो ।



४. डोडेकाहेड्रन (Dodecahedron)

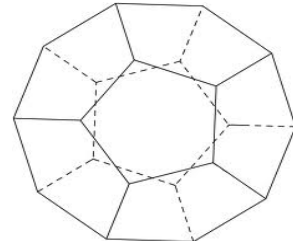
- (क) चित्रमा जस्तै गरी १२ ओटा पञ्चभुज बनाउने र मोड्न मिल्ने गरी कम्पास वा सिसाकलमको टुप्पोले कोरेर केही भाग छोडी काट्ने ।

टाँस्ने भाग



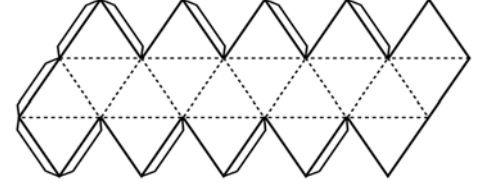
डोडेकाहेड्रनको जाली

- (ग) सबै सतहको टुप्पोमा गम वा टेपले टाँस्ने
 (घ) यसरी डोडेकाहेड्रन तयार भयो ।



५. आइकोसाहेड्रन (Icosahedron)

- (क) सिसाकलम र रुलरको सहायताले दिइएको जस्तै गरी आइकोसाहेड्रनको जाली बनाउने



आइकोसाहेड्रनको जाली

- (ख) सबै सतहको टुप्पोमा गम वा टेपले टाँसी आइकोसाहेड्रन निर्माण गर्ने

(आ) नियमित बहुभुज आधार ठोसवस्तुको खोक्रा नमुना निर्माण

आवश्यक सामग्री

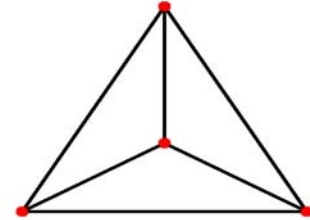
कैंची, छवाली, डटपेन वा कलमका खोल, सियो, धागो, मसिना आलु, सिन्का, स्केल आदि

निर्माण प्रक्रिया (Process of construction)

ठोसवस्तुका खोक्रा नमुना (Skeleton) छवाली र धागो प्रयोग गरेर, सिन्का र आलु वा आलु जस्तै कुनै नरम वस्तु प्रयोग गरी दुई किसिमबाट तयार गर्न सकिन्छ । यहाँ यी दुवै तरिकाबाट ठोस वस्तुका खोक्रा नमुना निर्माणका तरिकाको चर्चा गरिएको छ ।

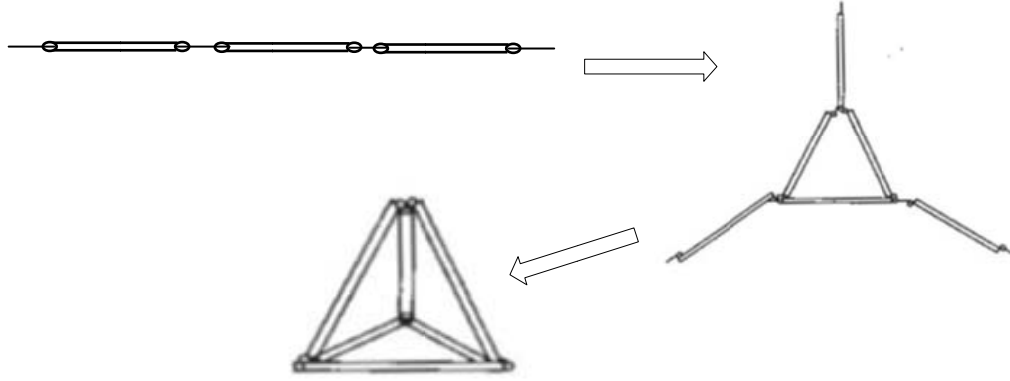
१. टेट्राहेड्रन

पहिलो तरिका : आलु र सिन्काको प्रयोग गरी ६ ओटा सिन्का र ४ ओटा मसिना आलुहरूलाई चित्रमा देखाइए जस्तै गरी जोडेर टेट्राहेड्रनको खोक्रा नमुना बनाउन सकिन्छ ।



आइकोसाहेड्रनको नमुना

दोस्रो तरिका : छ्वाली, डटपेन वा कलमको खोल र धागोबाट टेट्राहेड्रनको नमुना खोक्रा बनाउन ६ ओटा छ्वाली वा कलमको खोललाई चित्रमा देखाइएको जस्तै गरी जोड्नुपर्छ ।



२. घन/षड्मुख

पहिलो तरिका : ८ ओटा आलु र १२ ओटा सिन्काहरू लिई चित्रमा देखाइए अनुसार जोडेर घनको खोक्रा बनाउन सकिन्छ ।



दोस्रो तरिका : १२ ओटा छ्वालीका टुक्राहरू लिएर धागोको सहायताबाट चित्रमा देखाइएअनुसार जोडेर घनको खोक्रा नमुना बनाउन सकिन्छ ।

३. अक्टाहेड्रन

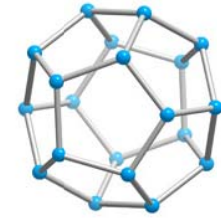
पहिलो तरिका : ६ ओटा आलु र १२ ओटा सिन्काहरू लिई चित्रमा देखाइएअनुसार जोड्ने



दोस्रो तरिका : १२ ओटा छ्वाली र धागो लिई चित्रमा देखाइएअनुसार त्रिभुजाकार मोहडा बन्ने गरी जोड्ने

४. डोडेकाहेड्रन

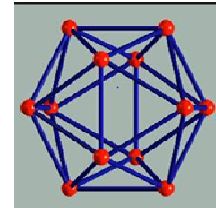
पहिलो तरिका : २० ओटा आलु ३० ओटा सिन्काहरू लिई चित्रमा देखाइएअनुसार जोड्ने



दोस्रो तरिका : ३० ओटा छ्वाली लिई धागोको सहायताबाट पञ्चभुजाकार मोहडा बन्ने गरी जोड्ने

५. आइकोसाहेड्रन

पहिलो तरिका : १२ ओटा आलु र ३० ओटा सिन्काहरू लिई चित्रमा देखाइएअनुसार जोड्ने



दोस्रो तरिका : ३० ओटा छ्वालीलाई धागोको सहायताबाट चित्रमा देखाइए जस्तै त्रिभुजाकार मोहडा बन्ने गरी जोड्ने

नियमित बहुभुजाधार ठोसवस्तुको जाली र खोक्राको प्रयोग

गणितका विभिन्न धारणाहरूको शिक्षणका लागि यस्ता नमुनाहरूको प्रयोग गरिन्छ । घनको नमुनालाई डाइसका रूपमा पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ । ठोस वस्तुका नमुनालाई तिनीहरूको शीर्षबिन्दु, किनारा र मोहडा पता लगाउन र तिनीहरूका बिचको सम्बन्ध पत्ता लगाउने सन्दर्भमा प्रयोग गरिन्छ । यसका लागि विद्यार्थीहरूलाई ठोस वस्तुका नमुनाहरू दिई शीर्षबिन्दु, किनारा र मोहडा टिपोट गर्न लगाउनुपर्छ ।

ठोसवस्तुको शीर्षबिन्दु, किनारा र मोहडा बिचको सम्बन्धलाई तलको तालिकामा दिइएको छ :

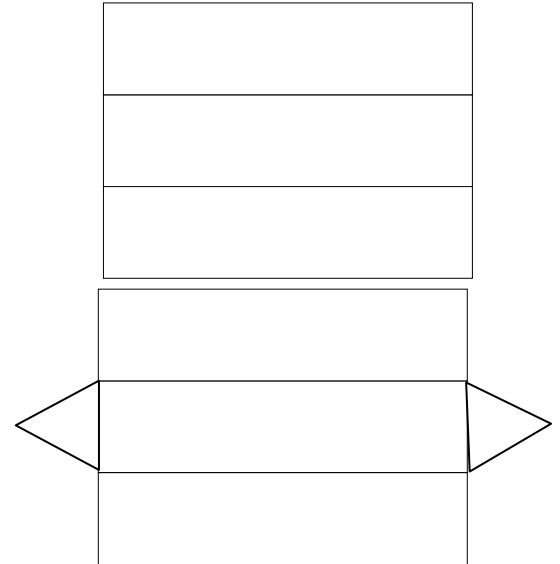
क्र.स.	नियमित बहुभुज	शीर्षबिन्दु	किनारा	सतह	सतहको आकृति	V, E र F बिचको सम्बन्ध
१	टेट्राहेड्रन	४	६	४	समबाहु त्रिभुज	$4 - 6 + 4 = 2$
२	षड्मुखा	८	१२	६	वर्ग	$8 - 12 + 6 = 2$
३	अक्टाहेड्रन	६	१२	८	त्रिभुज	$6 - 12 + 8 = 2$
४	डोडेकाहेड्रन	२०	३०	१२	पञ्चभुज	$20 - 30 + 12 = 2$
५	आइकोसाहेड्रन	१२	३०	२०	समबाहु त्रिभुज	$12 - 30 + 20 = 2$
६	नियमित ठोस	V	E	F	समतल	$V - E + F = 2$

(इ) केही ठोस आकृतिहरूको जाली निर्माण

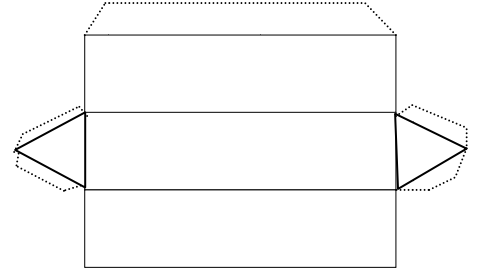
१. त्रिभुजाकार प्रिज्म (Triangular Prism)

(क) कार्डबोर्ड पेपरमा निश्चित नापको एउटा आयत बनाउने र चित्रमा दिइए जस्तै त्यही आकारका तल र माथि एक/एक ओटा आयत बनाउने

(ख) बिचको आयतको चौडाइ बराबर दुवैतर्फका बिन्दुहरूबाट चाप लिएर एउटा बिन्दुमा काटी चित्रमा देखाइए भैं बिन्दुहरूलाई जोडी बिचको आयतको दुवैतर्फ एक एक ओटा समबाहु त्रिभुज बनाउने

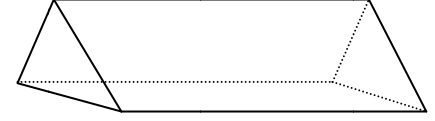


- (ग) चित्रको वरिपरि केही भाग छोडेर काट्ने
 (घ) चित्रका टुप्पाहरू जोड्ने र गम वा टेपले टाँस्ने
 (ङ) त्रिभुजाकार प्रिज्म तयार भयो ।



प्रयोग

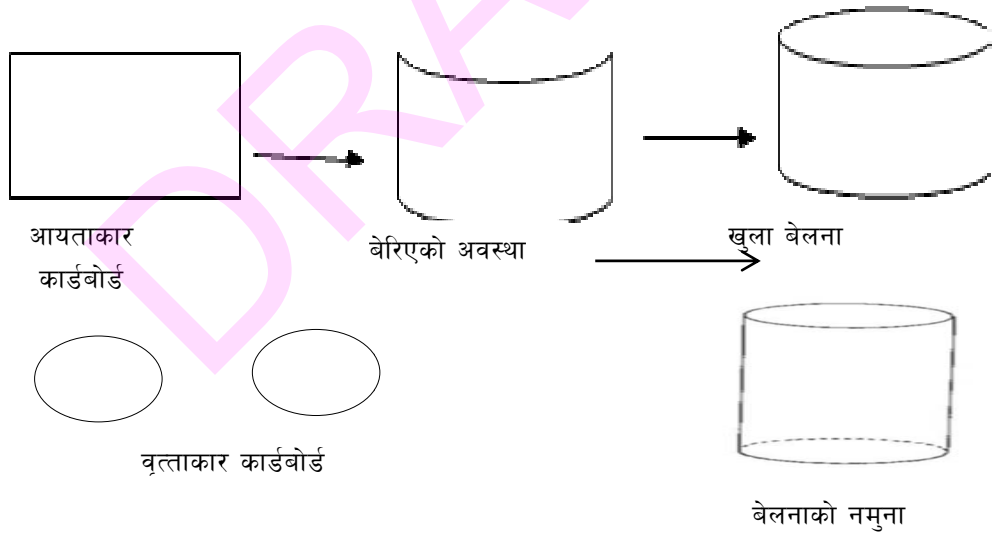
प्रिज्मका विशेषताहरू, क्रससेक्सन तथा पूरा सतहको क्षेत्रफल, आयतन पत्ता लगाउन यस्ता नमुनाहरू प्रयोग गर्न सकिन्छ ।



२. बेलना (Cylinder)

त्रिभुजाकार प्रिज्मको

- (क) एउटा कार्डबोर्ड पेपरलाई निश्चित नापको आयतकार वा वर्गाकार आकारमा काट्ने
 (ख) यसरी निश्चित नापमा काटिएको कार्डबोर्ड पेपरलाई बेरी दुई किनाराहरू जोडेर गम वा टेपले टाँस्ने
 (ग) अब खुला बेलना तयार भयो ।
 (घ) खुला बेलनाको माथि र तल दुवैतिर मिल्ने गरी कार्डबोर्डमा दुई ओटा वृत्तहरू बनाउने र त्यसलाई काटी दुवैतर्फ गम वा टेपले टाँस्ने । (बेलनाकार वस्तुहरू सङ्कलन गर्न पनि सकिन्छ)
 (ङ) बेलना तयार भयो ।



प्रयोग

बेलनाको वक्र सतह तथा पूरा सतहको क्षेत्रफल र आयतन पत्ता लगाउनका लागि यसको प्रयोग गरिन्छ :

बेलनाको वक्र सतहको क्षेत्रफल = कागजको क्षेत्रफल = वृत्तको परिधि \times उचाइ = $2\pi rh$

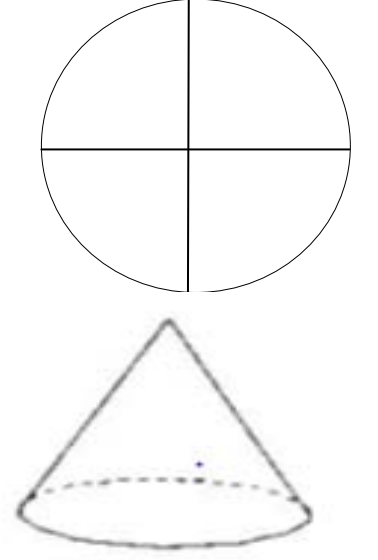
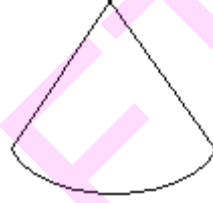
यहाँ r = अर्धव्यास र h = उचाइ हुन्छ ।

त्यसै गरी पूरा सतहको क्षेत्रफल = वक्र सतहको क्षेत्रफल + दुई आधारहरूको क्षेत्रफल

बेलनाको आयतन = $\pi r^2 h = 2\pi rh + 2\pi r^2$

३. सोली (Cone)

- (क) एउटा कार्डबोर्ड पेपर लिने र त्यसमा निश्चित नाप भएको एउटा वृत्त बनाउने
- (ख) चित्रमा जस्तै गरी उक्त वृत्तलाई बराबर चार भागमा बाँड्ने ।
- (ग) चार भागमध्ये कुनै एक भाग चित्रमा जस्तै लिने
- (घ) उक्त वृत्तको एक चौथाइ बराबरको कार्डबोर्डका दुई टुप्पाहरू जोडी गम वा टेपले टाँस्ने
- (ङ) अब सोली तयार भयो ।



सोलीको नमुना

प्रयोग

सोलीको वक्र सतह र पूरा सतहको क्षेत्रफल निकाल्न यी नमुनाहरूको प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

९. ग्राफ बोर्ड (Graph Board)

परिचय (Introduction)

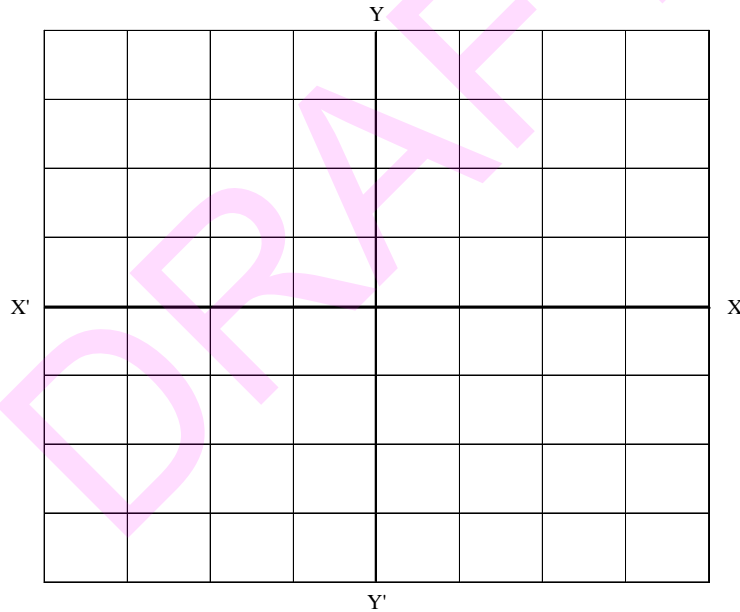
सङ्ख्या वा परिणामका सम्बन्धलाई चित्रात्मक विधिद्वारा व्यक्त गर्नुलाई ग्राफ वा लेखाचित्र भनिन्छ । ग्राफ वा लेखाचित्रबाट गणितीय समस्याहरूलाई सरल विधिद्वारा सिकाइ सहजीकरण गर्न प्रयोग गरिने बोर्ड वा शैक्षणिक सामग्रीलाई ग्राफबोर्ड (Graph Board) भनिन्छ । आधारभूत तह (कक्षा ६, ७ र ८ मा गणित अध्ययन अध्यापनका लागि आवश्यक शैक्षणिक सामग्रीहरूमध्ये ग्राफबोर्ड पनि एक महत्त्वपूर्ण सामग्री हो ।

आवश्यक सामग्री (Required Materials)

- (i) 16"×20" को शैक्षणिक पाटी (ii) इनामेल (iii) मिटर स्केल
(iv) L तन/चारथरिका रङ्गीन बोर्ड मार्कर (v) मसिनो ब्रुस आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

- (i) मिटर स्केलको सहयोग लिई इनामेल लिइ सेतो पाटी ग्राफ बनाउनुहोस् । एक एक इन्चको वर्गहरू निर्माण गर्दा उपयुक्त हुन्छ ।
(ii) बिचबाट X-अक्ष र Y- अक्ष खिच्ने ।



ग्राफबोर्ड (Graph Board)

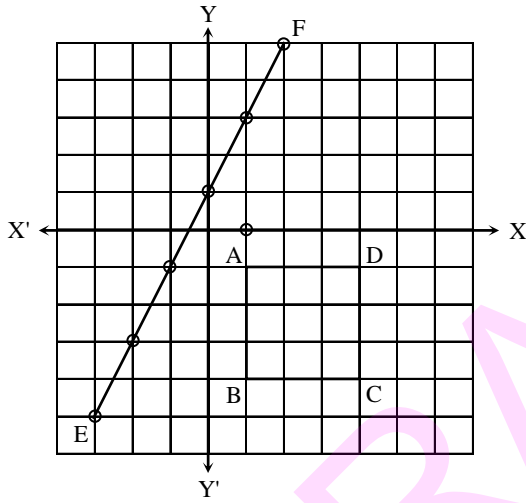
प्रयोग हुने क्षेत्र (Area of Application)

- (i) समीकरण (Equation) (ii) वर्गमूल (Square root) (iii) त्रिकोणमिति (Trigonometry) (iv) निर्देशाङ्क ज्यामिति (Co-ordinate Geometry) (v) क्षेत्रमिति (Mensuration) (vi) ज्यामिति (Geometry) (vii) भिन्न (Fraction) (viii) तथ्याङ्क शास्त्र (Statistics) (ix) स्थानान्तरण (Transformation) आदि

प्रयोग गर्ने तरिका (Method of use)

- (i) कुनै समीकरण $y = 2x + 1$ बाट x र y को सम्भावित मानहरूको तालिका बनाई लेखाचित्र अर्थात् सरल रेखा ग्राफबोर्डमा रङ्गीन मार्कर प्रयोगबाट देखाउने, जस्तै : सम्भावित मानहरूको तालिका

x	1	2	-1	-2	3
y	3	5	-1	-3	7



ग्राफबोर्ड (Graph Board)

- (ii) ग्राफबोर्डमा देखाए जस्तै वर्ग ABCD खिचेर प्रत्येक बिन्दुको निर्देशाङ्क बताउन लगाउने तथा भन्न लगाई आआफ्नो कापीमा लेख्न लगाउने
- (iii) विद्यार्थीहरूलाई ग्राफपेपरमा माथिका क्रियाकलाप गर्न लगाउने
- (iv) एउटा ग्राफमा एउटा मात्र क्रियाकलाप गर्न लगाउने ।

१०. नोमो ग्राफ (Nomo Graph)

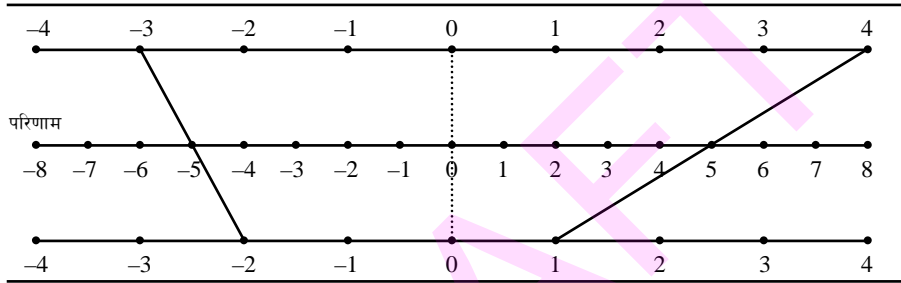
परिचय (Introduction)

सामान्यतया : दुई सङ्ख्याको जोड तथा घटाउको परिणामका सम्बन्धलाई चित्रद्वारा व्यक्त गर्नको लागि प्रयोग गरिने तिन ओटा समानान्तर रेखाहरूद्वारा निर्मित ग्राफलाई Nomograph भनिन्छ । यसको व्यापक प्रयोग भएको देखिए तापनि यहाँ आधारभूत तहका विद्यार्थीहरूलाई जोड र घटाउ क्रियाकलापलाई चित्रद्वारा प्रस्तुत गर्न खोजिएको छ ।

आवश्यक सामग्री (Required Materials)

- (i) पेन्सिल (ii) इरेजर (iii) 2 स्केल (50cm) (iv) ग्राफपेपर
(v) रड (vi) प्राइमर (vii) इनामेल (viii) ब्रस २ ओटा (सानो)
(ix) कार्डबोर्ड पेपर (x) आयताकार प्लाइउडको टुक्रा (50cm×15cm×6mm)

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)



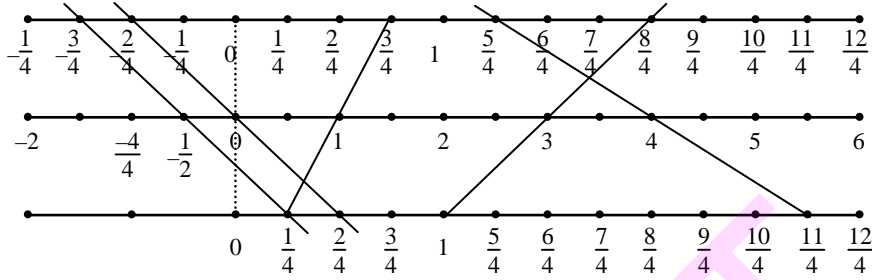
- (i) उपलब्ध प्लाइउडको आयताकार टुक्रा (कम्तीमा 20cm×6cm×6mm) मा चित्रमा देखाएजस्तै बराबर दुरीमा तिन ओटा समानान्तर रेखाहरू खिच्ने
(ii) तिनओटै समानान्तर रेखाहरूको मध्यबिन्दुमा शून्य (0) अङ्क अङ्कित गर्ने
(iii) बिचको रेखामा 2cm को फरकमा चित्रमा देखाए जस्तै अङ्कहरू लेख्ने
(iv) दुईतिरका समानान्तर रेखाहरूमा 4cm को फरकमा अङ्कहरू लेख्ने
(v) प्राइमर र इनामेल उपलब्ध नभएको अवस्थामा प्लाइउडमा सादा पेपर वा कार्डबोर्ड टाँसेर साइनपेनले समानान्तर रेखा कोर्न र अङ्कहरू लेख्दा उपयुक्त हुन्छ ।

प्रयोग हुने क्षेत्र (Area of Application)

- (i) पूर्णाङ्कहरू (Integers) को जोड तथा घटाउ क्रियाहरूका सिकाउन ।
(ii) समानतर भिन्नका जोड र घटाउ क्रियाकलापलाई सहजीकरण गर्न पनि नोमोग्राफ प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

5. प्रयोग गर्ने तरिका (Method of Use)

- (i) विद्यार्थी सङ्ख्याका आधारमा नोमोग्राफ निर्माण गरी पूर्णाङ्क सङ्ख्याहरूको जोड तथा घटाउ क्रियाको पुनरावृत्ति गर्न यसको प्रयोग गरिनु उपयुक्त हुन्छ ।
- (ii) दुई समतुल्य भिन्नहरूको जोड तथा घटाउ क्रियाका लागि नोमोग्राफ निर्माण गरी विद्यार्थीहरूको सिकाइ सहजीकरण क्रियाकलापमा यसको प्रयोग गर्न सकिन्छ । जस्तै $\frac{3}{4}$ को जोडफल तथा $\frac{3}{4} - \frac{1}{4}$ को मान कति हुन्छ ?



Nomograph

- (iii) माथिको नोमोग्राफ (Nomograph) अध्ययन गरी निम्न प्रश्नहरूको उत्तर लेख्नुहोस् ।

(a) $\frac{3}{4} + \frac{9}{4} = ?$ (b) $1 + \frac{8}{4} = ?$ (c) $\frac{5}{4} + \frac{11}{4} = ?$ (d) $\frac{12}{4} + \frac{8}{4} = ?$

११. भिन्न पत्तीहरू (Fraction Strips)

परिचय (Introduction)

आधारभूत तहका विद्यार्थीहरूमा भिन्नको साधारण ज्ञान भए पनि भिन्नका गणितीय क्रियाहरूमा तिनीहरू अभ्यस्त भइसकेका हुँदैनन् । यसले माध्यमिक तहमा पुग्दासमेत भिन्न सम्बन्धी गणितीय समस्याहरू हल गर्न अठेरो महसुस भएको देखिन्छ । अतः आधारभूत तहमै भिन्नका गणितीय क्रियाहरूमा अभ्यस्त बनाउन तथा भिन्नका जोड घटाउ जस्ता धारणाहरू दिन सजिलाको लागि भिन्न पत्तीहरू (fraction strips) शैक्षणिक सामग्री प्रयोग गर्नु आवश्यक छ । भिन्नको धारणा दिन तथा भिन्नको शिक्षण सिकाइ सहजीकरणको लागि भिन्न स्ट्रिप अति नै उपयोगी शैक्षणिक सामग्री हो ।

आवश्यक सामग्रीहरू(Required Materials)

- | | | |
|--|---|---------------------|
| (i) ग्राफपेपर/कार्डबोर्ड पेपर | (ii) काठको लिस्टी/बाँसको स्ट्रिप/कार्टुन बक्स | |
| (iii) करौँती | (iv) किला | (v) ट्यामर |
| (vi) स्केल 30 से.मि. र 50 से.मि. साइनपेन | (vii) पेन्सिल र इरेजर | (viii) विभिन्न रङको |
| | (ix) कैंची | (x) खाक्सी आदि । |

निर्माण विधि (Method of Construction)

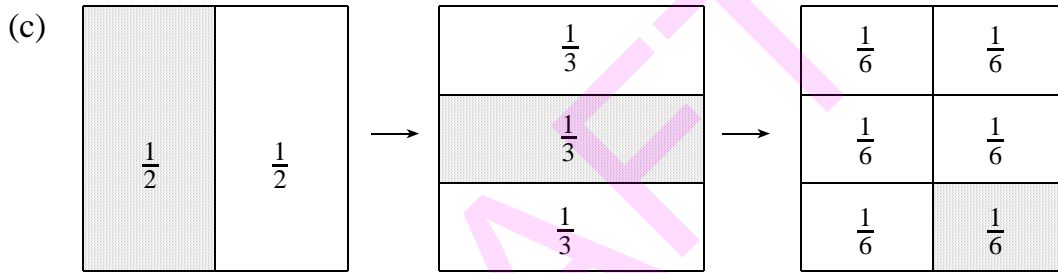
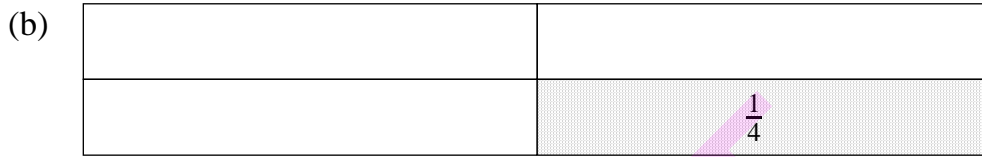
- कार्डबोर्ड पेपरमा भिन्नको चार्ट निर्माण गर्ने
- भिन्न चार्टका आधारमा लिस्टी वा बाँसको स्ट्रिपहरू तयार गर्ने

भिन्न चार्ट (Fraction Chart)							
1							
$\frac{1}{2}$				$\frac{1}{2}$			
$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$	
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{3}$			$\frac{1}{3}$			$\frac{1}{3}$	
$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$	
$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$

(iii) भिन्न चार्टअनुसार 8 ओटा स्ट्रिपहरू तयार गर्ने र प्रत्येक भिन्न स्ट्रिपहरूलाई फरक फरक रङले रङ्गाउने

(iv) प्रत्येक भिन्न स्ट्रिपका पनि भिन्नअनुसार रङ लगाउने ताकि भिन्नको धारणा दिन सजिलो होस्, जस्तै :



प्रयोग हुने क्षेत्र (Application Field)

भिन्न स्ट्रिप (Fraction Strips) प्रयोग हुने सम्भाव्य क्षेत्रहरू :

- भिन्नको अवधारणा
- भिन्नको जोड, घटाउ, गुणन, भाग
- भिन्नको प्रयोग भएको सरल आदि सिकाउन
- दशमलवको धारणा दिन

प्रयोग गर्ने तरिका (Method of Use)

भिन्नको धारणा गणितमा धेरै महत्त्वपूर्ण भएकाले गणित सिकाइ सहजीकरण प्रक्रियामा भिन्न स्ट्रिपको प्रयोग गर्नु अति आवश्यक छ । तर यसका लागि भिन्नको धारणा स्पष्ट पार्नु आवश्यक

छ । कुनै सिङ्गो वस्तुको केही भाग वा अंश नै त्यस वस्तुको भिन्न भएको हुँदा विद्यार्थीहरूलाई व्यावहारिक रूपमा प्रत्यक्ष देखिने, अनुभव गर्न सकिने सिङ्गो वस्तुलाई प्रदर्शन गर्नुपर्दछ, जस्तै :

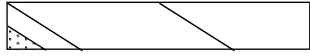
(i) एउटा स्ट्रिप विद्यार्थीहरूलाई देखाउँदै यो कति ओटा छ, भनी प्रश्न गर्नुपर्दछ ।

(ii) एउटा स्ट्रिपलाई दुई बराबर भागमा विभाजन गरी विद्यार्थीहरूलाई समूहमा वा सम्भव भए प्रत्येकलाई एक एक ओटा प्रदान गरी एउटा भागलाई के भनिन्छ ? शिक्षकले आफूसँग भिन्न स्ट्रिपलाई देखाउँदै अभ्यास गराउने । यसलाई गणितमा के कसरी व्यक्त गरिन्छ वा लेखिन्छ ? विद्यार्थीहरूसँग प्रश्न गर्ने ?

$$\boxed{} = 1 \quad \boxed{} = \frac{1}{2}$$

यहाँ $\frac{1}{2}$ \longrightarrow Numerator (अंश)
 \longrightarrow Denominator (हर)

(iii) कुनै पनि वस्तुलाई बराबर भागमा विभाजन गरिएन भने त्यसबाट भिन्नको अवधारणा दिन नसकिनेतर्फ शिक्षक जहिले पनि चनाखो र सचेत हुन आवश्यक छ, जस्तै:



1:2

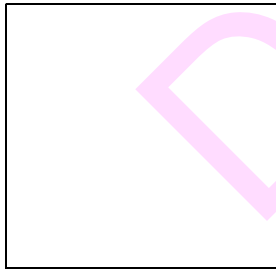
$$\boxed{} = \boxed{} + \boxed{} + \boxed{}$$

1 $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$

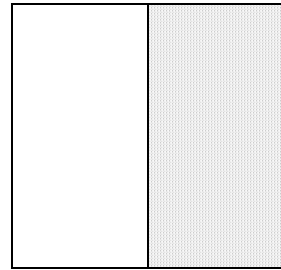
(iv) भिन्न स्ट्रिपको प्रयोग गर्दा पूर्वज्ञानमा आधारित क्रियाकलापबाट सुरुआत गर्नुपर्दछ । त्यसपछि मात्र भिन्नका नयाँ क्रियाकलाप सुरु गर्नुपर्दछ ।

(v) त्यसैगरी अनुपयुक्त भिन्न, मिश्रित भिन्नका क्रियाहरू पनि भिन्नको स्ट्रिपबाट प्रदर्शन गर्दै जाने ।

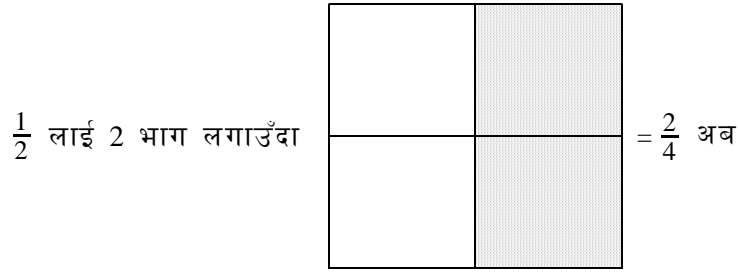
(vi) समतुल्य भिन्न :



लाई 2 भाग लगाउँदा

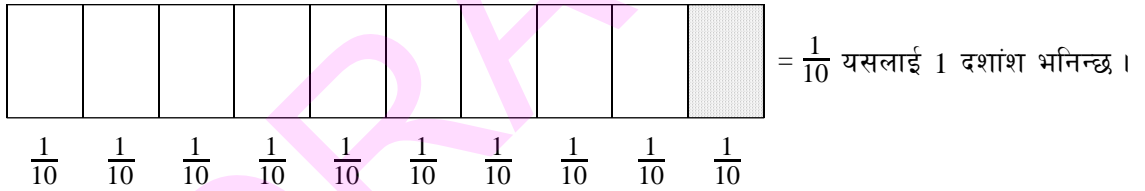


$= \frac{1}{2}$



(vii) यस्ता क्रियाकलापहरूमा विद्यार्थीहरूलाई अभ्यस्त बनाउँदै लगिसकेपछि मात्र भिन्नका चार साधारण क्रिया गराउँदा भिन्नका क्रियाहरूको सिकाइ सहजीकरण प्रभावकारी हुन सक्छ ।

(viii) त्यसपछि मात्र दशमलव भिन्नका क्रियाकलापमा विद्यार्थीहरूलाई सहभागी बनाउनुपर्छ, जस्तै :




अर्थात् $\frac{1}{10}$ भनेको एक दशांश हो । लेख्दा 0.1 लेखिन्छ, यसलाई शून्य दशमलव एक भनेर पढिन्छ । अर्थात् कुनै पनि वस्तुलाई दश बराबर भाग लगाउँदा प्रत्येक एक भागलाई भिन्नमा $\frac{1}{10}$ लेखिन्छ भने दशमलवमा लेख्दा 0.1(शून्य दशमलव एक) हुन्छ, भनी विद्यार्थीहरूलाई भिन्नको स्ट्रिपबाट सिकाउन सकिन्छ ।

१२. क्विजनायर्स रड (Cuisenaire's Rod)

परिचय (Introduction)

क्विजनायर्स रड गणितीय सिकाइ सामग्री हो, जसको प्रयोगले विद्यार्थीहरूलाई सिकाइमा उत्साहित बनाउनुको साथै सामग्री चलाएर गणितीय धारणाहरू जस्तै आधारभूत अङ्कगणितीय क्रियाहरू, सङ्ख्याको ज्ञान, समीकरणका धारणाहरू आदि सिकाउन सजिलो हुन्छ। क्विजनायर्स रडमा विभिन्न १० रडका 1 cm^2 क्रससेक्सन भएको 1 cm देखि 10 cm सम्म लम्बाइ भएका विभिन्न रडका केही सेटहरू हुन्छन्। सन् १९५० को दशकमा Georges Cuisenaire (१८९१ -१९७५) ले आफ्नो गणित शिक्षणमा रङ्गीन रडहरूको प्रयोग गरेका थिए र पछि Caleb Gattegno ले यसलाई Cuisenaire's rod नामाकरण गरी लोकप्रिय बनाउने काम गरेका थिए।

यो प्रारम्भिक गणित सिकाइमा रड र त्यो रडसँग मिल्ने सङ्ख्याको एक एक सङ्गतताको सिद्धान्तमा आधारित सामग्री भएकाले फरक फरक सङ्ख्या जनाउन फरक फरक रड लगाउन सकिन्छ। यसका लागि मान्यतायुक्त रड यसरी चयन गरिएको पाइन्छ :

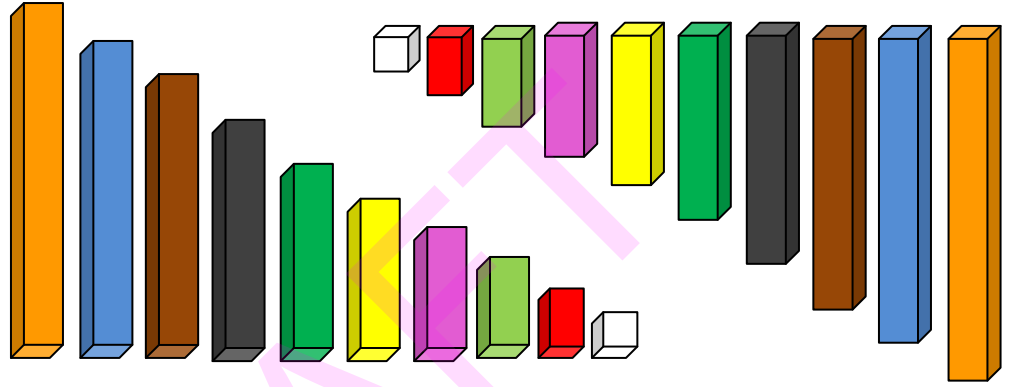
रड	रडको साइज	जनाउने सङ्ख्या	रडको रङ
	$1\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	१	सेतो (White)
	$2\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	२	रातो (Red)
	$3\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	३	हल्का हरियो (Light Green)
	$4\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	४	वैजनी वा गुलाबी (Purple or Pink)
	$5\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	५	पहेलो (Yellow)
	$6\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	६	गाढा हरियो (Dark Green)
	$7\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	७	कालो (Black)
	$8\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	८	खैरो (Brown or tan)
	$9\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	९	निलो (Blue)
	$10\text{ cm} \times 1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$	१०	सुन्तला (Orange)

आवश्यक सामग्रीहरू (Required Materials)

चौडाइ र मोटाइ बराबर भएको लिस्टी, करौती, विभिन्न किसिमका रङ भएका इनामेल, ब्रुस, मापनका लागि स्केल आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Method of Construction)

- १० ओटा लिस्टीहरू (२२ से.मी. जति लम्बाइका) लिएर ठिक ११ भागमा बाड्न लगाउनुहोस् । यसरी बाड्दा लिस्टीको चारैतिर पेन्सिलले घेरा लगाइ बाड्नुपर्छ ।
- अब चित्रमा जस्तै गरी $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 1\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 2\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 3\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 4\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 5\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 6\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 7\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 8\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 9\text{cm}$, $1\text{cm}\times 1\text{cm}\times 10\text{cm}$, का छुट्टाछुट्टै लिस्टीहरूको दुई सेट बनाउने



- प्रत्येक दुई समान साइजका लिस्टीहरूलाई चित्रमा भैं एउटै रङ हुने गरी चिनिन सजिलो हुने तरिकाबाट फरक फरक रङका इनामेलहरू लगाएर सुकाउने
- ती सबै टुक्राहरूलाई चित्रमा देखाइएअनुसार एउटा प्लाइउडको फलेक माथि मिलाएर राख्ने



- अब क्विजनायर्स रड तयार भयो ।

नोट : क्विजनायर्स रडको विकल्पमा मोटो कार्डबोर्ड पेपरबाट माथि कै तरिकाले १ देखि १० सम्मका दुई सेट सङ्ख्या पत्तीहरू निर्माण गरेर पनि प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

क्विजनायर्स रडको प्रयोग (Use of Cuisenaire's Rod)

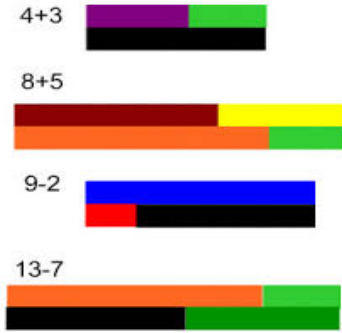
(अ) क्विजनायर्स रड प्रयोगका क्षेत्रहरू (Using Area of Cuisenaire's Rod)

- आधारभूत क्रम विनिमय नियम
- सङ्ख्या र यसका आधारभूत क्रियाहरू (स्थानमान, जोड, घटाउ र गुणन, भाग)
- भिन्न र दशमलवका आधारभूत क्रियाहरू (जोड, घटाउ, गुणन र भाग), समतुल्य भिन्नको चार्ट
- समीकरणको धारणा
- ल.स. र म.स. शिक्षण
- प्राकृतिक सङ्ख्याहरूको योगफल पता लगाउन ।

(आ) क्विजनायर्स रड प्रयोगका तरिकाहरू (Using Method of Cuisenaire's Rod)

(क) आधारभूत क्रिया शिक्षण

उदाहरणका लागि $5 + 2 = ?$ सिकाउन 5 एकाइ र 2 एकाइका रडहरू लिने र तिनीहरूलाई जोडेर देखाउने । अब विद्यार्थीहरूलाई ती दुई रड जोडेर बनेको आकृतिसँग बराबर हुने रड पत्ता लगाउन भन्ने, साथै सोही रडको एकाइ नै 5 र 2 को योगफल हुने बताउने, अन्य केही उदाहरणहरू तल चित्रमा दिइएअनुसार गराउन सकिन्छ ।

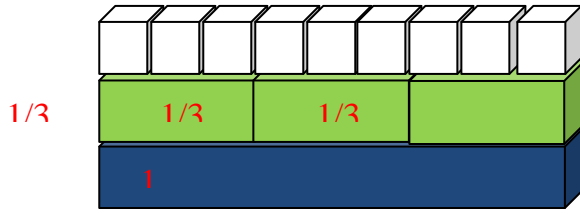


जोडसँग सम्बन्धित गराएर गुणन सिकाउनका लागि पनि क्विजनायर्स रडको प्रयोग गर्न सकिन्छ, जस्तै: $2 \times 3 = 6$ हुन्छ भनी छलफल गर्नुपरेमा २ एकाइ भएका तिन ओटा क्विजनायर्स रडहरू लिने र त्यसलाई जोड्ने, यसो गर्दा २ लाई ३ पटक जोडिएको कुरा विद्यार्थीलाई बताउने, अब क्विजनायर्स रडहरूमध्ये कुन रड ती ३ ओटा २ एकाइका रडसँग बराबर हुन्छन् भनी प्रयोग गरेर हेर्न लगाउने, यसो गर्दा चित्रमा जस्तै ६ एकाइका रडसँग बराबर हुन्छन्, तसर्थ $2 \times 3 = 6$ हुन्छ भनी बताउने ।

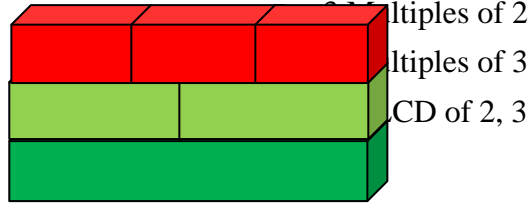
(ख) भिन्नको तुलना

चित्रमा देखाइए जस्तै गरी विभिन्न भिन्न साइजका रडहरूलाई एकमाथि अर्को राखेर कुन ठुलो वा सानो भनी भिन्नको तुलना गर्न सिकाउन सकिन्छ ।

1/9



(ग) ल.स. शिक्षण



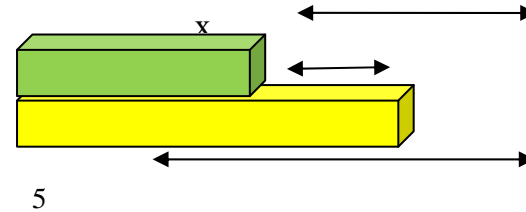
(घ) समीकरण शिक्षण

समीकरणको धारणा विकास गराउन पनि क्विजनायर्स रडको प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

उदाहरण १ : समीकरण $x+3=5$ को हल क्विजनायर्स रडको प्रयोगबाट गरौं ।

यसका लागि ३ एकाइ र ५ एकाइ भएका क्विजनायर्स रडहरू लिने र चित्रमा जस्तै गरी एक माथि अर्को रड राख्ने

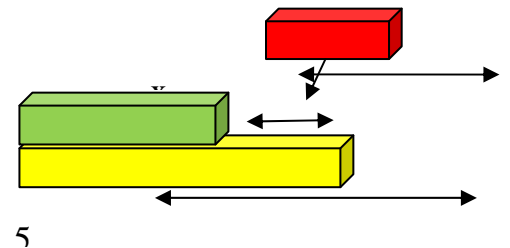
3



विद्यार्थीहरूलाई ३ लाई ५ सँग बराबर गराउन कति एकाइको रड आवश्यक छ पत्ता लगाउन दिने र सोही रडको एकाइ नै x को मान हुने बताउने, (अब विद्यार्थीहरूले ३ लाई ५ सँग बराबर गराउन विभिन्न साइजका रडहरू खाली ठाउँमा राखेर हेर्नेछन् र एकाइ २ भएको रड खाली ठाउँमा राख्दा ५ सँग बराबर भएको पत्ता लगाउने छन् ।)

यसरी $x=2$ हुने बताउन सकिन्छ ।

3
2

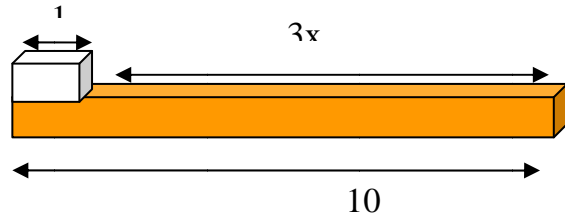


उदाहरण २ : समीकरण $3x + 1 = 10$ को हल क्विजनायर्स रडको प्रयोग गरेर हेरौं ।

५४

शैक्षणिक सामग्री सङ्कलन, निर्माण तथा प्रयोग शिक्षक, सहयोगी पुस्तिका, गणित (कक्षा ६-८)

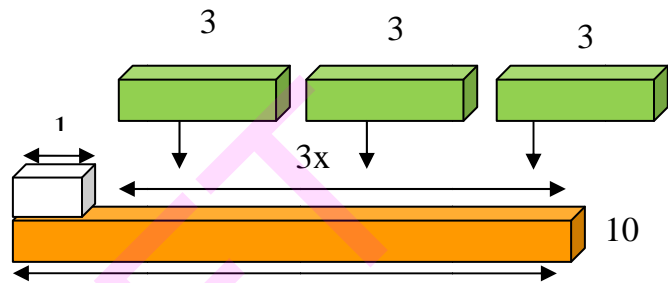
यसका लागि १ एकाइ र १० एकाइ भएका
क्विजनायर्स रडहरू लिनुहोस् र चित्रमा जस्तै
गरी एक माथि अर्को रड राख्ने ।



विद्यार्थीहरूलाई १ लाई १० सँग बराबर गराउन
कति एकाइको ३ ओटा बराबर रड आवश्यक छ,
पत्ता लगाउन भन्ने र सोही रडको एकाइ नै x
को मान हुने बताउने, (अब विद्यार्थीहरूले १
लाई १० सँग बराबर गराउन विभिन्न साइजका बराबर ३ ओटा रडहरू खाली ठाउँमा राखेर हेर्ने
छन् र एकाइ ३ भएको ३ ओटा रड खाली ठाउँमा राख्दा १० सँग बराबर भएको पत्ता लगाउने
छन् ।

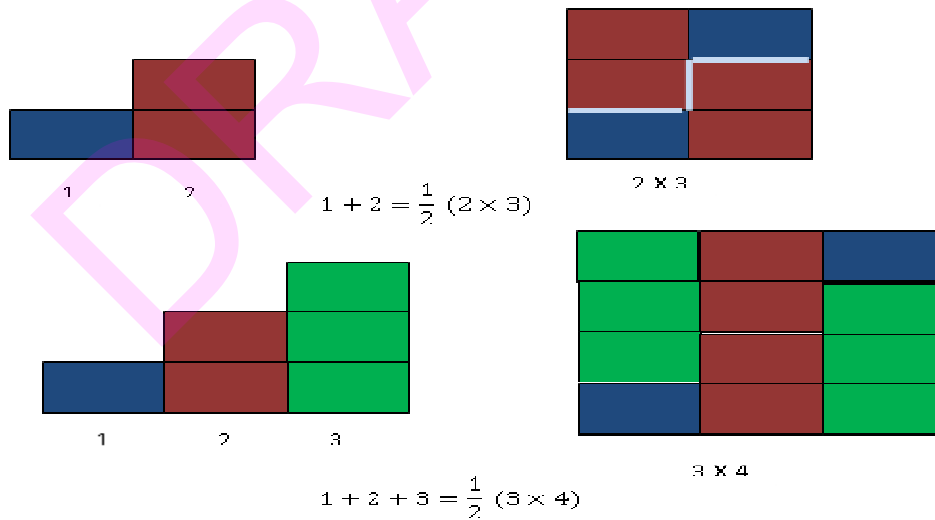
यसरी $x=3$ हुने कुरा बताउन सकिन्छ ।

यस प्रकार अन्य समीकरण सम्बन्धी
समस्याहरू क्विजनायर्स रडको प्रयोग
गरेर सिकाउने अभ्यास गर्न सकिन्छ ।



(ड) प्राकृतिक सङ्ख्याहरूको योगफल

चित्रमा जस्तै क्विजनायर्स रडको
प्रयोगबाट ढाँचा निर्माण गरी प्राकृतिक
सङ्ख्याहरूको योगफल पत्ता लगाउन सकिन्छ । यस प्रकार जोर सङ्ख्याको योगफल, विजोर
सङ्ख्याको योगफल आदि सूत्रहरू पनि निकाल्न सकिन्छ ।



$$\text{त्यसै गरी, } 1 + 2 + 3 + 4 \dots \dots \dots = \frac{1}{2} \{ n (n + 1) \}$$

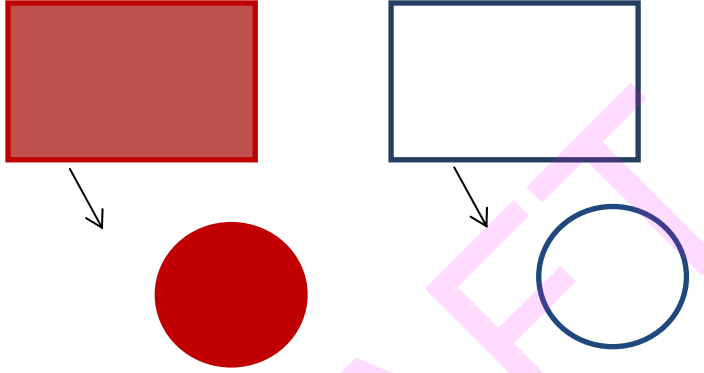
१३. भिन्न चक्का (Fraction Wheel)

आवश्यक सामग्रीहरू (Required Materials) :

विभिन्न रङका कार्डबोर्ड पेपर, कैंची, स्केल, पेन्सिल, थम्पिन, कम्पास आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction) :

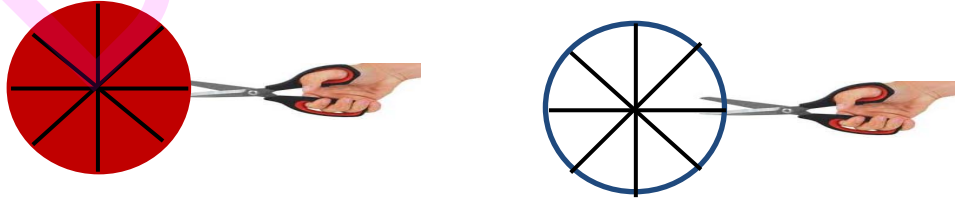
१. बेगलाबेग्लै रङका दुई ओटा कार्डबोर्ड पेपरहरू लिनुहोस् ।
२. प्रत्येक कार्डबोर्ड पेपरमा स्केल, पेन्सिल र कम्पासको सहायताले एउटै अर्धव्यास भएका वृत्तहरू बनाउने, (वृत्तका अर्धव्यास ५ से.मि. देखि १० से.मि.सम्म लिन सकिन्छ ।)
३. कार्डबोर्डमा बनाइएका वृत्तहरूलाई कैंचीको सहायताले कार्डबोर्डबाट काटेर निकाल्ने



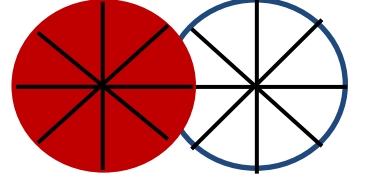
४. ती दुवै वृत्तमा आवश्यकताअनुसार 4 cm, 6 cm, 8cm, 10 cm, ... अर्धव्यासहरू खिच्ने



५. दुवै वृत्तमा खिचिएका अर्धव्यासमध्ये प्रत्येक वृत्तका एउटा अर्धव्यासलाई परिधिदेखि केन्द्रसम्म काट्ने ।



६. अब एउटा वृत्तको काटिएको भागमा अर्को वृत्तको काटिएको भाग घुसाउने र केन्द्रसम्म पुऱ्याउने, एउटा थम्पनले दुवै वृत्तको केन्द्रलाई जोड्नुहोस् ताकि सजिलैसँग वृत्तलाई घुमाउन सकियोस् ।



७. यसरी दुई वृत्तहरू एक आपसमा खप्टिन्छन् । अब एउटा वृत्तलाई घुमाउनुहोस् र आवश्यकताअनुसार रडका आधारमा भिन्नको अवधारणा दिन सकिन्छ ।

भिन्नको घुम्ने वृत्ताकार नमुनाको प्रयोग (Use of Fractional Wheel)

(अ) प्रयोगका क्षेत्र (Area of Use)

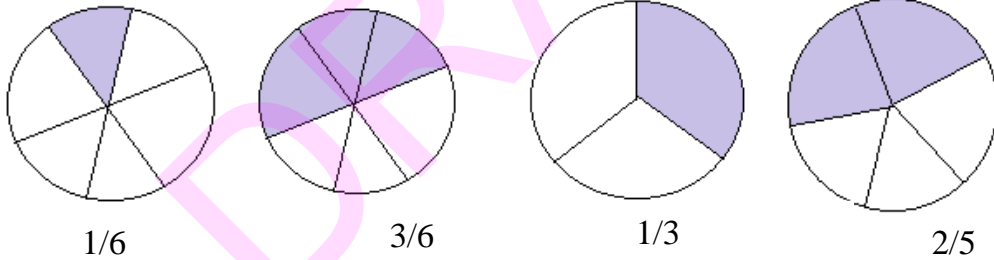
- विभिन्न भिन्नहरूको अवधारणा शिक्षणमा
- भिन्नका क्रियाहरू (जोड, घटाउ, गुणन, भाग) शिक्षणमा

(आ) प्रयोग तरिका (Method of use)

विभिन्न भिन्नहरूको अवधारणा शिक्षण

भिन्नको घुम्ने वृत्ताकार नमुनाको प्रयोग गरी भिन्नको धारणा शिक्षण गर्न सकिन्छ । दुई ओटा विभिन्न रडका वृत्ताकार जोडीलाई चाहेको अवस्थामा घुमाइ $\frac{1}{2}, \frac{2}{5}, \frac{3}{4}, \dots$ जस्ता विभिन्न भिन्नहरूको धारणा दिन सकिन्छ । यसका लागि खप्टिएका वृत्तहरूलाई घुमाउने र यसरी घुम्दा सुरुमा भएको रडभन्दा फरक रड भएको वृत्तले बनाएको भागको नामाकरण गर्दै भिन्नको धारणा सिकाउन सकिन्छ । केही उदाहरणहरू हेरौं :

भिन्नका घुम्ने वृत्ताकार नमुनाको उपयोग गर्दै निम्न चित्रहरूमा छाया पारिएको भागलाई भिन्नमा कसरी लेखिन्छ वा जनाइन्छ जस्ता प्रश्नहरू गरी क्रियाकलापलाई अगाडि बढाउनुपर्छ ।

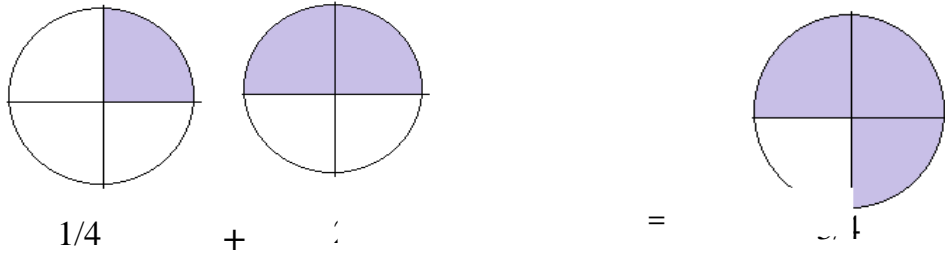


भिन्नका विभिन्न प्रकारहरू सिकाउनसमेत भिन्नका घुम्ने वृत्ताकार मोडेलहरूको प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

भिन्नका आधारभूत क्रियाहरू शिक्षण

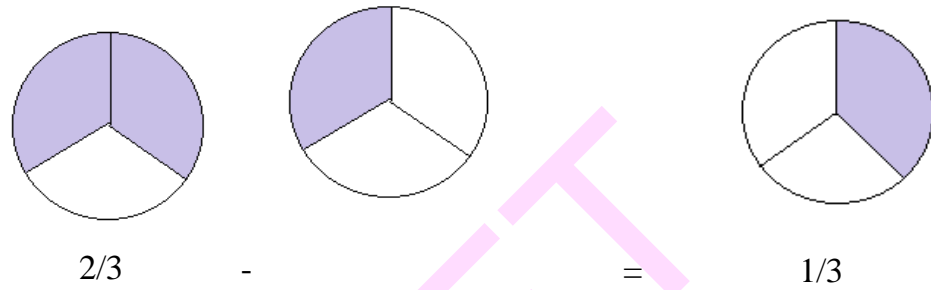
भिन्नको घुम्ने वृत्ताकार नमुनाको प्रयोग गरी भिन्नका जोड, घटाउ, गुणन, भाग जस्ता आधारभूत क्रियाहरू शिक्षण गर्न सकिन्छ । यसका केही उदाहरणहरू हेरौं :

जोड क्रिया



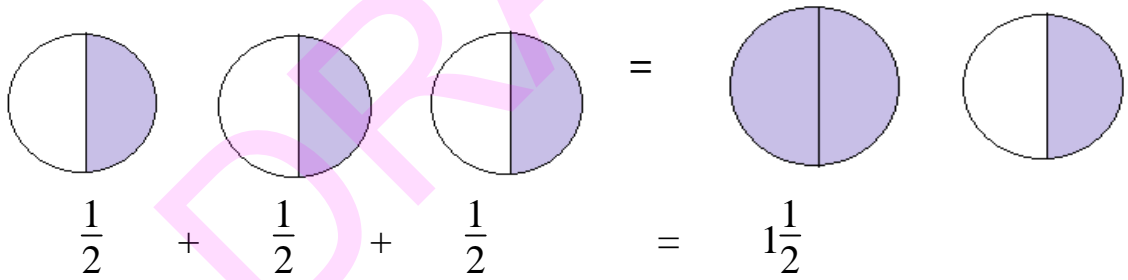
घटाउ क्रिया

तल चित्रमा देखाइए जस्तै गरी घटाउ क्रिया सिकाउन सकिन्छ ।



गुणन क्रिया

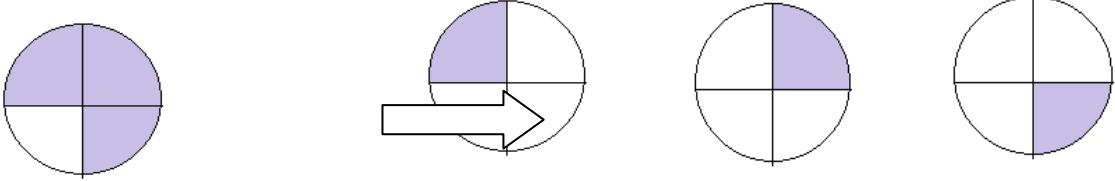
$3 \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ हुने कुरा विद्यार्थीलाई बताउनुपर्छ । त्यसपछि, भिन्नको घुम्ने वृत्ताकार नमुनाको प्रयोग गरी यस प्रकार देखाउन सकिन्छ :



भाग क्रिया

$\frac{3}{4} \div \frac{1}{4}$ लाई भिन्नको घुम्ने वृत्ताकार नमुनाको प्रयोगबाट यसरी देखाउन सकिन्छ :

यसका लागि विद्यार्थीहरूलाई $\frac{3}{4} \div \frac{1}{4}$ भन्नाले $\frac{3}{4}$ बाट $\frac{1}{4}$ का टुक्रा कति पटक निकाल्न सकिन्छ भन्ने बुझिन्छ भन्ने र तलको चित्रमा देखाइए जस्ता क्रियाकलाप गर्ने



$$\frac{3}{4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

अतः $\frac{3}{4}$ बाट $\frac{1}{4}$ का टुक्राहरू ३ पटक निकाल्न सकिन्छ ।

भिन्नको घुम्ने वृत्ताकार नमुना विद्यार्थीलाई समेत प्रयोग गर्ने अवसर प्रदान गरी अन्य यस्ता समस्याहरूमा अभ्यास गराउने ।

१४. डाइस (Dice)

परिचय

डाइस एउटा सानो घन हो, जसको सतहमा फरक फरक १ देखि ६ सम्मका सङ्ख्या वा थोप्लाहरू (number/spots) राखिएका हुन्छन् । यसलाई खेलहरूमा जुवा खेल वा च्याखे थापन प्रयोग गरिन्छ । यसको माध्यमबाट विभिन्न खेलहरू खेलाउदै गणितीय धारणाहरू सिकाउन सकिन्छ ।

आवश्यक सामग्रीहरू (Required Materials) :

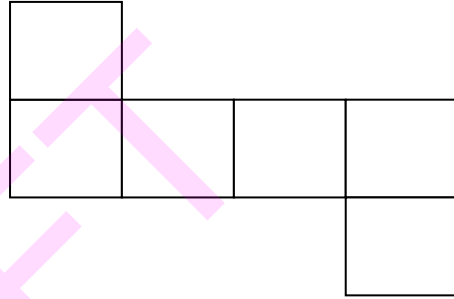
कूटबोर्ड वा कार्डबोर्ड पेपर वा प्लाइउड, कैंची, स्केल, गम वा सुपरग्लु वा फेबिकल आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction):

१. कम्तीमा पनि $30\text{cm} \times 20\text{cm}$ को आयतकार कार्डबोर्ड पेपर वा प्लाइउड लिने ।

२. $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ का ६ ओटा वर्गहरू भएको तलको चित्र जस्तै जाली बनाउने

३. जालीलाई स्केलको सहायताले वर्गाकार कागज पट्याउने र गम प्रयोग गरी प्रत्येक भुजालाई एक अर्कामा जोड्ने, यदि प्लाइउडबाट बनाएको हो भने सुपर ग्लु वा फेबिकल प्रयोग गरी जोड्ने



४. अब ६ ओटा मोहडा भएको डाइस बन्थो । यी ६ ओटा वर्गाकार सतहलाई विभिन्न रङ प्रयोग गरी पेन्टिङ गर्ने र प्रत्येक सतहमा क्रमशः १, २, ३, ४, ५, ६ लेख्ने अथवा उपयुक्त साइजका थोप्ला पनि राख्न सकिन्छ ।

डाइसको प्रयोग(Use of Dice)

(अ) डाइसको प्रयोगका क्षेत्र (Using Area of Dice)

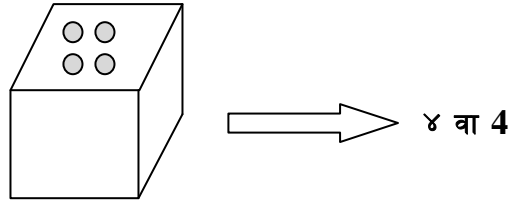
१. सङ्ख्याको ज्ञान
२. आधारभूत क्रिया (जोड, घटाउ, गुणन, भाग)
३. सम्भाव्यता शिक्षण

(आ) डाइस प्रयोग तरिका (Using method of Dice)

सङ्ख्याको ज्ञान

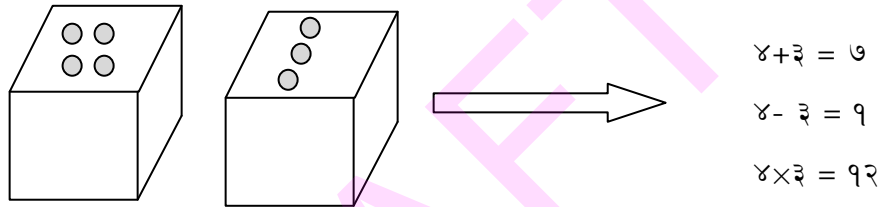
विद्यार्थीहरूलाई डाइस दिएर रोल गर्न लगाउनुहोस् । डाइसको माथिल्लो सतहमा भएको सङ्ख्या भन्न लगाउनुहोस् । यसबाट १ देखि ६ सम्मका गन्ती सङ्ख्याको धारणा दिन सकिन्छ ।

यसलाई अझ रोचक बनाउन खेलका माध्यमबाट पनि सो धारणाको विकास गर्न सकिन्छ । यसका लागि विद्यार्थीहरूलाई विभिन्न समूहमा विभाजन गर्नुहोस् र एउटा समूहलाई डाइस रोल गर्न लगाई अर्को समूहलाई रोल गरिएको डाइसको माथिल्लो सतहमा भएको सङ्ख्या लेख्न लगाउनुहोस् ।



आधारभूत क्रियाको शिक्षण

डाइसको प्रयोग गरी खेलका माध्यमबाट आधारभूत क्रियाहरूको अभ्यास गराउन सकिन्छ । यसका लागि विद्यार्थीहरूलाई विभिन्न समूहमा विभाजन गर्नुहोस् र समूहलाई एक जोडी डाइस दिई डाइसलाई रोल गर्न लगाउनुहोस् । एक समूहले डाइस रोल गर्दा अर्को समूहले गणितीय क्रिया गर्नुपर्ने बताउनुहोस् । यसबाट डाइसको माथिल्लो सतहमा भएका सङ्ख्याहरू जोड्न, घटाउन, गुणन वा भाग गर्न लगाएर आधारभूत गणितीय क्रियाहरूको अभ्यास गराउने ।



१५. सङ्ख्या रेखा (Number Line)

परिचय (Introduction)

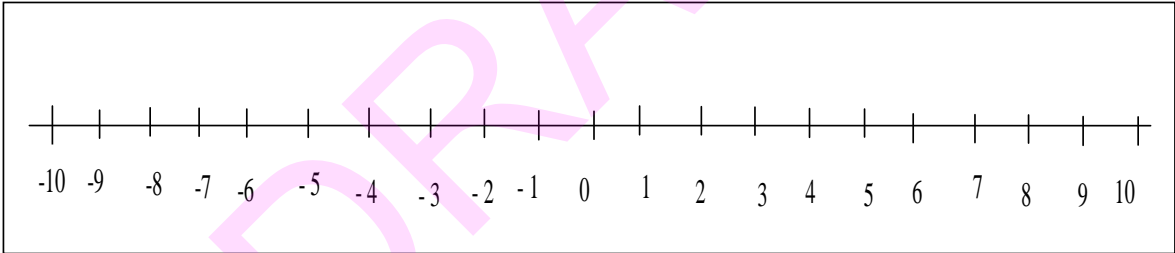
गणितीय धारणा विकास गर्न सङ्ख्या रेखाको प्रयोग गरिन्छ । प्रयोगका हिसाबले हेर्दा रूलरको बहुउपयोग हुने गरेको छ । साधारण सङ्ख्याका साथै यसमा भिन्नहरू जस्तै : $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}$ पनि प्रयोग गरेर निर्माण गर्न सकिन्छ । सङ्ख्याको अवधारणा, आधारभूत क्रियाहरू आँकलनमा प्रवीणता प्राप्त गर्न सङ्ख्या रेखा प्रयोग गरिन्छ । सङ्ख्या रेखा विभिन्न किसिमले निर्माण गर्न सकिन्छ ।

आवश्यक सामग्रीहरू (Required Materials)

कार्डबोर्ड पेपर वा काठका लिस्टीहरू, साइनपेन, खागसी, स्केल, पेन्सिल, कैंची आदि ।

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction) :

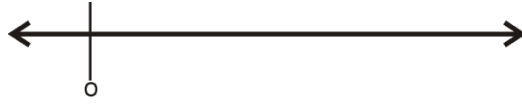
१. २२ इन्च लामो लिस्टी लिने वा कार्डबोर्ड पेपरबाट बनाउने हो भने एउटा कार्डबोर्डबाट $22 \text{ inch} \times 1\frac{1}{2} \text{ inch}$ को टुक्रा काटेर निकाल्ने
२. लिस्ट वा कार्डबोर्डको टुक्राको विचमा लम्बाइतिर सिधा रेखा तान्ने
३. अब स्केलको सहायताले १/१ इन्चको फरकमा ठाडो धर्को तान्नुहोस् वा चिह्न लगाउनुहोस्
४. बाँयाबाट सुरु गरी -10 देखि +10 सम्म लेख्नुहोस् । सोभन्दा बढी लेख्ने हो भने लिस्टी वा कार्डबोर्डको टुक्राको लम्बाइ बढाउनुपर्छ
५. अब सङ्ख्या रेखा -10 देखि +10 सम्म तयार भयो ।



नोट : निम्न दुई तरिकाबाट पनि सङ्ख्या रेखा बनाउन सकिन्छ ।

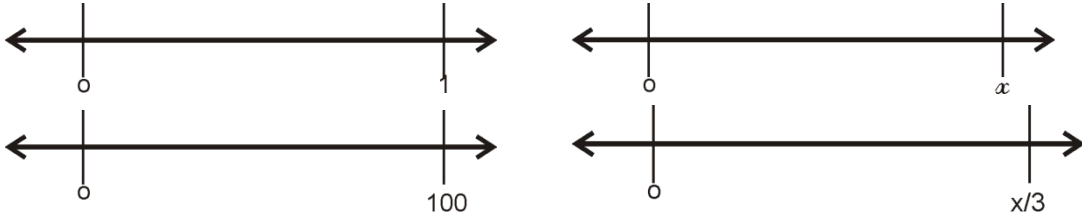
खुला सङ्ख्या रेखा

काठ वा लट्ठीको आवश्यकताअनुसार तलको ढाँचामा खुला सङ्ख्या रेखा बनाउन सकिन्छ । यो एउटा लचिलो खालको सङ्ख्या रेखा बन्दछ ।



यसमा विद्यार्थीले आफैँ सङ्ख्या राखेर समस्या हल गर्न सक्छन् । साधारणतया भिन्न शिक्षण गर्न यसको प्रयोग गरिन्छ ।

बन्द सङ्ख्या रेखा



माथि प्रस्तुत गरिएका सङ्ख्या रेखा 0 देखि 1 सम्मको दुरी तथा 0 देखि 100 सम्मको दुरीमा सङ्ख्या रेखा निर्माण गरिएका छन् ।

यी सङ्ख्या रेखाहरू लट्ठी वा काठमा माथि उल्लेख गरेअनुरूप निर्माण तथा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

सङ्ख्या रेखाको प्रयोग (Use of Number Line)

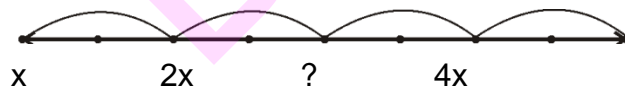
(अ) सङ्ख्या रेखा प्रयोगका क्षेत्रहरू (Use of Number Line)

- पूर्णाङ्कको तुलना
- पूर्णाङ्कको आधारभूत क्रियाहरू (जोड, घटाउ, गुणन, भाग)
- भिन्नको आधारभूत क्रियाहरू
- दशमलव सङ्ख्याका आधारभूत क्रियाहरू
- असमानताको हल
- बीज गणितीय समीकरणको हल

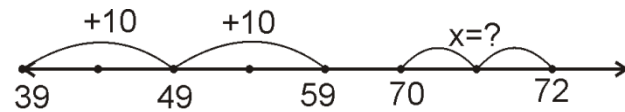
(आ) सङ्ख्या रेखा प्रयोग तरिका (Method of Using Number Line)

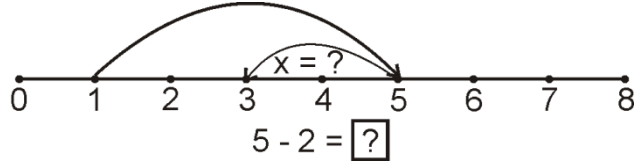
१. बीज गणित शिक्षणमा सङ्ख्या रेखा प्रयोग

y को मान कति हुन्छ ?



x को मान कति होला ? y



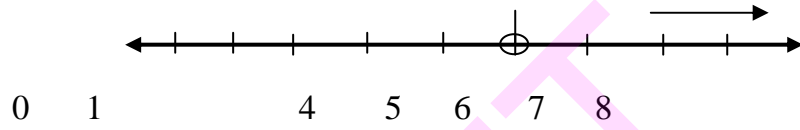


२. असमानताको हल

उदाहरण १ : $x \leq 4$ लाई सङ्ख्या रेखामा यसरी देखाउन सकिन्छ ।



उदाहरण २. $x > 5$ लाई सङ्ख्या रेखामा यसरी देखाउन सकिन्छ ।



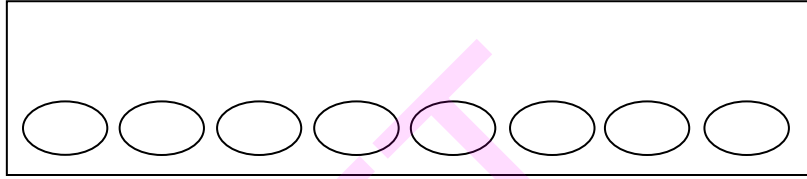
१६. कागजको द्विआधार क्याल्कुलेटर (Binary Calculator of Paper)

आवश्यक सामग्रीहरू (Required Materials)

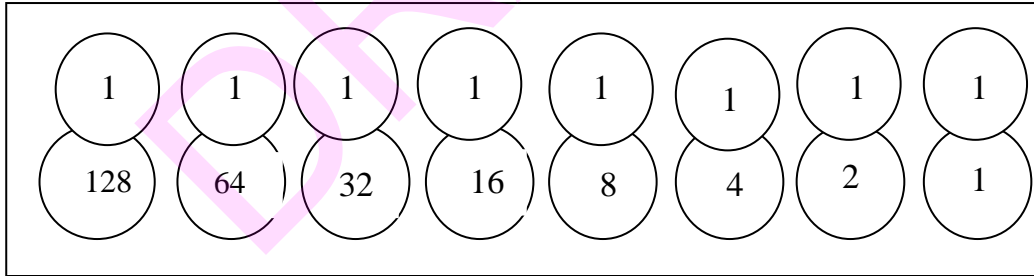
विभिन्न रङका कार्डबोर्ड पेपर, आयातकार कुट, कैंची, स्केल, कम्पास, पेन्सिल, गम आदि

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction):

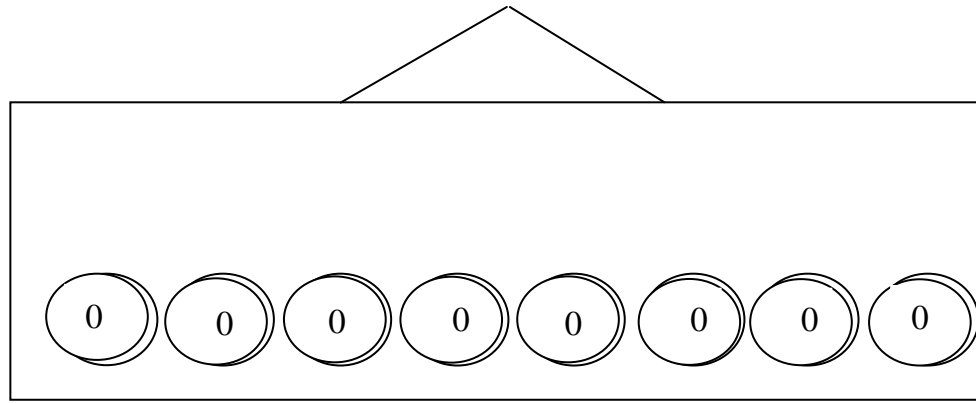
१. आयातकार बाक्लो कुट कागज लिने र एउटा कुनै रङको कार्डबोर्ड पेपरले त्यसलाई वरिपरिबाट ढाक्ने
२. उक्त आयातकार सामग्रीलाई फेरि एउटा फरक रङको कार्डबोर्ड पेपरले ढाक्ने
३. अब आयातकार उक्त सामग्रीको तल्लो छेउमा चित्रमा जस्तै गरी आठ ओटा निश्चित अर्धव्यास भएका वृत्तहरू बनाउने



४. ती वृत्तहरूलाई कैंची वा कटरका सहायताले कागजको सतहबाट नछुट्टिने गरी काट्ने ताकि त्यसलाई खोल्न र बन्द गर्न सकियोस् । चित्रमा जस्तै गरी भित्रपट्टिको कागजमा देखिने वृत्तमा द्विआधार स्थानमान वा $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, \dots$ हुने गरी १, २, ४, ८, १६, ३२, ... लेख्ने र बाहिर बनेको वृत्तको पछाडिपट्टि वा भित्रपट्टिको सतहमा १ लेख्ने
५. अब भित्रपट्टिको कागजमा देखिने वृत्तलाई बाहिर बनेको वृत्तले छोप्ने र बाहिर बनेको वृत्तको अगाडि वा बाहिर सतहमा सबैमा ० लेख्नुहोस् । यसो गर्दा बाहिर बनेको वृत्तलाई खोल्दा १,१,१, ... लेखेको देख्न सकिन्छ भने बन्द गर्दा ०,०,०, ... लेखेको देख्न सकिन्छ ।



६. अब कागजको द्विआधार क्याल्कुलेटर तयार भयो ।



प्रयोग(Use)

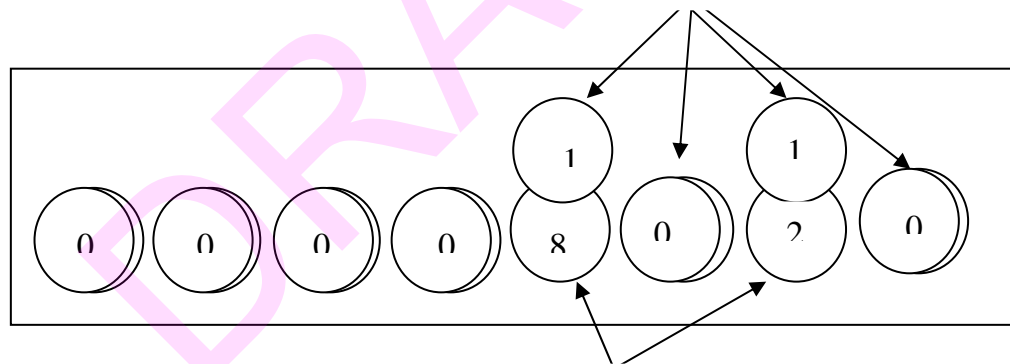
(अ) प्रयोगका क्षेत्रहरू (Area of Use)

- द्विआधार पद्धतिलाई दशमलव पद्धतिमा रूपान्तरण
- दशमलव पद्धतिलाई द्विआधार पद्धतिमा रूपान्तरण

(आ) प्रयोग तरिका (Method of Use)

कागजको द्विआधार क्याल्कुलेटरको प्रयोग गरेर द्विआधारलाई दशमलव र दशमलवलाई द्विआधारमा बदल्न सक्छौं । यसका केही उदाहरणहरू तल चित्रद्वारा देखाइएको छ :

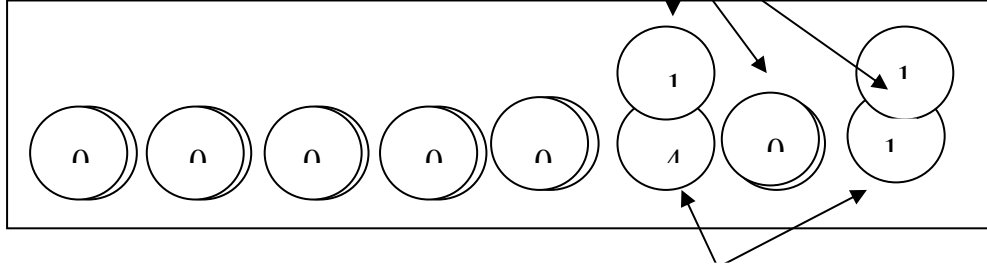
द्विआधार पद्धतिमा 1010_2 हुन्छ



जोड्दा दशमलव पद्धतिमा 10

तसर्थ $1010_2 = 10$

द्विआधार पद्धतिमा 101_2 हुन्छ



जोड्दा दशमलव पद्धतिमा 5

तसर्थ $101_2 = 5$

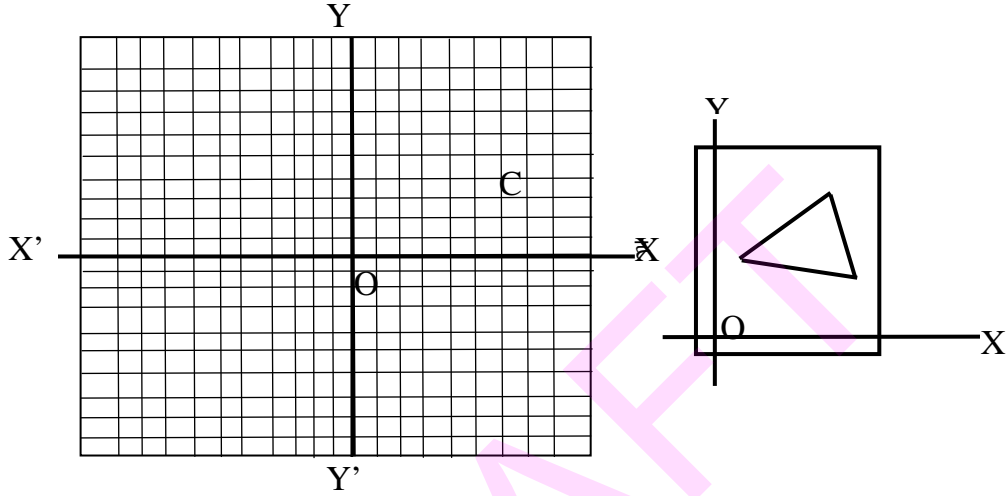
DRAFT

१७. स्थानान्तरण सेट (Transformation set)

विभिन्न प्रकारका स्थानान्तरणहरूलाई ठोस सामग्रीको प्रयोग गरी सिकाइ सहजीकरण क्रियाकलाप गर्न प्रयोग गरिन्छ ।

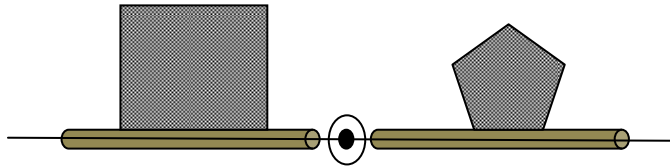
आवश्यक सामग्रीहरू

प्लाइउड वा डफ्टी कागज, तामाको तार, ग्रिडपेपर, पारदर्शी कागज र विभिन्न ज्यामितीय समतल आकृतिहरू



बनाउने तरिका

1. एउटा वर्गाकार प्लाइउड वा डफ्टी कागज लिने
2. दुवैतिरबाट ठिक बिचमा X र Y अक्षहरू खिच्ने
3. अब चार ओटा अक्षहरू XOY , YOX' , $X'OY'$ र $Y'OX$ मा बराबर नापका वर्गाकार ग्रिडहरू बनाउने
4. एउटा पारदर्शी कागज लिई र त्यसमा पनि X र Y अक्ष खिची अक्षहरू काटिएको ठाँउमा O नामाकरण गर्ने
5. O बाट चार ओटै अक्षमा तामाको तार स्वतन्त्र रूपले घुम्ने गरी निश्चित गरी तामाको तारको एकातिरको भागमा जुसपाइप घुसाइ छेउछेउमा रबर स्टपरले अड्याउने, तारको एकातिरको जुस पाइपमा एउटा र अर्को जुस पाइपमा अर्को प्रकारको बहुभुज टाँस्ने ।

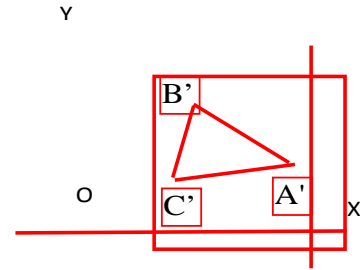
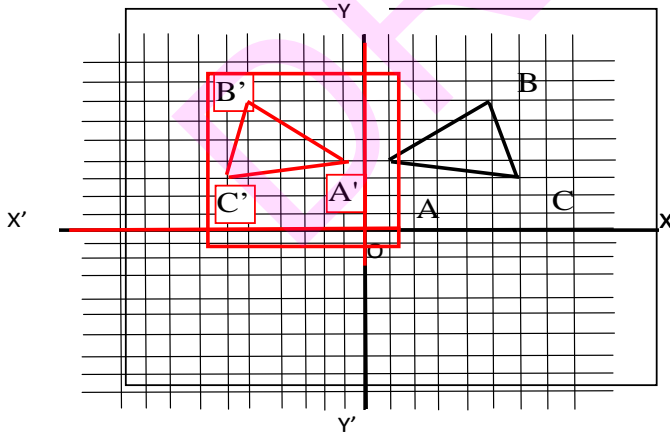
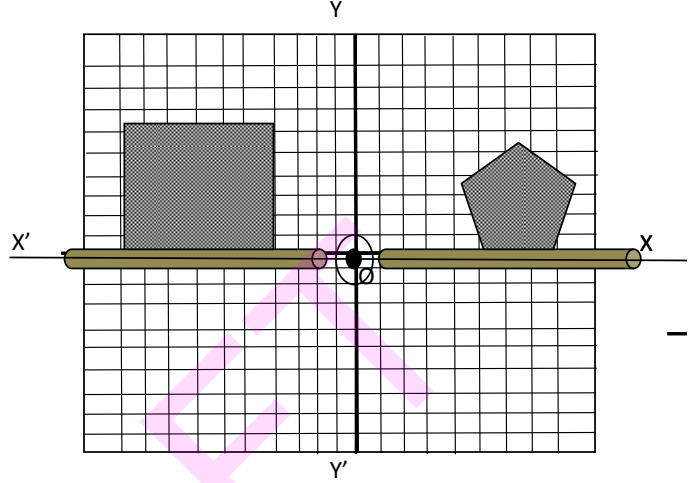


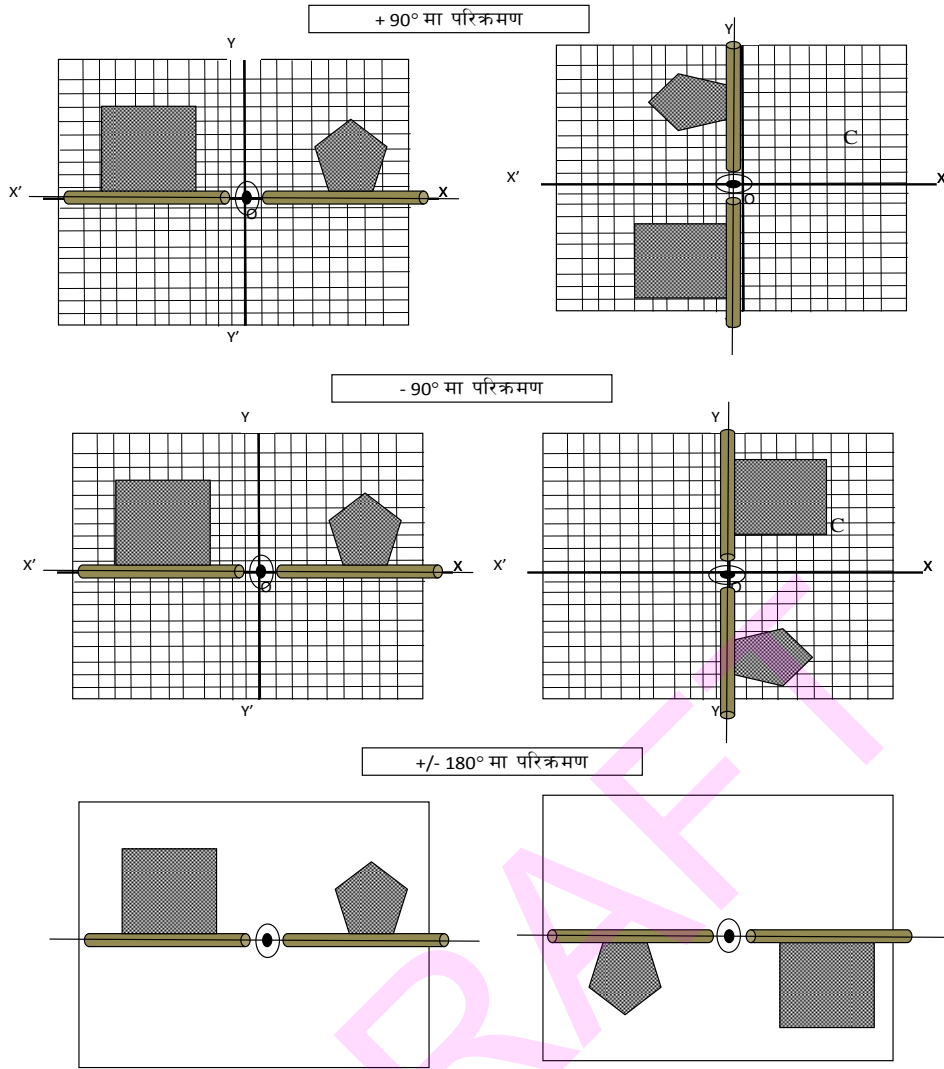
सामाग्रीको प्रयोग तथा क्षेत्र

1. विभिन्न प्रकारका isometric transformations को धारणा स्पष्ट पार्न
2. स्थानान्तरण अगाडि र पछाडिका आकृतिहरूका शीर्षबिन्दुका निर्देशाङ्क पत्ता लगाउन
3. विभिन्न प्रकारका स्थानान्तरणहरूको धारणा दिन
4. आकृतिहरूका शीर्षकोणहरूका निर्देशाङ्कहरू पत्ता लगाउन
5. निर्देशाङ्क ज्यामितिको धारणा
6. ग्राफबोर्डको रूपमा

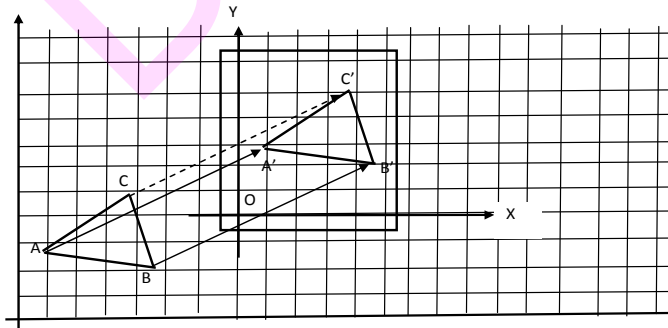
प्रयोग विधि

1. प्लाइउडमा बनाएको ग्रिडमा एउटा ज्यामितीय आकृति बनाउने जस्तै : ΔABC
2. सोही नाप बराबरको आकृति X र Y अक्ष भएको पारदर्शी कागजमा बनाउने
3. अब तामाको तारलाई आधार मानेर X र Y अक्षमा आकृतिलाई तल र माथि वा दायाँ र बायाँ फर्काइ परावर्तनको अवधारणा दिन सकिन्छ ।
4. पारदर्शी कागजको बिन्दु O र ग्रिडको बिन्दु O मिलाएर पारदर्शी कागजलाई निश्चित दिशामा घुमाएर परिक्रमणको अवधारणा दिन सकिन्छ ।





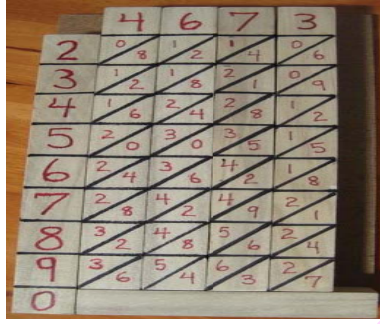
5. पारदर्शी कागजलाई कुनै निश्चित दिशामा निश्चित एकाइ सारेर विस्थापन वा स्थानान्तरणको अवधारणा दिन सकिन्छ ।



१८. नेपियर बोन (Napier's Bones)

परिचय

सन् 1617 मा John Napier ले एउटा गुणन गर्ने मेसिनको आविस्कार गरेका थिए । जसलाई हामी Napier's Bones भन्छौं । न्यापियर रडको प्रयोग गरेर हामी ठुला ठुला सङ्ख्याका गुणनहरू पनि सजिलै पत्ता लगाउन सक्छौं । यसलाई शैक्षणिक सामग्रीको रूपमा प्रयोग गर्दा ठुला ठुला सङ्ख्याहरूको गुणनफल पत्ता लगाउन मदत गर्दछ । दिइएको चित्रमा देखाए जस्तै ठाडो रूपमा रहेका 10 ओटा फरक फरक बोनहरू (Bones) हुन्छ । एउटै सङ्ख्या दोहोरिएको अवस्थामा एउटाभन्दा बढी एउटै रडहरू प्रयोग गर्नुपर्दछ ।



Index	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

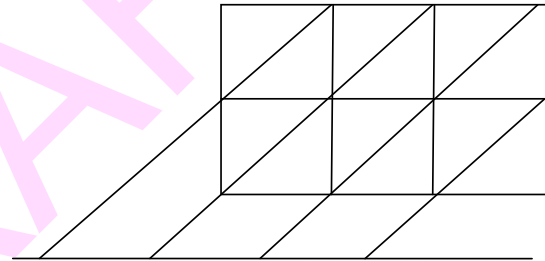
१. एउटा काठको लिस्टमा 1,2,3,4,5,6,7,8,9 र 10 गरी क्रमशः लेख्ने र ठाडो बनाएर राख्ने
२. चरण १ मा जस्तै तेर्सो लाइनमा पनि 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 र 10 लेखेर राख्ने
३. ठाडो लहरमा भएका र तेर्सो पङ्क्तिमा भएका अङ्कहरू आपसमा गुणन गरी चित्रमा देखाए जस्तै १० ओटा बोनहरू तयार पार्ने ।

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
1	0/0	1/1	2/2	3/3	4/4	5/5	6/6	7/7	8/8	9/9
2	0/0	0/2	0/4	0/6	1/8	1/0	1/2	1/4	1/6	1/8
3	0/0	0/3	0/6	0/9	1/2	1/5	1/8	2/1	2/4	2/7
4	0/0	0/4	0/8	1/2	1/6	2/0	2/4	2/8	3/2	3/6
5	0/0	0/5	1/0	1/5	2/0	2/5	3/0	3/5	4/0	4/5
6	0/0	0/6	1/2	1/8	2/4	3/0	3/6	4/2	4/8	5/4
7	0/0	0/7	1/4	2/1	2/8	3/5	4/2	4/8	5/6	6/3
8	0/0	0/8	1/6	2/4	3/2	4/0	4/8	5/6	6/4	7/2
9	0/0	0/9	1/8	2/7	3/6	4/5	5/4	6/3	7/2	8/1

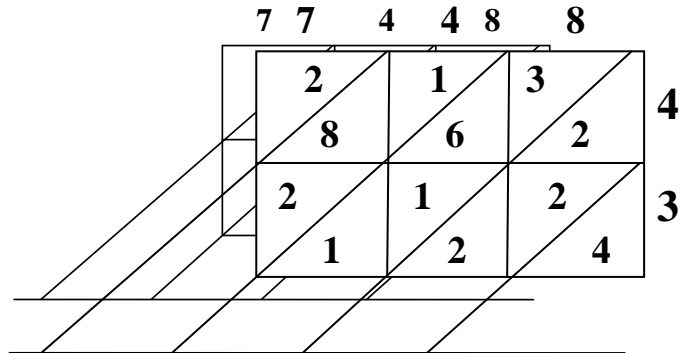
उदाहरण

748 लाई 43 ले कसरी गुणन गर्ने ?

१. दिइएको सङ्ख्याअनुसार ग्रिड तयार पारी विकर्ण तान्नुहोस् ।



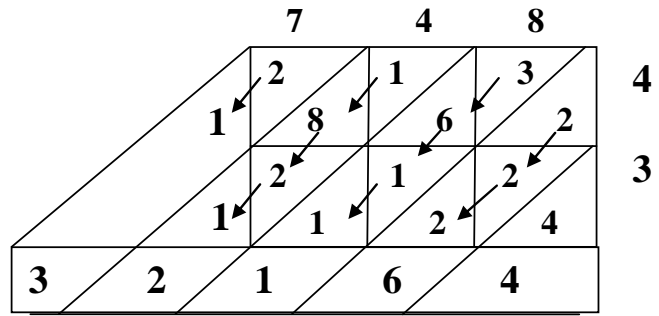
२. दिइएका सङ्ख्याहरूलाई ग्रिडको माथि र दायाँ लेख्ने । वा 7, 4 र 8 भएका index रङहरूको प्रयोग गर्नुहोस् ।



३. 748 लाई क्रमशः 4 र 3 ले गुणन गरी चित्रमा देखाए भैं लेख्ने ।

४. विकर्णहरूका अङ्कहरूको योगफल र समानान्तर चतुर्भुजमा रहेका अङ्कहरूको योगफल पत्ता लगाउनुहोस् ।

त्यसकारण , $748 \times 43 = 32164$

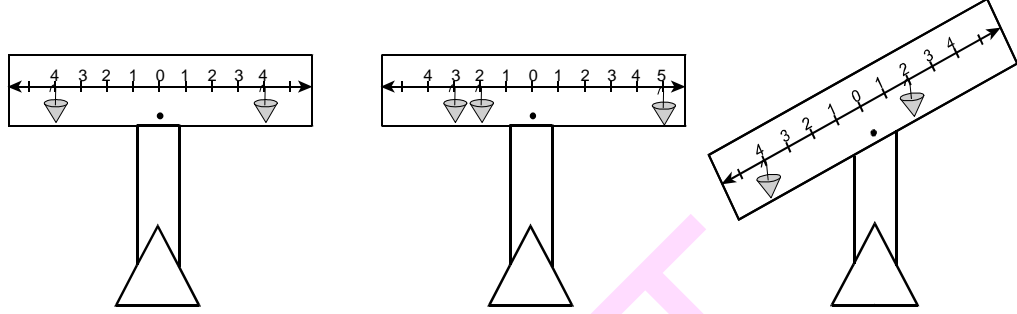


DRAFT

१९. सन्तुलित डन्डी (Balanced Beam)

परिचय

एउटा काठमा सङ्ख्या रेखा बनाउने र त्यसको ठिक बिचमा अर्थात् 0 मा प्वाल पारी एउटा आलम्बको दुवैतिर बराबर हुने गरी मिलाएर राख्ने, अब, दुवैतिर बराबर तौल भएका Plumbs भुन्डाएर अङ्कगणितीय सङ्ख्याहरूको तुलना, अध्यापन गराउन सकिने ठोस आकृति नै सन्तुलित डन्डी हो। तलका चित्रहरू हेर्नुहोस्।

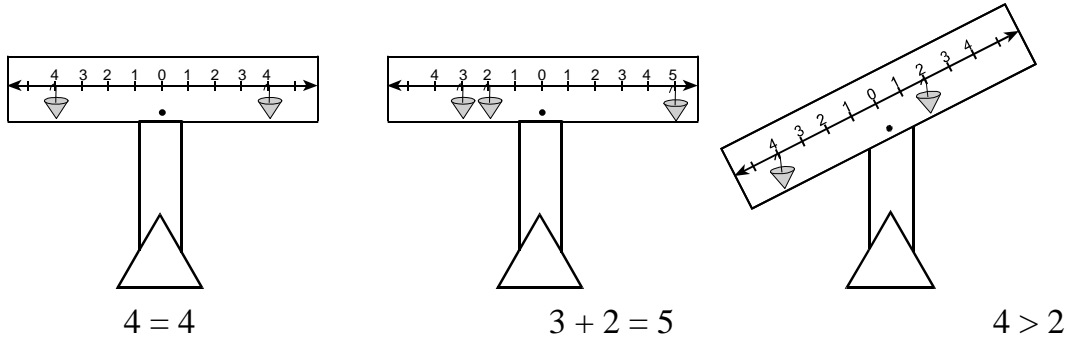


निर्माण प्रक्रिया (Process of Construction)

१. एउटा काठको लिस्टी लिने
२. त्यसको ठिक बिचमा पर्ने गरी प्वाल पार्नुहोस् र 0 नाम दिने
३. 0 बाट दाँया र बाँया बराबर दुरीमा चिह्न लगाएर क्रमश 1, 2, 3, लेख्ने, ती चिह्नहरूमा सानो सानो किलाहरू ठोक्ने वा प्वाल पार्ने
४. स्वतन्त्र रूपमा घुम्नेगरी उक्त लिस्टीलाई स्ट्यान्डमा अड्याउने
५. मुगागेडी वा अन्य बराबर तौल भएका दानाहरूमा धागो वा तारको सहायताले सन्तुलित डन्डीमा प्रयोग गर्न मिल्ने Plumbs तयार पार्ने
६. आवश्यक सन्तुलित डन्डी तयार भयो।

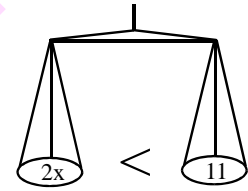
प्रयोगको क्षेत्र

- पूर्णाङ्कहरूको जोडका नियमहरू, पनि यसलाई प्रयोग गरी स्पष्ट रूपमा अध्यापन गराउन सकिन्छ।
- बीजीय समीकरणहरूको हल
- सङ्ख्याहरूको तुलना आदि, जस्तै :

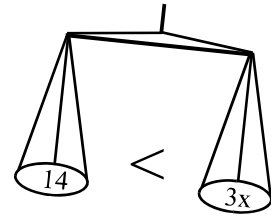


बीजीय अभिव्यञ्जक एवम् एकपदीय, बहुपदीय तथा बीजीय समीकरण र रेखीय समीकरणहरूका बारेमा घरायसी तथा व्यावहारिक उदाहरणहरू जस्तै : लेनदेन, पाउनु तथा गुमाउनु, सापटी तथा अन्य क्रियाकलापहरूसँग सम्बन्धित गराएर बीजगणितलाई एउटा घरायसी अड्क गणितको सामान्यीकृत विषय वा विद्याका रूपमा अध्यापन गराउन सकिन्छ । त्यसैगरी बीज गणितमा खण्डीकरण अध्यापनका लागि विभिन्न किसिममा आयताकार तथा वर्गाकार मोडलको समूहलाई प्रयोग गरेर गर्न सकिन्छ ।

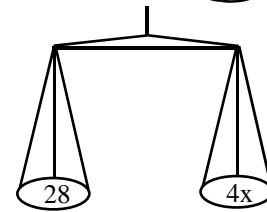
यसका साथ साथै, बीज गणितको अर्को विषयवस्तुअन्तर्गत समीकरण, समानताहरू तथा असमानताहरू पर्दछन् । यसको शिक्षणको मुख्य सामग्रीको रूपमा तराजु अथवा weighting balance लाई पनि लिन सकिन्छ । यसको प्रयोगबाट समानता तथा असमानताको र रेखीय समीकरणहरूका बारेमा धारणा प्रदान गर्न सकिन्छ । जस्तै : $2x < 11$ को समाधान गर्दा यस चित्रमा x को मान 5 वा सोभन्दा सानो भएमा मात्र यो सत्य हुन्छ । अर्थात् यसको अर्थ के हुन्छ भने $2x < 11$ को अर्थ x को मान पूर्ण सङ्ख्यामा भन्नुपर्दा बढीमा हुन 5 सक्छ । त्यस्तो $3x > 14$ को हल गर्दा



दिइएको चित्रमा $3x$ को सबभन्दा कम मान भनेको 14 हो अर्थात् x को मान सबभन्दा कम 5 भएमा मात्र यसको मान सत्य हुन्छ । अर्थात् यदि $x=4$ भएमा 14 भन्दा $3 \cdot 4 = 12$ ठुलो हुन सक्दैन यसरी असमानतालाई पनि तराजुको प्रयोग गरी अध्यापन गराउन सकिन्छ ।



दिइएको चित्रमा $4x = 28$ लाई हल गर्दा x को ठाँउमा क्रमशः 1, 2, 3, आदि प्रतिस्थापन गर्दै जानुपर्दछ र दुवै पक्ष बराबर भएको अवस्थामा मात्र समीकरण हल भएको हुन्छ ।

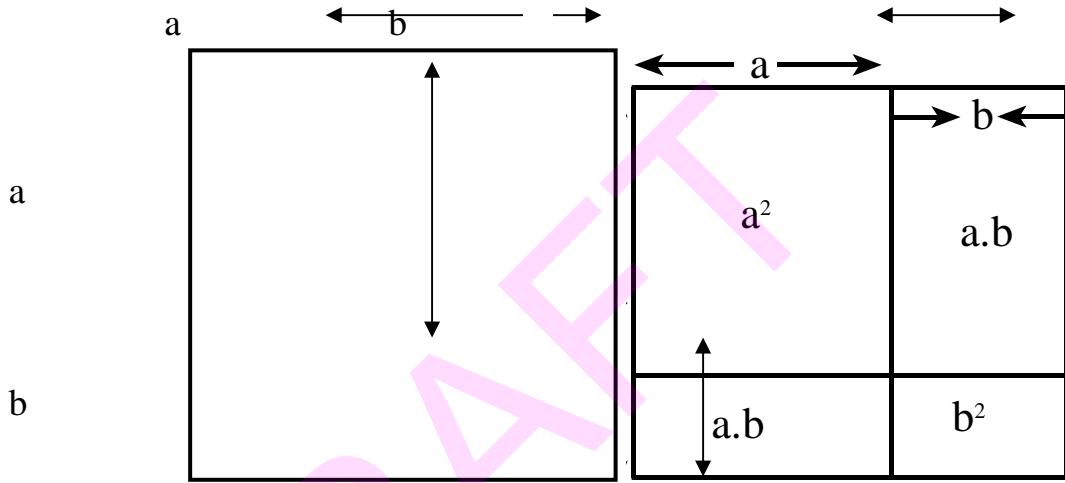


२०. बीजीय नमुनाहरू (Algebraic Models)

(क) $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ को नमुना

परिचय

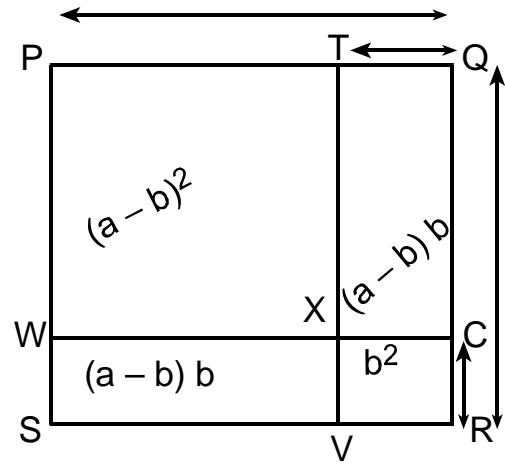
एउटा लम्बाइ र चौडाइ दुवै $(a + b)$ cm भएको प्लाइउड वा काडबोर्ड लिने
दुवैतिरबाट b cm बराबरको लम्बाइमा चिह्न लगाइ रेखा तान्ने
अब, दोस्रोचित्रमा देखाए भैं उक्त वर्गाकार काठलाई चार ओटा टुकामा काट्ने
दुई ओटा वर्गहरू a^2 , b^2 र दुई ओटा आयतहरू ab , र ab बन्छन् ।
तसर्थ, यी चार ओटा टुक्राहरूको योगफल
 $(a + b)^2 = a^2 + ab + ab + b^2 = a^2 + 2ab + b^2$



(ख) $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$ को नमुना

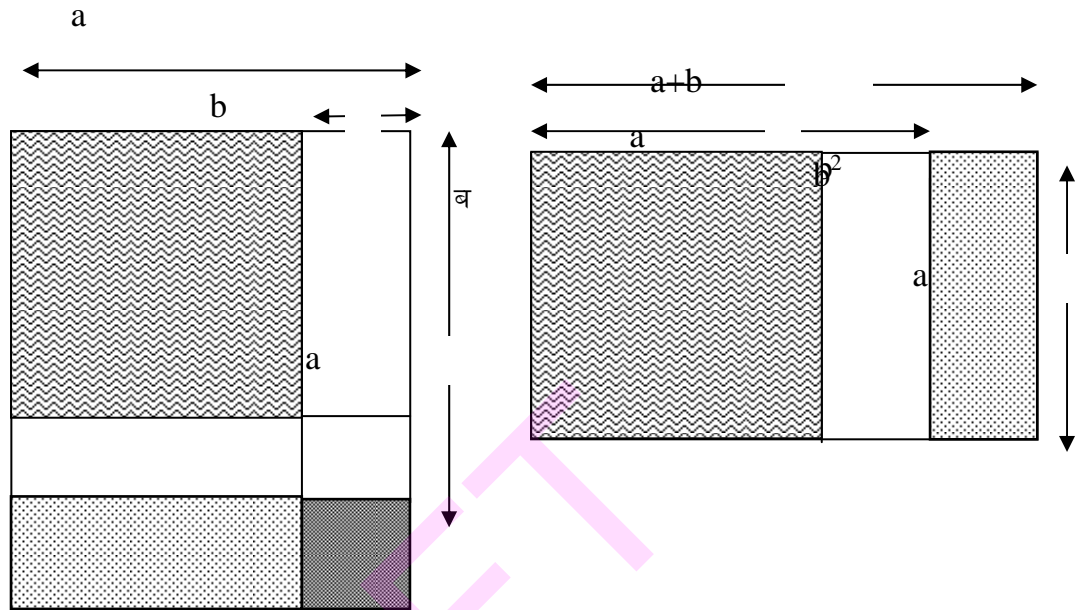
- एउटा लम्बाइ र चौडाइ दुवै a cm भएको प्लाइउड वा काडबोर्ड लिने
- दुवैतिरबाट b cm बराबरको लम्बाइमा चिह्न लगाई रेखा तान्ने

अब, चित्रमा देखाए भैं उक्त वर्गाकार काठलाई चार ओटा टुकामा काट्ने
जस्तै: चित्रमा पहिले PQRS एउटा वर्ग हो र अब PTXW, एउटा वर्ग हो जसको लम्बाइ र चौडाइ $a - b$ हुन्छ ।



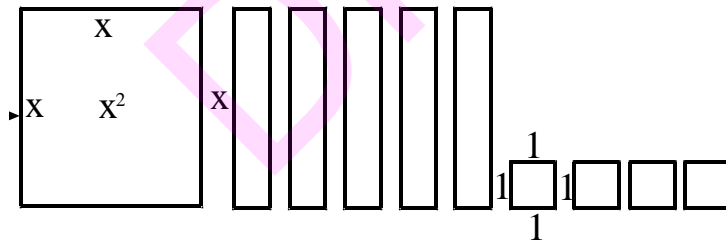
त्यस्तै, TQUX, एउटा आयत हो जसको लम्बाइ $b(a - b)$ हुन्छ र चौडाइ b cm छ, SVXW एउटा आयत हो जसको लम्बाइ $a(a - b)$ छ र चौडाइ b cm छ ।

(ग) $a^2 - b^2$ को अवधारणात्मक नमुना

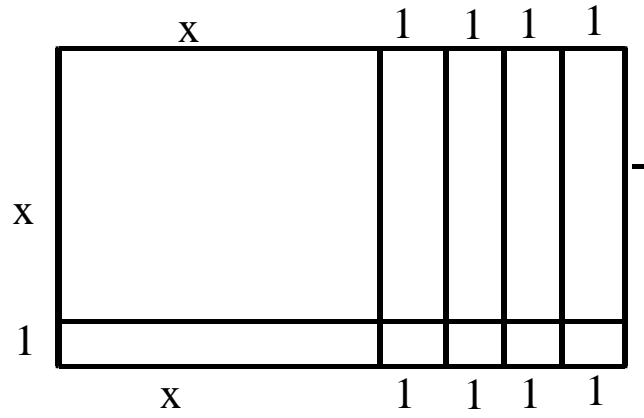


(घ) $x^2 + bx + c$ स्वरूपका अभिव्यञ्जकको खण्डीकरण

तल दिइएको चित्रमा $x^2 + 5x + 4$.



माथिका टुक्राहरूलाई आपसमा मिलाउँदा एउटा आयत बनाउन सकिन्छ । जसको लम्बाइ $(x + 4)$ र चौडाइ $(x + 1)$ छ ।



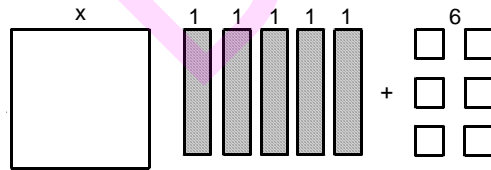
अब यो आयतको क्षेत्रफल पत्ता लगाऔं ।

$$(x + 4) \times (x + 1) = x^2 + 4x + x + 4 = x^2 + 5x + 4 \text{ भयो ।}$$

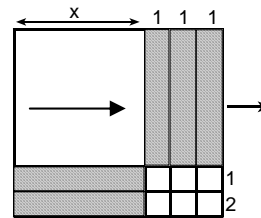
(ड) $x^2 + 5x + 6$ को खण्डीकरण

$x^2 + 5x + 6$ वर्ग अभिव्यञ्जक हो यसले कुनै आयतको जम्मा क्षेत्रफल दिन्छ । एउटा कागजको टुक्रा लिने जसलाई चित्रमा देखाए भैं टुक्राहरूमा कागज सबै टुक्राहरूलाई जोड कस्तो आकृति बन्छ ।

- एउटा आयतकार कागजको टुक्रा लिने जसको लम्बाइ $(x + 3)$ र चौडाइ $(x + 2)$ छ ।
- त्यसलाई एउटा चित्र (क) मा देखाए भैं रेखाहरू तानेर विभिन्न भागहरूमा छुट्याउने, जस्तै : लम्बाइतर्फ x र तिन ओटा एकाइ, चौडाइतर्फ x र दुई ओटा एकाइ चित्र (ख) मा जस्तै
- कैंचीले ती भागहरू काट्ने
- चित्र (ख) का टुक्राहरूको छुट्टाछुट्टै क्षेत्रफल निकाली सबैलाई जोड्ने



चित्र (क)



चित्र (ख)

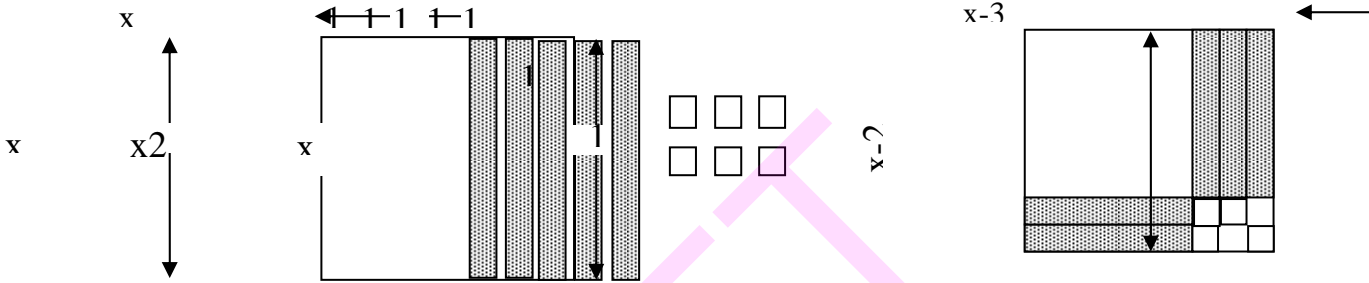
- जम्मा क्षेत्रफल $x^2 - 5x + 6$ हुन्छ ।

तसर्थ $(x + 2)(x + 3) = x^2 + 5x + 6$ भयो ।

अर्थात् $x^2 + 5x + 6 = (x + 2)(x + 3)$ हुन्छ ।

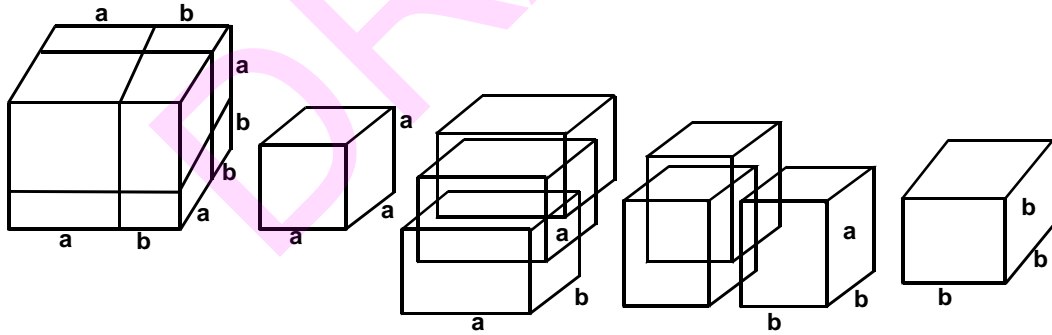
विद्यार्थीहरूमा खण्डीकरण तथा बीजीय अभिव्यञ्जकहरूको विकसित अवधारणालाई दिगो तथा सिकाइको स्थानान्तरण गर्न सक्ने बनाउनका लागि विभिन्न किसिममा दैनिक प्रयोगमा आउने सामग्रीहरू तथा क्रियाकलापहरू सामान्यीकरण गर्ने परियोजना कार्यहरू दिएर र विभिन्न प्रयोगमा आइरहेका वा link गराएर वा Correspondence गरेर पनि सिकाइलाई दिगो बनाउन सकिन्छ ।

(च) $x^2 - 5x + 6 = (x - 2)(x - 3)$ को नमुना



(छ) $(a+b)^3$ को नमुना

प्रत्येक समूहलाई एक ओटा घनाकार साबुन वा काठ दिनुहोस् । जसको लम्बाइ, चौडाइ र उचाइ सबै $(a + b)$ एकाइ हुन्छ । अब उक्त घनको लम्बाइ, चौडाइ र उचाइमा क्रमशः a र b तर्फ रेखा तानेर छुट्याउनुहोस् । चक्कु वा Hexblade आदि काट्ने सामग्रीको प्रयोग गरी उक्त रेखाबाट काट्ने र विद्यार्थीका समूहलाई पनि त्यस्तै गर्न लगाई कति ओटा टुक्राहरू बन्छन् अभ्यास गराउनुहोस् ।



अब, विद्यार्थीहरूलाई सबै साना टुक्राहरूको आयतन निकाल्न लगाउने तिनीहरू a^3 , a^2b , a^2b , a^2b , ab^2 , ab^2 , ab^2 र b^3 हुन्छन् ।

सबै टुक्राहरूको आयतनको योगफल बराबर पूरा घनको आयतन हुन्छ ।

$$(a + b)^3 = a^3 + a^2b + a^2b + a^2b + ab^2 + ab^2 + ab^2 + b^3$$

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

यसरी प्रदर्शन र प्रयोगशाला विधिबाट बीजीय तथ्य $(a + b)^3$ तर्फ पठाउन सकिन्छ । यसरी शिक्षण गर्दा विद्यार्थीहरू सबै कक्षामा सिकाइ प्रक्रियामा संलग्न भइरहने र आफैँ गरेर सिकने भएकाले समूहमा नै समाधान गर्ने बानीको विकास हुनुका साथै सहयोगी भावनाको पनि विकास हुन्छ ।

- प्रत्येक समूहहरूलाई एउटा घनाकार साबुन दिने र जसको प्रत्येक भुजा $(a + b)$ एकाइ छ ।
- प्रत्येक समूहलाई साबुनका आठ ओटा टुक्रा गर्न लगाउनुहोस् ।

DRAFT

सन्दर्भ सामग्रीहरू

आचार्य, नरहरि (२०६८) गणित कक्षा ८, पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, भक्तपुर ।
आचार्य, नरहरि (२०७२) गणित शिक्षण, दिपमाला प्रकाशन काठमाडौं ।
आधारभूत तह, गणित पाठ्यक्रम (२०६८), पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, भक्तपुर ।
उपाध्याय हरिप्रसाद (२०६०) प्रारम्भिक गणित शिक्षण, विद्यार्थी प्रकाशन, काठमाडौं ।
गणित पशिक्षक निर्देशिका (२०५९) माध्यमिक शि. विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर ।
गणित प्राविधिक शब्दकोश (२०६६) पा.वि.केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर ।
गणित शिक्षण (२०६५) शै.जनशक्ति विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर ।
गणित शैक्षणिक सामग्री निर्माण(२०६६) पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर ।
नमुना मोड्युल सामग्री (२०६९) शै. तालिम केन्द्र, धुलिखेल काभ्रेपलाञ्चोक ।
प्रथामीक शिक्षक स्रोत सामग्री (२०६६) पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, सानोठिमी, भक्तपुर,
पण्डित, राम्जीप्रसाद (२०६२) प्रारम्भिक गणित शिक्षण, इन्दिरा पण्डित, काठमाडौं ।
पाठ्यक्रम विकास केन्द्र (२०६६) गणित कक्षा ६ पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, भक्तपुर ।
भुसाल, सालिकराम र अन्य (२०६७) गणित कक्षा ७, पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, भक्तपुर ।
महर्जन, हिराबहादुर र उपाध्याय, हरिप्रसाद (२०६५) गणित शिक्षण सामग्री, पालुवा प्रकाशन
काठमाडौं ।

<http://www.abcya.com/tangrams.htm>

<https://www.geogebra.org/material/show/id/fHxE39Uf>

उपाध्याय, डा. हरिप्रसाद (२०६९), *गणित शिक्षण*, काठमाडौं : रत्नपुस्तक भण्डार ।

महर्जन, डा. हिराबहादुर र उपाध्याय, हरिनारायण (२०६६), *गणित डिक्सनरी*, काठमाडौं :
बालबाटिका एजुकेसनल पब्लिकेसन ।

पौडेल, खेमराज र भुसाल, खेमनन्द (२०६३), *गणित शिक्षण कसरी*, काठमाडौं : एसिया
पब्लिकेसन प्रा.लि. ।

पण्डित, प्रा.डा. रामजीप्रसाद र पाहारी, शारदा (२०६९), *गणित शिक्षण*, काठमाडौं : श्रीमती
इन्दिरा पण्डित ।

अधिकारी, विश्वमणि (२०६५), *गणित कसरी सिक्ने*, काठमाडौं : प्रशान्ति प्रकाशन ।

शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र, *गणित शिक्षा शिक्षण*, भक्तपुर : लेखक ।

शैक्षिक जनशक्ति विकास केन्द्र, *गणित प्रशिक्षक निर्देशिका*, भक्तपुर : लेखक ।

शैक्षिक तालिम केन्द्र, *गणित शिक्षण सामग्री निर्माण र प्रयोग*, सुर्खेत : लेखक ।

पाठ्यक्रम विकास केन्द्र, *गणित शैक्षिक सामग्री निर्माण तथा प्रयोग शिक्षक स्रोत सामग्री*,
भक्तपुर : लेखक ।