МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

Тернопільський державний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра
графічного моделювання

МЕТРИЧНІ ЗАДАЧІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗАВДАНЬ З КУРСУ НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ
Завдання № 2

Тернопіль - 1999

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ІВАНА ПУЛЮЯ

Кафедра графічного моделювання

Упорядники: доц., к.т.н. Милик М.П., доц., к.х.н. Ковбашин В.І.,
доц., к.т.н., Балабан С.М., ст. викл. Рассказов Ю.С.,
асистенти: Данильченко С.М.,Пік А.І., Маркович М.Й.

Рецензенти: к.т.н. Шанайда В.В.,
к.т.н., доцент Мединський Я.Р.

Відповідальний за випуск: Данильченко С.М.

Методичні вказівки розглянуті і затверджені на засіданні кафедри "Графічного моделювання", протокол №8 від 23.03.1999р.

Методичні вказівки схвалені та рекомендовані до друку на засіданні методичної комісії механіко-технологічного факультету Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол №6 від 26.03.1999р.

ВСТУП

У багатьох задачах, які розглядаються в інженерній графіці, доводиться визначати справжні фігури або її окремі елементи.

Відомо, що при розміщенні фігури паралельно будь-якій площині проекцій, вона проектується на цю площину в натуральну величину, тобто за проекцією можна визначити довжину відрізків, площу фігури, величину кутів нахилу прямої до площини проекцій, тощо.

Задачі, в яких ставиться питання визначення розмірів геометричних елементів (фігур), кутів та відстаней, називаються метричними.

Дані методичні вказівки розглядають способи розв`язування метричних задач та дають вказівки до виконання.

Завдання з нарисної геометрії, яке складається з трьох комплексних креслень - епюрів, які виконуються на трьох окремих аркушах паперу (ватман), формату А3, олівцем, в масштабі 2:1.

В епюр 1 входить 6 перших прикладів (1.1-1.6). Виконується епюр1 за координатами, наведеними в таблиці 1 **додатку** (зразок виконання див. рис.1 **додатку**).

Епюр 2 складається з трьох наступних (2.1-2.3) прикладів, які виконуються за відносними координатами, взятими з таблиці 2 **додатку** (зразок виконання див. рис.2 **додатку**).

Епюр 3 включає останній приклад 3.1 і виконується за координатами епюра 2 (зразок виконання див. рис.3 **додатку**).

1. ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНЕЙ ТА КУТІВ МІЖ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ (епюр 1)

Визначення натуральної величини відрізка прямої (відстані між двома точками) є основною метричною задачею.

ПРИКЛАД 1.1 Визначити відстань від точки А до площини трикутника BCD та кут нахилу знайденої прямої до фронтальної площини проекцій (рис. 1.1).

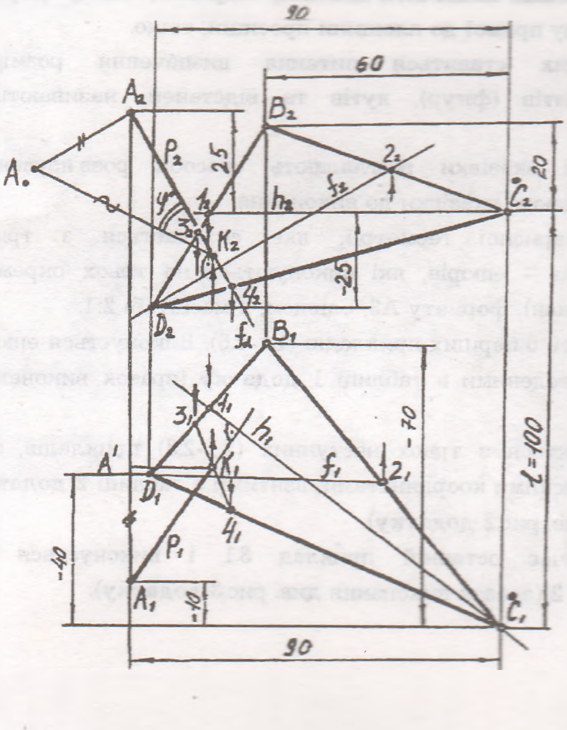


Рисунок 1.1

Для побудови креслення, зображеного на рис.1.1, необхідно мати такі дані:

1) відстань L між проекціями $°C_1$ і $°C_2$ прийнятої базової точки °C: $L=°C_1°C_2=100$ мм;

2) відносні координати точок ABD: °C,A(90;-10;25); °C,B(60;-70;20); °C,D(90;-40;-25).

РОЗВ'ЯЗАННЯ.

1. Будуємо комплексне креслення точок по заданих відносних координатах.

2. Відстань від точки до площини вимірюється перпендикуляром. Для проведення перпендикуляра до площини в останній необхідно побудувати горизонталь h $(h_1;h_2)$ і фронталь f $(f_1;f_2)$.

3. Із точки А опускаємо перпендикуляр **p** до площини трикутника B°CD $(p_1 \perp h_1; p_2 \perp f_2)$.

4. Визначаємо точку перетину К перпендикуляра **p** з площиною трикутника. Для цього через **p** проводимо фронтально проектуючу площину α (слід $f_\alpha \equiv p_2$), будуємо лінію перерізу 3-4 площини α з площиною трикутника B°CD і визначаємо спочатку горизонтальну K_1, а потім фронтальну K_2 проекції точки перетину К. Для визначення дійсної величини шуканої відстані АК та кута нахилу її до площини Π_2 скористуємося правилом прямокутного трикутника.

5. Прийнявши фронтальну проекцію A_2K_2 відстані за перший катет, через A_2 проводимо напрям другого катета $(A_2A_0 \perp A_2K_2)$. Величина другого катета A_2A_0 є перевищенням точки А над точкою К відносно площини Π_2, а саме $(A_2A_0=A_1A')$.

6. З'єднавши A_0 з K_2, одержимо натуральну величину шуканої відстані АК= A_0K_2 і кут $\varphi°$ нахилу (прямої АК до площини проекцій Π_2).

ПРИКЛАД 1.2 Визначити кут нахилу $\varphi°'$ площини трикутника B°CD до горизонтальної плдощини проекцій Π_1 (рис.1.2).

Для побудови кута нахилу площини трикутника до площини Π_1 скористуємося властивостями лінії найбільшого схилу.

Означення. Пряма площини, перпендикулярна до всіх горизонталей площини, називається прямою найбільшого схилу. Кут між лінією найбілього схилу і горизонтальною площиною проекцій буде кутом між площиною трикутника і проциною проекцій Π_1.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

1. Проводимо горизонталь h $(h_1;h_2)$ площини трикутника B°CD.

2. Перпендикулярно горизонтальній проекції горизонталі через точку B_1 проводимо горизонтальну проекцію B_15_1 прямої найбільшого схилу B5. Фронтальна проекція B_25_2 одержується прямим проектуванням.

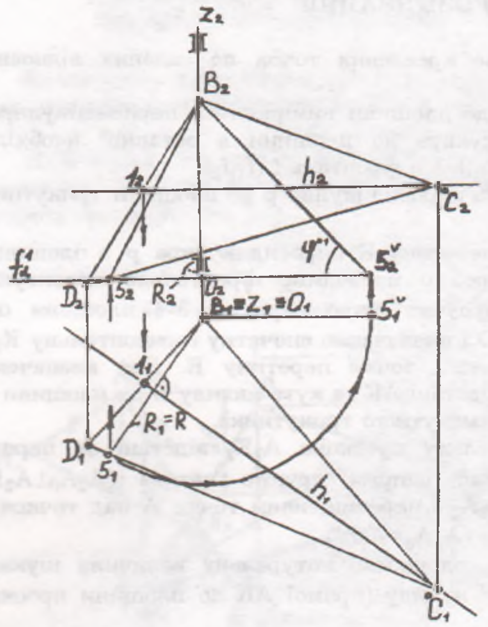


Рисунок 1.2

3. Тому, що за умовою кут нахилу площини трикутника B°CD до площини Π_1 потрібно визначити обертанням лінії найбільшого схилу, то вісь обертання Z перпендикулярна до площини Π_1. Відомо, що відрізок прямої проектується на площину в дійсну величину, якщо він до неї паралельний. Отже, відрізок B5 треба повернути навколо осі Z до положення, паралельного Π_2.

4. Для спрощення побудови вісь Z $(Z_1;Z_2)$ проводимо через точку B, яка при обертанні залишається нерухомою, і обертаємо точку 5.

5. Через точку обертання 5 проводимо площину обертання $\alpha^1(f_{\alpha'} \perp Z_2)$, визначимо центр обертання 0 $(0_1;0_2)$ і радіус $R(R_1;R_2)$. Радіус обертання R лежить в горизонтальній площині α^1, а тому на площину Π_1 він проектується в дійсну величину і збігається з горизонтальною проекцією B_15_1 відрізка B5 $(R=R_1= B_15_1)$.

6. навколо точки O_1, як центра обертання, радіусом $R=R_1$ обертаємо точку 5_1 до положення $B_15_1{}^{\circ}\perp{}^{\circ}C_1{}^{\circ}C_2$.

7. Прямим проектуванням на сліді $f_{\alpha'}$ знаходимо точку $5_2^{\smile}$ і, з'єднавши її з B_2, одержимо дійсну величину відрізка B_5 лінії найбільшого схилу.

8. Шуканий кут $\varphi^{\circ\prime}$ нахилу площини $B^{\circ}CD$ до площини Π_1 визначається кутом з вершиною в точці $5_2^{\smile}$ між дійсною величиною $B_2 5_2^{\smile}$ і слідом $f_{\alpha'}$.

ПРИКЛАД 1.3 Через точку C трикутника BCD провести площину β перпендикулярну до сторони CD (рис. 1.3).

Відомо, що пряма, перпендикулярна до площини, якщо вона перпендикулярна до двох прямих, що перетинаються, даної площини. Зокрема, площина може бути задана горизонталлю і фронталлю.

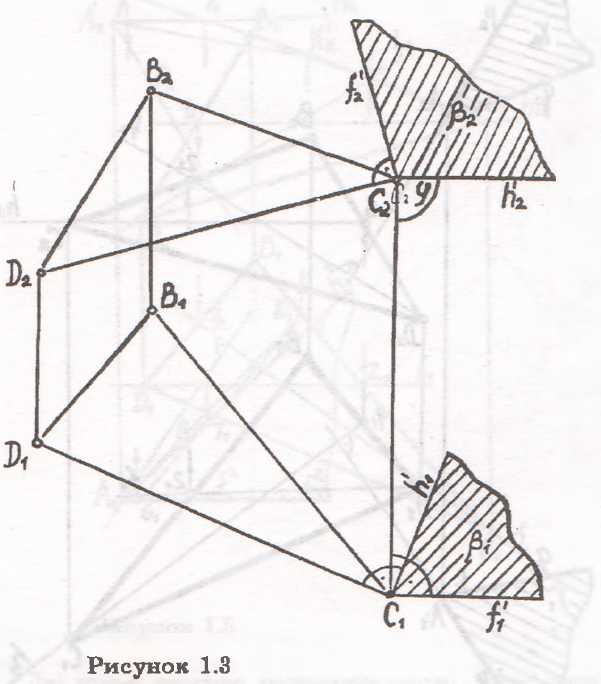


Рисунок 1.3

РОЗВ'ЯЗАННЯ

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Через точку C проводимо горизонталь $h'(h_1';h_2')$ і фронталь $f'(f_1';f_2')$, перпендикулярно стороні CD ($C_1D_1;C_2D_2$). Для цього фронтальну проекцію горизонталі і горизонтальну проекцію фронталі проводимо перпендикулярно до вертикальних ліній зв'язку ($h_2'//f_1'\perp C_1C_2$). Горизонтальну проекцію h_1' горизонталі h' проводимо перпендикулярно C_1D_1, фронтальну проекцію f_2' фронталі f' - перпендикулярно C_2D_2. Побудовані прямі h' і f' задають шукану площину $\beta(\beta_1;\beta_2)=(h'\times f')$.

ПРИКЛАД 1.4 Через точку A провести площину γ, перпендикулярну площині трикутника BCD (рис. 1.4).

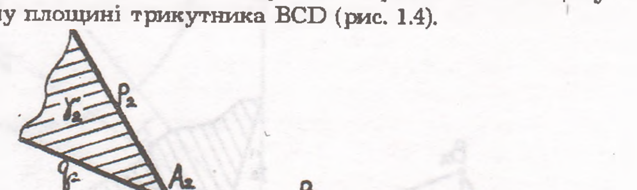


Рисунок 1.4

Дві площини перпендикулярні, якщо одна з них проходить через перпендикуляр до другої.

Звідси випливає, що площину γ можна провести через пряму p, перпендикулярну до площини BCD (див. приклад 1.1, рис.1.1). Отже, через точку A проводимо пряму p, перпендикулярну до площини трикутника BCD, і будь-яку другу пряму, наприклад, q (q_1;q_2), які однозначно зададуть шукану площину $\gamma=(p \times q) \perp BCD$.

ПРИКЛАД 1.5 Через точку A провести пряму AK', перпендикулярну до сторони BC трикутника BCD (рис. 1.5).

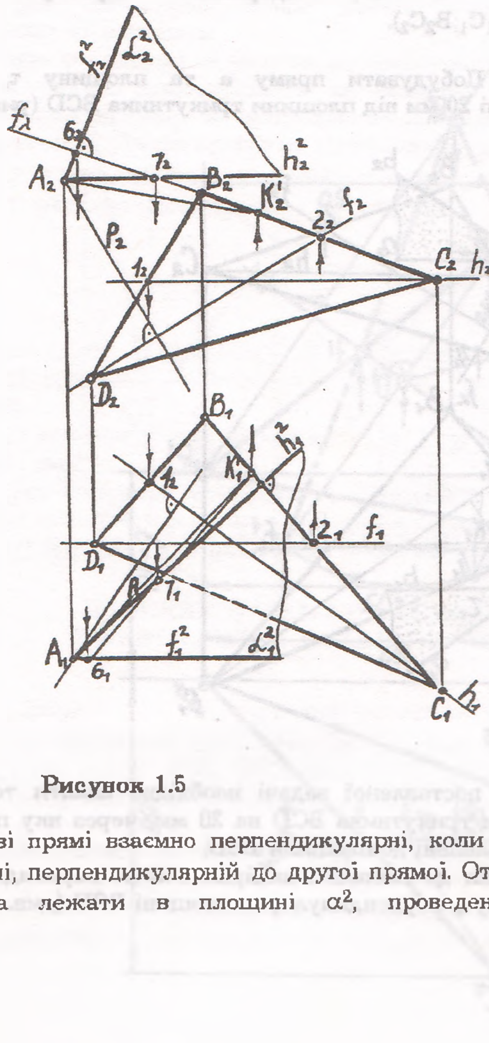


Рисунок 1.5

Дві прямі взаємно перпендикулярні, коли одна з них лежить в площині, перпендикулярній до другої прямої. Отже, шукана пряма AK' повинна лежати в площині α^2, проведеній через точку A, перпендикулярно до BC, а точка K′ повинна бути точкою перетину сторони BC з площиною α^2.

РОЗВ`ЯЗАННЯ

Через точку A проводимо площину $\alpha^2 \perp BC$, використаши горизонталь $h^2(h_2{}^2 \perp C_1C_2;\ h_1{}^2 \perp B_1C_1)$ і фронталь $f^2(f_1{}^2 \perp C_1C_2;\ f_2{}^2 \perp B_2C_2)$. За допомогою січної площини λ, проведеної через сторону $BC(f_\lambda \equiv B_2C_2)$, шукаємо точку зустрічі $K'(67 \times AK') = (BC \times \alpha^2)$.

З`єднавши A з K′, одержимо шукану пряму $AK'(A_1K_1{}';A_2K_2{}') \perp BC(B_1C_1;B_2C_2)$.

ПРИКЛАД 1.6 Побудувати пряму a та площину τ, які б знаходилися на відстані 20 мм від площини трикутника BCD (рис. 1.6).

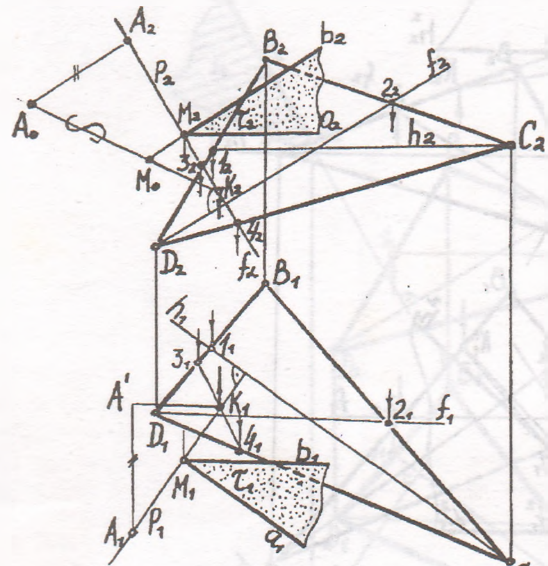


Рисунок 1.6

Для розв`язання поставленої задачі необхідно знайти точку M, віддалену від площини трикутника BCD на 20 мм, через яку провести пряму і площину, паралельні до площини BCD.

Відстань від точки до площини вимірюється по перпендикуляру. Отже, проводимо пряму p перпендикулярно площині BCD (див. приклад 1.1; рис.1.1 і 1.6).

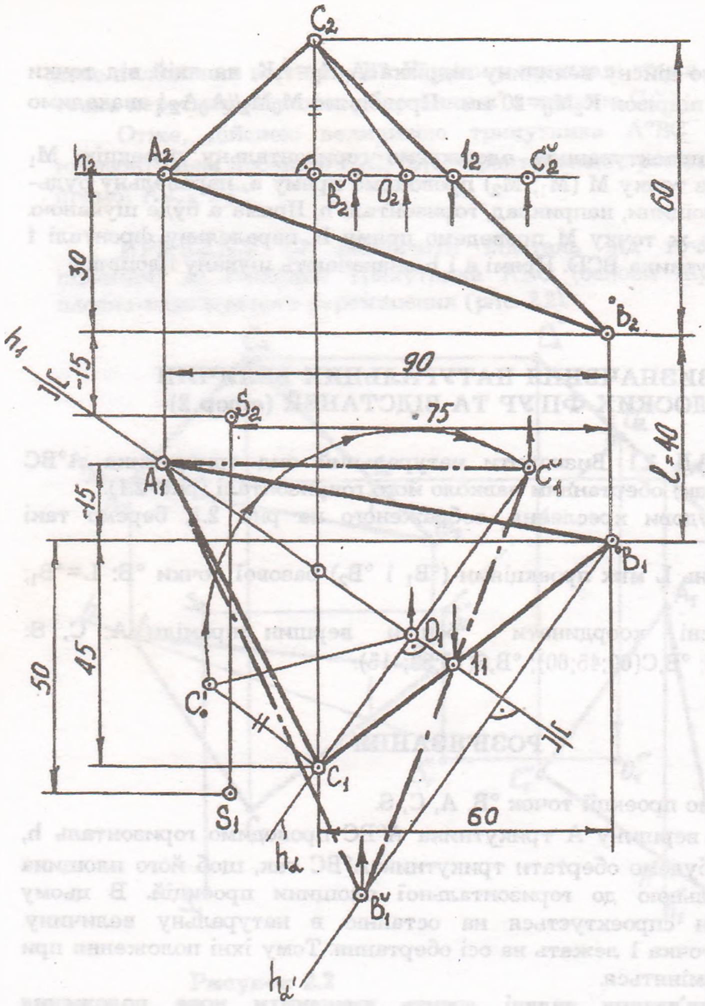


Рисунок 2.1

5. Знайденим радіусом O_1C_0' описуємо дугу до перетину з слідом h_α в точці $C_1^\cup$. Це й буде горизонтальна проекція $C_1^\cup$ оберненої вершини $C^\cup$ трикутника ABC. Таким же способом можна побудувати

Знаходимо дійсну величину відрізка $A_0K_2=AK$, на якій від точки K відкладаємо відрізок $K_2M_0=20$ мм. Проводимо $M_0M_2//A_0A_2$ і знаходимо M_2.

Прямим проектуванням одержуємо горизонтальну проекцію M_1 точки M. Через точку M (M_1; M_2) проводимо пряму a, паралельну будь-якій прямій площини, наприклад, горизонталі h. Пряма a буде шуканою.

Через цю ж точку M проведемо пряму b, паралельну фронталі f площини трикутника BCD. Прямі a і b визначають шукану площину

$\tau=(a\times b)$.

2. ВИЗНАЧЕННЯ НАТУРАЛЬНИХ ВЕЛИЧИН ПЛОСКИХ ФІГУР ТА ВІДСТАНЕЙ (епюр 2)

ПРИКЛАД 2.1 Визначити натуральний вид трикутника A°BC (основи піраміди) обертанням навколо його гонризонталі (рис. 2.1).

Для побудови креслення, зображеного на рис. 2.1, беремо такі вихідні дані:

1) відстань L між проекціями ($°B_1$ і $°B_2$) базової точки °B: $L=°B_1$; $°B_2=40$;

2) відносні координати решти вершин піраміди A, C, S: °B,A(90;-15;30); °B,C(60;45;60); °B,S(75;50;-15).

РОЗВ`ЯЗАННЯ

1. Будуємо проекції точок °B, A, C, S.

2. Через вершину A трикутника A°BC проводимо горизонталь h, навколо якої будемо обертати трикутник A°BC так, щоб його площина стала паралельною до горизонтальної площини проекцій. В цьому положенні він спроектується на останню в натуральну величину. Вершина A і точка 1 лежать на осі обертання. Тому їхні положення при обертанні не зміняться.

Для розв`язання задачі досить визначити нове положення вершини C або °B.

3. Визначаємо елементи обертання для точки C. Вісь обертання - горизонталь h (A1); площина обертання - $\alpha(h_\alpha)$ горизонтально проектуюча; центр обертання - $O=\alpha\times h$; радіус обертання - $OC(O_1C_1;O_2C_2)$.

4. Визначаємо дійсну величину радіуса O_1C_o' способом прямокутного трикутника (див. приклад 1.1).

нове положення вершини B°. У даному прикладі точка $B_1^{\cup}$ одержана як точка перетину площини обертання α′ з прямою $C_1^{\cup}1_1$.

Отже, дійсною величиною трикутника A°BC буде його нова горизонтальна проекція $A_1C_1^{\cup}B_1^{\cup}$. Фронтальною проекцією буде відрізок прямої $A_2C_2^{\cup}B_2^{\cup}$.

ПРИКЛАД 2.2 Визначити відстань від точки S (вершини піраміди) до площини трикутника ABC (основи піраміди) способом плоско-паралельного переміщення (рис. 2.2).

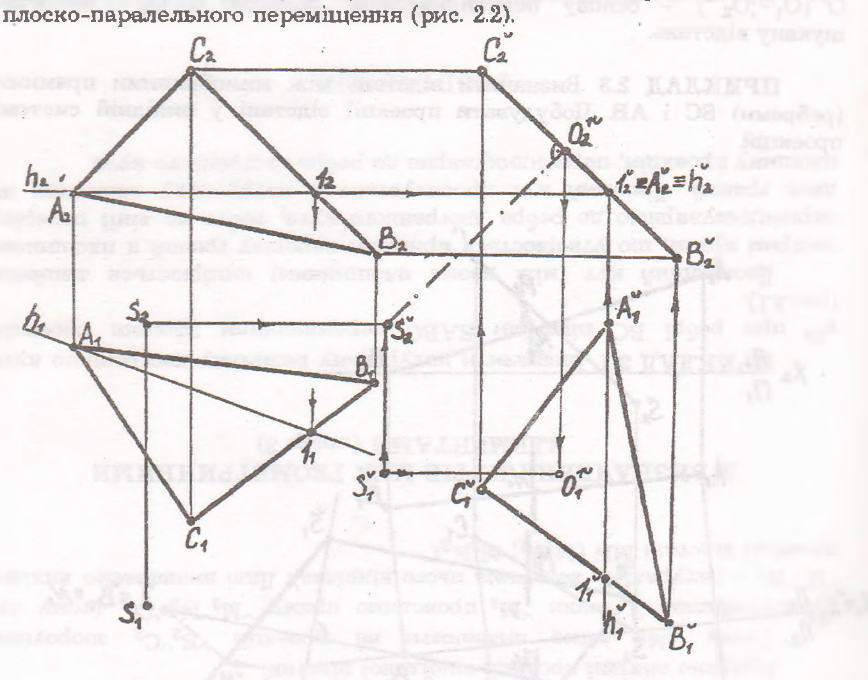


Рисунок 2.2

РОЗВ`ЯЗАННЯ

Для розв`язання поставленої задачі необхідно перемістити трикутник так, щоб його площина стала проектуючою. Для цього в площині трикутника ABC проводимо горизонталь h (A1) і переміщуємо трикутник ABC (обертаємо навколо уявної рухомої вертикальної осі) так, щоб його горизонталь стала перпендикулярною до площини Π_2. Побудова виконується так. На вільному місці креслення вибираємо довільну точку $A_1^{\cup}$, через яку проводимо вертикальну лінію (горизонталь $h_1^{\smile}$). Відкладаємо відрізок $A_1^{\smile}1_1^{\smile}=A_1 1_1$. За цими двома точками, способом засічок, будуємо решту точок (трикутник $A_1^{\smile}C_1^{\smile}B_1^{\smile}$) і точку $S_1^{\smile}$ (побудова зрозуміла з рисунка). Після цього будуємо фронтальну проекцію переміщеного трикутника, яка вироджується в відрізок прямої $C_2^{\smile}A_2^{\smile}B_2^{\smile}$. Фронтальна проекція $S_2^{\smile}$ одержується внаслідок перетину горизонтальної і вертикальної лінії зв`язку. Із точки $S_2^{\smile}$ опускаємо перпендикуляр на $C_2^{\smile}A_2^{\smile}B_2^{\smile}$ і будуємо точку $O^{\smile}(O_1'^{\smile};O_2'^{\smile})$ - основу перпендикуляра. Відрізок $S_2^{\smile}O_2'^{\smile}$ визначає шукану відстань.

ПРИКЛАД 2.3 Визначити відстань між мимобіжними прямими (ребрами) SC і AB. Побудувати проекції відстані у вихідній системі проекцій.

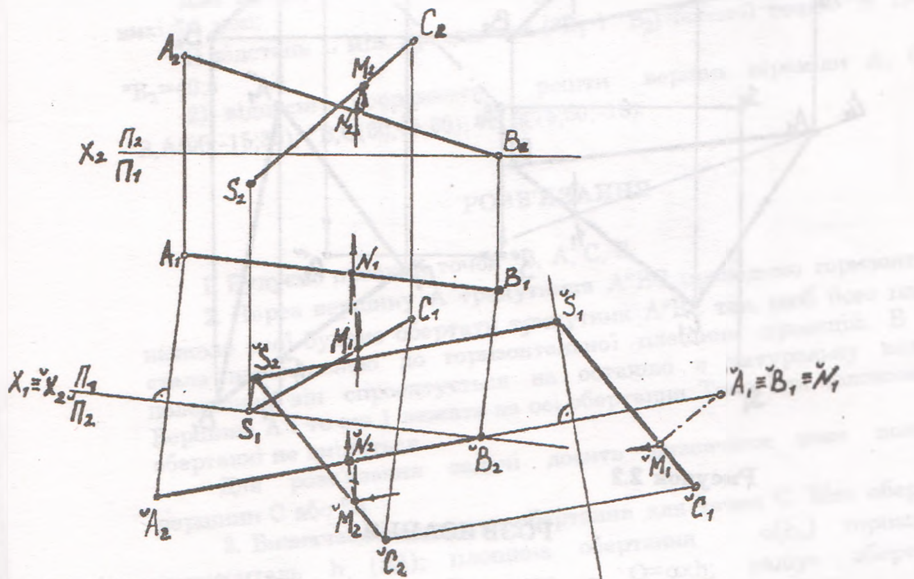


Рисунок 2.3

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Використовуючи метод заміни площин проекцій, досягаємо такого положення, коли одна з мимобіжних прямих (в даному разі АВ) проектується в точку. Для цього спочатку переміщаємо фронтальну площину проекцій $\Pi_2 // AB$ (проводимо $^{\smile}X_2 // A_1B_1$). Будуємо нові проекції відрізків АВ і CS - $^{\smile}A_2{}^{\smile}B_2$ і $^{\smile}C_2{}^{\smile}S_2$ ($^{\smile}A_2{}^{\smile}B_2$ - натуральна величина ребра АВ). Потім переміщаємо горизонтальну площину проекцій Π_1 так, щоб $^{\smile}\Pi_1$ стала перпендикулярна до $^{\smile}A^{\smile}B$. Для цього проводимо $^{\smile}X_1$ перпендикулярно до $^{\smile}A_2{}^{\smile}B_2$. Відрізок прямої $^{\smile}A^{\smile}B$ спроектується в точку $^{\smile}A_1 \equiv {}^{\smile}B_1$, а відрізок $^{\smile}S^{\smile}C$ в $^{\smile}S_1{}^{\smile}C_1$. Відрізок $^{\smile}M^{\smile}N$ ($^{\smile}M_1{}^{\smile}N_1 \perp {}^{\smile}S_1{}^{\smile}C_1$) буде шуканою відстанню.

Будуємо вихідні проекції знайденої відстані.

Точку $^{\smile}M_2$ легко визначити на проекції $^{\smile}S_2{}^{\smile}C_2$ зворотним проектуванням. З точки $^{\smile}M_2$ проводимо пряму $^{\smile}M_2{}^{\smile}N_2 // {}^{\smile}X_1$ (тому що $^{\smile}M_1{}^{\smile}N_1$ - натуральна величина цього відрізка). Далі визначаємо вихідні проекції відстані MN (M_1N_1; M_2N_2).

3. ВИЗНАЧЕННЯ КУТІВ МІЖ ГЕОМЕТРИЧНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ (епюр 3)

ПРИКЛАД 3.1 Визначити натуральну величину двогранного кута φ^{02} при ребрі ВС піраміди SABC переміщенням площин проекцій (рис.3.1).

Двогранний кут (між двома площинами) вимірюється лінійним гострим кутом, що утворюється прямими перерізу граней з площиною, перпендикулярною до ребра двогранного кута, тобто до лінії перерізу двох граней. Лінійний кут проектується в натуральну величину на площину проекцій, перпендикулярно до ребра двогранного кута.

РОЗВ'ЯЗАННЯ

Для розв'язання задачі переміщаємо площини проекцій так, щоб ребро ВС стало проектуючим до однієї з них, наприклад до $^{\smile}\Pi_1$. Спочатку проводимо $^{\smile}X_2$ паралельно до C_1B_1 і будуємо нові проекції $^{\smile}A_2$, $^{\smile}B_2$, $^{\smile}C_2$, $^{\smile}S_2$, вершин A, B, C, S, де $^{\smile}B_2{}^{\smile}C_2$ є натуральна величина ребра $^{\smile}B^{\smile}C$. Потім проводимо $^{\smile}X_1$ перпендикулярно до $^{\smile}B_2{}^{\smile}C_2$ і знову будуємо нові проекції $^{\smile}A_1$, $^{\smile}B_1$, $^{\smile}C_1$, $^{\smile}S_1$ цих же вершин.

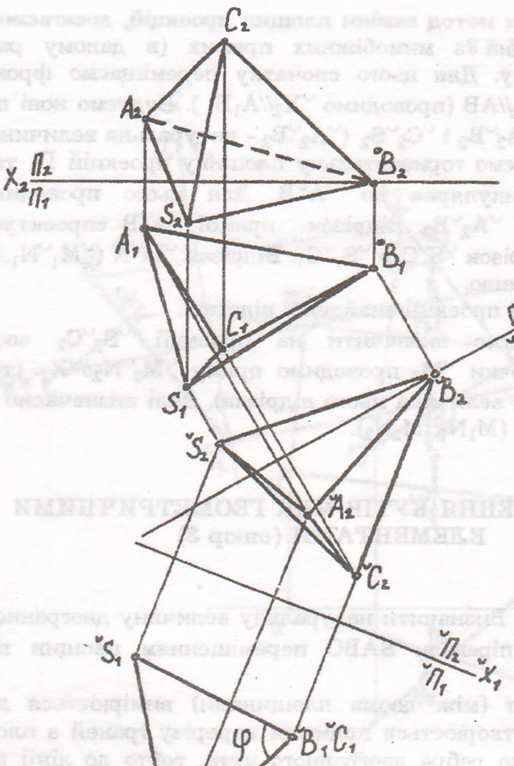


Рисунок 3.1

При цьому ребро ВС спроектувалось в точку $^{\cup}B_1 = {}^{\cup}C_1$, а кожна з граней двогранного кута відповідно в пряму $^{\cup}S_1{}^{\cup}B_1$ і $^{\cup}A_1{}^{\cup}B_1$. Кут φ^{02} між цими прямими і є шуканим.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гордон В. О. , Семенцов-Огиевский М. А. , Курс начертательной геометрии. - М. : Наука, 1988. 248 с.

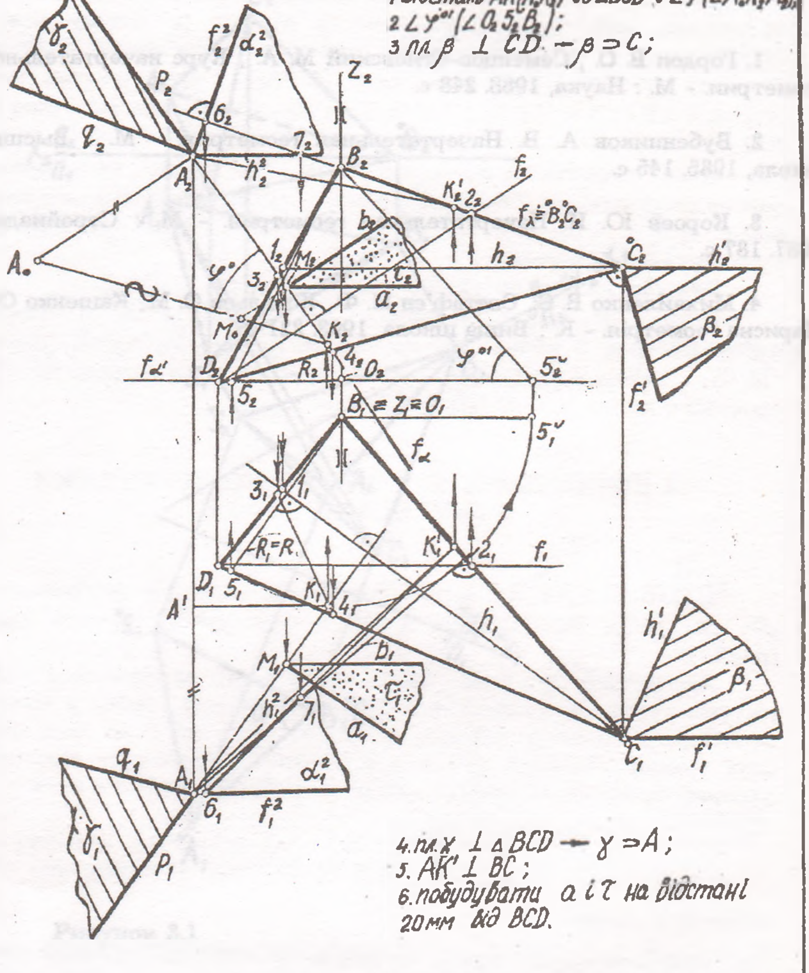
2. Бубенников А. В. Начертательная геометрия. - М. : Высшая школа, 1985. 145 с.

3. Короев Ю. И. Начертательная геометрия. - М. : Стройиздат, 1987. 187 с.

4. Михайленко В. Є., Євстаф'єв М. Ф., Ковальов О. М., Кашенко О.В. Нарисна геометрія. - К. : Вища школа, 1993. 221 с.

Дано:
$l = {}^{\circ}C_1{}^{\circ}C_2 = 100$мм
${}^{\circ}C_1A(90;-10;25)$
${}^{\circ}C_1B(60;-70;20)$
${}^{\circ}C_1D(90;-40;-25)$

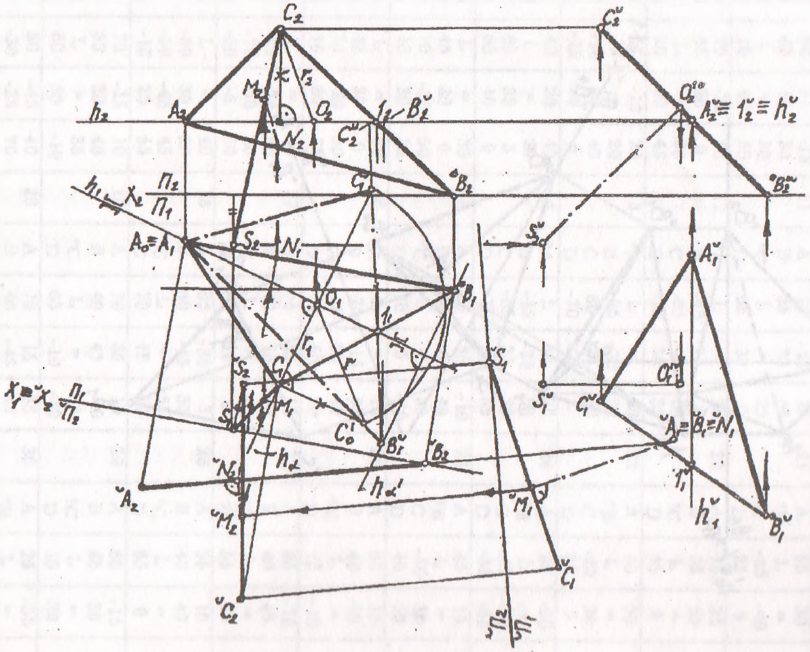
Визначити:
1 Відстань $AK(A_0K_2)$ до $\triangle BCD$ і $\angle \varphi^{\circ}(\angle A_0K_2A_2)$;
2 $\angle \varphi^{\circ\prime}(\angle O_2 5_2 B_2)$;
3 пл. $\beta \perp CD \rightarrow \beta \supset C$;



4. пл. $\gamma \perp \triangle BCD \rightarrow \gamma \supset A$;
5. $AK' \perp BC$;
6. побудувати a і τ на відстані 20мм від BCD.

185

ТДТУ	гр БИ-13		Епюр 1.	1:1
Креслив	Петров	2.х.99		
Перевірив				



Дано:

$L = {}^{\circ}B_1\ {}^{\circ}B_2 = 40$ мм

${}^{\circ}B.A\ (90; -15; 30)$

${}^{\circ}B.C\ (60; 45; 60)$

${}^{\circ}B.S\ (75; 50; -15)$

Визначити:

1. Натуральну величину ∆ ABC (оберт. навк. h)
2. Відстань між S і ∆ A°BC (переміщенням)
3. Відстань між SC і A°B (переміщенням площин проекцій)

185

25

ТДТУ	Гр. БМ-13		Епюр 2
Креслив	Петров	7.XII	
Перевірив			

1:1

Дано: $\angle - {}^{\circ}B_1{}^{\circ}B_2 = 40$ мм

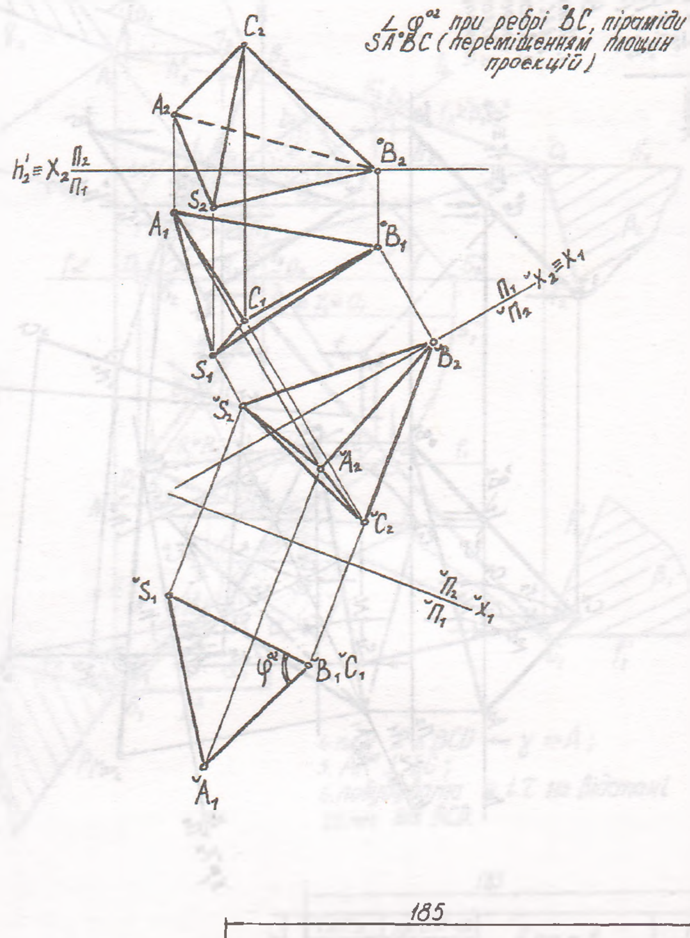
${}^{\circ}B, A\ (90; -15; 30)$

${}^{\circ}B, C\ (60; 45; 60)$

${}^{\circ}B, S\ (75; 50; -15)$

Визначити

$\angle \varphi^{\circ 2}$ при ребрі ${}^{\circ}BC$, піраміди $SA{}^{\circ}BC$ (переміщенням площин проекцій)



185

ТДТУ	Гр. БМ-13		Епюр 3	1:1
Креслив	Петров	21.99		
Перевірив				

25

ДОДАТОК

Таблиця 1 - Вихідні дані (відносні координати) для виконання епюра 1 в мм

№ варіанта	Точки	Координати			№ варіанта	Точки	Координати			№ варіанта	Точки	Координати		
		X	Y	Z			X	Y	Z			X	Y	Z
1	A	60	55	-15	11	A	75	-20	25	21	A	55	30	-10
	B	45	10	30		B	35	30	65		°B	L	=	20
	°C	L	=	30		°C	L	=	25		C	-65	-40	-50
	D	10	40	30		D	65	30	0		D	25	5	55
2	A	70	-20	50	12	°A	L	=	25	22	A	75	25	-20
	B	45	30	0		B	-45	25	5		B	35	65	30
	°C	L	=	30		C	-65	-5	60		°C	L	=	25
	D	20	30	45		D	-15	30	55		D	65	0	30
3	A	55	-10	20	13	°A	L	=	30	23	A	40	50	15
	°B	L	=	20		B	-35	-20	60		°B	L	=	10
	C	-10	50	40		C	80	25	30		C	-25	20	45
	D	-25	50	5		D	-70	-20	5		D	35	5	50
4	A	40	20	40	14	°A	L	=	25	24	A	35	-60	20
	°B	L	=	25		B	-45	-20	50		°B	L	=	70
	C	60	55	5		C	-65	35	20		C	-45	-30	45
	D	65	10	0		D	-15	30	55		D	-35	-55	0
5	°A	L	=	30	15	A	55	55	-10	25	A	45	15	50
	B	45	30	0		B	40	0	40		°B	L	=	10
	C	70	-20	50		°C	L	=	30		C	-50	30	-30
	D	10	30	35		D	70	5	-10		D	40	50	5
6	°A	L	=	30	16	°A	L	=	15	26	A	55	10	55
	B	45	30	0		B	-25	-15	55		B	40	40	0
	C	70	-20	50		C	-65	25	10		°C	L	=	30
	D	10	30	35		D	-10	45	50		D	70	-10	5
7	°A	L	=	60	17	A	55	55	10	27	A	65	-10	-25
	B	-25	-50	50		B	40	10	40		B	40	45	-40
	C	-70	-50	20		°C	L	=	20		°C	L	=	50
	D	-50	-5	50		D	65	10	0		D	55	40	20
8	°A	L	=	40	18	A	65	-30	-5	28	A	55	10	55
	B	-80	30	20		B	40	-45	55		B	40	40	10
	C	-50	-40	45		°C	L	=	55		°C	L	=	20
	D	-10	25	55		D	70	15	50		D	65	0	10
9	A	70	-15	10	19	A	70	35	15	29	A	60	-15	55
	B	50	20	40		B	40	45	-45		B	45	30	10
	°C	L	=	35		°C	L	=	55		°C	L	=	30
	D	60	30	-10		D	65	-10	-30		D	10	30	40
10	A	50	-45	40	20	A	70	15	35	30	A	25	-55	15
	B	-30	-25	70		B	40	-45	45		°B	L	=	60
	°C	L	=	45		°C	L	=	55		C	-40	-50	45
	D	40	10	65		D	65	-30	-10		D	30	0	60

ДОДАТОК

Таблиця 2 - Вихідні дані (відносні координати) для виконання епюрів 2 і 3 в мм

№ ва-ріа нта	Точ ки	Координати			№ ва-ріа нта	Точ ки	Координати			№ ва-ріа нта	Точ ки	Координати		
		X	Y	Z			X	Y	Z			X	Y	Z
1	°S A B C	L -15 -30 -70	= 40 -15 -15	35 10 50 10	11	S A B °C	-5 -25 -55 L	-20 30 -5 =	45 30 5 35	21	S A B °C	5 -30 -65 L	35 -15 30 =	65 55 10 20
2	S A °B C	75 45 L 60	10 10 = 55	5 40 30 10	12	S °A B C	-30 L -65 -55	-15 = 40 -20	60 20 50 10	22	°S A B C	L -10 -60 -10	= -45 -30 -15	45 20 10 50
3	S °A B C	-5 L -45 -65	20 = -10 25	55 25 50 20	13	S °A B C	20 L -60 25	-5 = -45 -55	60 60 40 10	23	S A B °C	-60 -70 -25 L	-15 -50 -50 =	50 20 50 60
4	S A °B C	35 40 L -25	50 15 = 45	5 5 10 20	14	S °A B C	30 L 50 65	30 = -5 10	10 35 45 10	24	S A °B C	60 45 L 60	-5 30 = -15	5 10 30 55
5	S A B °C	5 -25 -65 L	45 -15 30 =	55 55 10 20	15	S °A B C	30 L 45 65	25 = 0 0	10 40 45 10	25	S A B °C	70 55 40 L	-10 0 40 =	15 55 0 30
6	S °A B C	-70 L -35 -80	-20 = -20 25	5 30 55 30	16	S A °B C	-70 -15 L -50	-50 -40 = -5	10 50 60 50	26	S A °B C	75 45 L 60	5 40 = 10	10 10 30 55
7	°S A B C	L -20 -50 5	= -15 -40 -45	60 50 15 20	17	S °A B C	30 L -40 25	10 = -45 -55	50 60 45 15	27	S A °B C	30 45 L -20	5 -50 = -30	30 10 65 35
8	S A B °C	25 55 -10 L	50 -10 40 =	5 20 60 10	18	S °A B C	-10 L -70 -20	-20 = -10 30	40 20 15 30	28	S °A B C	-5 L -40 -65	-45 = -50 -30	35 65 5 30
9	S A B °C	-5 -25 -65 L	50 -10 30 =	50 55 10 30	19	S °A B C	10 L 45 70	30 = 30 -20	35 30 0 50	29	S °A B C	30 L -40 25	0 = -45 -55	60 60 45 15
10	°S A B C	L 10 -60 -10	= -45 -30 -15	45 20 10 50	20	S A B °C	0 -15 -60 L	-50 -45 -55 =	10 45 15 70	30	°S A B C	L 70 35 -10	= -5 55 25	15 20 0 45