

CHƯƠNG VI

MÁY THUỶ BÌNH & PHƯƠNG PHÁP ĐO CAO HÌNH HỌC

NỘI DUNG

1. Khái niệm chung về đo độ cao
2. Nguyên lý đo cao hình học
3. Máy thuỷ bình
4. Mia thuỷ chuẩn và đế mia
5. Các thao tác sử dụng máy thuỷ bình
6. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh
7. Đo thuỷ chuẩn hạng III và IV
8. Các sai số khi đo thuỷ chuẩn
9. Thuỷ chuẩn kỹ thuật

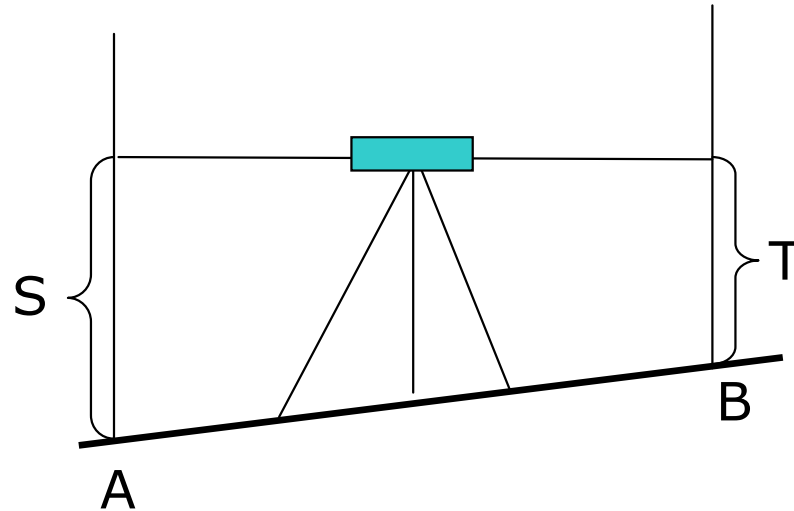
§ 6-1 Khái niệm chung về đo độ cao

NỘI DUNG

1. Đo cao hình học
2. Đo cao lượng giác
3. Đo cao vật lý
4. Đo cao cơ học
5. Đo cao bằng ảnh lập thể
6. Đo cao bằng hệ thống định vị toàn cầu GPS

1/ Đo cao hình học

* Nguyên lý:



* Độ chính xác:

* Phạm vi áp dụng:

2/ **Đo cao lượng giác**

* Nguyên lý:

* Độ chính xác:

* Phạm vi áp dụng:

3/ **Đo cao vật lý**

* Đo cao khí áp (áp kế)

- Nguyên lý:

- Độ chính xác:

- Phạm vi áp dụng:

* Đo cao thủy tĩnh

- Nguyên lý:

- Độ chính xác:

- Phạm vi áp dụng:

*** Đo cao vô tuyến**

- Nguyên lý:

- Độ chính xác:

- Phạm vi áp dụng:

4/ Đo cao cơ học

- Nguyên lý:
- Độ chính xác:

5/ Đo cao bằng PP chụp ảnh lập thể

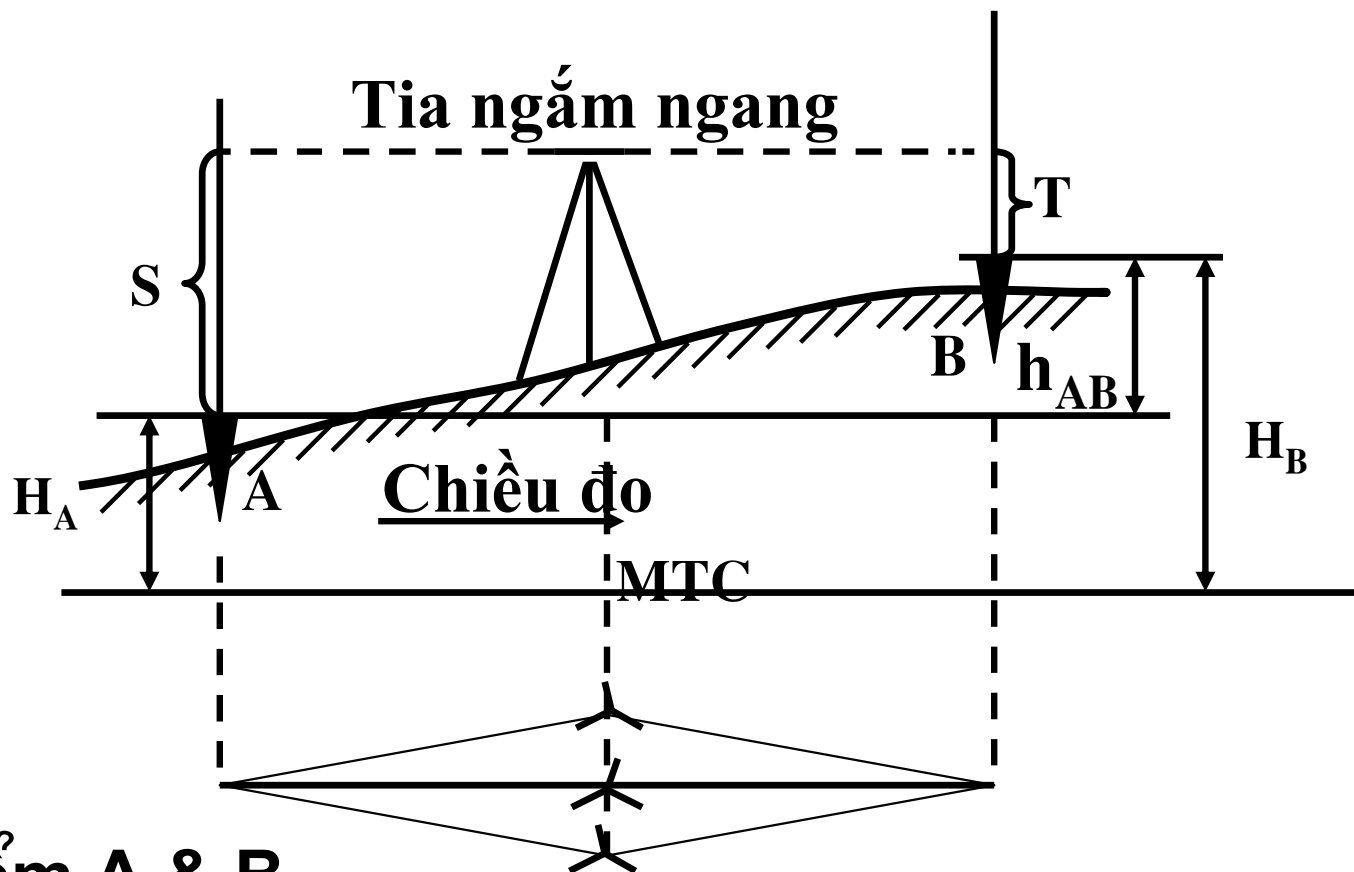
- Nguyên lý:
- Độ chính xác:
- Phạm vi áp dụng:

6/ Đo cao bằng hệ thống định vị GPS

§ 6-2 Nguyên lý đo cao hình học

- Đo cao từ giữa
- Đo cao phía trước

1/ Đo cao từ giữa



Chênh cao giữa 2 điểm A & B

$$h_{AB} = S - T$$

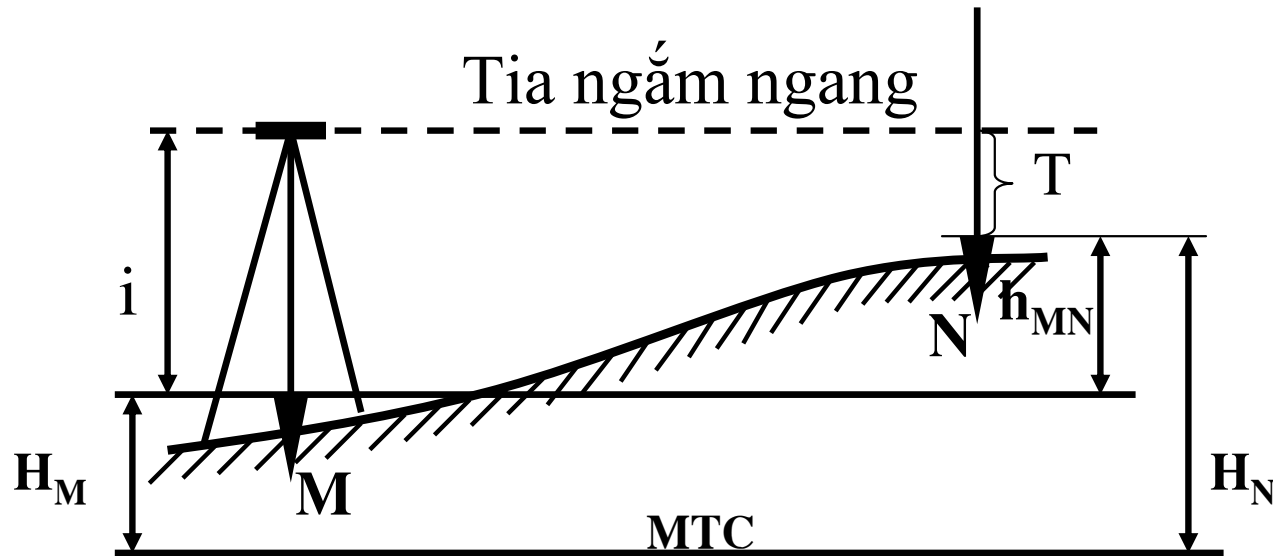
Nếu biết độ cao điểm A là H_A

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

$$H_B = H_A + S - T$$

Chú ý

2-Đo cao phía trước



Chênh cao giữa 2 điểm M & N:

$$h_{MN} = i - T$$

Nếu biết độ cao điểm M là H_M

$$H_N = H_M + h_{MN}$$

$$H_N = H_M + i - T$$

6.3. Phân loại và cấu tạo máy thủy bình

I. Phân loại

1. Phân loại theo độ chính xác

Máy chính xác cao:

Máy chính xác trung bình:

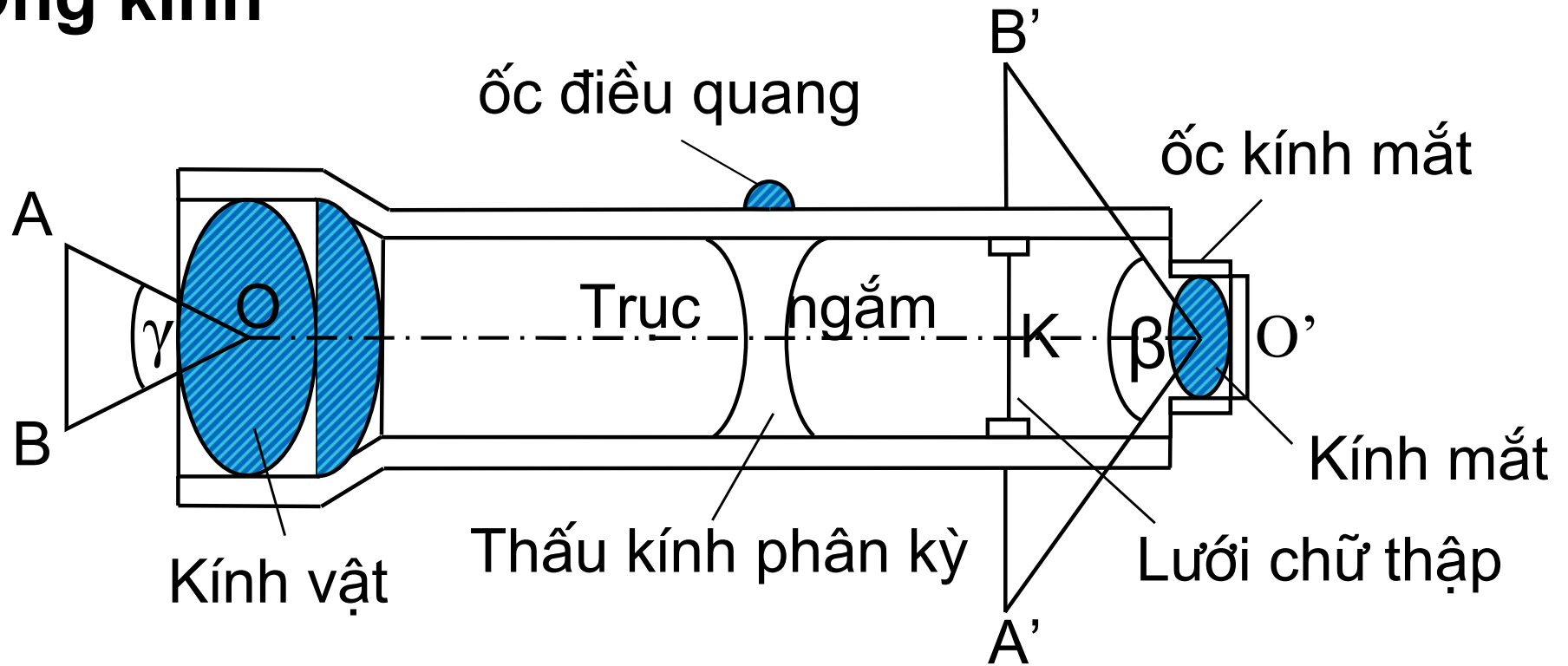
Máy thuỷ bình kỹ thuật:

2. Phân loại theo cách cân bằng

Máy thuỷ bình cân bằng thông thường

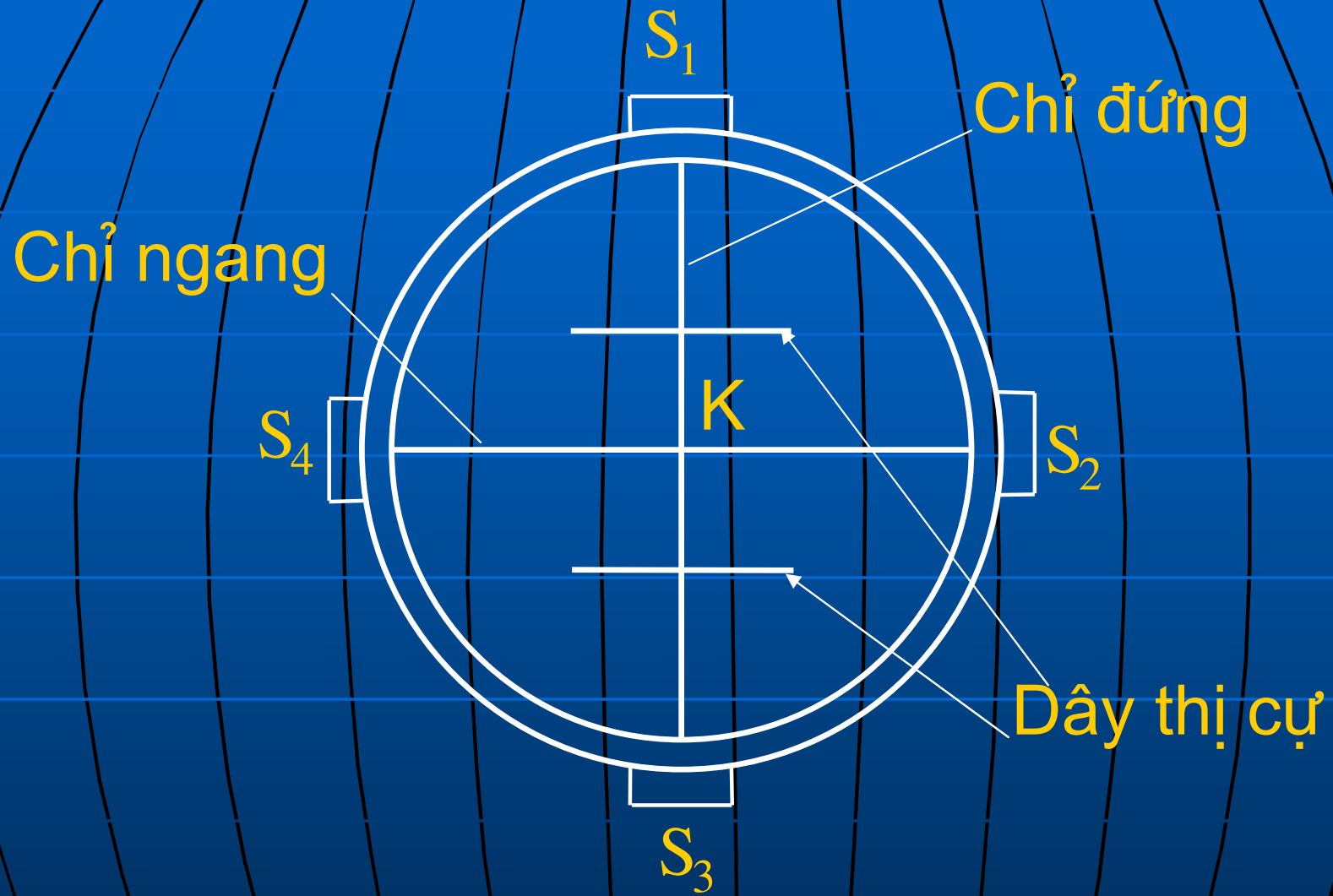
Máy thuỷ bình cân bằng tự động

1. Ống kính



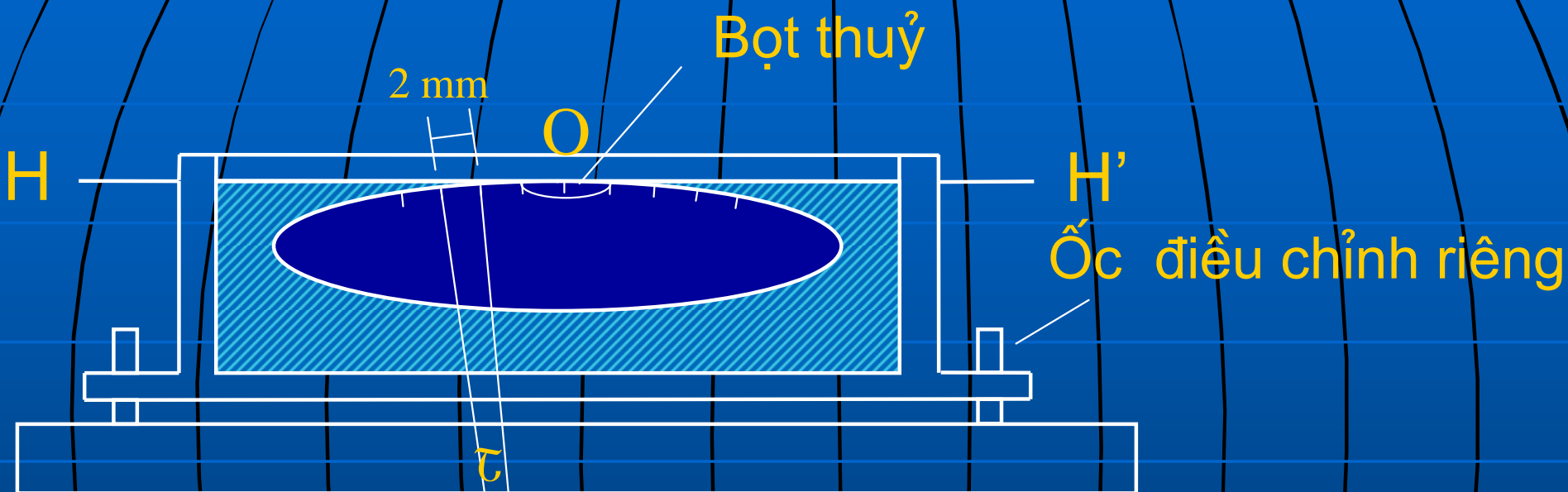
- Kính vật
- Kính mắt
- Lưới chữ thập
- ốc kính mắt
- Thấu kính phân kỳ
- ốc điều quang
- Trục ngắm
- Trục quang học
- Độ phóng đại của ống kính

$$v^x = \frac{\beta}{\gamma}$$



2. Ống thủy

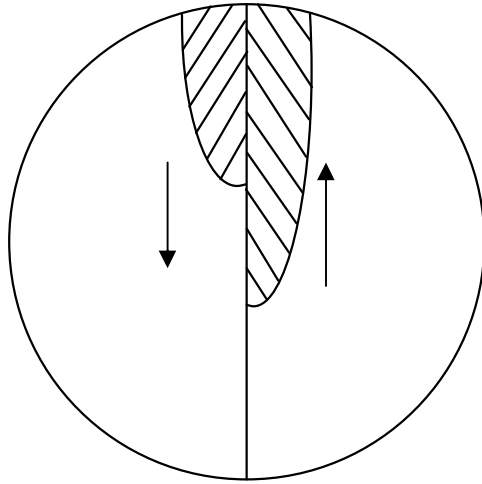
a. Ống thủy dài



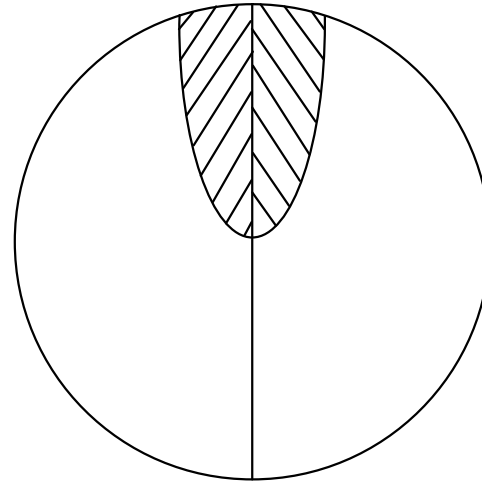
$R = 2$ đến 200m

$$\tau'' = \frac{2\text{mm}}{R} \rho''$$

Độ nhạy của ống thủy

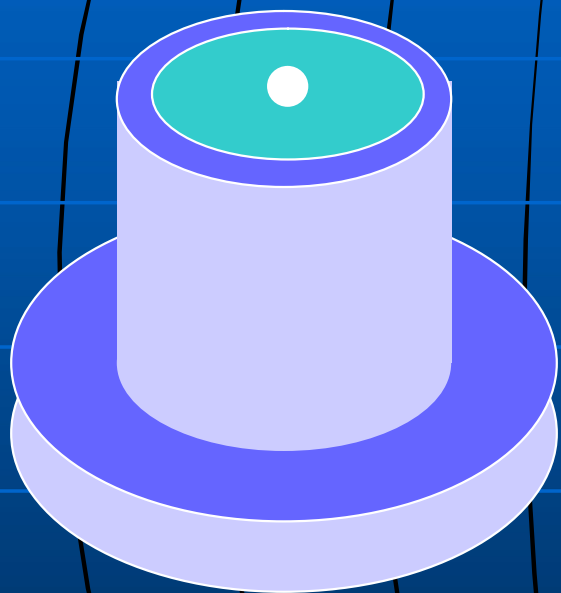


Máy chưa cân bằng



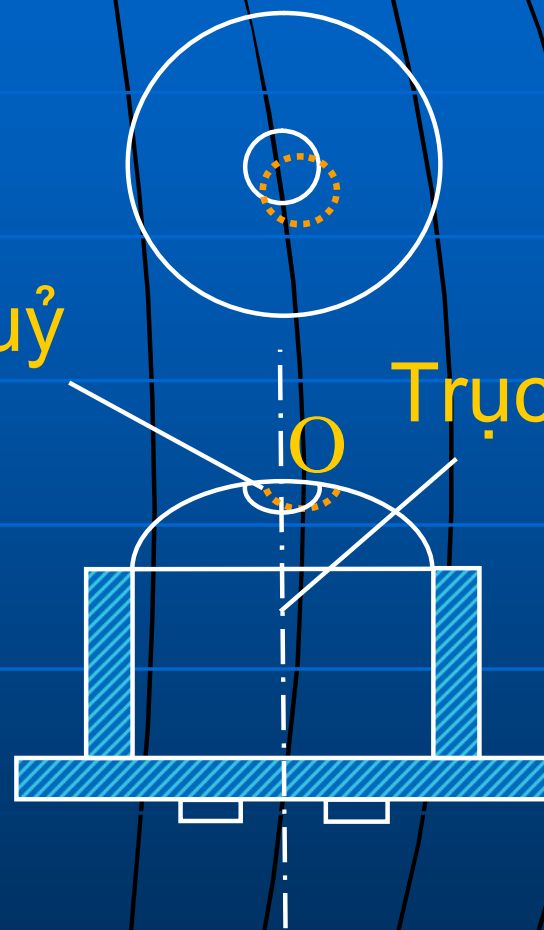
Máy cân bằng

b. Ống thủy tròn



Bọt thủy

Trục ống thủy

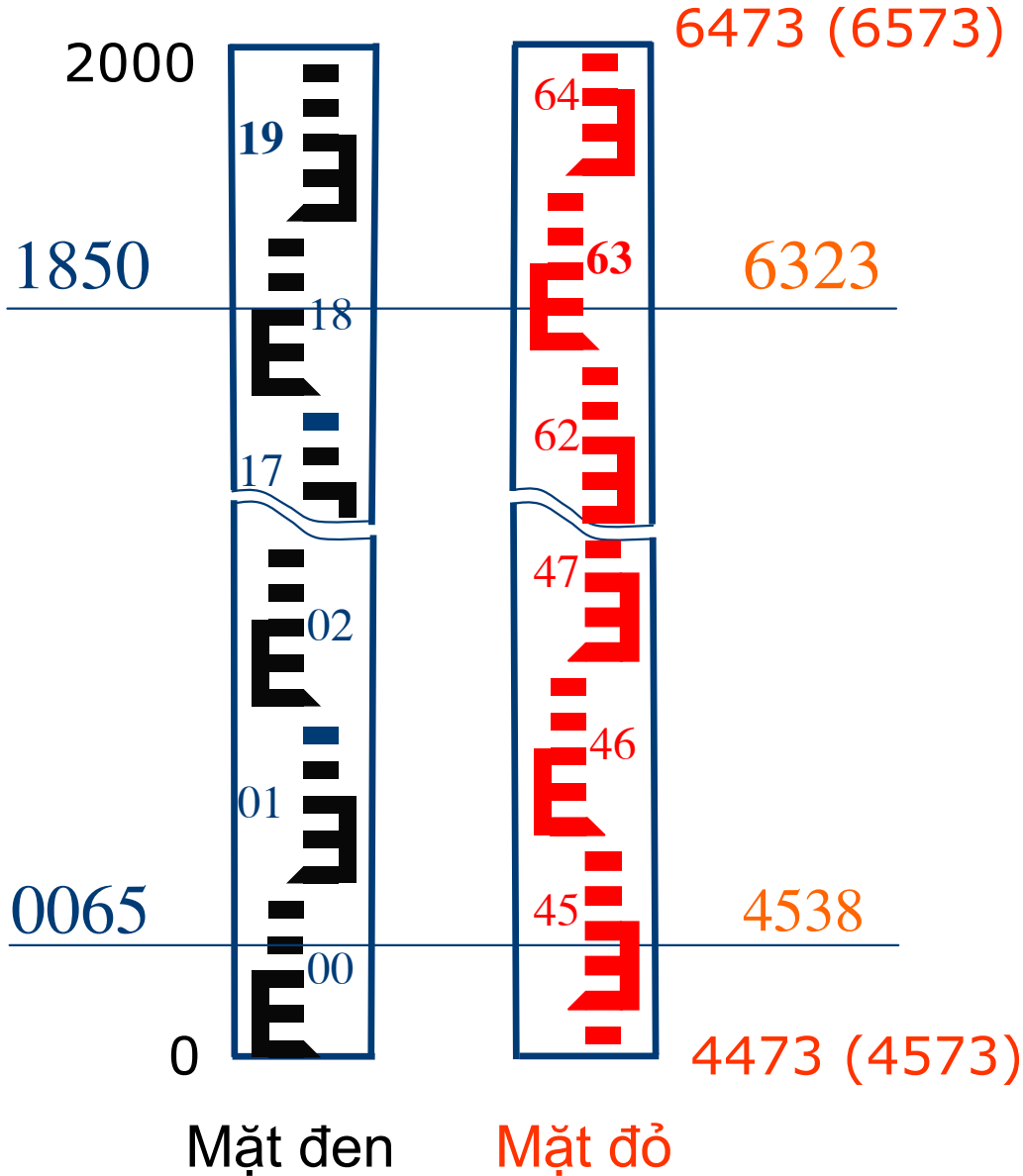


3. Bộ máy

4. Chân máy

§ 6-4 Mia thủy chuẩn & đế mia

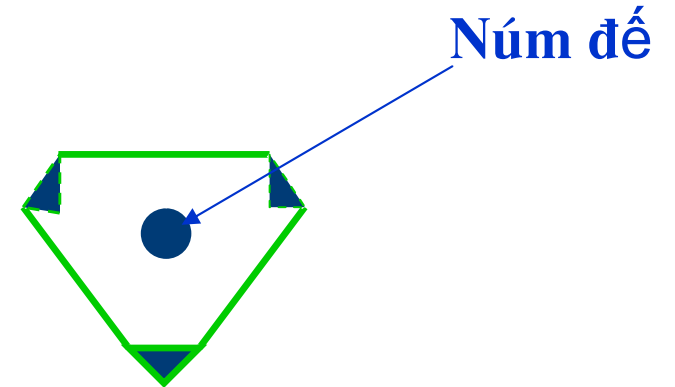
1/ Mia thủy chuẩn:



Hàng số mia A:

Hàng số mia B:

2/ Đế mia



§6-5 Các thao tác cơ bản của máy thủy bình

1- Đặt máy:

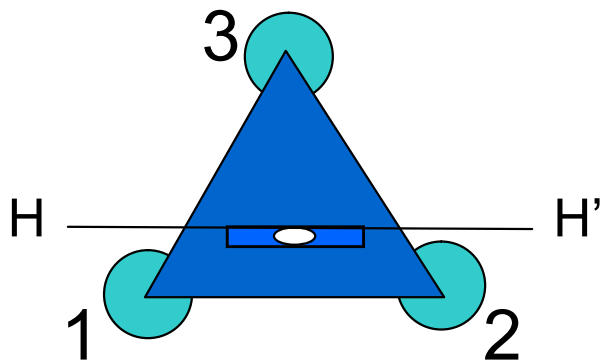
- Đặt chân máy
- Mở thùng máy
- Mở ốc
- Vặn ốc

2- Cân bằng máy:

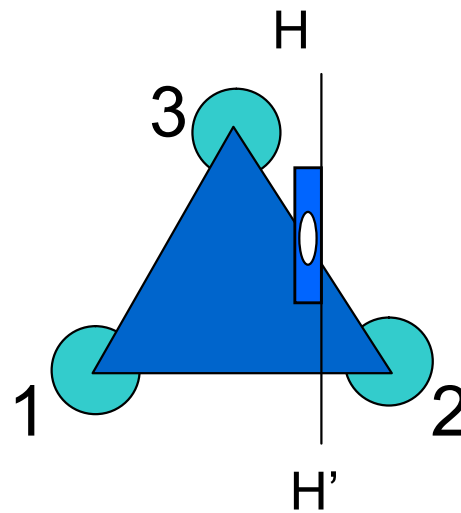
a- Cân bằng sơ bộ

Điều chỉnh 3 ốc cân đưa bọt thủy tròn vào trung tâm

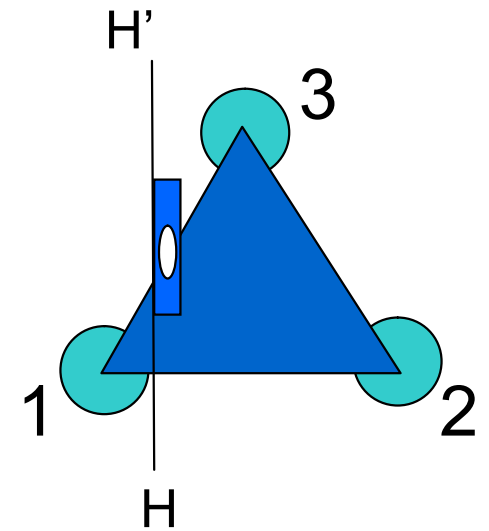
b- Cân bằng chính xác



Bước 1 (song song)

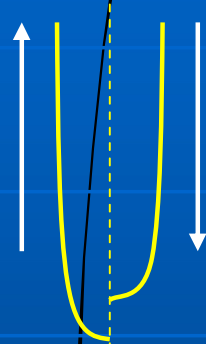


Bước 2 (vuông góc)

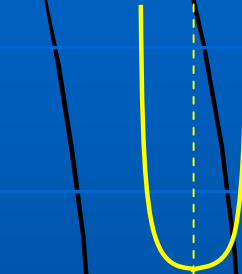
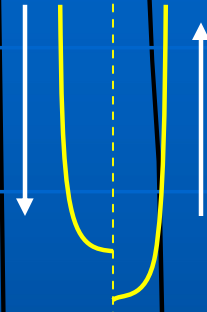


Bước 3 (kiểm tra)

Quan sát bọt ống thủy qua ảnh



Máy cân bằng
Chưa chính xác



Máy cân bằng
Chính xác

3. Bắt mục tiêu

a. Bắt mục tiêu sơ bộ:

b. Bắt mục tiêu chính xác:

- Vặn ốc kính mắt

- Vặn ốc điều quang

- Vặn ốc hãm ngang và vị động ngang

4- Đọc số trên mia

Căn cứ vào lưới chữ thập để đọc số trên mia (đọc chính xác đến cm)

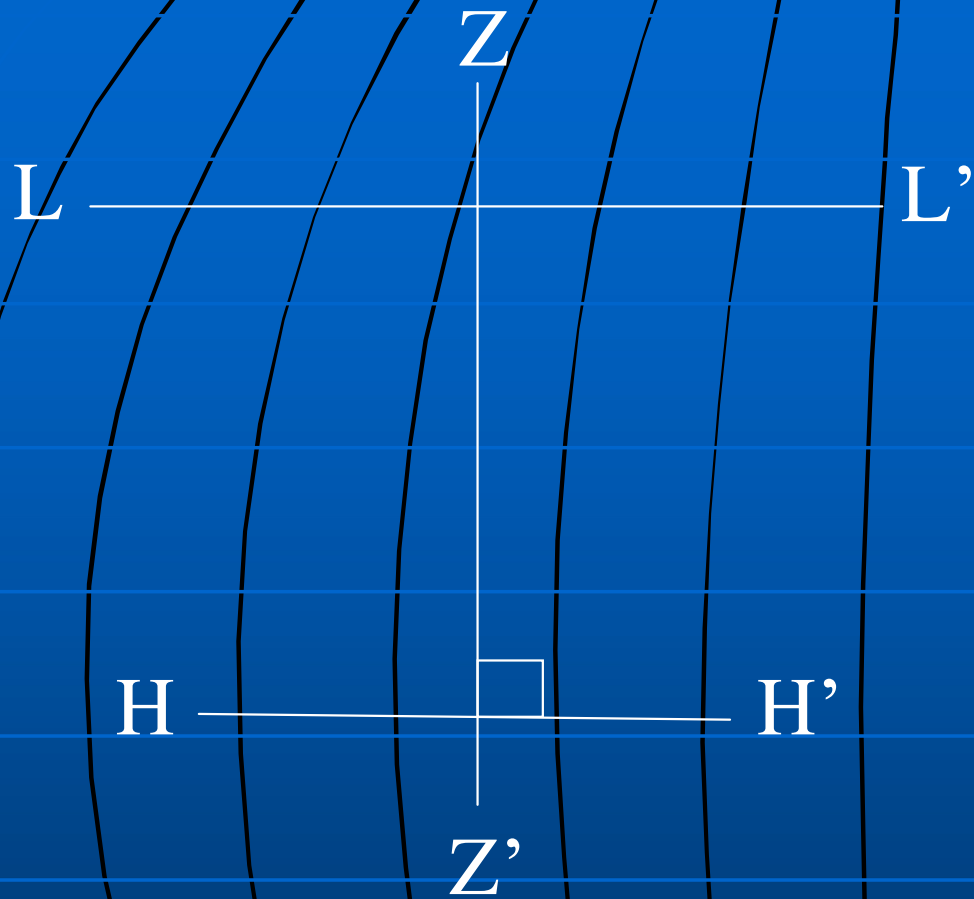


§6-6 Kiểm nghiệm & hiệu chỉnh máy thủy bình

A. Kiểm tra điều kiện cơ học

- Máy quay trơn đều không nặng
- Ống kính sáng rõ
- Tính năng của các ốc điều chỉnh

B. Kiểm tra điều kiện hình học



$$ZZ' \perp HH'$$

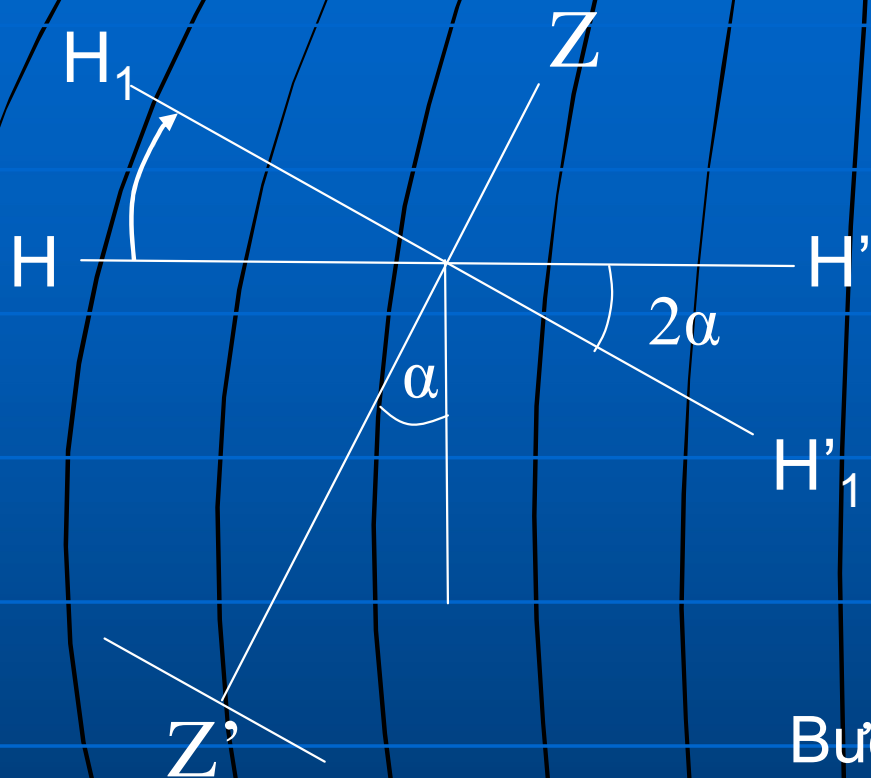
$$LL' \parallel HH'$$

Vặn ốc 3 ốc cân:

Vặn ốc E:

Vặn ốc điều chỉnh riêng của ống thủy:

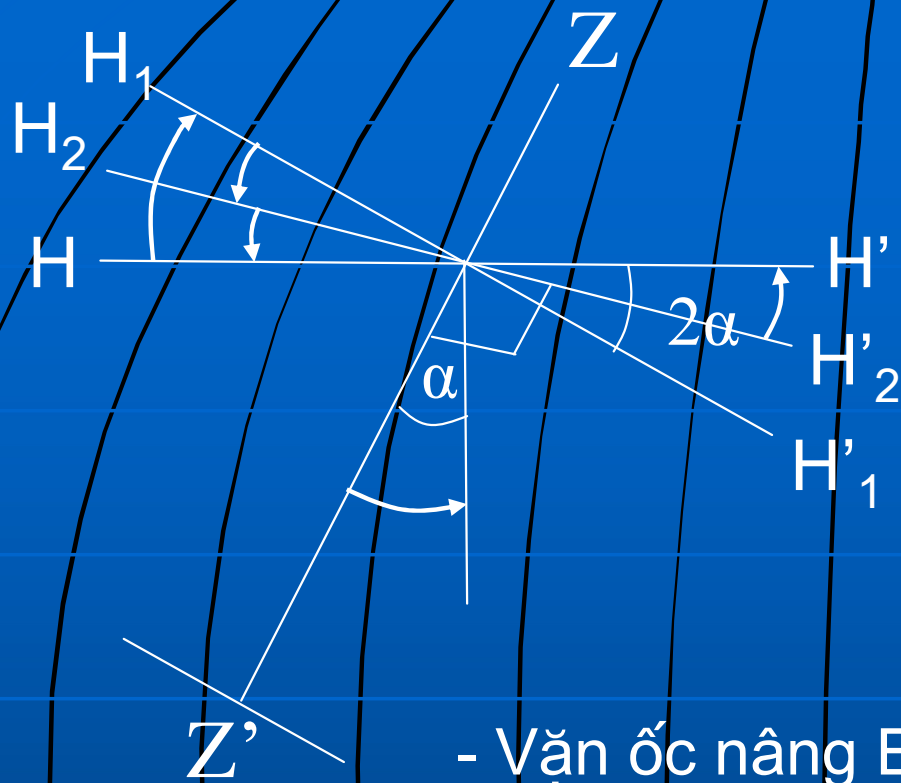
1. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh điều kiện $ZZ' \perp HH'$



Bước thứ hai:

Bước thứ 3

Hướng ZZ' không đổi, $HH' \rightarrow H'_1 H_1$ lệch so với vị trí cũ một góc 2α tương ứng với khoảng lệch n của bọt ống thủy



***Kiểm nghiệm:**

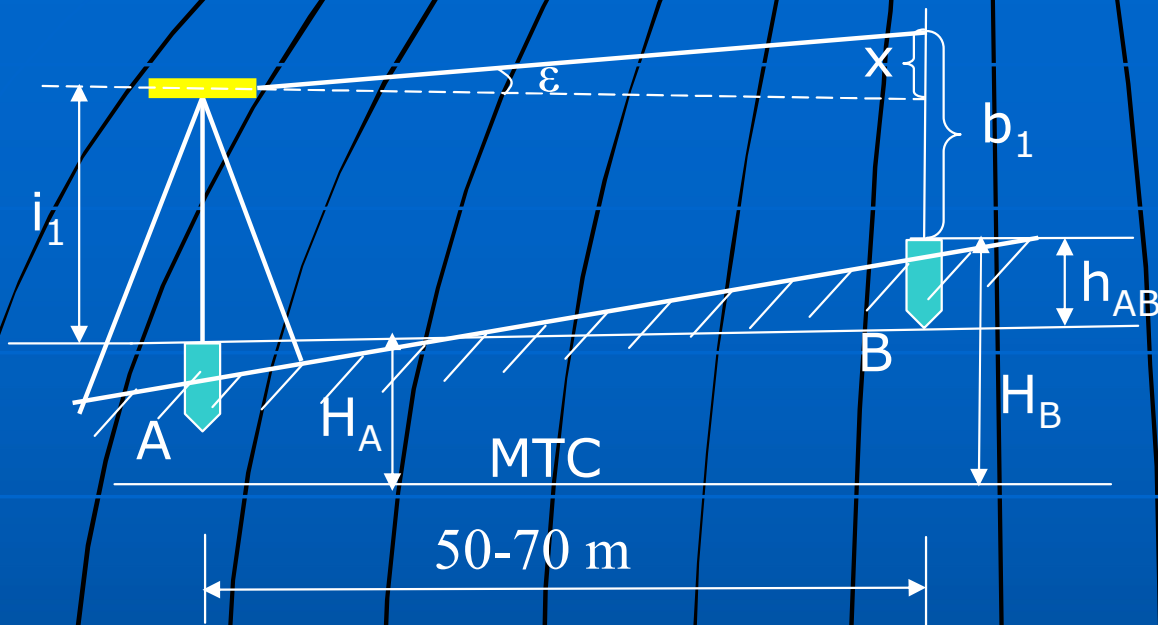
Thực hiện ngay trong quá trình cân bằng máy

***Hiệu chỉnh:**

- Vận ốc nâng E: trục $H'_1H_1 \rightarrow H'_2H_2$ và vuông góc với trục quay ZZ' .

- Vận ốc cân thứ 3: ZZ' về vị trí thẳng đứng, $H_2H'_2$ về vị trí nằm ngang

2. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh điều kiện $LL' // HH'$

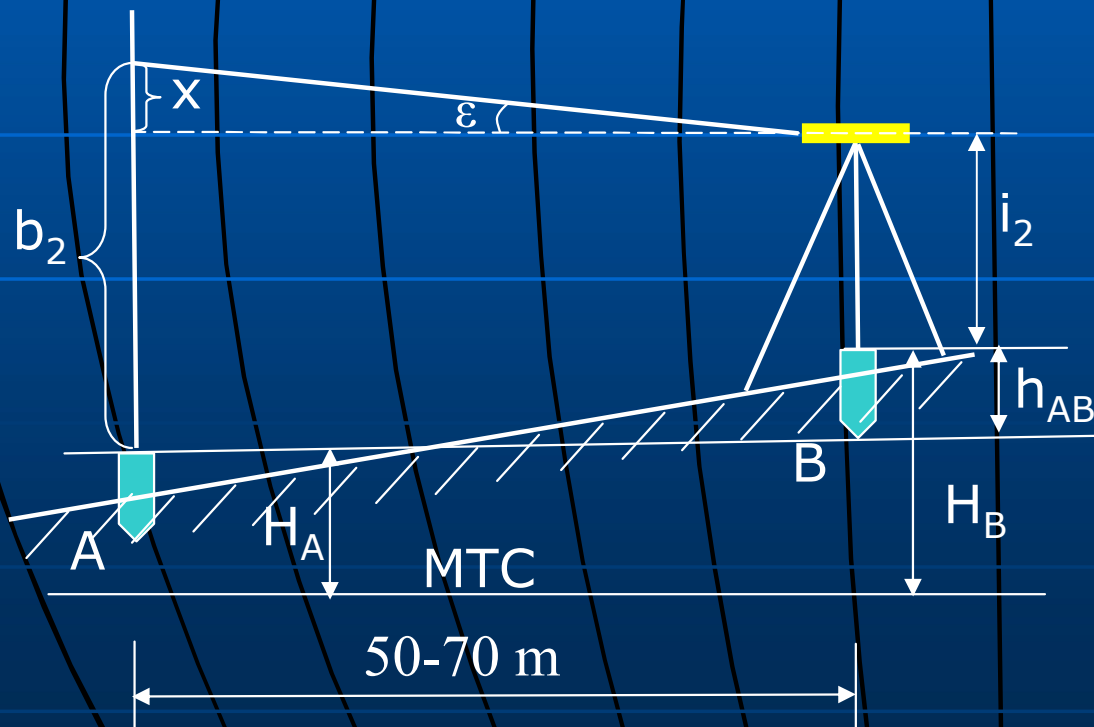


$$h_{AB} = i_1 - (b_1 - x)$$

$$h_{AB} = (b_2 - x) - i_2$$

$$2x = (b_1 + b_2) - (i_1 + i_2)$$

$$x = \frac{(b_1 + b_2) - (i_1 + i_2)}{2} (*)$$



a. Cách kiểm nghiệm

- Đóng 2 cọc A và B, dựng mia tại B, máy tại A. đo chiều cao máy i_1 .
- Đọc số đọc ở dây giữa là b_1 .
- Máy đặt tại B, mia tại A, đo chiều cao máy i_2 .
- Đọc số đọc dây giữa b_2
- Tính x theo công thức (*)
 - + Nếu $x = 0$ thì máy không có sai số
 - + Nếu $x \leq 4 \text{ mm} / 50-75 \text{ m}$ chiều dài coi như máy không có sai số
 - + Nếu $x \geq 4 \text{ mm} / 50-75 \text{ m}$ chiều dài phải hiệu chỉnh

b. Cách hiệu chỉnh

*** Đối với máy cân bằng thông thường**

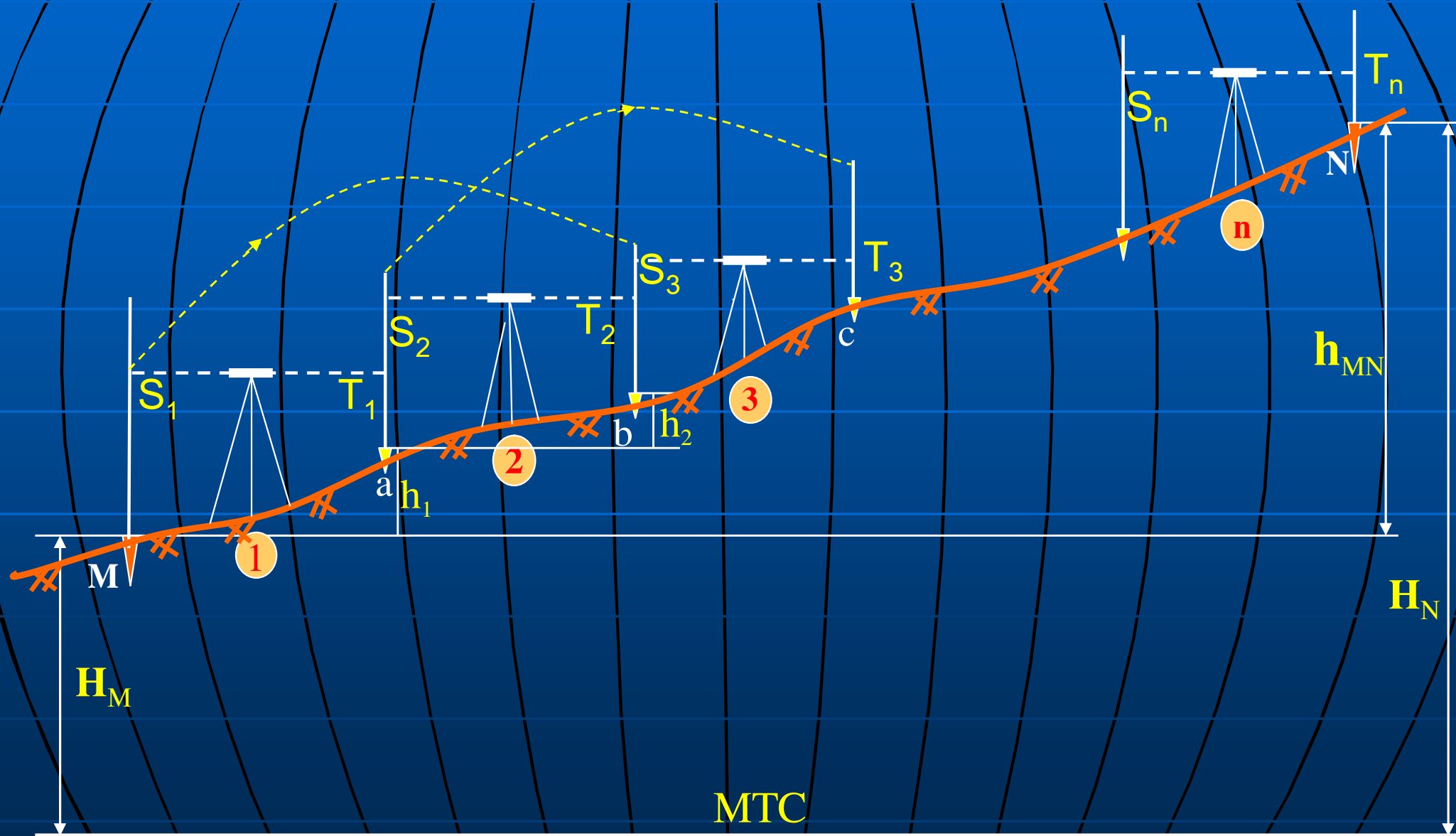
- Vận ốc nâng E điều chỉnh số đọc mia từ b_2 về $(b_2 \pm x)$

- Vận ốc điều chỉnh riêng của ống thủy

*** Đối với máy cân bằng tự động**

Vận 4 ốc hiệu chỉnh lưới chữ thập S_1, S_2, S_3, S_4

§ 4-7 Đo cao hình học giữa 2 điểm xa nhau



Theo hình vẽ ta có:

$$h_1 = s_1 - t_1$$

$$h_2 = s_2 - t_2$$

$$h_n = s_n - t_n$$

$$\sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n s_i - \sum_{i=1}^n t_i$$

$$\sum h_i = h_{MN}$$

$$H_N = H_M + h_{MN}$$

$$H_N = H_M + \sum_{i=1}^n s_i - \sum_{i=1}^n t_i$$

§6-7 Đo thủy chuẩn hạng III và IV

- **Các qui định chung**
 - Chọn vị trí chôn mốc độ cao
 - Bố trí đường đo thủy chuẩn
 - Mốc độ cao
 - Dụng cụ
 - Thời tiết khi đo
 - Bố trí trạm máy
- **Nội dung công tác tại 1 trạm đo thủy chuẩn**
 - Biên chế nhóm
 - Trình tự thao tác
 - Số đo thủy chuẩn
 - Đánh giá độ chính xác đường đo thủy chuẩn
 - Bình sai đường đo thủy chuẩn

I/ Các qui định chung

1- Chọn vị trí chôn mốc độ cao

- Đặt ở nơi đất ổn định
- đảm bảo mật độ

2- Bố trí đường đo thủy chuẩn

- Đường đo ngắn nhất
- Ít gặp chướng ngại vật

3 - Mốc độ cao

- Mốc bê tông cốt thép
- Mốc bằng đồng hoặc bằng thép
- Mốc độ cao tạm thời

4. Dụng cụ

* Máy Máy thủy bình:

- V^X

- τ

* Mía: - Mía 2 mặt

- Đế mía, dây dọi hoặc ống thủy tròn

5. Điều kiện về thời tiết khi đo

Thời tiết tốt

6. Bố trí trạm đo

Bảng 6 - 1

Nội dung qui định	Hạng III (m)	Hạng IV (m)
Khoảng cách từ máy đến mia $l \leq$	75 - 100	100 - 150
Chênh lệch khoảng cách từ máy đến 2 mia $\Delta l \leq$	2	3
Chênh lệch khoảng cách cộng dồn $\Sigma \Delta l \leq$	5	10
Tuyến ngắm cao hơn mặt đất	0,3	0,2

II. Nội dung công tác tại 1 trạm đo thuỷ chuẩn hạng III và IV

1. Biên chế nhóm 4 người:

2. Trình tự thao tác

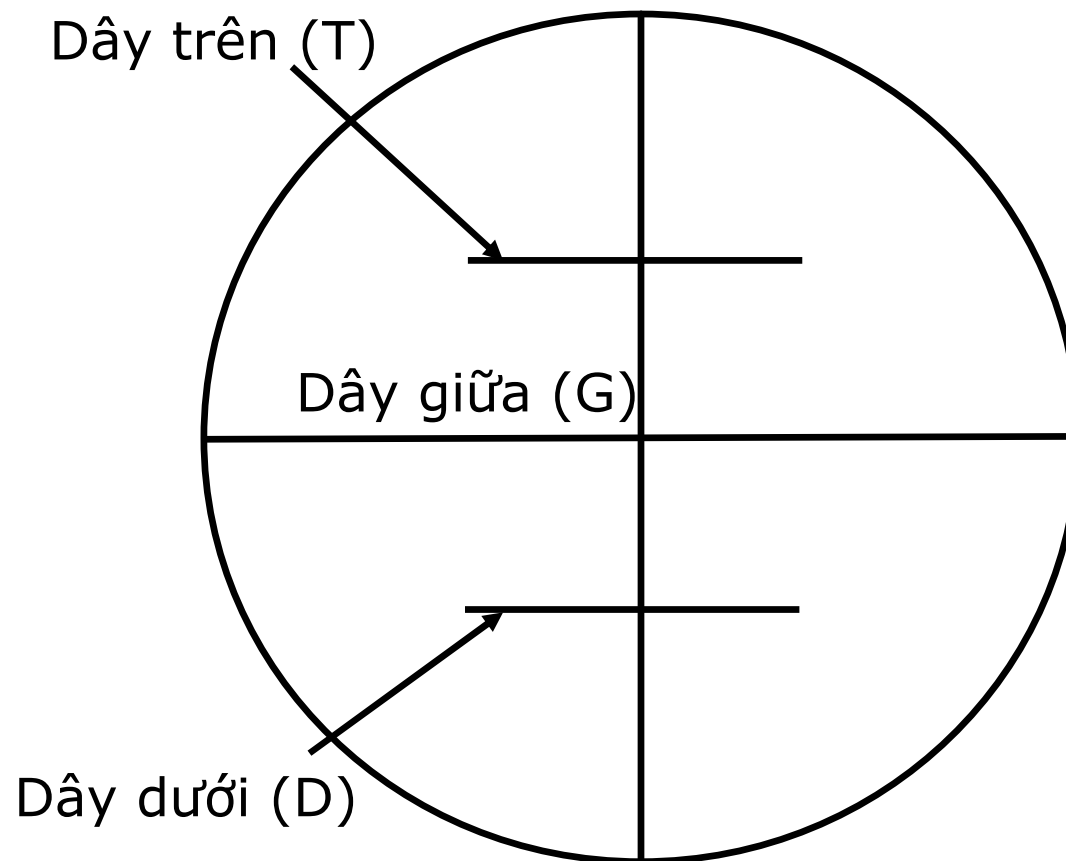
a. *Chọn vị trí đặt máy và mia trước thoả mãn các điều kiện sau:*

- Đảm bảo qui định về bố trí trạm máy ở bảng 6-1.

- Tạo điều kiện thuận lợi cho việc bố trí trạm đo tiếp theo.

Cách làm:

- + Xác định sơ bộ khoảng cách
- + Đặt máy và mia trước
- + Cân bằng máy
- + đo khoảng cách



b. Cân bằng máy chính xác đọc các số đọc dây giữa cắt trên mia

c. Người ghi số ghi số đọc của người đứng máy và kiểm tra

- Hằng số mia

- Chênh lệch hằng số mia

- Kiểm tra các sai số khác

3. Số đo thủy chuẩn hạng III và IV

SỔ ĐO THUYẾT CHUẨN HẠNG III VÀ IV

Ngày đo: 15 - 11 - 2007
 Thời tiết : Tốt
 Người đo: Trần Văn Lâm

Bắt đầu 8h30 Kết thúc 11h15
 Từ mốc R1 đến mốc R3
 Người ghi tính sổ: Ngọc Anh

Tên mốc	Trạm đo	KC Sau	Chênh lệch KC	Mặt mia	Số đọc mia		Độ chênh cao (mm)	Độ chênh cao TB (mm)	Độ cao mốc (m)
					Sau	Trước			
R ₁ A - B C ₁	1	100,5 101,6	-1,1 -1,1	Đỏ Đen	5563 (4) 1090 (1) 4473 (5)	5830 (3) 1258 (2) 4572 (6)	-0267 (7) -0168 (8) +99 (9)	-0167,5 (10)	22,325
C ₁ B - A C ₂	2	96,7 97,0	-0,3 -1,4	Đỏ Đen	6125 1552 4573	5970 1497 4473	+0155 +0055 -100	+0055	
C ₂ A - B R ₃	3	105,5 104,8	+0,7 -0,7	Đỏ Đen	5335 0861 4474	5425 0852 4573	-0090 +0009 +99	+0009,5	22,650
K.tra		606,1			20526 (11)	20832 (12)	-306 (13)	-103 (14)	

$$(5) = (4) - (1) \quad (7) = (4) - (3) \quad (9) = (8) - (7) = (6) - (5) \quad 10 = \frac{7+8 \pm 100}{2} \quad (11) - (12) = (13)$$

$$(6) = (3) - (2) \quad (8) = (1) - (2) \quad \frac{(13)}{2} = (14) \text{ Số trạm chẵn} \quad \frac{(13) \pm 100}{(2)} = (14) \text{ Số trạm lẻ}$$

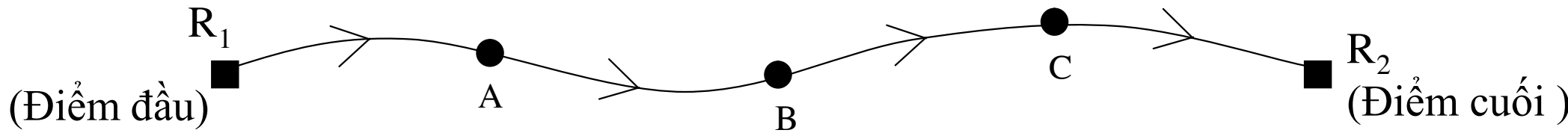
4- Đánh giá độ chính xác đường đo thuỷ chuẩn

a/ Tính sai số khép kín độ cao

$$f_h = \sum h_{đo} - \sum h_{lt}$$

Các dạng đường đo thuỷ chuẩn thường bố trí

* Mốc khép mồm

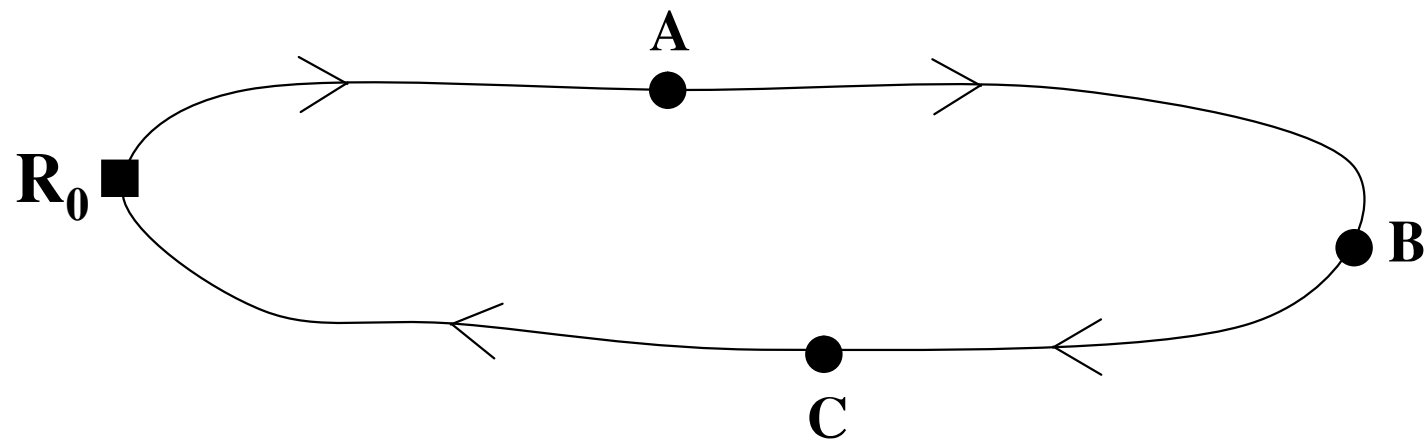


$$\sum h_{lt} = H_C - H_D = H_{R2} - H_{R1}$$

$$f_h = \sum h_{đo} - \sum h_{lt}$$

$$f_h = \sum h_{đo} - (H_C - H_D)$$

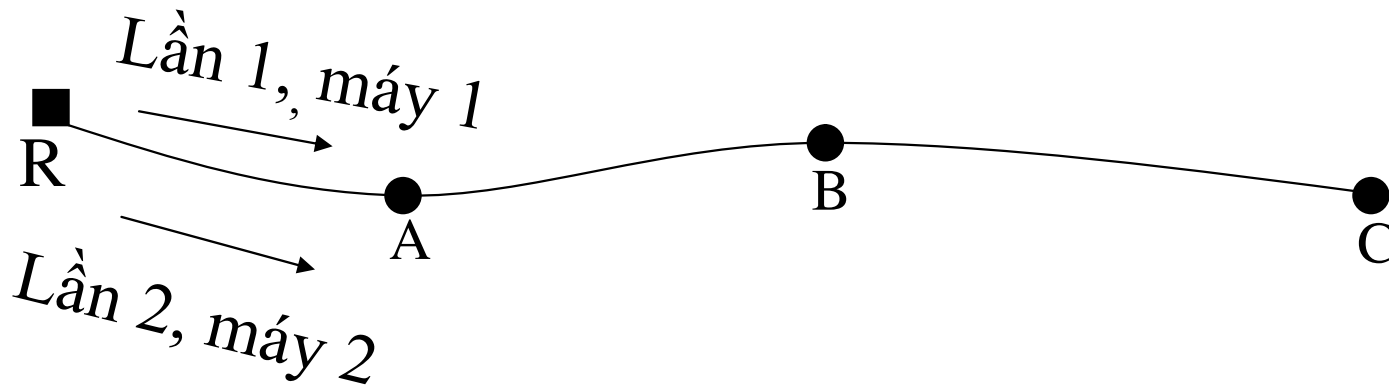
** Đo vòng kín*



$$\sum h_{lt} = 0$$

$$f_h = \sum h_{do}$$

** Đo 2 lần hoặc 2 máy cùng chiều*

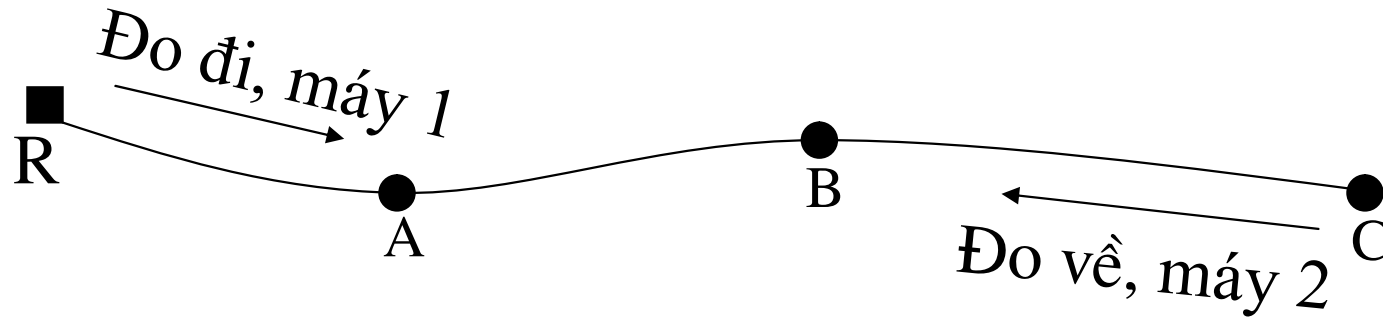


Lần 1, máy 1: Σh_1

$$f_h = \Sigma h_1 - \Sigma h_2$$

Lần 2, máy 2: Σh_2

** Đo 2 lần hoặc 2 máy ngược chiều*



Đo đi, máy 1: $\Sigma h_{\text{đi}}$

Đo về, máy 2: $\Sigma h_{\text{về}}$

$$f_h = \Sigma h_{\text{đi}} + \Sigma h_{\text{về}}$$

b/ Tính sai số khép độ cao cho phép

$$[f_h] = \pm x \sqrt{L} \quad (\text{mm})$$

<i>Hạng thủy chuẩn</i>	<i>Đồng bằng</i>	<i>Miền núi</i>
III	12	15
IV	20	25

So sánh $\begin{cases} |f_h| \leq |[f_h]| & \text{Đường đo đạt yêu cầu} \\ |f_h| > |[f_h]| & \text{Đường đo không đạt yêu cầu} \end{cases}$

5- Bình sai đường đo thuỷ chuẩn:

Mục đích:

Nguyên tắc:

a. Tính sai số khép f_h và sai số khép cho phép $[f_h]$

$|f_h| > |[f_h]|$ Đường đo không đạt yêu cầu phải đo lại

$|f_h| \leq |[f_h]|$ Đường đo đạt yêu cầu được phép bình sai

b. Tính số hiệu chỉnh

$$v_i = \frac{-f_h}{L} l_i$$

Kiểm tra $\sum v_i = -f_h$

c. Tính chênh cao hiệu chỉnh

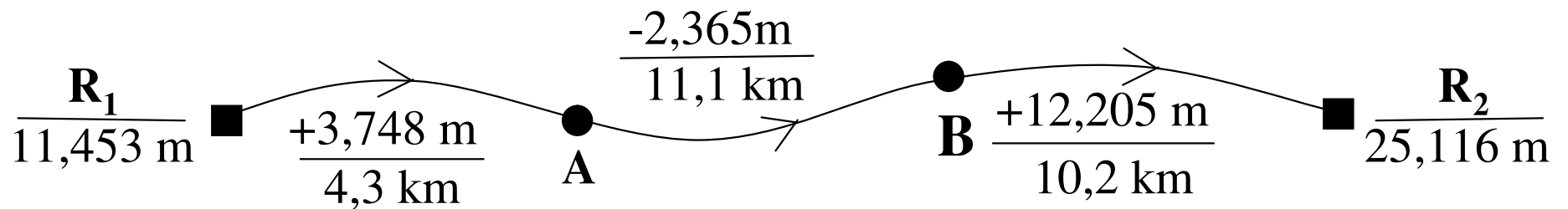
$$h_i^{hc} = h_i^{đo} + v_i$$

d. Tính độ cao các điểm

$$H_{\text{tìm}} = H_{\text{biết}} + h_{\text{biết - tìm}}^{hc}$$

Ví dụ:

Bình sai đường đo thủy chuẩn hạng IV vùng đồng bằng, nối liền giữa 2 điểm đã biết độ cao R_1 và R_2 qua các điểm A, B.



a. Tính sai số khép độ cao:

$$f_h = \sum h_{đo} - \sum h_{lt}$$

$$\sum h_{lt} = H_c - H_d = H_{R2} - H_{R1}$$

$$\sum h_{đo} = +13,588 \text{ m}$$

Tính sai số khép độ cao cho phép:

$$[f_h] = \pm 20 \sqrt{L} = \pm 102 \text{ mm}$$

Kết luận: $|f_h| < |[f_h]|$ được phép bình sai

BẢNG BÌNH SAI ĐƯỜNG ĐO THUYẾT CHUẨN

Tên mốc	Chiều dài đoạn đo L_i (km)	Chênh cao đo h_i (m)	Số hiệu chỉnh V_i (mm)	Chênh cao hiệu chỉnh $h_{h/c}$ (m)	Độ cao H (m)
1	2	3	4	5	6
R_1					11,453
	4,3	+3,748	+12	+3,760	
A					15,213
	11,1	-2,365	+33	-2,332	
B					12,881
	10,2	+12,205	+30	+12,235	
R_2					25,116
Tổng	25,6	+13,588	+75	13,663	

b. Tính số hiệu chỉnh $V_i = \frac{-f_h}{L} l_i$ Kiểm tra $\sum V_i = -f_h$

c. Tính chênh cao hiệu chỉnh $h_i^{hc} = h_i^{đo} + v_i$

d. Tính độ cao các điểm $H = H_t + h_{biết - tìm}^{hc}$

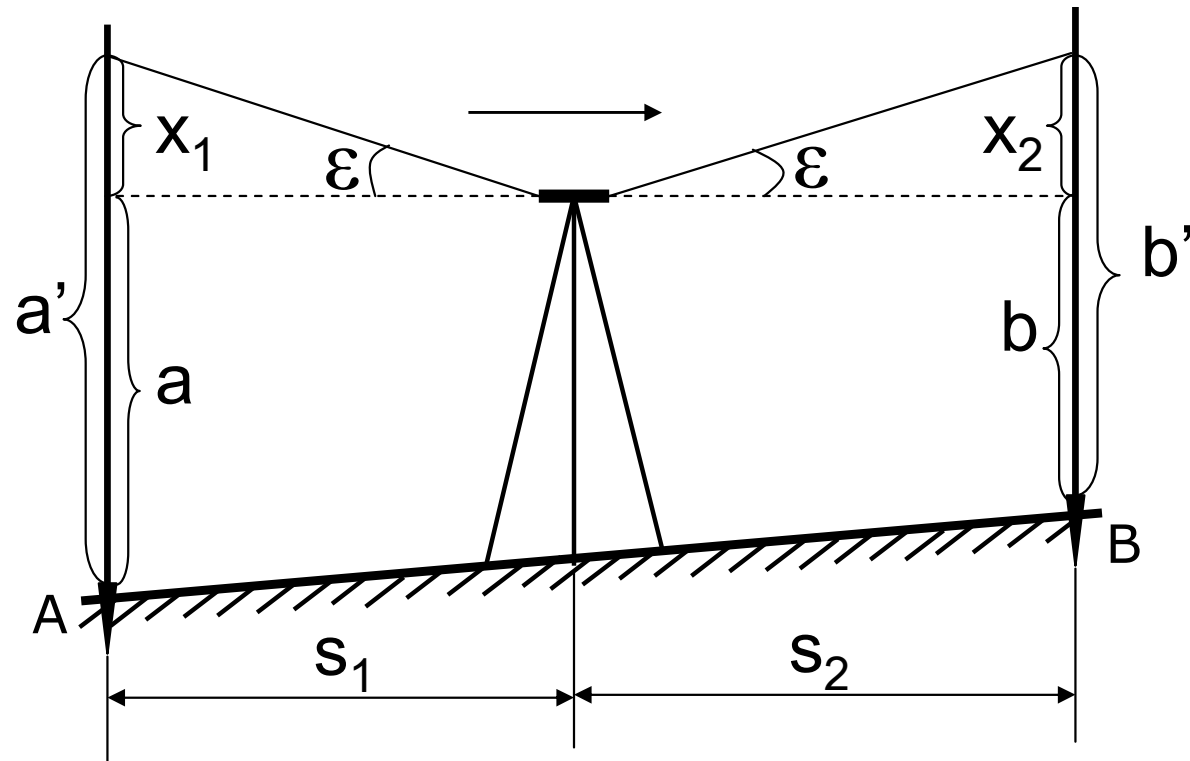
§ 6-8 Sai số khi đo thủy chuẩn và biện pháp khắc phục

1- Sai số trực ngắm (x)

$$h_{AB} = a' - b'$$

$$\begin{aligned} h_{AB} &= a - b \\ &= (a' - x_1) - (b' - x_2) \end{aligned}$$

$$h_{AB} = (a' - b') + (x_2 - x_1)$$



$$(a' - b') = (a - b)$$

$$x_2 = x_1$$

$$\text{Tức là } S_1 = S_2$$

2. Sai số do máy lún

Nguyên nhân:

Hạn chế:

3. Sai số do mia

a. Sai số do vạch khắc trên mia không chính xác và do mia bị cong

Hạn chế:

b. Sai số do điểm 0 của đế mia bị mòn

Hạn chế:

c. Sai số do mia bị lún

Hạn chế:

d. Sai số do mia nghiêng

Hạn chế:

e. Sai số do ngắm mia

Hạn chế:

4. Sai số do môi trường đo

a. Sai số do ảnh hưởng độ cong trái đất và khúc xạ ánh sáng

Hạn chế:

b. Sai số do ảnh hưởng của nhiệt độ

Hạn chế:

§6.8 THUYẾT CHUẨN KỸ THUẬT

1. Yêu cầu

* Máy thủy bình:

* Mia

- 2 mặt:

- 1 mặt:

2. Qui phạm

- Chênh cao tại mỗi trạm máy theo hai lần đo hoặc theo hai mặt mia:
- Khoảng cách từ máy đến 2 mia:
- Sai số khép độ cao cho phép
- Những nơi dốc nhiều, số trạm đo trên 1km lớn hơn 25: