

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ ĐIỆN XÂY DỰNG VIỆT XÔ  
KHOA: XÂY DỰNG**

**GIÁO TRÌNH  
MÔN HỌC: MH13 KỸ THUẬT ĐO ĐẠC  
NGHỀ: ĐIỆN NƯỚC  
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

*Ban hành kèm theo Quyết định số:   /QĐ-... ngày ..... tháng.... năm 20  
..... của .....*

Hình minh họa

*(tùy thuộc vào từng môn học lựa chọn hình minh họa cho thích hợp)*

**Ninh Bình, năm 2018**

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

## **LỜI GIỚI THIỆU**

“Kỹ thuật đo đạc” là môn học về các phép đo được tiến hành trên mặt đất để xác định hình dạng và kích thước, vị trí của các địa hình địa vật. Trong nghề điện nước kỹ thuật đo đạc tham gia tất cả các giai đoạn từ khảo sát, thiết kế, thi công nghiệm thu và theo dõi sự ổn định của các công trình. Do vậy, kỹ thuật đo đạc là môn không thể thiếu trong quá trình đào tạo các kỹ thuật thực hành. Cuốn giáo trình “Kỹ thuật đo đạc” gồm có 06 chương sẽ giới thiệu các vấn đề cơ bản về kiến thức, kỹ năng thực hành cần thiết trong ngành “Điện nước”

Khi soạn thảo giáo trình này, tác giả đã nhận được nhiều sự động viên, quan tâm của các đồng chí lãnh đạo Khoa Xây dựng, Trường Cao đẳng cơ điện Xây dựng Việt Xô; các đồng chí đang giảng dạy ngành “Điện nước” đã hội thảo tham gia đóng góp ý kiến để giáo trình hoàn thiện hơn. Tác giả xin chân thành cảm ơn.

Chúng tôi đã cố gắng trình bày các vấn đề một cách rõ ràng, ngắn gọn song không tránh khỏi thiếu sót, rất mong nhận được các ý kiến đóng góp, phê bình để lần tái bản sau cuốn sách được tốt hơn

Ninh Bình, ngày..... tháng.... năm 2018

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: KS. Hoàng Anh Tuấn

2. Ths. Phạm Văn Mạnh

## MỤC LỤC

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| LỜI GIỚI THIỆU .....                                             | 1  |
| MỤC LỤC.....                                                     | 2  |
| <b>CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM CHUNG</b> .....                           | 5  |
| 1. Khái niệm môn học:.....                                       | 5  |
| 2. Nhiệm vụ môn học:.....                                        | 5  |
| 3. Vai trò của môn học: .....                                    | 6  |
| 4. Phân phối chương trình: .....                                 | 6  |
| <b>CHƯƠNG 2: KHÁI NIỆM BẢN ĐỒ, BÌNH ĐỒ, MẶT CẮT</b> .....        | 8  |
| 1. Bản đồ, bình đồ, mặt cắt .....                                | 8  |
| 1.1. Khái niệm bản đồ:.....                                      | 8  |
| 1.2. Khái niệm về bình đồ:.....                                  | 8  |
| 1.3. Khái niệm mặt cắt:.....                                     | 9  |
| 2. Hệ toạ độ thường dùng trong trắc địa .....                    | 9  |
| 2.1. Nguyên lý của phép chiếu Gauss .....                        | 10 |
| 2.2. Hệ toạ độ vuông góc phẳng dùng trong trắc địa. ....         | 11 |
| 2.3. Xác định toạ độ của một điểm trên bề mặt của trái đất ..... | 11 |
| 3. Độ cao và hiệu độ cao .....                                   | 14 |
| 3.1. Khái niệm về mặt nước gốc .....                             | 14 |
| 3.2. Độ cao của một điểm .....                                   | 15 |
| <b>CHƯƠNG 3: SAI SỐ ĐO</b> .....                                 | 16 |
| 1. Khái quát chung về phép đo .....                              | 16 |
| 1.1. Định nghĩa phép đo:.....                                    | 16 |
| 1.2. Phân loại phép đo:.....                                     | 16 |
| 2. Sai số đo, nguyên nhân và phân loại sai số .....              | 17 |
| 2.1. Sai số đo trong trắc địa:.....                              | 17 |
| 2.2. Các loại sai số : .....                                     | 17 |
| 3. Tiêu chuẩn và đánh giá độ chính xác kết quả đo.....           | 18 |
| 3.1. Sai số trung bình cộng: .....                               | 19 |
| 3.2. Sai số trùng phương:.....                                   | 19 |
| 3.3. Sai số xác suất:.....                                       | 19 |
| 3.4. Sai số giới hạn:.....                                       | 20 |
| 3.5. Sai số tương đối: .....                                     | 20 |
| 3.6. Bài tập áp dụng: .....                                      | 20 |
| 3.7. Kết luận:.....                                              | 21 |
| 4. Giá trị đo cùng độ chính xác của một đại lượng.....           | 21 |
| 4.1. Giá trị gần đúng $X_0$ và tính sai số $\epsilon_i'$ .....   | 21 |
| 4.2. Trị xác suất nhất $X'$ .....                                | 22 |
| 4.3. Số hiệu chỉnh $v_i$ .....                                   | 22 |
| 4.4. Tổng bình phương số hiệu chỉnh: .....                       | 22 |
| 4.5. Tính sai số trùng phương của các kết quả đo. ....           | 22 |
| 4.6. Tính sai số trùng phương của trị xác suất nhất:.....        | 22 |
| 4.7. Bài tập áp dụng .....                                       | 23 |
| <b>CHƯƠNG 4: ĐO GÓC</b> .....                                    | 23 |

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Khái niệm về đo góc bằng và đo góc đứng</b>                                                                     | 23 |
| 1.1. Nguyên lý đo góc bằng                                                                                            | 23 |
| 1.2. Nguyên lý đo góc đứng                                                                                            | 25 |
| <b>2. Cấu tạo và phân loại máy kinh vĩ</b>                                                                            | 25 |
| 2.1. Cấu tạo chung                                                                                                    | 26 |
| 2.2. Cấu tạo chi tiết                                                                                                 | 27 |
| <b>3. Thao tác cơ bản tại một trạm máy</b>                                                                            | 30 |
| 3.1. Định tâm máy                                                                                                     | 30 |
| 3.2. Cân bằng máy                                                                                                     | 30 |
| 3.3. Tìm màn dây chữ thập là rõ nét nhất                                                                              | 31 |
| 3.4. Ngắm mục tiêu                                                                                                    | 31 |
| 3.5. Tương quan giữa các bộ phận đo góc bằng                                                                          | 31 |
| <b>4. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh máy kinh vĩ</b>                                                                       | 32 |
| 4.1. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh trục ống thủy dài vuông góc trục quay của máy ( $VV_1 \perp LL_1$ )                    | 32 |
| 4.2. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh trục quay của ống kính vuông góc với trục ống kính ( $CC_1 \perp HH_1$ ). Sai số $f_2$ | 33 |
| 4.3. Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh trục quay của ống kính vuông góc trục quay máy ( $HH_1 \perp LL_1$ ). Sai số $f_3$     | 33 |
| <b>5. Các phương pháp đo góc bằng</b>                                                                                 | 34 |
| 5.1. Phương pháp đo đơn giản                                                                                          | 34 |
| 5.2. Phương pháp đo toàn vòng                                                                                         | 35 |
| 5.3. Phương pháp ghi sổ và tính góc                                                                                   | 35 |
| <b>6. Sai số khi đo góc bằng</b>                                                                                      | 36 |
| 6.1. Sai số do máy đo                                                                                                 | 36 |
| 6.2. Sai số do người đo                                                                                               | 36 |
| <b>7. Đánh giá chính xác khi đo góc bằng</b>                                                                          | 37 |
| 7.1. Đánh giá chính xác trong phương pháp đo đơn giản                                                                 | 37 |
| 7.2. Đánh giá chính xác trong phương pháp đo lặp                                                                      | 38 |
| <b>8. Phương pháp đo góc đứng</b>                                                                                     | 38 |
| 8.1. Loại vòng chuẩn đứng có gắn ống thủy dài                                                                         | 38 |
| 8.2. Loại ống kính gắn chặt vành độ đứng                                                                              | 38 |
| 8.3. Ví dụ                                                                                                            | 39 |
| <b>CHƯƠNG 5: ĐO CHIỀU DÀI</b>                                                                                         | 42 |
| <b>1. Phương pháp đo chiều dài trực tiếp</b>                                                                          | 42 |
| 1.1. Dụng cụ đo                                                                                                       | 43 |
| 1.2. Định đường thẳng                                                                                                 | 43 |
| 1.3. Đo và tính khoảng cách                                                                                           | 45 |
| <b>2. Phương pháp đo chiều dài gián tiếp bằng máy đo dài quang học</b>                                                | 46 |
| 2.1. Đo khoảng cách bằng dây đo khoảng cách của máy                                                                   | 46 |
| <b>3. Đo dài gián tiếp bằng máy kinh vĩ</b>                                                                           | 47 |
| 3.1. Phương pháp đo dài gián tiếp bằng máy kinh vĩ                                                                    | 47 |
| 3.2. Ưu nhược điểm                                                                                                    | 48 |
| <b>CHƯƠNG 6: ĐO ĐỘ CAO</b>                                                                                            | 49 |
| <b>1. Các phương pháp xác định độ cao</b>                                                                             | 49 |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.1. Đo cao hình học .....                                                                 | 49        |
| 1.2. Đo cao lượng giác .....                                                               | 50        |
| <b>2. Cấu tạo máy thủy bình .....</b>                                                      | <b>50</b> |
| 2.1. Cấu tạo chung .....                                                                   | 50        |
| 2.2. Cấu tạo chi tiết .....                                                                | 50        |
| <b>3. Điều chỉnh máy thủy bình .....</b>                                                   | <b>51</b> |
| 3.1. Kiểm nghiệm sơ bộ .....                                                               | 52        |
| 3.2. Kiểm nghiệm và điều chỉnh các điều kiện cơ bản của máy thủy bình ....                 | 52        |
| <b>4. Phương pháp đo cao hình học .....</b>                                                | <b>52</b> |
| 4.1. Công tác chuẩn bị tại mỗi trạm đo .....                                               | 52        |
| 4.2. Các phương pháp đo cao hình học .....                                                 | 52        |
| <b>5. Trình tự đo và tính toán trong đo cao hình học với độ chính xác trung bình .....</b> | <b>53</b> |
| 5.1. Phương pháp đo cao từ giữa .....                                                      | 53        |
| 5.2. Phương pháp đo cao bắn tia từ giữa .....                                              | 54        |
| 5.3. Phương pháp đo cao tia ngắm tới .....                                                 | 54        |
| <b>6. Đo cao lượng giác .....</b>                                                          | <b>54</b> |
| 6.1. Phương pháp đo .....                                                                  | 54        |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>                                                            | <b>55</b> |

## **GIÁO TRÌNH MÔN HỌC: KỸ THUẬT ĐO ĐẠC**

**Mã môn học:** MH13

**Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:**

- Vị trí: Môn học Kỹ thuật đo đạc (trắc đạc) là môn học cơ sở được học song song với các môn học cơ sở, trước khi học môn học/ mô đun chuyên môn.
- Tính chất: Môn học Kỹ thuật đo đạc (trắc đạc) giúp cho học sinh nắm được những kiến thức cơ bản và thông dụng nhất của kỹ thuật đo đạc, là môn học cơ sở trong chương trình đào tạo trình độ trung cấp Điện - nước

**Mục tiêu của môn học**

- Về kiến thức:
  - + Nắm được kiến thức tọa độ địa lý, cách xác định vị trí một điểm trên bề mặt qua đất
  - + Nắm được cấu tạo và sử dụng thành thạo máy đo đạc, dụng cụ đo đạc thông thường.
  - + Biết sử dụng các dụng cụ để đo góc - Đo độ dài - Đo độ cao.
  - + Biết giác móng được một số công trình đơn giản
- Về kỹ năng:
  - + Bố trí mặt bằng công trình, đo độ dài, đo độ cao và theo dõi trong quá trình thi công xây dựng công trình.
  - + Đánh giá, phân tích được các loại sai số đo
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
  - + Rèn luyện khả năng tư duy, tính sáng tạo.

**Nội dung của môn học:**

### **Chương 1**

#### **KHÁI NIỆM CHUNG**

**Mã chương:** MH13-01

**Mục tiêu:**

Biết được thế nào là môn học kỹ thuật đo đạc, nhiệm vụ, vai trò của môn học trong nghề điện nước.

**Nội dung chính:**

##### **1. Khái niệm môn học:**

- Khái niệm: Đo đạc (trắc đạc) là môn học nghiên cứu về địa hình địa vật trên bề mặt của quả đất. Để thực hiện được công tác nghiên cứu này chúng ta cần có các phương pháp đo đạc một cách chính xác để xác định được đúng hình dáng, kích thước, vị trí của các địa hình địa vật đó.
- Từ các kết quả đo đạc chính xác, tính toán và vẽ bản đồ, bình đồ, mặt cắt của khu đất cần quy hoạch, xây dựng công trình kiến trúc hoặc giải quyết những nhiệm vụ khoa học kỹ thuật, kinh tế, quốc phòng.

##### **2. Nhiệm vụ môn học:**

Đối tượng nghiên cứu của môn học là hình dáng kích thước bề mặt của trái đất. Bản đồ, bình đồ, mặt cắt là những sản phẩm chính của môn học trắc đạc thể

hiện được bề mặt của quả đất hay của khu đất cần nghiên cứu. Để làm ra được các sản phẩm đó môn học cần phải giải quyết được các nhiệm vụ sau:

- Đo được chiều dài, đo góc trên bề mặt của quả đất hay khu đất.
- Tính toán và sử lý các kết quả đo
- Từ các kết quả đo trên vẽ được bản đồ bình đồ và mặt cắt khu đất cần nghiên cứu.
- Nghiên cứu phương pháp sử dụng các kết quả đo của ngành trắc đạc để phục vụ cho khảo sát, thiết kế cũng như thi công công trình xây dựng.

### 3. Vai trò của môn học:

- *Đối với công tác thiết kế:* cung cấp các kết quả đo đạc để đưa ra được các phương án thiết kế công trình một cách hợp lý và tối ưu nhất.
- *Đối với công tác thi công:* để đưa công trình thi công từ bản vẽ thiết kế ra thực địa ta cần đo đạc xác định được vị trí chính xác công trình trên thực địa. Như muốn xây dựng tòa nhà trên khu đất các em cần xác định vị trí của hố móng ở đâu hình dáng như nào....
- + Công tác đo đạc được thực hiện trong suốt quá trình thi công xây dựng công trình để các bộ phận công trình được thi công đúng vị trí yêu cầu đề ra.
- *Đối với công tác sử dụng công trình:* mọi công trình sau khi thi công xong đưa vào sử dụng thì các công trình nào cũng có sự biến dạng riêng theo thời gian tùy mức độ khác nhau. Vì thế công tác đo đạc quan trắc được sự biến dạng đó như có bị phá vỡ, nứt, lún, nghiêng.
- + Xác định được tốc độ biến dạng của công trình theo các hướng từ đó cung cấp cho các chuyên gia tính toán và đưa ra các biện pháp ngăn chặn.

### 4. Phân phối chương trình:

#### CHƯƠNG TRÌNH KHUNG MÔN KỸ THUẬT ĐO ĐẠC

| TT                | TÊN CHƯƠNG, MỤC                                     | Tiết lý thuyết | Tiết thực hành | Tiết kiểm tra | Tổng      |
|-------------------|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------|-----------|
| <b>Chương I</b>   | <b>KHÁI NIỆM CHUNG</b>                              | 1              |                |               | <b>1</b>  |
| <b>Chương II</b>  | <b>KHÁI NIỆM BẢN ĐỒ, BÌNH ĐỒ, MẶT CẮT</b>           |                | 0              |               | <b>4</b>  |
|                   | 2.1. Bản đồ, bình đồ, mặt cắt                       | 1              |                |               |           |
|                   | 2.2. Hệ tọa độ thường dùng trong trắc địa           | 2              |                |               |           |
|                   | 2.3. Độ cao và hiệu độ cao                          | 1              |                |               |           |
| <b>Chương III</b> | <b>SAI SỐ ĐO</b>                                    |                | 5              | 1             | <b>12</b> |
|                   | 3.1. Khái quát chung về phép đo                     | 1              |                |               |           |
|                   | 3.2. Sai số đo, nguyên nhân và phân loại sai số     | 1              |                |               |           |
|                   | 3.3. Tiêu chuẩn và đánh giá độ chính xác kết quả đo | 2              |                |               |           |

|                  |                                                                                  |           |           |          |           |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
|                  | 3.4. Giá trị đo cùng độ chính xác của một đại lượng                              | 2         |           |          |           |
| <b>Chương IV</b> | <b>ĐO GÓC</b>                                                                    |           |           |          |           |
|                  | 4.1. Khái niệm về đo góc bằng và đo góc đứng                                     | 1         |           |          |           |
|                  | 4.2. Cấu tạo, phân loại máy kinh vĩ                                              | 3         |           |          |           |
|                  | 4.3. Thao tác cơ bản tại một trạm máy                                            | 1         | 6         | 2        | 18        |
|                  | 4.4. Kiểm nghiệm và điều chỉnh máy kinh vĩ                                       | 1         |           |          |           |
|                  | 4.5. Các phương pháp đo góc bằng                                                 | 1         |           |          |           |
|                  | 4.6. Sai số khi đo góc bằng                                                      | 1         |           |          |           |
|                  | 4.7. Đánh giá chính xác khi đo góc bằng                                          | 1         |           |          |           |
|                  | 4.8. Phương pháp đo góc đứng                                                     | 1         |           |          |           |
| <b>Chương V</b>  | <b>ĐO CHIỀU DÀI</b>                                                              |           |           |          |           |
|                  | 5.1. Phương pháp đo chiều dài trực tiếp                                          | 1         | 6         | 1        | 12        |
|                  | 5.2. Phương pháp đo chiều dài gián tiếp bằng máy đo dài quang học                | 2         |           |          |           |
|                  | 5.3. Đo chiều dài gián tiếp bằng máy kinh vĩ                                     | 2         |           |          |           |
| <b>Chương VI</b> | <b>ĐO ĐỘ CAO</b>                                                                 |           |           |          |           |
|                  | 6.1. Các phương pháp xác định độ cao                                             | 1         |           |          |           |
|                  | 6.2. Cấu tạo máy thủy bình                                                       | 1         |           |          |           |
|                  | 6.3. Điều chỉnh máy thủy bình                                                    | 1         | 6         | 1        | 13        |
|                  | 6.4. Phương pháp đo độ cao hình học                                              | 1         |           |          |           |
|                  | 6.5. Trình tự đo và tính toán trong đo cao hình học, với độ chính xác trung bình | 1         |           |          |           |
|                  | 6.6. Phương pháp đo độ cao lượng giác                                            | 1         |           |          |           |
| <b>TỔNG</b>      |                                                                                  | <b>32</b> | <b>23</b> | <b>5</b> | <b>60</b> |

## Chương 2

# KHÁI NIỆM BẢN ĐỒ, BÌNH ĐỒ, MẶT CẮT

Mã chương: MH13-02

## Mục tiêu:

- Nêu được được khái niệm bản đồ, bình đồ, mặt cắt;
- Trình bày được các hệ tọa độ thường dùng trong trắc đạc;
- Rèn luyện khả năng tư duy, tính sáng tạo.

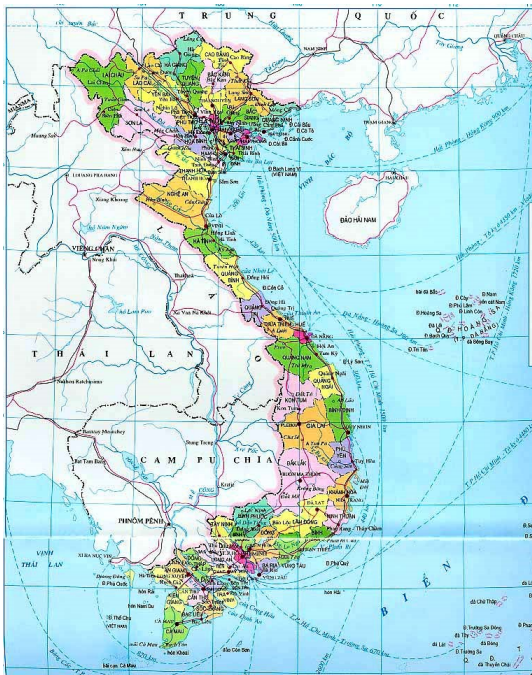
## Nội dung chính:

### 1. Bản đồ, bình đồ, mặt cắt

#### 1.1. Khái niệm bản đồ:

- Bản đồ là hình chiếu thu nhỏ của bề mặt hoặc 1 phần bề mặt trái đất lên mặt phẳng tờ giấy theo một phép chiếu nào đó.

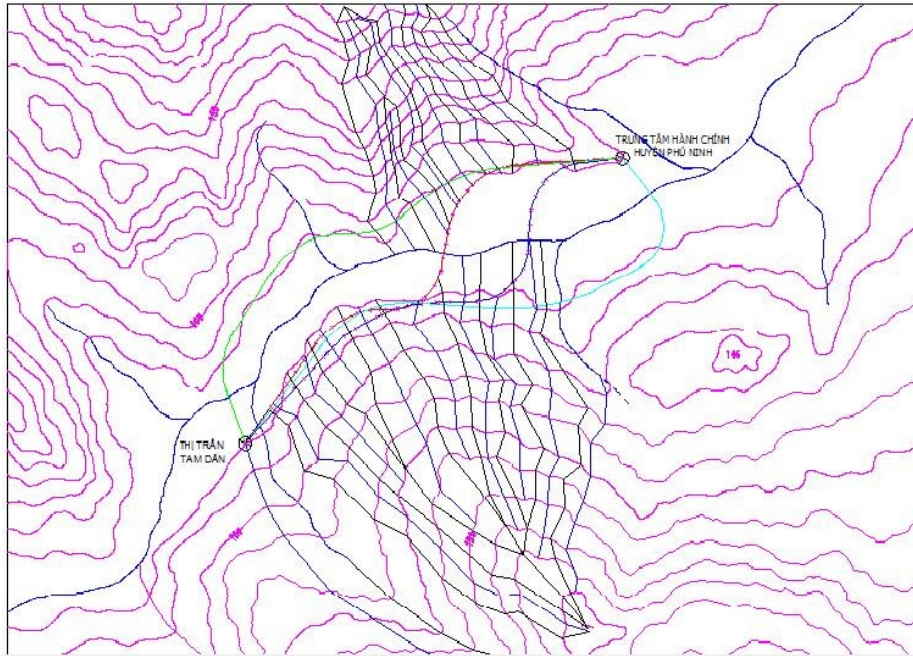
- Ví dụ:



#### 1.2. Khái niệm về bình đồ:

- Khái niệm: là hình chiếu thu nhỏ của một phần bề mặt của trái đất lên mặt phẳng tờ giấy theo phép chiếu thẳng góc.

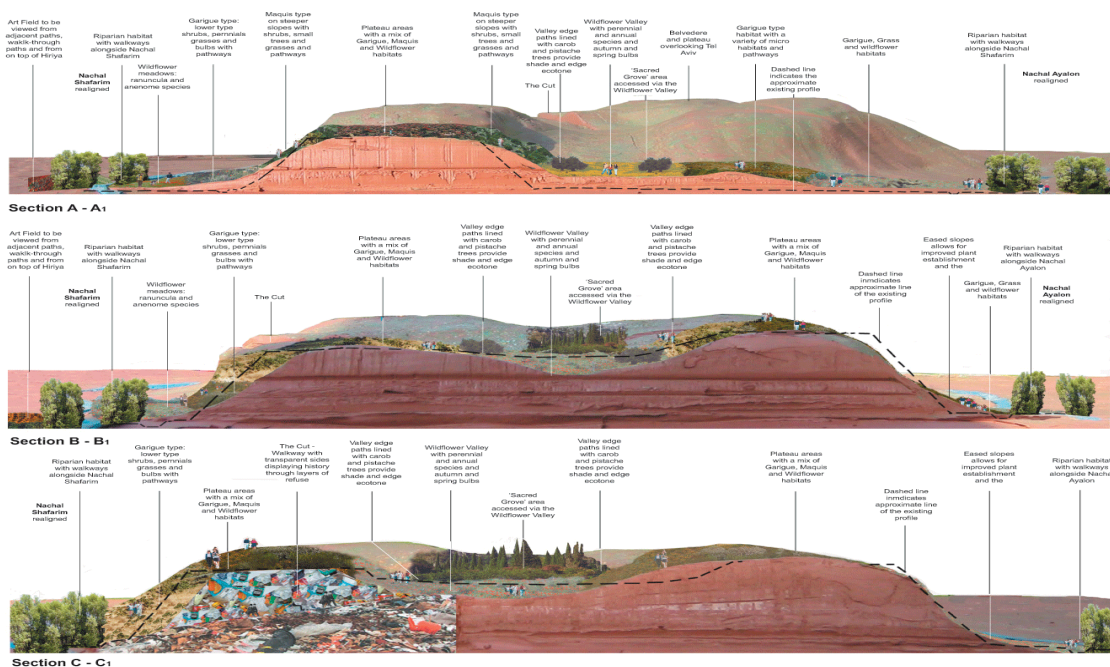
- Ví dụ:



### 1.3. Khái niệm mặt cắt:

- Mặt cắt là hình chiếu thu nhỏ của một hướng nào đó ở ngoài thực địa lên mặt phẳng thẳng đứng.

- Ví dụ



## 2. Hệ tọa độ thường dùng trong trắc địa

- Trong trắc địa thường dùng phép chiếu Gauss - Hệ tọa độ vuông góc phẳng xOy

## 2.1. Nguyên lý của phép chiếu Gauso

- Lấy một hình trụ có đường kính bằng đường kính của trái đất. Lòng bên ngoài mô hình của trái đất, như vậy hình trụ tiếp xúc với vỏ trái đất theo một đường kinh tuyến.

- Lấy tâm chiếu là tâm O của quả đất. Chiếu ra phía ngoài từ kinh tuyến  $O^0$  đến kinh tuyến  $6^0$  ta xác định được một hình chiếu. Tiếp tục với các mũi chiếu còn lại  $6^0$  đến  $12^0$  ... tiếp đến mũi chiếu thứ 60.

- Kết quả thu được đã chiếu tất cả các điểm ở mô hình trái đất lên hình trụ. Dem bỏ hình trụ theo đường song song với trục hình trụ và giãn chúng ra thành mặt phẳng.

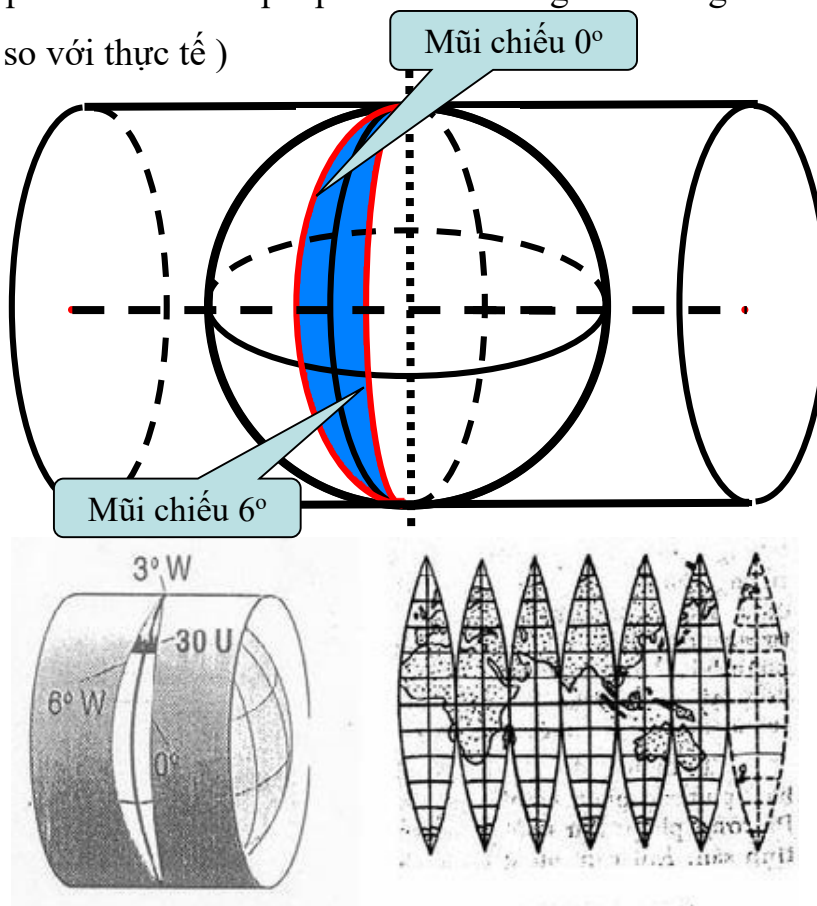
- Phép chiếu Gauso xác định bởi lưới kinh tuyến và vĩ tuyến trên mặt phẳng và gọi là lưới chiếu bản đồ. Trên mặt đất có tọa độ là  $\varphi, \lambda$  sẽ có tọa độ vuông góc trên mặt phẳng XY

\*) Tính chất cơ bản của phép chiếu Gauso

- Hình chiếu của kinh tuyến trục và đường xích đạo là hai đường thẳng vuông góc.

- Càng xa kinh tuyến trục tỷ lệ biến dạng càng tăng.

- Phép chiếu Gauso là phép chiếu bảo tồn góc - không bảo tồn diện tích ( diện tích to hơn so với thực tế )

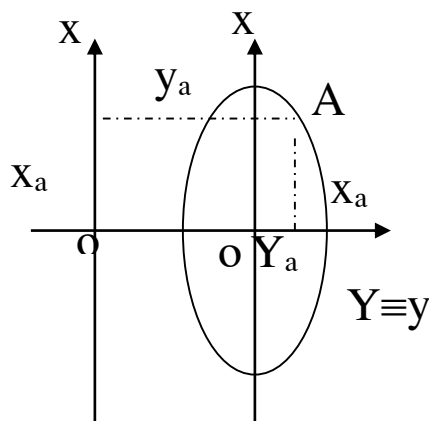


- Trong mỗi phép chiếu Gauss xác định một hệ tọa độ vuông góc phẳng xOy.  
Trục Ox là hình chiếu của kinh tuyến trục, trục Oy là hình chiếu của xích đạo.

- Điểm A trên mặt phẳng có tọa độ A ( $x_A, y_A$ ) trong đó  $x_A$  là khoảng cách từ điểm A tới kinh tuyến trục Ox,  $y_A$  là khoảng cách từ điểm A tới xích đạo Oy.

- Quy ước:  $x_A$  mang dấu dương nằm phía bắc, mang dấu âm nằm phía nam của xích đạo.  $y_A$  mang dấu dương nằm phía đông, mang dấu âm nằm phía tây kinh tuyến trục.

- Trên thế giới các quốc gia thường nằm ở bắc hoặc nam bán cầu nên tọa độ x thường cùng dấu. Nhưng một quốc gia thường trải dài trên một hoặc nhiều vĩ độ vì vậy khi dùng tọa độ y lúc mang dấu âm, lúc dấu dương để tiện khi sử dụng người ta dịch chuyển Oy về phía tây 500km.



### 2.3. Xác định tọa độ của một điểm trên bề mặt của trái đất

- *Khái niệm toạ độ địa lý*: toạ độ địa lý của một điểm là góc tạo bởi mặt phẳng (hay đường thẳng) chứa điểm đó theo một phương nhất định và mặt phẳng quy ước được chọn làm mốc.

### 2.3.1. Kinh tuyến:

Quả đất có dạng hình cầu có hai trục chính đó là bắc nam (BN) và đông tây (ĐT). Nếu tưởng tượng ta cắt quả đất bằng một mặt phẳng đi qua hai trục BN của quả đất, cắt mặt phẳng góc (hay còn gọi bề mặt của quả đất) ta có được đường kinh tuyến.

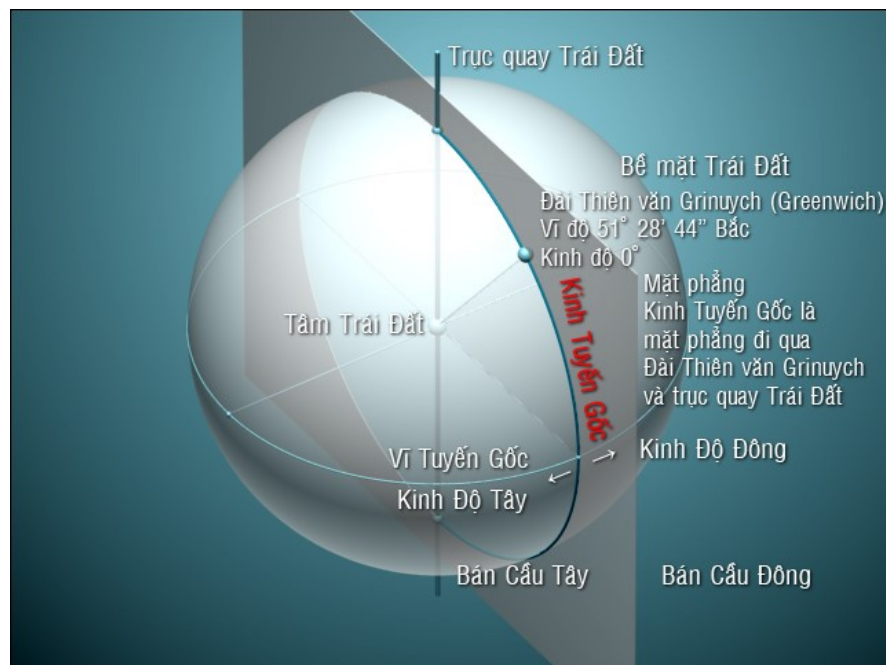
- Khái niệm: giao tuyến giữa mặt phẳng chứa trục quay của quả đất với mặt phẳng gốc (bề mặt quả đất) ta được một đường tròn lớn đi qua hai điểm cực bắc và cực nam của quả đất gọi là kinh tuyến.

- Nhận xét:

+ Có vô số mặt phẳng kinh tuyến.

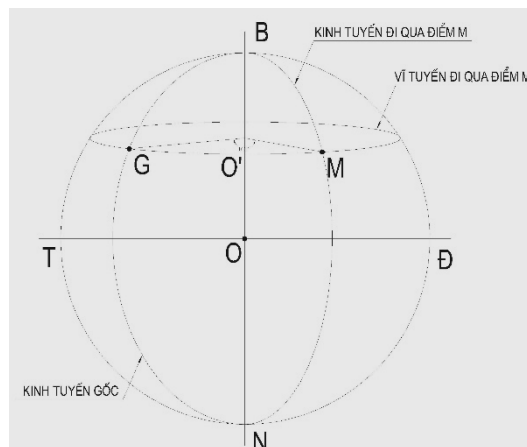
+ Mỗi kinh tuyến chứa vô số điểm trên bề mặt của mặt đất.

+ Kinh tuyến gốc là kinh tuyến số 0 đi qua đài thiên văn Greenwich nước Anh.



Kinh độ của một điểm là góc nhị diện hợp bởi mặt phẳng chứa kinh tuyến gốc với mặt phẳng kinh tuyến chứa điểm đó. Ký hiệu  $\lambda$

Độ kinh được tính từ kinh tuyến gốc về hai phía đông và tây bán cầu, tương ứng là độ kinh đông và độ kinh tây. Giá trị của kinh độ thay đổi từ  $0^{\circ}$  đến  $180^{\circ}$ .



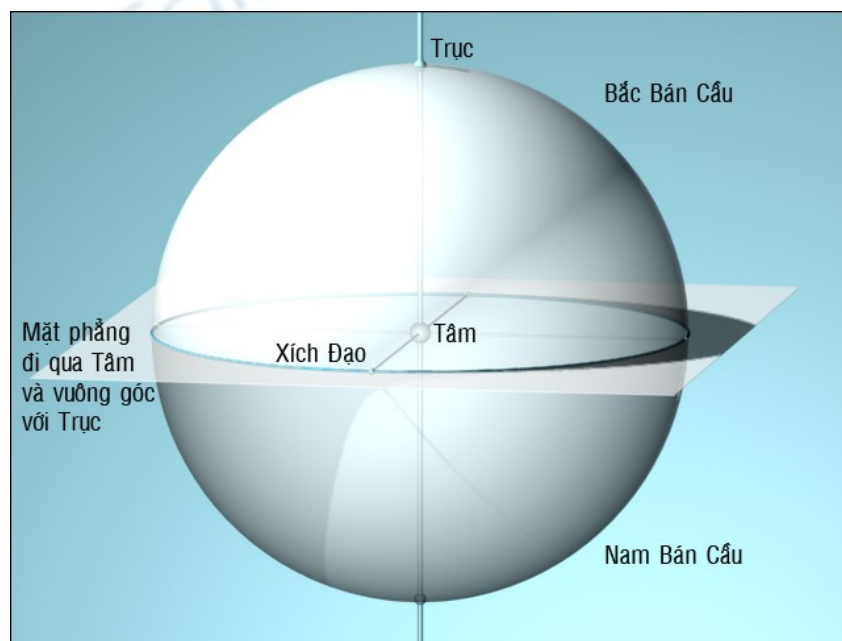
### 2.3.2. Vĩ tuyến:

Cũng như kinh tuyến nhưng ta sử dụng những mặt phẳng vuông góc với trục B-N của quả đất và giao cắt giữa mặt phẳng vuông góc đó với mặt phẳng gốc được những đường tròn, những đường tròn này gọi là vĩ tuyến:

- Khái niệm: vĩ tuyến là những đường tròn được hình thành từ giao tuyến của những mặt phẳng vuông góc với trục bắc nam của quả đất với mặt phẳng gốc (bề mặt của quả đất).

- Nhận xét:

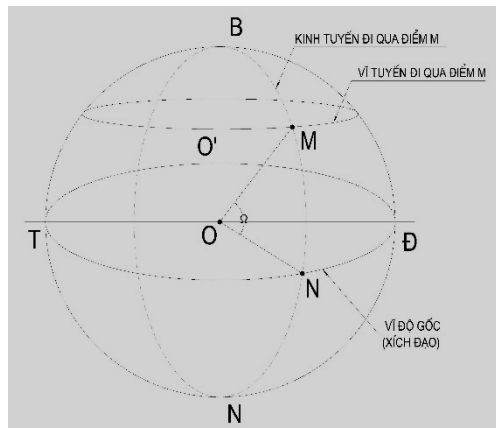
- + Mỗi vĩ tuyến có chứa vô số các điểm trên mặt đất.
- + Bất cứ điểm nào trên bề mặt của quả đất đều có vĩ tuyến đi qua.
- + Đường tròn lớn nhất đi qua tâm O và vuông góc với trục bắc nam được gọi là vĩ tuyến số 0 và nó chính là đường xích đạo.



Vĩ độ của một điểm là góc tạo bởi mặt phẳng xích đạo và phương của dây dọi đi qua điểm đó (phương dây dọi đi qua tâm O của quả đất). Ký hiệu là  $\varphi$ .

Độ vĩ được tính từ xích đạo về hai phía Bắc và Nam bán cầu, tương ứng là độ vĩ bắc và độ vĩ nam. Giá trị của vĩ độ thay đổi từ  $0^\circ$  đến  $90^\circ$

Toạ độ của điểm M trên bề mặt của trái đất có toạ độ M ( $\varphi_M, \lambda_M$ ).



- Tọa độ của điểm A trên bề mặt của trái đất có tọa độ A ( $\varphi_A, \lambda_A$ ).

### 3. Độ cao và hiệu độ cao

#### 3.1. Khái niệm về mặt nước gốc

- *Khái niệm*: là mặt nước biển trung bình ở trạng thái yên tĩnh, kéo dài xuyên qua các lục địa, hải đảo tạo thành một mặt cong kín.

- *Phân loại*:

→ Mặt thủy chuẩn gốc

→ Mặt thủy chuẩn giả định

- *Tính chất*:

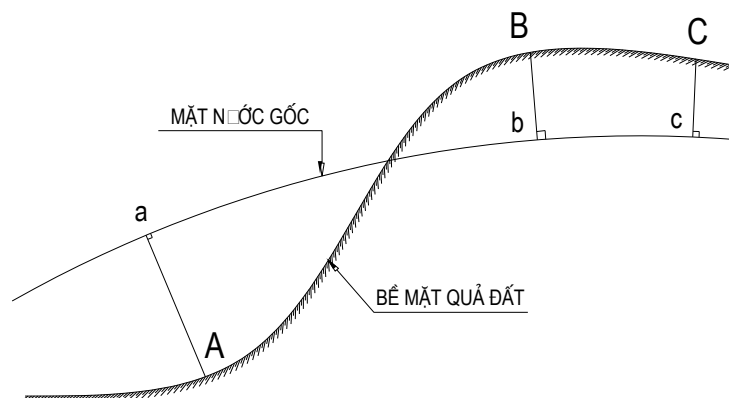
→ Tại mọi điểm trên mặt thủy chuẩn, phương của đường pháp tuyến luôn trùng với phương đường dây dọi.

→ Phương đường dây dọi luôn đi qua tâm O của quả đất, ở rất xa với mặt nước gốc vì vậy trong phạm vi nào đó phương của dây dọi các điểm trên mặt đất là song song với nhau.

- *Công dụng*:

→ Làm mặt chiếu khi đo vẽ bản đồ

→ So sánh các độ cao các điểm trên mặt đất.



### 3.2. Độ cao của một điểm

- Để xác định một điểm trên bề mặt của quả đất ta đã biết kinh độ và vĩ độ của điểm đó. Nhưng nó chưa xác định được điểm đó cao hay thấp hơn so với mặt nước gốc vậy cần phải có yếu tố thứ 3 nói đến mối quan hệ đó yếu tố này gọi là độ cao.

- Độ cao của một điểm là khoảng cách thẳng đứng theo phương dây dọi tính từ mặt nước gốc tới điểm đó. Những điểm nằm trên mặt nước gốc mang dấu dương, những điểm nằm dưới mặt nước gốc mang dấu âm.

\*) *Độ cao tuyệt đối:*

- Khái niệm: là độ cao được tính theo phương thẳng đứng ( phương dây dọi ) của điểm đó tới mặt nước gốc quy ước.

- Ví dụ: Độ cao trên hình vẽ điểm A là  $aA$ , điểm B là  $Bb$ , điểm Cc.

\*) *Độ cao tương đối:*

- Khái niệm: còn gọi là độ cao quy ước của một điểm được tính theo phương dây dọi thẳng đứng tính từ mặt nước gốc quy ước (song song mặt nước gốc) tới điểm cần tính.

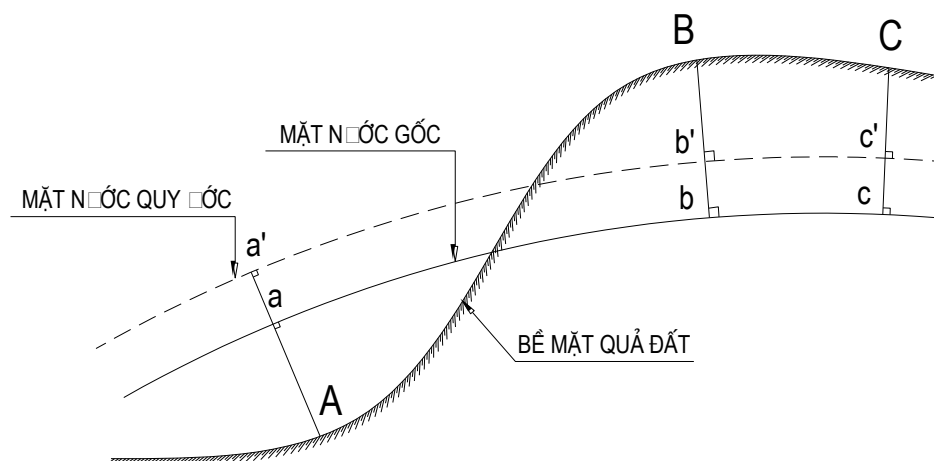
- Ví dụ:

\*) *Quy ước:*

- Ở Việt Nam lấy mặt nước gốc có cao độ 0.00 ở hòn Đầu, Hải Phòng làm mốc

- Những điểm nằm trên mặt nước gốc mang dấu dương

- Những điểm nằm dưới mặt nước gốc mang dấu âm.



### Chương 3:

#### SAI SỐ ĐO

Mã chương: MH13-03

##### Mục tiêu:

- Nêu được định nghĩa phép đo, sai số đo;
- Đo được độ dài bằng thước thép, thước dây, tính được sai số đo;
- Rèn luyện khả năng tư duy, tính sáng tạo.

##### Nội dung chính:

#### 1. Khái quát chung về phép đo

##### 1.1. Định nghĩa phép đo:

- Phép đo một đại lượng nào đó thực chất là so sánh nó với đơn vị cùng loại. Cũng có thể hiểu phép đo là một phép thử và kết cục của một phép thử đó là một trị đo.

- + Trong đo dài có thể chọn đơn vị: mét (m),
- + Trong đo góc đơn vị là : độ (độ, phút, giây), grat (độ grat, phút grat, giây grat )

##### 1.2. Phân loại phép đo:

Trong đo đạc thì được phân làm hai loại đo trực tiếp và đo gián tiếp:

- Đo trực tiếp: là những đại lượng nhận được sau phép so sánh trực tiếp.
- Đo gián tiếp: là những đại lượng được tính ra từ các đại lượng đo trực tiếp thông qua mối quan hệ toán học.

*Theo độ chính xác có:*

- Đo cùng độ chính xác (đo cùng điều kiện đo )
- Đo không cùng độ chính xác (đo không cùng điều kiện đo )

Trong đó điều kiện đo: dụng cụ đo, con người, ngoại cảnh.

*Kết quả đo cần thiết (đo đủ ) và đo thừa (đo dư ).*

- Kết quả đo cần thiết k là số lượng kết quả đo tối thiểu đủ để xác định đại lượng cần xác định.

- Kết quả đo thừa là n-k kết quả đo còn lại.

→ Đo thừa là cần thiết trong trắc đạc. Vì nó giúp ta kiểm tra được các kết quả đo với nhau và tăng độ chính xác.

## 2. Sai số đo, nguyên nhân và phân loại sai số

### 2.1. Sai số đo trong trắc đạc:

- Trong trắc địa khi đo vị trí tương quan giữa các điểm trên mặt đất ta phải tiến hành đo các đại lượng cần thiết. Các đại lượng đo là khoảng cách, chênh cao giữa hai điểm, góc giữa hai hướng...Nếu gọi  $X$  là giá trị thật cần tìm của đại lượng đo. Trong quá trình đo thu được kết quả  $L$ , kết quả này có thể lớn hơn hay nhỏ hơn hoặc ngẫu nhiên bằng kết quả  $X$ . Như vậy giữa giá trị cần tìm và kết quả đo tồn tại mối quan hệ:

$$\varepsilon = X - L$$

- Trong đó  $\varepsilon$  : sai số thực của kết quả đo  $L$  của giá trị thực  $X$

### 2.2. Các loại sai số :

1. *Sai số sai lầm* là sai số do thiếu cẩn thận, nhầm lẫn khi đo. (Không gây nguy hiểm)

- Ví dụ: các sai số sai lầm như đọc kết quả, ghi chép kết quả... ( sai số không nguy hiểm ).

2. *Sai số hệ thống* là loại sai số xuất hiện trong các kết quả đo theo quy luật nào đó do ảnh hưởng của dụng cụ đo, phương pháp đo hoặc ảnh hưởng của ngoại cảnh.

- Ví dụ: đo bằng thước do nhiệt độ thước giãn lớn hơn, thước kéo dài bị võng nên kết quả cũng tăng lên ... ( sai số không nguy hiểm ).

3. *Sai số ngẫu nhiên* là các sai số xuất hiện trong kết quả đo một cách ngẫu nhiên không biết trước quy luật xuất hiện cũng như giá trị ảnh hưởng của nó tới kết quả đo là bao nhiêu.

- Ví dụ: khi đo đầu thước có thể đặt đúng vị trí, cũng có thể bị đặt lên phía trước hoặc lùi phía sau.... Nhưng khi nghiên cứu về sai số ngẫu nhiên người ta vẫn thấy chúng có các quy luật nhất định. Dưới đây là bốn tính chất cơ bản của sai số ngẫu nhiên.

+ Các giá trị tuyệt đối của sai số ngẫu nhiên không vượt quá một giá trị nhất định.

+ Các sai số ngẫu nhiên có giá trị càng nhỏ thì có khả năng xuất hiện càng nhiều, các giá trị càng lớn thì xuất hiện càng ít.

+ Sai số ngẫu nhiên mang giá trị dương (+) bằng số sai số ngẫu nhiên mang giá trị âm (-) khi số lượng sai số ngẫu nhiên tiến tới vô cùng.

+ Tổng đại số của các sai số ngẫu nhiên tiến tới không khi số lần đo tiến tới vô cùng  $\Sigma \varepsilon_i = 0$  khi  $n \rightarrow \infty$ . Hay số trung bình cộng

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

Bài tập 1: Khi đo ba góc trong một tam giác 27 lần tính được sai số khi đo góc theo công thức  $\varepsilon_i = (\alpha_i + \beta_i + \gamma_i) - 180^\circ$  số lần đo xuất hiện như trong bảng sau:

| Số lần          | 5                               | 4                               | 4                               | 3                               | 2                               | 2                               | 2                               | 2                               | 1                               | 1                               | 1                               | $\Sigma$<br>n<br>=<br>27<br>lần |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| $\alpha_i$      | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'30<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'31<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'30<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'30<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'29<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'31<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'27<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'30<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'32<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'25<br>,, | 64 <sup>0</sup> 1<br>5'32<br>,, |                                 |
| $\beta_i$       | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'57<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'54<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'57<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'51<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, | 75 <sup>0</sup> 3<br>0'55<br>,, |                                 |
| $\gamma_i$      | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>4'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>7'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>5'', | 40 <sup>0</sup><br>13'3<br>8'', |                                 |
| $\varepsilon_i$ | 0'',                            | +1'',                           | -1'',                           | +2'',                           | -2'',                           | +3'',                           | -3'',                           | -4'',                           | +4'',                           | -5'',                           | +5'',                           |                                 |

### 3. Tiêu chuẩn và đánh giá độ chính xác kết quả đo

- Các kết quả đo được đo, xác định bằng các dụng cụ khác nhau và các phương pháp đo, xác định khác nhau. Ví dụ như khi đo khoảng cách giữa hai điểm A và B

ta có thể đo bằng bước chân, đo bằng thước gỗ, thước dây, thước thép. Ta thấy kết quả đo bằng những dụng cụ khác nhau có độ tin cậy khác nhau. Để phân biệt giá trị sử dụng của các kết quả người ta dùng các tiêu chuẩn để so sánh. Trong trắc địa người ta sử dụng các tiêu chuẩn đó là các loại sai số tuyệt đối như sai số trung bình cộng (s), sai số trùng phương (m), sai số xác suất (p), sai số giới hạn (f) và sai số tương đối 1/T.

### 3.1. Sai số trung bình cộng:

- Ký hiệu là s

- Tính theo biểu thức:  $s = \frac{\sum_{i=1}^n |\varepsilon_i|}{n}$

- Trong đó: s là sai số trung bình cộng.

$\varepsilon_i$  là sai số ngẫu nhiên.

n là số lần đo

- Xác định sai số trung bình trong bài tập 1: trong 27 lần đo góc ví dụ trước s  
 $= 52/27 = \pm 1,9''$

### 3.2. Sai số trùng phương:

- Ký hiệu là m

- Tính theo biểu thức:  $m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n}}$

- Trong đó: m là sai số trùng phương.

$\varepsilon_i$  là sai số ngẫu nhiên.

N là số lần đo.

- Xác định sai số trùng phương của bài tập 1:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{27} \varepsilon_i^2}{27}} \quad m =$$

$$\pm \sqrt{\frac{1^2 + (-1)^2 + 2^2 + (-2)^2 + 3^2 + (-3)^2 + 4^2 + (-4)^2 + 5^2 + (-5)^2}{27}} = \pm \sqrt{\frac{162}{27}} = \pm 2,4''$$

### 3.3. Sai số xác suất:

- Ký hiệu là p