

## BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

### (TOPOGRAPHIC MAPS)

Bản đồ địa hình là hình thể thu gọn của một vùng đất lên mặt phẳng nằm ngang. Bản đồ địa hình diễn tả hình thể của bề mặt trái đất với những khác biệt về độ cao của những vị trí khác nhau trên mặt đất. Có nhiều cách trình bày những khác biệt độ cao này trên bản đồ nhưng thông dụng và xác đáng nhất là cách diễn tả bằng vòng cao độ (*contour lines*).

#### CAO ĐỘ TRÊN BẢN ĐỒ :

Cao độ là số đo bằng mét (hay foot, v.v...) được tính từ mức chuẩn (*datum*). Mức chuẩn là mức gốc để từ đó tính các số đo, thường đó là mức biển trung bình (*mean sea level*). Cao độ địa hình trên mức biển trung bình mang trị số dương và dưới mức biển trung bình mang trị số âm.

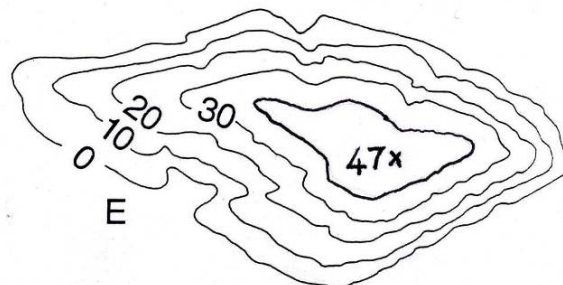
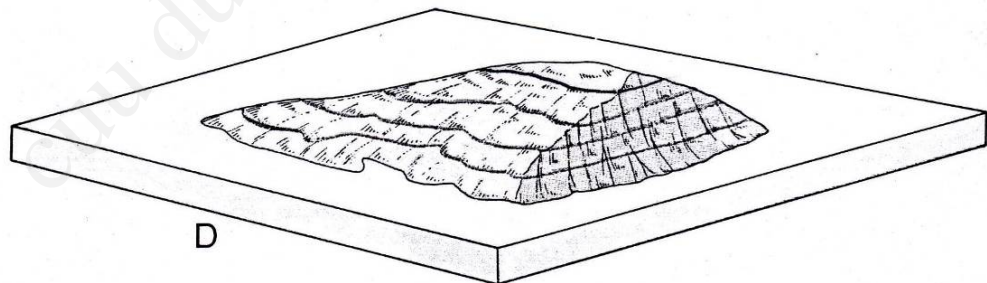
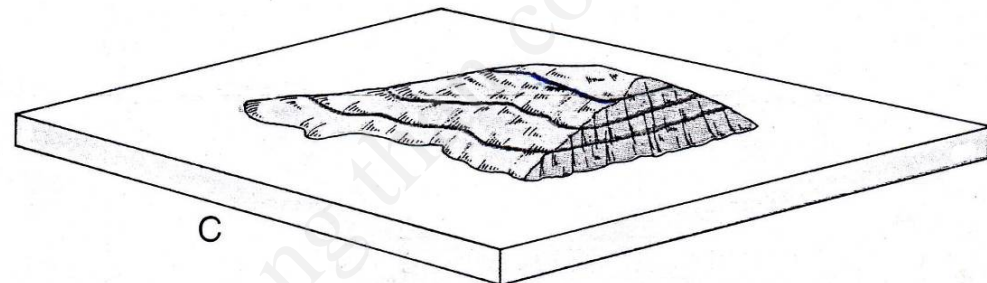
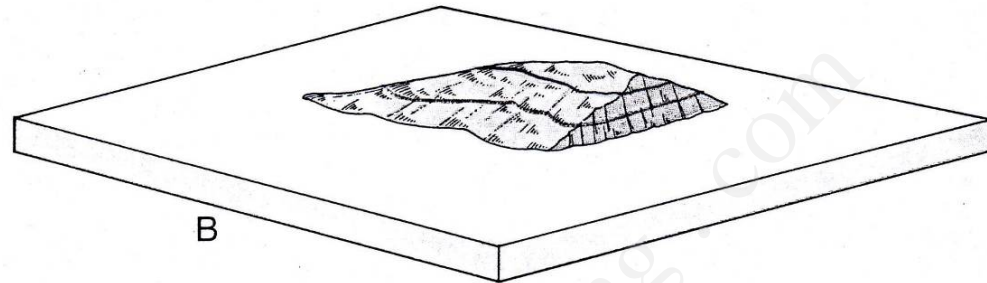
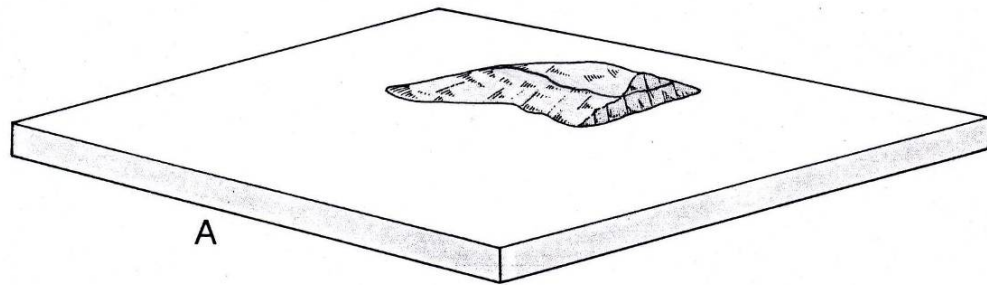
#### VÒNG CAO ĐỘ : ( hay còn gọi là : đường cao độ, đường đồng mức, đường bình độ)

Vòng cao độ (*contour lines*) là đường tưởng tượng nối liền những điểm có cùng một độ cao và được vẽ lên bản đồ của một vùng. Bản đồ với các vòng cao độ sẽ diễn tả được địa hình của một vùng.

Quan sát bản đồ địa hình của một đảo nhỏ (*Hình 1*). Đường bờ biển tương ứng với vòng cao độ 0m trên bản đồ. Thử tưởng tượng, nếu mực biển dâng lên 10m, đường bờ biển mới sẽ trùng với vòng cao độ 10m. Nếu mực biển tiếp tục tăng lên thêm 10m nữa, đường bờ cũng sẽ nâng lên trùng với vòng cao độ 20m, rồi 30m....cho đến khi không còn vẽ được vòng cao độ nào nữa thì đảo này cũng hoàn toàn bị ngập nước. Vậy chúng ta nhận xét được về vòng cao độ như sau :

1. Một vòng cao độ phải là một vòng đóng kín. Nếu khung bản đồ nhỏ hơn diện tích của đảo, vòng cao độ bị cắt ở mép bản đồ. Trường hợp này rất thường gặp.
2. Các vòng cao độ thường nằm rời nhau, chúng chỉ chạm vào nhau ở những bờ vách thẳng và chúng không được cắt nhau.
3. Vòng cao độ giới hạn phần địa hình cao hơn ở trong và thấp hơn ở bên ngoài vòng.

Khoảng cách giữa các vòng cao độ (*contour interval*) (hay còn được gọi tắt là *khoảng cách cao độ*) là khoảng cách thẳng đứng giữa hai vòng cao độ liên tiếp nhau, thí dụ trên bản đồ ở *Hình 1*, khoảng cách cao độ là 10m. Tất cả các vòng cao độ trên bản đồ đều có trị số độ cao tính từ mực biển và các trị số này là bội số của khoảng cách cao độ, 10m, 20m, 30m, 40m.... Bản đồ địa hình của vùng nằm cách xa bờ biển cũng có các vòng cao độ mang trị số tính từ mực biển, nhưng trong phạm vi bản đồ, chỉ có các vòng cao độ tương ứng hiện diện. Khoảng cách cao độ được chọn tùy thuộc độ lồi lõm của địa hình, do khác biệt giữa nơi cao nhất và thấp nhất trong phạm vi bản đồ - Nơi địa hình ít lồi lõm, khoảng cách cao độ được chọn sẽ nhỏ, thí dụ, 2m, 5m hoặc 10m. Trái lại, nơi khác biệt địa hình quan trọng như vùng núi cao, khoảng cách cao độ này có thể nâng lên 20m, 25m, 40m, 50m,... để các nét vẽ các vòng cao độ trên bản đồ không bị chập lại.



vi  
đi  
(2

Hình 1

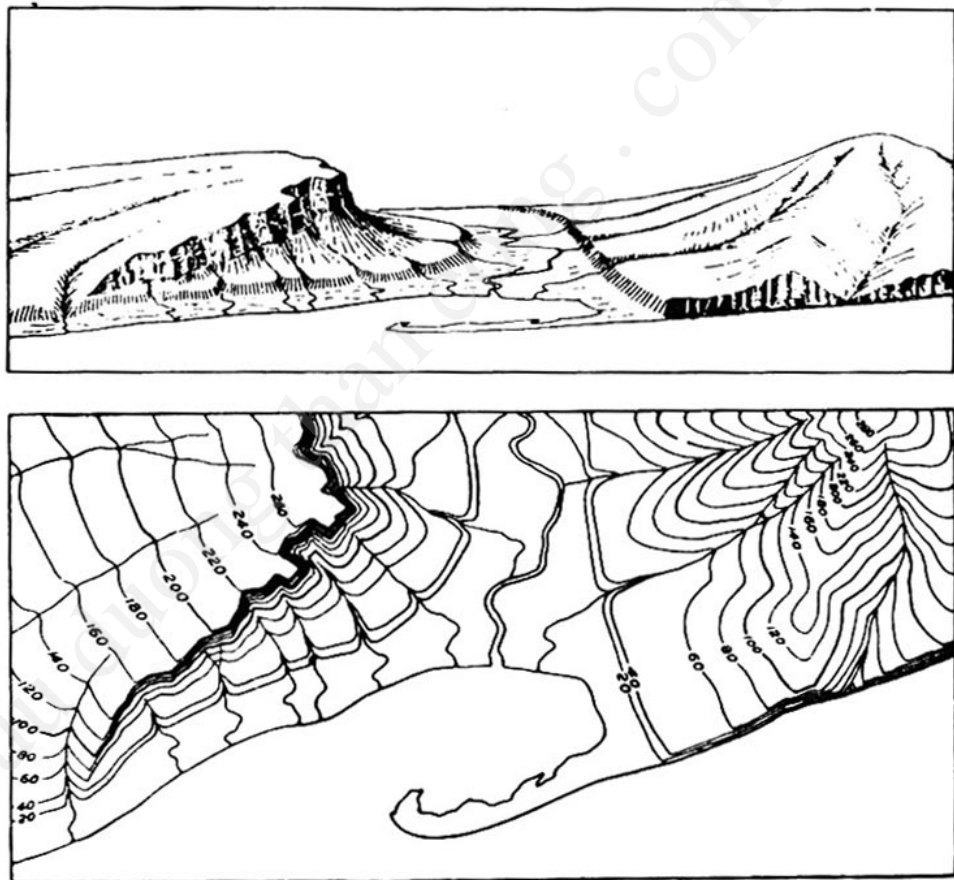
### VÒNG CAO ĐỘ UỐN CONG HÌNH CHỮ V

Vòng cao độ bị uốn cong hình chữ V ở nơi cắt qua dòng nước và đỉnh chữ V quay về nguồn của dòng nước.

### TRIỀN DỐC

Dựa vào sự phân bố (phân bố ngang) của các vòng cao độ trên bản đồ thì biết được độ dốc của mặt đất. Nơi các vòng cao độ nằm cách xa nhau, mặt đất gần như bằng phẳng. Nhưng khi vòng cao độ xếp khít nhau thì triền dốc dựng lên. Khi nói triền dốc dựng đứng (đứng thẳng) thì các vòng cao độ trên bản đồ hòa trùng vào nhau (Hình 2). Thực ra, các vòng cao độ nằm tách rời nhưng nhìn trên bản đồ, giống như khi ta bay qua một vách đá đứng thẳng, sẽ thấy các vòng cao độ hòa trùng vào nhau vì đường này được định vị ngay trên đường kia.

Hình 2

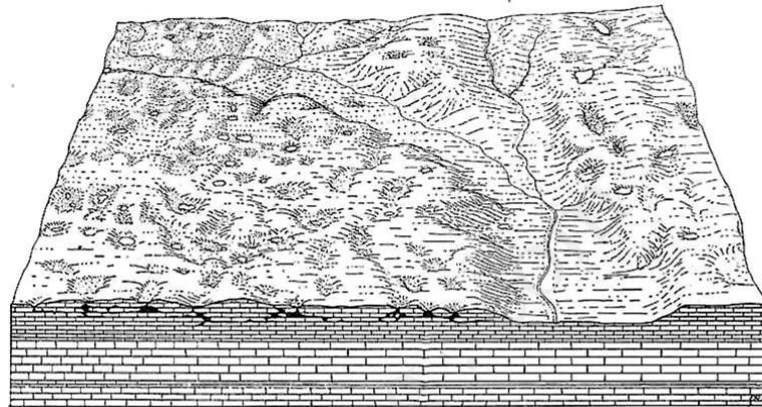


Khi di chuyển lên dốc hay xuống dốc sẽ phải đi qua các vòng cao độ liên tiếp nhau. Thí dụ, muốn từ bờ phía Nam lên đỉnh 47m của hòn đảo ở Hình 1 phải qua vòng cao độ 10m, 20m, 30m, 40m và nếu đi thẳng tiếp sẽ phải qua vòng cao độ 40m, 30m, 20m, 10m để xuống tới bờ biển. Như vậy muốn đi đổi dốc, lên rồi xuống hoặc xuống rồi lên thì phải qua cùng một cao độ hai lần, một lần lên rồi một lần xuống hoặc một lần xuống rồi một lần lên.

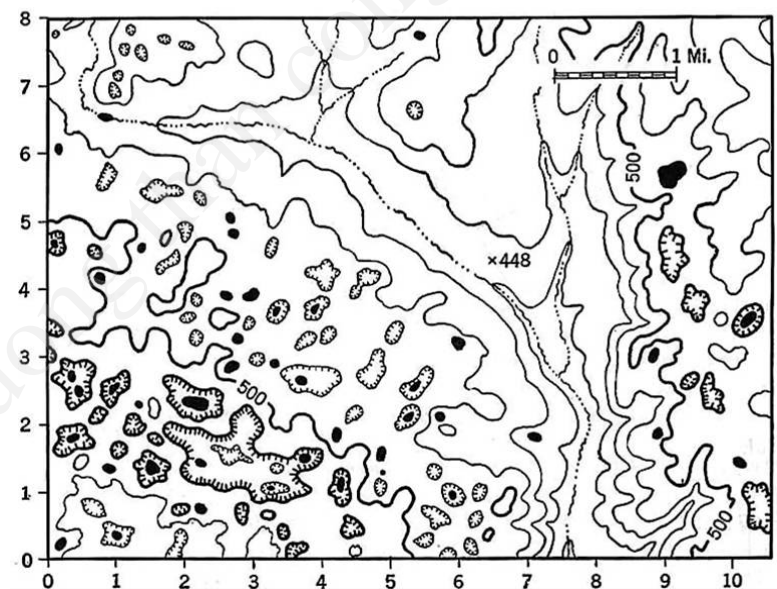
### TRŨNG ĐỊA HÌNH

Nơi vòng cao độ bao quanh một trũng kín thì vòng cao độ được vẽ thêm các răng lược (*hachures*). Răng lược là những đoạn ngắn kể từ vòng cao độ ngã về phía trũng. Vòng cao độ có răng lược bao quanh vùng có trị số cao độ thấp hơn chính nó.

Quan sát bản đồ địa hình vẽ bằng vòng cao độ của một vùng đá vôi có các phếu Karst trũng được diễn đạt bằng cao độ trũng. (Hình 3)



Hình 3



### TỶ LỆ BẢN ĐỒ :

Tỷ lệ bản đồ nói lên mức độ thu nhỏ của bản đồ, đó là tỷ số giữa khoảng cách đo được trên bản đồ (d) và khoảng cách đo được trên thực tế (D)

$$\text{Tỷ lệ bản đồ} = \frac{\text{Khoảng cách đo được trên bản đồ}}{\text{Khoảng cách đo được ngoài thực tế}} = \frac{d}{D}$$

**Chú ý :** - Bản đồ địa hình đều có ghi tỷ lệ và hướng Bắc.

- Nếu so sánh, tỷ lệ 1:100.000 là tỷ lệ nhỏ so với tỷ lệ 1:25.000

- Diện tích bản đồ của một vùng có tỷ lệ 1:50.000 lớn gấp 4 lần diện tích bản đồ của vùng đó có tỷ lệ 1:100.000



## MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

### (TOPOGRAPHIC PROFILES)

Mặt cắt địa hình trình bày giao tuyến của mặt đất với mặt phẳng thẳng đứng. Khác biệt giữa bản đồ địa hình của một vùng với mặt cắt địa hình cắt qua bản đồ là khác biệt giữa cái nhìn mặt đất của chim bay trên trời và nhìn ngang mặt đất - Nói một cách khác, mặt cắt địa hình diễn tả sự lên xuống nhấp nhô của mặt đất mà người đi bộ phải vượt qua nếu đi thẳng từ điểm này đến điểm kia.

#### TỶ LỆ NGANG VÀ TỶ LỆ ĐỨNG :

Mặt cắt địa hình có tỷ lệ ngang (*horizontal scale*) và tỷ lệ đứng (*vertical scale*).

- Tỷ lệ ngang (hay còn gọi là tỷ lệ dài) của mặt cắt thường trùng với tỷ lệ của bản đồ mà từ đó ta lập ra mặt cắt.

- Tỷ lệ đứng (hay còn gọi là tỷ lệ cao) của mặt cắt thì tùy theo yêu cầu, người lập mặt cắt có thể giữ bằng với tỷ lệ bản đồ, khi đó độ dốc địa hình trên mặt cắt phản ánh đúng như ngoài thực tế; hoặc có thể gia tăng tỷ lệ chiều cao khi muốn làm rõ các khác biệt địa hình, khi đó độ dốc trên mặt cắt cũng được gia tăng nên không còn giống với thực tế.

Thường khi nghiên cứu các địa hình bồi tích của trầm tích kỷ thứ IV, do địa hình quá bằng phẳng, nên khi cần diễn đạt các khác biệt địa hình như thềm sông, đê sông thì người lập mặt cắt địa hình thường gia tăng tỷ lệ cao so với tỷ lệ bản đồ sử dụng lập mặt cắt.

#### LẬP MẶT CẮT ĐỊA HÌNH

Quan sát hình 4 :

1. Chọn đường vẽ mặt cắt và ghi rõ trên bản đồ (thí dụ đường AB).
2. Mép giấy vẽ (giấy kẻ ly) để dọc đường vẽ mặt cắt, ghi hai đầu giới hạn A,B và các giao điểm của đường mặt cắt và các vòng cao độ.
3. Theo tỷ lệ đứng đã chọn, chuyển các điểm vào đúng vị trí độ cao. Nhớ là mặt cắt phải vẽ trong phạm vi tờ giấy, điểm cao nhất và thấp nhất phải nằm gọn trong tờ giấy vẽ. Sau đó nối liền các điểm liên tiếp bằng đường vẽ mềm mại.

#### TRÌNH BÀY MẶT CẮT ĐỊA HÌNH :

Mặt cắt địa hình sau khi hoàn tất phải ghi rõ hai tỷ lệ, tỷ lệ bản đồ dùng để vẽ mặt cắt và tỷ lệ đứng (hay tỷ lệ cao) đã chọn, tên mặt cắt (trường hợp này là A,B), hướng mặt cắt (thông thường khi vẽ chọn phía Tây bên trái và phía Đông bên phải tờ giấy vẽ), tên người lập mặt cắt.

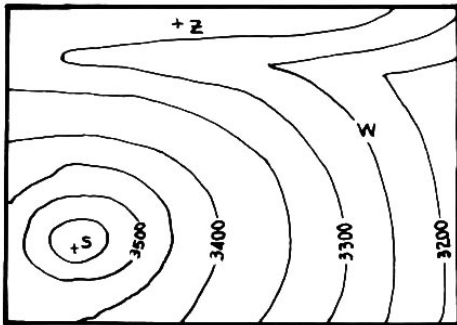
Nhóm : .....

Họ và tên : .....

MSSV : .....

## BÀI TẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH

### 1. Hình 1 :



Cho biết trị số cao độ của :

- Điểm S : .....

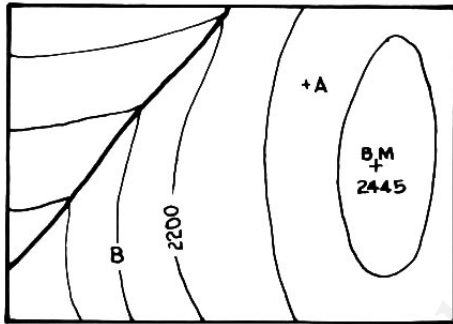
- Điểm Z : .....

- Vòng cao độ W : .....

Mô tả địa hình :

.....  
.....

Vẽ dòng chảy có thể chạy trong vùng - Cho biết hướng chảy ? .....



Cho biết :

- Trị số cao độ của vòng cao độ B : .....

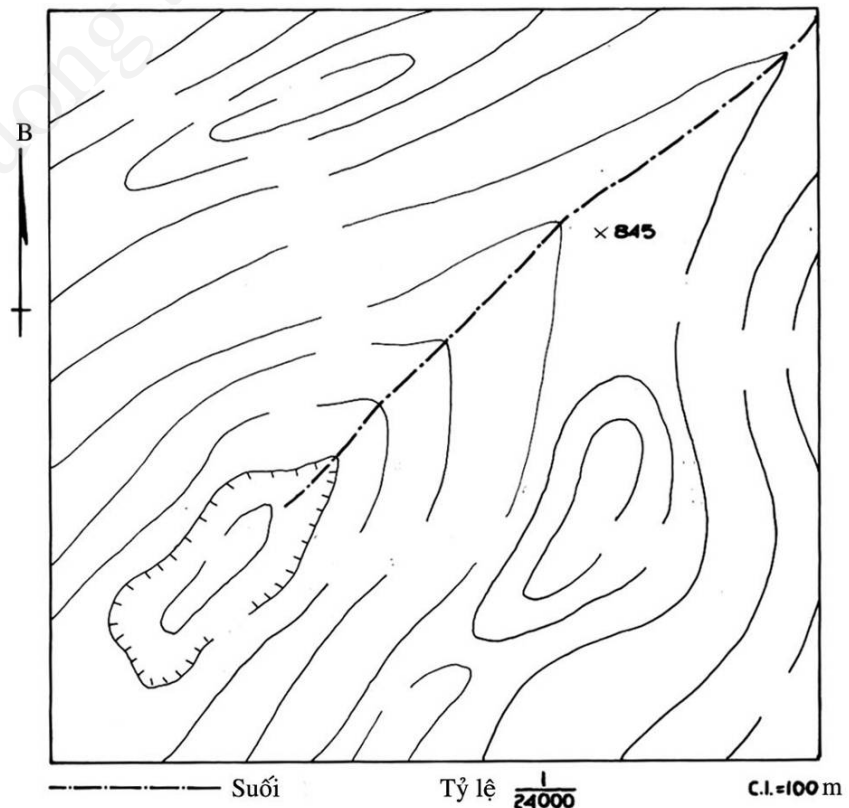
- Trị số cao độ của điểm A : .....

- Chiều chảy của dòng nước ? .....

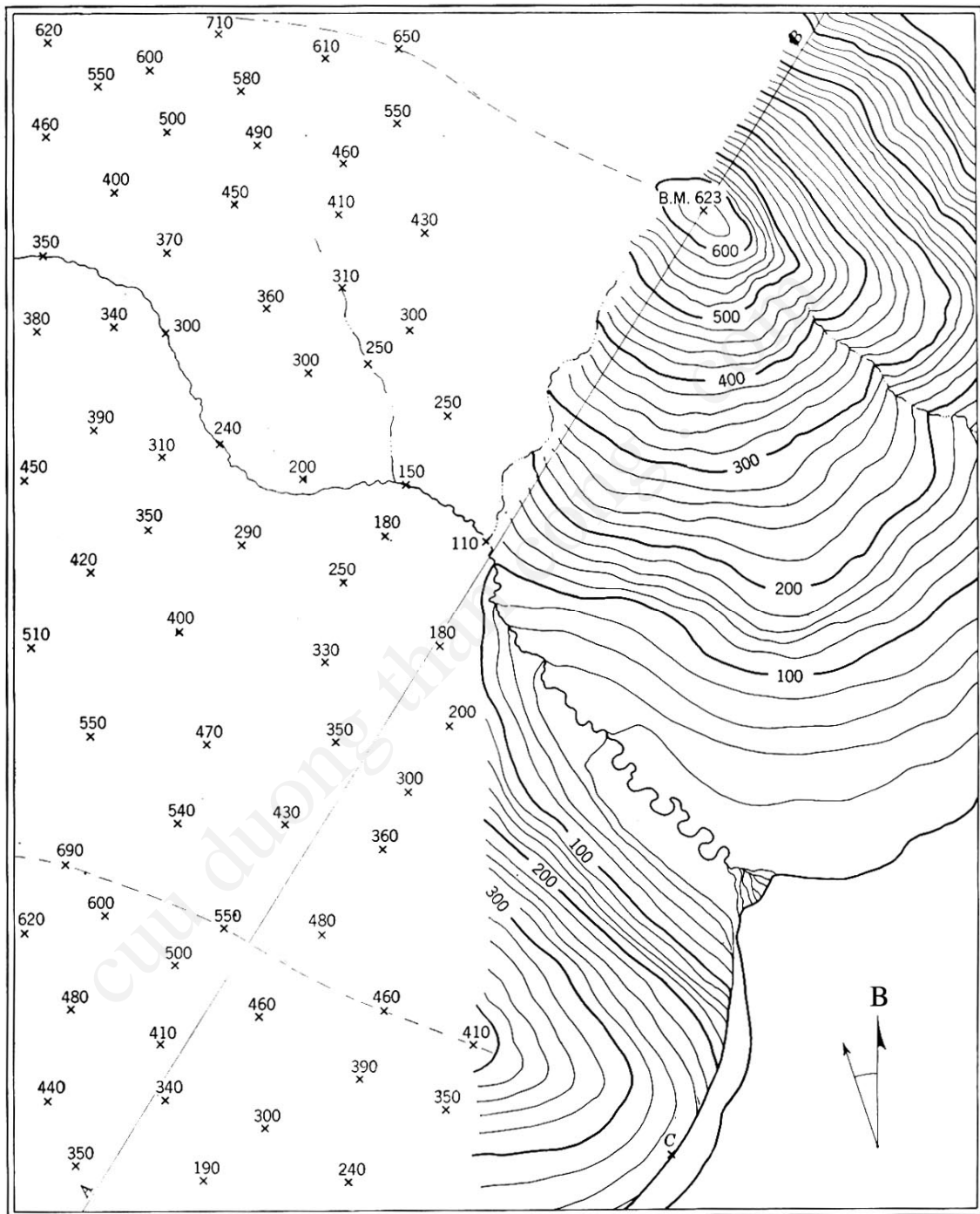
### 2. Hình 2 :

Trên bản đồ chỉ biết một vị trí có trị số cao độ là 845m và biết được khoảng cách cao độ là 100m.

Hãy điền vào các khoảng trống trên vòng cao độ với trị số thích hợp.



3. Hình 3 :

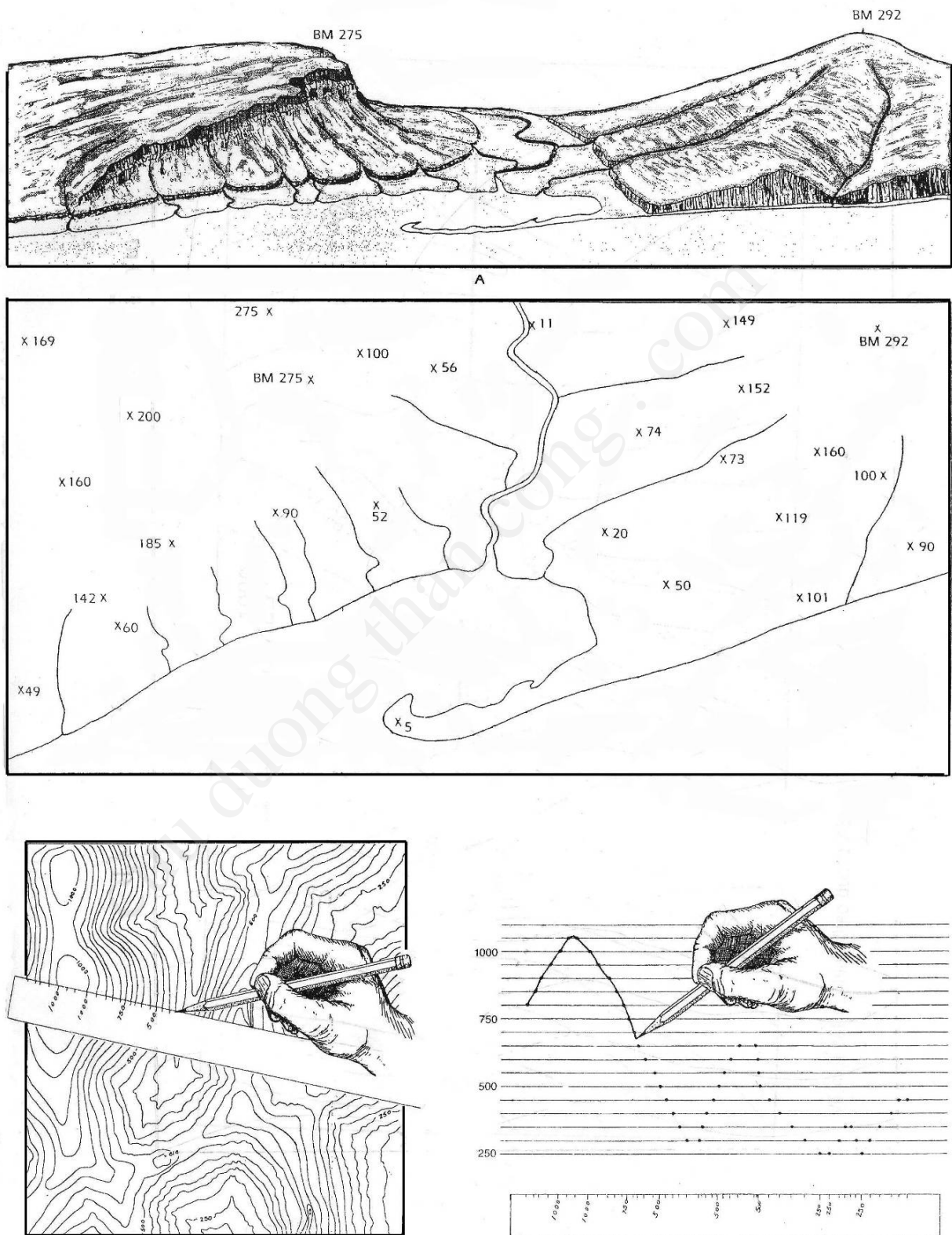


Tỷ lệ bản đồ: 1/20.000

Khoảng cách cao độ: 20m

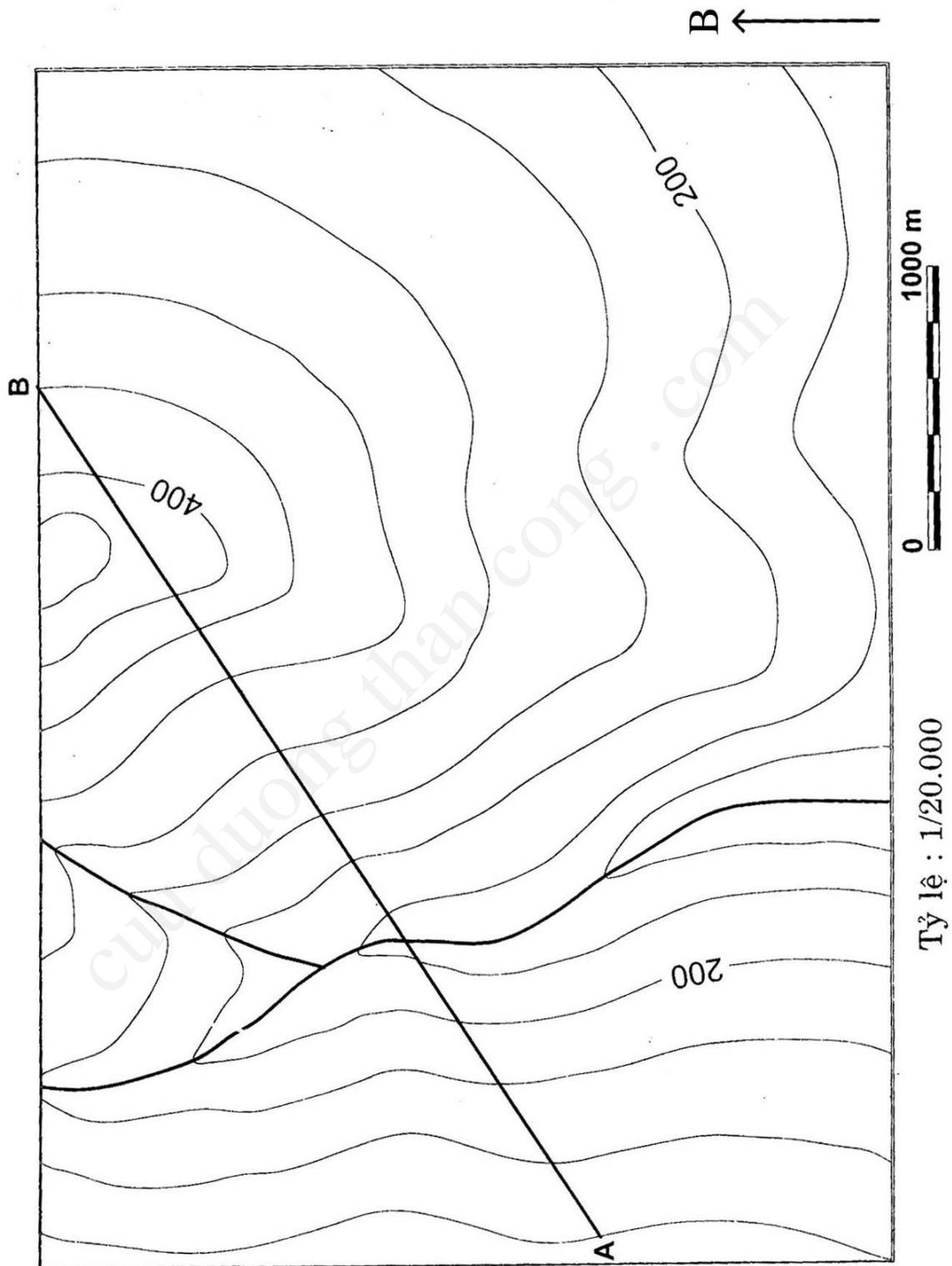
Hãy hoàn tất bản đồ bằng cách vẽ các vòng cao độ, với khoảng cách cao độ là 20m

Hình 4:

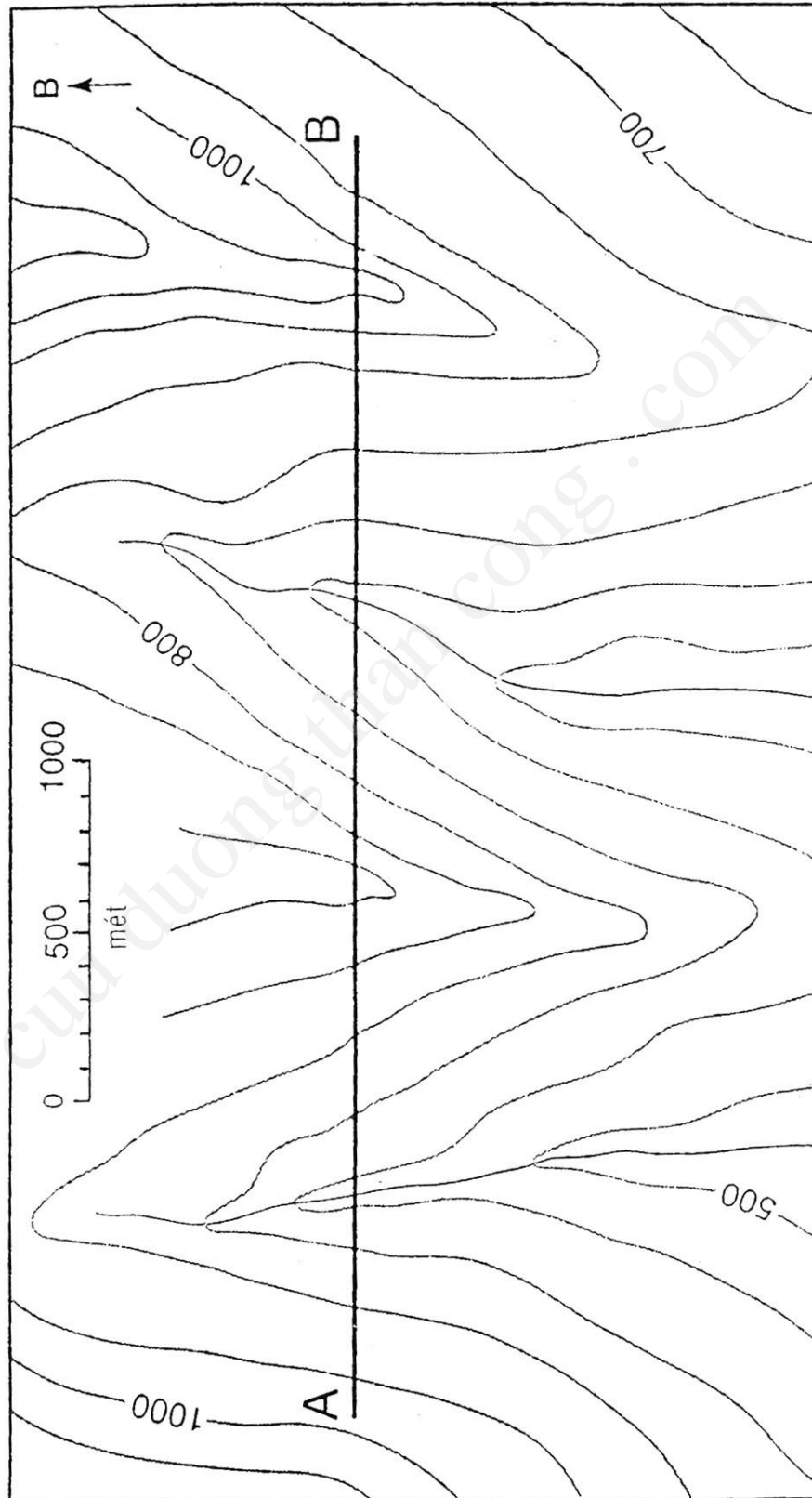




4. Hình 5:



5. Hình 6:



Vẽ mặt cắt địa hình theo đường AB

6. Hình 7 :

Hãy lập mặt cắt địa hình theo đường AB và CD trên bản đồ số 4 với tỷ lệ đứng (tỷ lệ cao) bằng 1/25.000.

## CÁC TÍNH CHẤT CỦA KHOÁNG VẬT

**Khoáng vật** (*Mineral*) là vật thể tự nhiên, vô cơ, rắn, đồng nhất, có thành phần hóa học xác định nhưng không cố định, có tính chất vật lý đặc trưng.

**Chú ý :**

1. Khoáng vật xuất hiện trong thiên nhiên chứ không phải hình thành trong phòng thí nghiệm.
2. Khoáng vật là vật thể vô cơ không chứa Carbon hữu cơ.
3. Thành phần hóa học xác định, có thể cố định hay thay đổi trong một giới hạn nhất định. Một số ion trong khoáng vật có thể được thay thế bằng các ion khác, có kích thước ion tương tự nhưng mức độ thay thế ở đây là có giới hạn.
4. Các tính chất vật lý (độ cứng, cát khai, tỷ trọng....) cố định hoặc thay đổi chút đỉnh (có giới hạn nhất định) tùy theo mức độ thay đổi thành phần hóa học của khoáng vật vừa nêu.

Khi các ion hoặc nguyên tử trong khoáng vật được xếp theo một kiểu hình nhất định và đều đặn, đó là khoáng vật ở trạng thái kết tinh (*crystalline minerals*). Mỗi loại khoáng vật kết tinh có đặc trưng phân bố nguyên tử bên trong riêng, không trùng với bất kỳ khoáng vật nào khác. Ngay cả hai khoáng vật kết tinh có cùng thành phần hóa học, như Pyrit và Marcasit ( $\text{FeS}_2$ ) hay kim cương và than chì (C), thì ở mỗi khoáng vật có sự phân bố nguyên tử hoặc ion bên trong khác nhau.

Có một số ít khoáng vật không có sắp xếp nguyên tử hay ion theo trật tự nhất định, đó là khoáng vật ở trạng thái vô định hình hay vô tinh (*amorphous mineral*) như : Opal, Limonit chẳng hạn.

Có nhiều cách xác định được khoáng vật như : phân tích hóa học, phân tích tia X, quan sát lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực, v.v.... Nhưng ở đây ta sẽ xem xét cách xác định khoáng vật bằng các tính chất vật lý trong phòng thí nghiệm là chủ yếu. Sau đây là các tính chất thường dùng trong phòng thí nghiệm để xác định khoáng vật sơ khởi :

**MÀU:** (*Color*)

Là đặc trưng vật lý dễ thấy nhất của khoáng vật. Màu của khoáng vật tùy thuộc vào loại nguyên tố thành tạo và độ kết chặt của chúng. Đối với khoáng vật màu nhạt, những vết tạp chất (*traces of impurities*) có thể làm đổi màu khoáng vật. Mẫu vật bị phong hóa sẽ có màu khác với màu thật của khoáng vật. Chính vì vậy cần khảo sát màu ở mặt khoáng vật còn tươi.

**ÁNH:** (*Luster*)

Là kiểu phản chiếu ánh sáng trên bề mặt khoáng vật.

Có hai loại ánh chính: ánh kim loại (*metallic luster*) và ánh không kim loại (*nonmetallic luster*). Ánh không kim loại được phân làm nhiều loại:

- Ánh thủy tinh (*vitreous or glassy*) : Fluorit, Thạch anh, Hornblende (*Amphibole*).

Khoáng vật trong suốt và chấn sáng đều có thể có ánh thủy tinh.

- Ánh xà cừ (*pearly*) : Talc, Kyanit.



- Ánh nhựa (*resinous*) : Garnet (Hồng ngọc)
- Ánh đất (*earthy*) : Kaolinit
- Ánh kim cương (*adamantine*) : Mica

Một số khoáng vật như Hematit, Limonit có thể có ánh kim loại hoặc không kim loại tùy mẫu vật cụ thể.

#### **ĐƯỜNG VẠCH** (*Streak*)

Là màu của bột khoáng vật. Lấy mẫu khoáng vật chà lên một bảng sứ trắng để xem màu, màu của bột khoáng vật có thể cùng màu của mẫu vật nhưng thường khác màu hơn :

- Hematit cho bột màu đỏ
- Magnetit cho bột màu đen.

#### **ĐỘ CỨNG** (*Hardness*)

Là kháng sức của bề mặt khoáng vật khi bị cào, mài. Kim cương và than chì là hai khoáng vật có thành phần hóa học như nhau nhưng rất khác biệt nhau về độ cứng - khác biệt này chính là do sự sắp xếp các nguyên tử Carbon trong kim cương và than chì. Độ cứng của khoáng vật tùy thuộc vào kiến trúc của nó.

Độ cứng của khoáng vật này so với khoáng vật khác có thể xác định dễ dàng bằng cách lấy khoáng vật này rạch lên khoáng vật kia, khoáng vật nào cứng hơn sẽ rạch trầy khoáng mềm hơn nó. Trong địa chất, thang độ cứng Mohs được dùng để định độ cứng tương đối của các khoáng vật.

#### **Thang độ cứng Mohs :**

1. Talc (hoạt khoáng)
2. Thạch cao (*Gypsum*)
3. Calcit
4. Fluorit
5. Apatit
6. Orthocla (Feldspar chứa K)
7. Thạch anh (*Quartz*)
8. Topaz
9. Corundum
10. Kim cương (*Diamond*)

Nếu không có các khoáng vật chuẩn của thang độ cứng Mohs để đo độ cứng thì dùng các vật dụng thông thường để định độ cứng khoáng vật :

- Móng tay                2,5
- Đồng tiền              3,0
- Lưỡi dao                5,5
- Thủy tinh (kính)    5,5 - 6,0

#### **Chú ý :**

- \* Khi rạch trầy để thử độ cứng chỉ ấn vừa đủ, không quá mạnh.
- \* Thử độ cứng trên bề mặt khoáng còn tươi, sạch.

\* Chùi sạch để xem rõ đường trầy.

### **CÁT KHAI** (*Cleavage*)

Là một thuộc tính của nhiều khoáng vật để khoáng vật bể, gãy theo những bề mặt phẳng, lóng, gọi là mặt cát khai (*cleavage faces hay cleavage planes*). Đó là những mặt có nối nguyên tử yếu. Cách phân bố hình học của những mặt cát khai gọi là dạng cát khai (*cleavage form*). Cát khai là một biểu hiện của sự sắp xếp của nguyên tử bên trong khoáng vật. Do đó, khoáng vật vô định hình hay vô tinh, không có cát khai, nghĩa là khi vỡ không vỡ theo mặt phẳng.

Mặt cát khai phản chiếu ánh sáng rất mạnh, thường nếu không chú ý, dễ lầm lẫn mặt tinh thể (*crystal face*) với mặt cát khai (*cleavage face*). Do đó, cần quan sát tổng thể cách phân bố hình học của các mặt.

Khoáng vật có thể có 1, 2, 3, 4 hay 6 hướng cát khai nhưng có những khoáng vật không có cát khai. Khoáng vật ở trạng thái vô tinh không có cát khai đã đành, khoáng vật kết tinh cũng có loại không có cát khai. Thí dụ thạch anh là khoáng vật không có cát khai, mặt phẳng lóng thấy được ở thạch anh là mặt tinh thể.

Khi nói đến số cát khai của tinh khoáng là nói số hướng chứ không phải số mặt cát khai. Cùng một hướng có thể có nhiều mặt cát khai.

Cát khai có thể hoàn toàn (*well developed cleavage*) hay không hoàn toàn (*poorly developed cleavage*), mức độ này tùy thuộc vào độ bền của các nối hóa học trong cấu trúc tinh thể của khoáng vật. Mica có cát khai hoàn toàn.

### **MẶT VỠ** (*Fracture*)

Khi khoáng vật bể không theo một chiều hướng nào đặc biệt thì gọi là mặt vỡ. Mặt vỡ không bằng phẳng, không phản chiếu ánh sáng mạnh. Mặt vỡ tròn ốc trứng có vòng đồng tâm thường thấy ở thạch anh. Nhiều khoáng vật vừa có cát khai, vừa có mặt vỡ.

### **DẠNG TINH THỂ** (*Crystal form*)

Khoáng vật kết tinh có hình dạng nhất định. Tinh thể khoáng vật được giới hạn bằng các mặt phẳng, đó là những mặt tinh thể. Các mặt tinh thể được phân bố theo một số dạng hình học nhất định, ứng với từng loại khoáng vật, nên mỗi khoáng vật có dạng tinh thể riêng đặc thù. Mặt tinh thể thường phản chiếu ánh sáng mạnh.

Dạng tinh thể phản ánh sự sắp xếp nguyên tử bên trong khoáng vật. Chỉ có những khoáng vật kết tinh mới có thể phát triển thành tinh thể, còn khoáng vật vô định hình hay vô tinh thì không có tinh thể. Trong thiên nhiên, có nhiều khoáng vật kết tinh không có dạng tinh thể mặc dù có sự sắp xếp các nguyên tử bên trong theo trật tự nhất định. Đó là do các khoáng vật phát triển cùng lúc để thành các tinh thể nên các mặt tinh thể bị biến dạng. Nhưng góc hợp bởi hai mặt tinh thể tự do liền kề nhau là cố định, qui định bởi kiến trúc bên trong của khoáng vật.

Dạng tinh thể là một đặc tính quan trọng để nhận diện khoáng vật ở trạng thái tự do.

### **TỶ TRỌNG HAY TRỌNG LƯỢNG RIÊNG** (*Specific gravity*)

Tỷ trọng của khoáng vật tùy thuộc vào trọng lượng nguyên tử thành tạo khoáng vật và độ kết chặt của các nguyên tử này. Thường khoáng vật tạo đá như thạch anh (*quartz*), feldspar nhẹ hơn khoáng vật kim loại như pyrit (*pyrite*), galen (*galena*).

**TỪ TÍNH** (*Magnetism*)

Một ít khoáng vật có từ tính . Thí dụ : magnetit.

**MÙI** (*Smell*) , **VI** (*Taste*)

Halit (muối ăn) có vị mặn .

Kaolinit (sét cao lanh) có mùi đất

**CẢM GIÁC KHI SỜ VÀO MẪU KHOÁNG** (*The feel*)

Talc (hoạt khoáng) sờ giống xà phòng

Đất sét sờ giống dầu trơn.

**SỦI BỌT VỚI ACID** (*Effervescence*)

Calcit sủi bọt mạnh với acid HCl loãng ở nhiệt độ thường .

Dolomit chỉ sủi bọt với acid HCl khi ở dạng bột và được nung nóng.

**SOC TRÊN MẶT TINH THỂ** (*Striation*)

Một số khoáng vật có mặt tinh thể có dạng sọc như : thạch anh, pyrit, tourmalin, garnet,...

Một số khoáng vật khác trên mặt cắt khai có thể thấy sọc như nhóm Plagioclas.

## BẢNG CÁC KHOÁNG VẬT THƯỜNG GẶP

Tên khoáng	Thành phần hóa học	Màu	Ảnh	Độ cứng	Vết vạch	Cát khai	Dạng tinh thể	Tỷ trọng	Các tính chất khác
THẠCH ANH ( <i>Quartz</i> )	SiO <sub>2</sub>	Không màu, trắng sữa, hồng, vàng, tím ( <i>amethyst</i> ), ám khói	Thủy tinh Nhựa	7		không cát khai, mặt vỡ tròn ốc	Lăng trụ 6 mặt chóp ở 2 đầu. Sọc ngang mặt tinh thể.	2,65	Có trong đá acid
K_FELDSPAR Orthoclase	Silicat Al,K,(KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Không màu, trắng, vàng, lục, xám hồng, hồng, hồng thịt.	Thủy tinh	6 6,5		Hai cát khai tốt, gần thẳng góc	Dạng tấm Dạng que ngắn (trong đá acid)	2,57	
Na_Ca FELDSPAR Plagioclase	Silicat Al,Na,Ca	Không màu, trắng, xám, xám xanh.	Thủy tinh Xà cừ	6 6,5		Hai cát khai tốt, hơi xiên góc 86° /94°	Dạng tấm, Dạng que dài (đá trung tính -bazơ)	2,62 2,76	Có sọc trên mặt cát khai
MICA - mica trắng ( <i>Muscovite</i> ) - mica đen ( <i>Biotite</i> )	Silicat Al, K/Mg, Fe ngậm nước	Không màu, đen, nâu, lục sậm	Kim cương Xà cừ	2-2,5 2,5-3		Một cát khai hoàn toàn. Dễ tách lá mỏng	Dạng tấm 6 cạnh	2,76 2,88 2,8 3,2	
AMPHIBOL ( <i>Amphibole</i> ) Hornblend ( <i>Hornblende</i> )	Silicat Al, Fe, Mg, Ca, Na	Lục sậm, đen	Thủy tinh	5 6		Hai cát khai khá tốt, xiên góc 56° / 124°	Tinh thể lăng trụ dài. Mặt cắt ngang hình 6 cạnh	3 3,4	
PYROXEN ( <i>Pyroxene</i> ) - Augit ( <i>Augite</i> )	Silicat Al, Fe, Mg, Ca	Lục sậm, đen	Thủy tinh mờ (dull)	5 6		Hai cát khai không hoàn toàn, gần thẳng góc 87° /93°	Tinh thể lăng trụ ngắn. Mặt cắt ngang hình 4 hoặc 6 cạnh	3,2 3,4	



**TÀI LIỆU THỰC TẬP MÔN KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - 2010**

OLIVIN ( <i>Olivine</i> )	Silicat Mg, Fe, [(Mg,Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> ]	Lục, vàng, nâu	Thủy tinh	6,5 7		Cát khai xấu, thường có mặt vỡ tròn ốc	Hạt nhỏ kết khối, khó quan sát	3,27 3,37	Có trong đá bazan
CALCIT (Calcite)	CaCO <sub>3</sub>	Không màu, trắng, đen, vàng, hồng ...	Thủy tinh, mờ (dull)	3		Ba hướng cát khai hoàn toàn	Ít thấy	2,71	Sủi bọt mạnh với HCl loãng ở nhiệt độ thường
TALC	Silicat Mg ngậm nước [Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	Lục tảo, xám, trắng, trắng bạc	Xa cừ    mờ	1		Một hướng cát khai tốt	Khoáng vật thứ sinh, dạng giả hình	2,7 2,8	
THẠCH CAO (Gypsum)	CaSO <sub>4</sub> .2 H <sub>2</sub> O	Không màu, trắng, xám	Thủy tinh, xa cừ, tơ	2		Một hướng cát khai hoàn toàn	Dạng sợi Dạng hạt kết khối Dạng tấm : -hoa hồng -song tinh mũi giáo	2,32	
FLUORIT (Fluorite)	CaF <sub>2</sub>	Thay đổi : lục nhạt, vàng, lục, xanh, tím, trắng, hồng.	Thủy tinh	4		Cát khai bát diện	Tinh thể lập phương	3,18	
APATIT (Apatite)	Phosphat Ca F Cl [Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (FCIOH)]	Lục, nâu, xanh, tím, không màu	Thủy tinh, nhựa	5		Cát khai xấu	Tinh thể dài , tấm Hạt kết khối	3,15 3,2	
TOPAZ (Topaz)	Al <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> (F.OH) <sub>2</sub>	Không màu, vàng, hồng, lục, xanh	Thủy tinh	8		Cát khai hoàn toàn	Lăng trụ chóp nhọn của đỉnh bằng	3,4 3,5	

**TÀI LIỆU THỰC TẬP MÔN KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - 2010**

CORUNDUM -Ruby Saphia (Sapphire)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> có Cr có Fe, Ti	Không màu, Hồng, đỏ, Xanh	Kim cương thủy tinh	9		Giả cát khai (parting) theo nhiều hướng	Dạng tấm, dạng lăng trụ	4,02	
Nhóm GARNET	Silicat Al, Mg, Mn, Ca, Fe, Cr	Đỏ, nâu, vàng, lục, đen	Thủy tinh, nhựa	6,5 7,5		Không cát khai	Tinh thể 12,24 mặt Dạng khối, dạng kết khối	3,5 4,3	
STAUROLIT (Staurolite)	Silicat Al, Fe ngậm nước	Nâu đỏ, nâu đen	Nhựa, thủy tinh, mờ, đất	7 7,5		Không cát khai (cát khai rất xấu)	Tinh thể hình trụ Song tinh thập tự	3,65 3,75	Song tinh thập tự
ASBEST (amiăng) (Asbestos)	Silicat Mg ngậm nước	Lục sáng, lục đậm	Xa cừ, tơ	3 5		Tách dạng sợi	Khoáng vật thứ sinh	2,5 2,6	Không cháy và dẫn điện
TOURMALIN (Tourmaline)	Silicat Mg, Li, Al, Na, Ca, Fe, Mn, ngậm nước	Thay đổi tùy thành phần hóa học: đen, lục, đỏ hồng, xanh, không màu	Thủy tinh, nhựa	7 7,5		Không cát khai, mặt vỡ tròn ốc	Tinh thể trụ: có mặt cắt 3 cạnh bị vạt góc. mặt tinh thể: sọc dọc	3 3,25	
KYANIT (Kyanite hay còn gọi là Disthène)	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	Xanh: xanh trắng, xám, lục	Thủy tinh, xa cừ	5 7		Một hướng cát khai hoàn toàn	Dạng tấm dẹp dài xếp song song nhau	3,55 3,66	
HALIT (muối ăn) (Halite)	NaCl	Trắng: ứng màu hồng xám		1 2,5		Cát khai lập phương, hoàn toàn	Lập phương Khối vuông mặt trùng	2,16	Vị mặn
DOLOMIT (Dolomite)	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Trắng, hồng tươi, lục nhạt, nâu đen	Thủy tinh, xa cừ	3,5 4		Cát khai hoàn toàn	Hạt kết khối khó quan sát	2,85	Không sủi bọt với HCl loãng ở t <sub>0</sub> thường

**TÀI LIỆU THỰC TẬP MÔN KHOA HỌC TRÁI ĐẤT - 2010**

PYRIT (vàng găm) (Pyrite)	FeS <sub>2</sub>	Vàng nhạt	Kim loại	6 6,5	xám đen	Không cát khai	Dạng lập phương, Khối biến dạng từ khối lập phương, khối có 12 mặt ngũ giác Có sọc trên mặt tinh thể	5,02	
MAGNETIT (Magnetite)	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Xám	Kim loại	6	Đen	Không cát khai		5,18	Từ tính mạnh
HEMATIT (Hematite)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Xám đỏ, nâu đỏ xám đen, đen	Kim loại, đất	2 6,5	Đỏ	Không cát khai		5,26	
LIMONIT (Limonite)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . n H <sub>2</sub> O	Vàng, nâu vàng	Đất	1 5,5	Nâu vàng	Không cát khai		3,6 4	
GALEN (Galena)	PbS	Xám chì	Kim loại	2,5	xám chì	Cát khai lập phương	Tinh thể lập phương	7,4 7,6	Mạch thạch anh có chứa :
SPHALERIT (Sphalerite)	ZnS	Nâu vàng	Thủy tinh, nhựa	3,5 4	-Vàng nâu, không màu	Dễ tách theo cát khai		3,9 4,1	-Galene --Sphalerite

## THẠCH HỌC

Vỏ trái đất cấu tạo bằng đá (nham thạch). Đá là tập hợp của một hay nhiều khoáng vật. Dựa vào nguồn gốc thành tạo, đá được chia thành ba nhóm chính :

1. Đá magma hay đá hỏa lập (*Igneous rocks*) được thành tạo từ sự đông nguội của vật liệu nóng lỏng của nguyên dung chất (còn gọi là *magma*) khi len vào vỏ trái đất hay khi phun trào ra ngoài mặt đất (thì được gọi là dung nham hay lava).

2. Đá trầm tích (*Sedimentary rocks*) được thành tạo từ các vật liệu tích tụ rồi hóa cứng. Các vật liệu này có thể là sản phẩm phong hóa (*products of weathering*), sản phẩm của quá trình mài mòn, xâm thực các đá có trước, là cốt bộ, xác bã của sinh vật hay là các chất trầm tủa hóa học.

3. Đá biến chất (*Metamorphic rocks*) được thành tạo từ sự tái kết tinh ở trạng thái rắn (*in the solid state*) các đá có trước (là các đá hỏa lập, trầm tích, biến chất có trước).

Tất cả các nhóm đá đều có những chi tiết quan sát được, thể hiện được nguồn gốc thành tạo. Đó là những tính chất và những đặc trưng về cấu thể, thành phần khoáng vật và đôi khi cả màu sắc .

## ĐÁ HỎA LẬP hay ĐÁ MAGMA (IGNEOUS ROCKS)

Vỏ trái đất cấu tạo chủ yếu bằng đá magma hay còn gọi là đá hỏa lập (90% thể tích). Chúng có thể lộ ra ngoài mặt đất hay nằm dưới một lớp phủ mỏng của đá khác. Đá magma (đá hỏa lập) được nhận diện chủ yếu bằng :

- Cấu thể (*texture*)
- Các khoáng vật chiếm ưu thế hay thành phần khoáng chủ yếu (*main composition*)
- Màu sắc (*color*).

### CẤU THỂ : (*Textures*)

Cấu thể của đá magma (đá hỏa lập) định theo kích thước trung bình của các hạt khoáng vật. Kích thước hạt xác định môi trường lúc đá đông nguội. Các kiểu môi trường thành tạo đá magma được phân theo các kiểu cấu thể : hạt, vi hạt, thủy tinh, vân ban.

Cấu thể hạt (*granular*) hay hạt thô (*coarse grained, phaneritic*). Đây là cấu thể mà các hạt khoáng vật chủ yếu có thể quan sát được bằng mắt thường (*naked eyes*), thường cùng kích thước (*equigranular*) trên một mẫu. Hạt độ thay đổi tùy mẫu đá nhưng thông thường hạt có kích thước ngang độ 1cm trở lại. Cấu thể hạt là kết quả của sự đông nguội chậm của magma, chậm đủ để các ion, các nguyên tử nối kết nhau để tạo ra khoáng vật và để khoáng vật lớn lên. Điều kiện đông nguội này thường chỉ xảy ra khi khối magma to lớn đông nguội lúc xâm nhập vào trong vỏ trái đất .

Nếu đa số các hạt khoáng vật chủ yếu trong đá có kích thước lớn hơn 1cm ngang thì cấu thể này được gọi là thể kết chằng hay pegmatic (*pegmatitic*), đây là một biến thể của cấu thể hạt. Trong thể kết chằng tiêu biểu thì các khoáng vật chủ yếu có kích thước từ vài centimet đến vài decimet còn



các khoáng vật phụ thì hạt có thể nhỏ hơn rất nhiều. Những đá có cấu thể thật thô này, phần lớn do khí hơi trong magma tạo ra hơn là do sự đông nguội chậm của magma.

Cấu thể kết chằng (hay pegmatic) này thường thấy ở các đai (*dikes*), mạch (*veins*) của các loại đá khác nhau.

Cấu thể vi hạt (*aphanitic*) hay hạt mịn (*fine grained*). Đây là cấu thể mà các hạt khoáng vật thường quá nhỏ để có thể quan sát được bằng mắt thường, nhưng có thể quan sát được dưới kính hiển vi. Cấu thể vi hạt là kết quả của sự đông nguội vật liệu nóng lỏng tương đối nhanh. Cấu thể vi hạt là đặc trưng của đá thuộc phần nằm giữa của dòng chảy dung nham (hay lava), và các thể xâm nhập magma nhỏ nằm sát mặt đất.

Cấu thể thủy tinh (*glassy*) : Với cấu thể này không tìm thấy được hạt khoáng vật nào trong mẫu đá, dù xem dưới kính hiển vi. Đây là kết quả của sự đông nguội quá nhanh, không đủ thời gian để hình thành các hạt khoáng vật. Mặt trên và mặt đáy dòng chảy dung nham núi lửa (*lava flows*) và các sản phẩm bắn tung lên của núi lửa đều thấy cấu thể này.

Cấu thể vân ban hay cấu thể porphy (porphyritic) : Đặc trưng của cấu thể này gồm hai loại hạt có kích thước khác nhau. Cấu thể dị hạt này là kết quả của sự thay đổi môi trường đông nguội của magma. Loại hạt thô, to, thành tạo trong giai đoạn đầu đông nguội chậm nằm sâu trong vỏ trái đất. Loại hạt nhuyễn, mịn, thành lập về sau do magma xâm nhập vào vỏ quả đất ở cạn, gần mặt đất hơn hay phun trào ra bên ngoài mặt đất thành dung nham (*lava*) nên đông nguội nhanh hơn. Loại hạt nhuyễn đôi khi có lẫn thủy tinh tạo nên hồ trám (*matrix*) làm khối nền (*ground mass*) của đá, còn những hạt thô hơn bị hồ bao bọc xung quanh, gọi là khổng tinh (*phenocrysts*) hay khổng khoáng, nằm rời rạc nhau. Hầu hết các đá mịn hạt đều ít nhiều có cấu thể vân ban này.

#### **KHOÁNG VẬT CỦA ĐÁ MAGMA (Đá hỏa lập)**

**1. Feldspar** : Hầu hết đá magma (đá hỏa lập) đều chứa Feldspar đến 50%, 60%. Dựa vào loại Feldspar hiện diện trong đá, người ta phân loại các đá :

\* Nhóm Feldspar sáng màu (*light-colored feldspar*) :

Trong đó thường là :

- Feldspar chứa K (*Potassium Feldspar*) như Orthoclase (*Orthoclase*).
- Feldspar giàu Na (*Sodic Feldspar*) hay còn gọi là Feldspar nhóm Plagioclase sáng màu (*light-colored Plagioclase feldspar* hay *Sodic Plagioclase*).

\* Nhóm Feldspar sẫm màu (*dark-colored feldspar*). Trong đó thường là Feldspar giàu Ca (*Calcic Plagioclase*) hay còn gọi là Feldspar nhóm Plagioclase sẫm màu (*dark-colored Plagioclase Feldspar* hay *Calcic Plagioclase*).

**2. Pyroxen** (*Pyroxenes*) và Amphibol (*Amphiboles*) : là những khoáng vật màu, có ít trong đá sáng màu, nhưng có rất nhiều trong đá sẫm màu.

- Amphibol thường gặp là Hornblend (*Hornblende*)
- Pyroxen thường gặp là Augit (*Augite*)

**3. Thạch anh** (*Quartz*) : Trong đá magma (đá hỏa lập), thạch anh có sắc xám và thường có ánh mờ. Hạt thạch anh tuy có phản chiếu ánh sáng nhưng vì khoáng vật này không có cát khai nên không thấy chói như các hạt feldspar. Thạch anh chỉ có trong đá magma sáng màu.

**4. Mica** : Xuất hiện dạng vảy, có cát khai tốt, dễ tách lá. Mica có thể không màu gọi là mica trắng (*Muscovite*) hay có màu nâu đen gọi là mica đen (*Biotite*).

**5. Olivin (Olivine)** : Thường gặp dạng hạt kết khối trong các đá basalt đen, đặc sít. Olivin dễ nhận nhờ màu xanh ô-liu.

Mỗi loại đá đặc trưng bởi tập hợp khoáng vật riêng. Các khoáng vật này gọi là khoáng vật chủ yếu (*essential minerals*) vì nó được dùng để định tên đá. Còn nếu sự hiện diện của chúng không ảnh hưởng đến sự phân định tên đá thì gọi chúng là khoáng vật phụ (*accessory minerals*). Thí dụ khoáng vật chủ yếu của granit là feldspar sáng màu và thạch anh, còn mica và amphibol là khoáng vật phụ.

**MÀU CỦA ĐÁ MAGMA** (Đá hỏa lập)

Màu của đá magma (đá hỏa lập) bị chi phối bởi màu của các khoáng vật chủ yếu tạo nên đá:

- Đá chứa feldspar sáng màu (Feldspar chứa K và Plagioclas giàu Na) thì sáng màu.
- Đá chứa feldspar sậm màu (Plagioclas giàu Ca) thì sậm màu.

**PHÂN LOẠI ĐÁ MAGMA** (Đá hỏa lập) (*Bảng 1 & 2*)

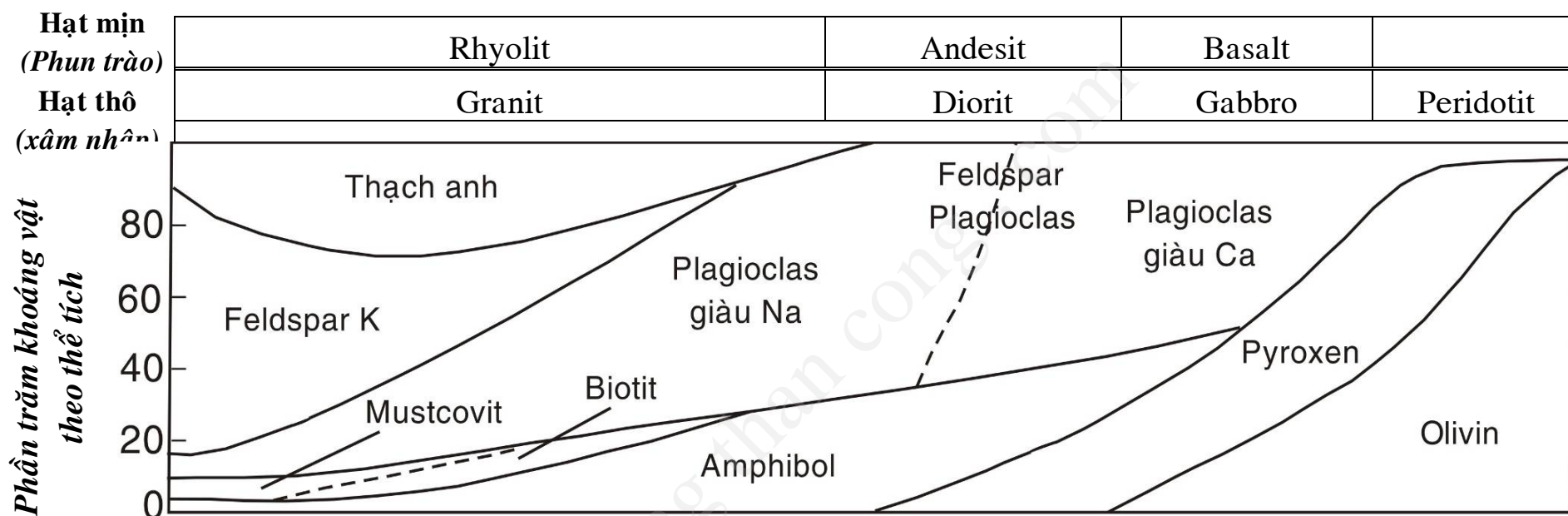
Phân loại đá magma (đá hỏa lập) dựa trên hai tiêu chuẩn :

- 1- Thành phần khoáng vật của đá.
- 2- Cấu thể (*texture*) của đá (hạt độ)

**Bảng 1 : BẢNG PHÂN LOẠI ĐÁ MAGMA**

	(1)	(2)	(3)
<b>Thành phần khoáng vật</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orthocla &gt; Plagioclas</li> <li>- Thạch anh</li> <li>- Mica (biotit)</li> <li>- Amphibol (hornblend)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plagioclas giàu Na (feldspar andesin chiếm ưu thế)</li> <li>- Có ít / không có thạch anh</li> <li>- Amphibol (hornblend), mica (biotit), pyroxen (augit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plagioclas giàu Ca ưu thế</li> <li>- Pyroxen (augit)</li> <li>- Không có thạch anh</li> <li>- Quặng sắt</li> <li>- Có thể có Olivin</li> </ul>
<b>Cấu thể hay hạt độ (texture)</b>			
	<b>Họ GRANIT</b> (Họ đá Hoa cương)	<b>Họ DIORIT</b> (Họ đá Hàm lục)	<b>Họ GABBRO</b> (Họ đá Trọng lap)
- Pegmatic (hạt thật thô)(kết chằng)	Đá Granit pegmatit		
- Hạt to đều (phaneritic)	Đá Granit (Granite)	Đá Diorit (Diorite)	Đá Gabro (Gabbro)
- Porphy (vân ban) : nền hạt to đều có khổng khoáng	Đá Granit porphy		
- Vi hạt đều	Đá Rhyolit (Rhyolite) (Đá Lưu vân)	Đá Andesit (Andesite) (Đá An sơn)	Đá Basalt (Đá Huyền vũ)
- Nền vi hạt có khổng khoáng: porphy (vân ban)	Đá Rhyolit porphy	Đá Andesit porphy	
- Thủy tinh: * Đặc sít (compact glass) * Hang lỗ (porous)	Đá thủy tinh (Obsidian) Đá bọt – đá nổi (pumice)		Xỉ núi lửa

	(1)	(2)	(3)
<b>Thành phần khoáng vật</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orthocla chủ yếu</li> <li>- Không có thạch anh</li> <li>- Mica (biotit), amphibol (hornblend)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Orthocla &lt; Plagioclas Na</li> <li>- Có thạch anh</li> <li>- Amphibol (hornblend), mica (biotit), pyroxen (augit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Không có feldspar</li> <li>- Không có thạch anh</li> <li>- Pyroxen (augit), quặng Fe</li> <li>- Olivin</li> </ul>
<b>Cấu thể hay hạt độ (texture)</b>			
	<b>Họ SYENIT</b> (Syenite)	<b>Họ GRANODIORIT</b> (Granodiorite)	<b>SIÊU MAFIC</b> (Ultramatic)
Hạt đều (equigranular)	Đá Syenit (Syenite)	Đá Granodiorit (Granodiorite)	Đá Pyroxenit (Pyroxenite) Đá Peridotit (Peridotite)
Vi hạt (aphanitic)	Đá Trachyt (Trachyte)	Đá Rhyodacit (Rhyodacite)	Đá Dolerit (Dolerite), Đá Diabaz

**Bảng 2: PHÂN LOẠI ĐÁ MAGMA**

Sialic hay Acid	Trung tính	Mafic	Siêu mafic
→	Màu của đá đậm dần	→	
←	Silica tăng	←	
←	Na và K tăng	←	
→	Ca, Fe và Mg tăng	→	



## ĐÁ TRẦM TÍCH (SEDIMENTARY ROCKS)

Vật liệu trầm tích (*sediments*) tích tụ trên bề mặt đất, trên đất liền, dưới nước, được hóa dẻo rồi ciment hóa cứng thành đá trầm tích. Đặc điểm của đá trầm tích là có kiến trúc tầng tích (*stratified structure*) hay kiến trúc lớp (*layered structure*). Phần lớn đá trầm tích được thành tạo từ các mảnh vụn phong hóa (*weathered debris*), thường các hạt là mảnh vụn thạch anh (có thể thấy rõ ở đá thô hạt).

Nguồn gốc thành tạo đá trầm tích có thể là do :

- Tích tụ khoáng vật và mảnh vụn đá rồi biến đổi thành đá trầm tích (đá trầm tích lưu tính).
- Tích tụ vật liệu nguồn gốc hữu cơ rồi biến đổi thành đá trầm tích (đá trầm tích hữu cơ).
- Trầm tủa hóa học kết tụ lại thành đá trầm tích (đá trầm tích hóa học).

### I. Đá mảnh vụn hay đá lưu tính (*fragmental rocks, detrital rocks*). (Bảng 3)

Đá mảnh vụn được thành tạo từ đá gốc bị phong hóa thành mảnh vụn, được gió, nước, vận chuyển và phân tán đi, sau đó tích tụ lại, hóa dẻo rồi hóa xi măng thành đá cứng. Đá mảnh vụn được phân loại theo hạt độ (kích thước hạt).

Cuội kết (*conglomerate*) : Hạt tròn cạnh, lớn hơn 2mm.

Dăm kết (*breccia*) : Hạt là những mảnh vỡ có góc cạnh, lớn hơn 2mm.

Cát kết hay sa thạch (*sandstone*) : Kích thước hạt từ 1/16 đến 2mm, sờ nhám tay; thường là hạt thạch anh; màu sắc khác nhau.

Bùn kết, sét kết (*shale*) : hạt nhỏ hơn 1/16mm; dễ tách theo mặt lớp song song thành miếng đẹp; màu sắc có thể là đen, xám, lục, đỏ.

### II. Đá hữu cơ và hóa học (*chemical and organic rocks*) (Bảng 4)

Nhóm đá này phân loại theo thành phần hóa học của đá :

#### 1. Đá chứa vôi ( $\text{CaCO}_3$ )

- Đá vôi (*Limestone*)

+ Đá vôi vỏ sinh vật [ Thí dụ: đá vôi vỏ sò ốc (*mollusca*), san hô (*coelenterata*), thạch liên (*echinodermata*), trùng tiền, trùng lỗ,...(*protozoa*)].

+ Đá vôi in (sét vôi).

+ Đá vôi trứng cá (*oolites*), đá vôi hạt đậu (*pisolites*).

+ Travertin (đá vôi nước ngọt).

+ Thạch nhũ.

- Đá vôi magne hay dolomit

#### 2. Đá Silic ( $\text{SiO}_2$ )

- Đá cát

- Đá silic sinh vật : Diatomit chứa vỏ khuê tảo (tảo *diatomée*).

- Đá lửa (*chert*).

#### 3. Đá chứa sắt (Fe)

Sắt trầm hiện dưới dạng :

- Carbonat : Siderit ( $\text{FeCO}_3$ )
- Silicat : Chamosit, Glauconit.
- Oxid, Hydroxid : Limonit, Hematit.
- Sulfur : Pyrit.

**4. Đá chứa nhôm (Al)**

- Laterit : Hydroxid Fe-Al
- Bauxit : Hydroxid Al

**5. Đá chứa phosphat : Phosphorit**

**6. Đá chứa chất cháy :**

- Than : than bùn (*peat*), than nâu (*lignite*), than gầy (*bituminous coal*), than mỡ (*anthracite coal*).

**Bảng 3:**  
**PHÂN LOẠI ĐÁ TRẦM TÍCH THEO HẠT ĐỘ**

<b>Hạt to</b> ( $d > 2\text{mm}$ )	<b>Psephites:</b> * cuội kết ( <i>Conglomerate</i> ) * dăm kết ( <i>Breccia</i> )
<b>Hạt vừa</b> ( $1/16\text{mm} < d < 2\text{mm}$ )	<b>Psammite:</b> cát kết ( <i>sandstone</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>Graywake (cát kết mảnh đá)</li> <li>Arkose (cát kết feldspar)</li> </ul>
<b>Hạt mịn</b> ( $d < 1/16\text{mm}$ )	<b>Pelites:</b> * Đá bùn ( <i>shale</i> ) * Đá sét (phiến sét): <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Argillaceous</i></li> <li><i>Shale</i></li> <li><i>Mudstone</i></li> <li><i>Siltstone</i></li> </ul>

**Bảng 4**  
**PHÂN LOẠI ĐÁ TRẦM TÍCH THEO THÀNH PHẦN HÓA HỌC**

<b>Đá chứa vôi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Đá vôi vỏ sinh vật: đá vôi vỏ sò ốc (<i>Mollusca</i>) tảo (<i>Algae</i>), san hô (<i>Coelenterata</i>), huệ biển, cầu gai (<i>Echinodermata</i>), trùng tiền, trùng lỗ (<i>Protozoa</i>).</li> <li>Đá vôi in (sét vôi), đá vôi trứng cá (<i>oolite</i>), hạt đậu (<i>pisolites</i>)</li> <li>Travertine: đá vôi nước ngọt</li> <li>Thạch nhũ</li> <li>Dolomite (đá vôi Mg)</li> </ul>
<b>Đá chứa silic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Đá cát thạch anh</li> <li>Đá silic sinh vật: diatomit, radiolarit</li> <li>Đá lửa: chert, flint</li> </ul>
<b>Đá chứa Fe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Màu đỏ: Fe trầm hiện dưới dạng carbonat (<i>Siderite</i>)</li> <li>Nếu nhiều màu đen: dạng silicat (<i>chartmosite</i>, <i>glauconite</i>)</li> <li>Nặng: dạng oxid – hydroxid (<i>limonite</i>, <i>hematite</i>), dạng sulfur (<i>pyrite</i>)</li> </ul>
<b>Đá chứa Al</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laterit: hydroxid Fe – Al</li> <li>Bauxit: bauxit, hydroxid Fe – Al, Al</li> </ul>
<b>Đá chứa phosphat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Phosphorit: copolit – xương động vật</li> </ul>
<b>Đá nước mặn</b> (đá bốc hơi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Đá muối: NaCl, KCl</li> <li>Đá thạch cao</li> </ul>
<b>Đá chứa chất cháy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Than đá: than bùn (<i>peat</i>), than nâu (<i>lignit</i>), than gầy (<i>bitum</i>), than đá – than mỡ (<i>anthracite</i>)</li> <li>Dầu thô</li> </ul>

## ĐÁ BIẾN CHẤT (METAMORPHIC ROCKS)

Đá rắn, dưới ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất và hoạt động hóa học đã bị biến đổi về cấu thể (*texture*) và khoáng vật, thành đá biến chất. Các đá nằm lộ ra trên mặt và gần mặt đất bị biến đổi ở điều kiện của các quá trình ngoại lực, là đá bị phong hóa (*weathered rock*) không được xếp vào đá biến chất. Đá magma, đá trầm tích có thể bị biến chất và đá có thể bị biến chất nhiều lượt.

Tác nhân gây ra biến chất là :

1. Thay đổi nhiệt độ (theo chiều hướng tăng nhiệt độ).
2. Thay đổi áp suất (theo chiều hướng tăng áp suất).
3. Sự hiện diện của dung dịch hóa học hoạt tính .

Mức độ biến chất tùy thuộc vào mức độ ảnh hưởng của các tác nhân này và khoảng thời gian bị biến chất.

Gia tăng nhiệt độ, do đá nằm sâu hay nằm cận các thể magma xâm nhập, sẽ làm đá có trước tái kết tinh (*recrystallization*). Sự tái kết tinh bao gồm sự sắp xếp lại các nguyên tố trong các khoáng vật có sẵn trong đá, tạo nên các khoáng vật hoàn toàn mới hay làm cho các hạt khoáng vật đã có trước lớn thêm ra. Gia tăng áp suất thường làm thay đổi kiến trúc và cấu thể của đá có trước. Sự hiện diện của dung dịch hóa học hoạt tính gây nên quá trình tái kết tinh và có thể làm thay đổi một phần hay toàn bộ tính chất hóa học của đá.

### CẤU THỂ ĐÁ BIẾN CHẤT

Đá biến chất có cấu thể khối (*massive*) thường đều hạt (*equigranular*) là kết quả của sự tái kết tinh trong điều kiện biến chất do nhiệt độ (biến chất tiếp xúc). Cấu thể khối thấy ở các đá bị biến đổi trong điều kiện tăng nhiệt và đẳng áp.

Trong biến chất khu vực (*regional metamorphism*), nhiệt độ tăng nhưng áp lực không đều, các khoáng vật có dạng que dài, dạng tấm dẹp như Amphibol, Mica có khuynh hướng xếp chiều dài của chúng thẳng góc với hướng áp lực mạnh nhất. Do đó đá biến chất có thể có cấu thể gờ-nai (*gneissose texture*) hay cấu thể phiến, dạng lá (*schistose texture*). Tùy thuộc vào khoáng vật chứa trong đá mà chúng có cấu thể biến chuyển từ phiến sang gờ-nai hay ngược lại.

### KHOÁNG VẬT CỦA ĐÁ BIẾN CHẤT

Các khoáng vật tạo đá chính như feldspar, pyroxen, amphibol, mica, thạch anh (*quartz*) đều gặp trong đá biến chất. Ngoài ra, các khoáng vật như garnet, thạch tín khoáng (*staurolite*), kyanite (còn được gọi là *disthène*) là những khoáng vật đặc trưng của đá biến chất. Sự hình thành các khoáng vật mới trong quá trình biến chất, có thể là do sự sắp xếp lại các nguyên tố của khoáng vật có trước hoặc kể cả sự thêm vào hoặc bớt ra một số nguyên tố.

### PHÂN LOẠI ĐÁ BIẾN CHẤT TRÊN MẪU VẬT QUAN SÁT (Bảng 5)

\* Dạng khối :

- Đá hoa (*Marble*) : do đá vôi tái kết tinh, các hạt calcit cài vào nhau; có thể thấy được cát khai ở các hạt calcit này; nhiều màu; có vân hoặc đốm do nhiễm tạp chất.

- Quartzit (*Quartzite*) : do đá cát (cát kết) tái kết tinh, các hạt thạch anh cài vào nhau; mặt vỡ của đá thường cắt ngang qua các hạt chứ không bọc vòng quanh các hạt như ở trường hợp cát kết; có nhiều màu khác nhau.

\* Dạng dây

a/. Cấu thể phiến (*schistose texture*)

- Đá phiến (*schist*) : thấy phiến, khoáng vật vảy tách lá. Có nhiều loại : Micaschist, Micaschist có garnet. Có thể do đá sét (*argillaceous rock*) biến chất tạo ra.

- Đá bản, thạch bản (*Slate - Ardoise*) : Đá bùn, bột kết biến chất. Đá phân phiến rõ. Phương của phiến có thể trùng hoặc không trùng với phương của lớp. Màu sắc thay đổi : xám, đen, đỏ, lục, tím.

b/. Cấu thể gờ-nai (*Gneissose texture*) : Dạng băng, dây với khoáng vật sáng màu (thạch anh, feldspar) và khoáng vật màu (amphibol, biotit). Thành phần khoáng vật tương tự đá magma và đá trầm tích trước đó.

**Bảng 5: PHÂN LOẠI ĐÁ BIẾN CHẤT**

<b>THẠCH BẢN</b> ( <i>slate</i> )	<b>ĐÁ PHIẾN</b> ( <i>Phyllite</i> )	<b>ĐÁ PHIẾN</b> ( <i>Schist</i> )	<b>ĐÁ GỜ NAI</b> ( <i>Gneiss</i> )	<b>ĐÁ THẠCH ANH</b> ( <i>Quartzite</i> )	<b>ĐÁ HOA</b> ( <i>Marble</i> )
Biến chất từ đá hạt mịn	Biến chất từ đá hạt mịn	Biến chất từ đá hạt mịn	Biến chất từ các đá: magma, trầm tích, biến chất yếu	Biến chất từ đá cát ( <i>sandstone</i> ), cát kết thạch anh	Biến chất từ đá vôi, đá vôi Mg
Hạt mịn (1) đều hạt - Dạng vảy: mica. - Dạng hạt: thạch anh. - Mắt trần không nhìn thấy được. - Màu xám đến đen, đỏ, lục.	Hạt mịn (2) thô hơn (1) - Dạng vảy: mica. - Dạng hạt: thạch anh. - Mắt trần không nhìn thấy được.	Hạt vừa, thô, mắt trần thấy được - Dạng vảy: mica - Dạng hạt: thạch anh, feldspar.	Hạt vừa, thô, quan sát được, khoáng vật xếp dạng dây, băng xen kẽ. - Dây đậm màu: biotit (mica đen), hornblend (amphibol). - Dây nhạt màu: feldspar, thạch anh.	Hạt thạch anh kết liền nhau. Đá vỡ, hạt thạch anh vỡ đôi theo mặt vỡ của đá (khác với đá cát, khi vỡ sẽ vỡ vòng quanh hạt thạch anh). Màu sắc thay đổi.	Hạt calcit kết liền nhau. Hạt to thấy rõ mặt cát khai. Màu sắc thay đổi do tạp chất.
Tách phiến mỏng song song, mặt vỡ phẳng, có ánh mờ đục. Nhìn ngang thấy rõ phiến.	Tách phiến mỏng song song, mặt vỡ tương đối phẳng, lấp lánh. Đá bị nhàu nát. Nhìn ngang thấy rõ phiến.	Tách phiến, mặt vỡ xù xì, chói sáng. Nhìn ngang thấy rõ phiến.	Không tách phiến theo các dây khoáng vật được.		
Dùng móng tay búng vào đá nghe tiếng rất thanh.		Gọi tên: - Gọi tên đá kèm tên khoáng vật chiếm ưu thế. Ví dụ: Micaschist. - Và tên khoáng vật biến chất. Ví dụ: micaschist chứa garnet	Gọi tên: - nếu biết rõ đá gốc, gọi tên đá gốc. Ví dụ: granit gờ nai ( <i>granite gneiss</i> ). - Nếu không, gọi tên đá kèm tên khoáng vật chiếm ưu thế. Ví dụ: gờ nai biotit ( <i>biotite gneiss</i> )		



## PHẠM VI ĐỊA CHẤT CỦA SINH VẬT (GEOLOGICAL RANGE OF ORGANISM)

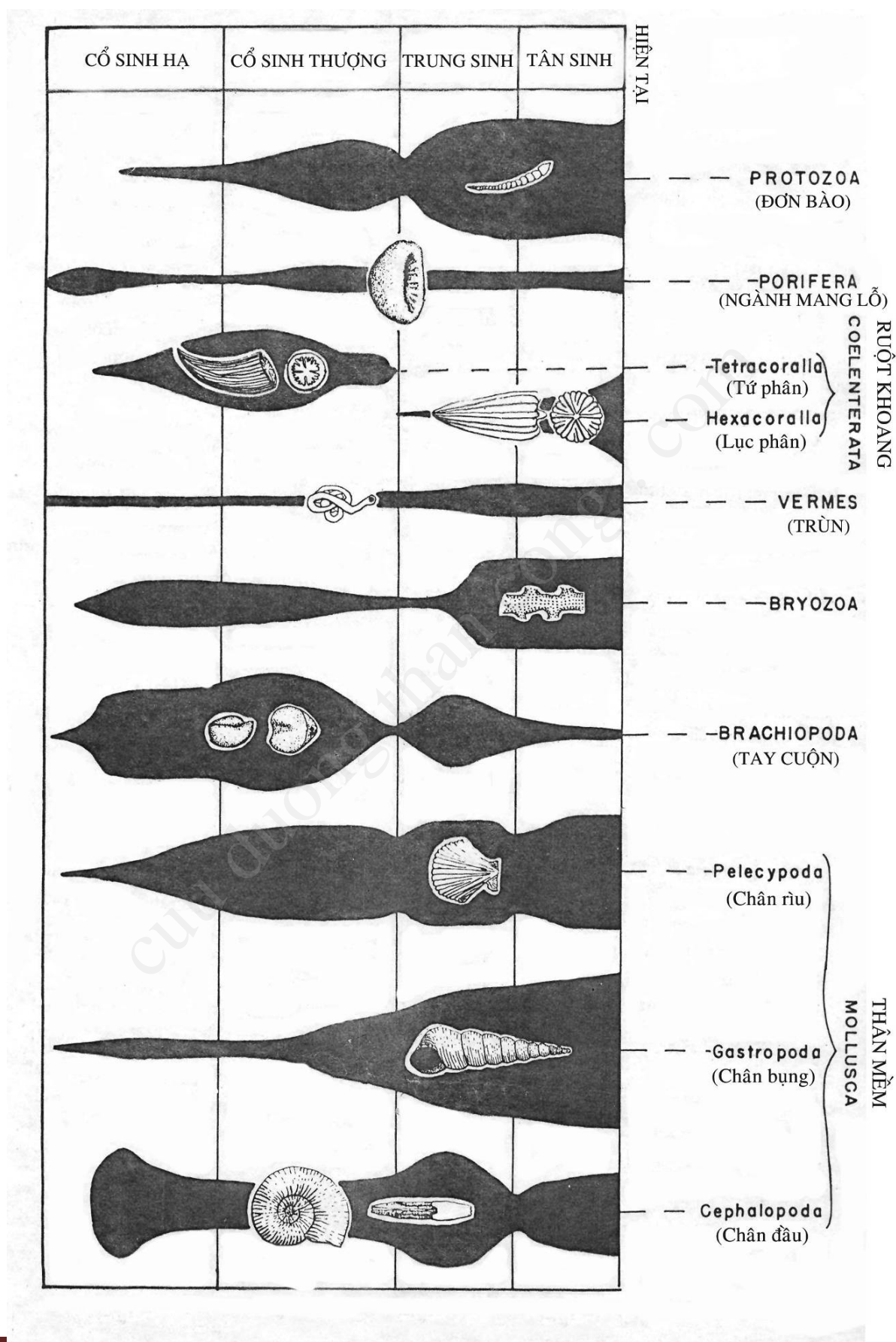
Dựa trên thật nhiều thông tin chi tiết tích lũy từ khắp nơi trên thế giới, ngày nay người ta biết được hóa thạch xuất hiện trong các tầng đất đá của cột địa tầng theo những kiểu mẫu rõ ràng. Đá xưa nhất chứa nhiều tàn tích của sinh vật sơ khai hơn những đá trẻ. Mỗi lớp hay tầng đá nằm chỉnh hợp chứa những tập hợp hoá thạch (*assemblages of fossils*) khác với hoá thạch ở tầng dưới cũng như ở tầng trên nó. Thứ tự xuất hiện của các tập hợp hóa thạch trong đá từ xưa đến mới, khá trùng hợp với quan điểm của các nhà sinh vật học về trật tự phát triển của sinh vật. Sự phân bố có trật tự của các tập hợp hóa thạch được xem như là Nguyên lý diễn thế động vật (*Principle of Faunal Succession*).

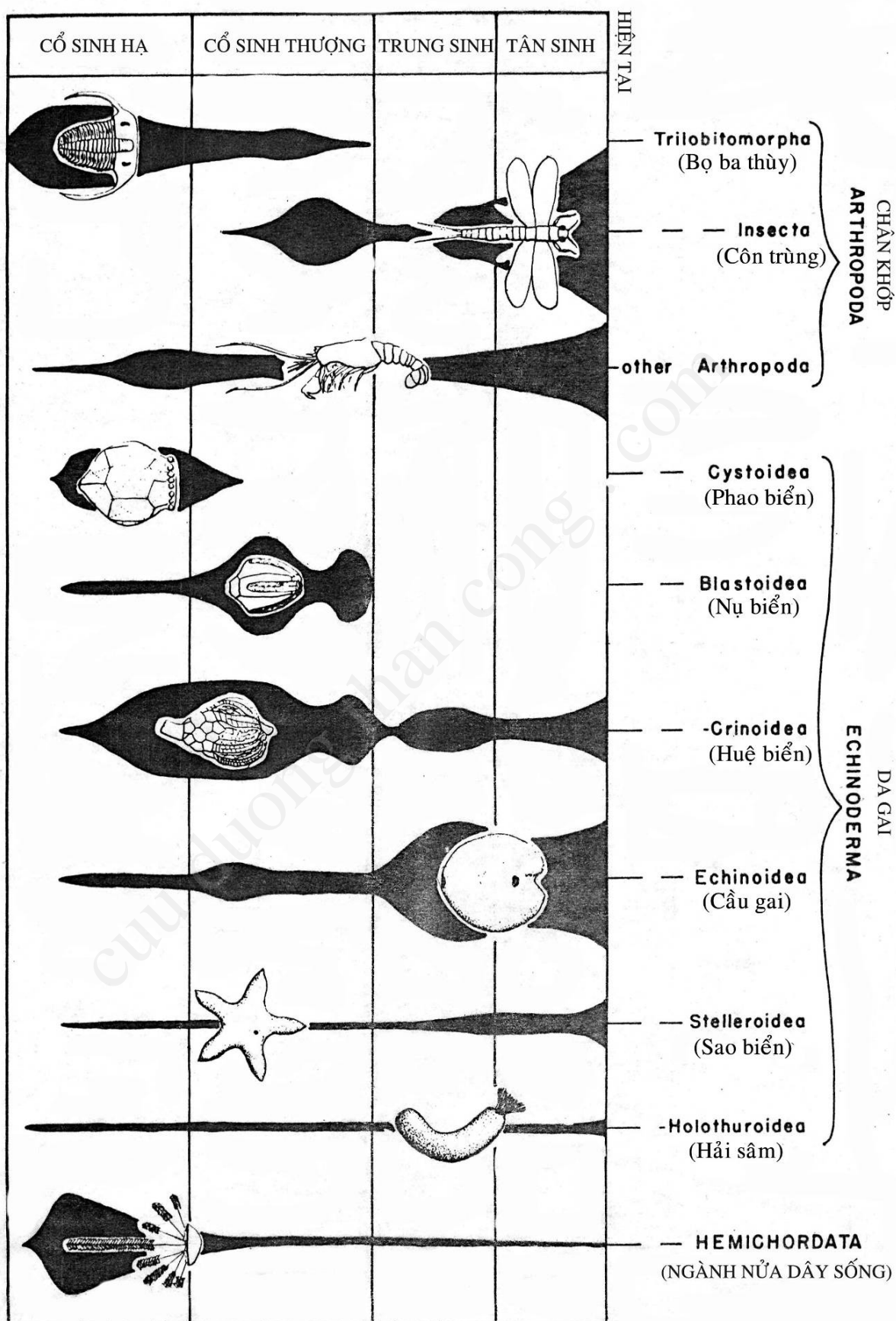
Hầu hết các xác định đối sánh (*correlation*, giao hồ) và xác định tuổi địa tầng (*age determination of strata*) trong khu vực cũng như trên khắp thế giới, đều dựa trên sự tương thích của các tập hợp hóa thạch tương tự nhau (*the matching of similar fossil assemblages*) trong cột địa tầng. Tương thích về thạch học, tương thích thứ tự địa tầng, vạch ra các lớp đá chuẩn (*key beds*), vạch ra các bất chỉnh hợp và các cách xác định tuổi hiện đại hơn, chính xác hơn bằng các khoáng vật phóng xạ, đều hỗ trợ cho việc đối sánh, nhưng phần lớn các đối sánh ở cự ly xa hiện vẫn còn phải dùng tới hóa thạch. Thật vậy, ngay cả việc chỉ ra các phân vị chính trong thang thời gian các nhà địa chất đã phải dựa trên các tập hợp hoá thạch.

Nhóm sinh vật nào cũng bắt đầu để lại hóa thạch trong một đơn vị thạch địa tầng. Nhóm sinh vật này có thể để lại hoá thạch trong các tầng đá trẻ hơn tiếp sau đó và chúng có thể còn sống đến tận ngày nay. Những nhóm sinh vật như vậy có lịch sử địa chất lâu dài, và những nhóm sinh vật tương đối lớn hầu như đều phát triển theo mẫu này. Những nhóm khác bắt đầu để lại hóa thạch trong một đơn vị thạch địa tầng, tiếp tục xuất hiện trong vài tầng đá trẻ hơn sau đó và rồi cuối cùng ngừng, không thấy để lại hóa thạch và như vậy chúng không còn tồn tại nữa. Hiện nay chúng đã tuyệt chủng và phạm vi địa chất của chúng có giới hạn. Hóa thạch có phạm vi địa chất giới hạn là Hóa thạch chỉ dẫn hay Hóa thạch chỉ đạo (*guide or index fossils*) và là cơ sở tốt nhất để xác định tuổi cho các tầng đá (*rock strata*).

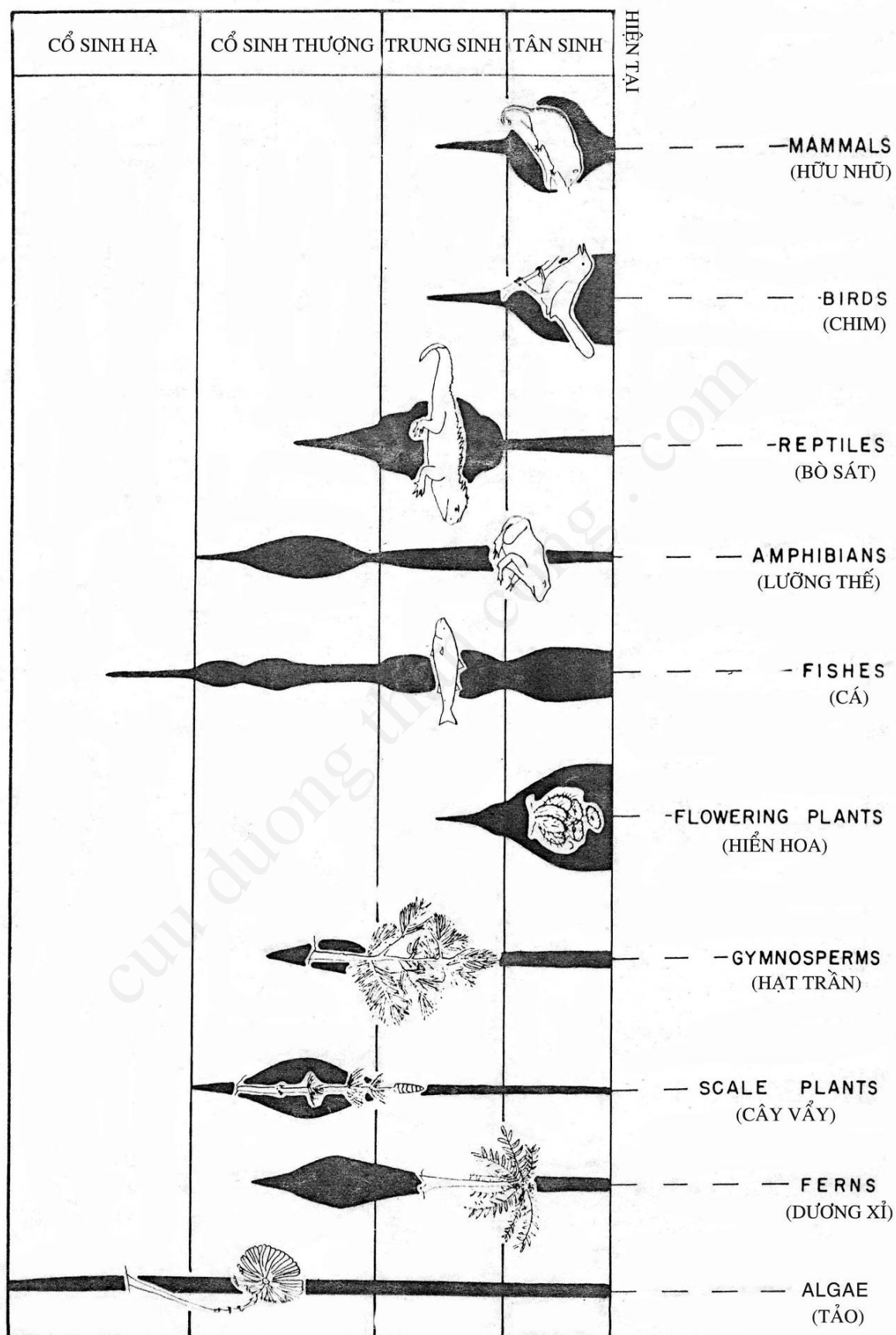
Phạm vi địa chất của một loài hóa thạch hay nhóm loài hóa thạch được gọi là đới, đới thực vật (*florizone*), đới động vật (*faunizone*). Khi các đới đã được định hình hoàn chỉnh trên cột địa tầng (*stratigraphic column*), chúng được xem như là đới sinh địa tầng (*biostratigraphic zones*). Ranh giới trên và dưới của đới sinh địa tầng có thể trùng hay không trùng với ranh giới của các đơn vị thạch học trong cột địa tầng. Giống như hóa thạch chỉ đạo, đới sinh địa tầng dùng để xác định tuổi của các đơn vị đá (đơn vị thạch địa tầng, *rock unit*).

Các biểu đính kèm, tóm lược phạm vi địa chất của các nhóm tương đối lớn (*taxa*) của sinh vật. Trong số các nhóm này, nhiều nhóm đã phát triển phình rộng hay thu hẹp về số lượng và giống loài nhiều lượt trong lịch sử phát triển của chúng. Khái quát về từng thời kỳ địa chất đính kèm sẽ giúp sinh viên cơ hội gắn thông tin về hóa thạch chỉ đạo với các đới.









## PHÂN LOẠI HÓA THẠCH (CLASSIFICATION OF FOSSILS)

Hóa thạch là tàn tích của sinh vật, nên phân loại hóa thạch hẳn nhiên phải gần với phân loại sinh vật của các nhà sinh vật học. Tiếc là nhà địa chất học không thể quan sát được các hóa thạch phát triển, sinh sản và nuôi sống ở phòng thí nghiệm. Hơn nữa, nhà địa chất thường chỉ biết về sinh vật qua phần cứng của cơ thể. Do đó, khác biệt cơ bản giữa cơ sở phân loại sinh vật của nhà địa chất học với nhà sinh vật học chính là cách thức phân loại sinh vật, khi phân loại nhà địa chất dĩ nhiên phải chủ yếu dựa vào việc so sánh hình dạng và cấu tạo của phần cơ thể cứng của sinh vật để lại. Tuy vậy, nhà địa chất cần phải biết về sinh vật hiện sống mới có thể minh giải có hiệu quả các dấu tích của sinh vật xưa để lại trong đá (hóa thạch).

Nói chung, nhà địa chất học và nhà sinh vật học nhất trí về các nhóm sinh vật lớn. Họ cũng nhất trí về sơ đồ phân loại. Phân vị nhỏ nhất của sơ đồ này là **loài** (*species*). Các loài gần nhau hợp thành **giống** (*genus*); bao quát hơn là **họ** (*family*); nhiều họ hợp thành **bộ** (*order*); bộ hợp nhau thành **lớp** (*class*); các lớp hợp thành **ngành** (*phylum*). Ngành là phân bậc đầu tiên của thế giới thực vật và động vật.

Đây là một thí dụ về tông tích của một hoá thạch

Giới : Animalia (động vật)

Ngành : Mollusca (thân mềm)

Lớp : Pelecypoda (chân riu)

Bộ : Anisomyaria

Họ : Ostreidae

Giống : *Exogyra*

Loài : *Exogyra ponderosa*

Loài được chỉ định bằng tên đôi (tên giống và loài). Tên giống luôn luôn viết hoa và tên loài không bao giờ viết hoa. Cả hai tên này phải viết nghiêng hay gạch dưới trong bản viết tay. Cả hai tên đều có gốc La tinh hoặc Hy Lạp. Cả hai tên đều phải có đuôi La tinh.

Mục đích chính trong địa chất đại cương là học một vài ngành sinh vật quan trọng để hiểu tầm quan trọng của các ngành này trong quá khứ địa chất. Bảng phân loại đơn giản các sinh vật sau đây có nêu các nhóm chính đã để lại hóa thạch.

## BẢNG TÓM TẮT PHÂN LOẠI SINH VẬT

**Giới Thực vật** (chuyển hoá tạo ra thức ăn từ đất, nước và không khí chung quanh. Có khuynh hướng sống bất động. Hầu hết cây có màu lục vì có chứa diệp lục tố (*chlorophyll*), chất tạo thức ăn cho cây khi có ánh sáng mặt trời).

### A. Cây không hạt

1. Ngành **Thallophyta** (Đơn bào; rong và nấm; thường cho hoá thạch, đặc biệt trong ám tiêu tảo; vi khuẩn được xếp vào nhóm phức tạp, được nghiên cứu riêng.)
2. Ngành **Bryophyta** (Đa bào; sơ đẳng; rêu; ít để lại hóa thạch.)
3. Ngành **Pteridophyta** (Đa bào; mô mạch, bào tử, rễ, thân, lá, nhóm dương xỉ; là hóa thạch thường gặp và quan trọng trong trầm tích than.)
4. Ngành **ArthropHYta**. (Đa bào, thân đốt, đuôi ngựa; hóa thạch thường gặp và quan trọng trong trầm tích than.)
5. Ngành **Lepidophyta**. (Đa bào; thân có vảy; hiện không còn; thường cho hóa thạch và quan trọng trong trầm tích than.)

### B. Cây có hạt

1. Ngành **Gymnospermatophyta**. (Đa bào; có mạch; hạt trần.)
  - a. *Pteridosperms*. (Dương xỉ có hạt, hiện không còn; cho nhiều hóa thạch, quan trọng trong trầm tích than.)
  - b. *Cordiaties*. (Gân lá song song, thân xoắn; hiện không còn; cho nhiều hóa thạch, quan trọng trong trầm tích than.)
  - c. *Ginkgos*. (cây sơ đẳng với lá hình cánh quạt, tựa như cây họ thông; cây có lông tơ ; thường cho hóa thạch.)
  - d. *Cycads*. (Cây sơ đẳng giữa dương xỉ và cây có hoa; cọ; hiện không còn; cho nhiều hóa thạch.)
  - e. *Conifers*. (Lá kim, chùy đực và cái; cây luôn luôn xanh, thông, tùng, bách, . . .; cho nhiều hóa thạch.)
2. Ngành **Angiospermatophyta**. (Đa bào, có mạch; hạt kín; cây có hoa)
  - a. *Monocotyledons* hay *đơn tử diệp* (một lá mầm; cỏ, lúa; dừa; cho nhiều hóa thạch.)
  - b. *Dicotyledons* hay *song tử diệp* (hai lá mầm; thân thảo, cây bụi, cây có hoa, thân gỗ)

**Giới Động vật** (ăn cây cỏ và các động vật khác; sống di động; thường không chứa diệp lục tố).

### A. Không xương sống hay Invertebrata.



1. Ngành **Protozoa** hay **Đơn bào**. (nhóm Sarcodina cho nhiều hóa thạch; gồm Amoeba hay amib với cơ thể biến hình, Radiolaria có vỏ silic, Foraminifera với vỏ vôi và vỏ kết; đối tượng chính trong Vi cổ sinh vật học)
2. Ngành **Porifera**. (Đa bào, dạng túi; cấu trúc thân xấp với gai silic và vôi)
3. Ngành **Coelenterata** hay **Cnidaria** (**Xoang tràng** hay **Ruột khoang**). (Đa bào; dạng túi với xúc tu trên miệng; tế bào gai nhỏ gọi là nematocyst đặc trưng cho ngành; nhiều hóa thạch; bao gồm Hydrozoa, dạng chuông, chấu, sống tập đoàn, Scyphozoa, tiêu biểu là con sứa và Anthozoa, tiêu biểu là san hô; San hô tứ phân (*tetracoral*) dạng chén chia bốn theo chiều đứng với các vách ngăn chia nhỏ trong các phần tư đó; San hô lục phân (*hexacoral*) chia làm sáu hay vách chia là bội số của sáu; và San hô vách đáy (*tabulate*) với vách nằm ngang tabulae)
4. Ngành **Platyhelminthes** (Trùng dẹp, thường không có hóa thạch)
5. Ngành **Nemathelminthes** (Trùng dây, thường không có hóa thạch)
6. Ngành **Trochelminthes** (Trùng bánh xe, thường không có hóa thạch)
7. Ngành **Annelida**. (Trùng có đốt, có hóa thạch)
8. Ngành **Bryozoa**. (Sống tập đoàn, động vật rêu mốc, hóa thạch quan trọng)
9. Ngành **Brachiopoda** hay **Tay cuôn** (hai mảnh vỏ không cùng kích thước và hình dạng, đối xứng trên mỗi mảnh qua mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng phân hai mảnh vỏ; thường hai mảnh không rời nhau; rất quan trọng, là hóa thạch chỉ đạo trong Cổ sinh)
10. Ngành **Mollusca** hay **Nhuễn thể** hay **Thân mềm**. (Động vật có vỏ thường gặp; hóa thạch quan trọng)
  - a. Lớp **Pelecypoda** hay **Chân riu**. (Hai mảnh cùng kích thước, nếu có mặt phẳng đối xứng thì đó là mặt phẳng tách hai mảnh vỏ; thường thấy hai mảnh tách rời nhau; sò, hến)
  - b. Lớp **Gastropoda** hay **Chân bụng**. (Một mảnh vỏ xoắn ốc; ốc)
  - c. Lớp **Cephalopoda** hay **Chân đầu**. (Một mảnh vỏ xoắn ốc trên mặt phẳng hay duỗi thẳng; chia thành phòng bởi các vách ngăn hay septa; gồm Nautiloidea, Ammonoidea, Octopus, mực; có xúc tu, hàm dạng mỏ nhọn, và có túi mực)
  - d. Lớp **Scaphopoda** (Vỏ dạng nanh)
  - e. Lớp **Amphineura** (Chiton)
11. Ngành **Arthropoda** (Động vật chân khớp; cốt bộ ngoài; cho nhiều hóa thạch)
  - a. Lớp **Insecta** hay **Côn trùng** (sáu chân, thở không khí, thường có hai cặp cánh; ruồi, cào cào, bọ cánh cứng; cho nhiều hóa thạch)
  - b. Lớp **Arachnida** (nhiều chân, thở trong không khí và nước, có ngòi chích; nhện, mối, bọ cạp, eurypterid sinh vật thở không khí đầu tiên; cho nhiều hóa thạch)
  - c. Lớp **Myriapoda** (cuốn chiếu trăm chân, ngàn chân)
  - d. Lớp **Crustacea** hay **Giáp xác** (sống dưới nước; cua, tôm nước ngọt, tôm nước mặn, sam; cho nhiều hóa thạch)
  - e. Lớp **Trilobitomorpha** (ba thùy, đã tuyệt chủng; hóa thạch chỉ đạo đầu Nguyên đại Cổ sinh)
12. Ngành **Echinodermata** hay **Da gai** (dạng tỏa tia, đối xứng bậc năm; cốt bộ là những mảnh calcite)

a. Di chuyển tư do

- (1). *Lớp Holothuroidea* (hải sâm, có gai trong da)
- (2). *Lớp Echinoidea* (cầu gai, thân mềm nằm trong vỏ cứng có gai; răng dạng mỏ nhọn gọi là đèn Aristote; cho hóa thạch quan trọng)
- (3). *Lớp Stellerioidea* (sao biển, năm cánh)

b. Bám dính

- (1). *Lớp Cystoidea* (đối xứng không đều; đã tiết chủng)
- (2). *Lớp Blastoidea* (đối xứng bậc năm đều; đã tiết chủng; nụ biển)
- (3). *Lớp Crinoidea* (hầu hết đối xứng bậc năm; trụ dài, tay dài có đường rãnh thức ăn; huệ biển; cho nhiều hóa thạch)

**B. Có xương sống hay Vertebrata.**

1. Ngành ***Hemichordata*** (với nguyên sống; bao gồm cả nhóm bút đá Graptolites hiện chưa biết rõ)
2. Ngành ***Chordata*** (với cột sống thật; hầu hết sinh vật này có dạng cơ thể đối xứng qua một mặt phẳng; cho nhiều hóa thạch)
  - a. *Lớp Ostracoderma* (xương sụn; cá có giáp; sơ đẳng)
  - b. *Lớp Pisces* hay *Cá* (máu lạnh, sống dưới nước, cá thật sự; sống trong nước mặn hay nước ngọt; cho nhiều hóa thạch)
  - c. *Lớp Amphibia* hay *Lưỡng thê* (máu lạnh, tay chân năm ngón, lúc nhỏ thở bằng mang, khi lớn thở bằng phổi; cóc, kỳ nhông nước, động vật có xương đầu tiên thở không khí và đi trên đất; cho nhiều hóa thạch)
  - d. *Lớp Reptilia* hay *Bò sát* (máu lạnh, tay chân năm ngón, thở bằng phổi; rắn, thằn lằn, rùa, khủng long; cho nhiều hóa thạch)
  - e. *Lớp Aves* hay *Chim* (máu nóng, hai tay thành cánh, không có răng khi trưởng thành; chim; ít để lại hóa thạch)
  - f. *Lớp Mammalia* hay *Có vú, Hữu nhũ* (có máu nóng, lông mao, tuyến sữa; heo, bò, ngựa, mèo, loài gặm nhấm, vượn, người)

