BÀI GIẢNG: KHÁI QUÁT VỀ CHUYỂN HOÁ VẬT CHẤT VÀ NĂNG LƯỢNG
CHUYÊN ĐỀ: CHUYỂN HOÁ NĂNG LƯỢNG TRONG TẾ BÀO
MÔN: SINH HỌC 10
GIÁO VIÊN: NGUYỄN ĐÌNH VIỆT

MỤC TIÊU

- ✓ *Phân biệt được các dạng năng lượng trong chuyển hoá năng lượng ở tế bào. Giải thích được năng lượng được tích luỹ và sử dụng cho các hoạt động sống của tế bào là dạng hoá năng.*
- ✓ *Phân tích được cấu tạo và chức năng của ATP về giá trị năng lượng sinh học. Trình bày được quá trình tổng hợp và phân giải ATP gắn liền với quá trình tích luỹ, giải phóng năng lượng.*
- ✓ *Phát biểu được khái niệm chuyển hoá năng lượng trong tế bào.*
- ✓ *Nêu được khái niệm, cấu trúc và cơ chế tác dụng của enzyme. Trình bày được vai trò của enzyme trong quá trình điều chỉnh và chuyển hoá năng lượng. Phân tích được các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động xúc tác của enzyme.*

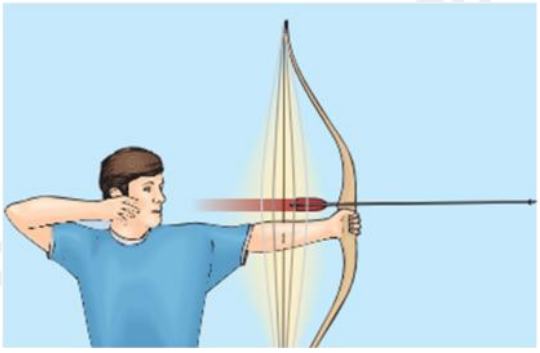
I. KHÁI QUÁT VỀ NĂNG LƯỢNG VÀ SỰ CHUYỂN HOÁ

1 Các dạng năng lượng trong tế bào

- Năng lượng là khả năng sinh công hay khả năng tạo nên sự chuyển động của vật chất.
- Năng lượng trong tế bào tồn tại ở hai dạng: động năng và thế năng.
- Sinh vật thực hiện chuyển đổi giữa thế năng và động năng.



Thế năng: Năng lượng do vị trí



Động năng: Năng lượng do chuyển động

Vận động viên nhảy cầu có **nhiều thế năng hơn khi đứng trên bục** so với khi ở dưới nước.

Khi nhảy xuống, **thế năng được chuyển thành động năng**.



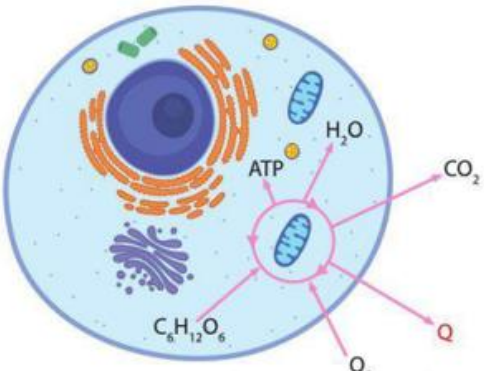
Hành động trèo lên bục chuyển **động năng** của cơ bắp thành **thế năng**.

Vận động viên có **ít thế năng hơn khi ở dưới nước** so với lúc đứng trên bục.

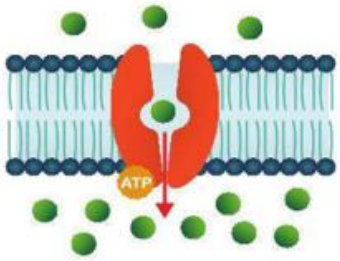
Các dạng năng lượng trong tế bào

	Khái niệm	Dạng năng lượng tồn tại trong tế bào
Động năng	Năng lượng làm vật khác di chuyển hay thay đổi trạng thái.	Nhiệt năng (ví dụ: nhiệt độ cơ thể), cơ năng (ví dụ: sự co cơ, vận động của các cơ quan), điện năng (ví dụ: xung thần kinh, chuỗi truyền electron).
Thế năng	Năng lượng tiềm ẩn do vị trí hoặc trạng thái của vật chất tạo ra.	Năng lượng trong các liên kết hoá học, sự chênh lệch về điện thế và nồng độ các chất giữa bên trong và bên ngoài tế bào.

Quan sát hình và xác định các dạng năng lượng được chuyển hoá trong hoạt động sống của tế bào



a) Sự phân giải chất hữu cơ trong tế bào



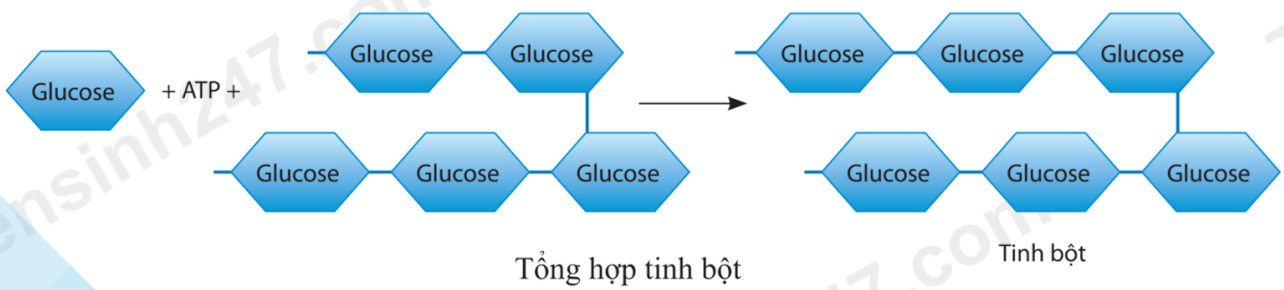
b) Sự vận chuyển chủ động

- Trong hình a – Sự phân giải chất hữu cơ trong tế bào (hô hấp tế bào): Năng lượng hoá học trong glucose ($C_6H_{12}O_6$) được chuyển hoá thành: Năng lượng hoá học trong phân tử ATP và Nhiệt năng (Q) được giải phóng; Quá trình này xảy ra trong ti thể với sự tham gia của oxy (O_2) và giải phóng CO_2, H_2O.

- Trong hình b – Sự vận chuyển chủ động: Năng lượng hoá học trong ATP được chuyển thành năng lượng cơ học, dùng để vận chuyển các phân tử qua màng tế bào chống lại gradient nồng độ.

Tế bào thực hiện ba loại công chủ yếu:

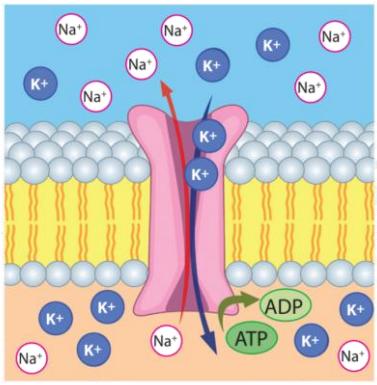
- Công hoá học, thúc đẩy các phản ứng thu nhiệt mà chúng không thể xảy ra một cách tự phát,
- Ví dụ như quá trình tổng hợp các polymer từ monomer.



Tổng hợp tinh bột

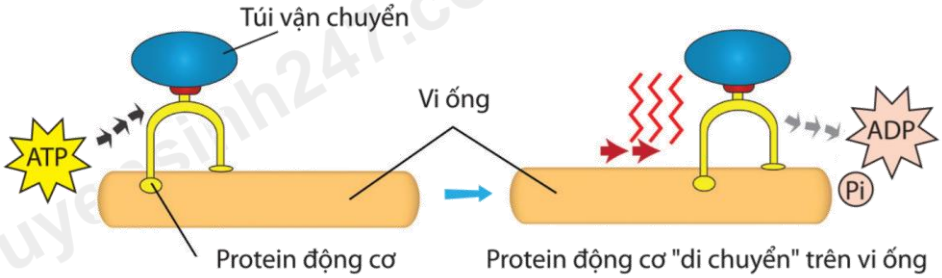
Tinh bột

- Công vận chuyển, sự bơm các chất qua màng ngược với hướng của vận động tự phát.



Vận chuyển chủ động Na^+ và K^+

- Công cơ học, ví dụ như sự đập của lông và roi, sự co của các tế bào cơ và sự vận động của các nhiễm sắc thể trong quá trình sinh sản tế bào.



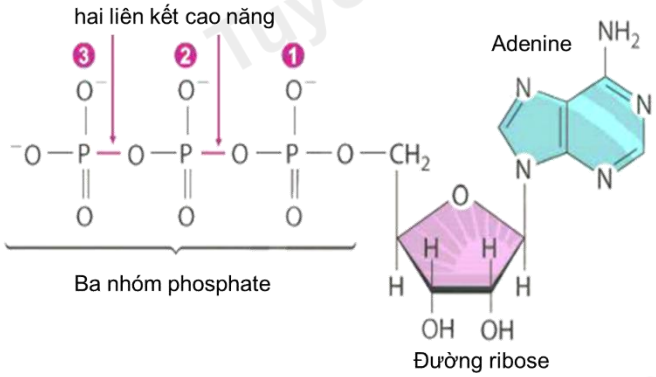
Sự di chuyển của túi vận chuyển

2 ATP – "đồng tiền" năng lượng của tế bào

2.1. Cấu tạo ATP gồm 3 thành phần:

+ Adenine
+ Đường ribose
+ 3 nhóm phosphate

- Liên kết cao năng là loại liên kết khi bị bẻ gãy sẽ giải phóng một lượng lớn năng lượng.



2.2. Quá trình tổng hợp và phân giải ATP

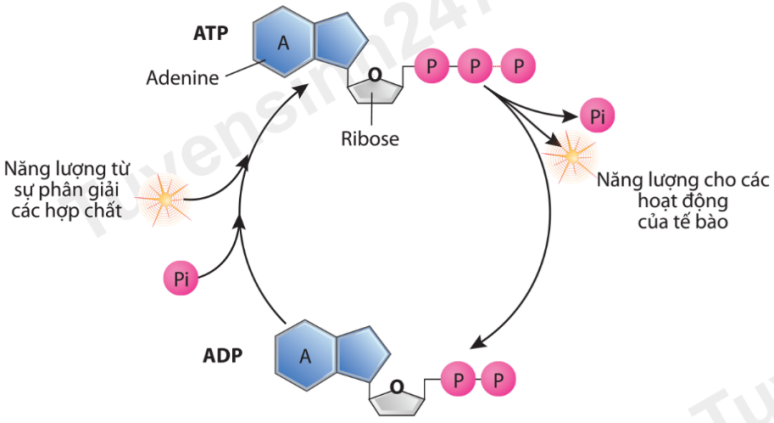
- Tính chất quan trọng của ATP là dễ biến đổi thuận nghịch để giải phóng hoặc tích luỹ năng lượng.

+ Tinh bột, glycogen, triglyceride là các hợp chất dự trữ năng lượng.

+ Sự phân giải các hợp chất này không cung cấp năng lượng trực tiếp cho tế bào.

+ Năng lượng từ phân giải các hợp chất dự trữ được dùng để tổng hợp ATP.

+ ATP có 3 nhóm phosphate; khi liên kết giữa các nhóm phosphate bị phá vỡ → giải phóng năng lượng trực tiếp cho các hoạt động sống.



Chu trình phân giải và tổng hợp ATP

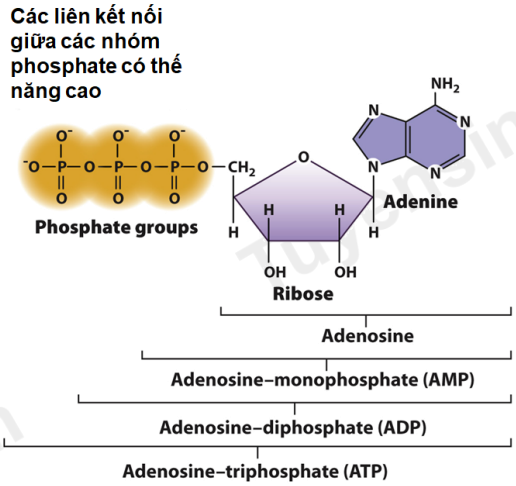
Vì vậy, ATP đóng vai trò là "đồng tiền" năng lượng của tế bào, giúp phân phối năng lượng một cách hiệu quả.

- Khi liên kết giữa các nhóm phosphate bị phá vỡ → giải phóng năng lượng.

+ Liên kết ngoài cùng dễ bị phá nhất → ATP chuyển thành ADP

+ Nếu cả hai liên kết cao năng bị phá → ATP chuyển thành AMP

+ Năng lượng giải phóng gấp đôi khi cả hai liên kết bị thuỷ phân.



ATP thực hiện công như thế nào?

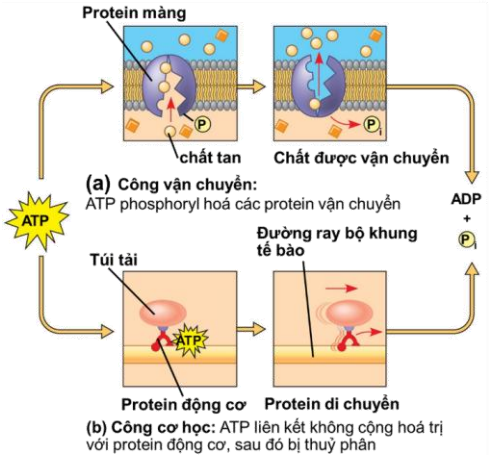
Cách ATP tạo công vận chuyển và công cơ học

- ATP bị thuỷ phân → gây biến đổi hình dạng và khả năng liên kết của protein.

- Hai cơ chế chính:

***(a) Trực tiếp:** ATP phosphoryl hoá protein màng, hỗ trợ vận chuyển chủ động các chất tan.*

***(b) Gián tiếp:** ATP liên kết không cộng hoá trị với protein động cơ, sau đó bị thuỷ phân → giúp protein di chuyển dọc "đường ray" khung tế bào để vận chuyển túi và bào quan.*

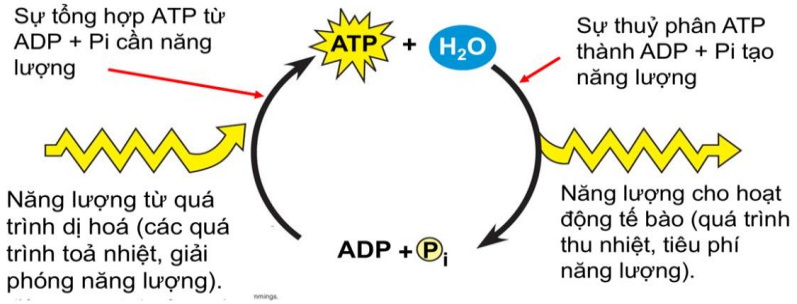


Sự tái sinh ATP

- ATP được sử dụng liên tục trong tế bào, nhưng có thể tái sinh từ ADP + Pi (phosphate vô cơ).
- Chu trình ATP là quá trình luân chuyển phosphate và năng lượng, kết nối:

+ Quá trình toả nhiệt (dị hoá) → tạo năng lượng

+ Quá trình thu nhiệt (đồng hoá) → tiêu thụ năng lượng



Kết luận:

→ Chu trình ATP là "cửa quay năng lượng", giúp truyền năng lượng từ dị hoá sang đồng hoá

→ ATP giữ vai trò trung gian thực hiện phần lớn công trong tế bào.

3 Sự chuyển hoá năng lượng trong tế bào

- Chuyển hoá vật chất: là tập hợp tất cả các phản ứng hoá học xảy ra trong tế bào, biến đổi chất này thành chất khác.

- Chuyển hoá năng lượng: là quá trình chuyển năng lượng từ dạng này sang dạng khác, tuân theo các quy luật nhiệt động lực học.

- Hai quá trình này luôn đi kèm nhau: mỗi phản ứng chuyển hoá vật chất đều có sự chuyển đổi năng lượng tương ứng.

- *Phân tử ATP:* khi năng lượng thay đổi → cấu trúc ATP cũng thay đổi.

Phản ứng hoá học trong tế bào luôn kèm theo sự biến đổi:

+ Về vật chất + Về năng lượng

- Phản ứng hoá học được chia thành 2 loại:

+ Phản ứng tổng hợp (đồng hoá) → cần tiêu tốn năng lượng

+ Phản ứng phân giải (dị hoá) → giải phóng năng lượng

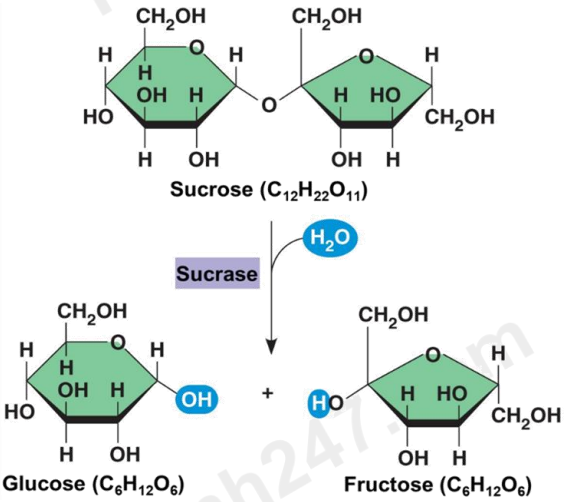
- Hầu hết phản ứng trong tế bào là phản ứng oxy hoá – khử

→ Cần enzyme (phân tử sinh học xúc tác).

II. ENZYME

- Phản ứng hóa học tự phát có thể xảy ra mà không cần năng lượng bên ngoài, nhưng có thể xảy ra rất chậm.

- Ví dụ: Phản ứng thủy phân sucrose (toả nhiệt, ΔG = -7 kcal/mol) vẫn không diễn ra đáng kể trong dung dịch đường vô trùng ở nhiệt độ phòng sau nhiều năm. Tuy nhiên, khi có mặt enzyme sucrase, phản ứng xảy ra rất nhanh, chỉ trong vài phút.



Hộp chứa 380.000 quả bóng gôn. Nếu tốc độ phản ứng khi không có enzyme là 100 quả bóng gôn mỗi năm, thì sự hiện diện của 1 phân tử enzyme sẽ làm toàn bộ hộp bóng gôn chuyển sang màu xanh trong 1 giây.

1 Khái niệm

- Enzyme là chất xúc tác sinh học được tổng hợp trong các tế bào sống, có tác dụng làm tăng tốc độ phản ứng trong điều kiện sinh lí bình thường của cơ thể nhưng không bị biến đổi sau phản ứng. Enzyme có bản chất là protein (một số ít là phân tử RNA– ribozyme);

- Enzyme có mặt trong tất cả các hoạt động sống của tế bào, có đầy đủ đặc tính lý hóa của một chất xúc tác:

+ Tính đặc hiệu cao

+ Hiệu suất xúc tác lớn;

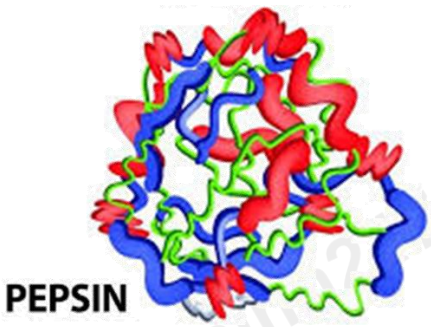
+ Tác dụng xúc tác ở điều kiện bình thường:

Ví dụ, *ngay cả sự thuỷ phân đường mía thành glucose và fructose là phản ứng toả nhiệt, xảy ra một cách tự phát đồng thời giải phóng năng lượng tự do (AG = -7kcal/mol), nhưng một dung dịch đường được hoà tan trong nước vô trùng thường vẫn duy trì trong một số năm ở nhiệt độ phòng mà không có bất kỳ sự thuỷ phân đáng kể nào. Song, nếu chúng ta cho thêm một lượng nhỏ enzyme sucrase vào dung dịch thì tất cả sucrose có thể bị thuỷ phân trong vài phút*

- Tác dụng xúc tác ở điều kiện bình thường: pH môi trường gần trung tính, áp suất bình thường, nhiệt độ dưới 100°C.

2 Cấu trúc của enzyme

- Enzyme là các protein có khối lượng phân tử từ 12.000 đến hàng triệu đơn vị Dalton (Da). Enzyme cũng được làm hai loại: enzyme một thành phần và hai thành phần.



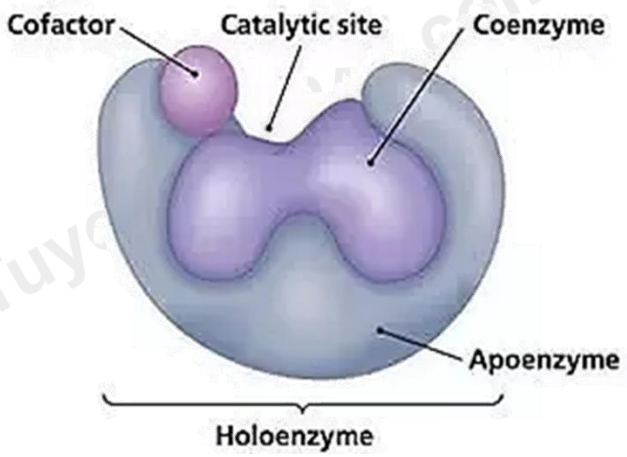
- Enzyme một thành phần: chỉ có một thành phần duy nhất là protein. Ví dụ enzyme pepsin ở dạ dày.

Enzyme hai thành phần hay haloenzyme gồm 2 phần:

- phần protein gọi là apoenzyme,
- phần không phải protein là:
  + cofactor là ion kim loại (như Fe^{2+}, Mg^{2+}, Cu^{2+});
  + hoặc coenzyme - các phân tử hữu cơ (như nhân heme, biotin, FAD, NAD, các vitamin).
- Phần ngoại protein có chức năng xúc tác là apoenzyme.
- Các cofactor có thể liên kết cố định hay tạm thời với enzyme và rất cần thiết cho hoạt động xúc tác của enzyme.

Cofactor là các ion kim loại, với một hàm lượng rất ít (nguyên tố vi lượng) nhưng có vai trò rất quan trọng trong nhiệm vụ hoạt hóa enzyme.

Ví dụ Cu^{2+} có trong cytochrome oxydase; carbonic anhydrase, alcol dehydrogenase chứa Zn^{2+}; Hexokinase, glucose 6-phosphatase, pyruvate kinase chứa Mg^{2+}; glutathion peroxidase chứa Se^{2+}, …



Coenzyme (CoE) là các dẫn xuất của vitamin hòa tan trong nước (ví dụ: NAD^+). Vì vậy khi thiếu một vitamin nào đó sẽ ảnh hưởng đến hoạt độ của enzyme tương ứng trong tế bào.

Cofactor là các ion kim loại, với một hàm lượng rất ít (nguyên tố vi lượng) nhưng có vai trò rất quan trọng trong nhiệm vụ hoạt hóa enzyme.

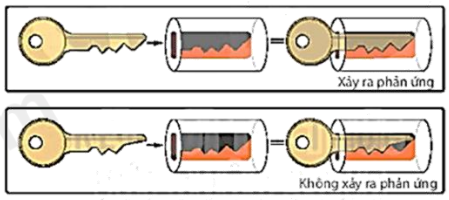
Trung tâm hoạt động của enzyme:

- Là vùng cấu trúc không gian đặc biệt trên enzyme.
- Có khả năng liên kết đặc hiệu với cơ chất (substrate).
- Cấu hình không gian của trung tâm hoạt động phải phù hợp với cơ chất để xảy ra phản ứng.

3 Cơ chế tác động của enzyme

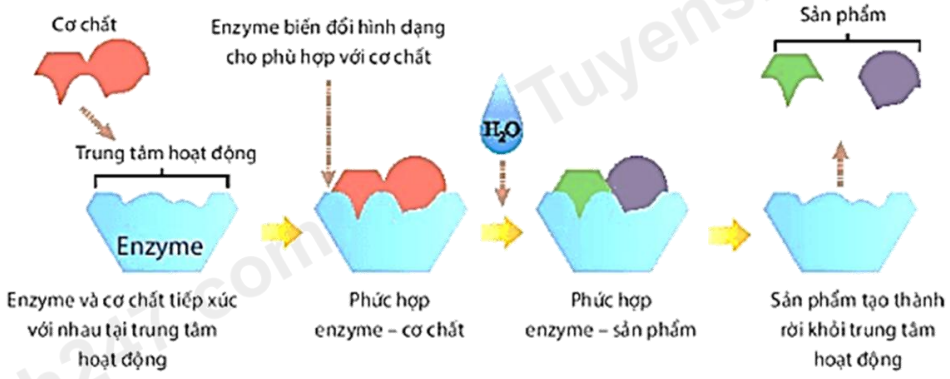
Hai mô hình hoạt động của enzyme:

- Ổ khóa – Chìa khóa
- Khớp cảm ứng



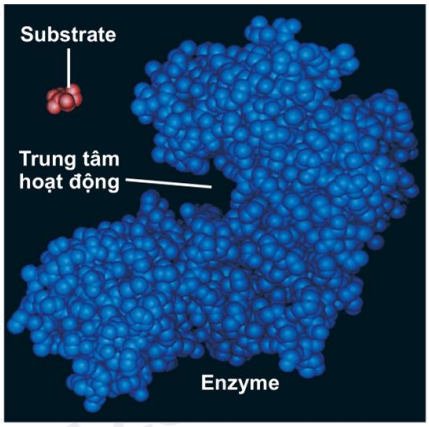
Mô hình hoạt động của enzyme và cơ chất theo Fisher

Tiêu chí	Ổ khóa – Chìa khóa	Khớp cảm ứng
Cấu trúc enzyme	Vị trí hoạt động cố định	Vị trí hoạt động linh hoạt, có thể thay đổi
Cơ chế liên kết	Cơ chất khớp sẵn với enzyme	Enzyme biến đổi hình dạng để khớp với cơ chất
Tính đặc hiệu	Rất đặc hiệu, chỉ với cơ chất phù hợp hoàn toàn	Cũng đặc hiệu nhưng linh hoạt hơn
Tính chính xác	Mô hình đơn giản, ít chính xác hơn	Được chấp nhận rộng rãi, sát thực tế hơn
Cấu trúc enzyme	Vị trí hoạt động cố định	Vị trí hoạt động linh hoạt, có thể thay đổi
Cơ chế liên kết	Cơ chất khớp sẵn với enzyme	Enzyme biến đổi hình dạng để khớp với cơ chất
Tính đặc hiệu	Rất đặc hiệu, chỉ với cơ chất phù hợp hoàn toàn	Cũng đặc hiệu nhưng linh hoạt hơn
Tính chính xác	Mô hình đơn giản, ít chính xác hơn	Được chấp nhận rộng rãi, sát thực tế hơn

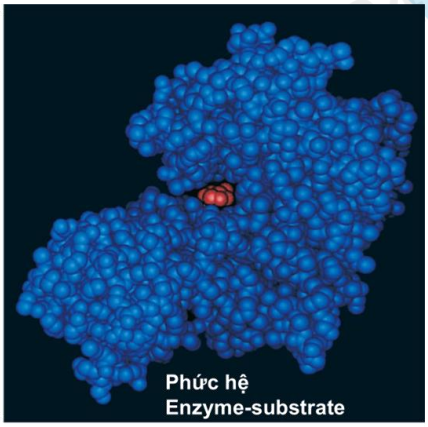


Mô hình hoạt động của enzyme và cơ chất theo Koshland

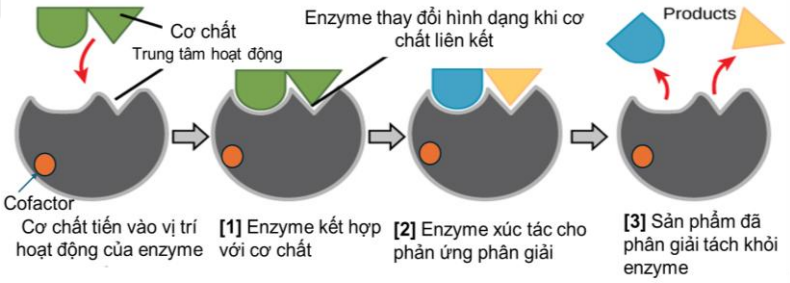
Khi cơ chất xâm nhập vào vị trí hoạt động, các tương tác giữa các nhóm hoá học của nó với các nhóm R (chuỗi bên) của amino acid tạo ra vị trí hoạt động của enzyme làm cho enzyme biến đổi hình dạng một cách tinh tế đến nỗi vị trí hoạt động khớp khít đều hơn bao quanh cơ chất. Sự phù hợp cảm ứng này giống như hai bàn tay khớp với nhau khi bắt tay.

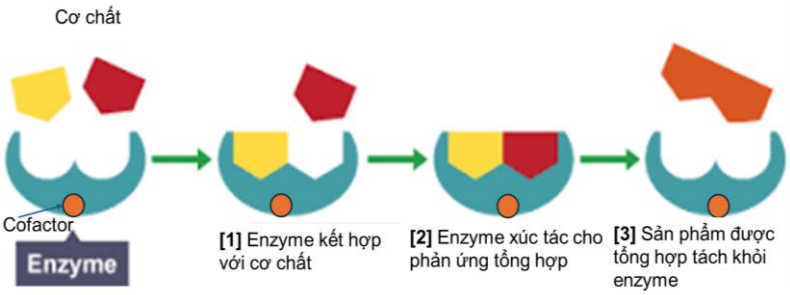


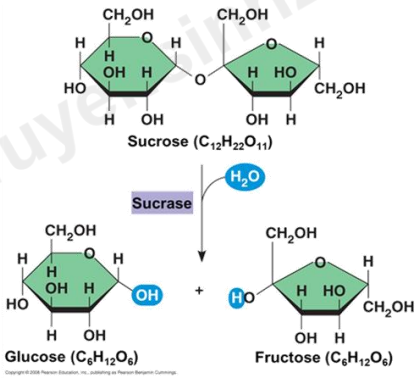
(a) Trong mô hình theo sơ đồ máy tính này, vị trí hoạt động của enzyme (hexokinase có màu xanh trong sơ đồ) tạo rãnh lõm trên bề mặt enzyme. Cơ chất của nó là glucose (màu đỏ).

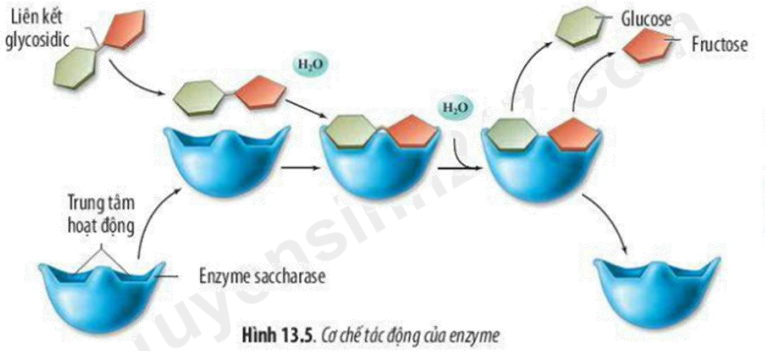


(b) Khi cơ chất thâm nhập vào vị trí hoạt động, nó gây ra biến đổi về hình dạng của protein. Sự biến đổi này cho phép hình thành các liên kết yếu hơn, khiến cho vị trí hoạt động bao lấy cơ chất và giữ nó tại chỗ.

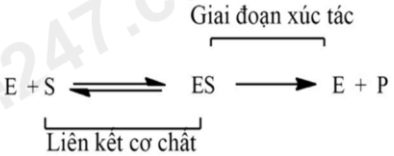


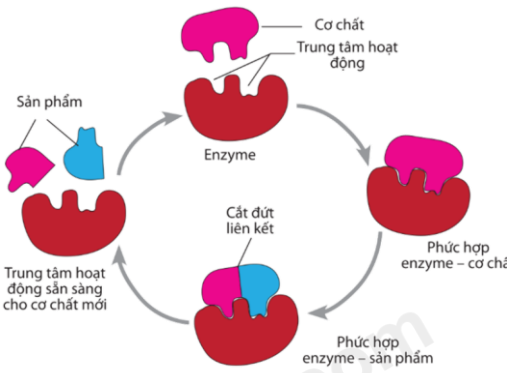






Hình 13.5. *Cơ chế tác động của enzyme*



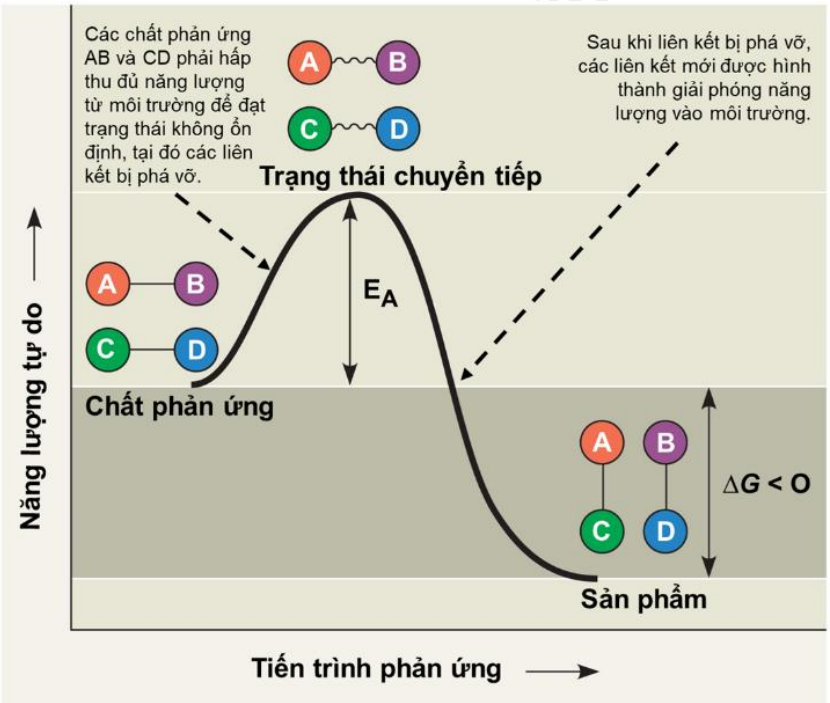


Ví dụ về cơ chế tác động của enzyme trong phản ứng phân giải

4 Vai trò của enzyme trong quá trình chuyển hoá

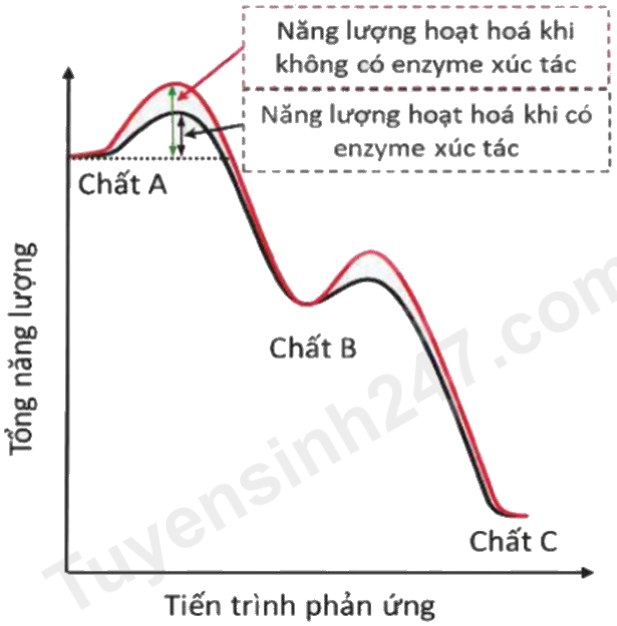
4.1. Hàng rào năng lượng hoạt hóa

- Là năng lượng cần thiết để đưa một phân tử gam cơ chất từ trạng thái không hoạt động đến trạng thái hoạt động. Năng lượng hoạt hóa có thể là do: quang năng, nhiệt năng, động năng.
- Năng lượng hoạt hóa (Ea) là mức năng lượng tối thiểu cần thiết để các phân tử phản ứng, giúp phá vỡ liên kết và đạt tới trạng thái chuyển tiếp. Đây còn được gọi là năng lượng tự do của sự hoạt hóa (free energy of activation).
- Năng lượng hoạt hoá thường được cung cấp dưới dạng nhiệt nhờ phân tử chất phản ứng hấp thụ từ môi trường.

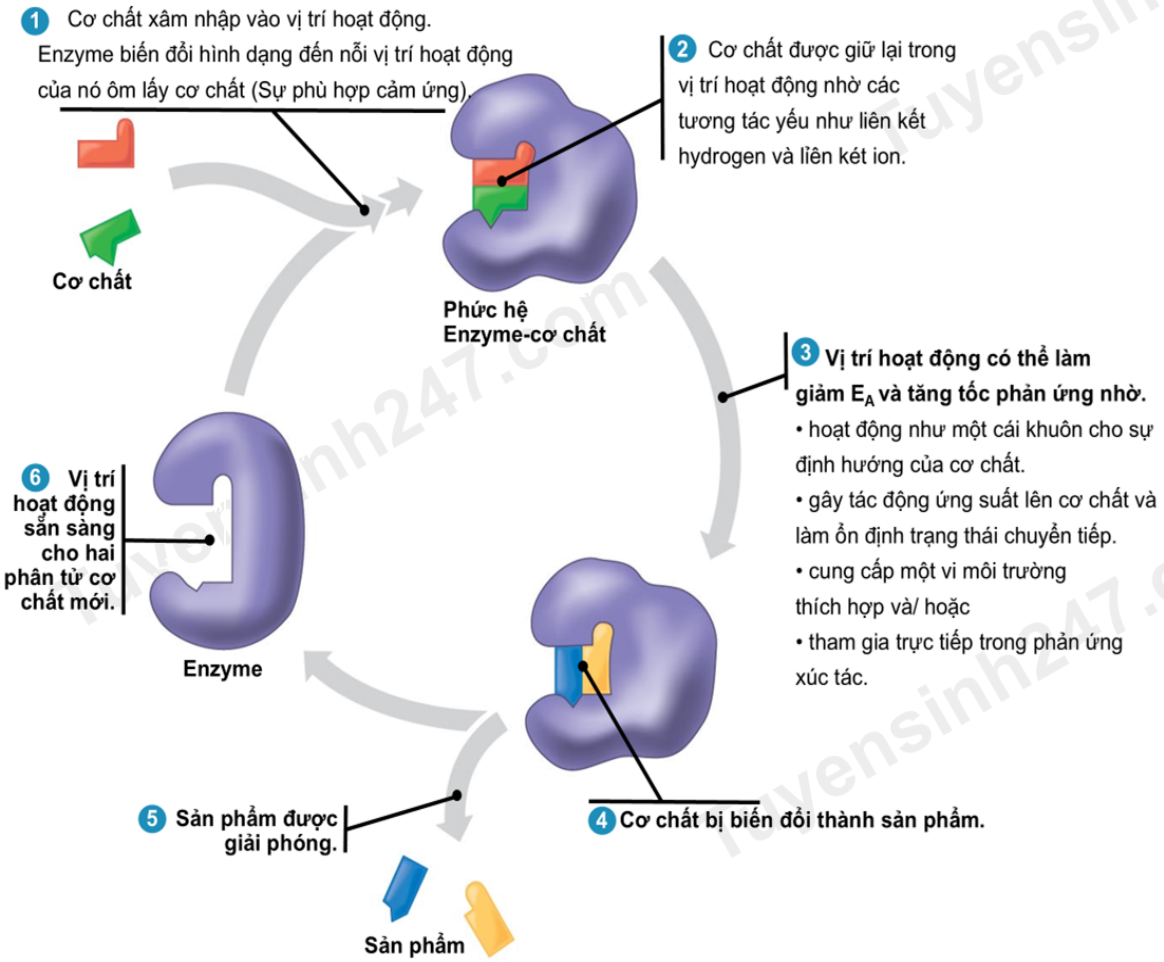


4.2. Enzyme làm giảm hàng rào năng lượng của phản ứng

- Enzyme xúc tác phản ứng nhờ hạ thấp hàng rào năng lượng hoạt hóa cho phép các phân tử chất phản ứng hấp thụ đủ năng lượng để đạt trạng thái chuyển tiếp thậm chí ở nhiệt độ vừa phải.



Enzyme sử dụng nhiều cơ chế làm giảm năng lượng hoạt hoá và tăng tốc phản ứng.



- Trong các phản ứng có từ hai cơ chất trở lên, **vị trí hoạt động** của enzyme đóng vai trò như **khuôn mẫu**, giúp các cơ chất tiếp cận nhau theo **hướng phù hợp** để phản ứng xảy ra.
- Khi enzyme giữ chặt các cơ chất tại vị trí hoạt động, nó có thể **kéo giãn** các phân tử cơ chất về trạng thái chuyển tiếp bằng cách **tác động lực căng và làm biến dạng** các liên kết hóa học quan trọng cần bị phá vỡ trong phản ứng. Vì năng lượng hoạt hóa (E_a) **tỷ lệ thuận với mức độ khó khăn trong việc phá vỡ liên kết**, nên việc làm biến dạng cơ chất giúp chúng **tiếp cận trạng thái chuyển tiếp dễ hơn**, từ đó **giảm lượng năng lượng tự do** cần thiết để đạt tới trạng thái đó.
- Vị trí hoạt động cũng có thể cung cấp một **vi môi trường đặc hiệu**, thuận lợi hơn cho phản ứng so với môi trường dung dịch thông thường. Ví dụ, nếu vị trí hoạt động có **gốc R mang tính axit**, nó có thể tạo ra một vùng pH thấp trong một tế bào trung tính. Trong trường hợp này, **axit hóa cục bộ** có thể tạo điều kiện cho **sự cho proton (H^+)** tới cơ chất – một bước then chốt trong xúc tác phản ứng.
- Các **axit amin** trong vị trí hoạt động có thể **tham gia trực tiếp** vào phản ứng hóa học. Đôi khi quá trình này bao gồm việc **hình thành liên kết tạm thời** giữa enzyme và cơ chất. Liên kết cộng hóa trị tạm thời có thể hình thành giữa cơ chất và nhóm bên (side chain) của một axit amin trong enzyme. Các bước tiếp theo sẽ **khôi phục nhóm bên về trạng thái ban đầu**, đảm bảo rằng **vị trí hoạt động của enzyme không thay đổi sau phản ứng** so với trước đó.

5 Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính của enzyme

Khái niệm hoạt tính enzyme

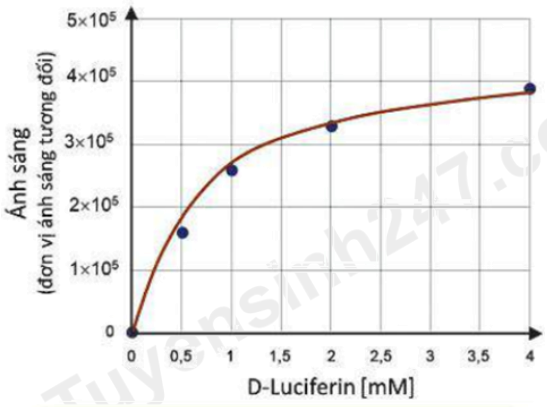
- Hoạt tính enzyme là tốc độ của phản ứng do enzyme xúc tác.
- Được đo bằng lượng cơ chất bị chuyển đổi (hoặc lượng sản phẩm tạo thành) trong một phút, dưới điều kiện tiêu chuẩn.

Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính của enzyme:

- Nhiệt độ
- Độ pH
- Nồng độ cơ chất
- Nồng độ enzyme
- Nồng độ các chất ức chế hoặc hoạt hóa enzyme

a) Nồng độ enzyme và cơ chất

- Lượng enzyme tăng → hiệu suất phản ứng tăng.
- Tuy nhiên, phản ứng chỉ tăng đến một ngưỡng nhất định, sau đó không tăng nữa do lượng cơ chất đã bị sử dụng tối đa.



Hoạt tính của enzyme luciferase thay đổi theo nồng độ cơ chất D–Luciferin

Khi lượng enzyme không đổi:

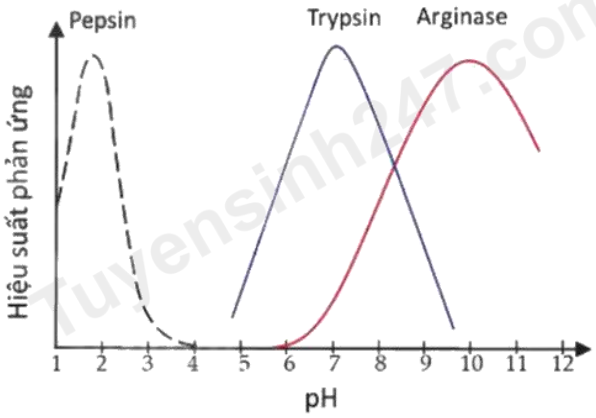
- Tăng nồng độ cơ chất → hiệu suất phản ứng tăng.
- Nhưng cũng sẽ đạt ngưỡng khi enzyme đã hoạt động tối đa, không còn enzyme tự do để xúc tác thêm.

Ví dụ minh họa – phản ứng phát sáng với luciferase:

- Phản ứng: D-Luciferin + ATP → phát ra ánh sáng nhờ enzyme luciferase.
- Khi thay đổi lượng D-Luciferin, giữ nguyên ATP và enzyme → lượng ánh sáng phát ra thay đổi.
- Tương tự, khi thay đổi lượng ATP, giữ nguyên D-Luciferin và enzyme → cũng làm thay đổi ánh sáng.

b) Độ pH

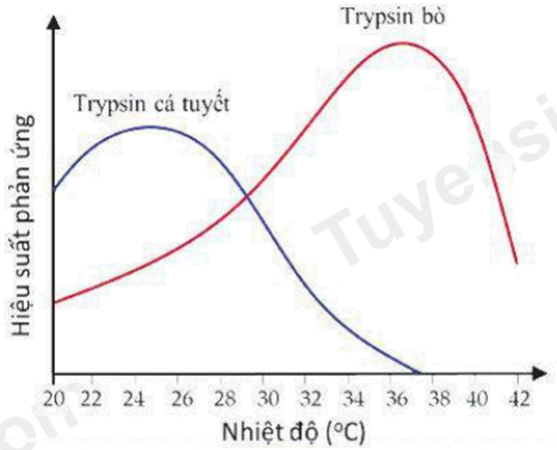
Mỗi loại enzyme thường có khoảng pH phù hợp nhất để hoạt động hiệu quả, ngoài khoảng pH này enzyme có thể bị giảm hoạt tính hoặc bất hoạt.



Ảnh hưởng của pH tới hoạt tính của enzyme pepsin, trypsin và arginase ở người

c) Nhiệt độ

- Thông thường, mỗi loại enzyme chỉ hoạt động hiệu quả trong một khoảng nhiệt độ nhất định. Ngoài khoảng nhiệt độ đó, hoạt tính enzyme sẽ giảm, thậm chí mất hoàn toàn.



Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hoạt tính của enzyme trypsin ở ruột bò và ruột cá tuyết Đại Tây Dương

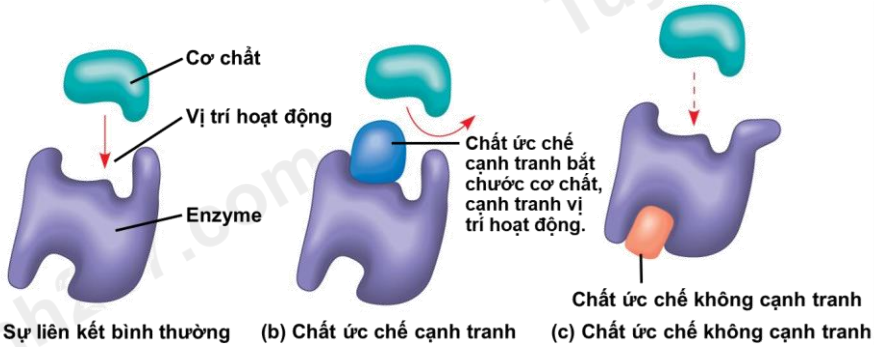
d) Chất điều hòa enzyme

- Trong môi trường sống, enzyme thường chịu tác động của nhiều loại phân tử khác nhau.

- ***Chất hoạt hóa (activator):*** Là những phân tử liên kết với enzyme, giúp tăng hoạt tính enzyme.

- ***Chất ức chế (inhibitor):*** Là những phân tử liên kết với enzyme, làm giảm hoặc mất hoạt tính enzyme.

- ***Ức chế cạnh tranh (competitive inhibitor):*** chất ức chế cạnh tranh làm giảm hiệu năng của enzyme do phong toả các cơ chất không cho đi vào vị trí hoạt động. Hay nói theo cách khác chất ức chế cạnh tranh có cấu hình giống cơ chất và chiếm chỗ cơ chất.



- ***Ức chế không cạnh tranh (noncompetitive inhibition):*** không cạnh tranh trực tiếp với cơ chất để liên kết với enzyme ở vị trí hoạt động. Thay vì chúng cản trở các phản ứng enzyme do liên kết với phần khác của enzyme.

6 Điều hoà quá trình chuyển hoá vật chất và năng lượng thông qua enzyme

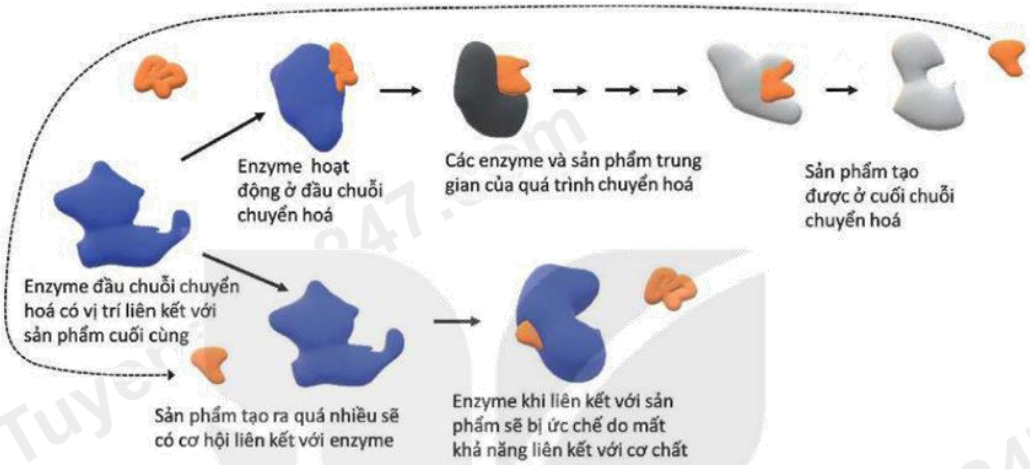
- Enzyme điều khiển tốc độ chuyển hoá

+ Enzyme làm tăng tốc độ các phản ứng hoá học → tăng tốc quá trình chuyển hoá vật chất và năng lượng trong tế bào.

+ Tốc độ chuyển hoá không cố định, mà thay đổi tùy theo giai đoạn phát triển và trạng thái sinh lý của cơ thể.

Các cơ chế điều hoà hoạt tính enzyme

- *Chất hoạt hoá và chất ức chế:* Điều chỉnh hoạt tính enzyme thông qua liên kết với các phân tử khác.
- *Cơ chế ức chế ngược:* Sản phẩm cuối cùng quay lại ức chế enzyme xúc tác ở bước đầu chuỗi chuyển hoá → giúp tế bào tiết kiệm năng lượng và vật chất khi đã đủ nhu cầu.



Định vị enzyme tối ưu trong tế bào

- Enzyme thường được định vị ở những vùng có điều kiện lý tưởng hoặc bào quan thích hợp → giúp hoạt động hiệu quả nhất.
- Ví dụ:
  + Enzyme trong lysosome thường ở trạng thái bất hoạt.
  + Khi cần hoạt hoá → bơm H^+ vào lysosome → giảm pH
  → enzyme được hoạt hoá để xúc tác phản ứng phân huỷ.

Sắp xếp enzyme trong chuỗi phản ứng chuyển hoá

Các enzyme được định vị theo trình tự phản ứng, đảm bảo:

- Sản phẩm của phản ứng trước là cơ chất cho phản ứng sau.
- Chuỗi chuyển hoá diễn ra nhanh, hiệu quả cao, ít bị ảnh hưởng bởi môi trường.

LUYỆN TẬP – VẬN DỤNG

Câu 1: Phát biểu nào sau đây là đúng khi nói về phân tử ATP?

A. Phân tử ATP có cấu tạo từ ba thành phần cơ bản: adenine, đường deoxyribose và muối phospate.

B. Trong phân tử ATP, các gốc phosphate liên kết rất chặt chẽ với nhau bằng liên kết cộng hóa trị.

C. Mỗi phân tử ATP có ba gốc phosphate liên kết với nhau tạo nên ba liên kết cao năng.

D. ATP liên tục được tổng hợp, vận chuyển và sử dụng trong tế bào sống.

Câu 2: Phân tích sự phù hợp giữa cấu tạo và chức năng của phân tử ATP.

Trả lời:

- Cấu tạo ATP: ưa nước, dễ tan trong nước, môi trường nội bào.
- Liên kết gốc phosphate dễ hình thành và phá vỡ để giải phóng năng lượng. ATP có cấu trúc phù hợp để cung cấp cho phản ứng sinh hoá trong tế bào.

Câu 3: Tế bào nhân thực được chia thành nhiều xoang tách biệt bởi hệ thống nội màng và các bào quan có màng bao bọc, điều này có ý nghĩa gì trong hoạt động của các enzyme và quá trình chuyển hóa năng lượng trong tế bào? Giải thích?

Trả lời:

- Cấu tạo ATP: ưa nước, dễ tan trong nước, môi trường nội bào.
- Liên kết gốc phosphate dễ hình thành và phá vỡ để giải phóng năng lượng. ATP có cấu trúc phù hợp để cung cấp cho phản ứng sinh hoá trong tế bào.

