

# CHUYÊN ĐỀ 3: SAO MÃ - PHIÊN MÃ - DỊCH MÃ

## A. PHẦN LÝ THUYẾT

### I. Gen - Sự sao mã (nhân đôi) - Mã di truyền

#### 1. Kiến thức về gen

- Gen là một đoạn phân tử ADN mang thông tin mã hóa cho một sản phẩm: ARN (mARN, tARN, rARN) hoặc chuỗi polipeptit. Như vậy, về cấu trúc thì gen là 1 đoạn ADN; về chức năng thì gen mang thông tin di truyền mã hóa cho 1 sản phẩm.
- Dựa vào chức năng của sản phẩm người ta chia gen thành 2 loại là gen điều hòa và gen cấu trúc. Gen điều hòa là những gen mà sản phẩm của nó làm nhiệm vụ điều hòa hoạt động của gen khác. Gen cấu trúc là những gen còn lại, sản xuất các sản phẩm cấu trúc nên các thành phần tế bào và cơ thể.
- Gen không phân mảnh là gen mà vùng mã hóa của nó liên tục, toàn bộ thông tin di truyền trên gen được dịch thành axit amin, gen phân mảnh là gen mà vùng mã hóa không liên tục, có các đoạn intron xen kẽ các đoạn exon. Gen của sinh vật nhân sơ có cấu trúc không phân mảnh còn hầu hết gen của sinh vật nhân thực đều có cấu trúc phân mảnh.
- Một gen có khả năng tổng hợp được nhiều phân tử mARN trưởng thành khác nhau. Nguyên nhân là vì khi gen phiên mã, tổng hợp được mARN sơ khai, sau đó enzym sẽ cắt bỏ các đoạn intron và nối các đoạn exon theo các cách khác nhau để tạo nên phân tử ARN trưởng thành.

#### 2. Sự sao mã (Nhân đôi ADN)

- Quá trình nhân đôi của ADN diễn ra theo nguyên tắc bổ sung và nguyên tắc bán bảo tồn. Do đó từ 1 phân tử, sau k lần nhân đôi sẽ tạo ra được  $2^k$  ADN, trong đó có 2 phân tử chứa một mạch của ADN mẹ đầu tiên.
- Quá trình nhân đôi ADN cần nhiều enzym khác nhau, trong đó enzym tháo xoắn helicase làm nhiệm vụ tháo xoắn và tách 2 mạch của ADN; enzym ADN polymeraza làm nhiệm vụ kéo dài mạch mới theo chiều từ 5' đến 3', enzym nối ligaza tạo các liên kết giữa góc photphat và đường của của các nu.
- Mạch mới luôn được tổng hợp kéo dài chiều từ 5' đến 3' là vì enzym ADN polymeraza có chức năng gắn nu tự do vào đầu 3'OH của mạch polinucleotit.
- Trong quá trình nhân đôi, trên mỗi chạc chữ Y thì một mạch được tổng hợp liên tục, một mạch được tổng hợp gián đoạn.
- Quá trình nhân đôi ADN là cơ sở cho sự nhân đôi của NST, từ đó dẫn tới sự phân chia tế bào và sự sinh sản của cơ thể sinh vật.

3. Mã di truyền (MDT): là trình tự sắp xếp các nucleotit trong gen quy định trình tự sắp xếp các axit amin trong chuỗi polipeptit (prôtêin).

- MDT là mã bộ ba, cứ 3 nucleotit quy định 1 aa. (Nếu chỉ có 2 loại A và G thì số loại bộ ba là  $2^3 = 8$  = loại ). Nếu có 3 loại A, U và X thì sẽ có  $3^3 = 27$  = loại bộ ba). Nếu chỉ tính bộ ba mã hóa aa thì chỉ có 61 loại bộ ba.
- MDT có tính liên tục, được đọc từ một điểm xác định trên mARN và không gối lên nhau.
- MDT có tính phổ biến (tất cả các loài đều có bộ mã di truyền giống nhau, trừ một vài ngoại lệ).
- MDT có tính đặc hiệu (một loại bộ ba chỉ mã hóa cho 1 loại aa).
- MDT có tính thoái hóa (một aa do nhiều bộ ba quy định, trừ bộ ba AUG và UGG).
- \* Có 1 mã mở đầu là 5'AUG3', 3 mã kết thúc là 5'UAA3', 5'UAG3', 5'UGA3'.

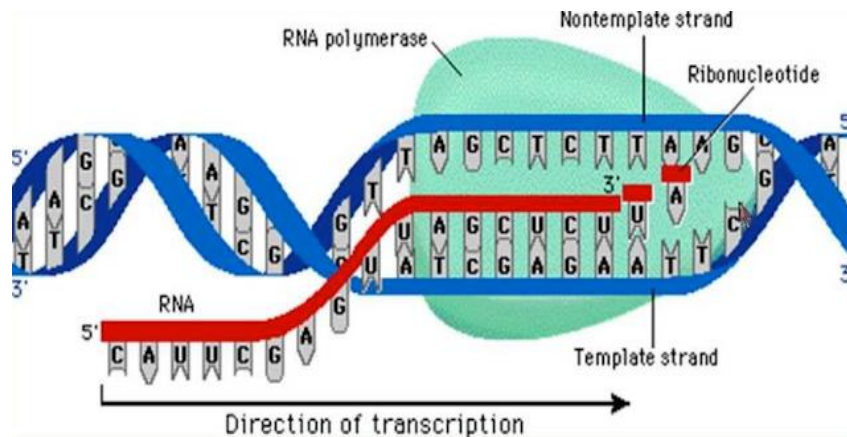
#### 4. Mối quan hệ giữa gen, mARN, protein

- Thông tin di truyền ở trên gen được biểu hiện thành tính trạng trên cơ thể thông qua 2 quá trình là phiên mã và dịch mã, đều diễn ra theo nguyên tắc bổ sung. Trình tự các bộ ba trên mARN quy định trình tự các a.a. trên protein.
- Phiên mã ở sinh vật nhân sơ và nhân thực cơ bản giống nhau. Ở sinh vật nhân thực, sau phiên mã có sự hoàn thiện mARN (cắt bỏ các đoạn intron và nối các đoạn exon để tạo nên mARN trưởng thành).
- Trong các enzym tham gia cơ chế di truyền ở cấp phân tử chỉ có enzym ARN polimeraza có khả năng tháo xoắn phân tử ADN và tổng hợp mạch polinucleotit mới.
- Trong quá trình phiên mã, enzym ARN polimeraza chỉ sử dụng mạch có chiều 3'-5' so với chiều trượt của nó để làm khuôn tổng hợp ARN. Vì vậy, gen có 2 mạch nhưng chỉ có 1 mạch được sử dụng làm mạch khuôn tổng hợp ARN.
- Quá trình phiên mã không theo nguyên tắc bổ sung thì sẽ tổng hợp ra phân tử ARN có cấu trúc khác với ARN bình thường nhưng không làm phát sinh đột biến gen (vì không làm thay đổi cấu trúc của gen).
- Khi dịch mã, ribosom trượt từ bộ ba mở đầu 5' của mARN cho đến khi gặp bộ ba kết thúc ở đầu 3' của mARN. Trên mỗi mARN có thể có nhiều bộ ba AUG nhưng chỉ có một bộ ba làm nhiệm vụ mở đầu dịch mã.
- Trong quá trình dịch mã, bộ ba đối mã của tARN khớp bổ sung và ngược chiều với bộ ba mã sao trên mARN

**\*Mở rộng : Điều hòa hoạt động gen :** là điều hòa lượng sản phẩm được gen tạo ra.

- Ở sinh vật nhân sơ, sự điều hòa hoạt động của gen là điều hòa quá trình phiên mã theo mô hình operon, điển hình là operon Lac.
  - a. Cấu trúc của operon Lac: có 3 thành phần là vùng khởi động (P), vùng vận hành (O), các gen cấu trúc Z, Y, A.
    - Vùng khởi động là vị trí để enzym ARN polimeraza gắn vào để khởi động phiên mã.
    - Vùng vận hành là nơi chất ức chế (protein ức chế bám vào) để kiểm soát phiên mã.
    - Gen cấu trúc tổng hợp protein, trở thành enzym chuyển hóa và sử dụng đường lactozơ.
  - b. Gen điều hòa (Không thuộc operon) thường xuyên tổng hợp ra prôtêin ức chế, prôtêin ức chế bám lên vùng vận hành (vùng O) để ức chế phiên mã.
    - Operon không phiên mã khi: Chất ức chế bám vào vùng vận hành (vùng O), hoặc khi có đột biến làm mất vùng khởi động (P) của operon.
    - Operon phiên mã khi: Vùng vận hành (O) được tự do và vùng khởi động (P) hoạt động bình thường.
- Điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân thực thì diễn ra ở nhiều cấp độ và phức tạp hơn sinh vật nhân sơ.

## II. PHIÊN MÃ



### 1. Cấu trúc và chức năng của các loại ARN

#### - mARN:

+ Gồm một mạch polynucleotit, mạch thẳng

+ Đầu 5' có trình tự nucleotit đặc hiệu ( không được dịch mã ) gắn codon mở đầu để riboxom nhận biết và gắn vào

+Mang thông tin di truyền cấu trúc chuỗi polypeptit

#### - tARN :

+ Mạch đơn xẻ 3 thùy, thùy giữa mang anticodon

+ Đầu 3' mang axit amin đến ribosome tham gia dịch mã

- rADN : Là 1 mạch polynucleotit dạng mạch đơn hoặc quấn lại như tARN và cũng là thành phần cấu tạo riboxom.

### 2. Cơ chế phiên mã

-Khái niệm : Phiên mã là quá trình tổng hợp ARN dựa trên mạch khuôn là ADN hay còn được gọi là quá trình tổng hợp phân tử ARN từ mạch mã gốc của gen. Bản chất của quá trình phiên mã là truyền đạt thông tin trên mạch mã gốc sang phân tử ARN.

-Đối tượng xảy ra phiên mã : Virus có vật chất di truyền là ADN mạch kép, vi khuẩn và sinh vật nhân thực.

-Quá trình phiên mã diễn ra ở trong nhân tế bào, tập trung tại kì trung gian giữa hai lần phân bào, lúc NST tháo xoắn.

### 3. Diễn biến quá trình phiên mã :

#### - **Bước 1. Khởi đầu:**

Enzym ARN pôlimeraza bám vào vùng điều hoà làm gen tháo xoắn để lộ ra mạch gốc có chiều 3' → 5' và bắt đầu tổng hợp mARN tại vị trí đặc hiệu.

#### - **Bước 2. Kéo dài chuỗi ARN:**

Enzym ARN pôlimeraza trượt dọc theo mạch gốc trên gen có chiều 3' → 5' và gắn các nuclêôtit trong môi trường nội bào liên kết với các nuclêôtit trên mạch gốc theo nguyên tắc bổ sung: Góc -

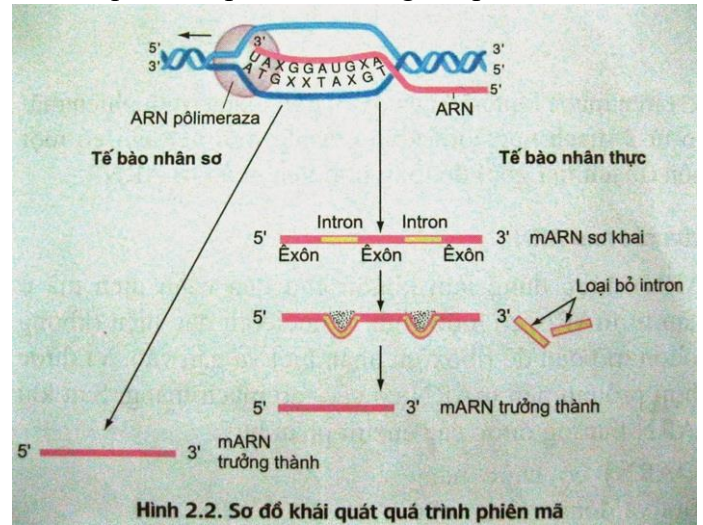
Umôi trường, Tgốc - Amôi trường, Ggốc – Xmôi trường, Xgốc – Gmôi trường. Vùng nào trên gen vừa phiên mã xong thì 2 mạch đơn của gen đóng xoắn ngay lại.

**- Bước 3. Kết thúc:**

Khi enzyme di chuyển đến cuối gen, gặp tín hiệu kết thúc thì quá trình phiên mã dừng lại, phân tử ARN được giải phóng. Do gen ở sinh vật nhân sơ có vùng mã hóa liên tục nên mRNA sau phiên mã được dùng trực tiếp làm khuôn tổng hợp prôtêin. Ở sinh vật nhân thực, do vùng mã hóa của gen không liên tục nên mRNA sau phiên mã phải cắt bỏ các đoạn intron, nối các đoạn êxôn tạo mRNA trưởng thành rồi đi qua màng nhân ra tế bào chất làm khuôn tổng hợp prôtêin.

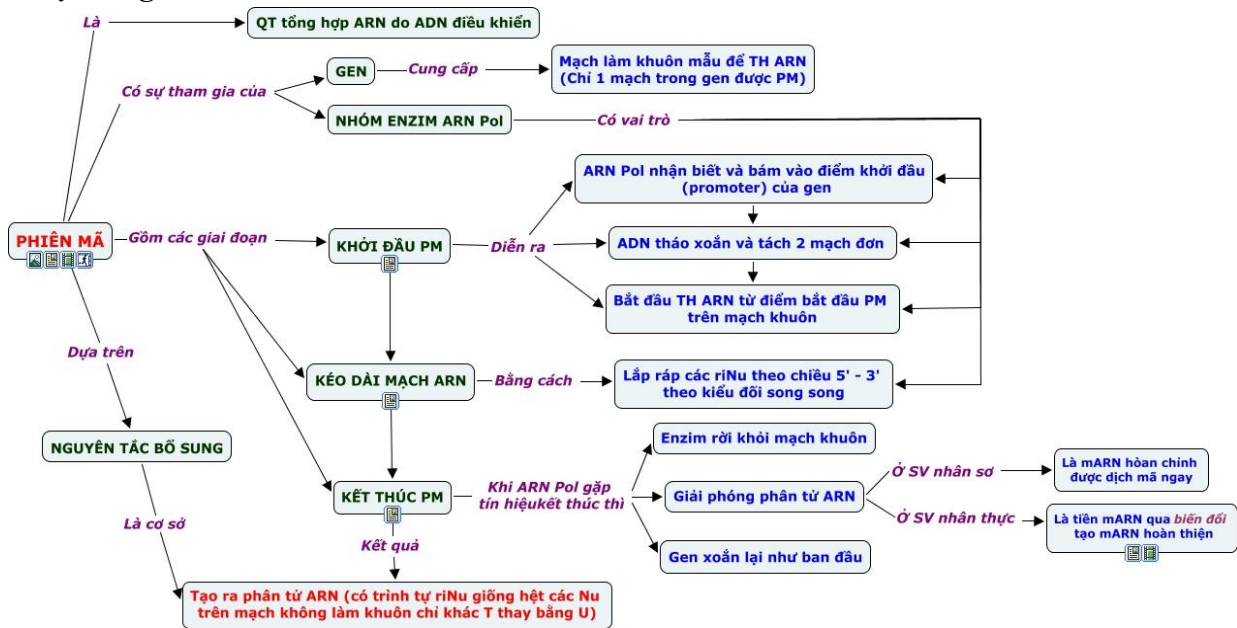
**- Kết quả :** 1 lần phiên mã 1 gen tổng hợp nên 1 phân tử mRNA, có trình tự giống với mạch bổ sung nhưng thay T bằng U.

**- Ý nghĩa :** hình thành các loại ARN tham gia trực tiếp vào quá trình sinh tổng hợp prôtêin quy định tính trạng.



Hình 2.2. Sơ đồ khái quát quá trình phiên mã

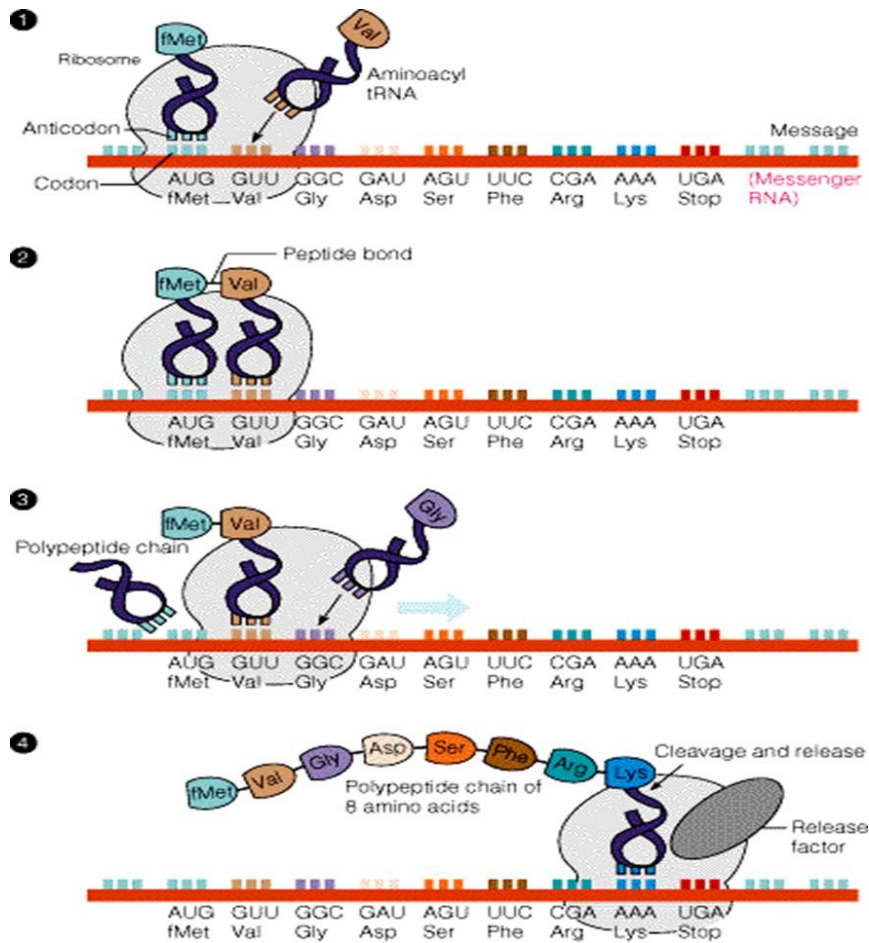
**- Sơ đồ hệ thống kiến thức :**



**III. Dịch mã**

**1. Khái niệm:** Dịch mã là quá trình tổng hợp chuỗi polipeptit hình thành protein và là giai đoạn kế tiếp sau phiên mã, diễn ra ở tế bào chất.

**2. Diễn biến của cơ chế dịch mã**



a) Hoạt hóa axit amin :

- Nhờ các enzym đặc hiệu và năng lượng ATP, các a.a được hoạt hóa và gắn với tARN tương ứng tạo thành phức hợp a.a – tARN.

- Sơ đồ hóa:  $aa + ATP \rightarrow aa - ATP (aa \text{ hoạt hóa}) \rightarrow \text{phức hợp } aa - tARN.$   
Enzim

b) Tổng hợp chuỗi Polipeptit :

- Bước 1: Mở đầu

+ Đầu tiên, tiểu phần bé của riboxom tiếp xúc với mARN tại vị trí đặc hiệu có mã AUG.

+ aa – tARN mang aa mở đầu metionin ( ở sinh vật nhân thực ), hoặc foocminmetionin ( ở sinh vật nhân sơ ) tiến vào mARN bổ sung mã mở đầu theo NTBS ( A-U; G- X ).

+ Tiểu phần lớn của riboxom liên kết với tiểu phần bé tạo thành riboxom hoàn chỉnh.

- Bước 2: Kéo dài chuỗi Polipeptit

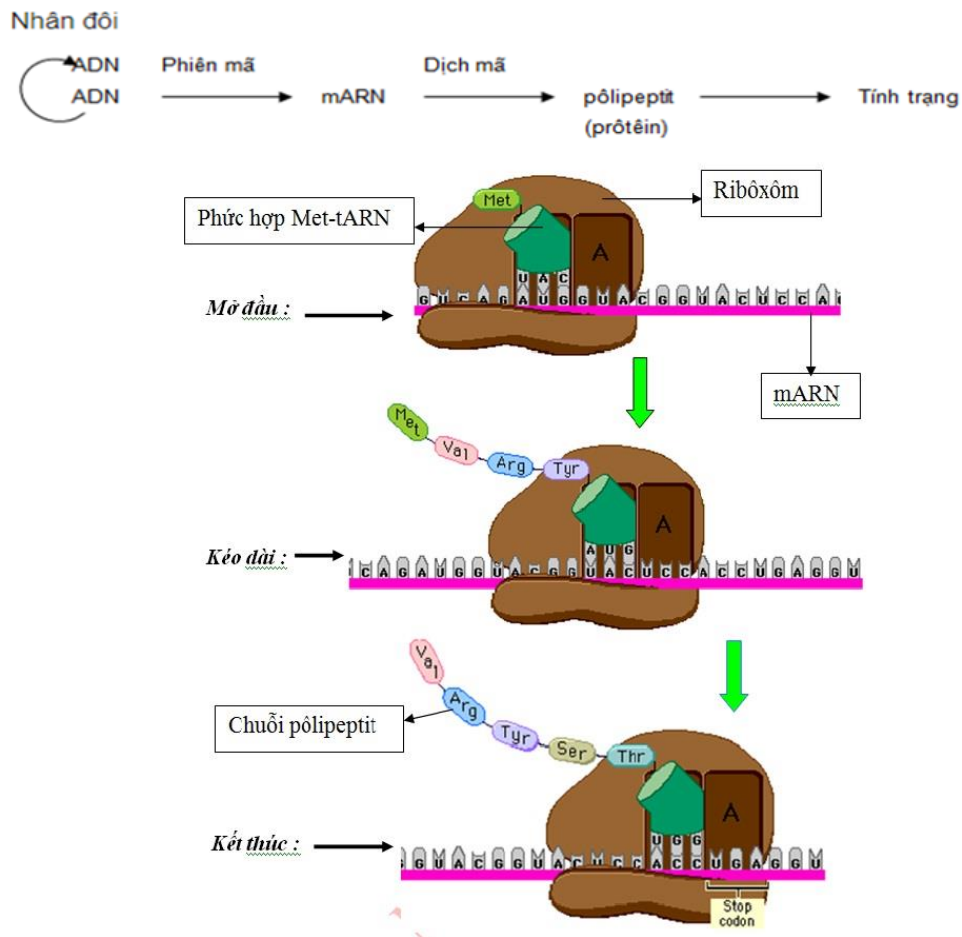
+ Tiếp theo, aa1-tARN gắn vào vị trí bên cạnh, bộ 3 đối mã của nó cũng khớp với bộ 3 của axit amin thứ nhất trên mARN theo NTBS.

+ Enzim xúc tác tạo thành liên kết peptit giữa axit amin mở đầu và aa1 (Met-aa1). Riboxom dịch chuyển đi 1 bộ 3 đồng thời tARN được giải phóng khỏi riboxom.

+ Tiếp theo, aa2-tARN lại tiến vào riboxom, quá trình cũng diễn ra như đối với aa1.

- + Quá trình cứ tiếp tục tiếp diễn cho đến cuối phân tử mARN.
- Bước 3: Kết thúc
  - + Khi riboxom tiếp xúc với mã kết thúc ( UAA,UAG,UGA) thì quá trình dịch mã dừng lại.
  - + Riboxom tách khỏi mARN, giải phóng chuỗi polipeptit.
  - + Axit amin mở đầu bị cắt khỏi chuỗi polipeptit tạo Pr có cấu trúc hoàn chỉnh.

**\* Cơ chế phân tử của hiện tượng di truyền:**



**B. PHẦN BÀI TẬP**

**1. Bài tập ADN**

**Bài 1:** Cho biết một phân tử ADN, số nucleotit (nu) loại A bằng 100000 nu chiếm 20% tổng số nucleotit.

- Tính số nucleotit thuộc các loại T, G, X.
- Chiều dài của phân tử ADN này là bao nhiêu  $\mu\text{m}$ .

**Bài 2:** Cho biết trong một phân tử ADN, số nu loại G là 650000, số nu loại A bằng 2 lần số nu loại G. Khi phân tử này tự nhân đôi (1 lần), nó sẽ cần bao nhiêu lần nu tự do trong môi trường nội bào ?

**Bài 3 :** Một nu có chiều dài 0,408  $\mu\text{m}$  và có hiệu số giữa nu loại G với loại nu khác là 10% số nu của gen.

- Tìm khối lượng của gen. Biết khối lượng trung bình của một nu là 300 đvC
- Tỷ lệ % và số lượng từng loại nu của gen.
- Tính số liên kết hidro của gen.

**Bài 4:** Một gen có phân tử lượng là 480.103 đvC. Gen này có tổng nu loại A và một loại nu khác là 480 nu.

a. Tính số nu từng loại của gen.

b. Gen nói trên gồm bao nhiêu chu kì xoắn.

**Bài 5:** Một gen có chiều dài 5100A0, trong đó nu loại A chiếm 20%.

a. Số lượng từng loại nu của gen bằng bao nhiêu?

b. Khi tế bào nguyên phân 3 đợt liên tiếp đòi hỏi môi trường nội bào cung cấp từng loại nu bằng bao nhiêu?

c. Tính số liên kết hidro của gen.

d. Tính số liên tiếp cộng hóa trị của gen.

## 2. Bài tập ARN

**Bài 1:** Cho biết trong một phân tử mARN, tỷ lệ phần trăm các loại là: U = 20%, X = 30%, G = 10%. Hãy xác định tỷ lệ phần trăm các loại nucleotit trên gen đã tổng hợp nên mARN đó.

**Bài 2:** Một mARN có U = 5000nu, chiếm 20% tổng số nu trên mARN. Hãy tính chiều dài của gen quy định cấu trúc của mARN đó.

**Bài 3:** Một gen có chiều dài là 0,306 micromet, trải qua 2 lần sao mã liên tiếp.

a. Tính số lượng nu môi trường cung cấp cho quá trình sao mã nói trên.

b. Tính số liên kết cộng hóa trị được hình thành trong các phân tử ARN khi gen trải qua 2 lần sao mã trên.

**Bài 4:** Xét 2 gen trong một tế bào :

-Gen I có A = 600nu và G = 3/2A. Mạch khuôn của gen này có A = 225 nu, G = 475nu.

-Gen II có chiều dài bằng phân nửa chiều dài gen I và số liên kết hidro giữa các cặp A – T bằng 2/3 số liên kết hidro của cặp G – X. Trên mạch khuôn mẫu của gen II có A = 180nu, G = 200nu.

-Gen I và gen II đều thực hiện 2 lần nhân đôi, mỗi gen con tạo ra tiếp tục sao mã 3 lần.

a. Tính số lượng từng loại nu trên mỗi mạch đơn của từng gen.

b. Tính số lượng từng loại nu của mỗi phân tử ARN.

c. Tính số lượng từng loại nu môi trường cung cấp cho quá trình sao mã nói trên.

\*\* Nếu các bạn chưa nắm rõ được phương pháp làm bài thì TGB có tài liệu bổ sung để các bạn tham khảo các bài và ví dụ cụ thể: <https://tuhoc365.vn/document/phuong-phap-giai-bai-tap-adn-arn-cau-truc-va-chuc-nang/>

## 3. Bài tập phiên mã

a) Phương pháp giải nhanh câu hỏi lí thuyết

- Gen có 2 mạch nhưng luôn luôn chỉ có một mạch được dùng làm khuôn để tổng hợp ARN.

- Phiên mã chỉ có enzym ARN pôlimeraza xúc tác. Do đó, ARN pôlimeraza vừa có chức năng tháo xoắn ADN, vừa có chức năng tổng hợp mạch pôlinuclêotit mới.

- Vì mã di truyền có tính đặc hiệu cho nên với một loại phân tử mARN thì luôn tổng hợp được 1 loại chuỗi pôlipeptit.

- Vì mã di truyền có tính thoái hóa cho nên không thể dựa vào trình tự các axit amin để suy ra trình tự các bộ ba trên mARN.

- Nếu bài toán cho một đoạn mạch ADN thì có thể dựa vào bộ ba mở đầu hoặc bộ ba kết thúc dịch mã để suy ra mạch nào là mạch gốc.

b) Các lưu ý để giải nhanh về điều hòa hoạt động gen

- Ở trong operon Lac, các gen Z, Y, A có chung một cơ chế điều hòa (có chung vùng khởi động, vùng vận hành) cho nên số lần phiên mã bằng nhau, số lần dịch mã bằng nhau.
- Một đột biến ở gen Z, gen Y hoặc gen A thì không làm ảnh hưởng đến số lần phiên mã, số lần dịch mã của các gen Z, Y, A. Chỉ khi vùng P hoặc vùng O của operon Lac bị biến đổi thì mới ảnh hưởng đến số lần phiên mã của gen Z, Y, A.
- Một đột biến ở gen điều hòa (gen R) đều ảnh hưởng đến khả năng phiên mã của các gen Z, Y, A. Nếu đột biến làm cho prôtêin ức chế bám chặt vào vùng O thì các gen Z, Y, A mất khả năng phiên mã; Nếu đột biến làm cho prôtêin ức chế không bám được vào vùng O thì các gen Z, Y, A liên tục phiên mã.
- Ngoài ra, các bạn có thể tham khảo tài liệu thêm ở các đường link bên dưới và 1 trong các phương pháp giải khác :
  - <https://tuhoc365.vn/document/phuong-phap-giai-nhanh-dich-ma-phiên-mã/>
  - <https://vietjack.com/tai-lieu-mon-sinh-hoc/phuong-phap-giai-bai-tap-phiên-mã-va-dịch-mã.jsp>
  - <https://toploigiai.vn/cac-dang-bai-tap-sinh-12-bai-2-phiên-mã-va-dịch-mã>
  - <https://hoc247.net/sinh-hoc-12/bai-2-phiên-mã-va-dịch-mã-11645.html>

#### **4. Bài tập dịch mã:**

- <https://loigiaihay.com/de-thi-30-bai-tap-tinh-toan-phiên-mã-va-dịch-mã-exam83412.html>
- <https://loigiaihay.com/de-thi-30-bai-tap-phiên-mã-va-dịch-mã-muc-do-kho-phan-2-exam83406.html>
- <https://toploigiai.vn/cac-dang-bai-tap-sinh-12-bai-2-phiên-mã-va-dịch-mã>
- <http://duhocykhoa.edu.vn/phuong-phap-giai-bai-tap-ve-phiên-mã-va-dịch-mã/>