

BÀI TẬP SINH HỌC TẾ BÀO

Tính khối lượng tối thiểu của các đại phân tử hữu cơ:

Giả sử một phân tử A có chứa nguyên tố M chiếm tỉ lệ a% trong phân tử A

$$\Rightarrow \text{Khối lượng phân tử của A: } m_A = \frac{M}{a\%} \quad (M \text{ là khối lượng mol của nguyên tố M})$$

Bài 1: 1) Nitơ (khối lượng phân tử tương đối $M=14$) chiếm 8,48% khối lượng của L-phênilalanin. Khối lượng phân tử tối thiểu của L-phênilalanin là bao nhiêu?

2) Phân tử miôglôin chứa 0,335% sắt ($Fe=56$). Tính X_{\min}

Giải:

1) $X_{\min} = \frac{14}{8,48\%} = 165$ (vì L-phênilalanin chỉ có một nguyên tử nitơ)

2) $X_{\min} = \frac{56}{0,335\%} \approx 16716,4$

Bài 2: a) Nitơ ($M=14$) chiếm 19,17% khối lượng của L-lizin. Khối lượng phân tử của L-lizin là bao nhiêu?

b) Phân tử L-lizin chứa 2 nguyên tử nitơ. Khối lượng phân tử của nó là bao nhiêu?

Giải:

a) $X_{\min} \approx 73$

b) $X_{\min} \approx 146$

Bài 3: Người ta muốn xác định số mạch polipeptit của phân tử hemoglobin người HbA. Để phân tử HbA ráp lại, người ta chỉ tìm thấy Valin như là đầu mút $-N$. Đối với 100 μg Hb, tương ứng có 0,73 μg Valin ở vị trí đầu mút $-N$. Biết rằng khối lượng phân tử của Hb= 64 000 và Valin= 117. Có bao nhiêu mạch cho phân tử HbA?

Giải:

Đơn vị: 1 đvC = $1,6605 \times 10^{-24}$ g = $1,6605 \times 10^{-24} \times 10^6$ μg .

+ Số phân tử Hb trong 100 μg Hb = $\frac{100}{64\,000 \times 1,6605 \times 10^{-18}} \approx 9,4 \times 10^{14}$

+ Số phân tử Valin trong 0,73 μg Valin = $\frac{0,73}{117 \times 1,6605 \times 10^{-18}} \approx 3,76 \times 10^{15}$

+ Vì Valin là đầu mút $-N \rightarrow$ mỗi mạch chỉ có 1 Valin \rightarrow số Valin trong mỗi mạch của phân tử HbA là số mạch của HbA.

$$\Rightarrow \text{Số mạch là: } \frac{9,4 \times 10^{14}}{3,76 \times 10^{15}} = 4$$

Bài 4: Tính khối lượng trung bình của một nucleotit: 1) trong ARN và 2) trong AND. Cho rằng các nucleotit khác nhau có khối lượng mol tương đương.

Giải:

- + Cấu trúc của 1 nucleotit:
- + axit photphoric ($H_3PO_4 = 98$)
 - + đường:
 - *Đêoxiribozo ($C_5H_{10}O_4 = 134$)
 - *Ribozo ($C_5H_{10}O_5 = 150$)
 - + bazo nito:
 - Adênin (135)
 - Timin (126)
 - Uraxin (112)
 - Guanine (151)
 - Xitonin (111)

Giả sử ta có số nucleotit loại A=U=G=T=X=n

+ Để tạo thành 1 nucleotit thì giải phóng 2 phân tử H_2O (nối axit photphoric và đường thì giải phóng 1 phân tử H_2O , nối đường và bazo nito thì giải phóng 1 phân tử H_2O).

+ Nối 2 nucleotit lại với nhau thì giải phóng 1 phân tử H_2O

⇒ Như vậy:

+ Để tạo thành tất cả $4n$ nucleotit thì giải phóng $4n \times 2 = 8n$ phân tử H_2O

+ Nối n nucleotit lại thì giải phóng $(n - 1)$ phân tử H_2O

⇒ Nối $4n$ nucleotit thì giải phóng $4(n - 1)$ phân tử H_2O . Nếu số n lớn thì $4(n - 1) \approx 4n$

Khối lượng trung bình của một nucleotit trong ARN:

$$M = \frac{(135 + 112 + 151 + 111 + 4 \times 98 + 4 \times 150) \times n - 8n \times 18 - 4n \times 18}{4n} = 321,25$$

Khối lượng trung bình của một nucleotit trong AND:

$$M = \frac{(135 + 126 + 151 + 111 + 4 \times 98 + 4 \times 134) \times n - 8n \times 18 - 4n \times 18}{4n} = 308,75$$

Bài 5: Phân tử AND của vi khuẩn E.coli gồm khoảng $4,6 \times 10^6$ cặp bazo và nặng $4,66 \times 10^{-15}$ g. Biết rằng mỗi vòng xoắn của AND là 3,4 nm và gồm 10 cặp bazo nito. Tính khối lượng của một đoạn AND dài 0,1 nm 1) bằng gram 2) bằng Dalton

Giải:

1) Ta có: $\frac{3,4 \text{ nm}}{0,1 \text{ nm}} \rightarrow \frac{10 \text{ cặp bazo nito}}{? \text{ cặp bazo nito}}$ \Rightarrow Số cặp bazo nito = $\frac{0,1 \times 10}{3,4} = \frac{10}{34}$ (cặp)

$\frac{4,6 \times 10^6 \text{ cặp}}{\frac{10}{34} \text{ cặp}} \rightarrow \frac{4,66 \times 10^{-15} \text{ g}}{? \text{ g}}$ \Rightarrow Khối lượng AND = $\frac{10}{34} \frac{4,66 \times 10^{-15}}{4,6 \times 10^6} \approx 2,98 \times 10^{-22} \text{ g}$

2) 1 Da = 1 đvC = 1 u = $1,6605 \times 10^{-24}$ g
 Khối lượng AND = 179, 44 Da

Bài 6: Nếu một màng lipid điển hình có đường kính 70 nm và mỗi phân tử lipid có đường kính 0,5 nm. Có bao nhiêu phân tử lipid để tạo nên màng lipid trên chỉ gồm lipid? Với tỉ lệ 50 phân tử lipid/ 1 phân tử protein thì có bao nhiêu phân tử protein trong màng lipid điển hình đó?

Giải:

+ Diện tích bề mặt màng lipid: $S = \pi r^2 = \pi \cdot 35^2 \text{ (nm}^2\text{)}$

+ Diện tích một phân tử lipid: $S' = \pi r^2 = \pi \cdot (0,25)^2 \text{ (nm}^2\text{)}$

⇒ Số phân tử lipid = $\frac{S}{S'} = \frac{35^2}{0,25^2} = 19\ 600$ (phân tử)

Vì màng lipid là màng kép ⇒ Tổng số lipid màng = $19\ 600 \times 2 = 39\ 200$

⇒ Số phân tử protein = $\frac{39\ 200}{50} = 784$

Bài 7: Có khoảng 10^7 riboxom trong một tế bào gan. Cho rằng riboxom là một khối cầu có đường kính 20 nm và tế bào gan là khối hình vuông có cạnh 20 μm . Các riboxom chiếm bao nhiêu % khối lượng tế bào gan?

Giải:

+ Phải tính: $V_{\text{rbox}} \rightarrow V_{\text{rbox/tb}} \rightarrow V_{\text{tb}} \rightarrow \%$ khối lượng

⇒ Tỷ lệ riboxom trong tế bào = $\frac{10^7 \times \frac{4\pi}{3} \times 10^3}{(20 \times 10)^3} \times 100 \approx 0,52\%$

Bài 8: Một tế bào nhân thực chứa khoảng 10^7 riboxom và phân chia trong 24 giờ.

1. Tính số lượng riboxom được tạo ra trong 1 giây để đảm bảo cho các tế bào con có đủ riboxom.

2. Các riboxom chứa hai loại ARN 28S và 18S, được tổng hợp ở dạng tiền chất ARN 45S. Thời gian tổng hợp một phân tử ARN 45S là 3 phút. Biết rằng gen mã hóa cho ARN 45S có thể phiên mã một lúc 100 phân tử, bao nhiêu bản sao của gen đó mà bộ gen cần chứa để đảm bảo tổng hợp đủ 10^7 riboxom trong 24 giờ?

Giải:

1) Số lượng rbox tạo ra sau 1 giây = $\frac{10^7}{24 \times 60 \times 60} \approx 116$

2) Để tính số bản sao, cần tính số ARN 45S mà mỗi bản sao tổng hợp trong 24 giờ:

Số ARN 45S tạo ra trong 24 giờ = $100 \times \frac{24 \times 60}{3} = 48\ 000$

⇒ Số bản sao của gen = $\frac{10^7}{48\ 000} \approx 208$

Bài 9: Các tế bào hồng cầu đảm trách chuyên chở oxi tới các mô của cơ thể chỉ sống khoảng 120 ngày. Các tế bào hồng cầu thay thế được sản xuất trong tủy xương. Phải mất bao nhiêu lần phân bào trong 1 giây ở tủy xương để thay thế đủ các tế bào hồng cầu.

Sau đây là một số thông tin cơ sở để tìm câu trả lời : có khoảng 5 triệu tế bào hồng cầu / 1 mm^3 máu. Người trưởng thành có 5 lít máu (5000 cm^3).

Giải:

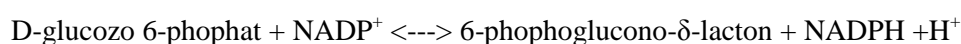
Đơn vị: $5\ 000 \text{ cm}^3 = 5 \times 10^6 \text{ mm}^3$

+ Số tế bào trong cơ thể : $5 \times 10^6 \times 5 \times 10^6 = 25 \times 10^{12}$ (tế bào)

+ Số tế bào cần tạo ra trong 1s để thay thế: $A = \frac{25 \times 10^{12}}{120 \times 24 \times 60^2} = 2\ 411\ 265$ (tế bào)

⇒ Số lần phân bào: $n = \frac{\log A - \log 1}{\log 2} \approx 21$ lần

Bài 10: Glucozo-6-phosphat dehidrogenaza (G-6DP) xúc tác phản ứng:



Trong hồng cầu người, hoạt tính đặc hiệu của G-6PD bình thường là 1,4 IU/ml hồng cầu. Biết rằng IU (International Unit) là đơn vị quốc tế đánh giá hoạt tính enzym (1 IU = 1 mol được chuyển hóa trong 1 phút) và D-glucozo 6- phophat dồi dào trong suốt thời gian thí nghiệm. Cần thời gian bao lâu để chuyển hóa 100 μg D-glucozo 6-phophat (Khối lượng phân tử M=260) thành 6-phosphoglucono-δ- lacton trong 0,5 ml hồng cầu?

Giải:

+ Hoạt tính của enzym G-6PD trong 0,5 ml hồng cầu = 1,4 x 0,5 = 0,7 IU (có nghĩa là: 0,7 μmol D-G6-P được chuyển hóa trong 1 phút)

+ Số mol D-G6-P có trong 100 μg = $\frac{100 \times 10^{-6}}{260} \times 10^6 = \frac{5}{13}$ (μmol)

⇒ Thời gian chuyển hóa: $t = \frac{5}{13 \times 0,7} = 0,55 \text{ phút} \approx 33 \text{ giây}$

Bài 11: Người ta nuôi 10^6 tế bào E.coli với g=30 phút.

1. Cần khoảng bao nhiêu thời gian để đạt 1 tỷ tế bào?
2. Biết rằng phân tử AND của vi khuẩn E.coli gồm khoảng $4,6 \times 10^6$ cặp bazo (bp) với thời gian sao chép nguyên bộ gen là 40 phút, hãy tính số cặp bazo được sao chép trong 1 giây, cho rằng chỉ có một điểm khởi sự sao chép. Khoảng cách AND polimeraza di chuyển trong 1 phút là bao nhiêu?
3. Nếu nối liền các đầu mút của AND 1 tỷ tế bào E.coli thành sợi thì độ dài là bao nhiêu?

Giải:

1) $t = ng = \frac{\log 10^6 - \log 1}{\log 2} \times \frac{30}{60} = 10$ (giờ)

2) $4,6 \times 10^6$ cặp bazo → 40 x 60 giây
 ? → 1 giây

⇒ Số cặp bp sao chép trong 1 giây = $\frac{4,6 \times 10^6}{40 \times 60} \approx 1916$ cặp.

+ Khoảng cách AND polimeraza di chuyển trong 1 phút:

$L = 1916 \times 60 \times 34 = 391\,476 \text{ A}^\circ = 39,1476 \mu\text{m}$

3) $L' = 4,6 \times 10^6 \times 3,4 \times 10^9 \text{ A}^\circ \approx 1\,564 \text{ km}$.

Bài 12: (Trích đề thi Olympic Quốc tế lần 20)

Một vùng mã hóa của một gen không kể codon kết thúc gồm 735 cặp bazo nito. Hãy tính khối lượng phân tử protein do gen này mã hóa. Biết rằng khối lượng phân tử trung bình của một axit amin thuộc protein này ở dạng tự do chưa mất nước là 122 và có 5 liên kết disunfit hình thành tự phát trong quá trình cuộn gập của phân tử protein này. Viết cách tính.

Giải:

+ Số axit amin do gen mã hóa = $\frac{735}{3} = 245 \text{ aa}$

+ Khối lượng pro = $245 \times 122 - (245 - 1) \times 18 - 5 \times 2 = 25\,488$

+ Giả sử phần đầu N của Met được tách ra:

Khối lượng prôtein = $(245 - 1) \times 122 - (245 - 2) \times 18 - 5 \times 2 = 25\,384$

Bài 13: Tropomyosin là một loại protein cơ, gồm 2 mạch xoắn- α cuộn lại. Khối lượng phân tử của protein là 70 kdal (kilodalton). Một gốc axit amin trung bình là 110 dal. Chiều dài phân tử là bao nhiêu?

Giải:

Một axit amin được mã hóa bởi codon 3 nucleotit, đoạn AND mã hóa cho enzym gồm 999 (333×3), 2 mạch kép sẽ gồm 1998 nucleotit. Như vậy, khối lượng của đoạn gen sẽ là: 617 382 dalton, nhiều hơn gấp 15,63 lần mạch polipeptit ($\sim 39\ 000$ dalton).

Bài 14: Mỗi mạch polipeptit của enzym D-glixêrandêhit 3-phôtphat đêhidrôgenaza trong tế bào cơ gồm 333 gốc axit amin. Tính khối lượng của gen tương ứng, biết rằng khối lượng trung bình 1 nuclêotit AND là 309 dalton và cho rằng đoạn AND này không có intron.

Giải:

477 A^o (318 gốc axit amin cho mỗi mạch; 1,5 A^o cho mỗi gốc).

Bài 15: Hai tế bào A và B đều có hình khối lập phương. Giả sử tế bào A có tỉ lệ S/V bằng 0,42, còn tế bào B có tỉ lệ S/V bằng 3,4. Tế bào nào có kích thước lớn hơn? Tính diện tích bề mặt toàn phần và thể tích mỗi tế bào?

Bài 16: Đường kính của một cầu khuẩn là 3 μm , một trứng ếch có đường kính 30 μm . Tính diện tích bề mặt và thể tích của cầu khuẩn và trứng ếch. So sánh tỷ lệ diện tích và thể tích (S/V) của cầu khuẩn và trứng ếch.

Giải:

+ Diện tích bề mặt: $S = 4\pi R^2$

*) Cầu khuẩn: $S_1 = 4\pi \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 \approx 28,2743 \mu\text{m}^2$

*) Trứng ếch: $S_2 = 4\pi \times \left(\frac{30}{2}\right)^2 \approx 2\ 827,4334 \mu\text{m}^2$

+ Thể tích:

*) Cầu khuẩn: $V_1 = \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{3}{2}\right)^3 \approx 14,1372 \mu\text{m}^3$

*) Trứng ếch: $V_2 = \frac{4}{3}\pi \times \left(\frac{30}{2}\right)^3 \approx 14\ 137,1669 \mu\text{m}^3$

+ Tỉ lệ S/V:

*) Cầu khuẩn: $\frac{S_1}{V_1} = \frac{3}{\frac{3}{2}} = 2$

*) Trứng ếch: $\frac{S_2}{V_2} = \frac{3}{\frac{30}{2}} = 0,2$

=> So sánh tỷ lệ S/V của 2 tế bào: $2/0,2 = 10$ lần

