CHỦ ĐỀ: CÁC CÂU KHTN ĐẶC SẮC V-ACT 2027

Dựa vào đoạn thông tin dưới đây để trả lời các câu hỏi từ 1 đến 3

Trong các ion kim loại chuyển tiếp ở trạng thái tự do, 5 orbital d (dxy, dyz, dxz, dx2-y2 ,dz2) có mức năng lượng bằng nhau (gọi là trạng thái suy biến). Tuy nhiên, khi các phối tử mang điện âm hoặc có cực tiến đến gần ion kim loại để hình thành phức chất, từ trường tĩnh điện do phối tử tạo ra sẽ đẩy các đám mây electron d của kim loại.

Trong cấu trúc phức chất bát diện, do các phối tử tiến vào dọc theo các trục tọa độ x, y, z, các orbital nằm trực diện trên các trục này (dx2-y2 , dz2)sẽ bị đẩy mạnh hơn so với các orbital nằm xen kẽ giữa các trục (dxy, dyz, dxz). Kết quả là 5 orbital d bị chia tách thành hai mức năng lượng: mức cao (eg) và mức thấp (t2g). Khoảng cách năng lượng giữa hai mức này được gọi là Thông số chia tách trường tinh thể, ký hiệu là 0

Sự tồn tại của màu sắc rực rỡ ở các phức chất kim loại chuyển tiếp chính là bằng chứng vật lý của sự chia tách này. Khi ánh sáng trắng chiếu vào phức chất, một electron ở mức t2g có thể hấp thụ một hạt photon có năng lượng đúng bằng khoảng trống 0 để nhảy lên mức eg. Năng lượng của 1 hạt photon (Ephôtn) liên hệ với bước sóng qua hệ thức Planck - Einstein:

Ephoton =h c

Tuy nhiên, trong thực nghiệm, người ta thường tính toán tổng năng lượng chia tách cho toàn bộ 1 mol phức chất (gồm NA hạt) theo công thức vĩ mô

Emol =h c NA

Trong đó:

+ h=6,625 10-34 J.s (hằng số Planck)

+ c=3 108 m/s (Tốc độ ánh sáng trong chân không)

+ NA=6,022 1023 mol-1 (hằng số Avogadro)

+ là bước sóng ánh sáng mà phức chất hấp thụ cực đại (m)

Câu 1:[SCE] Dựa vào mô hình tĩnh điện của Thuyết trường tinh thể, yếu tố cốt lõi nào gây ra sự chia tách mức năng lượng của các orbital d khi tạo phức?

A. Sự hút nhau giữa hạt nhân kim loại và electron của phối tử

B. Lực đẩy tĩnh điện không đồng đều giữa các electron của phối tử và các electron nằm trong những orbital d có định hướng không gian khác nhau

C. Sự hấp thụ năng lượng nhiệt từ môi trường làm các orbital phình to ra

D. Lực hấp dẫn giữa khối lượng của tâm kim loại và các phối tử xung quanh.

Câu 2:[SCE] Phức chất [Ti(H2O)6]3+hấp thụ ánh sáng mạnh nhất ở bước sóng =500 nmthuộc vùng ánh sáng xanh lục, do đó dung dịch của nó phát ra màu tím tía để mắt ta nhận thấy. Năng lượng chia tách trường tinh thể 0đối với **một ion** Ti3+đơn lẻ trong phức chất này là bao nhiêu Joule? (Biết **1 nm =10-9m**)

A. 3,975.10-19J

B. 1,275.10-19J

C. 2,875.10-19J

D. 4,475.10-19J

Câu 3:[SCE] Trong công nghiệp vật liệu quang học, các kỹ sư đo được phức chất [Cr(CN)6]3- hấp thụ photon ở bước sóng rất ngắn =300 nm do phối tử CN-tạo ra trường tinh thể rất mạnh. Tổng năng lượng chia tách trường tinh thể cho toàn bộ **1 mol** phức chất này có giá trị xấp xỉ bằng bao nhiêu kJ/mol?

A. 356 kJ/mol **B.** 363 kJ/mol **C.** 378 kJ/mol **D.** 399 kJ/mol

Dựa vào đoạn thông tin dưới đây để trả lời các câu hỏi từ 4 đến 6

Thực vật không thể chạy trốn khỏi kẻ thù, vì vậy chúng tiến hóa các hệ thống phòng thủ hóa học tinh vi. Trong các loại rau họ cải (như bông cải xanh, bắp cải, cải thìa), hệ thống này bao gồm hai thành phần chính: hợp chất tiền thân Glucoraphanin (thuộc nhóm Glucosinolates) và enzyme Myrosinase.

Trong một tế bào thực vật còn nguyên vẹn, Glucoraphanin được lưu trữ trong không bào, còn enzyme Myrosinase lại nằm rải rác ở tế bào chất. Sự cách ly không gian này đảm bảo chúng không phản ứng với nhau khi cây đang phát triển bình thường. Tuy nhiên, khi lá cây bị sâu bọ cắn phá (hoặc bị con người nhai, thái nhỏ), vách và màng tế bào bị vỡ nát. Lúc này, enzyme Myrosinase lập tức tiếp xúc với Glucoraphanin, xúc tác cho phản ứng thủy phân để tạo ra Sulforaphane.

Sulforaphane chính là hoạt chất sinh học có mùi hăng đặc trưng, đóng vai trò xua đuổi côn trùng. Đối với cơ thể người, Sulforaphane đi vào tế bào và kích hoạt con đường tín hiệu sinh học Nrf2. Protein Nrf2 sẽ di chuyển vào nhân tế bào, bật các gen mã hóa cho hàng loạt enzyme chống oxy hóa và giải độc mạnh mẽ, giúp bảo vệ tế bào khỏi sự đột biến gây ung thư.

Tuy nhiên, enzyme Myrosinase lại là một protein rất nhạy cảm với nhiệt độ. Nó sẽ bị biến tính và mất hoàn toàn hoạt tính xúc tác nếu bị đun nóng trong nước sôi (100°C) quá lâu. Ngược lại, tiền chất Glucoraphanin thì chịu nhiệt tốt hơn nhiều

Câu 4:[SCE] Dựa vào đoạn văn cơ sở, hãy sắp xếp các sự kiện sau đây theo đúng trình tự thời gian từ lúc một người bắt đầu ăn bông cải xanh sống cho đến khi tế bào cơ thể người đó được bảo vệ khỏi các gốc tự do.

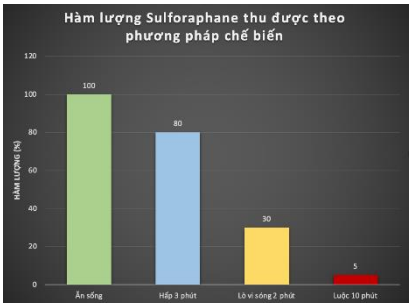
(1) Protein Nrf2 di chuyển vào trong nhân tế bào người.
(2) Enzyme Myrosinase tiếp xúc với hợp chất Glucoraphanin.
(3) Vách tế bào thực vật bị phá vỡ cơ học.
(4) Các gen tổng hợp enzyme chống oxy hóa được phiên mã.
(5) Hợp chất Sulforaphane được tổng hợp

A. (3) → (2) → (5) → (1) → (4)
B. (3) → (5) → (2) → (1) → (4)
C. (2) → (3) → (5) → (4) → (1)
D. (2) → (5) → (3) → (1) → (4)

Câu 5:[SCE] Nguyên nhân sinh học cốt lõi nào giải thích cho việc cây bông cải xanh không tự sinh ra chất Sulforaphane mang mùi hăng liên tục trong suốt quá trình nó lớn lên mà chỉ sinh ra khi bị tấn công?

A. Vì cây không thể tự tổng hợp được enzyme Myrosinase mà phải lấy từ nước bọt của sâu bọ
B. Vì môi trường bên trong tế bào thực vật có tính axit mạnh làm ức chế phản ứng.
C. Vì sự phân xoang (ngăn cách bởi màng sinh chất) bên trong tế bào giúp cô lập enzyme xúc tác với cơ chất của nó.
D. Vì Sulforaphane là một chất khí, nếu sinh ra liên tục sẽ làm vỡ màng tế bào của cây.

Câu 6:[SCE] Một nhóm nghiên cứu đã định lượng nồng độ Sulforaphane thu được từ cùng một khối lượng bông cải xanh (100g) sau khi áp dụng 4 phương pháp chế biến khác nhau và nhai nát. Kết quả biểu diễn dưới dạng biểu đồ cột:
Cột 1 (Ăn sống, nhai kỹ): Hàm lượng đạt mức tối đa (coi là mốc 100%).
Cột 2 (Hấp cách thủy trong 3 phút): Hàm lượng đạt 80% so với ăn sống.
Cột 3 (Quay lò vi sóng trong 2 phút): Hàm lượng giảm mạnh, chỉ còn khoảng 30%.
Cột 4 (Luộc ngập nước trong 10 phút): Hàm lượng gần như triệt tiêu, chỉ còn dưới 5%.
Dựa vào dữ liệu từ biểu đồ và tính chất của các chất, lý do chính đáng nhất giải thích cho việc phương pháp "**Luộc ngập nước 10 phút**" làm mất gần như toàn bộ lượng Sulforaphane sinh ra là gì?



A. Do nhiệt độ sôi làm bay hơi hoàn toàn Sulforaphane ra ngoài không khí. .

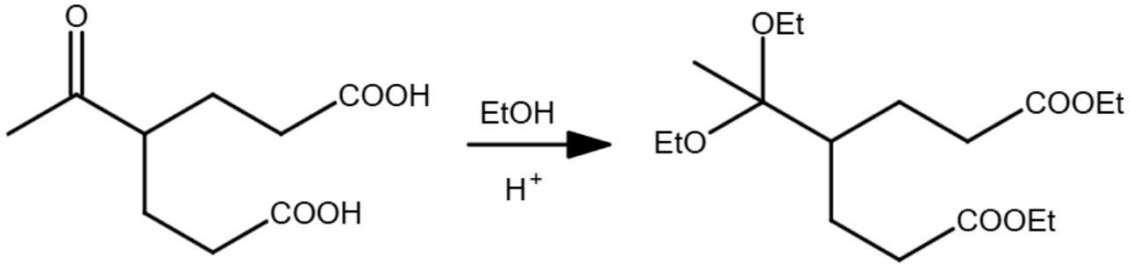
B. Do đun lâu ở 100°C làm enzyme Myrosinase bị biến tính hoàn toàn, đồng thời các tiền chất tan vào trong nước luộc.

C. Do nước luộc làm loãng nồng độ axit trong dạ dày người, khiến phản ứng không thể xảy ra.

D. Do bông cải xanh ngậm quá nhiều nước làm tế bào không thể bị vỡ khi nhai

Dựa vào dữ kiện đề bài trả lời câu hỏi từ câu 7 đến câu 9 :

Trong quá trình tổng hợp hợp chất H, Đạt vô tình tổng hợp ra chất E từ hợp chất D như hình.

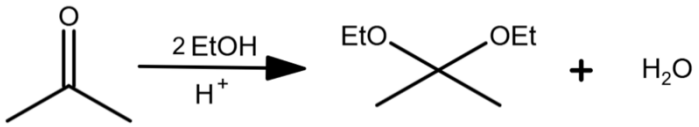


(1)

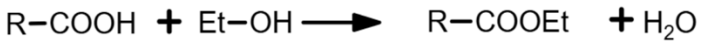
Cho biết:

(I) Et là nhóm C_2H_5

(II)



(III)



(IV) Cho nguyên tử khối của các nguyên tố: **H=1; C=12; O=16**

(V) Công thức phân tử của D: $C_9H_{14}O_5$

Công thức phân tử của E: $C_{17}H_{32}O_6$

Câu 7:[SCE] Biết Đạt đã sử dụng a phân tử C_2H_5OH để tổng hợp ra 1 phân tử E, hỏi giá trị của a?

A. 3 **B.** 4

C. 5 **D.** 6

Câu 8:[SCE] Theo lý thuyết, mỗi một phản ứng như trên xảy ra thì sẽ tạo ra b phân tử H_2O, nhưng Đạt đã đếm dư ra 2 phân tử H_2O so với dự tính. Số liệu của Đạt có giá trị bằng?

A. 5 **B.** 6

C. 4 **D.** 7

Câu 9:[SCE] Đạt là một nhà khoa học lỗi lạc, mỗi cuối tuần anh thường viết một câu hỏi hóc búa lên bảng cho 2 người con trai của mình là Cao Tiến và Minh Thông cùng giải. Trong hóa học xanh, việc sử dụng tính kinh tế nguyên tử (atom economy | AE) là cần thiết để đánh giá, đo lường 'tính xanh' của quá trình tổng hợp. Được đo bằng công thức sau:

$$AE = MSPMTC\ 100\ \%$$

Trong đó: MSP là khối lượng mol của sản phẩm mong muốn

MTC là tổng khối lượng mol của tất cả các tác chất (chất trước phản ứng)

Khối lượng mol: Tổng nguyên tử khối của tất cả các nguyên tử có trong công thức phân tử (Ví dụ H_2O có khối lượng mol : 12+16=18)

Biết **phản ứng (1)** có tác chất là **D** và **a** phân tử **EtOH**; sản phẩm mong muốn chỉ có **E**, tính **AE** của phản ứng trên?

A. 64,3%
C. 60,8%
B. 39,1%
D. 86,0%

Dựa vào thông tin dưới đây để trả lời các câu từ 10 đến 12:

Quá trình biến hạt ca cao thành những thanh sô-cô-la hoàn chỉnh liên quan mật thiết đến nhiều hiện tượng vật lý và nhiệt động lực học.

Đầu tiên, hạt ca cao sau khi lên men được rang ở nhiệt độ cao trong các lò dạng thùng quay. Sự tiếp xúc của hạt với thành lò và luồng không khí nóng luân chuyển liên tục giúp cung cấp nhiệt lượng để làm bay hơi lượng nước còn sót lại. Tiếp theo là công đoạn nghiền (grinding). Máy nghiền sử dụng lực cơ học cực lớn để chà xát, phá vỡ cấu trúc tế bào của hạt. Lực ma sát trong quá trình này sinh ra một lượng nhiệt lớn làm tan chảy bơ ca cao (thành phần chiếm khoảng 50% khối lượng hạt), biến chất rắn thành một hỗn hợp lỏng sệt gọi là "cocoa liquor".

Giai đoạn nghiền mịn (conching) tiếp tục tác dụng lực cắt cơ học liên tục lên sô-cô-la lỏng trong nhiều giờ. Dưới góc độ động lực học chất lưu, sô-cô-la lỏng là một chất lưu phi Newton mang tính chất "xúc biến dạng làm loãng" (shear-thinning); nghĩa là khi lực khuấy trộn (lực cắt) tác dụng càng mạnh, độ nhớt của hỗn hợp càng giảm, giúp nó chảy dễ dàng hơn và phân tán đều các hạt đường, ca cao có kích thước hiển vi.

STAR CRYSTAL EDUCATION

Cuối cùng là gia nhiệt (tempering), quá trình kiểm soát nhiệt độ nghiêm ngặt để tạo mạng tinh thể. Bơ ca cao có tính đa hình (polymorphism), có thể kết tinh ở 6 dạng cấu trúc không gian (từ I đến VI). Dạng V là mạng tinh thể xếp chặt lý tưởng nhất, giúp sô-cô-la bóng, cứng, tạo tiếng "tách" khi bẻ và tan chảy vừa vặn ở nhiệt độ cơ thể (khoảng 34°C. Để đạt dạng V, sô-cô-la lỏng được làm nguội xuống 27°Cđể tạo mầm kết tinh cho cả dạng IV và V, sau đó được nung nóng nhẹ lên 31°C. Do mạng tinh thể kém bền hơn, dạng IV có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn và sẽ tan ra thành chất lỏng, chỉ để lại mạng tinh thể dạng V bền vững.
Trong các yếu tố để sản xuất, nhiệt độ được xem là yếu tố rất quan trọng để đảm bảo chất lượng thành phẩm vì thế sô-cô-la cần có sự gia nhiệt ổn định và nằm trong mức cho phép. Ở khoảng nhiệt độ từ 30 đến 40°C, độ nhớt của sô-cô-la được tính toán để làm giảm nhiệt độ của hỗn hợp dễ rót khuôn, tạo hình, công thức đó được mô hình hoá dưới đây:

$$\eta = \eta_0 \cdot e^{-k(t-t_0)}$$

Trong đó:

- η_0 là độ nhớt ở nhiệt độ tham chiếu t_0.
- k là hằng số dương đặc trưng cho thành phần của mỗi loại sô-cô-la.

Câu 10: **[SCE]** Khi nghiền hạt ca cao, sự tăng nhiệt độ làm tan chảy bơ ca cao rắn thành dạng lỏng sệt chủ yếu là kết quả của quá trình chuyển hóa năng lượng nào?

A. Hóa năng chuyển hóa thành nhiệt năng.
B. Điện năng trực tiếp làm nóng hỗn hợp
C. Nhiệt lượng từ môi trường bên ngoài truyền vào hỗn hợp
D. Cơ năng chuyển hóa thành nhiệt năng thông qua công của lực ma sát

Câu 11: **[SCE]** Dựa vào quá trình tempering, phát biểu nào sau đây về tính chất vật lý của bơ ca cao là chính xác nhất?

A. Tinh thể dạng IV có nhiệt độ nóng chảy cao hơn tinh thể dạng V.
B. Quá trình nung nóng sô-cô-la lên 31°C làm phá vỡ toàn bộ cấu trúc mạng tinh thể.
C. Nhiệt độ nóng chảy của bơ ca cao phụ thuộc vào cấu trúc mạng tinh thể của nó.
D. Các dạng tinh thể từ I đến VI đều có chung một mức nhiệt nóng chảy riêng

Câu 12: **[SCE]** Một phòng thí nghiệm tên Ba Tàu đo được độ nhớt của một mẫu sô-cô-la đen là 12 Pa· s ở nhiệt độ 30°C và giảm xuống còn 6 Pa· s khi nhiệt độ tăng lên 40°C. Nếu tiếp tục gia nhiệt để hỗn hợp đạt đến 50°C thì độ nhớt của mẫu sô-cô-la này sẽ là bao nhiêu?

A. 3 Pa· s

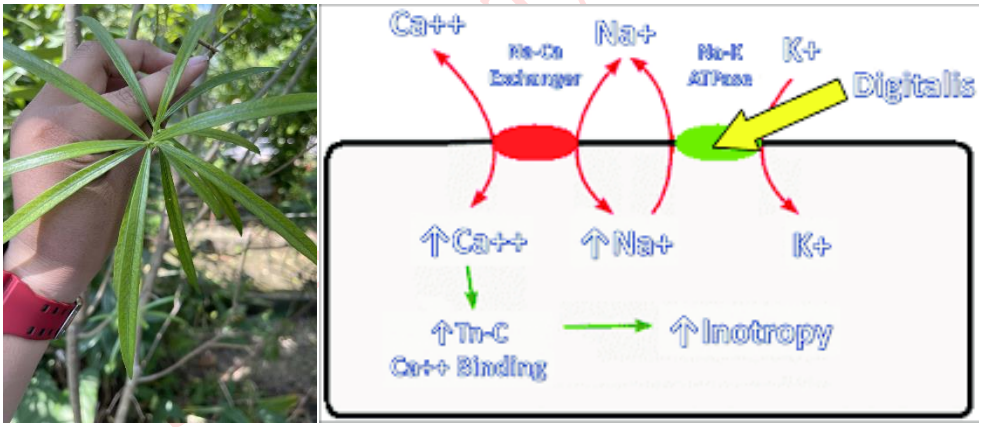
B. 4 Pa· s
C. 5 Pa· s
D. 6 Pa· s

Dựa vào thông tin dưới đây để trả lời các câu từ 13 đến 15:

Cây Thông thiên (tên khoa học *Cascabela thevetia* L., Apocynaceae) là một loài cây quý của Việt Nam, cây thường xuyên được trồng ở các đình chùa để làm cảnh do dáng cây đẹp cũng như là một biểu tượng của phong thuỷ. Trong ngành công nghiệp dược liệu, hợp chất trong cây thường được chiết xuất để hỗ trợ vấn đề suy tim. Hợp chất Thevetin A và B được kiểm chứng có tác dụng rõ rệt trong điều trị cho bệnh nhân điều trị bệnh tim do cơ chế sau

- Bơm màng Na^+/K^+ - ATPase sử dụng năng lượng để bơm Na^+ ra ngoài và đưa K^+ vào trong tế bào. Đồng thời một kênh Na^+/Ca^{2+} sẽ lợi dụng sự chênh lệch gradient nồng độ Na^+ để đẩy Ca^{2+} ra khỏi tế bào
- Khi hoạt chất Thevetin xâm nhập nó sẽ gắn vào ức chế trực tiếp bơm Na^+/K^+ - ATPase. Hậu quả là Na^+ bị ứ đọng bên trong tế bào cơ tim, sự tích tụ Na^+ làm mất động lực hoạt động của kênh trao đổi Na^+/Ca^{2+} khiến Ca^{2+} hạn chế trao đổi ra ngoài
- Từ đó nồng độ Ca^{2+} trong tế bào tăng vọt, vì Ca^{2+} là ion quyết định sức co thắt của sợi cơ, sự gia tăng này dẫn đến tác dụng hướng động dương ⊙ Tăng sức co bóp của cơ tim

Tuy nhiên dù được chứng minh có nhiều công dụng trong việc kích thích sự co bóp của tim, y học hiện nay thường khá hạn chế sử dụng những sản phẩm từ cây Thông thiên.



Hình ảnh về cây Thông thiên và sơ đồ cơ chế kích thích co bóp tim

Câu 13:[SCE] Theo đoạn tư liệu, sự kiện trực tiếp xảy ra khi ngay khi hoạt chất Thevetin của cây Thông thiên tác động lên tế bào cơ tim là gì?

A. Kích hoạt sự giải phóng ồ ạt ion Ca^{2+} từ mạng lưới nội chất
B. Ức chế hoạt động của bơm Na^+/K^+ - ATPase
C. Đảo ngược chiều hoạt động của kênh trao đổi Na^+/K^+ - ATPase

D. Làm giảm nồng độ ion Na^+ nội bào

Câu 14:[SCE] Nếu một nhà nghiên cứu sử dụng một loại thuốc X có khả năng "dọn dẹp" (hấp thụ hoàn toàn) ion Ca^{2+} tự do bên trong tế bào cơ tim, sau đó nhỏ chiết xuất Thông thiên vào mô cơ tim này. Hiện tượng gì có khả năng xảy ra cao nhất?

A. Cơ tim đập nhanh và co bóp mạnh mẽ hơn rất nhiều.

B. Bơm Na^+/K^+ - ATPase sẽ hoạt động trở lại bình thường.

C. Chiết xuất Thông thiên không thể làm tăng sức co bóp cơ tim được nữ**a.**

D. Tế bào cơ tim sẽ tự động đẩy toàn bộ ion K^+ ra ngoài

Câu 15:[SCE] Đây là biểu đồ minh hoạ về khoảng điều trị của cây Thông thiên trong đó mô phỏng mối tương quan giữa Liều lượng (Dose) của hoạt chất Thevetin và Tỷ lệ phần trăm phản ứng (Response). Đường cong màu xanh lá thể hiện hiệu quả trợ tim còn đường màu đỏ thể hiện độc tính gây suy tim cấp. ED50 (Liều tác dụng trên 50% dân số) = 1,5 mg, TD50 (Liều gây độc trên 50% dân số) = 2 mg và khoảng cách giữa hai đường cong được gọi là Cửa sổ trị liệu (Therapeutic Window)

Dựa vào đồ thị và kiến thức sinh học, kết luận nào sau đây là đúng về việc cực kỳ e ngại việc dùng Thông thiên làm thuốc trợ tim?

A. Vì đường cong độc tính nằm bên trái đường cong điều trị, nghĩa là nó có độc trước khi tác dụng

B. Vì thuốc không đạt được hiệu quả trợ tim tối đa ở mức 100%

C. Vì khoảng trị liệu quá hẹp nên ranh giới giữa cứu người và hại người cực kỳ mong manh

D. Vì để đạt đúng hiệu quả trợ tim cần một liều lượng cao, tốn quá nhiều chi phí

STAR CRYSTAL EDUCATION