

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM – BUÔN MA THUẬT 2012

Câu 1

Trong thí nghiệm tán xạ Compton đối với chùm tia X có bước sóng xác định, ứng với góc tán xạ $\theta_1 = 60^\circ$ thì độ dịch Compton bằng 5%. Hỏi ứng với góc tán xạ $\theta_2 = 120^\circ$ thì độ dịch Compton bằng bao nhiêu?

- A. 1% B. 5% C. 10% D. 15%

Đáp án: D

Trong tán xạ Compton đối với chùm tia X có bước sóng xác định, độ dịch bước sóng $\Delta\lambda \sim (1 - \cos\theta)$, trong đó θ là góc tán xạ. Do đó, $\Delta\lambda_2 = \Delta\lambda_1 \frac{1 - \cos\theta_2}{1 - \cos\theta_1} = 15\%$.

Câu 2

Một viên đạn xuyên qua tấm ván có chiều dày D thì tốc độ giảm từ v_1 xuống v_2 . Lực cản của tấm ván tác dụng lên viên đạn là $F = kv^2$ với k là hằng số. Thời gian chuyển động của viên đạn trong tấm ván là

- A. $t = \frac{D \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right)}{\ln \frac{v_1}{v_2}}$ B. $t = D \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right)$
C. $t = \frac{D(v_1 - v_2)}{v_1^2}$ D. $t = D \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) \ln \frac{v_1}{v_2}$

Đáp án: A

Phương trình chuyển động của viên đạn trong tấm ván là $-kv^2 = ma$, a là gia tốc của viên đạn. Do đó ta có

$$-kv \, dx = m \, dv \quad \text{và} \quad -\frac{k}{m} dt = \frac{dv}{v^2}.$$

Lấy tích phân hai phương trình, ta nhận được

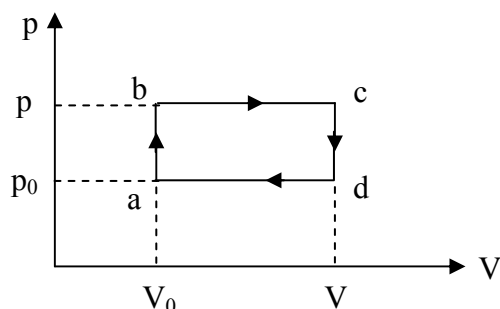
$$-\frac{k}{m} \int_0^D dx = \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v} \quad \Rightarrow \quad D = \frac{m}{k} \ln \frac{v_1}{v_2},$$
$$-\frac{k}{m} \int_0^t dt = \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v^2} \quad \Rightarrow \quad -\frac{k}{m} t = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{v_2},$$

$$\text{suy ra thời gian chuyển động của viên đạn trong tấm ván là } t = \frac{D \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right)}{\ln \frac{v_1}{v_2}}.$$

Câu 3

1 mol khí lý tưởng đơn nguyên tử được dùng làm tác nhân của một động cơ nhiệt hoạt động theo chu trình như trên hình vẽ. Cho biết $p = 2p_0$, $V = 2V_0$. Hỏi hiệu suất của động cơ là bao nhiêu?

- A. 0,75 B. $\frac{2}{13}$
C. 0,20 D. $\frac{2}{3}$



Đáp án: B

Công do chất khí thực hiện trong một chu trình

$$A = (V - V_0)(p - p_0) = p_0 V_0 .$$

Chất khí nhận nhiệt trong quá trình đẳng tích ab và quá trình đẳng áp bc. Tổng nhiệt lượng chất khí nhận được là

$$\begin{aligned} Q &= Q_{ab} + Q_{bc} = C_v (T_b - T_a) + C_p (T_c - T_b) \\ &= \frac{3}{2} (p_b V_b - p_a V_a) + \frac{5}{2} (p_c V_c - p_b V_b) = \frac{3}{2} p_0 V_0 + 5 p_0 V_0 = \frac{13}{2} p_0 V_0 . \end{aligned}$$

Hiệu suất của động cơ là

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{2}{13} .$$

Câu 4

Trên cột buồm một con tàu có nguồn sáng xanh với bước sóng $\lambda = 500$ nm. Hỏi người thợ lặn dưới nước (có chiết suất $n = 1,33$) ở bên cạnh tàu quan sát thấy nguồn sáng này có màu gì và đo được bước sóng bao nhiêu?

- A. Màu xanh $\lambda = 500$ nm
B. Màu đỏ $\lambda = 665$ nm
C. Màu xanh $\lambda = 376$ nm
D. Tử ngoại $\lambda = 376$ nm

Đáp án: C

Tần số của ánh sáng xác định màu sắc của nó. Khi truyền từ môi trường này sang môi trường khác, tần số của ánh sáng không thay đổi. Mặt khác, trong môi trường có chiết suất lớn hơn, ánh sáng truyền với tốc độ nhỏ hơn, do đó có bước sóng ngắn hơn. Vì vậy, người thợ lặn nhìn thấy nguồn sáng vẫn có màu xanh, nhưng đo được bước sóng $\lambda' = \lambda/n = 500/1,33 = 376$ nm.

Câu 5

Cho hai mẫu phóng xạ X và Y có cùng độ phóng xạ H_0 ở thời điểm $t=0$. Chu kỳ bán rã của X là 24 năm, của Y là 16 năm. Người ta trộn hai mẫu phóng xạ này với nhau. Hỏi độ phóng xạ của hỗn hợp sau 48 năm là bao nhiêu?

- A. $\frac{1}{12} H_0$ B. $\frac{3}{16} H_0$ C. $\frac{1}{4} H_0$ D. $\frac{3}{8} H_0$

Đáp án: D

Độ phóng xạ của mẫu phóng xạ ở thời điểm t được cho bởi biểu thức

$H(t) = H_0 e^{-\frac{t}{t_{1/2}} \ln 2}$, trong đó $t_{1/2}$ là thời gian bán rã của chất phóng xạ. Do đó, sau 48 năm, độ phóng xạ của các mẫu là

$$H_1 = H_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{48}{t_{1/2}}} = \frac{1}{4} H_0 \quad \text{đối với mẫu X,}$$

$$H_2 = H_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{48}{t_{1/2}}} = \frac{1}{8} H_0 \quad \text{đối với mẫu Y.}$$

Độ phóng xạ của hỗn hợp là

$$H = H_1 + H_2 = \frac{3}{8} H_0.$$

Câu 6

Bốn ống trụ có cùng khối lượng M lăn không trượt trên một mặt phẳng nghiêng có độ cao h . Bốn ống trụ được chế tạo

1. Rỗng với bán kính R
2. Đặc với bán kính R
3. Đặc với bán kính $R/2$
4. Rỗng với bán kính $R/2$

Nếu bốn ống trụ được thả đồng thời từ đỉnh mặt phẳng nghiêng thì ống nào sẽ lăn đến chân mặt nghiêng sớm nhất?

- A. Ống 1 B. Ống 2 C. Ống 1 và 2 D. Ống 2 và 3

Đáp án: D

Phương trình chuyển động của ống trụ $M\alpha R = Mg \sin \theta - \frac{I\alpha}{R}$, trong đó α là gia tốc góc của ống, θ là góc giữa mặt phẳng nghiêng và mặt phẳng ngang. I là mô men quán tính của ống trụ, $I = \frac{1}{2} MR^2$ đối với ống trụ đặc, $I = MR^2$ đối với ống trụ rỗng. Tốc độ v của khối tâm ống tại thời điểm t là

$$v = \omega R = \frac{MgR^2 \sin \theta}{MR^2 + I} t \quad \text{với } \omega \text{ là tốc độ góc của ống trụ. Thời gian ống trụ lăn hết mặt}$$

$$\text{phẳng nghiêng là } \tau = \sqrt{\frac{2h}{g \sin^2 \theta} \left(M + \frac{I}{R^2} \right)}. \quad \tau \text{ không phụ thuộc vào bán kính của}$$

$$\text{ống trụ, mà chỉ phụ thuộc ống trụ đặc hay rỗng, } \tau_1 = \sqrt{\frac{3h}{g \sin^2 \theta}} \text{ đối với ống trụ đặc và}$$

$$\tau_2 = \sqrt{\frac{4h}{g \sin^2 \theta}} \text{ đối với ống trụ rỗng, } \tau_1 < \tau_2.$$

Câu 7

Nếu khối lượng của Mặt Trăng tăng gấp đôi nhưng bán kính quỹ đạo của chuyển động quanh Quả Đất vẫn giữ nguyên như hiện nay thì chu kỳ quay quanh Quả Đất của Mặt Trăng là (T là chu kỳ hiện nay)

- A. T B. T/2 C. T/4 D. 2T

Đáp án: A

Theo định luật Kepler 3,

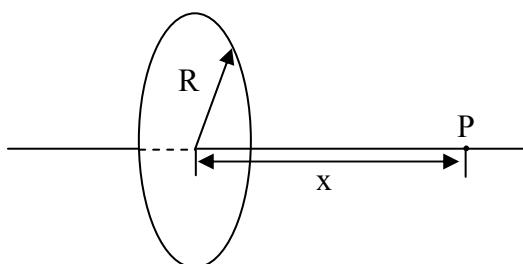
$$\frac{T^2}{R^3} = C,$$

trong đó T là chu kỳ, R là bán kính quỹ đạo, C là hằng số có giá trị như nhau đối với tất cả các hành tinh. Như vậy, chu kỳ của chuyển động quay không phụ thuộc vào khối lượng của hành tinh, mà chỉ phụ thuộc bán kính của quỹ đạo.

Câu 8

Cho một vành bán kính R nhiễm điện đều với điện tích tổng cộng là $Q > 0$. Thế tĩnh điện tại điểm P trên trục đối xứng của vành và cách tâm vành khoảng x là

- A. $\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 x}$
 B. $\frac{Q}{4\pi \epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}}$
 C. $\frac{Qx}{4\pi \epsilon_0 (R^2 + x^2)}$
 D. $\frac{Qx}{4\pi \epsilon_0 (R^2 + x^2)^{3/2}}$



Đáp án: B

Khi $|x| \rightarrow \infty$, có thể xem vành tích điện như một điện tích điểm. Vì vậy, thế tĩnh điện tại điểm P tỷ lệ với $\frac{1}{|x|}$ khi $|x| \rightarrow \infty$. Đáp án B thỏa mãn điều kiện này.

Câu 9

Trong phổ của nguyên tử hydro, tỷ số giữa bước sóng dài nhất của dãy Lyman và bước sóng dài nhất của dãy Balmer là

- A. 5/27 B. 1/3 C. 3 D. 4/9

Đáp án: A

Bước sóng của các vạch thuộc dãy Lyman được cho bởi công thức

$$\frac{1}{\lambda_n} = R_y \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), \text{ trong đó hằng số Rydberg } R_y = 1,0974 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}, n = 2, 3, 4, \dots$$

Bước sóng của các vạch thuộc dãy Balmer được cho bởi công thức

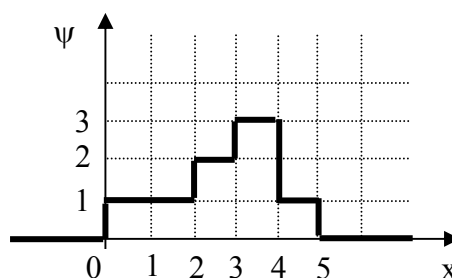
$$\frac{1}{\lambda_n} = R_y \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ với } n = 3, 4, 5, \dots$$

Tỷ số giữa bước sóng dài nhất của dãy Lyman và của dãy Balmer là $\frac{\lambda_2}{\lambda_3} = \frac{5}{27}$.

Câu 10

Hàm sóng của một hạt chuyển động một chiều được vẽ trên đồ thị bên dưới ($\psi(x) = 0$ cho $x \leq 0$ và $x \geq 5$). Xác suất tìm thấy hạt trong miền $2 \leq x \leq 4$ là

- A. 25/64
- B. 5/8
- C. $\sqrt{5/8}$
- D. 13/16



Đáp án: D

Xác suất phải tìm là
$$W = \frac{\int_2^4 |\Psi(x)|^2 dx}{\int_0^5 |\Psi(x)|^2 dx}$$

$$= (2^2 \cdot 1 + 3^2 \cdot 1) / (1^2 \cdot 2 + 2^2 \cdot 1 + 3^2 \cdot 1 + 1^2 \cdot 1)$$

$$= 13/16.$$

Câu 11

Năng lượng liên kết của một hạt nhân nặng là khoảng 7 MeV/nucleon, trong khi đó năng lượng liên kết của hạt nhân trung bình là khoảng 8 MeV/nucleon. Vì vậy, động năng tổng cộng được giải phóng khi hạt nhân nặng phân thành hai hạt nhân con có khối lượng gần bằng nhau là

- A. 1876 MeV
- B. 938 MeV
- C. 200 MeV
- D. 8 MeV

Đáp án: C

Ký hiệu A và M là số khối và khối lượng của hạt nhân nặng, M' là khối lượng của hạt nhân con, m là khối lượng của nucleon. Ta có

$$(Am - M)c^2 = A \cdot 7\text{MeV}$$

$$(A/2 m - M')c^2 = (A/2) \cdot 8\text{MeV}$$

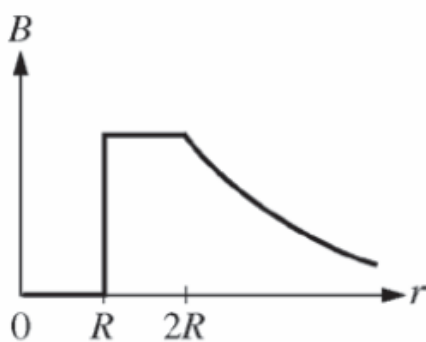
Do đó, động năng tổng cộng được giải phóng là

$$T = (M - 2M')c^2 = A \cdot 1\text{MeV}$$

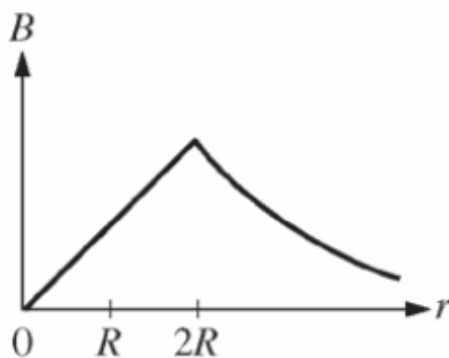
Đối với hạt nhân nặng, A có giá trị cỡ 100-200, nên T có giá trị khoảng 200 MeV.

Câu 12

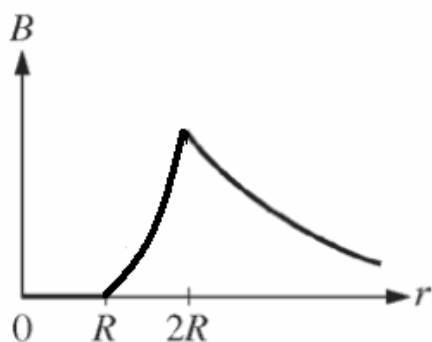
Cho một dây dẫn thẳng hình trụ, rất dài, rỗng ở giữa, có bán kính trong là R và bán kính ngoài là 2R. Trong dây dẫn có dòng điện với mật độ dòng đồng nhất. Đồ thị nào dưới đây mô tả sự phụ thuộc của độ lớn véc tơ cảm ứng từ vào khoảng cách tới tâm dây dẫn?



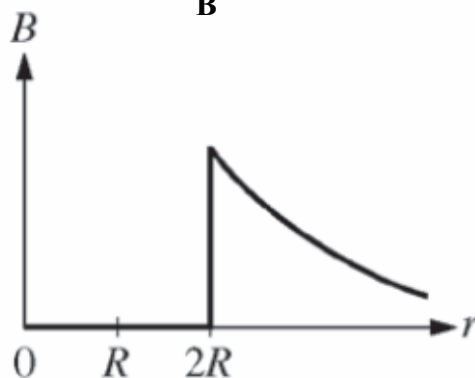
A



B



C



D

Đáp án: C

Theo định luật Ampere, cảm ứng từ B tại điểm cách tâm dây dẫn khoảng r thỏa mãn phương trình

$$2\pi r B = \mu_0 I ,$$

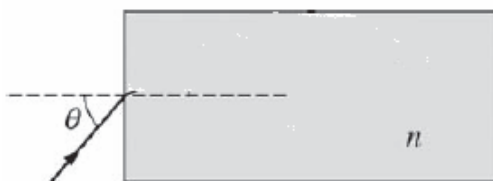
trong đó I là cường độ dòng điện đi qua diện tích hình tròn bán kính r có tâm nằm trên trục dây dẫn. Do đó,

$$B = 0 \text{ nếu } r < R , \quad B \sim \left(r - \frac{R^2}{r} \right) \text{ nếu } R < r < 2R , \quad B \sim \frac{1}{r} \text{ nếu } r > R .$$

Câu 13

Sợi quang là sợi thủy tinh dẻo, trong suốt, hoạt động như ống dẫn sóng dùng để truyền ánh sáng. Khi truyền trong sợi quang, ánh sáng bị giam giữ hoàn toàn trong sợi. Trên hình vẽ là mô hình sợi quang có chiết suất n , được bao quanh bởi không khí có chiết suất $n_0 \approx 1$. Góc tới θ của ánh sáng đi vào sợi phải thỏa mãn điều kiện ($0 \leq \arcsin x \leq 90^\circ$)

- A. $\theta > \arcsin \sqrt{n^2 - 1}$
- B. $\theta < \arcsin \sqrt{n^2 - 1}$
- C. $\theta > \arcsin \sqrt{n^2 + 1}$
- D. $\theta < \arcsin \sqrt{n^2 + 1}$



Đáp án: B

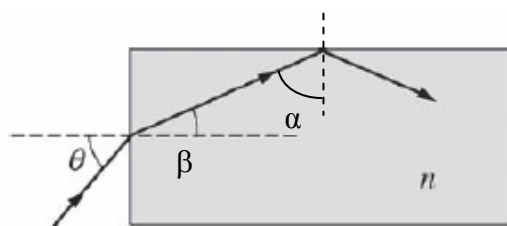
Để không thoát ra ngoài sợi, ánh sáng phải phản xạ toàn phần ở bề mặt tiếp giáp với không khí. Do đó $\sin \alpha > \frac{1}{n}$. Ta có

$$\sin \theta = n \sin \beta = n \cos \alpha$$

$$= n \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} < \sqrt{n^2 - 1}$$

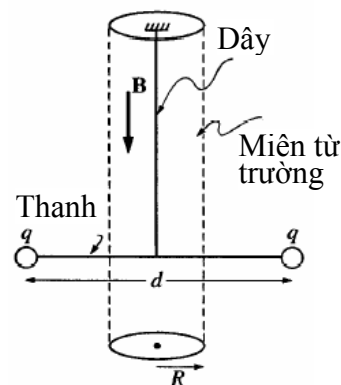
Suy ra

$$\theta < \arcsin \sqrt{n^2 - 1}$$



Câu 14

Hai quả cầu nhỏ bằng xốp, mỗi quả mang điện tích q , được gắn vào hai đầu một thanh nhẹ có chiều dài d . Thanh được treo bằng một dây mảnh như trên hình vẽ. Trong miền hình trụ bán kính R bao quanh dây treo có từ trường đều $\mathbf{B}$ hướng xuống dưới. Toàn bộ hệ nằm ở trạng thái tĩnh. Khi tắt từ trường, hệ sẽ (không tính đến độ xoắn của dây treo)



- A. Quay với mô men động lượng $L = qBR^2$
- B. Quay với mô men động lượng $L = qBd^2/4$
- C. Quay với mô men động lượng $L = qBRd/2$
- D. Đứng yên.

Đáp án: A

Khi tắt từ trường, theo định luật Faraday, tại vị trí quả cầu xuất hiện điện trường

$$E = \frac{1}{\pi d} \left| \frac{d}{dt} [\pi R^2 B(t)] \right| = \frac{R^2}{d} \left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$$

có phương vuông góc với thanh và dây treo. Lực điện tác dụng lên 2 quả cầu sinh ra mô men lực M làm hệ quay quanh dây treo. Ta có

$$\frac{dL}{dt} = M = 2qE \frac{d}{2} = qd \frac{R^2}{d} \left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$$

do đó, $L = qR^2 B$.

Câu 15

Đối với khí lý tưởng lưỡng nguyên tử ở trạng thái cân bằng nhiệt, tỷ số nhiệt dung mol đẳng tích ở nhiệt độ rất cao và ở nhiệt độ rất thấp là

- A. 5/3
- B. 2
- C. 7/3
- D. 3

Đáp án: C

Nhiệt dung mol đẳng tích của khí lý tưởng lưỡng nguyên tử được cho bởi biểu thức

$c_V = s \frac{R}{2}$, trong đó s là bậc tự do của phân tử khí. Đối với khí lưỡng nguyên tử ở

nhiệt độ rất cao, các bậc tự do quay và dao động đều đóng góp vào năng lượng trung bình của phân tử, do đó $s = 7$. Ở nhiệt độ rất thấp, có thể bỏ qua chuyển động quay và dao động của phân tử. Lúc này, khí lưỡng nguyên tử thể hiện như khí đơn nguyên tử,

nên $s = 3$. Tỷ số nhiệt dung mol đẳng tích ở nhiệt độ rất cao và ở nhiệt độ rất thấp là $7/3$.

Câu 16

Thời gian bán rã của hạt meson π^+ đứng yên là $2,5 \cdot 10^{-8}$ s. Một chùm hạt π^+ được sinh ra tại một điểm cách đầu dò (detector) 15m. Chỉ có một nửa số hạt π^+ đi tới đầu dò trước khi phân rã. Hỏi tốc độ của các hạt π^+ là bao nhiêu?

- A. $\frac{1}{2}c$ B. $\sqrt{\frac{2}{5}}c$ C. $\frac{2}{\sqrt{5}}c$ D. $2c$

Đáp án: C

Ký hiệu v là tốc độ của các hạt meson. Thời gian cần thiết để hạt đi tới đầu dò là t . Tỷ số giữa số hạt đi tới đầu dò $N(t)$ và số hạt ban đầu N_0 là $1/2$. Ta có

$$\frac{1}{2} = \frac{N(t)}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \quad \text{với} \quad t_{1/2} = \frac{2,5 \cdot 10^{-8}}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \quad t = \frac{15}{v} \quad (\text{s}).$$

Suy ra

$$\frac{15}{v} = \frac{2,5 \cdot 10^{-8}}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad \text{hay} \quad v = \frac{2}{\sqrt{5}}c.$$

Câu 17

Cho 1 mol khí lý tưởng đơn nguyên tử ở nhiệt độ T . Sau quá trình biến đổi được biểu diễn bởi một đoạn thẳng trên giản đồ p - V , áp suất và thể tích của khối khí tăng lên gấp đôi. Nhiệt dung mol của khí trong quá trình này là

- A. $3R/2$ B. $5R/2$ C. $2R$ D. $5R$

Đáp án: C

Trong quá trình đang xét, áp suất và thể tích tỷ lệ với nhau nên có thể viết $p = \alpha V$. Từ phương trình trạng thái ta có $V = \sqrt{\frac{RT}{\alpha}}$. Nhiệt dung mol của chất khí được cho bởi

$$\text{biểu thức} \quad C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU + dW}{dT}.$$

$$\text{Ta có} \quad dU = \frac{3}{2}RdT,$$

$$dW = pdV = \alpha VdV = \frac{\alpha}{2}d(V^2) = \frac{\alpha}{2}d\left(\frac{RT}{\alpha}\right) = \frac{1}{2}RdT.$$

$$\text{Do đó} \quad C = 2R.$$

Câu 18

Một mẫu chứa các hạt nhân phóng xạ khi phân rã chỉ phát ra bức xạ α và bức xạ β . Thời gian bán rã đối với bức xạ α là 24 phút, đối với bức xạ β là 36 phút. Hỏi thời gian bán rã của mẫu là bao nhiêu?

- A. 36 phút B. 20,8 phút C. 60 phút D. 14,4 phút

Đáp án: D

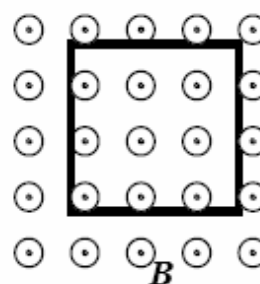
Nếu mẫu phóng xạ có nhiều kênh phân rã với thời gian bán rã tương ứng t_i thì thời gian bán rã t của mẫu được xác định bởi công thức $\frac{1}{t} = \sum_i \frac{1}{t_i}$. Do đó mẫu đã cho có thời gian bán rã

$$t = \frac{t_\alpha t_\beta}{t_\alpha + t_\beta} = \frac{24 \cdot 36}{24 + 36} = 14,4 \text{ phút}$$

Câu 19

Một khung dây dẫn hình vuông đặt trong từ trường đều $\mathbf{B}$, mặt phẳng của khung vuông góc với phương từ trường như trong hình vẽ. Khi dạng khung dây này được chuyển đều sang hình tròn trong cùng mặt phẳng, trong khung dây có dòng điện hay không?

- A. Có dòng điện theo chiều kim đồng hồ.
- B. Không có dòng điện.
- C. Có dòng điện ngược chiều kim đồng hồ.
- D. Không có kết luận gì.



Đáp án: A

Hình tròn có diện tích lớn hơn hình vuông có cùng chu vi. Vì vậy, trong thời gian biến đổi khung hình vuông thành khung hình tròn, từ thông qua diện tích khung tăng lên, trong khung xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo định luật Lenz, dòng điện cảm ứng sinh ra từ trường ngược chiều với từ trường $\mathbf{B}$. Do đó, dòng điện cảm ứng có chiều theo chiều kim đồng hồ.

Câu 20

Cho một vật khối lượng m , nhiệt dung riêng C , ở nhiệt độ 500K , tiếp xúc với vật giống hệt nó ở nhiệt độ 100K . Hai vật được cách nhiệt với môi trường xung quanh. Hỏi entropy của hệ tăng một lượng bao nhiêu?

- A. $(4/3)mC$
- B. $mC \ln(9/5)$
- C. $-mC \ln(5/3)$
- D. $mC \ln(3)$

Đáp án: B

Nhiệt độ cuối của hệ là 300K . Độ biến thiên entropy của hệ là

$$\Delta S = \int_{500}^{300} \frac{mC dT}{T} + \int_{100}^{300} \frac{mC dT}{T} = mC \left(\ln \frac{300}{500} + \ln \frac{300}{100} \right) = mC \ln \frac{9}{5}$$