

OLYMPIC VẬT LÝ SINH VIÊN TOÀN QUỐC
ĐẠI HỌC SÀI GÒN – 2014

CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

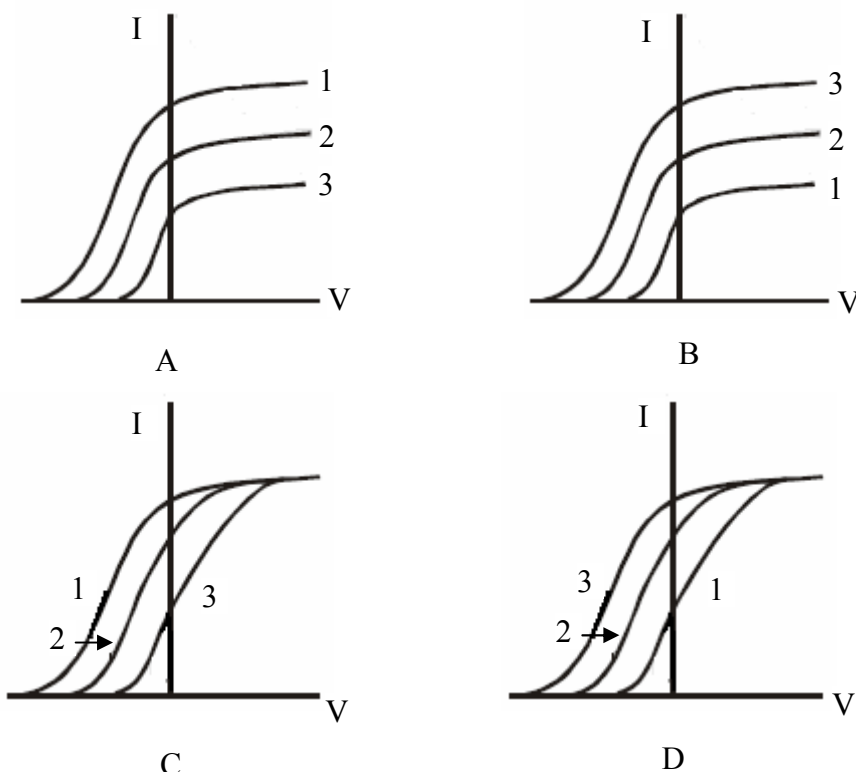
Câu 1. Cho ba quả cầu kim loại giống hệt nhau A, B, C. Hai quả cầu A và B tích điện bằng nhau, đặt cách nhau một khoảng lớn hơn rất nhiều so với kích thước của chúng. Lực tác dụng giữa hai quả cầu này là F . Quả cầu C không tích điện. Người ta cho quả cầu C tiếp xúc với quả cầu A, sau đó cho tiếp xúc với quả cầu B, rồi cuối cùng đưa C ra rất xa A và B. Bây giờ, lực tĩnh điện giữa A và B là

- A. $F/2$
- B. $F/4$
- C. $3F/8$
- D. $F/16$

Đáp án: C

Lúc đầu, điện tích của quả cầu A và B bằng nhau và bằng q . Cho quả cầu C tiếp xúc với quả cầu A, điện tích của A bằng điện tích của C và bằng $q/2$. Cho C tiếp xúc với B, điện tích của B và C bằng nhau và bằng $3q/4$. Do đó, lực tác dụng tương hỗ giữa A và B bây giờ là $3F/8$.

Câu 2. Trong thí nghiệm về hiện tượng quang điện, người ta dùng ba bản kim loại khác nhau (ký hiệu 1, 2, 3) có công thoát lần lượt là $\phi_1 = 2,0 \text{ eV}$, $\phi_2 = 2,5 \text{ eV}$, và $\phi_3 = 3,0 \text{ eV}$. Một chùm ánh sáng không đơn sắc gồm 3 bước sóng 550 nm, 450 nm và 350 nm có cường độ như nhau chiếu vào từng bản kim loại. Đồ thị I-V nào mô tả đúng thí nghiệm?



Đáp án: A

Năng lượng của photon ứng với các bước sóng đã cho là

$$E_{\lambda_1} = hc/\lambda = 2,26 \text{ eV} \quad , \quad E_{\lambda_2} = 2,76 \text{ eV} \quad , \quad E_{\lambda_3} = 3,55 \text{ eV} \quad .$$

Đối với kim loại 1, cả 3 bước sóng đều có thể gây ra hiệu ứng quang điện. Với kim loại 2, chỉ có các bước sóng λ_2 và λ_3 ; còn đối với kim loại 3 thì chỉ có bước sóng λ_3 là có thể sinh ra quang-điện tử. Vì vậy, dòng quang điện lớn nhất đối với kim loại 1 và nhỏ nhất đối với kim loại 3. Đồ thị I-V của đáp án A phù hợp với điều này.

Câu 3. Cây đang sống hấp thụ carbon phóng xạ ^{14}C từ khí quyển trong quá trình quang hợp. Tỷ lệ ^{14}C và ^{12}C là $\alpha = 1,25 \times 10^{-12}$. Khi cây chết, carbon ^{14}C phân rã với chu kỳ bán rã là $T_{1/2} = 5600$ năm. Người ta thấy từ $m = 4,00$ g carbon trong một mảnh gỗ chết có 20 phân rã trong một phút. Tuổi của cây gỗ đó là

- A. $2,12 \times 10^3$ năm
- B. $6,24 \times 10^2$ năm
- C. $8,76 \times 10^3$ năm
- D. $1,52 \times 10^4$ năm

Biết rằng 1 đơn vị khối lượng nguyên tử $u = 1,66 \times 10^{-27}$ kg .

Đáp án: C

Lấy gốc tính thời gian $t=0$ là thời điểm cây chết. Ký hiệu $N_{14}(t)$ và $N_{12}(t)$ lần lượt là số hạt nhân ^{14}C và ^{12}C , $k = 20/\text{phút}$ là tốc độ phân rã ở thời điểm t . N_{12} không thay đổi theo thời gian. Từ biểu thức

$$N_{14}(t) = N_{14}(0)e^{-t/\tau}$$

ta có $k = -\frac{dN_{14}(t)}{dt} = \frac{N_{14}(0)}{\tau} e^{-t/\tau}$ với τ là thời gian sống, $\tau = T_{1/2}/(\ln 2) = 8081$

năm. Ta cũng có các phương trình

$$\{14 N_{14}(t) + 12 N_{12}\} u = m \quad , \quad \frac{N_{14}(0)}{N_{12}} = \alpha \quad .$$

Giải các phương trình trên, cuối cùng, ta nhận được

$$t = \tau \ln \frac{N_{14}(0)}{k\tau} \approx \tau \ln \frac{m\alpha}{12uk\tau} = 8,76 \times 10^3 \text{ năm}.$$

Câu 4. Cho hỗn hợp khí gồm 2 mol khí ôxy và 4 mol khí argon (Ar) ở nhiệt độ T. Bỏ qua tất cả các mode dao động, nội năng toàn phần của hỗn hợp khí là

- A. 15 RT
- B. 11 RT
- C. 9 RT
- D. 7 RT

Đáp án: B

Ô xy là khí lưỡng nguyên tử, do đó, nội năng của 2 mol khí ô xy là

$$U_1 = 2 \frac{5}{2} RT = 5 RT \quad .$$

Argon là khí đơn nguyên tử, nội năng của 4 mol argon là

$$U_2 = 4 \frac{3}{2} RT = 6 RT \quad .$$

Nội năng toàn phần của hỗn hợp khí là

$$U = U_1 + U_2 = 11 RT \quad .$$

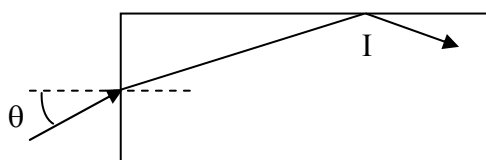
Câu 5. Máy hơi nước do J. Watt sáng chế được coi là thành tựu lớn trong cuộc cách mạng khoa học công nghệ lần thứ nhất của nhân loại. Máy này được ông hoàn thiện vào năm

- A. 1776 B. 1779 C. 1781 D. 1784

Đáp án: D

Câu 6. Ánh sáng đi vào một đầu của cáp quang như trên hình vẽ. Cáp quang hình trụ chế tạo từ vật liệu đồng nhất có chiết suất $n = 1,4$. Hỏi góc θ lớn nhất là bao nhiêu để ánh sáng có thể truyền trong cáp quang mà không thoát ra ngoài. Chiết suất của không khí được xem bằng 1. Lấy kết quả có hai chữ số có nghĩa.

- A. 78°
 B. 46°
 C. 44°
 D. 12°



Đáp án: A

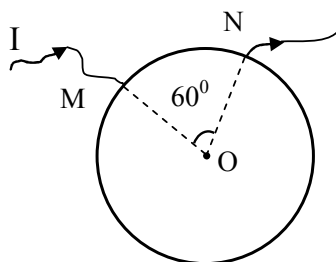
Để không thoát ra ngoài cáp quang, ánh sáng phải phản xạ toàn phần tại điểm I. Điều kiện phải thỏa mãn là

$$\theta < \theta_{\max} \quad \text{với} \quad \sin \theta_{\max} = \sqrt{n^2 - 1} = 0,9798 .$$

$$\text{Vậy } \theta_{\max} = 78^\circ .$$

Câu 7. Cho một vòng dây dẫn tròn đồng chất, tiết diện đều, tâm O bán kính R. Dòng điện cường độ I đi vào vòng dây tại điểm M và ra tại điểm N. Góc $\text{MON} = 60^\circ$. Cảm ứng từ tại tâm vòng dây có độ lớn

- A. $B = 0$.
 B. $B = 5 \frac{\mu_0 I}{4\pi R}$.
 C. $B = 5 \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$.
 D. $B = \frac{5 \mu_0 I}{6 2\pi R}$.

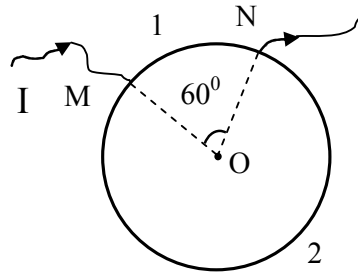


Đáp án: A

Theo định luật Biot-Savart, cảm ứng từ B_i tại tâm vòng dây gây bởi dòng điện trong cung tròn i có độ lớn tỷ lệ với cường độ dòng điện I_i và chiều dài L_i của cung

$$B_i \sim I_i L_i \quad .$$

Mặt khác, cường độ dòng điện I_i tỷ lệ nghịch với điện trở của cung dây, tức là tỷ lệ nghịch với chiều dài cung. Như vậy, cảm ứng từ gây bởi dòng điện trong hai cung MIN và $M2N$ không phụ thuộc vào độ dài của cung, do đó có độ lớn như nhau, nhưng có chiều ngược nhau. Vậy cảm ứng từ tổng cộng tại tâm vòng dây bằng 0.



Câu 8. Hạt pion trung hòa π^0 có thời gian sống trung bình $\tau = 8,4 \times 10^{-17}$ s. Hạt đó chuyển động với vận tốc $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ đối với hệ tọa độ phòng thí nghiệm (c là vận tốc ánh sáng trong chân không). Khoảng cách trung bình mà hạt chuyển động được trong phòng thí nghiệm trước khi phân rã là

- A. 6,2 nm B. 4,4 nm C. 1,5 nm D. 3,3 nm

Đáp án: B

Xét trong hệ tọa độ phòng thí nghiệm, ký hiệu v là tốc độ, Δt là thời gian sống của hạt, s là quãng đường hạt đi được trước khi phân rã. Ta có

$$s = v\Delta t = v \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \tau = \frac{\sqrt{3}}{2} c 2 \tau = \sqrt{3} c \tau = 4,4 \text{ nm} .$$

Câu 9. Năng lượng cần thiết để bứt cả hai electron ra khỏi nguyên tử heli ở trạng thái cơ bản là 79,0 eV. Hỏi cần bao nhiêu năng lượng để ion hóa nguyên tử heli, tức là bứt một electron ra khỏi nguyên tử heli, ion heli được tạo thành ở trạng thái cơ bản ?

- A. 24,6 eV
B. 39,5 eV
C. 51,8 eV
D. 54,4 eV

Đáp án: A

Các mức năng lượng của nguyên tử hydro tỷ lệ với e^4 , e là điện tích nguyên tố. Do đó, các mức năng lượng của hệ gồm một electron và hạt nhân có Z proton tỷ lệ với Z^2 . Vậy năng lượng trạng thái cơ bản của ion heli là

$$E(\text{He}^+) = 4 E(\text{H}) = 4(-13,6 \text{ eV}) = -54,4 \text{ eV} ,$$

với $E(\text{H})$ là năng lượng trạng thái cơ bản của hydro. Mặt khác, năng lượng trạng thái cơ bản của nguyên tử heli là $E(\text{He}) = -79,0 \text{ eV}$.

Do đó, năng lượng ion hóa của nguyên tử heli là

$$W = E(\text{He}^+) - E(\text{He}) = (-54,4 + 79,0) \text{ eV} = 24,6 \text{ eV} .$$

Câu 10. Từ Trái Đất người ta phóng một vệ tinh với vận tốc 29,7km/s (so với Trái Đất) theo hướng ngược lại so với hướng chuyển động của Trái Đất quanh Mặt Trời. Nếu chỉ xét lực hút của Mặt Trời thì sau bao lâu vệ tinh trên sẽ rơi vào Mặt Trời? Biết khối lượng của Mặt Trời xấp xỉ bằng $1,97 \cdot 10^{30}$ kg, Trái Đất chuyển động quanh Mặt

Trời theo một quỹ đạo tròn có bán kính $R=1,49.10^{11}$ m rất lớn so với bán kính của Mặt Trời và Trái Đất.

- A. 185,2 ngày
- B. 92,4 ngày
- C. 75,8 ngày
- D. 64,5 ngày

Đáp án: D

Trái Đất chuyển động quanh Mặt Trời theo quỹ đạo tròn với tốc độ $29,7\text{km/s}$ và chu kỳ $T_E=365$ ngày. Với cách phóng vệ tinh như đã cho ở đầu bài, vệ tinh đứng yên so với Mặt Trời ngay sau khi phóng. Sau đó, vệ tinh rơi thẳng về Mặt Trời. Sự rơi này có thể được xem như chuyển động theo một nửa quỹ đạo elip có bán trục nhỏ bằng 0, bán trục lớn bằng $R/2$ với chu kỳ T . Từ đó, kết hợp với định luật Kepler 3, thời gian rơi này sẽ bằng

$$\tau = 0,5T = 0,5T_E/2^{3/2} = 64,5 \text{ ngày} .$$

Câu 11. Động năng trung bình của một mol khí lý tưởng là $E = \frac{3}{2}RT$. Khi đó C_p có giá trị là

- A. $0,5R$
- B. $1,5R$
- C. $2,0R$
- D. $2,5R$

Đáp án: D

Đối với khí lý tưởng $E = U = \frac{3}{2}RT$. Mặt khác, biết rằng $U = C_V T$ suy ra $C_V = \frac{3}{2}R$.

Do đó $C_p = C_V + R = \frac{3}{2}R + R = 2,5R$.

Câu 12. Một loa truyền thanh gắn trên cột điện phát ra âm thanh có tần số $f_0 = 495$ Hz. Người ngồi trên ô tô chuyển động về phía loa với tốc độ $v = 33$ m/s nghe thấy âm thanh có tần số

- A. $f = 550$ Hz .
- B. $f = 547$ Hz .
- C. $f = 544$ Hz .
- D. $f = 522$ Hz .

Cho biết tốc độ sóng âm trong không khí là $v_0 = 330$ m/s.

Đáp án: C

Nếu nguồn âm chuyển động về phía người nghe đứng yên thì người nghe nhận được âm thanh có tần số

$$f = \frac{f_0}{1 - \frac{v}{v_0}} . \tag{1}$$

Nếu người nghe chuyển động về phía nguồn âm đứng yên thì âm thanh nhận được có tần số

$$f = \left(1 + \frac{v}{v_0}\right) f_0 . \tag{2}$$

Đó là hiệu ứng Doppler. Thay giá trị số vào (2), ta nhận được $f = 544$ Hz .

Câu 13. Hai vật cùng khối lượng m được nối với nhau bởi một lò xo và treo thẳng đứng vào trần nhà bằng một dây không giãn. Hệ đang ở trạng thái cân bằng. Dây treo đột nhiên đứt. Gia tốc của vật phía trên ngay sau thời điểm dây bị đứt bằng

- A. 0 B. $g/2$ C. g D. $2g$

Đáp án: D

Trước và ngay khi dây bị đứt, lò xo bị giãn, sức căng của lò xo là $F = mg$.

Ngay khi dây đứt, vật ở phía trên chịu tác dụng của trọng lực và sức căng của lò xo.

Cả hai lực cùng hướng xuống phía dưới. Vì vậy,

$$ma = mg + F = 2mg \quad ,$$

trong đó a là gia tốc của vật phía trên. Suy ra $a = 2g$.

Câu 14. Trong mô hình Bohr của nguyên tử hydro, động lượng của electron chuyển động trên quỹ đạo có bán kính r_n (n là số lượng tử chính) là

- A. $n\hbar$ B. $nr_n\hbar$ C. $n\hbar/r_n$ D. $n\hbar/(r_n)^2$

Đáp án: C

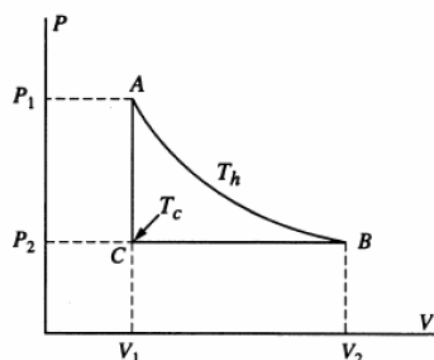
Thứ nguyên của động lượng là $[p] = MLT^{-1}$.

Thứ nguyên của hằng số Planck là $[\hbar] = ML^2T^{-1}$, thứ nguyên của bán kính r là $[r] = L$.

Trong các biểu thức đã cho, chỉ có biểu thức của đáp án C có thứ nguyên của động lượng.

Câu 15. Một mol chất khí lý tưởng thực hiện chu trình thuận nghịch ABCA trên giản đồ P-V như hình vẽ, trong đó quá trình AB là quá trình đẳng nhiệt. C_P và C_V lần lượt là nhiệt dung mol đẳng áp và đẳng tích. Nhiệt lượng khối khí nhận trong chu trình là

- A. $RT_h V_2/V_1$
 B. $-C_P(T_h-T_c)$
 C. $RT_h \ln(V_2/V_1) - C_P(T_h-T_c)$
 D. $RT_h \ln(V_2/V_1) - R(T_h-T_c)$



Đáp án: D

Theo định luật 1 của nhiệt động học, $Q = U + W$.

- Đối với quá trình AB, $U = 0$, do đó $Q_{AB} = W = RT_h \ln(V_2/V_1)$.

- Với quá trình đẳng áp BC, $U = C_V(T_c - T_h)$, $W = P_2(V_1 - V_2) = R(T_c - T_h)$.

Do đó $Q_{BC} = R(T_c - T_h) + C_V(T_c - T_h)$.

- Với quá trình đẳng tích CA, $W = 0$, $U = C_V(T_h - T_c)$, nên $Q_{CA} = U = C_V(T_h - T_c)$.

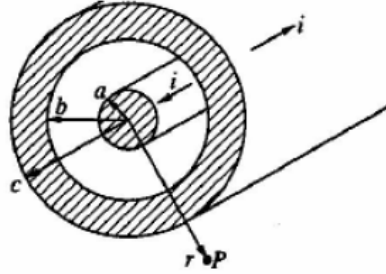
Vậy nhiệt lượng tổng cộng khối khí nhận là

$$Q = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = RT_h \ln(V_2/V_1) - R(T_h - T_c).$$

Câu 16.

Một dây cáp đồng trục có các dòng điện cùng cường độ i chạy ngược chiều nhau ở lõi bên trong và vỏ bên ngoài (xem hình vẽ). Độ lớn của cảm ứng từ tại điểm P bên ngoài dây cáp cách trục của dây cáp một khoảng r là

- A. 0
- B. $\frac{\mu_0 i}{2\pi r}$
- C. $\frac{\mu_0 i}{2\pi r} \frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}$
- D. $\frac{\mu_0 i}{2\pi r} \frac{r^2 - b^2}{c^2 - b^2}$



Đáp án: A

Xét đường tròn bán kính r trong mặt phẳng vuông góc với trục dây cáp và có tâm nằm trên trục của dây. Áp dụng định lý Ampe về dòng toàn phần, do đối xứng của dây, ta có

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = B \oint_C dl = 2\pi r B = \mu_0 \sum_k I_k = 0 ,$$

trong đó lấy tổng đại số các dòng điện đi xuyên qua diện tích hình tròn. Vậy $B = 0$.

Câu 17. Một chùm ánh sáng có cường độ không đổi đi qua kính phân cực theo phương vuông góc với kính. Khi kính quay quanh trục của chùm sáng, cường độ ánh sáng truyền qua thay đổi như là hàm $(A+B \cos 2\theta)$ của góc quay θ , trong đó A và B là các hằng số, $A > B > 0$. Có thể kết luận:

- A. Ánh sáng tới không phân cực.
- B. Ánh sáng tới phân cực thẳng.
- C. Ánh sáng tới phân cực tròn.
- D. Ánh sáng tới một phần phân cực thẳng, một phần không phân cực.

Đáp án: D

Nếu ánh sáng không phân cực, cường độ ánh sáng truyền qua không thay đổi khi quay kính phân cực. Ánh sáng phân cực thẳng sau khi đi qua kính phân cực có cường độ $I \sim \cos^2 \varphi$ với φ là góc giữa hướng phân cực của ánh sáng và trục phân cực của kính. Chọn gốc tính góc quay θ thích hợp, ta có $I \sim \cos^2 \theta \sim 1 + \cos 2\theta$. Ánh sáng phân cực tròn có thể được xem như tổ hợp của hai phân cực thẳng vuông góc với nhau và dao động lệch pha $\pi/2$.

Do đó, phương án **D** phù hợp với đề bài.

Câu 18. Một máy nhiệt nhận nhiệt ở nhiệt độ $T_1 = 727^\circ\text{C}$ và tỏa nhiệt ở nhiệt độ $T_2 = 527^\circ\text{C}$. Nếu hoạt động với hiệu suất lớn nhất có thể có thì máy thực hiện một công bằng bao nhiêu khi nhận nhiệt lượng 2000 J?

- A. 400 J
- B. 800 J
- C. 1600 J
- D. 2000 J

Đáp án: A

Hiệu suất của máy là $\eta = \frac{W}{Q}$, trong đó W là công thực hiện bởi máy nhiệt, Q là nhiệt

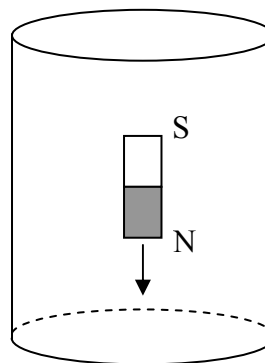
lượng máy nhiệt nhận. Hiệu suất của máy nhiệt lớn nhất nếu máy thực hiện chu trình Carnot. Khi đó hiệu suất được cho bởi biểu thức

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,2 .$$

Do đó, nếu nhận nhiệt lượng $Q=2000 \text{ J}$ thì máy thực hiện công $W=2000 \times 0,2 = 400 \text{ J}$.

Câu 19. Một thanh nam châm vĩnh cửu được thả rơi trong một ống hình trụ bằng đồng đặt thẳng đứng. Ống đồng có thể xem là dài vô hạn. Sau một thời gian, thanh nam châm

- A. Rơi với gia tốc g
- B. Rơi với vận tốc không đổi
- C. Rơi nhanh dần
- D. Không thể kết luận gì về chuyển động của nam châm



Đáp án: B

Khi thanh nam châm rơi trong lòng ống đồng, trên ống xuất hiện dòng điện cảm ứng gây ra từ trường chống lại sự rơi của nam châm. Khi nam châm rơi chậm, lực từ chống lại chuyển động nhỏ hơn lực trọng trường nên nam châm rơi nhanh dần. Nam châm rơi càng nhanh thì lực từ càng lớn. Đến một lúc nào đó, lực từ cân bằng với trọng lực, nam châm sẽ rơi với vận tốc không đổi.

Câu 20. Một mole khí lý tưởng ban đầu có thể tích V_0 và nhiệt độ T_0 . Khối khí giãn nở đẳng nhiệt đến thể tích V_1 . Ký hiệu R là hằng số khí, $\gamma = C_p/C_v$ là hằng số Poisson. Công khối khí thực hiện trong quá trình này là

- A. 0
- B. $RT_0 \left(\frac{V_1}{V_0} \right)^\gamma$
- C. $RT_0 \left(\frac{V_1}{V_0} - 1 \right)$
- D. $RT_0 \ln \frac{V_1}{V_0}$

Đáp án: D

Công do khối khí thực hiện khi giãn nở đẳng nhiệt là

$$W = \int PdV = \int \frac{RT}{V} dV = RT_0 \ln \frac{V_1}{V_0} .$$