

KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI THPT CẤP TỈNH
NĂM HỌC 2024 – 2025

Ngày thi: 26 tháng 9 năm 2024 (Buổi thi thứ hai)

Môn thi: VẬT LÝ

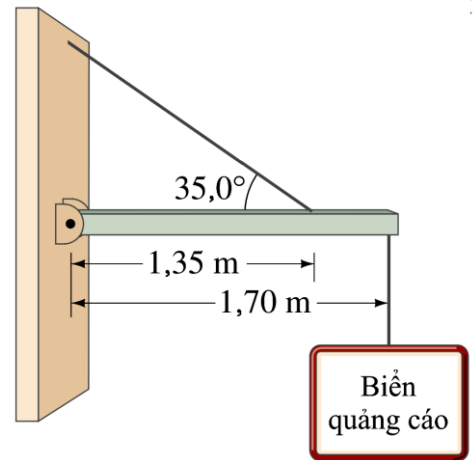
Thời gian: 180 phút (không kể thời gian phát đề)

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

(Đề thi có 04 trang, thí sinh không phải chép đề vào giấy thi)

Bài 1 (4,0 điểm).

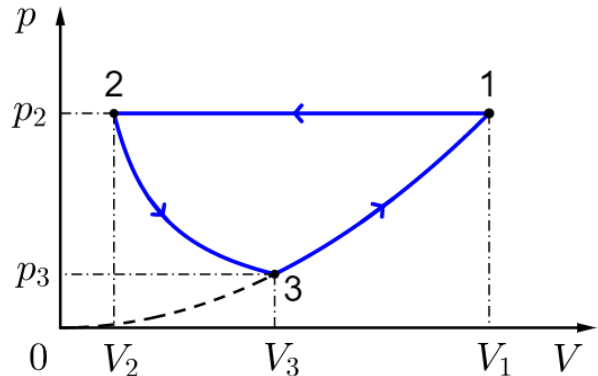
Một cửa hàng lắp đặt hệ thống biển quảng cáo như hình vẽ. Thanh treo biển là một thanh rắn đồng chất tiết diện đều, nặng $m_1 = 15 \text{ kg}$, có chiều dài $l = 1,70 \text{ m}$, được gắn với một bản lề cố định trên tường, trục quay của thanh nằm ngang sát với tường. Thanh được giữ cân bằng nằm ngang nhờ một dây treo hợp với thanh một góc 35° , điểm neo dây trên thanh cách tường $1,35 \text{ m}$. Biển quảng cáo nặng $m_2 = 20 \text{ kg}$ được treo ở đầu ngoài của thanh. Bỏ qua trọng lượng của các dây treo, ma sát ở trục quay của thanh và lực tác động của không khí. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) Trọng tâm G của thanh rắn cách tường một đoạn bao nhiêu?
- b) Tìm lực căng của dây treo thanh rắn (dây 35°).
- c) Không may, biển quảng cáo bị rơi và dây treo bị đứt cùng một lúc, thanh rắn quay với moment quán tính $I = \frac{1}{3} m_1 l^2$.
- c₁) Tính tốc độ góc và gia tốc góc của thanh khi thanh hợp với tường một góc 30° .
- c₂) Ngay trước khi đập vào tường, thanh tác dụng lên bản lề một lực kéo bao nhiêu?

Bài 2 (4,0 điểm).

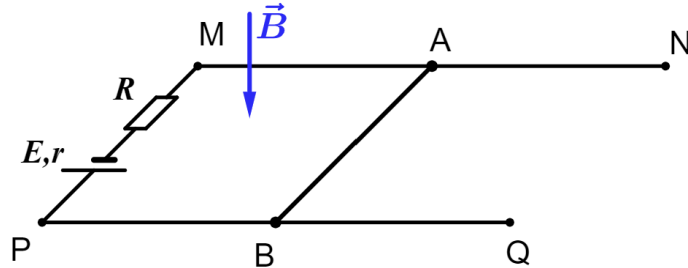
Cho 1,5 mol khí lí tưởng lưỡng nguyên tử (phân tử khí có 2 nguyên tử) biến đổi theo chu trình 1-2-3-1 như hình vẽ. Trong đó, đường 2-3 là đường cong hyperbol, đường 3-1 là đường cong parabol có đỉnh tại gốc tọa độ. Ở trạng thái 1, khí có nhiệt độ $T_1 = 450 \text{ K}$. Ở trạng thái 2, khí có áp suất $p_2 = 415,5 \text{ kPa}$. Thể tích $V_3 = 4V_2$. Cho hằng số khí lí tưởng $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$.



- a) Tìm áp suất p_1 của khí ở trạng thái 1 và các giá trị V_1 , p_3 , V_3 .
- b) Ở mỗi quá trình, khí nhận hay thực hiện công một lượng bao nhiêu?
- c) Ở mỗi quá trình, khí nhận hay tỏa một nhiệt lượng bao nhiêu?

Bài 3 (4,0 điểm).

Hai thanh ray kim loại MN và PQ song song nhau, cùng nằm trên một mặt phẳng ngang; hai đầu M, P được nối với đoạn mạch nối tiếp gồm nguồn điện và điện trở $R = 24 \, \Omega$, nguồn điện có suất điện động $E = 9,0 \, \text{V}$ và điện trở trong $r = 1,0 \, \Omega$. Thanh kim loại AB có độ dài $l = 20 \, \text{cm}$ được đặt vuông góc với hai ray; hai đầu A, B nằm trên ray và tiếp xúc điện với ray. Hệ được đặt trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,5 \, \text{T}$, $\vec{B}$ thẳng đứng hướng xuống như hình vẽ.



Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc giữa thanh AB và ray; điện trở của các thanh, dây nối và chỗ tiếp xúc không đáng kể.

a) Ban đầu giữ thanh AB cố định tại vị trí sao cho ABPM tạo thành một hình vuông.

a₁) Xác định lực từ tác dụng lên thanh AB (điểm đặt, hướng và độ lớn).

a₂) Tính từ thông qua mạch kín ABPM.

b) Kéo thanh AB trượt thẳng đều trên ray với vận tốc $\vec{v}$, $\vec{v}$ vuông góc với AB và có hướng MN. Lúc đó, ở mạch kín ABPM xảy ra hiện tượng cảm ứng điện từ, thanh AB chuyển động trong từ trường đóng vai trò như một nguồn điện có suất điện động E_c .

Xét lúc thanh chuyển động trên ray.

b₁) Thiết lập công thức tính độ lớn của E_c theo l , B , v .

b₂) Nếu thanh AB chuyển động với vận tốc $v = 3 \, \text{m/s}$ thì dòng điện trong mạch có chiều và cường độ như thế nào?

b₃) Hai đầu N, Q được nối với một điện trở $R_0 = 5 \, \Omega$ và thanh AB chuyển động với vận tốc $v = 3 \, \text{m/s}$ như trên thì lực kéo tối thiểu tác dụng lên thanh AB là bao nhiêu?

Bài 4 (4,0 điểm).

Trong y học hạt nhân, đồng vị phóng xạ $^{131}_{53}\text{I}$ (Iodine-131) thường được sử dụng để điều trị các bệnh về tuyến giáp như cường giáp, ung thư tuyến giáp,... Sau khi uống vào cơ thể, tuyến giáp của người bệnh hấp thu mạnh chất phóng xạ $^{131}_{53}\text{I}$, $^{131}_{53}\text{I}$ phân rã và phát ra tia phóng xạ β^- . Tia β^- là các electron $^0_{-1}e$ có động năng lớn có tác dụng dùng để tiêu diệt các tế bào tuyến giáp, trong đó có tế bào bệnh.

Biết rằng, sau khi phóng xạ β^- , hạt nhân $^{131}_{53}\text{I}$ biến thành hạt nhân Xenon Xe. Chu kỳ bán rã của $^{131}_{53}\text{I}$ là 8 ngày đêm. Cho khối lượng nghỉ của electron là $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \, \text{kg}$; $1 \, \text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \, \text{J}$; các hằng số $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \, \text{Js}$, $c = 3 \cdot 10^8 \, \text{m/s}$.

a) Viết phương trình phân rã β^- của $^{131}_{53}\text{I}$ và cho biết hạt nhân con Xe có bao nhiêu số neutron?

b) Một bệnh nhân được bác sĩ chỉ định uống một liều phóng xạ $^{131}_{53}\text{I}$. Ban đầu, tuyến giáp của bệnh nhân hấp thu được một lượng $^{131}_{53}\text{I}$ có độ phóng xạ 35 mCi. Cần một khoảng thời gian bao lâu để độ phóng xạ của lượng $^{131}_{53}\text{I}$ trên giảm xuống còn 30 mCi để bệnh nhân có thể xuất viện về nhà? Bỏ qua sự bài tiết hay hấp thu thêm $^{131}_{53}\text{I}$ của tuyến giáp trong thời gian này.

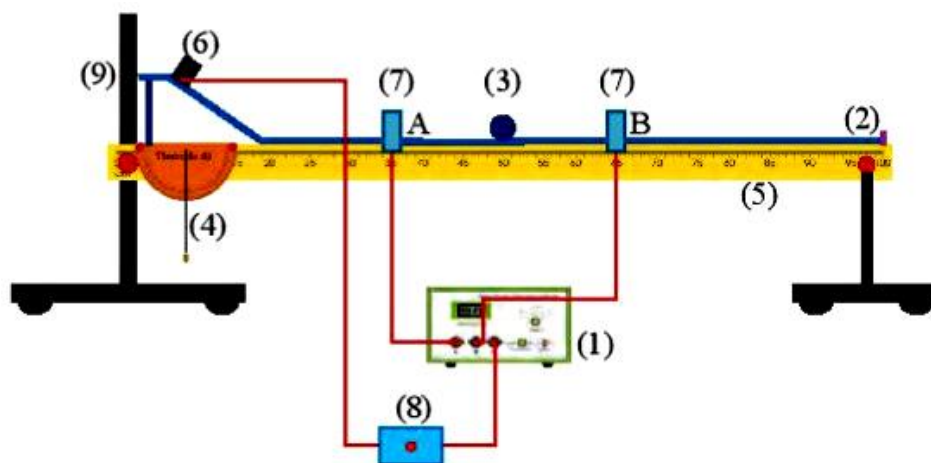
c) Trong phân rã β^- của $^{131}_{53}\text{I}$, hạt electron sinh ra có động năng trung bình 190 keV. Tính tốc độ trung bình của hạt electron này.

d) Trong các hiện tượng phóng xạ, ngoài tia β^- , còn có tia β^+ và tia γ . Tia β^+ là hạt positron $^0_{+1}e$ có khối lượng nghỉ bằng khối lượng nghỉ của electron và có điện tích bằng điện tích nguyên tố dương; tia γ là hạt photon ánh sáng có năng lượng cao.

Người ta phát hiện ra rằng, khi hai hạt electron và positron va chạm nhau với vận tốc nhỏ không đáng kể thì chúng có thể kết hợp nhau cùng biến mất, đồng thời sinh ra hai hạt photon γ : $^0_{-1}e + ^0_{+1}e = 2\gamma$. Trong trường hợp này, hai hạt photon γ sinh ra có hướng bay hợp nhau một góc bao nhiêu? Tính bước sóng và khoảng cách giữa chúng sau 5 ns (nano giây) kể từ lúc sinh ra?

Bài 5 (4,0 điểm).

Để đo tốc độ trung bình của một viên bi, người ta bố trí thí nghiệm như hình vẽ.



Trong đó:

(1): đồng hồ đo thời gian hiện số.

(2): máng định hướng có đoạn dốc nghiêng và đoạn nằm ngang, dùng để định hướng chuyển động của viên bi.

(3): viên bi thép.

(4): thước đo độ có gắn dây dọi.

(5): thước thẳng độ chia nhỏ nhất là 1 mm.

(6): nam châm điện.

(7): hai cổng quang điện A và B, có tác dụng nhận biết vật thể đi qua nó. Nếu cổng quang điện được kết nối với đồng hồ đo thời gian hiện số thì đồng hồ có thể đo được thời gian bi chuyển động từ A đến B với MODE A $\leftrightarrow$ B; đồng hồ cũng có thể đo được thời gian bi đi qua A với MODE A hoặc đo được thời gian bi đi qua B với Mode B.

(8): công tắc dùng để ngắt nam châm điện.

(9): giá đỡ.

Để đo tốc độ trung bình của viên bi khi đi từ A đến B, ban đầu điều chỉnh đồng hồ đo về MODE A $\leftrightarrow$ B và đưa viên bi hút vào nam châm. Sau đó, bấm nút công tắc điện (ngắt nam châm) để viên bi bắt đầu chuyển động xuống đoạn dốc nghiêng và đi qua các cổng quang điện A, B. Đồng hồ sẽ tự động hiển thị số đo khoảng thời gian t mà viên bi đi từ A đến B. Thực hiện đo thêm khoảng cách AB bằng thước thẳng gắn trên máng định hướng thì ta có thể tính ra được tốc độ trung bình của viên bi trên quãng đường AB.

a) Bạn An thực hiện thí nghiệm trên để đo tốc độ trung bình v_{tb} của viên bi. Kết quả là:

- Khoảng cách AB đo được: $d = 300 \pm 1$ (mm).

- Thời gian t bi đi từ A đến B:

Lần đo	1	2	3	4	5
Thời gian t (s)	0,627	0,624	0,628	0,624	0,622

Biết sai số của đồng hồ đo thời gian là 0,001 s.

a₁) Tính giá trị trung bình của t , sai số tuyệt đối trung bình của t và viết kết quả đo t .

a₂) Tính giá trị trung bình của tốc độ trung bình $\overline{v_{tb}}$ và viết kết quả đo tốc độ trung bình v_{tb} .

b) Với cách bố trí thí nghiệm cố định như trên và có thêm một thước kẹp (thước cặp), bạn An cần đo tốc độ tức thời của viên bi khi đi qua A.

b₁) Em hãy giúp An đề xuất một phương án đo.

b₂) Nếu có thêm vài viên bi với đường kính khác nhau thì việc lựa chọn bi có đem lại kết quả đo tốc độ tức thời chuẩn xác hơn không? Vì sao?

--- HẾT ---