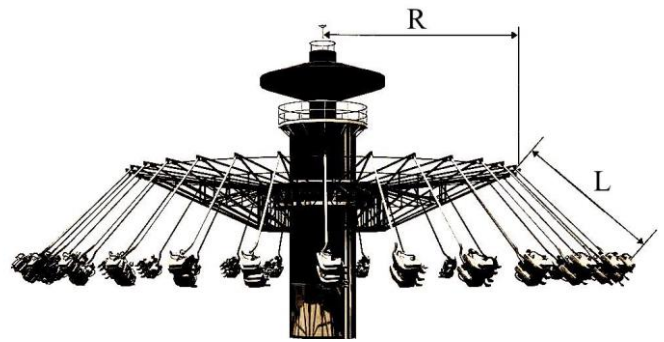


Câu 1: (1,0 điểm)

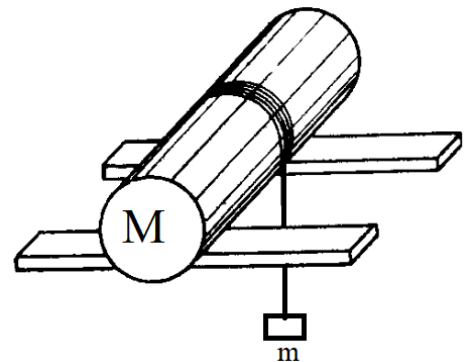
Hình bên biểu diễn một vòng đu quay trong công viên giải trí. Vòng đu quay có dạng một đĩa tròn bán kính $R = 4$ m, các ghế đều có khối lượng $m = 10$ kg được gắn vào một đầu của các sợi dây có chiều dài $L = 2,5$ m như nhau. Giả sử bỏ qua khối lượng của các sợi dây và các ghế đều quay với tốc độ như nhau. Khi hệ quay với tốc độ không đổi, sợi dây tạo một góc $\theta = 28^\circ$ so với phương thẳng đứng.



- Xác định tốc độ của mỗi ghế.
- Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên hệ gồm ghế và người có khối lượng $M = 40$ kg.
- Xác định lực căng của sợi dây.

Câu 2: (1,0 điểm)

Một khối trụ tròn đặc đồng chất khối lượng M đặt trên hai tấm ván nằm ngang như hình vẽ. Một sợi chỉ được quấn vào khối trụ, đầu cuối sợi chỉ treo một quả nặng khiến hệ chuyển động.



- Tìm khối lượng lớn nhất m của quả nặng sao cho khối trụ lăn không bị trượt. Biết hệ số ma sát giữa khối trụ và mặt ván là μ .
- Tính gia tốc tịnh tiến cực đại của trục đi qua tâm khối trụ.

Câu 3: (1,5 điểm)

Trong địa lý, đối cực của một điểm A nào đó trên bề mặt trái đất là điểm B đối xứng với A qua tâm trái đất. Đối cực của HCMUTE là một vùng thuộc địa phận Ucayali, Peru, nằm trong rừng mưa nhiệt đới Amazon. Ở đây có con sông Ucayali chảy qua, và nhiều người đến đây để câu loài cá hổ Piranha.



Để tiết kiệm phí di chuyển, chúng ta đào một đường hầm xuyên qua tâm trái đất, nối liền HCMUTE và Ucayali. Sau khi tan học, bạn trang bị đầy đủ đồ bảo hộ và nhảy vào đường hầm. Sau bao lâu thì bạn đến được Ucayali ở đầu bên kia trái đất? Tốc độ tối đa trong quá trình di chuyển là bao nhiêu?

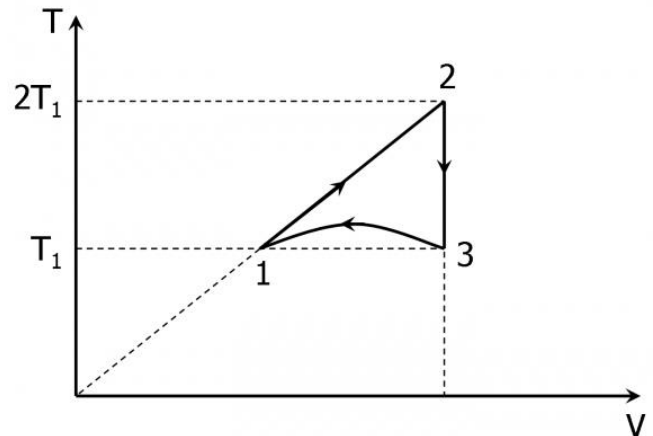
Cho bán kính trái đất $R = 6400$ km, và gia tốc trọng trường tại bề mặt trái đất $g = 10$ m/s².

Câu 4: (1,0 điểm)

Một piston có thể chuyển dịch chuyển tự do bên trong một ống trụ tròn kín hai đầu. Ban đầu piston chia thể tích bên trong ống trụ này thành hai phần khí lý tưởng bằng nhau có cùng một nhiệt độ, mỗi phần có thể tích là V_0 , bên trong đó chứa khí lý tưởng có cùng áp suất P_0 . Phải thực hiện một công bao nhiêu để tăng thể tích của một phần khí này gấp n lần phần còn lại bằng cách dịch chuyển chậm piston. Quá trình diễn ra đẳng nhiệt.

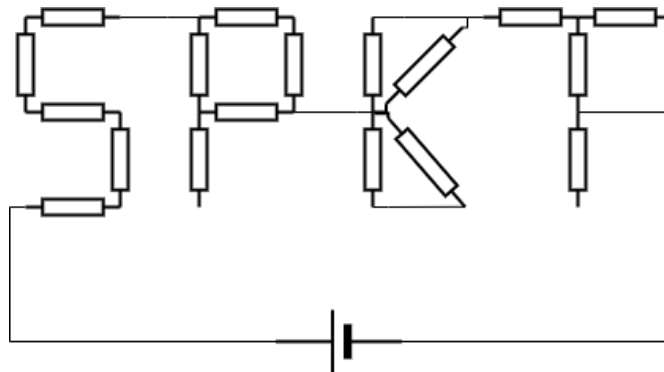
Câu 5: (1,0 điểm)

Cho n mol khí lý tưởng biến đổi trạng thái được biểu diễn như hình 7. Các quá trình 1-2 và 2-3 được biểu thị bằng các đoạn thẳng. Quá trình 3-1 được biểu thị bằng công thức: $T = \frac{T_1}{2}(3 - bV)bV$. Trong đó: $T_1 = 350 K$, b là hằng số chưa biết. Xác định công của khối khí thực hiện trong một chu trình.



Câu 6: (1,5 điểm)

Các điện trở R mắc thành mạch điện với chữ SPKT như hình dưới. Tính điện trở của toàn mạch.



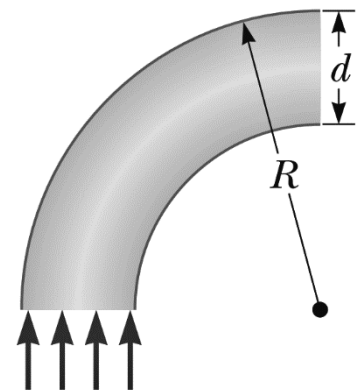
Câu 7: (1,0 điểm)

Tụ điện phẳng có diện tích bản tụ S , khoảng cách giữa hai bản tụ là a . Tính lực điện tương tác giữa hai bản tụ trong các trường hợp sau:

- (a) Tụ được đặt dưới hiệu điện thế là U_0 , môi trường giữa hai bản tụ là không khí.
- (b) Sau khi nạp đến điện thế U_0 rồi ngắt nguồn, nhúng tụ vào dầu có hệ số thẩm điện $\epsilon = 2 \epsilon_0$

Câu 8: (1,0 điểm)

Sợi quang học là một loại sợi trong suốt làm từ silica hoặc plastic, có chức năng truyền dẫn ánh sáng. Việc rải sợi quang giúp chuyển hướng truyền tín hiệu đến các nơi, nhưng sợi quang cũng không thể bị bẻ cong quá mức làm mất mát tín hiệu.



Xét một sợi quang học có chiết suất n và đường kính d đặt trong không khí. Một chùm sáng chiếu thẳng theo trục sợi quang như hình vẽ.

- (a) Tìm bán kính ngoài nhỏ nhất R_{min} , khi chùm sáng bắt đầu bị khúc xạ ra ngoài.
- (b) Từ kết quả câu (a), hãy giải thích: vì sao sợi quang sử dụng trong truyền dẫn thông tin có đường kính rất nhỏ?

Sợi quang trên thực tế có đường kính khoảng $100 \mu m$, tương đương với kích cỡ sợi tóc.

Câu 9: (1,0 điểm)

Trước khi khám phá ra hạt neutron, nhiều nhà vật lý nghĩ rằng hạt nhân được cấu thành từ các proton và electron. Các phân rã beta từng quan sát được dường như ủng hộ ý tưởng này. Quả thật, trong các phân rã hạt nhân beta, rõ ràng có sự phát ra các chùm electron. Như vậy, cũng không hề phi lý khi đoán rằng các electron vốn có sẵn ở trong hạt nhân, và trong các phân rã beta, chúng bắn từ trong hạt nhân ra ngoài. Tại thời điểm đó, cơ học lượng tử và lý thuyết tương đối đã xuất hiện. Trong cơ học lượng tử, Heisenberg đã tìm ra hệ thức bất định giữa tọa độ và động lượng của một hạt $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$, trong đó Δx và Δp là những độ bất định khi đo đạc tọa độ và động lượng của hạt đó, và $\hbar = 1.054 \times 10^{-34}$ J.s là hằng số Plank. Hệ thức bất định Heisenberg khẳng định ta không thể đo đạc chính xác đồng thời tọa độ và động lượng của một hạt. Càng cố đo được chính xác tọa độ, thì độ bất định về động lượng của hạt khi đo được sẽ càng lớn, và ngược lại.

- (a) Hãy sử dụng hệ thức bất định Heisenberg để ước lượng động lượng tối thiểu của một electron nếu nó thực sự tồn tại bên trong hạt nhân. Cho biết bán kính trung bình của các hạt nhân vào khoảng 10^{-14} m. Sau đó, hãy sử dụng hệ thức tương đối tính liên hệ giữa năng lượng và động lượng của một hạt $E^2 - p^2c^2 = m^2c^4$ để tìm năng lượng tối thiểu của electron đó. Trong công thức này, E , p , và m ($m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg) lần lượt là năng lượng, động lượng, và khối lượng của electron, và c là vận tốc ánh sáng ($c = 3 \times 10^8$ m/s).
- (b) So sánh giá trị của năng lượng electron vừa tính được với năng lượng của một electron đo được khi phát ra trong một phân rã beta, chẳng hạn, của tritium thành Heli (${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He}$) trong hình bên dưới. Cho biết, $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19}$ J. Từ đó chỉ ra sự vô lý của mô hình hạt nhân cấu tạo từ proton và electron. (Chính kết quả này đã thuyết phục nhiều nhà vật lý rằng các electron phát ra trong các phân rã hạt nhân beta được tạo ra ngay khi quá trình phân rã xảy ra, chứ không phải tồn tại sẵn từ trước bên trong hạt nhân nguyên tử).

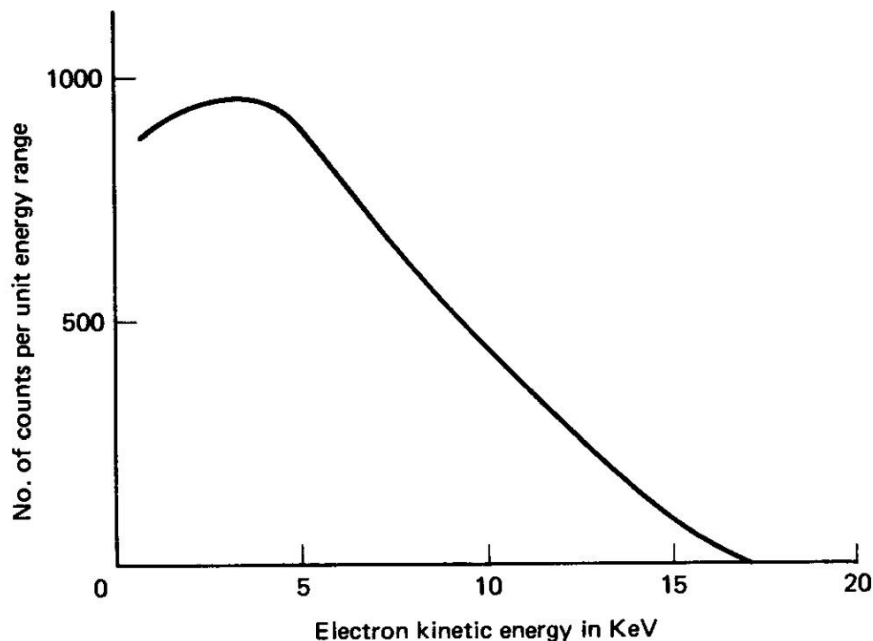


Figure 1.6 The beta decay spectrum of tritium (${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He}$). (Source: G. M. Lewis, *Neutrinos* (London: Wykeham, 1970), p. 30.)

Ngày tháng năm 2021
Ban tổ chức duyệt