

BÀI TẬP VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 1

Giảng viên: Nguyễn Đức Cường

Trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN

Email: cuongnd@vnu.edu.vn

Ngày 4 tháng 11 năm 2022

NỘI DUNG

1 CHƯƠNG 1

2 CHƯƠNG 2

3 CHƯƠNG 3

4 CHƯƠNG 4

5 CHƯƠNG 5

6 CHƯƠNG 6

7 CHƯƠNG 7

Bài 1.1. Một máy bay bay với tốc độ $v = 300 \text{ m/s}$. Hỏi cần bao nhiêu thời gian (đo trên đồng hồ trên mặt đất) để sự sai khác giữa đồng hồ trên máy bay và đồng hồ trên mặt đất là $\Delta t = 1 \text{ s}$.

Bài 1.2. Một hạt có thời gian sống là $t_0 = 1 \times 10^{-7}$ s khi đứng yên. Hỏi nó có thể bay bao xa nếu tốc độ của nó là $v = 0,99c$ khi nó được tạo ra?

Bài 1.3. Một nhà du hành vũ trụ có chiều cao chính xác trên mặt đất là 1,8 m. Anh ta nằm dọc theo trục của tàu vũ trụ bay với tốc độ $0,9c$ so với Trái Đất. Hỏi chiều cao của anh ta:

- a) Đối với người quan sát cùng trên tàu vũ trụ đó.
- b) Đối với người quan sát trên Trái Đất.

Bài 1.4. Anten của một tàu vũ trụ tạo với trục tàu một góc 10° . Nếu tàu chuyển động ra xa Trái Đất với tốc độ $0,7c$, thì góc nghiêng đó như thế nào?

Gợi ý: Áp dụng công thức co ngắn kích thước dọc theo chuyển chuyển động tương đối, trong khi kích thước vuông góc với chiều chuyển động tương đối thì không đổi.

Bài 1.5. Xét hai anh em song sinh A và B. Người A bay với tốc độ $0,6c$ đến một hành tinh cách Trái Đất 12 năm ánh sáng, còn người B ở lại Trái Đất. Cứ 1 năm, người này lại gửi cho người kia một tín hiệu theo cách tính thời gian riêng của từng người.

- a) Hỏi người A và người B đã gửi đi bao nhiêu tín hiệu?
- b) Hỏi người A và người B đã nhận được bao nhiêu tín hiệu?

Bài 1.6. Một phụ nữ rời Trái Đất trên một con tàu vũ trụ và thực hiện chuyến du hành khứ hồi đến ngôi sao gần nhất cách Trái Đất 4 năm ánh sáng, với tốc độ $0,9c$. Hỏi khi trở về cô ấy sẽ trẻ hơn bao nhiêu so với người chị em song sinh của mình ở lại trên Trái Đất?

Gợi ý: Áp dụng ví dụ trong bài giảng.

Bài 1.7. Tìm bước sóng ứng với năng suất phát xạ cực đại của lò luyện kim biết nhiệt độ của lò là $2200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cho hằng số Wien $b = 2,898 \times 10^{-3}\text{ (m}\cdot\text{K)}$.

Bài 2.1. Một người đi xe máy chuyển động với vận tốc 15 m/s đi ngang qua một viên cảnh sát đang đứng yên. Viên cảnh sát bắt đầu đuổi theo người đó với gia tốc 2 m/s^2 ngay khi người đi xe máy đi ngang qua. Hãy tính:

- Thời gian cần thiết để viên cảnh sát đuổi kịp người đi xe máy?
- Vận tốc và quãng đường viên cảnh sát đi được khi đuổi kịp người đi xe máy?

Gợi ý: lập phương trình chuyển động của 2 người, sau đó giải tìm t khi cho giá trị tọa độ của hai người bằng nhau.

Bài 2.2. Trong một cuộc chạy đua nước rút 100 m, hai vận động viên A và B cùng cán đích sau 10,2 s. Để đạt được tốc độ cao nhất, vận động viên A mất 2 s, còn vận động viên B mất 3 s; sau đó họ chạy với tốc độ không đổi. Hãy tính:

- Gia tốc của từng vận động viên?
- Tốc độ cao nhất của từng người?
- Tại thời điểm 6 s sau khi xuất phát, vận động viên nào ở phía trước, và trước vận động viên kia bao xa?

Gợi ý: Lập phương trình chuyển động của từng người, biết tổng thời gian chuyển động của 2 người đều là 10,2 s, tức là $t_{A1} + t_{A2} = t_{B1} + t_{B2}$, trong đó t_1 và t_2 tương ứng là khoảng thời gian chuyển động có gia tốc và chuyển động đều của hai người.

Chương 2

Bài 2.3.

Một cậu bé kéo một thùng lên cây thông qua một sợi dây được vắt ở độ cao h . Cậu ta đi ra xa đoạn dây thẳng đứng với vận tốc không đổi \vec{v}_{boy} .

a) Chứng minh rằng tốc độ v của thùng là $x(x^2 + h^2)^{-1/2} v_{\text{boy}}$, trong đó x là khoảng cách từ cậu bé đến đoạn dây thẳng đứng.

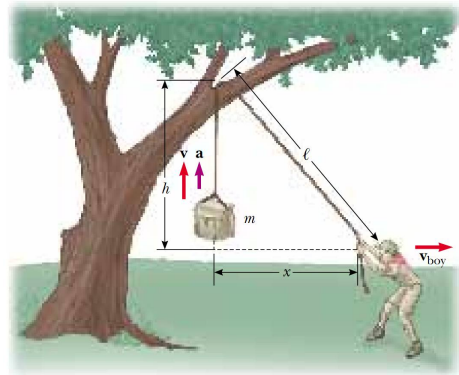
b) Chứng minh rằng gia tốc a của thùng là $h^2(x^2 + h^2)^{-3/2} v_{\text{boy}}^2$.

c) Tìm gia tốc và vận tốc tại thời điểm ngay lúc bắt đầu chuyển động (ngay bên dưới thùng).

d) Tìm giá trị tiệm cận của vận tốc và gia tốc khi x tiếp tục tăng.

Gợi ý: Lập biểu thức tọa độ của thùng

$y = h - (L - \ell) = \ell + h - L$, với L là tổng chiều dài dây. Do L và ℓ đều là hằng số nên vận tốc thùng là: $v_{ty} = \frac{dy}{dt} = \frac{d\ell}{dt} = \frac{d}{dt}(x^2 + h^2)^{1/2} = \frac{1}{2}(x^2 + h^2)^{-1/2}(2x) \frac{dx}{dt} = x(x^2 + h^2)^{-1/2} v_{bx}$



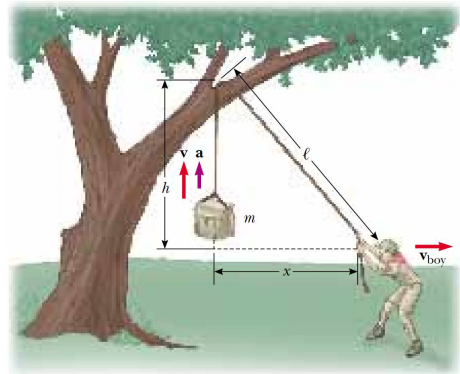
Bài 2.4.

Trong bài tập 2.3, cho $h = 6 \text{ m}$, $\vec{v}_{\text{boy}} = 2 \text{ m/s}$. Giả sử thùng chuyển động từ trạng thái nghỉ.

a) Hãy lập bảng và vẽ đồ thị tốc độ-thời gian.

b) Hãy lập bảng và vẽ đồ thị gia tốc-thời gian.

(Chọn khoảng thời gian từ 0 đến 5 s, mức chia thời gian là 0.5 s).

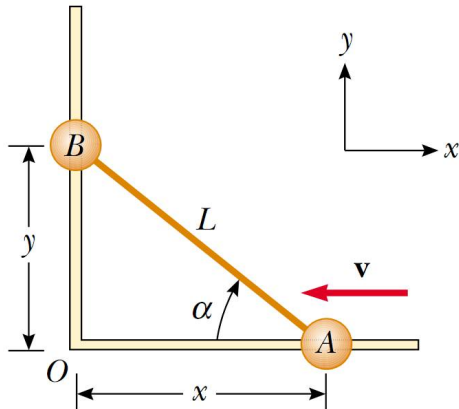


Bài 2.5.

Hai vật được nối với nhau bằng một thanh cứng có chiều dài L . Chúng có thể trượt tự do dọc theo hai thanh ray đặt vuông góc nhau. Cho vật A chuyển động sang bên trái với tốc độ không đổi v . Tìm tốc độ của vật B khi góc $\alpha = 60^\circ$.

Gợi ý: Viết tọa độ y_B của vật B theo tọa độ x_A của vật A , sau đó lấy đạo hàm theo thời gian t . Chú ý tại thời điểm đang xét thì

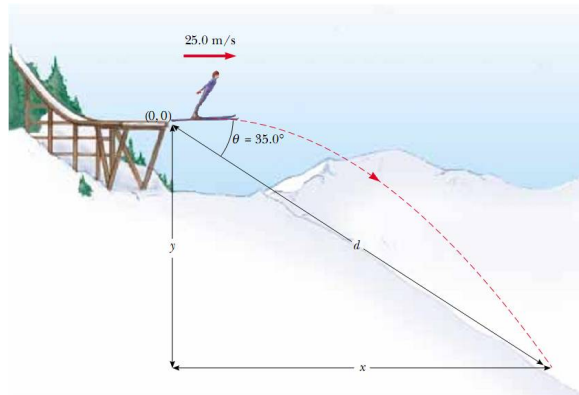
$$v_{Ax} = -v = \frac{dx_A}{dt}.$$



Bài 2.6.

Một người trượt tuyết rời đường trượt theo phương ngang với tốc độ 25 m/s . Đường nối giữa vị trí ban đầu và vị trí tiếp đất tạo với phương ngang một góc 35° . Tìm vị trí tiếp đất.

Gợi ý: Lập phương trình ném ngang và tìm mối quan hệ giữa tọa độ theo phương ngang và thẳng đứng khi tiếp đất.

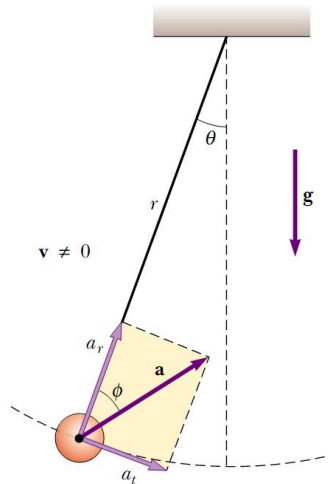


Bài 2.7.

Một quả cầu được buộc vào đầu sợi dây dài 0,5 m. Tại góc lệch của dây là $\theta = 20^\circ$, tốc độ của quả cầu là 1,5 m/s.

- Tìm độ lớn của gia tốc hướng tâm của quả cầu tại thời điểm đó.
- Tìm độ lớn của gia tốc toàn phần của quả cầu tại thời điểm đó.

Gợi ý: Phân tích lực và áp dụng các công thức trong bài giảng.



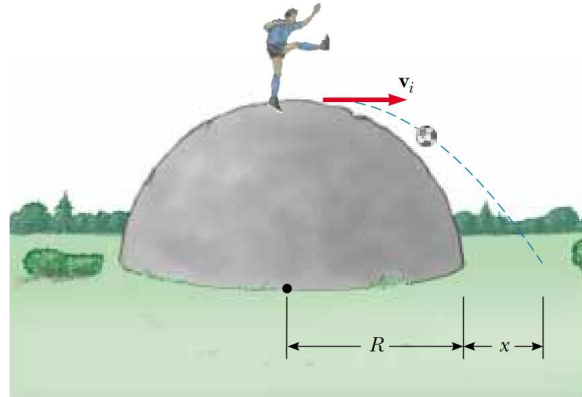
Bài 2.8.

Một người đứng trên đỉnh của một tảng đá hình bán cầu bán kính R và đá một quả bóng (ban đầu đứng yên trên đỉnh của tảng đá) để cho nó vận tốc ngang v_i .

a) Tốc độ ban đầu tối thiểu của quả bóng phải là bao nhiêu để nó không bị va vào tảng đá sau đó?

b) Với tốc độ ban đầu này, quả bóng sẽ chạm đất cách chân tảng đá bao xa?

Gợi ý: Lập phương trình quỹ đạo của quả bóng (parabol) và áp dụng điều kiện đường parabol phải luôn nằm trên đường tròn (là mép của hòn đá) với mọi $x \geq 0$.

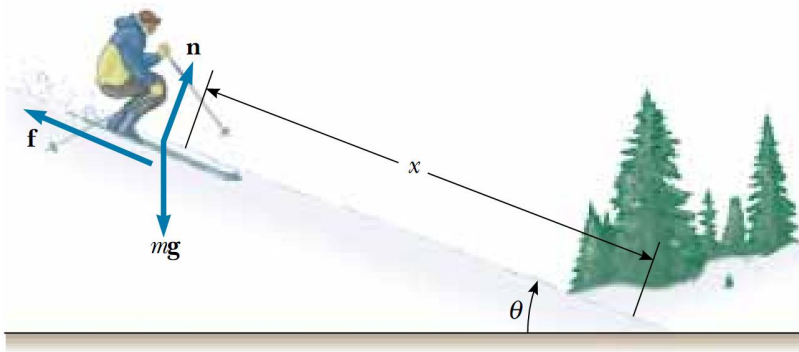


Chương 2

Bài 2.9.

Hãy xác định khoảng cách dừng của một người trượt tuyết trượt dọc theo một đường dốc có ma sát với tốc độ ban đầu là 20 m/s. Cho hệ số ma sát trượt $\mu_k = 0,18$ và góc nghiêng $\theta = 5^\circ$.

Gợi ý: Áp dụng công thức $v^2 - v_0^2 = 2a_x x$, với a_x là gia tốc của người trượt tuyết dọc theo phương x .



Bài 2.10.

Cho một chất điểm chuyển động trên mặt phẳng Oxy với các phương trình chuyển động:

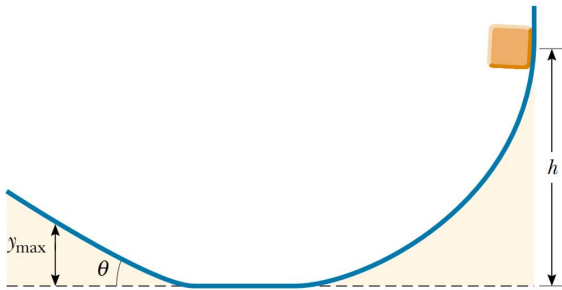
$$x = \cos 2t$$

$$y = \sin 2t + 3t$$

Hãy tìm biểu thức của véc-tơ vận tốc, tốc độ, gia tốc toàn phần, gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến, bán kính cong quỹ đạo tại một thời điểm t bất kỳ.

Bài 3.1.

Một khối trượt xuống từ độ cao $h = 20$ m theo một đường cong không ma sát, sau đó đi lên đường nghiêng như hình vẽ. Cho hệ số ma sát trượt giữa khối và đường nghiêng là $\mu_k = 0,18$ và góc nghiêng $\theta = 5^\circ$. Hãy xác định độ cao cực đại y_{\max} của khối trên đường nghiêng.



Bài 3.2.

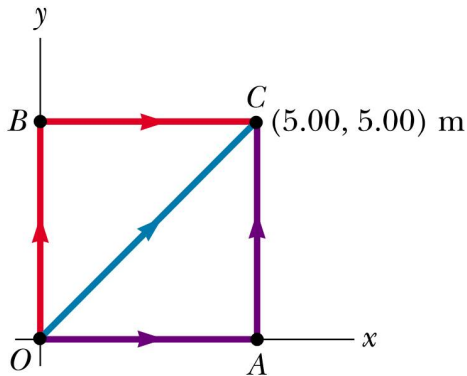
Một lực tác dụng lên một chất điểm chuyển động trên mặt phẳng xy được cho bởi

$$\vec{F} = (2y\vec{i} + x^2\vec{j}) \text{ N, trong đó } x \text{ và } y \text{ ở đơn vị mét.}$$

Chất điểm chuyển động từ gốc tọa độ tới vị trí cuối cùng C có tọa độ $x = 5 \text{ m}$ và $y = 5 \text{ m}$. Hãy tính công thực hiện bởi lực \vec{F} dọc theo các quỹ đạo:

a) OAC , b) OBC , c) OC .

d) Lực \vec{F} có phải lực bảo toàn không? Hãy giải thích.



Bài 3.3.

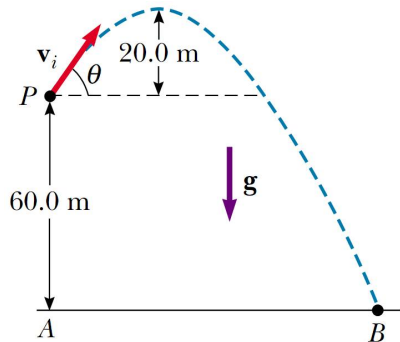
Một lực bảo toàn tác dụng lên một chất điểm biến đổi theo công thức $\vec{F} = (-Ax + Bx^2)\vec{i}$ N, trong đó A và B là các hằng số, và x ở đơn vị mét.

- Tính hàm thế năng $U(x)$ tương ứng với lực này.
- Tìm sự thay đổi của thế năng và động năng của chất điểm khi nó di chuyển từ tọa độ $x = 2$ m sang tọa độ $x = 3$ m.

Bài 3.4.

Một chất điểm khối lượng $m = 0,5 \text{ kg}$ được bắn đi từ điểm P . Chất điểm có vận tốc ban đầu \vec{v}_i với thành phần nằm ngang là $v_{ix} = 30 \text{ m/s}$. Nó đạt được độ cao cực đại so với P là $h = 20 \text{ m}$. Sử dụng định luật bảo toàn năng lượng, hãy xác định:

- Thành phần thẳng đứng của vận tốc \vec{v}_i .
- Công thực hiện bởi lực trọng trường lên chất điểm trong khi nó chuyển động từ P đến B .
- Thành phần nằm ngang và thẳng đứng của vận tốc khi nó đến điểm B , nằm dưới điểm P một khoảng $H = 60 \text{ m}$.

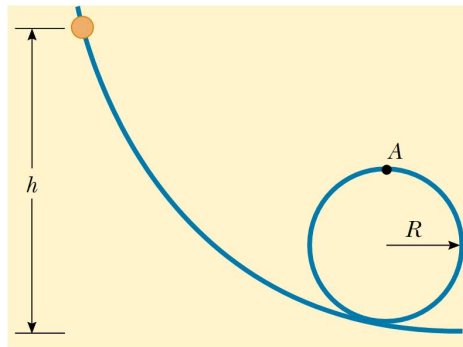


Bài 3.5.

Một vật khối lượng m được thả từ độ cao h và đi lên đường cong bán kính $R = 1$ m.

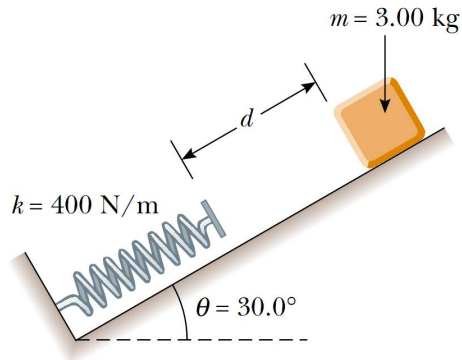
a) Hãy xác định vận tốc tại điểm cao nhất A nếu cho $h = 3,5$ m.

b) Hãy tìm giá trị nhỏ nhất của h để vật có thể đi qua được điểm cao nhất mà không rơi xuống.



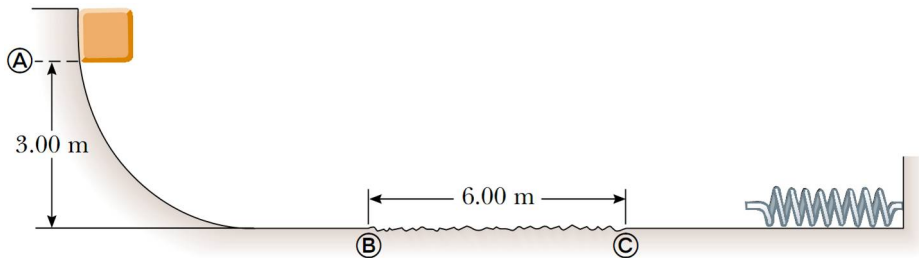
Bài 3.6.

Một vật khối lượng $m = 3 \text{ kg}$ được thả tự do từ trạng thái nghỉ và trượt xuống một khoảng cách d theo một mặt phẳng nghiêng không ma sát với góc nghiêng $\theta = 30^\circ$. Trong khi trượt, nó tiếp xúc và nén một lò xo khối lượng không đáng kể (với hệ số đàn hồi $k = 400 \text{ N/m}$) và trượt tiếp một đoạn $x = 0,2 \text{ m}$ trước khi dừng tạm thời. Hãy xác định khoảng cách ban đầu d giữa vật và lò xo.



Bài 3.7.

Một vật khối lượng $m = 10 \text{ kg}$ được thả từ điểm A có độ cao $h = 3 \text{ m}$. Quỹ đạo không có ma sát, trừ đoạn nằm ngang giữa B và C có chiều dài $L = 6 \text{ m}$. Vật chuyển động đến cuối quỹ đạo, chạm vào 1 lò xo và nén nó một đoạn $\Delta x = 0,2 \text{ m}$ từ vị trí cân bằng. Độ cứng của lò xo là $k = 2250 \text{ N/m}$. Hãy xác định hệ số ma sát trượt μ_k của đoạn nhám BC .



Bài 4.1.

Một vật khối lượng $m = 0,5 \text{ kg}$ được gắn vào một lò xo với độ cứng $k = 8 \text{ N/m}$ và thực hiện dao động điều hòa đơn giản với biên độ $A = 10 \text{ cm}$. Hãy tính:

- Giá trị cực đại của vận tốc và gia tốc.
- Tốc độ và gia tốc khi vật cách vị trí cân bằng 6 cm .
- Thời gian cần thiết để vật di chuyển từ tọa độ $x = 0$ đến tọa độ $x = 8 \text{ cm}$.

Bài 4.2.

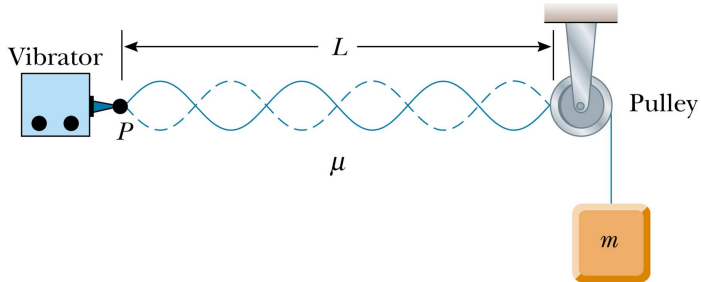
Trong một thử nghiệm an toàn, một chiếc xe hơi khối lượng $m = 1000$ kg được cho lao vào một bức tường gạch. Cản trước được coi là lò xo có độ cứng $k = 5 \times 10^6$ N/m, và bị nén 3,16 cm khi chiếc xe dừng lại. Tìm tốc độ của xe trước va chạm.

Chương 4

Bài 4.3.

Một vật được treo bằng một dây có khối lượng riêng theo chiều dài $\mu = 0,002 \text{ kg/m}$ qua một ròng rọc. Dây được nối với một máy rung có tần số f . Chiều dài dây giữa điểm P và ròng rọc là $L = 2 \text{ m}$. Khi khối lượng $m = 16 \text{ kg}$ hoặc 25 kg thì quan sát được sóng dừng, tuy nhiên không có sóng dừng ở các giá trị khối lượng khác nằm giữa hai giá trị này.

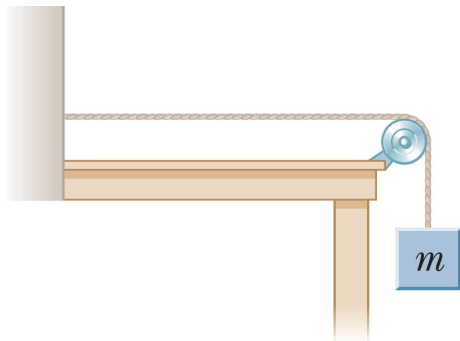
- Xác định tần số dao động của máy rung.
- Khối lượng lớn nhất của vật để còn quan sát được sóng dừng.



Bài 4.4.

Lực căng dây được tạo ra bởi vật nặng khối lượng m như hình vẽ. Tốc độ truyền sóng trên dây là $v = 24 \text{ m/s}$ khi khối lượng vật nặng là $m = 3 \text{ kg}$. Hãy xác định

- Khối lượng riêng theo chiều dài của dây.
- Giá trị tốc độ truyền sóng khi khối lượng vật nặng là $m = 2 \text{ kg}$.



Bài 4.5.

Một chiếc đồng hồ báo thức phát ra âm thanh có tần số $f = 600 \text{ Hz}$. Một người làm rơi nó từ độ cao $h = 15 \text{ m}$. Hãy xác định tần số âm thanh của đồng hồ báo thức mà người này nghe được trước khi nghe thấy tiếng nó chạm đất. Cho tốc độ âm thanh trong không khí là 343 m/s .

Bài 4.6.

Một chiếc tàu ngầm A chuyển động trong nước với tốc độ 8 m/s và phát ra một sóng âm có tần số 1400 Hz . Tốc độ của âm thanh trong nước là 1533 m/s . Tàu ngầm B chuyển động ngược chiều về phía tàu ngầm A với tốc độ 9 m/s . Hỏi tần số thu được bởi quan sát viên trên tàu ngầm B là bao nhiêu khi hai chiếc tàu ngầm tiến lại gần nhau.

Bài 5.1.

Cho một căn phòng có thể tích 200 m^3 .

- a) Phòng không đóng kín. Hỏi có bao nhiêu % khí bay ra khỏi phòng đó nếu tăng nhiệt độ trong phòng từ 10°C lên đến 20°C .
- b) Coi căn phòng được đóng kín, hỏi áp suất trong phòng thay đổi thế nào nếu nhiệt độ trong phòng giảm từ 20°C về 15°C .

Bài 5.2.

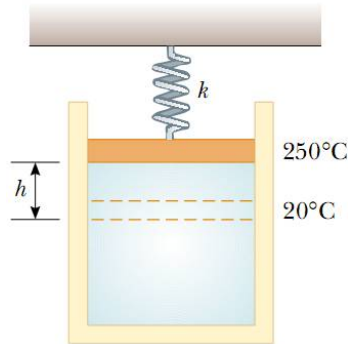
Khối lượng của một khinh khí cầu khí nóng và khoang chứa hàng của nó (không tính khối lượng không khí bên trong) là 200 kg. Nhiệt độ không khí bên ngoài là $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, và áp suất là 101 kPa. Thể tích của khí cầu là 400 m^3 . Hỏi nhiệt độ (đơn vị độ $^{\circ}\text{C}$) của khí bên trong khí cầu phải là bao nhiêu để khí cầu có thể bay lên. Cho khối lượng riêng của không khí ở $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ là $1,25\text{ kg/m}^3$.

Bài 5.3.

Một xi-lanh được đóng kín bởi một pít-tông nối với một lò xo có độ cứng $k = 2 \times 10^3 \text{ N/m}$. Khi lò xo ở trạng thái cân bằng, xi-lanh được lấp đầy bởi 5 ℓ khí ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 20°C .

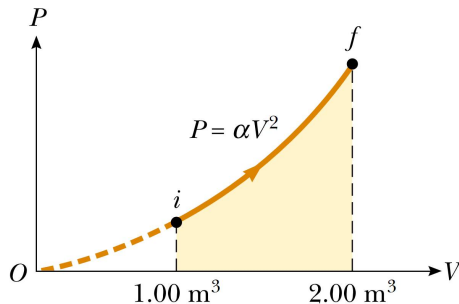
a) Nếu pít-tông có tiết diện là $0,01 \text{ m}^2$ và khối lượng không đáng kể, hỏi nó sẽ được nâng lên một đoạn h bằng bao nhiêu khi nhiệt độ tăng lên đến 250°C ?

b) Áp suất khí tại nhiệt độ 250°C là bao nhiêu?



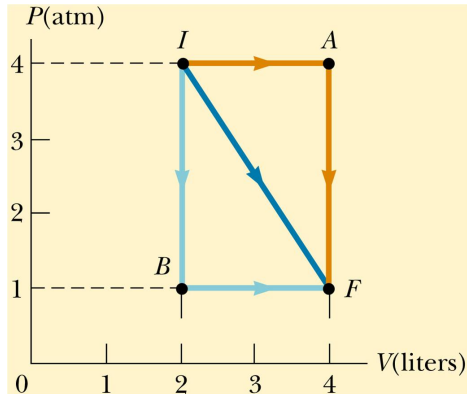
Bài 6.1.

Một khối khí lý tưởng giãn nở từ thể tích 1 m^3 đến thể tích 2 m^3 theo một quá trình giả tĩnh theo phương trình $p = \alpha V^2$, với $\alpha = 5 \text{ atm/m}^6$. Hãy tính công thực hiện bởi khí trong quá trình giãn nở.



Bài 6.2.

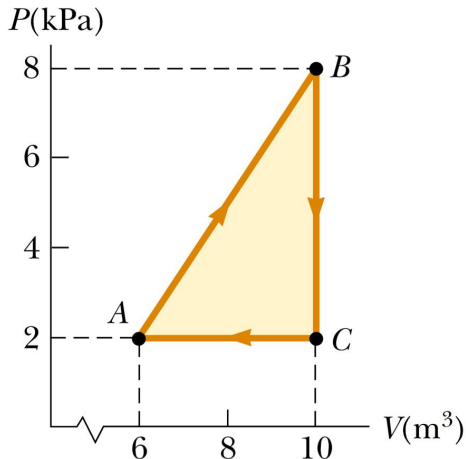
Một khối khí dẫn nở từ trạng thái I đến trạng thái F thông qua 3 quá trình trong Hình vẽ. Hãy tính công thực hiện (ở đơn vị J) bởi khối khí theo các quá trình IAF , IF , IBF .



Bài 6.3.

Một khối khí thực hiện một chu trình $ABCA$ được mô tả trong Hình vẽ.

- Tìm tổng năng lượng truyền cho hệ trong một chu trình hoàn chỉnh.
- Nếu chu trình được thực hiện theo chiều ngược lại, tức $ACBA$, thì tổng năng lượng hệ nhận được là bao nhiêu?

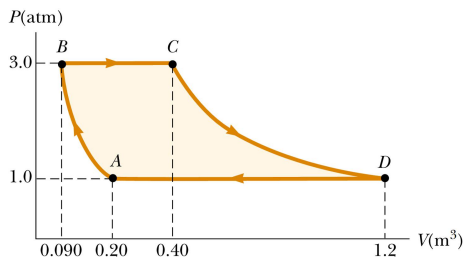


Bài 6.4.

Một khối khí lý tưởng thực hiện một chu trình $ABCD$ được mô tả trong Hình vẽ. Từ A tới B là quá trình đoạn nhiệt, từ B tới C là quá trình đẳng áp, từ C tới D là quá trình đẳng nhiệt, còn từ D tới A là quá trình đẳng áp. Hãy xác định:

a) Tỷ số giữa nhiệt dung mol đẳng áp và nhiệt dung mol đẳng tích: $\gamma = C_p/C_V$ (chú ý: số bậc tự do có thể không phải là số nguyên).

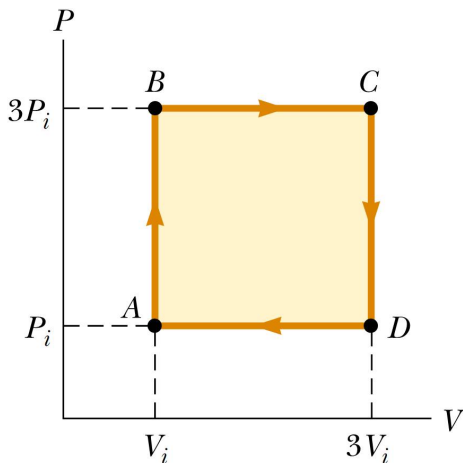
b) Công (đơn vị J) thực hiện bởi khí trong cả chu trình.



Bài 6.5.

Một khối khí lý tưởng ban đầu ở trạng thái P_i, V_i , và T_i thực hiện một chu trình mô tả trong Hình vẽ.

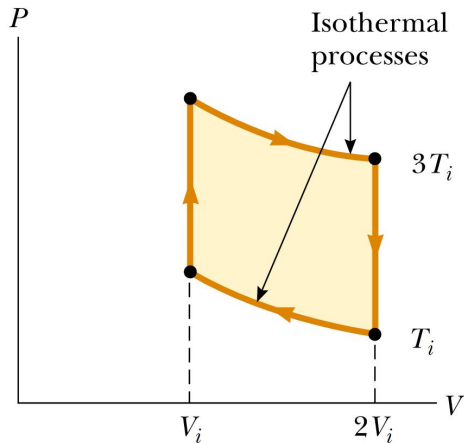
- Tìm biểu thức công thực hiện bởi khí trong một chu trình.
- Tìm biểu thức nhiệt lượng hệ nhận được trong một chu trình.
- Tìm giá trị bằng số của công thực hiện bởi 1 mol khí trong một chu trình, với nhiệt độ ban đầu là 0°C .



Bài 7.1.

Trên hình mô tả n mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình bao gồm hai quá trình đẳng nhiệt ở nhiệt độ $3T_i$ và T_i , và hai quá trình đẳng tích. Hãy xác định theo n , R , và T_i :

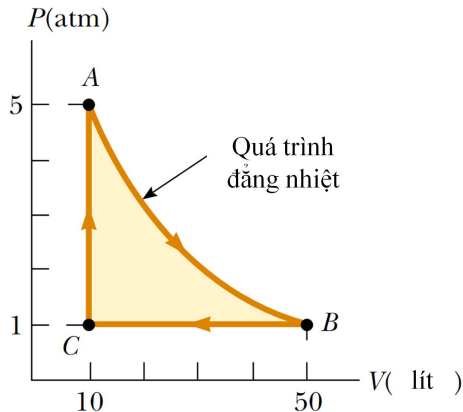
- Tổng nhiệt lượng cung cấp cho khối khí.
- Hiệu suất của động cơ hoạt động theo chu trình này.



Bài 7.2.

Cho một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình như hình vẽ. Quá trình từ $A \rightarrow B$ là quá trình giãn nở đẳng nhiệt thuận nghịch. Hãy tính:

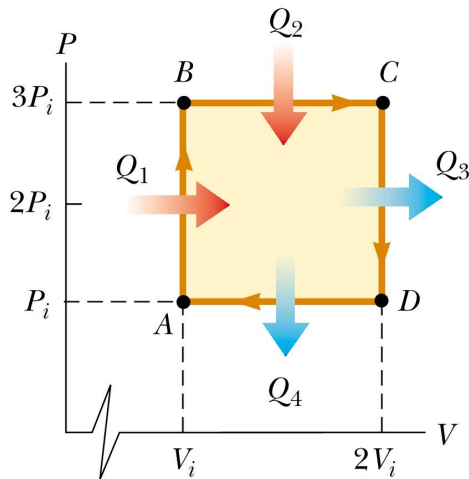
- Tổng công thực hiện bởi khối khí.
- Nhiệt cung cấp cho khối khí.
- Nhiệt do khối khí nhả ra.
- Hiệu suất của chu trình.



Bài 7.3.

Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình như trong Hình vẽ. Tại điểm A, áp suất, thể tích, và nhiệt độ tương ứng là P_i , V_i , và T_i . Hãy xác định theo R và T_i :

- Tổng nhiệt lượng đi vào hệ trong một chu trình.
- Tổng nhiệt lượng đi ra khỏi hệ trong một chu trình.
- Hiệu suất của động cơ hoạt động theo chu trình này.
- Hiệu suất của một động cơ hoạt động theo chu trình Carnot nằm giữa nhiệt độ thấp nhất và cao nhất của chu trình này.



The End