



VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 1

trọn bộ công thức,
bài tập trắc nghiệm, tự luận và đề thi



LỜI NÓI ĐẦU

Vật lý đại cương 1 là một trong những môn đại cương mà hầu hết các sinh viên trường Đại học Bách Khoa Hà Nội (RHUST) đều phải học qua ít nhất một lần trong đời. Đây là một học phần tuy không quá khó nhưng đòi hỏi sinh viên phải có sự chăm chỉ đào sâu lý thuyết và dựa vào đó để làm các bài tập.

Môn này có khá nhiều tài liệu tham khảo khác nhau từ bài giảng, bài tập, tài liệu lý thuyết, vv được chia sẻ trên chính website tailieuhust.com của chúng mình nhưng nó lại không được liên mạch thành một khiến cho nhiều bạn không biết phải học và sử dụng như thế nào? Bên cạnh đó cũng có khá nhiều là tài liệu photo, viết tay nên chất lượng không được tốt lắm.

Để giúp các bạn sinh viên có thể có được một tài liệu Vật lý đại cương 1 chất lượng, dùng cho các kỳ thi giữa kỳ và cuối kỳ chỉ trong 1 cuốn mà không phải cần sử dụng quá nhiều file khác nhau nên mình và team Tài Liệu HUST đã cùng nhau biên soạn ra bộ tài liệu này.

Đây cũng là lần đầu tiên bộ tài liệu Vật lý đại cương 2 này được biên soạn nên cũng không thể tránh được những sai sót, vẫn mong được các bạn góp ý để hoàn thiện hơn trong tương lai. Team biên soạn tài liệu xin gửi lời cảm ơn chân thành tới các bạn.

Ngoài ra khi sử dụng tài liệu này, bạn còn được sử dụng hệ thống học online, luyện thi trắc nghiệm tại:

Các bạn cũng có thể truy cập nhanh bằng cách quét mã QR ở bìa sách hoặc ở dưới đây:

Tài liệu tham khảo:

- Bộ câu hỏi trắc nghiệm thầy Trần Thiên Đức bản mới
- Công thức trắc nghiệm Vật lý đại cương của Vũ Tiến Lâm
- Câu hỏi và đáp án tự luận đề thi VLĐC1 (quán photo)

Mọi ý kiến đóng góp và thắc mắc mọi người có thể liên hệ qua:

Website: tailieuhust.com

Email: tailieuhustgroup@gmail.com

Fanpage: [Tài liệu HUST \(tailieuhust.com\)](https://www.facebook.com/TaiLieuHUST)

Group học tập: [Bachkhoa Universe – Góc học tập và thảo luận](#)

NỘI DUNG TÀI LIỆU

PHẦN I. CÔNG THỨC VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM	5
Chương 1. Động học chất điểm	5
A. Công thức	5
B. Bài tập trắc nghiệm	7
Chương 2-3. Động lực học chất điểm – hệ chất điểm – động lực học vật rắn	14
A. Công thức	14
B. Bài tập trắc nghiệm	17
Chương 4. Năng lượng	29
A. Công thức	29
B. Bài tập trắc nghiệm	30
Chương 5: Trường hấp dẫn	40
A. Công thức	40
B. Bài tập trắc nghiệm	41
Chương 6. Dao động – sóng	46
A. Công thức	46
B. Bài tập trắc nghiệm	47
Chương 7. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học và thuyết động học phân tử	51
A. Công thức	51
B. Bài tập trắc nghiệm	54
Chương 8. Nguyên lý thứ hai của nhiệt động lực học	62
A. Công thức	62
B. Bài tập trắc nghiệm	63
PHẦN II. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TỰ LUẬN	69
PHẦN III. MỘT SỐ ĐỀ THI GIỮA KỲ	110
1. Đề thi giữa kỳ 1	110
2. Đề thi giữa kỳ 2	113
3. Đề thi giữa kỳ 3	115

PHẦN I. CÔNG THỨC VÀ BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

Chương 1. Động học chất điểm

A. Công thức

1. Chuyển động thẳng đều và những đại lượng đặc trưng

- Vận tốc, gia tốc và phương trình chuyển động:
$$\begin{cases} v = \text{const} \\ a = 0 \\ s = v.t \end{cases} \rightarrow x = v.t$$

2. Chuyển động thẳng thay đổi đều

- Vận tốc và gia tốc:
$$\begin{cases} v = v_0 + at \\ a = \text{const} \end{cases}$$

- Phương trình chuyển động: $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \rightarrow x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$.

- Hệ thức liên hệ: $v^2 - v_0^2 = 2as$.

3. Chuyển động tròn

- Gia tốc hướng tâm và gia tốc tiếp tuyến:
$$\begin{cases} a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \\ a_t = \beta r \end{cases}$$
 . với $\beta = \text{const}$ là gia tốc góc.

- Gia tốc toàn phần: $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2} = r\sqrt{\omega^4 + \beta^2}$.

- Một số công thức liên hệ: $v = \omega r; T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v}$.

- Phương trình chuyển động:
$$\begin{cases} \omega_t = \omega_0 + \beta t \\ \varphi_t = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2 \\ \beta = \text{const} \end{cases}$$

- Trường hợp chuyển động tròn đều:
$$\begin{cases} \omega = \text{const} \\ \varphi_t = \varphi_0 + \omega_0 t \end{cases}$$

4. Chuyển động rơi tự do

- Vận tốc và quãng đường chuyển động:
$$\begin{cases} v = v_0 + gt \\ s = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2 \end{cases} \rightarrow v^2 - v_0^2 = 2gs$$
.

- Thời gian rơi từ độ cao h đến khi chạm đất: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

5. Chuyển động parabol (chuyển động ném xiên)

- Quỹ đạo là nhánh parabol có bề lõm quay xuống:

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha.$$

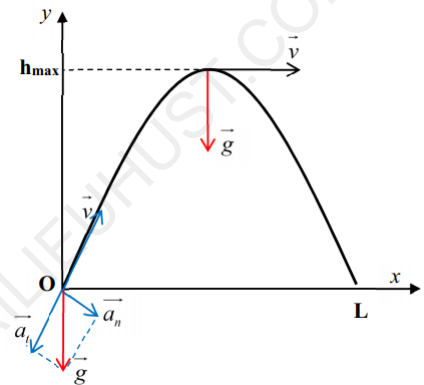
- Tầm ném xa: $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow L_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$ khi $\alpha = 45^\circ$.

- Độ cao cực đại: $h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 2\alpha}{2g}$.

- Bán kính cong: $a_n = \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{v^2}{a_n}$.

- Tại gốc: $\begin{cases} v = v_0 \\ a_n = g \cdot \cos \alpha \end{cases} \rightarrow R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$

- Tại đỉnh: $\begin{cases} v = v_x = v_0 \cos \alpha \\ a_n = g \end{cases} \rightarrow R = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$.



B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Một chất điểm chuyển động có phương trình: $\begin{cases} x = a \sin \omega t \\ y = b \cos \omega t \end{cases}$. Cho $a = b = 30 \text{ cm}$ và $\omega = 10\pi \text{ rad/s}$. Gia tốc chuyển động của chất điểm có giá trị bằng:

- A. 296,1 m/s². B. 301,1 m/s². C. 281,1 m/s². D. 331,1 m/s².

Lời giải:

Ta có phương trình chuyển động:

$$\begin{cases} x = a \sin \omega t \\ y = b \cos \omega t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{x}{a} = \sin \omega t \\ \frac{y}{b} = \cos \omega t \end{cases}$$

$$\rightarrow \sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t = 1 \Rightarrow \left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1 \Rightarrow x^2 + y^2 = R^2 \text{ với } R = a = b$$

Suy ra vật chuyển động theo quỹ đạo tròn.

Ta có: $\begin{cases} v_x = x' = R\omega \cos \omega t \\ v_y = y' = -R\omega \sin \omega t \end{cases}$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{R^2 \omega^2 \cos^2 \omega t + R^2 \omega^2 \sin^2 \omega t} = R\omega$$

Gia tốc chuyển động của chất điểm:

$$a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = (10\pi)^2 \cdot 0,3 \approx 296,1 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Câu 2. Thả rơi tự do một vật nhỏ từ độ cao $h = 17,6 \text{ m}$. Quãng đường mà vật rơi được trong 0,1 s cuối cùng của thời gian rơi là:

- A. 1,608 m. B. 1,808 m. C. 2,208 m. D. 2,408 m.

Lời giải:

Ta có phương trình li độ của vật là: $x(t) = \frac{1}{2}gt^2$

Tổng thời gian rơi cho tới khi chạm đất là: $t_r = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17,6}{9,8}} \text{ (s)}$

Quãng đường vật rơi được trong 0,1 s cuối cùng của thời gian rơi là:

$$x(t_r) - x(t_r - 0,1) = \frac{1}{2}g[t_r^2 - (t_r - 0,1)^2] = 1,808 \text{ (m)} \text{ với } g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Câu 3. Thả rơi tự do một vật nhỏ từ độ cao $h = 17,6 \text{ m}$. Thời gian cần thiết để vật đi hết 1 m cuối của độ cao h là: (cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

- A. $5,263 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. B. $5,463 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. C. $5,863 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. D. $4,863 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

Lời giải:

Thời gian vật rơi được quãng đường h là: $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$

Thời gian vật rơi quãng đường $(h - 1)$ là: $t_2 = \sqrt{\frac{2(h-1)}{g}}$

Thời gian vật rơi hết 1 m cuối khi thả từ độ cao h là: $\Delta t = t_1 - t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} - \sqrt{\frac{2(h-1)}{g}}$

Thay số $h = 17,6(\text{m})$; $g = 9,8(\text{m/s}^2) \Rightarrow \Delta t \approx 5,463 \cdot 10^{-2}(\text{s})$

Câu 4. Một ô tô bắt đầu chạy vào đoạn đường vòng bán kính $R = 1,3 \text{ km}$ và dài 600 m với vận tốc $v_0 = 54 \text{ km/h}$. Ô tô chạy hết quãng đường trong thời gian $t = 17 \text{ s}$. Coi chuyển động là nhanh dần đều, gia tốc toàn phần của ô tô cuối đoạn đường vòng bằng:

- A. 2,869 m/s^2 B. 4,119 m/s^2 C. 3,369 m/s^2 D. 3,119 m/s^2 .

Lời giải:

Đổi $v = 54 (\text{km/h}) = 15(\text{m/s})$; $R = 1,3 \text{ km} = 1300\text{m}$

Vì đoàn tàu di chuyển nhanh dần đều ta có công thức: $S = v_0 t + \frac{1}{2} a_{tt} t^2 \Rightarrow a_{tt} = \frac{2(s - v_0 t)}{t^2}$

Vận tốc của đoàn tàu tại cuối đường bằng: $v = v_0 + a_{tt} t = \frac{2S}{t} - v_0$

Gia tốc hướng tâm của đoàn tàu tại cuối đường là: $a_{ht} = \frac{v^2}{R} = \frac{(\frac{2S}{t} - v_0)^2}{R}$

Gia tốc toàn phần của đoàn tàu tại cuối đường là:

$$a_p = \sqrt{a_{tt}^2 + a_{ht}^2} = \sqrt{\left(\frac{2(s - v_0 t)}{t^2}\right)^2 + \left(\frac{(\frac{2S}{t} - v_0)^2}{R}\right)^2}$$

Thay số $S = 600\text{m}$; $v_0 = 15 \text{ m/s}$; $t = 17\text{s}$; $R = 1300\text{m} \Rightarrow a_p \approx 3,369 \text{ m/s}^2$

Câu 5. Một ô tô chuyển động biến đổi đều lần lượt đi qua hai điểm A và B cách nhau $S = 25 \text{ m}$ trong khoảng thời gian $t = 1,6 \text{ s}$, vận tốc ô tô ở B là 12 m/s. Vận tốc của ô tô ở A nhận giá trị nào sau đây:

- A. 18,25 m/s. B. 18,75 m/s. C. 19,25 m/s. D. 20,75 m/s.

Lời giải:

Ô tô chuyển động biến đổi đều nên ta có: $V_B = V_A + at \Rightarrow a = (V_B - V_A) / t$ (1)

$$S = V_A t + (at^2)/2 \quad (2)$$

Thay (1) vào (2) => $S = V_A t + \frac{(V_B - V_A)t}{2}$ (3)

Từ dữ kiện đề bài cho thay vào (3) ta được: $V_A = 19,25 \text{ m/s}$

Câu 6. Một bánh xe có bán kính $R = 12 \text{ cm}$ lúc đầu đứng yên sau đó quay quanh trục của nó với gia tốc góc $\beta = 3,14 \text{ rad/s}^2$. Sau giây thứ nhất gia tốc toàn phần của một điểm trên vành bánh là:

- A. $120,17 \text{ cm/s}^2$. B. $126,17 \text{ cm/s}^2$. C. $130,17 \text{ cm/s}^2$. **D. $124,17 \text{ cm/s}^2$.**

Lời giải:

Phương trình vận tốc góc $w = w_0 + \beta t = 0 + \beta t = \beta t$ (do ban đầu đứng yên $w_0 = 0$)

=> Gia tốc pháp tuyến $a_n = w^2 R = (\beta t)^2 R$

Gia tốc tiếp tuyến: $a_t = \beta R$

Gia tốc toàn phần: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{(\beta R)^2 + \beta^2 t^2 R^2} = \beta R \sqrt{\beta^2 t^4 + 1}$

Sau giây thứ nhất => $t = 1$

=> $a = \beta R \sqrt{\beta^2 t^4 + 1} = 3,14 * 0,12 \sqrt{3,14^2 + 1} = 1,2417 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 124,17 \left(\frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \right)$

Câu 7. Kỷ lục đẩy tạ ở Hà Nội là $14,07 \text{ m}$. Nếu tổ chức đẩy tạ ở Xanh Pêtecua trong điều kiện tương tự (cùng vận tốc ban đầu và góc nghiêng) thì kỉ lục sẽ là: (cho gia tốc trọng trường ở Hà Nội là $g_1 = 9,727 \text{ m/s}^2$, ở Xanh Pêtecua là $g_2 = 9,810 \text{ m/s}^2$, bỏ qua chiều cao của người đẩy)

- A. $16,951 \text{ m}$. B. $12,951 \text{ m}$. C. $15,951 \text{ m}$. **D. $13,951 \text{ m}$.**

Lời giải:

Chọn hệ quy chiếu như hình vẽ. Gốc tọa độ nằm tại vị trí bắt đầu ném, chiều dương của trục Oy hướng lên ngược chiều với gia tốc g , gốc thời gian cũng là thời điểm bắt đầu ném vật.

Áp dụng công thức tầm xa đôi với vật ném tại mặt đất: $L = \frac{v^2 \sin 2\theta}{g}$ (1)

Trong cùng điều kiện ném (cùng vận tốc ban đầu và cùng góc nghiêng) nên ta có:

$v^2 \sin 2\theta = \text{const}$ (2)

Từ (1), (2) => $L_1 g_1 = L_2 g_2$

Vậy kỉ lục đẩy tạ ở Xanh Petecua là: $L_2 = \frac{L_1 g_1}{g_2} = \frac{14,07 * 9,727}{9,81} \approx 13,951 \text{ m}$

Câu 8. Một người đứng cách con đường thẳng một khoảng $h = 50$ m để chờ ô tô. Khi thấy đầu ô tô còn cách mình một đoạn $a = 200$ m thì người ấy bắt đầu chạy (thẳng, đều, theo một hướng nào đó) ra đường để đón gặp ô tô. Biết vận tốc ô tô là $v = 36$ km/h. Để có thể gặp được ô tô, người ấy phải chạy với vận tốc nhỏ nhất v_{\min} bằng bao nhiêu?

A. 2,5 m/s.

B. 3,25 m/s.

C. 3 m/s.

D. 2,75 m/s.

Lời giải:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ, gốc tọa độ tại A-vị trí ban đầu của oto, gốc thời gian là lúc người đó bắt đầu chuyển động

Gọi v_1 (m/s) là vận tốc chạy của người đó.

α là góc tạo bởi 2 vecto vận tốc

+ Chiều theo trục Ox ta có:

Tọa độ ô tô đi tại thời điểm t (s) là: $x_1 = vt$

Tọa độ của người chạy tại thời điểm t (s) là: $x_2 = v_1 t \cos \alpha + AH$

Tại thời điểm 2 vật gặp nhau: $x_1 = x_2 \Rightarrow (v - v_1 t \cos \alpha)t = AH$ (1)

+ Chiều theo trục Oy ta có:

Tọa độ người chạy tại thời điểm t (s): $y_2 = v_1 t \sin \alpha - h$

2 vật gặp nhau: $y_2 = 0 \Rightarrow v_1 t \sin \alpha = h$ (2)

Từ (1) và (2) $v_1 = \frac{hv}{AH \sin \alpha + h \cos \alpha} \geq \frac{hv}{\sqrt{AH^2 + h^2}} = \frac{h}{a} \Rightarrow V_{\min} = \frac{h}{a} V = 2,5(\text{m/s})$

Câu 9. Một hòn đá được ném theo phương ngang từ độ cao đủ lớn với vận tốc $v_0 = 12$ m/s. Gia tốc pháp tuyến của hòn đá sau giây thứ 2 có giá trị bằng (lấy $g = 9,8$ m/s²)

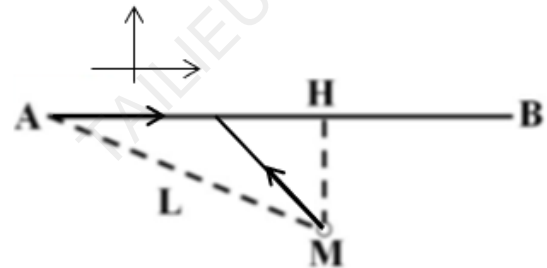
A. 4,617 m/s².

B. 5,117 m/s².

C. 5,867 m/s².

D. 4,867 m/s².

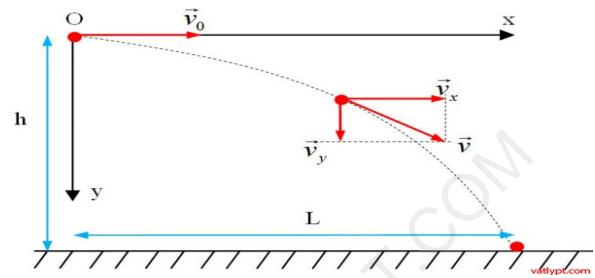
Lời giải:



- Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ, gốc thời gian lúc vật bắt đầu chuyển động.

- Theo trục Ox: Vận tốc của vật là: $v_x = v_0$

- Theo trục Oy:



Vận tốc của vật tại thời điểm $t(s)$ là: $v_y = gt$

Vậy độ lớn vận tốc chuyển động của vật tại t là: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$

Gia tốc tiếp tuyến của vật tại t có độ lớn là: $a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2 t}{v}$

Gia tốc pháp tuyến của vật tại t có giá trị là: $a_n = \sqrt{g^2 - a_t^2} = \frac{v_0}{v} g$

\Rightarrow Gia tốc pháp tuyến của vật tại giây thứ 2 là: $a_n(2) = 5,117 (m/s^2)$

Câu 10. Một bánh xe bắt đầu quay quanh một trục cố định đi qua tâm vành bánh và vuông góc với mặt phẳng bánh xe, có góc quay xác định bằng biểu thức: $\varphi = at^2$; trong đó $a = 0,125 rad/s^2$; t là thời gian. Điểm A trên vành bánh xe sau 2 s có vận tốc dài $v = 2 m/s$. Gia tốc toàn phần của điểm A khi đó có giá trị bằng:

A. $2\sqrt{2} m/s^2$.

B. $2\sqrt{5} m/s^2$.

C. $\sqrt{5} m/s^2$.

D. $\sqrt{2} m/s^2$.

Lời giải:

Tốc độ góc của bánh xe là: $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 2at$

Bán kính của bánh xe là: $r = \frac{v}{\omega} = \frac{v}{2at}$

Gia tốc góc của bánh xe là: $\beta = \frac{d\omega}{dt} = 2a$

Gia tốc tiếp tuyến của điểm A là: $a_t = \beta r = \beta \frac{v}{2at} = \frac{v}{t}$

Gia tốc pháp tuyến của điểm A là: $a_n = \omega^2 r = 2atv$

Gia tốc toàn phần của điểm A là: $a_{tp} = \sqrt{\left(\frac{v}{t}\right)^2 + (2atv)^2} = \sqrt{2} (m/s)$

Câu 11. Chất điểm bắt đầu chuyển động trên đường tròn bán kính $R = 2(m)$. Vận tốc của chất điểm phụ thuộc vào quãng đường đi được S theo công thức $v = a\sqrt{s}$ với $a = 2(m^2/s)$. Góc giữa vector vận tốc \vec{v} và gia tốc toàn phần $\vec{\gamma}$ sau $3s$ được xác định bởi

A. $\tan \alpha = 8,6$

B. $\tan \alpha = 9$

C. $\tan \alpha = 9,2$

C. $\tan \alpha = 9,6$

Lời giải:

- Ta có: $v = a\sqrt{s} \Rightarrow \frac{ds}{dt} = a\sqrt{s} \Leftrightarrow \int adt = \int \frac{ds}{\sqrt{s}} \Leftrightarrow at = 2\sqrt{s} (1)$

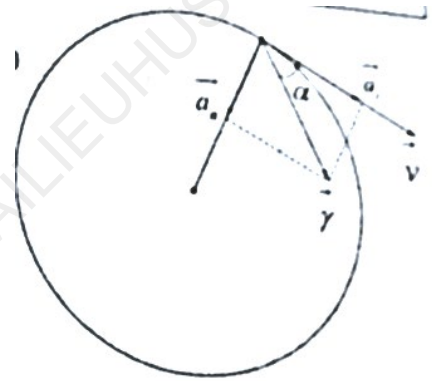
Thay $t = 3(s) \Rightarrow s = \left(\frac{at}{2}\right)^2 = 9(m)$

- Gia tốc hướng tâm: $v = a\sqrt{s} = 2\sqrt{9} = 6\left(\frac{m}{s}\right) \Rightarrow$

$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{6^2}{2} = 18\left(\frac{m}{s^2}\right)$

Từ (1) $\Rightarrow s = \frac{a^2 t^2}{4} \Rightarrow v = \frac{ds}{dt} = \frac{2a^2 t}{4} \Rightarrow a, \frac{dv}{dt} = \frac{2a^2}{4} = \frac{2 \cdot 2^2}{4} = 2\left(\frac{m}{s^2}\right)$

- Ta có góc giữa \vec{v} và $\vec{\gamma}$ là góc giữa \vec{a} và $\vec{\gamma} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{a_n}{a} = \frac{18}{2} = 9$



Câu 12. Từ đỉnh đồi cao, một quả pháo được bắn chếch lên phía trên một góc $\alpha = 30^\circ$ so với phương nằm ngang với vận tốc đầu nòng là $v_0 = 400(m/s)$. Sau khi bắn một khoảng thời gian $t = 5(s)$, góc φ giữa hướng của vận tốc quả pháo và hướng của gia tốc toàn phần thỏa mãn giá trị nào dưới đây (bỏ qua sức cản không khí. Gia tốc trọng trường bằng $g = 9,8(m/s^2)$)

A. $\tan \beta = -1,894$

B. $\tan \beta = -2,894$

C. $\tan \beta = -2,094$

D. $\tan \beta = -2,294$

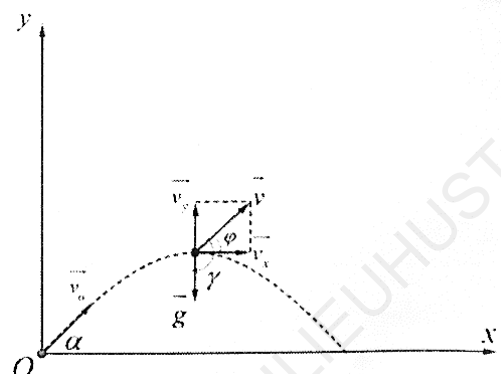
Lời giải:

Ta có phương trình vận tốc của vật là

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha = 400 \cos 30^\circ = 200\sqrt{3}\left(\frac{m}{s}\right) \\ v_y = v_0 \sin \alpha - gt = 200 - 9,8t \end{cases}$$

Tại $t = 5$ ta có $v_y = 151(m/s) > 0$

Gọi gia tốc toàn phần là $\vec{g} \rightarrow$ Góc hợp bởi $(\vec{v}; \vec{g})$ là γ như hình vẽ:



$$\text{Có } \tan \varphi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{151}{200\sqrt{3}}$$

$$\text{Mà } \gamma = \varphi + 90^\circ \Rightarrow \tan \gamma = -\cotg \varphi = \frac{-1}{\tan \varphi} = -\frac{200\sqrt{3}}{151} = -2,29.$$

Chương 2-3. Động lực học chất điểm – hệ chất điểm – động lực học vật rắn

A. Công thức

Chương 2:

1. Các định luật Newton

- *Định luật Newton thứ nhất*: Nếu một vật không chịu tác dụng của lực nào hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng không thì nó giữ nguyên trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều.

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow a = 0.$$

- *Định luật Newton thứ hai*: Gia tốc của một vật cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}.$$

- *Định luật Newton thứ ba*: Trong mọi trường hợp, khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng lại A một lực. Hai lực này có cùng giá trị, cùng độ lớn nhưng ngược chiều nhau.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}.$$

2. Một số loại lực cơ học

- *Lực ma sát*: $F_{ms} = \mu N$. với μ là hệ số ma sát, N là áp lực

- *Lực hướng tâm*: $F_{ht} = \frac{mv^2}{r}$.

- *Lực quán tính li tâm trong chuyển động tròn đều*: $F_{lt} = F_{ht} = \frac{mv^2}{r}$.

- *Lực căng (xét vật m_1 với m_2)*: $T = m_2 g - m_1 a = m_2 (g - a)$.

3. Động lượng và xung lượng

- Độ biến thiên động lượng: $\Delta \vec{k} = \vec{k}_2 - \vec{k}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$.

với $\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$ là xung lượng của lực \vec{F} trong khoảng thời gian từ $t_1 \rightarrow t_2$.

- Xung lực: $\Delta p = F \cdot \Delta t$.

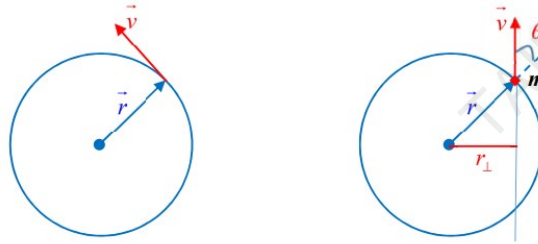
4. Các loại va chạm

	Động năng	& Động lượng
Va chạm đàn hồi	$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}$	$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$

	$\rightarrow m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$	$\rightarrow m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$
Va chạm không đàn hồi	Không bảo toàn	$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$ $\rightarrow \vec{v} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$

5. Moment động lượng

- Liên hệ giữa moment động lượng và động lượng: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$.
- Độ lớn moment động lượng: $L = rmv \cdot \sin \theta = mr_{\perp} v$ hay $\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$.



Chương 3:

1. Định luật bảo toàn động lượng

- Động lượng: $\vec{p} = m\vec{v}$.
- Bảo toàn động lượng: $\sum \vec{p} = \sum \vec{p}'$.

2. Bảo toàn moment động lượng

- Phương trình cơ bản của chuyển động quay: $\vec{M} = I \cdot \vec{\beta}$.
- Bảo toàn moment động lượng: $\vec{L}_1 + \vec{L}_2 = \vec{L}_1' + \vec{L}_2' \rightarrow I_1 \vec{\omega}_1 + I_2 \vec{\omega}_2 = I_1 \vec{\omega}_1' + I_2 \vec{\omega}_2'$.
- Định lý về moment động lượng: $\sum M_i = \frac{d\vec{L}}{dt}$.

- Các phương trình động lực học:
$$\begin{cases} \omega = \omega_0 + \beta t \\ \varphi = \varphi_0 + \omega t + \frac{1}{2} \beta t^2 \\ \omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\varphi \end{cases}$$

3. Moment quán tính của các loại vật rắn

- Moment quán tính của vật rắn bất kỳ đối với trục quay: $I = \sum_i \Delta m_i r_i^2 = \int_{object} r^2 dm$.
- Moment quán tính của chất điểm có khối lượng m đối với trục quay: $I = mr^2$.
- Moment quán tính của thanh dài chiều dài l , đối với trục vuông góc và đi qua tâm của thanh: $I = \frac{1}{12} ml^2$.

- Moment quán tính của đĩa tròn hoặc trụ đặc đồng chất có khối lượng m , bán kính R :

$$I = \frac{1}{2}mR^2.$$

- Moment quán tính của vành hoặc trụ rỗng đồng chất khối lượng m , bán kính R : $I = mR^2$.

- Moment quán tính của khối cầu đặc đồng chất: $I = \frac{2}{5}mR^2$.

- Moment quán tính của thanh dài l , trục quay đi qua 1 đầu thanh: $I = \frac{1}{3}ml^2$.

4. Động lực học vật rắn quay

- Công thức liên hệ vận tốc và gia tốc: $v = \omega r \rightarrow a_t = \beta r$; $a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

5. Chuyển động lăn của vật rắn

- Trường hợp lăn không trượt: $v = \omega r \rightarrow a = \beta r$

- Định lý Steiner-Huygens: Mômen quán tính của một vật rắn đối với một trục nào đó bằng mômen quán tính của vật rắn đối với trục song song đi qua khối tâm cộng với tích số của khối lượng vật rắn và bình phương khoảng cách giữa hai trục.

$$I_O = I_G + mr^2.$$

Trong đó:

I_O – mô men quán tính của vật đối với trục quay đi điểm O

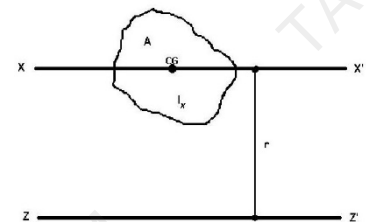
I_G – mô men quán tính của vật đối với trục quay đi qua khối tâm G

m – khối lượng của vật.

- Động năng của chuyển động lăn:

- Trường hợp lăn: $W = W_{tt} + W_q = \frac{mv^2}{2} + \frac{I_G \omega^2}{2}$.

- Trường hợp quay: $W = W_q = \frac{I_O \omega^2}{2} = \frac{(I_G + mr^2) \omega^2}{2} = \frac{I_G \omega^2}{2} + \frac{mr^2 \omega^2}{2}$.



6. Công thức Huygens-Steiner

$$I_O = I_G + mr^2 \text{ hay } I_z = I_{CM} + MD^2.$$

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Ở thời điểm ban đầu một chất điểm có khối lượng $m = 1 \text{ kg}$ có vận tốc $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Chất điểm chịu lực cản $F_c = -rv$ (biết $r = \ln 2$, v là vận tốc chất điểm). Sau $2,2 \text{ s}$ vận tốc của chất điểm là:

- A. 4,353 m/s. B. 3,953 m/s. C. 5,553 m/s. D. 3,553 m/s.

Lời giải:

Áp dụng định luật II Newton ta có: $\vec{F}_c = m\vec{a} \Rightarrow \boxed{F_c = -rv = ma = m \frac{dv}{dt}}$

$$\Rightarrow -\frac{r}{m} dt = \frac{dv}{v} \Rightarrow \int_0^t -\frac{r}{m} dt = \int_{v_0}^v \frac{dv}{v} \Rightarrow -\frac{rt}{m} = \ln v \Big|_{v_0}^v = \ln \frac{v}{v_0}$$

$$\Rightarrow \boxed{v = v_0 \times e^{-\frac{rt}{m}}} = 20 \times e^{-\ln 2 \times 2,2} \approx 4,353$$

Câu 2. Một viên bi nhỏ $m = 14 \text{ g}$ rơi theo phương thẳng đứng không vận tốc ban đầu trong không khí, lực cản của không khí $\vec{F}_c = -r\vec{v}$ (tỷ lệ ngược chiều với vận tốc), r là hệ số cản. Vận tốc cực đại mà viên bi đạt được bằng $v_{\max} = 60 \text{ m/s}$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hệ số cản có giá trị:

- A. $2,333 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$. B. $2,363 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$.
C. $2,353 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$. D. $2,343 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$.

Lời giải:

Khi thả vật rơi tự do có lực cản tỉ lệ với vận tốc thì khi vật đạt vận tốc đủ lớn, đến thời điểm lực cản có độ lớn bằng độ lớn của trọng lực tác dụng lên vật thì khi đó hợp lực tác dụng lên vật bằng 0 và vật rơi với vận tốc không đổi v_{\max}

Do đó, ta có: $|F_{c\max}| = rv_{\max} = P = mg$

$$\Rightarrow r = \frac{mg}{v_{\max}} = \frac{0,014 \cdot 10}{60} = 2,333 \cdot 10^{-3} \text{ (Ns/m)}$$

Câu 3. Một tàu điện sau khi xuất phát chuyển động trên đường nằm ngang với gia tốc $a = 0,7 \text{ m/s}^2$. 11 giây sau khi bắt đầu chuyển động người ta tắt động cơ và tàu chuyển động cho đến khi dừng hẳn. Hệ số ma sát trên quãng đường $k = 0,01$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Thời gian chuyển động của toàn bộ tàu là

- A. 92,8 s. B. 84,8 s. C. 88 s. D. 86,4 s.

Lời giải:

Giai đoạn 1, sau 11s vật đạt vận tốc tối đa là:

$$v_{\max} = at = 0,7 \cdot 11 = 7,7 \text{ (m/s)}$$

Giai đoạn 2, vật chuyển động chậm dần đều với gia tốc lúc sau có độ lớn là:

$$a_s = kg = 0,01 \cdot 10 = 0,1 (m/s^2)$$

Thời gian chuyển động từ lúc tắt động cơ đến khi dừng hẳn là:

$$t_2 = \Delta t = \frac{v_{\max}}{a_s} = \frac{7,7}{0,1} = 77 (s)$$

Tổng thời gian chuyển động là $t = t_1 + t_2 = 77 + 11 = 88 (s)$

Câu 4. Một trụ đặc có khối lượng $M = 100 \text{ kg}$, bán kính $R = 0,5 \text{ m}$ đang quay xung quanh trục của nó. Tác dụng lên trụ một lực hãm $F = 257,3 \text{ N}$ tiếp tuyến với mặt trụ và vuông góc với trục quay. Sau thời gian $\Delta t = 2,6 \text{ s}$, trụ dừng lại. Vận tốc của góc trụ lúc bắt đầu lực hãm là

A. 25,966rad/s.

B. 26,759rad/s.

C. 0,167rad/s.

D. 0,626rad/s.

Lời giải

Gia tốc góc của trụ là: $\gamma = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} = -\frac{\omega_0}{t}$

Mômen hãm: $M = FR = I \cdot \gamma$

Lại có mômen quán tính đối với trụ đặc: $I = M \frac{R^2}{2}$

$$\Rightarrow FR = M \frac{R^2}{2} \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{2F}{RM} \Rightarrow \gamma = \frac{2 \cdot 257,3}{0,5 \cdot 100} = 10,29$$

$$\Rightarrow \omega = \gamma t = 10,29 \cdot 2,6 \Rightarrow \omega = 26,759 (\text{rad/s})$$

Câu 5. Một vật khối lượng m bắt đầu trượt không ma sát từ đỉnh một mặt cầu bán kính $R = 2 \text{ m}$ xuống dưới. Vật rời khỏi mặt cầu với vị trí cách đỉnh mặt cầu một khoảng là:

A. 0,807 m.

B. 0,737 m.

C. 0,667 m.

D. 0,877 m.

Lời giải

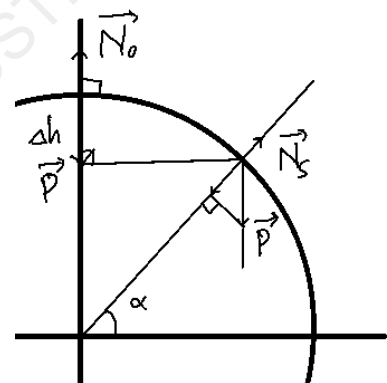
Chọn chiều dương cùng chiều chuyển động của vật

Mốc thế năng tại tâm mặt cầu

Ta có: vật rời khỏi mặt cầu khi phản lực của mặt cầu tác dụng lên vật bằng 0, hay $N_s = 0$

Tại vị trí vật rời khỏi mặt cầu, ta có: $\vec{P} + \vec{N}_s = \vec{F}$

Chiếu lên phương hướng tâm, ta có: $P \sin \alpha - N_s = m a_{ht} \Rightarrow N_s = P \sin \alpha - m \frac{v^2}{R}$



Tại điểm rơi, $N_s = 0$, do đó: $mg \frac{R-\Delta h}{R} = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow v^2 = g(R - \Delta h)$

Lại có, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta được:

$$mgR = mg(R - \Delta h) + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = 2g\Delta h \Rightarrow g(R - \Delta h) = 2g\Delta h$$

$$\Rightarrow \Delta h = \frac{R}{3} = \frac{2}{3} = 0,667(m)$$

Câu 6. Một đoàn tàu khối lượng 30 tấn chuyển động trên đường ray nằm ngang với vận tốc không đổi bằng 12 km/h. Công suất đầu máy là 200 kW. Gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Hệ số ma sát bằng:

A. $23,4 \cdot 10^{-2}$.

B. $20,41 \cdot 10^{-2}$.

C. $22,4 \cdot 10^{-2}$.

D. $21,41 \cdot 10^{-2}$.

Lời giải:

Đổi $v = 12(\text{km/h}) = \frac{10}{3}(\text{m/s})$

Ta có: $P = F \cdot v \Rightarrow F = \frac{P}{v} = \frac{200 \cdot 10^3}{\frac{10}{3}} = 6000(N)$

Mà $F = F_{ms} = \mu mg = 6000(N) \Rightarrow \mu = \frac{F_{ms}}{mg} = \frac{6000}{30 \cdot 10^3 \cdot 9,8} = 20,41 \cdot 10^{-2}$

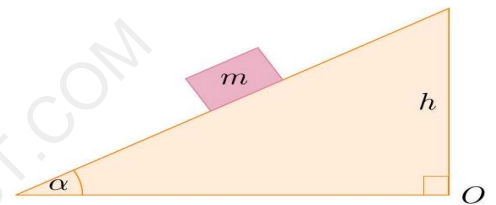
Câu 7. Một chất điểm bắt đầu trượt từ đỉnh mặt phẳng nghiêng góc α so với phương nằm ngang (xem hình vẽ). Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là k ; khối lượng của vật là m (lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Cho $m = 2,5 \text{ kg}$, $k = 0,2$, $h = 8 \text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$. Mômen tổng hợp các lực tác dụng lên chất điểm đối với O là:

A. $62,107 \text{ Nm}$.

B. $45,652 \text{ Nm}$.

C. $52,234 \text{ Nm}$.

D. $55,527 \text{ Nm}$.

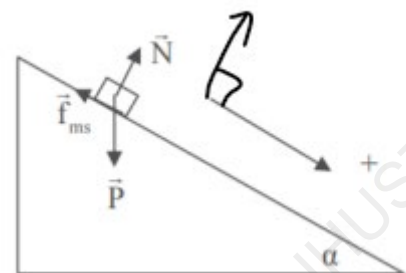


Lời giải:

Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ, chiều dương cùng chiều chuyển động của vật. Vật chịu tác dụng của các lực: trọng lực \vec{P} , phản lực \vec{N} và lực ma sát \vec{f}_{ms}

Áp dụng định luật II Newton, ta có: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = m\vec{a}(1)$

Chiếu (1) lên trục Ox: $N - P_n = 0 \Leftrightarrow N = P \cos \alpha = mg \cos \alpha$



Chiếu (1) lên trục Oy : $P_t - f_{ms} = ma \Leftrightarrow P \sin \alpha - f_{ms} = ma \Rightarrow a = \frac{P \sin \alpha - f_{ms}}{m}$

Mà $f_{ms} = kN = kmg \cos \alpha \Rightarrow F = mg(\sin \alpha - k \cos \alpha)$

Mômen tổng hợp các vật tác dụng lên chất điểm đối với O chính là công của lực \vec{F} tác dụng lên điểm O

$$A_F = F \cdot h \cdot \cos \alpha = mg(\sin \alpha - k \cos \alpha) \cdot h \cdot \cos 30^\circ = 55,525(N)$$

Câu 8. Một ô tô khối lượng $m = 550 \text{ kg}$ chuyển động thẳng đều xuống dốc trên một mặt phẳng nghiêng, góc nghiêng α so với mặt đất nằm ngang có $\sin \alpha = 0,0872$; $\cos \alpha = 0,9962$. Lực kéo ô tô bằng $F_k = 550 \text{ N}$, cho $g = 10 \text{ m/s}^2$. Hệ số ma sát giữa ô tô và mặt đường là:

A. 0,158

B. 0,188

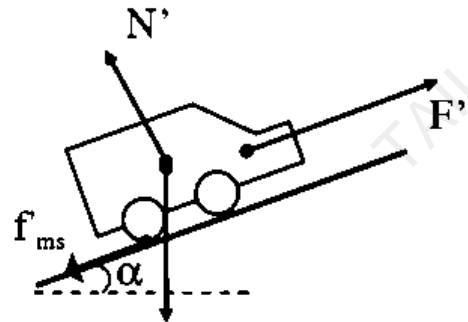
C. 0,208

D. 0,198

Lời giải:

Chọn trục Oxy như hình vẽ. Chiều dương cùng chiều chuyển động với ô tô

Ô tô chịu tác dụng của các lực: lực kéo \vec{F} của động cơ ô tô, trọng lực \vec{P} , phản lực tiếp tuyến \vec{N} của mặt đường và lực ma sát của mặt đường \vec{f}_{ms}



Áp dụng định luật II Newton, ta có

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = \vec{0} \text{ (vì ô tô chuyển động thẳng đều)}$$

Chiếu phương trình này nên phương chuyển động của ô tô, ta được: $F_k - f_{ms} + P \sin \alpha = 0$

$$\Rightarrow F_k = f_{ms} - P \sin \alpha = kN - P \sin \alpha = kmg \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow k = \frac{F_k + mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = 0,188$$

Câu 9. Một quả cầu có khối lượng $m = 100 \text{ g}$ được gắn vào đầu sợi dây có khối lượng không đáng kể. Một đầu dây gắn vào điểm O cố định. Sợi dây có chiều dài $l = 50 \text{ cm}$. Cho vật chuyển động tròn quanh O trong mặt phẳng đứng. Tại vị trí cao nhất B quả cầu có vận tốc $v_n = 3,2 \text{ m/s}$. Lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Sức căng của sợi dây tại vị trí thấp nhất A có giá trị:

A. 9,953 N.

B. 7,953 N.

C. 6,953 N.

D. 5,953 N.

Lời giải:

Chọn mốc thế năng tại vị trí A

Áp dụng định luật bảo toàn Năng lượng tại hai vị trí A và B ta có:

$$W_A = W_B \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B \Leftrightarrow v_A^2 = v_B^2 + 2gh_B \Rightarrow v_A^2 = 29,86$$

Áp dụng định luật II Niu-Tơn tại điểm A theo phương thẳng đứng ta có:

$$T = P + F_{ht} = mg + ma_{ht} = mg + m\frac{v_A^2}{l} = 6,953 \text{ (N)}$$

Câu 10. Một hòn bi khối lượng m_1 đến va chạm hoàn toàn đàn hồi và xuyên tâm với hòn bi m_2 ban đầu đứng yên. Sau va chạm chúng chuyển động ngược chiều nhau với cùng độ lớn vận tốc. Tỉ số khối lượng của chúng $\frac{m_1}{m_2}$ là:

A. 1/6.

B. 1.

C. 1/2.

D. 1/3.

Lời giải:

Chọn chiều dương là chiều đi chuyển ban đầu của m_1

Sau va chạm vật m_1 chuyển động ngược chiều dương và vật m_2 chuyển động theo chiều dương với cùng vận tốc v

Bảo toàn động lượng ta có: $m_1v_1 = m_2v - m_1v \Rightarrow m_1(v_1 + v) = m_2v$ (1)

Bảo toàn động năng ta có $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 \Leftrightarrow m_1(v_1^2 - v^2) = m_2v^2$ (2)

Lấy (2)/(1) ta có: $v_1 - v = v \Leftrightarrow v_1 = 2v$ (3)

Thay (3) vào (1) ta có: $m_1.3v = m_2.v \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$

Câu 11. Một phi công thực hiện vòng tròn nhào lộn trong mặt phẳng đứng. Vận tốc của máy bay không đổi $v = 900 \text{ km/h}$. Giả sử rằng áp lực lớn nhất của phi công lên ghế bằng 5 lần trọng lực của người. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bán kính quỹ đạo vòng nhào lộn có giá trị bằng

A. 1562,5 m.

B. 1584,1 m.

C. 1594,4 m.

D. 1573,3 m.

Lời giải:

Các lực tác dụng lên máy bay và phi công: Trọng lực P , phản lực Q

Áp dụng định luật II Niu-tơn ta có: $\vec{P} + \vec{Q} = m\vec{a}_{ht} \Rightarrow \vec{Q} = m\vec{a}_{ht} - \vec{P}$

Áp lực lên ghế lớn nhất khi P và a_{ht} ngược hướng \Rightarrow Áp lực max tại điểm thấp nhất:

$$\vec{P} + \vec{Q} = m\vec{a}_{ht} \Rightarrow \vec{Q} = m\vec{a}_{ht} - \vec{P}$$

$$\Rightarrow Q = ma_{ht} + P \Leftrightarrow 5mg = m \frac{v^2}{R} + mg \Rightarrow R = \frac{v^2}{4g}$$

Thay số: $v = 900 \text{ km/h} = 250 \text{ m/s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow R = 1562,5 \text{ m}$

Câu 12. Một thanh chiều dài $l = 0,9 \text{ m}$, khối lượng $M = 6 \text{ kg}$ có thể quay tự do xung quanh một trục nằm ngang đi qua một đầu của thanh. Một viên đạn khối lượng $m = 0,01 \text{ kg}$ bay theo hướng nằm ngang với vận tốc $v = 300 \text{ m/s}$ tới xuyên vào đầu kia của thanh và mắc vào thanh. Vận tốc góc của thanh ngay sau khi viên đạn đập vào đầu thanh là:

- A. 2,429rad/s. B. 1,915rad/s. C. 1,144rad/s. **D. 1,658rad/s.**

Lời giải:

Mô-men động lượng trước khi va chạm là: $L_i = \vec{v} \cdot \vec{p} = pl = mvl$

Sau va chạm viên đạn và thanh sẽ chuyển động với cùng gia tốc góc ω

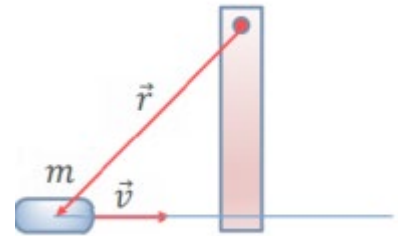
Mo-men động lượng sau va chạm là:

$$L_s = \omega(I_{th} + I_d) = \omega \left(\frac{Ml^2}{3} + ml^2 \right)$$

Áp dụng định luật bảo toàn Động lượng:

$$L_i = L_s \Leftrightarrow mvl = \omega \left(\frac{Ml^2}{3} + ml^2 \right) \Rightarrow \omega = \frac{mvl}{\omega \left(\frac{Ml^2}{3} + ml^2 \right)}$$

Thay số ta được $\omega \approx 1,658 \text{ (rad/s)}$



Câu 13. Một vật nhỏ có khối lượng m buộc vào đầu sợi dây mảnh chiều dài $l = 1,5 \text{ m}$, đầu kia giữ cố định. Cho vật quay trong mặt phẳng nằm ngang với vận tốc góc không đổi sao cho sợi dây hợp với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 30^\circ$. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua lực cản không khí. Tốc độ góc có giá trị:

- A. 2,575rad/s. **B. 2,775rad/s.** C. 3,075rad/s. D. 2,675rad/s.

Lời giải:

Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống

Trong quá trình dao động, vật chịu tác dụng của các lực: trọng lực (\vec{P}), lực căng dây (\vec{T}) và lực hướng tâm \vec{F}_{ht} . Áp dụng định luật II Newton, ta có: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F}_{ht} = \vec{0}$

Chiếu (1) lên chiều dương Ox $F_{ht} - T \sin 30^\circ = 0 \Rightarrow F_{ht} = T \sin 30^\circ$

Chiếu (1) lên trục Oy : $P - T \cos \alpha = 0 \Rightarrow P = T \cos \alpha \Leftrightarrow mg = T \cos 30^\circ \Leftrightarrow T = \frac{mg}{\cos 30^\circ}$

$\Rightarrow F_{ht} = T \sin 30^\circ = mg \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$. Mà $F_{ht} = ma_{ht} = m\omega^2 R = m\omega^2 l \cdot \sin 30^\circ$

$m\omega^2 l \cdot \sin 30^\circ = \frac{mg}{\sqrt{3}} \Leftrightarrow \frac{1}{2} \omega^2 l = \frac{g}{\sqrt{3}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2g}{\sqrt{3}l}} = 2,775 (\text{rad/s})$

Câu 14. Một ô tô có khối lượng $m = 2,1$ tấn chuyển động trên đoạn đường nằm ngang với vận tốc không đổi $v_0 = 54$ km/h. Công suất của ô tô bằng 9,8 kW. Lấy $g = 9,8$ m/s². Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường có giá trị bằng

A. $0,305 \cdot 10^{-1}$.

B. $0,281 \cdot 10^{-1}$.

C. $0,317 \cdot 10^{-1}$.

D. $0,341 \cdot 10^{-1}$.

Lời giải:

- Chọn hệ quy chiếu Oxy chiều dương của Ox cùng chiều với chiều của vận tốc ô tô; trục Oy hướng lên

- Gọi K là hệ số ma sát của mặt đường ta có $F_k \cdot V = P_k = 9800$

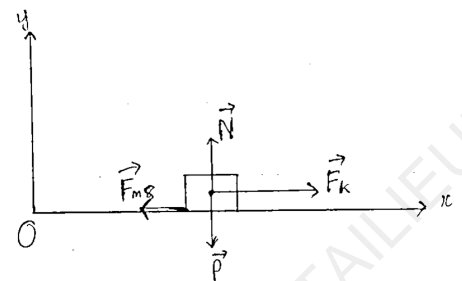
Do F_k là lực kéo của đầu máy nên $F_k = \frac{9800}{15} = \frac{1960}{3}$ (N)

Theo định luật 2 Newton: $\vec{F}_k + \vec{F}_{ms} + \vec{P} + \vec{N} = m\vec{a}$

Mặt khác ô tô chuyển động với vận tốc không đổi nên $\vec{a} = \vec{0}$.

Chiếu theo chiều dương của Oy ta được: $F_k - F_{ms} = 0$

$$F_{ms} = F_k \Leftrightarrow Kmg = F_k \Rightarrow K = \frac{F_k}{mg} = \frac{\frac{1960}{3}}{2100 \cdot 9,8} \approx 0,317 \cdot 10^{-1}$$



Câu 15. Một tàu điện khi xuất phát chuyển động trên đường nằm ngang với gia tốc $a = 0,9$ m/s², 13 s sau khi bắt đầu chuyển động người ta tắt động cơ và tàu chuyển động cho đến khi dừng lại hẳn. Hệ số ma sát trên đường $k = 0,01$. Cho $g = 10$ m/s². Thời gian chuyển động toàn bộ của tàu là:

A. 130 s.

B. 126,8 s.

C. 125,2 s.

D. 128,4 s.

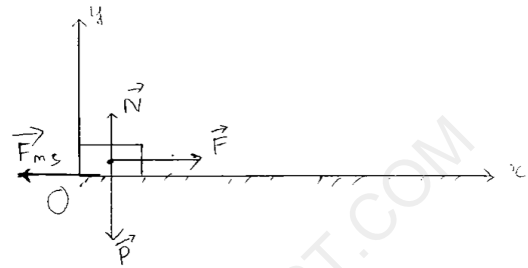
Lời giải

- Chọn hệ quy chiếu như hình vẽ, gốc tọa độ trùng với vật, gốc thời gian tại thời điểm vật bắt đầu xuất phát $t_0 = 0, v_0 = 0$

- Con tàu chuyển động trong hai giai đoạn:

+ Giai đoạn 1: tàu chuyển động nhanh dần đều với gia tốc a trong thời gian t_1

+ Giai đoạn 2: tàu chuyển động chậm dần đều đến khi dừng hẳn với gia tốc a' gây ra bởi lực ma sát cùng phương và ngược chiều vận tốc



Phương trình vận tốc của tàu giai đoạn 1 là: $v = v_0 + a(t_1 - t_0)$

Vận tốc của tàu khi hết giai đoạn 1 là: $v = v_0 + at_1 = 0 + 0,9.13 = 11,7 \text{ m/s}$

Sau khi tắt động cơ, định luật II Newton cho tàu: $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} = m\vec{a}$

Chiếu theo chiều Oy: $N - P = 0 \Leftrightarrow N = P = mg$

Chiếu theo chiều Ox: $-F_{ms} = ma' \Leftrightarrow -Kmg = ma' \Rightarrow a' = -Kg = 0,01.10 = -0,1 \text{ (m/s}^2\text{)}$

Sau khi tắt động cơ, phương trình vận tốc của tàu giai đoạn 2 là:

$$v' = v - a' \cdot t_2 \Leftrightarrow 0 = 11,7 + (-0,1)t_2 \Leftrightarrow t_2 = 117 \text{ (s)}$$

Thời gian chuyển động toàn bộ tàu: $t = t_1 + t_2 = 13 + 117 = 130 \text{ (s)}$

Câu 16. Một người kéo xe bằng một hợp lực với phương ngang một góc $\alpha = 30^\circ$. Xe có khối lượng $m = 240 \text{ kg}$ và chuyển động với vận tốc không đổi. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường $k = 0,26$. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Lực kéo có giá trị bằng:

A. 622,59 N.

B. 626,49 N.

C. 614,79 N.

D. 618,69 N.

Lời giải:

Chọn hệ quy chiếu Oxy như hình vẽ. Oy hướng lên Ox cùng hướng với hướng chuyển động.

Vì vật chịu hợp lực nhưng lại chuyển động đều nên $\vec{a} = \vec{0}$

Áp dụng định luật II Newton: $\vec{F} + \vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_{ms} = \vec{0}$

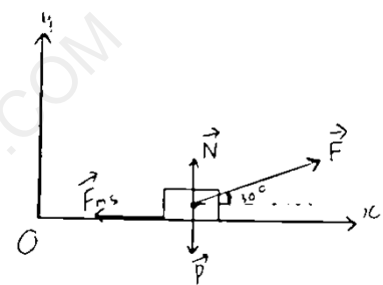
Chiếu theo chiều Oy ta có:

$$N - P + F \sin \alpha = 0 \Leftrightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

Chiếu theo chiều Ox ta có: $F \cos \alpha - F_{ms} = 0 \Leftrightarrow F \cos \alpha - KN = 0$

$$\Leftrightarrow F \cos \alpha - K(mg - F \sin \alpha) = 0 \Leftrightarrow F(\cos \alpha + K \sin \alpha) = Kmg$$

$$\Rightarrow F = \frac{Kmg}{K \sin \alpha + \cos \alpha} = 626,49 \text{ (N)}$$



Câu 17. Một đĩa tròn khối lượng $M = 155 \text{ kg}$ đỡ một người có khối lượng $m = 51 \text{ kg}$. Lúc đầu người đứng ở mép và đĩa quay với vận tốc góc $\omega_1 = 10 \text{ vòng/phút}$ quanh trục đi qua

tâm đĩa. Vận tốc góc của đĩa khi người đi vào đúng tâm của đĩa là (coi người như 1 chất điểm)

A. 2,006rad/s.

B. 2,276rad/s.

C. 1,736rad/s.

D. 0,926rad/s.

Lời giải:

Coi người như một chất điểm, đặt bán kính đĩa là r ta có $w_1 = 10 \frac{v}{r} = \frac{20\pi}{60} = \frac{\pi}{3}$ (rad/s)

Vì là hệ kín nên momen động lượng lúc trước và lúc sau của hệ được bảo toàn.

Khi người đứng ở mép đĩa: $L_1 = I_1 w_1 = (I_{\text{người}} + I_{\text{đĩa}}) = \left(mR^2 + \frac{1}{2}mR^2\right) w_1$

Giai đoạn sau: để ý là khi người đi vào tâm đĩa thì coi như khoảng cách từ người tới tâm đĩa là 0. Điều này kéo theo mômen quán tính của người với tâm đĩa coi như bằng 0.

$$L_2 = I_2 w_2 = I_{\text{đĩa}} w_2 = \frac{1}{2}MR^2 w_2$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$L_1 = L_2 \Rightarrow \left(m + \frac{1}{2}M\right) w_1 = \frac{1}{2}M w_2 \Leftrightarrow w_2 = \frac{(2m+M)}{M} w_1 = 1,736 \text{ rad/s}$$

Câu 18. Một người đẩy xe một lực hướng xuống theo phương hợp với phương ngang một góc $\alpha = 30^\circ$. Xe có khối lượng $m = 230 \text{ kg}$ và chuyển động với vận tốc không đổi. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường $k = 0,23$. Lấy $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Lực đẩy của người có giá trị bằng:

A. 693,28 N.

B. 690,98 N.

C. 686,38 N.

D. 697,88 N.

Lời giải:

- Chọn chiều dương cùng chiều chuyển động

- Khi xe chuyển động, chịu tác dụng của các lực: trọng lực \vec{P} , phản lực \vec{N}' , lực đẩy \vec{F}' và lực ma sát \vec{f}'

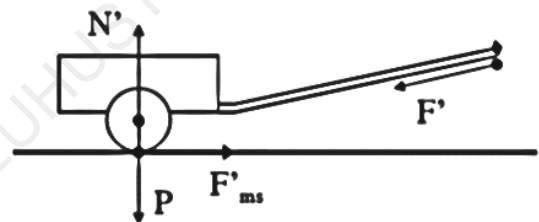
- Vì xe chuyển động với vận tốc không đổi nên $\vec{a} = 0$

Áp dụng định luật II Newton, ta có: $\vec{P} + \vec{N}' + \vec{f}'_{ms} + \vec{F}' = 0$ (1)

Chiếu (1) lên trục Oy: $N' - F' \cdot \sin \alpha - P = 0$

Chiếu (1) lên trục Ox: $F' \cdot \cos \alpha - f'_{ms} = 0 \Rightarrow F' \cdot \cos \alpha = f'_{ms}$

Mà lực ma sát tác dụng lên xe: $f'_{ms} = kN' = k(P + F' \cdot \sin \alpha)$



$$\text{Hay } F' \cdot \cos \alpha = k \cdot (P + F' \sin \alpha) \Rightarrow F' = \frac{kP}{\cos \alpha - k \sin \alpha} = 690,98(N)$$

Câu 19. Một ô tô khối lượng $m = 1,5$ tấn đang đi trên đường phẳng nằm ngang với tốc độ 21 m/s bỗng nhiên phanh lại. Ô tô dừng lại sau khi trượt thêm 25 m. Độ lớn trung bình của lực ma sát là:

- A. $13,53 \cdot 10^3$ N. **B. $13,23 \cdot 10^3$ N.** C. $12,63 \cdot 10^3$ N. D. $14,13 \cdot 10^3$ N.

Lời giải:

$$\text{Gia tốc: } a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{0^2 - 21^2}{2 \cdot 25} = -8,82 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\text{Độ lớn trung bình của lực ma sát là: } F_{ms} = ma = -8,82 \cdot 1,5 \cdot 1000 = -13230(N)$$

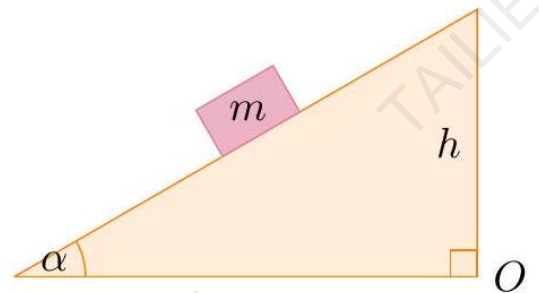
Câu 20. Một vật coi là chất điểm có khối lượng m bắt đầu trượt từ đỉnh mặt phẳng nghiêng góc α so với phương nằm ngang (xem hình vẽ). Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng là k . Mômen động lượng của chất điểm đối với điểm O tại thời điểm t có giá trị là:

A. $mgh \sin \alpha (\sin \alpha - k \cos \alpha)$.

B. $mgh \cos \alpha (\sin \alpha - k \cos \alpha)$.

C. $mgh \cos \alpha (\cos \alpha - k \sin \alpha)$.

D. $mgh (\sin \alpha - k \cos \alpha)$.



Lời giải:

- Chọn hệ quy chiếu như hình vẽ, gốc thời gian là lúc vật bắt đầu chuyển động.

- Các lực tác dụng lên vật: \vec{P} - trọng lực của vật; \vec{N} - áp lực; \vec{f}_{ms} lực ma sát giữa vật và mặt phẳng

- Áp dụng định luật 2 Newton ta được:

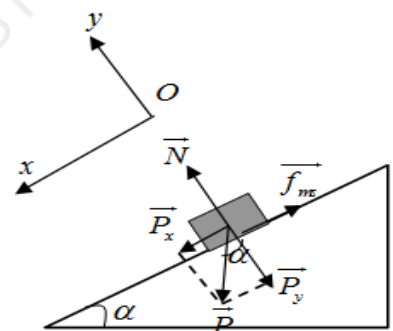
$$\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{f}_{ms} = (\vec{P}_x + \vec{P}_y) + \vec{N} + \vec{f}_{ms} (*)$$

$$\text{Chiếu lên trục Ox ta có: } F = P_x - f_{ms} = P_x - kN (1)$$

$$\text{Chiếu lên trục Oy ta có: } N - P_y = 0 \Rightarrow N = P_y$$

Mô men tổng hợp các lực tác dụng lên vật đối với O là

$$M_o = Fd(\vec{F}, O) = mgh \cos \alpha (\sin \alpha - k \cos \alpha)$$



Vậy momen động lượng của vật đối với O là: $L = M_0 t = mgh t \cos \alpha (\sin \alpha - k \cos \alpha)$

Câu 21. Một hạt chuyển động trong mặt phẳng $Ox\vec{i} \rightarrow$ từ điểm 1 có bán kính vector $\vec{r}_1 = (\vec{i} + 2\vec{j})m$ đến điểm 2 có bán kính vector $\vec{r}_2 = (2\vec{i} - 3\vec{j})m$, \vec{i} và \vec{j} là các vector đơn vị trong tọa độ Đề-các. Hạt chuyển động dưới tác dụng của lực có biểu thức $\vec{F} = (3\vec{i} - 4\vec{j})$ N. Công thực hiện bởi lực đó là:

- A. 5 J. B. -17 J. C. 23 J. D. 17 J.

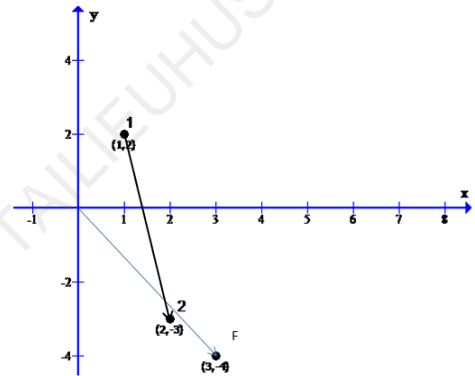
Lời giải:

Độ dời của hạt đó là:

$$\vec{s} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (1; -5)$$

Công thực hiện bởi lực F là:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{s} = 23(\text{J})$$



Câu 22. Một phi công đang lái máy bay thực hiện vòng tròn nhào lộn trong một mặt phẳng đứng với vận tốc 700 km/h. Giả thiết phi công có thể chịu đựng sự tăng trọng lượng lên 3 lần. Bán kính nhỏ nhất của vòng tròn nhào lộn mà máy bay có thể đạt được là (cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

- A. 1979 m. B. 1929 m. C. 2029 m. D. 1779 m.

Lời giải:

Các lực tác dụng lên phi công là: P, F_{ht}, N

Do vật chuyển động tròn, nên ta có: $\vec{F}_{ht} = \vec{P} + \vec{N}$

$$\Rightarrow \vec{N} = \vec{F}_{ht} - \vec{P} \Rightarrow |\vec{N}| = |\vec{F}_{ht} - \vec{P}| \leq F_{ht} + P$$

\Rightarrow Áp lực tác dụng lên phi công lớn nhất tại vị trí thấp nhất và bằng:

$$N_{\max} = F_{ht} + P$$

$$\text{Mà } N_{\max} \leq 3P \Rightarrow F_{ht} \leq 2P \Rightarrow a_{ht} \leq 2g$$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{r} \leq 2g \Rightarrow r \geq \frac{v^2}{2g} = 1929 \text{ (m)}$$

Câu 23. Một viên bi nhỏ $m = 10(\text{g})$ rơi theo phương thẳng đứng không vận tốc ban đầu trong không khí, lực cản của không khí $\vec{F}_c = -r\vec{v}$ (tỷ lệ ngược chiều với vận tốc), r là hệ số cản. Vận tốc cực đại mà viên bi đạt được bằng $v_{\max} = 50(\text{m/s})$. Cho gia tốc trọng trường $g = 10(\text{m/s}^2)$. Hệ số cản có giá trị:

- A. $2,02 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$ B. $1,99 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$ C. $2 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$ D. $2,03 \cdot 10^{-3} \text{ Ns/m}$

Lời giải:

Chọn chiều dương là chiều hướng xuống mặt đất (cùng chiều với vecto g)

Các lực tác dụng lên viên bi là trọng lực \overline{P} và lực cản $\overline{F_c}$

Áp dụng định luật II Newton ta có: $\overline{P} + \overline{F_c} = m\overline{a}$

Chiếu lên chiều dương ta được: $mg - rv = ma \Leftrightarrow mg - rv = m \frac{dv}{dt} \Leftrightarrow dt = \frac{dv}{g - \frac{rv}{m}}$

Đặt $g - \frac{r}{m}v = u \Rightarrow$ vi phân 2 vế: $-\frac{r}{m}dv = du \Rightarrow dv = -\frac{m}{r}du$

$$\Rightarrow dt = -\frac{m}{r} \cdot \frac{du}{u} \Rightarrow -\frac{r}{m} \int dt = \int \frac{du}{u}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{r}{m}t = \ln u = \ln \left(g - \frac{r}{m}v \right) \Big|_0^v \Leftrightarrow -\frac{r}{m}t = \ln \frac{g - \frac{r}{m}v}{g}$$

$$\Rightarrow g - \frac{r}{m}v = ge^{-\frac{r}{m}t} \Leftrightarrow v = \frac{m}{r}g \left(1 - e^{-\frac{r}{m}t} \right) \Rightarrow v_{\max} = \frac{mg}{r} \Rightarrow r = \frac{mg}{v_{\max}} = 2.10^{-3} \left(\frac{Ns}{m} \right)$$

Câu 24. Một thanh đồng chất có độ dài ℓ , khối lượng m . Đối với trục quay nào dưới đây momen quán tính của thanh là nhỏ nhất

- A. Song song và cách thanh một khoảng bằng 1
- B. Đi qua khối tâm và vuông góc với thanh
- C. Vuông góc và đi qua một đầu thanh

D. Đi qua khối tâm và làm với thanh một góc $\alpha < \frac{\pi}{2}$

Lời giải:

Song song và cách thanh 1 khoảng ℓ : $I = m\ell^2$

Đi qua khối tâm và vuông góc thanh: $I = \frac{m\ell^2}{12}$

Vuông góc và đi qua 1 đầu thanh: $I = \frac{m\ell^2}{3}$

Đi qua khối tâm và tạo với thanh 1 góc $\alpha < \frac{\pi}{2}$: $I = \frac{m\ell^2}{12} \sin \alpha$

Chương 4. Năng lượng

A. Công thức

1. Động năng và thế năng

- Động năng: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$. - Thế năng: $W_t = \frac{1}{2}k \cdot \Delta x^2$.

2. Công

$$\begin{cases} A = F \cdot s \\ A = E_2 - E_1 \end{cases}$$

3. Bài toán tìm điều kiện

- Khoảng cách Δh (tính từ đỉnh mặt cầu) vật bắt đầu rơi khỏi mặt cầu: $\Delta h = \frac{R}{3}$.

- Vận tốc bé nhất để sợi dây treo vật nặng quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng:
 $v = \sqrt{5gl}$.

- Vận tốc dài của cột đồng chất bị đổ khi chạm đất: $v = \sqrt{3gh}$.

4. Bài toán va chạm

- Va chạm đàn hồi xuyên tâm: Bảo toàn động năng và động lượng

$$\begin{cases} \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2} \\ m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} \\ v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} \end{cases}$$

- Va chạm mềm: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v \Rightarrow v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$

5. Bảo toàn cơ năng:

- Định luật: Tổng động năng và thế năng của hệ tại thời điểm 1 bằng tổng động năng và thế năng của hệ tại thời điểm 2: $E_{\text{trước}} = E_{\text{sau}}$.

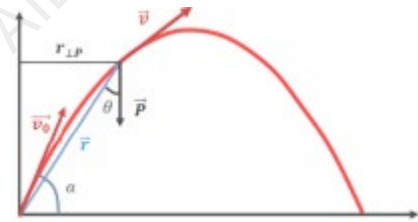
B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Một chất điểm khối lượng $m = 0,2 \text{ kg}$ được ném lên từ 0 với vận tốc $v_0 = 7 \text{ m/s}$ theo phương hợp với mặt phẳng nằm ngang với một góc $\alpha = 30^\circ$, bỏ qua sức cản của không khí, cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Mômen động lượng của chất điểm đối với 0 tại vị trí cao nhất của chuyển động chất điểm là:

- A. $0,052 \text{ kgm}^2/\text{s}$. B. $0,218 \text{ kgm}^2/\text{s}$. **C. $0,758 \text{ kgm}^2/\text{s}$.** D. $0,488 \text{ kgm}^2/\text{s}$.

Lời giải:

Chọn hệ trục Oxy như hình vẽ. Gốc tọa độ tại vị trí bắt đầu ném, chiều dương hướng xuống, cùng chiều với gia tốc \vec{g}



Gia tốc:
$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

Vận tốc:
$$\begin{cases} v_x = v_{0x} + a_x t = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_{0y} + a_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$

Phương trình chuyển động của chất điểm:
$$\begin{cases} Ox: x = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \\ Oy: y = v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Ox: x = v_0 \cos \alpha t \\ Oy: y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

Tại vị trí cao nhất của chuyển động chất điểm:

$$v_y = 0 = v_0 \sin \alpha - gt \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\text{Và } y = h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$\Rightarrow \text{Ta có: } h_{\max} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{1}{2} \frac{7^2 \cdot \sin^2 30^\circ}{9,8} = 0,625(\text{m})$$

Động lượng \vec{p} tại thời điểm t bất kì: $\vec{p}(t) = p_x \vec{i} + p_y \vec{j} = mv_x \vec{i} + mv_y \vec{j}$

Xét tích có hướng của hai vector: $\vec{u} = u_1 \vec{i} + u_2 \vec{j} + u_3 \vec{k}$ và $\vec{v} = v_1 \vec{i} + v_2 \vec{j} + v_3 \vec{k}$

$$\vec{u} \vec{v} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ u_1 & u_2 & u_3 \\ v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u_2 & u_3 \\ v_2 & v_3 \end{vmatrix} \vec{i} - \begin{vmatrix} u_1 & u_3 \\ v_1 & v_3 \end{vmatrix} \vec{j} + \begin{vmatrix} u_1 & u_2 \\ v_1 & v_2 \end{vmatrix} \vec{k}$$

Áp dụng vào bài toán của chúng ta và chú ý các thành phần liên quan tới trục z coi như

$$\text{bằng 0: } \vec{r} \cdot \vec{v} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & v_y & 0 \\ x & y & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} v_y & 0 \\ y & 0 \end{vmatrix} \vec{i} - \begin{vmatrix} v_x & 0 \\ x & 0 \end{vmatrix} \vec{j} + \begin{vmatrix} v_x & v_y \\ x & y \end{vmatrix} \vec{k} = (v_x y - v_y x) \vec{k}$$

Mômen động lượng của chất điểm đối với O tại vị trí cao nhất của chuyển động chất điểm là:

$$L = |v_x y - v_y x| = \left| v_0 \cos \alpha \cdot t \cdot m \cdot (v_0 \sin \alpha - gt) - m v_0 \cos \alpha \left(v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2 \right) \right|$$

$$= \frac{1}{2} m g v_0 t^2 \cos \alpha = \frac{1}{2} m g v_0 \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} \cos \alpha = m \frac{v_0^3 \sin^2 \alpha}{2g} \cos \alpha = 0,758 (\text{kgm}^2 / \text{s})$$

Câu 2. Một cột đồng chất có chiều cao $h = 8 \text{ m}$, đang ở vị trí thẳng đứng (chân cột tì lên mặt đất) thì bị đổ xuống. Gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Vận tốc dài của đỉnh cột khi nó chạm đất bằng giá trị nào dưới đây

- A. 16,836 m/s. B. 14,836 m/s. **C. 15,336 m/s.** D. 14,336 m/s.

Lời giải:

Chọn mốc thế năng tại mặt đất

Ở vị trí thẳng đứng, vật có thế năng: $W_t = \frac{1}{2} mgh = W$

Khi đỉnh cột chạm đất, vật có động năng là $W_d = W = \frac{1}{2} I \omega^2$

Lại có: quán tính của cột đối với trục quay tại chân cột là $I = \frac{1}{3} m h^2$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: $\Rightarrow \frac{1}{2} mgh = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m h^2 \omega^2$

Vậy vận tốc dài của đỉnh cột khi nó chạm đất là: $\Rightarrow v = \omega h = \sqrt{3gh} = \sqrt{3 \cdot 9,8 \cdot 8} \approx 15,336 (\text{m/s})$

Câu 3. Một ống thủy tinh nhỏ khối lượng $M = 120 \text{ g}$ bên trong có vài giọt ête được đầy bằng 1 nút cố định có khối lượng $m = 10 \text{ g}$. Ống thủy tinh được treo ở đầu một sợi dây không giãn, khối lượng không đáng kể, chiều dài $l = 60 \text{ cm}$ (hình vẽ). Khi hơi nóng ống thủy tinh ở vị trí thấp nhất, ête bốc hơi và nút bật ra. Để ống có thể quay được cả vòng xung quanh điểm treo O, vận tốc bật bé nhất của nút là: (Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$).

H

- A. 69,127 m/s. B. 64,027 m/s. C. 70,827 m/s. **D. 65,727 m/s.**

Lời giải

Gọi H là điểm cao nhất của quỹ đạo, mốc thế năng tại A.

Để ống có thể quay được cả vòng xung quanh điểm treo O thì tại H dây không được trùng, hay $T_H \geq 0$ (T_H là lực căng dây tại H).

Tại H ta có:

$$F = P_H + T_H \Leftrightarrow ma_H = mg + T_H \Leftrightarrow T_H = m \frac{v_H^2}{l} - mg$$

$$\text{Do đó } T_H \geq 0 \Leftrightarrow v_H \geq \sqrt{gl} \text{ hay: } v_{H_{\min}} = \sqrt{gl}$$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho ống và nút tại A:

$$mv_m = Mv_M \Rightarrow v_m = \frac{M}{m} v_M$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho vật M (ống không tính nút) tại A và H, ta có:

$$W_A = \frac{1}{2} M \cdot v_M^2 = W_H = \frac{1}{2} M \cdot v_H^2 + Mgh \Rightarrow v_M^2 = v_H^2 + 4gl \geq gl + 4gl = 5gl \Rightarrow v_M \geq \sqrt{5gl}$$

$$\Rightarrow v_m = \frac{M}{m} v_M \geq \frac{M}{m} \sqrt{5gl} = \frac{120}{10} \sqrt{5 \cdot 10 \cdot 0,6} \approx 65,727$$

Câu 4. Ở đầu sợi dây OA chiều dài l có treo một vật nặng m . Để vật quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng thì tại điểm thấp nhất phải truyền cho vật một vận tốc theo phương nằm ngang có độ lớn là (cho gia tốc trọng trường bằng g)

A. $\sqrt{5gl}$.

B. \sqrt{gl} .

C. $\sqrt{\frac{5l}{g}}$.

D. $2gl$.

Lời giải:

Chọn chiều dương và gốc tọa độ như hình vẽ:

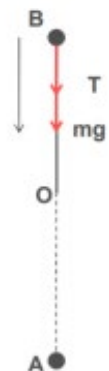
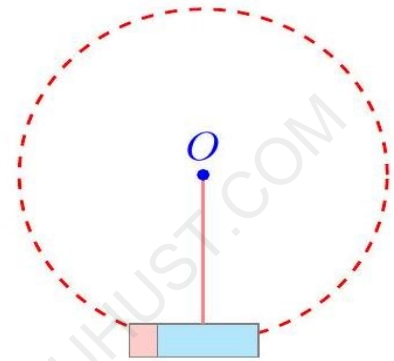
Sức căng T cực tiểu khi vật lên đến điểm cao nhất PT Newton II tại điểm cao nhất B:

$$mg + T_{\min} = m \frac{v_B^2}{l}$$

$$\text{Áp dụng ĐLBTK cơ năng: } \frac{1}{2} mv_A^2 = \frac{1}{2} mv_B^2 + 2mgl \Rightarrow \frac{1}{2} mv_A^2 = \frac{1}{2} mgl + lT_{\min} + 2mgl$$

Để vật quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng thì tại điểm thấp nhất thì $T_{\min} \geq 0$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} mv_A^2 \geq \frac{5}{2} mgl \Rightarrow v \geq \sqrt{5gl} \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{5gl}$$



Câu 5. Một viên bi có khối lượng m , vận tốc v bắn thẳng góc vào một bức tường phẳng. Sau khi va chạm viên bi bay ngược trở lại với vận tốc bằng $4v/5$. Gọi động năng ban đầu của viên bi là E , độ biến thiên động năng và động lượng của viên bi là ΔW và Δp ta có:

A. $\Delta W = 0$ và $\Delta p = 2(2mE)^{1/2}$.

C. $\Delta W = -\frac{5E}{9}$ và $\Delta p = \frac{5(2mE)^{1/2}}{3}$.

B. $\Delta W = -\frac{3E}{4}$ và $\Delta p = \frac{3(2mE)^{1/2}}{2}$.

D. $\Delta W = -\frac{9E}{25}$ và $\Delta p = \frac{9(2mE)^{1/2}}{5}$.

Lời giải:

$$\Delta W = W_s - W_t = \frac{1}{2}mv_s^2 - \frac{1}{2}mv_t^2 = \frac{1}{2}m\left[\left(\frac{4}{5}v\right)^2 - v^2\right] = -\frac{9}{25} \times \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{9E}{25}$$

Câu 6. Một vật có khối lượng $m = 10$ kg bắt đầu trượt từ đỉnh dốc một mặt phẳng nghiêng cao $h = 20$ m. Khi tới chân dốc có vận tốc $v = 15$ m/s. Cho $g = 10$ m/s². Công của lực ma sát có độ lớn là:

A. 867,7 J.

B. 853,1 J.

C. 875 J.

D. 860,4 J.

Lời giải:

Chọn mặt đất làm gốc tính thế năng ($W_t = 0$), chiều chuyển động của vật trên mặt dốc là chiều dương. Do chịu tác dụng của lực ma sát (ngoại lực không phải là lực thế), nên cơ năng của vật không bảo toàn. Trong trường hợp này, độ biến thiên cơ năng của vật có giá trị bằng công của lực ma sát:

$$A = W_2 - W_1 = \left(\frac{mv^2}{2} + mgh\right) - \left(\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0\right)$$

Thay số: $v_0 = 0, h_0 = 0,2(\text{m}), v = 15(\text{m/s}), h = 0 \Rightarrow |A| = \left|\frac{1}{2}mv^2 - mgh_0\right| = 875(\text{J})$

Câu 7. Một con lắc đơn có $m = 120$ g được kéo lệch với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 90^\circ$, sau đó thả rơi cho $g = 10$ m/s². Lực căng cực đại của dây treo là

A. 4,791 N.

B. 3,997 N.

C. 3,6 N.

D. 4,394 N.

Lời giải:

Chuyển động của vật m là chuyển động tròn đều trên quỹ đạo có bán kính l

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$W = W_d + W_t = W_{t_{\max}} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{mgl}{1 - \cos \alpha} = \frac{mgl}{1 - \cos \alpha_0}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

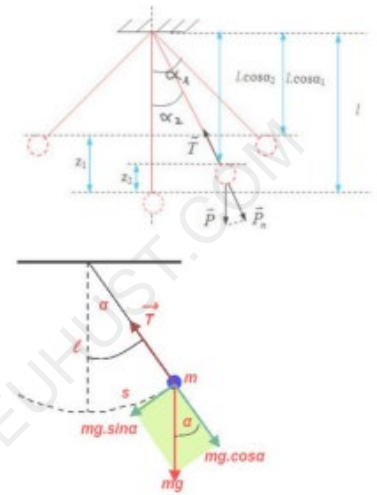
Chọn chiều dương hướng xuống và gốc thế năng tại vị trí cân bằng. Vật chịu tác dụng của các lực: Lực căng dây (\vec{T}), trọng lực \vec{P} Áp dụng định luật II Newton: $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

Chiếu (1) lên chiều dương hình vẽ:

$$T - P_n = ma \Rightarrow T - mg \cos \alpha = m \cdot \frac{v^2}{l} \quad (\text{trọng lực đóng vai trò lực hướng tâm})$$

$$\Rightarrow T = mg \cos \alpha + 2mg (\cos \alpha - \cos \alpha_0) = mg (3 \cos \alpha - 2 \cos \alpha_0)$$

$$T_{\max} \Leftrightarrow \alpha_0 = 0 \Rightarrow T_{\max} = 3mg \cos \alpha = 3 \cdot 0,12 \cdot 10 \cdot \cos 90^\circ = 3,6 \text{ (N)}$$



Câu 8. Một đĩa tròn đồng chất bán kính $R = 0,15 \text{ m}$, có thể quay xung quanh một trục nằm ngang vuông góc với đĩa và cách tâm đĩa một đoạn $R/2$. Đĩa bắt đầu quay từ vị trí cao nhất của tâm đĩa với vận tốc đầu bằng 0. Vận tốc khi tâm đĩa ở vị trí thấp nhất là

A. 13,199rad/s.

B. 49,915rad/s.

C. 12,226rad/s.

D. 50,888rad/s.

Lời giải:

Chọn mốc thế năng tại vị trí thấp nhất

Thế năng tại vị trí cao nhất: $W_t = mgR$

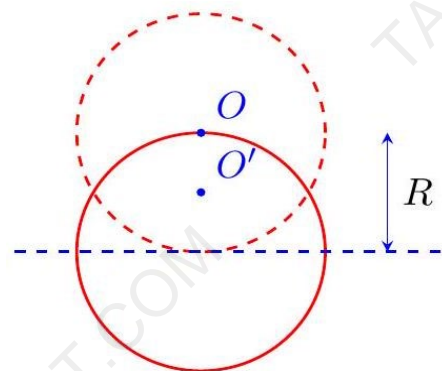
Động năng tại vị trí thấp nhất: $W_d = \frac{1}{2} I \omega^2$

Mô-men quán tính của đĩa đối với trục quay:

$$I = \frac{1}{2} mR^2 + m \left(\frac{R}{2} \right)^2 = \frac{3mR^2}{4}$$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$mgR = \frac{1}{2} I \omega^2 \Leftrightarrow mgR = \frac{3}{8} mR^2 \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{8g}{3R}} \approx 13,199 \text{ (rad/s)}$$



Câu 9. Một thanh đồng chất chiều dài l có thể quay quanh một trục nằm ngang đi qua một đầu của thanh và vuông góc với thanh. Vận tốc góc cực tiểu phải truyền cho thanh ở vị trí cân bằng để nó đến được vị trí nằm ngang là:

A. $\sqrt{\frac{3g}{l}}$.

B. $\sqrt{\frac{6g}{l}}$.

C. $\sqrt{\frac{2g}{l}}$.

D. $\sqrt{\frac{9g}{l}}$.

Lời giải:

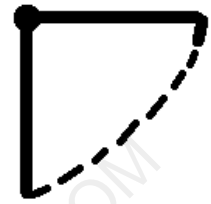
Chọn mốc thế năng tại vị trí thấp nhất.

Thế năng tại vị trí nằm ngang là: $W_t = mgl$

Động năng tại vị trí thấp nhất: $W_d = \frac{1}{2}mv^2$

Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng ta có $mgl = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gl}$

Vận tốc góc tối thiểu để thanh đến được vị trí nằm ngang là $\omega = \frac{v}{l} = \sqrt{\frac{2g}{l}}$



Câu 10. Giả sử lực cản của nước tác dụng lên xà lan tỉ lệ với tốc độ của xà lan đối với nước. Một tàu kéo cung cấp công suất $P_1 = 250$ mã lực (1 mã lực = 746 W) cho xà lan khi chuyển động với tốc độ $v_1 = 0,25$ m/s. Công suất cần thiết để kéo xà lan với tốc độ $v_2 = 0,75$ m/s là:

- A. 2240 mã lực. B. 2220 mã lực. **C. 2250 mã lực.** D. 2270 mã lực.

Lời giải:

Giả sử hệ số lực cản của nước là: K

Vì lực cản của nước tỉ lệ với tốc độ của xà lan nên $F_c = KV$ (1)

Ta thấy xà lan chuyển động với vận tốc không đổi nên lực kéo và lực cản đã triệt tiêu lẫn nhau $\Rightarrow \vec{F}_K + \vec{F}_C = \vec{0}$

Mặt khác hai lực này cùng phương ngược chiều nên $\Rightarrow F_K - F_C = 0 \Leftrightarrow F_K = F_C$ (2)

Công thức tính công suất kéo là $P = F_K V$ (3)

Từ (1), (2) và (3) $\Rightarrow P = KV^2 \Rightarrow \begin{cases} P_1 = KV_1^2 \\ P_2 = KV_2^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{V_2^2}{V_1^2} P_1 = \frac{0,75^2}{0,25^2} P_1 = 9P_1$

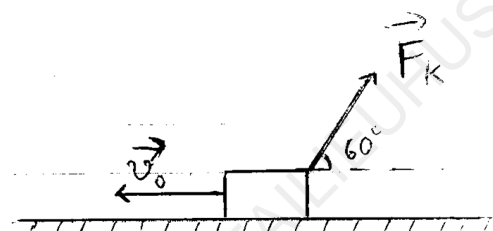
Thay số vào ta được $P_2 = 2250$ (mã lực)

Câu 11. Một khẩu pháo có khối lượng $M = 480$ kg bắn một viên đạn theo phương làm với mặt ngang một góc $\alpha = 60^\circ$. Khối lượng của viên đạn $m = 5$ kg, vận tốc đầu nòng $v = 400$ m/s. Khi bắn bộ phận giật lùi về phía sau một đoạn $s = 54$ cm. Lực cản trung bình tác dụng lên quả pháo có giá trị:

- A. -2129 N. B. -1929 N.
C. -2229 N. D. -2029 N.

Lời giải:

Chọn chiều dương cùng chiều với chiều của v_0



Bảo toàn động lượng theo phương ngang cho hệ ngay trước và sau khi bắn ta có:

$$Mv_0 - mv\cos(a) = 0 \Leftrightarrow v_0 = \frac{m}{M} v\cos(a) = \frac{5}{480} * 400 * \cos(60^\circ) = \frac{25}{12} m/s$$

Sau đó, do toàn bộ động năng cả pháo bị lực cản triệt tiêu đến lúc dừng:

$$W_d = A_{cản} \Leftrightarrow \frac{1}{2} Mv_0^2 = |F_c|S \Leftrightarrow |F_c| = \frac{\frac{1}{2} Mv_0^2}{S} = \frac{480 * (\frac{25}{12})^2}{2 * 0,54} = 1929(N)$$

$\Rightarrow F_c = -1929 (N)$ (vì vector F cản ngược chiều dương nên giá trị của nó mang dấu -)

Câu 12. Một thanh mảnh đồng chất có độ dài l có thể quay quanh một trục đi qua đầu thanh và vuông góc với thanh. Lúc đầu thanh ở vị trí nằm ngang, cho thanh rơi xuống. Vận tốc dài ở đầu dưới của thanh khi thanh rơi tới vị trí thẳng đứng là:

- A. $\sqrt{2gl}$. B. \sqrt{gl} . C. $\sqrt{3gl}$. D. 0

Lời giải:

Chọn mốc thế năng tại vị trí thấp nhất của thanh

$$\text{Tại vị trí thấp nhất } (v = v_{\max}) \Rightarrow W = W_{\max} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{Tại vị trí cao nhất } (v = 0) \Rightarrow W = W_{\max} = mgl$$

$$\text{Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng: } \frac{1}{2} mv^2 = mgl \Rightarrow v = \sqrt{2gl}$$

Câu 13. Hai quả cầu A và B được treo ở đầu hai sợi dây mảnh không dẫn dài bằng nhau. Hai đầu kia của các sợi dây được buộc vào một cái giá sao cho các quả cầu tiếp xúc với nhau và tâm của chúng cùng nằm trên một đường nằm ngang. Khối lượng của các quả cầu $m_A = 165 \text{ g}$ và $m_B = 750 \text{ g}$. Kéo quả cầu A lệch khỏi vị trí cân bằng đến độ cao $h = 6 \text{ cm}$ và thả ra. Sau va chạm, quả cầu B được nâng lên độ cao là (coi va chạm hoàn toàn đàn hồi, cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

- A. 1,764 mm. B. 7,991 mm. C. 7,804 mm. D. 1,951 mm.

Lời giải:

Chọn mốc thế năng tại vị trí thấp nhất, ta thấy hệ hai vật là hệ kín vì vậy có thể áp dụng mọi định luật bảo toàn cơ năng và động năng

Đặt $v_0; v_1; v_2$ lần lượt là vận tốc cực đại của vật A trước khi va chạm; vận tốc của vật A sau khi va chạm; vận tốc của vật B sau khi va chạm

Đặt h' là chiều cao cực đại của vật B

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho vật A để tính vận tốc trước khi va chạm ta có

$$m_A gh = \frac{1}{2} m_A v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = 2gh \quad (1)$$

Vì là va chạm đàn hồi ta áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hai vật

$$m_A \vec{v}_0 = m_A \vec{v}_1 + m_B \vec{v}_2 \rightarrow m_A(v_0 - v_1) = m_B v_2 \quad (2)$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho hai vật ngay sau khi va chạm

$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2 \Leftrightarrow m_A(v_0^2 - v_1^2) = m_B v_2^2 \quad (3)$$

Từ (1), (2) suy ra $v_1 = v_2 - v_0$ tiếp tục thay vào (2) để triệt tiêu v_1 ta được

$$v_2 = \frac{2m_A v_0}{m_A + m_B} \quad (4)$$

Tiếp tục áp dụng định luật bảo toàn cơ năng để tìm h' cực đại của vật B ta có

$$\frac{1}{2} m_B v_2^2 = m_B gh' \Rightarrow h' = \frac{v_2^2}{2g}$$

Thay (1) và (4) để tìm giá trị của h' ta được

$$h' = \left(\frac{2m_A}{m_A + m_B} \right)^2 h = 0,7804(cm) = 7,804(mm)$$

Câu 14. Hai hòn bi có khối lượng m_1 và $m_2 = m_1/2$ được treo bằng 2 sợi dây có cùng chiều dài $l = 6$ m vào một điểm. Kéo lệch hòn bi m_1 cho đến khi dây treo nằm ngang rồi thả ra để nó va chạm vào bi m_2 . Sau va chạm hai hòn bi dính vào nhau và lên tới độ cao cực đại là: (cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

A. 2,827 m.

B. 2,907 m.

C. 2,667 m.

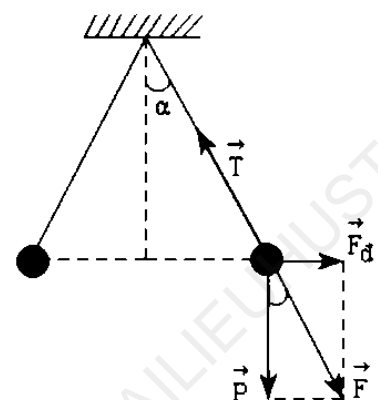
D. 2,747 m.

Lời giải:

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng (cho hệ gồm hòn bi 1 và Trái Đất; chọn mốc tính thế năng tại vị trí cân bằng của hòn bi 1 trước va chạm) ta tính được vận tốc v của hòn bi 1 trước va chạm:

$$0 + m_1 gl = \frac{m_1 v_1^2}{2} + 0 \Rightarrow v = \sqrt{2gl} \quad (1)$$

Ngay sau va chạm cả hai hòn bi có cùng vận tốc v' . Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:



$$m_1 v = (m_1 + m_2) v' \Rightarrow v' = \frac{m_1 v}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 v}{m_1 + \frac{m_1}{2}} = \frac{2}{3} v = \frac{2}{3} \sqrt{2gl} \quad (2)$$

Động năng của hệ hai hòn bi sau va chạm là: $W'_d = \frac{m_1 v'^2}{2} + \frac{m_2 v'^2}{2} = \frac{3}{4} m_1 v'^2 = \frac{1}{3} m_1 v^2 = \frac{2}{3} mgl$

Sau va chạm hai hòn bi dính vào nhau và tiếp nối chuyển động tròn ban đầu của hòn bi 1. Động năng W'_d của hệ hai hòn bi chuyển động thành thế năng $W'_t = (m_1 + m_2) gh = \frac{3}{2} m_1 gh$ của hai hòn bi ở độ cao tối đa h (chọn mốc tính thế năng như trên)

$$W'_d = W'_t \Leftrightarrow \frac{2}{3} m_1 gl = \frac{3}{2} m_1 gh \Rightarrow h = \frac{4}{9} l = 2,667(\text{m})$$

Câu 15. Có ba vật đồng chất, cùng khối lượng: cầu đặc, trụ đặc và trụ rỗng cùng được thả lăn không trượt từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng. Vật nào tới chân mặt phẳng nghiêng lớn nhất:

- A. Cả 3 vật. B. Trụ đặc. C. Trụ rỗng. **D. Quả cầu đặc.**

Lời giải:

Gọi h là độ cao từ đỉnh mặt phẳng nghiêng đến vị trí của vật sau $t(\text{s})$

x là quãng đường vật đi được sau $t(\text{s})$

Vật tham gia 2 chuyển động: chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến với tốc độ di chuyển chính là tốc độ dài tại 1 điểm ở bề mặt của vật

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta được: $mv^2 + I\omega^2 = 2mgh = 2mgx \sin \alpha \quad (1)$

Lấy vi phân 2 vế của (1) với $v/r = \omega$ ta có:

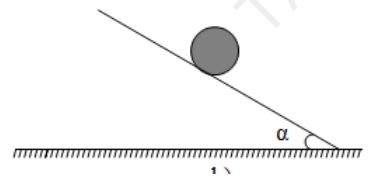
$$(mvr^2 + Iv) dv = mgr^2 \sin \alpha dx = (mvr^2 + Iv) \frac{dv}{dt} = mgr^2 \sin \alpha \frac{dx}{dt}$$

$$\Rightarrow (mr^2 + I) a = mgr^2 \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{mgr^2 \sin \alpha}{mr^2 + I}$$

$$+ \text{TH1: Vật là cầu đặc: } I = \frac{2}{5} mr^2 \Rightarrow a_1 = \frac{5}{7} g \sin \alpha$$

$$+ \text{TH2: Vật là trụ đặc: } I = \frac{1}{2} mr^2 \Rightarrow a_2 = \frac{2}{3} g \sin \alpha$$

$$+ \text{TH3: Vật là trụ rỗng: } I = mr^2 \Rightarrow a_3 = \frac{1}{2} g \sin \alpha$$



Từ 3TH trên cho thấy cầu đặc chuyển động với gia tốc lớn nhất nên thời gian để đi cùng 1 quãng đường là nhỏ nhất.

Câu 16. Hai quả cầu A và B được treo ở hai đầu sợi dây mảnh không dẫn dài bằng nhau. Hai đầu kia của các sợi dây được buộc vào một cái giá sao cho các quả cầu tiếp xúc với nhau và tâm của chúng cùng nằm trên một đường nằm ngang. Khối lượng của các quả cầu $m_A = 165 \text{ g}$ và $m_B = 750 \text{ g}$. Kéo quả cầu A lệch khỏi vị trí cân bằng đến độ cao $h = 6 \text{ cm}$ và thả ra. Sau va chạm, quả cầu B được nâng lên độ cao là: (coi va chạm là hoàn toàn không đổi, cho $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

A. 7,617 mm.

B. 1,951 mm.

C. 2,958 mm.

D. 7,804 mm.

Lời giải:

Áp dụng ĐL bảo toàn và chuyển hóa năng lượng:

Vận tốc của vật A tại thời điểm va chạm là: $\frac{m_A v^2}{2} = m_A gh$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{2gh}$$

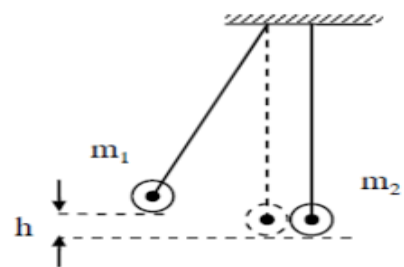
Vận tốc của vật B ngay sau khi va chạm là: $v_B' =$

$$\frac{(m_B - m_A)v_B + 2m_A v_A}{m_A + m_B} = \frac{2m_A v_A}{m_A + m_B}$$

Độ cao của vật B nâng được lên sau khi va chạm là:

Áp dụng ĐLBTVCH năng lượng: $m_B gh_B = \frac{m_B v_B'^2}{2}$

$$\Rightarrow h_B = \frac{v_B'^2}{2g} = \left(\frac{2m_A}{m_A + m_B}\right)^2 \cdot h = 7,804 \text{ mm}$$



Câu 17. Một vật có khối lượng $m_1 = 2 \text{ kg}$ chuyển động với tốc độ $v_1 = 6 \text{ m/s}$ tới va chạm xuyên tâm vào vật có khối lượng $m_2 = 3 \text{ kg}$ đứng yên. Va chạm là hoàn toàn mềm. Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình va chạm là:

A. 21,3 J.

B. 21,6 J.

C. 22,2 J.

D. 22,5 J.

Lời giải:

Vận tốc của hệ vật m_1 và m_2 sau khi va chạm là:

Áp dụng công thức: $v = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1$

Nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình va chạm là:

$$Q = -A = W_{d1} - W_{d2} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1\right)^2 = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} v_1^2 = 21,6 \text{ (J)}$$

Chương 5: Trường hấp dẫn**A. Công thức****1. Định luật Newton**

- Lực hút của hai chất điểm m và m' cách nhau đoạn r :

$$F = F' = G \frac{m.m'}{r^2}. \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}.$$

Lưu ý:

- Công thức này chỉ áp dụng cho chất điểm.
- Đối với vật lớn thì phải dùng phương pháp tích phân.
- Hai quả cầu đồng chất thì có thể dùng được trong đó r là khoảng cách giữa 2 tâm cầu.

2. Gia tốc trọng trường

- Gia tốc trọng trường tại mặt đất: $g_0 = \frac{GM}{R^2}$.

- Gia tốc trọng trường ở độ cao h : $g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$.

- Liên hệ giữa gia tốc trọng trường tại mặt đất và tại độ cao h :

$$\frac{g_h}{g_0} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \rightarrow g_h = g_0 \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2}$$

Khi $h \ll R$ ta có thể áp dụng công thức gần đúng: $x \ll 1 \rightarrow (1+x)^n \approx 1+nx$.

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2} \approx 1 - 2\frac{h}{R}. \text{ Thay vào } g_h \text{ ta có: } g_h = g_0 \left(1 - 2\frac{h}{R}\right).$$

B. Bài tập trắc nghiệm

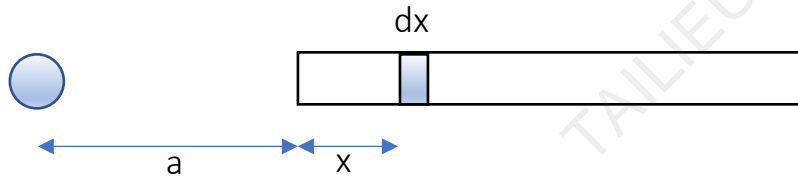
Câu 1. Một quả cầu đồng chất khối lượng m_1 đặt cách đầu một thanh đồng chất một đoạn bằng a trên phương kéo dài của thanh. Thanh có chiều dài l , khối lượng m_2 . Lực hút của thanh lên quả cầu là:

A. $G \frac{m_1 m_2}{a(a+l)}$

B. $G \frac{m_1 m_2}{a(a-l)}$

C. $G \frac{m_1 m_2}{a^2}$

D. $G \frac{m_1 m_2}{al}$

Lời giải:

Vi phân thanh các đoạn dx có khối lượng dm và cách đầu thanh gần với quả cầu khoảng x

Do thanh đồng chất, ta có: $\frac{dm}{m_2} = \frac{dx}{l} \Rightarrow dm = \frac{m_2}{l} dx$

Lực hút của đoạn dx lên quả cầu là: $dF = G \frac{m_1 dm}{(a+x)^2} = G \frac{m_1 m_2}{l(a+x)^2} dx$

Lực hút của thanh lên quả cầu là:

$$F = \int_0^l G \frac{m_1 m_2}{l(a+x)^2} dx = -G \frac{m_1 m_2}{l(a+x)} \Big|_0^l = -G \frac{m_1 m_2}{l(a+l)} + G \frac{m_1 m_2}{la} = G \frac{m_1 m_2}{l} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{a+l} \right) = G \frac{m_1 m_2}{a(a+l)}$$

Câu 2. Một vệ tinh có khối lượng $m = 150$ kg chuyển động trên quỹ đạo tròn bán kính $r = 7,4 \cdot 10^6$ m quanh Trái Đất. Cho khối lượng trái đất $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg. Cho biết hằng số hấp dẫn $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$. Tốc độ vệ tinh trên quỹ đạo đó là:

A. 7,042 km/s.

B. 6,742 km/s.

C. 7,342 km/s.

D. 6,442 km/s.

Lời giải:

Lực hướng tâm tác dụng lên vệ tinh là: $F_{ht} = F_{hd} = G \frac{Mm}{r^2}$

$$\Rightarrow ma_{ht} = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$\Rightarrow a_{ht} = G \frac{M}{r^2} \text{ mà } a_{ht} = \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{a_{ht} r} = \sqrt{G \frac{M}{r}} = 7342 \text{ (m/s)} = 7,342 \text{ (km/s)}$$

Câu 3. Gọi M và R lần lượt là khối lượng và bán kính của Trái Đất. G là hằng số hấp dẫn vĩ trụ, g và g_0 lần lượt là gia tốc trọng trường ở độ cao h và mặt đất. Công thức nào dưới đây đúng với h bất kỳ:

A. $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ B. $g = \frac{GM}{R^2}$ C. $g = g_0 \left(1 - \frac{2h}{R}\right)$ D. $g = \frac{GM \left(1 - \frac{2h}{R}\right)}{R^2}$

Lời giải:

+ Tại độ cao h bất kì, lực hấp dẫn giữa Trái Đất và vật: $F_{hd} = \frac{GMm}{(R+h)^2}$

+ Mà $F_{hd} = P = mg \Leftrightarrow \frac{GMm}{(R+h)^2} = mg \Leftrightarrow g = \frac{GM}{(R+h)^2}$

Câu 4. Hai khối cầu giống nhau được đặt sao cho tâm cách nhau khoảng r thì lực hấp dẫn giữa chúng là F . Nếu thay một trong hai khối cầu trên bằng một khối cầu đồng chất khác nhưng có bán kính lớn gấp hai, vẫn giữ nguyên khoảng cách giữa hai tâm (hai khối cầu không chạm nhau) thì lực hấp dẫn giữa chúng lúc này là:

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

Lời giải:

Khi bán kính khối cầu tăng gấp hai ($r'_2 = 2r_2$) thì khối lượng của khối cầu là:

$$m'_2 = DV' = D\pi r'^3 = D\pi(2r)^3 = 8m_2$$

Khi giữ nguyên khoảng cách giữa 2 tâm (do hai khối cầu không chạm nhau) thì lực hấp dẫn giữa 2 quả cầu này là:

$$F_{hd} = G \frac{m_1 m'_2}{r^2} = G \frac{m_1 \cdot 8m_2}{r^2} = 8F$$

Câu 5. Ở mặt đất, một vật có trọng lượng $10N$. Nếu chuyển vật này ở độ cao cách Trái Đất một khoảng R (R là bán kính Trái Đất) thì trọng lượng của vật bằng

- A. $1N$. B. $2,5N$. C. $5N$. D. $10N$.

Lời giải:

Tại mặt đất ta có $F_{hd} = P = 10N = G \frac{Mm}{R^2}$

Tại độ cao cách Trái Đất một khoảng R (với R là bán kính Trái Đất) thì trọng lượng của vật bằng: $P' = F'_{hd} = G \frac{Mm}{(R+h)^2} = G \frac{Mm}{(2R)^2} = \frac{P}{4} = 2,5N$

Câu 6. Biết gia tốc rơi tự do ở đỉnh và chân một ngọn núi lần lượt là $9,809 \text{ m/s}^2$ và $9,810 \text{ m/s}^2$. Coi Trái Đất là đồng chất và chân núi cách tâm Trái Đất 6370km . Chiều cao của ngọn núi này là?

- A. 324.7 m B. 640 m C. 649.4 m D. 325 m

Lời giải:

Ta có gia tốc rơi tự do tại đỉnh có độ cao h có công thức tính là: $g_h = G \frac{M}{(R+h)^2}$

Gia tốc rơi tự do tại chân núi ($h = 0$): $g_0 = G \frac{M}{R^2}$

$$\Rightarrow \frac{g}{g_h} = \left(\frac{R+h}{R} \right)^2$$

$$\Rightarrow h = R \left(\sqrt{\frac{g}{g_h}} - 1 \right) = 6370 \left(\sqrt{\frac{9,810}{9,809}} - 1 \right) \approx 0,3246 \text{ km}$$

Câu 7. Coi khoảng cách trung bình giữa tâm Trái Đất và tâm Mặt Trăng gấp 60 lần bán kính Trái Đất; khối lượng Mặt Trăng nhỏ hơn khối lượng Trái Đất 81 lần. Xét vật M nằm trên đường thẳng nối tâm Trái Đất và tâm Mặt Trăng mà ở đó có lực hấp dẫn của Trái Đất và của Mặt Trăng cân bằng nhau. So với bán kính Trái Đất, khoảng cách từ M đến tâm Trái Đất gấp

A. 56,5 lần.

B. 54 lần.

C. 48 lần.

D. 32 lần.

Lời giải:

Gọi x là khoảng cách từ tâm Trái Đất (TD) đến vật m đặt tại điểm ta xét nên khoảng cách từ tâm của Mặt Trăng (MT) đến vật là $60R - x$.

$$\text{Ta có: } F_{TD-m} = F_{MT-m} \Rightarrow G \frac{M_{TD} \cdot m}{x^2} = G \frac{M_{MT} \cdot m}{(R-x)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{81 \cdot M_{MT}}{x^2} = \frac{M_{MT}}{(60R-x)^2} \Rightarrow \frac{x}{60R-x} = 9 \Rightarrow x = 54R \text{ Chọn đáp án (B).}$$

Câu 8. Cho tam giác vuông cân ABC vuông tại C, có cạnh huyền $AB = R$. Tại ba đỉnh A, B và C của tam giác, người ta đặt 3 chất điểm có khối lượng lần lượt là $m, 2m$ và $3m$. Tìm lực hấp dẫn tác dụng lên chất điểm tại C.

A. $3\sqrt{5}G \frac{m^2}{R^2}$

B. $6\sqrt{5}G \frac{m^2}{R^2}$

C. $12G \frac{m^2}{R^2}$

D. $6G \frac{m^2}{R^2}$

Lời giải:

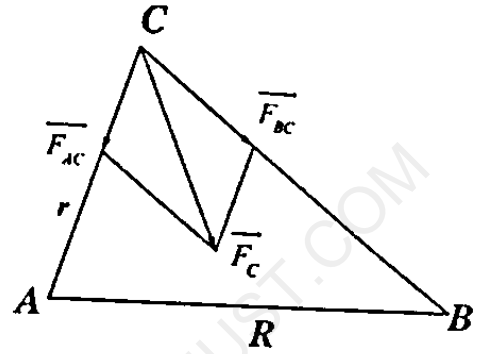
Do tam giác ABC cân tại C nên ta có: $AB = BC = \frac{R}{\sqrt{2}}$

- Lực hấp dẫn tác dụng lên chất điểm tại C là:

$$\vec{F}_C = \vec{F}_{AC} + \vec{F}_{BC}$$

$$\text{Mà } \begin{cases} F_{AC} = G \frac{M_A M_C}{r^2} = G \frac{6m^2}{R^2} \\ F_{BC} = G \frac{M_B M_C}{r^2} = G \frac{12m^2}{R^2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_C = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{BC}^2} = 6\sqrt{5}G \frac{m^2}{R^2}$$



Câu 9. Kim tinh (còn gọi là sao Thái Bạch, sao Hâm hoặc sao Mai) được gọi là "hành tinh sinh đôi" với Trái Đất do khối lượng, kích thước gần giống với Trái Đất. Biết Trái Đất và Kim Tinh có đường kính lần lượt là 12740km và 12090km. Khối lượng của Kim Tinh bằng 81,5% khối lượng của Trái Đất. Tính gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Kim Tinh biết gia tốc rơi tự do trên bề mặt của Trái Đất có giá trị $g_T = 9,81\text{m/s}^2$.

A. $13,37\text{m/s}^2$

B. $8,88\text{m/s}^2$

C. $7,20\text{m/s}^2$

D. $1,67\text{m/s}^2$

Lời giải:

Gia tốc trên bề mặt Kim Tinh: $g_K = G \frac{M_K}{R_K^2}$

Gia tốc trên bề mặt Trái Đất: $g_T = G \frac{M_T}{R_T^2}$

Mà $\frac{g_K}{g_T} = \frac{M_K}{M_T} \frac{R_T^2}{R_K^2} \rightarrow g_K = 9,81 \cdot \frac{0,815 M_T}{6045^2} \rightarrow g_K = 8,88\text{m/s}^2$

Câu 10. Trong một quả cầu bằng chì bán kính R , người ta khoét một lỗ hình cầu bán kính $R/2$. Tìm lực do quả cầu tác dụng lên vật nhỏ m trên đường nối tâm hai hình cầu, cách tâm hình cầu lớn một đoạn d , biết rằng khi chưa khoét quả cầu có khối lượng M .

A. $F = GMm \cdot \frac{7d^2 - 8dR + 2R^2}{8d^2 \left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$

B. $F = GMm \cdot \frac{7d^2 + 8dR + 2R^2}{8d^2 \left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$

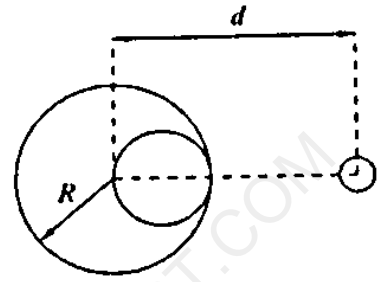
C. $F = GMm \cdot \frac{7d^2 - 8dR + 2R^2}{d^2 \left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$

D. $F = GMm \cdot \frac{7d^2 - 8dR + 2R^2}{4d^2 \left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$

Lời giải:

- Phần khoét đi sẽ hút m lực hấp dẫn: $F_1 = G \frac{M_k m}{\left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$

Lực hấp dẫn do cả quả cầu đặt tác dụng lên m : $F_2 = G \frac{Mm}{d^2}$



$$\Rightarrow F = F_2 - F_1 = Gm \left[\frac{M}{d^2} - \frac{M_k}{\left(d - \frac{R}{2}\right)^2} \right] (*)$$

- Quả cầu đồng chất nên: $\frac{M_k}{M} = \frac{V_k}{V} = \frac{(R/2)^3}{R^3} = \frac{1}{8} \rightarrow M_k = \frac{M}{8}$

Thay vào (*) ta được: $F = Gm \frac{7d^2 - 8dR + 2R^2}{8d^2 \left(d - \frac{R}{2}\right)^2}$

Chương 6. Dao động – sóng

A. Công thức

1. Dao động cơ điều hòa

- Phương trình dao động: $x = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$.
- Biên độ dao động: $A = x_{\max}$.
- Tần số góc riêng: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$.
- Pha của dao động: $(\omega_0 t + \varphi)$, φ là pha ban đầu của dao động.
- Vận tốc của dao động: $v = \frac{dx}{dt} = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$.

2. Con lắc vật lý

- Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{mgL}{I}}$.

Trong đó: L là khoảng cách từ khối tâm đến trục quay, I - moment quán tính của vật đối với trục quay.

3. Dao động cơ tắt dần

- Phương trình dao động tắt dần: $x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$. với $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$.
- Giảm lượng loga: $\delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T$.
- Biên độ dao động tắt dần: $A_0 e^{-\beta t} \Rightarrow -A_0 e^{-\beta t} \leq x \leq A_0 e^{-\beta t}$.

Nhận xét: Hệ chỉ thực hiện dao động tắt dần khi $\omega_0 > \beta$.

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì $T_0 = 2$ s, pha ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Năng lượng toàn phần $W = 2,6 \cdot 10^{-5}$ J và lực tác dụng lên chất điểm lúc lớn nhất $F_0 = 2 \cdot 10^{-3}$ N. Phương trình dao động nào sau đây là đúng chất điểm trên:

A. $2,9 \sin \left(2\pi t + \frac{\pi}{3} \right)$ cm.

B. $2,7 \sin \left(\pi t + \frac{2\pi}{3} \right)$ cm.

C. $2,6 \cos \left(\pi t + \frac{\pi}{3} \right)$ cm.

D. $2,8 \cos \left(2\pi t + \frac{\pi}{3} \right)$ cm.

Lời giải:

Năng lượng toàn phần W là cơ năng của con lắc, lực tác dụng lên chất điểm lúc lớn nhất $F_0 = kA$

$$\text{Ta có: } W = 2,6 \cdot 10^{-5} = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} F_0 A \Rightarrow A = \frac{2W}{F_0} = \frac{2 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-3}} = 2,6 \text{ (cm)}$$

$$\text{Chu kì } T_0 = 2 = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \pi$$

Do đó, phương trình dao động của chất điểm là $\boxed{2,6 \cos \left(\pi t + \frac{\pi}{3} \right)}$

Câu 2. Một con lắc lò xo $m = 10$ g, dao động điều hòa với độ dời $x = 8 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$ cm. Kí hiệu F_0 là lực cực đại tác dụng lên con lắc và W là năng lượng của con lắc. Kết luận nào dưới đây đúng:

A. $F_0 = 0,3$ N, $W = 0,9 \cdot 10^{-2}$ J.

C. $F_0 = 0,3$ N, $W = 0,8 \cdot 10^{-2}$ J.

B. $F_0 = 0,2$ N, $W = 0,8 \cdot 10^{-2}$ J.

D. $F_0 = 0,2$ N, $W = 0,9 \cdot 10^{-2}$ J.

Lời giải:

$$\text{Ta có: } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = \omega^2 m = (5\pi)^2 \cdot 0,01 \Rightarrow F_0 = kA = 0,08 \cdot 0,01 \cdot (5\pi)^2 \approx 0,2 \text{ (N)}$$

$$\boxed{W = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} (5\pi)^2 \cdot 0,01 \cdot 0,08^2 \approx 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ (J)}}$$

Câu 3. Một con lắc toán có sợi dây $l = 1$ m, cứ sau $\Delta t = 0,8$ phút thì biên độ dao động giảm 2 lần. Giảm lượng lôga của con lắc đó bằng giá trị nào sau đây (cho $g = 9,8$ m/s²)

A. $3,489 \cdot 10^{-2}$.

B. $2,898 \cdot 10^{-2}$.

C. $2,701 \cdot 10^{-2}$.

D. $3,292 \cdot 10^{-2}$.

Lời giải:

$$\text{Ta có: } \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\text{Tại } t \text{ bất kì ta có: } \frac{A(t)}{A(t + \Delta t)} = 2 \Leftrightarrow \frac{A_0 \cdot e^{-\beta t}}{A_0 \cdot e^{-\beta(t + \Delta t)}} = 2 \Rightarrow e^{\beta \Delta t} = 2 \Rightarrow \beta = \frac{\ln 2}{\Delta t}$$

Giảm lượng loga của con lắc là:

$$\sigma = \beta.T = \beta \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\ln 2}{\Delta t} \times \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} = \frac{\ln 2}{\Delta t} \times \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l} - \left(\frac{\ln 2}{\Delta t}\right)^2}} \approx 2,898.10^{-2}$$

Câu 4. Một con lắc toán có sợi dây $l = 65$ cm. Biết rằng sau thời gian $\tau = 6$ phút, nó mất 99% năng lượng. Giảm lượng loga của con lắc nhận giá trị nào dưới đây?

- A. $0,975.10^{-2}$. B. $1,125.10^{-2}$. **C. $1,035.10^{-2}$.** D. $1,065.10^{-2}$.

Lời giải:

Tại t bất kì ta có:

$$\frac{W(t)}{W(t+\tau)} = 100 \Rightarrow \left(\frac{A(t)}{A(t+\tau)} \right)^2 = 100 \Leftrightarrow \frac{A_0 \cdot e^{-\beta t}}{A_0 \cdot e^{-\beta(t+\tau)}} = 10 \Rightarrow e^{\beta\tau} = 10 \Rightarrow \beta = \frac{\ln 10}{\tau}$$

Lượng giảm loga của con lắc:

$$\sigma = \beta.T = \beta \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\ln 10}{\tau} \times \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} = \frac{\ln 10}{\tau} \times \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l} - \left(\frac{\ln 10}{\tau}\right)^2}} \approx 1,035.10^{-2}$$

Câu 5. Một chất điểm dao động điều hòa với chu kì 1,4 s và biên độ 8 cm. Vận tốc chất điểm trên tại vị trí mà li độ bằng $\frac{1}{2}$ biên độ bằng giá trị nào dưới đây:

- A. $0,311$ m/s.** B. $0,321$ m/s. C. $0,331$ m/s. D. $0,341$ m/s.

Lời giải:

Áp dụng phương trình về mối liên hệ của A, x, v:

$$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega} \right)^2 \Rightarrow v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} = \frac{2\pi}{T} \sqrt{A^2 - \left(\frac{A}{2} \right)^2} = \frac{2\pi}{1,4} \sqrt{0,08^2 - 0,04^2} = 0,311(\text{m/s})$$

Câu 6. Một con lắc toán có sợi dây dài là l , và cứ sau $\Delta t = 5$ phút thì biên độ dao động giảm 2 lần. Giảm lượng loga của con lắc đó là $\delta = 0,023$. Cho gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Hỏi l bằng giá trị nào dưới đây:

- A. $2,554$ m. B. $2,044$ m. C. $1,704$ m. **D. $2,214$ m.**

Lời giải:

Thiết lập phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo. Trong trường hợp này, hợp lực tác dụng lên quả cầu: $F + F_C = -kx - r\dot{x}$

Phương trình cơ bản của chuyển động trong trường hợp này là $ma = -kx - rv$

Hay: $m \frac{d^2x}{dt^2} = -r \frac{dx}{dt} - kx \Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$ (1)

Đặt $\beta = \frac{r}{2m}$ (hệ số tắt dần)

Phương trình (1) trở thành $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ (2)

(2) gọi là phương trình vi phân của dao động tắt dần. Theo toán học giải tích, khi $\omega_0 > \beta$, nghiệm phương trình này có dạng: $x = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$

Đây là biểu thức độ dời của dao động tắt dần. Hằng số ω gọi là tần số của dao động tắt dần: $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

Theo bài ra, ta có: $\frac{x}{A_0} = e^{-\beta \cdot \Delta t} = \frac{1}{2} \Rightarrow e^{-\beta \cdot 300} = \frac{1}{2} \Rightarrow \beta \approx 7,7 \cdot 10^{-3}$

Giảm lượng loga của con lắc: $\delta = \beta T = 0,023 \Rightarrow T = \frac{\delta}{\beta} = 2,987(\text{s})$

Chu kỳ T của dao động tắt dần là: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{l} - \beta^2}} = 2,987(\text{s}) \Rightarrow l = 2,214(\text{m})$

Câu 7. Một con lắc vật lý được cấu tạo bằng một thanh đồng chất tiết diện đều có độ dài bằng l và trục quay O của nó cách trọng tâm G một khoảng bằng x . Biết rằng chu kỳ dao động T của con lắc này là nhỏ nhất, x nhận giá trị nào dưới đây:

A. $\frac{1}{\sqrt{3}}$

B. $1/2$.

C. $\frac{1}{4\sqrt{3}}$

D. $\frac{1}{2\sqrt{3}}$

Lời giải:

Chu kỳ dao động T của con lắc: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$

Với $I = I_1 + I_2$ với I_1 là moment quán tính của thanh và I_2 là moment quán tính của chất điểm đối với trục quay

$$I = I_1 + I_2 = \frac{ml^2}{12} + mx^2 \quad (d = x) \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m \left(x^2 + \frac{l^2}{12} \right)}{mgx}} = 2\pi \sqrt{\frac{\left(x^2 + \frac{l^2}{12} \right)}{gx}}$$

$$T_{\max} \Leftrightarrow T'_x = 0 \Rightarrow 2x^2 - \left(x^2 + \frac{l^2}{12} \right) = 0 \Rightarrow x = \frac{l}{\sqrt{12}} = \frac{l}{2\sqrt{3}}$$

Câu 8. Một xe lửa gồm nhiều toa được đặt trên các lò xo của hệ thống bánh xe. Mỗi lò xo của toa xe chịu một trọng lượng $P = 5.10^4$ N nén lên nó. Xe lửa bị rung động mạnh nhất khi nó chạy với tốc độ $v = 26$ m/s qua các chỗ nối của đường ray. Độ dài mỗi thanh ray bằng $l = 12,5$ m. Hệ số đàn hồi của các lò xo nhận giá trị nào dưới đây (cho $g = 9,8$ m/s²)

A. $82,64.10^4$ N/m.

B. $88,64.10^4$ N/m.

C. $87,14.10^4$ N/m.

D. $84,14.10^4$ N/m.

Lời giải:

Con lắc dao động mạnh nhất khi xảy ra cộng hưởng (chu kỳ dao động riêng của vật trùng chu kỳ qua các chỗ nối của đường ray): $T = \frac{S}{v} = \frac{12,5}{26} = 0,48(s)$

Mặt khác: $P = 5.10^4(N) = mg \Rightarrow m = \frac{P}{g} = \frac{5.10^4}{9,8} = 5102,04(kg)$

Mà $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0,48(s) \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 5102,04}{0,48^2} = 87,4.10^4(N/m)$

Chương 7. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học và thuyết động học phân tử**A. Công thức****1. Phương trình trạng thái của khí lý tưởng**

$$PV = \frac{m}{\mu}RT = nRT.$$

- Giá trị của R

- Hệ SI: $R = 8.314 \text{ J/mol.K} \rightarrow P(\text{Pa}), V(\text{m}^3)$
- $R = 0.082 \text{ L.atm/mol.K} \rightarrow P(\text{atm}), V(\text{lít})$

2. Nhiệt

- Nhiệt dung riêng: là lượng nhiệt cần thiết để tăng nhiệt độ của 1kg chất tăng thêm 1 độ.

$$dQ_P = m \cdot c_P dT \text{ hoặc } dQ_v = m \cdot c_v dT \text{ (đơn vị: J.kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{)}.$$

- Nhiệt dung riêng mol (nhiệt dung riêng phân tử): là lượng nhiệt cần thiết để tăng 1 mol chất tăng thêm 1 độ.

$$dQ_P = n \cdot C_P dT \text{ hoặc } dQ_v = n \cdot C_v dT \text{ (đơn vị: J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{)}.$$

- Liên hệ giữa c và C : $mc = nC \rightarrow C = \frac{m}{n}c = \mu c$. với μ -khối lượng một mol chất.

3. Hệ số Poisson

$$\gamma = \frac{C_P}{C_v} = \frac{c_P}{c_v} = \frac{i+2}{i}. \text{ với } \begin{cases} C_P = \frac{i+2}{i}R \\ C_v = \frac{i}{2}R \end{cases}.$$

Trong đó: i -bậc tự do. Đơn nguyên tử: $i = 3$, Hai nguyên tử: $i = 5$, Ba nguyên tử: $i = 6 \dots$

4. Công và ba trạng thái cơ bản

- Công: $A = \int_{v_1}^{v_2} p dV$.

- Đẳng tích: $V = \text{const} \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$.

- Đẳng áp: $P = \text{const} \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.

- Đẳng nhiệt: $T = \text{const} \rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$.

5. Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử

- Áp suất lên thành bình: $p = \frac{1}{3} n_0 m_0 \overline{v^2} = \frac{2}{3} n_0 \frac{m_0 \overline{v^2}}{2} = \frac{2}{3} n_0 \overline{W}$.
- Động năng tịnh tiến trung bình: $\overline{W} = \frac{3}{2} \frac{RT}{N} = \frac{3}{2} kT$.
- Vận tốc căn quân phương: $v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$.
- Mật độ phân tử: $n_0 = \frac{p}{kT}$.
- Vận tốc trung bình: $\overline{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi n_0 m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$.
- Vận tốc xác suất lớn nhất: $v_{xs} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$.

6. Công thức khí áp

- Công thức khí áp:
$$\begin{cases} p = p_0 e^{\frac{-m_0 g h}{kT}} \\ n = n_0 e^{\frac{-m_0 g h}{kT}} \end{cases}$$

- Nhận xét:

- Khí quyển có ranh giới rõ rệt.
- Mật độ hạt giảm dần theo chiều cao.
- Công thức khí áp mang tính gần đúng (trong phạm vi h không lớn, độ vài km).

7. Nội dung định luật I

- Độ biến thiên nội năng của hệ bằng tổng công và nhiệt lượng mà hệ nhận được: $\Delta U = A + Q$.

$$\text{Hay } Q = \Delta U + A.$$

- Các trường hợp đặc biệt:

- Đoạn nhiệt: Hệ không trao đổi nhiệt với bên ngoài nên: $Q = \Delta U + A = 0$.
- Đẳng áp: $Q = \Delta U + A = \Delta U + p dV$.
- Đẳng tích: $Q = \Delta U$.
- Đẳng nhiệt: $Q = A$.

8. Hiện tượng đoạn nhiệt

- Công thức đoạn nhiệt: $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ hoặc $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$.

- Công thức tổng quát công sinh bởi hệ: $A = \int_{V_1}^{V_2} p dV$.

- Công trong các trường hợp:

- Đẳng áp: $p = \text{const}$, $A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$.
- Đẳng tích: $V = \text{const}$, $A = 0$.
- Đẳng nhiệt: $T = \text{const}$, $A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$.
- Đoạn nhiệt: $pV^\gamma = \text{const} = K \rightarrow p = \frac{K}{V^\gamma} = KV^{-\gamma}$,

$$A = K \int_{V_1}^{V_2} V^{-\gamma} dV = K \left. \frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1} \right|_{V_1}^{V_2} = \frac{KV_2^{-\gamma+1} - KV_1^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}.$$

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Một khối khí Hidrô bị nén đến thể tích bằng $1/2$ lúc đầu khi nhiệt độ không đổi. Nếu vận tốc trung bình của phân tử hidro lúc đầu là V thì vận tốc trung bình sau khi nén là
 A. $2V$. B. $4V$. C. $1V$. D. $V/2$.

Lời giải:

Nén đẳng nhiệt

Công thức tính vận tốc trung bình của chất khí là $v = \sqrt{\frac{8kT}{m\pi}}$ chỉ phụ thuộc nhiệt độ nên vận tốc trung bình không đổi

Câu 2. 1 g khí hiđrô (H_2) đựng trong một bình có thể tích 5 l. Mật độ phân tử của chất khí đó là: (cho hằng số khí $R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J/kmol.K}$; hằng số Boltzmann ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$)

A. $6,022 \cdot 10^{25}$ phân tử / m^3 .C. $5,522 \cdot 10^{25}$ phân tử / m^3 .B. $4,522 \cdot 10^{25}$ phân tử / m^3 .D. $7,022 \cdot 10^{25}$ phân tử / m^3 .**Lời giải:**Số phân tử khí là: $N = n \cdot N_A = \frac{m}{\mu} N_A$ Hằng số Boltzmann $k = \frac{RT}{V} = \frac{R}{N_A} = 1,28 \cdot 10^{-23} \text{ (J/K)} \Rightarrow N_A = \frac{R}{k} \Rightarrow N = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{R}{k}$ Mật độ phân tử của chất khí là $\boxed{\frac{N}{V} = \frac{mR}{\mu kV} = 6,022 \cdot 10^{25}}$

Câu 3. Khối lượng của 1kmol chất khí là $\mu = 30 \text{ kg/kmol}$ và hệ số Poat-xông của chất khí là $\gamma = 1,4$. Nhiệt dung riêng đẳng áp của khí bằng? Hằng số khí $R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ Jkmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

A. $995,5 \text{ J/(kg.K)}$.B. $982,5 \text{ J/(kg.K)}$.C. $930,5 \text{ J/(kg.K)}$.D. $969,5 \text{ J/(kg.K)}$.**Lời giải:**Hệ số Poisson $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$ Lại có: $C_p - C_v = R$ Do đó: $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{C_p}{C_p - R} \Rightarrow C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}$

Nhiệt dung riêng đẳng áp của khí:

$$C_p = \frac{C_p}{\mu} = \frac{\gamma R}{\mu(\gamma - 1)} = \frac{1,4 \cdot 8,31 \cdot 10^3}{30(1,4 - 1)} \approx 969,5 \text{ (J/kg.K)}$$

Câu 4. Một khối khí ôxy (O_2) bị nung nóng từ nhiệt độ 240 K đến 267°C . Nếu vận tốc trung bình của phân tử ôxy lúc đầu là v thì lúc sau là:

A. 1,35v.

B. 1,55v.

C. 1,5v.

D. 1,6v.

Lời giải:

Công thức tính vận tốc trung bình của phân tử khí: $v = \sqrt{\frac{8kT}{m\pi}}$

$$\text{Hay } \begin{cases} v_1 = \sqrt{\frac{8kT_1}{m\pi}} \\ v_2 = \sqrt{\frac{8kT_2}{m\pi}} \end{cases} \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{267+273}{240}} = 1,5$$

Câu 5. Hai khối khí O_2 và H_2 có cùng mật độ số hạt. Nhiệt độ của khối khí O_2 là $120^\circ C$, nhiệt độ của khối khí H_2 là $60^\circ C$. Áp suất của O_2 và H_2 theo thứ tự là P_1 và P_2 . Ta có:

A. $P_1 = 0,98P_2$.B. $P_1 = 1,18P_2$.C. $P_1 = 0,88P_2$.D. $P_1 = 1,28P_2$.**Lời giải:**

Mật độ phân tử chất khí: $n_0 = \frac{N}{V} = \frac{m}{\mu} \times \frac{N_A}{V}$

Theo phương trình Clapeyron -Mendeleev:

$$pV = \frac{m}{\mu} \times RT \Rightarrow \frac{p}{\mu V} = \frac{p}{RT} \Rightarrow n_0 = \frac{p}{RT} \times N_A = \frac{p}{T} \times \frac{1}{k} \quad (k \text{ là hằng số Boltzmann})$$

Vì hai khối khí O_2 và H_2 có cùng mật độ số hạt và nhiệt độ không đổi \Rightarrow Áp suất không đổi

$$\text{Quá trình đẳng tích: } \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{120+273}{60+273} \approx 1,18 \Rightarrow p_1 \approx 1,18p_2$$

Câu 6. $M = 18$ g khí đang chiếm thể tích $V = 4$ lít ở nhiệt độ $t = 22^\circ C$. Sau khi hơi nóng đẳng áp, khối lượng riêng của nó bằng $\rho = 6.10^{-4}$ g/cm³. Nhiệt độ của khối khí sau khi hơi nóng là:

A. 2213 K.

B. 2113 K.

C. 2013 K.

D. 1913 K.

Lời giải:

$$\text{Trước khi hơi nóng: } pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$$

$$\text{Sau khi hơi nóng: } pV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2 \Rightarrow p = \frac{m}{V_2 \mu} RT_2 = \frac{\rho RT_2}{\mu}$$

$$\text{Lấy } \frac{(1)}{(2)} \Rightarrow V_1 = \frac{mT_1}{\rho T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{mT_1}{\rho V_1} = 2213(K)$$

Câu 7. Một khối ôxy (O_2) ở nhiệt độ $20^\circ C$. Để nâng vận tốc căn quân phương của phân tử lên gấp đôi, nhiệt độ của khí là:

A. $899^\circ C$.

B. $919^\circ C$.

C. $929^\circ C$.

D. $889^\circ C$.

Lời giải:

Công thức tính vận tốc căn quân phương: $v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ (với k là hằng số Boltzmann)

$$\text{Ta có: } \begin{cases} v_1 = \sqrt{\frac{3kT_1}{m}} \\ v_2 = \sqrt{\frac{3kT_2}{m}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = (20 + 273) \left(\frac{2v_1}{v_1}\right)^2 = 1172(K)$$

Câu 8. Nhiệt độ của một khối plasma khí coi là khí lí tưởng trên mặt trời là $2,6 \cdot 10^6$ K. Vận tốc căn quân phương của các điện tử tự do trong khối khí đó là: ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K)

A. $11,876 \cdot 10^6$ m/s.

B. $10,876 \cdot 10^6$ m/s.

C. $13,876 \cdot 10^6$ m/s.

D. $12,876 \cdot 10^6$ m/s.

Lời giải:

$$\text{Công thức vận tốc căn quân phương } v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$\Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{3 \cdot 2,6 \cdot 10^6 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \approx 10,876 \cdot 10^6 \left(\frac{m}{s}\right)$$

Câu 9. Hai bình khí cùng thể tích, cùng nội năng. Bình 1 chứa khí Heli (He), bình 2 chứa Nitơ (N_2). Coi các khí lí tưởng. Gọi p_1 và p_2 là áp suất tương ứng của bình 1 và 2. Ta có:

A. $p_1 = p_2$.

B. $p_1 = \frac{3p_2}{5}$.

C. $p_1 = \frac{2p_2}{5}$.

D. $p_1 = \frac{5p_2}{3}$.

Lời giải:

Vì hai bình khí có cùng thể tích \Rightarrow quá trình đẳng tích

$$\text{Biến thiên nội năng trong quá trình đẳng tích: } \Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot RT = \frac{i}{2} nRT = \frac{i}{2} PV$$

Khí Heli $\rightarrow i = 3$ và khí Nito $\rightarrow i = 5$

Ta có:
$$\begin{cases} \Delta U_1 = n \cdot \frac{i_1}{2} \cdot RT_1 = \frac{i_1}{2} \cdot P_1 V_1 \\ \Delta U_2 = n \cdot \frac{i_2}{2} \cdot RT_2 = \frac{i_2}{2} \cdot P_2 V_2 \\ V_1 = V_2 = V; \Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U \end{cases} \Rightarrow 1 = \frac{i_1}{i_2} \cdot \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{5}{3} \Rightarrow P_1 = \frac{5}{3} P_2$$

Câu 10. Khối lượng riêng của một chất khí $\rho = 5.10^{-2} \text{ kg/m}^3$; vận tốc căn quân phương của các phân tử khí này là $v = 450 \text{ m/s}$. Áp suất của khối khí tác dụng lên thành bình là:

- A. 3575 N/m². B. 3675 N/m². C. 3475 N/m². **D. 3375 N/m².**

Lời giải:

Áp dụng công thức tính vận tốc căn quân phương của phân tử khí:

$$v = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \Rightarrow RT = v^2 \mu / 3$$

Phương trình trạng thái khí lý tưởng:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow p = \frac{\rho}{\mu} RT = \frac{\rho}{\mu} v^2 \mu / 3 = \rho v^2 / 3 = 3375 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Câu 11. Một khối khí nitơ (N₂) biến đổi trạng thái sao cho áp suất của nó tăng 2 lần và vận tốc căn quân phương của các phân tử tăng $\sqrt{2}$ lần. Trong quá trình đó, khối lượng riêng của khối khí nitơ thay đổi như thế nào?

- A. Giảm $\sqrt{2}$ lần. B. Tăng $\sqrt{2}$ lần. C. Tăng $2\sqrt{2}$ lần. **D. Không đổi.**

Lời giải:

Áp dụng phương trình trạng thái khí lý tưởng ta được:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow p = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{3p}{v^2}$$

Ta có: $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 v_1^2}{p_1 v_2^2} = 1$

Vậy khối lượng riêng của khối khí không đổi.

Câu 12. Một khối khí oxy (O₂) biến đổi trạng thái sao cho khối lượng riêng của nó giảm 1,5 lần và tốc độ trung bình của các phân tử giảm 1,5 lần. Trong quá trình đó, áp suất mà khí ôxy tác dụng lên thành bình thay đổi như thế nào?

- A. Giảm 3,375 lần.** B. Giảm 1,225 lần. C. Giảm 2,25 lần. D. Giảm 1,837 lần.

Lời giải:

Theo bài ra, ta có: $n = \frac{pV}{RT} = \text{const}$

Ở trạng thái 1: $n = \frac{p_1 V_1}{RT_1}$ và ở trạng thái 2: $n = \frac{p_2 V_2}{RT_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1}$

Công thức tính vận tốc trung bình của phân tử khí: $v = \sqrt{\frac{8kT}{m\pi}}$

$$\text{Hay } \begin{cases} v_1 = \sqrt{\frac{8kT_1}{m\pi}} \\ v_2 = \sqrt{\frac{8kT_2}{m\pi}} \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = \frac{T_2}{T_1} \text{ và } \begin{cases} m = \rho_1 V_1 \\ m = \rho_2 V_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = \frac{8}{27}$$

Câu 13. Một xi lanh có pit -tông có thể di động được. Trong xi-lanh đựng một khối khí lí tưởng. Vỏ xi lanh không dẫn nhiệt. Nếu áp suất không khí trong xi lanh tăng 2 lần thì nội năng của khí thay đổi như thế thế nào? (gọi γ là hệ số Poatxông)

- A Tăng $2^{\gamma-1}$ lần B. tăng $2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$ lần C. Tăng $2^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$ lần D. Tăng $2^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}$ lần

Lời giải:

Do vỏ xi lanh không dẫn nhiệt \rightarrow quá trình diễn ra bên trong xi lanh là đoạn nhiệt.

$$+ \text{ Ta có phương trình: } T_1 P_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = T_2 P_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Leftrightarrow \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$+ \text{ Mà } P_2 = 2P_1 \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \Leftrightarrow T_2 = \frac{T_1}{2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}} = T_1 \cdot 2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (1)$$

$$\text{Nội năng: } U = \frac{i}{2} nRT \Rightarrow \frac{U}{T} = \text{const} = \frac{i}{2} nR \Rightarrow \frac{U_1}{T_1} = \frac{U_2}{T_2} \Leftrightarrow U_2 = \frac{T_2}{T_1} U_1 \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2) ta có: } U_2 = 2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} U_1$$

Câu 14. Một khối khí ôxy (O_2) có khối lượng riêng là $\rho = 0,59 \text{ (kg/m}^3\text{)}$. số Avôgađrô $N = 6,023 \cdot 10^{26} \text{ (J/kmol)}$. Tỷ số áp suất khí và động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí là:

- A $6,873 \cdot 10^{24} \text{ (Pa/J)}$ B. $8,993 \cdot 10^{24} \text{ (Pa/J)}$
C. $8,463 \cdot 10^{24} \text{ (Pa/J)}$ D. $7,403 \cdot 10^{24} \text{ (Pa/J)}$

Lời giải:

Áp dụng công thức tính áp suất khí theo động năng tịnh tiến trung bình:

$$p = \frac{2}{3} n_0 \overline{W} \Rightarrow \frac{p}{\overline{W}} = \frac{2}{3} n_0 \Leftrightarrow \frac{p}{\overline{W}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{v} \text{ với } N \text{ là số phân tử; } N_A \text{ là số Avôgađrô}$$

$$\Leftrightarrow \frac{p}{\overline{W}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{n N_A}{v} = \frac{2}{3} N_A \cdot \frac{m}{\mu v} = \frac{2}{3} \cdot \frac{N_A}{\mu} \cdot \frac{m}{v} \Leftrightarrow \frac{p}{\overline{W}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{N_A}{\mu} \rho = \frac{2}{3} \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{0,032} \cdot 0,59 = 7,403 \cdot 10^{24}$$

Câu 15. Tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí Nito (N_2) chứa trong một khí cầu bằng $w = 5 \cdot 10^{-3}$ (J) và vận tốc căn quân phương của phân tử khí đó là $v_e = 2 \cdot 10^3$ (m/s). Khối lượng khí nitơ trong khí cầu là:

- A. $2,84 \cdot 10^{-5}$ (kg) B. $2,5 \cdot 10^{-9}$ (kg) C. $3,01 \cdot 10^{-3}$ (Kg) D. $2,33 \cdot 10^{-3}$ (kg)

Lời giải:

$$\text{Ta có: } W = N \cdot \overline{W} = N \cdot \frac{3}{2} kT = N \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{R}{N_A} T \Leftrightarrow W = \frac{m}{\mu} \cdot N_A \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{R}{N_A} T = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot RT \quad (1)$$

$$\text{Vận tốc căn quân phương: } v_c = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \Rightarrow v_c^2 = \frac{3RT}{\mu} \quad (2)$$

$$\text{Từ (2) và (1)} \Rightarrow W = \frac{m}{2} v_c^2 \Rightarrow m = \frac{2W}{v_c^2} = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ (kg)}$$

Câu 16. Một khối khí lí tưởng có thể tích $V = 6$ (m³) giãn nở đẳng nhiệt từ áp suất 2(at) đến 1(at). Lượng nhiệt đã cung cấp cho quá trình này là:

- A. $9,16 \cdot 10^5$ (J) B. $10,16 \cdot 10^5$ (J) C. $8,16 \cdot 10^5$ (J) D. $5,16 \cdot 10^5$ (J)

Lời giải:

$$\text{Quá trình là đẳng nhiệt} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Leftrightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{2 \text{at}}{1 \text{at}} = 2$$

$$\text{Do quá trình là đẳng nhiệt} \Rightarrow \Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U = 0$$

Theo Nguyên lí 1 Nhiệt động lực học: $Q = \Delta U + A' = A'$, A' là công khi thực hiện

$$\text{Ta có: } A' = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = P_1 V_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$$

$$\Rightarrow A' = P_1 V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} = 2,9,81 \cdot 10^4 \cdot 6 \cdot \ln 2 = 8,16 \cdot 10^5 \text{ (J)} \Rightarrow Q = A' = 8,16 \cdot 10^5 \text{ (J)}$$

Câu 17. Nén đẳng nhiệt 3 lít không khí ở áp suất 1 at. Tìm nhiệt tỏa ra biết rằng thể tích cuối cùng bằng 1/10 thể tích ban đầu.

- A. -676 J B. -872 J C. -512 J D. -911 J

Lời giải

Theo Nguyên lí thứ nhất của nhiệt động lực học, nhiệt lượng mà khối khí nhận được là $\Delta Q = A + \Delta U$

Do là quá trình đẳng nhiệt nên $\Delta U = nC_V \Delta T = 0$

Nhiệt lượng mà khối khí nhận được $\Delta Q = A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} pV \frac{dV}{V} = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$

$$\Rightarrow \Delta Q = 9,81 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \ln \frac{1}{10} \approx -676 \text{ J (tỏa nhiệt)}$$

Câu 18. Một bình kín thể tích 2 lít, đựng 12g khí nitơ ở nhiệt độ 10°C . Sau khi hơi nóng, áp suất trung bình lên tới 10^4 mmHg . Tìm nhiệt lượng mà khối khí đã nhận được, biết bình giãn nở

A. 4,1kJ

B. 5,1kJ

C. 6,1 kJ

D. 8,1kJ

Lời giải:

Do bình giãn nở kém nên thể tích của bình coi như không đổi, quá trình là đẳng tích

Ta có nguyên lí I nhiệt động lực học $\Delta Q = A + \Delta U = \Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{iR}{2} (T_2 - T_1)$

$$\Delta Q = \frac{i}{2} \left(\frac{m}{\mu} RT_2 - \frac{m}{\mu} RT_1 \right) = \frac{i}{2} \left(p_2 V - \frac{m}{\mu} RT_1 \right) \quad (N_2 \text{ là khí lưỡng nguyên tử } i=5, C_V = 5 \frac{R}{2})$$

Thay số $p_2 = 10^4 \text{ mmHg} = 1,33 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $V = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $T_1 = 283 \text{ K}$ $\Delta Q = 4,1 \text{ kJ}$

Câu 19. 7 gam khí cacbonic được hơi nóng cho tới khi nhiệt độ tăng thêm 10°C trong điều kiện giãn nở tự do. Công của khí sinh ra và độ biến thiên nội năng của khối khí lần lượt là?

A. 14,2J và 32,1J

B. 13,2J và 39,7J

C. 19,1J và 39,7J

D. 12,2J và 32,1J

Lời giải

Quá trình giãn nở tự do ta có thể coi gần đúng là đẳng áp (giãn nở trong khí quyển, áp suất bằng áp suất khí quyển)

Công do khí sinh ra khi giãn nở: $A = p(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} RT_2 - \frac{m}{\mu} RT_1 = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$

$$\Rightarrow A = \frac{7}{44} \cdot 8,31 \cdot 10 \approx 13,2 \text{ J}$$

Độ biến thiên nội năng của khối khí: $\Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{iR}{2} \Delta T = \frac{7}{44} \cdot \frac{6 \cdot 8,31}{2} \cdot 10 \approx 39,7 \text{ J}$

(CO_2 là khí đa nguyên tử nên số bậc tự do của phân tử là 6).

Câu 20. Một chất khí đựng trong một xilanh đặt thẳng đứng có pittông khối lượng không đáng kể di động được. Hỏi cần phải thực hiện một công bằng bao nhiêu để nâng pittông lên cao thêm một khoảng $h_1 = 10\text{cm}$ nếu chiều cao ban đầu của cột không khí là $h_0 = 15\text{cm}$, áp suất khí quyển là $p_0 = 1\text{at}$ diện tích mặt pittông $S = 10\text{cm}^2$. Nhiệt độ của khí coi là không đổi trong suốt quá trình.

A. 3,2 J

B. 2,6 J

C. 2,3 J

D. 10,2 J

Lời giải

Công do khí sinh ra là $A_0 = p_0 V_0 \ln \frac{V_1}{V_0} = p_0 V_0 \ln \frac{h_0 + h_1}{h_0}$

Nên khi biến đổi khí nhận vào một công: $-A_0 = p_0 V_0 \ln \left(\frac{h_0}{h_0 + h_1} \right)$

Công của áp suất khí quyển: $A_k = p_0 S h_1$

Ta có thể thấy công cần thực hiện bao gồm công truyền cho khí và công thắng lực do áp suất khí quyển gây ra:

$$A' = A_k - A = p_0 S \left(h_1 - h_0 \ln \left(1 + \frac{h_1}{h_0} \right) \right) = 2,3\text{J}$$

Câu 21. 2m^3 khí giãn nở đẳng nhiệt từ áp suất $p = 5\text{at}$ đến áp suất 4 at. Tính nhiệt lượng cung cấp cho khí trong quá trình giãn nở.

A. $5,2 \cdot 10^5\text{ J}$ B. $2,2 \cdot 10^5\text{ J}$ C. $1,4 \cdot 10^5\text{ J}$ D. $2,9 \cdot 10^5\text{ J}$ **Lời giải:**

Theo nguyên lí I, nhiệt nhận vào của khí: $Q = A + \Delta U$

Trong quá trình đẳng nhiệt, nội năng $\Delta U = 0$ và công là:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = p_1 V_1 = p_1 V_2 \ln \frac{p_1}{p_2}$$

$$Q = A = 2,5 \cdot 9,81 \cdot 10^4 \cdot \ln \frac{5}{4} = 2,2 \cdot 10^5\text{ J}$$

Chương 8. Nguyên lý thứ hai của nhiệt động lực học

A. Công thức

1. Máy nhiệt

- Công: $A = |Q_h| - |Q_c|$.

Nếu chất sinh công là khí thì: $A = A_d + A_v = \int_{V_1}^{V_2} p_1 dV + \int_{V_2}^{V_1} p_2 dV = \int_{V_1}^{V_2} (p_1 - p_2) dV$.

- Hiệu suất của máy nhiệt: $\eta = \frac{A}{|Q_h|} = \frac{|Q_h| - |Q_c|}{|Q_h|} = 1 - \frac{|Q_c|}{|Q_h|}$.

2. Máy lạnh

- Hệ số làm lạnh: $\varepsilon = \frac{|Q_c|}{A} = \frac{|Q_c|}{|Q_h| - |Q_c|} = \frac{T_c}{T_h - T_c}$.

3. Chu trình Carnot

- Mối liên hệ giữa nhiệt nhận được từ nguồn nóng và nhiệt nhả cho nguồn lạnh: $\frac{|Q_c|}{|Q_h|} = \frac{T_c}{T_h}$.

- Hiệu suất của chu trình Carnot: $\eta = 1 - \frac{T_c}{T_h}$.

4. Entropy

- Công thức Entropy: $\Delta S = S_2 - S_1 = \int_{S_1}^{S_2} \frac{dQ}{T}$.

- Quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch: $\Delta S = 0$.

- Nguyên lý tăng Entropy: $\Delta S \geq 0$.

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Một động cơ nhiệt hoạt động theo chu trình Carnot thuận nghịch giữa 2 nguồn điện có nhiệt độ 400 K và 100 K. Nếu nó nhận 1 lượng nhiệt 6 kJ của nguồn nóng trong mỗi chu trình thì công mà nó sinh ra trong mỗi chu trình là:

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

Lời giải:

Hiệu suất chu trình Carnot: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

T_1, T_2 lần lượt là nhiệt độ nguồn nóng và nhiệt độ nguồn lạnh

Lại có: $\eta = \frac{A'}{Q}$

A', Q lần lượt là công sinh ra trong mỗi chu trình và nhiệt lượng nhận được trong mỗi chu trình

Do đó: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{A'}{Q} \Rightarrow A' = Q \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = 6 \cdot \left(1 - \frac{100}{400} \right) = 4,5 (kJ)$

Câu 2. Một mol khí hidro nguyên tử được nung nóng đẳng áp, thể tích gấp 8 lần. Entropy của nó biến thiên một lượng bằng? (Cho hằng số khí $R = 8,31 \text{ J/ mol.K}$)

- A. 43,2 J/K. B. 43,7 J/K. C. 44,2 J/K. D. 44,7 J/K.

Lời giải:

Độ biến thiên Entropy: $dS = \frac{dQ}{T}$

Quá trình đẳng áp: $\delta Q = nC_p dT = n \frac{i+2}{2} R dT$

$$\Rightarrow \Delta S = \int_{T_1}^{T_2} n \frac{i+2}{2} R \frac{dT}{T} = n \frac{i+2}{2} R \ln T \Big|_{T_1}^{T_2} = n \frac{i+2}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$$

Nung nóng đẳng áp, do đó: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$

$$\Rightarrow \Delta S = n \frac{i+2}{2} R \ln \frac{V_2}{V_1} = 43,2 (J/K)$$

Câu 3. Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Carnot có công suất 50 kW. Nhiệt độ của nguồn nóng là 127°C, nhiệt độ của nguồn lạnh là 31°C. Nhiệt lượng tác nhân nhận của nguồn nóng trong một phút có giá trị:

- A. 12200 kJ. B. 12600 kJ. C. 12500 kJ. D. 12300 kJ.

Lời giải:

$$\text{Hiệu suất chu trình Carnot: } \eta = \frac{A}{Q_n} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow Q_n = \frac{A}{1 - \frac{T_2}{T_1}} = \frac{50}{1 - \frac{127 + 273}{31 + 273}} = \frac{625}{3} (kJ)$$

$$\text{Nhiệt lượng tác nhân của nguồn nóng trong 1 phút là: } Q' = Q_n \cdot t = \frac{625}{3} \times 60 = 12500 (kJ)$$

Câu 4. Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Carnot với nhiệt độ nguồn nóng là 100°C . Trong mỗi một chu trình tác nhân nhận của nguồn nóng một nhiệt lượng 10 kcal và thực hiện công 15 kJ. Nhiệt độ của nguồn lạnh là: (cho $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$)

- A. 212,15 K. B. 231,15 K. **C. 239,15 K.** D. 245,15 K.

Lời giải:

Với $T_1; T_2$ lần lượt là nhiệt độ nguồn nóng và nhiệt độ nguồn lạnh

$$\text{Mặt khác: } \eta = \frac{A'}{Q_1}$$

Với A' là công sinh ra trong mỗi chu trình và Q_1 là nhiệt lượng nhận được trong mỗi chu trình

Hiệu suất theo chu trình Carnot:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{A'}{Q_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{A'}{Q_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(1 - \frac{A'}{Q_1} \right) = 363 \cdot \left(1 - \frac{15}{10 \cdot 4,186} \right) \approx 232,92 (K)$$

Câu 5. Một máy nhiệt lí tưởng làm việc theo chu trình Carnot, sau mỗi chu trình thu được 600 calo từ nguồn nóng có nhiệt độ 127°C . Nhiệt độ nguồn lạnh là 27°C . Công do máy sinh ra sau một chu trình là (cho biết $1 \text{ cal} \approx 4,184 \text{ J}$)

- A. 627,6 J.** B. 647,6 J. C. 637,6 J. D. 657,6 J.

Lời giải:

Hiệu suất theo chu trình Carnot: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ với $T_1; T_2$ lần lượt là nhiệt độ nguồn nóng và nhiệt độ nguồn lạnh

Mặt khác: $\eta = \frac{A'}{Q_1}$ với A' là công sinh ra trong mỗi chu trình và Q_1 là nhiệt lượng nhận được trong mỗi chu trình

$$\text{Hay } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{A'}{Q_1} \Rightarrow A' = Q_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = 600 \cdot 4,186 \cdot \left(1 - \frac{300}{400} \right) = 627,6 (J)$$

Câu 6. Cho một chu trình Carnot thuận nghịch, độ biến thiên entropy trong quá trình đẳng nhiệt có hệ số là $\Delta S = 1 \text{ kcal/K}$; hiệu số nhiệt độ giữa 2 đường đẳng nhiệt là $\Delta T = 300 \text{ K}$; $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$. Nhiệt lượng đã chuyển hóa thành công trong chu trình đang xét là

- A. $12,54 \cdot 10^5 \text{ J}$. B. $12,04 \cdot 10^5 \text{ J}$. C. $13,54 \cdot 10^5 \text{ J}$. D. $11,04 \cdot 10^5 \text{ J}$.

Lời giải:

Nhiệt lượng chuyển hóa thành công trong chu trình đang xét là

$$\Leftrightarrow A = \Delta S \Delta T = 4180 \cdot 300 = 12,54 \cdot 10^5 (J)$$

Câu 7. Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Carnot bằng không khí lấy ở áp suất ban đầu $P_1 = 7,0 \text{ at}$. Thể tích ban đầu của không khí $V_1 = 2 \text{ dm}^3$. Sau lần giãn đẳng nhiệt lần thứ nhất nó chiếm thể tích $V_2 = 5 \text{ dm}^3$ và sau khi giãn đoạn nhiệt thể tích của khí là $V_3 = 8,1 \text{ dm}^3$. Áp suất khí sau khi giãn đoạn nhiệt có giá trị P_3 bằng:

- A. $12,98 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. B. $10,98 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. C. $13,98 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ D. $15,98 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

Lời giải:

$$\text{Từ (1) } \rightarrow \text{ (2) : Đẳng nhiệt } \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$\text{Từ (2) } \rightarrow \text{ (3) : Đoạn nhiệt } \Rightarrow P_3 = \frac{P_2 V_2^\gamma}{V_3^\gamma} = \frac{P_1 V_1 V_2^{\gamma-1}}{V_3^\gamma} = 1.452 \text{ at} = 13,98 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Câu 8. Một động cơ nhiệt có hiệu suất 10% và nhả nhiệt cho một nguồn có nhiệt độ 450 K. Nó nhận nhiệt từ một nguồn có nhiệt độ ít nhất là:

- A. 479 K. B. 514 K. C. 507 K. D. 500 K.

Lời giải:

$$\text{Hiệu suất theo chu trình Carnot: } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Với T_1, T_2 lần lượt là nhiệt độ nguồn nóng và nhiệt độ nguồn lạnh

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0,1 \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{450}{1 - 0,1} = 500 (K)$$

Câu 9. Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Carnot có công suất 10kW. Nhiệt độ của nguồn nóng là 100°C , nhiệt độ của nguồn lạnh là 0°C . Nhiệt lượng tác nhân nhả cho nguồn lạnh, trong một phút có giá trị là bao nhiêu?

- A. $1,438 \cdot 10^3 (kJ)$ B. $1,638 \cdot 10^3 (kJ)$ C. $1,738 \cdot 10^3 (kJ)$ D. $1,338 \cdot 10^3 (kJ)$

Lời giải:

$$\text{Ta có } Q_1 = A \frac{T_1}{T_1 - T_2} \Rightarrow Q_2' = Q_1 - A = A \left(\frac{T_1}{T_1 - T_2} - 1 \right) = A \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

$$+ A = Pt = 10 \cdot 10^3 \cdot 60 = 6 \cdot 10^5 (J) \Rightarrow Q_2' = 6 \cdot 10^5 \cdot \frac{273}{100} = 1,638 \cdot 10^3 (kJ)$$

Câu 10. Hơ nóng 1mol khí lí tưởng lưỡng nguyên tử từ nhiệt độ T_1 đến T_2 bằng hai quá trình đẳng áp và đẳng tích. Gọi biến thiên entropi trong mỗi quá trình đẳng áp, đẳng tích lần lượt là ΔS_p và ΔS_v . Khi đó:

A. $\Delta S_p = 1,8\Delta S_v$

B. $\Delta S_p = 1,4\Delta S_v$

C. $\Delta S_p = 1,6\Delta S_v$

D. $\Delta S_p = 2,0\Delta S_v$

Lời giải

Lưỡng nguyên tử: $i = 5$

$$\text{Xét quá trình đẳng áp: } dQ = nC_p dT: \Delta S_p = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_p dT}{T} = nC_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

$$\Leftrightarrow \Delta S_p = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = n \frac{i+2}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{7}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{Xét quá trình đẳng tích: } \Delta S_c = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{nC_v dT}{T} = nC_v \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

$$\Rightarrow \Delta S_c = nC_v \ln \frac{T_2}{T_1} = n \frac{i}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{5}{2} R \ln \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta S_p}{\Delta S_c} = \frac{7}{5} \Rightarrow \Delta S_p = \frac{7}{5} \Delta S_c = 1,4\Delta S_c$$

Câu 11. Một máy hơi nước có công suất 14,7kW, tiêu thụ 8,1kg than trong một giờ. Năng suất tỏa nhiệt của than là 7800kcal / kg . Nhiệt độ của nguồn nóng 200°C, nhiệt độ của nguồn lạnh là 58. Tìm hiệu suất thực tế của máy. So sánh hiệu suất đó với hiệu suất lý tưởng của máy nhiệt làm việc theo chu trình Cárnot với những nguồn nhiệt kể trên.

Lời giải

$$\text{Hiệu suất lý tưởng } h = \frac{Q_{ich}}{Q_{toanphan}} 100\% = \frac{14,7 \cdot 3600}{8,1 \cdot 7800 \cdot 4,18} 100\% = 20\%$$

$$\text{Hiệu suất lý tưởng } h_{lt} \text{ theo chu trình Cárnot: } h_{lt} = \frac{T_n - T_l}{T_n} 100\% = \frac{200 - 58}{200 + 273} 100\% = 30\%$$

$$\Rightarrow h = \frac{2}{3} h_{lt}. \text{ Vậy hiệu suất thực tế nhỏ hơn 1,5 lần hiệu suất lý tưởng.}$$

Câu 12. Một máy làm lạnh lý tưởng, chạy theo chu trình Carnot ngược lấy nhiệt từ nguồn lạnh 0°C nhả cho bình nước sôi ở 100°C . Tính lượng nước cần làm đông ở nguồn lạnh để có thể biến 1kg nước thành hơi ở bình sôi. Cho biết nhiệt nóng chảy riêng của nước đá là $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ và nhiệt hóa hơi riêng của nước là $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.

Lời giải:

Sơ đồ máy lạnh có dạng tương tự như hình vẽ.

Nhiệt nhận từ nguồn lạnh Q_2 , nhả ra nguồn nóng là Q_1 , hệ số làm lạnh khi máy chạy theo chu trình Carnot ngược:

$$\frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} \rightarrow Q_2 = \frac{T_2}{T_1} Q_1 \quad (1)$$

Nhiệt lượng cần làm bay hơi nước: $Q_1 = Lm \quad (2)$

Khối lượng nước cần làm nóng chảy là m' : $Q_2 = \lambda m' \quad (3)$

Từ (1), (2) và (3) ta có: $m' = \frac{L}{\lambda} \cdot \frac{T_2}{T_1} m = \frac{2,26 \cdot 10^6}{3,35 \cdot 10^5} \cdot \frac{273}{373} \cdot 1 \approx 4,93 \text{ kg}.$

Câu 13. Một kmol khí lý tưởng thực hiện một chu trình gồm 2 quá trình đẳng tích và hai quá trình đẳng áp. Khi đó thể tích của khí thay đổi từ $V_1 = 25 \text{ m}^3$ đến $V_2 = 50 \text{ m}^3$ và áp suất từ $p_1 = 1 \text{ at}$ đến $p_2 = 2 \text{ at}$. Hỏi công thực hiện bởi chu trình này nhỏ hơn bao nhiêu lần công thực hiện bởi chu trình Carnot có các đường đẳng nhiệt ứng với nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất của chu trình nói trên, nếu khi giãn đẳng nhiệt thể tích tăng lên gấp đôi?

Lời giải:

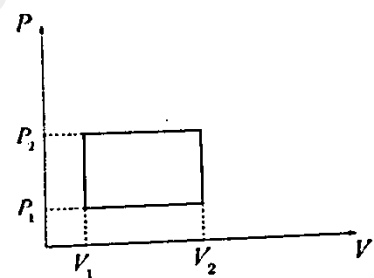
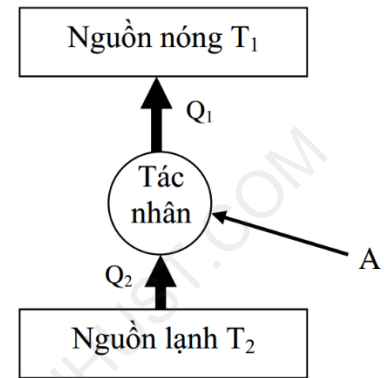
Công thực hiện trong cả chu trình: $A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1) \quad (1)$

Trong chu trình Carnot, nhiệt độ nguồn nóng T_2 ứng với điểm (V_2, p_2) , nhiệt độ nguồn lạnh T_1 ứng với điểm (V_1, p_1) . ($T_1 = p_1 V_1 / nR$ và $T_2 = p_2 V_2 / nR$).

Trong một chu trình tác nhân nhận nhiệt $p_2 V_2 \ln \frac{V_2'}{V_1'}$ (2)

Với hiệu suất: $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{p_2 V_2} \quad (3)$

Từ (2) và (3), suy ra công khí sinh ra trong một chu trình: $A' = \eta Q_1 = (p_2 V_2 - p_1 V_1) \ln \frac{V_2'}{V_1'} \quad (4)$



Giãn đẳng nhiệt thể tích tăng lên gấp đôi nên $\frac{V_2'}{V_1'} = 2$. Kết hợp (4) và (1) ta có:

$$\rightarrow \frac{A'}{A} = \frac{(p_2 V_2 - p_1 V_1) \ln \frac{V_2'}{V_1'}}{(p_1 - p_2)(V_2 - V_1)} = \frac{(2.50 - 1.25) \ln 2}{(2 - 1)(50 - 25)} \approx 2,1$$

PHẦN II. CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP TỰ LUẬN

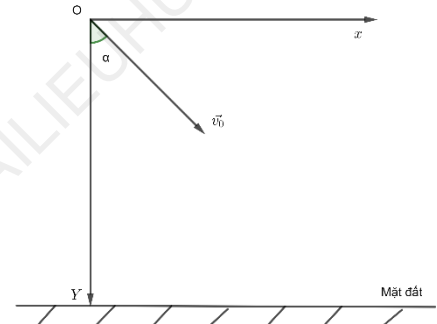
Câu 1.

1. Định nghĩa vecto gia tốc. Nêu đặc điểm và ý nghĩa của các vecto gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến
2. **Bài toán:** Từ đỉnh tháp có độ cao h , người ta ném một hòn đá xuống dưới đất với vận tốc ban đầu \vec{v}_0 theo phương hợp với phương thẳng đứng một góc α (hình vẽ)

a. Viết phương trình chuyển động của hòn đá trong hệ tọa độ vuông góc, với gốc tọa độ tại điểm bắt đầu ném (hình vẽ)

b. Cho $h = 30m$; $v_0 = 20m/s$; $\alpha = 60^\circ$; $g = 9,8m/s^2$. Tìm thời gian bay và tốc độ của hòn đá khi chạm đất.

c. Tìm gia tốc pháp tuyến tại điểm chạm đất. Bỏ qua lực cản của không khí



Lời giải

1. Lý thuyết

➤ *Định nghĩa vecto gia tốc:*

Vecto gia tốc là đại lượng vectơ biểu thị cho gia tốc. Gia tốc là đại lượng vật lý đặc trưng cho sự biến thiên nhanh hay chậm của vận tốc.

➤ *Gia tốc tiếp tuyến:*

Đặc điểm:

- Điểm đặt tại M
- Có phương trùng với tiếp tuyến của quỹ đạo tại M.
- Có chiều là chiều chuyển động khi v tăng và ngược lại khi v giảm.
- Có độ lớn bằng đạo hàm vận tốc theo thời gian $a_t = \frac{dv}{dt}$.

Ý nghĩa: Vecto gia tốc tiếp tuyến đặc trưng cho sự biến thiên của vecto vận tốc về độ lớn.

➤ *Gia tốc pháp tuyến:*

Đặc điểm:

- Điểm đặt tại M
- Có phương vuông góc với tiếp tuyến quỹ đạo tại M.
- Có chiều hướng vào tâm (hướng vào phía lõm của quỹ đạo).

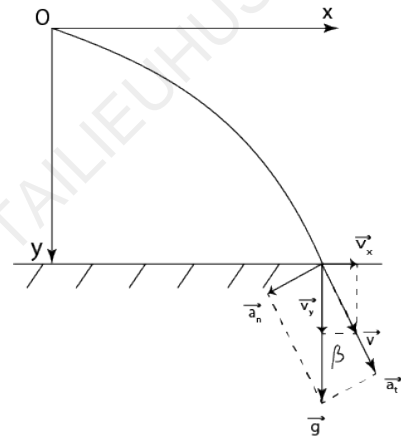
- Độ lớn bằng: $a_n = \frac{v^2}{R}$.

Ý nghĩa: Vectơ gia tốc pháp tuyến đặc trưng cho sự biến thiên về phương của vectơ vận tốc.

2. Bài toán:

a. Chọn hệ tọa độ như hình vẽ:
$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \\ y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \end{cases}$$

Với $\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \\ v_{0x} = v_0 \sin \alpha \\ v_{0y} = v_0 \cos \alpha \\ a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = v_0 \sin \alpha \cdot t \\ y = v_0 \cos \alpha \cdot t + \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$



b. Thời gian bay: $y = h \Rightarrow 4,9t^2 + 10t - 30 = 0 \Rightarrow t = 1,66s$

Tốc độ khi chạm đất $\begin{cases} v_x = v_0 \sin \alpha = 10\sqrt{3} \text{ m/s} \\ v_y = v_0 \cos \alpha + gt = 26,27 \text{ m/s} \end{cases} \Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 31,47 \text{ m/s}$

c. Ta có: $a_n = g \sin \beta = g \frac{v_x}{v} = 9,8 \frac{10\sqrt{3}}{31,47} = 5,39 \text{ m/s}^2$

Câu 2:

1. Trình bày các vấn đề sau:

- Hệ quy chiếu quán tính và nguyên lý tương đối Galileo.
- Hệ quy chiếu không quán tính và lực quán tính ly tâm.

2. Bài toán: Người ta chèo một con thuyền qua sông theo hướng vuông góc với bờ sông với vận tốc 7,2 km/h. Nước chảy đã mang con thuyền về phía xuôi dòng một khoảng 150m. Tìm:

- Vận tốc của dòng nước đối với bờ sông.
- Thời gian cần để thuyền qua được sông. Cho biết chiều rộng của sông bằng 0,5km.

Lời giải

1. Lý thuyết

a. Hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu mà trên hệ quy chiếu đó, các định luật quán tính của Newton được nghiệm đúng.

- Nguyên lý tương đối Galileo: Mọi hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính cũng là hệ quy chiếu quán tính hay các định luật Niuton được nghiệm đúng trong hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính.

Điều đó có nghĩa là: các phương trình động lực học trong các hệ quy chiếu quán tính có dạng như nhau, các phương trình cơ học bất biến đối với phép biến đổi Galileo.

b. Trong 1 hệ quy chiếu chuyển động có gia tốc so với 1 hệ quy chiếu quán tính, các định luật Niuton không được nghiệm đúng nữa là hệ quy chiếu không quán tính.

Lực quán tính ly tâm và lực quán tính xuất hiện trên 1 vật nằm yên trong hệ quy chiếu quay so với 1 hệ quy chiếu quán tính. Nó là hệ quả của trường gia tốc, xuất hiện trong hệ quy chiếu phi quán tính. Cũng có thể hiểu lực ly tâm là phản lực của lực hướng tâm tác động vào vật đang chuyển động theo một đường cong, để giữ cho vật nằm cân bằng trong hệ quy chiếu.

$$\vec{F} = -m \cdot \overline{a_{hr}}$$

Lực quán tính ly tâm có cùng độ lớn nhưng ngược chiều với lực hướng tâm.

2. Bài toán:

\vec{v}_0 là vận tốc thuyền so với nước

\vec{u} là vận tốc dòng nước

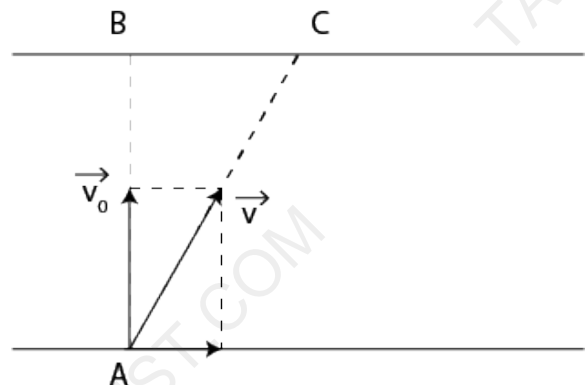
\vec{v} là vận tốc thuyền so với bờ

a. Ta có: $v_0 = 7.2 \text{ km/h} = 2 \text{ m/s}$

$$\tan \alpha = \frac{BC}{AB} = \frac{ut}{v_0 t} = \frac{u}{v_0}$$

$$\text{Mà } \frac{BC}{AB} = \frac{150}{500} = 0,3 \Rightarrow \frac{u}{v_0} = 0,3 \Rightarrow u = 0,3 \cdot v_0 = 0,6 (\text{m/s})$$

$$\text{b. Thời gian cần để qua sông: } t = \frac{AB}{v_0} = \frac{500}{2} = 250 (\text{s})$$



Câu 3:

1. Lý thuyết

a. Nêu định nghĩa động lượng, thiết lập các định lí về động lượng của chất điểm, ý nghĩa của động lượng và xung lượng của lực.

b. Trình bày định luật bảo toàn động lượng của hệ chất điểm cô lập và định luật bảo toàn động lượng theo một phương của hệ chất điểm.

2. Bài toán:

Hai hòn bi có khối lượng m_1 và $m_2 = \frac{m_1}{2}$ được treo bằng 2 sợi dây có cùng chiều dài $l = 6(\text{m})$ vào một điểm. Kéo lệch hòn bi m_1 cho đến khi dây treo nằm ngang rồi thả ra để nó va chạm vào bi m_2 . Sau va chạm hai hòn bi dính vào nhau và lên tới độ cao cực đại là? Biết $g = 9,8(\text{m/s}^2)$

Lời giải

1. Lý thuyết

a. Định nghĩa động lượng: Động lượng của một chất điểm là đại lượng vật lý được xác định bằng tích số giữa khối lượng và vận tốc của chất điểm đó.

Vectơ động lượng: $\vec{K} = m\vec{v}$

- Định lý 1: Theo định luật II Newton, ta có: $\vec{F} = m\vec{a}$.

$$\Leftrightarrow m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow \frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$$

Vậy: Đạo hàm động lượng của 1 chất điểm đối với thời gian có giá trị bằng lực (hay tổng hợp lực) tác dụng lên chất điểm đó. Biểu thức $\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$

- Định lý 2: Theo định lý I:

$$\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F} \Leftrightarrow d\vec{K} = \vec{F}dt \Leftrightarrow \int_{K_1}^{K_2} d\vec{K} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt \quad (= F \cdot \Delta t \text{ nếu } \vec{F} \text{ không đổi})$$

$$\Leftrightarrow \Delta\vec{K} = \vec{K}_2 - \vec{K}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$$

$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$ gọi là xung lượng của lực \vec{F} trong khoảng thời gian $t_1 \rightarrow t_2$.

Vậy: Độ biến thiên động lượng của 1 chất điểm trong một khoảng thời gian nào đó có giá trị bằng xung lượng của lực (hay tổng hợp lực) tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó. Biểu thức $\Delta\vec{K} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}dt$

- Ý nghĩa của động lượng:

+ Động lượng đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học và vận tốc cũng đặc trưng cho chuyển động về mặt động học.

+ Động lượng đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động.

- Ý nghĩa của xung lượng: $\Delta\vec{K} = \vec{F} \cdot \Delta t$.

+ Xung lượng của một lực trong khoảng thời gian Δt đặc trưng cho tác dụng của lực trong khoảng thời gian đó.

b. Định luật bảo toàn của hệ chuyển động cô lập và theo phương.

- Của hệ chất điểm (chuyển động)

Theo định lý 2 về động lượng ta có

$$\frac{d}{dt}(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n) = \vec{F} \text{ với } \vec{F} \text{ là tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên hệ.}$$

1. Xét hệ cô lập thì: $\vec{F} = \vec{0}$, tức là $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n = \text{const.}$

\Rightarrow tổng động lượng của 1 hệ cô lập là đại lượng không đổi (được bảo toàn)

2. Theo 1 phương của hệ chất điểm

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n = \text{const}$$

Khi đó: Hình chiếu của tổng động lượng của một hệ lên phương x đó là một đại lượng được bảo toàn.

2. Bài toán:

Đặt mốc thế năng tại vị trí cân bằng của hòn bi 1 trước va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: $0 + m_1gl = \frac{m_1v_1^2}{2} + 0 \Rightarrow v = \sqrt{2gl}$ (1)

Ngay sau va chạm cả hai hòn bi có cùng vận tốc v' . Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_1v = (m_1 + m_2)v' \Rightarrow v' = \frac{m_1v}{m_1 + m_2} = \frac{m_1v}{m_1 + \frac{m_1}{2}} = \frac{2}{3}v = \frac{2}{3}\sqrt{2gl} \quad (2)$$

Động năng của hệ hai hòn bi sau va chạm là: $W'_d = \frac{m_1v'^2}{2} + \frac{m_2v'^2}{2} = \frac{3}{4}m_1v'^2 = \frac{1}{3}m_1v^2 = \frac{2}{3}mgl$

Sau khi va chạm thì hai hòn bi dính vào nhau và tiếp tục chuyển động tròn của bị 1. Động năng của hệ hai hòn bi chuyển thành thế năng $W'_1 = (m_1 + m_2)gh = \frac{3}{2}m_1gh$

Của hai hòn bi ở độ cao tối đa h (mốc thế năng như trên)

$$W'_d = W'_1 \Leftrightarrow \frac{2}{3}m_1gl = \frac{3}{2}m_1gh \Rightarrow h = \frac{4}{9}l = 2,667(m)$$

Câu 4:

1. Trình bày các vấn đề sau:

- Hệ quy chiếu quán tính và nguyên lý tương đối Galileo
- Hệ quy chiếu không quán tính và lực quán tính ly tâm.

2. Bài toán:

Từ một đỉnh tháp A cao $h = 25\text{m}$ người ta ném một hòn đá lên phía trên theo phương hợp với phương nằm ngang một góc $\alpha = 30^\circ$ với tốc độ $v_0 = 15\text{m/s}$ (hình vẽ). Xác định:

- Quỹ đạo của hòn đá, chọn gốc tọa độ ở chân tháp.
- Tốc độ của hòn đá sau 2 giây kể từ khi ném.
- Thời gian để hòn đá rơi xuống đất và tầm ném xa tính từ chân tháp. Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$

Lời giải:

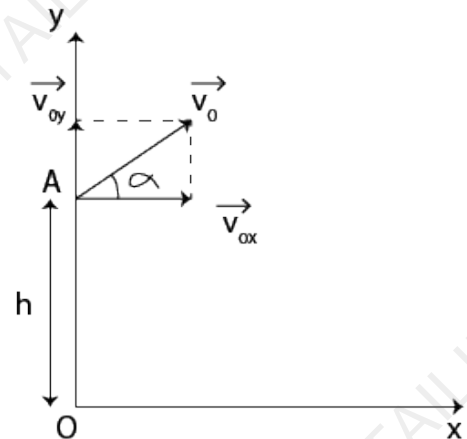
1. Lý thuyết: tương tự câu 2

2. Bài toán: Chọn gốc như hình vẽ

Ta có phương trình vận tốc:
$$\begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = V_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$

Phương trình chuyển động:
$$\begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2 + h \end{cases}$$

$$\Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$



a. Thay $t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$ vào y ta có: $y = h + x \tan \alpha - \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 \Leftrightarrow y = 25 + \frac{1}{\sqrt{3}}x - 0,029x^2$

Suy ra quỹ đạo là 1 nhánh parabol

b. Ta có $\begin{cases} v_x = 7,5\sqrt{3} \\ v_y = 7,5 - 9,8t \end{cases}$. Sau $t = 2\text{s}$ thì $\begin{cases} v_x = 7,5\sqrt{3}\text{m/s} \\ v_y = -12,1\text{m/s} \end{cases} \Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 17,75\text{m/s}$

c. Tìm thời gian chạm đất t ta giải phương trình $y=0$

$$\Leftrightarrow -4,9t^2 + 7,5t + 25 = 0 \Leftrightarrow t = 3,15\text{s}$$

$$\text{Tầm xa: } L = x(3,15) = 7,5 \cdot \sqrt{3} \cdot 3,15 = 40,92\text{m}$$

Câu 5:

➤ Lý thuyết

- Thiết lập các định lý về động lượng của chất điểm. Ý nghĩa của xung lượng của lực.
- Trình bày định luật bảo toàn động lượng của hệ chất điểm cô lập và định luật bảo toàn động lượng theo một phương của hệ chất điểm.

➤ Bài toán:

Một bì cát có khối lượng M được treo bằng một sợi dây mảnh không giãn. Bắn một viên đạn có khối lượng m theo phương ngang và có tốc độ v vào bì cát. Viên đạn bị mắc vào đó và bì cát được nâng lên đến độ cao h so với vị trí ban đầu. Tính tốc độ y theo các đại lượng m, M, h, g .

Lời giải:

1. Lý thuyết: tương tự câu 3

2. Bài toán

- Chọn mốc thế năng tại vị trí A, gọi v' là vận tốc của hệ bì-đạn ngay sau khi đạn xuyên vào
- Coi hệ bì-cát là hệ cô lập có: động lượng hệ trước khi va chạm là $K_1 = mv$ và động lượng hệ sau khi va chạm là $K_2 = (m + M)v'$

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $K_1 = K_2 \Rightarrow mv = (m + M)v' \quad (1)$

Cơ năng tại A (sau khi đạn xuyên vào bì): $W_A = \frac{1}{2} \cdot (m + M) \cdot (v')^2$

Cơ năng tại B: $W_B = (m + M)gh$

Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có: $W_A = W_B \Leftrightarrow (m + M)gh = \frac{1}{2}(m + M)v'^2 \Leftrightarrow v' = \sqrt{2gh} \quad (2)$

Từ (1): $v' = \frac{m \cdot v}{m + M}$ thay vào (2) ta được: $\frac{M \cdot v}{m + M} = \sqrt{2gh} \Leftrightarrow v = \frac{m + M}{m} \cdot \sqrt{2gh}$

Câu 6:

1. Nêu quan niệm về không gian và thời gian trong cơ học Newton. Phép biến đổi Galileo. Phát biểu nguyên lý tương đối Galileo

2. Bài toán: Một vật A có khối lượng m_A đặt trên mặt phẳng nghiêng một góc α nối với vật B có khối lượng m_B bằng một sợi dây mảnh không giãn vắt qua ròng rọc có khối lượng không đáng kể (hình vẽ). Hệ số ma sát giữa vật A và mặt phẳng nguyên là k . Bỏ qua ma sát của ròng rọc.

a. Tìm điều kiện của tỉ số $\frac{m_A}{m_B}$ để vật B đi lên

b. Tìm gia tốc của các vật và lực căng của dây khi đó.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

➤ Quan niệm về không gian và thời gian:

- Thời gian có tính chất tuyệt đối không phụ thuộc vào hệ quy chiếu

- Vị trí không gian có tính chất tương đối phụ thuộc vào hệ quy chiếu
- Khoảng không gian có tính chất tuyệt đối không phụ thuộc vào hệ quy chiếu

Chứng minh: Xét 2 hệ trục tọa độ Oxyz quy ước đứng yên, hệ O'x'y'z' chuyển động tịnh tiến đối với hệ Oxyz. Ta giả định O'x' luôn trượt dọc theo Ox, O'y' và O'z' song song và cùng chiều với Oy, Oz. Với mỗi hệ tọa độ ta gắn vào một đồng hồ để chỉ thời gian. Xét một điểm M có tọa độ không gian và thời gian trong hệ tọa độ Oxyz là t, x, y, z; trong hệ tọa độ O'x'y'z' là t', x', y', z'. Theo các quan điểm của Newton:

- Thời gian có tính tuyệt đối không phụ thuộc vào hệ quy chiếu: $t = t'$ (1)
- Vị trí của điểm M được xác định tùy theo hệ quy chiếu: $x = x' + OO'$; $y = y'$; $z = z'$ (2)

Như vậy: vị trí trong không gian có tính tương đối phụ thuộc vào hệ quy chiếu. Do đó: chuyển động có tính tương đối tùy thuộc vào hệ quy chiếu.

- Khoảng cách giữa hai điểm bất kì trong không gian là một đại lượng không phụ thuộc vào hệ quy chiếu. Khoảng cách 2 điểm A, B trong 2 hệ lần lượt là:

$$\begin{cases} l_o = x'_B - x'_A \\ l = x_B - x_A \end{cases} \text{ ta lại có } \begin{cases} x_A = \overline{O'O} + x'_A \\ x_B = \overline{O'O} + x'_B \end{cases} \Leftrightarrow x_B - x_A = x'_B - x'_A \Leftrightarrow l_o = l \text{ hay ta có thể nói không}$$

gian có tính tuyệt đối, không phụ thuộc vào hệ quy chiếu.

➤ Phép biến đổi Galileo:

Chúng ta xét một trường hợp riêng: chuyển động của hệ O' là chuyển động thẳng và đều. Nếu tại $t = 0$, O' trùng với O thì: $\overline{O'O} = Vt$

V là vận tốc chuyển động của hệ O'. Theo (1) và (2) ta có: $x = x' + Vt$; $y = y'$; $z = z'$; $t = t'$ (3)

Và ngược lại: $x = x' - Vt'$; $y = y'$; $z = z'$; $t = t'$ (4)

Các công thức (3) và (4) gọi là phép biến đổi Galileo: chúng cho ta cách chuyển các tọa độ không gian, thời gian từ hệ quy chiếu O' sang hệ quy chiếu O và ngược lại.

➤ Nguyên lý tương đối Galileo:

- + Phát biểu 1: Mọi hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với một hệ quy chiếu quán tính cũng là hệ quy chiếu quán tính.
- + Phát biểu 2: Các định luật Newton được nghiệm đúng trong hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính.
- + Phát biểu 3: Các phương trình động lực học trong các hệ quy chiếu quán tính có dạng như nhau.

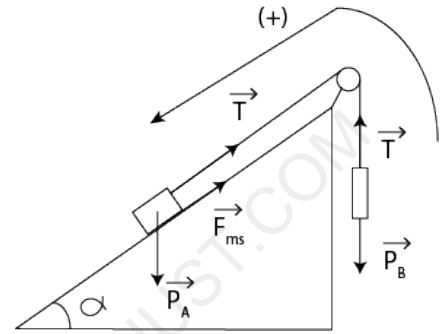
2. Bài toán:

Chọn chiều dương của hệ như hình vẽ.

Phương trình của định luật II Newton với các vật A B là:

$$\begin{cases} A: m_A g (\sin \alpha - k \cos \alpha) = T = m_A a \\ B: T - m_B g = m_B a \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_A g (\sin \alpha - k \cos \alpha) - m_B g = (m_A + m_B) a$$



a. Điều kiện để B đi lên là: $\Leftrightarrow (m_A + m_B) a > 0 \Leftrightarrow m_A \cdot g (\sin \alpha - k \cos \alpha) - m_B \cdot g > 0$

$$\Leftrightarrow m_A (\sin \alpha - k \cos \alpha) > m_B \text{ hay } \frac{m_B}{m_A} < \sin \alpha - k \cos \alpha$$

b. Khi đó ta có:

$$\begin{cases} a = \frac{m_A (\sin \alpha - k \cos \alpha) - m_B}{m_A + m_B} \cdot g \\ T = m_B \cdot (g + a) = \frac{m_A m_B \cdot (\sin \alpha - k \cos \alpha + 1)}{m_A + m_B} \cdot g \end{cases}$$

Câu 7:

- Nêu quan niệm về không gian và thời gian trong cơ học Newton. Phép biến đổi Galileo. Phát biểu nguyên lý tương đối Galileo
- Bài toán:** Một người đang chạy với tốc độ $v = 2 \text{ m/s}$ thì ném tới trước một hòn đá với tốc độ so với người là $v_0 = 5 \text{ m/s}$. Bỏ qua mọi ma sát và chiều cao của người.

- Tìm góc nghiêng α của vận tốc hòn đá so với người để hòn đá có tầm bay xa cực đại.
- Tính tốc độ v' của hòn đá so với mặt đất trong trường hợp câu a

Lời giải

1. Lý thuyết: như câu 6

2. Bài tập:

a. Ta có $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}$ (1)

Để hòn đá có tầm bay xa nhất thì \vec{v} phải hợp với phương ngang góc 45° nên $v'_x = v'_y$.

Chiếu (1) lên 2 phương Ox và Oy: $v_0 \cos \alpha + v = v_0 \sin \alpha$

$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha + v = v_0 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \Rightarrow 2v_0^2 \cos^2 \alpha + 2v v_0 \cos \alpha + v^2 - v_0^2 = 0$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{2} \left[-\frac{v}{v_0} + \sqrt{2 - \left(\frac{v}{v_0} \right)^2} \right] \quad (2)$$

Thay số ta được $\cos \alpha = 0,478 \Rightarrow \alpha = (61,45)^\circ$.

b) Ta có $v'^2 = v_0^2 + v^2 + 2vv_0 \cos \alpha$

Thay (2) vào biểu thức trên, ta tìm được: $v'^2 = v_0^2 + v\sqrt{2v_0^2 - v^2}$ Thay số được $v' = 6,2 \text{ m/s}$

Câu 8:

1. Trình bày định lý về mômen động lượng của một chất điểm và của một hệ chất điểm đối với gốc tọa độ. Định luật bảo toàn mômen động lượng của chất điểm và hệ chất điểm.

2. Bài toán:

Từ một đỉnh tháp có độ cao h người ta ném một hòn đá có khối lượng m lên phía trên với vận tốc v_0 theo phương hợp với phương ngang một góc α . Tìm mô men ngoại lực và mô men động lượng của hòn đá đối với gốc O ở thời điểm t (gốc O chọn tại vị trí chân của tháp).

Lời giải:

1. Lý thuyết:

+ Định lý về momen động lượng của một chất điểm đối với gốc tọa độ: Đạo hàm theo thời gian của momen động lượng đối với O của một chất điểm chuyển động bằng tổng

momen đối với O của các lực tác dụng lên chất điểm. Biểu thức: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}/o(\vec{F})$.

+ Định lý về momen động lượng của một hệ chất điểm đối với gốc tọa độ: Đạo hàm theo thời gian của momen động lượng của một hệ bằng tổng momen các ngoại lực tác dụng

lên hệ. Biểu thức: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \sum_i \vec{M}/o(\vec{F}) = \vec{M}$

+ Định luật bảo toàn:

- Đối với chất điểm: Trong trường hợp chất điểm chuyển động luôn luôn chịu tác dụng của một lực xuyên tâm \vec{F} luôn đi qua tâm O cố định. Thì momen động lượng của chất điểm là một đại lượng bảo toàn. Biểu thức: $\vec{M}/o(\vec{F}) = 0 \Leftrightarrow \vec{L} = \text{const}$

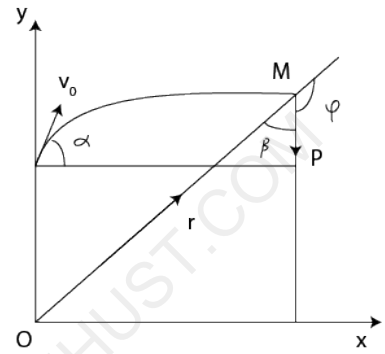
- Đối với hệ chất điểm: Hệ chất điểm cô lập hoặc chịu tác dụng của các ngoại lực sao cho tổng momen các ngoại lực ấy đối với điểm gốc O bằng 0, thì tổng momen động lượng của hệ là một đại lượng bảo toàn.

2. Bài toán:

- Ngoại lực tác dụng vào hòn đá chỉ có trọng lực

Phương trình vận tốc của hòn đá:
$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$$

Phương trình chuyển động của hòn đá:
$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha t \\ y = h + v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$



Momen của ngoại lực: $M_{(\vec{P}/O)} = \vec{r} \wedge \vec{P} = |\vec{r}| \cdot |\vec{P}| \cdot \sin(\vec{r}, \vec{P}) = r \cdot mg \cdot \sin(\text{OMA}) = r \cdot mg \cdot \frac{x_M}{r}$

$\Leftrightarrow M_{(\vec{P}/O)} = mgv_0 t \cos \alpha$

Momen động lượng: $\frac{dL}{dt} = M_{(\vec{P}/O)} \Rightarrow L = \int mgv_0 t \cdot \cos \alpha \cdot dt + C = \frac{1}{2}mgv_0 t^2 \cdot \cos \alpha + C$

Tại $t = 0$; $L = mv_0 \cdot h \cdot \sin \beta = mv_0 h \cos \alpha \Rightarrow L = \frac{1}{2}mgv_0 t^2 \cos \alpha + mv_0 h \cos \alpha$

Câu 9:

1. Tính công của lực hấp dẫn khi một vật có khối lượng m chuyển động trong trường hấp dẫn gây bởi một vật có khối lượng M từ vị trí \vec{r}_1 đến vị trí \vec{r}_2 (Xem các vật như chất điểm, có vẽ hình). Từ đó suy ra biểu thức tính thế năng của chất điểm trong trường hấp dẫn.

2. Bài toán:

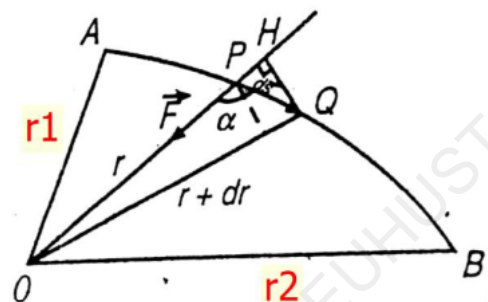
Tính thế năng hấp dẫn của một vật m cách Trái đất (có khối lượng M) một khoảng I tính từ tâm trái đất. Từ đó tính thế năng của vật có khối lượng m khi vật m cách bề mặt trái đất một khoảng $h \ll R$, lấy mốc thế năng tại mặt đất bằng không.

Lời giải:**1. Lý thuyết:**

Công của lực \vec{F} trong chuyển dời vi phân $d\vec{s} = \overrightarrow{PQ}$
mà $dA = \vec{F} \cdot \overrightarrow{PQ} = F \cdot \overrightarrow{PQ} \cdot \cos \alpha$

Nếu ta vẽ $QH \perp OP$ thì ta có $\overrightarrow{PQ} \cdot \cos \alpha = -\overrightarrow{PH}$.

Nhưng vì \overrightarrow{PQ} là một chuyển dời vi phân nên ta đặt $\overrightarrow{OP} = r \rightarrow \overrightarrow{OH} \approx \overrightarrow{OQ} = r + dr$ mà $\overrightarrow{PH} = \overrightarrow{OH} - \overrightarrow{OP} = r + dr - r = dr$ Thay tất cả vào ta có $dA = -F \cdot dr$.



Công của lực \vec{F} trong chuyển dời của (m) từ vị trí \vec{r}_1 đến vị trí \vec{r}_2 trong trường hấp dẫn

$$M \text{ là: } A = -\int_{r_1}^{r_2} F dr = -\int_{r_1}^{r_2} G \frac{Mm}{r^2} dr = G.M \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right).$$

Dựa vào công thức bên ta thấy công của lực hấp dẫn \vec{F} không phụ thuộc đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối.

$$+ \text{ Ta có } A = G M m \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = W_t(r_1) - W_t(r_2) = \left(-G \cdot \frac{Mm}{r_1} + C \right) - \left(-G \cdot \frac{Mm}{r_2} + C \right)$$

- Tổng quát: Thế năng của (m) tại vị trí cách O một khoảng r là: $W_t(r) = -G \cdot \frac{Mm}{r} + C$ với C là hằng số tùy chọn. Đặc biệt $W_t(\infty) = C$.

2. Bài toán:

+ Thế năng của một vật m cách Trái đất (M) một khoảng r tính từ tâm trái đất:

$$W(r) = -\frac{GMm}{r} + C$$

+ Lấy mốc thế năng là mặt đất, biểu thức tính thế năng của chất điểm trong trường hấp dẫn của trái đất là $W = \frac{GMm(r-R)}{rR}$

+ Khi $r = R + h (h \ll R)$, ta có: $r - R = h$ và $rR \approx R^2 \Rightarrow W = \frac{GMm}{R^2} h = mg_0 h$ với

$$g_0 = \frac{GM}{R^2} \approx 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ là gia tốc trọng trường trên mặt đất.}$$

Câu 10:

1. Xét chuyển động của viên đạn trong trường hấp dẫn của trái đất. Tính vận tốc vũ trụ cấp I và cấp II

2. **Bài toán:** Một vật nhỏ trượt không ma sát từ đỉnh một bán cầu xuống dưới đất. Cho bán kính $R = 3 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$. Bỏ qua lực cản của không khí.

a. Từ độ cao nào so với mặt đất vật bắt đầu rời khỏi bán cầu.

b. Tìm tốc độ của vật khi bắt đầu rời khỏi bán cầu và tại mặt đất.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

➤ Chuyển động trong trường hấp dẫn của trái đất

- Sự phụ thuộc của G theo độ cao:

Ta có: $F_{hd} = P \Rightarrow G \cdot \frac{Mm}{r^2} = mg \Rightarrow g = G \cdot \frac{M}{r^2} = G \cdot \frac{M}{(R+h)^2} = G \cdot \frac{M}{R^2 \left(\frac{R+h}{R} \right)^2}$

$$\Rightarrow g = g_0 \left(\frac{R+h}{R} \right)^{-2} = g_0 \left(1 + \frac{h}{R} \right)^{-2} \Rightarrow g = g_0 \left(r - \frac{2h}{R} \right)$$

- Các vận tốc vũ trụ:

Từ 1 điểm A gần mặt đất, người ra bắn 1 vật m với v_0 có thể xảy ra các trường hợp sau:

+ v_0 nhỏ thì viên đạn rơi xuống đất

+ Nếu v_0 đủ lớn thì viên đạn có thể không rơi xuống mặt đất và chuyển động tròn xung quanh trái đất hoặc theo quỹ đạo elip.

+ Nếu v_0 lớn hơn nữa thì vật có thể chuyển động ra xa trái đất

Chú ý:

+ Giá trị vận tốc nhỏ nhất để viên đạn bắt đầu chuyển động tròn xung quanh trái đất được gọi là vận tốc vũ trụ cấp 1

+ Giá trị vận tốc để vật bắt đầu chuyển động ra xa trái đất được gọi là vận tốc vũ trụ cấp 2

➤ Tính vận tốc vũ trụ cấp 1: $a_n = \frac{v_y^2}{R} = g_0 \Rightarrow v_y \approx \sqrt{g_0 R}$

➤ Tính vận tốc vũ trụ cấp 2: $W_{matdat} = W_\infty$

$$\Rightarrow \frac{mv_\infty^2}{2} + \left(-G \frac{Mm}{R} \right) = \frac{mv_\infty^2}{2} + \left(-G \frac{Mm}{\infty} \right)$$

Điều kiện để vật ra xa vô cùng: $v_\infty \geq 0$

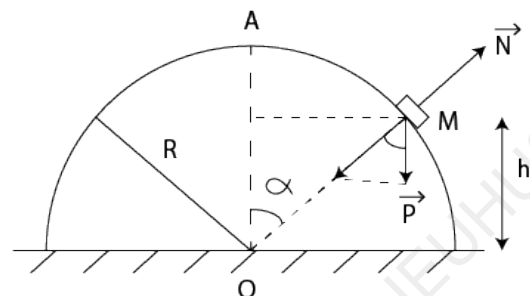
$$\Rightarrow \frac{mv_{II}^2}{2} + \left(-G \frac{Mm}{R} \right) \geq 0 \Rightarrow v_{II} \geq \sqrt{\frac{2G.MR}{R^2}} = \sqrt{2g_0 R} = \sqrt{2}v_I$$

2. Bài toán:

a. Chọn mốc thế năng tại mặt đất. Xét tại vị trí B

Áp dụng định lý II Newton ta có: $\vec{F} = \vec{P} + \vec{N}$,
chiếu lên phương hướng tâm, chiều dương
hướng vào tâm ta có:

$$F_{ht} = P \cos \alpha - N = ma_{ht} = m \cdot \frac{v_B^2}{R}$$



$$\text{Vật rời khỏi bán cầu khi } N = 0 \Rightarrow mg \cos \alpha = m \cdot \frac{v_B^2}{R} \Leftrightarrow g \cdot \frac{h}{R} = \frac{v_B^2}{R} \Leftrightarrow v_B^2 = gh$$

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng tại A và B

$$mgR = mgh + \frac{1}{2}mv_B^2 \Leftrightarrow mgR = \frac{3}{2}mgh \Leftrightarrow h = \frac{2}{3}R = 2m$$

Vậy tại độ cao 2m so với mặt đất vật bắt đầu rời bán cầu.

$$\text{b. Vận tốc khi rời bán cầu: } v_B = \sqrt{gh} = \sqrt{10 \cdot 2} = 4,47 \text{ m/s}$$

- Tốc độ khi chạm đất: Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có

$$W_A = W_d \Leftrightarrow MgR = \frac{1}{2}mv_d^2 \Leftrightarrow v_d = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3} = 7,75 \text{ m/s}$$

Câu 11:

1. Tìm biểu thức động năng của chất điểm. Trình bày định lý về động năng của chất điểm.

2. Bài toán:

Một vệ tinh có khối lượng $m = 150 \text{ kg}$ chuyển động trên quỹ đạo tròn có bán kính $R = 7300 \text{ km}$ đối với tâm Trái Đất. Tính động năng, cơ năng và tốc độ của vệ tinh trên quỹ đạo. Cho biết $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$. Khối lượng Trái Đất $M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. Bỏ qua lực cản của không khí.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

- Định nghĩa: Động năng là phần cơ năng tương ứng với chuyển động của các vật. Là đại lượng thể hiện mối phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của vật thể do công của ngoại lực tác dụng.

$$\text{- Biểu thức: Có } d\vec{A} = \vec{F} \cdot d\vec{s} \Rightarrow A = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$\text{Mà } \vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow A = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{s}}{dt} \cdot d\vec{v} = \int_{(1)}^{(2)} m \vec{v} \cdot d\vec{v} = \int_1^2 m d\left(\frac{\vec{v}^2}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow A = \int_{(1)}^{(2)} d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \int_{(v_1)}^{(v_2)} d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow W_d = mv^2 / 2$$

- Định lý: độ biến thiên động năng của 1 chất điểm trong 1 quãng đường nào đó bằng công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm sinh ra từ quãng đường đó. Biểu thức:

$$A = W_{d2} - W_{d1}$$

2. Bài tập:

Thế năng của vệ tinh trong trường hấp dẫn của trái đất là: $W_t(r) = -G \cdot \frac{Mm}{R}$

(mốc thế năng tại vô cực)

Thế năng của vệ tinh: $W_t = -G \cdot \frac{Mm}{R} + m \cdot g_0 \cdot R_{td} = mg_0 \left(R_{td} - \frac{R_{td}^2}{R} \right)$

$$= mg_0 \cdot R_{td} \cdot \left(1 - \frac{R_{td}}{R} \right) = 150.9,8.6400.10^5 \left(1 - \frac{6400}{730} \right) = 1,16.10^9 \text{ J}$$

- Vệ tinh chuyển động tròn, lực hấp dẫn của trái đất đóng vai trò là lực hướng tâm

$$F_{hd} = F_{ht} \Rightarrow G \cdot \frac{Mm}{R^2} = m \cdot \frac{V^2}{R} \Rightarrow W_d = \frac{1}{2} G \cdot \frac{Mm}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow W_d = \frac{-1}{2} U \text{ với } U = -G \cdot \frac{Mm}{R}$$

$$\text{Thay số ta có: } U = -G \cdot \frac{Mm}{R} = -8,2.10^9 \text{ J} \Rightarrow W_d = 4,1.10^9 \text{ J}$$

$$\text{- Cơ năng của vệ tinh: } W = W_d + U = \frac{1}{2} U = -4,1.10^9 \text{ J}$$

$$\text{- Tốc độ của vệ tinh: } v = \sqrt{\frac{2W_d}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,1 \cdot 10^9}{150}} = 7412 \text{ m/s}$$

Câu 12:

1. Nêu các đặc điểm động học của chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay quanh một trục cố định của vật rắn.
2. **Bài toán:** Một cột đồng chất có chiều cao $h = 5\text{m}$ đang dựng thẳng đứng thì bị đổ quay quanh chân của nó xuống mặt phẳng nằm ngang. Xác định:

a. Vận tốc dài của đỉnh cột khi chạm đất.

b. Vị trí của điểm M trên cột sao cho khi M chạm đất thì vận tốc của nó đúng bằng vận tốc chạm đất của một vật thả tự do từ vị trí M . (cho $g = 9.8\text{m/s}^2$)

Lời giải:**1. Lý thuyết:**

➤ Đặc điểm động học của chuyển động tịnh tiến

- Khi vật rắn chuyển động tịnh tiến, mọi điểm của vật rắn có quỹ đạo giống nhau.
- Tại mỗi thời điểm, mọi điểm của vật rắn đều có cùng vận tốc và gia tốc
- Gọi \vec{a} là gia tốc chung cho các điểm của vật rắn m_1, m_2, \dots, m_n chịu sự tác dụng của $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ song song và cùng chiều. Khi đó ta có: $m_1 \vec{a} = \vec{F}_1; m_2 \vec{a} = \vec{F}_2; \dots; m_n \vec{a} = \vec{F}_n$

⇒ Khi nghiên cứu chuyển động tịnh tiến của 1 vật rắn, ta chỉ cần nghiên cứu chất điểm bất kì là được và người ta thường chọn khối tâm.

➤ Chuyển động quay quanh một trục cố định của vật rắn

- Do khoảng cách giữa các chất điểm của vật rắn không thay đổi nên mọi chất điểm đều chuyển động tròn và có tâm quay ở trên cùng 1 trục quay.

- Trong cùng 1 khoảng thời gian, mọi điểm trên vật rắn cùng quay được 1 góc.

- Tại cùng thời điểm, mọi chất điểm có cùng ϖ, β với $\omega = \frac{d\theta}{dt}; \beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

- Tại thời điểm t , vectơ vận tốc dài \vec{v} và \vec{a}_t của chất điểm cách trục quay 1 khoảng r , được xác định bởi công thức:

$$\vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{r};$$

$$\vec{a} = \vec{\beta} \wedge \vec{r}$$

2. Bài toán:

- Mốc thế năng tại mặt đất, thế năng của cột tính tại khối tâm của cột: $W_t = \frac{1}{2} mgh$

Khi rơi xuống, cột có động năng quay $W_d = \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{6} mh^2\omega^2$

Áp dụng định lý bảo toàn cơ năng

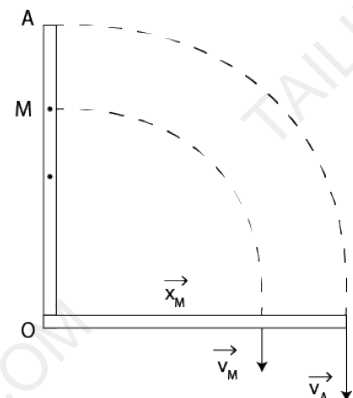
$$W_t = W_d \Leftrightarrow \frac{1}{2} mgh = \frac{1}{6} mh^2\omega^2 \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{3g}{h}}$$

Vận tốc đỉnh cột khi chạm đất: $v = \omega h = \sqrt{3gh} = 12,12 \text{ m/s}$

Vật thả rơi tự do tại M thì vận tốc chạm đất là: $v'_M = \sqrt{2gx_M}$

Khi cột chạm đất: $v'_M = \omega x_M = x_M \sqrt{\frac{3g}{h}}$

$$\text{Vì } v_M = v'_M \Leftrightarrow \sqrt{2gx_M} = x_M \sqrt{\frac{3g}{h}} \Leftrightarrow x_M = \frac{2}{3} h \approx 3,33 \text{ m}$$



Câu 13:

1. Thiết lập phương trình cơ bản của vật rắn quay xung quanh một trục cố định. Nêu ý nghĩa của các đại lượng trong phương trình đó. Nêu đặc điểm của momen quán tính.

2. **Bài toán:** Một vật $m = 1 \text{ kg}$ được nối với một đầu dây cuốn vào một trụ đặc và được thả rơi xuống như hình vẽ. Trụ có bán kính $R = 10 \text{ cm}$ và có khối lượng $M = 6 \text{ kg}$. Bỏ qua lực ma sát và khối lượng của dây.

a. Tìm độ lớn gia tốc dài của vật m và lực căng của dây. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$.

b. Tìm công thức hiện bởi lực căng của dây khi trụ quay được một góc $\frac{\pi}{4}$ (kể từ lúc bắt đầu thả vật)

Lời giải:

1. Lý thuyết:

➤ Phương trình cơ bản của vật rắn quay xung quanh một trục cố định: $\vec{M} = I\vec{\beta}$

Gọi M_i là một chất điểm bất kỳ của vật rắn, cách trục một khoảng r_i ứng với bán kính vecto $\vec{OM}_i = \vec{r}_i$ có khối lượng m_i và chịu tác dụng của ngoại lực tiếp tuyến \vec{F}_{ti} . Chất điểm M_i sẽ chuyển động với vecto gia tốc tiếp tuyến \vec{a}_{ti} cho bởi: $m_i \vec{a}_{ti} = \vec{F}_{ti}$

Nhân có hướng hai vế với vecto bán kính \vec{r}_i ta được: $m_i \vec{a}_{ti} \wedge \vec{r}_i = \vec{F}_{ti} \wedge \vec{r}_i$ mà $m_i \vec{a}_{ti} \wedge \vec{r}_i = \vec{\mathcal{M}}_i$ (do $\vec{\mathcal{M}}_i = \vec{F}_{ti} \wedge \vec{r}_i$)

Lại có $\vec{a}_{ti} \wedge \vec{r}_i = (\vec{r}_i, \vec{r}_i) \cdot \vec{\beta} - (\vec{r}_i \cdot \vec{\beta}) \vec{r}_i = r_i^2 \cdot \vec{\beta} - 0$ ($\vec{r}_i \perp \vec{\beta} \rightarrow \vec{r}_i \cdot \vec{\beta} = 0$)

$\Rightarrow m_i r_i^2 \cdot \vec{\beta} = \vec{\mathcal{M}}_i$. Tính với hệ vật rắn ta có $\left(\sum_i m_i r_i^2 \right) \cdot \vec{\beta} = \sum_i \vec{\mathcal{M}}_i$

$\begin{cases} I = \sum_i m_i \cdot r_i^2 \\ \vec{\mathcal{M}} = \sum_i \vec{\mathcal{M}}_i \end{cases} \Rightarrow I \cdot \vec{\beta} = \vec{\mathcal{M}}(1)$. Phương trình (1) được gọi là phương trình cơ bản của chuyển

động quay của vật rắn xung quanh một trục.

Với: I là momen quán tính của vật rắn đối với trục Δ .

$\vec{\mathcal{M}}$ là tổng hợp momen của các ngoại lực tác dụng lên vật rắn.

$\vec{\beta}$ là gia tốc góc.

➤ Đặc điểm của momen quán tính

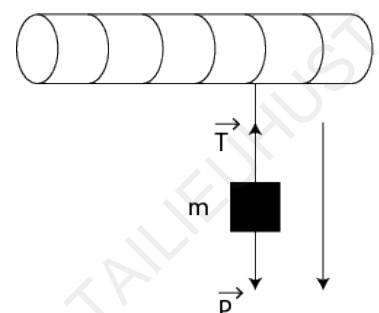
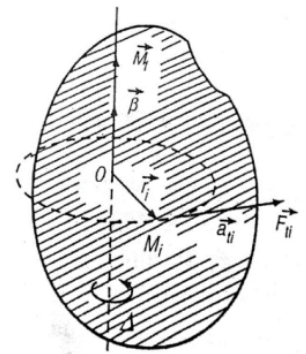
- Là đại lượng vật lý đặc trưng cho tính bảo toàn trạng thái của hệ trong chuyển động quay

- Momen quán tính phụ thuộc vào khối lượng của các thành phần trong hệ và khoảng cách giữa các thành phần trong hệ đến trục quay.

2. Bài toán:

a. Phương trình định luật II Newton cho vật: $P - T = ma$

Phương trình momen lực: $M_T = T.R = I\beta = I \frac{a}{R}$



Từ đó ta có hệ:
$$\begin{cases} mg - T = ma \\ TR = \frac{1}{2}MR^2 \cdot \frac{a}{R} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T + a = 9,8 \\ T = 3a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = 7,35 \text{ N} \\ a = 2,45 \text{ m/s}^2 \end{cases}$$

b. Khi trụ quay được 1 góc $\frac{\pi}{4} \Rightarrow S = R \cdot \varphi = 0,025\pi(\text{rad})$

Công của lực căng dây $A = T \cdot S = 0,58 \text{ J}$

Câu 14:

- Thiết lập biểu thức tính công của ngoại lực trong chuyển động quay của vật rắn xung quanh một trục cố định. Suy ra định lý về động năng của vật rắn trong chuyển động quay.
- Bài toán:** Một vô lăng dạng đĩa tròn đồng tính có khối lượng $m = 40 \text{ kg}$, bán kính $R = 0,5 \text{ m}$ đang quay xung quanh trục đi qua tâm và vuông góc với mặt đĩa với tốc độ góc $n = 240$ vòng/ phút. Tác dụng lên vô lăng một lực hãm. Tìm độ lớn của mômen hãm trung bình trong các trường hợp:

- Vô lăng dừng lại trong 40s.
- Vô lăng dừng lại sau khi quay được 5 vòng kể từ khi tác dụng lực hãm.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

➤ *Thiết lập biểu thức:*

- Trong trường hợp một vật rắn quay xung quanh một trục Δ các lực tác dụng đều là lực tiếp tuyến. Công vi phân của một lực tiếp tuyến \vec{F}_t cho bởi: $dA = \vec{F}_t \cdot d\vec{s}$. Xong lại có $d\vec{s} = r \cdot d\alpha$ với $d\alpha$ là góc quay ứng với chuyển dời $d\vec{s}$, vậy $dA = r \cdot \vec{F}_t \cdot d\alpha$.

Theo định nghĩa ta có $r \cdot \vec{F}_t = \mathfrak{M}$ là momen của lực \vec{F}_t đối với trục quay Δ , do đó $dA = \mathfrak{M} \cdot d\alpha$

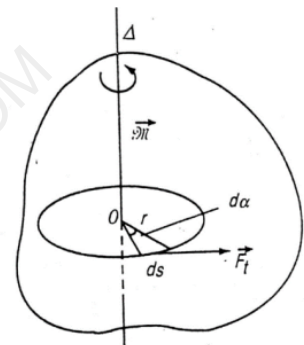
Tích phân hai vế trong một khoảng thời gian hữu hạn, trong đó vận tốc góc ω biến thiên từ ω_1 đến ω_2 ta được công toàn phần của ngoại lực tác dụng lên vật rắn quay từ vị trí 1

(ứng với ω_1) đến vị trí 2 (ứng với ω_2) là: $A = \frac{I \cdot \omega_2^2}{2} - \frac{I \cdot \omega_1^2}{2}$.

+ Suy ra động năng của vật rắn quay có biểu thức là: $W_d = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$

➤ *Định lý động năng của vật rắn trong chuyển động quay:*

Động năng của vật rắn quay bằng nửa tích của momen quán tính của vật rắn và bình phương vận tốc góc của vật rắn xung quanh một trục cố định.



2. Bài tập:

a. Áp dụng định lý về momen động lượng: $\Delta L = \vec{M} \Delta t$

$$\Rightarrow \vec{M} = 0 - \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{2\pi n}{60} \cdot \frac{1}{\Delta t} = -\pi(N/m)$$

b. Áp dụng định lý động năng của 1 vật rắn quay ta có: $A = \Delta W_d = 0 - \frac{I\omega^2}{2} = M \cdot \Delta \theta$

$$\Rightarrow M = \frac{I\omega^2}{2} \cdot \frac{1}{2\pi n_1} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{mR^2}{2} \cdot \left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2 \cdot \frac{1}{2\pi \cdot 5} = -16\pi(Nm)$$

Câu 15:

1. Thiết lập phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo dưới tác dụng của lực cản có độ lớn tỷ lệ với tốc độ. Tìm công thức tính giảm lượng loga của dao động tắt dần.

2. **Bài toán:** Một con lắc 10 xo dao động tắt dần với biên độ ban đầu $A_0 = 12\text{cm}$. Sau 2,4 phút biên độ của nó giảm còn 6cm.

a. Tìm hệ số tắt dần.

b. Sau bao lâu biên độ chỉ còn 2cm.

Lời giải:**1. Lý thuyết**

Các lực tác dụng lên vật:
$$\begin{cases} \vec{F}_{kv} = -k\vec{x} \\ \vec{F}_c = -r\vec{v} \end{cases}$$

Áp dụng định luật II Newton ta có: $\vec{F}_{kv} + \vec{F}_c = m\vec{a}$, chiếu lên chiều dương: $-kx - rv = ma$

$$\text{hay } m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r \frac{dx}{dt} \Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m} \cdot \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0.$$

$$\text{Đặt } \frac{k}{m} = \omega_0^2 \text{ hay } \frac{r}{m} = 2\beta \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0.$$

Nghiệm của phương trình trên có dạng: $x = A_n e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$ đó là phương trình dao động tắt dần với $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$.

Giảm lượng loga: loga tự nhiên của số 2 biên độ dao động liên tiếp cách nhau 1 chu kỳ T .

$$\text{Đặt } A = A_0 \cdot e^{-\beta t}$$

$$\Rightarrow \text{Giảm lượng loga: } \delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln \frac{A_0 \cdot e^{-\beta t}}{A_0 \cdot e^{-\beta(t+T)}} = \ln e^{\beta T} \Rightarrow \delta = \beta T.$$

2. Bài tập

a. Biên độ dao động tắt dần có $A = A_{10} \cdot e^{-\beta t}$

Sau $t = 144s$, biên độ giảm từ 12cm xuống còn 6cm, thay vào công thức trên ta có:

$$6 = 12 \cdot e^{-\beta \cdot 144} \Rightarrow \beta = 4,8 \cdot 10^{-3} s^{-1}$$

b. Biên độ giảm còn 2cm. Thay vào công thức trên ta có: $2 = 12 \cdot e^{-4,8 \cdot 10^{-3} t_2} \Rightarrow t_2 = 373(s)$

Câu 16:

1. Trình bày:

a. Khái niệm hệ nhiệt động và khí lý tưởng.

b. Thiết lập phương trình trạng thái khí lý tưởng cho 1 mol khí và một khối khí có khối lượng bất kỳ (có hình vẽ minh họa).

2. Bài toán:

Trong một ngày trời lạnh ở nhiệt độ $15^\circ C$, thể tích và áp suất của khí bên trong một lốp xe ô tô đo được lần lượt là $15dm^3$ và $1,70 at$. Sau đó, khi xe chạy trên đường cao tốc, nhiệt độ khí bên trong lốp đo được là $45^\circ C$ và thể tích cũng tăng lên thành $15,9dm^3$. Coi khí bên trong lốp xe là khí lý tưởng, tính áp suất lốp xe khi đó.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

a. Hệ nhiệt động là một hệ cấu tạo bởi 1 số lớn các hạt (phân tử, nguyên tử, ...) các hạt này luôn chuyển động hỗn độn không ngừng và không ngừng trao đổi với nhau khi tương tác.

- Khí lý tưởng là khí tuân theo hoàn toàn chính xác 2 định luật thực nghiệm là Boyle-Mariotte và Gay Lussac, ...

+ Hệ khí bỏ qua tương tác giữa các phân tử

+ Hệ khí bỏ qua kích thước của các phân tử (các phân tử được coi là chất điểm)

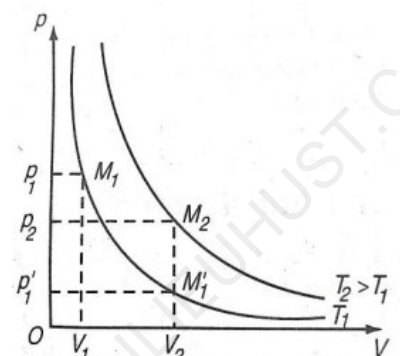
b. Thiết lập phương trình trạng thái của khí lý tưởng

- Xét quá trình biến đổi một khối khí xác định từ trạng thái (p_1, V_1, T_1) sang trạng thái (p_2, V_2, T_2)

Giả sử có 1 mol khí

- Xét quá trình đẳng nhiệt $M_1 M'_1$ có $p_1 V_1 = p'_1 V_2 \Leftrightarrow p'_1 = p_1 \frac{V_1}{V_2}$ (1)

- Xét quá trình đẳng tích $M_2 M'_1$ có $\frac{p'_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Leftrightarrow p'_1 = T_1 \frac{p_2}{T_2}$ (2)



Từ (1) và (2) ta có: $p_1 \frac{V_1}{V_2} = T_1 \frac{p_2}{T_2} \Leftrightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

$\Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{const}$ là phương trình trạng thái khí lý tưởng

- Như vậy đối với 1 mol khí lý tưởng $\frac{pV}{T} = R$ (R là hằng số không đổi) $\Leftrightarrow pV = RT$

Đối với một khối khí bất kỳ có khối lượng m : $v = \frac{m}{\mu}$ (V là thể tích 1 mol khí)

Khi đó phương trình trạng thái khí trở thành: $pV = \frac{m}{\mu} RT$

2. Bài tập:

Áp dụng phương trình trạng thái của khí lý tưởng ta có: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Leftrightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{V_2}$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{1,7 \cdot 15}{288} \cdot \frac{318}{15,9} = 1,77 \text{ at}$$

Câu 17:

1. Trình bày

- Nội dung cơ bản của thuyết động học phân tử khí lý tưởng.
- Viết phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử và phương trình trạng thái của khí lý tưởng.

2. Bài toán:

Một bình dung tích $V = 5l$ ở áp suất $p = 8 \text{ atm}$ chứa 2 mol khí Oxy (O_2). Biết khối lượng phân tử của O_2 là $\mu = 32 \text{ g/mol}$, tính:

- Động năng chuyển động tịnh tiến trung bình của một phân tử khí O_2 .
- Trung bình của bình phương vận tốc một phân tử khí O_2 .

Cho biết $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ P}$, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Lời giải:

1. Lý thuyết:

- Nội dung cơ bản của thuyết động học phân tử khí lý tưởng
- Các chất khí có cấu tạo gián đoạn và gồm một số rất lớn phân tử

- Các phân tử chuyển động hỗn loạn không ngừng. Khi chuyển động chúng va chạm vào nhau và va chạm vào thành bình
- Cường độ chuyển động của phân tử biểu hiện ở nhiệt độ của khối khí. Nhiệt độ càng cao thì các phân tử chuyển động càng mạnh
- Kích thước phân tử rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng
- Các phân tử không tương tác với nhau trừ lúc va chạm

b. Phương trình:

- Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử: $P = \frac{2}{3} n_0 \bar{W}_d$
- Phương trình trạng thái của khí lý tưởng: $pV = nRT = \frac{m}{\mu} RT$

2. Bài tập:

a. Động năng tịnh tiến trung bình của 1 phân tử Oxi là:

$$\bar{W}_d = \frac{i}{2} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot T = \frac{i}{2} \cdot \frac{PV}{nN_A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,1,03 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^2}{2 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}} = 5,05 \cdot 10^{-21}$$

b. Ta có: $\bar{W}_d = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 \cdot \frac{1}{n \cdot N_A} \Leftrightarrow \bar{v}^2 = \frac{2 \cdot \bar{W}_d \cdot n \cdot N_A}{n \cdot \mu}$

$$= \frac{2 \bar{W}_d \cdot N_A}{\mu} = \frac{2 \cdot 5,05 \cdot 10^{-21} \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{32 \cdot 10^{-3}} \Leftrightarrow \bar{v}^2 = 1,9 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Câu 18:

1. Trình bày

- Từ phương trình thuyết động học phân tử chất khí hãy dẫn ra biểu thức động năng chuyển động nhiệt và suy ra công thức tính vận tốc căn quân phương của các phân tử khí.
- Nêu khái niệm bậc tự do, nội dung định luật phân bố đều theo các bậc tự do, từ đó suy ra biểu thức nội năng cho một khối khí có khối lượng bất kỳ

2. Bài toán: Một khối khí Oxy (O_2) được đựng trong một bình chứa hình lập phương có kích thước mỗi cạnh bằng 0,10m, ở áp suất là $1,013 \cdot 10^5$ Pa và nhiệt độ bằng $27^\circ C$, tính:

- Động năng chuyển động tịnh tiến trung bình của một phân tử khí O_2 ;
- Số các phân tử khí O_2 có trong bình khí nói trên.

(Cho biết, $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J / K}$, $\mu = 32 \text{ g / mol}$).

Lời giải:

1. Lý thuyết:

a. Từ phương trình thuyết động học phân tử chất khí $P = \frac{2}{3} n_0 \bar{W}_d \Rightarrow \bar{W}_d = \frac{3}{2} \frac{P}{n_0} (*)$

Xét một mol khí lý tưởng: $PV = RT$ suy ra $P = RT/V$. Thay vào (*) ta có: $\bar{W}_d = \frac{3}{2} \frac{RT}{V n_0}$

Mà $V \cdot n_0 = N_A \Rightarrow \bar{W}_d = \frac{3}{2} \frac{RT}{N_A}$.

- Định nghĩa vận tốc căn quân phương: $v_c = \sqrt{v^2}$

Đặt $k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ (J / K)}$: hằng số Boltzman

$$\Rightarrow \bar{W}_d = \frac{3}{2} kT = \frac{1}{2} m v_c^2 \Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m}} \Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{m N_A}} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu}}$$

b. Bậc tự do của 1 hệ là số tọa độ độc lập cần thiết để mô tả trạng thái của hệ trong không gian. Đối với hệ khí có phân tử đơn nguyên tử: $i = 3$. Đối với lưỡng nguyên tử: $i = 5$. Đối với đa nguyên tử: $i = 6$

- Định luật phân bố đều động năng theo các bậc tự do: Động năng của một phân tử khí được phân bố đều trên các bậc tự do

- Biểu thức nội năng của khối khí bất kỳ:

Có động năng trung bình của 1 phân tử là: $\bar{W}_d = i \frac{KT}{2}$

Nội năng của một khối khí có khối lượng bất kỳ là:

$$U = W_d = N \cdot \bar{W}_d = N_A \cdot \frac{i \cdot KT}{2} = \frac{i}{2} \cdot \frac{RT}{N_A} \cdot N \Rightarrow U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} RT$$

2. Bài tập:

a. Động năng: $\bar{W}_d' = \frac{3}{2} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot T = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,31}{6,023 \cdot 10^{23}} \cdot 300 = 6,21 \cdot 10^{-21} \text{ (J)}$

b. Số phân tử trong bình là: $N = n_0 V = \frac{P}{RT} \cdot V = 2,45 \cdot 10^{22}$

Câu 19:

1. Thiết lập

a. Công thức khí áp cho một cột khí lý tưởng ở độ cao h so với mặt đất (có hình vẽ minh họa).

b. Biểu thức của định luật phân bố phân tử theo thế năng

2. Bài toán: Ở điều kiện áp suất bằng 1 at và nhiệt độ 20°C , một người trong trạng thái tĩnh, hít vào phổi một lượng khí có thể tích bằng 0,5 l. Biết rằng trong không khí số phân tử Oxy chiếm tỷ lệ 21% (coi không khí là khí lý tưởng), tính số phân tử Oxy trong mỗi lần hít vào, khi người đó ở:

a. Trên mặt đất

b. Trên ngọn núi có độ cao $h=2000\text{m}$ và nhiệt độ vẫn là 20°C . Biết không khí có $\mu = 29\text{g/mol}$ và $R = 8.31\text{J/mol.K}$

Lời giải

1. Lý thuyết:

a. Công thức khí áp cho một cột khí lý tưởng ở độ cao h so với mặt đất

- Chọn phương Oz hướng lên các điểm như hình vẽ, ta có

$$dp = -\rho g dz, \text{ trong đó } \rho = \frac{\mu p}{RT} \Rightarrow dp = -\frac{\mu p}{RT} g dz \Leftrightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{\mu g}{RT} dz$$

Tích phân hai vế từ O đến h

$$\int_{p(o)}^{p(h)} \frac{dp}{p} = -\int_0^h \frac{\mu g}{RT} dz = -\frac{\mu g h}{RT} \Leftrightarrow p(h) = p(o) e^{-\frac{\mu g h}{RT}} = p(o) e^{-\frac{mgh}{kT}}$$

b. Định luật phân bố theo thế năng:

$n_o(o)$ và $n_o(h)$ là mật độ các phân tử khí tại các áp suất $p(o)$ và $p(h)$ Ta có $\frac{n_o(h)}{p(h)} = \frac{n_o(o)}{p(o)}$ từ

$$\text{đó suy ra } n_o(h) = n_o(o) e^{-\frac{\mu g h}{RT}}$$

$$\text{Mà } \frac{\mu}{R} = \frac{mN}{R} = \frac{m}{k} \text{ nên } n_o(h) = n_o(o) e^{-\frac{mgh}{kT}}, \text{ Đặt } W_t = mgh$$

\Rightarrow Mật độ phân tử chất khí đặt trong một trường lực thế phụ thuộc vào thế năng trong trường lực thế đó.

2. Bài tập:

a. Từ phương trình trạng thái của khí lý tưởng ta có: $n = \frac{PV}{RT} = \frac{9,81 \cdot 10^4 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 293} = 0,02\text{mol}$

Số phân tử Oxy hít vào là: $N = 0,21 \cdot n \cdot N_A = 2,53 \cdot 10^{24} (pt)$

b. Áp suất không khí tại độ cao $h = 2000\text{m}$

$$P(h) = P_o \cdot e^{\frac{mgh}{kT}} = 9,8 \cdot 10^4 \cdot e^{\frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 2000}{8,31 \cdot 293}} \approx 7,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{Số phân tử Oxy hít vào là: } n_{0h} = n_o \cdot e^{\frac{mgh}{kT}} = 2,53 \cdot 10^{21} \cdot \frac{7,8 \cdot 10^4}{9,81 \cdot 10^4} = 2,01 \cdot 10^{21} (pt)$$

Câu 20:**1. Trình bày**

- Khái niệm công và nhiệt trong một quá trình cân bằng.
- Nội dung, biểu thức, ý nghĩa và hệ quả của nguyên lý 1 nhiệt động lực học.

2. Bài toán: Một khối khí đựng trong một bình chứa có áp suất không đổi là $2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ được nén từ thể tích bằng $1,7 \text{ m}^3$ xuống còn $1,2 \text{ m}^3$. Khi đó, nội năng khối khí giảm đi một lượng bằng $1,4 \cdot 10^5 \text{ J}$. Tính:

- Công khối khí nhận được khi bị nén.
- Nhiệt lượng khối khí sinh ra trong quá trình nén.

Lời giải:**1. Lý thuyết:**

a. Công là đại lượng đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng thông qua chuyển động có hướng của hệ

Nhiệt là đại lượng đặc trưng cho mức độ trao đổi năng lượng thông qua mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử trong hệ.

b.

- *Nội dung:* Trong một quá trình biến đổi, độ biến thiên năng lượng của hệ trong quá trình biến đổi bằng tổng công và nhiệt hệ nhận được trong quá trình đó.
- *Biểu thức:* $\Delta U = A + Q$

$$\Delta W = A + Q. \text{ - Hệ đứng yên } W = U \Rightarrow \Delta U = A + Q$$

Đối với quá trình biến đổi vô cùng nhỏ $dU = dA + dQ$.

➤ *Ý nghĩa:*

- Nếu $A > 0, Q > 0 \Rightarrow \Delta U = U_2 - U_1 > 0 \rightarrow$ Nội năng tăng, hệ nhận công và nhiệt.
- Nếu $A < 0, Q < 0 \rightarrow \Delta U < 0 \rightarrow$ Nội năng giảm. \rightarrow Hệ sinh công A' , tỏa ra nhiệt Q' .

➤ *Hệ quả:*

- Đối với hệ cô lập:

+ Hệ không trao đổi ra môi trường bên ngoài: $A = 0 = Q$ thì $\Delta U = 0$ nên nội năng được bảo toàn

+ Hệ cô lập gồm 2 hệ con: $Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_1 = -Q_2$

\Rightarrow Kết luận: Trong một hệ cô lập gồm 2 hệ con nhiệt lượng do vật này tỏa ra bằng nhiệt lượng do vật kia thu vào và ngược lại

- Đối với hệ biến đổi theo chu kỳ: $\Delta U = 0 \Rightarrow A + Q = 0 \Rightarrow A = -Q$

\Rightarrow Kết luận: Trong một chu trình công mà hệ nhận được bằng nhiệt lượng cho 1 hệ bỏ ra và ngược lại

\Rightarrow Không tồn tại động cơ vĩnh cửu loại I

2. Bài toán:

a. Công không khí nhận được (quá trình đẳng áp):

$$A = -P(V_2 - V_1) = -2,3 \cdot 10^5 \cdot (1,2 - 1,7) = 1,15 \cdot 10^5 \text{ (J)}$$

b. Áp dụng nguyên lý I nhiệt động lực học ta có nhiệt khối khí sinh ra là:

$$Q' = -Q = -\Delta U + A = 1,4 \cdot 10^5 + 1,15 \cdot 10^5 = 2,55 \cdot 10^5$$

Câu 21:

1. Xét một khối khí lý tưởng biến đổi theo quá trình cân bằng đẳng áp:

a. Viết phương trình và vẽ đồ thị của quá trình trong hệ OpV.

b. Thiết lập biểu thức tính công và nhiệt trong quá trình biến đổi đó.

2. **Bài toán:** Hơ nóng 10g khí Oxy ở nhiệt độ 10 độ C tới thể tích 4 lít trong khi vẫn giữ nguyên áp suất ở 3at. Tính:

a. Công do khối khí thực hiện

b. Nhiệt lượng mà khối khí nhận được.

Lời giải:

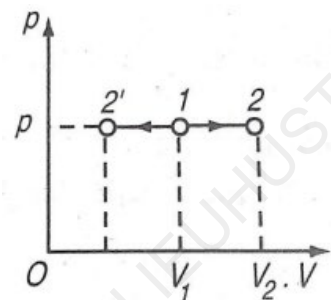
1. Lý thuyết:

a. Quá trình đẳng áp là quá trình biến đổi trạng thái, trong đó áp suất của khối khí không đổi $P = \text{const}$

Phương trình $\frac{V}{T} = \text{const}$ hay $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \frac{V_n}{T_n}$

- Đồ thị OPV:

b.



- Công: $A = -\int_{V_1}^{V_2} p dV = p(V_1 - V_2)$. Quy ước: $A > 0$ là nhận công; $A < 0$ là sinh công

- Nhiệt: $Q = \int \delta Q = \frac{m}{\mu} C_p \int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{m}{\mu} C_p (T_2 - T_1) = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$

Trong đó $C_p = \frac{i+2}{2} R$ là nhiệt dung mol đẳng áp

2. Bài toán:

a. Công do không khí sinh ra: $A' = -A = P(V_2 - V_1)$

Thể tích khí trước khi hơ:

$$PV_1 = \frac{m}{\mu} \cdot T_1 \Leftrightarrow V_1 = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T_1 \cdot \frac{1}{P} = \frac{10}{32} \cdot 8,31 \cdot 283 \frac{1}{3,9,81 \cdot 10^9} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (l)}$$

$$\Rightarrow A' = 3,9,81 \cdot 10^4 (4 - 2,5) \cdot 10^{-3} = 441 \text{ J}$$

b. Nhiệt độ khối khí sau khi hơ nóng là: $T_2 = T_1 \cdot \frac{V_2}{V_1} = 453$

$$\text{Nhiệt lượng khối khí nhận được là: } Q = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i+2}{2} \cdot R \cdot \Delta T = \frac{10}{32} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,31 \cdot (453 - 283) = 1545 \text{ J}$$

Câu 22:

1. Xét một khối khí lý tưởng biến đổi theo quá trình cân bằng đoạn nhiệt:

a. Định nghĩa và thiết lập phương trình liên hệ giữa áp suất và thể tích của khối khí trong quá trình biến đổi đó.

b. Vẽ dạng đồ thị của quá trình trên trục tọa độ OpV . Vì sao trên đồ thị, OpV đường đoạn nhiệt dốc hơn đường đẳng nhiệt?

2. **Bài toán:** Một khối khí: đơn nguyên tử, ban đầu có áp suất bằng $1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ và thể tích bằng $0,08 \text{ m}^3$, được nén đoạn nhiệt đến thể tích $0,04 \text{ m}^3$. Tính

a. Áp suất khối khí cuối quá trình nén.

b. Công khối khí nhận được trong quá trình.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

Quá trình đoạn nhiệt là quá trình trong đó hệ không trao đổi nhiệt với môi trường

$$Q = \text{const hay } \delta Q = 0$$

a. Ta có:

Ta có: $U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i \cdot R}{2} T = \frac{m}{\mu} C_v T$ và $\delta A = -p dV$

$$\Rightarrow \frac{m}{\mu} C_v dT = -p dV = -\frac{m}{\mu} \frac{RT}{V} dV \text{ Hay } C_v dT = -RT \frac{dV}{V} \Leftrightarrow \frac{dT}{T} + \frac{R}{C_v} \cdot \frac{dV}{V} = 0$$

$$\Rightarrow \ln T + \frac{R}{C_v} \ln V = \text{const}$$

$$\text{Do } \frac{R}{C_v} = \frac{C_p - C_v}{C_v} = \gamma - 1 \Rightarrow \ln T + (\gamma - 1) \ln V = \ln(T \cdot V^{\gamma-1}) = \text{const}$$

$$\Rightarrow T \cdot V^{\gamma-1} = \text{const} \rightarrow \begin{cases} PV^\gamma = \text{const} \\ TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{const} \end{cases}$$

b. Giải thích: Đường đoạn nhiệt dốc hơn đẳng nhiệt do:

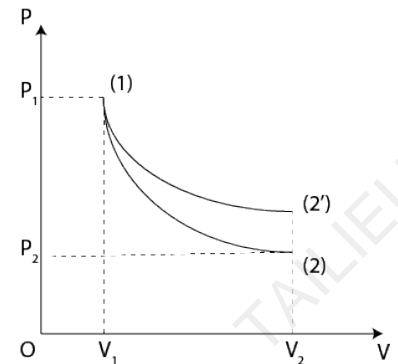
+ Trong quá trình nén đoạn nhiệt (1-2):

$\delta A > 0$ nên $dU > 0$, do đó $dT > 0$ nghĩa là nhiệt độ khối khí tăng lên, đường đoạn nhiệt đi lên nhanh hơn đường đẳng nhiệt.

+ Trong quá trình giãn đoạn nhiệt (1-2):

$\delta A < 0$ nên $dU < 0$, do đó $dT < 0$ nghĩa là nhiệt độ khối khí giảm và đường đoạn nhiệt đi xuống nhanh hơn đẳng nhiệt

Như vậy trên đồ thị (p, V) đường đoạn nhiệt dốc hơn đường đẳng nhiệt



2. Bài toán:

$$\gamma = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3} = 1,67$$

a. Áp suất khối khí của quá trình nén: $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \Leftrightarrow p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma = 4,77 \cdot 10^5 \text{ pa}$

b. Công mà khối nhận được là:

$$A = \Delta U = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{m}{\mu} \cdot R T_2 - \frac{m}{\mu} \cdot R T_1 \right) = \frac{i}{2} \cdot (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\Rightarrow A = \frac{3}{2} \cdot (4,77 \cdot 10^5 \cdot 0,04 - 1,5 \cdot 10^5 \cdot 0,08) = 10620 \text{ (J)}$$

Câu 23:

1. Lý thuyết:

a. Phát biểu nguyên lý 2 nhiệt động lực học dưới dạng cổ điển của Clausius và Thomson và nêu ý nghĩa của nguyên lý.

b. Thiết lập biểu thức định lượng của nguyên lý 2.

2. Bài toán: Trong mỗi chu trình hoạt động, động cơ của một xe ô tô tải cần một nhiệt lượng bằng 10^4 J để sinh công. bằng $2 \cdot 10^3 \text{ J}$. Tính:

a. Hiệu suất của động cơ.

b. Nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh trong mỗi chu trình.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

a. Phát biểu của Clausius: Nhiệt không thể tự động truyền từ vật lạnh sang vật nóng hơn

- Phát biểu của Thomson: Không thể chế tạo được một máy hoạt động tuần hoàn biến đổi liên tục nhiệt thành công mà không nhờ làm lạnh một vật và xung quanh không chịu một sự thay đổi đồng thời nào. Những động cơ như vậy là động cơ vĩnh cửu loại II.

- Ý nghĩa:

+ Khắc phục được những hạn chế của nguyên lý I

+ Không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại hai

b. Thiết lập biểu thức định lượng:

Từ biểu thức tính hiệu suất chu trình Cár-nô

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2'}{Q_1}$ kết hợp với định nghĩa hiệu suất ta được

$$\frac{Q_1 - Q_2'}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Leftrightarrow \frac{T_2}{T_1} \leq \frac{Q_2'}{Q_1} \Leftrightarrow \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$$

Giả thiết hệ biến đổi theo một chu trình gồm vô số quá trình đẳng nhiệt và đoạn nhiệt kế tiếp nhau, tương ứng với nhiệt độ và nhiệt lượng của các nguồn nhiệt bên ngoài là

$T_1, T_2, \dots, T_i, \dots$ và $Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots$ khi đó ta có $\sum_i \frac{Q_i}{T_i} \leq 0$

Nếu coi hệ tiếp xúc với vô số nguồn nhiệt có nhiệt độ T vô cùng gần nhau và biến thiên liên tục; mỗi quá trình nhận nhiệt δQ từ nguồn nhiệt, ta có biểu thức định lượng của

nguyên lý II là $\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$

- Dấu "=" ứng với chu trình thuận nghịch

- Dấu "<" ứng với chu trình không thuận nghịch

2. Bài toán:

a. Hiệu suất động cơ: $\eta = \frac{A'}{Q_1} = \frac{2 \cdot 10^3}{10^4} = 20\%$

b. Nhiệt nhả cho nguồn lạnh là: $Q_2' = Q_1 - A' = 10^4 - 2 \cdot 10^3 = 8 \cdot 10^3 \text{ J}$

Câu 24:

1. Xét chu trình Carnot thuận nghịch

a. Vẽ đồ thị chu trình trên trục tọa độ OpV và gọi tên các quá trình trong chu trình, chỉ rõ quá trình nào hệ nhiệt động nhận nhiệt từ nguồn nóng và quá trình nào hệ nhả nhiệt cho nguồn lạnh.

b. Thiết lập biểu thức tính và nêu kết luận về hiệu suất hoạt động cơ nhiệt hoạt động theo chu trình.

2. Bài toán: Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình carnot, trong mỗi chu trình nhận được 2000 J nhiệt lượng từ nguồn nóng. Nhiệt độ của nguồn nóng là 227°C , nhiệt độ của nguồn lạnh là 27°C . Tính:

a. Hiệu suất của động cơ.

b. Công mà động cơ thực hiện trong mỗi chu trình.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

a. Chu trình cano thuận nghịch gồm 2 quá trình đẳng nhiệt thuận nghịch và đoạn nhiệt thuận nghịch

Đồ thị:

- Chu trình Các-nô thuận

+ Quá trình 1-2: Giãn đẳng nhiệt ở T_1 , tác nhân thu nhiệt Q_1 từ nguồn nóng

+ Quá trình 2-3: Giãn đoạn nhiệt, t giảm: $T_1 \rightarrow T_2: T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$

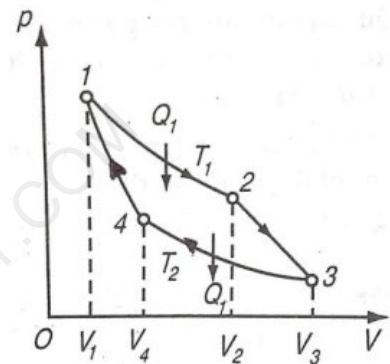
+ Quá trình 3-4: Nén đẳng nhiệt ở T_2 , tác nhân tỏa nhiệt Q_2 cho nguồn lạnh

+ Quá trình 4-1: Nén đoạn nhiệt, nhiệt độ tăng từ T_2 lên T_1 : $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$

- Chu trình các-nô nghịch ngược loại với chu trình thuận.

b. Thiết lập biểu thức tính hiệu suất

$$Q_1 = \frac{m}{\mu} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}; \quad Q_2 = -Q_2' = \frac{m}{\mu} RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4}$$



Trong các quá trình đoạn nhiệt 2-3 và 4-1, ta có: $T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$ & $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$

Suy ra: $\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1} \Leftrightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$

\Rightarrow Công thức tính hiệu suất chu trình Cár-nô: $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{\frac{m}{\mu} R T_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{\frac{m}{\mu} R T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}}$ hay $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Kết luận: hiệu suất của chu trình Cár-nô thuận nghịch đối với khí lý tưởng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn nóng và lạnh.

Mở rộng thêm:

- Phát biểu định luật Cárno: Hiệu suất của tất cả các động cơ thuận nghịch chạy theo chu trình Cárno với cùng nguồn nóng và nguồn lạnh đều bằng nhau, không phụ thuộc vào tác nhân cũng như cách chế tạo máy. Hiệu suất của động cơ không thuận nghịch thì nhỏ hơn hiệu suất của động cơ thuận nghịch.

- Phương hướng thực tế để tăng hiệu suất của động cơ nhiệt: tăng T_1 giảm T_2 và chế tạo gần đúng động cơ thuận nghịch.

2. Bài toán:

a. Hiệu suất động cơ: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{27 + 273}{227 + 273} = 40\%$

b. Công mà động cơ thực hiện trong mỗi chu trình: $\eta = \frac{A'}{Q_1} \Leftrightarrow A' = \eta \cdot Q_1 = 0,4 \cdot 2000 = 800(\text{J})$

Câu 25:

1. Trình bày

- Khái niệm và các tính chất hàm entropi của một hệ nhiệt động.
- Biểu thức định lượng của nguyên lý 2 viết dưới dạng hàm entropi
- Nội dung nguyên lý tăng entropi.

2. Bài toán:

Tính độ biến thiên entropi khi cho dẫn đẳng nhiệt 6g khí Hydro từ áp suất 1.00kPa đến áp suất 50kPa.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

a.

➤ *Khái niệm hàm entropy:*

Xét quá trình thuận nghịch từ trạng thái (1) đến trạng thái (2) chỉ phụ thuộc vào trạng thái đầu và trạng thái cuối. Hàm entropy S là hàm được định nghĩa bởi biểu thức: $dS = \frac{\delta Q}{T}$

➤ *Tính chất:*

- S có giá trị xác định và không phụ thuộc vào quá trình của hệ từ trạng thái này sang trạng thái khác.

- S là một đại lượng có tính cộng được.

- S được xác định sai kém một hằng số cộng $S = S_0 + \int \frac{\delta Q}{T}$, S_0 là giá trị entropy tại gốc tính toán, quy ước $S_0 = 0$ tại $T = 0K$.

b. Biểu thức định lượng nguyên lý II viết dưới dạng hàm entropy: $\Delta S \geq \int_{(1)}^{(2)} \frac{\delta Q}{T}$

+ Dấu "=" ứng với quá trình thuận nghịch

+ Dấu ">" ứng với quá trình không thuận nghịch với hệ số cô lập

c. Nội dung nguyên lý tăng entropy: Với quá trình nhiệt động thực tế xảy ra trong một hệ cô lập, entropy của hệ luôn luôn tăng.

2. Bài toán:

Đối với khí lý tưởng: $\Delta S = \frac{M}{\mu} \cdot C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$

Vì quá trình là nén đẳng nhiệt nên $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{M}{\mu} \cdot R \cdot \ln \frac{P_1}{P_2} = \frac{6}{2} \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{100}{50} = 17,28 \text{ J/K}$$

Câu 26:

1. Trình bày

a. Những sự khác biệt trong mô hình khí lý tưởng và khí thực.

b. Khái niệm cộng tích, nội áp và thiết lập phương trình trạng thái cho khí thực trên cơ sở phương trình trạng thái khí lý tưởng.

2. Bài toán:

Tính nhiệt độ của 3,5 g khí Oxy chiếm thể tích 90cm^3 ở áp suất 2,8MPa nếu được coi là khí lý tưởng và khí thực. Rút ra nhận xét về các kết quả nhận được. Cho biết $a = 1,37 \cdot 10^5 \text{Jm}^3 / \text{kmol}^2$; $b = 0,03 \text{m}^3 / \text{kmol}$.

Lời giải:

1. Lý thuyết:

a.

➤ *Mô hình khí lý tưởng:*

- Có kích thước nhỏ và không đáng kể
- Phân tử không tương tác trừ lúc va chạm
- Thể tích khối khí chính là thể tích dành cho chuyển động nhiệt tự do của các phân tử khí

➤ *Mô hình khí thực:*

- Khi nén hoặc hạ nhiệt độ, thể tích khối khí giảm; lúc đó các phân tử gần nhau nên không thể bỏ qua tương tác giữa chúng
- Thể tích riêng của các phân tử cũng chiếm một phần đáng kể không thể bỏ qua nó
- Các phân tử khí có tương tác với nhau nên áp suất thực của khối khí giảm đi do tương tác tĩnh điện làm giảm tác dụng lên thành bình.

b. Khái niệm

➤ *Cộng tích:* Là hiệu số hiệu chỉnh về thể tích, ký hiệu b

➤ *Nội áp:* Là số hiệu chỉnh về áp suất, ký hiệu $p_i = \frac{a}{V_t^2}$

1. Thiết lập phương trình trạng thái khí thực:

Giả sử có 1mol khí thực

- Thể tích: V_t là thể tích 1mol khí thực, thể tích dành cho chuyển động nhiệt. $V = V_t - b$
- Áp suất: p là áp suất lúc các phân tử khí không hút nhau, p_t là áp suất khí thực. $p = p_t + p_i$

⇒ Thay vào phương trình trạng thái khí lý tưởng:

$$pV = RT \Leftrightarrow \left(p_t + \frac{a}{V_t^2} \right) (V_t - b) = RT$$

Vậy phương trình trạng thái với 1 mol khí thực là $\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT$

Phương trình trạng thái với 1 khối khí thực bất kỳ: $\left(p + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2} \right) \left(V - \frac{m}{\mu} b \right) = \frac{m}{\mu} RT$

2. Bài toán:

- Mô hình khí lý tưởng:

Từ phương trình trạng thái ta có: $T = \frac{\mu PV}{mR} = 277K$

- Mô hình khí thực:

Từ phương trình trạng thái ta có: $T = \frac{\mu}{mR} \left(p + \frac{m^2}{\mu^2} \frac{a}{V^2} \right) \left(V - \frac{m}{\mu} b \right) = 286K$

- Nhận xét: Ở áp suất nhỏ nhiệt độ khối khí tính được dựa trên hai phương trình khác nhau xấp xỉ nhau nên vẫn có thể áp dụng mô hình khí lý tưởng cho khí Oxi

Câu 27:

- Thiết lập các định lý về mômen động lượng (2 định lý) của vật rắn quay quanh trục cố định.
- Bài toán:** Một thanh chiều dài $l = 0,9(m)$, khối lượng $M = 6(kg)$ có thể quay tự do xung quanh một trục nằm ngang đi qua một đầu của thanh. Một viên đạn khối lượng $m = 0,01(kg)$ bay theo hướng nằm ngang với vận tốc $= 300(m/s)$ tới xuyên vào đầu kia của thanh và mắc vào thanh. Vận tốc góc của thanh ngay sau khi viên đạn đập vào đầu thanh là bao nhiêu?

Lời giải:

1. Lý thuyết:

Vật rắn: $\vec{L} = \sum_i \vec{L}_i = \sum_i \vec{r}_i \wedge m\vec{v}_i = \sum_i m_i \vec{r}_i \wedge (\vec{\omega} \wedge \vec{r}_i) \Rightarrow \vec{L} = \sum m_i \vec{\omega} \cdot (\vec{r}_i \vec{r}_i) = \sum (m_i r_i^2) \vec{\omega} \Rightarrow \vec{L} = I\vec{\omega}$.

- Định lý 1: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt}(I\vec{\omega}) = I \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \vec{\beta}I = \vec{\mu}$

Vậy: Đạo hàm mômen động lượng \vec{L} theo thời gian bằng tổng mômen lực tác dụng lên vật rắn theo trục đó. $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\mu}$.

- Định lý 2: Ta có $d\vec{L} = \vec{\mu}.dt$

Xét μ tác dụng trong khoảng thời gian $\Delta t = t_2 - t_1$

$\Rightarrow \Delta \vec{L} = \vec{L}_2 - \vec{L}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{\mu} dt$ là xung lượng mômen.

Vậy: Độ biến thiên mômen động lượng của vật rắn quay quanh 1 trục có giá trị bằng xung lượng của mômen lực tác dụng lên vật rắn trong thời gian Δt . Nếu $\mu = \text{const} \Rightarrow \Delta \vec{L} = \vec{\mu} \Delta t$.

2. Bài tập:

Xét hệ trước va chạm: Tổng động lượng cả hệ: $\vec{p} = m\vec{v}$ (vì mỗi viên đạn có vận tốc \vec{v}) mô men động lượng trước khi va chạm là: $L = r.p.\sin\alpha = 1.p = mvl$

Vậy momen quán tính của hệ vật sau va chạm: $L_{\text{sau}} = I_1\omega + I_2\omega$

- I_1 là momen chất điểm (viên đạn) đối với trục quay $I_1 = ml^2$

- I_2 là moment quán tính của thanh mảnh $I_2 = \frac{Ml^2}{12} = \frac{M\left(\frac{l}{2}\right)^2}{12} = \frac{Ml^2}{3}$

$$\Rightarrow L_s = (I_1 + I_2)\omega = \left(ml^2 + \frac{Ml^2}{3}\right)\omega$$

Áp dụng định luật bảo toàn momen động lượng

$$L_i = L_s \Leftrightarrow mvl = \left(ml^2 + \frac{Ml^2}{3}\right)\omega \Rightarrow \frac{mvl}{ml^2 + \frac{Ml^2}{3}} = \frac{v}{l\left(1 + \frac{M}{3m}\right)} = 1,658(\text{rad/s})$$

Câu 28: Một quả cầu khối lượng 2kg, chuyển động với vận tốc 3m/s, va chạm xuyên tâm với một quả cầu thứ hai khối lượng 3kg đang chuyển động cùng chiều với quả cầu thứ nhất với vận tốc 1m/s. Tìm vận tốc của các quả cầu sau va chạm nếu:

- Va chạm là hoàn toàn đàn hồi.
- Va chạm là không đàn hồi (mềm).

Lời giải:

- Va chạm hoàn toàn đàn hồi

+ Áp dụng định luật bảo toàn động lượng ta có: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$

$$\Rightarrow m_1(v_1 - v_1') = m_2(v_2' - v_2) \quad (1)$$

+ Áp dụng bảo toàn cơ năng ta có: $\frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}$

$$\Rightarrow m_1(v_1^2 - v_1'^2) = m_2(v_2'^2 - v_2^2) \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow v_1 + v_1' = v_2' + v_2 \Rightarrow v_2' - v_1' = 2 \Rightarrow m_1(v_1 - v_1') = m_2(2 + v_1' - v_2)$$

$$\Leftrightarrow 6 - 2v_1' = 6 + 3v_1' - 3 \Rightarrow v_1' = \frac{3}{5}(\text{m/s}) \Rightarrow v_2' = \frac{13}{5}(\text{m/s}).$$

- Va chạm mềm

$$+) m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V \Rightarrow V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{9}{5} (\text{m/s}).$$

Câu 29: Một quả cầu đặc có khối lượng $m = 1,4(\text{Kg})$, lăn không trượt với vận tốc $V_1 = 10(\text{m/s})$ thành tường rồi bật ra với vận tốc $V_2 = 8(\text{m/s})$. Nhiệt lượng tỏa ra trong va chạm đó là?

Lời giải:

Sau va chạm động năng của vật giảm. Độ giảm động năng này tỏa ra dưới dạng nhiệt. Khi chuyển động, quả cầu vừa có động năng tịnh tiến, vừa có động năng quay. Động năng của quả cầu đặc, đồng chất, lăn không trượt:

$$W_{dp} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} m R^2 \right) \cdot \omega^2 = \frac{1}{5} m R^2 \omega^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

Moment quán tính của quả cầu đặc đồng chất: $I = \frac{2}{5} m R^2$

Động năng tịnh tiến của quả cầu đặc: $W_{d(t)} = \frac{m v^2}{2}$

$$\Rightarrow W_d = W_{d(q)} + W_{d(t)} = \frac{1}{5} m v^2 + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{7}{10} m v^2$$

Nhiệt lượng tỏa ra do va chạm là:

$$Q = -W_d = -\frac{7}{10} m (v_2^2 - v_1^2) = -\frac{7}{10} \cdot 1,4 \cdot (10^2 - 8^2) = -35,25(\text{J})$$

Câu 30:

1. Trình bày định luật phân bố phân tử theo vận tốc Maxwell. Từ đó suy ra công thức tính vận tốc có xác suất lớn nhất và vận tốc trung bình của phân tử khí (không phải tích phân). Cho biết ý nghĩa của các loại vận tốc này.
2. **Bài toán:** Khối lượng riêng của một chất khí $\rho = 5 \cdot 10^{-2} (\text{kg/m}^3)$; vận tốc căn quân phương của các phân tử khí này là $v = 450(\text{m/s})$. Áp suất của khối khí tác dụng lên thành bình là:

Lời giải:

1. Lý thuyết:

1. Định luật phân bố phân tử theo vận tốc của Maxwell

+ Thực nghiệm chứng tỏ rằng các phân tử khí có vận tốc rất lớn $0 < v < \infty$. Giả sử khí có n phân tử, dn là số phân tử có vận tốc trong khoảng $v + dv$

$\Rightarrow \frac{dn}{n}(\%)$ là số phần trăm phân tử có vận tốc nằm trong khoảng này hay $\frac{dn}{n}$ là xác suất tìm thấy phân tử có vận tốc nằm trong khoảng $v + dv$.

+ $F(v)$ là một hàm phụ thuộc vào v , gọi là hàm phân bố.

+ $F(v)dv$ là xác suất phân tử có vận tốc trong khoảng $(v, v + dv) \Rightarrow F(v)dv = \frac{dn}{n}$

$$\Rightarrow \int_0^\infty \frac{dn}{n} = \int_0^\infty F(v)dv \Rightarrow n = n \int_0^\infty F(v)dv$$

$\Rightarrow \int_0^\infty F(v)dv = 1$ là điều kiện chuẩn hóa của hàm phân bố.

Từ đó Maxwell tìm được:
$$F(v) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m_0}{2kT} \right)^{\frac{3}{2}} v^2 \cdot e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$$

+ Xét $\frac{dF(v)}{dv} = 0 \Rightarrow F(v)$ đạt max tại $v = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}} = v_{xs}$ (xác suất phần tử có v là cao nhất).

→ Vận tốc trung bình:
$$\bar{v} = \int_0^\infty F(v)v dv = \sqrt{\frac{8kT}{m_0\pi}} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi\mu}}$$

Vận tốc căn quân phương:
$$v_c^2 = v^{-2} = \int_0^\infty F(v)v^2 dv = \frac{3kT}{m_0} \Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

+ $v_{xs} < \bar{v} < v_c$.

2. Bài toán:

Áp dụng phương trình trạng thái khí lí tưởng:
$$n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \frac{n}{\mu} = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \frac{RT}{\mu} = \frac{PV}{m} = \frac{P}{\frac{m}{V}} = \frac{P}{\rho}$$

Vận tốc căn quân phương của các phân tử khí:
$$v_c = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \Rightarrow \frac{RT}{\mu} = \frac{v_c^2}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{P}{\rho} = \frac{v_c^2}{3} \Rightarrow P = \rho \cdot \frac{v_c^2}{3} = 3375 (N/m^2)$$

Câu 31: Tổng động năng tt trung bình của các phân tử khí N_2 chứa trong 1 khí cầu $V = 0,02 m^3$ là $5 \cdot 10^3 J$ và vận tốc căn quân phương của 1 phân tử là $2 \cdot 10^3 m/s$.

a. Tìm khối lượng N_2 chứa trong khí cầu.

b. Áp suất khí tác dụng lên thành khí cầu.

Lời giải:

a.
$$V^2 = \frac{3RT}{\mu}$$

$$\bar{W} = \frac{3}{i} U = \frac{3}{i} \cdot \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{\mu} RT = \frac{m}{2} V^2 \Rightarrow m = \frac{2\bar{W}}{V^2} = \frac{1}{400} (\text{kg}) = 2,5(\text{g})$$

$$\text{b. } \bar{W} = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \rho V \Rightarrow p = \frac{2}{3} \frac{\bar{W}}{V} = 1666,67(\text{Pa})$$

Câu 32:

1. Định nghĩa trạng thái cân bằng, quá trình cân bằng. Một quá trình tiến hành như thế nào có thể xem như là cân bằng? Vì sao?
2. **Bài toán:** Có hai bình cầu được nối với nhau bằng một ống có khóa, đựng cùng một chất khí. Áp suất ở bình thứ nhất là $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$, ở bình thứ hai là 10^6 N/m^2 . Mở khóa nhẹ nhàng để hai bình thông với nhau sao cho nhiệt độ khí vẫn không đổi. Khi đã cân bằng, áp suất ở hai bình là $4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Tìm thể tích của bình cầu thứ hai, nếu biết thể tích của bình cầu thứ nhất là 15 dm^3 .

Lời giải:

1. Lý thuyết:

- Trạng thái cân bằng là trạng thái trong đó thông số của hệ được hoàn toàn xác định và sẽ tồn tại mãi mãi nếu không có tác động từ bên ngoài.
- Quá trình cân bằng là quá trình biến đổi gồm một chuỗi liên tiếp các trạng thái cân bằng.
- Một quá trình được thực hiện rất chậm, hoặc nói một cách chặt chẽ vô cùng chậm, để có đủ thời gian thiết lập lại sự cân bằng mới của hệ thì quá trình đó được coi là quá trình cân bằng.

Giải thích: Trong một quá trình biến đổi, hệ chuyển từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng tiếp theo thì trạng thái cân bằng trước đã bị phá hủy, nó thay đổi theo thời gian.

2. Bài toán

Khi mở khóa cho hai bình thông nhau ta có phương trình trạng thái

$$p(V_1 + V_2) = \frac{M_1 + M_2}{\mu} RT \quad (1)$$

Từ phương trình trạng thái của khí ở bình 1: $p_1 V_1 = \frac{M_1}{\mu} RT$, ta có: $M_1 = \frac{\mu p_1 V_1}{RT}$,

Từ phương trình trạng thái của khí ở bình 2: $p_2 V_2 = \frac{M_2}{\mu} RT$, ta có: $M_2 = \frac{\mu p_2 V_2}{RT}$.

Thay M_1 và M_2 vào (1) ta có: $V_2 = \frac{(p_1 - p)V_1}{p - p_2} = 5 \cdot 10^{-3} (\text{m}^3)$.

Câu 33:

1. Hãy thiết lập công thức tính áp suất của khí quyển phụ thuộc vào độ cao. Từ đó suy ra định luật phân bố Boltzman.
2. **Bài toán:** 6,5g hydro ở nhiệt độ 27°C , nhận được nhiệt nên thể tích giãn nở gấp đôi, trong điều kiện áp suất không đổi. Tính:

- a. Công mà khí sinh ra
- b. Độ biến thiên nội năng của khối khí
- c. Nhiệt lượng đã cung cấp cho khối khí.

Lời giải:

1. Lý thuyết

Xét cột không khí cao dh , diện tích đáy 1m^2 , ở độ cao h . Áp suất đáy dưới p .

\Rightarrow Áp suất đáy trên: $p + dp$ ($dp < 0$, do lên cao áp suất giảm) và $dp = -dP$ (do $S = 1\text{m}^2$) (trọng lượng cột không khí).

\Rightarrow Số phân tử nằm trong cột dh : $d_n = n_0 S dh = n_0 dh$.

\Rightarrow Trọng lượng cột dh : $dP = dn \cdot mg = mgn_0 dh$ hay $dp = -mgn_0 dh$

$$\Rightarrow dp = -\frac{mg}{kT} p dh \Leftrightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{mg}{kT} dh. \Rightarrow \int_{\text{mat dat}}^h \frac{dp}{p} = \int_0^h -\frac{mg}{kT} dh \Rightarrow \ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -\frac{mg}{kT} h$$

$\Rightarrow p = p_0 \cdot e^{\frac{-mgh}{kT}} \Rightarrow$ Áp suất giảm khi độ cao tăng.

- Định luật phân bố của Boltzman: $n_{0h} = n_{0, \text{mat dat}} \cdot e^{\frac{-mgh}{kT}} = n_{0, \text{mat dat}} \cdot e^{\frac{-wt}{kT}}$.

2. Bài toán:

Do quá trình giãn nở là đẳng áp nên ta có:

$$A' = p \Delta V = \frac{M}{\mu} RT_1 = 8,1 \cdot 10^3 \text{ J} \quad \text{và} \quad \Delta U = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{i}{2} R (T_2 - T_1).$$

Từ phương trình đẳng áp ta có: $T_2 = T_1 \frac{V_2}{V_1} = 2T_1$.

$$\text{Do đó: } \Delta U = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{i}{2} RT = 20,2 \cdot 10^3 \text{ J}.$$

Theo nguyên lý thứ nhất của nhiệt động học. $Q = \Delta U - A = \Delta U + A' = 28,3 \cdot 10^3 \text{ J}$

Câu 34: Nén 10g khí oxy từ điều kiện tiêu chuẩn đến thể tích 4 lít. Tìm:

- a. Áp suất và nhiệt độ của khối khí sau mỗi quá trình nén đẳng nhiệt và đoạn nhiệt.

b. Công cần thiết để nén khí trong mỗi trường hợp. Từ đó, suy ra nên nén theo cách nào là lợi nhất.

Lời giải:

a. Nén đẳng nhiệt: $T_2 = T_1 = 273\text{K}$ và $p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2} = 5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

Nén đoạn nhiệt: $T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = 520\text{K}$ và $p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma} = 9,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

b. Công nén khí trong quá trình đẳng nhiệt là: $A = \frac{M}{\mu} RT \cdot \ln \left(\frac{p_2}{p_1} \right) = 1115\text{J}$

Công nén khí trong quá trình đoạn nhiệt là $A = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{\gamma - 1} = 1500\text{J}$

Như vậy nén đẳng nhiệt sẽ có lợi hơn.

Câu 35: Tác nhân của một động cơ nhiệt là một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử, thực hiện một chu trình gồm hai quá trình đẳng tích và hai quá trình đẳng áp như hình vẽ. Các điểm chính giữa của quá trình đẳng áp phía dưới và đường đẳng tích bên trái có cùng nhiệt độ T_1 , trong khi các điểm chính giữa của quá trình đẳng áp phía trên và đường đẳng tích bên phải có cùng nhiệt độ T_2 . Tìm hiệu suất của chu trình đó.

Lời giải:

Từ phương trình trạng thái ta có: $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$ (1)

Khi chỉ nhận nhiệt lượng trong quá trình đẳng tích 1-2 và quá trình đẳng áp 2-3: $Q = C_v \Delta T_{12} + C_p \Delta T_{23}$.

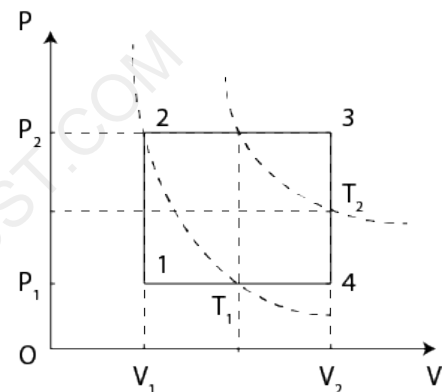
$$Q = \frac{3}{2}(p_2 V_1 - p_1 V_1) + \frac{5}{2}(p_2 V_2 - p_2 V_1)$$

Thay vào (1) ta có: $Q = \frac{1}{2} p_1 V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) \left(\frac{5T_2}{T_1} + 3 \right)$

Công khí thực hiện được trong quá trình: $A = (p_2 - p_1)(V_2 - V_1)$

Thay (1) vào A ta có: $A = p_1 V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)^2$

\Rightarrow Hiệu suất của chu trình trên là: $H = \frac{A}{Q} = \frac{2(T_2 - T_1)}{5T_2 + 3T_1}$.



Câu 36: Một động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Cacao, sau mỗi chu trình sinh một công $A = 7,35 \cdot 10^4 \text{ J}$. Nhiệt độ của nguồn nóng là 100°C , nhiệt độ của nguồn lạnh là 0°C . Tìm:

- Hiệu suất của động cơ
- Nhiệt lượng nhận được của nguồn nóng sau một chu trình
- Nhiệt lượng nhả cho nguồn lạnh sau một chu trình.

Lời giải:

a. Ta có: $H = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{273}{373} = 26,81(\%)$

b. Ta có: $H = \frac{A}{Q_1} \Rightarrow Q_1 = \frac{A}{H} = \frac{7,35 \cdot 10^4}{0,2681} \Rightarrow Q_1 = 274151(\text{J})$

c. $A = Q_1 - Q_2' \Rightarrow Q_2' = Q_1 - A = 200651(\text{J})$.

Câu 37: Tính độ biến thiên entropy khi biến đổi 1g nước ở 0°C thành hơi ở 100°C .

Lời giải:

+ Ta có: $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$

+ Có $\Delta S_1 = \int \frac{\delta Q_1}{T} = \int \frac{mc dT}{T} = mc \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = mc \ln \frac{T_2}{T_1} = 10^{-3} \cdot 4200 \cdot \ln \frac{373}{273} = 1,31(\text{J/K})$ (1)

+ Có $\Delta S_2 = \int \frac{\delta Q_2}{T} = \frac{1}{T_2} \int \delta Q_2 = \frac{1}{T_2} Q_2 = \frac{1}{T_2 Lm} = \frac{2,26 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3}}{373} = 6,06(\text{J/K})$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \Delta S = 7,37(\text{J/K})$

PHẦN III. MỘT SỐ ĐỀ THI GIỮA KỲ

Đề thi giữa kỳ sẽ do giáo viên dạy lớp ra với hình thức trắc nghiệm. Một đề có từ 10 – 20 câu hỏi với thời gian thích hợp (tùy giáo viên). Các câu hỏi thường trích từ bộ trắc nghiệm ở trên và sách bài tập. Chính vì vậy những đề mình nêu dưới đây (đề thi thật) là giúp các bạn hình dung ra đề thi giữa kỳ và luyện tập nên mình sẽ không có lời giải ở đây. Các bạn xem cách làm ở trên nhé.

1. Đề thi giữa kỳ 1

Câu 1: Một con lắc toán có sợi dây dài 90 cm và cứ sau khoảng thời gian $\Delta t = 0.5$ phút thì biên độ giảm 4.5 lần. Giảm lượng $\log a$ của con lắc đó bằng bao nhiêu? (cho $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

- A. $9,84 \cdot 10^{-2}$ B. $12,2 \cdot 10^{-2}$
C. $2,76 \cdot 10^{-2}$ D. $5,25 \cdot 10^{-2}$

Câu 2: Từ một độ cao đủ lớn người ta ném một hòn đá theo phương nằm ngang so với mặt đất với vận tốc ban đầu 20m/s. Tính gia tốc pháp tuyến của hoàn đá sau lúc ném 0.5 giây (cho $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

- A. 3.5 m/s^2 B. 9.5 m/s^2
C. 12.3 m/s^2 D. 7.5 m/s^2

Câu 3: Một ô tô chuyển động biến đổi đều lần lượt đi qua 2 điểm A và B cách nhau 36m trong khoảng thời gian $t = 1.5s$. Vận tốc của ô tô ở B là 30m/s. Hỏi vận tốc tại A?

- A. 16 m/s
B. 18 m/s
C. 20 m/s
D. 22 m/s

Câu 4: Một ô tô bắt đầu chạy vào đoạn đường tròn có bán kính 1km và dài 620 m với vận tốc ban đầu 54km/h trong thời gian 15s. Tính gia tốc toàn phần của ô tô ở cuối đoạn đường, coi chuyển động là nhanh dần đều.

- E. 9.12 m/s^2 F. 7.55 m/s^2
G. 3.55 m/s^2 H. 5.77 m/s^2

Câu 5: Một sợi dây mảnh OA dài $l = 22\text{cm}$ đầu O cố định, đầu A buộc vào vật nhỏ có thể quay tròn trong mặt phẳng đứng xung quanh O. Tại vị trí thấp nhất cần phải truyền cho vật vận tốc bé nhất bằng bao nhiêu để vật có thể đi qua điểm cao nhất, lấy $g = 9.81\text{ m/s}^2$

- A. 3.28 m/s
B. 4.23 m/s
C. 2.38 m/s
D. 5.43 m/s

Câu 6: Một vật bắt đầu trượt xuống trên một mặt phẳng nghiêng hợp với phương ngang góc 45° . Khi trượt được quãng đường $s = 40 \text{ cm}$, vật có vận tốc $v = 1.5 \text{ m/s}$. Hệ số ma sát giữa vật và mặt phẳng nghiêng bằng bao nhiêu? Cho $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

- A. 0.3
B. 0.4
C. 0.6
D. 0.5

Câu 7: Một phi công ngồi trên ghế máy bay nhào lộn theo một đường tròn bán kính $R = 1000 \text{ m}$ trong mặt phẳng thẳng đứng. Vận tốc của máy bay không đổi $v = 540 \text{ km/h}$. Lấy $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Tại vị trí thấp nhất của vòng tròn nhào lộn, lực nén của phi công lên ghế ngồi bằng bao nhiêu biết khối lượng của phi công là 80 kg ?

- A. 2585 N B. 4236 N
C. 3872 N D. 5324 N

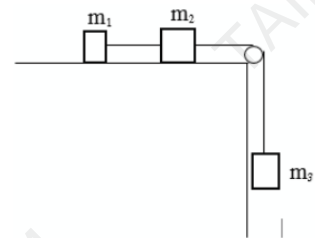
Câu 8: Chất điểm khối lượng $m = 30 \text{ gam}$ được ném lên từ một điểm O trên mặt đất với vận tốc ban đầu $v_0 = 15 \text{ m/s}$ theo hướng nghiêng góc $\alpha = 45^\circ$ với mặt phẳng nằm ngang. Giá trị mô men động lượng của chất điểm đối với điểm O tại thời điểm mà chất điểm chạm đất là: (bỏ qua sức cản không khí, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

- A. $3.5 \text{ kgm}^2/\text{s}$ B. $5.6 \text{ kgm}^2/\text{s}$
C. $7.3 \text{ kgm}^2/\text{s}$ D. $8.2 \text{ kgm}^2/\text{s}$

Câu 9: Một đĩa tròn khối lượng $m = 2.5 \text{ kg}$, bán kính $R = 0.4 \text{ m}$ đang quay với vận tốc góc 900 vòng/phút . Tác dụng lên đĩa một momen hãm; đĩa quay chậm dần và sau thời gian $\Delta t = 15 \text{ giây}$ thì dừng lại. Tính lực hãm tiếp tuyến?

- A. -5.51 N B. -4.13 N
C. -1.34 N D. -3.14 N

Câu 10: Hai vật có khối lượng $m_1 = 2.1 \text{ kg}$, $m_2 = 3.3 \text{ kg}$ được nối với nhau bằng một sợi dây không giãn và đặt trên mặt bàn nằm ngang. Dùng một sợi dây khác vắt qua ròng rọc (có khối lượng không đáng kể) một đầu dây buộc vào vật m_2 , đầu kia buộc vào vật thứ 3 có khối lượng $m_3 = 5.6 \text{ kg}$. Hệ được bố trí như hình vẽ. Tính lực căng sợi dây do vật m_3 gây ra. (SBT)



- A. 23 N B. 17 N
C. 27 N D. 12 N

Câu 11: Một khẩu pháo có khối lượng $M = 800 \text{ kg}$ bắn một viên đạn theo phương hợp với phương ngang một góc 60° . Khối lượng của viên đạn $m = 7 \text{ kg}$, vận tốc đầu nòng $v = 380 \text{ m/s}$. Khi bắn bộ phận giật lùi về sau một đoạn $s = 45 \text{ cm}$. Lực cản trung bình tác dụng lên khẩu pháo có giá trị là?

- A. 4257 N B. 2457 N
C. 2547 N D. 5247 N

Câu 12: Người ta chèo một con thuyền qua sông theo hướng vuông góc với vận tốc 3.6 km/h . Nước đã mang con thuyền về phía xuôi dòng một khoảng 120 m . Vận tốc của dòng nước đối với bờ sông nhận giá trị bằng bao nhiêu? Cho biết chiều rộng của sông là $S = 0.6 \text{ km}$.

- A. 0.4 m/s B. 0.2 m/s
C. 0.6 m/s D. 0.8 m/s

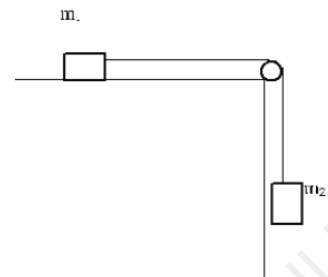
Câu 13: Một ô tô có khối lượng $m = 1228\text{kg}$ chạy lên dốc với vận tốc không đổi $v = 72\text{km/h}$. Mặt đường dốc hợp với mặt phẳng ngang một góc α sao cho $\sin \alpha = 0.05$; $\cos \alpha = 1$. Hệ số ma sát giữa mặt đường và bánh xe là $k = 0.05$. Lấy $g = 9.81\text{ m/s}^2$. Khi đó công suất của động cơ ô tô bằng bao nhiêu?

- A. 26kW
B. 32 kW
C. 24 kW
D. 30 kW

Câu 14: Một quả cầu có khối lượng $m = 0.3\text{ kg}$ được đặt cách đầu một thanh đồng chất một khoảng $a = 0.4\text{ cm}$ sao cho tâm quả cầu nằm trên phương của thanh. Thanh có chiều dài $l = 7\text{cm}$ và khối lượng $M = 1\text{kg}$. Lực hút của thanh lên quả cầu bằng bao nhiêu? Cho hằng số hấp dẫn vũ trụ $G = 6.67 \cdot 10^{-11}\text{ N.m}^2/(\text{kg}^2)$

- A. $7,67 \cdot 10^{-8}\text{ N}$
B. $6,76 \cdot 10^{-8}\text{ N}$
C. $6,76 \cdot 10^{-8}\text{ N}$
D. $7,67 \cdot 10^{-8}\text{ N}$

Câu 15: Cho hệ vật được bố trí như hình vẽ. Sợi dây không giãn. Khối lượng của ròng rọc và của sợi dây không đáng kể. Hệ số ma sát của vật 1 đối với mặt phẳng nằm ngang $k = 0.25$. Tính lực căng của sợi dây khi $m_1 = 90\text{g}$, $m_2 = 120\text{g}$?



- A. 0.82 N
B. 1.24 N
C. 0.63 N
D. 0.23 N

Câu 16: Từ đỉnh tháp cao 30m người ta ném một hòn đá lên phía trên với vận tốc $v_0 = 20\text{m/s}$ theo phương hợp với phương ngang một góc 45 độ. Thời gian rơi của hòn đá nhận giá trị nào dưới đây?

- A. 6.3 s
B. 4.3 s
C. 3.4 s
D. 2.1 s

Câu 17: Một vật có khối lượng $m_1 = 6\text{kg}$ chuyển động tới va chạm vào vật thứ hai có khối lượng $m = 1\text{kg}$ đang đứng yên. Coi va chạm là xuyên tâm và hoàn toàn đàn hồi. Hỏi vật thứ nhất truyền cho vật thứ hai bao nhiêu phần trăm động năng của mình sau va chạm?

- A. 51 %
B. 34%
C. 66 %
D. 49%

Câu 18: Xác định mô men quán tính của thanh có khối lượng $m = 15\text{kg}$ dài $L = 90\text{cm}$ đối với trục quay đi qua trọng tâm của thanh và hợp với thanh một góc 60 độ.

- A. $1,20\text{ kg.m}^2$
B. $0,76\text{ kg.m}^2$
C. $0,34\text{ kg.m}^2$
D. $1,43\text{ kg.m}^2$

Câu 19: Một vật rơi tự do từ điểm A ở độ cao 25m (đối với mặt đất) và một viên đạn được bắn đồng thời từ mặt đất lên cao với vận tốc ban đầu 14m/s theo phương thẳng đứng đi qua điểm a. Bỏ qua lực cản không khí. Lấy $g = 9.81\text{ m/s}^2$. Khoảng cách giữa viên đạn và vật rơi sau thời gian 0.8 giây bằng?

- A. 5.0 m
B. 8.0 m

C. 13.8 m

D. 10.3 m

Câu 20: Tác dụng một lực tiếp tuyến $F_t = 100\text{N}$ lên một bánh xe đang đứng yên có bán kính $R = 0.3\text{m}$ và có mô men quán tính $I = 18\text{kg.m}^2$. Hỏi vận tốc dài tại một điểm trên vành bánh xe sau khi tác dụng lực 10 giây?

A. 5 m/s

B. 12 m/s

C. 8 m/s

D. 3 m/s

2. Đề thi giữa kỳ 2

Câu 1: Một trụ đặc có khối lượng $M = 105\text{ kg}$, bán kính $R = 0.5\text{m}$ đang quay xung quanh trục của nó. Tác dụng lên trụ một lực hãm $F = 257.3\text{ N}$, tiếp tuyến với mặt trụ và vuông góc với trục quay. Sau thời gian $\Delta t = 2.6\text{s}$ trụ dừng lại. Vận tốc góc của trụ lúc bắt đầu tác dụng lực hãm là:

A. 21.8 rad/s

B. 25.5 rad/s

C. 22.1 rad/s

D. 21.2 rad/s

Câu 2: Một vật có khối lượng $m_1 = 2\text{kg}$ chuyển động với tốc độ $v_1 = 5\text{m/s}$ tới va chạm xuyên tâm vào vật có khối lượng $m_2 = 3\text{kg}$ đứng yên. Va chạm là hoàn toàn mềm. Nhiệt lượng toả ra trong quá trình va chạm là:

A. 34.8 J

B. 14.2 J

C. 15.0 J

D.

Câu 3: Thả rơi tự do một vật nhỏ từ độ cao $h = 17.6\text{m}$. Quãng đường mà vật rơi được trong 0.1s cuối cùng của thời gian rơi là:

A. 2.2 m

B. 1.8 m

C. 2.4 m

D. 1.6m

Câu 4: Một phi công thực hiện vòng tròn nhào lộn trong mặt phẳng đứng. Vận tốc của máy bay không đổi $v = 800\text{ km/h}$. Giả sử rằng áp lực lớn nhất của phi công lên ghế bằng 5 lần trọng lực của người. Lấy $g = 9.8\text{ m/s}^2$. Bán kính quỹ đạo vòng nhào lộn có giá trị bằng:

A. 1473.3 m

B. 1562.5 m

C. 1394.4 m

D. 1259.8 m

Câu 5: Một vật nhro có khối lượng m buộc vào một sợi dây mảnh chiều dài $l = 1.5\text{m}$; đầu kia giữ cố định. Cho vật quay trong mặt phẳng nằm ngang với tốc độ góc không đổi sao cho dây hợp với phương thẳng đứng 1 góc $\alpha = 30^\circ$. Cho $g = 9.8\text{ m/s}^2$, bỏ qua lực cản không khí. Vận tốc góc có giá trị:

A. 2.54 rad/s

B. 2.63 rad/s

C. 2.75 rad/s

D. 2.84 rad/s

Câu 6: Ở đầu một sợi dây dài $l = 50\text{ cm}$ có treo một vật nặng. Hỏi tại điểm thấp nhất phải truyền cho vật một vận tốc bé nhất bằng bao nhiêu để vật có thể quay tròn trong mặt phẳng đứng. Lấy $g = 9.8\text{ m/s}^2$

A. 4.9 m/s

B. 4.4 m/s

C. 4.0 m/s

D.

Câu 7: Một thanh dài $l = 1\text{m}$, khối lượng $M = 6\text{kg}$ có thể quay tự do xung quanh một trục nằm ngang đi qua một đầu của thanh. Một viên đạn khối lượng $m = 10\text{g}$ bay theo hướng nằm ngang với vận tốc $v = 500\text{ m/s}$ tới xuyên vào đầu kia của thanh và mắc vào thanh. Vận tốc góc của thanh ngay sau khi viên đạn đập vào thanh là:

A. 2.5 rad/s

B. 2.9 rad/s

C. 2.8 rad/s

D. 2.1 rad/s

Câu 8: Từ một đỉnh tháp cao $h = 20\text{m}$, người ta ném một hòn đá khối lượng 50g theo phương nghiêng với mặt phẳng nằm ngang, với vận tốc ban đầu $v_0 = 18\text{ m/s}$. Khi rơi tới mặt đất hòn đá có vận tốc $v = 24\text{ m/s}$. Tính công của lực cản của không khí lên hòn đá.

A. -2.7 J

B. -1.8 J

C. -4.2 J

D. -3.5 J

Câu 9: Một con lắc đơn có $m = 140\text{g}$ được kéo lệch ra với phương thẳng đứng một góc $\alpha = 90^\circ$, sau đó thả rơi, cho $g = 10\text{ m/s}^2$. Lực căng cực đại của dây treo là:

A. 4.04 N

B. 4.20 N

C. 3.27 N

D. 3.96 N

Câu 10: Một đĩa tròn đồng chất bán kính $R = 20\text{ cm}$, khối lượng $m = 2.2\text{ kg}$ có thể quay quanh một trục nằm ngang vuông góc với đĩa và cách tâm đĩa một đoạn $R/2$. Đĩa bắt đầu quay từ vị trí tương ứng với vị trí cao nhất của tâm đĩa với vận tốc ban đầu bằng 0. Xác định mômen động lượng của đĩa đối với trục quay khi đĩa đi qua vị trí thấp nhất.

A. $0.662\text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$

B. $0.686\text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$

C. $0.754\text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$

D. $0.368\text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$

Câu 11: Trên một đĩa nằm ngang đang quay, người ta đặt một vật có khối lượng $m = 1\text{ kg}$ cách trục quay $r = 50\text{ cm}$. Hệ số ma sát giữa vật và đĩa bằng $k = 0.25$. Lực ma sát phải có độ lớn bằng bao nhiêu để vật được giữ trên đĩa quay với vận tốc $n = 12$ vòng/ phút.

A. 0.897 N

B. 0.612 N

C. 0.789 N

D. 0.564 N

Câu 12: Một con lắc vật lý được cấu tạo bằng một thanh đồng chất, tiết diện đều có độ dài bằng $l = 50\text{cm}$ và trục quay O của nó cách trọng tâm G một khoảng bằng x . Biết rằng chu kỳ dao động T của con lắc này là nhỏ nhất, x nhận giá trị nào dưới đây:

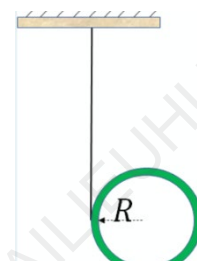
A. 13.7 cm

B. 45.6 cm

C. 12.1 cm

D. 14.4 cm

Câu 13: Trên một trụ rỗng khối lượng $m = 1.2\text{kg}$, người ta cuộn một sợi dây không giãn có khối lượng và đường kính nhỏ không đáng kể. Đầu tự do của dây được gắn trên một giá cố định (hình vẽ). Để trụ rơi dưới tác dụng của trọng lực. Tìm sức căng của dây treo. Cho biết rằng gia tốc trọng trường có giá trị $g = 10\text{m/s}^2$



A. 6 N

B. 7 N

C. 4 N

D. 5 N

Câu 14: Một người ngồi trên ghế Giucopxki và cầm trong tay hai quả tạ, mỗi quả có khối lượng 10 kg. Khoảng cách từ mỗi quả tới trục quay là 0.75m. Ghế quay với vận tốc góc 2 vòng/s. Hỏi vận tốc của ghế nếu người đó co tay lại để khoảng cách từ mỗi quả tạ đến trục quay chỉ còn là 20cm, cho biết mômen quán tính của người và ghế đối với trục quay là 2.5 kg.m²

A. 53.7 rad/s

B. 52.36 rad/s

C. 55.8 rad/s

D. 62.4 rad/s

3. Đề thi giữa kỳ 3

Câu 1: Một vật khối lượng m trượt không ma sát từ đỉnh một mặt cầu xuống dưới. Hỏi từ khoảng cách nào tính từ chân mặt cầu vật bắt đầu rời khỏi mặt cầu.

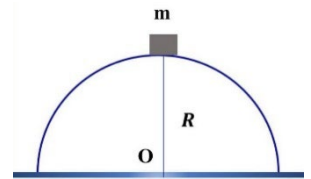
Cho bán kính mặt cầu là $R = 90\text{cm}$.

A. 0.3 m

B. 0.5 m

C. 0.6 m

D. 0.4 m



Câu 2: Phải ném một vật theo phương thẳng đứng từ độ cao $h = 30\text{ m}$

với vận tốc v_0 bằng bao nhiêu để nó rơi xuống mặt đất trước 1s so với trường hợp vật tự rơi tự do? $g = 10\text{m/s}^2$.

A. 13.45 m/s

B. 12.25 m/s

C. 9.75 m/s

D. 8.79 m/s

Câu 3: Một xe lửa bắt đầu chuyển động nhanh dần đều trên một đường thẳng ngang qua trước mặt một người quan sát đứng ngang toa tàu thứ nhất. Biết rằng toa xe thứ nhất đi qua trước mặt người quan sát hết thời gian $t = 8\text{s}$. Hỏi toa thứ 8 sẽ đi qua trước mặt người quan sát trong bao lâu?

A. 1.20s

B. 1.46s

C. 3.21s

D. 2.16s

Câu 4: Một hòn đá được ném theo phương nằm ngang với vận tốc $v_0 = 15\text{m/s}$. Tính gia tốc pháp tuyến của hòn đá sau lúc ném 2 giây. ($g = 10\text{ m/s}^2$)

A. $2 \frac{m}{s^2}$ B. $4 \frac{m}{s^2}$ C. $6 \frac{m}{s^2}$ D. $8 \frac{m}{s^2}$

Câu 5: Một xe chuyển động từ đỉnh một dốc phẳng có độ cao $h = 80\text{ cm}$ nằm nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ so với mặt nằm ngang và dừng hẳn lại sau khi đã đi được đoạn nằm ngang CB. Hệ số ma sát giữa xe và mặt đường trên các đoạn DC và CB là $k = 0.2$. Xác định độ dài quãng đường CB.

A. 1.74 m

B. 2.61 m

C. 2.28 m

D. 2.69 m



Câu 6: Từ độ cao $h = 30\text{m}$, một hòn đá được ném lên phía trên với vận tốc $v_0 = 15\text{m/s}$ theo phương hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc bằng 45° . Xác định vận tốc của hòn đá lúc chạm đất. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$

- A. 34.21 m/s B. 28.72 m/s
C. 26.71 m/s D. 33.18 m/s

Câu 7: Một chất điểm khối lượng $m = 0.3\text{ kg}$ được ném lên từ một điểm O với vận tốc $v_0 = 9\text{m/s}$ theo phương hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc $\alpha = 30^\circ$ - bỏ qua sức cản của không khí, cho $g = 9.8\text{ m/s}^2$. Mômen động lượng của chất điểm đối với O khi lên đến độ cao cực đại là:

- A. $3.226\text{ kgm}^2/\text{s}$ B. $2.416\text{ kgm}^2/\text{s}$
C. $1.865\text{ kgm}^2/\text{s}$ D. $2.054\text{ kgm}^2/\text{s}$

Câu 8: Một người kéo xe bằng một lực hợp phương ngang một góc $\alpha = 30^\circ$. Xe có khối lượng $m = 250\text{kg}$ và chuyển động với vận tốc không đổi. Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường $k = 0.2$. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Lực kéo có giá trị bằng:

- A. 517.58 N B. 561.15 N
C. 550.71 N D. 543.21 N

Câu 9: Trên một đĩa nằm ngang đang quay, người ta đặt một vật có khối lượng $m = 500\text{g}$ cách trục quay $r = 60\text{ cm}$. Hệ số ma sát giữa vật và đĩa bằng $k = 0.1$. Với vận tốc góc nào thì vật bắt đầu trượt khỏi đĩa?

- A. 1.7 rad/s B. 1.3 rad/s
C. 2.2 rad/s D. 2.8 rad/s

Câu 10: Một ô tô khối lượng $m = 550\text{kg}$ chuyển động thẳng đều xuống dốc trên một mặt phẳng nghiêng, góc nghiêng α so với mặt đất nằm ngang có $\sin \alpha = 0.0872$; $\cos \alpha = 0.9962$. Lực kéo ô tô bằng $F_k = 550\text{N}$. Hệ số ma sát giữa ô tô và mặt đường là:

- A. 0.158 B. 0.188
C. 0.208 D. 0.198

Câu 11: Xác định chu kỳ của một con lắc toán chiều dài $l = 50\text{cm}$, biết nó sau khoảng thời gian $t = 6$ phút nó mất 99% năng lượng.

- A. 1.42s B. 1.82s
C. 1.66s D. 1.74s

Câu 12: Từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng cao $h = 80\text{cm}$, người ta cho một vật đồng chất có hình vành tròn lăn không trượt trên mặt phẳng nghiêng đó. Tìm vận tốc dài của các vật ở cuối mặt phẳng nghiêng.

- A. 2.8 m/s B. 2.2 m/s
C. 3.3 m/s D. 3.6 m/s

Câu 13: Một quả cầu đặc đồng chất có khối lượng $m = 2\text{kg}$, lăn không trượt với vận tốc $v_1 = 10\text{ m/s}$ đến đập vào thành tường rồi bật ra với vận tốc $v_2 = 8\text{m/s}$. Tính nhiệt lượng tỏa ra trong va chạm đó.

- A. 54.6 J B. 50.4 J

C. 48.6 J

D. 58.6 J

Câu 14: Tính công cần thiết để làm cho vô lăng hình vành tròn bán kính 1m, khối lượng 500 kg đang đứng yên quay với vận tốc góc 60 vòng/ phút.

A. 9869.6 J

B. 8956.2 J

C. 9163.5 J

D. 9673.7 J

Câu 15: Một hệ gồm trụ đặc đồng chất khối lượng $M = 1.54\text{kg}$ và một vật nặng khối lượng $m = 800\text{g}$ được nối với nhau bằng một sợi dây và vắt qua ròng rọc như hình vẽ. Bỏ qua khối lượng của dây, của ròng rọc và của khung gắn với trụ. Tính gia tốc của vật nặng. Lấy $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

A. $1.16 \frac{m}{s^2}$ B. $2.52 \frac{m}{s^2}$ C. $1.78 \frac{m}{s^2}$ D. $2.15 \frac{m}{s^2}$ 