

CHƯƠNG IV: NĂNG LƯỢNG

DẠNG 1: CÔNG

1.1. Kiến thức cần biết.

- Một dạng khá phổ biến ở chương 4 về năng lượng. Muốn xác định được công thì thông thường có hai cách. Cách đầu tiên dựa vào phương trình cơ bản của nó ($A = F \cdot s$), nhớ lực F ở đây là lực đã được chiếu lên phương s rồi. Theo cách 1 thì cứ hùng hục đi tìm lực và quãng đường mà vật chịu tác dụng của lực di chuyển là xong. Cách thứ 2 thì có thể sử dụng định luật bảo toàn năng lượng tính cũng được.

- Khi sử dụng định luật bảo toàn năng lượng thì cứ theo các bước sau mà chiến:

- Xác định năng lượng tại thời điểm 1: năng lượng này có thể dưới dạng thế năng, động năng hoặc cả hai \rightarrow ta gọi năng lượng tại thời điểm này là E_1
- Xác định năng lượng tại thời điểm 2: \rightarrow gọi là E_2
- Năng lượng không tự nhiên sinh ra và tự nhiên mất đi, muốn thay đổi năng lượng của một hệ thì hệ đó phải nhận công hoặc sinh công. Nếu hệ nhận công thì E_2 sẽ lớn hơn E_1 , nếu hệ sinh công thì E_2 chắc chắn phải nhỏ hơn E_1 . Lượng công nhận được hay sinh ra chính bằng

$$A = E_2 - E_1$$

1.2. Bài tập ví dụ

Bài 4-2: Tính công cần thiết để kéo một lò xo giãn ra 20cm, biết rằng lực kéo tỷ lệ với độ giãn của lò xo và muốn lò xo giãn 1cm phải cần một lực 30N.

*** Nhận xét:** Trong hướng dẫn giải của sách bài tập thì bài này dùng tích phân để tính. Nhưng thực sự thì đâu cần thiết phải dùng đến tích phân cho bài toán đơn giản này. Giờ phân tích bài toán để tìm ra hướng giải. Ban đầu lò xo không giãn nên năng lượng của hệ là bằng 0. Giờ muốn lò xo giãn 20 cm thì có nghĩa là phải cung cấp năng lượng cho hệ bằng cách thực hiện một công kéo. Ở đây khi kéo giãn ra thì năng lượng của lò xo sẽ ở dạng thế năng.

*** Giải**

Như vậy công cần cung cấp để lò xo giãn chính bằng năng lượng thay đổi của hệ.

$$A = W_t = \frac{1}{2}k(\Delta x)^2$$

Nhìn vào công thức ta thấy cần xác định nốt độ cứng của lò xo k là xong. Check lại đề bài thì thấy cho sẵn dữ kiện “**muốn lò xo giãn 1cm phải cần một lực 30N**”. Như vậy ta dễ dàng tính được ngay

$$k = \frac{30 \text{ N}}{1 \text{ cm}} = 3000 \text{ N/m}$$

Thay số vào tính là ra thôi:

$$A = \frac{1}{2} \times 3000 \times 0.2^2 = 60 J$$

Bài 4.11: Một viên đạn khối lượng $m = 10\text{kg}$ (đạn éo gì mà nặng thế nhỉ) đang bay với vận tốc $v=100\text{m/s}$ thì gặp một bản gỗ dày và cắm sâu vào bản gỗ một đoạn $s = 4\text{cm}$. Tìm:

- Lực cản trung bình của bản gỗ lên viên đạn;
- Vận tốc viên đạn sau khi ra khỏi bản gỗ chỉ dày $d = 2\text{cm}$.

*** Nhận xét:** bài này thích thì dùng kiến thức động học và động lực học là có thể xác định ngay được các đại lượng cần tìm. Ví dụ như câu a thì đi xác định gia tốc a khi viên đạn di chuyển trong bản gỗ, rồi từ đó nhân với khối lượng viên đạn là ra lực cản ngay. Tuy nhiên, ở đây ta áp dụng kiến thức chương 4 về công và năng lượng giải cho nó pro. Đề ý là trước khi cắm vào bản gỗ thì năng lượng của viên đạn là E_1 và nằm dưới dạng động năng. Sau khi cắm vào miếng gỗ, hì hực mãi mới vào được 4 cm thì đơ cmnl. Kết quả năng lượng ở thời điểm 2 là bằng 0. Như vậy miếng gỗ đã thực hiện một công cản để triệt tiêu năng lượng của viên đạn. Công cản này chính bằng động năng ban đầu của viên đạn. Ở trong câu b, khi mảnh gỗ quá mỏng thì nó không đủ tuổi để ngăn chặn viên đạn và chỉ làm giảm đi một phần năng lượng của viên đạn. Điều này có nghĩa nếu biết được công cản của mảnh gỗ thì ta sẽ biết được phần năng lượng còn lại của viên đạn là bao nhiêu. Từ đó dễ dàng tính ra vận tốc vì năng lượng còn lại của viên đạn là dưới dạng động năng.

*** Giải:**

Theo lập luận trên ta có:

$$A_c = W_d = \frac{1}{2}mv^2$$

Tiếp đến đề ý là công thì bằng lực nhân với quãng đường. Dưới tác dụng của lực cản viên đạn chỉ chạy được có 4 cm. Thay vào pt trên ta có

$$F \cdot s = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{10 \times 100^2}{2 \times 4 \times 0.01} = 1250 N$$

Ở câu a ta đã xác định được lực cản của tấm gỗ, nên quá đơn giản khi tính được công cản gây bởi tấm gỗ dày 2cm.

$$A_{cb} = F \cdot s_b$$

Năng lượng (dưới dạng động năng) của viên đạn ngay sau khi ra khỏi tấm gỗ là:

$$W'_d = W_d - A_{cb} = \frac{1}{2}mv^2 - F \cdot s_b$$

Như vậy ta có:

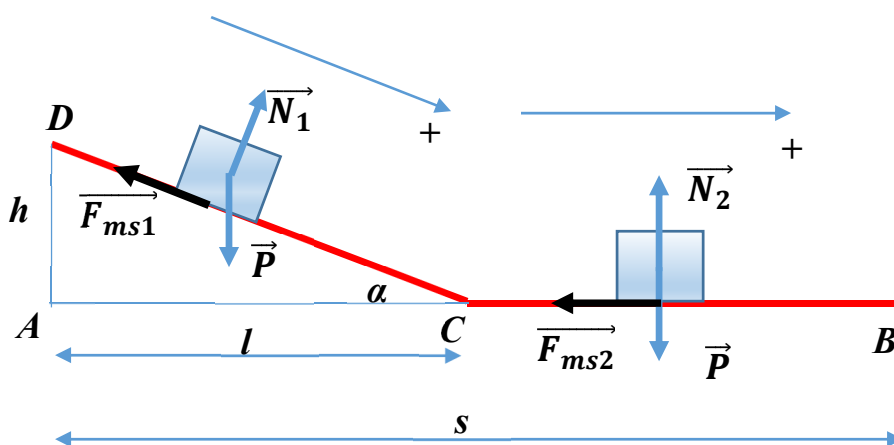
$$\frac{1}{2} m v'^2 = \frac{1}{2} m v^2 - F \cdot s_b \rightarrow v' = \sqrt{v^2 - \frac{2F \cdot s_b}{m}} =$$

Giờ thay nốt số vào tính ra v' là xong rồi:

$$v' = \sqrt{100^2 - \frac{2 \times 1250 \times 0.02}{m}} = 71 \text{ m/s}$$

P/S: một cái rất dễ nhầm là nhầm dấu, nhiều bạn cứ âm dương loạn xạ lên. Nhưng nếu lập luận chặt chẽ thì tất cả đều có thể đưa về giá trị dương và tùy theo yêu cầu đề bài mà chúng ta có thể cộng trừ sao cho hợp lý.

Bài 4.12: Một xe chuyên động từ đỉnh một dốc phẳng DC có độ cao h (hình vẽ) và dừng hẳn lại sau khi đã đi được đoạn nằm ngang CB. Cho $AB = s$; $AC = l$; hệ số ma sát giữa xe và mặt đường trên các đoạn DC và CB bằng nhau. Tính hệ số ma sát và gia tốc của xe trên các đoạn đường DC và BC.



* **Nhận xét:** Bài toán chia ra làm hai giai đoạn là chuyển động trên mặt phẳng nghiêng DC và chuyển động thẳng CB. Nhận thấy là tại điểm D xe có năng lượng lớn nhất, trong quá trình di chuyển xuống vị trí C do lực ma sát sinh ra công cản nên nó mất bớt đi một phần năng lượng chính bằng công cản A_{CD} . Khi đến điểm C thì nó di chuyển thẳng và tiếp tục bị thẳng ma sát bóc lột nốt phần năng lượng còn lại để rồi trắng tay tại vị trí B sau khi công nạp nốt phần năng lượng còn lại. Thẳng năng lượng còn lại bị mất đi chính bằng công cản A_{CB} . Như vậy nếu gọi năng lượng (năng lượng này tồn tại dưới dạng thế năng) tại điểm D là E_D thì dễ thấy:

$$E_D = A_{CD} + A_{CB}$$

Tiếp theo chú ý nữa là phản lực trên mặt phẳng nghiêng và trên mặt nằm ngang khác nhau đấy nhé, chỉ mỗi trọng lực P là không đổi thôi. Phản lực khác nhau dẫn đến lực ma sát khác nhau nên khi thay số phải chú ý:

***Giải:**

Từ pt trên, thay E_D , A_{CD} , A_{CB} bằng các công thức tính tương ứng ta có:

$$\begin{aligned} mgh &= F_{ms1} \cdot CD + F_{ms2} \cdot CB = kmg \cos \alpha \cdot CD + kmg \cdot CB \\ &\rightarrow mgh = kmg \cdot AC + kmg \cdot CB = kmg l + kmg(s - l) \\ &\rightarrow h = ks \rightarrow k = \frac{h}{s} \end{aligned}$$

(chú ý $AC = CD \cdot \cos \alpha \rightarrow$ hệ thức lượng trong tam giác vuông nhé)

Tiếp theo bài toán yêu cầu tính gia tốc trên từng đoạn đường, cái này thì cứ áp dụng định 2 Newton cho từng đoạn đường là xong.

- Đoạn CD:

$$\overrightarrow{F_{ms1}} + \overrightarrow{N_1} + \overrightarrow{P} = m\overrightarrow{a_{CD}}$$

Chiều lên trục ứng với đoạn CD như trên hình vẽ ta có:

$$-kmg \cos \alpha + mgsin \alpha = ma_{CD}$$

(ở đây ta ko biết được xu hướng chuyển động là nhanh dần hay chậm dần nên ko thể biết được hướng của gia tốc a_{CD} . Do đó, ta cứ giả sử nhanh dần và tính ra a_{CD} nếu nó ra âm thì là cỡ chậm dần đều thôi).

$$\begin{aligned} \rightarrow a_{CD} &= -kg \frac{l}{\sqrt{h^2 + l^2}} + g \frac{h}{\sqrt{h^2 + l^2}} = -\frac{ghl}{s\sqrt{h^2 + l^2}} + \frac{gh}{\sqrt{h^2 + l^2}} \\ &\rightarrow a_{CD} = \frac{gh}{\sqrt{h^2 + l^2}} \left(1 - \frac{l}{s}\right) \end{aligned}$$

Vì $l < s$ nên chắc chắn $a_{CD} > 0 \rightarrow$ khi chuyển động của xe khi xuống dốc là nhanh dần đều.

- Đoạn CB:

$$\overrightarrow{F_{ms2}} + \overrightarrow{N_2} + \overrightarrow{P} = m\overrightarrow{a_{CB}}$$

Chiều lên trục ứng với đoạn CB và dễ thấy là xe chuyển động chậm dần đều nên kiểu gì $\overrightarrow{a_{CB}}$ cũng ngược hướng với chiều chuyển động. Nếu chiều lên trục như ta đã chọn thì kiểu gì cũng có dấu “-” phía trước.

$$-kmg = -ma_{CB} \rightarrow a_{CB} = kg = \frac{hg}{s}$$

Bài 4-27: Tính công cần thiết để làm cho một vô lăng hình vành tròn đường kính 1m, khối lượng 500kg, đang đứng yên quay tới vận tốc 120 vòng/phút.

*** Nhận xét:** Dạng cơ bản của bài toán tính công \rightarrow độ biến thiên năng lượng chính là công cần thiết thôi. Ở đây chú ý là năng lượng biến thiên dưới dạng động năng

quay nên phải nhớ công thức tính động năng quay. Ngoài ra, liên quan tới động năng quay là mômen quán tính. Chính vì thế mà ta thấy đề bài có cho thêm chi tiết là vô lăng hình vành tròn để giúp chúng ta xác định được mômen quán tính theo công thức đã có sẵn.

*** Giải**

- Để thấy động năng ban đầu bằng 0 nên công cần thiết để cung cấp cho vô lăng quay với vận tốc 120 vòng/phút sẽ là:

$$A = W_d - W_{d0} = W_d = \frac{1}{2} I \omega^2$$

- Thay mômen quán tính vành tròn vào là xong:

$$A = \frac{1}{2} m R^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times 0.5^2 \times \left(120 \times \frac{2\pi}{60}\right)^2 \approx 10 \text{ kJ}$$

→ quay tay tốn sức phết ☺

Bài 4.28: Một quả cầu đặc đồng chất có khối lượng $m = 1 \text{ kg}$, 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.

*** Nhận xét:** Bài toán tính nhiệt lượng, nhưng cũng tương tự như tính công. Khi quả cầu lăn và va đập vào tường, nó sẽ bị bật ra, quá trình va đập đó khiến nó bị mất đi một phần năng lượng. Do đó, ta dễ dàng dự đoán là chắc chắn năng lượng của quả cầu đã bị giảm sau khi va đập. Độ giảm năng lượng đó chính là nhiệt lượng tỏa ra. Năng lượng của quả cầu trong bài này dưới dạng động năng, động năng của quả cầu gồm có động năng tịnh tiến và động năng quay.

*** Giải:**

- Động năng của quả cầu trước khi va chạm là:

$$W_{d1} = W_{dtt} + W_{dq} = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} I \omega_1^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m R^2 \omega_1^2$$

$$\rightarrow W_{d1} = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{5} m v_1^2 = \frac{7}{10} m v_1^2$$

- Động năng của quả cầu sau khi va chạm là: tính tương tự thôi.

$$W_{d2} = \frac{7}{10} m v_2^2$$

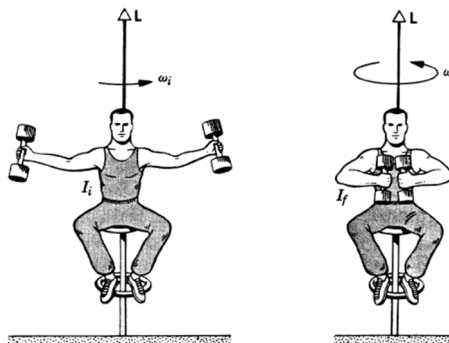
- Nhiệt lượng tỏa ra sau va chạm là:

$$Q = W_{d1} - W_{d2} = \frac{7}{10} m (v_1^2 - v_2^2) = \frac{7}{10} \times 1 \times (10^2 - 8^2) = 25.2 \text{ J}$$

Bài 3.32: Một người ngồi trên ghế Giucôpxki và cầm trong tay hai quả tạ, mỗi quả có khối lượng 10kg. Khoảng cách từ mỗi quả tới trục quay là 0,75m. Ghế quay với

vận tốc $\omega_1 = 1$ vòng/s. Hỏi công do người thực hiện và vận tốc của ghế nếu người đó co tay lại để khoảng cách từ mỗi quả tạ đến trục quay chỉ còn là 0,20m, cho biết mômen quán tính của người và ghế đối với trục quay là $I_0 = 2,5\text{kg}\cdot\text{m}^2$

* **Nhận xét:** Bài toán là sự kết hợp giữa bài toán tính công và bảo toàn mômen động lượng. Khi người co tay lại để khoảng cách mỗi quả tạ đến trục quay giảm đi thì có hai đại lượng thay đổi, thứ nhất là mômen quán tính I , thứ hai là vận tốc góc ω . Tuy nhiên hai đại lượng này không thay đổi độc lập mà liên hệ với



n nhau qua định luật bảo toàn mômen động lượng: $I\omega = \text{const}$. Khi ω thay đổi thì động năng quay của hệ sẽ thay đổi và độ biến thiên động năng đó chính bằng công của người thực hiện.

* **Giải:**

- Xét đến sự thay đổi của mômen quán tính trước:

- Khi duỗi tay: $I_1 = I_0 + 2md_1^2$
- Khi co tay: $I_2 = I_0 + 2md_2^2$

- Giờ xét đến sự thay đổi của vận tốc góc ω :

- Khi duỗi tay: $\omega_1 = 1$ vòng/s
- Khi co tay: ω_2
- Theo định luật bảo toàn mômen động lượng:

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \rightarrow \omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1$$

- Thay số vào ta có:

$$\omega_2 = \frac{I_1}{I_2}\omega_1 = \frac{I_0 + 2md_1^2}{I_0 + 2md_2^2}\omega_1 = \frac{2.5 + 2 \times 10 \times 0.75^2}{2.5 + 2 \times 10 \times 0.20^2} \times 1 \times 2\pi = 26.2 \text{ rad/s}$$

- Giờ để tính công do người thực hiện, thì chỉ cần xác định độ biến thiên động năng là xong:

$$A = \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 - \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = \frac{1}{2} \times 3.3 \times 26.2^2 - \frac{1}{2} \times 13.75 \times (2\pi)^2 = 861 \text{ J}$$

DẠNG 2: TÌM ĐIỀU KIỆN

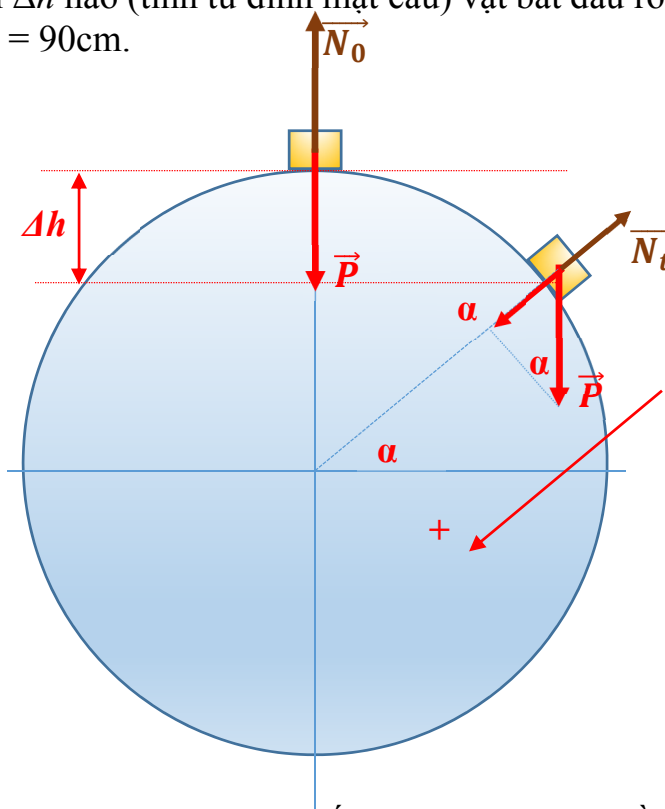
2.1. Kiến thức cơ bản:

- Dạng bài này về cơ bản là bắt chúng ta tìm giá trị của đại lượng x nào đó để một hiện tượng vật lý nào đó xảy ra. Về cơ bản, chúng ta phải biết phân tích các hiện tượng vật lý để tìm ra đại lượng y nào đó đóng vai trò quyết định để hiện tượng vật lý đó xảy ra. Sau khi nhận dạng anh y rồi thì chỉ việc sử dụng công thức biến đổi để kết nối anh x với anh y để giải bài toán. Có thể nói công thức biến đổi đóng vai trò quan trọng như chai dầu ăn để kết nối anh x và anh y với nhau.

- Tất nhiên là chúng ta đang ở chương về công và năng lượng nên cần chú ý mấy định luật kiểu bảo toàn cơ năng, biến thiên động năng, biến thiên thế năng.

2.2. Bài tập ví dụ:

Bài 4-13: Một vật khối lượng m trượt không ma sát từ đỉnh một mặt cầu xuống dưới. Hỏi từ khoảng cách Δh nào (tính từ đỉnh mặt cầu) vật bắt đầu rời khỏi mặt cầu. Cho bán kính mặt cầu $R = 90\text{cm}$.



* **Nhận xét:** Bài này nói chung là khoai nếu làm chưa quen. Đề bài hỏi khoảng cách Δh tại đó vật phi thân khỏi mặt cầu nên phải suy nghĩ ngay tới việc xác định điều kiện nào thì vật bay khỏi cầu. Như vậy anh x chính là Δh còn hiện tượng vật lý là phi thân khỏi mặt cầu. Nhiệm vụ giờ là phải tìm anh y đặc trưng cho hiện tượng phi thân khỏi mặt cầu. Nhìn vào vật ở thời điểm bất kì trên mặt cầu, tại đó vật chịu hai

lực tác dụng là \vec{P} và \vec{N}_t . Trong đó lực P thì không đổi rồi, chỉ có phản lực từ mặt cầu lên vật là thay đổi. Đây chính là điểm mấu chốt của bài toán, chúng ta để ý khi vật bay khỏi mặt cầu là lúc đó vật ko còn chịu tác dụng của phản lực nữa mà chỉ còn mỗi lực P tác dụng lên vật. Như vậy anh y detected roài, giờ là lúc dùng Neptune để kết nối anh x và anh y tức là Δh và phản lực N. Rồi cuối cùng, ta chỉ cần xác định Δh tại đó phản lực bằng 0 là xong.

*** Giải:**

- Xét tại thời điểm t vật ở vị trí như hình vẽ, khi đó theo định luật II Newton ta có:

$$\vec{P} + \vec{N}_t = m\vec{a}$$

Chiều lên trục song song với bán kính đi qua vật tại thời điểm t để xác định phản lực N_t , lúc này thành phần gia tốc trên trục chiều sẽ đóng vai trò là gia tốc hướng tâm \rightarrow chú ý đến công thức gia tốc hướng tâm.

$$P \sin \alpha - N_t = ma_{ht} = \frac{mv^2}{R} \rightarrow N_t = P \sin \alpha - \frac{mv^2}{R}$$

Nhìn vào biểu thức thấy P, m và R coi như là hằng số rồi, giờ muốn tìm mối quan hệ với Δh thì phải tìm cách biến đổi mấy biến $\sin \alpha$ và v về Δh

Từ hình vẽ dễ thấy $\sin \alpha$ tính cũng dễ thôi:

$$\sin \alpha = \frac{R - \Delta h}{R}$$

Còn mỗi thằng v , nói đến v ta thường nghĩ đến động năng, hơn nữa đây là chương liên quan tới năng lượng thì kiểu gì chả phải ứng dụng tí chút kiến thức về năng lượng. Để ý là khi vật di chuyển xuống dưới thì thế năng của vật giảm dần và biến thành động năng. Như vậy độ biến thiên thế năng phải bằng độ biến thiên động năng của vật:

$$mgR - mg(R - \Delta h) = \frac{mv^2}{2} \rightarrow mv^2 = 2mg\Delta h$$

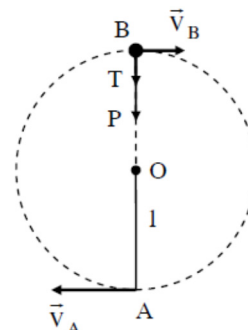
Thay hết vào phương trình theo N_t ta có

$$N_t = mg \frac{R - \Delta h}{R} - \frac{2mg\Delta h}{R} = mg \left(1 - \frac{3\Delta h}{R} \right)$$

Hehe, đến đây thì quá ngon rồi, hàng ngay trước mồm rồi, cho $N_t = 0$ là tìm được ngay điều kiện của Δh .

$$\Delta h = \frac{R}{3}$$

Bài 4.17: Ở đầu một sợi dây OA, dài $l = 30\text{cm}$ có treo một vật nặng. Hỏi tại điểm thấp nhất A phải truyền cho vật một vận tốc bé nhất bằng bao nhiêu để vật có thể quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng.



*** Nhận xét:** Bài toán đặc trưng của quay tay, hãy tưởng tượng là chúng ta buộc viên sỏi vào đầu dây rồi quay tay, rõ ràng là muốn cho viên sỏi quay theo đường tròn thì ta phải quay với vận tốc lớn, chứ nhỏ là dây xù ngay. Giờ phân tích bài toán, ta thấy nó yêu cầu xác định vận tốc truyền v_A bằng bao nhiêu để vật quay tròn trong mặt phẳng thẳng đứng. Như vậy anh x là v_A nhé, hiện tượng vật lý là quay tròn trong mặt phẳng \rightarrow tìm anh y đặc trưng cho hiện tượng này. Dễ thấy là nếu vật quay trong mặt phẳng thì dây phải căng khi lên đỉnh ☺. Thế là xác định được anh y chính là lực căng dây T . Tóm lại, ta chỉ cần mối liên hệ giữa lực căng dây T tại đỉnh và gia tốc v_A là xong.

*** Giải:**

- Xét tại đỉnh vật chịu tác dụng của 2 lực là T và P , và hai lực này đóng vai trò là lực hướng tâm luôn.

$$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$$

Chiều lên trục thẳng đứng chiều dương hướng xuống dưới

$$P + T = ma_{ht} = m \frac{v_B^2}{l} \rightarrow T = m \frac{v_B^2}{l} - mg$$

Giờ phải tìm cách liên hệ với $v_A \rightarrow$ lại sử dụng mấy định luật về năng lượng thôi. Để ý tại vị trí A vật được cấp năng lượng dưới dạng động năng, tại vị trí B thì động năng này đã được chuyển một phần thành thế năng và động năng tại B. Do đó ta có:

$$W_d(A) = W_d(B) + W_t(B) \leftrightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mg(2l)$$

$$\rightarrow mv_B^2 = mv_A^2 - 4mgl$$

Thay lên trên là ra mối quan hệ giữa T và v_A luôn thôi.

$$T = \frac{mv_A^2 - 4mgl}{l} - mg = m \left(\frac{v_A^2}{l} - 5g \right)$$

Đến đây chỉ cần tìm v_A để cho T bằng 0 là ta biết được vận tốc tối thiểu cần truyền để cho T khác 0 khi lên đỉnh.

$$\frac{v_A^2}{l} - 5g = 0 \rightarrow v_A = \sqrt{5gl} = \sqrt{5 \times 10 \times 0.3} = 3.87 \text{ m/s}$$

Đây chính là vận tốc bé nhất cần tìm.

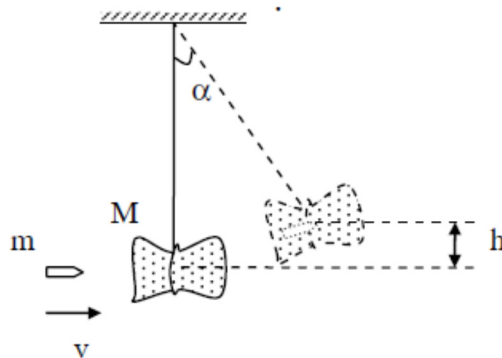
DẠNG 3: BÀI TOÁN VA CHẠM

3.1. Kiến thức cần biết:

- Dạng này chắc làm mòn đi rồi, cứ bảo toàn động lượng và bảo toàn cơ năng là xong.
- Nên nhớ lại chút kiến thức về va chạm đàn hồi và va chạm mềm.
- Cách giải thì cứ ngồi liệt kê hai công thức liên quan tới định luật bảo toàn động lượng và bảo toàn cơ năng rồi ngắm nghĩa một tý là ra thôi.

3.2. Bài tập ví dụ:

Bài 4.20: Để đo vận tốc của viên đạn người ta dùng con lắc thử đạn. Đó là một bì cát treo ở đầu một sợi dây. Khi viên đạn xuyên vào bì cát, nó bị mắc tại đó và bì cát được nâng lên một độ cao h nào đó. Tìm vận tốc của đạn lúc đó sắp xuyên vào bì cát. Biết khối lượng của viên đạn là m , khối lượng của bì cát là M .



* **Nhận xét:** Đọc qua đề bài thì thấy đây có thể coi như va chạm mềm, bài toán yêu cầu tính vận tốc như vậy làm sao có thể ko dùng bảo toàn động lượng. Nói chung bài này khá dễ xoi, may mắn lắm khi thi mới được gặp.

* **Giải:**

- Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$mv = (m + M)v'$$

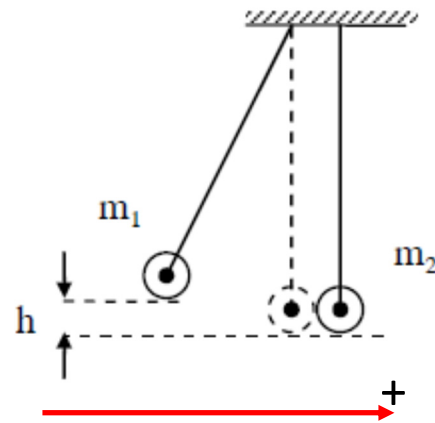
- Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có: chú ý là ở độ cao h thì động năng bằng 0 đấy. Ngoài ra sau khi va chạm thì hệ sẽ mang vận tốc v' chứ không phải vận tốc viên đạn ban đầu.

$$\frac{(m + M)v'^2}{2} = (m + M)gh \leftrightarrow v' = \sqrt{2gh}$$

- Giờ bài toán đã được đưa về cấp độ khó của lớp 1, thay số vào tính thôi:

$$v = \frac{m + M}{m} \sqrt{2gh}$$

Bài 4-24: Hai quả cầu được treo ở đầu hai sợi dây song song 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 quả cầu lần lượt bằng 200g và 100g. Quả cầu thứ nhất được nâng lên độ cao $h = 4,5\text{cm}$ và thả xuống. Hỏi sau va chạm, các quả cầu được nâng lên độ cao bao nhiêu nếu:
a) Va chạm là hoàn toàn đàn hồi; b) Va chạm là mềm.



* **Nhận xét:** Bài toán liên quan tới va chạm đàn hồi và va chạm mềm. Cần chú ý là va chạm đàn hồi thì sau khi va chạm hai anh chia tay nhau ngay, còn va chạm mềm thì tức là va chạm xong thì hai anh cùng dắt tay nhau đi tiếp. Quả cầu thứ nhất được nâng lên độ cao h nhằm nạp năng lượng cho nó dưới dạng thế năng. Bài toán hỏi sau va chạm các quả cầu lên được độ cao bao nhiêu, tức là phải tính xem động năng mỗi quả sau va chạm là bao nhiêu đã. Từ động năng suy ra thế năng và suy ra độ cao ngọn lảnh

* **Giải:**

- Trường hợp a: va chạm hoàn toàn đàn hồi

- Định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1 \vec{v}_1 = m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2$$

Chiều lên trục ta có: giả sử sau khi va chạm mỗi vật chạy về 1 hướng

$$m_1 v_1 = -m_1 V_1 + m_2 V_2$$

- Định luật bảo toàn cơ năng: để ý là thế năng của vật m_1 chính bằng động năng của nó trước khi va chạm và bằng tổng động năng của vật m_1 và m_2 sau khi va chạm.

$$m_1 gh = \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2}$$

3 ẩn \rightarrow 3 pt cứ thế mà giải thôi. Ở đây chú ý phép biến đổi là đưa m_1 và m_2 về hai vế khác nhau rồi chia cho nhau để đưa về pt đơn giản hơn. Đừng dại nhân tác hết ra

$$m_1 gh = \frac{m_1 v_1^2}{2} \rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$$

$$(1): m_1 v_1 = -m_1 V_1 + m_2 V_2 \rightarrow m_1 (v_1 + V_1) = m_2 V_2$$

$$(2): \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} \rightarrow m_1 (v_1^2 - V_1^2) = m_2 V_2^2$$

Lấy (2)/(1) cho đơn giản:

$$v_1 - V_1 = V_2$$

Thay ngược lại vào (1) để tìm mối quan hệ giữa V_1 và v_1

$$m_1(v_1 + V_1) = m_2(v_1 - V_1) \rightarrow V_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} v_1$$

Tương tự tìm được mối quan hệ giữa V_2 và v_1 :

$$V_2 = v_1 - \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} v_1 = \frac{2m_1}{m_2 + m_1} v_1$$

Thay $v_1 = \sqrt{2gh}$ là tìm ra ngay V_1 và $V_2 \rightarrow$ sau đó thì tìm ra h_1 và h_2

$$V_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \sqrt{2gh} = \frac{100 - 200}{100 + 200} \sqrt{2gh} = -\frac{1}{3} \sqrt{2gh} < 0$$

\rightarrow điều giả sử của chúng ta là sai, sau va chạm vật m_1 tiếp tục di chuyển về bên phải với độ lớn là $\frac{1}{3} \sqrt{2gh}$

Tương tự ta có V_2 :

$$V_2 = \frac{2m_1}{m_2 + m_1} \sqrt{2gh} = \frac{2 \times 200}{100 + 200} \sqrt{2gh} = \frac{4}{3} \sqrt{2gh} > 0$$

\rightarrow giả sử cho vật m_2 chuẩn rồi

Giờ áp dụng định luật bảo toàn cơ năng: thế năng bằng động năng là xong:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

- Vật m_1 :

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{\frac{1}{9} \times 2gh}{2g} = \frac{h}{9} = \frac{4.5}{9} = 0.5 \text{ cm}$$

- Vật m_2 :

$$h_2 = \frac{v_2^2}{2g} = \frac{\frac{16}{9} \times 2gh}{2g} = \frac{16h}{9} = \frac{16 \times 4.5}{9} = 8 \text{ cm}$$

- Trường hợp b: Vật va chạm mềm \rightarrow pt bảo toàn động lượng sẽ là:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) V$$

Nhìn phát ra luôn: nói chung trường hợp này quá dễ

$$V = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{200}{200 + 100} \sqrt{2gh} = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}$$

Tương tự trên ta có thể tính ra được độ cao của hai quả cầu sau khi va chạm mềm:

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{\frac{4}{9} \times 2gh}{2g} = \frac{4}{9} h = \frac{4 \times 4.5}{9} = 2 \text{ cm}$$

DẠNG 4: BẢO TOÀN CƠ NĂNG

4.1. Kiến thức cần thiết:

- Chẳng có gì ngoài định luật bảo toàn cơ năng: 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.
- Nhìn chung thì bài toán này hay hỏi mấy đại lượng liên quan trong định luật bảo toàn cơ năng như vận tốc, vận tốc góc.

4.2. Bài tập ví dụ:

Bài 4.29: Một cột đồng chất có chiều cao $h = 5\text{m}$, đang ở vị trí thẳng đứng thì bị đổ xuống. Xác định:

- a) Vận tốc dài của đỉnh cột khi nó 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 rơi tự do từ vị trí M.

* **Nhận xét:** Dạng toán bảo toàn cơ năng \rightarrow tại thời điểm 1 năng lượng của cột ở dạng thế năng, tại thời điểm chạm đất năng lượng của cột ở dạng động năng. Cho hai chú này bằng nhau là xong.

* **Giải:**

Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có: chú ý thế năng phải tính từ khối tâm của thanh. Động năng của thanh tại thời điểm chạm đất là động năng quay.

$$mg \frac{h}{2} = \frac{1}{2} I \omega^2 \leftrightarrow mgh = I \omega^2$$

Đề bài bắt tìm vận tốc dài tại đỉnh cột nên phải biến đổi ω về vận tốc dài. Như ta biết: $v = \omega h \rightarrow \omega = \frac{v}{h}$. Tiếp đến là xác định mômen quán tính của thanh. Vì cột không quay quanh khối tâm của nó mà quay quanh chân cột nên ta phải dùng É-t Hát để tính mômen quán tính với trục quay qua chân cột.

$$I = I_0 + md^2 = \frac{mh^2}{12} + m \left(\frac{h}{2} \right)^2 = \frac{mh^2}{3}$$

Như vậy ta có:

$$mgh = \frac{mh^2}{3} \left(\frac{v}{h} \right)^2 \rightarrow v^2 = 3gh \rightarrow v = \sqrt{3gh} = \sqrt{3 \times 10 \times 5} = 12.2 \text{ m/s}$$

Câu b hỏi vị trí trên thanh có vận tốc bằng vận tốc chạm đất của một vật thả rơi ở cùng vị trí. Giả sử điểm M nằm cách chân cột một khoảng x . Ta nên tính vận tốc chạm đất của vật rơi từ vị trí M. Sử dụng kiến thức động học.

$$v_t^2 - v_0^2 = 2gx \rightarrow v_t = \sqrt{2gx}$$

Tiếp theo là xác định vận tốc dài của điểm M khi chạm đất rồi so sánh với v_t là xong.

Vận tốc dài phụ thuộc vào khoảng cách từ điểm đó đến tâm quay theo pt:

$$v_M = \omega \cdot x = \frac{v}{h} x = \frac{\sqrt{3gh}}{h} x = \sqrt{\frac{3g}{h}} x$$

Giờ cho $v_M = v_t$ là xong:

$$\sqrt{2gx} = \sqrt{\frac{3g}{h}} x \rightarrow 2gx = \frac{3g}{h} x^2 \rightarrow x = \frac{2h}{3} = \frac{10}{3} = 3.3 \text{ m}$$

Bài 4.30: Từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng cao $h = 0,5\text{m}$, người ta cho các vật đồng chất có hình dạng khác nhau lăn không trượt trên mặt phẳng nghiêng đó. Tìm vận tốc dài của các vật ở cuối mặt phẳng nghiêng nếu:

- Vật có dạng một quả cầu đặc;
- Vật là một đĩa tròn;
- Vật là một vành tròn.

(Giả sử vận tốc ban đầu của các vật đều bằng không).

*** Nhận xét:** Tại thời điểm 1, năng lượng của vật ở dạng thế năng, tại thời điểm 2 ở cuối mặt phẳng nghiêng vật có năng lượng dưới dạng động năng. Động năng này gồm động năng quay và động năng tịnh tiến. Sử dụng định luật bảo toàn cơ năng để giải bài này một cách đơn giản.

*** Giải:**

- Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\left(\frac{v}{R}\right)^2 = \frac{1}{2}\left(m + \frac{I}{R^2}\right)v^2$$

- Vận tốc dài của vật sẽ là:

$$v = \sqrt{\frac{mgh}{\frac{1}{2}\left(m + \frac{I}{R^2}\right)}}$$

- Giờ thì thay mômen quán tính ứng với các trường hợp a, b, c là xong:

- TH a: Vật có dạng một quả cầu đặc $\rightarrow I = \frac{2}{5}mR^2$. Thay vào ta có:

$$v = \sqrt{\frac{mgh}{\frac{1}{2}\left(m + \frac{2}{5}\frac{mR^2}{R^2}\right)}} = \sqrt{\frac{mgh}{\frac{7m}{10}}} = \sqrt{\frac{10gh}{7}} = \sqrt{\frac{10 \times 10 \times 0.5}{7}} = 2.67 \text{ m/s}$$

- TH b: Vật có dạng một đĩa tròn $\rightarrow I = \frac{mR^2}{2}$. Thay vào ta có:

$$v = \sqrt{\frac{mgh}{\frac{1}{2}\left(m + \frac{mR^2}{2R^2}\right)}} = \sqrt{\frac{4gh}{3}} = \sqrt{\frac{4 \times 10 \times 0.5}{3}} = 2.58 \text{ m/s}$$

- TH c: Vật có dạng một đĩa tròn $\rightarrow I = mR^2$. Thay vào ta có:

$$v = \sqrt{\frac{mgh}{\frac{1}{2}\left(m + \frac{mR^2}{R^2}\right)}} = \sqrt{gh} = \sqrt{10 \times 0.5} = 2.24 \text{ m/s}$$