



PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN VA CHẠM

1. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bài toán về va chạm giữa hai vật thường được xét trong các trường hợp sau :

*) *Va chạm mềm* : Trong trường hợp va chạm giữa hai vật là mềm thì hoàn toàn có thể áp dụng *định luật bảo toàn động lượng*, nhưng cần chú ý rằng sau va chạm hai vật có cùng vận tốc. Định luật bảo toàn cơ năng không đúng với trường hợp này

Định luật bảo toàn động lượng dẫn đến phương trình :

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

trong đó $\vec{v}$ là vận tốc của vật sau va chạm. Từ đó, ta tính được vận tốc của các vật sau va

chạm :

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

Phần động năng tổn hao trong quá trình va chạm :

Động năng của hai vật trước va chạm : $K_0 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2$

Động năng của chúng sau va chạm :

$$K = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 = \frac{(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2)^2}{2(m_1 + m_2)}$$

Phần động năng tổn hao trong quá trình va chạm là :

$$\Delta K = K_0 - K = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1^2 - 2 \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot \cos \alpha + v_2^2) > 0$$

Biểu thức trên chứng tỏ rằng động năng của các quả cầu luôn luôn bị tiêu hao thành nhiệt và công làm biến dạng các vật sau va chạm.



*) *Va chạm đàn hồi* : trong quá trình va chạm không có hiện tượng chuyển một phần động năng của các vật trước va chạm thành nhiệt và công làm biến dạng các vật sau va chạm. Nói cách khác, sau va chạm đàn hồi các quả cầu vẫn có hình dạng như cũ và không hề bị nóng lên. Trong trường hợp các vật va chạm đàn hồi thì *định luật bảo toàn động lượng và định luật bảo toàn cơ năng* vẫn nghiệm đúng

Lưu ý rằng va chạm xảy ra trong mặt phẳng nằm ngang tức là độ cao so với mặt đất của các quả cầu không thay đổi nên thế năng của chúng không thay đổi trong khi va chạm, vì vậy bảo toàn cơ năng trong trường hợp này chỉ là bảo toàn động năng.

Do vậy, ta có phương trình : $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$ (1)

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \quad (2)$$

Để giải hệ phương trình (1) và (2) ta làm như sau :

Vì các vector $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}'_1, \vec{v}'_2$ có cùng phương nên ta chuyển phương trình vector (1) thành

phương trình vô hướng: $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$

$$\Rightarrow m_1 (v_1 - v'_1) = m_2 (v'_2 - v_2) \quad (1')$$

Biến đổi (2) thành : $m_1 (v_1^2 - v_1'^2) = m_2 (v_2'^2 - v_2^2) \quad (2')$

Chia (2') cho (1') ta có : $(v_1 + v'_1) = (v'_2 + v_2)$

Nhân hai vế của phương trình này với m_1 ta có :

$$m_1 (v_1 + v'_1) = m_1 (v'_2 + v_2) \quad (3)$$

Cộng (3) với (1') ta tìm được vận tốc của vật thứ hai sau va chạm :

$$v'_2 = \frac{2m_1 v_1 + (m_2 - m_1) v_2}{m_1 + m_2} \quad (4)$$



Ta nhận thấy vai trò của hai quả cầu m_1 và m_2 hoàn toàn tương đương nhau nên trong công thức trên ta chỉ việc trao các chỉ số 1 và 2 cho nhau thì ta tìm được vận tốc của quả cầu thứ nhất sau va chạm:

$$v'_1 = \frac{2m_2 v_2 + (m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2} \quad (5)$$

Ta xét một trường hợp riêng của biểu thức (4) và (5) :

+ Giả sử hai quả cầu hoàn toàn giống nhau , tức là $m_1 = m_2$.

Từ (4) và (5) ta có :

$$\begin{cases} v'_2 = v_1 \\ v'_1 = v_2 \end{cases}$$

Nghĩa là hai quả cầu sau va chạm trao đổi vận tốc cho nhau : quả cầu thứ nhất có vận tốc của quả cầu thứ hai trước khi có va chạm và ngược lại.

+ Nếu $m_2 \gg m_1; v_2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} v'_2 \approx 0 \\ v'_1 = -v_1 \end{cases}$

2. VÍ DỤ MINH HOA

Quả cầu khối lượng $M = 1\text{kg}$ treo ở đầu một dây mảnh nhẹ chiều dài $\ell = 1,5\text{m}$. Một quả cầu $m = 20\text{g}$ bay ngang đến đập vào M với $v = 50\text{ m/s}$. Coi va chạm là đàn hồi xuyên tâm. Tính góc lệch cực đại của dây treo M

Giải:

Gọi v_1 và v_2 lần lượt là vận tốc của quả cầu m và M ngay sau va chạm.

- Chọn chiều dương theo chiều của vận tốc $\vec{v}$. Theo phương ngang, động lượng được bảo toàn nên:

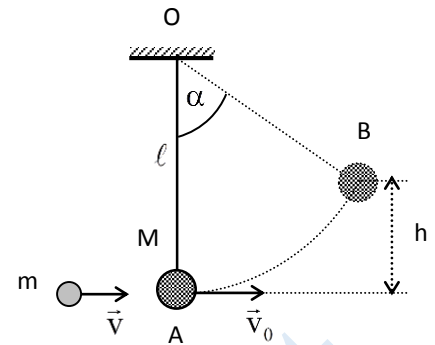
$$mv = mv_1 + Mv_2 \quad (1)$$

- Vì va chạm là đàn hồi xuyên tâm nên động năng bảo toàn:

$$\frac{1}{2}m.v^2 = \frac{1}{2}m.v_1^2 + \frac{1}{2}M.v_2^2 \quad (2)$$

- Giải hệ ta được:

$$v_1 = \frac{(m - M).v}{m + M}; v_2 = \frac{2.m.v}{m + M}$$



- Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho vật M tại 2 vị trí A và B (gốc thế năng trọng lực tại vị

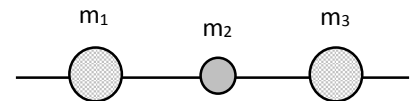
trí cân bằng A): $M.\frac{v_2^2}{2} = M.g.h = M.g.l(1 - \cos\alpha) \Rightarrow \cos\alpha = 0,87 \Rightarrow \alpha = 29,5^\circ$

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG

Bài 1: Quả cầu I chuyển động trên mặt phẳng ngang trơn, với vận tốc không đổi đến đập vào quả cầu II đang đứng yên. Va chạm là hoàn toàn đàn hồi. Sau va chạm vận tốc hai quả cầu ngược nhau, cùng độ lớn. Tính tỉ số các khối lượng của hai quả cầu.

Đ/S: 1/3

Bài 2. Ba vật khối lượng m_1, m_2, m_3 có thể trượt không ma sát theo một trục nằm ngang (hình vẽ) và m_1, m_3, m_2 . Ban đầu m_1, m_3 đứng yên còn m_2 có vận tốc v . Va chạm là hoàn toàn đàn hồi. Tìm vận tốc cực đại của m_1, m_3 sau đó.

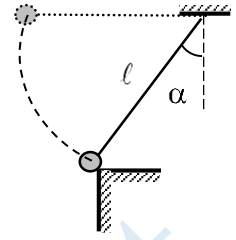


Đ/S :

Vận tốc cực đại của m_1, m_3 sau đó là

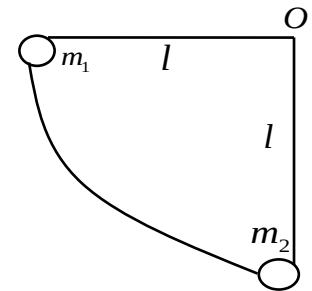
$$v_1 \approx v \sqrt{\frac{m_2 m_3}{m_1 m_3 + m_1^2}} \text{ và } v_3 \approx v \sqrt{\frac{m_1 m_2}{m_1 m_3 + m_3^2}}.$$

Bài 3. Hòn bi sắt treo vào dây chiều dài $l = 1,2\text{m}$ được kéo cho dây nằm ngang rồi thả rơi. Khi dây hợp góc $\alpha = 30^\circ$ với đường thẳng đứng, bi va chạm đàn hồi với bề mặt thẳng đứng của một tấm sắt lớn cố định (hình vẽ). Hỏi bi sẽ nảy lên đến độ cao bao nhiêu



Đ/S: 0,26m

Bài 4. Hai hòn bi A và B, có khối lượng $m_1 = 150\text{ g}$ và $m_2 = 300\text{ g}$ được treo bằng hai sợi dây (khối lượng không đáng kể) có cùng chiều dài $l = 1\text{m}$ vào một điểm O. Kéo lệch hòn bi A cho dây treo nằm ngang (hình vẽ) rồi thả nhẹ ra, nó đến va chạm vào hòn bi B. Sau va chạm, hai hòn bi này chuyển động như thế nào? Lên đến độ cao bao nhiêu so với vị trí cân bằng? Tính phần động năng biến thành nhiệt khi va chạm. Xét hai trường hợp:



- Hai hòn bi là chì, va chạm là va chạm mềm
- Hai hòn bi là thép, va chạm là va chạm đàn hồi trực diện

Trong mỗi trường hợp kiểm tra lại bằng định luật bảo toàn năng lượng.

Đ/S:

- Hai hòn bi là chì, va chạm là va chạm mềm:

Khi hai hòn bi va chạm mềm, cơ năng của chúng không được bảo toàn vì một phần động năng biến thành nhiệt.

Phần động năng của hòn bi A đã biến thành nhiệt là:



$$Q = W_d - W_d' = m_1 gl - \frac{m_1 gl}{3} = \frac{2m_1 gl}{3} = 1J$$

Kiểm tra lại định luật bảo toàn năng lượng :

Ban đầu năng lượng của hệ hai hòn bi là thế năng $m_1 gl$ của hòn bi A ở độ cao l . Sau va chạm,

hệ có thế năng $\frac{m_1 gl}{3}$, cơ năng không được bảo toàn mà một phần động năng của bi A đã

chuyển thành nhiệt, trong quá trình va chạm mềm. Nhưng

năng lượng được bảo toàn : $m_1 gl + \frac{m_1 gl}{3} = Q$

b) Va chạm đàn hồi trực diện :

Gọi $h_1; h_2$ lần lượt là độ cao cực đại mà bi A, bi B lên được sau va chạm. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng , ta có :

$$W_{d1} = W_{t1} \Rightarrow m_1 gh_1 = \frac{m_1 gl}{9} \Rightarrow h_1 = \frac{l}{9} \approx 11cm$$

$$W_{d2} = W_{t2} \Rightarrow m_2 gh_2 = \frac{8m_2 gl}{9} \Rightarrow h_2 = \frac{8l}{9} \approx 44cm$$

Kiểm tra lại định luật bảo toàn năng lượng :

Năng lượng lúc sau của hệ : $W_{t1} = W_{t2} = \frac{m_1 gl}{9} + \frac{8m_1 gl}{9} = m_1 gl =$ năng lượng ban đầu



Vững vàng nền tảng, Khai sáng tương lai

Website **HOC247** cung cấp một môi trường **học trực tuyến** sinh động, nhiều **tiện ích thông minh**, nội dung bài giảng được biên soạn công phu và giảng dạy bởi những **giáo viên nhiều năm kinh nghiệm, giỏi về kiến thức chuyên môn lẫn kỹ năng sư phạm** đến từ các trường Đại học và các trường chuyên danh tiếng.

I. Luyện Thi Online

Học mọi lúc, mọi nơi, mọi thiết bị – Tiết kiệm 90%

- **Luyện thi ĐH, THPT QG:** Đội ngũ **GV Giỏi, Kinh nghiệm** từ các Trường ĐH và THPT danh tiếng xây dựng các khóa **luyện thi THPTQG** các môn: Toán, Ngữ Văn, Tiếng Anh, Vật Lý, Hóa Học và Sinh Học.
- **Luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán:** Ôn thi **HSG lớp 9** và **luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán** các trường **PTNK, Chuyên HCM (LHP-TĐN-NTH-GĐ), Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An** và các trường Chuyên khác cùng **TS.Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Trịnh Thanh Đèo và Thầy Nguyễn Đức Tấn**.

II. Khoá Học Nâng Cao và HSG

Học Toán Online cùng Chuyên Gia

- **Toán Nâng Cao THCS:** Cung cấp chương trình Toán Nâng Cao, Toán Chuyên dành cho các em HS THCS lớp 6, 7, 8, 9 yêu thích môn Toán phát triển tư duy, nâng cao thành tích học tập ở trường và đạt điểm tốt ở các kỳ thi HSG.
- **Bồi dưỡng HSG Toán:** Bồi dưỡng 5 phân môn **Đại Số, Số Học, Giải Tích, Hình Học và Tổ Hợp** dành cho học sinh các khối lớp 10, 11, 12. Đội ngũ Giảng Viên giàu kinh nghiệm: **TS. Lê Bá Khánh Trình, TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Lưu Bá Thắng, Thầy Lê Phúc Lữ, Thầy Võ Quốc Bá Cẩn** cùng đội HLV đạt thành tích cao HSG Quốc Gia.

III. Kênh học tập miễn phí

HOC247 NET cộng đồng học tập miễn phí
HOC247 TV kênh Video bài giảng miễn phí

- **HOC247 NET:** Website học miễn phí các bài học theo **chương trình SGK** từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn học với nội dung bài giảng chi tiết, sửa bài tập SGK, luyện tập trắc nghiệm miễn phí, kho tư liệu tham khảo phong phú và cộng đồng hỏi đáp sôi động nhất.
- **HOC247 TV:** Kênh **Youtube** cung cấp các Video bài giảng, chuyên đề, ôn tập, sửa bài tập, sửa đề thi miễn phí từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn Toán- Lý - Hoá, Sinh- Sử - Địa, Ngữ Văn, Tin Học và Tiếng Anh.