VA CHẠM ĐÀN HỒI - VA CHẠM KHÔNG ĐÀN HỒI

------&&&------

I. VA CHẠM VÀ PHÂN LOẠI:

1. Sự va chạm: Va chạm là quá trình tương tác giữa hai (hay nhiều) vật và có các đặc điểm sau:

+ Nội lực (lực tương tác giữa các vật trong hệ) lớn hơn rất nhiều so với ngoại lực

+ Thời gian tác tác giữa các vật rất bé

⇨ Hệ tương tác giữa chúng được xem như là "hệ kín" → Động lượng luôn được bảo toàn.

Có hai loại va chạm: va chạm đàn hồi và va chạm không đàn hồi (va chạm mềm)

2. Va chạm đàn hồi và Va chạm không đàn hồi (va chạm mềm): **(Xét tương tác giữa hai vật)**

*** Va chạm đàn hồi:**

- Động năng được bảo toàn.

- Sau va chạm lấy vật lấy lại hình dạng và kích thước ban đầu và chuyển động với vận tốc khác nhau.

*** Va chạm mềm:**

- Động năng không được bảo toàn.

- Sau va chạm lấy vật không lấy lại hình dạng và kích thước ban đầu (Hai vật dính vào nhau và chuyển động cùng vận tốc).

II. VA CHẠM ĐÀN HỒI TRỰC DIỆN:

Va chạm hai quả cầu rắn, nhẵn trên mặt phẳng được coi là va chạm đàn hồi (trước và sau va chạm tâm của các quả cầu luôn chuyển động trên cùng một đường thẳng).

*** Trước va chạm:**

+ Quả cầu khối lượng m_1 có vận tốc $\overrightarrow{v_1}$

+ Quả cầu khối lượng m_2 có vận tốc $\overrightarrow{v_2}$

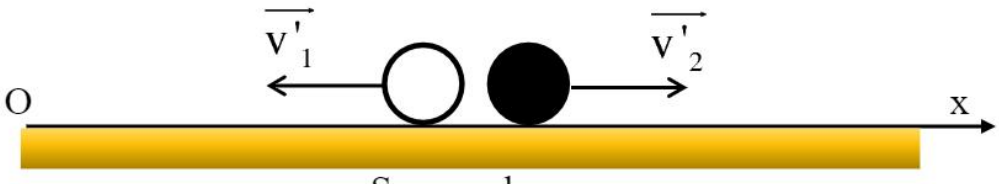
*** Sau va chạm:**

+ Quả cầu khối lượng m_1 có vận tốc $\overrightarrow{v'_1}$

+ Quả cầu khối lượng m_2 có vận tốc $\overrightarrow{v'_2}$

Chọn trục Ox như hình vẽ, các vận tốc trên đều cùng phương trên Ox.

Trước va chạm



Sau va chạm

Theo định luật bảo toàn động lượng, ta có: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$ (1)

Động năng của hệ được bảo toàn nên: $\frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m_1v'^2_1}{2} + \frac{m_2v'^2_2}{2}$ (2)

Từ (1) & (2), ta được: $\begin{cases} v_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2} \\ v_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2} \end{cases}$ (cách giải: Từ (1) và (2): Chuyển m_1 và m_2 về 2 vế chia ra)…

Các trường hợp đặc biệt:

+ Nếu $m_1 = m_2$ thì $v_2 = v_1$

+ Nếu $m_1 >> m_2$ và $v_1 = 0$ thì $\frac{m_2}{m_1} \approx 0 \Rightarrow v'_1 = 0 \; ; \; v'_2 = -v_2$

Lưu ý: ! Khi ta ném một vật có khối lượng nhỏ vào vật có khối lượng vô cùng lớn thì vật sẽ bật ngược lại với vận tốc vốn có của nó.

!! Khi ta ném vật một vào vật hai có cùng khối lượng thì chúng sẽ trao đổi vận tốc cho nhau.

III. VA CHẠM MỀM (KHÔNG ĐÀN HỒI):

Gọi $\vec{v}$ là vận tốc của vật m đến va chạm với vật M đang đứng yên, sau va chạm vật m và vật M (dính vào nhau) có cùng vận tốc $\vec{V}$.

Theo định luật bảo toàn động lượng, ta có: $m\vec{v} = (m+M)\vec{V}$

Xét $\vec{v}$ và $\vec{V}$ cùng phương nên: $mv = (m+M)V \Rightarrow V = \frac{mv}{M+m}$

Ta có độ biến thiên động năng của hệ:

$$\Delta W_d = W_{d2} - W_{d1} = \frac{M+m}{2}\left(\frac{mv}{M+m}\right)^2 - \frac{mv^2}{2} = -\frac{M}{M+m}W_{d1} < 0$$

$\Delta W_d < 0$, chứng tỏ động năng của hệ đã giảm một lượng khi va chạm. Lượng này chuyển hóa thành các năng lượng khác, như nhiệt tỏa ra…

➔ Vậy Động năng không bảo toàn.

IV. VÍ DỤ:

Bài 1: Chiếc xe chạy trên đường ngang với vận tốc 10m/s va chạm mềm vào một chiếc xe khác đang đứng yên và có cùng khối lượng. Biết va chạm là va chạm mềm, sau va chạm vận tốc hai xe là?

Hướng dẫn:

Gọi m là khối lượng của hai xe. v_1 là vận tốc xe 1, vận tốc xe 2 bằng 0 (xe đang đứng yên). V là vận tốc của hai xe sau va chạm.

Xét va chạm giữa hai xe là ngắn nên xem như là hệ kín.

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2).\vec{V} \Leftrightarrow m\vec{v}_1 = 2m\vec{V} \Leftrightarrow \vec{v}_1 = 2\vec{V}$

Chọn chiều dương trùng trục Ox: $v_1 = 2V \rightarrow V = v_1/2 = 5$m/s.

Bài 2: Một quả cầu khối lượng 15g chuyển động với vận tốc 22,5cm/s, tới va chạm đàn hồi trực diện vào quả cầu khối lượng 30g đang chuyển động với vận tốc 18cm/s ngược chiều với quả cầu thứ nhất trên một máng thẳng ngang. Sau va chạm, quả cầu thứ nhất dội ngược lại với vận tốc 31,5cm/s. Bỏ qua lực ma sát và lực cản. Vận tốc của quả cầu thứ hai? Kiểm tra lại và xác nhận tổng động năng của chúng được bảo toàn?

Hướng dẫn:

Gọi: m_1 và m_2 lần lượt là khối lượng của quả cầu 1 và quả cầu 2.

$\vec{v}_1; \vec{v_1'}$: lần lượt là vận tốc của quả cầu 1 trước và sau tương tác.

$\vec{v}_2; \vec{v_2'}$: lần lượt là vận tốc của quả cầu 2 trước và sau tương tác.

Xét va chạm giữa hai xe là ngắn nên xem như là hệ kín.

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có: $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v_1'} + m_2\vec{v_2'}$

Chọn chiều dương trùng với chiều vật 1: $\rightarrow$ $m_1v_1 - m_2v_2 = -m_1v_1' + m_2v_2' \rightarrow v_2' = 9$cm/s.

Vậy sau va chạm quả cầu 2 chuyển động theo chiều dương và có vận tốc là 0,75 m/s.

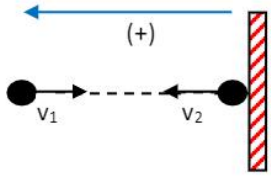
Kiểm chứng lại Động năng của hệ:

Động năng hệ trước tương tác: $W_đ = W_{đ1} + W_{đ2} = ½.m_1v_1^2 + ½.m_2v_2^2 = 8,7.10^{-4}$J

Động năng hệ sau tương tác: $W_đ' = W_{đ1}' + W_{đ2}' = ½.m_1v_1'^2 + ½.m_2v_2'^2 = 8,7.10^{-4}$J

$\rightarrow W_đ = W_đ'$ $\rightarrow$ Động năng của hệ được bảo toàn.

Bài 3: Một vật khối lượng 0,7 kg đang chuyển động theo phương ngang với tốc độ 5 m/s thì va vào bức tường thẳng đứng. Nó nảy ngược trở lại với tốc độ 2 m/s. Chọn chiều dương là chiều bóng nảy ra. Độ thay đổi động lượng của nó là?



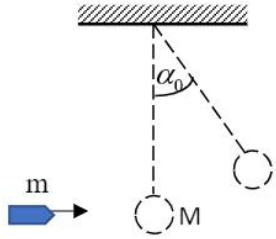
Hướng dẫn:

Độ biến thiên động lượng: $\Delta\vec{p} = m.\Delta\vec{v} = m.(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$

Vì chiều dương hướng ra nên: $\Delta p = m.(v_2 - (-)v_1) = m.(v_2 + v_1) = 0,7.(5+2) = 4,9kg.m/s$

Độ biến thiên động lượng: $\Delta p = 4,9kg.m/s$ cùng chiều chuyển động.

Bài 4. Một con lắc đơn gồm một quả nặng M = 100 g treo vào đầu sợi dây nhẹ, không co dãn, có chiều dài l = 1 m. Bỏ qua lực cản của không khí và lấy g = 10 m/s^2. Khi vật M đang đứng yên ở vị trí cân bằng thì một viên đạn m = 20 g bay ngang đến đập vào M với v_0 = 3 m/s. Sau va chạm viên đạn xuyên vào quả cầu M. Tính góc lệch cực đại của dây treo so với phương thẳng đứng sau va chạm.



Hướng dẫn:

Gọi: v_0; v: là vận tốc của viên đạn và quả cầu sau va chạm với viên đạn.

Áp dụng bảo toàn động lượng: $m\vec{v_o} = (M+m).\vec{v}$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên đạn: $mv_o = (M+m).v \Rightarrow v = \dfrac{mv_0}{M+m} = 0,5$ m/s

Áp dụng bảo toàn cơ năng cho VTCB và vị trí góc lệch cực đại:

$\dfrac{(M+m).v^2}{2} = (m+M)gl(1-cos\alpha_0) \rightarrow \alpha_0 = 9^0$

ÔN TẬP VA CHẠM—CÔNG CÔNG SUẤT

A. Va chạm:

1. Xét hai vật được coi là hai chất điểm có khối lượng m_1 và m_2 chuyển động trên một đường thẳng nằm ngang không ma sát đến va chạm với nhau. Gọi $\vec{v}_1$, $\vec{v}'_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{v}'_2$ là các vectơ vận tốc của các vật trước và sau va chạm v_1, v'_1, v_2, v'_2 là các giá trị đại số của chúng. Chứng minh rằng v'_1 và v'_2 xác định bằng các biểu thức:

$v'_1 = \frac{(m_1-m_2)v_1+2m_2v_2}{m_1+m_2}$; $v'_2 = \frac{(m_2-m_1)v_2+2m_1v_1}{m_1+m_2}$

2. Chứng tỏ rằng trong hiện tượng va chạm mềm, động năng của hệ không bảo toàn.

3. Bắn một viên đạn có khối lượng m = 12g với vận tốc v cần xác định vào một túi cát được treo nằm yên có khối lượng M = 1,5kg, đạn mắc lại trong túi cát và chuyển động cùng với túi cát.

a. Sau va chạm, túi cát được nâng lên đến độ cao 0,75m so với vị trí cân bằng ban đầu (hình 155). Hãy tìm vận tốc của đạn (túi cát được gọi là con lắc thử đạn vì nó cho phép xác định vận tốc của đạn).

b. Bao nhiêu phần trăm động năng ban đầu đã chuyển thành nhiệt lượng và các dạng năng lượng khác. Lấy $g = 10m/s^2$.

4. Một búa máy có khối lượng $m_1 = 1000kg$ rơi từ độ cao 3,2m vào một cái cọc có khối lượng $m_2 = 100kg$, va chạm giữa búa và cọc là va chạm mềm. Tính:

a. Vận tốc của búa máy và cọc khi va chạm.
b. Tỉ số (tính ra phần tram) giữa nhiệt toả ra và động năng của búa?

5. Quả cầu khối lượng $m_1 = 3kg$ chuyển động với vận tốc 1m/s va chạm xuyên tâm với quả cầu $m_2 = 2kg$ đang chuyển động ngược chiều với vận tốc 3m/s. Tìm vận tốc của các quả cầu sau va chạm, nếu va chạm là:

a. Hoàn toàn đàn hồi.

b. Va chạm mềm. Tính nhiệt lượng toả ra trong va chạm, coi rằng toàn bộ độ tăng nội năng của hệ đều biến thành nhiệt.

6. Tìm tổng động lượng (hướng & độ lớn) của hệ 2 vật có khối lượng bằng nhau $m_1 = 3kg$; $m_2 = 3kg$. Vật 1 có vận tốc $v_1 = 1m/s$, hướng không đổi. Vật 2 có vận tốc $v_2 = 2m/s$.
a. v_2 cùng hướng với v_1.
b. v_2 ngược hướng với v_1.
c. $(v_2, v_1) = 60^0$.
d. v_1 vuông góc v_2

7. Tìm động lượng và độ biến thiên động lượng của vật có khối lượng 5kg sau những khoảng thời gian 3s; 10s. Biết phương trình chuyển động của vật là: $x = t^2 - 3t + 5$ (m; s).

8. Hai xe mô tô có khối lượng $m_1 = 90kg$ và $m_2 = 70kg$ chuyển động trên mặt phẳng ngang với vận tốc tương ứng $v_1 = 72km/h$ và $v_2 = 54km/h$. Sau khi va chạm, hai xe dính vào nhau và chuyển động theo phương ngang với cùng vận tốc. Tìm độ lớn vận tốc và chiều của hai xe này. Bỏ qua mọi lực cản trong các trường hợp sau:
a. Hai xe cùng chiều

b. Hai xe ngược chiều

c. Xe một hợp với phương ngang một góc 30^0 và xe hai với phương ngang một góc 60^0 (sao cho góc giữa xe một và xe hai là 90^0)

9. Toa xe một có khối lượng $m_1 = 3$ tấn chạy với vận tốc $v_1 = 4m/s$ đến va chạm vào toa xe hai đứng yên có khối lượng $m_2 =$ 5 tấn, sau đó toa xe hai chuyển động với vận tốc $v'_2 = 3m/s$. Hỏi toa một chuyển động thế nào và vận tốc bằng bao nhiêu sau va chạm.

10. Một quả cầu rắn có khối lượng m = 0,1kg chuyển động với vận tốc v = 18km/h trên mặt phẳng nằm ngang. Sau khi va chạm vào một vách cứng nó bị bật trả lại với cùng vận tốc. Hỏi độ biến thiên động lượng của quả cầu sau va chạm bằng bao nhiêu? Tính xung lực (hướng và độ lớn) của vách tác dụng lên quả cầu nếu thời gian va chạm là 0,15s.

11. Một viên đạn có khối lượng m = 10g bay với vận tốc 800m/s. Sau khi xuyên thủng một tấm gỗ vận tốc giảm xuống còn 200m/s. Tìm độ biến thiên động lượng của viên đạn và lực cản (trung bình) mà vách gỗ tác dụng vào viên đạn, thời gian đạn xuyên gỗ là $\Delta t = \frac{1}{1000}$ s. Tính bề dày của tấm gỗ.

12. Một viên đạn đang bay ngang với vận tốc 210m/s thì nổ vỡ thành hai mảnh có m_1 = 10kg và m_2 = 30kg. Mảnh một bay lên theo phương thẳng đứng với vận tốc v_1 = 160m/s. Hỏi vận tốc và hướng mảnh 2 ngay sau khi đạn nổ.

13. Một tên lửa có khối lượng tổng cộng M = 10 tấn đang bay với vận tốc v = 200m/s đối với mặt đất thì phụt ra phía sau (tức thời) khối lượng khí m = 2 tấn với vận tốc v' = 500m/s đối với tên lửa. Tìm vận tốc tức thời của tên lửa sau khi phụt khí (với giả thiết toàn bộ khối lượng khí được phụt ra cùng một lúc)

14. Một viên đạn có khối lượng m = 2kg khi bay đến điểm cao nhất của quỹ đạo parabol với vận tốc v = 200m/s theo phương nằm ngang thì nổ thành hai mảnh. Một mảnh có khối lượng m_1 = 1,5kg văng thẳng đứng xuống dưới nước với vận tốc v_1 cũng bằng 200m/s. Hỏi mảnh kia bay theo hướng nào và với vận tốc bằng bao nhiêu.

15. Một viên đạn có khối lượng 3kg đang bay thẳng đứng lên cao với vận tốc 500m/s thì nổ thành 2 mảnh. Mảnh 1 có khối lượng 2,5kg bay với vận tốc là 600m/s theo phương hợp với phương ngang một góc 30^0. Hỏi mảnh 2 bay với vận tốc bao nhiêu và hướng của nó.

16. Một súng đại bác có khối lượng M = 820kg (kể cả đạn) đặt trên mặt đất nằm ngang, bắn một viên đạn khối lượng m = 20kg theo phương hợp với phương ngang một góc $\alpha = 60^0$. Vận tốc của đạn là v = 480m/s. Tính vận tốc giật lùi của súng.

B. CÔNG – CÔNG SUẤT

1. Một người kéo một hòm gỗ nặng 37 kg trượt trên sàn nhà bằng một sợi dây có phương hợp với phương ngang một góc 30^0, lực tác dụng lên dây là 145 N. Tính công của lực đó khi hòm trượt được 180m. Khi hòm trượt, công của trọng lực bằng bao nhiêu?

2. Một người nâng một vật nặng 320 N lên độ cao 2,7 m trong 6 s. Trong khi đó, một thang máy đưa một khối lượng nặng 350 kg lên độ cao 12 m trong 4 s. Hãy so sánh công, công suất của người và thang máy đã thực hiện.

3. Một vận động viên leo lên một tòa nhà cao 280 m trong 18 phút. Biết người đó có khối lượng 64 kg, tính công suất mà người đó đã thực hiện. Lấy g = 10 m/s^2.

4. Tính công và công suất của một người khi kéo một vật có khối lượng 30 kg lên cao 2 m. Vật chuyển động đều hết 2 s.

5. Một vật đang chuyển động đều trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc 7.2 km/h trong 10 phút , dưới tác dụng của một lực kéo 40 N hợp với phương ngang một góc 60^0. Tính công và công suất của lực kéo?

6. Một động cơ ô tô có công suất trung bình là 120 W. Tính:

a. Công của lực kéo của động cơ khi ô tô di chuyển lên tục trong 30 phút

b. Lực kéo của động cơ nếu trong 30 phút đó ô tô đi được quãng đường 10 km.

7. Một hành khách kéo đều vali đi trong nhà ga sân bay trên quãng đường dài 250 m với lực kéo có độ lớn 40 N hợp với phương ngang một góc 60 độ. Hãy xác định:

a. Công của lực kéo người. b. Công suất của lực kéo trong khoảng thời gian 2 phút

8. Một động cơ điện cung cấp một công suất 5kw cho một cần cẩu để nâng một vật có khối lượng 100kg lên cao 20m. cho g = 10 m/s^2. Tính thời gian tối thiểu để thực hiện công đó?

9. Một vật có khối lượng 500 g trượt không vận tốc đầu từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng cao 20 m. Cho ma sát là không đáng kể, g = 10m/s^2. Tính công cửa trọng lực và vận tốc của vật ở chân dốc?

10. Một gàu nước có khối lượng 10 kg được kéo cho chuyển động đều lên độ cao 6 m trong khoảng thời gian 2 phút. Lấy g = 10m/s^2. Tìm công, công suất của lực kéo?