

Động lực học

Vật lý · Lớp 10

Giáo viên: Phúc Hảo

- ▶ Nêu được các **lực** tác dụng lên vật đặt trên mặt phẳng nghiêng.
- ▶ Biết **phân tích trọng lực** thành hai thành phần trên mặt nghiêng.
- ▶ Vận dụng **định luật II Newton** để tính gia tốc và lực.
- ▶ Giải được bài tập vật trượt trên mặt nghiêng có ma sát.

Ý chính: Mặt phẳng nghiêng giúp ta *đưa vật lên cao* bằng lực nhỏ hơn — nhưng vì sao lại như vậy? Bài học hôm nay sẽ trả lời.

Tình huống thực tế

Khi cần đưa một thùng hàng nặng lên xe tải, người ta không nhấc thẳng lên mà bắc một **tấm ván nghiêng** rồi đẩy thùng trượt lên.

Hãy suy nghĩ:

- ▶ Vì sao dùng ván nghiêng lại **đỡ tốn sức** hơn nhấc thẳng?
- ▶ Vì sao thùng hàng đặt trên dốc nghiêng lại **có xu hướng tự trượt xuống**?
- ▶ Độ dốc càng lớn thì đẩy càng *nặng* hay càng *nhẹ*?

Ý chính: Câu trả lời nằm ở cách **trọng lực bị chia nhỏ** theo phương mặt nghiêng.

1

Các lực tác dụng lên vật

Các lực trên vật đặt trên mặt nghiêng

Một vật nằm trên mặt phẳng nghiêng luôn chịu **ba loại lực chính**:

- ▶ **Trọng lực** $\vec{P}$: hướng thẳng đứng xuống dưới.
- ▶ **Phản lực** $\vec{N}$: vuông góc với mặt nghiêng.
- ▶ **Lực ma sát** $\vec{F}_{ms}$: cùng phương mặt nghiêng, ngược chiều chuyển động.

Liên hệ thực tế

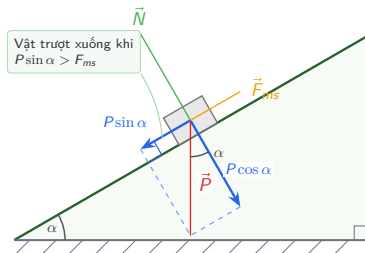
Giống như bạn ngồi trên cầu trượt: trọng lực kéo bạn xuống, mặt cầu đỡ bạn, còn ma sát giữa quần áo và mặt trượt làm bạn trượt chậm lại.

Ghi nhớ vai trò

$\vec{P}$ kéo vật xuống, $\vec{N}$ đỡ vật khỏi lún, $\vec{F}_{ms}$ cản trở vật trượt.

Hình minh họa: phân tích lực trên mặt nghiêng

Phân tích lực trên mặt phẳng nghiêng



— $\vec{P}$: trọng lực — $\vec{N}$: phản lực — $\vec{F}_{ms}$: ma sát — thành phần của $\vec{P}$

2

Phân tích trọng lực

Vì sao phải phân tích trọng lực?

Trọng lực $\vec{P}$ hướng **thẳng đứng**, không cùng phương với mặt nghiêng nên khó dùng trực tiếp. Ta chia $\vec{P}$ thành hai thành phần **vuông góc nhau**:

- ▶ $P_x = P \sin \alpha$: dọc theo mặt nghiêng, kéo vật trượt xuống.
- ▶ $P_y = P \cos \alpha$: vuông góc mặt nghiêng, ép vật vào mặt.

Công thức cốt lõi

$$P_x = P \sin \alpha$$

$$P_y = P \cos \alpha$$

với $P = mg$ và α là góc nghiêng.

Ý chính: Chính thành phần $P \sin \alpha$ làm vật có xu hướng trượt xuống dốc.

Phản lực và điều kiện cân bằng theo phương vuông góc

Theo phương **vuông góc** với mặt nghiêng, vật không rời khỏi mặt, nên hai lực cân bằng:

$$N = P \cos \alpha = mg \cos \alpha$$

Lưu ý — lỗi thường gặp

Sai lầm phổ biến: viết $N = P = mg$. Trên mặt nghiêng N *nhỏ hơn* trọng lực vì chỉ cân bằng với thành phần $P \cos \alpha$. Góc α càng lớn thì N càng nhỏ.

Liên hệ thực tế

Khi dốc càng đứng, xe ép xuống mặt đường càng ít, lực ma sát giữ xe cũng giảm — đó là lý do đường đèo dốc dễ trơn trượt hơn.

Lực ma sát trượt có độ lớn:

$$F_{ms} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

với μ là **hệ số ma sát**.

- ▶ F_{ms} luôn *ngược chiều* chuyển động.
- ▶ Vật đứng yên $\Rightarrow$ ma sát nghỉ cân bằng với $P \sin \alpha$.

Điều kiện trượt

Vật bắt đầu trượt xuống khi:

$$P \sin \alpha > F_{ms}^{max}$$

tức $\tan \alpha > \mu$.

Ý chính: Nếu $\tan \alpha \leq \mu$ vật đứng yên; nếu $\tan \alpha > \mu$ vật trượt xuống.

3

Áp dụng định luật II Newton

Phương trình chuyển động dọc mặt nghiêng

Chọn trục Ox dọc mặt nghiêng, chiều dương hướng xuống. Áp dụng **định luật II Newton** theo phương Ox :

$$P \sin \alpha - F_{ms} = ma$$
$$\Rightarrow ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

Công thức gia tốc

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Nếu **bỏ qua ma sát** ($\mu = 0$): $a = g \sin \alpha$.

Nhận xét

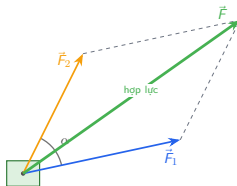
Gia tốc *không phụ thuộc khối lượng m* — vật nặng hay nhẹ đều trượt với cùng gia tốc (khi μ như nhau).

Tổng hợp và phân tích lực — cách dựng hình

Tổng hợp & phân tích lực

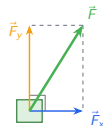
Quy tắc hình bình hành: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

Định luật II Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$



Tổng hợp lực

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$



Phân tích lực

→ $\vec{F}_1, \vec{F}_x$: lực / thành phần → $\vec{F}_2, \vec{F}_y$ → $\vec{F}$: hợp lực

So sánh: có ma sát và không ma sát

Đại lượng	Không ma sát	Có ma sát
Phản lực N	$mg \cos \alpha$	$mg \cos \alpha$
Lực cản	0	$\mu mg \cos \alpha$
Gia tốc a	$g \sin \alpha$	$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
Điều kiện trượt	luôn trượt	$\tan \alpha > \mu$

Ghi nhớ nhanh

Ma sát luôn làm **giảm gia tốc**. Trên mặt nhẵn lý tưởng, vật trượt nhanh nhất với $a = g \sin \alpha$.

4

Ví dụ vận dụng

Ví dụ 1 — Mặt nghiêng không ma sát

Đề bài

Vật khối lượng $m = 2 \text{ kg}$ đặt trên mặt nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$, **bỏ qua ma sát**, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.
Tính gia tốc của vật và phản lực N .

Bước 1. Phân tích trọng lực (chọn trục dọc mặt nghiêng).

$$P_x = mg \sin \alpha, \quad P_y = mg \cos \alpha$$

Bước 2. Vì $\mu = 0$, dọc mặt nghiêng chỉ có P_x gây gia tốc:

$$a = g \sin \alpha = 10 \cdot \sin 30^\circ = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ m/s}^2$$

Bước 3. Phản lực cân bằng thành phần vuông góc:

$$N = mg \cos \alpha = 2 \cdot 10 \cdot \cos 30^\circ \approx 17,3 \text{ N}$$

Kết quả

$a = 5 \text{ m/s}^2$ (hướng xuống dốc), $N \approx 17,3 \text{ N}$.

Ví dụ 2 — Mặt nghiêng có ma sát I

Đề bài

Vật $m = 4$ kg trên mặt nghiêng $\alpha = 30^\circ$, hệ số ma sát $\mu = 0,2$, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tính gia tốc khi vật trượt xuống.

Bước 1. Kiểm tra điều kiện trượt: so sánh $\tan \alpha$ với μ .

$$\tan 30^\circ \approx 0,577 > \mu = 0,2 \Rightarrow \text{vật trượt xuống.}$$

Bước 2. Tính các thành phần lực (dùng $P = mg = 40 \text{ N}$):

$$P \sin \alpha = 40 \cdot 0,5 = 20 \text{ N}; \quad N = P \cos \alpha \approx 34,6 \text{ N}$$

$$F_{ms} = \mu N = 0,2 \cdot 34,6 \approx 6,93 \text{ N}$$

Bước 3. Áp dụng định luật II Newton dọc mặt nghiêng:

$$a = \frac{P \sin \alpha - F_{ms}}{m} = \frac{20 - 6,93}{4} \approx 3,27 \text{ m/s}^2$$

Kết quả

$a \approx 3,27 \text{ m/s}^2$ — nhỏ hơn trường hợp không ma sát vì lực ma sát cản trở.

Luyện tập nhanh · Nhận biết

Trên mặt phẳng nghiêng góc α , thành phần trọng lực gây ra chuyển động trượt của vật xuống dốc là:

- A. $P_x = P \cos \alpha$
- B. $P_x = P \sin \alpha$
- C. $P_x = P \tan \alpha$
- D. $P_x = P$

Đáp án đúng: **B.** $P_x = P \sin \alpha$.

Thành phần song song mặt nghiêng (kéo vật xuống dốc) là $P \sin \alpha$; còn $P \cos \alpha$ (A) là thành phần vuông góc ép vật vào mặt. Học sinh hay đảo lộn sin/cos khi phân tích lực.

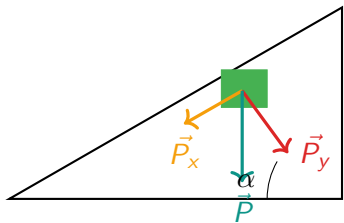
Luyện tập nhanh · Nhận biết

Trên mặt phẳng nghiêng không ma sát, phản lực pháp tuyến N của mặt tác dụng lên vật có độ lớn:

- A. $N = P$
- B. $N = P \sin \alpha$
- C. $N = P \cos \alpha$
- D. $N = P \tan \alpha$

Đáp án đúng: **C.** $N = P \cos \alpha$.

Phản lực N cân bằng với thành phần trọng lực vuông góc mặt nghiêng ($P \cos \alpha$). Đáp án A ($N = P$) chỉ đúng khi mặt phẳng nằm ngang ($\alpha = 0$) — bấy quen thuộc.



Luyện tập nhanh · Nhận biết

Nhìn hình phân tích trọng lực. Vectơ $\vec{P}_x$ (song song mặt nghiêng) có vai trò gì?

- A. Ép vật vào mặt nghiêng
- B. Kéo vật trượt xuống dốc
- C. Cân bằng với $\vec{N}$
- D. Không ảnh hưởng chuyển động

Đáp án đúng: **B. Kéo vật trượt xuống dốc.**

$\vec{P}_x$ hướng dọc mặt nghiêng nên gây gia tốc trượt. Đáp án A và C là vai trò của thành phần $\vec{P}_y = P \cos \alpha$ (ép vào mặt, cân bằng $\vec{N}$) — dễ nhầm khi không đọc kỹ phương của vectơ.

Luyện tập nhanh · Thông hiểu

Vật trượt không ma sát trên mặt nghiêng góc α . Gia tốc của vật là:

- A. $a = g \cos \alpha$
- B. $a = g \tan \alpha$
- C. $a = g \sin \alpha$
- D. $a = g$

Đáp án đúng: **C.** $a = g \sin \alpha$.

Theo Định luật II Newton: $ma = P \sin \alpha = mg \sin \alpha \Rightarrow a = g \sin \alpha$. Khối lượng m triệt tiêu. Đáp án D ($a = g$) là bẫy nhằm với rơi tự do; A nhằm sang cos.

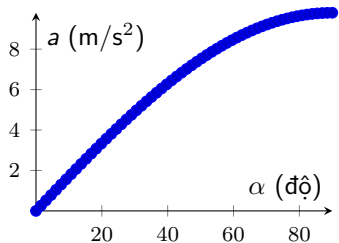
Luyện tập nhanh · Thông hiểu

Có ma sát, vật trượt xuống mặt nghiêng góc α , hệ số ma sát trượt μ . Gia tốc của vật là:

- A. $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
- B. $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$
- C. $a = g \sin \alpha - \mu g$
- D. $a = g \mu \cos \alpha - g \sin \alpha$

Đáp án đúng: **A.** $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$.

Lực ma sát $F_{ms} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$ ngược chiều chuyển động nên PHẢI TRỪ. Đáp án B sai dấu (cộng); C quên nhân $\cos \alpha$ vào N ; D đảo chiều lực.



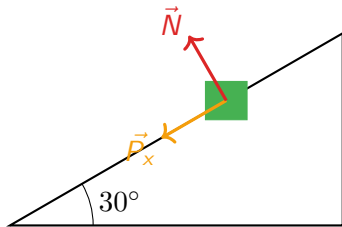
Luyện tập nhanh · Thông hiểu

Đồ thị gia tốc $a = g \sin \alpha$ theo góc nghiêng (không ma sát). Khi α tăng từ 0° tới 90° thì:

- A. a giảm dần về 0
- B. a tăng dần tới g
- C. a không đổi
- D. a tăng rồi giảm

Đáp án đúng: **B. a tăng dần tới g .**

$\sin \alpha$ đồng biến trên $[0^\circ; 90^\circ]$, tại 90° thì $a = g$ (rơi tự do). Đáp án D là bẫy nhằm với dạng đồ thị của $\sin$ trên cả chu kỳ — nhưng ở đây chỉ xét tới 90° .



Luyện tập nhanh · Vận dụng

Vật $m = 2 \text{ kg}$ trên mặt nghiêng 30° , không ma sát, $g = 10 \text{ m/s}^2$. Gia tốc trượt xuống của vật là:

- A. 10 m/s^2
- B. $8,7 \text{ m/s}^2$
- C. 5 m/s^2
- D. $2,5 \text{ m/s}^2$

Đáp án đúng: **C. 5 m/s^2 .**

$a = g \sin 30^\circ = 10 \times 0,5 = 5 \text{ m/s}^2$. Đáp án B dùng nhầm $\cos 30^\circ \approx 0,87$; A quên nhân $\sin$ (lấy nguyên g); D chia thêm khối lượng — sai vì m đã triệt tiêu.

Luyện tập nhanh · Vận dụng

Vật $m = 5 \text{ kg}$ trên mặt nghiêng 30° , $\mu = 0,2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$. Gia tốc khi trượt xuống là (lấy $\cos 30^\circ \approx 0,87$):

- A. $5,0 \text{ m/s}^2$
- B. $3,3 \text{ m/s}^2$
- C. $6,7 \text{ m/s}^2$
- D. $1,7 \text{ m/s}^2$

Đáp án đúng: **B. $3,3 \text{ m/s}^2$.**

$a = g(\sin 30^\circ - \mu \cos 30^\circ) = 10(0,5 - 0,2 \times 0,87) \approx 3,3 \text{ m/s}^2$. Đáp án A quên ma sát; C cộng nhầm dấu ma sát; D lẫn nhân μ vào cả hai số hạng.

1. Một vật $m = 4$ kg đặt trên mặt nghiêng 45° , không ma sát. Tính N , P_x và gia tốc trượt. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
2. Vật $m = 3$ kg trượt xuống mặt nghiêng 30° với $\mu = 0,3$. Tính gia tốc và lực ma sát trượt.
3. Cùng vật ở bài 2, muốn vật đứng yên (không trượt) thì hệ số ma sát nghỉ tối thiểu bằng bao nhiêu?

Gợi ý

Luôn phân tích $\vec{P}$ thành $P_x = P \sin \alpha$ (dọc dốc) và $P_y = P \cos \alpha$ (vuông góc). Dùng $N = P \cos \alpha$, $F_{ms} = \mu N$. Điều kiện đứng yên: $P \sin \alpha \leq \mu_n P \cos \alpha$, tức $\mu_n \geq \tan \alpha$.

1. Vật $m = 2$ kg trên mặt nghiêng 60° không ma sát: tính a và quãng đường trượt trong 2 s.
2. Vật trượt đều xuống mặt nghiêng 37° . Xác định hệ số ma sát μ giữa vật và mặt.
3. Kéo vật $m = 5$ kg LÊN mặt nghiêng 30° ($\mu = 0,2$) bằng lực F song song mặt. Tính F để vật đi lên đều.
4. Vẽ và ghi chú các lực tác dụng lên vật trên mặt phẳng nghiêng có ma sát.
5. So sánh gia tốc trượt của cùng một vật trên hai mặt nghiêng 30° và 60° (không ma sát).

Đọc trước

Bài "Chuyển động của vật ném ngang và ném xiên" — ôn lại cách phân tích chuyển động theo hai phương.

Bảng tóm tắt: Lực trên mặt phẳng nghiêng

Đại lượng	Không ma sát	Có ma sát
Phản lực N	$P \cos \alpha$	$P \cos \alpha$
Thành phần kéo P_x	$P \sin \alpha$	$P \sin \alpha$
Lực ma sát F_{ms}	0	$\mu P \cos \alpha$
Gia tốc trượt a	$g \sin \alpha$	$g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

Ghi nhớ

Vật đứng yên trên dốc khi $\tan \alpha \leq \mu_n$ (hệ số ma sát nghỉ). Khối lượng m luôn triệt tiêu trong công thức gia tốc.

Bảng: Các bước giải bài toán mặt nghiêng

Bước	Nội dung
1	Vẽ và xác định các lực: $\vec{P}$, $\vec{N}$, $\vec{F}_{ms}$
2	Phân tích $\vec{P}$ theo hai phương của mặt nghiêng
3	Chọn chiều dương (thường dọc theo chuyển động)
4	Áp dụng Định luật II Newton cho mỗi phương
5	Từ phương vuông góc: tính $N = P \cos \alpha$
6	Từ phương dọc dốc: giải ra gia tốc a

- ▶ Trọng lực trên mặt nghiêng luôn tách thành $P_x = P \sin \alpha$ (gây trượt) và $P_y = P \cos \alpha$ (ép mặt); nhớ đúng sin/cos là chìa khóa.
- ▶ Gia tốc trượt không ma sát: $a = g \sin \alpha$ — không phụ thuộc khối lượng, tăng theo góc nghiêng tới giá trị g .
- ▶ Khi có ma sát: $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$; lực ma sát luôn ngược chiều chuyển động nên mang dấu trừ khi trượt xuống.
- ▶ Vật đứng yên trên dốc khi $\tan \alpha \leq \mu_n$: đây là cơ sở giải thích tại sao dốc thoải thì xe không tự lăn.

Liên hệ: đường dốc, cầu trượt, băng chuyền nghiêng trong đời sống đều được thiết kế dựa trên nguyên lý này để kiểm soát chuyển động của vật.

Cảm ơn các em đã lắng nghe!

Bài giảng biên soạn với EduFlow · agentra.io.vn
