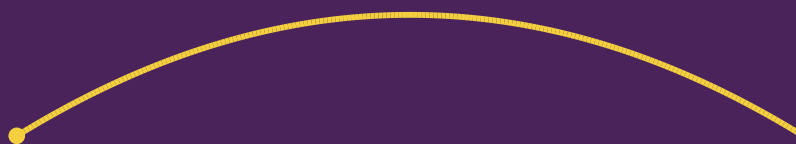


TỦ SÁCH VẬT LÝ PHỔ THÔNG

VẬT LÝ KHÔNG KHÓ

GIẢI MÃ CƠ HỌC TỪ CON SỐ 0

Nhập môn Cơ học cho người mới bắt đầu
Lý thuyết dễ hiểu - Ví dụ thực tế - Bài tập có lời giải



MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU

CHƯƠNG 0 — NHẬP MÔN: VẬT LÝ LÀ GÌ?

- 0.1 Vật lý học nghiên cứu điều gì
- 0.2 Hệ đơn vị đo lường quốc tế (SI)
- 0.3 Sai số phép đo và chữ số có nghĩa
- 0.4 Đại lượng vectơ và đại lượng vô hướng

CHƯƠNG 1 — ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM: MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG

- 1.1 Chất điểm, hệ quy chiếu, quỹ đạo
- 1.2 Chuyển động thẳng đều
- 1.3 Chuyển động thẳng biến đổi đều
- 1.4 Sự rơi tự do
- 1.5 Chuyển động ném ngang và ném xiên

CHƯƠNG 2 — ĐỘNG LỰC HỌC: NGUYÊN NHÂN CỦA CHUYỂN ĐỘNG

- 2.1 Lực là gì? Tổng hợp và phân tích lực
- 2.2 Định luật I Newton - Định luật quán tính
- 2.3 Định luật II Newton
- 2.4 Định luật III Newton
- 2.5 Phương pháp giải bài toán động lực học

CHƯƠNG 3 — CÁC LỰC CƠ HỌC THƯỜNG GẶP

- 3.1 Trọng lực
- 3.2 Lực đàn hồi - Định luật Hooke
- 3.3 Lực ma sát
- 3.4 Lực căng dây và mặt phẳng nghiêng
- 3.5 Lực hấp dẫn - Định luật vạn vật hấp dẫn

CHƯƠNG 4 — CÔNG, CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

- 4.1 Công cơ học
- 4.2 Công suất
- 4.3 Động năng và định lý biến thiên động năng
- 4.4 Thế năng trọng trường và thế năng đàn hồi
- 4.5 Định luật bảo toàn cơ năng

CHƯƠNG 5 — ĐỘNG LƯỢNG VÀ VA CHẠM

- 5.1 Động lượng và xung lượng của lực
- 5.2 Định luật bảo toàn động lượng
- 5.3 Va chạm đàn hồi và va chạm mềm

CHƯƠNG 6 — CHUYỂN ĐỘNG TRÒN ĐỀU

- 6.1 Tốc độ góc, chu kỳ, tần số
- 6.2 Gia tốc hướng tâm và lực hướng tâm
- 6.3 Vật lý của chuyển động tròn trong đời sống

CHƯƠNG 7 — CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN

- 7.1 Điều kiện cân bằng của một chất điểm
- 7.2 Momen lực và quy tắc momen
- 7.3 Trọng tâm và các dạng cân bằng

CHƯƠNG 8 — ỨNG DỤNG CƠ HỌC TRONG ĐỜI SỐNG VÀ KỸ THUẬT

- 8.1 Vì sao máy bay có thể bay được?
- 8.2 Cơ học trong thể thao
- 8.3 Cơ học trong kiến trúc và xây dựng
- 8.4 Cơ học và giao thông an toàn
- 8.5 Cơ học trong y học và đời sống hằng ngày

CHƯƠNG 9 — ÔN TẬP TỔNG HỢP: CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM

CHƯƠNG 10 — BÀI TẬP TỔNG HỢP NÂNG CAO

CHƯƠNG 11 — THÍ NGHIỆM CƠ HỌC ĐƠN GIẢN TẠI NHÀ

CHƯƠNG 12 — LƯỢC SỬ PHÁT TRIỂN CƠ HỌC

CHƯƠNG 13 — ĐỀ KIỂM TRA TỔNG HỢP MẪU

PHỤ LỤC A — BẢNG TỔNG HỢP CÔNG THỨC CƠ HỌC

PHỤ LỤC B — ĐÁP SỐ BÀI TẬP TỰ LUYỆN

PHỤ LỤC C — BẢNG THUẬT NGỮ VẬT LÝ VIỆT - ANH

PHỤ LỤC D — BẢNG TỰ ĐÁNH GIÁ TIẾN ĐỘ HỌC TẬP

LỜI KẾT

LỜI NÓI ĐẦU

Nhiều bạn học sinh khi mới tiếp xúc với môn Vật lý thường cảm thấy choáng ngợp bởi hàng loạt công thức, ký hiệu và khái niệm trừu tượng. Nhưng thực ra, Vật lý - đặc biệt là phần Cơ học - lại là môn học rất gần gũi với đời sống: một quả bóng rơi, một chiếc xe tăng tốc, một cánh cửa được đẩy mở... tất cả đều là những hiện tượng Cơ học quen thuộc mà chúng ta gặp mỗi ngày.

Cuốn sách "Vật Lý Không Khó - Giải Mã Cơ Học Từ Con Số 0" được biên soạn dành cho những bạn mới bắt đầu làm quen với môn học này, kể cả khi bạn chưa có nền tảng gì. Sách trình bày kiến thức theo trình tự logic, từ những khái niệm cơ bản nhất (đo lường, đơn vị, vectơ) đến các chủ đề trọng tâm của Cơ học (động học, động lực học, công - năng lượng, động lượng, chuyển động tròn, cân bằng vật rắn).

Mỗi phần lý thuyết đều đi kèm ví dụ minh họa có lời giải chi tiết và bài tập tự luyện để bạn thực hành ngay sau khi học. Đáp số bài tập được tổng hợp ở Phụ lục B để bạn tự kiểm tra kết quả.

Hãy nhớ rằng: không ai giỏi Vật lý ngay từ đầu. Điều quan trọng là kiên trì hiểu bản chất từng khái niệm nhỏ, rồi các mảnh ghép sẽ dần kết nối thành một bức tranh lớn mạch lạc. Chúc bạn có một hành trình khám phá Cơ học thật thú vị!

"Vật lý không khó - chỉ là bạn chưa hiểu đúng cách"

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

Để việc học tập với cuốn sách này đạt hiệu quả cao nhất, bạn nên nắm rõ cấu trúc và các loại hộp nội dung được sử dụng xuyên suốt sách:

Hộp công thức: liệt kê nhanh các công thức trọng tâm của mục đang học

★ Mẹo giải nhanh / Mẹo nhỏ

- Hộp màu vàng chứa các mẹo giúp bạn giải bài nhanh hơn, ghi nhớ tốt hơn, hoặc lưu ý những điểm hay bị nhầm lẫn.

💡 Ví dụ minh họa

Hộp màu xanh lá trình bày các bài toán mẫu có lời giải chi tiết từng bước, giúp bạn hình dung cách áp dụng lý thuyết vào bài tập cụ thể.

📖 Em có biết?

Hộp màu đỏ cam chia sẻ những sự thật thú vị, câu chuyện lịch sử hoặc ứng dụng công nghệ liên quan đến kiến thức vừa học, giúp việc học trở nên sinh động hơn.

Bài tập tự luyện

1. Hộp màu xanh dương ở cuối mỗi chương chứa các bài tập để bạn tự thực hành. Đáp số được tổng hợp tại Phụ lục B cuối sách - hãy cố gắng tự giải trước khi xem đáp án.

TỔNG KẾT TỔNG KẾT CHƯƠNG

- ✓ Mỗi chương kết thúc bằng một hộp tổng kết, liệt kê ngắn gọn những ý chính cần nhớ - rất hữu ích để ôn tập nhanh trước khi làm bài kiểm tra.

Gợi ý lộ trình học tập: Với người mới bắt đầu hoàn toàn, nên đọc tuần tự từ Chương 0 đến Chương 7 để xây dựng nền tảng vững chắc, sau đó làm Chương 9 (trắc nghiệm) và Chương 10 (bài tập nâng cao) để tự kiểm tra. Chương 8, 11, 12 là các chương mở rộng giúp việc học trở nên thú vị và thực tế hơn, có thể đọc xen kẽ bất cứ lúc nào bạn muốn giải lao khỏi việc giải bài tập.

0.1 Vật lý học nghiên cứu điều gì

Vật lý học là ngành khoa học nghiên cứu về vật chất, năng lượng và các quy luật chi phối sự vận động, tương tác giữa chúng trong tự nhiên. Từ chuyển động của một chiếc lá rơi, quỹ đạo của Mặt Trăng quanh Trái Đất, cho đến dòng điện chạy trong dây dẫn hay ánh sáng phát ra từ Mặt Trời - tất cả đều là đối tượng nghiên cứu của Vật lý.

Trong chương trình phổ thông, Vật lý thường được chia thành các nhánh lớn: Cơ học (nghiên cứu chuyển động và lực), Nhiệt học (nhiệt độ, năng lượng nhiệt), Điện học (điện tích, dòng điện, từ trường), Quang học (ánh sáng) và Vật lý hiện đại (lượng tử, hạt nhân). Cuốn sách này sẽ tập trung vào nhánh nền tảng nhất: Cơ học.

★ Vì sao nên học Cơ học đầu tiên?

- Cơ học là nền tảng để hiểu các phần Vật lý khác - ví dụ khái niệm năng lượng trong Cơ học sẽ được dùng lại xuyên suốt Nhiệt học, Điện học.
- Các hiện tượng cơ học dễ quan sát trực tiếp trong đời sống, giúp việc hình dung khái niệm trở nên trực quan hơn so với các phần trừu tượng như điện, từ.

0.2 Hệ đơn vị đo lường quốc tế (SI)

Để mô tả chính xác các hiện tượng vật lý, ta cần đo lường được các đại lượng. Hệ đơn vị được sử dụng phổ biến nhất trên thế giới là Hệ đơn vị quốc tế (SI - *Système International*), quy định 7 đơn vị cơ bản, trong đó Cơ học chủ yếu sử dụng ba đơn vị nền tảng sau:

Đại lượng	Tên đơn vị	Ký hiệu
Chiều dài	mét	m
Khối lượng	kilôgam	kg
Thời gian	giây	s

Từ ba đơn vị cơ bản này, người ta xây dựng nên các đơn vị dẫn xuất cho những đại lượng phức tạp hơn, ví dụ: vận tốc có đơn vị m/s, lực có đơn vị Newton ($N = kg \cdot m/s^2$), công có đơn vị Jun ($J = kg \cdot m^2/s^2$)...

★ Mẹo nhỏ cho người mới bắt đầu

- Trước khi thay số vào công thức, hãy luôn đổi tất cả các đại lượng về đơn vị chuẩn SI (mét, kilôgam, giây) - đây là nguyên nhân sai số phổ biến nhất của người mới học.
- Ví dụ: 36 km/h phải đổi thành 10 m/s trước khi tính toán (chia cho 3,6).

0.3 Sai số phép đo và chữ số có nghĩa

Không có phép đo nào là tuyệt đối chính xác - mọi dụng cụ đo đều có giới hạn về độ chính xác, gọi là sai số. Sai số được chia thành hai loại: sai số hệ thống (do dụng cụ đo chưa được hiệu chỉnh đúng, luôn lệch theo một chiều nhất định) và sai số ngẫu nhiên (do các yếu tố khách quan không lường trước, dao động ngẫu nhiên quanh giá trị thật).

Khi ghi kết quả đo, ta thường viết dưới dạng $A = \bar{A} \pm \Delta A$, trong đó $\bar{A}$ là giá trị trung bình sau nhiều lần đo và ΔA là sai số tuyệt đối. Việc hiểu về sai số giúp ta đánh giá được độ tin cậy của một kết quả thí nghiệm, thay vì coi mọi con số đo được là hoàn toàn chính xác.

0.4 Đại lượng vectơ và đại lượng vô hướng

Đây là một khái niệm nền tảng cực kỳ quan trọng của Cơ học. Có hai loại đại lượng vật lý:

- Đại lượng vô hướng: chỉ có độ lớn, không có hướng. Ví dụ: khối lượng, thời gian, nhiệt độ, quãng đường.
- Đại lượng vectơ: có cả độ lớn lẫn hướng, được biểu diễn bằng một mũi tên. Ví dụ: vận tốc, lực, gia tốc, động lượng.

Một vectơ được đặc trưng bởi bốn yếu tố: gốc (điểm đặt), phương, chiều và độ lớn (môđun). Khi cộng hai đại lượng vectơ, ta không được cộng đơn giản độ lớn như số học thông thường mà phải dùng quy tắc hình bình hành hoặc quy tắc tam giác.

Ví dụ 0.1

Một người đi bộ 3 m về phía Đông, sau đó đi tiếp 4 m về phía Bắc. Hỏi quãng đường đi được và độ dịch chuyển của người đó là bao nhiêu?

Lời giải: Quãng đường là đại lượng vô hướng, chỉ đơn giản cộng lại: $s = 3 + 4 = 7$ m. Độ dịch chuyển là đại lượng vectơ, ta dùng định lý Pytago vì hai đoạn đường vuông góc nhau: $d = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5$ m. Như vậy quãng đường (7 m) và độ dịch chuyển (5 m) là hai đại lượng khác nhau - đây chính là điểm khác biệt cốt lõi giữa đại lượng vô hướng và vectơ.

Em có biết?

Trước năm 2019, đơn vị kilôgam (kg) được định nghĩa dựa trên một khối trụ platin-iridi vật lý đặt tại Pháp - vật mẫu duy nhất trên thế giới! Từ 2019, kilôgam được định nghĩa lại dựa trên hằng số Planck, giúp đơn vị đo lường chính xác và ổn định hơn, không phụ thuộc vào một vật thể cụ thể nào có thể bị hao mòn theo thời gian.

Bài tập tự luyện - Chương 0

1. Đổi các giá trị sau về đơn vị SI: 72 km/h; 5 phút; 2 giờ 30 phút.
2. Một vật đi từ A đến B rồi quay lại A, biết $AB = 100$ m. Tính quãng đường đi được và độ dịch chuyển của vật sau cả hành trình.
3. Hãy liệt kê thêm 3 ví dụ về đại lượng vô hướng và 3 ví dụ về đại lượng vectơ trong đời sống mà em biết.
4. Một học sinh đo chiều dài một chiếc bàn 5 lần, được các giá trị: 1,20 m; 1,21 m; 1,19 m; 1,20 m; 1,22 m. Tính giá trị trung bình của phép đo.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 0

- ✓ Vật lý nghiên cứu vật chất, năng lượng và các quy luật vận động trong tự nhiên.
- ✓ Hệ SI dùng ba đơn vị cơ bản cho Cơ học: mét (m), kilôgam (kg), giây (s).
- ✓ Mọi phép đo đều có sai số; cần đổi đơn vị về chuẩn SI trước khi tính toán.
- ✓ Đại lượng vô hướng chỉ có độ lớn; đại lượng vectơ có cả độ lớn và hướng.

01

ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM: MÔ TẢ CHUYỂN ĐỘNG

1.1 Chất điểm, hệ quy chiếu, quỹ đạo

Trong thực tế, một vật thể luôn có kích thước và hình dạng nhất định. Tuy nhiên, khi kích thước của vật rất nhỏ so với phạm vi chuyển động đang xét, ta có thể coi vật đó như một điểm hình học có khối lượng, gọi là chất điểm. Ví dụ: khi xét chuyển động của ô tô trên quãng đường dài hàng trăm km, ta có thể coi ô tô là một chất điểm.

Để mô tả vị trí của một vật, ta cần chọn một hệ quy chiếu, bao gồm: một vật làm mốc, một hệ trục tọa độ gắn với vật mốc, và một gốc thời gian cùng đồng hồ đo. Chuyển động của một vật mang tính tương đối - cùng một vật có thể đứng yên trong hệ quy chiếu này nhưng lại chuyển động trong hệ quy chiếu khác. Đường mà chất điểm vạch ra trong không gian khi chuyển động gọi là quỹ đạo.

1.2 Chuyển động thẳng đều

Chuyển động thẳng đều là chuyển động có quỹ đạo là đường thẳng và tốc độ không đổi theo thời gian.

$$\text{Phương trình tọa độ: } x = x_0 + v.t$$

$$\text{Quãng đường: } s = v.t$$

Trong đó x_0 là tọa độ ban đầu, v là vận tốc (không đổi), t là thời gian chuyển động. Đồ thị tọa độ - thời gian ($x-t$) của chuyển động thẳng đều là một đường thẳng, còn đồ thị vận tốc - thời gian ($v-t$) là một đường thẳng song song với trục thời gian.

Ví dụ 1.1

Một xe máy chuyển động thẳng đều với vận tốc 40 km/h. Sau bao lâu xe đi được quãng đường 100 km?

Lời giải: Áp dụng công thức $s = v.t$, ta có $t = s/v = 100/40 = 2,5$ giờ.

1.3 Chuyển động thẳng biến đổi đều

Khi vận tốc của vật thay đổi đều đặn theo thời gian (tăng dần hoặc giảm dần với độ lớn không đổi mỗi giây), ta gọi đó là chuyển động thẳng biến đổi đều. Đại lượng đặc trưng cho sự thay đổi này là gia tốc a - cho biết vận tốc thay đổi bao nhiêu trong mỗi giây.

$$\text{Vận tốc: } v = v_0 + a.t$$

$$\text{Quãng đường: } s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{Công thức độc lập thời gian: } v^2 - v_0^2 = 2a.s$$

- Nếu a cùng dấu với v : chuyển động nhanh dần đều (vật tăng tốc).
- Nếu a ngược dấu với v : chuyển động chậm dần đều (vật giảm tốc).

Ví dụ 1.2

Một ô tô đang chạy với vận tốc 10 m/s thì tăng tốc đều, sau 5 giây đạt vận tốc 20 m/s. Tính gia tốc và quãng đường ô tô đi được trong 5 giây đó.

Lời giải: Từ công thức $v = v_0 + at$, suy ra $a = (v - v_0)/t = (20 - 10)/5 = 2 \text{ m/s}^2$. Quãng đường: $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 = 50 + 25 = 75 \text{ m}$.

★ Mẹo giải nhanh

- Khi đề bài không cho thời gian mà chỉ cho vận tốc đầu, vận tốc cuối và quãng đường, hãy dùng ngay công thức độc lập thời gian $v^2 - v_0^2 = 2as$ để tránh phải giải hệ hai phương trình.

1.4 Sự rơi tự do

Rơi tự do là chuyển động của một vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực, bỏ qua sức cản không khí. Đây là một trường hợp riêng của chuyển động thẳng nhanh dần đều với vận tốc đầu bằng 0 (nếu thả rơi) và gia tốc bằng gia tốc trọng trường g ($g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$, thường lấy tròn 10 m/s^2 trong các bài tập phổ thông).

$$\text{Vận tốc rơi: } v = g.t$$

$$\text{Quãng đường rơi: } h = \frac{1}{2}g.t^2$$

$$\text{Thời gian rơi hết độ cao } h: t = \sqrt{(2h/g)}$$

Ví dụ 1.3

Thả rơi một viên bi từ độ cao 20 m (bỏ qua sức cản không khí, lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính thời gian rơi và vận tốc khi chạm đất.

Lời giải: Thời gian rơi: $t = \sqrt{(2h/g)} = \sqrt{(2 \times 20/10)} = \sqrt{4} = 2 \text{ s}$. Vận tốc chạm đất: $v = g.t = 10 \times 2 = 20 \text{ m/s}$.

1.5 Chuyển động ném ngang và ném xiên

Khi một vật được ném đi (không phải thả rơi thẳng đứng), chuyển động của nó có thể phân tích thành hai chuyển động thành phần độc lập: theo phương ngang (chuyển động thẳng đều) và theo phương thẳng đứng (chuyển động rơi tự do hoặc biến đổi đều). Đây là một trong những ý tưởng quan trọng nhất của Cơ học - phân tích một chuyển động phức tạp thành các thành phần đơn giản hơn.

$$\text{Ném ngang: Tầm xa } L = v_0 \sqrt{(2h/g)} ; \text{ Thời gian rơi } t = \sqrt{(2h/g)}$$

$$\text{Ném xiên góc } \alpha: \text{ Tầm xa } L = (v_0^2 \sin 2\alpha)/g ; \text{ Độ cao cực đại } H = (v_0^2 \sin^2 \alpha)/(2g)$$

Ví dụ 1.4

Một vật được ném ngang từ độ cao 45 m với vận tốc ban đầu 20 m/s ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính thời gian rơi và tầm xa của vật.

Lời giải: Thời gian rơi chỉ phụ thuộc độ cao: $t = \sqrt{(2h/g)} = \sqrt{(2 \times 45/10)} = 3 \text{ s}$. Tầm xa: $L = v_0.t = 20 \times 3 = 60 \text{ m}$.

★ Mẹo giải nhanh

- Với bài ném ngang, thời gian rơi chỉ phụ thuộc độ cao h , hoàn toàn không phụ thuộc vận tốc ném - đây là điểm học sinh mới học rất hay nhầm lẫn.
- Với bài ném xiên, muốn tầm xa cực đại, hãy nhớ ngay góc ném tối ưu là $\alpha = 45^\circ$ mà không cần chứng minh lại bằng đạo hàm.

Ví dụ 1.5

Hai xe cùng xuất phát từ hai địa điểm A và B cách nhau 90 km, chuyển động thẳng đều ngược chiều nhau để gặp nhau, với vận tốc lần lượt là 40 km/h và 50 km/h. Hỏi sau bao lâu hai xe gặp nhau?

Lời giải: Vì hai xe chuyển động ngược chiều để gặp nhau, tổng quãng đường hai xe đi được đúng bằng khoảng cách ban đầu AB. Vận tốc tiếp cận nhau: $v = v_1 + v_2 = 40 + 50 = 90 \text{ km/h}$. Thời gian gặp nhau: $t = AB/v = 90/90 = 1 \text{ giờ}$.

► Em có biết?

Trước khi có đồng hồ bấm giây chính xác, các nhà khoa học thời Galileo Galilei (thế kỷ 17) đã dùng chính... nhịp tim của mình hoặc lượng nước chảy qua một lỗ nhỏ để đo thời gian trong các thí nghiệm về chuyển động rơi tự do và chuyển động trên mặt phẳng nghiêng - nền móng đầu tiên của môn Động học ngày nay.

Bài tập tự luyện - Chương 1

1. Một xe đạp đi từ A đến B với vận tốc không đổi 15 km/h, mất 40 phút. Tính quãng đường AB.
2. Một đoàn tàu đang chạy với vận tốc 72 km/h thì hãm phanh chuyển động chậm dần đều, sau 10 s thì dừng hẳn. Tính gia tốc và quãng đường tàu đi được kể từ lúc hãm phanh đến khi dừng.
3. Thả rơi tự do một vật từ độ cao 80 m ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính thời gian rơi và vận tốc lúc chạm đất.
4. Một vật được ném ngang từ độ cao 20 m với vận tốc đầu 15 m/s ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính tầm xa của vật.
5. Hai ô tô xuất phát cùng lúc từ hai địa điểm cách nhau 120 km, chuyển động thẳng đều ngược chiều để gặp nhau với vận tốc lần lượt 30 km/h và 50 km/h. Tính thời gian và vị trí hai xe gặp nhau (tính từ địa điểm xuất phát của xe thứ nhất).

TỔNG KẾT CHƯƠNG 1

- ✓ Chất điểm, hệ quy chiếu và quỹ đạo là các khái niệm nền tảng để mô tả chuyển động.
- ✓ Chuyển động thẳng đều: $x = x_0 + vt$ (vận tốc không đổi).
- ✓ Chuyển động biến đổi đều: $v = v_0 + at$; $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$; $v^2 - v_0^2 = 2as$.
- ✓ Rơi tự do là trường hợp riêng của chuyển động nhanh dần đều với $v_0 = 0$, $a = g$.
- ✓ Ném ngang và ném xiên được giải bằng cách tách thành hai chuyển động thành phần độc lập.

2.1 Lực là gì? Tổng hợp và phân tích lực

Nếu Động học chỉ mô tả "vật chuyển động như thế nào" mà không quan tâm nguyên nhân, thì Động lực học đi tìm câu trả lời cho câu hỏi "vì sao vật chuyển động như vậy". Nguyên nhân đó chính là lực - đại lượng vectơ đặc trưng cho tác dụng của vật này lên vật khác, làm thay đổi vận tốc của vật hoặc làm vật biến dạng.

Khi một vật chịu tác dụng của nhiều lực đồng thời, ta có thể thay thế các lực đó bằng một lực duy nhất có tác dụng tương đương, gọi là hợp lực - quá trình này gọi là tổng hợp lực, thực hiện theo quy tắc hình bình hành. Ngược lại, một lực cũng có thể được phân tích thành hai hay nhiều lực thành phần, gọi là phân tích lực - thường dùng khi vật chịu lực theo phương xiên so với các trục tọa độ đang xét (ví dụ mặt phẳng nghiêng).

Hợp lực hai lực cùng phương cùng chiều: $F = F_1 + F_2$

Hợp lực hai lực cùng phương ngược chiều: $F = |F_1 - F_2|$

Hợp lực hai lực vuông góc: $F = \sqrt{(F_1^2 + F_2^2)}$

2.2 Định luật I Newton - Định luật quán tính

Định luật I Newton phát biểu: Nếu một vật không chịu tác dụng của lực nào, hoặc chịu tác dụng của các lực có hợp lực bằng 0, thì vật đang đứng yên sẽ tiếp tục đứng yên, vật đang chuyển động sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều.

Tính chất giữ nguyên trạng thái chuyển động (hoặc đứng yên) của một vật gọi là quán tính. Đây là lý do khi xe buýt phanh gấp, hành khách bị chúi người về phía trước - không phải vì có lực nào đẩy họ, mà vì cơ thể họ có xu hướng giữ nguyên vận tốc cũ trong khi xe đã giảm tốc.

★ Ứng dụng thực tế

- Dây an toàn trên ô tô hoạt động dựa trên nguyên lý quán tính: khi xe dừng đột ngột, dây an toàn giữ cơ thể lại, tránh việc cơ thể tiếp tục chuyển động về phía trước do quán tính.

2.3 Định luật II Newton

Định luật II Newton là "trái tim" của Động lực học, thiết lập mối liên hệ định lượng giữa lực, khối lượng và gia tốc: Gia tốc của một vật cùng hướng với hợp lực tác dụng lên vật, có độ lớn tỉ lệ thuận với độ lớn hợp lực và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a} \text{ (dạng vectơ: } \Sigma \mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a} \text{)}$$

Từ công thức này ta thấy: với cùng một lực tác dụng, vật có khối lượng càng lớn thì gia tốc thu được càng nhỏ - khối lượng chính là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật. Đây cũng là lý do đẩy một chiếc xe tải nặng khó hơn nhiều so với đẩy một chiếc xe đạp.

🔑 Ví dụ 2.1

Một vật có khối lượng 2 kg đang đứng yên thì chịu tác dụng của lực kéo 6 N theo phương ngang (bỏ qua ma sát). Tính gia tốc và vận tốc của vật sau 3 giây.

Lời giải: Gia tốc: $a = F/m = 6/2 = 3 \text{ m/s}^2$. Vận tốc sau 3 s (vật ban đầu đứng yên): $v = a.t = 3 \times 3 = 9 \text{ m/s}$.

2.4 Định luật III Newton

Định luật III Newton phát biểu: Khi vật A tác dụng lên vật B một lực, thì vật B cũng tác dụng trở lại vật A một lực. Hai lực này có cùng độ lớn, cùng phương nhưng ngược chiều. Đây gọi là cặp lực và phản lực.

$$\mathbf{F(A \rightarrow B)} = - \mathbf{F(B \rightarrow A)}$$

★ Lưu ý quan trọng - tránh nhầm lẫn

- Lực và phản lực luôn xuất hiện và mất đi đồng thời, tác dụng lên hai vật khác nhau, nên chúng không triệt tiêu nhau dù cùng độ lớn ngược chiều - vì hai lực cân bằng chỉ triệt tiêu khi cùng tác dụng lên một vật.
- Ví dụ khi bạn đẩy vào tường, tường cũng đẩy lại tay bạn với lực bằng nhau - đó là lý do tay bạn cảm thấy đau khi đẩy vào vật cứng.

2.5 Phương pháp giải bài toán động lực học

Để giải một bài toán động lực học một cách có hệ thống, hãy làm theo các bước sau:

- Bước 1: Xác định vật cần khảo sát và vẽ tất cả các lực tác dụng lên vật đó (giản đồ lực - free-body diagram).
- Bước 2: Chọn hệ trục tọa độ hợp lý, thường chọn một trục trùng với phương chuyển động.
- Bước 3: Chiếu phương trình định luật II Newton lên các trục tọa độ đã chọn.
- Bước 4: Giải hệ phương trình thu được để tìm đại lượng cần tính.

🔑 Ví dụ 2.2

Một quả bóng khối lượng 0,4 kg đang bay với vận tốc 10 m/s thì đập vào tường và bật ngược trở lại với vận tốc 8 m/s, thời gian va chạm là 0,05 s. Tính lực trung bình mà tường tác dụng lên bóng.

Lời giải: Chọn chiều dương là chiều bóng bay đến tường. Độ biến thiên vận tốc: $\Delta v = v(\text{sau}) - v(\text{trước}) = (-8) - 10 = -18 \text{ m/s}$. Gia tốc trung bình: $a = \Delta v / \Delta t = -18 / 0,05 = -360 \text{ m/s}^2$. Lực trung bình: $F = m \cdot |a| = 0,4 \times 360 = 144 \text{ N}$ (theo định luật III Newton, đây cũng là độ lớn lực mà bóng tác dụng ngược lại vào tường).

📌 Em có biết?

Isaac Newton công bố ba định luật chuyển động nổi tiếng của mình trong cuốn sách "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" xuất bản năm 1687 - một trong những công trình khoa học có ảnh hưởng lớn nhất trong lịch sử nhân loại, đặt nền móng cho toàn bộ Cơ học cổ điển mà chúng ta học ngày nay.

Bài tập tự luyện - Chương 2

1. Một vật khối lượng 5 kg chịu tác dụng của lực kéo 15 N theo phương ngang trên mặt sàn nhẵn (bỏ qua ma sát). Tính gia tốc của vật.
2. Hai lực có độ lớn lần lượt là 6 N và 8 N tác dụng vuông góc lên cùng một vật. Tính độ lớn hợp lực.
3. Giải thích vì sao khi ngồi trên ô tô đang chuyển động, nếu xe phanh gấp thì người ngồi trong xe bị chúm người về phía trước? Áp dụng định luật nào để giải thích?
4. Một vật khối lượng 3 kg đang chuyển động với vận tốc 4 m/s thì chịu một lực hãm không đổi, sau 2 s vật dừng lại. Tính độ lớn lực hãm.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 2

- ✓ Lực là đại lượng vectơ, có thể tổng hợp và phân tích theo quy tắc hình bình hành.
- ✓ Định luật I Newton: vật giữ nguyên trạng thái chuyển động nếu hợp lực bằng 0 (quán tính).
- ✓ Định luật II Newton: $F = ma$ - liên hệ giữa lực, khối lượng và gia tốc.
- ✓ Định luật III Newton: lực và phản lực luôn xuất hiện thành cặp, cùng độ lớn, ngược chiều, tác dụng lên hai vật khác nhau nên không triệt tiêu nhau.

03

CÁC LỰC CƠ HỌC THƯỜNG GẶP

3.1 Trọng lực

Trọng lực là lực hút của Trái Đất tác dụng lên mọi vật, có phương thẳng đứng, chiều hướng xuống, điểm đặt tại trọng tâm của vật.

$$P = m.g$$

Cần phân biệt rõ khối lượng (m) - đại lượng đặc trưng cho lượng chất chứa trong vật, không đổi ở mọi nơi, với trọng lượng (P) - lực hút của Trái Đất lên vật, có thể thay đổi theo vị trí (ví dụ trên Mặt Trăng, do gia tốc trọng trường nhỏ hơn nên trọng lượng của cùng một vật cũng nhỏ hơn trên Trái Đất, dù khối lượng không đổi).

3.2 Lực đàn hồi - Định luật Hooke

Khi một lò xo bị kéo dãn hoặc nén lại, nó sinh ra lực chống lại sự biến dạng đó, gọi là lực đàn hồi. Nhà khoa học Robert Hooke đã tìm ra mối quan hệ giữa lực đàn hồi và độ biến dạng:

$$F(\text{đh}) = k \cdot |\Delta l|$$

trong đó k là độ cứng của lò xo (đơn vị N/m), Δl là độ biến dạng (độ dãn hoặc nén) so với chiều dài tự nhiên. Định luật Hooke chỉ đúng trong giới hạn đàn hồi - nếu kéo dãn lò xo quá mức, lò xo sẽ bị biến dạng dẻo (không trở lại hình dạng ban đầu) và định luật không còn áp dụng được.

Ví dụ 3.1

Một lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$. Treo vào lò xo một vật có khối lượng 200 g ($g = 10 \text{ m/s}^2$) thì lò xo dãn ra bao nhiêu?

Lời giải: Khi vật cân bằng, lực đàn hồi cân bằng với trọng lực: $F(\text{đh}) = P \rightarrow k \cdot \Delta l = m \cdot g \rightarrow \Delta l = m \cdot g / k = 0,2 \times 10 / 100 = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$.

3.3 Lực ma sát

Lực ma sát xuất hiện tại bề mặt tiếp xúc giữa hai vật, có xu hướng cản trở chuyển động tương đối giữa chúng. Có ba loại ma sát chính:

- Ma sát nghỉ: xuất hiện khi vật chưa chuyển động, giữ cho vật đứng yên dù có ngoại lực tác dụng (trong giới hạn nhất định).
- Ma sát trượt: xuất hiện khi vật đã trượt trên bề mặt tiếp xúc, luôn ngược chiều chuyển động tương đối.
- Ma sát lăn: xuất hiện khi vật lăn trên bề mặt, thường có độ lớn nhỏ hơn nhiều so với ma sát trượt (đây là lý do bánh xe giúp việc di chuyển vật nặng dễ dàng hơn kéo lê).

$$F(\text{ms}) = \mu \cdot N$$

trong đó μ là hệ số ma sát (phụ thuộc vào bản chất và tình trạng hai bề mặt tiếp xúc), N là lực pháp tuyến (áp lực vuông góc lên bề mặt tiếp xúc).

★ Bẫy thường gặp

- Nhiều bạn nhầm N (lực pháp tuyến) với trọng lực P - hai đại lượng này chỉ bằng nhau khi vật nằm trên mặt phẳng ngang và không chịu thêm lực nào theo phương thẳng đứng. Nếu vật ở trên mặt phẳng nghiêng hoặc chịu thêm lực kéo xiên, N sẽ khác P .

3.4 Lực căng dây và mặt phẳng nghiêng

Lực căng dây xuất hiện khi một sợi dây (không dẫn) bị kéo căng, có phương dọc theo sợi dây, chiều hướng vào trong (kéo hai đầu dây lại gần nhau). Với bài toán vật trên mặt phẳng nghiêng góc α , ta thường phân tích trọng lực thành hai thành phần: một thành phần song song với mặt phẳng nghiêng ($mg \cdot \sin \alpha$, gây ra chuyển động trượt) và một thành phần vuông góc với mặt phẳng nghiêng ($mg \cdot \cos \alpha$, cân bằng với phản lực pháp tuyến N).

3.5 Lực hấp dẫn - Định luật vạn vật hấp dẫn

Isaac Newton phát hiện ra rằng không chỉ Trái Đất hút các vật về phía mình, mà mọi vật có khối lượng đều hút nhau bằng một lực gọi là lực hấp dẫn.

$$F = G \cdot (m_1 \cdot m_2) / r^2$$

trong đó $G \approx 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ là hằng số hấp dẫn, m_1, m_2 là khối lượng hai vật, r là khoảng cách giữa hai tâm của chúng. Trọng lực mà ta cảm nhận hằng ngày thực chất chính là lực hấp dẫn giữa vật và Trái Đất - đây là lý do trọng lực giảm dần khi ta ở càng cao so với mặt đất (r tăng lên).

🔧 Ví dụ 3.2

Một vật khối lượng 4 kg trượt trên mặt phẳng nghiêng góc 30° so với phương ngang, hệ số ma sát trượt $\mu = 0,2$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính gia tốc của vật khi trượt xuống.

Lời giải: Thành phần trọng lực theo mặt nghiêng: $mg \cdot \sin \alpha = 4 \times 10 \times 0,5 = 20 \text{ N}$. Phản lực pháp tuyến: $N = mg \cdot \cos \alpha = 4 \times 10 \times (\sqrt{3}/2) \approx 34,6 \text{ N}$. Lực ma sát: $F_{ms} = \mu N \approx 0,2 \times 34,6 \approx 6,93 \text{ N}$. Hợp lực theo phương chuyển động: $F = mg \cdot \sin \alpha - F_{ms} \approx 20 - 6,93 \approx 13,07 \text{ N}$. Gia tốc: $a = F/m \approx 13,07/4 \approx 3,27 \text{ m/s}^2$.

📌 Em có biết?

Hệ số ma sát giữa lốp xe đua Công thức 1 và mặt đường có thể lên tới khoảng 1,5 - lớn hơn cả hệ số ma sát 1 (tức lực ma sát lớn hơn cả trọng lượng xe!) - nhờ hợp chất cao su đặc biệt kết hợp với lực ép khí động học (downforce) đẩy xe xuống mặt đường ở tốc độ cao, giúp xe bám đường tốt hơn khi vào cua.

Bài tập tự luyện - Chương 3

1. Một vật có khối lượng 1,5 kg đặt trên mặt sàn nằm ngang, hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là 0,2 ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính lực ma sát trượt tác dụng lên vật khi vật trượt trên sàn.
2. Một lò xo có độ cứng 50 N/m, treo vật nặng 500 g thì lò xo dãn ra bao nhiêu ($g = 10 \text{ m/s}^2$)?
3. Giải thích vì sao khi lên núi cao, trọng lượng của một người lại giảm đi một chút so với khi ở mực nước biển, dù khối lượng của người đó không đổi.
4. Một vật khối lượng 2 kg trượt trên mặt phẳng nghiêng góc 30° , hệ số ma sát 0,1 ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính gia tốc của vật khi trượt xuống mặt phẳng nghiêng.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 3

- ✓ Trọng lực $P = mg$, luôn hướng thẳng đứng xuống dưới, đặt tại trọng tâm vật.
- ✓ Lực đàn hồi tuân theo định luật Hooke: $F = k|\Delta l|$, chỉ đúng trong giới hạn đàn hồi.
- ✓ Ma sát gồm ba loại: nghỉ, trượt, lăn; công thức chung $F_{(ms)} = \mu N$.
- ✓ Trên mặt phẳng nghiêng, phân tích trọng lực thành hai thành phần song song và vuông góc với mặt nghiêng.
- ✓ Lực hấp dẫn $F = Gm_1m_2/r^2$ là nguồn gốc của trọng lực mà ta cảm nhận hằng ngày.

04

CÔNG, CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG

4.1 Công cơ học

Trong đời sống, ta thường nói "làm việc" một cách chung chung, nhưng trong Vật lý, công cơ học chỉ được thực hiện khi có lực tác dụng lên vật và vật có sự dịch chuyển theo phương của lực.

$$A = F.s.\cos\alpha$$

trong đó F là độ lớn lực tác dụng, s là quãng đường dịch chuyển, α là góc hợp bởi hướng của lực và hướng dịch chuyển. Công là đại lượng vô hướng, có thể dương, âm hoặc bằng 0 tùy vào góc α : công dương khi lực cùng hướng chuyển động ($0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$), công âm khi lực cản trở chuyển động ($90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$), và bằng 0 khi lực vuông góc với chuyển động ($\alpha = 90^\circ$).

★ Ví dụ dễ nhớ

- Khi bạn xách một chiếc túi đi ngang trên đường phẳng, trọng lực vuông góc với hướng đi nên công của trọng lực trong trường hợp này bằng 0 - dù bạn cảm thấy "mỏi tay", về mặt Vật lý trọng lực không sinh công trong chuyển động ngang này.

4.2 Công suất

Công suất là đại lượng đặc trưng cho tốc độ thực hiện công, cho biết công được thực hiện nhanh hay chậm.

$$P = A/t = F.v$$

Đơn vị công suất trong hệ SI là Watt (W). Hai động cơ có thể thực hiện cùng một công như nhau, nhưng động cơ nào có công suất lớn hơn sẽ hoàn thành công việc đó trong thời gian ngắn hơn - đây là lý do công suất là thông số quan trọng khi so sánh động cơ, máy móc.

4.3 Động năng và định lý biến thiên động năng

Động năng là năng lượng mà một vật có được do nó đang chuyển động.

$$Wđ = \frac{1}{2}.m.v^2$$

$$\text{Định lý: } A = Wđ2 - Wđ1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

Định lý biến thiên động năng phát biểu: độ biến thiên động năng của một vật bằng tổng công của các lực tác dụng lên vật đó. Định lý này rất hữu ích vì nó cho phép ta liên hệ trực tiếp giữa công và sự thay đổi vận tốc mà không cần biết chi tiết quá trình chuyển động diễn ra như thế nào.

✎ Ví dụ 4.1

Một vật khối lượng 2 kg đang chuyển động với vận tốc 3 m/s thì chịu tác dụng của một lực làm vật tăng tốc lên 5 m/s. Tính công của lực đó.

Lời giải: Áp dụng định lý biến thiên động năng: $A = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 5^2 - \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 25 - 9 = 16 \text{ J}$.

4.4 Thế năng trọng trường và thế năng đàn hồi

Thế năng là năng lượng dự trữ mà một vật có được do vị trí hoặc trạng thái biến dạng của nó. Có hai dạng thế năng thường gặp trong Cơ học:

Thế năng trọng trường: $W_t = m.g.h$

Thế năng đàn hồi: $W_t = \frac{1}{2}.k.(\Delta l)^2$

- Thế năng trọng trường phụ thuộc vào độ cao h của vật so với một mốc thế năng được chọn trước (thường chọn mặt đất hoặc vị trí thấp nhất trong bài toán).
- Thế năng đàn hồi phụ thuộc vào độ biến dạng Δl của vật đàn hồi (lò xo) so với trạng thái tự nhiên.

4.5 Định luật bảo toàn cơ năng

Cơ năng của một vật là tổng động năng và thế năng của vật đó: $W = W_{đ} + W_t$. Khi vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực và lực đàn hồi (không có ma sát hay lực cản), cơ năng của vật được bảo toàn - nghĩa là không đổi trong suốt quá trình chuyển động, dù động năng và thế năng có thể chuyển hóa qua lại lẫn nhau.

$W = W_{đ} + W_t = \text{hằng số}$

✎ Ví dụ 4.2

Một vật được thả rơi tự do từ độ cao 20 m ($g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua sức cản không khí). Tính vận tốc của vật khi chạm đất bằng định luật bảo toàn cơ năng.

Lời giải: Chọn mốc thế năng tại mặt đất. Tại vị trí thả: $W_{đ} = 0$, $W_t = mgh$. Tại mặt đất: $W_t = 0$, $W_{đ} = \frac{1}{2}mv^2$. Bảo toàn cơ năng: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20 \text{ m/s}$. Kết quả này trùng khớp với cách tính bằng công thức động học đã học ở Chương 1, cho thấy hai phương pháp có thể bổ trợ, kiểm tra chéo lẫn nhau.

★ Mẹo giải nhanh

- Khi bài toán có ma sát, cơ năng không còn bảo toàn - phần cơ năng bị hao hụt chính là công của lực ma sát: $W_t(\text{sau}) - W_t(\text{trước}) = A(\text{ms})$ (với $A(\text{ms})$ mang giá trị âm).
- Với các bài toán con lắc, cầu trượt, vật trượt trên mặt cong không ma sát, bảo toàn cơ năng luôn là công cụ nhanh và gọn hơn nhiều so với việc viết phương trình Newton theo từng thời điểm.

✎ Ví dụ 4.3

Một con lắc đơn có chiều dài dây 1 m, kéo lệch để vật nặng ở vị trí cao hơn vị trí cân bằng 0,2 m rồi thả nhẹ (bỏ qua sức cản không khí, $g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính vận tốc của vật khi đi qua vị trí cân bằng.

Lời giải: Chọn mốc thế năng tại vị trí cân bằng. Bảo toàn cơ năng giữa vị trí thả và vị trí cân bằng: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0,2} = 2 \text{ m/s}$.

► Em có biết?

Đơn vị công và năng lượng "Jun (J)" được đặt theo tên nhà vật lý người Anh James Prescott Joule (thế kỷ 19) - người đã chứng minh bằng thực nghiệm rằng nhiệt năng cũng là một dạng năng lượng có thể chuyển hóa qua lại với công cơ học, đặt nền móng cho định luật bảo toàn năng lượng tổng quát mà ta biết ngày nay.

Bài tập tự luyện - Chương 4

1. Một người kéo một vật khối lượng 10 kg trượt trên sàn nằm ngang với lực kéo 20 N hợp với phương ngang một góc 30° , vật dịch chuyển 5 m. Tính công của lực kéo.
2. Một vật khối lượng 500 g rơi tự do từ độ cao 45 m ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Dùng định luật bảo toàn cơ năng để tính vận tốc của vật khi đã rơi được 20 m (chưa chạm đất).
3. Một lò xo có độ cứng 200 N/m bị nén lại 5 cm. Tính thế năng đàn hồi của lò xo lúc đó.
4. Một vật khối lượng 1 kg được ném thẳng đứng lên trên với vận tốc đầu 20 m/s ($g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua sức cản). Dùng bảo toàn cơ năng để tính độ cao cực đại vật đạt được.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 4

- ✓ Công cơ học $A = F_s \cdot \cos\alpha$ chỉ sinh ra khi có lực và có dịch chuyển theo phương của lực.
- ✓ Công suất $P = A/t = Fv$ đặc trưng cho tốc độ thực hiện công.
- ✓ Động năng $Wđ = \frac{1}{2}mv^2$; định lý biến thiên động năng: $A = \Delta Wđ$.
- ✓ Thế năng gồm thế năng trọng trường (mgh) và thế năng đàn hồi ($\frac{1}{2}k \cdot \Delta l^2$).
- ✓ Cơ năng $W = Wđ + Wt$ được bảo toàn khi không có ma sát hay lực cản.

5.1 Động lượng và xung lượng của lực

Động lượng là đại lượng vectơ đặc trưng cho "khả năng truyền chuyển động" của một vật, được định nghĩa bằng tích của khối lượng và vận tốc.

$$\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v}$$

$$\text{Xung lượng của lực: } \mathbf{J} = \mathbf{F} \cdot \Delta t = \Delta \mathbf{p}$$

Mối liên hệ giữa xung lượng của lực và độ biến thiên động lượng (còn gọi là dạng khác của định luật II Newton) rất hữu ích khi phân tích các va chạm xảy ra trong thời gian rất ngắn - lúc này việc xác định lực tức thời gặp khó khăn, nhưng ta vẫn có thể tính được xung lượng thông qua độ biến thiên động lượng.

★ Ứng dụng thực tế

- Túi khí ô tô và đệm mút trong các môn thể thao hoạt động dựa trên nguyên lý: khi kéo dài thời gian va chạm Δt , lực tác dụng F sẽ giảm đi (vì xung lượng $J = F \cdot \Delta t$ không đổi với cùng độ biến thiên động lượng) - từ đó giảm chấn thương.

5.2 Định luật bảo toàn động lượng

Đối với một hệ vật cô lập (không chịu tác dụng của ngoại lực, hoặc ngoại lực triệt tiêu lẫn nhau), tổng động lượng của hệ được bảo toàn - không đổi theo thời gian, dù động lượng của từng vật riêng lẻ có thể thay đổi do va chạm hay tương tác nội bộ.

$$m_1 \mathbf{v}_1 + m_2 \mathbf{v}_2 = m_1 \mathbf{v}_1' + m_2 \mathbf{v}_2'$$

📌 Ví dụ 5.1

Một viên đạn khối lượng 10 g bay với vận tốc 400 m/s đến cắm vào một khúc gỗ khối lượng 990 g đang đứng yên trên mặt phẳng nhẵn. Tính vận tốc của hệ (đạn + gỗ) ngay sau va chạm.

Lời giải: Đây là va chạm mềm (đạn dính vào gỗ, chuyển động cùng vận tốc sau va chạm).
Bảo toàn động lượng: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) \cdot v' \rightarrow v' = (0,01 \times 400) / (0,01 + 0,99) = 4/1 = 4 \text{ m/s}$.

5.3 Va chạm đàn hồi và va chạm mềm

Có hai loại va chạm thường gặp trong bài tập:

- Va chạm mềm (va chạm hoàn toàn không đàn hồi): sau va chạm hai vật dính vào nhau, chuyển động cùng một vận tốc. Động lượng bảo toàn nhưng động năng không bảo toàn (một phần chuyển hóa thành nhiệt, âm thanh, biến dạng).
- Va chạm đàn hồi: sau va chạm hai vật tách rời nhau. Cả động lượng lẫn động năng đều được bảo toàn - đây là trường hợp lý tưởng, ít gặp hoàn toàn trong thực tế nhưng là mô hình gần đúng tốt cho va chạm giữa các viên bi cứng.

$$\text{Va chạm mềm: } v' = (m_1 v_1 + m_2 v_2) / (m_1 + m_2)$$

★ Mẹo nhận diện dạng bài

- Đề bài thường dùng các từ khóa để chỉ loại va chạm: "đánh vào nhau", "cùng chuyển động sau va chạm" → va chạm mềm; "bật ra", "va chạm đàn hồi" → va chạm đàn hồi (bảo toàn cả động lượng và động năng, cần lập hệ hai phương trình để giải).

► Em có biết?

Nguyên lý bảo toàn động lượng chính là lý do tên lửa có thể di chuyển được trong không gian chân không, nơi không có gì để "đẩy vào" như bánh xe đẩy vào mặt đường. Tên lửa phụt khí nhiên liệu về phía sau với vận tốc lớn, và theo định luật bảo toàn động lượng, thân tên lửa sẽ được đẩy về phía trước với động lượng ngược lại tương ứng.

Bài tập tự luyện - Chương 5

1. Một vật khối lượng 3 kg chuyển động với vận tốc 4 m/s. Tính động lượng của vật.
2. Hai xe lăn có khối lượng lần lượt 2 kg và 3 kg chuyển động ngược chiều nhau trên đường ray thẳng với vận tốc lần lượt 5 m/s và 2 m/s, va chạm mềm vào nhau. Tính vận tốc của hai xe ngay sau va chạm (chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe 2 kg).
3. Giải thích vì sao khi bắt một quả bóng đang bay nhanh, ta nên co tay lại theo hướng bóng bay thay vì giữ tay cứng, dựa trên khái niệm xung lượng của lực.
4. Một khẩu súng khối lượng 4 kg bắn ra viên đạn khối lượng 20 g với vận tốc 500 m/s. Tính vận tốc giật lùi của súng ngay sau khi bắn (bỏ qua ma sát).

TỔNG KẾT CHƯƠNG 5

- ✓ Động lượng $p = mv$ là đại lượng vectơ; xung lượng của lực $J = F \cdot \Delta t = \Delta p$.
- ✓ Định luật bảo toàn động lượng áp dụng cho hệ cô lập: tổng động lượng trước = tổng động lượng sau.
- ✓ Va chạm mềm: hai vật dính vào nhau, bảo toàn động lượng nhưng không bảo toàn động năng.
- ✓ Va chạm đàn hồi: hai vật tách rời, bảo toàn cả động lượng lẫn động năng.

6.1 Tốc độ góc, chu kỳ, tần số

Chuyển động tròn đều là chuyển động có quỹ đạo là đường tròn và tốc độ (độ lớn vận tốc) không đổi theo thời gian. Tuy tốc độ không đổi, nhưng hướng của vectơ vận tốc liên tục thay đổi - đây là điểm đặc biệt so với chuyển động thẳng đều.

$$\text{Tốc độ góc: } \omega = \Delta\varphi/\Delta t = 2\pi/T = 2\pi.f$$

$$\text{Liên hệ tốc độ dài và tốc độ góc: } v = \omega.r$$

Trong đó T là chu kỳ (thời gian để vật đi hết một vòng), f là tần số (số vòng quay được trong một giây, $f = 1/T$), r là bán kính quỹ đạo tròn.

6.2 Gia tốc hướng tâm và lực hướng tâm

Dù tốc độ không đổi, vật chuyển động tròn đều vẫn có gia tốc - vì vận tốc là đại lượng vectơ, và hướng của nó đang thay đổi liên tục. Gia tốc này luôn hướng vào tâm quỹ đạo, gọi là gia tốc hướng tâm.

$$a(ht) = v^2/r = \omega^2.r$$

$$\text{Lực hướng tâm: } F(ht) = m.a(ht) = m.v^2/r$$

Cần lưu ý: lực hướng tâm không phải là một loại lực mới, mà là tên gọi chung cho hợp lực của các lực thực tế (trọng lực, lực căng dây, lực ma sát, phản lực...) đóng vai trò gây ra gia tốc hướng tâm, giữ cho vật chuyển động theo quỹ đạo tròn.

Ví dụ 6.1

Một vật khối lượng 0,5 kg buộc vào đầu một sợi dây, quay tròn đều trong mặt phẳng ngang với bán kính 1 m, tốc độ dài 4 m/s. Tính lực căng dây (đóng vai trò lực hướng tâm).
Lời giải: $F(ht) = m.v^2/r = 0,5 \times 4^2/1 = 8$ N. Đây chính là lực căng dây cần thiết để giữ vật chuyển động tròn đều với các thông số đã cho.

★ Bẫy thường gặp

- Nhiều bạn nghĩ có một "lực ly tâm" đẩy vật ra ngoài khi quay tròn - thực chất cảm giác đó chỉ là hệ quả của quán tính (vật có xu hướng đi thẳng) khi quan sát từ hệ quy chiếu gắn với vật đang quay, không phải một lực thực sự tác dụng lên vật trong hệ quy chiếu đứng yên.

6.3 Vật lý của chuyển động tròn trong đời sống

- Xe vào khúc cua: lực ma sát nghỉ giữa lốp xe và mặt đường đóng vai trò lực hướng tâm, giữ xe đi theo đường cong - đây là lý do đường cong ở tốc độ cao thường được thiết kế nghiêng vào trong để hỗ trợ thêm.
- Vệ tinh nhân tạo bay quanh Trái Đất: lực hấp dẫn giữa vệ tinh và Trái Đất chính là lực hướng tâm giữ vệ tinh chuyển động trên quỹ đạo tròn (hoặc gần tròn).

- Máy vắt ly tâm (máy giặt, máy vắt mật ong): lợi dụng quán tính để tách các thành phần có khối lượng riêng khác nhau ra khỏi hỗn hợp.

► Em có biết?

Trạm Vũ trụ Quốc tế (ISS) bay quanh Trái Đất với tốc độ khoảng 27.600 km/h - hoàn thành một vòng quỹ đạo chỉ trong khoảng 90 phút! Ở độ cao đó, lực hấp dẫn của Trái Đất vẫn tác dụng lên trạm gần như đầy đủ, nhưng vì trạm và mọi vật bên trong đều đang "rơi tự do" quanh Trái Đất với cùng gia tốc, các phi hành gia trải nghiệm cảm giác không trọng lượng.

Bài tập tự luyện - Chương 6

1. Một chiếc đồng hồ có kim giây dài 10 cm. Tính tốc độ góc và tốc độ dài của đầu kim giây.
2. Một vật khối lượng 200 g chuyển động tròn đều với bán kính quỹ đạo 0,5 m, chu kỳ 2 s. Tính lực hướng tâm tác dụng lên vật.
3. Vì sao khi xe máy vào khúc cua với tốc độ quá nhanh trên đường trơn trượt lại dễ bị trượt ngã? Hãy giải thích bằng khái niệm lực hướng tâm và lực ma sát.
4. Một vệ tinh nhân tạo chuyển động tròn đều quanh Trái Đất ở độ cao mà tại đó gia tốc hướng tâm bằng 8 m/s^2 , với bán kính quỹ đạo 7000 km. Tính tốc độ dài của vệ tinh.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 6

- ✓ Chuyển động tròn đều có tốc độ không đổi nhưng hướng vận tốc luôn thay đổi.
- ✓ Tốc độ góc $\omega = 2\pi/T = 2\pi f$; liên hệ tốc độ dài $v = \omega r$.
- ✓ Gia tốc hướng tâm $a_{ht} = v^2/r$ luôn hướng vào tâm quỹ đạo.
- ✓ Lực hướng tâm không phải một lực mới, mà là hợp lực thực tế đóng vai trò giữ vật chuyển động tròn.

7.1 Điều kiện cân bằng của một chất điểm

Một chất điểm được gọi là ở trạng thái cân bằng khi nó đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Theo định luật I Newton, điều kiện để một chất điểm cân bằng là hợp lực tác dụng lên nó bằng 0.

$$\Sigma \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \dots + \mathbf{F}_n = \mathbf{0}$$

Trong bài tập, điều kiện này thường được áp dụng bằng cách chiếu các lực lên hai trục tọa độ vuông góc, sau đó yêu cầu tổng hình chiếu theo mỗi trục đều bằng 0.

7.2 Momen lực và quy tắc momen

Đối với vật rắn (có kích thước, không thể coi là chất điểm), một lực không chỉ có thể làm vật chuyển động tịnh tiến mà còn có thể làm vật quay quanh một trục. Tác dụng làm quay này được đặc trưng bởi đại lượng gọi là momen lực.

$$M = F \cdot d$$

trong đó d là cánh tay đòn - khoảng cách từ trục quay đến giá của lực (đường thẳng chứa vectơ lực). Momen lực càng lớn khi lực càng lớn hoặc cánh tay đòn càng dài - đây là lý do dùng cờ-lê dài giúp vặn ốc dễ dàng hơn cờ-lê ngắn với cùng một lực tay tác dụng.

Quy tắc momen (vật cân bằng quanh trục quay): $M(\text{thuận}) = M(\text{ngịch})$

Ví dụ 7.1

Một thanh cứng nhẹ AB dài 2 m, được đặt trên một điểm tựa tại chính giữa O. Đầu A treo vật nặng 30 N. Hỏi phải treo vào đầu B một vật có trọng lượng bao nhiêu để thanh cân bằng nằm ngang (hai cánh tay đòn bằng nhau, mỗi bên 1 m)?

Lời giải: Áp dụng quy tắc momen quanh O: $M(A) = M(B) \rightarrow P(A) \cdot d(A) = P(B) \cdot d(B)$. Vì $d(A) = d(B) = 1 \text{ m}$ nên $P(B) = P(A) = 30 \text{ N}$.

★ Mẹo giải nhanh

- Khi giải bài toán momen, hãy chọn trục quay đi qua điểm đặt của lực chưa biết (nếu có thể) - lực đó sẽ có cánh tay đòn bằng 0, tự động biến mất khỏi phương trình momen, giúp giảm bớt một ẩn số cần tìm.

7.3 Trọng tâm và các dạng cân bằng

Trọng tâm của một vật là điểm đặt của trọng lực tổng hợp tác dụng lên toàn bộ vật - có thể hiểu đơn giản là "điểm cân bằng" của vật. Với vật đồng chất, có hình dạng đối xứng, trọng tâm trùng với tâm hình học của vật.

Dựa vào vị trí trọng tâm so với điểm tựa hoặc trục quay, có ba dạng cân bằng:

- Cân bằng bền: khi bị lệch khỏi vị trí cân bằng một chút, vật có xu hướng tự trở về vị trí ban đầu (ví dụ: con lật đật).

- Cân bằng không bền: khi bị lệch dù rất nhỏ, vật có xu hướng tiếp tục lệch xa hơn khỏi vị trí cân bằng ban đầu (ví dụ: cây bút đang dựng thẳng bằng trên đầu nhọn).
- Cân bằng phiếm định (cân bằng trung tính): khi bị lệch, vật vẫn tiếp tục cân bằng ở vị trí mới mà không có xu hướng trở về hay lệch xa thêm (ví dụ: quả bóng nằm yên trên mặt phẳng ngang).

★ Mẹo tăng độ vững vàng của vật

- Muốn một vật đứng vững, nên hạ thấp trọng tâm và mở rộng diện tích chân đế - đây là nguyên lý thiết kế của các vật cần độ ổn định cao như xe đua công thức 1 (thân xe rất thấp và rộng), tháp truyền hình (chân đế loe rộng ở phần dưới).

► Em có biết?

Tháp nghiêng Pisa (Ý) đã nghiêng hơn 5 độ so với phương thẳng đứng nhưng vẫn đứng vững suốt hàng trăm năm, vì đường thẳng đứng đi qua trọng tâm của tháp vẫn còn nằm trong phạm vi chân đế - đúng theo nguyên lý cân bằng của vật rắn. Nếu độ nghiêng vượt quá giới hạn khiến đường trọng lực rơi ra ngoài chân đế, tháp chắc chắn sẽ đổ.

Bài tập tự luyện - Chương 7

1. Một lực 20 N tác dụng vuông góc vào một thanh cứng tại điểm cách trục quay 0,4 m. Tính momen lực đối với trục quay đó.
2. Một thanh AB dài 3 m, trọng lượng không đáng kể, đặt trên điểm tựa O cách đầu A 1 m. Đầu A treo vật nặng 40 N. Hỏi phải treo vào đầu B một vật có trọng lượng bao nhiêu để thanh cân bằng?
3. Lấy ví dụ về một vật ở trạng thái cân bằng bền, một vật ở cân bằng không bền trong đời sống mà em quan sát được, giải thích ngắn gọn vì sao.
4. Vì sao xe đua thể thao thường được thiết kế có gầm xe rất thấp? Hãy giải thích dựa trên khái niệm trọng tâm và mức độ vững vàng.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 7

- ✓ Điều kiện cân bằng của chất điểm: hợp lực tác dụng lên vật bằng 0.
- ✓ Momen lực $M = F.d$ đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực quanh một trục.
- ✓ Quy tắc momen: tổng momen lực làm quay theo chiều thuận bằng tổng momen làm quay theo chiều nghịch khi vật cân bằng.
- ✓ Ba dạng cân bằng: bền, không bền, phiếm định - phụ thuộc vị trí trọng tâm khi vật bị lệch.

Sau khi đã nắm được các khái niệm và công thức nền tảng của Cơ học, chương này sẽ giúp bạn nhìn lại toàn bộ kiến thức đã học qua lăng kính của những ứng dụng thực tế - nơi nhiều nguyên lý Cơ học cùng phối hợp với nhau để tạo nên các công trình, phương tiện và hiện tượng quen thuộc trong đời sống.

8.1 Vì sao máy bay có thể bay được?

Để một chiếc máy bay cất cánh và duy trì độ cao, nó cần tạo ra một lực nâng đủ lớn để cân bằng với trọng lực của chính nó. Lực nâng này sinh ra chủ yếu nhờ hình dạng đặc biệt của cánh máy bay (mặt trên cong hơn mặt dưới), khiến luồng không khí đi qua mặt trên cánh phải di chuyển nhanh hơn, tạo ra vùng áp suất thấp hơn so với mặt dưới - chênh lệch áp suất này tạo nên lực nâng hướng lên trên.

Trong giai đoạn bay ổn định ở độ cao không đổi, bốn lực chính tác dụng lên máy bay đạt trạng thái cân bằng theo cặp: lực nâng cân bằng với trọng lực (theo phương thẳng đứng), lực đẩy của động cơ cân bằng với lực cản của không khí (theo phương ngang) - đây chính là ứng dụng trực tiếp của điều kiện cân bằng lực đã học ở Chương 7.

8.2 Cơ học trong thể thao

Rất nhiều môn thể thao là những "phòng thí nghiệm Cơ học" sống động:

- Nhảy xa, nhảy cao: vận động viên tối ưu góc bật nhảy để đạt tầm xa hoặc độ cao lớn nhất, liên quan trực tiếp đến chuyển động ném xiên đã học ở Chương 1.
- Bóng đá, bóng rổ: quỹ đạo parabol của quả bóng khi được đá hoặc ném lên là minh chứng sống động cho chuyển động ném xiên trong trọng trường.
- Trượt băng nghệ thuật: khi vận động viên thu tay lại gần trục quay của cơ thể, tốc độ quay tăng lên rõ rệt - hiện tượng này liên quan đến việc bảo toàn động lượng góc (khái niệm mở rộng từ động lượng tuyến tính đã học ở Chương 5), khi bán kính phân bố khối lượng giảm thì tốc độ quay phải tăng để giữ đại lượng đặc trưng cho chuyển động quay không đổi.
- Đua xe đạp, đua xe công thức 1: ở các khúc cua, lực ma sát nghỉ giữa bánh xe và mặt đường đóng vai trò lực hướng tâm - đây là lý do các tay đua phải giảm tốc độ hợp lý trước khi vào cua để tránh trượt văng khỏi quỹ đạo.

► Em có biết?

Khi vận động viên nhảy cao sử dụng kỹ thuật "Fosbury Flop" (lưng qua xà), trọng tâm cơ thể của họ thực tế có thể đi bên dưới thanh xà trong khi cơ thể vẫn vượt qua phía trên - nhờ tư thế uốn cong đặc biệt. Đây là một mẹo thông minh giúp vận động viên vượt qua độ cao lớn hơn mà không cần nâng trọng tâm cao hơn mức cần thiết, tiết kiệm năng lượng bật nhảy.

8.3 Cơ học trong kiến trúc và xây dựng

Các kỹ sư xây dựng vận dụng nguyên lý cân bằng và momen lực (Chương 7) để thiết kế những công trình vừa vững chắc vừa tiết kiệm vật liệu:

- Cầu dây văng, cầu treo: hệ thống dây cáp chịu lực căng, phân bổ trọng lượng của mặt cầu và tải trọng xe cộ xuống các trụ tháp, giúp vượt được những nhịp cầu rất dài mà không cần quá nhiều trụ đỡ ở giữa.
- Vòm và mái vòm: hình dạng cong đặc biệt giúp phân bổ đều lực nén dọc theo cấu trúc, hạn chế lực uốn - đây là lý do nhiều nhà thờ, sân vận động cổ vẫn đứng vững sau hàng trăm, thậm chí hàng nghìn năm.
- Tháp cao tầng hiện đại: thường được thiết kế thu nhỏ dần về phía đỉnh và có hệ thống "con lắc khối lượng" (tuned mass damper) bên trong để giảm dao động do gió hoặc động đất, ứng dụng nguyên lý dao động và quán tính.

8.4 Cơ học và giao thông an toàn

Hiểu về động lượng, xung lượng và ma sát giúp lý giải nhiều quy định an toàn giao thông:

- Khoảng cách an toàn giữa các xe: được tính toán dựa trên quãng đường phanh (liên quan đến công thức chuyển động chậm dần đều ở Chương 1) để đảm bảo xe có đủ thời gian và quãng đường dừng lại an toàn.
- Dây an toàn và túi khí: như đã đề cập ở Chương 5, các thiết bị này hoạt động dựa trên nguyên lý kéo dài thời gian va chạm để giảm lực tác dụng lên cơ thể người ngồi trong xe.
- Gờ giảm tốc, biển báo giảm tốc độ trước khúc cua: nhằm đảm bảo lực ma sát nghỉ đủ lớn để đóng vai trò lực hướng tâm giữ xe đi đúng quỹ đạo, tránh trượt văng ra khỏi đường.

8.5 Cơ học trong y học và đời sống hàng ngày

Không chỉ giới hạn trong kỹ thuật và thể thao, các nguyên lý Cơ học còn hiện diện trong nhiều khía cạnh gần gũi khác của đời sống:

- Nặng chống và xe lăn: được thiết kế dựa trên nguyên lý đòn bẩy và momen lực, giúp người sử dụng di chuyển với lực tác dụng nhỏ hơn nhiều so với trọng lượng cơ thể.
- Cấu tạo khớp xương con người: có thể coi gần đúng như một hệ đòn bẩy, trong đó cơ bắp đóng vai trò lực kéo, xương đóng vai trò cánh tay đòn - đây là lý do các bài tập thể hình thường chú trọng đến góc độ và tư thế để tối ưu momen lực do cơ bắp tạo ra.
- Thang máy và ròng rọc: ứng dụng nguyên lý cân bằng lực và bảo toàn năng lượng để giảm công suất động cơ cần thiết khi nâng vật nặng lên cao.
- Vòi nước, cần cẩu công trường: đều là những ứng dụng trực tiếp của quy tắc momen đã học ở Chương 7, được các kỹ sư tính toán tỉ mỉ để đảm bảo an toàn khi vận hành.

► Em có biết?

Cánh tay người có thể coi là một hệ đòn bẩy loại 3, trong đó cơ nhị đầu (bắp tay) gần khá gần khuỷu tay (trục quay), khiến cơ phải tạo ra một lực lớn hơn nhiều lần so với trọng lượng vật được nâng ở bàn tay. Đây là sự đánh đổi hợp lý của tự nhiên: hy sinh một chút về "lợi thế lực" để đổi lấy phạm vi chuyển động và tốc độ linh hoạt hơn cho cánh tay.

Bài tập tự luyện - Chương 8

1. Giải thích ngắn gọn tại sao cầu dây văng có thể vượt được những nhịp rất dài mà không cần nhiều trụ đỡ ở giữa, liên hệ với kiến thức về lực căng dây đã học ở Chương 3.
2. Vì sao vận động viên trượt băng nghệ thuật quay nhanh hơn hẳn khi thu tay lại gần cơ thể? Hãy liên hệ với khái niệm bảo toàn động lượng đã học ở Chương 5.
3. Nêu hai ứng dụng khác (ngoài các ví dụ đã nêu trong sách) của nguyên lý đòn bẩy - momen lực trong đời sống mà em quan sát được.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 8

- ✓ Máy bay bay được nhờ cân bằng giữa lực nâng - trọng lực và lực đẩy - lực cản.
- ✓ Nhiều môn thể thao là minh chứng trực quan cho chuyển động ném xiên, bảo toàn động lượng và lực hướng tâm.
- ✓ Kiến trúc và xây dựng vận dụng nguyên lý cân bằng, momen lực để thiết kế công trình vững chắc.
- ✓ An toàn giao thông dựa nhiều trên các nguyên lý về động học phanh xe, xung lượng và ma sát.

Chương này tổng hợp các câu hỏi trắc nghiệm bao quát toàn bộ nội dung đã học, giúp bạn tự kiểm tra mức độ nắm vững kiến thức trước khi chuyển sang các chủ đề Vật lý nâng cao hơn. Đáp án được tổng hợp tại Phụ lục B cuối sách.

Chương 0 - Nhập môn

1. Đại lượng nào sau đây là đại lượng vector?

- A. Khối lượng B. Thời gian C. Vận tốc D. Nhiệt độ

2. Đơn vị nào sau đây không phải đơn vị cơ bản trong hệ SI?

- A. mét (m) B. giây (s) C. Newton (N) D. kilôgam (kg)

3. 36 km/h đổi ra đơn vị m/s bằng bao nhiêu?

- A. 3,6 m/s B. 10 m/s C. 36 m/s D. 100 m/s

4. Quãng đường và độ dịch chuyển của một vật chuyển động thẳng theo một chiều duy nhất thì:

- A. Luôn khác nhau B. Luôn bằng nhau C. Không thể so sánh D. Bằng nhau chỉ khi vật đứng yên

Chương 1 - Động học chất điểm

1. Trong chuyển động thẳng biến đổi đều, đại lượng nào không đổi theo thời gian?

- A. Vận tốc B. Gia tốc C. Quãng đường D. Tọa độ

2. Một vật rơi tự do từ độ cao h , thời gian rơi phụ thuộc vào:

- A. Khối lượng vật B. Độ cao h C. Hình dạng vật D. Vận tốc ban đầu

3. Trong chuyển động ném ngang, quỹ đạo của vật có dạng:

- A. Đường thẳng B. Đường tròn C. Đường parabol D. Đường elip

4. Công thức nào sau đây đúng cho chuyển động thẳng nhanh dần đều?

- A. $v = v_0 - at$ B. $v^2 - v_0^2 = 2as$ C. $s = vt^2$ D. $a = v/t^2$

Chương 2 - Động lực học

1. Định luật nào giải thích hiện tượng quán tính?

- A. Định luật I Newton B. Định luật II Newton C. Định luật III Newton D. Định luật Hooke

2. Theo định luật II Newton, gia tốc của vật tỉ lệ:

- A. Thuận với khối lượng B. Nghịch với lực C. Thuận với lực, nghịch với khối lượng D. Không phụ thuộc lực

3. Cặp lực và phản lực theo định luật III Newton có đặc điểm:

- A. Cùng tác dụng lên một vật B. Tác dụng lên hai vật khác nhau, cùng độ lớn ngược chiều C. Luôn triệt tiêu nhau D. Chỉ xuất hiện khi vật chuyển động

Chương 3 - Các lực cơ học

1. Lực đàn hồi của lò xo tuân theo định luật nào?

- A. Định luật Newton B. Định luật Hooke C. Định luật Coulomb D. Định luật Boyle

2. Hệ số ma sát phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây?

- A. Khối lượng vật B. Bản chất và tình trạng hai bề mặt tiếp xúc C. Vận tốc chuyển động D. Thời gian chuyển động

3. Lực hấp dẫn giữa hai vật tỉ lệ nghịch với:

- A. Khối lượng hai vật B. Bình phương khoảng cách giữa chúng C. Hằng số hấp dẫn G D. Trọng lượng hai vật

Chương 4 - Công, công suất, năng lượng

1. Công của một lực bằng 0 khi:

- A. Lực cùng hướng chuyển động B. Lực vuông góc với hướng chuyển động C. Lực ngược hướng chuyển động D. Vật đứng yên hoàn toàn

2. Đơn vị của công suất trong hệ SI là:

- A. Jun (J) B. Newton (N) C. Watt (W) D. Paxcan (Pa)

3. Cơ năng của một vật được bảo toàn khi:

- A. Vật chịu tác dụng của lực ma sát B. Vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực và lực đàn hồi C. Vật chuyển động thẳng đều D. Vật đứng yên

Chương 5 - Động lượng và va chạm

1. Động lượng của một vật được tính bằng công thức:

- A. $p = mv$ B. $p = \frac{1}{2}mv^2$ C. $p = Fv$ D. $p = mgh$

2. Trong va chạm mềm, đại lượng nào được bảo toàn?

- A. Chỉ động năng B. Chỉ động lượng C. Cả động lượng và động năng D. Không đại lượng nào

Chương 6 - Chuyển động tròn đều

1. Gia tốc hướng tâm trong chuyển động tròn đều luôn có hướng:

- A. Cùng hướng vận tốc B. Hướng ra xa tâm quỹ đạo C. Hướng vào tâm quỹ đạo D. Vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo

2. Lực hướng tâm trong chuyển động tròn đều:

- A. Là một loại lực mới, khác các lực đã học B. Là hợp lực của các lực thực tác dụng lên vật C. Luôn bằng trọng lực của vật D. Chỉ xuất hiện khi có ma sát

Chương 7 - Cân bằng của vật rắn

1. Momen lực đối với một trục quay được tính bằng công thức:

- A. $M = F/d$ B. $M = F \cdot d$ C. $M = F + d$ D. $M = F \cdot d^2$

2. Một vật ở trạng thái cân bằng bền khi bị lệch nhẹ khỏi vị trí cân bằng sẽ:

- A. Tiếp tục lệch xa hơn B. Tự trở về vị trí cân bằng ban đầu C. Đứng yên tại vị trí lệch mới D. Không thể xác định

10

BÀI TẬP TỔNG HỢP NÂNG CAO

Các bài tập trong chương này kết hợp kiến thức từ nhiều chương khác nhau, đòi hỏi bạn phải vận dụng linh hoạt các công thức và phương pháp đã học. Đây là bước chuyển tiếp quan trọng để bạn làm quen với các đề thi tổng hợp thực tế.

✎ Bài tập nâng cao 10.1 (Động học + Động lực học)

Một ô tô khối lượng 1 tấn đang chuyển động với vận tốc 20 m/s thì hãm phanh chuyển động chậm dần đều và dừng lại sau khi đi thêm 40 m. Tính lực hãm trung bình tác dụng lên xe.

Lời giải: Trước tiên tìm gia tốc bằng công thức độc lập thời gian: $v^2 - v_0^2 = 2as \rightarrow 0 - 20^2 = 2 \cdot a \cdot 40 \rightarrow a = -400/80 = -5 \text{ m/s}^2$. Áp dụng định luật II Newton: $F = m \cdot |a| = 1000 \times 5 = 5000 \text{ N}$. Vậy lực hãm trung bình là 5000 N.

✎ Bài tập nâng cao 10.2 (Bảo toàn cơ năng + Động lượng)

Một vật khối lượng 2 kg trượt không ma sát từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng cao 5 m xuống chân dốc, sau đó va chạm mềm với một vật khác khối lượng 3 kg đang đứng yên ở chân dốc ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính vận tốc của hệ hai vật ngay sau va chạm.

Lời giải: Bước 1 - Tìm vận tốc vật 1 tại chân dốc bằng bảo toàn cơ năng: $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10 \text{ m/s}$. Bước 2 - Áp dụng bảo toàn động lượng cho va chạm mềm: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v' \rightarrow v' = (2 \times 10)/(2 + 3) = 4 \text{ m/s}$.

✎ Bài tập nâng cao 10.3 (Mặt phẳng nghiêng + Ma sát)

Một vật khối lượng 5 kg trượt từ đỉnh mặt phẳng nghiêng dài 10 m, cao 6 m, hệ số ma sát trượt $\mu = 0,25$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Tính vận tốc của vật khi đến chân mặt phẳng nghiêng, xuất phát từ trạng thái nghỉ.

Lời giải: $\sin \alpha = h/l = 6/10 = 0,6$; $\cos \alpha = 0,8$. Gia tốc theo phương mặt nghiêng: $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \times (0,6 - 0,25 \times 0,8) = 10 \times 0,4 = 4 \text{ m/s}^2$. Áp dụng công thức độc lập thời gian với quãng đường $s = 10 \text{ m}$: $v^2 = 2as = 2 \times 4 \times 10 = 80 \rightarrow v = \sqrt{80} \approx 8,94 \text{ m/s}$.

✎ Bài tập nâng cao 10.4 (Cân bằng vật rắn + Momen lực)

Một tấm ván đồng chất dài 4 m, khối lượng 20 kg, được kê lên hai điểm tựa A và B, A cách đầu ván 0,5 m, B cách đầu kia 0,5 m ($g = 10 \text{ m/s}^2$). Một người khối lượng 60 kg đứng cách A một đoạn 1 m (tính từ A về phía B). Tính lực nén lên điểm tựa B.

Lời giải: Trọng tâm ván ở chính giữa, cách A: $2 - 0,5 = 1,5 \text{ m}$. Chọn trục quay tại A. Momen các lực làm quay quanh A: trọng lực ván (200 N) có cánh tay đòn 1,5 m; trọng lực người (600 N) có cánh tay đòn 1 m; phản lực tại B ($N(B)$) có cánh tay đòn $AB = 3 \text{ m}$. Áp dụng quy tắc momen: $N(B) \times 3 = 200 \times 1,5 + 600 \times 1 = 300 + 600 = 900 \rightarrow N(B) = 300 \text{ N}$.

✎ Bài tập nâng cao 10.5 (Chuyển động tròn + Định luật Newton)

Một vật khối lượng 0,3 kg buộc vào đầu dây dài 0,8 m, quay tròn đều trong mặt phẳng thẳng đứng. Tính lực căng dây tại điểm thấp nhất của quỹ đạo khi tốc độ dài tại đó là 4 m/s ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

Lời giải: Tại điểm thấp nhất, lực căng dây T và trọng lực P cùng phương nhưng ngược chiều nhau; hợp lực hướng vào tâm (hướng lên) chính là lực hướng tâm: $T - mg = mv^2/r \rightarrow T = mg + mv^2/r = 0,3 \times 10 + 0,3 \times 4^2/0,8 = 3 + 6 = 9 \text{ N}$.

★ Chiến lược làm bài tập tổng hợp

- Đọc kỹ đề, xác định bài toán đang kết hợp những chủ đề nào (ví dụ: động học + động lực học, hay bảo toàn năng lượng + động lượng) trước khi bắt tay vào giải.
- Chia bài toán lớn thành các bài toán nhỏ hơn, giải quyết từng giai đoạn chuyển động một cách tuần tự - kết quả của giai đoạn trước thường là dữ kiện đầu vào cho giai đoạn sau.
- Luôn kiểm tra lại đơn vị và tính hợp lý của kết quả cuối cùng (ví dụ vận tốc một chiếc xe không thể lên tới hàng nghìn mét trên giây).

"Học đi đôi với hành" luôn là cách tiếp cận hiệu quả nhất với môn Vật lý. Dưới đây là một số thí nghiệm đơn giản, an toàn, có thể thực hiện ngay tại nhà với những vật dụng quen thuộc, giúp bạn quan sát trực tiếp các hiện tượng đã học trong sách.

Thí nghiệm 1: Kiểm chứng sự rơi tự do không phụ thuộc khối lượng

Chuẩn bị: Một tờ giấy A4 và một quyển sách dày.

Cách làm: Thả rơi đồng thời tờ giấy để phẳng và quyển sách từ cùng một độ cao - bạn sẽ thấy sách rơi xuống nhanh hơn giấy rất nhiều. Sau đó, đặt tờ giấy đó nằm phẳng lên trên bìa quyển sách (diện tích giấy nhỏ hơn hoặc bằng bìa sách) rồi thả rơi cả hai cùng lúc.

Giải thích: Khi thả riêng, tờ giấy chịu lực cản không khí lớn so với trọng lượng của nó nên rơi chậm hơn. Khi đặt tờ giấy lên trên quyển sách, quyển sách sẽ "che chắn" phần lớn lực cản không khí tác dụng lên tờ giấy, khiến cả hai gần như rơi cùng tốc độ - minh chứng trực quan rằng trong điều kiện lý tưởng (không có sức cản không khí), mọi vật đều rơi với cùng gia tốc g bất kể khối lượng, đúng như lý thuyết ở Chương 1.

Thí nghiệm 2: Định luật Hooke với dây thun

Chuẩn bị: Một sợi dây thun, một chiếc thước kẻ, vài đồng xu hoặc vật nặng có khối lượng biết trước.

Cách làm: Treo dây thun cố định một đầu, đo chiều dài tự nhiên. Lần lượt treo thêm từng vật nặng vào đầu còn lại và đo độ giãn dài tương ứng sau mỗi lần thêm vật. Ghi lại số liệu vào một bảng gồm hai cột: khối lượng vật treo và độ giãn dài.

Giải thích: Nếu vẽ đồ thị giữa lực kéo ($P = mg$) và độ giãn dài Δl , bạn sẽ thấy các điểm gần như nằm trên một đường thẳng đi qua gốc tọa độ - minh chứng cho định luật Hooke: $F = k \cdot \Delta l$, trong giới hạn đàn hồi của dây thun. Nếu kéo dây thun quá mạnh, đồ thị sẽ không còn là đường thẳng nữa vì dây đã vượt quá giới hạn đàn hồi.

Thí nghiệm 3: Quán tính với đồng xu và tờ giấy

Chuẩn bị: Một chiếc cốc, một tờ giấy cứng (bìa nhỏ), một đồng xu.

Cách làm: Đặt tờ giấy cứng lên miệng cốc, đặt đồng xu lên trên tờ giấy ngay phía trên miệng cốc. Dùng ngón tay búng thật nhanh và dứt khoát vào cạnh tờ giấy theo phương ngang.

Giải thích: Khi búng nhanh, tờ giấy bị đẩy văng ra ngoài trong thời gian rất ngắn, trong khi đồng xu - do có quán tính - chưa kịp thay đổi trạng thái chuyển động theo tờ giấy, nên vẫn gần như đứng yên tại chỗ và rơi thẳng xuống đáy cốc. Đây là minh chứng sống động cho định luật I Newton về quán tính.

Thí nghiệm 4: Bảo toàn động lượng với bi ve hoặc viên bi

Chuẩn bị: Vài viên bi có cùng kích thước, một mặt bàn phẳng nhẵn.

Cách làm: Đặt các viên bi thành một hàng thẳng, sát nhau. Dùng một viên bi khác búng mạnh vào đầu hàng bi theo đúng phương của hàng. Quan sát viên bi nào chuyển động sau

va chạm.

Giải thích: Bạn sẽ quan sát thấy chỉ viên bi ở đầu kia của hàng bật ra chuyển động, còn các viên bi ở giữa gần như đứng yên - hiện tượng này (thường thấy trong "con lắc Newton") là kết quả của việc bảo toàn động lượng và động năng qua một chuỗi va chạm gần như đàn hồi liên tiếp giữa các viên bi.

Thí nghiệm 5: Momen lực với cán chổi hoặc thước dài

Chuẩn bị: Một chiếc thước dài hoặc cán chổi, một vật nặng nhỏ (chai nước).

Cách làm: Thử nâng một vật nặng buộc ở đầu thước bằng cách giữ thước ở gần đầu vật (cánh tay đòn ngắn), sau đó thử lại khi giữ thước ở đầu xa vật nhất (cánh tay đòn dài). So sánh cảm giác về độ "nặng" khi nâng ở hai vị trí khác nhau.

Giải thích: Với cùng một trọng lượng vật nặng, khi cánh tay đòn (khoảng cách từ tay giữ đến vật) càng dài, momen lực cần tay bạn tạo ra để giữ thẳng bằng càng lớn, khiến bạn cảm thấy "nặng" hơn dù trọng lượng vật không đổi - đúng theo công thức $M = F.d$ đã học ở Chương 7.

★ Lưu ý an toàn khi thực hiện thí nghiệm

- Luôn thực hiện thí nghiệm trên bề mặt phẳng, tránh xa các vật dễ vỡ.
- Với thí nghiệm dùng vật nặng hoặc bi, nên có sự giám sát của người lớn để đảm bảo an toàn.
- Ghi chép lại kết quả quan sát và số liệu đo được để so sánh với lý thuyết đã học - đây chính là cách các nhà khoa học thực sự làm việc.

Hiểu được hành trình lịch sử của một môn khoa học giúp ta trân trọng hơn những kiến thức mình đang học - vì phía sau mỗi công thức tưởng chừng đơn giản là hàng trăm năm quan sát, tranh luận và thực nghiệm của biết bao nhà khoa học.

Thời kỳ Hy Lạp cổ đại: Aristotle

Nhà triết học Hy Lạp Aristotle (thế kỷ 4 TCN) là một trong những người đầu tiên hệ thống hóa các quan sát về chuyển động. Tuy nhiên, nhiều kết luận của ông - chẳng hạn cho rằng vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ, hay vật cần có lực tác dụng liên tục mới duy trì được chuyển động - sau này được chứng minh là không chính xác. Dù vậy, các ý tưởng của Aristotle vẫn thống trị tư duy khoa học phương Tây trong gần 2000 năm.

Thời kỳ Phục Hưng: Galileo Galilei

Galileo Galilei (1564-1642) - nhà khoa học người Ý - được coi là "cha đẻ của Vật lý thực nghiệm hiện đại". Thông qua các thí nghiệm nổi tiếng (bao gồm cả thí nghiệm thả vật từ tháp nghiêng Pisa, dù tính xác thực về mặt lịch sử của thí nghiệm này vẫn còn tranh cãi), Galileo đã chứng minh rằng mọi vật rơi tự do đều có cùng gia tốc, không phụ thuộc vào khối lượng - bác bỏ trực tiếp quan điểm của Aristotle đã tồn tại suốt hàng nghìn năm trước đó. Ông cũng là người đặt nền móng đầu tiên cho khái niệm quán tính, sau này được Newton phát triển thành định luật I.

Thời kỳ Newton: Cuộc cách mạng Cơ học cổ điển

Isaac Newton (1643-1727) - nhà khoa học người Anh - đã tổng hợp và phát triển các ý tưởng của những người đi trước thành một hệ thống lý thuyết hoàn chỉnh: ba định luật về chuyển động và định luật vạn vật hấp dẫn, được công bố trong tác phẩm kinh điển "Principia Mathematica" (1687). Đây được coi là một trong những cột mốc quan trọng nhất của lịch sử khoa học, đặt nền móng cho toàn bộ ngành Cơ học cổ điển mà chúng ta học trong sách này.

Một điểm thú vị là Newton phát triển ba định luật của mình song song với việc xây dựng phép tính vi tích phân - công cụ toán học cần thiết để mô tả chính xác sự biến đổi liên tục của vận tốc và gia tốc theo thời gian.

Từ Cơ học cổ điển đến Vật lý hiện đại

Trong hơn 200 năm, Cơ học Newton được xem là hoàn chỉnh và đúng đắn tuyệt đối, mô tả chính xác hầu hết các hiện tượng chuyển động quan sát được trong đời sống. Tuy nhiên, đến đầu thế kỷ 20, Albert Einstein (1879-1955) đã chỉ ra rằng Cơ học Newton chỉ là một trường hợp gần đúng, chính xác khi vận tốc các vật nhỏ hơn nhiều so với tốc độ ánh sáng. Thuyết tương đối của Einstein mở rộng và hiệu chỉnh lại Cơ học Newton cho các trường hợp vận tốc cực lớn hoặc trường hấp dẫn cực mạnh.

★ **Điều thú vị cần ghi nhớ**

- Dù có những giới hạn nhất định, Cơ học Newton (Cơ học cổ điển) vẫn cực kỳ chính xác và hữu ích trong hầu hết các bài toán kỹ thuật, đời sống hằng ngày - từ thiết kế cầu đường, ô tô, máy bay cho đến việc phóng vệ tinh nhân tạo. Đây chính là lý do Cơ học Newton vẫn là nội dung được dạy đầu tiên và xuyên suốt chương trình Vật lý phổ thông trên toàn thế giới.

Đề kiểm tra mẫu dưới đây được thiết kế theo cấu trúc thường gặp trong các bài kiểm tra Cơ học ở trường phổ thông, gồm hai phần: trắc nghiệm và tự luận, bao quát toàn bộ nội dung đã học trong sách. Thời gian làm bài đề xuất: 45 phút. Đáp án được đính kèm ngay sau đề.

Phần I - Trắc nghiệm (6 điểm, mỗi câu 0,5 điểm)

1. Chuyển động thẳng đều có đặc điểm gì?

- A. Gia tốc không đổi, khác 0 B. Vận tốc không đổi C. Quãng đường tỉ lệ với bình phương thời gian D. Vận tốc tăng đều theo thời gian

2. Công thức tính quãng đường trong chuyển động thẳng biến đổi đều là:

- A. $s = vt$ B. $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ C. $s = \frac{1}{2}gt$ D. $s = v^2/2a$

3. Định luật nào phát biểu về mối quan hệ $F = ma$?

- A. Định luật I Newton B. Định luật II Newton C. Định luật III Newton D. Định luật bảo toàn động lượng

4. Lực ma sát trượt được tính bằng công thức:

- A. $F = k\Delta l$ B. $F = \mu N$ C. $F = mg$ D. $F = Gm_1m_2/r^2$

5. Đại lượng nào sau đây được bảo toàn trong mọi va chạm (cả đàn hồi lẫn không đàn hồi)?

- A. Động năng B. Cơ năng C. Động lượng D. Thế năng

6. Gia tốc hướng tâm trong chuyển động tròn đều có công thức:

- A. $a = v/r$ B. $a = v^2/r$ C. $a = v \cdot r$ D. $a = v^2/r^2$

7. Điều kiện để cơ năng của một vật được bảo toàn là:

- A. Vật chuyển động thẳng đều B. Không có lực ma sát hay lực cản tác dụng lên vật C. Vật có khối lượng không đổi D. Vật chuyển động tròn

8. Momen lực đối với một trục quay phụ thuộc vào:

- A. Chỉ độ lớn của lực B. Chỉ khoảng cách đến trục quay C. Cả độ lớn của lực và cánh tay đòn D. Khối lượng của vật

9. Trong chuyển động ném ngang, thành phần chuyển động theo phương thẳng đứng là:

- A. Chuyển động thẳng đều B. Chuyển động tròn đều C. Rơi tự do D. Chuyển động chậm dần đều

10. Đơn vị của động lượng trong hệ SI là:

- A. $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ B. $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ C. $\text{N} \cdot \text{m}$ D. $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

11. Va chạm mềm là va chạm mà sau đó hai vật:

- A. Tách rời và bảo toàn động năng B. Dính vào nhau, chuyển động cùng vận tốc C. Đứng yên hoàn toàn D. Bảo toàn cả động lượng lẫn động năng

12. Vật ở trạng thái cân bằng không bền là vật khi bị lệch nhẹ sẽ:

- A. Trở về vị trí ban đầu B. Tiếp tục lệch xa hơn khỏi vị trí cân bằng C. Đứng yên tại vị trí mới D. Dao động quanh vị trí cũ mãi mãi

Phần II - Tự luận (4 điểm)

Câu 1 (1,5 điểm)

1. Một ô tô chuyển động thẳng nhanh dần đều, sau 10 s vận tốc tăng từ 5 m/s lên 25 m/s. a) Tính gia tốc của ô tô. b) Tính quãng đường ô tô đi được trong 10 s đó.

Câu 2 (1,5 điểm)

1. Một vật khối lượng 4 kg được kéo trượt trên sàn nằm ngang bằng lực kéo $F = 20$ N theo phương ngang, hệ số ma sát trượt giữa vật và sàn là $\mu = 0,25$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$). a) Tính lực ma sát tác dụng lên vật. b) Tính gia tốc của vật.

Câu 3 (1 điểm)

1. Một vật khối lượng 1 kg được thả rơi tự do từ độ cao 20 m ($g = 10 \text{ m/s}^2$, bỏ qua sức cản không khí). Dùng định luật bảo toàn cơ năng, tính vận tốc của vật khi đã rơi được 15 m.

Đáp án đề kiểm tra tổng hợp mẫu

Phần I: 1-B, 2-B, 3-B, 4-B, 5-C, 6-B, 7-B, 8-C, 9-C, 10-A, 11-B, 12-B

- Câu 1: a) $a = (25-5)/10 = 2 \text{ m/s}^2$. b) $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 5 \times 10 + \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 = 50 + 100 = 150 \text{ m}$ (hoặc dùng $s = (v_0+v)/2 \times t = 15 \times 10 = 150 \text{ m}$).
- Câu 2: a) $N = mg = 4 \times 10 = 40 \text{ N} \rightarrow F(\text{ms}) = \mu N = 0,25 \times 40 = 10 \text{ N}$. b) Hợp lực: $F - F(\text{ms}) = 20 - 10 = 10 \text{ N} \rightarrow a = F(\text{hợp})/m = 10/4 = 2,5 \text{ m/s}^2$.
- Câu 3: Chọn mốc thế năng tại mặt đất. Bảo toàn cơ năng giữa vị trí thả và vị trí đã rơi 15 m (còn cách mặt đất 5 m): $mgh(\text{ban đầu}) = mgh(\text{còn lại}) + \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{(2g \times (h(\text{đầu}) - h(\text{còn lại})))} = \sqrt{(2 \times 10 \times 15)} \approx 17,3 \text{ m/s}$.

Động học

Đại lượng	Công thức	Ghi chú
Chuyển động thẳng đều	$x = x_0 + vt$	v không đổi
Chuyển động biến đổi đều	$v = v_0 + at$; $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$	a không đổi
Hệ thức độc lập t/g	$v^2 - v_0^2 = 2as$	Không cần biết t
Rơi tự do	$v = gt$; $h = \frac{1}{2}gt^2$	$v_0 = 0$
Ném ngang	$L = v_0\sqrt{(2h/g)}$	t chỉ phụ thuộc h
Ném xiên góc α	$L = (v_0^2 \sin 2\alpha)/g$	$\alpha = 45^\circ$ cho L max

Động lực học & Các lực

Đại lượng	Công thức	Ghi chú
Định luật II Newton	$F = ma$	Dạng vectơ: $\Sigma F = ma$
Trọng lực	$P = mg$	$g \approx 9,8 (\approx 10) \text{ m/s}^2$
Lực đàn hồi (Hooke)	$F = k \Delta l $	k : độ cứng lò xo
Lực ma sát	$F(ms) = \mu N$	μ : hệ số ma sát
Lực hấp dẫn	$F = G.m_1m_2/r^2$	$G \approx 6,67 \times 10^{-11}$

Công - Năng lượng - Động lượng

Đại lượng	Công thức	Ghi chú
Công cơ học	$A = Fs.\cos\alpha$	α : góc giữa F và s
Công suất	$P = A/t = Fv$	Đơn vị: Watt
Động năng	$Wđ = \frac{1}{2}mv^2$	Định lý: $A = \Delta Wđ$
Thế năng trọng trường	$Wt = mgh$	h so với mốc chọn
Thế năng đàn hồi	$Wt = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$	
Bảo toàn cơ năng	$W = Wđ + Wt = \text{const}$	Khi không có ma sát
Động lượng	$p = mv$	Đại lượng vectơ
Bảo toàn động lượng	$\Sigma p(\text{trước}) = \Sigma p(\text{sau})$	Hệ cô lập

Chuyển động tròn & Cân bằng vật rắn

Đại lượng	Công thức	Ghi chú
Tốc độ góc	$\omega = 2\pi/T = 2\pi f$	
Gia tốc hướng tâm	$a(ht) = v^2/r = \omega^2 r$	Luôn hướng vào tâm
Lực hướng tâm	$F(ht) = mv^2/r$	Không phải lực mới
Momen lực	$M = F.d$	d: cánh tay đòn
Quy tắc momen	$M(\text{thuận}) = M(\text{ngịch})$	Vật cân bằng quay

Các hằng số thường dùng

Hằng số	Ký hiệu	Giá trị gần đúng
Gia tốc trọng trường (mặt đất)	g	9,8 m/s ² (thường lấy tròn 10 m/s ²)
Hằng số hấp dẫn	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$
Bán kính trung bình Trái Đất	R	$\approx 6.371 \text{ km}$
Khối lượng Trái Đất	M	$\approx 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

Lưu ý: trong hầu hết bài tập phổ thông, gia tốc trọng trường g thường được làm tròn thành 10 m/s² để thuận tiện tính toán, trừ khi đề bài yêu cầu cụ thể khác.

Chương 0

- Câu 1: $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$; $5 \text{ phút} = 300 \text{ s}$; $2 \text{ giờ } 30 \text{ phút} = 9000 \text{ s}$.
- Câu 2: Quãng đường = 200 m ; Độ dịch chuyển = 0 m (vì vật quay về vị trí ban đầu).
- Câu 3: Học sinh tự liệt kê và đối chiếu với định nghĩa trong mục 0.4.

Chương 1

- Câu 1: $AB = 10 \text{ km}$.
- Câu 2: $a = -2 \text{ m/s}^2$ (chậm dần đều); $s = 100 \text{ m}$.
- Câu 3: $t = 4 \text{ s}$; $v = 40 \text{ m/s}$.
- Câu 4: $L = 30 \text{ m}$.

Chương 2

- Câu 1: $a = 3 \text{ m/s}^2$.
- Câu 2: $F(\text{hợp}) = 10 \text{ N}$.
- Câu 3: Do quán tính (Định luật I Newton) - cơ thể có xu hướng giữ nguyên vận tốc cũ khi xe đột ngột giảm tốc.

Chương 3

- Câu 1: $F(\text{ms}) = 3 \text{ N}$.
- Câu 2: $\Delta l = 10 \text{ cm}$.
- Câu 3: Vì gia tốc trọng trường g giảm khi khoảng cách đến tâm Trái Đất tăng lên (theo định luật vạn vật hấp dẫn), trong khi khối lượng vật không đổi.

Chương 4

- Câu 1: $A = 20 \times 5 \times \cos 30^\circ \approx 86,6 \text{ J}$.
- Câu 2: $v = \sqrt{2 \times 10 \times 20} \approx 20 \text{ m/s}$.
- Câu 3: $W_t(\text{đàn hồi}) = 0,25 \text{ J}$.

Chương 5

- Câu 1: $p = 12 \text{ kg.m/s}$.
- Câu 2: $v' = (3 \times 2 - 2 \times 5)/(2+3) = -0,8 \text{ m/s}$ (dấu âm nghĩa là ngược chiều dương đã chọn).
- Câu 3: Co tay lại giúp kéo dài thời gian va chạm Δt , làm giảm lực tác dụng lên tay theo công thức $F = \Delta p/\Delta t$, tránh chấn thương.

Chương 6

- Câu 1: $\omega = 2\pi/60 \approx 0,105 \text{ rad/s}$; $v = \omega.r \approx 0,0105 \text{ m/s}$.
- Câu 2: $F(\text{ht}) = m\omega^2 r \approx 0,2 \times (\pi)^2 \times 0,5 \approx 0,987 \text{ N}$ (với $\omega = 2\pi/2 = \pi \text{ rad/s}$).

- Câu 3: Khi tốc độ quá lớn, lực ma sát nghỉ cực đại không đủ để đóng vai trò lực hướng tâm cần thiết, khiến xe bị trượt ra khỏi quỹ đạo cong.

Chương 7

- Câu 1: $M = 20 \times 0,4 = 8 \text{ N.m}$.
- Câu 2: Cánh tay đòn của A là 1 m, của B là 2 m. Theo quy tắc momen: $40 \times 1 = P(B) \times 2 \rightarrow P(B) = 20 \text{ N}$.
- Câu 3: Học sinh tự liên hệ thực tế và giải thích dựa trên vị trí trọng tâm so với điểm tựa.

Đáp án trắc nghiệm - Chương 9

Chương 0: 1-C, 2-C, 3-B, 4-B Chương 1: 1-B, 2-B, 3-C, 4-B Chương 2: 1-A, 2-C, 3-B

Chương 3: 1-B, 2-B, 3-B Chương 4: 1-B, 2-C, 3-B Chương 5: 1-A, 2-B

Chương 6: 1-C, 2-B Chương 7: 1-B, 2-B

Chương 8

- Câu 1: Hệ thống dây cáp chịu lực căng, phân bố đều trọng lượng mặt cầu và tải trọng xuống các trụ tháp, giúp giảm tải cho phần giữa nhịp cầu.
- Câu 2: Khi thu tay lại, bán kính phân bố khối lượng quanh trục quay giảm; để bảo toàn đại lượng đặc trưng cho chuyển động quay, tốc độ quay phải tăng lên.
- Câu 3: Học sinh tự liên hệ thực tế (ví dụ: kéo mở cửa, dùng kìm, bập bênh...).

Bảng thuật ngữ dưới đây giúp bạn làm quen với tên gọi tiếng Anh của các khái niệm Cơ học đã học - hữu ích khi bạn muốn tra cứu thêm tài liệu quốc tế hoặc chuẩn bị cho các kỳ thi có yếu tố song ngữ.

Tiếng Việt	Tiếng Anh	Ký hiệu
Chất điểm	Particle / Point mass	-
Hệ quy chiếu	Reference frame	-
Quỹ đạo	Trajectory / Path	-
Vận tốc	Velocity	v
Gia tốc	Acceleration	a
Lực	Force	F
Khối lượng	Mass	m
Trọng lực	Gravity / Weight	P
Lực đàn hồi	Elastic force	F(dh)
Lực ma sát	Friction force	F(ms)
Lực căng dây	Tension force	T
Lực hấp dẫn	Gravitational force	F
Công	Work	A
Công suất	Power	P
Động năng	Kinetic energy	Wđ
Thế năng	Potential energy	Wt
Cơ năng	Mechanical energy	W
Động lượng	Momentum	p
Xung lượng	Impulse	J
Va chạm đàn hồi	Elastic collision	-
Va chạm mềm	Inelastic collision	-
Tốc độ góc	Angular velocity	ω
Chu kỳ	Period	T
Tần số	Frequency	f
Gia tốc hướng tâm	Centripetal acceleration	a(ht)
Momen lực	Torque / Moment of force	M

Tiếng Việt	Tiếng Anh	Ký hiệu
Trọng tâm	Center of gravity	-
Cân bằng	Equilibrium	-



BẢNG TỰ ĐÁNH GIÁ TIẾN ĐỘ HỌC TẬP

Hãy đánh dấu vào bảng dưới đây sau khi hoàn thành mỗi chủ đề, kèm theo mức độ tự tin của bạn (1 = chưa hiểu, 5 = rất tự tin) để có kế hoạch ôn tập phù hợp trước khi bước vào các kỳ kiểm tra.

Chủ đề	Đã học?	Đã làm bài tập?	Mức tự tin (1-5)
0. Nhập môn: đo lường, đơn vị, vectơ	☐	☐	—
1. Động học chất điểm	☐	☐	—
2. Động lực học - Ba định luật Newton	☐	☐	—
3. Các lực cơ học thường gặp	☐	☐	—
4. Công, công suất, năng lượng	☐	☐	—
5. Động lượng và va chạm	☐	☐	—
6. Chuyển động tròn đều	☐	☐	—
7. Cân bằng của vật rắn	☐	☐	—
8. Ứng dụng trong đời sống	☐	☐	—
9-10. Trắc nghiệm & bài tập nâng cao	☐	☐	—
13. Đề kiểm tra tổng hợp mẫu	☐	☐	—

★ Gợi ý sử dụng bảng tự đánh giá

- Với các chủ đề có mức tự tin dưới 3, hãy quay lại đọc phần lý thuyết và làm thêm bài tập tự luyện tương ứng trước khi chuyển sang chủ đề tiếp theo.
- Nên đánh giá lại toàn bộ bảng này sau khoảng 2-3 tuần để xem mức độ ghi nhớ kiến thức của bạn có được duy trì theo thời gian hay không - đây là cách áp dụng nguyên lý ôn tập ngắt quãng đã nhắc đến ở Chương 1 phần phương pháp học tập.

LỜI KẾT

Vậy là bạn đã cùng chúng tôi đi qua toàn bộ hành trình nhập môn Cơ học - từ những khái niệm cơ bản nhất về đo lường, vectơ, đến các chủ đề trọng tâm như động học, động lực học, các lực cơ học, công - năng lượng, động lượng, chuyển động tròn và cân bằng vật rắn.

Kiến thức Vật lý không phải để học thuộc lòng, mà để hiểu và vận dụng. Hãy thử quan sát thế giới xung quanh bằng "con mắt Vật lý": vì sao chiếc xe đạp không đổ khi đang chạy, vì sao khi nhảy lên cao ta luôn rơi xuống đúng vị trí ban đầu (nếu không có gió), vì sao đường đua xe được thiết kế nghiêng ở các khúc cua... Mỗi câu hỏi nhỏ trong đời sống chính là một bài tập Vật lý sống động đang chờ bạn khám phá.

Đây mới chỉ là bước khởi đầu. Sau khi nắm vững nền tảng Cơ học trong cuốn sách này, bạn hoàn toàn có thể tự tin bước tiếp sang các chủ đề nâng cao hơn như Dao động cơ, Sóng cơ, Điện học và xa hơn nữa. Chúc bạn luôn giữ được sự tò mò và niềm yêu thích với môn học thú vị này!

"Hiểu bản chất hôm nay - Vững kiến thức ngày mai"

— Hết —

TÀI LIỆU THAM KHẢO GỢI Ý

Để tiếp tục mở rộng và củng cố kiến thức Cơ học sau khi hoàn thành cuốn sách này, bạn có thể tham khảo thêm các nguồn tài liệu sau:

- Sách giáo khoa Vật lý 10, 11, 12 (chương trình phổ thông hiện hành) - nguồn kiến thức chuẩn mực và bám sát chương trình thi cử.
- Các bài giảng Vật lý đại cương của những trường đại học kỹ thuật, khoa học tự nhiên - phù hợp khi bạn muốn đào sâu hơn về mặt toán học của các định luật đã học.
- Các nền tảng học trực tuyến quốc tế có bài giảng Cơ học nhập môn bằng tiếng Anh - vừa củng cố kiến thức, vừa luyện thêm thuật ngữ chuyên ngành (tham khảo Phụ lục C).
- Các thí nghiệm mô phỏng Vật lý trực tuyến (PhET Interactive Simulations và các nền tảng tương tự) - giúp trực quan hóa các hiện tượng đã học trong sách bằng mô hình tương tác.

Cuốn sách này được biên soạn với mục tiêu làm tài liệu nhập môn, giúp bạn xây dựng nền tảng vững chắc trước khi tiếp cận các tài liệu chuyên sâu hơn. Việc kết hợp nhiều nguồn tài liệu khác nhau, đối chiếu và tự kiểm chứng kiến thức luôn là cách học hiệu quả nhất.

LỜI CẢM ƠN

Xin chân thành cảm ơn bạn đã dành thời gian đồng hành cùng cuốn sách "Vật Lý Không Khó - Giải Mã Cơ Học Từ Con Số 0" từ những trang đầu tiên cho đến tận trang cuối cùng này. Việc kiên trì theo đuổi một cuốn sách chuyên môn từ đầu đến cuối đã là một minh chứng cho tinh thần ham học hỏi rất đáng trân trọng.

Cuốn sách chắc chắn còn nhiều điểm có thể hoàn thiện hơn nữa. Nếu trong quá trình học tập, bạn phát hiện những nội dung cần làm rõ thêm, hoặc có góp ý để cải thiện các phiên bản sau, đó chính là những đóng góp quý giá giúp tài liệu ngày càng hoàn thiện hơn cho những người học sau này.

Một lần nữa, xin chúc bạn luôn giữ vững ngọn lửa đam mê với môn Vật lý nói riêng và khoa học nói chung - bởi suy cho cùng, khoa học chính là hành trình không ngừng đặt câu hỏi "vì sao" về thế giới xung quanh chúng ta.

"Every expert was once a beginner"

Về phiên bản sách: Đây là phiên bản 1.0 của ebook "Vật Lý Không Khó - Giải Mã Cơ Học Từ Con Số 0", tập trung vào chuyên đề Cơ học trong chương trình Vật lý phổ thông. Các chuyên đề tiếp theo về Dao động cơ, Sóng cơ, Điện học, Quang học và Vật lý hiện đại có thể được biên soạn thành các tập tiếp theo trong cùng tủ sách, tiếp nối tinh thần "học Vật lý không khó" đã được xây dựng xuyên suốt cuốn sách này.