

LƯƠNG DUYÊN BÌNH (Chủ biên)

Bài tập
VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

Tập một : CƠ – NHIỆT

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

HƯỚNG DẪN PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TẬP VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG

Bài tập vật lý đại cương cũng là một bộ phận quan trọng của giáo trình Vật lý đại cương. Nó giúp cho sinh viên :

- a) Nắm được phần lý thuyết vững vàng hơn, thấu đáo hơn, sâu sắc hơn.
- b) Rèn luyện phương pháp vận dụng lý thuyết để phân tích, suy luận, tính toán, để khảo sát, nghiên cứu những hiện tượng và những vấn đề vật lý cụ thể và thường gặp ; trên cơ sở đó có thể vận dụng những kiến thức vật lý để giải quyết các bài toán trong kỹ thuật.
- c) Rèn luyện phương pháp suy luận khoa học, tư duy logic, khả năng độc lập suy nghĩ, sáng tạo, kỹ năng tính toán...

Muốn làm tốt các bài tập, người học phải :

1. Trước hết học kỹ phần lý thuyết, nhớ một số điểm cơ bản trong lý thuyết (những khái niệm, hiện tượng, định nghĩa, định luật, công thức... cơ bản). Không nên bắt đầu làm bài tập khi chưa học kỹ lý thuyết, để rồi vừa làm bài tập vừa mở sách lý thuyết "tra" các công thức.

2. Có một trình độ kỹ năng tính toán nhất định về các phép tính vi phân, tích phân, các phép tính vectơ, các phép tính đại số và đặc biệt là các phép tính bằng số. Cụ thể là sinh viên phải biết tính thuận thục các số thập phân, tính gần đúng, sử dụng các bảng số..., chẳng hạn như phải biết tính toán các đại lượng :

$$x = \frac{(2,5 \cdot 10^3)^{1,4} \cdot 2,15 \cdot 9,8 \cdot 10^5}{(4,3 \cdot 10^3)^{1,4}}, \quad y = \frac{(2,4)^2 \cdot \sin 15^\circ \cos 15^\circ}{2,9,8}$$

v.v...

Các bài tập vật lý có thể chia làm hai loại :

1. Các bài tập định lượng, trong đó đòi hỏi phải tính một hay nhiều đại lượng chưa biết.

2. Các bài tập định tính trong đó đòi hỏi phải giải quyết một vấn đề vật lý hay giải thích một hiện tượng vật lý chỉ bằng lý luận mà không dùng tính toán.

Dưới đây trình bày các bước cần tiến hành để giải quyết một bài toán vật lý định lượng.

Bước I : *Đọc đầu bài.*

Trước hết phải đọc kĩ đầu bài toán để hiểu rõ nội dung bài toán, ghi ra những đại lượng đã cho (cả kí hiệu, trị số và đơn vị) những hằng số vật lí cần dùng và những đại lượng cần phải tính.

Cho	{	-		Hỏi	{	-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-
		-				-

Sau đây tiến hành vẽ hình của bài toán, phải vẽ rõ ràng, chính xác và đầy đủ. Nếu bài toán không có sẵn hình vẽ thì, nếu cần thiết, phải căn cứ vào đầu bài để tự vẽ lấy hình, trên hình vẽ đó có thể tự đặt những kí hiệu cần thiết.

Bước II : *Phân tích hiện tượng của bài toán.*

Đây là bước có tính chất quyết định trong việc giải bài toán. Người học phải tìm hiểu hiện tượng cho trong đầu bài, xem hiện tượng đó thuộc loại nào, hình dung hiện tượng đó diễn biến như thế nào. Liên hệ hiện tượng đó với những hiện tượng đã học trong lí thuyết. Cần chú ý rằng với mỗi loại hiện tượng cơ, nhiệt, điện... cách phân tích có những đặc điểm khác nhau. Chẳng hạn như với một bài toán cơ, điểm cần bàn là phải phân tích được vật chuyển động dưới tác dụng của những ngoại lực nào, với một bài toán nhiệt, phải xem hệ biến đổi theo quá trình gì ; với một bài toán tĩnh điện phải xem những vật nào gây ra điện trường ; với một bài toán điện từ phải xem vật nào gây ra từ trường và từ trường tác dụng lên vật nào...

Trong khi phân tích hiện tượng, để dễ hình dung có thể tự vẽ thêm một số hình hoặc sơ đồ mô tả quá trình diễn biến của hiện tượng trong bài toán. Nếu ta phân tích được các hiện tượng của bài toán một cách đúng đắn thì công việc có thể coi như xong một nửa. Ở đây cần chống khuynh hướng không chịu khó phân tích hoặc phân tích không kĩ các hiện tượng của bài toán, cứ lao vào tính toán ngay.

Bước III : *Vận dụng các định nghĩa, định luật... để tính toán các kết quả bằng chữ.*

Sau khi đã nắm vững hiện tượng của bài toán, người học biết được những quy luật của hiện tượng (đã học trong lí thuyết). Từ đó có thể vận dụng những định nghĩa, định luật, công thức... học trong lí thuyết để thiết lập những phương trình cho phép ta tìm ra những đại lượng hỏi trong đầu bài. Nói chung để cho việc tính toán đỡ nhầm lẫn, trước hết cần viết các phương trình đó với các đại lượng đã được kí hiệu bằng chữ, rồi giải các phương trình ấy ra kết quả bằng chữ. Không nên thay ngay các trị số bằng số vào các phương trình để giải (trừ trường hợp các bài toán động điện vận dụng các định luật Kiêckhốp) – Có những trường hợp cùng một hiện tượng có thể vận dụng nhiều định luật khác nhau để giải. Khi đó nên chọn xem cách giải nào ngắn hơn – Thí dụ : trong một số bài toán cơ, dùng định luật bảo toàn cơ năng sẽ tìm ra kết quả nhanh hơn là dùng định luật Niutơn ; trong một số

bài toán động điện dùng định luật bảo toàn năng lượng thuận tiện hơn là dùng định luật Ôm... Trong những trường hợp đại lượng phải tìm được biểu diễn bằng một công thức khá phức tạp, thì ta nên thử lại xem hai vế có cùng thứ nguyên hay không ; nếu thứ nguyên khác nhau thì chắc chắn có sai lầm khi tính toán.

Bước IV : *Tính các kết quả bằng số.*

Sau khi đã tìm được kết quả cuối cùng bằng chữ, ta thay các đại lượng bằng trị số của chúng để tính ra các kết quả bằng số : Trước khi thay nhớ đổi trị số của *các đại lượng tính sang cùng một hệ đơn vị*, thường là hệ đơn vị SI. Khi tính kết quả cuối cùng có số lẻ thập phân, cần chú ý đến sự *cân đối về sai số tương đối* của các trị số đã cho trong đầu bài. Thí dụ khi tính một đại lượng x , ta tìm được $x = 15,3284$ mà các trị số trong đầu bài chỉ cho với sai số tương đối không quá 1%, thì chỉ cần tính x đến hai số lẻ thập phân, nghĩa là viết $x = 15,33$. Khi lấy trị số các hằng số vật lí, cũng chỉ cần tính ở độ chính xác cao hơn độ chính xác của các trị số cho trong đầu bài một cấp.

Bước V : *Nhận xét kết quả.*

Sau khi tìm được kết quả, nên rút ra một số nhận xét về

- giá trị thực tế của kết quả,
- phương pháp giải,
- khả năng mở rộng bài toán,
- khả năng ứng dụng bài toán...

Có trường hợp ta tìm được những trị số không phù hợp với thực tế, chẳng hạn như vận tốc chuyển động của một vật $v = 350000 \text{ km/s}$ (lớn hơn vận tốc ánh sáng trong chân không), gia tốc của trọng trường quả đất $g = 12,8 \text{ m/s}^2$ v.v... khi đó phải xét lại cách giải xem có chỗ nào không hợp lí.

Trên đây là trình tự thông thường của việc giải một bài toán vật lí. Tuy nhiên có những trường hợp không nhất thiết phải theo đúng trình tự đó. Thí dụ : đối với các bài tập đơn giản, hiện tượng đã rõ ràng, có thể tính ngay kết quả ; với các bài tập động điện vận dụng các định luật Kiếckhốp có thể thay ngay trị số của các đại lượng đã cho vào các phương trình để tìm ra ngay các kết quả bằng số...

Đối với các bài tập định tính thì chủ yếu là tiến hành theo bước I, bước II và bước V. (*)

(*) Tuy nhiên trong một số bài tập có mục đích chủ yếu là luyện tập vận dụng các công thức vật lí thì cách viết giá trị của các đại lượng có thể chăm chú.

Phần I

TÓM TẮT CÔNG THỨC VÀ ĐỀ BÀI TẬP

A – CƠ HỌC

Chương 1

ĐỘNG HỌC CHẤT ĐIỂM

1. Chuyển động cong

– Vectơ vận tốc : $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$, (1-1)

$\vec{r}$ là bán kính vectơ của chất điểm chuyển động.

Vận tốc :

$$v = \frac{ds}{dt} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}, \quad (1-2)$$

trong đó s là hoành độ cong ; x, y, z là các tọa độ của chất điểm đang chuyển động trong hệ tọa độ Đề các vuông góc.

– Vectơ gia tốc toàn phần :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}_t + \vec{a}_n; \quad (1-3)$$

Gia tốc tiếp tuyến : $a_t = \frac{dv}{dt}$; (1-4)

Gia tốc pháp tuyến : $a_n = \frac{v^2}{R}$; (1-5)

Gia tốc toàn phần :

$$\begin{aligned} |\ddot{\mathbf{a}}| &= \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)^2}, \end{aligned} \quad (1-6)$$

R là bán kính cong của quỹ đạo.

2. Chuyển động thẳng đều

$$\begin{aligned} v &= \frac{s}{t} = \text{const}, \\ a &= 0, \\ s &= vt, \end{aligned} \quad (1-7)$$

trong đó s là quãng đường đi của chất điểm chuyển động.

3. Chuyển động thẳng thay đổi đều

$$v = at + v_0, \quad (1-8)$$

$$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t, \quad (1-9)$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as, \quad (1-10)$$

trong đó v_0 là vận tốc ban đầu của chất điểm chuyển động.

4. Chuyển động tròn

$$\text{Vận tốc góc} \quad \omega = \frac{d\theta}{dt}, \quad (1-11)$$

$$\text{Gia tốc góc} \quad \beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}, \quad (1-12)$$

trong đó θ là góc quay.

- Trường hợp chuyển động tròn đều :

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \text{const.} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu, \quad (1-13)$$

T là chu kì, ν là tần số của chuyển động.

- Trường hợp chuyển động tròn thay đổi đều :

$$\omega = \beta t + \omega_0, \quad (1-14)$$

$$\theta = \frac{1}{2} \beta t^2 + \omega_0 t, \quad (1-15)$$

$$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta, \quad (1-16)$$

trong đó ω_0 là vận tốc ban đầu.

- Liên hệ giữa vận tốc, gia tốc dài với vận tốc, gia tốc góc :

$$v = R\omega, \quad (1-17)$$

$$a_t = R\beta, \quad (1-18)$$

$$a_n = R\omega^2. \quad (1-19)$$

Bài tập thí dụ 1.1

Từ một đỉnh tháp cao $h = 25 \text{ m}$ ta ném một hòn đá theo phương nằm ngang với vận tốc $v_0 = 15 \text{ m/s}$. Xác định :

a) Quỹ đạo của hòn đá.

b) Thời gian chuyển động của hòn đá (từ lúc ném đến lúc chạm đất).

c) Khoảng cách từ chân tháp đến điểm hòn đá chạm đất (còn gọi là tầm xa).

d) Vận tốc, gia tốc toàn phần, gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến của hòn đá tại điểm nó chạm đất.

e) Bán kính cong của quỹ đạo tại điểm bắt đầu ném và điểm chạm đất. Bỏ qua sức cản không khí.