

DẠY HỌC MỘT SỐ NỘI DUNG CỦA VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP TƯƠNG TỰ

Bùi Danh Hòa

Khoa Giáo dục Đại cương, trường ĐHSP Kỹ thuật Vinh

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sử dụng phương pháp tương tự để dạy học một số nội dung trong học phần vật lý đại cương nhằm bồi dưỡng cho sinh viên phương pháp tương tự của nhận thức vật lý. Phương pháp tương tự giúp học sinh nhận thức được cách áp dụng lý thuyết vật lý vào thực tế, qua đó mở rộng khả năng ứng dụng kiến thức vào các tình huống thực tiễn.

Từ Khóa: Phương pháp tương tự, bồi dưỡng phương pháp tương tự, dạy học vật lý đại cương.

TEACHING SOME GENERAL PHYSICS CONTENT USING ANALOGICAL METHODS

Bui Danh Hao

Department of General Education, Vinh University of Technical Education

Abstract: This article presents the research result of using analog method to teach some contents of general physics in order to improve analog method of physical cognition for students. The analogical method helps students understand how to apply physical theories in practice, thereby expanding their ability to apply knowledge in real-world situations.

Keywords: analog method, improve analog method, teach general physics

Nhận bài: 9/3/2024

Phản biện: 12/4/2024

Duyệt đăng: 15/4/2024

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong vật lý ta thường bắt gặp những kiến thức khác nhau về mặt bản chất nhưng hình thức tương tự nhau về khái niệm, công thức ... cũng như cách xây dựng chúng. Vì vậy khi tổ chức các hoạt động nhận thức nếu vận dụng phương pháp tương tự vào dạy học nghĩa là dựa vào sự tương tự giữa quy luật một hiện tượng, sự kiện vật lý đã được nghiên cứu để suy ra quy luật của hiện tượng, sự kiện mới. Phương pháp này giúp người học tiếp cận được kiến thức mới một cách nhanh chóng và hiệu quả.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Sự tương tự trong vật lý

Tương tự là sự giống nhau ở các mức độ khác nhau của hai hoặc nhiều đối tượng về các dấu hiệu xác định.

Theo logic học suy luận tương tự là suy luận logic từ sự giống nhau về một số dấu hiệu xác định của hai hay nhiều đối tượng, suy ra sự giống nhau về các dấu hiệu khác của chúng [1]. Phương pháp tương tự là việc dựa vào sự giống nhau một phần về các tính chất hoặc về mối quan hệ của hai đối tượng, người nghiên cứu đem những kết luận thuộc về đối tượng này gán cho đối tượng kia.

Theo ngôn ngữ hiện đại phương pháp tương

tự là việc chuyển những thông tin thuộc về đối tượng này sang đối tượng khác khi mà hai đối tượng đó có một số dấu hiệu giống nhau. Ví dụ sự tương tự giữa các đại lượng của chuyển động thẳng và chuyển động tròn khi nghiên cứu cơ học chất điểm, sự tương tự của động lực học chất điểm với động lực học vật rắn (chuyển động quay), sự tương tự Điện – Cơ xảy ra khi nghiên cứu dao động cơ với dao động điện từ, sóng cơ và sóng điện từ. Sự tương tự Điện – Từ xảy ra khi nghiên cứu trường tĩnh điện và từ trường.... Trong học phần vật lý Đại cương ta cũng bắt gặp một số đơn vị kiến thức có dấu hiệu tương tự, nếu vận dụng phương pháp tương tự để tổ chức dạy học thì sẽ cho kết quả nhanh chóng và sử dụng phương pháp đó để hệ thống kiến thức cũng sẽ làm cho người học dễ nhớ và nhớ lâu.

Sự tương tự giữa chuyển động thẳng và chuyển động quay

Trong phần cơ học ta nghiên cứu động học và động lực học của chất điểm tiếp đó nghiên cứu động học và động lực học của vật rắn, trong hai nội dung này có sự tương tự về các đại lượng vật lý, các phương trình mô tả hiện tượng, có thể tóm tắt bằng bảng sau:

TT	Chuyển động thẳng của chất điểm	Chuyển động tròn của chất điểm
1	Quãng đường đi: s	Góc quay: φ
2	Vận tốc thẳng: $v = \frac{ds}{dt}$	Vận tốc góc: $\omega = \frac{d\theta}{dt}$
3	Gia tốc thẳng: $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$	Gia tốc góc: $\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$
4	Chuyển động thẳng đều: $a = 0, v = const$	Chuyển động tròn đều: $\beta = 0, \omega = const$
5	Chuyển động thẳng biến đổi đều: + Gia tốc: $a = const$ + Vận tốc: $v = v_0 + at$ + Quãng đường đi: $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ + Liên hệ: $v^2 - v_0^2 = 2as$	Chuyển động tròn biến đổi đều + Gia tốc góc: $\beta = const$ + Vận tốc góc: $\omega = \omega_0 + \beta t$ + Góc quay: $\theta = \omega_0t + \frac{1}{2}\beta t^2$ + Liên hệ: $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta$
6	Động lực học chất điểm - Lực: \vec{F} - Khối lượng: m - Vận tốc dài: \vec{v} - Gia tốc dài: \vec{a} - Động lượng: \vec{K} - Phương trình cơ bản: $\vec{F} = m\vec{a}$ - Động lượng: $\vec{K} = m\vec{v}$ - Định lý động lượng: $\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$	Động lực học vật rắn (chuyển động quay quanh trục cố định) - Mô men lực: \vec{M} - Mômen quán tính: I - Vận tốc góc: $\vec{\omega}$ - Gia tốc góc: $\vec{\beta}$ - Mômen động lượng: \vec{L} - Phương trình cơ bản: $\vec{M} = I\vec{\beta}$ - Mômen động lượng: $\vec{L} = I\vec{\omega}$ - Định lý mômen động lượng: $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$

Bảng 1. Sự tương tự về các đại lượng trong chuyển động thẳng và chuyển động quay

Phần điện học được trình bày chương “Trường tĩnh điện” trước sau đó trình bày

chương “Từ trường không đổi”, kiến thức của hai chương này có hình thức tương tự.

TT	Trường tĩnh điện	Từ trường không đổi
1	Điện tích điểm	Phần tử dòng điện
2	Lực điện (Định luật Cu - lông)	Lực từ (Định luật Ampe)
3	Khái niệm điện trường	Khái niệm từ trường
4	Vectơ cường độ điện trường	Vectơ cảm ứng từ
5	Vectơ cảm ứng điện	Vectơ cường độ từ trường
6	Nguyên lý chồng chất điện trường	Nguyên lý chồng chất từ trường
7	Đường sức điện trường	Đường cảm ứng từ
8	Điện thông	Từ thông
9	Định lý O-G đối với điện trường	Định lý O-G đối với từ trường
10	Công của lực điện	Công của lực từ
11	Mật độ năng lượng điện trường	Mật độ năng lượng từ trường
12	Năng lượng điện trường	Năng lượng từ trường

Bảng 2. Sự tương tự về các đại lượng điện và các đại lượng từ

Chương dao động điện từ và sóng điện từ tương tự phần dao động cơ và sóng cơ (được nghiên cứu ở phổ thông).

TT	Dao động cơ học	Dao động điện từ
1	Li độ: x	Điện tích: q
2	Phương trình dao động: $x'' + \omega^2 x = 0$ $\omega^2 = \frac{k}{m}$	Phương trình dao động: $q'' + \omega^2 q = 0$ $\omega^2 = \frac{1}{LC}$
3	Vận tốc: $v = \frac{dx}{dt}$	Cường độ dòng điện: $i = \frac{dq}{dt}$
4	Động năng: $w_d = \frac{mv^2}{2}$	Năng lượng từ trường: $w_m = \frac{Li^2}{2}$
5	Thế năng: $w_t = \frac{kx^2}{2}$	Năng lượng điện trường: $w_e = \frac{q^2}{2C}$
6	Năng lượng dao động: $w = w_d + w_t = const$	Năng lượng dao động: $w = w_d + w_t = const$

Bảng 3. Sự tương tự về dao động cơ và dao động điện từ

Dựa vào các bảng trên, tiện ích sử dụng sự tương tự đối với sinh viên không chỉ hệ thống hoá những kiến thức đã học và nhớ công thức tốt, mà

còn dễ đơn giản hoá việc xây dựng một số kiến thức về từ trường dựa trên sự tương tự điện trường một cách nhanh chóng.

2.2. Ví dụ dạy học một số nội dung theo phương pháp tương tự nhằm bồi dưỡng phương pháp tương tự của nhận thức vật lý

Ví dụ vận dụng phương pháp tương tự dạy học chương “Từ trường không đổi” dựa trên sự tương tự của chương “Trường tĩnh điện”.

2.2.1. Xây dựng biểu thức vector cảm ứng từ dựa trên sự tương tự vector cường độ từ trường.

Việc xây dựng vector cường độ điện trường của điện tích điểm gây ra tại một điểm ta dựa vào định nghĩa cường độ điện trường và biểu thức của lực Cu-lông:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{\vec{F}}{const} \quad \vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{qq_0}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

suy ra
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{q}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

Vector cường độ điện trường đặc trưng cho điện trường về phương diện tác dụng lực, nó không phụ thuộc vào điện tích thử mà chỉ phụ thuộc điện tích q sinh ra điện trường, vào vị trí điểm xét và môi trường xung quanh.

+ Nguyên lý chồng chất điện trường:

$$\vec{E} = \int_{vat} d\vec{E} = \int_{vat} \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} dq \frac{\vec{r}}{r^3} \quad (\text{Điện tích phân bố liên tục})$$

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \quad (\text{nhiều điện tích điểm})$$

Có thể định hướng tư duy của SV sử dụng phương pháp tương tự để suy ra vector cảm ứng từ do phần tử dòng điện gây ra tại một điểm.

Định luật Ampe cho biết lực tác dụng của phần tử dòng điện $I_0 d\vec{l}_0$ lên phần tử dòng điện $I_0 d\vec{l}_0$:

$$d\vec{F}_0 = \frac{\mu_0\mu}{4\pi} \frac{I_0 d\vec{l}_0 \times (I dl \times r)}{r^3}$$

Trong biểu thức này đại lượng vật lý nào không phụ thuộc vào phần tử dòng điện $I_0 d\vec{l}_0$ mà chỉ phụ thuộc vào bản thân phần tử dòng điện

$I dl$ vào vị trí điểm xét và môi trường xung quanh? thì SV sẽ nhận ra ngay:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0\mu}{4\pi} \frac{(I dl \times r)}{r^3}$$

Đó chính là vector cảm ứng từ do phần tử dòng điện gây ra tại một điểm cách phần tử đang xét một khoảng r trong môi trường. Đại lượng vector này đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực và yêu cầu SV nêu các đặc điểm của vector này

+ Dựa vào nguyên lý chồng chất điện trường ta có thể suy ra công thức tính cảm ứng từ của dòng điện toàn phần và của nhiều dòng điện:

$$\vec{B} = \int_{cadongdien} d\vec{B} \quad (\text{dòng điện toàn phần})$$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i \quad (\text{nhiều dòng điện})$$

2.2.2. Xây dựng biểu thức vector cường độ từ trường dựa trên sự tương tự vector cảm ứng điện

Để việc mô tả điện trường do các điện tích gây ra không phụ thuộc vào tính chất điện của môi trường người ta dùng một đại lượng đặc trưng cho điện trường tại mỗi điểm gọi là vector cảm ứng điện \vec{D} .

Vector cảm ứng điện \vec{D} tại một điểm nào đó có quan hệ với vector cường độ điện trường \vec{E} tại điểm đó bởi hệ thức:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E}$$

Vector cảm ứng điện \vec{D} không phụ thuộc vào tính chất điện của môi trường xung quanh và cũng tuân theo nguyên lý chồng chất điện trường.

Dựa vào sự tương tự ta tìm được đại lượng vật lý trung cho từ trường do riêng dòng điện sinh ra mà không phụ thuộc tính chất môi trường đặt dòng điện đó là vector cường độ từ trường \vec{H}

$$\vec{H} = \frac{\vec{D}}{\mu_0\mu}$$

Vector cường độ từ trường cũng tuân theo nguyên lý chồng chất từ trường.

2.2.3. Xây dựng khái niệm Từ thông. Định lý O-G đối với từ trường dựa trên sự tương tự Điện thông. Định lý O-G đối với điện trường.

+ Khái niệm điện thông được xây dựng bắt đầu từ khái niệm đường cảm ứng điện là đường nhận vectơ cảm ứng điện làm tiếp tuyến, phổ của đường cảm ứng điện không bị gián đoạn khi đi qua mặt phân cách giữa hai môi trường.

Thông lượng cảm ứng điện gửi qua toàn bộ diện tích S bằng:

$$\Phi_e = \int_{(S)} d\Phi_e = \int_{(S)} \vec{D}d\vec{S}$$

Thông lượng cảm ứng điện (điện thông) qua diện tích S là một đại lượng có độ lớn tỷ lệ với số đường cảm ứng vẽ qua diện tích đó.

+ Định lý O-G được phát biểu:

Điện thông qua một mặt kín bằng tổng đại số các điện tích chứa trong mặt kín ấy:

$$\Phi_e = \int_{(S)} \vec{D}d\vec{S} = \sum_i q_i$$

Đối với từ trường ta xây dựng khái niệm từ thông bằng phương pháp tương tự:

+ Từ thông gửi qua diện tích S đặt trong từ trường:

$$\phi_m = \int_S \vec{B}d\vec{S}$$

Từ thông qua diện tích S có trị số tỷ lệ với đường cảm ứng từ xuyên qua S.

+ Định lý O-G đối với từ trường

Vì các đường cảm ứng từ là những đường cong khép kín nên từ thông qua một mặt kín sẽ bằng không.

$$\phi_m = \oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0 \quad \left| \text{(định lý O-G đối với từ trường)} \right.$$

2.2.4. Xây dựng công thức năng lượng từ trường dựa trên sự tương tự năng lượng điện trường

Năng lượng điện trường được xây dựng từ năng lượng điện trường giữa hai bản của tụ điện, từ đó suy ra mật độ năng lượng điện trường và năng lượng từ trường trong một thể tích V bất kỳ.

+ Mật độ năng lượng điện trường:

$$\omega_e = \frac{1}{2} \varepsilon_0 \varepsilon E^2 = \frac{1}{2} DE$$

+ Năng lượng điện trường trong thể tích V bất

$$\text{kỳ: } W_e = \int_V \omega_e dV = \frac{1}{2} \int_V \varepsilon_0 \varepsilon E^2 dV = \frac{1}{2} \int_V DEdV$$

Xây dựng công thức năng lượng từ trường dựa trên sự tương tự giữa các đại lượng điện và từ:

$$\varepsilon_0 \leftrightarrow \mu_0, \varepsilon \leftrightarrow \mu, \vec{E} \leftrightarrow \vec{B}, \vec{D} \leftrightarrow \vec{H}$$

+ Mật độ năng lượng từ trường:

$$\omega_m = \frac{1}{2} BH = \frac{1}{2} \mu_0 \mu H^2$$

+ Năng lượng từ trường:

$$W_m = \int_V \omega_m dV = \frac{1}{2} \int_V \mu_0 \mu H^2 dV = \frac{1}{2} \int_V BHdV$$

3. KẾT LUẬN

Phương pháp tương tự được các nhà nghiên cứu vật lý sử dụng để nghiên cứu ra các tri thức mới, do vậy vận dụng phương pháp tương tự vào dạy học là một cách tiếp cận độc đáo góp phần rèn luyện cho SV một loạt các thao tác tư duy như phân tích, so sánh, hệ thống hoá, khái quát hoá...

Vận dụng phương pháp tương tự vào dạy học sẽ góp phần nâng cao hiệu quả thể hiện ở tính hệ thống kiến thức vì nó liên kết cái chưa biết và cái đã biết, phát hiện những mối liên hệ giữa các hệ thống khác nhau hoặc các phần khác nhau của vật lý với những dấu hiệu giống nhau của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Chúng (1994,), *Logic học phổ thông*, NXB Giáo dục
2. Bùi Danh Hào (2021), *Vật lý đại cương*, NXB Đại học Vinh
3. David Halliday (1997), *Cơ sở vật lý - tập bốn*, NXB Giáo dục
4. Nguyễn Văn Khôi (2011), *Phát triển chương trình giáo dục*, NXB Đại học Sư phạm
5. Nguyễn Đình Thước, *Bồi dưỡng phương pháp nhận thức vật lý cho học sinh bằng việc sử dụng tương tự điện cơ*, *Tạp chí Giáo dục*, số đặc biệt tháng 10, năm 2009.