



PHYSICS TEAM

— Learn Physics, Love Physics —

PHYSICS 2018 SERIES

| **VẬT LÝ 12** |

— CHUYÊN ĐỀ —

TỪ TRƯỜNG

HỆ THỐNG LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM – PHƯƠNG PHÁP GIẢI NHANH
BÀI TẬP TỪ CƠ BẢN ĐẾN NÂNG CAO



HỆ THỐNG LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

Tóm tắt kiến thức cốt lõi,
dễ hiểu, dễ nhớ



BÀI TẬP PHÂN DẠNG

Từ cơ bản đến nâng cao,
bám sát các dạng bài thường gặp



PHƯƠNG PHÁP GIẢI NHANH

Phân tích – Bình luận –
Mẹo giải hay



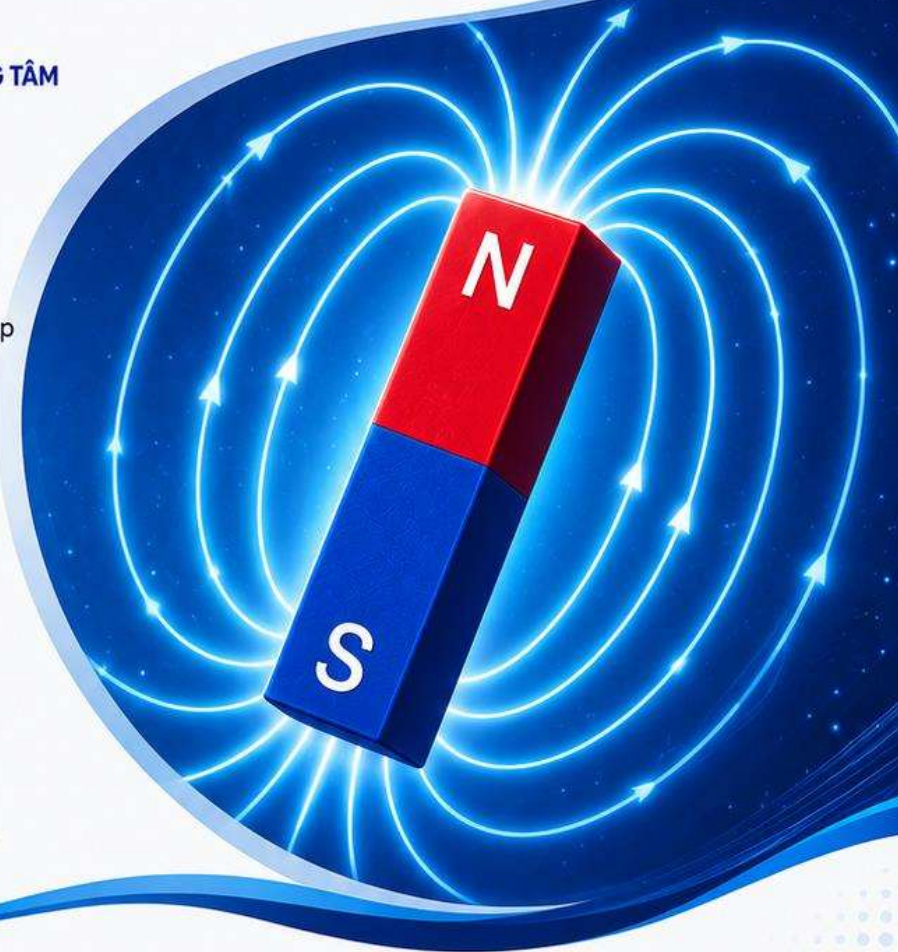
VÍ DỤ MINH HỌA

Bài mẫu chi tiết,
lập luận chặt chẽ



PHÁT TRIỂN TƯ DUY

Rèn luyện tư duy vật lý
và kỹ năng giải bài tập hiệu quả



BÁM SÁT
CHƯƠNG TRÌNH 2018



DỄ HIỂU
DỄ GHI NHỚ



HIỆU QUẢ
VƯỢT TRỘI



HIỂU BẢN CHẤT – GIẢI MỌI BÀI TOÁN

CHUYÊN ĐỀ: TỪ TRƯỜNG

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	7
DẠNG 1: TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG TỪ	8
I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT	8
1. Vectơ cảm ứng từ.....	8
2. Nguyên lý chồng chất từ trường	8
3. Quy tắc xác định chiều từ trường.....	8
4. Cảm ứng từ của các dòng điện đặc biệt	9
5. Mở rộng cho học sinh giỏi	10
a) Định luật Biot – Savart	10
6. Sai lầm thường gặp	11
II. PHƯƠNG PHÁP.....	11
III. BÀI TẬP VẬN DỤNG	12
♦ PT Bài 1: Xác định điểm có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu và tính chất của vùng từ trường..	12
♦ PT Bài 2: Tổng hợp từ trường của hệ dây dẫn thẳng song song tạo thành hình vuông.....	13
♦ PT Bài 3: Khảo sát phương và độ lớn cảm ứng từ của hệ hai dây dẫn song song.....	16
♦ PT Bài 4: Ứng dụng cuộn dây dẹt trong thiết bị đo từ trường và tạo từ trường đều.....	17
♦ PT Bài 5: Mở rộng cho HSG: Từ trường của dòng điện trong vật dẫn khối	19
III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	21
♦ PT Bài 6: Cường độ dòng điện trong cuộn dây tròn nhiều vòng	21
♦ PT Bài 7: Cảm ứng từ trên trục cuộn dây tròn và ứng dụng trong đo từ trường	22
♦ PT Bài 8: Tổng hợp từ trường của hai dây dẫn trong hệ thống cáp điện.....	23
♦ PT Bài 9: Xác định vị trí có cảm ứng từ tổng hợp bằng không	24
♦ PT Bài 10: Từ trường tại tâm của hệ bốn dây dẫn.....	26
DẠNG 2: LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÂY DẪN VÀ ĐIỆN TÍCH	28
I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT	28
1. Lực Ampere (F)	28

2. Lực Lorentz (f)	28
3. Tĩnh học vật dẫn trong từ trường (Bài toán cân bằng)	28
4. Mở rộng cho HSG: Động lực học hạt điện tích (Quỹ đạo phức tạp)	29
II. PHƯƠNG PHÁP	29
1. Sử dụng định lý động năng	29
2. Phương pháp hình học	29
3. Xét tính tương đối	30
II. BÀI TẬP VẬN DỤNG	30
♦ PT Bài 1: Mô hình hóa súng ray điện từ (Railgun) và bài toán gia tốc vật đạn	30
♦ PT Bài 2: Thiết lập điều kiện cân bằng của thanh kim loại trên khung ray nghiêng	32
♦ PT Bài 3: Mô hình hóa máy đo lưu lượng máu điện từ	34
♦ PT Bài 4: Chuyển động của hạt điện tích trong từ trường biến thiên – Mô hình Gương từ	36
♦ PT Bài 5: Khảo sát quỹ đạo electron qua vùng từ trường có biên dạng hình nêm	38
IV. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	40
♦ PT Bài 1: Thanh dẫn chuyển động trên ray trong từ trường	40
♦ PT Bài 2: Thanh dẫn lệch góc trong từ trường đều	41
♦ PT Bài 3: Khối lượng cần thêm để cân thăng bằng	42
♦ PT Bài 4: Vận tốc truyền thẳng của hạt alpha trong máy lọc vận tốc	43
♦ PT Bài 5: Độ lệch của hạt alpha có vận tốc không chuẩn trong máy lọc vận tốc	44
DẠNG 3: TỪ THÔNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ	46
I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN	46
1. Tính toán Từ thông (Φ) và Suất điện động cảm ứng ($\mathcal{E}$)	46
2. Thanh dẫn chuyển động trong từ trường (Bài toán Động lực học)	46
II. MỞ RỘNG CHO HSG	46
a) Cảm ứng điện từ trong vật dẫn khối (Dòng Foucault)	47
b) Bài toán Năng lượng trong cảm ứng điện từ	47
III. BÀI TẬP VẬN DỤNG	47
♦ PT Bài 1: Mô hình máy phát điện đơn giản	47

♦ PT Bài 2: Thanh dẫn trượt trên ray trong từ trường biến thiên theo thời gian.....	49
♦ PT Bài 3: Sự biến thiên suất điện động khi khung dây xuyên qua vùng từ trường hữu hạn. ...	51
♦ PT Bài 4: Khảo sát chuyển động của thanh ray nối với tụ điện – Hiện tượng gia tốc ảo.....	53
♦ PT Bài 5: Khảo sát chuyển động của vòng dây trong từ trường không đều.....	55
III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	57
♦ PT Bài 6: Thanh ray chuyển động và công suất tỏa nhiệt	57
♦ PT Bài 7: Tín hiệu cảm ứng trong máy dò kim loại	58
♦ PT Bài 8: Phản điện từ và dòng điện Fu-cô	59
♦ PT Bài 9: Lực từ do dòng điện cảm ứng trong vòng dây.....	60
♦ PT Bài 10: Mô hình hóa bếp từ và tính thời gian đun nước	61
DẠNG 4: MÁY PHÁT ĐIỆN, MÁY BIẾN ÁP VÀ TỤ CẢM.....	64
I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN.....	64
1. Suất điện động xoay chiều trong khung dây quay	64
2. Máy biến áp lý tưởng	64
3. Truyền tải điện năng	65
4. Tụ cảm	65
II. LÝ THUYẾT MỞ RỘNG CHO HỌC SINH GIỎI.....	65
1. Quá trình quá độ trong mạch RL	65
2. Máy biến áp không lý tưởng	65
III. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	66
1. Bài toán máy phát điện xoay chiều	66
2. Bài toán máy biến áp.....	66
3. Bài toán truyền tải điện năng	66
4. Bài toán tụ cảm	66
5. Bài toán năng lượng từ trường	66
IV. BÀI TẬP VẬN DỤNG.....	66
♦ PT Bài 1: Suất điện động cảm ứng trong máy phát điện xoay chiều.....	66
♦ PT Bài 2: Máy phát điện của tua-bin gió trên đảo xa	68

♦ PT Bài 3: Từ thông và suất điện động trong máy phát điện xoay chiều.....	70
♦ PT Bài 4: Máy biến áp truyền tải điện năng đi xa với phụ tải thay đổi	71
♦ PT Bài 5: Khảo sát hiện tượng tự cảm khi ngắt mạch RL – Hiện tượng tia lửa điện tại công tắc..	73
V. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	75
♦ PT Bài 6: Máy phát điện cho trạm quan trắc ven biển.....	75
♦ PT Bài 7: Truyền tải điện năng đến khu dân cư miền núi	77
♦ PT Bài 8: Hiệu suất mạch truyền tải điện khi thay đổi điện áp phát.....	78
♦ PT Bài 9: Cuộn cảm trong hệ thống bảo vệ thiết bị y tế.....	79
♦ PT Bài 10: Năng lượng từ trường trong cuộn cảm từ đồ thị dòng điện.....	80
DẠNG 5: ĐIỆN TỪ TRƯỜNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ.....	82
I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN.....	82
1. Điện từ trường và sự hình thành sóng điện từ.....	82
2. Đặc điểm của sóng điện từ	82
3. Công thức liên hệ giữa bước sóng, tần số và tốc độ truyền sóng.....	83
4. Thang sóng điện từ.....	83
5. Tính chất và ứng dụng của một số vùng phổ điện từ	83
II. PHƯƠNG PHÁP GIẢI.....	83
1. Xác định bước sóng hoặc tần số	83
2. Nhận dạng loại sóng điện từ	83
3. Khai thác đặc điểm của sóng điện từ	84
4. Liên hệ thực tiễn	84
III. BÀI TẬP VẬN DỤNG	84
♦ PT Bài 1: Độ trễ tín hiệu trong hệ thống truyền thông vệ tinh địa tĩnh	84
♦ PT Bài 2: Radar giám sát thiết bị bay không người lái.....	85
♦ PT Bài 3: Lựa chọn băng tần Wi-Fi cho hệ thống điều khiển tòa nhà thông minh	87
♦ PT Bài 4: Độ trễ tín hiệu khi liên lạc với tàu thăm dò không gian	89
♦ PT Bài 5: Kiểm tra hệ thống định hướng anten vô tuyến	90
IV. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	92

♦ PT Bài 6: Độ lệch pha – Ứng dụng trạm phát Wi-Fi.....	92
♦ PT Bài 7: Độ cao cực đại cho phép của vệ tinh quỹ đạo thấp	93
♦ PT Bài 8: Radar giám sát mục tiêu đang tiến lại gần.....	94
♦ PT Bài 9: Thời gian truyền tín hiệu qua hệ thống vệ tinh.....	95
♦ PT Bài 10: Trạng thái dao động của các thành phần trong sóng điện từ	96

LỜI NÓI ĐẦU

Chào mừng các Thầy/Cô giáo và các em học sinh đến với **Physics 2018 series** — Bộ tài liệu chuyên sâu được nghiên cứu và phát triển độc quyền bởi đội ngũ **Physics Team**.

Chuyên đề **Từ trường - Vật lý 12** được biên soạn bám sát triết lý của Chương trình Giáo dục Phổ thông 2018. **Physics 2018 series** tập trung tối đa vào việc phát triển **bản chất vật lý cốt lõi, năng lực mô hình hóa và tư duy thực nghiệm**.

Nội dung giáo trình được thiết kế theo cấu trúc tuyến tính đồng bộ qua **05** dạng bài chuyên sâu:

- **Dạng 1:** Từ trường và cảm ứng từ
- **Dạng 2:** Lực từ tác dụng lên dây dẫn và điện tích
- **Dạng 3:** Từ thông và cảm ứng điện từ
- **Dạng 4:** Máy phát điện, máy biến áp và tự cảm
- **Dạng 5:** Điện từ trường và sóng điện từ

Hệ thống 5 dạng bài này hướng tới việc giải quyết đa mục tiêu chiến lược:

- **Bồi dưỡng Học sinh giỏi đỉnh cao:** Cung cấp các công cụ tư duy cao cấp, đào sâu bản chất lý thuyết để chinh phục các kỳ thi từ cấp Trường, Tỉnh/Thành phố, đến các kỳ thi Olympic và Học sinh giỏi Quốc gia (VMO)
- **Bứt phá điểm 9+, 10 thi Tốt nghiệp THPT:** Trang bị phương pháp giải quyết các câu hỏi định lượng phức tạp và các câu hỏi thực nghiệm phân hóa trong cấu trúc đề thi mới.

Để giúp học sinh chuyển hóa lý thuyết thành năng lực giải quyết vấn đề thực tế, cấu trúc của mỗi dạng toán được chuẩn hóa chặt chẽ theo các trụ cột:

1. Hệ thống lý thuyết cơ bản và chuyên sâu: Mở rộng các mô hình vật lý tiên tiến và các dành riêng cho học sinh giỏi.

2. Phương pháp giải: Gồm quy trình từng bước rõ ràng.

3. Hệ thống bài tập vận dụng mẫu: Mỗi bài tập được trình bày qua tiến trình 4 bước độc quyền: *Đề bài* →  **Định hướng tư duy** →  **Hướng dẫn giải chi tiết** →  **Lưu ý cho học sinh**.

4. Hệ thống bài tập Trắc nghiệm trả lời ngắn: Điểm nhấn cốt lõi bám sát cấu trúc đề thi mới. Phần này giúp học sinh rèn luyện kỹ năng bấm máy, kiểm soát sai số và làm chủ tốc độ xử lý tình huống định lượng dưới áp lực phòng thi.

*Tập tài liệu là tâm huyết của đội ngũ **Physics Team**, cam kết là bộ phóng vững chắc đưa các em học sinh làm chủ chương trình mới và vươn tới những bảng vàng thành tích cao nhất.*

Hệ thống phát hành và bảo mật tự động tại: <https://physicsteam.vn>

DẠNG 1: TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG TỪ

I. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT

1. Vector cảm ứng từ

Từ trường tại một điểm được đặc trưng bởi vector cảm ứng từ $\vec{B}$.

Phương: trùng với trục của kim nam châm thử đặt cân bằng tại điểm khảo sát.

Chiều: từ cực Nam đến cực Bắc của kim nam châm thử.

Đơn vị: $[B] = T$

2. Nguyên lý chồng chất từ trường

Cảm ứng từ tổng hợp tại một điểm bằng tổng vector các cảm ứng từ thành phần:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$$

Một số trường hợp thường gặp:

a) Các vector cùng phương

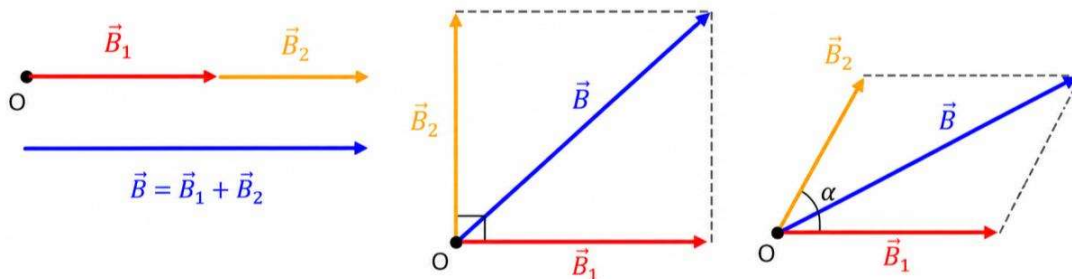
$$B = B_1 + B_2 + \dots$$

b) Hai vector vuông góc

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

c) Hai vector hợp góc α

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2\cos\alpha}$$



3. Quy tắc xác định chiều từ trường

a) Dòng điện trong dây dẫn thẳng dài

- Đặt ngón cái của bàn tay phải chỉ theo chiều dòng điện.
- Các ngón còn lại khum tự nhiên chỉ chiều các đường sức từ bao quanh dây dẫn.

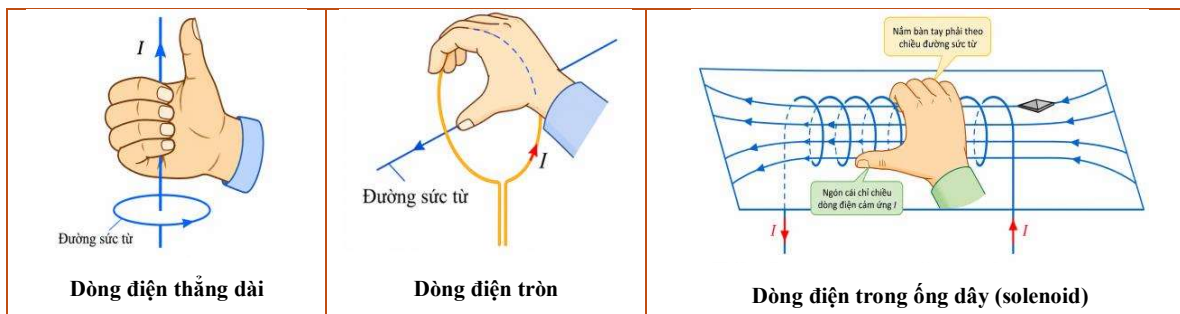
b) Dòng điện trong vòng dây tròn

- Khum các ngón tay phải theo chiều dòng điện chạy trong vòng dây.
- Ngón cái choãi ra chỉ chiều của vector cảm ứng từ tại tâm vòng dây và bên trong vòng dây.

c) Dòng điện trong ống dây (solenoid)

- Khum các ngón tay phải theo chiều dòng điện chạy qua các vòng dây.
- Ngón cái choãi ra chỉ chiều của vectơ cảm ứng từ bên trong ống dây, đồng thời chỉ về phía cực Bắc của ống dây.

Áp dụng: Dây dẫn thẳng dài, vòng dây tròn, ống dây.



b) Quy ước hình học

- $\odot$: vectơ hướng ra khỏi mặt phẳng hình vẽ.
- $\otimes$: vectơ hướng vào mặt phẳng hình vẽ.

4. Cảm ứng từ của các dòng điện đặc biệt

a) Dòng điện thẳng dài

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

hay

$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{r}$$

Trong đó: I : cường độ dòng điện, r : khoảng cách từ điểm khảo sát đến dây.

b) Vòng dây tròn tại tâm

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

Nếu có N vòng:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

c) Trên trục vòng dây

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

Trong đó: R : bán kính vòng dây, x : khoảng cách từ điểm khảo sát đến tâm.

d) Ống dây dài

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I = 2\pi \cdot 10^{-7} n I$$

với $n = \frac{N}{l}$ là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài, N là tổng số vòng dây của ống, l là chiều dài của ống.

5. Mở rộng cho học sinh giỏi

a) Định luật Biot – Savart

Định luật Biot – Savart dùng để xác định từ trường của các dòng điện có hình dạng bất kỳ.

Phần tử cảm ứng từ:

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

Độ lớn:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin \theta}{r^2}$$

Trong đó: dl : phần tử dòng điện, r : khoảng cách từ phần tử dòng điện đến điểm khảo sát.

b) Từ trường của đoạn thẳng hữu hạn

Dùng để giải các bài toán khung dây hình vuông, hình tam giác, đa giác.

- Công thức:

$$B = 10^{-7} \cdot \frac{I}{r} (\cos \theta_1 + \cos \theta_2)$$

(Trong đó r là khoảng cách từ điểm xét đến dây, θ_1, θ_2 là các góc hợp bởi dây dẫn và các đoạn thẳng nối hai đầu dây đến điểm xét).

c) Ống dây hữu hạn

Tại một điểm trên trục của ống dây hữu hạn, từ trường không đều hoàn toàn.

- Công thức tổng quát:

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot I \cdot (\cos \theta_1 + \cos \theta_2)$$

Hoặc cách viết khác thường gặp:

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot I \cdot (\sin \beta_1 + \sin \beta_2)$$

Trong đó θ_1, θ_2 là các góc trông từ điểm đang xét đến hai bán kính ở hai đầu ống dây.

- **Hệ quả:** Tại miệng ống dây (một đầu ống), cảm ứng từ chỉ bằng một nửa giá trị ở chính giữa ống dây: $B_{miệng} = \frac{1}{2} B_{giữa}$.

d) Định luật Ampere

Phát biểu: Tuần hoàn của vectơ cảm ứng từ dọc theo một đường kín bất kỳ bằng μ_0 nhân với tổng đại số các dòng điện xuyên qua mặt giới hạn bởi đường kín đó.

Biểu thức: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$

Ý nghĩa: Định luật Ampere đặc biệt hữu hiệu đối với các hệ có tính đối xứng cao: Dây dẫn thẳng dài, ống dây dài, dây dẫn trụ đặc, cáp đồng trục.

Ví dụ kinh điển: Với dây dẫn thẳng dài: $B \cdot 2\pi r = \mu_0 I$

suy ra $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

chính là công thức quen thuộc của dây dẫn thẳng dài.

e) Kỹ thuật tích phân trong bài toán từ trường

Đối với các dây dẫn có hình dạng phức tạp:

- **Bước 1:** Chia dây dẫn thành các phần tử rất nhỏ: dl
- **Bước 2:** Tính: dB theo định luật Biot – Savart.
- **Bước 3:** Khai thác tính đối xứng để loại bỏ các thành phần triệt tiêu.
- **Bước 4:** Lấy tích phân: $B = \int dB$

f) Chồng chất từ trường trong không gian

Đối với bài toán ba chiều:

$$B_x = \sum B_i \cos \alpha_i$$

$$B_y = \sum B_i \cos \beta_i$$

$$B_z = \sum B_i \cos \gamma_i$$

Sau đó:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

Phương pháp này thường gặp trong các bài toán:

- Hệ dây dẫn vuông góc.
- Khung dây không đồng phẳng.
- Từ trường trong không gian.

6. Sai lầm thường gặp

- Nhầm chiều của vectơ cảm ứng từ.
- Nhầm khoảng cách r trong công thức dây thẳng dài.
- Cộng đại số thay vì cộng vectơ.
- Dùng công thức dây thẳng dài cho dây hữu hạn.
- Quên khai thác tính đối xứng.
- Xác định sai góc θ trong định luật Biot – Savart.
- Nhầm giữa từ trường tại tâm vòng dây và trên trục vòng dây.

II. PHƯƠNG PHÁP

- Xác định đúng chiều của từng vectơ cảm ứng từ.
- Khai thác tính đối xứng của hệ.
- Lựa chọn giữa Biot – Savart và Ampere.

- Chuyển bài toán vector thành bài toán hình học.

Vì vậy, trước khi tính toán, cần luôn trả lời ba câu hỏi:

1. Từ trường do từng dòng điện có chiều như thế nào?
2. Có thành phần nào triệt tiêu do đối xứng không?
3. Có thể sử dụng Ampere để tránh tích phân hay không?

III. BÀI TẬP VẬN DỤNG

◆ PT | Bài 1: Xác định điểm có cảm ứng từ tổng hợp triệt tiêu và tính chất của vùng từ trường

Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn được đặt song song trong không khí, cách nhau một khoảng $d = 10 \text{ cm}$. Dòng điện chạy trong hai dây có cường độ lần lượt là $I_1 = 6 \text{ A}$ và $I_2 = 9 \text{ A}$.

1. Giả sử hai dòng điện chạy ngược chiều nhau, hãy xác định vị trí của những điểm có cảm ứng từ tổng hợp bằng 0. Điểm đó nằm trong hay nằm ngoài khoảng cách giữa hai dây?

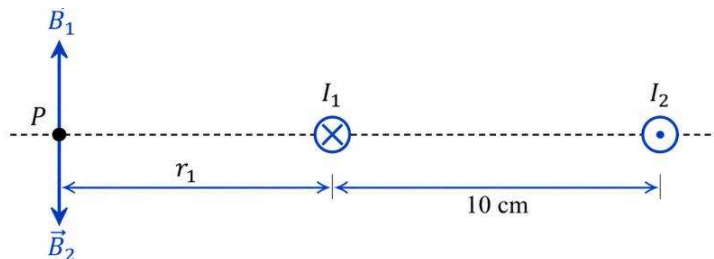
2. Tại điểm M nằm cách dây (1) một khoảng 6 cm và cách dây (2) một khoảng 8 cm. Tính độ lớn cảm ứng từ tổng hợp tại M trong trường hợp hai dòng điện ngược chiều.

🌀 ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

- **Nguyên lý chồng chất:** Cảm ứng từ tại một điểm là tổng vector: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$.
- **Điều kiện triệt tiêu ($\vec{B} = \vec{0}$):** Hai vector $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ phải cùng phương, ngược chiều và cùng độ lớn.
- **Với hai dòng ngược chiều:** Điểm triệt tiêu nằm ngoài khoảng hai dây, về phía dây có dòng điện nhỏ hơn.
- **Quy tắc nắm tay phải:** Sử dụng để xác định phương và chiều của từng vector cảm ứng từ thành phần. Lưu ý $\vec{B}$ luôn vuông góc với bán kính nối từ dây đến điểm xét.
- **Hình học:** Kiểm tra mối liên hệ giữa các khoảng cách (6 – 8 – 10) để nhận diện tam giác vuông, từ đó đơn giản hóa việc tổng hợp vector.

📖 HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

1. Xác định vị trí điểm có cảm ứng từ bằng 0



Để $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$ thì $\vec{B}_1$ và $\vec{B}_2$ phải ngược chiều và $B_1 = B_2$.

- Vị trí: Đối với hai dòng điện ngược chiều, các điểm có vector cảm ứng từ ngược chiều nhau phải nằm ngoài khoảng cách giữa hai dây. Vì $I_1 < I_2$, điểm này nằm gần dây (1) hơn.

- Gọi r_1 là khoảng cách từ điểm đó đến dây (1), khi đó khoảng cách đến dây (2) là $r_2 = r_1 + 10 \text{ (cm)}$.

- Độ lớn:

$$B_1 = B_2 \Rightarrow 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{r_2}$$

$$\Rightarrow \frac{6}{r_1} = \frac{9}{r_1 + 10} \Rightarrow 6r_1 + 60 = 9r_1 \Rightarrow 3r_1 = 60 \Rightarrow r_1 = 20 \text{ cm}$$

Kết luận: Điểm cần tìm nằm ngoài khoảng cách hai dây, cách dây (1) một đoạn 20 cm và cách dây (2) một đoạn 30 cm.

2. Tính cảm ứng từ tại điểm M

Ta có $r_1 = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$; $r_2 = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$;

$d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$.

Nhận thấy: $r_1^2 + r_2^2 = 6^2 + 8^2 = 10^2 = d^2 \Rightarrow$

Tam giác tại M vuông tại M.

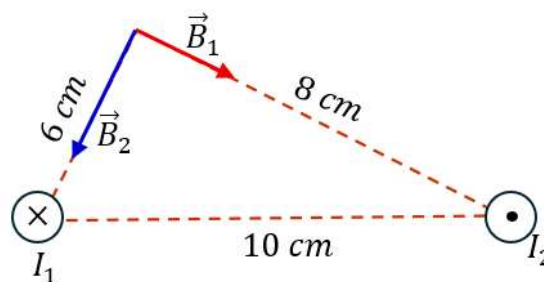
- Độ lớn các cảm ứng từ thành phần:

$$B_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1}{r_1} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{6}{0,06} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_2 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_2}{r_2} = 2 \cdot 10^{-7} \frac{9}{0,08} = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

- Tổng hợp vector: Vì $\vec{B}_1 \perp r_1$ và $\vec{B}_2 \perp r_2$ mà $r_1 \perp r_2$ nên $\vec{B}_1 \perp \vec{B}_2$.

$$B_M = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(2 \cdot 10^{-5})^2 + (2,25 \cdot 10^{-5})^2} \approx 3,01 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$



⚠ LƯU Ý CHO HỌC SINH

• **Quy tắc nắm tay phải:** Ngón cái chỉ chiều dòng điện, các ngón tay khum lại chỉ chiều đường sức từ. Tại một điểm cụ thể, vector $\vec{B}$ là tiếp tuyến của đường sức từ tại điểm đó.

• **Vị trí điểm triệt tiêu:**

Hai dòng cùng chiều: Điểm triệt tiêu nằm trong khoảng giữa hai dây.

Hai dòng ngược chiều: Điểm triệt tiêu nằm ngoài khoảng hai dây, về phía dòng điện nhỏ hơn.

• **Đơn vị:** Luôn đổi khoảng cách từ cm sang m trước khi tính toán để tránh sai số lũy thừa.

• **Tư duy hình học:** Luôn kiểm tra các bộ số Pythagore (3 – 4 – 5, 6 – 8 – 10) để xác định nhanh phương của các vector.

♦ PT | Bài 2: Tổng hợp từ trường của hệ dây dẫn thẳng song song tạo thành hình vuông

- **Kỹ năng tích phân vành khăn:** Đây là kỹ năng nền tảng. Khi mật độ dòng j phụ thuộc vào bán kính r , ta phải chia nhỏ tiết diện thành các vành tròn có diện tích $dS = 2\pi r dr$.
- **Sự liên tục của từ trường:** Hãy kiểm tra xem biểu thức B ở (2) khi cho $r = R$ có khớp với biểu thức ở (3) không. Nếu không khớp, chắc chắn bạn đã sai ở bước tính tích phân I_{in} .

III. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN

◆ PT | Bài 6: Cường độ dòng điện trong cuộn dây tròn nhiều vòng

Một cuộn dây tròn gồm 100 vòng dây giống nhau được quấn nối tiếp, cách điện với nhau. Mỗi vòng dây có bán kính $R = 5,0$ cm. Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây, cảm ứng từ tại tâm cuộn dây có độ lớn $B = 5,0 \times 10^{-4}$ T. Cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây bằng bao nhiêu? Kết quả ghi theo đơn vị A và làm tròn đến hàng phần mười.

🌀 ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

- **Bước 1:** Viết công thức cảm ứng từ tại tâm của một vòng dây tròn.
- **Bước 2:** Mở rộng công thức cho cuộn dây gồm nhiều vòng dây giống nhau.
- **Bước 3:** Biến đổi công thức để tìm cường độ dòng điện.

📖 HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Cảm ứng từ tại tâm của cuộn dây gồm N vòng:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

Suy ra:

$$I = \frac{2RB}{\mu_0 N}$$

Thay số:

$$I = \frac{2 \cdot 0,05 \cdot 5 \times 10^{-4}}{4\pi \times 10^{-7} \cdot 100}$$

$$I = \frac{5 \times 10^{-5}}{4\pi \times 10^{-5}} = \frac{1}{4\pi} \approx 0,398 \text{ A}$$

Đáp số điền phiếu:

0	,	4	
---	---	---	--

⚠ LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Với cuộn dây gồm N vòng giống nhau mắc nối tiếp, cảm ứng từ tại tâm bằng N lần cảm ứng từ do một vòng dây gây ra.
- Khi thay số cần đổi bán kính sang mét: $R = 5,0 \text{ cm} = 0,050 \text{ m}$
- Công thức $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ chỉ áp dụng cho cuộn dây tròn có các vòng đồng tâm và cùng bán kính.

♦ PT | Bài 7: Cảm ứng từ trên trục cuộn dây tròn và ứng dụng trong đo từ trường

Trong thực nghiệm, để tạo ra một vùng từ trường có độ đồng nhất cao hoặc để hiệu chuẩn các thiết bị đo từ trường như cảm biến Hall, người ta thường sử dụng các cuộn dây tròn dẹt. Xét một cuộn dây tròn dẹt gồm $N = 100$ vòng dây quấn sát nhau, bán kính trung bình của cuộn dây là $R = 10$ cm. Dòng điện chạy qua cuộn dây có cường độ không đổi I .

Trên trục của cuộn dây, tại điểm M cách tâm O một khoảng x , cảm ứng từ giảm còn một nửa so với giá trị tại tâm. Tính tỉ số $\frac{x}{R}$ có giá trị bằng bao nhiêu? (kết quả làm tròn đến hàng phần trăm)

Đáp số:

🌀 ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

• • **Bước 1:** Dùng công thức cảm ứng từ trên trục của cuộn dây tròn: $B(x) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$.

• • **Bước 2:** Tính giá trị tại tâm O : $B(0) = \frac{\mu_0 N I}{2R}$.

• • **Bước 3:** Dùng điều kiện cảm ứng từ tại M giảm 2 lần: $B(x) = \frac{1}{2} B(0)$.

Từ đó giải phương trình theo $\frac{x}{R}$.

📖 HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

- Cảm ứng từ tại điểm M trên trục cuộn dây, cách tâm O một khoảng x , có độ lớn:

$$B(x) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}.$$

- Tại tâm O , tức $x = 0$: $B(0) = \frac{\mu_0 N I}{2R}$.

- Theo đề bài:

$$B(x) = \frac{1}{2} B(0).$$

Suy ra:

$$\frac{\mu_0 N I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 N I}{2R}.$$

Rút gọn:

$$\frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{1}{2R}.$$

$$2R^3 = (R^2 + x^2)^{3/2}.$$

Lũy thừa hai vế:

$$4R^6 = (R^2 + x^2)^3.$$

$$R^2 + x^2 = R^2 \sqrt[3]{4}.$$

$$x^2 = R^2 (\sqrt[3]{4} - 1).$$