

Chuyên đề: ĐIỆN TRƯỜNG**MỤC LỤC**

DẠNG 1. LỰC TƯƠNG TÁC TĨNH ĐIỆN	5
1. HỆ THỐNG LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	5
1.1. Điện tích và mô hình điện tích điểm	5
1.2. Định luật bảo toàn điện tích và sự tiếp xúc.....	5
1.3. Định luật Coulomb	5
1.4. So sánh lực giữa hai trạng thái.....	6
1.5. Nguyên lí chồng chất và tổng hợp lực.....	6
1.6. Cân bằng điện tích trên đường thẳng.....	7
1.7. Cân bằng hai quả cầu treo đối xứng	8
1.8. Đơn vị và những lỗi thường gặp	8
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	9
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG – TỰ LUẬN.....	9
♦ PT Bài 1: Xác định điện tích và thay đổi khoảng cách	9
♦ PT Bài 2: Tìm hai điện tích từ tổng và lực tương tác.....	10
♦ PT Bài 3: Tổng hợp lực trong ba cấu hình	11
♦ PT Bài 4: Điều kiện cân bằng của hệ ba điện tích	12
♦ PT Bài 5: Cân bằng quả cầu tích điện treo bằng dây	13
4. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	15
♦ PT Bài 6: Giữ nguyên lực khi thay đổi môi trường	15
♦ PT Bài 7: Lực tổng hợp trong tam giác đều	15
♦ PT Bài 8: Lực tổng hợp trong tam giác vuông	16
♦ PT Bài 9: Điện tích chưa biết và hướng của hợp lực	17
♦ PT Bài 10: Cân bằng trong điện môi có lực đẩy Archimedes	18
♦ PT Bài 11: Tiếp xúc liên tiếp rồi tổng hợp lực	18
♦ PT Bài 12: Cực đại lực hướng về hai nguồn	19
DẠNG 2. CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG VÀ CHỒNG CHẤT	21
1. HỆ THỐNG LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	21
1.1. Điện trường và cường độ điện trường	21
1.2. Điện trường của điện tích điểm.....	21
1.3. So sánh điện trường khi thay đổi điều kiện	22

1.4. Nguyên lý chồng chất điện trường.....	22
1.5. Phương pháp hình chiếu và điều kiện về hướng	23
1.6. Đối xứng và hình học thường dùng.....	24
1.7. Đường sức điện và điện trường đều	24
1.8. Đơn vị và kiểm tra kết quả.....	25
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	25
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG – TỰ LUẬN.....	26
♦ PT Bài 1: Điện trường của điện tích điểm và lực lên điện tích thử	26
♦ PT Bài 2: Chồng chất điện trường trong ba cấu hình.....	27
♦ PT Bài 3: Điện trường tại trọng tâm tam giác đều.....	29
♦ PT Bài 4: Xác định điện tích từ phương của điện trường tổng hợp.....	30
♦ PT Bài 5: Điện trường trên trục và giá trị cực đại	31
4. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN.....	33
♦ PT Bài 6: Điện trường giữa hai điện tích cùng dấu	33
♦ PT Bài 7: Điện trường tại chân đường cao của tam giác vuông.....	33
♦ PT Bài 8: Điểm triệt tiêu điện trường của ba nguồn	34
♦ PT Bài 9: Suy ngược điện tích từ hai lần đo điện trường.....	35
♦ PT Bài 10: Điện trường nhỏ nhất giữa hai điện tích trái dấu.....	36
♦ PT Bài 11: Chồng chất điện trường của sáu điện tích.....	36
♦ PT Bài 12: Hai điểm triệt tiêu trong điện trường ngoài	37
DẠNG 3: ĐIỆN TÍCH CHUYỂN ĐỘNG TRONG ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU.....	39
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	39
1.1. Điện trường đều giữa hai bản phẳng	39
1.2. Lực điện và gia tốc	39
1.3. Chuyển động thẳng theo phương đường sức	39
1.4. Hạt xuất phát từ nghỉ và hạt bị hãm	40
1.5. Công của lực điện và định lý động năng	40
1.6. Hạt bay vuông góc với đường sức.....	41
1.7. Điều kiện tránh va chạm với bản.....	41
1.8. Phóng xiên và các giới hạn của mô hình	43
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	43
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG – TỰ LUẬN.....	45
♦ PT Bài 1: Proton xuất phát từ nghỉ giữa hai bản.....	45
♦ PT Bài 2: Electron bị hãm và đổi chiều.....	46
♦ PT Bài 3: Electron được tăng tốc từ bản âm tới bản dương	47

♦ PT Bài 4: Electron bay ngang và điều kiện thoát khỏi hai bản.....	48
♦ PT Bài 5: Tìm tốc độ từ điện thế hai điểm	50
4. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN	52
♦ PT Bài 6: Tìm điện trường từ quãng đường hãm.....	52
♦ PT Bài 7: Quãng đường đến điểm dừng của electron	52
♦ PT Bài 8: Điện trường gây gia tốc cho proton.....	52
♦ PT Bài 9: Tốc độ electron sau hai chặng	53
♦ PT Bài 10: Tỷ số độ lệch khi đổi hiệu điện thế và tốc độ	53
♦ PT Bài 11: Chọn vận tốc đầu để đi qua khe hẹp	53
♦ PT Bài 12: Hai miền lệch điện và điều kiện trở về trục	55
DẠNG 4. CÔNG THỂ NĂNG VÀ ĐIỆN THẾ	56
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	56
1.1. Công của lực điện trong điện trường đều	56
1.2. Tính chất thế của điện trường tĩnh	56
1.3. Thế năng điện và mốc thế năng.....	56
1.4. Điện thế và hiệu điện thế	57
1.5. Điện thế trong điện trường đều	57
1.6. Điện thế do điện tích điểm và hệ điện tích	57
1.7. Quả cầu dẫn điện tích điện ở trạng thái cân bằng	58
1.8. Công của ngoại lực và bảo toàn năng lượng.....	58
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	59
3. BÀI TẬP TỰ LUẬN CÓ HƯỚNG DẪN	60
♦ PT Bài 1: Công trên đường gấp khúc trong điện trường đều	60
♦ PT Bài 2: Tam giác vuông và dấu công đối với electron	60
♦ PT Bài 3: Điện thế do hai điện tích ở các đỉnh hình chữ nhật	61
♦ PT Bài 4: Công đưa điện tích từ vô cực đến gần quả cầu	63
♦ PT Bài 5: Điện thế và thế năng giữa hai bản song song.....	64
4. TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN CÓ HƯỚNG DẪN	66
♦ PT Bài 6: Điện thế từ thế năng của electron	66
♦ PT Bài 7: Độ lớn điện tích từ công lực điện	66
♦ PT Bài 8: Vượt qua rào thế giữa hai điện tích nguồn.....	66
♦ PT Bài 9: Công bổ sung ba điện tích vào một hệ đã có	67
♦ PT Bài 10: Lực căng lớn nhất của con lắc tích điện	68
♦ PT Bài 11: Suy ngược điện thế khi mốc chưa được cho	69

♦ PT Bài 12: Khoảng cách gần nhất của hai điện tích tự do.....	70
DẠNG 5. TỤ ĐIỆN VÀ NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG.....	72
1. HỆ THỐNG LÍ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU.....	72
1.1. Tụ điện và điện tích của tụ.....	72
1.2. Điện dung và đơn vị	72
1.3. Tụ điện phẳng và điện trường giữa hai bản	72
1.4. Năng lượng điện trường trong tụ.....	73
1.5. Ghép tụ song song.....	73
1.6. Ghép tụ nối tiếp.....	74
1.7. Tụ nối nguồn và tụ cô lập	74
1.8. Điện môi lấp một phần khoảng giữa hai bản	75
1.9. Công cơ học và năng lượng trao đổi với nguồn.....	75
1.10. San sẻ điện tích và năng lượng hao phí	76
1.11. Giới hạn điện áp và đánh thủng điện môi.....	76
1.12. Phóng điện và công suất hữu ích.....	77
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	77
3. BÀI TẬP TỰ LUẬN CÓ HƯỚNG DẪN	77
♦ PT Bài 1: Điện tích điện trường và năng lượng của tụ phẳng	77
♦ PT Bài 2: Đưa điện môi vào tụ ngắt nguồn và tụ nối nguồn	78
♦ PT Bài 3: Bộ tụ có khóa K và năng lượng từng cấu hình.....	79
♦ PT Bài 4: San sẻ điện tích và năng lượng tia lửa.....	81
♦ PT Bài 5: Tụ cô lập có điện môi ngập một phần điện tích.....	82
4. TRẮC NGHIỆM TRẢ LỜI NGẮN CÓ HƯỚNG DẪN	84
♦ PT Bài 6: Điện tích tối đa trước khi đánh thủng.....	84
♦ PT Bài 7: Điện áp giới hạn của hai tụ nối tiếp.....	84
♦ PT Bài 8: Công suất hữu ích trong xung phóng điện.....	84
♦ PT Bài 9: Năng lượng của tụ điện có điện dung nhỏ	85
♦ PT Bài 10: Tăng khoảng cách hai bản của tụ cô lập.....	85
♦ PT Bài 11: Năng lượng giới hạn của tụ có nhiều miền điện môi.....	85
♦ PT Bài 12: Điện áp tới hạn của tụ có bản gắn lò xo.....	86

DẠNG 1. LỰC TƯƠNG TÁC TÍNH ĐIỆN

1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU

1.1. Điện tích và mô hình điện tích điểm

- Có hai loại điện tích: dương và âm.
- Hai điện tích cùng dấu đẩy nhau; hai điện tích trái dấu hút nhau.
- **Điện tích điểm** là vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách đang xét.
- Với các quả cầu nhỏ, khoảng cách trong định luật Coulomb được tính giữa hai tâm.
- Điện tích của một vật bằng một số nguyên lần điện tích nguyên tố.
- Vật thiếu electron mang điện dương; vật thừa electron mang điện âm. Số electron thừa hoặc thiếu được xác định từ độ lớn điện tích:

$$|q| = ne; \quad e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}; \quad n = \frac{|q|}{e}$$

Ở đây, số electron thừa hoặc thiếu là số nguyên không âm. Với các điện tích vĩ mô, kết quả tính thường được biểu diễn dưới dạng gần đúng.

1.2. Định luật bảo toàn điện tích và sự tiếp xúc

Trong một hệ cô lập về điện, tổng đại số các điện tích được bảo toàn. Điện tích có thể chuyển từ vật này sang vật khác, nhưng không tự sinh ra hoặc tự mất đi.

$$\sum q_{trước} = \sum q_{sau}$$

- Hai quả cầu kim loại giống nhau, nhỏ, được cho tiếp xúc rồi tách ra trong điều kiện không có ảnh hưởng đáng kể của điện trường ngoài, có điện tích bằng nhau. Trong mô hình bài tập phổ thông:

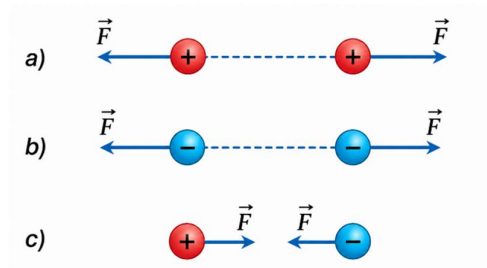
$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

- Nếu hai quả cầu không giống nhau thì không được tự động chia đôi điện tích. Nhiễm điện do cọ xát hay tiếp xúc là quá trình chuyển electron; nhiễm điện do hưởng ứng có thể làm phân bố lại điện tích mà không làm đổi tổng điện tích của vật cô lập.

1.3. Định luật Coulomb

Trong chân không, lực tương tác giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối chúng. Độ lớn lực tỉ lệ thuận với tích độ lớn hai điện tích và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}; \quad k \approx 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$



Minh họa quy tắc hút – đẩy và định luật Coulomb

• Trong điện môi đồng tính, đẳng hướng, tuyến tính, khi mô hình điện tích điểm còn phù hợp, lực tương tác giảm theo hằng số điện môi tương đối:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$$

• Trong công thức trên, điện tích tính bằng culông (C), khoảng cách tính bằng mét (m), lực tính bằng niuton (N); hằng số điện môi tương đối không có đơn vị. Trong các bài tập này, lấy hằng số điện môi của không khí gần bằng 1.

• **Hai lực tương tác là một cặp lực và phản lực:** bằng nhau về độ lớn, cùng phương, ngược chiều, tác dụng lên hai vật khác nhau. Vì vậy, chúng không triệt tiêu nhau khi xét cân bằng của riêng một vật.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

1.4. So sánh lực giữa hai trạng thái

- Lập tỉ số giúp khử hằng số Coulomb. Khi thay đổi điện tích, môi trường và khoảng cách đồng thời:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1 q'_2|}{|q_1 q_2|} \frac{\epsilon}{\epsilon'} \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

- Nếu điện tích và môi trường không đổi, lực giảm bốn lần khi khoảng cách tăng hai lần. Nếu đưa từ không khí vào điện môi mà giữ nguyên điện tích và khoảng cách, lực giảm theo hằng số điện môi. Muốn giữ lực không đổi thì phải giảm khoảng cách:

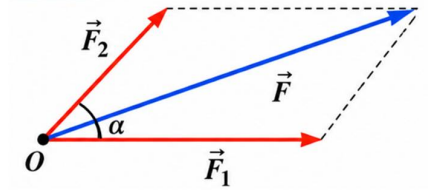
$$r' = \frac{r}{\sqrt{\epsilon}}$$

1.5. Nguyên lý chồng chất và tổng hợp lực

- Lực điện tác dụng lên một điện tích bằng tổng vector các lực do từng điện tích khác gây ra. Phải xác định chiều của mỗi lực từ dấu điện tích trước khi cộng.

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

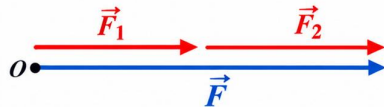
- Với hai lực tạo với nhau góc đã biết, độ lớn hợp lực được xác định bởi:



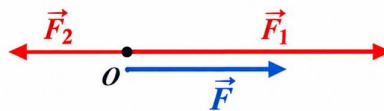
$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Góc trong công thức là góc giữa hai vector lực có chung điểm đặt, không nhất thiết bằng góc của tam giác tạo bởi ba điện tích.

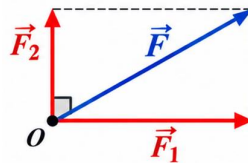
- Hai lực cùng chiều thì cộng độ lớn: $F = F_1 + F_2$



- ngược chiều thì lấy độ lớn của hiệu: $F = |F_1 - F_2|$



- vuông góc thì áp dụng định lí Pythagore: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$



- Trong trường hợp tổng quát, chọn hai trục vuông góc và cộng các hình chiếu:

$$F_x = \sum F_{ix}; \quad F_y = \sum F_{iy}; \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Dấu của từng hình chiếu xác định góc phần tư của hợp lực. Chỉ dùng tỉ số các hình chiếu để tìm góc sau khi đã xét dấu và hướng.

1.6. Cân bằng điện tích trên đường thẳng

- Khi chỉ có hai lực điện tác dụng, một điện tích có giá trị khác không ở trạng thái cân bằng khi hai lực cùng giá, ngược chiều và bằng nhau về độ lớn. Khi có thêm trọng lực, lực căng dây hoặc lực đỡ, phải xét tất cả các lực tác dụng lên vật.

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

- Hai điện tích nguồn cố định đặt tại A và B: nếu chúng cùng dấu, điểm cân bằng của điện tích thử nằm giữa A và B; nếu chúng trái dấu và khác nhau về độ lớn, điểm cân bằng nằm ngoài đoạn AB, về phía điện tích có độ lớn nhỏ hơn. Nếu hai điện tích nguồn trái dấu, bằng nhau về độ lớn, không có điểm cân bằng hữu hạn.

- Điều kiện về khoảng cách tới hai điện tích nguồn là:

$$\frac{|q_1|}{AC^2} = \frac{|q_2|}{BC^2} \Rightarrow \frac{BC}{AC} = \sqrt{\frac{|q_2|}{|q_1|}}$$

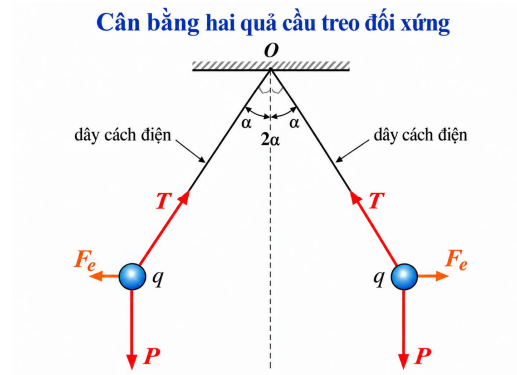
Điều kiện này phải đi kèm biện luận về vùng đặt điện tích. Điện tích thử có thể dương hoặc âm nhưng phải khác không.

- Muốn cả ba điện tích cùng cân bằng, cần xét thêm lực tác dụng lên điện tích nguồn. Cân bằng lực không đồng nghĩa với cân bằng bền khi các điện tích được tự do dịch chuyển.

1.7. Cân bằng hai quả cầu treo đối xứng

- Hai quả cầu nhỏ có cùng khối lượng, treo bằng hai dây nhẹ, cách điện, cùng chiều dài tại một điểm; lực điện là lực đẩy. Khi cân bằng đối xứng, mỗi dây tạo với phương thẳng đứng một góc bằng nửa góc giữa hai dây. Mỗi quả cầu chịu trọng lực, lực căng dây và lực điện nằm ngang.

Gọi α là góc giữa mỗi dây và phương thẳng đứng; góc giữa hai dây bằng 2α .



$$T \cos \alpha = mg; \quad T \sin \alpha = F_e; \quad F_e = mg \tan \alpha$$

$$r = 2l \sin \alpha; \quad k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon (2l \sin \alpha)^2} = mg \tan \alpha$$

Các hệ thức này chỉ dùng khi lực điện nằm ngang và hệ có cấu hình đối xứng. Khi nhúng vào chất lỏng, phải tính thêm lực đẩy Archimedes nếu đề không cho phép bỏ qua. Không dùng góc giữa hai dây thay cho góc lệch của một dây.

1.8. Đơn vị và những lỗi thường gặp

Đổi đơn vị trước khi thay số:

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}; \quad 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}; \quad 1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}; \quad 1 \text{ mN} = 10^{-3} \text{ N}$$

Không đưa tích điện tích có dấu vào công thức tính độ lớn lực. Không bỏ dấu âm khi kết luận điện tích. Không cộng đại số các độ lớn khi hai lực không cùng phương. Chỉ làm tròn kết quả cuối cùng; giữ đủ chữ số ở các bước trung gian.

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bước 1. Xác định mô hình và dữ kiện

Xác định điện tích đang xét, môi trường, các điện tích nguồn, khoảng cách giữa các tâm và giả thiết bỏ qua các lực khác. Đổi dữ kiện về đơn vị SI.

Bước 2. Vẽ hình và xác định chiều lực

Đánh dấu vị trí, dấu điện tích. Vẽ từng lực tại điện tích đang xét: đẩy nếu cùng dấu, hút nếu trái dấu. Kiểm tra thứ tự các điểm khi ba điện tích thẳng hàng.

Bước 3. Thiết lập phương trình

Dùng định luật Coulomb cho từng cặp. Dùng bảo toàn điện tích hoặc quan hệ tổng và tích khi tìm điện tích. Tổng hợp theo hình chiếu; viết điều kiện tổng lực bằng không trong bài cân bằng.

Bước 4. Giải và biện luận

Giải phương trình, giữ đầy đủ các nghiệm phù hợp. Kiểm tra vị trí điểm cân bằng, dấu điện tích và chiều của hợp lực. Với quả cầu treo, liên hệ lực với góc lệch và khoảng cách.

Bước 5. Kiểm tra và kết luận

Kiểm tra đơn vị và bậc độ lớn; thay lại kết quả vào điều kiện ban đầu. Nêu độ lớn, phương, chiều nếu đề yêu cầu vector lực. Với câu trả lời ngắn, ghi đúng đơn vị được hỏi và làm tròn theo yêu cầu.

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG – TỰ LUẬN

♦ PT | Bài 1: Xác định điện tích và thay đổi khoảng cách

Trong chân không, điện tích điểm $q_1 = 6 \times 10^{-5} \text{ C}$ đặt cách điện tích điểm q_2 một khoảng $r = 6 \text{ mm}$. Hai điện tích hút nhau bằng lực có độ lớn $F = 2 \times 10^{-3} \text{ N}$.

a) Xác định dấu và giá trị của điện tích thứ hai.

b) Giữ nguyên hai điện tích và môi trường. Tính khoảng cách mới để lực hút tăng hai lần.

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

Lực hút cho biết hai điện tích trái dấu. Dùng định luật Coulomb để tìm độ lớn điện tích chưa biết. Khi điện tích và môi trường không đổi, so sánh lực bằng tỉ số bình phương khoảng cách.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

a) Dấu và giá trị điện tích

Vì $q_1 > 0$ và hai điện tích hút nhau nên $q_2 < 0$. Đổi $r = 6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-3} \text{ m}$. Theo định luật Coulomb:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow |q_2| = \frac{F r^2}{k |q_1|}$$

$$|q_2| = \frac{2 \times 10^{-3} \times (6 \times 10^{-3})^2}{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-5}} = 1,33 \times 10^{-13} \text{ C}$$

Vậy $q_2 \approx -1,33 \times 10^{-13} \text{ C}$.

b) Khoảng cách để lực hút tăng hai lần

Gọi khoảng cách mới là r' . Hai điện tích không đổi nên:

$$\frac{F'}{F} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = 2 \Rightarrow r' = \frac{r}{\sqrt{2}}$$

$$r' = \frac{6}{\sqrt{2}} \text{ mm} \approx 4,24 \text{ mm}$$

Khoảng cách giảm, phù hợp với việc lực hút tăng. Thay khoảng cách mới vào công thức Coulomb thu được lực bằng hai lần lực ban đầu.

LƯU Ý CHO HỌC SINH

Khoảng cách phải đổi về mét trước khi bình phương. Công thức Coulomb cho độ lớn điện tích; dấu âm được xác định riêng từ tính chất lực hút.

♦ PT | Bài 2: Tìm hai điện tích từ tổng và lực tương tác

Hai vật nhỏ được coi là hai điện tích điểm, đặt trong không khí cách nhau $r = 1 \text{ m}$, đẩy nhau bằng lực có độ lớn $F = 1,8 \text{ N}$. Tổng đại số điện tích của hai vật là $Q = 3 \times 10^{-5} \text{ C}$.

a) Xác định điện tích mỗi vật.

b) Kiểm tra kết quả bằng định luật Coulomb và giải thích vì sao cả hai điện tích đều dương.

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

Từ lực đẩy suy ra hai điện tích cùng dấu. Tổng đại số dương nên cả hai đều dương. Lực tương tác cho tích hai điện tích, còn đề bài cho tổng; tìm hai số khi biết tổng và tích.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT**a) Xác định hai điện tích**

Hai vật đẩy nhau nên $q_1 q_2 > 0$. Vì $q_1 + q_2 = 3 \times 10^{-5} \text{ C} > 0$, hai điện tích không thể cùng âm; do đó cả hai đều dương.

$$q_1 q_2 = \frac{F r^2}{k} = \frac{1,8 \times 1^2}{9 \times 10^9} = 2 \times 10^{-10} \text{ C}^2$$

Đặt $q_1 = x \times 10^{-5} \text{ C}$ và $q_2 = y \times 10^{-5} \text{ C}$. Khi đó:

$$x + y = 3; \quad xy = 2$$

Thay $y = 3 - x$ vào phương trình tích:

$$x(3 - x) = 2 \Rightarrow x^2 - 3x + 2 = 0 \Rightarrow (x - 1)(x - 2) = 0$$

Hai nghiệm là $x = 1$ hoặc $x = 2$. Không kể thứ tự, điện tích hai vật là $1 \times 10^{-5} \text{ C}$ và $2 \times 10^{-5} \text{ C}$.

b) Kiểm tra kết quả

$$F = 9 \times 10^9 \frac{(1 \times 10^{-5})(2 \times 10^{-5})}{1^2} = 1,8 \text{ N}$$

Tổng hai điện tích bằng $3 \times 10^{-5} \text{ C}$, đúng dữ kiện. Cả hai điện tích dương nên lực là lực đẩy, đúng mô tả ban đầu.

LƯU Ý CHO HỌC SINH

Nếu đề chỉ cho độ lớn của tổng điện tích thì còn có khả năng hai điện tích đều âm. Ở bài này, đề cho tổng đại số dương nên loại được trường hợp đó.

♦ PT |Bài 3: Tổng hợp lực trong ba cấu hình

Hai điện tích $q_1 = 8 \times 10^{-8} \text{ C}$ và $q_2 = -8 \times 10^{-8} \text{ C}$ đặt cố định tại A và B trong không khí, $AB = 6 \text{ cm}$. Đặt điện tích $q_3 = 8 \times 10^{-8} \text{ C}$ tại C. Xác định độ lớn, phương và chiều lực điện tổng hợp tác dụng lên điện tích tại C trong từng trường hợp:

- a) $CA = 4 \text{ cm}$ và $CB = 2 \text{ cm}$.
- b) $CA = 4 \text{ cm}$ và $CB = 10 \text{ cm}$.
- c) $CA = CB = 5 \text{ cm}$.

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

Gọi $\vec{F}_1$ và $\vec{F}_2$ là các lực do điện tích tại A và B tác dụng lên điện tích tại C. Lực thứ nhất đẩy C ra xa A; lực thứ hai hút C về B. Xác định hình học trước khi cộng lực.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Tích chung trong tử số của các công thức độ lớn là:

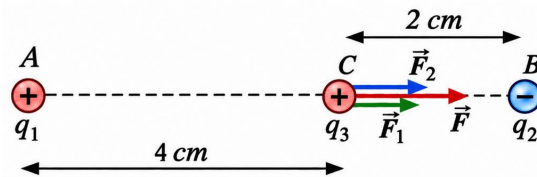
$$k|q_1 q_3| = k|q_2 q_3| = 9 \times 10^9 (8 \times 10^{-8})^2 = 5,76 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}^2$$

a) C nằm giữa A và B

Vì $CA + CB = AB$, thứ tự các điểm là A, C, B. Lực đẩy từ A và lực hút về B đều hướng từ C đến B.

$$F_1 = \frac{5,76 \times 10^{-5}}{0,04^2} = 0,036 \text{ N}; \quad F_2 = \frac{5,76 \times 10^{-5}}{0,02^2} = 0,144 \text{ N}$$

$$F = F_1 + F_2 = 0,180 \text{ N}$$



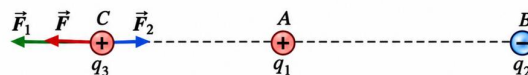
Hợp lực có phương AB, chiều từ C đến B.

b) C nằm ngoài đoạn AB về phía A

Vì $CB = CA + AB$, thứ tự các điểm là C, A, B. Lực do A tác dụng hướng từ A ra C; lực do B tác dụng hướng từ C về B, nên hai lực ngược chiều.

$$F_1 = 0,036 \text{ N}; \quad F_2 = \frac{5,76 \times 10^{-5}}{0,10^2} = 0,00576 \text{ N}$$

$$F = F_1 - F_2 = 0,03024 \text{ N}$$



Hợp lực có phương AB, hướng từ C ra xa A và B, vì lực đẩy do A lớn hơn lực hút do B.

c) C nằm trên đường trung trực của AB

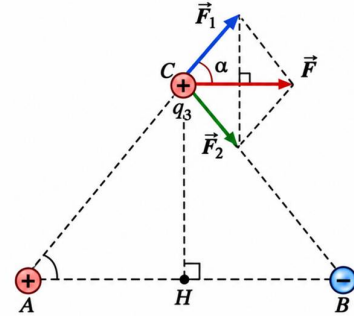
Gọi H là trung điểm AB. Tam giác ACB cân tại C, với $AH = BH = 3 \text{ cm}$ và $CH = \sqrt{5^2 - 3^2} = 4 \text{ cm}$. Hai lực có độ lớn bằng nhau:

$$F_1 = F_2 = \frac{5,76 \times 10^{-5}}{0,05^2} = 0,02304 \text{ N}$$

Chọn trục ngang song song AB, chiều từ A đến B; trục thẳng đứng theo HC. Các thành phần thẳng đứng của hai lực ngược chiều và bằng nhau, còn các thành phần ngang cùng chiều. Theo tam giác vuông AHC:

$$F_x = 2F_1 \frac{AH}{AC} = 2 \times 0,02304 \times \frac{3}{5} = 0,027648 \text{ N}; \quad F_y = 0$$

Vậy hợp lực có độ lớn $F = 0,027648 \text{ N} \approx 27,65 \text{ mN}$, phương song song AB, chiều từ A đến B. Nếu chọn C ở nửa mặt phẳng còn lại, kết quả về độ lớn, phương và chiều vẫn như trên.

**LƯU Ý CHO HỌC SINH**

Hai điện tích nguồn trái dấu không có nghĩa là phải trừ độ lớn hai lực. Ở câu a, hai lực cùng chiều; ở câu b, hai lực ngược chiều; ở câu c, phải cộng vector theo hình chiếu.

◆ PT | Bài 4: Điều kiện cân bằng của hệ ba điện tích

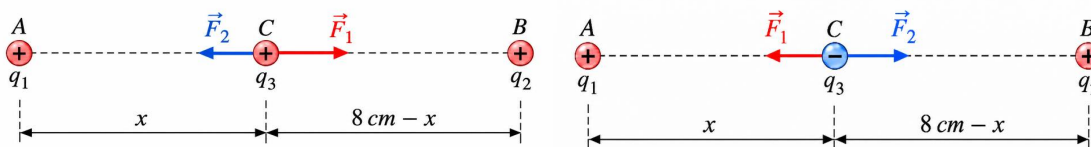
Hai điện tích $q_1 = 2 \times 10^{-8} \text{ C}$ và $q_2 = 8 \times 10^{-8} \text{ C}$ đặt tại A và B trong không khí, $AB = 8 \text{ cm}$. Đặt điện tích điểm $q_3 \neq 0$ tại C. Bỏ qua trọng lực và mọi tương tác khác.

a) Khi các điện tích tại A và B được giữ cố định, xác định vị trí C để điện tích tại C cân bằng.

b) Xác định dấu và giá trị điện tích tại C để cả ba điện tích đều có tổng lực điện bằng không khi bỏ các liên kết giữ tại A và B.

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

Hai điện tích nguồn đều dương nên điểm cân bằng của điện tích thử nằm giữa chúng. Điều kiện hai lực bằng nhau xác định vị trí C; sau đó xét cân bằng của điện tích tại A để tìm dấu và độ lớn điện tích tại C.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT**a) Vị trí C khi hai điện tích nguồn cố định**

- Nếu C nằm ngoài đoạn AB, hai lực điện tác dụng lên điện tích tại C cùng chiều, nên không thể cân bằng. C phải nằm giữa A và B. Dù điện tích tại C dương hay âm, hai lực lúc này đều ngược chiều nhau.