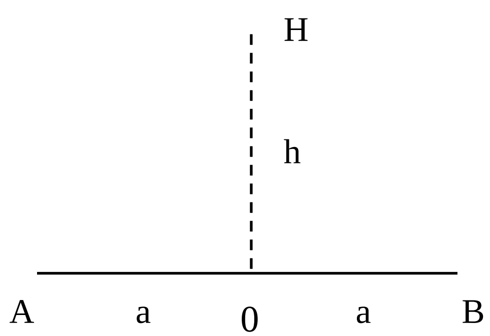
BÀI TẬP ĐIỆN

Bài 1: Tính điện trường của sợi dây AB có độ dài 2a, tích điện với mật độ điện dài λ, gây ra tại điểm H trên đường vuông góc với trung điểm dây (hình vẽ 1). Khoảng cách đoạn OH = h. Xét trường hợp đặc biệt khi $a \to \infty$.

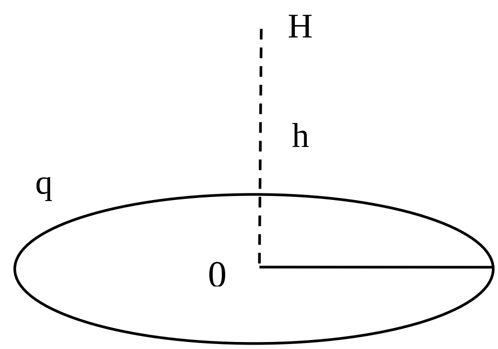
Bài 2: Tính điện thế của sợi dây tích điện như bài 1, gây ra tại điểm H (Hình 1).

Bài 3: Tính điện trường của vòng dây tích điện q, tâm O, bán kính r, gây ra tại điểm H trên đường trục của vòng dây (hình vẽ 2). Xét trường hợp tổng quát với khoảng cách OH = h và trường hợp đặc biệt khi 0H = 0.

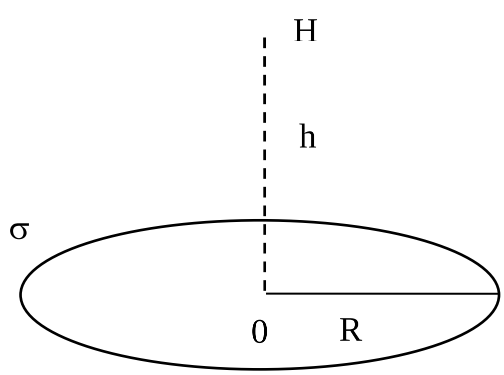
Bài 4: Tính điện thế của vòng dây tích điện như bài 2, gây ra tại điểm H trên đường trục (hình vẽ 2).



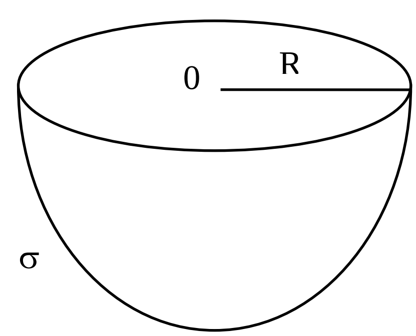
Hình vẽ 1



Hình vẽ 2



Hình vẽ 3



Hình vẽ 4

Bài 5: Tính điện trường của đĩa tròn tích điện với mật độ điện mặt σ, bán kính R, gây ra tại điểm H trên đường trục vuông góc với đĩa (hình vẽ 3). Khoảng OH = h.
Từ kết quả thu được, xét các trường hợp đặc biệt:
+ Khi h>>R
+ Khi R→∞.

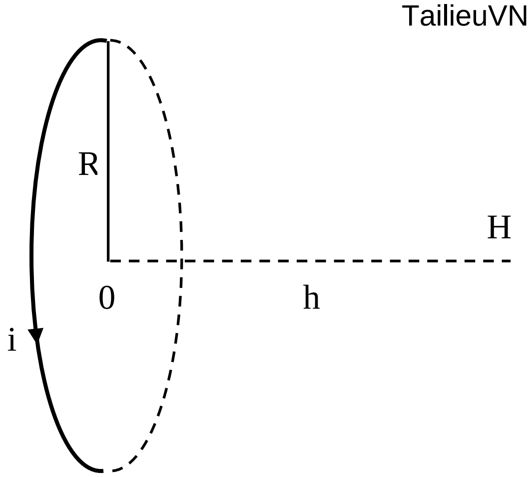
Bài 6: Tìm điện thế của đĩa tròn tích điện như bài 5, gây ra tại điểm H (hình vẽ 3).

Bài 7: Tính cường độ điện trường E tại tâm O của một bán cầu rỗng, tích điện với mật độ điện mặt σ. Bán cầu có bán kính là R (hình vẽ 4).

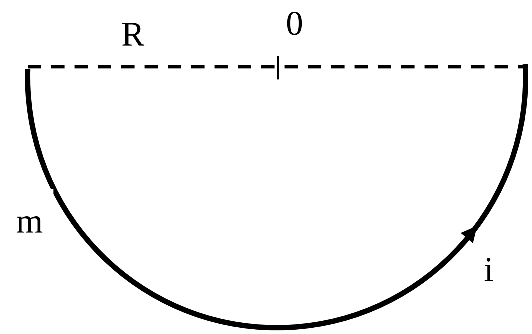
Bài 8: Tính điện thế của bán cầu như bài 7 tại tâm O (hình vẽ 4).

Bài 9: Xác định véc tơ cảm ứng từ B do một dòng điện tròn tâm O, bán kính R, cường độ I gây ra tại điểm H (hình vẽ 5). Khoảng cách OH=h.
Giá trị B tại tâm O bằng bao nhiêu?

Bài 10: Nửa vòng dây dẫn điện bán kính R = 0,49 (m), khối lượng m=250 (g) có dòng điện i = 25A chạy như trên hình vẽ 6. Hỏi cần một từ trường B có hướng và độ lớn ra sao để nửa vòng dây trên lơ lửng trong không gian?



Hình vẽ 5



Hình vẽ 6

Bài 11: Một cáp đồng trục có đường kính ngoài của dây lõi $d_1 = 2$ mm, bọc vỏ chì có đường kính trong $d_2 = 8$mm. Ở giữa dây lõi và vỏ bọc là chất điện môi có hằng số điện môi $\varepsilon = 3$. Dây lõi và vỏ bọc được tích điện trái dấu nhau với mật độ điện tích dài $|\lambda| = 3,14.10^{-4}$ C/m. Hãy xác định cường độ điện trường tại các điểm cách trục một khoảng (a) $r_1 = 3$ cm, (b) $r_2 = 10$cm.

Bài 12: Cho quả cầu không dẫn điện tâm 0, bán kính R = 15 cm được tích điện đều với mật độ điện tích khối $\rho = 1,699.10^{-7}$ C/m^3, được đặt trong chân không. Xác định cường độ điện trường tại các điểm nằm cách tâm 0 đoạn (a) r = 10 cm, (b) = 30 cm. Lấy điện thế tại vô cùng bằng 0. Xác định điện thế tại M cách tâm 20 cm. Cho hằng số điện môi trong chân không là $\varepsilon = 1$, hằng số điện $\varepsilon_o = 8,85.10^{-12}$ C^2/N.m^2.

Bài 13: Một quả cầu kim loại tâm 0, bán kính R= 15 cm được đặt trong chân không. Lấy điện thế tại vô cùng bằng 0, tích điện cho quả cầu đến điện thế 1500V. Hãy xác định (a) Điện tích và mật độ điện tích mặt trên quả cầu. (b) Cường độ điện trường, hiệu điện thế tại các điểm M, N lần lượt cách tâm 0 các khoảng tương ứng là 5 cm và 45 cm. (c) Mật độ năng lượng điện trường tại các điểm M, N

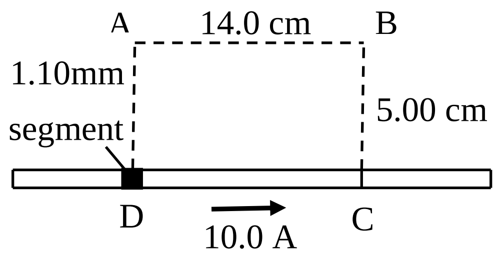
Bài 14: Một dòng điện thẳng dài vô hạn có dòng điện không đổi 1A chạy qua. Một khung dây hình chữ nhật ABCD đặt trong mặt phẳng đi qua dòng điện. Cho cạnh AB = 30 cm, BC = 20 cm. Đoạn AB song song với dòng điện, cách dòng điện 10 cm. Hãy các định từ thông đi qua khung dây. Cho hệ số từ thẩm của môi trường bằng 1.

Bài 15: Cho thanh hình trụ đồng nhất có chiều dài 2a, được tích điện dương, đều với mật độ điện tích dài λ, đặt trong chân không. Hãy xác định cường độ điện trường tại điểm M cách trục của thanh đoạn r. Xét trường hợp a tiến tới ∞, từ đó suy ra điện trường do thanh tích điện đều, dài vô hạn gây ra tại điểm M.

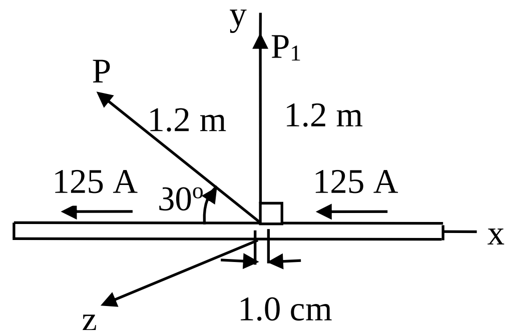
Bài 16: Áp dụng định luật Gauss, tính điện trường cho một thanh hình trụ dài vô hạn, tích điện đều với mật độ điện tích dài λ gây ra tại điểm M nằm ngoài thanh, cách trục của thanh một khoảng r.

Bài 17: Ứng dụng định luật Biot - Savart – Laplace, tính cảm ứng từ do dòng điện tròn không đổi cường độ I, bán kính R đặt trong chân không gây ra tại điểm M nằm trên trục cách tâm dòng điện một khoảng h (hình 5). R = 40 cm, I = 2 A, h = 30 cm, $\mu_o = 4\pi.10^{-7}$ T.m/A.

Bài 18: Xét một yếu tố dòng có độ dài 1,10 mm trên một dây dẫn thẳng có dòng điện không đổi 10 A chạy qua (hình 7). Hình chữ nhật ABCD có điểm D nằm chính giữa yếu tố dòng nói trên và điểm C nằm trên dây dẫn. Tìm độ lớn và chiều của vecto cảm ứng từ gây ra bởi yếu tố dòng này tại (a) điểm A; (b) điểm B và (c) điểm C.



Hình 7

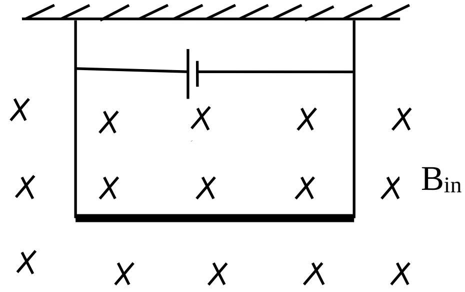


Hình 8

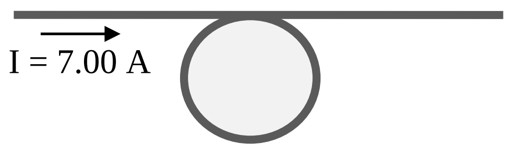
Bài 19: Xét 1 yếu tố dòng có độ dài 1,0 cm trên một dây dẫn thẳng có dòng điện không đổi 125A chạy qua. Tìm độ lớn và chiều của vecto cảm ứng từ gây ra bởi yếu tố dòng này tại một điểm nằm cách nó một khoảng là 1,2m trong hai trường hợp: (a) điểm P_1 nằm trên đường vuông góc với dây; (b) điểm P_2 nằm trên đường thẳng hợp 1 góc 30^o với dây dẫn (hình 8).

Bài 20: Một electron chuyển động theo quỹ đạo tròn trong mặt phẳng vuông góc với một từ trường có cảm ứng từ $B = 4{,}55.10^{-4}$T. Động năng của điện tử là $E_đ = 22{,}5$ eV. (a) Tính bán kính quỹ đạo điện tử, biết rằng $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg, $e = 1{,}6.10^{-19}$ C. (b) Tính chu kỳ chuyển động của electron.

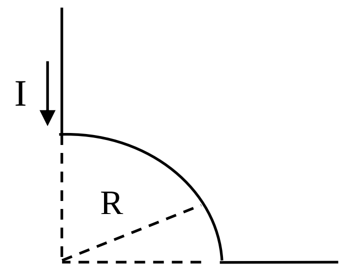
Bài 21: Một thanh dẫn điện có mật độ khối lượng 0.040 kg/m, được treo bằng hai sợi dây dẫn mềm cho dòng điện I chạy qua, đặt trong từ trường B_{in} = 3.60 T, hướng vuông góc vào trong mặt phẳng của Hình 9. Dòng điện I phải có hướng và độ lớn như thế nào để không có sức căng trên các dây treo?



Bài 22: Một dây dẫn gồm vòng dây tròn có bán kính R và hai đoạn dây thẳng, dài, nằm trong mặt phẳng (hình 10). Dây dẫn nằm trong mặt phẳng tờ giấy và có dòng điện I = 7.00A chạy qua theo chiều mũi tên. Tìm biểu thức của vecto cảm ứng từ tại tâm của vòng dây.



Hình 10

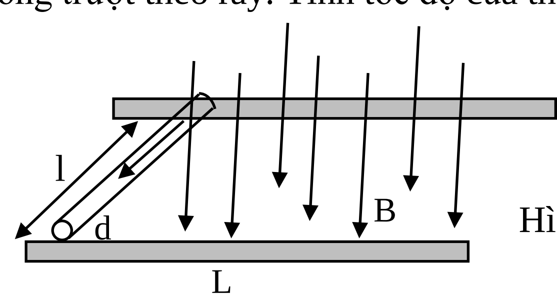


Hình 11

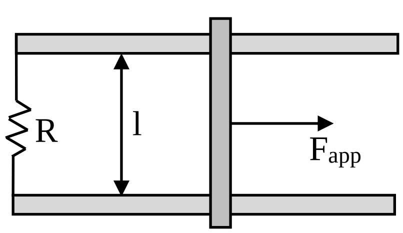
Bài 23: Một dây dẫn được uốn như trên hình 11, có dòng điện I = 5.00A chạy qua. Bán kính cung tròn là R = 3.00 cm. Xác định độ lớn và hướng của cảm ứng từ tại tâm của cung tròn.

Bài 24: Một dây dẫn thẳng AB dài 1,2m, điện trở 2,5Ω, được nối với một nguồn điện có suất điện động 24V, điện trở trong 0,5Ω, bằng dây dẫn mềm có điện trở không đáng kể. Dây AB được đặt trong một từ trường 0,8T có phương vuông góc với dây. (a) Tìm cường độ dòng điện chạy trong mạch, nếu dây dẫn AB tịnh tiến đều với tốc độ 12,5m/s. (b) Cường độ dòng điện thay đổi như thế nào, nếu dây dẫn dừng lại? Bỏ qua từ trường gây ra do dòng điện đó.

Bài 25: Một thanh dẫn hình trụ, khối lượng 0.720 kg, bán kính tiết diện 6.00cm, có dòng điện I = 48.0A chạy qua theo chiều mũi tên, nằm trên hai thanh ray có độ dài L = 45.0cm đặt song song, cách nhau một khoảng d = 12.0cm (hình 12). Toàn bộ hệ được đặt trong một từ trường đều có độ lớn 0,240T, hướng vuông góc với mặt phẳng chứa thanh dẫn và các thanh ray. Thanh dẫn đứng yên ở một đầu của ray và bắt đầu lăn không trượt theo ray. Tính tốc độ của thanh dẫn tại thời điểm rời khỏi đầu kia của ray.



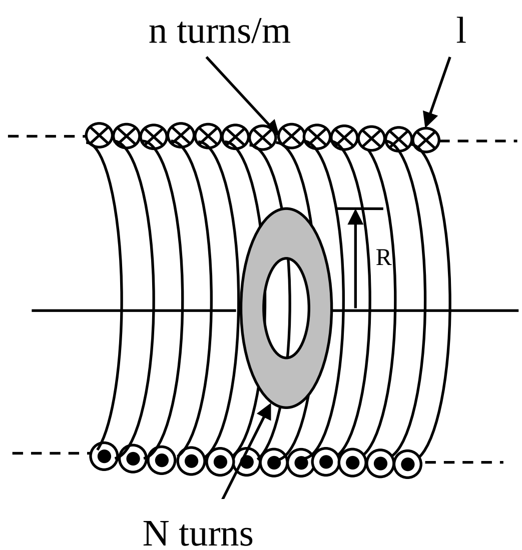
Hình 12

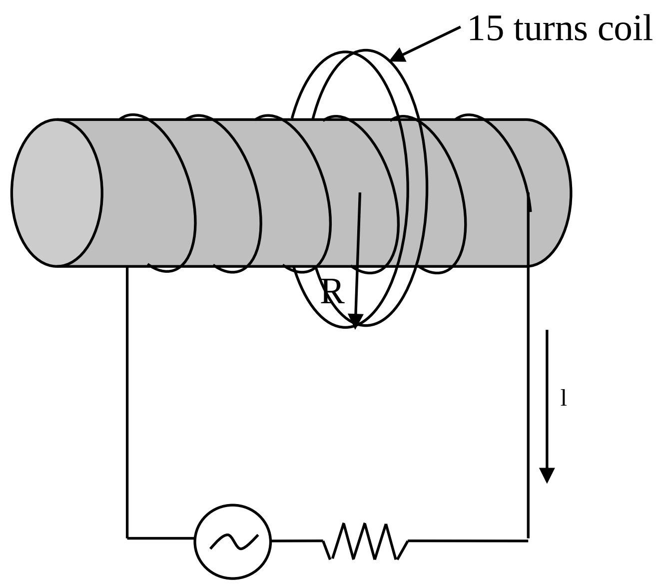


Hình 13

Bài 26: Thanh dẫn trên hình 13 có thể trượt không ma sát trên hai ray song song, đặt cách nhau một khoảng l = 1.20m. Toàn bộ hệ được đặt trong từ trường đều B = 2.50T, hướng vuông góc vào trong mặt phẳng hình vẽ. (a) Tính lực không đổi F_{app} cần thiết để trượt thanh dẫn sang bên phải với tốc độ là 2.00m/s. (b) Tính công suất tỏa ra trên điện trở R = 6.00Ω.

Bài 27: Một solenoid với n = 400 vòng/m có dòng điện biến thiên I = (30.0A)(1 - $e^{-1.60t}$) chạy qua/ Một cuộn dây có tổng cộng N = 250 vòng, bán kính 6.00 cm được đặt đồng trục vào trong lòng của solenoid (hình 14). Tìm sđđ cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây.



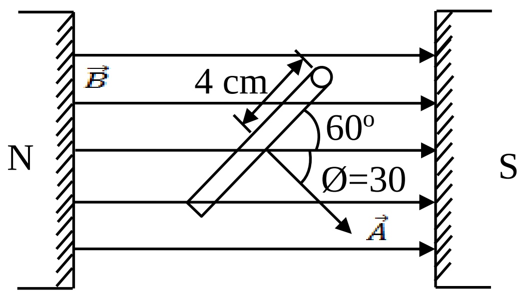


Hình 14

Hình 15

Bài 28: Một cuộn có 15 vòng đây, bán kính R = 10.0cm, được cuốn quanh một solenoid có bán kính 2,00 cm và n = 1.00×10^3 vòng/m (hình 15). Dòng điện chạy trong solenoid theo chiều mũi tên và biến thiên theo quy luật I = (5.00A)sin(120t). Tìm biểu thức của sđđ cảm ứng trong cuộn có 15 vòng dây.

Bài 29: Một khung dây tròn có 500 vòng dây, bán kính 4.00 cm, được đặt vào trong một từ trường đều giữa hai cực của một nam châm điện (hình 16). Vecto cảm ứng từ hợp một góc 60º với mặt phẳng của khung dây và có độ lớn giảm đều theo thời gian với tốc độ 0,2 T/s, trong khi hướng của nó không thayđổi. Tìm độ lớn của suất điện động cảm ứng và chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây.



Hình 16

Bài 30: Một từ trường đều có vecto cảm ứng từ hợp một góc 30^o với trục của một khung dây tròn có 300 vòng dây, bán kính 4 cm. Độ lớn của vecto cảm ứng từ tăng lên theo thời gian với tốc độ 85,0 T/s, trong khi hướng của nó không thay đổi. Vẽ hình. Tìm độ lớn của suất điện động cảm ứng và chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây.

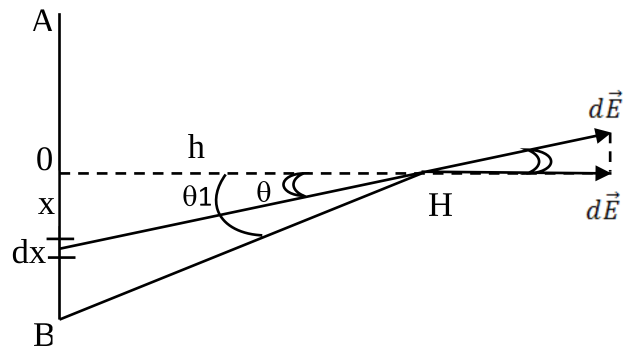
Bài 31: một tụ điện phẳng được nạp điện, sau đó bị ngắt ra khỏi nguồn. Năng lượng dự trữ W trong tụ điện sẽ thay đổi thế nào khi (a) tăng gấp đôi khoảng cách giữa hai bản cực của tụ, (b) đổ đầy chất điện môi có hằng số điện môi ε vào trong không gian giữa hai bản tụ? Các kết quả trên sẽ thay đổi như thế nào nếu như tụ được nạp điện và không bị ngắt ra khỏi nguồn?

Bài 32: Một tụ điện phẳng có điện dung C = 2nF được nạp điện đến ΔV = 100V, sau đó bị ngắt ra khỏi nguồn. Vật liệu điện môi giữa hai bản cực tụ điện là một bản mica có ε = 5.

a. Tính công cần thiết để rút bản mica ra khỏi tụ điện
b. Hiệu điện thế trên tụ sau khi rút bản mica là bao nhiêu?

LỜI GIẢI

Bài 1: (*xem hình vẽ*)



Lấy phần tử vô cùng nhỏ dx trên dây, cách O một khoảng x.

Phần tử này có điện tích là: $dq = \lambda dx$.

Điện tích dq gây ra tại H một điện trường dE:

$$|dE| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dx}{(x^2+h^2)}$$

Để tìm từ trường E của cả sợi dây tại H,

cần "cộng" các dE do toàn bộ dq trên dây gây ra.

Lấy tích phân theo góc nhìn xuống đoạn dây từ điểm H:

$$x = h.\tan\theta; \quad dx = h\frac{d\theta}{\cos^2\theta}$$

$$|dE| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda h d\theta}{h^2\cos^2\theta(t+\tan^2\theta)};$$

do tích số $\cos^2\theta(1+\tan^2\theta) = 1$ nên

$$|dE| = \frac{\lambda d\theta}{4\pi\varepsilon_0 h};$$

Để cộng, ta chiếu vectơ dE xuống đường trục dây và tích phân:

Do có 2 nửa đoạn dây bằng nhau nên:

$$E = 2\int dE_n = 2\int_{\theta}^{\theta 1} dE\cos\theta = \frac{\lambda\sin\theta_1}{2\pi\varepsilon_o h} \qquad \textbf{(1)}$$

(góc θ_1 là góc nhìn từ H xuống nửa đoạn dây),

ở đây: $\sin\theta_1 = \frac{a}{\sqrt{a^2+h^2}}$

Như vậy, độ lớn của E được xác định như trên công thức (1), còn phương chiều của E theo phương chiều véc tơ dE_n

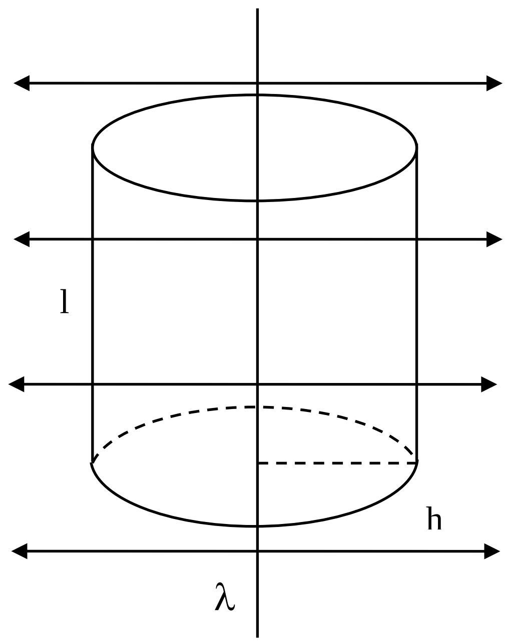
*** Xét trường hợp dây dài vô hạn, tức a→∞ so với h**

khi đó $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 h}$ (do $\theta_1 \to \dfrac{\pi}{2}$)

Kết quả này trùng khớp với cách tính E của dây tích điện dài vô hạn dùng định lý O-G. Cụ thể như sau:

Vì dây tích điện dài vô hạn nên điện trường do dây sinh ra có thể biểu diễn như đường sức trên hình vẽ, chúng vuông góc với dây và có độ lớn như nhau tại các điểm cách dây một khoảng cách bằng nhau. Chọn mặt Gauss trong trường hợp này là hình trụ, bán kính h, chiều cao tùy ý l. Áp dụng định lý O-G:

Với điện tích nằm trong hình trụ là q = λl



$$\Phi = \int \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = \int_{(2\ đáy)} \vec{E}\,\overrightarrow{dS} + \int_{(dtxq)} \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

Thông lượng $\int_{(2\ đáy)} \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = 0$ nên

$$\int_{(dtxq)} \vec{E}\,\overrightarrow{dS} = E\int dS = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$$

$$E.2\pi hl = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 h}$$

Kết quả, tìm được $E = \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 h}$

Bài 2: *(cách giải tương tự như bài 1)*

Phần tử dx có điện tích dq = λdx

Nó gây ra tại điểm H một điện thế:

$$dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dx}{\sqrt{(x^2+h^2)}}$$

Vậy cả đoạn dây tích điện gây ra một điện thế V tại H được tính như sau:

$V = \int_{-a}^{a} dV = 2\int_{0}^{a} dV = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\int_{0}^{a}\frac{dx}{\sqrt{(x^2+h^2)}}$

(điện thế là đại lượng vô hướng nên có thể tích phân trực tiếp)

Áp dụng công thức tính tích phân: $\int_{0}^{a}\frac{dx}{\sqrt{(x^2+h^2)}} = L_n[x+(x^2+h^2)]_0^a$

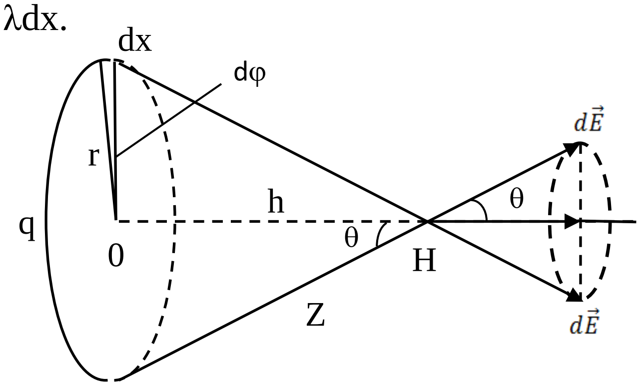
Kết quả: $\mathbf{V} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\left\{L_n\left[a+(a^2+h^2)^{1/2}\right]-L_n h\right\}$ **(2)**

Bài 3: *(xem hình vẽ)*

Mật độ điện tích dài trên dây là $\lambda = \frac{q}{2\pi r}$

Mật yếu tố $dx = rd\varphi$ trên dây có điện tích: $dq = \lambda dx$.

Điện tích này gây ra điện trường tại H:



$$dE = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dx}{z^2} = \frac{\lambda r d\varphi}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)}$$

($d\varphi$ là góc rất nhỏ từ O nhìn vào cung dx).

Chiếu xuống trục:

$dE_n = dE\cos\theta$ (với $\cos\theta = \frac{h}{\sqrt{(r^2+h^2)}}$). Vậy điện trường của cả dây:

$$E = \int_0^{2\pi} dE\cos\theta = \int_0^{2\pi}\frac{\lambda r d\varphi}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)}\frac{h}{\sqrt{(r^2+h^2)}}$$

$$E = \frac{\lambda r 2\pi h}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)^{3/2}}$$

Mà $\lambda 2\pi r = q$ nên $E = \frac{qh}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)^{3/2}}$ **(3)**

Nhận xét: + Khi $h >> r$, tại (3) có $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{h^2}$

+ Khi $h = 0$ (xét tại tâm O), có $E = 0$

Bài 4: *(tương tự bài 3)*

Lấy $dq = \lambda dx$ trên dây. Phần tử điện tích này gây ra tại H một điện thế:

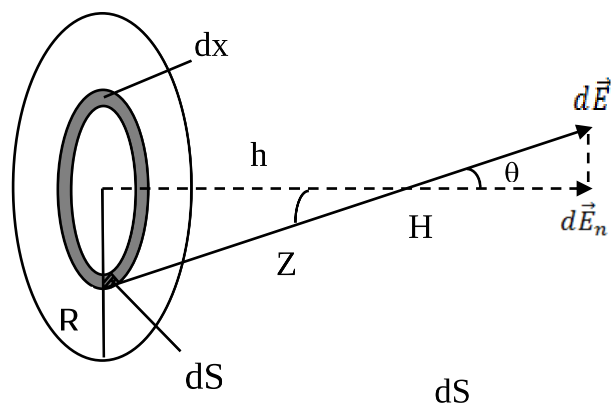
$$dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{z} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dx}{\sqrt{(r^2+h^2)}}$$

$$V = \int dV = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)^{1/2}}\int_0^{2\pi r} dx = \frac{\lambda 2\pi r}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)^{1/2}}$$

Tóm lại: $V = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0(r^2+h^2)^{1/2}}$ **(4)**

Bài 5: *(xem hình vẽ bên)*

Nguyên tắc chung: Lấy phân tử dq trên đĩa, tìm dE do phần tử đó gây ra tại H.
Sau đó tích phân theo các vòng tròn ($d\varphi$) và tích phân các vòng tròn với các bán kính x chạy từ 0 đến R. Cụ thể:
Lấy phần tử ds tại vòng tròn bán kính x bất kỳ, độ dầy dx:

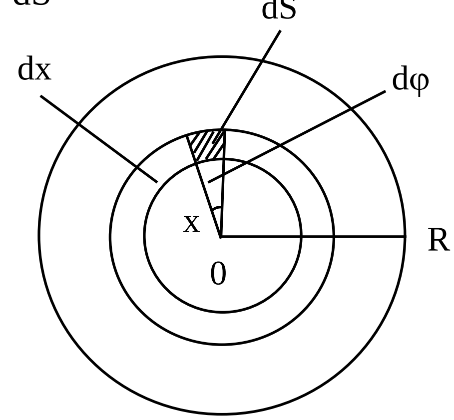


$ds = x d\varphi dx \rightarrow dq = \sigma ds = \sigma x d\varphi dx$

tại H có: $|dE| = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{dq}{z^2} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\sigma ds}{z^2}$

Chiếu xuống phương của trục:

$dE_n = dE\cos\theta = \dfrac{\sigma ds}{4\pi\varepsilon_0 z^2}\dfrac{h}{z}$ (với $z^2 = h^2 + x^2$)



$$E_n = \int_0^R \frac{\sigma h x dx}{4\pi\varepsilon_0(x^2+h^2)^{3/2}}\int_0^{2\pi} d\varphi = \frac{\sigma h}{4\varepsilon_0}\int_0^R \frac{2x dx}{(x^2+h^2)^{3/2}}$$

Đặt $X = h^2 + x^2$, có $dX = 2xdx$ và áp dụng công thức

$$\int X^n dX = \frac{X^{n+1}}{n+1}$$

Tính được: $E_n = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[1 - \dfrac{h}{\sqrt{(R^2+h^2)}}\right]$ **(5)**

Nhận xét:

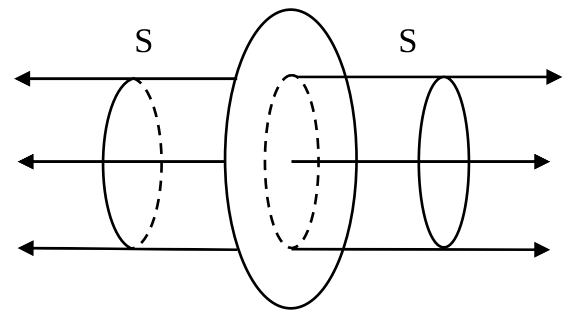
+ Khi h >> R, chia tử số, mẫu số của phần tử thứ hai trong ngoặc cho h và áp dụng công thức gần đúng $\frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon}} \approx 1 - \frac{1}{2}\varepsilon$ (với ε vô cùng nhỏ) vào (5), thu được công thức E giống như công thức của điện tích điểm.

+ Khi R→ ∞ hay h << R, Từ (5) có $E_n = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Kết quả này phù hợp kết quả tính theo định lý Gauss

Do đĩa có bán kính rất lớn nên ở khoảng cách gần mặt đĩa, đường sức điện trường có thể biểu diễn như hình vẽ.

Chọn mặt Gauss là hình trụ nằm ngang, diện tích hai đáy là S nào đó.



Áp dụng định lý Gauss đối với hình trụ:

$$\Phi = \int \vec{E}\,\vec{dS} = \int_{(dtxq)} \vec{E}\vec{dS} + \int_{(2S)} \vec{E}\vec{dS} = \frac{\Sigma q}{\varepsilon_0}$$

Do thông lượng điện trường qua diện tích xung quanh $\int_{(dtxq)} \vec{E}\vec{dS} = 0$

Nên $\int_{(2S)} \vec{E}\vec{dS} = \frac{\sigma.S}{\varepsilon_0}$

$E.\int_{2S} dS = \frac{\sigma.S}{\varepsilon_0}$ hay $E.(2S) = \frac{\sigma.S}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Bài 6: *(xem hình vẽ ở bài 5)*

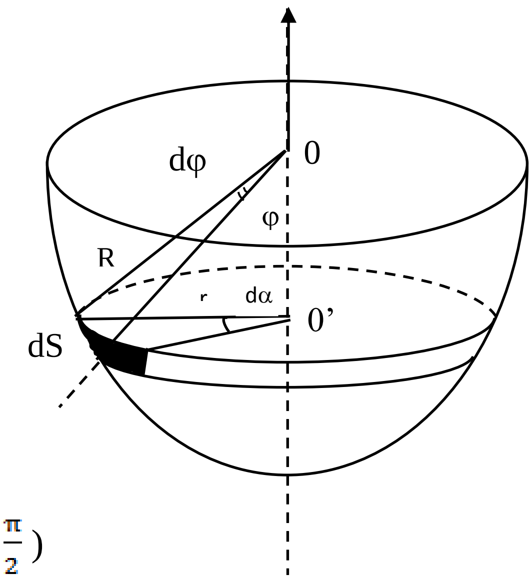
Xét một vành khăn rất nhỏ, bán kính x, độ dày dx. Diện tích vành khăn là:

ds = 2πxdx, điện tích của nó là dq = σds.

Vành khăn tích điện đó gây ra một điện thế tại H:

$dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{z} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\pi x dx}{\sqrt{(x^2+h^2)}}$. Cả đĩa tích điện sẽ gây ra tại H điện thế:

$V = \int dV = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[(h^2+R^2)^{\frac{1}{2}} - h\right]$ **(6)**



Bài 7: *(xem hình vẽ)*

Chọn một diện tích nhỏ ds bất kỳ trên vành khăn:

ds = (rdα)(Rdφ). Điện tích của nó là dq = σds.

dq gây ra điện trường dE tại tâm O.

Tổng cường độ điện trường tại O được tích phân theo vành khăn bán kính r và theo các vành khăn từ trên xuống dưới (tương ứng với góc φ quét từ $0 \rightarrow \frac{\pi}{2}$)

Cụ thể: $|dE| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sigma ds}{R^2} = \frac{\sigma R^2 \sin\varphi d\varphi d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$ (với r = Rsinφ)

Chiếu xuống trục: $|dE_n| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sigma\sin\varphi\cos\varphi d\varphi d\alpha$

Một vành khăn sẽ cho:

$|dE_{n\,(1vòng)}| = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sigma\sin\varphi\cos\varphi d\varphi \int_0^{2\pi} d\alpha = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sin\varphi\cos\varphi d\varphi$

Cả nửa cầu sẽ cho cường độ điện trường:

$E = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sin\varphi\cos\varphi d\varphi = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[\left(\frac{1}{2}\sin^2\varphi\right)\right]_0^{\frac{\pi}{2}}$

Kết quả**:** $\mathbf{E} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$ **(7)**

(*giá trị E không phụ thuộc vào bán kính của bán cầu*)

Bài 8:

Tương tự bài 7 ta có: dq = σds = σ (rdα)(Rdφ)

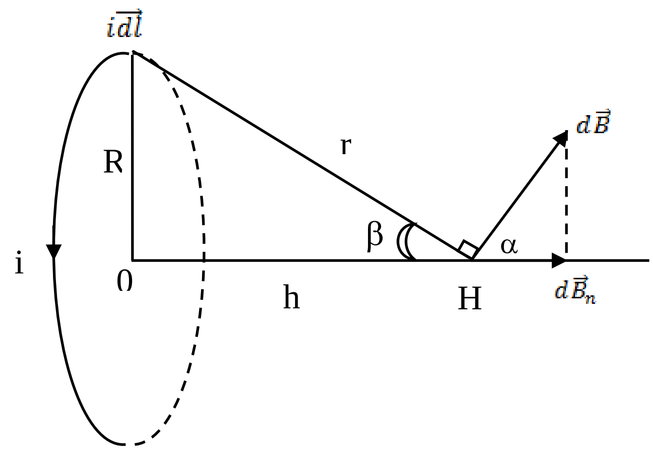
Một vành khăn có điện tích dq = σ2πRsinφdφ

(do r = Rsinφ và tích phân dα theo cả vòng tròn)

Điện thế do bán cầu rỗng gây ra tại O là tích phân của các vành khăn, tương ứng φ từ $0 \rightarrow \frac{\pi}{2}$

$$V = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sigma 2\pi R^2 \sin\varphi d\varphi}{4\pi\varepsilon_0 (r^2+x^2)^{1/2}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sigma R \sin\varphi d\varphi}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma R}{2\varepsilon_0}\left[-\cos\varphi\right]_0^{\frac{\pi}{2}}$$

Kết quả: $\mathbf{V = \frac{\sigma R}{2\varepsilon_0}}$ **(8)**



Bài 9: (*xem hình vẽ bên*)

Lấy một nguyên tố dòng idl trên vòng tròn.

Phương của idl vuông góc với r. Tại H có:

$$dB = \frac{\mu_0 i dl}{4\pi r^2} = \frac{\mu_0 i dl}{4\pi(R^2+h^2)}$$

Phương của dB vuông góc với mặt phẳng chứa idl và r.

Chiếu dB xuống đường trục, có:

$$dB_n = dB\cos\alpha = dB\sin\beta = \frac{\mu_0 i dl}{4\pi(R^2+h^2)} \frac{R}{\sqrt{R^2+h^2}}$$

$$dB_n = \frac{\mu_0 i dl\, R}{4\pi(R^2+h^2)^{3/2}}$$

Toàn bộ dòng điện tròn gây ra tại H một điện trường có độ lớn là:

$$B = \int dB_n = \frac{\mu_0 i\, R}{4\pi(R^2+h^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 i\, R}{4\pi(R^2+h^2)^{3/2}} 2\pi R$$

$$B = \frac{\mu_0 i\, R^2}{2(R^2+h^2)^{3/2}} \quad \textbf{(9)}$$

Về phương chiều, B được xác định theo véc tơ dB_n

Tại tâm O của dòng điện tròn (h = 0), độ lớn cảm ứng từ $B = \frac{\mu_0 i}{2R}$

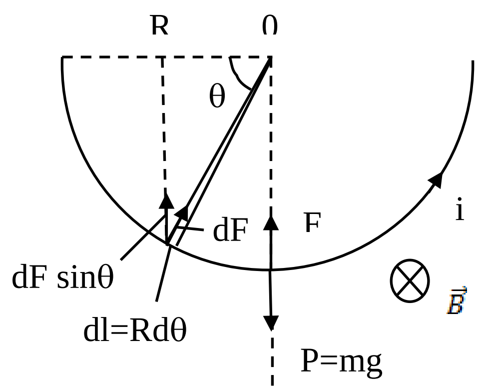
Bài 10: (*xem hình vẽ bên*)

Lấy một đoạn dl rất nhỏ bất kỳ trên nửa vòng tròn: dl =Rdθ.

Lực từ tác dụng lên yếu tố idl là: dF = idlB = iBRdθ.

Phương chiều của lực từ tuân theo quy tắc bàn tay trái, tức là phương từ idl đến tâm O. Để cân bằng với lực trọng trường (phương thẳng đứng), ta chiếu lực từ lên trục vuông góc:

dFsinθ = iBRsinθdθ



Lấy tổng các lực từ tác dụng lên nửa vòng tròn:

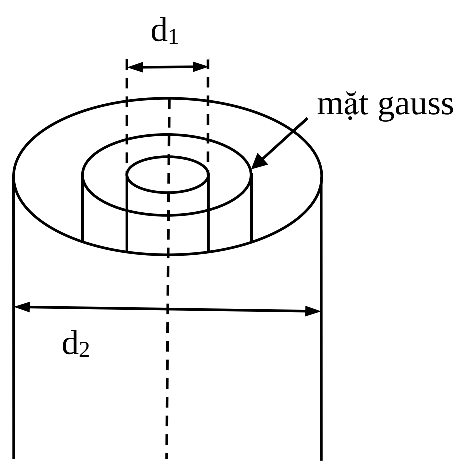
$F = iBR\int_0^{\pi} \sin\theta d\theta = 2iBR$

Để chiều lực từ tác dụng lên nửa vòng dây hướng lên trên thì từ trường phải có hướng đi vào trang giấy.

Độ lớn lực từ cân bằng với trọng lực:

F = P dẫn đến 2iBR = mg. Kết quả: $\mathbf{B} = \frac{mg}{2IR}$ **(10)**

Bài 11:



Chọn Gauss là hình trụ đồng tâm với cáp, cách trục khoảng r_1 = 3cm.

Lấy chiều cao của trụ là l (tùy ý).

Giả sử đường sức điện trường trong cáp đi từ lõi trong vuông góc ra lõi ngoài, bên ngoài không có điện trường.

Trên diện tích xung quanh của mặt Gauss, $\vec{E}$ có độ lớn như nhau, về chiều thì $\vec{E}$ luôn cùng với vecto $\vec{n}$ của S.

Theo Định lý O-G: Thông lượng điện trường Φ qua mặt trụ Gauss là:

$\Phi = \int \vec{E}\vec{dS} = 2\int_{(đáy)} \vec{E}\vec{dS} + \int_{(dtxq)} \vec{E}\vec{dS} = 0 + \int_{(dtxq)} Edscos\theta = E\int_{(dtxq)} ds = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0 \varepsilon}$

$\Phi = E(2\pi r_1 l) = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0 \varepsilon}$ => $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon r_1}$ (11)

a. Tại r_1 = 3cm, độ lớn của $\vec{E}$ như (11), hướng ⊥ với trục.

b. Ở khoảng cách r_2 = 10cm, $\vec{E}$ = 0 vì ngoài dây cáp.

Bài 12:

Quả cầu có mật độ điện tích khối là quả cầu có vô số

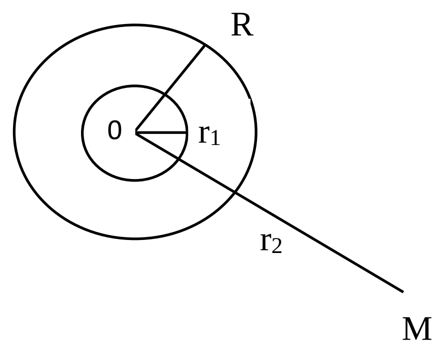
điện tích điểm trong thể tích của n

Các điện tích này không dịch chuyển được. Trường hợp

này khác với quả cầu bằng kim loại vì quả cầu kim loại

không có mật độ điện tích khối, điện tích chạy hết ra

bề mặt. Khi đó điện tích quả cầu là Q = ρ.V = $\rho.(\frac{4}{3}\pi R^3)$



a. Tính $\vec{E}$ tại điểm cách tâm 0 khoảng r_1 = 10cm?

Do tính đối xứng nên độ lớn $\vec{E}$ như nhau trên các mặt cầu, áp dụng định lý O-G với mặt Gauss là mặt cầu tâm 0, bán kính r_1

$\Phi = \int \vec{E}\vec{dS} = \int_{(cầu\ r1)} \vec{E}\vec{dS}cos\theta = E(4\pi r_1^2) = \frac{\rho V_1}{\varepsilon_0}$

(Điện tích trong quả cầu bán kính r_1 là ρV_1)

$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r_1^2}.\rho.\frac{4}{3}\pi r_1^3$

$E = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r_1$ hướng của $\vec{E}$ theo hướng bán kính cầu

b. Tính $\vec{E}$ tại điểm cách tâm 0 khoảng r_2 = 30 cm?

Do $r_2 > R$ nên có thể xem điện tích quả cầu tương đương điện tích điểm đặt tại tâm 0

$Q = \rho.V = \rho.\frac{4}{3}\pi R^3$ => $E(\text{tại } r_2) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{Q}{{r_2}^3}$ (thay số)

hướng của $\vec{E}$ là hướng OM

c. Tính điện thế tại điểm M cách tâm 20 cm

Do OM = r_3 = 20 cm > R nên coi điện tích cầu tương đương điện tích điểm đặt tại 0.

$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r_3}$ (với r_3 = 20 cm và $Q = \rho.\frac{4}{3}\pi R^3$) (thay số).

Bài 13:

Sau khi được tích điện, quả cầu kim loại có điện tích Q.

Điện tích Q chỉ phân bố trên bề mặt quả cầu.

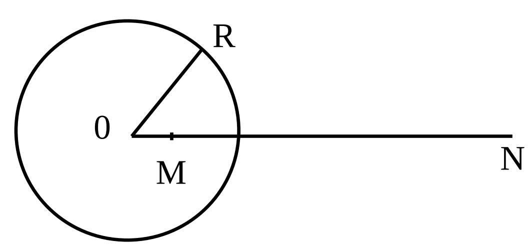
Bên trong quả cầu $\vec{E} = 0$, điện thế V bằng điện thế trên mặt quả cầu. Vậy:

a. Điện tích trên mặt cầu là Q, có thể coi như

điện tích điểm Q đặt tại tâm 0.

Thế trên mặt cầu được tính theo công thức điện tích điểm

$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R}$ => Q



Mật độ điện tích trên mặt cầu là $\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{4\pi R^2}$

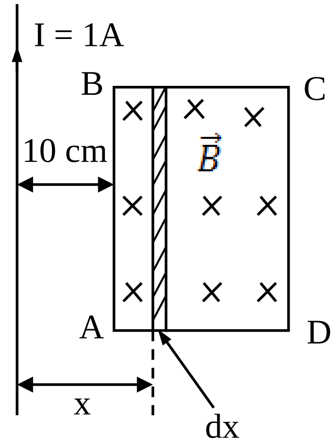
b. Tại điểm M trong quả cầu : $\vec{E} = 0$; $V = V_{mặt}$

Mật độ năng lượng: $\omega = \frac{1}{2}\varepsilon_o E^2 = 0$

c. Xét tại điểm N cách tâm 0 khoảng r = 45 cm

$E_N = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$; $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r}$; $\omega = \frac{1}{2}\varepsilon_o {E_N}^2$

Bài 14:



Lấy một diện tích vi phân bất kỳ tại khoảng cách x so với dây, chiều dài AB, rộng dx (hình gạch chéo)

Trong diện tích này có $\overrightarrow{B_{(x)}}$ như nhau vì công thức từ trường do sợi dây có dòng, dài vô hạn là:

$$B_{(x)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$$

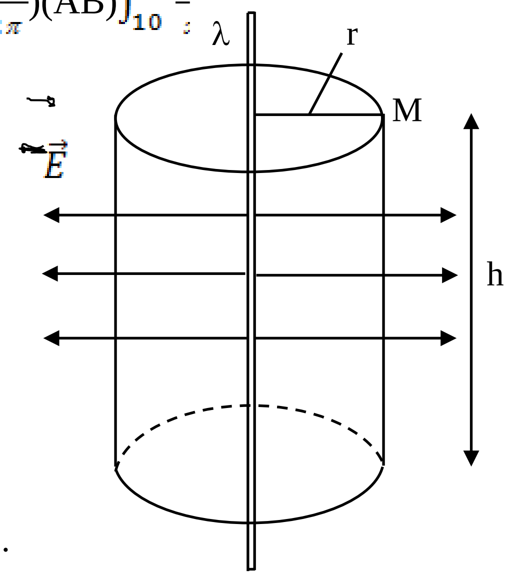
Từ thông dΦ = $\overrightarrow{B_{(x)}}\overrightarrow{dS}$ = $B_{(x)}$dS.cosθ

$$d\Phi = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi x}\right)(AB).dx$$

Từ thông qua toàn bộ diện tích ABCD là: $\Phi = \int d\Phi = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi}\right)(AB)\int_{10}^{30}\frac{dx}{x}$

$$\Phi = 0{,}3.\frac{\mu_0 I}{2\pi}\ln\frac{30}{10} \quad (AB = 0{,}3m)$$

Bài 15: *(Tính như bài số 1)*



Bài 16: Giả sử thanh tích điện (+) với mật độ điện λ. Do thanh dài vô hạn nên đường sức điện trường $\vec{E}$ của nó vuông góc với thanh, hướng ra ngoài.

Để xét $\vec{E}$ tại điểm M, nhận thấy tại mọi điểm cách trục 1 khoảng như nhau thì độ lớn $\vec{E}$ như nhau.Vì vậy chọn mặt Gauss hình trụ với bán kính r, hình trụ cao h bất kì.

Áp dụng định lý O-G: $\Phi_E = \int_{trụ}\vec{E}\overrightarrow{dS} = \frac{\lambda h}{\varepsilon_0}$

$$\Phi_E = \int_{(hai\ đáy)}\vec{E}\overrightarrow{dS} + \int_{(dtxq)}\vec{E}\overrightarrow{dS} = \int_{(dtxq)}EdS.\cos\theta = E\int_{(dtxq)}dS$$

$$= E.2\pi r.h = \frac{\lambda h}{\varepsilon_0}$$

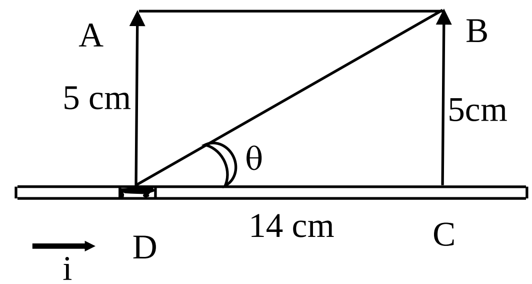
Suy ra, tại M có: $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

Bài 17: *(Xem lời giải bài số 9)*

Bài 18:

Dòng điện i = 10A, yếu tố dòng dài dl = 1,1mm = 0,0011m

Theo định luật Biot – Savart – Laplace, tính cảm ứng từ



tại các điểm:

a. Tại A: biết r = DA = 5cm = 0,05m

$$\overrightarrow{B_A} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{[i\overrightarrow{dl}\times\vec{r}]}{r^3} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i.dl.\sin 6}{r^2}$$

Tại A có θ = $\frac{\pi}{2}$ nên sinθ = 1. Vậy độ lớn: $B_A = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i.dl}{r^2}$

Chiều của $\overrightarrow{B_A}$ theo quy tắc vặn vít, hướng ra mặt giấy và ⊥ mặt giấy.

b. Tại điểm B

Tính công thức tương tự, với sinθ tính được, r = DB tính được theo hình vẽ.

Dễ dàng tính độ lớn của B_B và chiều vecto $\overrightarrow{B_B}$ cùng ⊥ và đâm ra khỏi mặt giấy

c. Tại điểm C

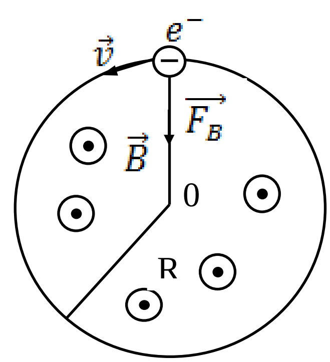
Góc θ = 0 → sinθ = 0, do vậy tại C thì $\overrightarrow{B_C}$ = 0

Bài 19:

Thay số vào công thức định luật Biot – Savart – Laplace

Chiều của $\vec{B}$ tại các điểm P_1, P_2 là ⊥ và đi vào mặt giấy.

Bài 20:



Trong từ trường $\vec{B}$ đủ rộng, chiều đâm ra mặt giấy

e^- chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ sẽ bị tác dụng lực điện từ

$$\overrightarrow{F_B} = e\,[\vec{v}\times\vec{B}]$$

Lực $\overrightarrow{F_B}$ có phương chiều như hình vẽ (áp dụng qui tắc bàn tay trái và lưu ý chiều $\vec{v}$ của e^- ngược với $\vec{v}$ của (+)).

Lực từ $\overrightarrow{F_B}$ làm e^- chuyển động cong, nếu vùng từ trường lớn thì e^- sẽ quay tròn.

Lực từ $\overrightarrow{F_B}$ đóng vai trò lực hướng tâm: e.v.B = $\frac{m.v^2}{R}$

Vậy, bán kính: R = $\frac{m.v}{eB}$

Chu kỳ T của chuyển động tròn là: T = $\frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{v}\frac{m.v}{eB} = \frac{2\pi m}{eB}$

Tần số: f = $\frac{1}{T} = \frac{eB}{2\pi m}$

Động năng $E_đ = \frac{1}{2}$ m.v^2. Biết $E_đ$ và m $\rightarrow$ biết v = $\sqrt{\frac{2E_đ}{m}}$

Bài 21:

Muốn dây không có sức căng, cần điều kiện:

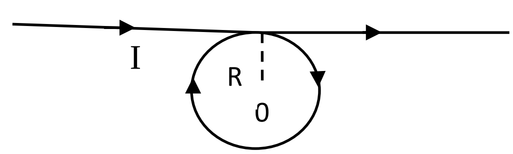
Lực từ kéo lên = Trọng lực

$$ilB = mg \rightarrow i = \frac{mg}{lB} = \frac{(\rho l)g}{lB} = \frac{\rho g}{B}$$

Chiều của i phải đi từ trái sang phải (qui tắc bàn tay trái)

Bài 22:

Cảm ứng từ $\vec{B}$ tại tâm 0 gồm hai phần:



$$\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$$

Với $B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ (khi dây thẳng, dài vô hạn)

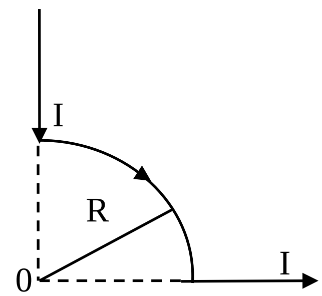
$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R}$ (công thức dòng điện tròn)

Do cả B_1 và B_2 đều có hướng ⊥ và đâm vào trong mặt giấy nên $B = B_1 + B_2$

Bài 23:

Theo địnhluật Biot – Savart – Laplace:

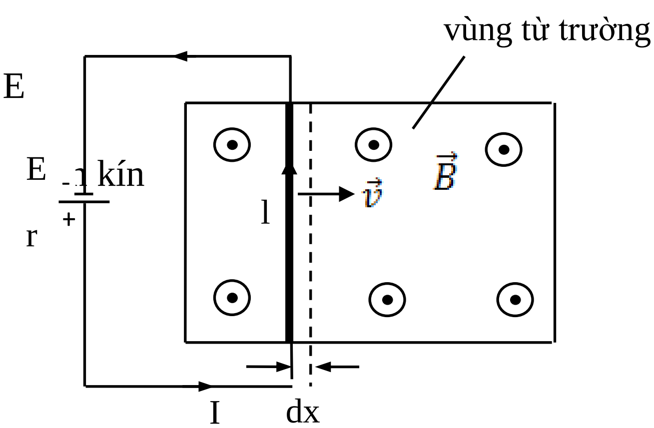
- Từ trường của hai đoạn dòng điện thẳng gây ra tại 0 bằng 0 vì góc θ = 0 nên sinθ = 0
- Từ trường do dòng điện $\frac{1}{4}$ cung tròn gây ra tại 0 là:



độ lớn: $B = \frac{1}{4}(\frac{\mu_0 I}{2R})$, chiều $\vec{B}$ đâm ⊥ vào giấy

Bài 24:

Chưa xét vai trò của từ trường, khi nối nguồn E vào dây dẫn, dòng điện qua dây là dòng trong kín



Theo định luật Ohm: $I = \frac{E}{R+r} = \frac{24}{2,5+0,5} = 8A$

với R là điện trở dây l; r là trở nội của nguồn

a. Đoạn dây l có dòng I đặt trong $\vec{B}$ có chiều như trên hình vẽ, chịu lực từ $F_B = IlB\sin\theta$ chiều $\overrightarrow{F_B}$ sang phải (qui tắc bàn tay trái)

Lực $\overrightarrow{F_B}$ làm dây chuyển động, gây ra biến thiên từ thông dΦ do quét qua một diện tích

$$d\Phi = \vec{B}\,\overrightarrow{dS} = Bldx$$

Suất điện động cảm ứng xuất hiện: $\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} = Bl\frac{dx}{dt} = Blv = 0{,}8.1{,}2.12{,}5 = 12V$

Sđđ ε gây ra dòng cảm ứng i trong dây l có chiều ngược với dòng I (qui tắc bàn tay phải)

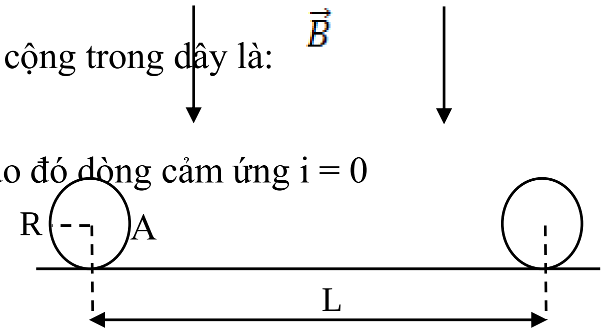
Về độ lớn: $i = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{12}{2,5+0,5} = 4A$

Do chiều của i và I ngược nhau nên dòng tổng cộng trong dây là:

T (tổng) = $I - i = 4A$ (chiều theo I)

b. Nếu dây dẫn dừng lại, sđđ cảm ứng $\varepsilon = 0$, do đó dòng cảm ứng $i = 0$

Khi đó dòng điện tổng trong dây sẽ tăng từ



Bài 25:

Lực Lorents tác dụng lên dòng điện trong thanh trụ:

$F_B = IdB\sin\theta$

Công dịch chuyển thanh trụ đi khoảng L:

$W = F_B.L$

Đi hết đoạn L, công này chuyển sang động năng của thanh:

$W_đ = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ (tịnh tiến và quay)

ở đây I là moomen quán tính: $I = \frac{1}{2}mR^2$; ω là vận tốc góc: $\omega = \frac{v}{R}$

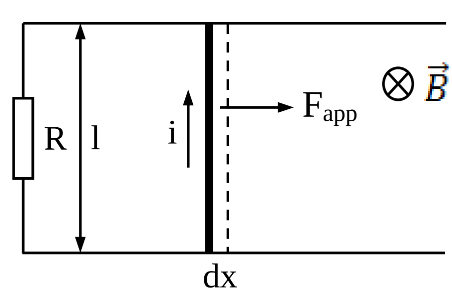
Theo định luật bảo toàn Công – Động năng tại điểm đầu và cuối:

$W = W_đ$ (bỏ qua vai trò của dòng cảm ứng)

$F_Bl = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{4}mv^2$. Vậy: $v = \sqrt{\frac{4IdBL}{3m}}$ (thay số $v \approx 1,07$ m/s)

Bài 26:

Lực kéo cần thiết để thanh trượt sang phải với vận tốc v là F_{app}.



a. Khi thanh trượt trong từ trường $\vec{B}$, có biến thiên từ thông $d\Phi$ nên xuất hiện sđđ cảm ứng trong dây:

$$\varepsilon = \frac{d\Phi}{dt} = Bl\frac{dx}{dt} = Blv$$

Sđđ ε gây ra trong mạch kín dòng cảm ứng: $i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{Blv}{R}$

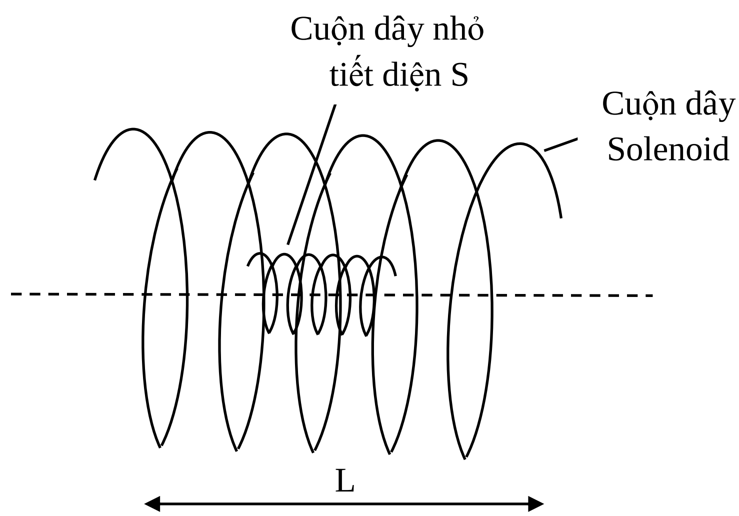
Thanh l có dòng I đặt trong từ trường sẽ chịu lực điện từ tác dụng:

Độ lớn: $F_L = ilB$, chiều $\overrightarrow{F_L}$ hướng sang trái thoe qui tắc bàn tay trái.

Vậy lực kéo $F_{app} = F_L = ilB = (\frac{Blv}{R}).l.B = \frac{B^2l^2v}{R}$

b. Công suất tỏa ra trên điện trở là: $P = R\,i^2 = \frac{B^2l^2v^2}{R}$

Bài 27:



Khi có dòng điện, cuộn dây Solenoid

tạo ra từ trường đều trong lòng của nó:

$$B = \mu_o n.I$$

với n là số vòng trên đơn vị dài ($n = \frac{N_o}{L}$),

N_o là số vòng của Solenoid

Vậy $B = \mu_o n.[30(1- e^{-1,6t})]$

Nếu trong lòng ống dây có cuộn dây nhỏ,

tiết diện là $S = \pi R^2$ thì từ thông qua nó là:

$\Phi = \vec{B}\vec{S} = BS\cos\theta = B(\pi R^2)$

$\Phi = \mu_o n(\pi R^2).[30(1- e^{-1,6t})]$

Sđđ cảm ứng trong cuộc dây nhỏ là $\varepsilon = -\frac{Nd\Phi}{dt}$

(dấu trừ để chỉ sự chống lại biến thiên của từ thông qua S)

Bài 28:

Gọi tiết diện của ống dây Solenoid là S_1, tiết diện của cuộn dây ngoài là S_2.

Do có dóng điện trong Solenoid nên trong lòng ống dây S_1 có từ trường đều:

$$B = \mu_o nI$$

Theo đầu bài, I = 5.sin(120t) biến đổi theo t nên B cũng biến đổi theo t.

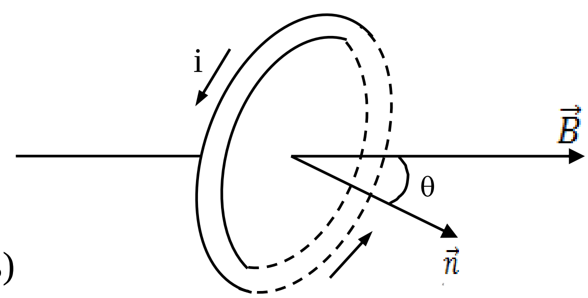
Cuộn dây to bên ngoài Solenoid, tiết diện $S_2 = \pi R^2$ nhưng biến thiên từ thông chỉ qua nó trong tiêt diện $S_1 = \pi r^2$.

Vì thế từ thông Φ qua cuộn dây to là: $\Phi = \vec{B}\vec{S_2} = BS_1\cos\theta + B(S_2 - S_1) = BS_1$

$\varepsilon = \frac{Nd\Phi}{dt} = 15.S_1\frac{dB}{dt} = 15.S_1.\mu_o n\frac{dI}{dt}$ (thay số)

Bài 29:

Độ lớn sđđ cảm ứng trong khung dây là:



$\varepsilon = N\frac{d\Phi}{dt} = N\frac{d(BS.\cos\theta)}{dt} = NS.\cos\theta\frac{dB}{dt}$

với N = 500; $S = \pi R^2$, $\theta = 30^o$, $\frac{dB}{dt} = 0,2$ (T/s)

Chiều của dòng cảm ứng như hình vẽ để chống lại sự giảm của từ trường

(vì chiều dòng i làm tăng thêm đường sức hướng từ trái qua phải)

Bài 30:

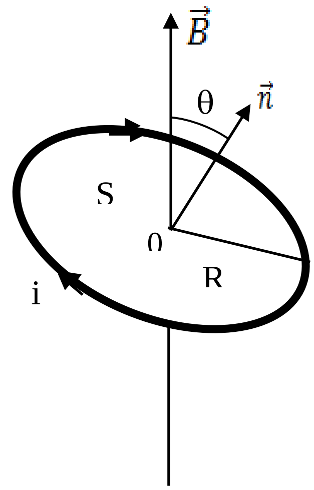
Hình vẽ như hình bên

+ Độ lớn sđđ cảm ứng: ε = N$\frac{d\Phi}{dt}$ = N$\frac{d(BScos\theta)}{dt}$

ε = NScosθ.$\frac{dB}{dt}$

Với N = 300; S = (π.0,04^2); θ = 30^o; $\frac{dB}{dt}$ = 85 T/s

+ Chiều của dòng cảm ứng i như hình vẽ để sinh ra đường sức ngược chiều với sự tăng của $\vec{B}$.



Bài 31:

Sử dụng công thức tính năng lượng của tụ điện: W = $\frac{1}{2}$QU = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ = $\frac{1}{2}$CU^2

1. Khi tụ được nạp điện, sau đó ngắt khỏi nguồn:
   a. Trên tụ có Q không đổi, ta dùng công thức W = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

   Ban đầu W = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$; sau khi kéo tụ cho d' = 2d suy ra C' = $\frac{1}{2}$C

   Vậy sau khi kéo W' = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C'}$ = 2W (tăng)

   b. Đổ đầy vào tụ chất điện môi ε: vẫn có Q không đổi

   Ban đầu W = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$; sau đó đổ ε suy ra C' = ε.C

   Vậy sau khi đổ ε có năng lượng tụ là: W' = $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C'}$ = $\frac{1}{\varepsilon}$.W (giảm)

2. Khi nạp điện cho tụ mà vẫn giữ nguồn, có nghĩa U = const => dùng công thức W = CU^2

Sự phụ thuộc C sẽ dẫn đến thay đổi năng lượng của tụ

a. Nếu d tăng gấp đôi, tụ C' = $\frac{1}{2}$C => W' = $\frac{1}{2}$.W (giảm)

b. Nếu đổ điện môi ε => tụ $C' = \varepsilon.C$ => $W' = \frac{1}{2}C'U^2 = \frac{1}{2}(\varepsilon.C)U^2 = \varepsilon.W$ (tăng)

Bài 32:

Tính toán trong hai trường hợp trước và sau khi rút điện môi: W và W'

a. Thu được: Công = $W' - W = (\varepsilon - 1)W = 4.W = 4.10^{-5}$J
b. U = 100V; U' = 500V