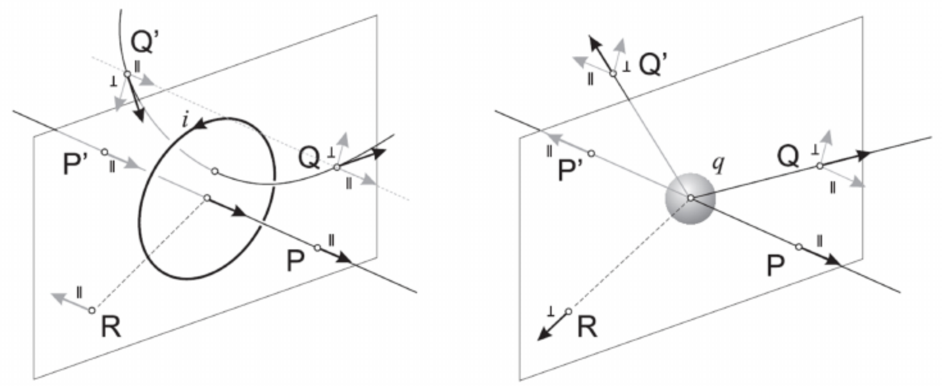
Zgjidhje

Pyetja n. 1.

Duke vizatuar një vijë fushë për pikat simetrike Q dhe Q ′, dhe duke shënuar me B   përbërësin e $\vec{B}$ paralel me boshtin e spirës dhe me $B_\perp$ atë pingul, vërejmë se

$B_\perp^/ = -B_\perp$ ndërsa $B_{II}^/ = B_{II}$



Kushtojini vëmendje faktit që, për një koherencë të përshtatshme me zhvillimin e mëvonshëm, në formulimin e pyetjes termat paralel dhe pingul janë referuar me boshtin e spirës dhe jo në rrafshin e simetrisë, siç bëhet zakonisht kur studioni vetitë e simetrisë së fushës.

Në mënyrë analoge, duke zgjedhur dy pika P dhe P ′ në bosht vëzhgojmë se e vetmja përbërës e fushës magnetike, ajo paralel me boshtin, është e njëjtë në dy pikat. Edhe nëse nuk kërkohet nga teksti, mund të vërehet se për një pikë R që i përket planit të simetrisë dhe për këtë arsye simetrike të vetvetes, përbërësi pingul me boshtin ajo duhet të anullojë vetveten dhe mbetet vetëm ajo paralele. Karakteristikat e shndërrimit të fushës magnetike midis pikave simetrike në lidhje me rrafshin e spirës mund të përmblidhen duke thënë se fusha magnetike është një madhësi pseudovektorale dhe jo rreptësisht vektoriale.

Për krahasim, në figurën në të djathtë është treguar fusha elektrostatike e një sfere të vogël me ngarkesë q e cila ka të njëjtin rrafsh simetrie për pasqyrim; Prandaj, duke marrë parasysh një bosht pingul me planin dhe përcaktimin e përbërësve të $\vec{E}$ si më lart, kemi

$E_\perp^/ = E_\perp$ ndërsa $E_{II}^/ = -E_{II}$

Në pikat P dhe P’ fushat elektrike janë të kundërta, në një pikën R që i përket planit të simetrisë përbërësia paralel me boshtin është zero dhe mbetet vetëm pingulja.

Pyetja n. 2.

Jepet A, një pikë çfardo e boshtit dhe $\vec{B}_A$ fushën magnetike në A, bëni një rrotullim të sistemit në një kënd të plotë rreth boshtit të solenoidit.

Meqenëse burimi i fushës magnetike dhe pika A mbeten të pandryshuara, fusha $\vec{B}_A$ gjithashtu duhet të mbetet e pandryshuar. Nëse fusha $\vec{B}_A$ do të kishte një drejtim të ndryshëm nga ai i boshtit të solenoidit, nuk do të mbetej i pandryshuar gjatë rrotullimit, kështu që drejtimi i vetëm i mundshëm është ai paralel me boshtin.

Pyetja n. 3.

Rrafshi i mesit i solenoidit është një rrafsh simetrie për sistemin. Për vetinë e fushës magnetike për sistemet simetrike që jepen në pyetjen 1, fusha magnetike në P dhe në P’ ka të njëjtën vlerë.

Prandaj $\vec{B}^/ = \vec{B}$.

Pyetja n. 4.

Nëse krah për krah në P të solenoidit vendoset një tjetër solenoid i barabartë me të parin në mënyrë që të formojë një solenoid të vetëm me gjatësi 2L, fusha magnetike në P do të jetë e barabartë me shumën e fushave magnetike të prodhuara nga solenoidet e parë dhe të dytë, të cilat siç tregohet në pikën e mëparshme ata janë të njëjtë.

Në këtë rast, pika P bëhet qendra e një solenoidi me gjatësi 2L. Të dy solenoidet janë të fundëm por $L \gg R$, pra $2L \gg R$ dhe madje në qendër të solenoidit të dyfishtë efektet e skajit janë të papërfillshme: fusha magnetike është e padallueshme nga ajo e një solenoidi të pafund e barabartë me $\mu_0(2N)i/(2L)=\mu_0 Ni/L=B_0$ ku N është numri i spirave të solenoidit të parë dhe natyrisht 2N ai i solenoidit i formuar nga dy të barabartë.

Rrjedhimisht, fusha në P e prodhuar nga një solenoid i vetëm duhet të ketë intensitet $B_0/2$.

Pyetja n. 5.

Fluksi magnetic Φ përmes një sipërfaqe përcaktohet nga relacioni

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int B_{II} ds = \frac{\pi}{2} R^2 B_0$$

(mos harroni se "paralel" dhe "pingul" i referohen boshtit solenoid).

Në hapin e fundit kemi përdorur faktin se në të gjitha pikat e sipërfaqes kemi $B_{II}= B_0/2$.

Për ta vërtetuar atë, ne mund të ndjekim një arsyetim analog me atë të përdorur në pyetjet n. 3 dhe n. 4 siç tregohet më poshtë.

Konsideroni një pikë D që është në sipërfaqen σ dhe simetriken e saj në lidhje me rrafshin e mesit D'. Nga vetitë e zakonshme të fushës magnetike të një sistemi simetrik mund ta nxjerrim se

$$B_\perp(D') = -B_\perp(D) \qquad (1)$$

$$B_{II}(D') = B_{II}(D) \qquad (2)$$

Nëse, si në përgjigjen e pyetjes 4, solenoidi është i bashkuar nga një tjetër solenoid i barabartë me të parin, në mënyrë që të formojë një solenoid të vetëm me gjatësi 2L, fusha magnetike në D do të jetë e barabartë me shumën e fushave magnetike të prodhuara nga solenoidet e parë dhe të dytë .

Përsëri, pika D gjendet në rrafshin e mesit të solenoidit me gjatësi 2L dhe përsëri fusha është e padallueshme nga ajo e një solenoidi të pafundëm, dhe për këtë arsye uniformë mbi të gjithë seksionin σ, me intensitetin B_0 dhe paralel me boshtin e solenoidit .

Fusha e solenoidit me gjatësi 2L merret si shuma e fushave të dy solenoideve në skaje, kështu që duhet të ketmi

$$B_\perp(D') + B_\perp(D) = 0$$

$$B_{II}(D') + B_{II}(D) = B_0$$

Duke përdorur vetitë e simetrisë së fushës magnetike (1) dhe (2) kushti i parë plotësohet menjëherë ndërsa e dyta bëhet

$$2B_{II}(D) = B_0 \Rightarrow B_{II}(D) = B_0/2$$

Pyetja n. 6.

Aplikoni teoremën e Gausit në një sipërfaqe të mbyllur cilindrike që ka si bazë seksionin σ dhe seksionin μ të solenoidit që përmbahet në rrafshin e mesit. Fluksi total nëpër këtë sipërfaqe është zero dhe merret si shuma e flukseve nëpër dy baza dhe përmes sipërfaqes anësore.

$\Phi_{tot} = 0 = \Phi_\sigma + \Phi_\mu + \Phi_{ansore}$: Fluksi Φ_σ është $\Phi_\sigma=(\pi/2)R^2B_0$

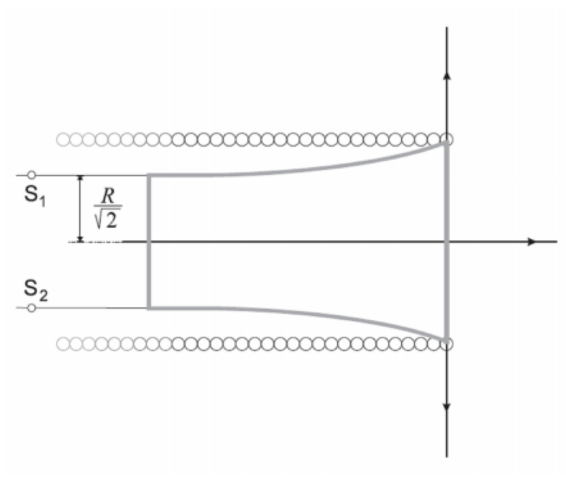
Fusha në rrafshin e mesit është e njëtrajtshme, sepse, duke qenë shumë larg skajeve të solenoidit, në rrafshin e mesit fusha është e padallueshme nga ajo e një solenoidi pafundëm; prandaj fluksi Φ_μ është

$\Phi_\mu=-\pi R^2B_0$ rrjedhimisht $\Phi_{ansore} =- \Phi_\sigma - \Phi_\mu=(\pi/2)R^2B_0$

Pyetja n. 7.

Zbatoni teoremën e Gausit në sipërfaqen e fituar duke rrotulluar dy vijat e fushës rreth boshtit të cilindrit dhe të mbyllur nga seksioni σ dhe pjesa e përshtatshme rrethore e rrafshit e mesit.

Fluksi nëpër sipërfaqen anësore është zero sepse fusha është në çdo pikë paralele me sipërfaqen. Fluksi totale përmes dy sipërfaqeve rrethore të vendosura në π dhe në rrafshin e mesit duhet të jetë zero. Dy flukset kanë shenja të kundërta, kështu që



mjafton të barazohen vlerat absolute. Jepet $2R'$ distanca midis pikave S_1 dhe S_2, që do të thotë se duhet të ketë

$$\frac{\pi}{2}R^2B_0 = \pi R'^2B_0 \Rightarrow R' \frac{R}{\sqrt{2}}$$

Pyetja n. 8.

Për të ndërtuar vijat e fushës magnetike, marrim parasysh pesë pikat e mëposhtme.

1. Dy vija fushe që kalojnë në S_1 dhe S_2 janë në distancën $R/\sqrt{2}$

2. Vija e fushës që kalon në P duhet të përkojë me boshtin e cilindrit.

3. Vija e fushës që kalojnë nëpër pikat e skajin e solenoidit (pika të planit π) jashtë solenoidit janë pingul me boshtin e solenoidit.

Për ta vërtetuar këtë, përdorni teknikën e zgjatjes së solenoidit përsëri, duke e dyfishuar atë. Le të jetë X një pikë e π jashtë solenoidit, dhe $B_{/\!/}(X)$, përbërësi paralel me boshtin (dhe për këtë arsye pingul me planin π) të fushës magnetike në X. Komponenti i fushës paralel me boshtin e solenoidit të zgjatur, në X është $2B_{/\!/}(X)$ dhe duhet të jetë zero (pika të planit të simetrisë, jashtë solenoidit). Kështu që edhe $B_{/\!/}(X)=0$

4. Komponenti i fushës magnetike paralel me boshtin e solenoidit ka një pavazhdimësi të barabartë me B_0 kur kalon nga brenda në pjesën e jashtme të solenoidit. Prandaj, meqënëse brenda solenoidit ky komponent është midis $B_0/2$ dhe B_0 dhe drejtohet në të djathtë, jashtë solenoidit është midis $-B_0/2$ dhe 0, dmth drejtohet në të majtë. Vija korresponduese e fushës magnetike prandaj përkulen në të majtë.

5. Jashtë solenoidit vijat kanë formën klasike të lakuar. Për të përfaqësuar fushën magnetike në një mënyrë mjaft të qartë, përveç vijave të përmendura, ***të paktën 2 vija*** që dalin ***në skajet e solenoidit*** dhe *katër që dalin nga sipërfaqja anësore e solenoidit*, përveç, duke e bërë të dukshme edhe simetrinë e vijave në lidhje me boshtin e solenoidit.

Si përfundim, një vizatim cilësor i vijave të fushës mund të jetë ai që tregohet në figurë.