

(ب) انرژی جنبشی آن را بر حسب الکترون ولت، محاسبه کنید.
SSM ILW
۴۰- ذره‌ای به جرم 1.0 g و بار $8.0 \mu\text{C}$ در میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه‌ای که شتاب سقوط آزاد 9.8 m/s^2 است حرکت می‌کند. سرعت ذره مقدار ثابت 2.0 km/s است که بر میدان مغناطیسی عمود است. میدان مغناطیسی چگونه است؟

۵۰۰- الکترونی در میدان مغناطیسی یکنواختی حرکت می‌کند که با $\vec{B} = B_x \hat{i} + (3/0 B_x) \hat{j}$ داده شده است. در یک لحظه معین سرعت الکترون $\vec{v} = (2/0 \hat{i} + 4/0 \hat{j}) \text{ m/s}$ و نیروی مغناطیسی وارد بر آن $(6/4 \times 10^{-13} \text{ N}) \hat{k}$ است. B_x را پیدا کنید.

۶۰۰- پروتونی در میدان مغناطیسی یکنواختی حرکت می‌کند که با $\vec{B} = (1/0 \hat{i} - 2/0 \hat{j} + 3/0 \hat{k}) \text{ mT}$ داده شده است. در لحظه t_1 سرعت پروتون با $\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} + (2/0 \text{ km/s}) \hat{k}$ و نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون با $\vec{F}_B = (4/0 \times 10^{-17} \text{ N}) \hat{i} + (2/0 \times 10^{-17} \text{ N}) \hat{j}$ داده شده است. در آن لحظه (الف) v_x و (ب) v_y چقدر است؟

بخش ۲۴-۴ میدانهای عمود بر هم: کشف الکترون

۷۰- در شکل ۲۴-۳۵، الکترونی از حالت سکون با اختلاف پتانسیل $V_1 = 1/00 \text{ kV}$ شتابدار شده و وارد شکاف میان دو صفحه موازی با فاصله $d = 2/0 \text{ mm}$ و اختلاف پتانسیل $V_2 = 100 \text{ V}$ می‌شود. صفحه پایینی در پتانسیل کمتر است. از اثر لبه‌ها چشمپوشی کرده و فرض کنید که بردار سرعت الکترون بر بردار میدان الکتریکی میان صفحه‌ها عمود است. بر حسب بردار یکه، میدان مغناطیسی یکنواختی که موجب حرکت الکترون در راستای یک خط راست در شکاف می‌شود چقدر است؟ ILW



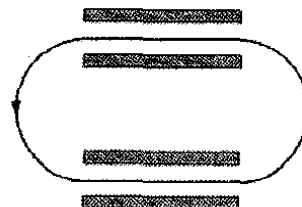
شکل ۲۴-۳۵ مسئله ۷

۸۰- میدان الکتریکی $1/50 \text{ kV/m}$ و میدان مغناطیسی $0/400 \text{ T}$ بر الکترون متحرکی اثر می‌کنند به طوری که هیچ نیروی خالصی ایجاد نمی‌شود. اگر میدانها بر یکدیگر عمود باشند، تندی الکترون چقدر است؟

۹۰- سرعت اولیه الکترونی $(12/0 \hat{j} + 15/0 \hat{k}) \text{ km/s}$ و شتاب ثابت آن در ناحیه‌ای که میدانهای الکتریکی و مغناطیسی یکنواختی وجود دارند $(2/00 \times 10^{13} \text{ m/s}^2) \hat{i}$ است. اگر $\vec{B} = (4/00 \mu\text{T}) \hat{i}$ باشد، میدان الکتریکی $\vec{E}$ را پیدا کنید.

۱۰۰۰- پروتونی در میدانهای مغناطیسی و الکتریکی یکنواختی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی $\vec{B} = -2/50 \hat{i} \text{ mT}$ است. در یک لحظه سرعت پروتون $\vec{v} = 2/00 \hat{j} \text{ m/s}$ است. در این لحظه اگر میدان الکتریکی (الف) $4/00 \text{ kV/m}$ (ب) $-4/00 \text{ kV/m}$ و (پ) $4/00 \hat{i} \text{ V/m}$ باشد، نیروی خالص وارد بر ذره را بر حسب بردار یکه پیدا کنید.

(ب) جفت صفحه‌های پایینی است؟ (پ) جهت میدان مغناطیسی چگونه است؟



شکل ۲۴-۳۴ پرسش ۱۰

۱۱- (الف) در نکته واریسی ۵، اگر گشتاور دو قطبی $\vec{p}$ از سمتگیری ۱ به سمتگیری ۲ بچرخد، آیا کار انجام شده روی دو قطبی توسط میدان مغناطیسی مثبت است یا منفی یا صفر است؟ (ب) کار انجام شده روی دو قطبی توسط میدان مغناطیسی را به ترتیب بزرگی این سه چرخش مرتب کنید:
 $3 \leftarrow 2, 4 \leftarrow 2, 1 \leftarrow 2$

مسئله‌ها

مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس)
SSM: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها
WWW: پاسخ در <http://www.wiley.com/college/halliday> داده شده است.

ILW: پاسخ یادگیری تعاملی در <http://www.wiley.com/college/halliday> داده شده است.
••••• تعداد نقطه‌ها درجه دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد.

اطلاعات اضافی در سیرک پرنده فیزیک و در flyingcircusofphysics.com قابل دسترس است.

بخش ۲۴-۳ تعریف $\vec{B}$

۱۰- الکترونی با سرعت

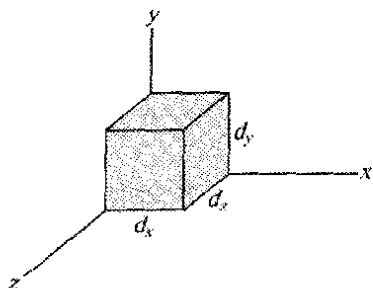
$$\vec{v} = (2/0 \times 10^6 \text{ m/s}) \hat{i} + (3/0 \times 10^6 \text{ m/s}) \hat{j}$$

در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (0/030 \text{ T}) \hat{i} + (0/15 \text{ T}) \hat{j}$ حرکت می‌کند. (الف) نیروی وارد بر الکترون را پیدا کنید. (ب) محاسبه را برای پروتونی با همین سرعت تکرار کنید.

۲۰- یک ذره آلفا با سرعت $\vec{v}$ با بزرگی 550 m/s در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $0/045 \text{ T}$ حرکت می‌کند (بار ذره آلفا $3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن $6/6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است). زاویه میان $\vec{v}$ و $\vec{B}$ برابر با 52° است. بزرگی (الف) نیروی $\vec{F}_B$ وارد بر ذره ناشی از میدان و (ب) شتاب ذره ناشی از $\vec{F}_B$ چقدر است؟ (پ) آیا تندی ذره افزایش می‌یابد یا کاهش می‌یابد؟

۳۰- پروتونی با زاویه $23/0^\circ$ نسبت به جهت یک میدان مغناطیسی با شدت $2/60 \text{ mT}$ حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $6/50 \times 10^{-17} \text{ N}$ بر آن وارد می‌شود. (الف) تندی پروتون و

۱۵۰۰- در شکل ۲۴-۳۸، مکعب رسانای توپری با ابعاد $d_x = 5/0 \text{ cm}$ ، $d_y = 3/0 \text{ cm}$ و $d_z = 2/0 \text{ cm}$ با سرعت ثابت $\vec{v} = (2/0 \text{ m/s})\hat{i}$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (3/0 \text{ mT})\hat{j}$ حرکت می‌کند. (الف) میدان الکتریکی داخل مکعب بر حسب بردار یکه و (ب) اختلاف پتانسیل دو سر مکعب چقدر است؟



شکل ۲۴-۳۸ مسئله‌های ۱۵ و ۱۶

۱۶۰۰۰- شکل ۲۴-۳۸ قطعه فلزی را نشان می‌دهد که وجه‌های آن با محورهای مختصات موازی‌اند. این قطعه در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/20 \text{ T}$ قرار دارد. طول یک ضلع این قطعه 25 cm است که با مقیاس نشان داده نشده است. این قطعه با تندی $3/0 \text{ m/s}$ به نوبت موازی با هر محور حرکت می‌کند و اختلاف پتانسیل V ظاهر شده در دو طرف قطعه اندازه‌گیری می‌شود. در حرکت موازی با محور y ، $V = 12 \text{ mV}$ موازی با محور z ، $V = 18 \text{ mV}$ و موازی با محور x ، $V = 0$ است. ابعاد قطعه (الف) d_x ، (ب) d_y و (پ) d_z چقدرند؟

بخش ۲۴-۶ ذره باردار در حرکت دایره‌ای

۱۷۰- الکترونی با انرژی جنبشی $1/20 \text{ keV}$ دایره‌ای را در صفحه عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی می‌پیماید. شعاع مدار $25/0 \text{ cm}$ است. (الف) تندی الکترون، (ب) بزرگی میدان مغناطیسی، (پ) بسامد چرخش و (ت) دوره تناوب حرکت را پیدا کنید. SSM

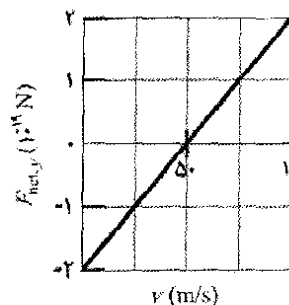
۱۸۰- الکترونی از حالت سکون توسط اختلاف پتانسیل 350 V شتاب می‌گیرد. الکترون سپس با سرعتی عمود بر میدان وارد میدان مغناطیسی یکنواختی (با بزرگی 200 mT) می‌شود. (الف) تندی الکترون و (ب) شعاع مسیر آن در میدان مغناطیسی را محاسبه کنید.

۱۹۰- چه میدان مغناطیسی یکنواختی باید عمود بر باریکه‌ای از الکترونها متحرک با تندی $1/30 \times 10^6 \text{ m/s}$ اعمال شود تا الکترونها در دایره‌ای به شعاع $0/350 \text{ m}$ حرکت کنند؟

۲۰۰- در یک آزمایش هسته‌ای پروتونی با انرژی جنبشی $1/0 \text{ MeV}$ در مسیری دایره‌ای در میدان مغناطیسی یکنواختی حرکت می‌کند. انرژی (الف) یک ذره آلفا ($q = +2e$ ، $m = 4/0 \text{ u}$) و (ب) یک دوترون ($q = +e$ ، $m = 2/0 \text{ u}$) چقدر باید باشد تا در همان مسیر دایره‌ای حرکت کنند؟

۱۱۰۰- یک چشمه یون، یونهای ${}^6\text{Li}$ ایجاد می‌کند که بار آنها $+e$ و جرم آنها $9/99 \times 10^{-31} \text{ kg}$ است. یونها توسط اختلاف پتانسیل 10 kV شتاب می‌گیرند و به طور افقی وارد ناحیه‌ای می‌شوند که در آنجا میدان مغناطیسی یکنواخت قائمی به بزرگی $B = 1/2 \text{ T}$ وجود دارد. شدت کمترین میدان الکتریکی را محاسبه کنید که در همان منطقه برقرار شود و یونهای ${}^6\text{Li}$ بتوانند بدون انحراف از آن بگذرند.

۱۲۰۰۰- در لحظه t_1 ، الکترونی در جهت مثبت محور x از میان دو میدان الکتریکی $\vec{E}$ و میدان مغناطیسی $\vec{B}$ فرستاده می‌شود که موازی محور y است. شکل ۲۴-۳۶ مؤلفه y نیروی خالص وارد بر الکترون، $F_{\text{net},y}$ را از طرف دو میدان برحسب تابعی از تندی v الکترون در لحظه t_1 نشان می‌دهد. مقیاس محور سرعت با $v_s = 100/0 \text{ m/s}$ مشخص شده است. مؤلفه‌های x و z نیروی خالص در لحظه t_1 برابر صفرند. با فرض $B_x = 0$ ، (الف) بزرگی E و (ب) $\vec{B}$ را برحسب بردار یکه پیدا کنید.



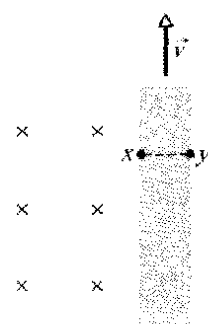
شکل ۲۴-۳۶ مسئله ۱۲

بخش ۲۴-۵ میدانهای عمود بر هم: اثر هال

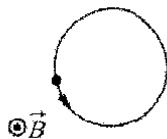
۱۳۰- یک نوار مسی به ضخامت $150 \mu\text{m}$ و پهنای $4/5 \text{ mm}$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ با بزرگی $0/65 \text{ T}$ و با $\vec{B}$ عمود بر نوار قرار دارد. سپس جریان $i = 23 \text{ A}$ در نوار فرستاده می‌شود به طوری که اختلاف پتانسیل هال V در دو سر پهنای نوار برقرار می‌شود. V را محاسبه کنید. (تعداد حاملهای بار یکای حجم مس $8/47 \times 10^{28}$ الکترون بر متر مکعب است.)

۱۴۰- همان‌طور که در شکل ۲۴-۳۷ نشان داده شده است، یک نوار فلزی به درازای $6/50 \text{ cm}$ ، به پهنای $0/850 \text{ cm}$ و ضخامت $0/760 \text{ mm}$ با سرعت ثابت $\vec{v}$ در میدان مغناطیسی

یکنواخت $B = 1/20 \text{ mT}$ که عمود بر نوار است حرکت می‌کند. اختلاف پتانسیل $2/90 \mu\text{V}$ بین نقطه‌های x و y در دو طرف نوار برقرار است. تندی v را محاسبه کنید.



شکل ۲۴-۳۷ مسئله ۱۴



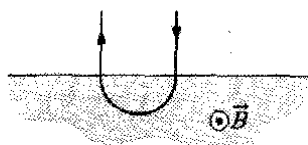
شکل ۲۴-۴۱ مسئله ۲۴

۲۵• یک ذره آلفا ($q = +2e$, $m = 4.00u$) در مسیری دایره‌ای به شعاع 4.50 cm در میدان مغناطیسی یکنواختی با $B = 1.20\text{ T}$ حرکت می‌کند. (الف) تندی ذره، (ب) دوره تناوب چرخش آن، (پ) انرژی جنبشی آن و (ت) اختلاف پتانسیلی را که برای رسیدن به این انرژی توسط آن شتابدار شده است، محاسبه کنید.

۲۶• ذره‌ای با حرکت دایره‌ای یکنواخت به شعاع $26.1\text{ }\mu\text{m}$ در میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. نیروی مغناطیسی وارد بر ذره دارای بزرگی $1.60 \times 10^{-13}\text{ N}$ است. انرژی جنبشی ذره چقدر است؟

۲۷• الکترونی در یک مسیر مارپیچی در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 0.300 T حرکت می‌کند. گام مسیر $6.00\text{ }\mu\text{m}$ و بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون برابر با $2.00 \times 10^{-15}\text{ N}$ است. تندی الکترون چقدر است؟

۲۸• در شکل ۲۴-۴۲، ذره باردار وارد ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ می‌شود، نصف دایره‌ای را طی می‌کند و سپس از آن ناحیه خارج می‌شود. ذره می‌تواند پروتون یا الکترون باشد (شما باید تصمیم بگیرید). این ذره 130 ns را در این ناحیه سپری می‌کند. (الف) بزرگی $\vec{B}$ چقدر است؟ (ب) اگر ذره با دو برابر انرژی جنبشی اولیه (در راستای همان مسیر) دوباره به میدان مغناطیسی برگردد، در این حرکت چه مدت زمان در میدان خواهد بود؟



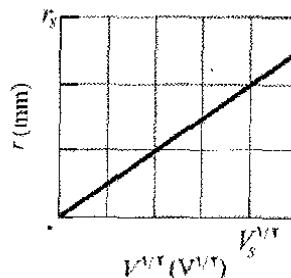
شکل ۲۴-۴۲ مسئله ۲۸

۲۹• پوزیترونی با انرژی جنبشی 2.00 keV به داخل میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 0.100 T پرتاب می‌شود، به طوری که بردار سرعت آن با $\vec{B}$ زاویه 89.0° می‌سازد. (الف) دوره تناوب، (ب) گام p و (پ) شعاع r مسیر مارپیچی آن را پیدا کنید. SSM WWW

۳۰• الکترونی روی مسیری مارپیچی در میدان مغناطیسی یکنواختی که با رابطه $\vec{B} = (2.0\hat{i} - 5.0\hat{j} - 3.0\hat{k})\text{ mT}$ داده می‌شود حرکت می‌کند. در زمان $t = 0$ سرعت الکترون با رابطه $\vec{v} = (2.0\hat{i} - 3.0\hat{j} + 5.0\hat{k})\text{ m/s}$ داده می‌شود. (الف) زاویه ϕ میان $\vec{B}$ و $\vec{v}$ چقدر است؟ سرعت الکترون نسبت به زمان تغییر

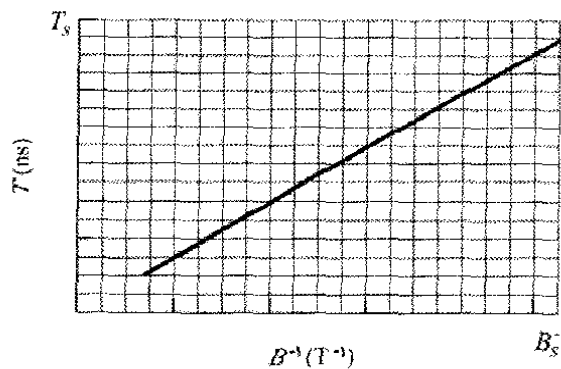
۲۱• (الف) بسامد چرخش الکترونی با انرژی 100 eV را در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $35.0\text{ }\mu\text{T}$ پیدا کنید. (ب) اگر سرعت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود باشد، شعاع مسیر آن را محاسبه کنید.

۲۲• الکترونی از حالت سکون با اختلاف پتانسیل V شتاب می‌گیرد و سپس وارد ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شود که در آن حرکت دایره‌ای یکنواختی انجام می‌گیرد. شکل ۲۴-۳۹ شعاع r این حرکت را برحسب $V^{1/2}$ به دست می‌دهد. مقیاس محور عمودی $r_s = 3.0\text{ mm}$ ، و مقیاس محور افقی با $V_s^{1/2} = 40.0\text{ V}^{1/2}$ مشخص شده است. بزرگی میدان مغناطیسی چقدر است؟



شکل ۲۴-۳۹ مسئله ۲۲

۲۳• ذره معینی با بردار سرعت عمود بر جهت یک میدان مغناطیسی یکنواخت به داخل آن فرستاده می‌شود. شکل ۲۴-۴۰ دوره تناوب T حرکت ذره را برحسب معکوس میدان مغناطیسی B نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $T_s = 40.0\text{ ns}$ و مقیاس محور افقی با $B_s^{-1} = 5.0\text{ T}^{-1}$ مشخص شده است. نسبت m/q جرم ذره به بزرگی بار آن چقدر است؟



شکل ۲۴-۴۰ مسئله ۲۳

۲۴• در شکل ۲۴-۴۱ ذره‌ای روی یک دایره در ناحیه‌ای که در آن میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 4.00\text{ mT}$ وجود دارد حرکت می‌کند. ذره می‌تواند پروتون یا الکترون باشد (شما باید انتخاب کنید). به این ذره نیروی مغناطیسی با بزرگی $3.20 \times 10^{-15}\text{ N}$ وارد می‌شود. (الف) تندی ذره، (ب) شعاع دایره و (پ) دوره تناوب حرکت چقدر است؟

۲۴-۷ سیکلوترونها و سینکروترونها

۳۵۰۰- طول کل مسیر پیموده شده توسط یک دوترون در سیکلوترون مسئله نمونه ۲۴-۵ را در ضمن (کل) فرایند شتاب گیری محاسبه کنید. فرض کنید که پتانسیل شتاب دهنده میان دی‌ها 80 kV باشد

۳۶۰۰- در یک سیکلوترون مشخص پروتون در دایره‌ای به شعاع 0.500 m حرکت می‌کند. بزرگی میدان مغناطیسی $1/20\text{ T}$ است. (الف) بسامد نوسانگر چقدر است؟ (ب) انرژی جنبشی پروتون بر حسب الکترون ولت چقدر است؟

۳۷۰۰- پروتونی در یک سیکلوترون با شروع از حالت تقریباً سکون در مرکز، در مسیری دایره‌ای حرکت می‌کند. وقتی که از شکاف بین دی‌ها می‌گذرد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دی‌ها 200 V است. (الف) با هر بار عبور از شکاف انرژی جنبشی آن چقدر افزایش می‌یابد؟ (ب) وقتی که ۱۰۰ بار از شکاف بگذرد انرژی جنبشی آن چقدر است؟ فرض کنید r_{100} شعاع مسیر دایره‌ای پروتون در هنگام کامل شدن دور صدم و موقع ورود به یک دی، و r_{101} شعاع بعدی موقع ورود به دی در زمان بعدی باشد، (پ) وقتی شعاع از r_{100} به r_{101} تغییر کند درصد افزایش شعاع چقدر است؟ یعنی

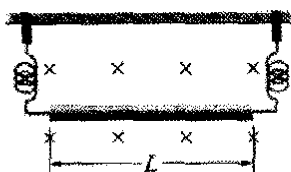
$$(\text{درصد}) = \frac{r_{101} - r_{100}}{r_{100}} \times 100 = \text{درصد افزایش}$$

چقدر است؟

۳۸۰۰- سیکلوترونی با دی به شعاع $53/0\text{ cm}$ در بسامد نوسانگر برابر با $12/0\text{ MHz}$ برای شتاب دادن به پروتون‌ها کار می‌کند. (الف) بزرگی B میدان مغناطیسی مورد نیاز برای رسیدن به تشدید چقدر است؟ (ب) در این بزرگی، انرژی جنبشی پروتونی که از سیکلوترون خارج می‌شود چقدر است؟ اکنون فرض کنید که $B = 1/57\text{ T}$ باشد. (پ) حالا چه بسامد نوسانگری برای رسیدن به تشدید لازم است؟ (ت) در این بسامد، انرژی جنبشی پروتون خارج شده چقدر است؟

بخش ۲۴-۸ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

۳۹۰- یک سیم گرمی به طول $L = 62/0\text{ cm}$ توسط دو رابط قابل انعطاف در میدان مغناطیسی یکنواختی آویزان است (شکل ۲۴-۴۴). (الف) بزرگی و (ب) جهت (چپ یا راست) جریان مورد نیاز برای حذف نیروی کشش در رابط‌های نگهدارنده چیست؟



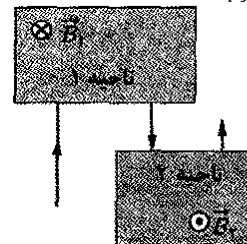
شکل ۲۴-۴۴ مسئله ۳۹

۴۰۰- سیم خمیده نشان داده شده در شکل ۲۴-۴۵ در میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. طول هر قسمت مستقیم $2/0\text{ m}$

می‌کند. آیا (ب) تندی آن و (پ) زاویه ϕ نسبت به زمان تغییر می‌کند؟ (ت) شعاع مسیر مارپیچی چقدر است؟

۳۱۰۰- یک طیف سنج جرم تجارتي (به مسئله نمونه ۲۴-۳ نگاه کنید) برای جدا کردن یونهای اورانیوم با جرم $3/92 \times 10^{-25}\text{ kg}$ و بار الکتریکی $3/20 \times 10^{-19}\text{ C}$ از نمونه‌های مربوط به کار می‌رود. یونها توسط اختلاف پتانسیل 100 kV شتاب می‌گیرند و سپس وارد میدان مغناطیسی یکنواختی می‌شوند و در مسیری به شعاع $1/00\text{ m}$ خم می‌شوند. یونها پس از انحراف به اندازه 180° و عبور از شکافی به پهنای $1/00\text{ mm}$ و ارتفاع $1/00\text{ cm}$ در ظرفی جمع‌آوری می‌شوند. (الف) بزرگی میدان مغناطیسی (عمودی) جداکننده چقدر است؟ اگر این دستگاه برای جدا کردن 100 mg ماده در ساعت به کار رود، (ب) جریان یونهای مورد نظر در دستگاه و (پ) انرژی گرمایی تلف شده را در مدت $1/00\text{ h}$ محاسبه کنید.

۳۲۰۰- در شکل ۲۴-۴۳، الکترونی با انرژی جنبشی اولیه $4/0\text{ keV}$ در لحظه $t = 0$ وارد ناحیه ۱ می‌شود. در آن ناحیه میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/010\text{ T}$ و به طرف داخل صفحه برقرار است. الکترون یک نیم‌دایره را طی می‌کند و سپس از ناحیه ۱ خارج و به طرف ناحیه ۲ که $25/0\text{ cm}$ با آن فاصله دارد حرکت می‌کند. یک اختلاف پتانسیل الکتریکی $\Delta V = 2000\text{ V}$ در دو سر این فاصله برقرار است با قطبیتی که تندی الکترون‌ها را به طور یکنواخت با عبور از این فاصله افزایش می‌دهد. در ناحیه ۲ میدان مغناطیسی یکنواختی به طرف خارج از صفحه با بزرگی $0/020\text{ T}$ وجود دارد. الکترون یک نیم‌دایره را می‌پیماید و سپس ناحیه ۲ را ترک می‌کند. در چه زمان t آنجا را ترک می‌کند؟



شکل ۲۴-۴۳ مسئله ۳۲

۳۳۰۰- نوع خاصی از ذره بنیادی با تبدیل به یک الکترون e^- و یک پروتون e^+ واپاشیده می‌شود. فرض کنید ذره‌ای که واپاشیده می‌شود در حالت سکون در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ با بزرگی $3/53\text{ mT}$ قرار داشته و e^+ و e^- از نقطه واپاشی در مسیری که در صفحه عمود بر $\vec{B}$ قرار دارند از هم دور شوند. چه مدت پس از واپاشی e^- و e^+ برخورد می‌کنند؟

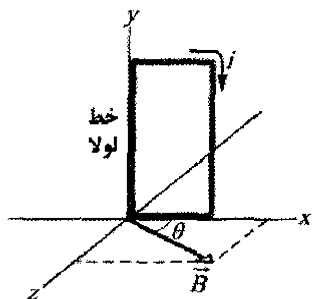
۳۴۰۰- چشمه‌ای الکترونی را با تندی $v = 1/5 \times 10^7\text{ m/s}$ به میدان مغناطیسی یکنواختی با بزرگی $B = 1/0 \times 10^{-3}\text{ T}$ پرتاب می‌کند. سرعت الکترون با جهت میدان مغناطیسی زاویه $\theta = 10^\circ$ می‌سازد. فاصله d از نقطه پرتاب که در آن الکترون بعداً خط میدانی را که از نقطه پرتاب می‌گذرد قطع می‌کند پیدا کند.

به قائم) کمترین میدان مغناطیسی که میله را در آستانه لغزش قرار می‌دهد چقدر است؟

۴۶۰۰۰- رسانای دراز صلبی که در امتداد محور x قرار دارد در جهت منفی x حامل جریان $5/0\text{ A}$ است. میدان مغناطیسی موجود $\vec{B}$ با رابطه $\vec{B} = 3/0\hat{i} + 8/0x^2\hat{j}$ داده می‌شود که x بر حسب متر و B بر حسب میلی تسلاست. برحسب بردار یک، نیروی وارد بر یک بخش $2/0$ متری این رسانا را که میان $x = 1/0\text{ m}$ و $x = 3/0\text{ m}$ قرار دارد پیدا کنید.

بخش ۲۴-۹ گشتاور نیروی وارد بر حلقه جریان

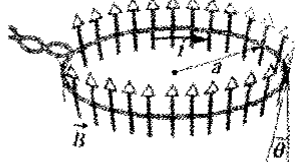
۴۷۰- شکل ۲۴-۴۷ یک پیچه مستطیل شکل را با 20 دور سیم به ابعاد 10 cm در $5/0\text{ cm}$ نشان می‌دهد. این پیچه حامل جریان $0/10\text{ A}$ است و در یک طولش لولا شده است. پیچه در صفحه xy قرار دارد و با جهت میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $0/50\text{ T}$ زاویه $\theta = 30^\circ$ می‌سازد. برحسب بردار یک، گشتاور نیروی وارد بر پیچه نسبت به خط لولا چیست؟ SSM



شکل ۲۴-۴۷ مسئله ۴۷

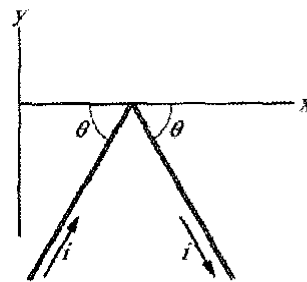
۴۸۰- یک حلقه جریان تک دور که از آن جریان $4/00\text{ A}$ می‌گذرد به شکل یک مثلث قائم الزاویه به اضلاع $5/0$ ، $12/0$ و $13/0$ سانتی‌متر است. این حلقه در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $75/0\text{ mT}$ که جهت آن موازی با جریان در ضلع $13/0$ سانتی‌متری حلقه است قرار دارد. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر (الف) ضلع $13/0$ سانتی‌متری، (ب) $5/0$ سانتی‌متری و (پ) $12/0$ سانتی‌متری چقدر است؟

۴۹۰۰- شکل ۲۴-۴۸ یک حلقه سیم به شعاع $a = 1/8\text{ m}$ را نشان می‌دهد که بر جهت کلی یک میدان مغناطیسی واگرا و با تقارن شعاعی عمود است. بزرگی میدان مغناطیسی در همه جای حلقه یکسان و مساوی $B = 3/4\text{ mT}$ است و جهت آن در همه جای حلقه با خط عمود بر صفحه حلقه زاویه $\theta = 20^\circ$ می‌سازد. سیمهای رابط پیچیده شده اثری در مسئله ندارند. اگر از حلقه جریان $i = 4/6\text{ mA}$



شکل ۲۴-۴۸ مسئله ۴۹

و با محور x زاویه $\theta = 60^\circ$ می‌سازد و حامل جریان $2/0\text{ A}$ است. اگر میدان مغناطیسی با (الف) $4/0\text{ kT}$ و (ب) $4/0\text{ iT}$ داده شود، نیروی مغناطیسی خالص وارد بر سیم برحسب بردار یک، چگونه است؟



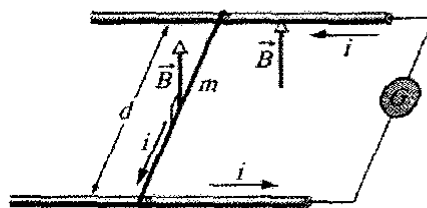
شکل ۲۴-۴۵ مسئله ۴۰

۴۱۰- یک خط قدرت افقی از جنوب به شمال حامل جریان 5000 A است. میدان مغناطیسی زمین $(60/0\text{ }\mu\text{T})$ به طرف شمال است و نسبت به افق به اندازه $70/0^\circ$ به پایین تمایل دارد. (الف) بزرگی و (ب) جهت نیروی مغناطیسی وارد بر 100 m از سیم ناشی از میدان زمین را پیدا کنید. SSM

۴۲۰- سیمی به طول $1/80\text{ m}$ حامل جریان $12/0\text{ A}$ است و با میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 1/50\text{ T}$ زاویه $35/0^\circ$ می‌سازد. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را محاسبه کنید.

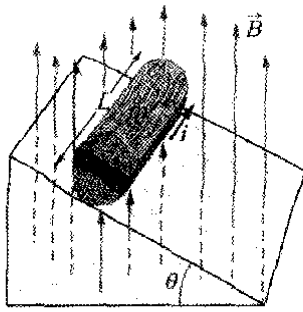
۴۳۰- سیمی به طول $50/0\text{ cm}$ حامل جریان $5/500\text{ A}$ در جهت مثبت محور x در میدان مغناطیسی $\vec{B} = (3/00\text{ mT})\hat{j} + (10/0\text{ mT})\hat{k}$ است. برحسب بردار یک، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم چیست؟

۴۴۰۰- در شکل ۲۴-۴۶، یک سیم فلزی به جرم $m = 24/1\text{ mg}$ می‌تواند روی دو ریل موازی افقی به فاصله $d = 2/56\text{ cm}$ از یکدیگر و با اصطکاک ناچیز بلغزد. این دستگاه در میدان مغناطیسی قائم یکنواختی با بزرگی $56/3\text{ mT}$ واقع است. در لحظه $t = 0$ ، وسیله G به ریلها وصل می‌شود که در سیم و ریلها جریان ثابت $i = 9/13\text{ mA}$ را ایجاد می‌کند (حتی در وقتی که سیم در حرکت است). در $t = 61/1\text{ ms}$ (الف) تندی و (ب) جهت حرکت (چپ یا راست) سیم را پیدا کنید.



شکل ۲۴-۴۶ مسئله ۴۴

۴۵۰۰۰- یک میله مسی به جرم $1/0\text{ kg}$ روی دو ریل افقی به فاصله $1/0\text{ m}$ از یکدیگر قرار دارد و حامل جریان 50 A از یک ریل به ریل دیگر است. ضریب اصطکاک استاتیک میان میله و ریلها $0/60$ است. (الف) بزرگی و (ب) زاویه (نسبت



شکل ۲۴-۵۰ مسئله ۵۳

بخش ۲۴-۱۰ گشتاور دوقطبی مغناطیسی

۵۴• یک حلقه سیمی دایره‌ای به شعاع $15/0\text{ cm}$ حامل جریان $2/60\text{ A}$ است. این حلقه طوری قرار گرفته است که بردار عمود بر صفحه آن با میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی $12/0\text{ T}$ زاویه $41/0^\circ$ می‌سازد. (الف) بزرگی گشتاور دوقطبی مغناطیسی حلقه را محاسبه کنید. (ب) بزرگی گشتاور نیروی وارد بر حلقه چقدر است؟

۵۵• شعاع یک پیچه دایره‌ای با 160 دور برابر با $1/90\text{ cm}$ است. (الف) جریانی را که باعث ایجاد گشتاور دوقطبی مغناطیسی با بزرگی $2/30\text{ A}\cdot\text{m}^2$ می‌شود محاسبه کنید. (ب) بیشینه بزرگی گشتاوری را که به پیچه حامل این جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت $35/0\text{ mT}$ وارد می‌شود پیدا کنید.

SSM

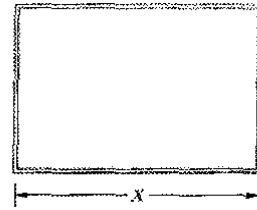
۵۶• بزرگی گشتاور دوقطبی مغناطیسی زمین $8/00 \times 10^{22}\text{ J/T}$ است. فرض کنید که این گشتاور بر اثر بارهایی که در قسمت بیرونی هسته مذاب زمین حرکت می‌کنند ایجاد می‌شود. اگر شعاع مسیر دایره‌ای این بارها 3500 km باشد، جریانی را که ایجاد می‌کنند محاسبه کنید.

۵۷• ضلعهای یک حلقه حامل جریان $5/0\text{ A}$ به شکل مثلث قائم الزاویه برابر 30 ، 40 و 50 سانتی‌متر است. این حلقه در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 80 mT واقع است که جهت آن با جریان در ضلع 50 سانتی‌متر حلقه موازی است. بزرگی (الف) گشتاور دوقطبی مغناطیسی حلقه و (ب) گشتاور نیروی وارد بر حلقه را پیدا کنید.

۵۸• یک دوقطبی مغناطیسی با گشتاور دوقطبی با بزرگی $0/02\text{ J/T}$ در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 52 mT از حالت سکون رها می‌شود. از چرخش دوقطبی به واسطه نیروی مغناطیسی وارد بر آن نمی‌توان جلوگیری کرد. وقتی که این دوقطبی به اندازه‌ای که گشتاور دوقطبی آن در جهت میدان مغناطیسی است می‌چرخد، انرژی جنبشی آن برابر $0/80\text{ mJ}$ است. (الف) زاویه اولیه میان گشتاور دوقطبی و میدان مغناطیسی چقدر است؟ (ب) وقتی دوقطبی (به طور لحظه‌ای) بعداً به سکون می‌رسد این زاویه چقدر است؟

۵۹• دو حلقه سیم دایره‌ای شکل هم مرکز به شعاعهای $r_1 = 20/0\text{ cm}$ و $r_2 = 30/0\text{ cm}$ واقع در صفحه xy ، هر یک

۵۰•• در شکل ۲۴-۴۹ حلقه مستطیل شکلی که حامل جریان است در صفحه میدان مغناطیسی یکنواختی با بزرگی $0/040\text{ T}$ قرار دارد. این حلقه شامل یک دور سیم رسانای قابل انعطاف است که دور پایه‌ای قابل انعطاف پیچیده شده است به طوری که ابعاد مستطیل می‌تواند تغییر کند. (طول کل سیم تغییر نمی‌کند). وقتی طول لبه x تقریباً از صفر تا بیشینه مقدار آن برابر $4/0\text{ cm}$ تغییر کند، بزرگی گشتاور نیروی τ وارد بر حلقه تغییر می‌کند. بیشینه مقدار τ برابر با $4/80 \times 10^{-8}\text{ N}$ است. جریان در حلقه چقدر است؟



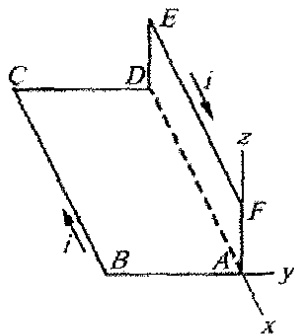
شکل ۲۴-۴۹ مسئله ۵۰

۵۱•• مقاومت پیچه گالوانومتری (به مسئله نمونه ۲۴-۷ نگاه کنید) $75/3\Omega$ است؛ وقتی جریان $1/62\text{ mA}$ از پیچه می‌گذرد عقربه آن به طور کامل منحرف می‌شود. (الف) مقدار مقاومت کمکی مورد نیاز جهت تبدیل گالوانومتر به یک ولت‌سنج که در انحراف کامل مقدار $1/00\text{ V}$ را نشان دهد چقدر است؟ (ب) این مقاومت باید با گالوانومتر به طور متوالی وصل شود یا موازی؟ (پ) مقدار مقاومت کمکی مورد نیاز جهت تبدیل گالوانومتر به یک آمپرسنج که در انحراف کامل مقدار $50/0\text{ mA}$ را نشان دهد چقدر است؟ (ت) این مقاومت باید به طور متوالی وصل شود یا موازی؟

۵۲•• الکترونی با تندی $2/19 \times 10^6\text{ m/s}$ روی دایره‌ای به شعاع $r = 5/29 \times 10^{-11}\text{ m}$ حرکت می‌کند. این مسیر دایره‌ای را به صورت یک حلقه جریان با جریان ثابت برابر با نسبت بزرگی بار الکترون به دوره تناوب حرکت در نظر بگیرید. اگر دایره در میدان مغناطیسی یکنواختی با بزرگی $B = 7/10\text{ mT}$ قرار گیرد، بیشینه بزرگی ممکن گشتاور نیروی ایجاد شده توسط میدان روی حلقه چقدر است؟

۵۳•• شکل ۲۴-۵۰ یک استوانه چوبی به جرم $m = 0/250\text{ kg}$ و طول $L = 0/100\text{ m}$ را نشان می‌دهد که $N = 10/0$ دور سیم در امتداد طول به دور آن پیچیده شده است، به طوری که صفحه پیچه سیم محور استوانه را شامل می‌شود. این استوانه روی سطح شیب‌داری با زاویه θ نسبت به راستای افقی، با صفحه پیچه موازی با سطح شیب‌دار رها می‌شود. اگر بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت $0/500\text{ T}$ باشد، کمترین جریان در پیچه باید چقدر باشد تا مانع از غلتیدن استوانه به طرف پایین شود؟

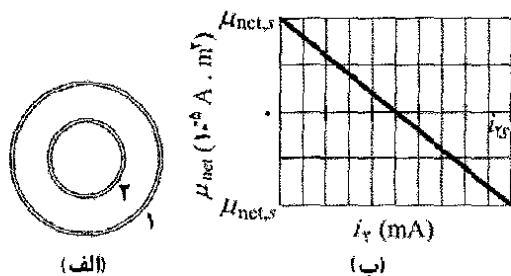
مخالف i را در قسمت AD در نظر بگیرید، سپس مسئله را برای دو حلقه مستطیلی $ABCD$ و $ADEFA$ حل کنید.



شکل ۲۴-۵۳ مسئله ۶۲

۶۳۰۰- سیمی به طول 25.0 cm که حامل جریان $4/51\text{ mA}$ است باید به شکل یک پیچه دایره‌ای شکل درآمده و در میدان مغناطیسی یکنواخت B با بزرگی $5/71\text{ mT}$ قرار داده شود. اگر گشتاور نیروی وارد بر پیچه از میدان بیشینه شود، (الف) زاویه میان $\vec{B}$ و گشتاور دو قطبی مغناطیسی پیچه و (ب) تعداد دورهای پیچه چقدر است؟ (پ) بزرگی این بیشینه گشتاور نیرو چقدر است؟ SSM ILW

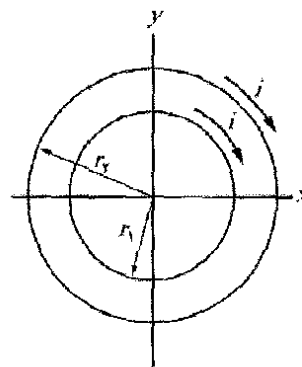
۶۴۰۰- در شکل ۲۴-۵۴ الف، دو پیچه هم مرکز که در یک صفحه واقع اند حامل جریانهایی در جهت مخالف یکدیگرند. جریان در پیچه بزرگتر ۱ ثابت است. جریان i_2 در پیچه ۲ می‌تواند تغییر کند. شکل ۲۴-۵۴ ب گشتاور مغناطیسی خالص دو پیچه را بر حسب تابعی از i_2 به دست می‌دهد. مقیاس محور عمودی با $\mu_{\text{net},s} = 2/0 \times 10^{-5}\text{ A}\cdot\text{m}^2$ ، و مقیاس محور افقی با $i_2 = 10/0\text{ mA}$ مشخص شده‌اند. اگر جریان در پیچه ۲ معکوس شود، بزرگی گشتاور مغناطیسی دو پیچه وقتی $i_2 = 7/0\text{ mA}$ باشد چقدر است؟



شکل ۲۴-۵۴ مسئله ۶۴

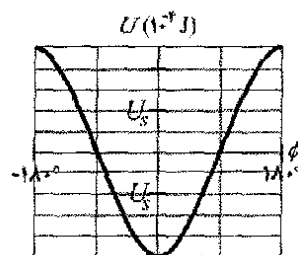
۶۵۰۰- پیچه شکل ۲۴-۵۵ حامل جریان $i = 2/00\text{ A}$ است و در جهت نشان داده شده موازی با صفحه xy دارای $3/00$ دور و مساحت $4/00 \times 10^{-3}\text{ m}^2$ است و در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (2/00\hat{i} - 3/00\hat{j} - 4/00\hat{k})\text{ mT}$ قرار دارد. (الف) انرژی پتانسیل مغناطیسی پیچه-میدان مغناطیسی و (ب) گشتاور نیروی مغناطیسی وارد بر پیچه (بر حسب بردار یکه) را پیدا کنید.

حامل جریان ساعتگرد $7/00\text{ A}$ هستند (شکل ۲۴-۵۱). (الف) بزرگی گشتاور دو قطبی مغناطیسی خالص را پیدا کنید. (ب) اگر در حلقه داخلی جریان معکوس شود محاسبه را تکرار کنید. SSM



شکل ۲۴-۵۱ مسئله ۵۹

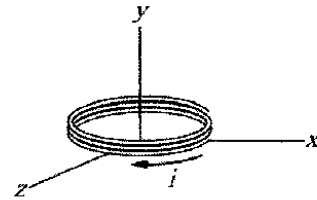
۶۰۰۰- شکل ۲۴-۵۲ انرژی پتانسیل U یک دو قطبی مغناطیسی واقع در میدان مغناطیسی خارجی $\vec{B}$ را بر حسب زاویه ϕ میان جهت‌های $\vec{B}$ و گشتاور دو قطبی نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $U_s = 2/0 \times 10^{-4}\text{ J}$ مشخص شده است. این دو قطبی می‌تواند برای تغییر ϕ ، حول محوری با اصطکاک ناچیز بچرخد. چرخش پاد ساعتگرد از $\phi = 0$ مقدارهای مثبت ϕ و چرخش ساعتگرد مقدارهای منفی به دست می‌دهد. دو قطبی در زاویه $\phi = 0$ با انرژی جنبشی چرخشی $6/7 \times 10^{-4}\text{ J}$ در جهت چرخش پاد ساعتگرد رها می‌شود. دو قطبی تا چه مقدار بیشینه ϕ خواهد چرخید؟ (به بیان بخش ۸-۶، نقطه برگشت در چاه پتانسیل شکل ۲۴-۵۲ در چه مقدار ϕ است؟)



شکل ۲۴-۵۲ مسئله ۶۰

۶۱۰۰- یک حلقه سیم دایره‌ای شکل به شعاع $8/0\text{ cm}$ حامل جریان $0/20\text{ A}$ است. بردار یکه موازی با گشتاور دو قطبی $\vec{\mu}$ با $0/80\hat{i} - 0/60\hat{j}$ داده شده است. اگر حلقه در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (0/25\text{ T})\hat{i} + (0/30\text{ T})\hat{k}$ قرار گیرد، (الف) گشتاور نیروی وارد بر حلقه (بر حسب بردار یکه) و (ب) انرژی پتانسیل مغناطیسی حلقه را پیدا کنید.

۶۲۰۰- شکل ۲۴-۵۳ حلقه جریان $ABCDEF$ را نشان می‌دهد که حامل جریان $i = 5/00\text{ A}$ است. ضلعهای حلقه با محورهای نشان داده شده موازی‌اند و $AB = 20/0\text{ cm}$ ، $BC = 30/0\text{ cm}$ و $FA = 10/0\text{ cm}$ و گشتاور دو قطبی مغناطیسی این حلقه بر حسب بردار یکه چیست؟ (راهنمایی: دو جریان یکسان و



شکل ۲۴-۵۵ مسئله ۶۵

مسئله‌های اضافی

۶۶- سیمی که در امتداد محور y از $y=0$ تا $y=0.250\text{ m}$ قرار دارد حامل جریان 2.00 mA در جهت منفی محور است. این سیم به طور کامل در میدان مغناطیسی غیر یکنواختی قرار دارد که با $\vec{B} = (0.300\text{ T/m})\hat{y} + (0.400\text{ T/m})\hat{z}$ داده شده است. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را برحسب بردار بیکه را پیدا کنید.

۶۷- فیزیکدانی به نام گوداشمیت^۱ روشی برای اندازه‌گیری دقیق جرم یونهای سنگین با سنجش دوره چرخش آنها در یک میدان مغناطیسی معلوم ابداع کرده است. یون یک بار یونیده‌ید در مدت زمان $1/29\text{ ms}$ در میدان مغناطیسی $45/0\text{ mT}$ به اندازه $7/00$ دور می‌چرخد. جرم آن را برحسب یکای جرم اتمی حساب کنید.

۶۸- الکترونی در لامپ تصویر یک تلویزیون قدیمی در میدان مغناطیسی با شدت $83/0\text{ mT}$ با سرعت $7/20 \times 10^6\text{ m/s}$ حرکت می‌کند. (الف) بیشینه و (ب) کمینه بزرگی نیروی وارد بر الکترون از طرف میدان چقدر است؟ (پ) در نقطه‌ای شتاب الکترون $4/90 \times 10^{12}\text{ m/s}^2$ است. زاویه میان سرعت الکترون و میدان مغناطیسی چقدر است؟

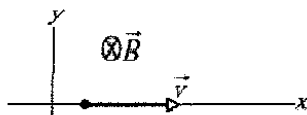
۶۹- یک ساعت دیواری دایره‌ای ساکن دارای صفحه‌ای به شعاع 15 cm است. شش دور سیم روی پیرامون آن پیچیده شده است؛ این سیم حامل جریان $2/0\text{ A}$ در جهت ساعتگرد است. ساعت در جایی قرار دارد که میدان مغناطیسی خارجی یکنواختی با بزرگی 70 mT وجود دارد (اما ساعت هنوز دقیق کار می‌کند). عقربه ساعت شمار در ساعت $1/00$ بعد از ظهر دقیقاً در جهت میدان مغناطیسی خارجی قرار دارد. (الف) عقربه دقیقه شمار پس از چند دقیقه در جهت گشتاور نیروی وارد بر سیم پیچ بر اثر میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد؟ (ب) بزرگی گشتاور نیرو را پیدا کنید.

۷۰- در آزمایش اثر هال، جریان $3/0\text{ A}$ از رسانایی به پهنای $1/0\text{ cm}$ و طول $4/0\text{ cm}$ و ضخامت $10\text{ }\mu\text{m}$ عبور می‌کند و وقتی میدان مغناطیسی $1/5\text{ T}$ به طور عمود از ضخامت رسانا می‌گذرد یک اختلاف پتانسیل عرضی هال (در پهنای برابر با $10\text{ }\mu\text{V}$ ایجاد می‌کند. از این داده‌ها، (الف) سرعت رانشی حاملهای بار و (ب) چگالی عددی حاملهای بار را پیدا کنید. (پ) روی نمودار قطبیت اختلاف پتانسیل هال را با جهت‌های جریان و میدان مغناطیسی فرض شده و نیز با فرض اینکه حاملهای بار الکترون هستند نشان دهید.

۷۱- اتم 1 به جرم 35 u و اتم 2 به جرم 37 u هر دو با بار $+e$ یک بار یونیده‌اند. پس از ورود آنها به یک طیف‌سنج جرم (شکل ۲۴-۱۴) و شتاب گرفتن آنها با اختلاف پتانسیل $V = 7/3\text{ kV}$ از حالت سکون، هر یون در مسیری دایره‌ای در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 0/50\text{ T}$ حرکت می‌کند. فاصله Δx میان نقطه‌هایی که یونها با آشکارساز برخورد می‌کنند چقدر است؟

۷۲- الکترونی که با انرژی جنبشی $2/5\text{ keV}$ در امتداد جهت مثبت محور x حرکت می‌کند وارد ناحیه‌ای می‌شود که در آن میدان الکتریکی یکنواختی با بزرگی 10 kV/m در جهت منفی محور y برقرار است. یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ برای حفظ حرکت الکترون در امتداد محور x برقرار و جهت $\vec{B}$ طوری انتخاب می‌شود که بزرگی مورد نیاز $\vec{B}$ را کمینه کند. برحسب بردار بیکه $\vec{B}$ چگونه است؟

۷۳- در شکل ۲۴-۵۶، الکترونی با تندی $v = 100\text{ m/s}$ در امتداد محور x در میدانهای الکتریکی و مغناطیسی یکنواخت حرکت می‌کند. جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ به طرف داخل صفحه و بزرگی آن $5/00\text{ T}$ است. میدان الکتریکی برحسب بردار بیکه را پیدا کنید.

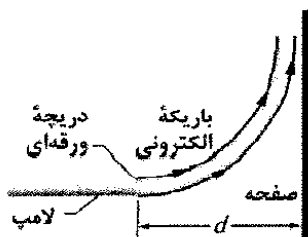


شکل ۲۴-۵۶ مسئله ۷۳

۷۴- باریکه‌ای از الکترون‌ها با انرژی جنبشی K از یک «دریچه» نازک ورقه‌ای در انتهای یک لوله شتاب‌دهنده خارج می‌شود. یک صفحه فلزی در فاصله d از این دریچه به طور عمود بر جهت باریکه خروجی قرار دارد. (شکل ۲۴-۵۷). (الف) نشان دهید که اگر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ را طوری برقرار کنیم که مقدار آن برابر با

$$B = \sqrt{\frac{2mK}{e^2 d^2}}$$

باشد، از برخورد باریکه با صفحه می‌توان جلوگیری کرد. در این رابطه m و e جرم و بار الکترون هستند. (ب) $\vec{B}$ باید در چه جهتی باشد؟



شکل ۲۴-۵۷ مسئله ۷۴

۷۵- یک پروتون، یک دوترون ($m = 2/0\text{ u}$, $q = +e$) و یک ذره آلفا ($m = 4/0\text{ u}$, $q = +2e$) با اختلاف پتانسیل یکسانی

۸۰- (الف) در شکل ۲۴-۸ نشان دهید که نسبت بزرگی میدان الکتریکی E هال به بزرگی E_C میدان الکتریکی مسبب حرکت بار (جریان) در طول نوار عبارت است از

$$\frac{E}{E_C} = \frac{B}{nep}$$

که در آن ρ مقاومت ویژه ماده و n چگالی عددی حامل‌های بار است. (ب) مقدار عددی این نسبت را برای مسئله ۱۳ محاسبه کنید. (به جدول ۲۲-۱ نگاه کنید.)

۸۱- در لحظه $t=0$ الکترونی با انرژی جنبشی 12keV از $x=0$ در جهت مثبت محور x که موازی با مؤلفه افقی میدان مغناطیسی $\vec{B}$ زمین است حرکت می‌کند. بزرگی مؤلفه قائم رو به پایین میدان برابر با $55/0\text{mT}$ است. (الف) بزرگی شتاب الکترون ناشی از $\vec{B}$ چقدر است؟ (ب) وقتی که الکترون به نقطه $x=20\text{cm}$ می‌رسد، فاصله الکترون از محور x چقدر است؟

SSM

۸۲- سرعت الکترون وقتی وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 60\hat{i}\text{mT}$ می‌شود برابر $\vec{v} = (32\hat{i} + 40\hat{j})\text{km/s}$ است. (الف) شعاع مسیر مارپیچی الکترون و (ب) گام مسیر چقدر است؟ (پ) از نظر ناظری که به ناحیه میدان مغناطیسی از نقطه ورود الکترون نگاه می‌کند، آیا حرکت مارپیچی الکترون ساعتگرد است یا پاد ساعتگرد؟

۸۳- یک پروتون، یک دوترون ($m=2/0u$, $q=+e$) و یک ذره آلفا ($m=4/0u$, $q=+2e$) همگی با انرژی جنبشی یکسان و در ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ می‌شوند و عمود بر $\vec{B}$ حرکت می‌کنند. نسبت (الف) شعاع r_d مسیر دوترون به شعاع r_p مسیر پروتون و (ب) شعاع r_α مسیر ذره آلفا به r_p چقدر است؟

۸۴- ذره‌ای با بار $2/0\text{C}$ در میدان مغناطیسی یکنواختی حرکت می‌کند. در یک لحظه سرعت ذره $(2/0\hat{i} + 4/0\hat{j} + 6/0\hat{k})\text{m/s}$ و نیروی مغناطیسی وارد بر ذره $(4/0\hat{i} - 2/0\hat{j} + 12\hat{k})\text{N}$ است. مؤلفه‌های x و y میدان مغناطیسی برابرند. $\vec{B}$ به چه صورت است؟

۸۵- ذره‌ای با بار $5/0\mu\text{C}$ در ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی $20\hat{i}\text{mT}$ و میدان الکتریکی $300\hat{j}\text{V/m}$ حرکت می‌کند. در یک لحظه سرعت ذره $(17\hat{i} - 11\hat{j} + 7/0\hat{k})\text{km/s}$ است. در این لحظه نیروی الکترومغناطیسی خالص (مجموع نیروهای الکتریکی و مغناطیسی) وارد بر ذره برحسب بردار یکه چیست؟

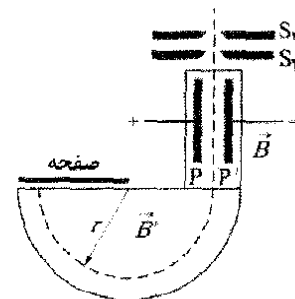
۸۶- سیمی که در امتداد محور x از $x=0$ تا $x=1/00\text{m}$ قرار دارد حامل جریان $3/00\text{A}$ در جهت مثبت x است. این سیم در میدان مغناطیسی غیر یکنواخت

شتاب می‌گیرند و سپس وارد ناحیه‌ای از میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ می‌شوند و عمود بر $\vec{B}$ حرکت می‌کنند. نسبت (الف) انرژی جنبشی پروتون K_p به انرژی جنبشی ذره آلفا K_α و (ب) انرژی جنبشی دوترون K_d به K_α چقدر است؟ اگر شعاع مسیر دایره‌ای پروتون 10cm باشد، شعاع (پ) مسیر دوترون و (ت) مسیر ذره آلفا چقدر است؟ SSM

۷۶- پروتونی با بار $+e$ و جرم m با سرعت اولیه $\vec{v} = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\hat{j}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = B\hat{i}$ می‌شود. عبارتی را برای سرعت $\vec{v}$ برحسب بردار یکه در هر لحظه t پیدا کنید.

۷۷- ذره‌ای به جرم $6/0\text{g}$ با تندی $4/0\text{km/s}$ در صفحه xy در ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی یکنواخت داده شده با $5/0\hat{i}\text{mT}$ حرکت می‌کند. در یک لحظه، وقتی سرعت ذره در جهت 37° نسبت به جهت مثبت محور x به طور پاد ساعتگرد قرار گرفته است، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره $0/48\hat{k}\text{N}$ است. بار ذره چقدر است؟ SSM

۷۸- طیف سنجی که در شکل ۲۴-۵۸ نشان داده شده است، یونهایی را که دارای سرعت یکسانی هستند از هم جدا می‌کند. یونها پس از عبور از دو شکاف S_1 و S_2 از یک جداکننده سرعت عبور می‌کنند که مرکب از یک میدان الکتریکی است که به وسیله صفحه‌های باردار P و P' ایجاد می‌شود و یک میدان مغناطیسی $\vec{B}$ که عمود بر میدان الکتریکی و مسیر یون است. یونهایی که بدون انحراف از میدانهای عمود برهم $\vec{E}$ و $\vec{B}$ عبور می‌کنند وارد ناحیه‌ای می‌شوند که میدان مغناطیسی دوم $\vec{B}'$ وجود دارد و وادار می‌شوند که مسیرهایی دایره‌ای را طی کنند. یک صفحه عکاسی ورود آنها را ثبت می‌کند. نشان دهید برای یونها $q/m = E/rBB'$ که در آن r شعاع مدار دایره‌ای است.



شکل ۲۴-۵۸ مسئله ۷۸

۷۹- در یک لحظه، $\vec{v} = (-2/00\hat{i} + 4/00\hat{j} - 6/00\hat{k})\text{m/s}$ سرعت پروتون در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (2/00\hat{i} - 4/00\hat{j} + 8/00\hat{k})\text{mT}$ است. در این لحظه (الف) نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ وارد بر پروتون برحسب بردار یکه، (ب) زاویه میان $\vec{v}$ و $\vec{F}$ و (پ) زاویه میان $\vec{v}$ و $\vec{B}$ را پیدا کنید.

مغناطیسی وارد بر سیم را بر حسب بردار یکه پیدا کنید.

۸۷- ثابت کنید که رابطه $\tau = NIAB \sin \theta$ نه تنها در مورد حلقه مستطیلی شکل ۲۲-۲۴ بلکه در مورد هر حلقه بسته با هر شکلی درست است. (رهنمایی: تا جایی که به توزیع جریان مربوط است، به جای یک حلقه با شکل دلخواه، مجموعه‌ای از حلقه‌های دراز و نازک پهلوی هم و تقریباً مستطیلی شکل را در نظر بگیرید که تقریباً معادل با حلقه با شکل دلخواه است.)