

تعداد سؤال: نسی: ۲۰ تکمیلی: — تشریحی: ۴

نام درس: الکترومغناطیس ۲

زمان آزمون (دقیقه): تستی و تکمیلی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

رشته تحصیلی-گرایش: فیزیک - (حالت جامد - هسته‌ای - اتمی و مولکولی)

کلاس: ۱۱۱۳۰۴۲

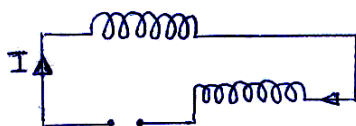
* دانشجوی گرامی: لطفاً گزینه ۱ را در قسمت کد سری سؤال برگه پاسخنامه خود، علامت بزنید. بدیهی است، مسئولیت این امر برعهده شما خواهد بود.

** این آزمون نمره منفی ندارد.

۱. دو سیم پیچ با تعداد دورهای N_1 و N_2 و با شعاع‌های تقریباً یکسان بشکل چنبره وجود دارند. اگر طول متوسط چنبره l باشد، ضریب القای متقابل این دو سیم پیچ برابر است با:

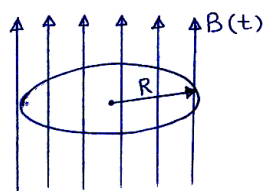
الف. $\frac{\mu_0 N_1 N_2 I}{l}$ ب. $\frac{\mu_0 N_1 N_2 I A}{l}$ ج. $\mu_0 \sqrt{L_1 L_2}$ د. $\sqrt{L_1 L_2}$

۲. دو سیم پیچ (القاگر) مطابق شکل زیر بهم بسته شده‌اند. اگر $L_1 = L_2 = L$ و $M = \frac{L}{3}$ باشند، ضریب خودالقایی موثر این مدار کدام است؟ (جریان در سیم پیچ‌ها خلاف جهت هم می‌باشند.)



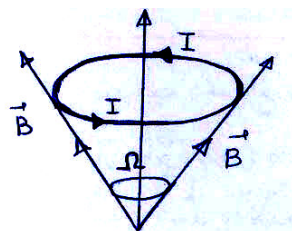
الف. $\frac{5L}{3}$ ب. $\frac{7L}{3}$ ج. $\frac{4L}{3}$ د. $\frac{2L}{3}$

۳. میدان مغناطیسی یکنواخت $B(t)$ مطابق شکل بر روی یک منطقه دایره‌ای به شعاع R اعمال شده است. اندازه میدان الکتریکی القا شده در لبه منطقه دایره‌ای کدام است؟



الف. $\frac{R}{2\pi} \left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$ ب. $\frac{R}{3} \left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$ ج. $\frac{R}{2} \left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$ د. $R \left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$

۴. مدار صلیبی که شامل یک دور حلقه سیمی است، در میدان مغناطیسی یک تک قطبی مغناطیسی که بصورت شعاعی و متناسب با عکس مجذور فاصله است، $\vec{B} = \alpha \frac{\vec{r}}{r^3}$ ، قرار دارد. اگر I شدت جریان در مدار و Ω زاویه فضایی باشد که توسط مدار از



مرکز میدان در برگرفته می‌شود، انرژی مغناطیسی برابر است با:

الف. $\alpha \Omega$ ب. $\alpha I \Omega$ ج. $\alpha I \vec{\nabla} \Omega$ د. αI

نام درس: الکترومغناطیس ۲

تعداد سؤال: نسی: ۲۰ تکمیلی: — تشریحی: ۴

رشته تحصیلی: گرایش: فیزیک - (حالت جامد - هسته‌ای - اتمی و مولکولی)

زمان آزمون (دقیقه): تستی و تکمیلی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

کد درس: ۱۱۱۳۰۴۲

۵. یک دسته مدار صلب حامل جریان که هیچ یک از آنها تا بینهایت ادامه ندارد، در محیطی با خواص مغناطیسی خطی قرار گرفته‌اند. کدام یک از گزینه‌های زیر رابطه صحیحی برای انرژی این دستگاه نیست؟

الف. $\frac{1}{2} \int_V \vec{J} \cdot \vec{A} dV$ ب. $\frac{1}{2} \sum_i \oint_{C_i} I_i \vec{A} \cdot d\vec{l}$ ج. $\oint_{C_i} \vec{A} \cdot d\vec{l}_i$ د. $\frac{1}{2} \int_V \vec{H} \cdot \vec{B} dV$

۶. کدام یک از قوانین زیر را نمی‌توان از معادلات ماکسول بدست آورد؟

الف. قانون القای فاراده ب. قانون اهم ج. قانون بقای بار د. قانون بقای انرژی

۷. اگر در ناحیه‌ای از فضا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ایستا وجود داشته باشند، کدام یک از عبارات زیر صحیح است؟

الف. اگر چه در نواحی از فضا بردار پوئین‌تینگ می‌تواند صفر باشد، اما انتشار انرژی الکترومغناطیسی وجود دارد.

ب. چون الزاماً بردار پوئین‌تینگ در همه جا صفر است، لذا انتشار انرژی الکترومغناطیسی وجود ندارد.

ج. چون بردار پوئین‌تینگ می‌تواند غیر صفر باشد، پس انتشار انرژی الکترومغناطیسی وجود دارد.

د. اگر چه در نواحی از فضا بردار پوئین‌تینگ می‌تواند غیر صفر باشد، اما انتشار انرژی الکترومغناطیسی وجود ندارد.

۸. اگر \vec{S} بردار پوئین‌تینگ، u چگالی انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، ρ چگالی بار الکتریکی و \vec{J} چگالی جریان الکتریکی باشند، کدام یک از روابط زیر قانون بقای انرژی برای رساناها را بیان می‌کند؟

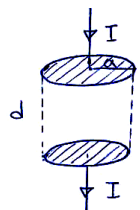
الف. $\vec{\nabla} \cdot \vec{S} + \frac{\partial u}{\partial t} = -\vec{J} \cdot \vec{E}$ ب. $\vec{\nabla} \cdot \vec{S} + \frac{\partial u}{\partial t} = \vec{J} \cdot \vec{E}$

ج. $\vec{\nabla} \cdot \vec{S} + \frac{\partial u}{\partial t} = -\vec{J} \cdot \vec{B}$ د. $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

۹. دو صفحه مسطح دایره‌ای به شعاع a که فاصله d از هم قرار دارند، یک خازن ایده‌آل را تشکیل داده‌اند. اگر عایق درون

خازن یک عایق کامل بوده و میدان \vec{D} یکنواخت باشد و این خازن با جریان ثابت I در حال باردار شدن باشد، شدت میدان

مغناطیسی H برابر است با:



الف. $H = a \frac{\partial D}{\partial t}$ ب. $H = \frac{I}{\pi a}$ ج. $H = \frac{a}{2} \frac{\partial D}{\partial t}$ د. $H = \frac{I}{\pi a^2}$

۱۰. در یک محیط با رسانایی ضعیف و با فرض اینکه وابستگی زمانی میدان الکتریکی بصورت $e^{i\omega t}$ باشد، نسبت اندازه جریان

رسانشی به اندازه جریان جابجایی کدام است؟ (σ رسانندگی و \mathcal{E} ضریب گذردهی محیط است.)

الف. $\frac{i\omega}{\sigma\mathcal{E}}$ ب. $\frac{\sigma}{i\omega\mathcal{E}}$ ج. $\frac{i\sigma\mathcal{E}}{\omega}$ د. $\frac{i\mathcal{E}\omega}{\sigma}$

تعداد سؤال: نسی: ۲۰ تکمیلی: — تشریحی: ۴

زمان آزمون (دقیقه): تستی و تکمیلی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

رشته تحصیلی-گرایش: فیزیک - (حالت جامد - هسته‌ای - اتمی و مولکولی)

کد درس: ۱۱۱۳۰۴۲

۱۱. یک موج تخت الکترومغناطیسی از محیطی با مشخصات ϵ_1 و g_1 به محیط دیگری با مشخصات ϵ_2 و g_2 وارد می‌شود. شرط آن که در فصل مشترک دو محیط بار سطحی آزاد وجود نداشته باشد، کدام است؟

الف. $\epsilon_1 g_2 = \epsilon_2 g_1$ ب. $\epsilon_1 g_1 = \epsilon_2 g_2$ ج. $\epsilon_1 \epsilon_2 = g_1 g_2$ د. $\epsilon_1 g_1 \geq \epsilon_2 g_2$

۱۲. امواج تخت تکفام با فرکانس f بر روی سطح فلزی با ضریب شکست \hat{n} می‌تابند. عمق پوستهٔ این فلز برابر است با:

الف. $\frac{\lambda}{2\pi k}$ ب. $\frac{c}{n\omega}$ ج. $\frac{n}{2\pi k f}$ د. $\frac{n\lambda}{2\pi k}$

۱۳. موج تختی با معادله $\vec{E} = \hat{E} e^{-i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$ بطور عمودی بر سطح تخت یک رسانا با ضریب هدایت الکتریکی g می‌تابد. برای رسانا داریم: $\epsilon = \epsilon_0$, $\mu = \mu_0$. اگر مقدار جریان جابجایی دو برابر جریان رسانش در داخل رسانا باشد، رابطهٔ ضریب شکست رسانا کدام است؟ (راهنمایی: $\hat{n}^2 = k + i \frac{g}{\epsilon_0 \omega}$)

الف. $\sqrt{k + 2i}$ ب. $\sqrt{k + i}$ ج. $\sqrt{k + \frac{i}{2}}$ د. $\sqrt{2 + i}$

۱۴. در یک نارسانا اگر θ_B زاویه بروستر و θ_C زاویه حد باشند، کدام رابطه درست است؟

الف. $\theta_B = \theta_C$ ب. $\theta_B < \theta_C$ ج. $\theta_B > \theta_C$ د. $\theta_B + \theta_C = \frac{\pi}{2}$

۱۵. یک موج الکترومغناطیسی بر روی سطح فلزی تابیده و سپس از روی سطح آن بازتاب می‌یابد. موج بازتاب یافته چه نوع موجی خواهد بود؟

الف. موج پلاریزهٔ بیضوی ج. موج پلاریزه دایروی
ب. موج پلاریزهٔ خطی د. موج تخت

۱۶. اگر λ_c طول موج قطع یک موج بر و λ_0 طول موج مربوط به موج هدایت شده باشد، سرعت فاز در داخل موج بر کدام است؟

الف. c ب. $c \frac{\lambda_0}{\lambda_c} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}$ ج. $\frac{c}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$ د. $c \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}$

۱۷. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح نیست؟

الف. چگونگی انتشار امواج الکترومغناطیسی در محیطهای مادی خطی، بطور کامل با ثابت‌های اپتیکی n و k تعیین می‌شود.
ب. ثابت‌های اپتیکی یک محیط تنها به ثابت دی‌الکتریک k_e و رسانندگی g ماده (یا محیط) بستگی دارد.
ج. ثابت‌های اپتیکی یک محیط همواره به فرکانس موج تابیده شده بر محیط بستگی دارد.
د. ثابت‌های اپتیکی یک محیط مستقل از فرکانس موج تابیده شده بر محیط است.

تعداد سؤال: نسی: ۲۰ تکمیلی: — تشریحی: ۴

نام درس: الکترومغناطیس ۲

زمان آزمون (دقیقه): تستی و تکمیلی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

رشته تحصیلی-گرایش: فیزیک - (حالت جامد - هسته‌ای - اتمی و مولکولی)

کد درس: ۱۱۱۳۰۴۲

۱۸. اگر شتاب و سرعت یک ذره هم جهت باشند، کدام عبارت زیر صحیح است؟

الف. تابش در امتداد جهت حرکت با افزایش سرعت افزایش می‌یابد.

ب. تابش در امتداد جهت حرکت با افزایش سرعت کاهش می‌یابد.

ج. تابش در امتداد جهت حرکت با شتاب متناسب است.

د. تابش در امتداد جهت حرکت صفر است.

۱۹. مطابق مدل نوسانگر هماهنگ درود - لورنتس، معادله حرکت کلاسیک الکترون‌های مقید در اتم‌های یک ماده عبارتست

از: (E_m) میدان مولکولی و γ ثابت میرایی است.

$$\text{الف. } m \frac{d^2 x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{e E_m}{m} \quad \text{ب. } \frac{d^2 x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{e E_m}{m}$$

$$\text{ج. } \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\gamma}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{\omega_0^2}{m} x = \frac{e E_m}{m} \quad \text{د. } m \frac{d^2 x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \frac{\omega_0^2}{m} x = \frac{e E_m}{m}$$

۲۰. در منطقه تابش، میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی چه تابعی از فاصله تا چشمه میدان هستند؟

$$\text{الف. هر دو تابع } \frac{1}{r} \quad \text{ب. هر دو تابع } \frac{1}{r^2}$$

$$\text{ج. میدان الکتریکی تابع } \frac{1}{r} \text{ و میدان مغناطیسی تابع } \frac{1}{r^2} \quad \text{د. میدان الکتریکی تابع } \frac{1}{r^2} \text{ و میدان مغناطیسی تابع } \frac{1}{r}$$

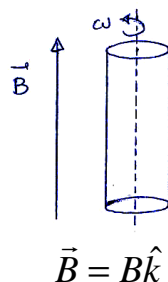
سؤالات تشریحی

* بارم هر سؤال تشریحی ۱/۷۵ نمره

۱. یک استوانه دی‌الکتریک با گذردهی \mathcal{E} و ضریب دی‌الکتریک k_e حول محور خود با سرعت زاویه‌ای ω می‌چرخد. اگر ایناستوانه در درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت \vec{B} به موازات محور استوانه قرار گرفته باشد:

الف. بردار قطبش (با ذکر جهت آن)، ب. بارهای قطبشی القایی در دی‌الکتریک را بدست آورید؟ علت ایجاد بارهای قطبشی را

بطور مختصر توضیح دهید و نحوه قرارگیری‌شان را با رسم شکل نشان دهید.



تعداد سؤال: نسی: ۲۰ تکمیلی: — تشریحی: ۴

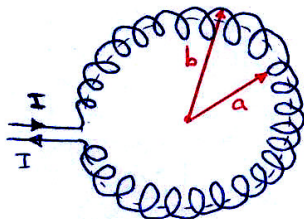
نام درس: الکترومغناطیس ۲

زمان آزمون (دقیقه): تستی و تکمیلی: ۶۰ تشریحی: ۶۰

رشته تحصیلی-گرایش: فیزیک - (حالت جامد - هسته‌ای - اتمی و مولکولی)

کلاس: ۱۱۱۳۰۴۲

۲. یک چنبره به شعاع متوسط R ، شعاع داخلی a و شعاع خارجی b مفروض است. اگر مساحت حلقه‌های این چنبره A و جریان در هر حلقه I باشد، مطلوبست محاسبه ضریب خودالقایی (اندوکتانس) و انرژی مغناطیسی ذخیره شده در این چنبره؟
 $(N = \text{تعداد حلقه‌های چنبره}, l = \text{طول متوسط چنبره})$
 (جواب نهایی را برحسب a و b بنویسید.)



۳. برای یک موج تخت در محیطی رسانا، $\hat{B} = \frac{\hat{n}}{c} \vec{u} \times \hat{E}$ می‌باشد. اگر فرض کنیم که میدان الکتریکی مطابق

رابطه $\hat{E} = E_p e^{i\phi} \vec{p} + E_s \vec{S}$ بوده و قطبش بیضوی داشته باشد، ثابت کنید در هر لحظه از زمان داریم:

$$\text{Re } \hat{E} \cdot \text{Re } \hat{B} = -\frac{k}{c} E_p E_s \sin \phi$$

۴. اگر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی حاصل از گروهی از بارهای متحرک محصور در داخل حجمی در فواصل دور بصورت زیر باشند:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) \approx \frac{\mu_0}{4\pi r} \ddot{\vec{p}} + \frac{\vec{r} \cdot \ddot{\vec{p}}}{4\pi \epsilon_0 r^3 c^2} \vec{r}, \quad \vec{B}(\vec{r}, t) \approx -\frac{\mu_0}{4\pi c} \frac{\vec{r}}{r^2} \times \ddot{\vec{p}}, \quad \ddot{\vec{p}} = \frac{d^2 \vec{p}}{dt^2}$$

با توجه به روابط فوق:

الف. نشان دهید که چنین تابش‌هایی عرضی هستند.

ب. بردار پوئینتینگ را در حالتی که $\ddot{\vec{p}}$ در امتداد محور z ها باشد، بدست آورید. (\vec{p} گشتاور الکتریکی توزیع بار است.)