isipaper.org

147

A

147A

نام:
نام خانوادگی:
محل امضا:

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه
۱۳۹۴/۱۲/۱۴

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری
سازمان سنجش آموزش کشور

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۳۹۵

مهندسی هسته‌ای (کد ۲۳۱۵)

تعداد سؤال: ۴۰ — مدت پاسخگویی: ۱۲۰ دقیقه

عنوان دروس اختصاصی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	دروس اختصاصی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضیات مهندسی، فیزیک (۱، ۲) ، فیزیک هسته‌ای	۴۰	۱	۴۰

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

isipaper.org

ریاضیات مهندسی:

۱- به‌ازای کدام اعداد مختلط، $\sin(\overline{iz}) = \overline{\sin(iz)}$ است؟

۱) $z_k = (k\pi - \frac{\pi}{۲})i$

۲) $z_k = k\pi i$

۳) فقط zهای حقیقی

۴) کلیهٔ z ها

۲- تابع: $f(z) = \begin{cases} A(\frac{\cosh z - ۱}{z^۲}), & z \neq ۰ \\ ۱ \quad , & z = ۰ \end{cases}$، همه‌جا تحلیلی است. عدد ثابت A، کدام است؟

۱) -۲

۲) $\sqrt{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}$

۴) ۲

۳- C یک خم بستهٔ ساده در جهت مثلثاتی، و مبدأ مختصات یک نقطهٔ درون C می‌باشد. مقدار انتگرال زیر، کدام است؟

$$I = \frac{۱}{۲\pi i}\oint_C \frac{e^{tz}}{z^{n+۱}}dz$$

۱) $\frac{t^n}{n!}$

۲) $n!t^n$

۳) $\frac{t^{n-۱}}{n!}$

۴) $\frac{t^{n+۱}}{n!}$

۴- تبدیل خطی کسری سه نقطهٔ $(۱,۰,\infty)$ را به ترتیب به سه نقطهٔ $(۲,۱,-۱)$ تبدیل می‌کند. نقاط ثابت این تبدیل، کدام است؟

۱) $z = ۲ \pm i۲\sqrt{۲}$

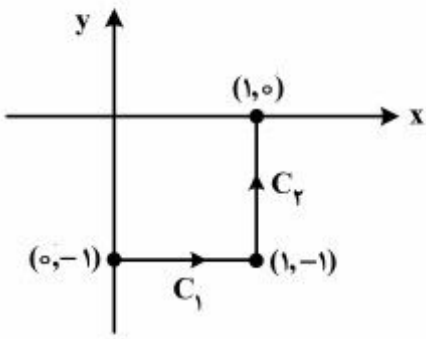
۲) $z = -۲ \pm i۲\sqrt{۲}$

۳) $z = -۱ \pm i\sqrt{۲}$

۴) $z = ۱ \pm i\sqrt{۲}$

isipaper.org

۵- حاصل انتگرال $I=\int_C \bar{z}\,dz$، روی مسیر نشان داده‌شده در شکل زیر، کدام است؟



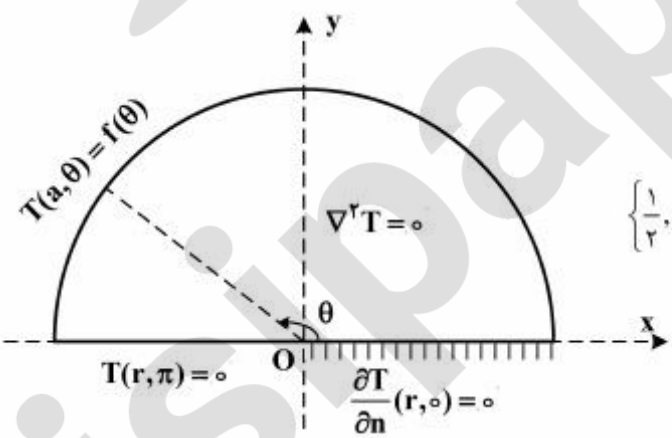
۱) $۲i-۱$
۲) $۱-۲i$
۳) $۲i$
۴) ۲

۶- با استفاده از بسط سری فوریهٔ تابع $f(x)=x^۲+|x|$ در بازهٔ $-۱<x<۱$، حاصل سری زیر، کدام است؟

$$\sum_{n=۱}^{\infty}\frac{۱-۳\cos(۳n\pi)}{(n\pi)^۲}$$

۱) $\frac{۵}{۲۴}$
۲) $\frac{۵}{۱۲}$
۳) $\frac{۵}{۶}$
۴) $\frac{۵}{۳}$

۷- مسئلهٔ مقدار کرانه‌ای (مرزی) زیر در داخل یک نیم‌دایره به مرکز O و شعاع a و با قطر واقع بر محور x با شرایط مرزی مذکور داده‌شده، که در آن تابع f مفروض تکّه‌ای هموار و n قائم یکه برونسو بر شعاع است. یک پایهٔ متعامد کامل برای بسط فوریه تابع f در این مسئله، کدام است؟



۱) $\left\{\frac{۱}{۲},\cos\theta,\cos۲\theta,\ldots,\cos(n\theta),\ldots\right\}$
۲) $\left\{\frac{۱}{۲},\cos\frac{\theta}{۲},\cos\frac{۳\theta}{۲},\ldots,\cos(\frac{۲n-۱}{۲}\theta),\ldots\right\}$
۳) $\{\sin\theta,\sin۲\theta,\ldots,\sin(n\theta),\ldots\}$
۴) $\left\{\cos(\frac{۲k-۱}{۲}\theta)\right\}_{k\in\mathbb{N}}$

isipaper.org

۸- اگر جواب مسئلهٔ مقدار اولیهٔ مرزی: $\begin{cases} u_t - u_{xx} = 0 \ , \ 0 < x < 2 \ , t > 0 \\ u(0,t) = 0 = u(2,t) \ , u(x,0) = |x-1| - 1 \end{cases}$ به‌صورت $u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k e^{-(\frac{k\pi}{2})^2 t} . \sin \frac{k\pi x}{2}$ باشد، آنگاه مقدار $u(1,t)$، کدام است؟

۱) $\frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}}}{(2m-1)^2}$

۲) $-\frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}} (-1)^{m-1}}{(2m-1)^2}$

۳) $\frac{4}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}}}{(2m-1)^2}$

۴) $-\frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}}}{(2m-1)^2}$

۹- معادلهٔ ناهمگن حرارت در یک بعد را به‌صورت زیر در نظر می‌گیریم.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial u}{\partial t} = 1 \ ; \ 0 < x < 1 \ , t > 0$$

شرایط مرزی و اولیه عبارت‌اند از:

$$\left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=1} = 0 \ ; \ u(0,t) = 0 ; u(x,0) = x(x-2)$$

در این صورت پاسخ حالت پایدار، در کدام نقطه، x، برابر $-\frac{3}{8}$ خواهد بود؟

۱) $\frac{1}{8}$

۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) $\frac{3}{4}$

isipaper.org

۱۰- اگر برای $0 < x < 2$ داشته باشیم:

$$x = \frac{4}{\pi}(\sin\frac{\pi x}{2} - \frac{1}{2}\sin\frac{2\pi x}{2} + \frac{1}{3}\sin\frac{3\pi x}{2} - ...)$$

در این صورت بسط فوریهٔ $\frac{x^2}{4} - 1$ در بازهٔ $0 < x < 2$، کدام است؟

۱) $\frac{2}{3} + \frac{4}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{n^2}\cos\frac{n\pi x}{2}$

۲) $\frac{2}{3} + \frac{4}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n^2}\cos\frac{n\pi x}{2}$

۳) $\frac{4}{3} + \frac{4}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{n^2}\cos\frac{n\pi x}{2}$

۴) $\frac{2}{3} + \frac{2}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n^2}\cos\frac{n\pi x}{2}$

فیزیک (۱، ۲):

۱۱- نیروی معینی به جسمی به جرم m_1 شتابی برابر $6\frac{m}{s^2}$ و به جسمی به جرم m_2 شتابی برابر $4\frac{m}{s^2}$ می‌دهد. اگر این نیرو به جسمی به جرم $m_1 + m_2$ اثر کند، چه شتابی برحسب $\frac{m}{s^2}$ پیدا می‌کند؟

۱) ۱

۲) ۱/۲

۳) ۲

۴) ۲/۴

۱۲- یک هلی‌کوپتر در ارتفاع ۱۹/۶ متری از سطح زمین در امتداد افق با سرعت ثابت $8\frac{m}{s}$ در حرکت است. در یک‌لحظه بسته‌ای با سرعت اولیهٔ $14\frac{m}{s}$ نسبت به هلی‌کوپتر و در خلاف جهت حرکت هلی‌کوپتر در امتداد افق پرتاب می‌شود. هنگامی‌که بسته به زمین می‌رسد فاصلهٔ افقی بسته تا هلی‌کوپتر چند متر است؟ $g = 9/8\frac{m}{s^2}$

۱) ۱۲

۲) ۲۴

۳) ۲۸

۴) ۶۰

isipaper.org

۱۳- جعبه‌ای به جرم ۲kg، ابتدا در حال سکون روی سطح افقی قرار دارد. در لحظهٔ $t = ۰$ نیروی افقی $\vec{F}(t) = ۳/۶t\hat{i}$ در امتداد افق به جعبه اثر می‌کند (F برحسب نیوتن و t برحسب ثانیه است). شتاب جعبه در بازهٔ $۰ \le t \le ۴s$ برابر صفر و در لحظات $t > ۴s$ به شکل $\vec{a} = (۱/۸t - ۴/۹)\hat{i}$ است. (a برحسب $\frac{m}{s^۲}$ و t برحسب ثانیه است). ضریب اصطکاک ایستایی جعبه با سطح افقی کدام است؟ $g = ۹/۸ \frac{m}{s^۲}$

۱) ۰/۲۵

۲) ۰/۳۸

۳) ۰/۵

۴) ۰/۷۳

۱۴- جسم ۲۰ کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی $F = -۳x - ۶x^۲$ روی محور x در حرکت است. (F برحسب نیوتن و x برحسب متر است). تندی این جسم در مکان $x = ۲m$ برابر $۴ \frac{m}{s}$ است. تندی جسم در مکان $x = ۴m$ تقریباً چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۱/۷

۲) ۲/۴۵

۳) ۳/۴

۴) ۵/۴

۱۵- گلولهٔ (۱) به جرم $m_۱$ به گلولهٔ (۲) به جرم $m_۲ = ۴m_۱$ که در حال سکون است، برخورد کشسان یک‌بعدی می‌کند. قبل از برخورد، مرکز جرم مجموعهٔ دو گلولهٔ با تندی $۶ \frac{m}{s}$ در حرکت است. پس از برخورد، تندی گلولهٔ (۲) چند $\frac{m}{s}$ است؟

۱) ۲/۴

۲) ۷/۵

۳) ۹/۶

۴) ۱۲

۱۶- در شکل زیر، یک سر میلهٔ یکنواختی به وزن ۲۴۰N به دیواری قائم لولا شده و سر دیگر آن توسط یک سیم نازک به همان دیوار بسته‌شده است. زاویهٔ سیم با دیوار و میله یکسان و برابر $\theta = ۳۰^\circ$ است. اندازهٔ نیروی افقی وارد بر میله از طرف لولا، تقریباً چند نیوتن است؟

۱) ۳۳

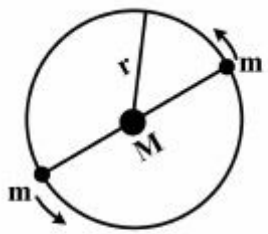
۲) ۱۰۳

۳) ۶۸

۴) ۱۴۳

isipaper.org

۱۷- یک مجموعهٔ سه ستاره‌ای معین از دو ستاره هر یک به جرم **m** تشکیل یافته است، که در یک مدار دایره‌ای یکسان به شعاع **r** به دور ستارهٔ مرکزی به جرم **M** دوران می‌کنند. دو ستارهٔ چرخان همواره در دو انتهای یک قطر مطابق شکل زیر قرار دارند. پریود چرخش ستاره‌ها کدام است؟ **G** ثابت گرانش جهانی است.



۱) $\frac{۲\pi r^{\frac{۳}{۲}}}{(G(M+۲m))^{\frac{۱}{۲}}}$

۲) $\frac{۲\pi r^{\frac{۳}{۲}}}{(G(M+\frac{m}{۴}))^{\frac{۱}{۲}}}$

۳) $\frac{۲\pi r^{\frac{۳}{۲}}}{(G(M+m))^{\frac{۱}{۲}}}$

۴) $\frac{۲\pi r^{\frac{۳}{۲}}}{(G(M+\frac{m}{۲}))^{\frac{۱}{۲}}}$

۱۸- یک کرهٔ توپر یکنواخت به شعاع **R** و جرم **M** روی سطح شیب‌داری با حرکت غلتشی کامل در حال پایین آمدن است. در هرلحظه از حرکت، انرژی جنبشی دورانی کره ۲۵ درصد انرژی جنبشی کل آن است. اگر لختی دورانی کره به شکل $I=\beta MR^{۲}$ بیان شود، مقدار β کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۷}$

۲) $\frac{۱}{۴}$

۳) $\frac{۱}{۳}$

۴) $\frac{۱}{۲}$

isipaper.org

۱۹- استوانه‌ای توپر، نارسانا و بسیار بلند به شعاع $6\,cm$ دارای چگالی حجمی بار به شکل $\rho = Ar^3$ است، که در آن A ضریبی ثابت و r فاصلهٔ یک نقطه از محور استوانه است. نسبت اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصلهٔ $r = 3\,cm$ به اندازهٔ میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصلهٔ $r = 18\,cm$، کدام است؟

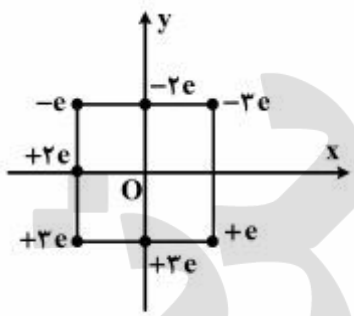
۱) $\frac{5}{48}$

۲) $\frac{3}{16}$

۳) $\frac{27}{8}$

۴) $\frac{9}{16}$

۲۰- هفت بار مطابق شکل زیر برای تشکیل مربعی به ضلع $3\,cm$ در جای خود ثابت‌شده‌اند. مقدار کار لازم برای آن‌که ذره‌ای با بار $+6e$ که در ابتدا ساکن است، از فاصله‌ای نامتناهی به مرکز مربع آورده شود، چند الکترون‌ولت است؟(e اندازهٔ بار یک الکترون و O مرکز مربع است.)



۱) $6/5\times10^{-25}$

۲) $2/7\times10^{-25}$

۳) $1/73\times10^{-6}$

۴) $4/15\times10^{-6}$

۲۱- یک شتاب‌دهندهٔ خطی، باریکه تپی از الکترون‌ها تولید می‌کند. جریان تپ $2A$ و دوام هر تپ $2\mu s$ است. برای شتاب‌دهنده‌ای که با ۸۰۰ تپ بر ثانیه کار می‌کند، جریان متوسط چند آمپر است؟

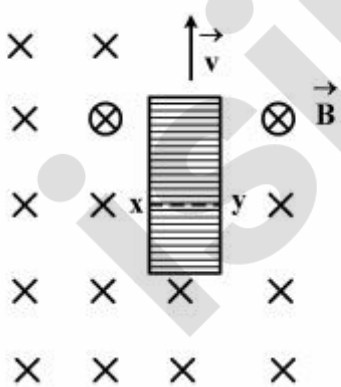
۱) $1/6\times10^{-3}$

۲) $3/2\times10^{-3}$

۳) $1/6\times10^{3}$

۴) $3/2\times10^{3}$

۲۲- یک نوار فلزی به طول $10\,cm$، پهنای $2\,cm$ و ضخامت $2\,mm$ مطابق شکل زیر، با سرعت ثابت $\vec{v}$ از میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 5\,mT$ که عمود بر صفحهٔ نوار است، عبور می‌کند. اختلاف‌پتانسیل بین نقطه‌های x و y برابر $6\mu V$ اندازه گرفته‌شده است. تندی $\vec{v}$ چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) 6×10^{-2}

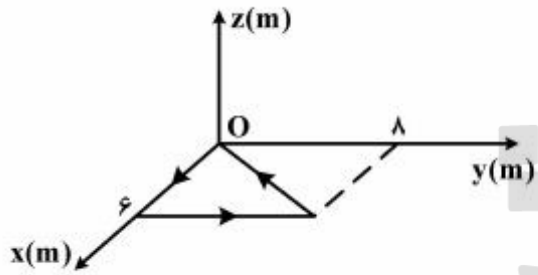
۲) 3×10^{-2}

۳) 2×10^{2}

۴) 6×10^{-1}

isipaper.org

۲۳- در ناحیه‌ای به شعاع $10\,cm$ حول محور z، چگالی جریان الکتریکی یکنواخت $30\frac{A}{m^2}$ در جهت مثبت محور z وجود دارد. مقدار انتگرال $\oint_C \vec{B}.\vec{dl}$ روی مسیر بستهٔ C که از سه قطعه خط مستقیم تشکیل‌شده و در مختصات دکارتی عبارت‌اند از $(6,0,0)$ به $(6,8,0)$ به $(0,0,0)$ به $(6,0,0)$ برحسب $T.m$، تقریباً کدام است؟



۱) 9×10^{-4}

۲) $2/9\times10^{-3}$

۳) 9×10^{-2}

۴) صفر

۲۴- میلهٔ رسانای صلب و بلندی که روی محور x قرار دارد؛ حامل جریان $1A$ در سوی منفی محور x است. میدان مغناطیسی $\vec{B}=2\hat{i}-6x^2\hat{j}$ (x برحسب متر و B برحسب میلی تسلا) در فضا موجود است. نیروی وارد بر بخشی از میله به طول $5m$ که بین $x=3m$ تا $x=-2m$ قرار دارد، برحسب نیوتن کدام است؟

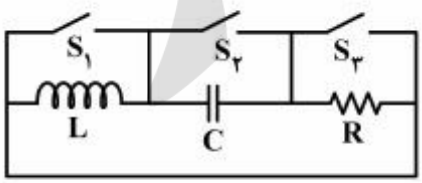
۱) $0/0025\hat{j}-0/07\hat{k}$

۲) $-0/0025\hat{j}+0/038\hat{k}$

۳) $0/038\hat{k}$

۴) $0/07\hat{k}$

۲۵- در مدار زیر وقتی کلید S_1 بسته و دو کلید دیگر باز است، مدار دارای ثابت زمانی $4ms$ است. وقتی کلید S_2 بسته و دو کلید دیگر باز است، مدار دارای ثابت زمانی $1/6s$ است. وقتی کلید S_3 بسته و دو کلید دیگر باز است، دورهٔ تناوب نوسان مدار، تقریباً چند ثانیه است؟



۱) $0/5$

۲) $12/5$

۳) 78

۴) 400

فیزیک هسته‌ای:

۲۶- نسبت شعاع هستهٔ $^{27}_{13}X$، به شعاع هستهٔ $^{64}_{28}Y$، برابر کدام است؟

۱) $\frac{27}{64}$

۲) $\frac{3}{4}$

۳) $\frac{13}{28}$

۴) $\frac{14}{36}$

۲۷- در واپاشی بتازا، کدام پارامتر ثابت باقی می‌ماند؟

۱) N

۲) Z

۳) A

۴) $N-Z$

isipaper.org

۲۸- کدام هسته، بیش‌ترین مقدار انرژی بستگی بر هر نوکلئون را دارد؟

۱) ^{۷۵}Kr ۲) ^{۴}He

۳) ^{۲۳۸}U ۴) ^{۵۶}Fe

۲۹- در واپاشی بتا، انرژی ذرهٔ بتا:

۱) ثابت است ولی انرژی ذرهٔ گسیل‌شده با آن پیوسته است.

۲) همواره ثابت است و به گسیل‌کننده بستگی دارد.

۳) همواره گسسته است.

۴) همواره پیوسته است.

۳۰- چنانچه هستهٔ $^{۱۱۸}_{۴۹}I$ یک واپاشی بتازا به‌صورت $^{۱۱۸}_{۴۹}I \rightarrow X + e^{-}$ انجام دهد، عنصر X کدام است؟

۱) $^{۱۱۸}_{۵۰}Sn$ ۲) $^{۱۱۹}_{۴۹}In$

۳) $^{۱۱۸}_{۴۸}Cd$ ۴) $^{۱}_{۱}H$

۳۱- اگر ۱۲٫۵ درصد از مقدار اولیهٔ یک هستهٔ در حال واپاشی بتازا باقی بماند، نیمه‌عمر این هسته، چند ساعت است؟

۱) ۱٫۵ ۲) ۳٫۵

۳) ۴ ۴) ۸

۳۲- تابع موج دو فرمیون همسان تحت تبادل آن‌ها، نامتقارن است. کدام‌یک، نتیجه‌ای از این خاصیت به شمار می‌رود؟

۱) اصل طرد پائولی ۲) اصل تطابق بوهر

۳) اصل عدم قطعیت هایزنبرگ ۴) قانون طلایی فرمی

۳۳- کدام‌یک از هسته‌های زیر، دارای پاریتهٔ مثبت است؟

۱) $^{۷}_{۴}Be$ ۲) $^{۷}_{۳}Li$

۳) $^{۱۵}_{۸}O$ ۴) $^{۱۹}_{۹}F$

۳۴- باریکه‌ای از اتم‌های خنثی از میان دستگاه اِشترن - گرلاخ عبور می‌کند و در خروجی به پنج خط با فاصلهٔ یکسان از هم تبدیل می‌شود. تکانهٔ زاویه‌ای کلّ اتم برابر، کدام است؟

۱) $\sqrt{۳}\hbar$ ۲) $\sqrt{۶}\hbar$

۳) $\sqrt{۷}\hbar$ ۴) $\sqrt{۵}\hbar$

۳۵- ابعاد هسته، چند برابر کوچک‌تر از ابعاد اتم است؟

۱) $۱۰^{۴}$ ۲) $۱۰^{۳}$

۳) $۱۰^{۵}$ ۴) $۱۰^{۶}$

۳۶- کدام ویژگی سبب می‌شود که آب‌سنگین به‌عنوان یک کندکننده، از اهمیت بالایی برخوردار باشد؟

۱) سطح مقطع پراکندگی بالای نوترون ۲) سطح مقطع جذب کم نوترون

۳) قدرت کندکنندگی بالا ۴) نسبت کندکنندگی بالای نوترون

۳۷- بکرل، واحد فیزیکی کدام پارامتر است؟

۱) انرژی ۲) دز جذب‌شده ۳) اکتیویته ۴) شار نوترون

isipaper.org

۳۸- با توجه به پیش‌بینی گشتاور مغناطیسی یک حالت دورانی یا ارتعاشی با تکانهٔ زاویه‌ای $I = 3$ در مدل جمعی هسته، نسبت گشتاور مغناطیسی هسته‌های سبک به گشتاور مغناطیسی هسته‌های سنگین، برابر کدام است؟ (برای هسته‌های سبک $\frac{Z}{A} = 0/5$ و برای هسته‌های سنگین $\frac{Z}{A} = 0/4$ می‌باشد)

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۲۵

۳) ۱/۷۵ ۴) ۲/۲۵

۳۹- برای پیدا کردن سطح مقطع کل پراکندگی یک هسته، فرض کنید سطح مقطع حالت تک‌تایی $\sigma_5 = 4b$ و سطح مقطع حالت سه‌تایی آن $\sigma_4 = 8b$ باشد. در این صورت سطح مقطع پراکندگی کل، چند بارن (b) است؟

۱) ۶ ۲) ۷

۳) ۱۲ ۴) ۱۴

۴۰- در برهمکنش فوتون با ماده، کدام گزینه نادرست است؟

۱) در پدیدهٔ فوتوالکتریک، فوتون فرودی توسط الکترون‌های لایه‌های خارجی اتم پراکنده می‌شود.

۲) احتمال وقوع پدیدهٔ فوتوالکتریک در انرژی‌های کم‌تر فوتون، بیش‌تر است.

۳) پدیدهٔ زوج در انرژی‌های کم‌تر از $0/1\,MeV$، اتفاق نمی‌افتد.

۴) در پراکندگی کامپتون، طول‌موج فوتون، تغییر می‌کند.

isipaper.org

پژوهش برتر
isipaper.org