

147

A



147A

نام:
نام خانوادگی:
محل امضا:

دفتر چه شماره (۱)



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

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

صبح جمعه
۱۳۹۴/۱۲/۱۴

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - 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 (۲، ۱)، فیزیک هسته‌ای	۴۰	۱	۴۰

این آزمون نمره منفی دارد.
استفاده از ماشین حساب 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 متغلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

ریاضیات مهندسی:

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

$$z_k = (k\pi - \frac{\pi}{2})i \quad (۱)$$

$$z_k = k\pi i \quad (۲)$$

(۳) فقط z های حقیقی

(۴) کلیه z ها

۲- تابع: $f(z) = \begin{cases} A\left(\frac{\cosh z - 1}{z^2}\right), & z \neq 0 \\ 1, & z = 0 \end{cases}$ ، همه‌جا تحلیلی است. عدد ثابت A ، کدام است؟

$$-3 \quad (۱)$$

$$\sqrt{2} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۳)$$

$$2 \quad (۴)$$

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

$$I = \frac{1}{2\pi i} \oint_C \frac{e^{tz}}{z^{n+1}} dz$$

$$\frac{t^n}{n!} \quad (۱)$$

$$n!t^n \quad (۲)$$

$$\frac{t^{n-1}}{n!} \quad (۳)$$

$$\frac{t^{n+1}}{n!} \quad (۴)$$

۴- تبدیل خطی کسری سه نقطه $(1, 0, \infty)$ را به ترتیب به سه نقطه $(2, 1, -1)$ تبدیل می‌کند. نقاط ثابت این تبدیل، کدام است؟

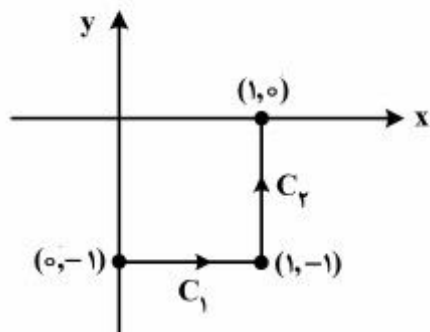
$$z = 2 \pm i2\sqrt{2} \quad (۱)$$

$$z = -2 \pm i2\sqrt{2} \quad (۲)$$

$$z = -1 \pm i\sqrt{2} \quad (۳)$$

$$z = 1 \pm i\sqrt{2} \quad (۴)$$

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



(۱) $2i - 1$

(۲) $1 - 2i$

(۳) $2i$

(۴) 2

۶- با استفاده از بسط سری فوریه تابع $f(x) = x^2 + |x|$ در بازه $-1 < x < 1$ ، حاصل سری زیر، کدام است؟

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

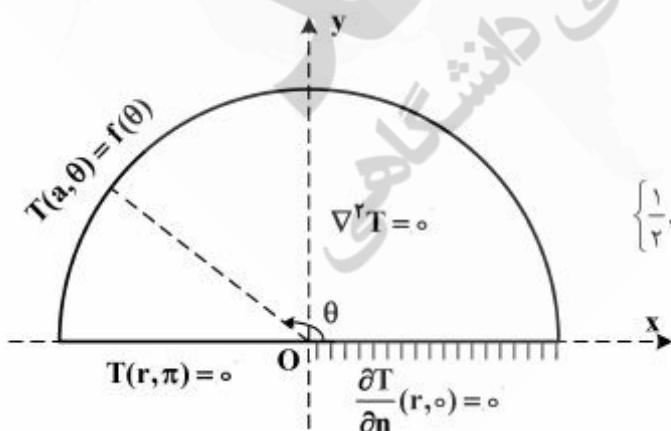
(۱) $\frac{5}{24}$

(۲) $\frac{5}{12}$

(۳) $\frac{5}{6}$

(۴) $\frac{5}{3}$

۷- مسئله 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 داده شده، که در آن تابع f مفروض تکه‌ای هموار و n قائم یکه برونسو بر شعاع است. یک پایه متعامد کامل برای بسط فوریه تابع f در این مسئله، کدام است؟



(۱) $\left\{ \frac{1}{2}, \cos \theta, \cos 2\theta, \dots, \cos(n\theta), \dots \right\}$

(۲) $\left\{ \frac{1}{2}, \cos \frac{\theta}{2}, \cos \frac{2\theta}{2}, \dots, \cos \left(\frac{2n-1}{2} \theta \right), \dots \right\}$

(۳) $\left\{ \sin \theta, \sin 2\theta, \dots, \sin(n\theta), \dots \right\}$

(۴) $\left\{ \cos \left(\frac{2k-1}{2} \theta \right) \right\}_{k \in \mathbb{N}}$

۸- اگر جواب مسئله مقدار اولیه مرزی:
$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = 0, & 0 < x < 2, t > 0 \\ u(0, t) = 0 = u(2, t), & u(x, 0) = |x-1| - 1 \end{cases}$$
 به صورت

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k e^{-\left(\frac{k\pi}{2}\right)^2 t} \cdot \sin \frac{k\pi x}{2}$$

کدام است؟

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

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

$$\frac{\lambda}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} e^{-\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}} \frac{1}{(2m-1)^2} \quad (3)$$

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

۹- معادله ناهمگن حرارت در یک بعد را به صورت زیر در نظر می‌گیریم.

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

شرایط مرزی و اولیه عبارت‌اند از:

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

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

$$\frac{1}{8} \quad (1)$$

$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \quad (3)$$

$$\frac{3}{4} \quad (4)$$

۱۰- اگر برای $0 < x < 2$ داشته باشیم:

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

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

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

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

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

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

فیزیک (۱، ۲):

۱۱- نیروی معینی به جرم m_1 شتابی برابر $\frac{6}{s} \frac{m}{s^2}$ و به جرم m_2 شتابی برابر $\frac{4}{s} \frac{m}{s^2}$ می‌دهد. اگر

این نیرو به جرم $m_1 + m_2$ اثر کند، چه شتابی بر حسب $\frac{m}{s^2}$ پیدا می‌کند؟

۱ (۱)

۱/۲ (۲)

۲ (۳)

۲/۴ (۴)

۱۲- یک هلی کوپتر در ارتفاع $19/6$ متری از سطح زمین در امتداد افق با سرعت ثابت $8 \frac{m}{s}$ در حرکت است. در یک لحظه

بسته‌ای با سرعت اولیه $14 \frac{m}{s}$ نسبت به هلی کوپتر و در خلاف جهت حرکت هلی کوپتر در امتداد افق پرتاب می‌شود.

هنگامی که بسته به زمین می‌رسد فاصله افقی بسته تا هلی کوپتر چند متر است؟ $g = 9/8 \frac{m}{s^2}$

۱۲ (۱)

۲۴ (۲)

۲۸ (۳)

۶۰ (۴)

۱۳- جعبه‌ای به جرم 2 kg ، ابتدا در حال سکون روی سطح افقی قرار دارد. در لحظه $t=0$ نیروی افقی $\vec{F}(t) = 2/6t \hat{i}$ در امتداد افق به جعبه اثر می‌کند (F بر حسب نیوتن و t بر حسب ثانیه است). شتاب جعبه در بازه $0 \leq t \leq 4\text{ s}$ برابر صفر و در لحظات $t > 4\text{ s}$ به شکل $\vec{a} = (1/8t - 4/9) \hat{i}$ است. (a بر حسب $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و t بر حسب ثانیه است). ضریب

اصطکاک ایستایی جعبه با سطح افقی کدام است؟ $g = 9/8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

(۱) ۰/۲۵

(۲) ۰/۳۸

(۳) ۰/۵

(۴) ۰/۷۳

۱۴- جسم 20 کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی $F = -3x - 6x^2$ روی محور x در حرکت است. (F بر حسب نیوتن و x بر حسب متر است). تندی این جسم در مکان $x = 2\text{ m}$ برابر $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است. تندی جسم در مکان $x = 4\text{ m}$ تقریباً چند

$\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

(۱) ۱/۷

(۲) ۲/۴۵

(۳) ۳/۴

(۴) ۵/۴

۱۵- گلوله (۱) به جرم m_1 به گلوله (۲) به جرم $m_2 = 4m_1$ که در حال سکون است، برخورد کشسان یک‌بعدی می‌کند. قبل از برخورد، مرکز جرم مجموعه دو گلوله با تندی $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در حرکت است. پس از برخورد، تندی گلوله (۲) چند

$\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

(۱) ۲/۴

(۲) ۷/۵

(۳) ۹/۶

(۴) ۱۲

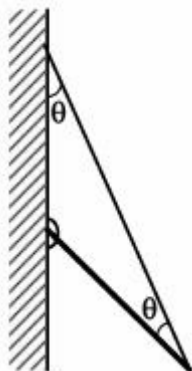
۱۶- در شکل زیر، یک سر میله یکنواختی به وزن 240 N به دیواری قائم لولا شده و سر دیگر آن توسط یک سیم نازک به همان دیوار بسته شده است. زاویه سیم با دیوار و میله یکسان و برابر $\theta = 30^\circ$ است. اندازه نیروی افقی وارد بر میله از طرف لولا، تقریباً چند نیوتن است؟

(۱) ۳۳

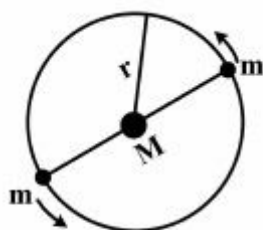
(۲) ۱۰۳

(۳) ۶۸

(۴) ۱۴۳



۱۷- یک مجموعه 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 ستاره مرکزی به جرم M دوران می‌کنند. دو ستاره چرخان همواره در دو انتهای یک قطر مطابق شکل زیر قرار دارند. پیوند چرخش ستاره‌ها کدام است؟ G ثابت گرانش جهانی است.



$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}}$$
 (۱)

$$(G(M+2m))^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}}$$
 (۲)

$$(G(M+\frac{m}{4}))^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}}$$
 (۳)

$$(G(M+m))^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}}$$
 (۴)

$$(G(M+\frac{m}{2}))^{\frac{1}{2}}$$

۱۸- یک کره توپریکنواخت به شعاع R و جرم M روی سطح شیب‌داری با حرکت غلتشی کامل در حال پایین آمدن است. در هر لحظه از حرکت، انرژی جنبشی دورانی کره ۲۵ درصد انرژی جنبشی کل آن است. اگر لختی دورانی کره به شکل $I = \beta MR^2$ بیان شود، مقدار β کدام است؟

$$\frac{1}{7}$$
 (۱)

$$\frac{1}{4}$$
 (۲)

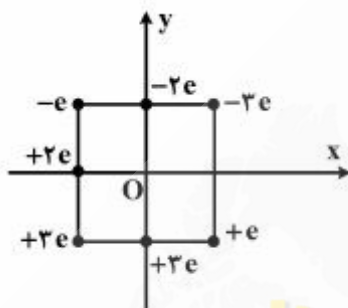
$$\frac{1}{3}$$
 (۳)

$$\frac{1}{2}$$
 (۴)

- 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 فاصله یک نقطه از محور استوانه است. نسبت اندازه میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصله $r = 3\text{ cm}$ به اندازه میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصله $r = 18\text{ cm}$ ، 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 ثابت شده‌اند. مقدار کار لازم برای آن که ذره‌ای با بار $+6e$ که در ابتدا ساکن است، از فاصله‌ای نامتناهی به مرکز مربع آورده شود، چند الکترون ولت است؟ (اندازه بار یک الکترون و O مرکز مربع است.)

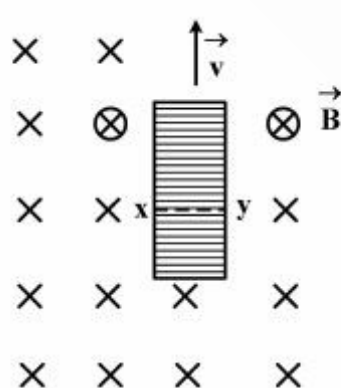


- (۱) $6,5 \times 10^{-25}$
 (۲) $2,7 \times 10^{-25}$
 (۳) $1,73 \times 10^{-6}$
 (۴) $4,15 \times 10^{-6}$

- ۲۱- یک شتاب‌دهنده خطی، باریکه تپی از الکترون‌ها تولید می‌کند. جریان تپ 2 A و دوام هر تپ $2\text{ }\mu\text{s}$ است. برای شتاب‌دهنده‌ای که با 800 تپ بر ثانیه کار می‌کند، جریان متوسط چند آمپر است؟

- (۱) $1,6 \times 10^{-3}$
 (۲) $3,2 \times 10^{-3}$
 (۳) $1,6 \times 10^3$
 (۴) $3,2 \times 10^3$

- 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 $B = 5\text{ mT}$ که عمود بر صفحه نوار است، عبور می‌کند. اختلاف پتانسیل بین نقطه‌های x و y



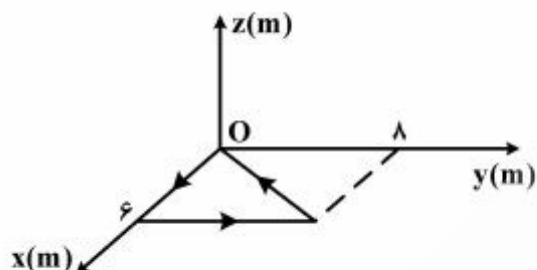
برابر $6\text{ }\mu\text{V}$ اندازه گرفته شده است. تندی \vec{v} چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟

- (۱) 6×10^{-2}
 (۲) 3×10^{-2}
 (۳) 2×10^2
 (۴) 6×10^{-1}

۲۳- در ناحیه‌ای به شعاع ۱۰ cm حول محور z چگالی جریان الکتریکی یکنواخت $\frac{A}{m^2}$ در جهت مثبت محور z وجود

دارد. مقدار انتگرال $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l}$ روی مسیر بسته C که از سه قطعه خط مستقیم تشکیل شده و در مختصات دکارتی

عبارت‌اند از $(6, 0, 0)$ به $(6, 8, 0)$ به $(0, 0, 0)$ به $(6, 0, 0)$ برحسب $T \cdot m$ ، تقریباً کدام است؟



(۱) 9×10^{-4}

(۲) 2.9×10^{-3}

(۳) 9×10^{-2}

(۴) صفر

۲۴- میله رسانای صلب و بلندی که روی محور x قرار دارد؛ حامل جریان $1A$ در سوی منفی محور x است. میدان

مغناطیسی $\vec{B} = 2\hat{i} - 6x^2\hat{j}$ (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) $0.7k - 0.25j$

(۲) $0.38k + 0.25j$

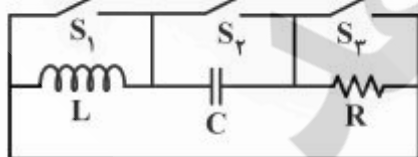
(۳) $0.38k$

(۴) $0.7k$

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، دوره

تناوب نوسان مدار، تقریباً چند ثانیه است؟



(۱) 0.5

(۲) $12/5$

(۳) 78

(۴) 400

فیزیک هسته‌ای:

۲۶- نسبت شعاع هسته X به شعاع هسته Y $27/48$ ، برابر کدام است؟

(۲) $\frac{3}{4}$

(۴) $\frac{14}{36}$

(۱) $\frac{27}{64}$

(۳) $\frac{13}{28}$

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

(۲) Z

(۴) $N - Z$

(۱) N

(۳) A

- ۲۸- کدام هسته، بیش‌ترین مقدار انرژی بستگی بر هر نوکلئون را دارد؟
 (۱) ${}^{75}\text{Kr}$ (۲) ${}^4\text{He}$
 (۳) ${}^{238}\text{U}$ (۴) ${}^{56}\text{Fe}$
- ۲۹- در واپاشی بتا، انرژی ذره بتا:
 (۱) ثابت است ولی انرژی ذره گسیل‌شده با آن پیوسته است.
 (۲) همواره ثابت است و به گسیل‌کننده بستگی دارد.
 (۳) همواره گسسته است.
 (۴) همواره پیوسته است.
- ۳۰- چنانچه هسته ${}^{118}\text{I}$ یک واپاشی بتا را به صورت ${}^{118}\text{I} \rightarrow X + e^-$ انجام دهد، عنصر X کدام است؟
 (۱) ${}^{118}\text{Sn}$ (۲) ${}^{119}\text{In}$
 (۳) ${}^{118}\text{Cd}$ (۴) ${}^1\text{H}$
- ۳۱- اگر ۱۲/۵ درصد از مقدار اولیه یک هسته در حال واپاشی بتا 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. کدام یک، 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- کدام یک از هسته‌های زیر، دارای پارینته مثبت است؟
 (۱) ${}^4\text{Be}$ (۲) ${}^7\text{Li}$
 (۳) ${}^{15}\text{O}$ (۴) ${}^{19}\text{F}$
- ۳۴- باریکه‌ای از اتم‌های خنثی از میان دستگاه‌اشترن - گزلاخ عبور می‌کند و در خروجی به پنج خط با فاصله یکسان از هم تبدیل می‌شود. تکانه زاویه‌ای کل اتم برابر، کدام است؟
 (۱) $\sqrt{3}h$ (۲) $\sqrt{6}h$
 (۳) $\sqrt{7}h$ (۴) $\sqrt{5}h$
- ۳۵- ابعاد هسته، چند برابر کوچک‌تر از ابعاد اتم است؟
 (۱) 10^4 (۲) 10^3
 (۳) 10^5 (۴) 10^6
- 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

۳۸- با توجه به پیش‌بینی گشتاور مغناطیسی یک حالت دورانی یا ارتعاشی با تکانه زاویه‌ای $I = 3$ در مدل جمعی هسته، نسبت گشتاور مغناطیسی هسته‌های سبک به گشتاور مغناطیسی هسته‌های سنگین، برابر کدام است؟ (برای

$$\text{هسته‌های سبک } \frac{Z}{A} = 0.5 \text{ و برای هسته‌های سنگین } \frac{Z}{A} = 0.4 \text{ می‌باشد)}$$

$$(1) \quad 0.8$$

$$(2) \quad 1/25$$

$$(3) \quad 1/75$$

$$(4) \quad 2/25$$

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

$$(1) \quad 6$$

$$(2) \quad 7$$

$$(3) \quad 12$$

$$(4) \quad 14$$

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

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

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

(۳) پدیده زوج در انرژی‌های کم‌تر از 1.02 MeV ، اتفاق نمی‌افتد.

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

