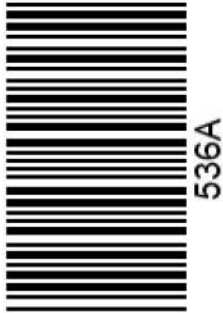


کد کنترل

536

A



## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»

امام خمینی (ره)

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

رشته مهندسی هسته‌ای - کاربرد پرتوها - (کد ۲۳۶۵)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: - حفاظت در برابر اشعه - ریاضیات مهندسی - آشکارسازی - محاسبات تراپد پرتوها	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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.

# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- کبالت - ۶۰ در هر واپاشی دو فوتون گاما با انرژی  $1/17$  و  $1/33$  مگا الکترون ولت و یک ذره بتا با انرژی ماکزیمم  $0/314$  مگا الکترون ولت تولید می‌کند. یک محلول حاوی کبالت - ۶۰ با اکتیویته  $10 \frac{\text{MBq}}{\ell}$ ، متوسط چگالی

توان چند وات بر کیلوگرم است؟ (فرض کنید حجم ماده بی‌نهایت است).

(۱)  $4/2 \times 10^{-6}$  (۲)  $12/6 \times 10^{-6}$

(۳)  $4/2$  (۴)  $12/6$

۲- با قرار دادن حفاظ از جنس سرب با ضخامت‌های مختلف جلو چشمه پرتوزایی، شمارش‌های زیر ثبت شده است. ضریب تضعیف خطی سرب برای این چشمه، چند  $\text{cm}^{-1}$  است؟

ضخامت (cm)	۰	۲	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	۱۴
شمارش ثانیه	۱۰۰۰	۸۸۰	۷۷۰	۶۸۰	۶۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰

(۱)  $0/1 \text{ cm}^{-1}$  (۲)  $10 \text{ cm}^{-1}$

(۳)  $0/0693 \text{ cm}^{-1}$  (۴) هیچ کدام

۳- کدام مواد به منظور حفاظسازی چشمه نوترونی مناسب‌تر هستند؟

(۱) پلی اتیلن و آلومینیوم (۲) پلی اتیلن و آهن (۳) آب و مواد شکاف‌پذیر (۴) همه موارد

۴- فرض کنید مقدار  $200 \frac{\text{Bq}}{\text{min}}$  از ید - ۱۳۱ به داخل یک آزمایشگاه با ابعاد  $10 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  نشت می‌کند. برای

آن‌که در حالت پایدار غلظت ید - ۱۳۱ در هوای آزمایشگاه از DAC که برای

ید - ۱۳۱ برابر با  $740 \frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}$  است، تجاوز ننماید، نرخ تهویه کدام است؟

(۱)  $0/27 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$  (۲)  $1/67 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$  (۳)  $3/7 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$  (۴)  $6/16 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$

۵- شار تابش ترمزی در فاصله  $20 \text{ cm}$  از یک چشمه  $32 - P (E_{\text{max}} = 1/71)$  با فعالیت  $1 \text{ Ci}$  که داخل حفاظ سربی

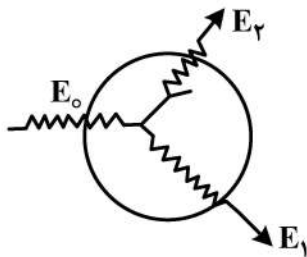
( $Z = 82$ ) با ضخامتی برابر با برد ماکزیمم ذرات بتا قرار گرفته است، چند  $\frac{\text{فوتون}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$  است؟

(۱)  $9/1 \times 10^{-7}$  (۲)  $6/4 \times 10^{-7}$  (۳)  $3/6 \times 10^{-5}$  (۴)  $1/2 \times 10^{-5}$

- ۶- برای فوتون با انرژی  $0.01 \text{ MeV}$  (با عدد جرمی  $A$  و عدد اتمی  $Z$ ) و برای فوتون با انرژی  $0.1 \text{ MeV}$ ، حفاظ ۲ (با عدد جرمی  $2A$  و عدد اتمی  $2Z$ ) استفاده شده است. نسبت سطح مقطع واکنش فوتوالکتریک در حفاظ ۱ به حفاظ ۲ برای این فوتون‌ها کدام است؟

- (۱)  $16000$  (۲)  $63$   
 (۳)  $0.016$  (۴)  $0.001$

- ۷- در شکل زیر فوتونی با انرژی  $E_0$  وارد حجم حساس در هوا شده و پراکندگی کامپتون رخ داده و فوتون با انرژی  $E_1$  از حجم حساس خارج می‌شود. الکترون پس‌زده شده در ادامه تابش ترمزی برای رخ می‌دهد و فوتون با انرژی  $E_2$  از حجم حساس خارج می‌شود. با فرض واحد بودن جرم حجم حساس، مقادیر دز و کرما کدام است؟

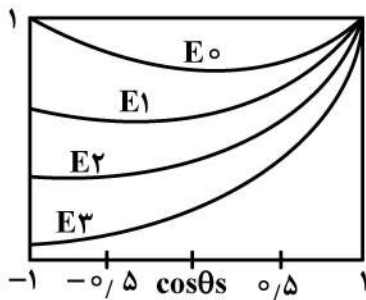


- (۱)  $K = E_0 - E_1, D = E_0 - E_1$   
 (۲)  $K = E_0 - E_1 - E_2, D = E_0 - E_1$   
 (۳)  $K = E_0 - E_1, D = E_0 - E_1 - E_2$   
 (۴)  $K = E_0 - E_1 - E_2, D = E_0 - E_1 - E_2$

- ۸- فرض کنید یک نمونه حاوی کبالت - ۵۹ به مدت یک هفته در راکتور تحت تابش نوترون حرارتی با شار  $10^{11} \frac{n}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$  قرار می‌گیرد. اگر اکتیویته کبالت - ۶۰ تولیدی  $1 \mu\text{Ci}$  باشد و سطح مقطع واکنش  $(n, \gamma)$  جذب نوترون  $36$  بارن و نیمه عمر کبالت - ۶۰ برابر با  $5/6$  سال باشد، تعداد اتم‌های کبالت - ۵۹ در نمونه اولیه کدام است؟

- (۱)  $1.03 \times 10^{17}$  (۲)  $1.03 \times 10^{20}$   
 (۳)  $2.45 \times 10^{17}$  (۴)  $2.45 \times 10^{20}$

- ۹- در شکل زیر، نمودار سطح مقطع میکروسکوپی کامپتون در برخورد فوتون با انرژی‌های مختلف با الکترون بر حسب  $\cos\theta_s$  رسم شده است. کدام مورد در خصوص انرژی فوتون‌های فرودی صحیح است؟ ( $\theta_s$  زاویه پراکندگی کامپتون است.)



- (۱)  $E_1 < E_2 < E_3 < E_0$   
 (۲)  $E_3 < E_2 < E_1 < E_0$   
 (۳)  $E_2 > E_3 > E_1, E_0 \approx 0$   
 (۴)  $E_3 < E_2 < E_1, E_0 \approx 0$

- ۱۰- در مورد ارتباط دز جذبی و کرما در عمق بافت کدام عبارت صحیح است؟  
 (۱) کرما در عمق مشخصی ماکزیمم می‌شود و در آن عمق با دز جذبی برابر است.  
 (۲) کرما همواره با افزایش ضخامت (عمق بیشتر) کاهش می‌یابد.  
 (۳) کرما همیشه از دز جذبی کمتر است.  
 (۴) کرما و دز جذبی با هم برابر هستند.

۱۱- با استفاده از تبدیل لاپلاس، حاصل  $\int_0^{\infty} \int_0^t e^{u-(k+4)t} \sin u \, du \, dt$  ، کدام است؟

$$(1) \frac{1}{k(k^2 + 6k + 10)}$$

$$(2) \frac{1}{k(k^2 + 8k + 17)}$$

$$(3) \frac{1}{(k+4)(k^2 + 6k + 10)}$$

$$(4) \frac{1}{(k+4)(k^2 + 8k + 17)}$$

۱۲- فرض کنید  $S$  سطح روی نیم استوانه  $x^2 + z^2 = 1$  با فرض  $z \geq 0$  در محدوده  $y \in [0, 1]$  باشد. اگر نیروی

$\vec{F}(x, y, z) = x\vec{i} - 2y\vec{j} + z\vec{k}$  از سطح  $S$  گذر کند، حاصل  $\left| \iint_S \vec{F} \cdot \vec{n} \, d\sigma \right|$  کدام است؟ ( $\vec{n}$  بردار یکه قائم

برونسوی سطح  $S$  است.)

○ (۱)

(۲)  $\pi$

(۳)  $2\pi$

(۴)  $4\pi$

۱۳- با استفاده از انتگرال فوریه سینوسی تابع  $f(x) = e^{-x}$ ، انتگرال فوریه سینوسی تابع  $\frac{x}{1+x^2}$ ، کدام است؟

$$(1) \int_0^{+\infty} e^{-w} \sin(wx) \, dw$$

$$(2) \int_0^{+\infty} e^{-w} \cos(wx) \, dw$$

$$(3) \int_0^{+\infty} e^w \cos(wx) \, dw$$

$$(4) \int_0^{+\infty} e^w \sin(wx) \, dw$$

۱۴- فرم کانونیک معادله دیفرانسیل  $x_{xx} + 4x^2 u_{yy} + u_y = x^2 + y^2$  ، کدام است؟

$$(1) u_{\alpha\alpha} + u_{\beta\beta} = \frac{1}{4\beta}(u_{\alpha} + u_{\beta} + \alpha + \beta^2)$$

$$(2) u_{\alpha\alpha} + u_{\beta\beta} = \frac{1}{4\beta}(u_{\alpha} + 2u_{\beta} + \beta + \alpha^2)$$

$$(3) u_{\alpha\alpha} + u_{\beta\beta} = \frac{1}{4\beta}(-u_{\alpha} - 2u_{\beta} + \beta + \alpha^2)$$

$$(4) u_{\alpha\alpha} + u_{\beta\beta} = \frac{1}{4\beta}(-u_{\alpha} - 2u_{\beta} + \beta + \alpha^2)$$

۱۵- فرض کنید تابع مطلقاً انتگرال پذیر  $u(x, y)$ ، جواب مسئله مقدار کرانه‌ای زیر باشد. مقدار  $u(\frac{\pi}{4}, \ln 3)$  کدام است؟

$$\begin{cases} u_{xx} + u_{yy} = 0 ; 0 < x < \pi, y > 0 \\ u(0, y) = u(\pi, y) = 0 ; y \geq 0 \\ u(x, 0) = \sin 2x(1 - \cos 2x) ; 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$$

(۱) ۹

(۲) ۳

(۳)  $\frac{1}{3}$

(۴)  $\frac{1}{9}$

۱۶- فرض کنید  $n$  یک عدد فرد طبیعی و  $w = e^{\frac{2\pi i}{n}}$  باشد. حاصل  $\sum_{k=0}^{n-1} (-1)^k w^k$  کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $\frac{2}{1+w}$

(۳)  $1+w$

(۴)  $\frac{1}{1+w}$

۱۷- مقدار انتگرال  $\oint_{|z|=1} (z - \frac{1}{z})^3 e^z dz$  ، کدام است؟

(۱)  $\frac{35\pi i}{12}$

(۲)  $\frac{35\pi i}{24}$

(۳)  $\frac{37\pi i}{12}$

(۴)  $\frac{37\pi i}{24}$

۱۸- در بسط سری توانی شاخه اصلی  $\ln(z) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n (z+i)^n$  ، مقدار  $\frac{A_1}{A_0}$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{2}{\pi}$

(۲)  $-\frac{\pi}{2}$

(۳)  $\frac{\pi i}{2}$

(۴)  $\frac{2i}{\pi}$



- ۱۹- برای حل معادله گرما با شرایط اولیه و کرانه‌ای زیر از روش تفاضلات منتهای با طول گام  $h = \frac{1}{M}$  و  $k = \frac{1}{N}$  با رابطه بازگشتی  $U_{i,j+1} = rU_{i-1,j} + (1-2r)U_{i,j} + rU_{i+1,j}$  به ازای  $i = 0, \dots, M-1$  و  $j = 0, 1, \dots, N-1$  و پارامتر  $r = \frac{4M^2}{N}$  استفاده می‌کنیم. کدام شرط برای  $M$  و  $N$  برقرار باشد تا روش تفاضلی فوق پایدار باشد؟ ( $U_{i,j}$  تقریب تابع  $u$  در نقطه  $(ih, jk)$  است.)

$$\begin{cases} u_t - \epsilon u_{xx} = 0 & ; 0 < x < 1, 0 < t < 1 \\ u(x, 0) = f(x) & ; 0 \leq x \leq 1 \\ u(0, t) = u(1, t) = 0 & ; t \geq 0 \end{cases}$$

(۱)  $4M^2 \leq N$

(۲)  $4M^2 \geq N$

(۳)  $8M^2 \geq N$

(۴)  $8M^2 \leq N$

- ۲۰- میانگین متغیر تصادفی  $X$  برابر ۳ است. چنانچه متغیر تصادفی  $y = x - 1$  دارای واریانس ۹ باشد. مقدار  $E[(x+1)^2]$  کدام است؟

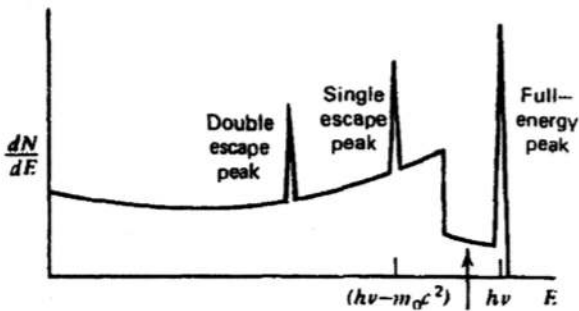
(۲) ۲۴

(۱) ۱۶

(۴) ۲۷

(۳) ۲۵

- ۲۱- شکل زیر برای کدام یک از ابعاد آشکارسازی  $\gamma$  است؟



(۱) آشکارساز کوچک برای انرژی بزرگتر از  $2mc^2$

(۲) آشکارساز متوسط برای انرژی کوچکتر از  $2mc^2$

(۳) آشکارساز متوسط برای انرژی بزرگتر از  $2mc^2$

(۴) آشکارساز بزرگ برای انرژی بزرگتر از  $2mc^2$

- ۲۲- grid در محفظه یونیزاسیون گازی چه نقشی دارد؟

(۱) از بین بردن نویزهای موجود در آشکارساز

(۳) از بین بردن وابستگی دامنه پالس به مکان واکنش

- ۲۳- زمان Shaping کوتاه چه تأثیری دارد؟

(۱) کاهش Pile up و کاهش ballistic deficit

(۲) کاهش Pile up و افزایش ballistic deficit

(۳) کاهش نویز الکترونیک و کاهش ballistic deficit

(۴) کاهش نویز الکترونیک و افزایش ballistic deficit

- ۲۴- استفاده از یک طبقه مشتق‌گیر و ۴ طبقه انتگرال‌گیر نسبت به CR-RC موجب کدام مورد می‌شود؟

(۱) کاهش SNR

(۲) تبدیل شکل پالس به یک پالس با rise time کوتاه

(۳) افزایش زمان رسیدن به مقدار پیک به اندازه  $\pi\tau$

(۴) همه موارد

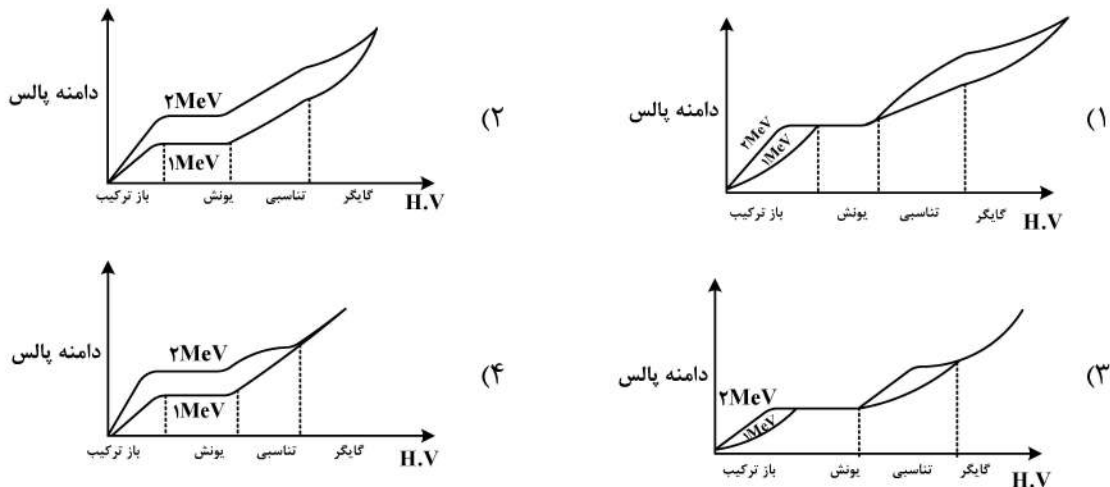


۳۰- در اطراف شتاب دهنده های خطی که در رادیوتراپی استفاده می شود، پرتوهای فوتون و نوترون با شار زیاد تولید می شود، پیشنهاد شما جهت اندازه گیری دز نوترون و فوتون و طیف انرژی نوترون کدام آشکارساز است؟ (نسبت حساسیت نوترونی و فوتونی آشکارسازها مدنظر است).

- (۱) استفاده از آشکارساز NaI و کره های بانر با شار نوترون
- (۲) دز نوترون با  $CR-39$ ، دز فوتون با TLD و طیف انرژی نوترون با کره های بانر با آشکارساز مرکزی  $CR-39$
- (۳) دز نوترون با  $TLD600$  و  $TLD700$ ، دز فوتون با  $TLD100$  و طیف انرژی نوترون با کره های بانر با آشکارساز مرکزی TLD
- (۴) دز نوترون با دزیمتری های فعال نوترونی، دز فوتون با دزیمتری های فعال فوتونی، طیف انرژی نوترونی با NE-213

۳۱- در آشکارسازی گازی تناسبی و گایگر مولر جریان ناشی از بهمن ایجاد شده، توسط اندرکنش پرتو با آشکارساز چگونه توسط آند جمع آوری می شود؟

- (۱) گایگر مولر: روی کل آند - تناسبی: روی بخشی از آند
  - (۲) گایگر مولر: روی کل آند - تناسبی: روی کل آند
  - (۳) گایگر مولر: روی بخشی از آند - تناسبی: روی کل آند
  - (۴) گایگر مولر: روی بخشی از آند - تناسبی: روی بخشی از آند
- ۳۲- برای یک آشکارساز گازی کدام نمودار صحیح می باشد؟ (انرژی پرتو  $1\text{MeV}$ ،  $2\text{MeV}$ )



۳۳- شمارنده A و شمارنده B به ترتیب با زمان مرگ  $25\mu\text{s}$ ،  $100\mu\text{s}$  موجودند. آهنگ اندرکنشی واقعی چند شمارش در ثانیه باشد، تا تعداد شمارش های از دست رفته شمارنده B دو برابر شمارنده A باشد؟

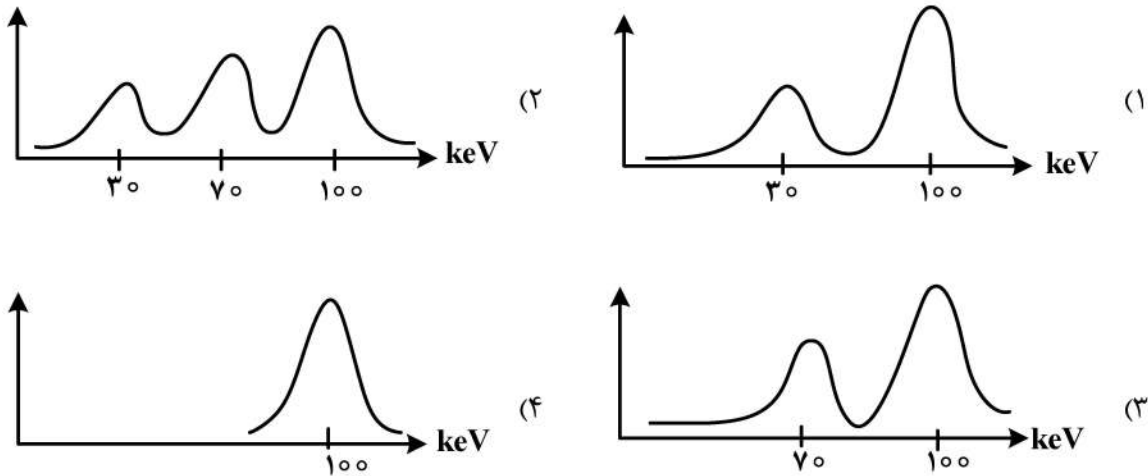
- (۱)  $2 \times 10^{16}$
- (۲)  $20,000$
- (۳)  $50,000$
- (۴)  $200,000$

۳۴- یک چشمه آلفا با انرژی  $5\text{MeV}$  در مقابل اتاقک یونش پر شده از گازی با  $w = 20\text{eV}$  و فاکتور نانو برابر  $0.16$  قرار داده می شود. قدرت تفکیک آشکارساز مبتنی بر محاسبات تئوری چند درصد خواهد بود؟

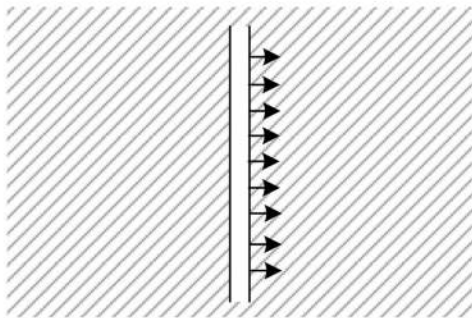
- (۱)  $0.188\%$
- (۲)  $0.236\%$
- (۳)  $2.36\%$
- (۴)  $4\%$



۳۵- آشکارساز تناسبی پرشده از گاز Xe (زئون) در مقابل فوتون  $100\text{keV}$  قرار داده شده است. در صورتی که انرژی ایکس مشخصه گاز،  $30\text{keV}$  باشد، کدام طیف ثبت شده صحیح است؟



۳۶- چشمه صفحه‌ای نوترون‌ها را به سمت راست در یک محیط بی‌نهایت بزرگ حاوی ماده با عدد جرمی بزرگ می‌فرستد. فلاکس نوترون در فواصل دور از چشمه چگونه است؟



- (۱) ایزوتروپیک
- (۲) غیر ایزوتروپیک
- (۳) مستقل از مکان
- (۴) مستقل از انرژی

۳۷- کدام گزینه بهترین تعریف از تابع گرین برای فلاکس زاویه‌ای است؟

$$G(\underline{r}_0, \underline{\Omega}_0, E_0 \rightarrow \underline{r}, \underline{\Omega}, E)$$

- (۱) چشمه واحد در  $\underline{r}_0$  و مشاهده در  $\underline{r}$  به شرط انرژی  $E_0$  و راستای  $\underline{\Omega}_0$
- (۲) پاسخ به چشمه واحد صاحب متغیرهای اندیس صفر، مشاهده در شرایط بدون اندیس
- (۳) پاسخ به چشمه واحد مستقر در  $\underline{r}_0$  برای مشاهده نوترون‌های با انرژی  $E_0$  و راستای  $\underline{\Omega}_0$
- (۴) چشمه با شدت واحد صاحب متغیرهای بدون اندیس و مشاهده پاسخ در شرایط اندیس صفر

۳۸- در دسته‌ای از مسائل ترانسپورت، جمله مرتبط با **Regeneration** وجود ندارد، یعنی  $c = 0$ . کدام مورد گویای این مطلب است؟

- (۱) محیط غیر تکثیری
- (۲) محیط مادی جاذب کامل
- (۳) مناسب برای محاسبه فلاکس اسکالر
- (۴) محیط مادی با پراکندگی شدید

۳۹- در معادله ترانسپورت، سطح مقطع ماکروسکوپیک کل  $\Sigma = \Sigma_n + \Sigma_\gamma + \Sigma_f$  است. با توجه به  $\Sigma_a = \Sigma_f + \Sigma_\gamma$ ، حاصل  $[1 - c]\Sigma$  کدام است؟

- (۱)  $\Sigma - \Sigma_n$
- (۲)  $\Sigma_f(1 - \bar{v})$
- (۳)  $\Sigma_a - \bar{v}\Sigma_f$
- (۴)  $\Sigma - \bar{v}\Sigma_f$

۴۰- چنانچه  $\Sigma_f = 0.5$ ،  $\Sigma_c = 1$ ،  $\Sigma_n = 1$ ،  $\bar{v} = 3$ ، در این صورت تعداد متوسط نوترون‌های برآمده از برخورد یک نوترون کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۱/۴

(۳) ۱/۶

(۴) ۲/۵

۴۱- بر مبنای شواهد تجربی، کدام گزینه حاصل انتگرال زیر است؟ ( $f$  تابع انتقال است).

$$\int_{4\pi} f(\underline{r}, \underline{\Omega}, E \rightarrow \underline{\Omega}, E) d\Omega$$

(۱)  $f(\underline{r})$

(۲)  $f(\underline{r}, E' \rightarrow E)$

(۳)  $f(\underline{r}, \phi', E' \rightarrow \phi, E)$

(۴)  $f(\underline{r}, \cos\theta, E' \rightarrow E)$

۴۲- یک چشمه کروی در محیط خلأ قرار گرفته است و نوترون‌ها را به صورت ایزوتروپیک از خود ساطع می‌کند. فلاکس زاویه‌ای در این محیط چگونه است؟

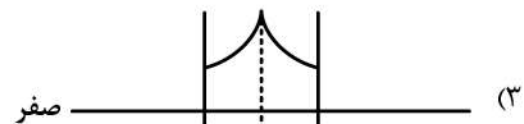
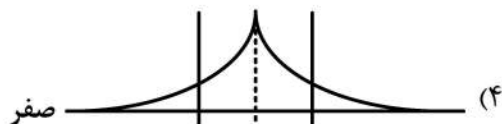
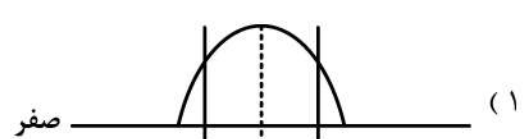
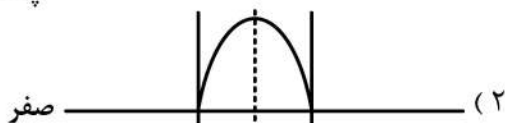
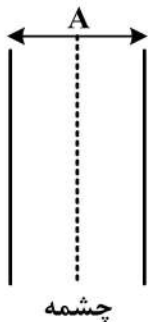
(۱) یکنواخت

(۲) ایزوتروپیک

(۳) غیر ایزوتروپیک

(۴) بستگی به فاصله از چشمه دارد.

۴۳- در مرکز یک تیغه به ضخامت  $A$ ، چشمه نوترون حرارتی قرار داده شده است. کدام شکل توزیع شار نوترون را براساس معادله بخش، در فضا بهتر نشان می‌دهد؟ (اطراف تیغه خلأ است).



۴۴- چشمه نقطه‌ای نوترون به شدت  $S_0 \frac{\#}{s}$  در محیط بی‌نهایت قرار گرفته است. آهنک جذب نوترون در فاصله  $r$  از چشمه چقدر است؟  $(D, L, \Sigma_a, \Sigma_\tau)$  به ترتیب طول پخش، ضریب پخش، سطح مقطع ماکروسکوپی جذب و سطح مقطع میکروسکوپی کل است.

$$(1) \frac{S_0 \exp(-\Sigma_a r)}{4\pi r^2}$$

$$(2) \frac{S_0 \exp(-r/L) \Sigma_a}{4\pi D r^2 \Sigma_\tau}$$

$$(3) \frac{S_0 \exp(-r/L) \Sigma_a}{4\pi D r}$$

$$(4) \frac{S_0 \exp(-r/L) \frac{-r}{L}}{4\pi D r L \exp(\Sigma_a r)}$$

۴۵- زاویه پراکندگی کشسان نوترون از هیدروژن در سیستم آزمایشگاهی در چه بازه‌ای تغییر می‌کند؟

(۱)  $\circ$  تا  $45$  درجه  
 (۲)  $\circ$  تا  $90$  درجه  
 (۳)  $\circ$  تا  $180$  درجه  
 (۴) بیشتر در فاصله  $90$  تا  $180$  درجه

# پی اچ دی تست؛ نخستین وب سایت تخصصی آزمون دکتری