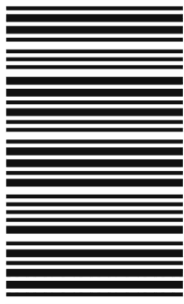


کد کنترل

541

F



541F

آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنج‌شنبه

۱۴۰۱/۱۲/۱۱



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

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

مهندسی هسته‌ای - راکتور (کد ۲۳۶۶)

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ 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 - محاسبات عددی پیشرفته - فیزیک راکتور - تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای	۴۵	۱	۴۵

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 متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

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

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

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (حفاظت در برابر اشعه - محاسبات عددی پیشرفته - فیزیک راکتور - تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای):

۱- فوتون‌های تک‌انرژی بر محیطی با ضریب اندرکش 0.7 cm^{-1} تابیده می‌شود. ضخامت لازم برای اینکه پرتو

فرودی به اندازه $\frac{1}{128}$ مقدار اولیه برسد، چند سانتی‌متر است؟ ($\ln 2 = 0.7$)

(۱) ۰٫۷

(۲) ۱٫۴

(۳) ۷

(۴) ۷۰

۲- فوتونی با انرژی E_0 وارد حجم حساس می‌شود و در اثر پراکندگی کامپتون صورت‌گرفته فوتون با انرژی $\frac{E_0}{3}$

ایجاد می‌شود که در نهایت از حجم حساس خارج می‌شود. الکترون پس‌زده شده در اثر شتاب‌دارشدن منجر به

گسیل فوتونی با انرژی $\frac{E_0}{3}$ می‌شود که در نهایت این فوتون نیز بدون انجام اندرکنش از حجم حساس خارج

می‌شود. با در نظر گرفتن، جرم واحد برای حجم حساس، دز (D) و کرما (K) کدام‌اند؟

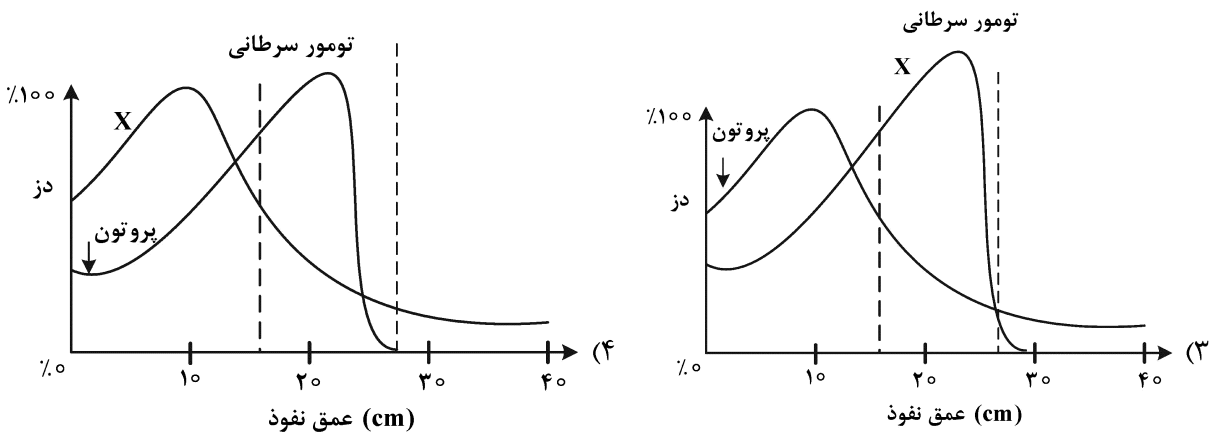
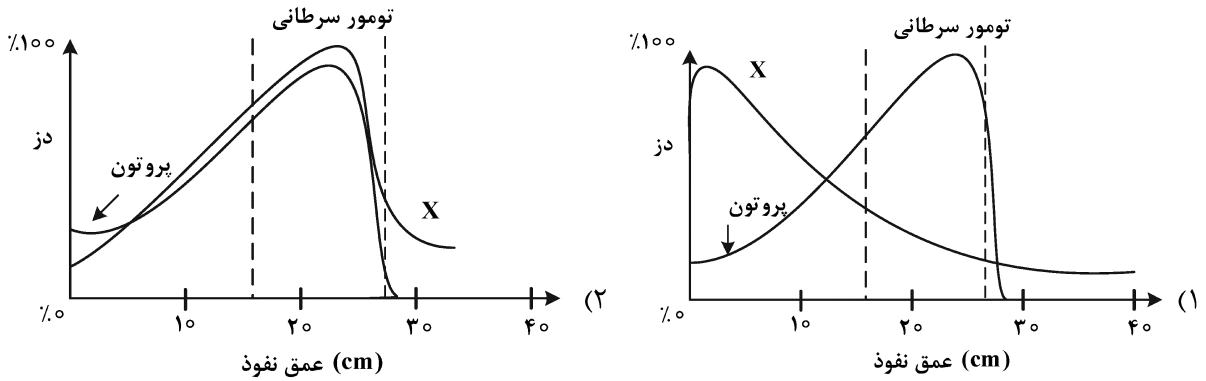
$$(1) \quad K = \frac{2E_0}{3} \quad \text{و} \quad D = \frac{E_0}{3}$$

$$(2) \quad K = \frac{E_0}{3} \quad \text{و} \quad D = \frac{2E_0}{3}$$

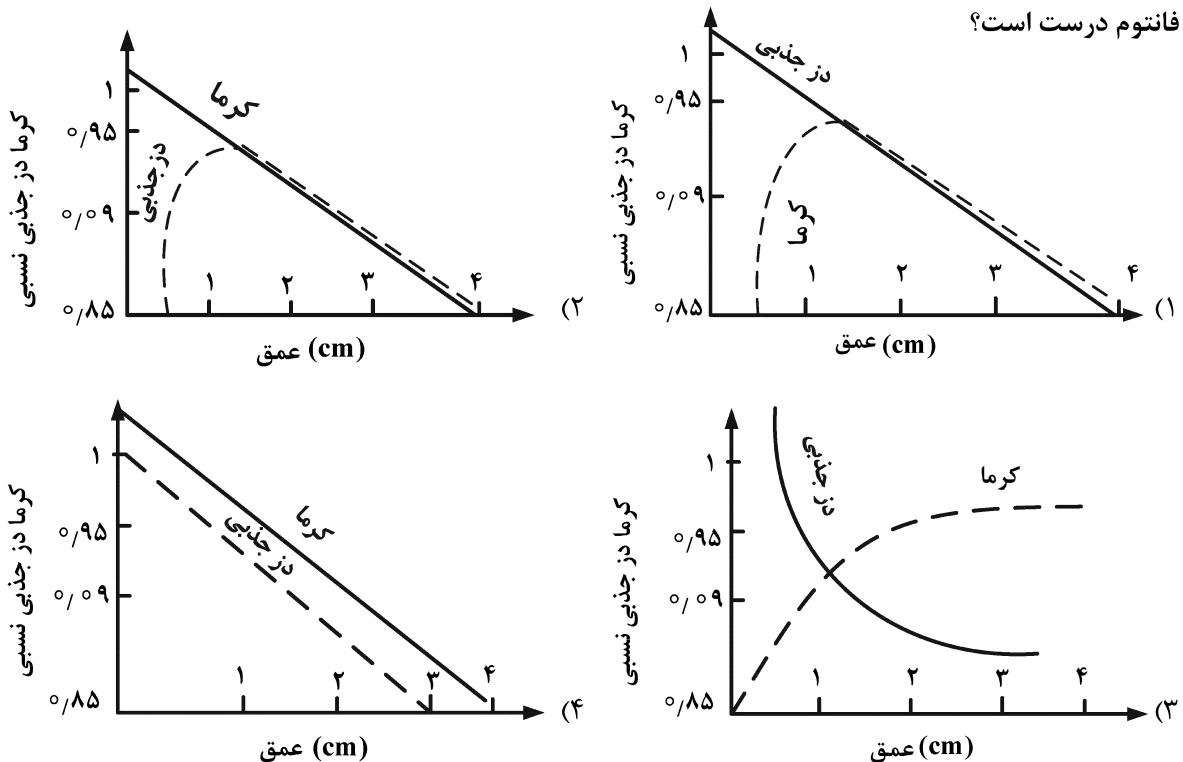
$$(3) \quad K = \frac{E_0}{3} \quad \text{و} \quad D = \frac{E_0}{3}$$

$$(4) \quad K = 0 \quad \text{و} \quad D = \frac{E_0}{3}$$

۳- کدامیک از موارد زیر، مقایسه درستی از دز جذبی ناشی از اشعه X و پروتون در ناحیه تومور سرطانی‌زاست؟



۴- در تابش فوتون‌های با انرژی ۶ MeV به فانتوم آب، کدامیک از موارد زیر در مورد تغییرات دز جذبی و کرما در فانتوم درست است؟



۵- در مواجه فوتونی با انرژی $E = 2 \text{ MeV}$ با حفاظتی که دارای ضریب تضعیف خطی 0.1 cm^{-1} و ضخامت 10 cm است، پویش آزاد میانگین برحسب سانتی‌متر و احتمال اندرکنش فوتون در حفاظ به ترتیب کدام است؟

(۱) e^{-1} و (۱) $1 - e^{-1}$

(۲) 10^{-1} و (۳) e^{-1}

۶- برای محاسبه کمیت دز جذبی از μ_{en} و برای محاسبه کرما از μ_{tr} استفاده می‌شود. اگر G ، بهره متوسط تابش ترمزی باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

(۱) $\mu_{en} = G \mu_{tr}$ (۲) $\mu_{tr} = (1 - G) \mu_{en}$

(۳) $\mu_{en} = (1 - G) \mu_{tr}$ (۴) $\mu_{en} = 1 - G \mu_{tr}$

۷- روش‌های کنترل پایه برای اطمینان از ایمنی هسته‌ای در بحرانی‌شدن، کدام است؟

(۱) کنترل فشار - کنترل جرم - کنترل تراکم

(۲) کنترل جرم - کنترل شکل هندسی - کنترل تراکم

(۳) کنترل جرم - کنترل فشار - کنترل شکل هندسی

(۴) کنترل تراکم - کنترل شکل هندسی - کنترل فشار

۸- کدام یک از موارد زیر پدیده آسمان تابی (Sky shine) نیست؟

(۱) انعکاس پرتو عبوری از فضای خالی دیواره حایل بین اتاق تشخیصی به اتاق مجاور

(۲) انعکاس پرتو فوتونی حاصل از یک شتاب‌دهنده درمانی، از طریق هوای بالای سقف به اتاق مجاور

(۳) انعکاس پرتو یون‌ساز حاصل از پرتوزایی درون استخر یک راکتور، از طریق گنبد به اطراف استخر

(۴) انعکاس پرتو نوترونی حاصل از یک چشمه نوترونی درون یک چاهک، از طریق هوای فوقانی آن به اطراف چاهک

۹- کمیت‌های دز معادل و مؤثر، بر روی کدام فانتوم در میدان پرتوی تعیین می‌شوند؟

(۱) شبه انسان (۲) تخت (۳) کروی (۴) میله‌ای

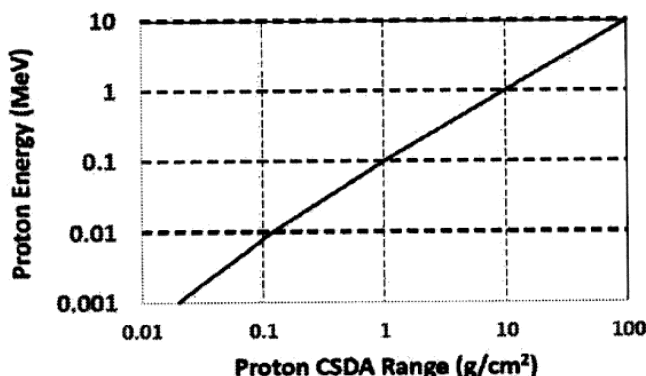
۱۰- یک چشمه نقطه‌ای فوتونی به قدرت ۱ کوری در فاصله ۰/۵ متری از محل قرارگیری یک پرتوکار قرار گرفته است.

دیوار حایل بین چشمه و پرتوکار دارای ضخامت معادل ۲ لایه یکدهم‌کننده (۲ TVL) است. حداکثر زمان مجاز

روزانه کار پرتوکار در این فاصله چند دقیقه است؟

(۱) $250 \frac{\text{R} \cdot \text{m}^2}{\text{Ci} \cdot \text{h}}$ (۲) 125 (۳) 25 (۴) 12.5

با توجه به منحنی زیر، ضخامت لازم حفاظ از آلیاژ موردنظر برای توقف کامل پروتون با انرژی 10 keV ، چند



سانتی‌متر است؟ (چگالی آلیاژ $10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

(۱) 0.1

(۲) 0.1

(۳) 1

(۴) 10

- ۱۲- یک چشمه پرتوزا با انرژی 100 keV درون بدن به‌طور یکنواخت توزیع شده است، اعداد کسر انرژی جذب پرتو بر حسب نوع چشمه در کدام حالت می‌تواند درست باشد؟
 (۱) آلفا: صفر، بتا: ۱، گاما: $0/4$
 (۲) آلفا: $0/4$ ، بتا: $0/2$ ، گاما: صفر
 (۳) آلفا: ۱، بتا: ۱، گاما: $0/4$
 (۴) آلفا: صفر، بتا: صفر، گاما: صفر
- ۱۳- یک رادیوایزوتوپ دارای سه نوع تابش گاما، با انرژی‌های $0/2$ ، $0/3$ و $0/5$ مگا الکترون‌ولت با فراوانی‌های به ترتیب 20% ، 30% ، 50% است. مقدار فاکتور Γ بر حسب $\frac{\text{Sv m}^2}{\text{MBqh}}$ کدام است؟
 (۱) $4/71 \times 10^{-8}$
 (۲) $1/24 \times 10^{-7}$
 (۳) $1/9 \times 10^{-7}$
 (۴) $0/19$
- ۱۴- یکی از کارکنان یک مرکز تولید رادیوایزوتوپ توسط شتاب‌دهنده اشتباهاً (30°) دقیقه در یک محل نزدیک شتاب‌دهنده قرار می‌گیرد که دز گاما و ایکس در آنجا در حد $15 \frac{\text{mrad}}{\text{h}}$ ، دز نوترون حرارتی $5 \frac{\text{mrad}}{\text{h}}$ و $(W_R = 5)$ و دز نوترون‌های سریع $10 \frac{\text{mrad}}{\text{h}}$ ، $(W_R = 20)$ است. دز کل این فرد کدام است؟
 (۱) $1/2 \mu\text{Sv}$
 (۲) $1/2 \text{ mSv}$
 (۳) $2/4 \mu\text{Sv}$
 (۴) $2/4 \text{ mSv}$
- ۱۵- بهترین ماده برای حفاظ‌گذاری رادیوداروهای منتشرکننده پرتوی بتا کدام است؟
 (۱) مواد با عدد اتمی و چگالی بالا مثل سرب
 (۲) حفاظ دو لایه ترکیب مواد سبک و پس از آن مواد سنگین
 (۳) حفاظ دو لایه ترکیب مواد سنگین و پس از آن مواد سبک
 (۴) چشمه‌های بتا به‌علت برد کم نیازی به حفاظ ندارند، چون در لایه مرده پوست جذب می‌شوند.
- ۱۶- برای حل معادله $ax^3 + bx^2 + c$ با دقت 10^{-4} در بازه $[1, 3]$ ، تعداد مراحل تکرار کدام است؟ ($\log 2 = 0/3$)
 (۱) ۱۲
 (۲) ۱۳
 (۳) ۱۴
 (۴) ۱۵
- ۱۷- فرض کنید $p(x) = x^k - x^t$ که در آن $k \neq t$ و k و t اعداد صحیح مثبت هستند. تابع $q(x)$ را چند جمله‌ای درون‌یاب از درجه کوچک‌تر یا مساوی n به داده‌های $(x_i, p(x_i))$ و $i = 1, \dots, n+1$ بگیرید. در این صورت،
 $p(x) = q(x)$ اگر
 (۱) $k > t, n = \max(k, t) - 1$
 (۲) $n = \max(k, t) - 1$
 (۳) $n \leq \max(k, t)$
 (۴) $n \geq \max(k, t)$

۱۸- تقریب مرتبه دوم لژاندر تابع $\frac{1}{x+1}$ با در نظر گرفتن نقاط ۰، ۲ و ۴، کدام است؟

$$(1) -\frac{1}{15}x^2 + \frac{7}{15}x + 1$$

$$(2) \frac{1}{15}x^2 + \frac{7}{15}x + 1$$

$$(3) \frac{1}{15}x^2 - \frac{7}{15}x + 1$$

$$(4) \frac{2}{15}x^2 - \frac{9}{15}x + 1$$

۱۹- در انتگرال‌گیری از یک تابع با تعداد نقاط کم، استفاده از کدام یک از روش‌های زیر نتایجی با دقت بهتر خواهد داشت؟

(1) گاوس دو نقطه‌ای (Gaussian quadrature) (2) ذوزنقه‌ای (Trapezoidal)

(3) سیمپسون (Simpson) (4) سیمپسون مرکب (Composite Simpson)

۲۰- حل مسئله مقدار اولیه $y' = y + t - 1$ ؛ $y(0) = 0$ و $0 \leq t \leq 3$ با در نظر گرفتن گام زمانی یکسان 0.3 در نقطه

$t = 1.2$ ، کدام است؟

$$(1) -1.5$$

$$(2) -1.2$$

$$(3) -0.9$$

$$(4) 0.2$$

۲۱- برای ماتریس $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}$ ، مقادیر ویژه کدام است؟

$$(1) \lambda_3 = 1, \lambda_1 = \lambda_2 = 3$$

$$(2) \lambda_3 = 1, \lambda_1 = \lambda_2 = -3$$

$$(3) \lambda_3 = 1, \lambda_2 = 2, \lambda_1 = 3$$

$$(4) \lambda_3 = -1, \lambda_2 = 2, \lambda_1 = -3$$

۲۲- به‌ازای کدام مقادیر α ، ماتریس $A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & \alpha \\ 2 & 2 & 1 \\ 0 & \alpha & -\frac{3}{2} \end{bmatrix}$ ماتریس منفرد (singular) خواهد بود؟

$$(1) \alpha = -2, \alpha = \frac{3}{2}$$

$$(2) \alpha = -1, \alpha = 1$$

$$(3) \alpha = -\frac{3}{2}, \alpha = 2$$

$$(4) \alpha = 1, \alpha = 0$$

۲۳- مقدار انتگرال، $\int_0^2 \frac{x}{x^3+1} dx$ ، به روش سیمپسون $\frac{1}{3}$ و $h=1$ کدام است؟

$$\frac{53}{54} \quad (1)$$

$$\frac{22}{27} \quad (2)$$

$$\frac{20}{27} \quad (3)$$

$$\frac{13}{54} \quad (4)$$

۲۴- اگر $f \in [a, b]$ و f یک عدد بین $f(a)$ و $f(b)$ باشد، حتماً یک عدد همانند c در بازه (a, b) وجود دارد که به ازای آن خواهیم داشت:

$$f(c) = k \quad (1)$$

$$f(c) = f(a) + f(b) \quad (2)$$

$$f(c) = \frac{f(a) + f(b)}{2} \quad (3)$$

$$f(c) = \frac{k(f(a) + f(b))}{2(f(a) - f(b))} \quad (4)$$

۲۵- اگر $s(x) = \begin{cases} s_0(x) = 1 + A(x-1) - B(x-1)^3 & ; 1 \leq x < 2 \\ s_1(x) = 1 + C(x-2) - \frac{3}{4}(x-2)^2 + D(x-2)^3 & ; 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$ اسپلاین درجه ۳ طبیعی (natural cubic spline) باشد و نقاط $(1, 1)$ ، $(2, 1)$ و $(3, 0)$ از درون‌یابی با آن به دست آمده باشد، مقادیر A, B, C و D به ترتیب، کدام است؟

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

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

$$\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, -\frac{1}{2}, \frac{1}{4} \quad (3)$$

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

۲۶- مواد با کدام خاصیت برای بازتابنده در یک راکتور سریع، مناسب‌تر است؟

(۱) چگالی بالا

(۲) Z بالا

(۳) Z پایین

(۴) چگالی پایین

۲۷- هتروژن ساختن راکتور حرارتی چه نتیجه‌ای دربردارد؟

(۱) فاکتور η کاهش می‌یابد.

(۲) فاکتور η افزایش می‌یابد.

(۳) فاکتور بهره حرارتی f ، کاهش می‌یابد.

(۴) فاکتور بهره حرارتی f ، افزایش می‌یابد.

۲۸- در یک محیط تکثیری، عمر متوسط نوترون‌های حرارتی حدود 10^{-4} ثانیه است. سطح مقطع ماکروسکوپییک جذب حدوداً چقدر است؟

$$5 \times 10^{-2} \text{ cm}^{-1} \quad (1)$$

$$10^{-2} \text{ cm}^{-1} \quad (2)$$

$$22 \text{ cm} \quad (3)$$

$$5 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1} \quad (4)$$

- ۲۹- در راکتور سریع، عمر متوسط نوترون‌های حاصل از شکافت حدود 10^{-7} ثانیه است. کنترل راکتور با وجود چنین عدد کوچکی چگونه میسر است؟
- (۱) این نوع راکتور قابل کنترل ایمن نبوده لذا نمونه تجاری نداریم.
 - (۲) با آموزش‌های خاص در شبیه‌ساز راکتور میسر است.
 - (۳) کنترل فقط در بازه مشخصی از قدرت میسر است.
 - (۴) با حضور نوترون‌های تأخیری میسر است.
- ۳۰- در حل معادله $Inhour$ ، مقدار راکتیویته چنان بوده که همه ریشه‌ها منفی شده‌اند. وضعیت راکتور چگونه می‌تواند باشد؟
- (۱) نزدیک به بحرانی
 - (۲) فوق بحرانی
 - (۳) زیر بحرانی
 - (۴) بحرانی
- ۳۱- در یک طرح فرضی از راکتور، باکلینگ صفر است. احتمال فرار نوترون از چنین راکتوری چند درصد است؟
- (۱) صفر
 - (۲) ۵۰
 - (۳) ۱۰۰
 - (۴) بستگی به اندازه طول پخش دارد.
- ۳۲- کدامیک از موارد زیر مفهوم نوترون آنی را می‌رساند؟
- (۱) یک نوترون با انرژی کمتر از 1 MeV که در فاصله 10^{-46} ثانیه گسیل می‌شود.
 - (۲) نوترونی که در مدت زمان کمتر از 10^{-46} ثانیه بعد از شکاف گسیل می‌شود.
 - (۳) نوترونی که بعد از برهمکنش (γ, n) یا (α, n) گسیل می‌شود.
 - (۴) نوترون پرنرژی که بلافاصله بعد از شکافت گسیل می‌شود.
- ۳۳- در یک راکتور حرارتی که به مدت ۲ هفته با حداکثر توان کار کرده است، کدامیک از موارد زیر در تولید ^{135}Xe نقش اساسی دارد؟
- (۱) تولید مستقیم ^{135}Xe از شکاف ^{238}U
 - (۲) واپاشی رادیواکتیو ^{135}Cs
 - (۳) واپاشی رادیواکتیو ^{135}I
 - (۴) واپاشی رادیواکتیو ^{135}Ba
- ۳۴- دو باریکه نوترون تک‌انرژی هر یک با شدت 5×10^{10} نوترون بر واحد سطح بر ثانیه، یکی از راست به چپ و دیگری از چپ به راست در همان راستا در حرکت‌اند، شار و جریان نوترون در محل تلاقی به ترتیب از چه قرارند؟
- (۱) 10^{20} و صفر
 - (۲) صفر و 5×10^{10}
 - (۳) 10^{11} و صفر
 - (۴) 10^{11} و 10^{11}
- ۳۵- یکی از حالات راکتور موسوم است به **Prompt Critical**، وضعیت خاص در این حالت کدام است؟
- (۱) فعل و انفعال زنجیری وابسته به وجود نوترون‌های آنی و البته تأخیری است و افزایش قدرت واگراست.
 - (۲) فعل و انفعال زنجیری فقط به نوترون‌های تأخیری وابسته است ولی سیستم فوق بحرانی است.
 - (۳) فعل و انفعال زنجیری متکی فقط به نوترون‌های آنی است و افزایش قدرت واگراست.
 - (۴) فعل و انفعال زنجیری در حالت پایاست و بلافاصله $K = 1$ می‌شود.
- ۳۶- مقبولیت راکتورهای هسته‌ای کوچک موسوم به **SMR** که جدیداً معروف شده‌اند، به کدام دلیل است؟
- (۱) نصب در محل‌های پرجمعیت که دور از خطوط شبکه هستند.
 - (۲) ارزان بودن برق تولیدی نسبت به سرمایه‌گذاری اولیه
 - (۳) نصب در محل‌های کم‌جمعیت که مصرف کم دارند.
 - (۴) قابلیت جابه‌جایی نیروگاه به محل‌های دیگر

- ۳۷- چه عواملی اخیراً اقبال به نیروگاه‌های هسته‌ای را افزایش داده است؟
- (۱) فراوانی منابع سوخت هسته‌ای
 - (۲) افزایش ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای
 - (۳) کشف تکنولوژی‌های جدید در دفع پسمان‌های هسته‌ای
 - (۴) گرمایش فزاینده کره زمین و نبود اطمینان از اقتصاد نفتی
- ۳۸- سالانه یک PWR با قدرت الکتریکی 1000 MW ، به چه مقدار سوخت اورانیوم با غنای $3\%/2$ نیاز دارد؟
- (۱) 100 کیلوگرم (۲) 1 تن (۳) 30 تن (۴) 130 تن
- ۳۹- در یک راکتور هسته‌ای آب جوشان (B.W.R)، ورود سیال آب تغذیه به قلب راکتور از کدام ناحیه قلب مناسب‌تر است؟ چرا؟
- (۱) نزدیک به بالای قلب - باعث افزایش فشار رانشی و بهبود چرخش طبیعی سیال می‌شود.
 - (۲) نزدیک به پایین قلب - باعث افزایش فشار رانشی و بهبود چرخش طبیعی سیال می‌شود.
 - (۳) نزدیک به بالای قلب - باعث افزایش قدرت کندکنندگی در قلب راکتور می‌شود.
 - (۴) نزدیک به پایین قلب - باعث افزایش انرژی حرارتی برداشتی از قلب می‌شود.
- ۴۰- نیروگاهی دارای فاکتور ظرفیت (Capacity Factor) برابر 83% است، کدام مورد درست است؟
- (۱) در طی یکسال، 83% اوقات، نیروگاه در حال کار بوده است.
 - (۲) تجهیزات نیروگاه از 83% ظرفیت کامل بهره‌برداری کرده است.
 - (۳) ده ماه از سال با توان اسمی یکسره کار کرده و دو ماه خاموش بوده است.
 - (۴) در طی زمان‌هایی که راکتور روشن بوده، توان متوسط 83% توان ماکزیمم بوده است.
- ۴۱- چرا در نیروگاه‌های نوع CANDU، میله‌های کنترل و به موازات میله‌های سوخت وارد نشده و از پهلوی وارد قلب می‌شوند؟
- (۱) تعارض با ماشین سوخت‌گذاری
 - (۲) داشتن راکتیویته بیشتر در ناحیه میانی
 - (۳) راکتیویته بسیار اندک این نوع راکتورها
 - (۴) تعارض با لوله‌های حاوی سوخت
- ۴۲- چرا با اینکه شتاب‌دهنده‌های خطی بهترین منبع تولید گداخت (D-T) هستند، به‌عنوان تولید نیرو به‌کار نمی‌روند؟
- (۱) اختلاف پتانسیل‌های الکتریکی معمول برای شتاب کافی D کفایت نمی‌کند.
 - (۲) تولید سر به سری انرژی فقط در شتاب‌دهنده‌های بسیار بزرگ عملی است.
 - (۳) نکته در راندمان بسیار پایین برخورد D با اتم‌های T مورد هدف است.
 - (۴) گرمای ایجادشده در محل هدف، امکان بهره‌برداری مستقیم ندارد.
- ۴۳- چرا با اینکه اورانیوم طبیعی با نوترون‌های 2 MeV ایجاد شکافت می‌کند، در FBR ها از سوخت اورانیوم طبیعی استفاده نمی‌شود؟
- (۱) نبود صرفه اقتصادی
 - (۲) کوچکی سطوح مقطع در انرژی‌های بالا
 - (۳) بزرگی بیش از حد قلب در صورت استفاده از U طبیعی
 - (۴) انرژی متوسط نوترون در سیستم، پایین‌تر از آستانه شکافت در 238 U است.
- ۴۴- یکی از کاستی‌های BWR نسبت به PWR کدام است؟
- (۱) فشار کمتر در قلب
 - (۲) تولید بخار اشباع
 - (۳) رادیواکتیویته در سالن توربین
 - (۴) فقدان سیستم Pressurizer

- ۴۵- آیا برای یک PWR، امکان استفاده از آب سنگین به جای آب معمولی در قلب هست؟
- (۱) بله و چنین راکتورهایی نیز ساخته شده است.
 - (۲) امکان ندارد، زیرا طیف نوترونی سخت تر می شود.
 - (۳) امکان ندارد، زیرا قدرت کندکنندگی نوترون کم می شود.
 - (۴) امکان ندارد، زیرا طول پخش بزرگ D_2O باعث بزرگ شدن بیش از حد قلب می شود.

