

711C



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

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قله بود»  
مقام معظم رهبری

عصر جمعه

۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۳

مهندسی هسته‌ای (کد ۲۳۶۵)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۲۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	حفاظت در برابر اشعه	۱۵	۱	۱۵
۲	ریاضیات مهندسی	۱۰	۱۶	۲۵
۳	آشکارسازی - محاسبات ترابرد پرتوها	۲۰	۲۶	۴۵
۴	محاسبات عددی پیشرفته - فیزیک راکتور - تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای	۳۰	۴۶	۷۵
۵	رادیوایزوتوپ‌ها و کاربرد آنها - آشکارسازی و دوزیمتری - دستگاه‌های پرتو پزشکی	۳۰	۷۶	۱۰۵
۶	گداخت	۲۰	۱۰۶	۱۲۵

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 صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

### حفاظت در برابر اشعه:

۱- کدام یک از موارد زیر، جهت حفاظت‌سازی در مقابل الکترون‌های با انرژی  $20 \text{ MeV}$ ، مورد مناسب‌تری است؟

(۱) سرب (۲) لایه اول: آلومینیم، لایه دوم: سرب

(۳) لایه اول: تنگستن، لایه دوم: شیشه (۴) لایه اول: شیشه، لایه دوم: آلومینیم

۲- کدام مورد، درست است؟

(۱) معادل دُز و دُز معادل، از نظر مقدار با هم برابر هستند.

(۲) دُز مؤثر جمعی، به کل دُز دریافتی یک جمعیت که منجر به آثار بیولوژیک شود، اطلاق می‌شود.

(۳) معادل دُز، کمیتی است که توسط ICRP برای تعریف کمیت‌های کاربردی نظیر معادل دُز محیطی به کار می‌رود.

(۴) دُز جمعی به کل دُز دریافتی یک جمعیت اطلاق می‌شود و عبارت است از حاصل ضرب تعداد افرادی که از یک منبع پرتوگیری کرده‌اند در میانگین دُز دریافتی آنها.

۳- ضخامت حفاظ لازم با ضریب تضعیف  $0.1 \text{ cm}^{-1}$  در مقابل فوتون‌های با انرژی  $2 \text{ MeV}$  که قادر باشد شدت فوتون را ۱۶ برابر تضعیف کند، بر حسب سانتیمتر با کدام مورد برابر است؟

(۱)  $4 \ln 2$

(۲) ۴

(۳) ۱۰

(۴)  $40 \ln 2$

۴- اگر  $Q$ ،  $w_R$  و  $D$  به ترتیب ضریب کیفیت، ضریب وزنی تابش و بافت و دز جذبی باشند، کدام عبارت درست است؟

(۱)  $QD = \text{دز معادل}$

(۲)  $w_R D = \text{دز معادل}$

$$(۳) \text{ دز مؤثر} = \sum_T w_T \sum_R Q_R D_{T,R}$$

$$(۴) \text{ دز مؤثر} = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R}$$

۵- اگر LET، انتقال انرژی خطی برای ذره باردار باشد، برای پروتون، دوترون و آلفا با انرژی‌های به ترتیب برابر با

$1 \text{ MeV}$ ،  $2 \text{ MeV}$  و  $4 \text{ MeV}$ ، کدام مورد درست است؟

$$(۱) \text{ LET}(P(1 \text{ MeV})) = \text{LET}(D(2 \text{ MeV})) = \frac{1}{4} \text{LET}(\alpha(4 \text{ MeV}))$$

$$(۲) \text{ LET}(P(1 \text{ MeV})) = 2 \text{LET}(D(2 \text{ MeV})) = \text{LET}(\alpha(4 \text{ MeV}))$$

$$(۳) 4 \text{LET}(P(1 \text{ MeV})) = 2 \text{LET}(D(2 \text{ MeV})) = \text{LET}(\alpha(4 \text{ MeV}))$$

$$(۴) 2 \text{LET}(P(1 \text{ MeV})) = 2 \text{LET}(D(2 \text{ MeV})) = \text{LET}(\alpha(4 \text{ MeV}))$$

۶- اگر توان توقف الکترون در محیط آب رابطه  $\frac{\rho T^{1-n}}{n \delta}$  باشد که در آن  $\rho$  چگالی آب،  $n = 1/32$  و  $\delta = 0.356$  است،

حداکثر برد الکترون‌های ناشی از برخورد فوتون با انرژی ۱ MeV در محیط آب، چند سانتی‌متر است؟ ( $\rho \text{ آب} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ )

(۲) ۰/۳۵۶

(۱) ۰/۴۷

(۴) ۳۵/۶

(۳) ۱/۳۲

۷- کدام مورد در خصوص رابطه طول واهلش (Relaxation Length) با ضریب انباشت (Buildup factor)، درست است؟

(۱) طول واهلش، مضرب ثابتی از ضریب انباشت است.

(۲) طول واهلش، مستقل از ضریب انباشت است.

(۳) با افزایش طول واهلش، ضریب انباشت کاهش می‌یابد.

(۴) با افزایش طول واهلش، ضریب انباشت افزایش می‌یابد.

۸- در بررسی آثار زیست‌شناختی پرتو، مفهوم شاخص LD-۵۰/۳۰ چیست؟

(۱) دزی که باعث مرگ ۵۰ درصد از جمعیت در مدت ۳۰ روز شود.

(۲) دزی که باعث آسیب ۵۰ درصد از جمعیت در مدت ۳۰ روز شود.

(۳) دزی که باعث مرگ ۳۰ درصد از جمعیت در مدت ۵۰ روز شود.

(۴) دزی که باعث آسیب ۳۰ درصد از جمعیت در مدت ۵۰ روز شود.

۹- با توجه به منحنی زیر، چنانچه هدف کاهش آهنگ دز از  $1 \frac{\text{Gy}}{\text{h}}$  به  $10 \frac{\text{mGy}}{\text{h}}$  باشد، حداقل ضخامت تقریبی حفاظ

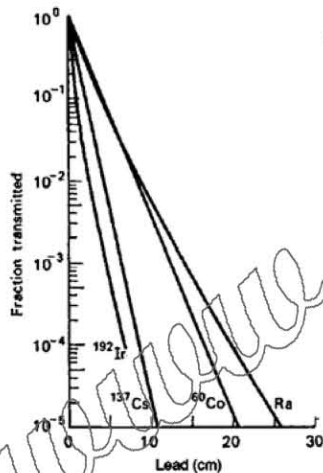
سربی برای چشمه سزیم و کبالت به ترتیب چند سانتی‌متر باید در نظر گرفته شود؟

(۱) ۱۱ و ۲۱

(۲) ۶/۵ و ۱۲

(۳) ۴/۳ و ۸/۲

(۴) ۵ و ۱۰



۱۰- اگر پاسخ انرژی سه آشکارساز A، B و C نسبت به انرژی کبالت -۶۰ از منحنی زیر تبعیت نماید، کدام آشکارسازها

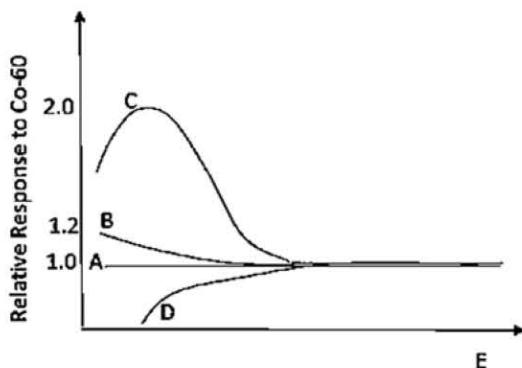
برای دزیمتری مناسب‌تر است؟

(۱) A و C

(۲) A و B

(۳) C و D

(۴) A و D



۱۱- برای ارزیابی خطر در نزدیکی یک چشمه فوتونی با اکتیویته بالا، کدام آشکارساز مناسب نیست و به چه دلیل؟

(۱) نیمه‌هادی - بازدهی پایین پاسخ

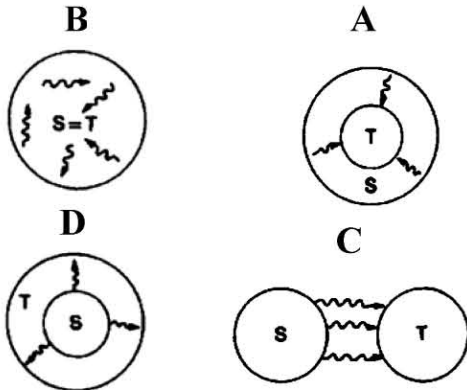
(۲) اتاقک یونش - اشباع سریع جریان خروجی

(۳) سوسوزن - پرتوزا شدن ناخالصی‌های شبکه بلور

(۴) گایگر - مولر - زمان مرگ طولانی و کاهش شمارش نسبت به مقدار واقعی

۱۲- چنانچه یک مادر (S) تحت درمان به روش پزشکی هسته‌ای قرار گیرد، پرتوگیری‌های جنین و اعضای خانواده وی

(T)، به ترتیب، از کدام طرح در شکل‌ها تبعیت می‌کند؟



(۱) C و D

(۲) B و C

(۳) C و B

(۴) C و A

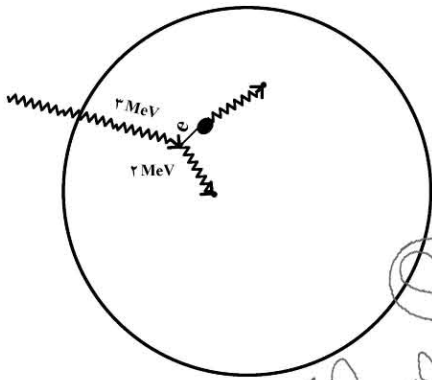
۱۳- کدام مورد در خصوص نسبت  $\frac{D}{K}$  (دز به کرما) در المان مدنظر، درست است؟

(۱) ۳

(۲)  $\frac{1}{3}$

(۳) ۱

(۴) ۶



۱۴- حد دز برای پرتوگیری‌های پزشکی، کدام است؟

(۱) ۵۰ میلی‌سیورت در سال

(۲) میانگین ۲۰ میلی‌سیورت در سال برای ۵ سال متوالی

(۳) تا زمانی که تشخیص یا درمان بیمار توجیه دارد، حدی برای پرتوگیری پزشکی وجود ندارد.

(۴) موارد ۱ و ۲

۱۵- چنانچه طی ۱۰ دقیقه مقدار  $1 \times 10^{-6}$  انرژی تابشی اشعه ایکس به یک بافت با جرم ۱۰۰ گرم داده شود، میزان دز تابشی در بافت چقدر خواهد بود؟

(۱)  $1.67 \times 10^{-8}$  Sv

(۲)  $1.67 \times 10^{-8}$  Gy

(۳)  $1 \times 10^{-7}$  Gy

(۴)  $1 \times 10^{-5}$  Gy

۱۶- هرگاه سری فوری  $y = f(x)$ ،  $-\pi < x < \pi$  به صورت  $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$  باشد، آنگاه ضریب  $b_3$

در سری فوری تابع  $f(x) = (\sin x + \cos x)^2$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{3}$

(۲)  $\frac{1}{2}$

(۳) ۱

(۴) ۳

۱۷- اگر  $a > 0$ ،  $F\{e^{-ax}H(x)\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{a + i\omega}$ ، آنگاه تبدیل فوری معکوس تابع  $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{\epsilon + \delta i\omega - \omega^2}$ ، کدام است؟

( $H(x)$  نمایش تابع پله واحد است.)

(۱)  $(e^{2x} - e^{3x})H(-x)$

(۲)  $(e^{-2x} - e^{-3x})H(-x)$

(۳)  $(e^{-2x} + e^{-3x})H(x)$

(۴)  $(e^{-3x} - e^{-2x})H(x)$

۱۸- جواب معادله دیفرانسیل  $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = 1$  با شرایط مرزی و اولیه  $u(x, 0) = p$  و  $u_y(0, y) = q$ ،  $u(0, 0) = p + q$ ، کدام است؟

(۱)  $u(x, y) = xy + p + q$

(۲)  $u(x, y) = xy + qy + p + q$

(۳)  $u(x, y) = xy + px + p + q$

(۴)  $u(x, y) = xy + px + qy + p + q$

۱۹- اگر مشتقات جزیی مرتبه اول و دوم تابع  $u$  پیوسته باشند، با کدام تغییر متغیر، معادله دیفرانسیل  $u_{xx} - 4u_{xy} + 3u_{yy} = 0$  به  $u_{vz} = 0$  تبدیل می‌شود؟

(۱)  $v = x + y, z = 3x - y$

(۲)  $v = x - y, z = 3x + y$

(۳)  $v = x - y, z = 3x - y$

(۴)  $v = x + y, z = 3x + y$

۲۰- کدام معادله دیفرانسیل با مشتقات نسبی (جزیی)، دارای جواب  $xyz = \phi(x + y + z)$  است؟

(۱)  $xy(\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial y}) = z(x + y)$

(۲)  $xy(\frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\partial z}{\partial y}) = z(x - y)$

(۳)  $y\frac{\partial z}{\partial x} + x\frac{\partial z}{\partial y} = z(x + y)$

(۴)  $y\frac{\partial z}{\partial x} - x\frac{\partial z}{\partial y} = z(x - y)$

۲۱- فرض کنید مسئله 
$$\begin{cases} \nabla^2 u = 0, & 0 < x < 1, & 0 < y < 2 \\ u_x(0, y) = u_x(1, y) = 0, & 0 < y < 2 \\ u(x, 0) = x, & u(x, 2) = 0, & 0 < x < 1 \end{cases}$$
 دارای جوابی به صورت

$$u(x, y) = G_0(y) + \sum_{n=1}^{\infty} G_n(y) \cos n\pi x$$

(۱) -۲

(۲)  $-\frac{1}{2}$

(۳)  $\frac{1}{2}$

(۴)  $\frac{2}{3}$

۲۲- اگر  $v(x, y)$  مزدوج همساز تابع  $u(x, y) = (x^2 - y^2 + 1)^2 - 4x^2y^2$  به شرط  $v(0, 0) = 0$  باشد، آنگاه مقدار  $v(1, 1)$  کدام است؟

(۱) -۲

(۲) صفر

(۳) ۱

(۴) ۴

۲۳- تعداد جواب‌های معادله  $z^3 = \bar{z}$ ، کدام است؟

(۱) ۵

(۲) ۴

(۳) ۳

(۴) ۲

۲۴- مقدار  $\oint_{|z|=3} (e^{\frac{1}{z^2}} + \frac{\cos(\pi z^2)}{z-2}) dz$ ، کدام است؟

(۱)  $-2\pi i$

(۲)  $2\pi i$

(۳)  $-\frac{2\pi i}{3}$

(۴)  $\frac{2\pi i}{3}$

۲۵- نگاشت  $2iz + \frac{3i}{z}$ ، دایره‌ای به مرکز مبدأ مختصات و شعاع واحد را به چه شکلی تبدیل می‌کند؟

(۱) بیضی با قطرهای ۵ و ۳ و مرکز مبدأ مختصات  
(۲) دایره‌ای با قطر  $\frac{3}{2}$  و مرکز مبدأ مختصات

(۳) دایره‌ای به شعاع  $\frac{5}{2}$  و مرکز مبدأ مختصات  
(۴) بیضی با قطرهای ۵ و ۱ و مرکز مبدأ مختصات

۲۶- در هنگام استفاده از لامپ تکثیرکننده فوتون باید توجه داشته باشیم که تغییر در ..... باعث تغییر ..... لامپ شده و اگر ..... باشد، ..... شمارنده سوسوزن را خراب می‌کند.

(۱) ولتاژ اعمال شده - بهره - به اندازه کافی بزرگ - قدرت تفکیک انرژی

(۲) تعداد داینودها - بهره - خیلی زیاد - قدرت تفکیک انرژی

(۳) ولتاژ اعمال شده - افزایش قدرت تفکیک انرژی - به اندازه کافی بزرگ - بازدهی

(۴) تعداد داینودها - افزایش قدرت تفکیک انرژی - خیلی زیاد - بازدهی

۲۷- اکتیویته چشمه گامای کبالت ۶۰ (گسیل دو گاما با انرژی ۱/۱۷ و ۱/۳۳ مگا الکترون ولت، هر دو با احتمال ۱۰۰ درصد)، ۱۰ میکروکوری است. اگر بازدهی ذاتی آشکارساز برای هر دو قله ۱۰ درصد در نظر گرفته شود، در صورت ثبت ۷۴۰۰ شمارش در آشکارساز در زیر قله انرژی ۱/۱۷ مگا الکترون ولت، بازدهی مطلق و فاکتور هندسی این مجموعه آشکارسازی، به ترتیب چند درصد است؟

(۱) ۱۰ و ۲/۵

(۳) ۲ و ۲/۵

۲۸- کدام مورد در خصوص قدرت تفکیک آشکارسازهای سوسوزنی، درست است؟

(۱) مقدار عددی قدرت تفکیک انرژی با افزایش انرژی ذره، کاهش یافته و مهم‌ترین مؤلفه قدرت تفکیک، ناشی از نویز در داینود است.

(۲) مقدار عددی قدرت تفکیک انرژی با افزایش انرژی ذره، افزایش یافته و مهم‌ترین مؤلفه قدرت تفکیک، مربوط به نوسانات آماری تبدیل نور به فوتوالکترون در فوتوکاتد است.

(۳) مقدار عددی قدرت تفکیک انرژی با افزایش انرژی، کاهش یافته و مهم‌ترین مؤلفه قدرت تفکیک، در گذار نور تولیدی به فوتوکاتد است.

(۴) مقدار عددی قدرت تفکیک انرژی با افزایش انرژی ذره، کاهش یافته و مهم‌ترین مؤلفه قدرت تفکیک، ناشی از نوسانات آماری تبدیل نور به فوتوالکترون در فوتوکاتد است.

۲۹- در یک انرژی خاص گاما، برای آشکارسازی با قدرت تفکیک ۰/۱٪، میزان انرژی تولید زوج یون  $w = 2 \text{ eV}$  و ضریب فانو ۰/۱ و برای آشکارساز دیگر با قدرت تفکیک  $R$ ،  $w = 25 \text{ eV}$  و ضریب فانو ۰/۲ است. قدرت تفکیک آشکارساز دوم، چند درصد است؟

(۱) ۱۲

(۳) ۴۰

۳۰- تعداد شمارش ثبت شده از یک چشمه پرتوزا،  $10^5$  با واریانس  $10^4$  است. اگر در آزمایش دیگری، شمارش ثبت شود، به ترتیب، شمارش ثبت شده بین چه تعدادی خواهد بود با چه احتمالی؟

(۱) ۹۹۷۰۰ تا ۱۰۰۳۰۰ - ۶۸/۳٪

(۳) ۹۹۷۰۰ تا ۱۰۰۳۰۰ - ۹۹/۷٪

۳۱- شدت نور تولیدی از سه ذره باردار  $e$ ،  $p$  و  $\alpha$  با انرژی‌های یکسان در آشکارساز سوسوزنی به ترتیب با  $L_e$ ،  $L_p$  و  $L_\alpha$  مشخص می‌شود. کدام مورد، درست است؟

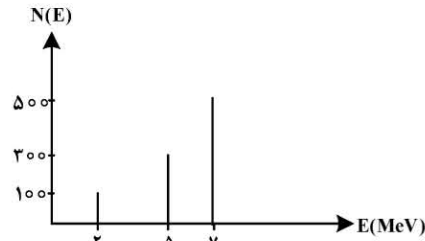
(۱)  $L_p > L_e > L_\alpha$

(۳)  $L_e > L_p > L_\alpha$

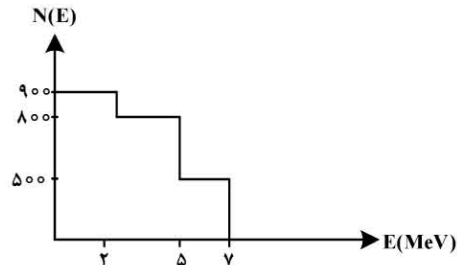
(۴)  $L_e = L_p < L_\alpha$

(۲)  $L_e < L_p < L_\alpha$

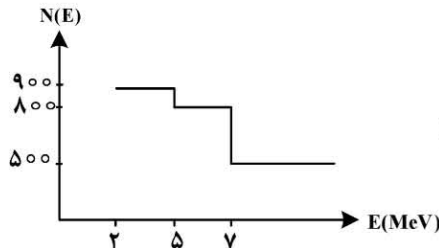
۳۲- اگر  $N(E)$  بیانگر طیف انتگرالی باشد و چشمه پر توزای موردنظر،  $100$  ذره با انرژی  $2\text{ MeV}$ ،  $300$  ذره با انرژی  $5\text{ MeV}$  و  $500$  ذره با انرژی  $7\text{ MeV}$  گسیل کند، طیف انتگرالی در کدام یک از شکل های زیر به صورت درست بیان شده است؟



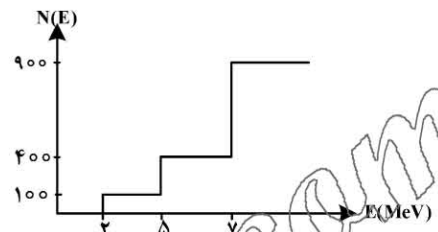
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۳۳- در اندازه گیری طیف ارتفاع پالسی، حداقل تعداد کانال موردنیاز برای آشکارسازی با رزولوشن  $0.2\%$  درصد، چند کانال است؟

(۱) ۲۵۰۰

(۲) ۵۰۰

(۳) ۲۵۶

(۴) ۲۵

۳۴- در آشکارسازی تابش های هسته ای مد جریانی زمانی استفاده می شود که نرخ رخدادها ..... باشد و در اکثر مواقع به منظور به دست آوردن اطلاعاتی درباره ..... و ..... از مد ..... استفاده می کنیم.

(۱) کم - دامنه - زمان - پالسی

(۲) بسیار زیاد - دامنه - زمان - پالسی

(۳) بسیار زیاد - دامنه - زمان - جریانی

(۴) بسیار زیاد - دامنه - جریانی - ولتاژ مجذور متوسط (Mean square voltage)

۳۵- کدام آشکارساز، دارای کمترین تابش پس زمینه داخلی است؟

(۲)  $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$

(۱) BGO

(۴) HPGe

(۳)  $\text{NaI}(\text{TI})$

۳۶- در چه مواردی، نمی توان معادله ترابرد را برای نوترون های داخل راکتور استفاده کرد؟

(۲) نوترون های با انرژی بسیار زیاد

(۱) نوترون های با انرژی فوق العاده کم

(۴) در شرایطی که جذب نوترونی محیط، خیلی زیاد باشد.

(۳) در شرایط جمعیت بسیار کم نوترون ها

۳۷- برای بیان سطح آزاد (free Surface)، کدام تعریف زیر درست نیست؟

(۱) هیچ نوترونی از چشمه خارجی وارد سطح نشود.

(۲) سطح گسترده ای که محیط تکثیری را از سایر محیط ها جدا ساخته باشد.

(۳) هر نوترونی که از سطح خارج شد، دیگر امکان بازگشت نداشته باشد.

(۴) سطحی که جداکننده محیط پراکنده کننده نوترون از خلأ باشد.



۳۸- یک چشمه نوترونی با شدت  $S$  نوترون بر سانتی متر مربع ثانیه بر روی سطح کروی به شعاع  $R$  به صورت یکنواخت توزیع شده است. شرط مرزی مربوط به پیوستگی جریان در حل معادله پخش در محیط کروی بر روی سطح کدام است؟ (جریان داخل کره  $J_1$  و جریان خارج کره  $J_2$  در نظر گرفته شود).

$$\lim_{r \rightarrow R} (J_2 + (-J_1) \times 4\pi r^2) = S \quad (2)$$

$$\lim_{r \rightarrow R} (J_2 - J_1) = \frac{S}{4\pi r^2} \quad (3)$$

$$\lim_{r \rightarrow R} ((J_2 + J_1) \times 4\pi r^2) = S \quad (4)$$

۳۹- با توجه به تعاریف معمول، تعبیر عبارت  $\iint \nabla \cdot \underline{J} d^3r dE$  در معادله ترابرد چیست؟

- (۱) آهنگ خالص نوترون‌های ورودی به سیستم  
(۲) آهنگ جذب نوترون در سیستم  
(۳) آهنگ نوترون‌های تولیدی در حجم سیستم  
(۴) آهنگ خالص نوترون‌های فراری از سیستم
- ۴۰- اگر تابع  $\Sigma.f(\underline{r}; \underline{\Omega}', E' \rightarrow \underline{\Omega}, E)$  معرف جمله پراکندگی باشد، کدام مورد، پراکندگی ایزوتروپیک است؟
- (۱)  $\Sigma(\underline{r})$   
(۲)  $\Sigma(\underline{r}; E)$

$$\frac{1}{4\pi} \Sigma(\underline{r}; E \rightarrow E') \quad (4)$$

$$\frac{1}{4\pi} \Sigma(\underline{r}; E' \rightarrow E) \quad (3)$$

۴۱- اگر  $G(\underline{r}, \underline{\Omega}, E_0 \rightarrow \underline{r}, \underline{\Omega}, E)$  تابع گرین شار زاویه‌ای نوترون مطابق تعاریف معمول باشد، کدام مورد، تعبیر درست آن است؟

- (۱) شار زاویه‌ای نوترون در  $\underline{r}, \underline{\Omega}, E_0$  ناشی از چشمه با شدت واحد واقع در  $\underline{r}, \underline{\Omega}, E$   
(۲) شار زاویه‌ای نوترون در  $\underline{r}, \underline{\Omega}, E$  ناشی از چشمه با شدت واحد واقع در  $\underline{r}_0, \underline{\Omega}_0, E_0$   
(۳) شار اسکالر نوترون در  $\underline{r}, \underline{\Omega}, E$  ناشی از چشمه با شدت واحد مستقر در  $\underline{r}, \underline{\Omega}, E_0$   
(۴) شار زاویه‌ای نوترون در  $\underline{r}, \underline{\Omega}, E$  ناشی از چشمه با انرژی  $E_0$  در گستره واحد و در امتداد  $\underline{\Omega}_0$  در گستره واحد و در  $\underline{r}_0$  در گستره واحد

۴۲- چنانچه عبارت توزیع چشمه باشد، کدام مورد، معرف چشمه ایزوتروپیک است؟

$$\frac{1}{4\pi} Q(\underline{r}, E, t) \quad (2)$$

$$\frac{1}{4\pi} Q(\underline{r}, E', t) \quad (1)$$

$$Q(\underline{r}, t) \quad (4)$$

$$Q(\underline{r}, E, t) \quad (3)$$

۴۳- تفاوت عمده تئوری ترابرد نوترون با معادله بولتزمن چیست؟

- (۱) ترابرد نوترون، مختص محیط‌های تکثیری است.  
(۲) معادله بولتزمن، حالت خاص از ترابرد نوترون است.  
(۳) معادله بولتزمن، مختص مولکول‌های هواست که با نوترون فرق دارند.  
(۴) در مغایرت با معادله بولتزمن، در ترابرد، از پراکندگی نوترون - نوترون صرف نظر می‌شود.

۴۴- در ترابرد نوترون، رسم بر این است که سطح مقطع پراکندگی الاستیک بر حسب توابع لژاندر، به صورت

$$\sigma(\mu) = \sum_{l=0}^n \sigma_l P_l(\mu)$$

خواهد بود؟

- (۱)  $n = 0$   
(۲)  $n = 1$   
(۳)  $n = 2$   
(۴)  $n = \infty$

۴۵- ساده‌ترین بیان معادله ترابرد نوترون برای یک چشمه صفحه‌ای ایزوتروپیک در محیط بی‌نهایت بزرگ، تقریب  $P_1$  است که به شکل جفت معادلات زیر نمایش داده می‌شود:

$$\begin{cases} \frac{d\phi_1(x)}{dx} + (1-C)\phi_0(x) = \delta(x) \\ \frac{d\phi_0(x)}{dx} + 3\phi_1(x) = 0 \end{cases}$$

کدام مورد زیر، تعبیر درستی برای آن است؟

- (۱)  $\phi_1$  متناظر با شار اسکالر نوترون
- (۲) عدد ۳ متناظر با ضریب پخش
- (۳)  $\phi_1$  متناظر با جریان خالص نوترون در امتداد  $x$
- (۴) پارامتر  $C$  متناظر با سطح مقطع ماکروسکوپیک جذب

محاسبات عددی پیشرفته - فیزیک راکتور - تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای:

۴۶- نمونه پرتوزایی در مقابل آشکارساز قرار گرفته است و در زمان‌های ۱، ۲ و ۷ ساعت بعد از شروع شمارش پرتو، نرخ

شمارش ذره ثبت شده به ترتیب برابر  $10000 \frac{\#}{\min}$ ،  $9000 \frac{\#}{\min}$ ،  $7000 \frac{\#}{\min}$  است. با استفاده از روش لاگرانژ مرتبه ۲، نرخ شمارش ثبت شده بعد از ۴ ساعت، کدام است؟

- (۱) ۷۶۰۰
- (۲) ۷۸۰۰
- (۳) ۸۰۰۰
- (۴) ۸۳۰۰

۴۷- اگر  $s(x) = \begin{cases} s_0(x) = 1 + B(x-1) - D(x-1)^3 & 1 \leq x < 2 \\ s_1(x) = 1 + b(x-2) - \frac{3}{4}(x-2)^2 + d(x-2)^3 & 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$ ، اسپلاین مکعبی طبیعی باشد و

داده‌های  $(1,1)$ ،  $(2,1)$  و  $(3,0)$  از درون‌یابی با آن به دست آمده باشد، کدام مورد درست است؟

- (۱)  $d = -\frac{1}{4}$ ،  $b = \frac{1}{4}$ ،  $D = \frac{1}{4}$ ،  $B = -\frac{1}{2}$
- (۲)  $d = \frac{1}{4}$ ،  $b = -\frac{1}{2}$ ،  $D = \frac{1}{4}$ ،  $B = \frac{1}{4}$
- (۳)  $d = \frac{1}{4}$ ،  $b = -\frac{1}{2}$ ،  $D = \frac{1}{4}$ ،  $B = -\frac{1}{4}$
- (۴)  $d = -\frac{1}{4}$ ،  $b = \frac{1}{2}$ ،  $D = -\frac{1}{4}$ ،  $B = \frac{1}{4}$

۴۸- رابطه quadrature  $\int_{-1}^{+1} f(x) dx = C_0 f(-1) + C_1 f(0) + C_2 f(1)$  برای همه چندجمله‌ای‌های درجه ۲ و کمتر،

به‌عنوان رابطه دقیق می‌تواند استفاده شود. کدام یک از موارد زیر، درست است؟

(۱)  $C_0 = C_1 = C_2 = \frac{1}{3}$

(۲)  $C_2 = \frac{1}{3}$  و  $C_1 = \frac{2}{3}$ ،  $C_0 = \frac{1}{3}$

(۳)  $C_2 = \frac{1}{3}$  و  $C_1 = -\frac{2}{3}$ ،  $C_0 = \frac{1}{3}$

(۴)  $C_2 = \frac{1}{3}$  و  $C_1 = \frac{4}{3}$ ،  $C_0 = \frac{1}{3}$

۴۹- کدام مورد زیر، بیانگر معکوس ماتریس است؟

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & -1 & 3 & 1 \\ 3 & -1 & 4 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & \frac{5}{4} & \frac{2}{4} & -\frac{1}{4} \\ 1 & \frac{5}{4} & \frac{2}{4} & -\frac{4}{4} \\ -1 & -1 & 0 & 2 \end{bmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 1 & 3 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & -1 & 2 \\ -1 & 1 & 0 & -2 \\ -2 & 1 & 3 & -1 \\ -3 & 1 & -4 & 3 \end{bmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & -1 \\ -1 & \frac{5}{4} & \frac{5}{4} & -1 \\ -1 & \frac{2}{4} & \frac{2}{4} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{4} & -\frac{4}{4} & 1 \end{bmatrix} \quad (۳)$$

۵۰- مقادیر منفرد ماتریس کدام‌اند؟

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(۱)  $\sqrt{2}$ ،  $\sqrt{5}$  و ۱

(۲) ۱، ۲ و ۵

(۳)  $\sqrt{2}$  و ۰، ۱

(۴)  $\sqrt{2}$  و ۲،  $\sqrt{2}$

۵۱- اگر  $A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & -1 \\ 0 & 3 & -1 \\ 6 & -1 & 2 \end{bmatrix}$  باشد،  $\|A\|_\infty$  کدام است؟

(۱) ۳

(۲) ۶

(۳) ۷

(۴) ۹

۵۲- کدام مورد زیر، ماتریس کاملاً مورب غالب (strictly diagonally dominant) است؟

(۲)  $\begin{bmatrix} 6 & 1 & 0 \\ 3 & 5 & -1 \\ 0 & 5 & -6 \end{bmatrix}$

(۱)  $\begin{bmatrix} 7 & 1 & 3 \\ -2 & 5 & -4 \\ 3 & 0 & 2 \end{bmatrix}$

(۴)  $\begin{bmatrix} 6 & 4 & -3 \\ 4 & -2 & 0 \\ -3 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(۳)  $\begin{bmatrix} 5 & -2 & -3 \\ 2 & 4 & 3 \\ 1 & 1 & 3 \end{bmatrix}$

۵۳- کدام مورد زیر، بیانگر رابطه صحیح تابع خطای توزیع نرمال است؟

(۱)  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$

(۲)  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$

(۳)  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-t^2} dt$

(۴)  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{+t^2} dt$

۵۴- کدام مورد درخصوص سری  $\{p_n\}$  که همگرایی فوق‌خطی به  $p$  است، درست است؟

(۱)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|p_{n+1} - p|}{|p_n - p|} = 1$

(۲)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|p_{n+1} - p|}{|p_n|} = 1$

(۳)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|p_{n+1} - p|}{|p_n - p|} = 0$

(۴)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|p_{n+1} - p|}{|p_n|} = 0$

۵۵- با استفاده از روش نیوتن - رافسون برای یافتن ریشه معادله  $x^2 + \cos x - 2 = 0$  و نقطه آغازین  $x_0 = \pi$ ،  $x_1$  با کدام مورد برابر است؟

$$(1) \frac{\pi}{2} + \frac{3}{2\pi}$$

$$(2) \frac{\pi}{2} - \frac{3}{2\pi}$$

$$(3) \frac{3\pi}{2} + \frac{2}{\pi}$$

$$(4) \frac{3\pi}{2} - \frac{2}{\pi}$$

۵۶- چرا در راکتور هتروژن، فاکتور بهره حرارتی (f)، کوچک تر از تعداد مشابه خود در راکتور هموژن است؟

(۱) اثر خودحفاظی میله سوخت برای نوترون حرارتی

(۲) افزایش احتمال فرار از رزونانس

(۳) کاهش شار نوترونی داخل کندکننده

(۴) افزایش شار نوترون سریع داخل میله سوخت

۵۷- چشمه نوترونی به شدت S نوترون بر ثانیه بر سانتی متر مکعب در کل فضا در محیط بی نهایت توزیع شده است. شکل شار نوترونی چگونه است؟

$$(2) \frac{SL^2}{2D} \sinh\left(\frac{r}{L}\right)$$

$$(1) \frac{SL^2}{D} \sinh\left(\frac{r}{L}\right)$$

$$(4) \frac{SL^2}{D}$$

$$(3) \frac{SL^2}{2D} \exp\left(-\frac{r}{L}\right)$$

۵۸- در حل معادله Inhour، اگر قرار باشد ریشه مثبتی وجود داشته باشد، تعداد نهایی ممکن چقدر است؟

(۱) فقط ۸ ریشه

(۲) فقط یک ریشه

(۳) بدون ریشه مثبت

(۴) محدودیتی وجود ندارد.

۵۹- در طرح یک راکتور فرضی، باکلینگ بی نهایت شده است. کدام مورد مرتبط است؟

(۱) طول پخش، صفر است.

(۲) طول پخش، بی نهایت است.

(۳) ابعاد راکتور، صفر است.

(۴) احتمال فرار نوترون، صفر است.

۶۰- یک چشمه نوترونی در فضای خلأ قرار دارد. طول پخش در چنین حالتی، چقدر است؟

(۱) صفر است.

(۲) بی نهایت است.

(۳) قابل کاربست نیست.

(۴) به خاطر تجزیه نوترون، مقداری متناهی است.

۶۱- وضعیت واکنش زنجیری در راکتوری که  $1 < K < \infty$  باشد، کدام است؟

(۱) برقرار است، ولی وابسته به حضور چشمه

(۲) برقرار نیست، تحت هیچ شرایطی

(۳) برقرار است، حتی بدون حضور چشمه

(۴) برقرار است، حتی در حالت  $k = \infty$

۶۲- مشهور است در گذشته‌های خیلی دور، در محل یک معدن اورانیوم، واکنش زنجیری خودکفا برای هزاران سال برقرار بوده است. کدام مورد، صحیح است؟

(۱) چنین چیزی هرگز نمی توانسته رخ داده باشد.

(۲) می تواند علی الاصول در هر زمانی اتفاق افتاده یا بیفتد.

(۳) معادن دارای غنای بالای اورانیوم، حتی در زمان حاضر، می تواند این گونه باشد.

(۴) می تواند درست باشد، چنانچه به دست کم ۲ میلیارد سال پیش مربوط باشد.

- ۶۳- در یک راکتور مولد نیرو، در همان ابتدای کار، یک افت قابل ملاحظه در غلظت بوران محلول در داخل قلب دیده می شود. علت آن، کدام است؟  
 (۱) جذب شدید نوترون توسط  $B-10$   
 (۲) کاهش راکتیویته، به علت افزایش دما و افزایش غلظت زینون  
 (۳) افزایش راکتیویته قلب، به خاطر افزایش قدرت  
 (۴) افزایش سرعت خنک کننده و شسته شدن محلول
- ۶۴- در یک راکتور در حال کار پایدار، یک حباب بزرگ بخار ناگهان از پایین قلب شروع به بالا آمدن از داخل قلب می کند. بیشترین تغییر راکتیویته در کجای قلب رخ می دهد؟  
 (۱) در ابتدای بالا رفتن  
 (۲) در ارتفاع نیمه راه  
 (۳) هنگام خروج از قلب  
 (۴) تغییر آشکاری ظاهر نمی شود.
- ۶۵- هنگامی که راکتور در شرایط پایدار کار می کند، تغییرات کوچکی حول مقدار متوسط در شار نوترون وجود دارد، موسوم به «نویز راکتور»، منشأ آن کدام است؟  
 (۱) نیمه عمر نوترون آزاد  
 (۲) نوترون تأخیری  
 (۳) فرایند شکافت  
 (۴) آثار مکانیک کوانتومی
- ۶۶- با توجه به اینکه P فشار درون ظرف فشار یک نیروگاه هسته‌ای،  $\sigma$  تنش کششی ماده ظرف، D قطر دهانه ظرف و t ضخامت دیواره آن باشد، پارامتر t چه رابطه‌ای با سایر پارامترها دارد؟  
 (۱) با D، P و  $\sigma$  رابطه مستقیم  
 (۲) با D مستقیم و با P معکوس  
 (۳) با P مستقیم و با D معکوس  
 (۴) با P مستقیم و با  $\sigma$  معکوس
- ۶۷- علت وجود گنبد اصلی در برگیرنده قلب و تشکیلات مدارات NPP، کدام است؟  
 (۱) ایجاد فشار منفی درون گنبد  
 (۲) محافظت درون از بیرون و بالعکس  
 (۳) محافظت بیرون از درون  
 (۴) محافظت درون از بیرون
- ۶۸- نیاز سالانه یک PWR با قدرت  $1000 MW_e$  به سوخت اورانیوم طبیعی، چند تن است؟  
 (۱) ۱۳ (۲) ۳۰ (۳) ۶۰ (۴) ۱۳۰
- ۶۹- چرا تولید آلودگی حرارتی نیروگاه‌های هسته‌ای، بیش از مشابه فسیلی خود است؟  
 (۱) دمای نازل در چگالنده  
 (۲) مهندسی به کلی متفاوت این دو  
 (۳) دمای نازل تر بخار تولیدی  
 (۴) دمای زیاد در قلب
- ۷۰- در چه نیروگاه‌هایی تعویض سوخت می تواند بر خط و بدون خاموشی راکتور انجام شود؟  
 (۱) CANUD (۲) BWR (۳) FBR (۴) PWR
- ۷۱- برای حل نهایی کمبود انرژی، کدام نوع نیروگاه هسته‌ای مناسب تر است؟  
 (۱) BWR (۲) FBR (۳) PWR (۴) CANDU
- ۷۲- نیروگاهی با توان اسمی  $1000 MW_e$  دارای فاکتور بار (load factor) حدود ۸۰ درصد است. کدام مورد، درست است؟  
 (۱) توان متوسط،  $800 MW_e$  است.  
 (۲) طی یک سال، ۸۰ درصد اوقات، روشن بوده است.  
 (۳) انرژی تولید شده، ۸۰ درصد انرژی متوسط است.  
 (۴) سوخت مصرف شده، ۸۰ درصد مقدار ماکزیمم بوده است.

۷۳- یک راکتور زایا دارای نسبت زایش  $1/2$  است. قلب حاوی ۴ تن پلوتونیوم و مقدار کافی از اورانیوم تهی شده است. بعد یک دوره کاری و پس از سوخت گذاری مجدد، چند تن سوخت مازاد باقی خواهد ماند؟

- (۱)  $0/2$  (۲)  $0/8$   
(۳)  $1/2$  (۴) ۴

۷۴- در یک HWR که از سوخت اورانیوم طبیعی استفاده می کند، سوخت مصرف شده هنگام خروج از قلب، دارای  $0/3$  درصد پلوتونیوم ۲۳۹ و ۲۴۱ است. بهره تبدیل حدوداً چقدر می تواند باشد؟

- (۱) ۱ (۲)  $0/7$   
(۳)  $0/43$  (۴)  $0/3$

۷۵- نقش استخراج در بخش پایینی گنبد BWR ها، کدام است؟

- (۱) کنترل شیمی آب (۲) خنک کننده اضطراری قلب  
(۳) خنک کردن میله های سوخت مصرف شده (۴) جذب و چگالش بخار آب در شرایط حادثه

رادیوایزوتوپ ها و کاربرد آنها - آشکارسازی و دوزیمتری - دستگاه های پرتو پزشکی:

۷۶- سری واپاشی طبیعی اکتینیوم، به کدام نوکلید ختم می شود؟

- (۱) سرب - ۲۰۶ (۲) سرب - ۲۰۷  
(۳) سرب - ۲۰۸ (۴) بیسموت - ۲۰۹

۷۷- روش اصلی تولید رادیونوکلید کالیفرنیوم - ۲۵۲، به کدام طریق است؟

- (۱) زنجیره واپاشی اورانیوم - ۲۳۸ (۲) زنجیره واپاشی اورانیوم - ۲۳۵

- (۳) جذب متوالی نوترون توسط اورانیوم - ۲۳۳ (۴) جذب متوالی نوترون توسط پلوتونیوم - ۲۳۹

۷۸- رادیوایزوتوپ های ید برای تشخیص و درمان برخی بیماری ها مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به خواص هسته ای رادیونوکلیدهای زیر، کدام مورد برای به کارگیری به عنوان رادیوداروی درمانی در پلاک های چشمی استفاده می شود؟

$^{123}\text{I}$ 13.2 h $\epsilon$ no $\beta^+$ $\gamma$ 159...	$^{124}\text{I}$ 4.15 d $\epsilon$ $\beta^+$ 2.1... $\gamma$ 603; 1691...	$^{125}\text{I}$ 59.41 d $\epsilon$ $\gamma$ 35, $e^-$ $\sigma$ 900	$^{131}\text{I}$ 8.02 d $\beta^-$ 0.6, 0.8... $\gamma$ 364; 637...
---	---	---	---

- (۱) ید - ۱۲۳ (۲) ید - ۱۲۴ (۳) ید - ۱۲۵ (۴) ید - ۱۳۱

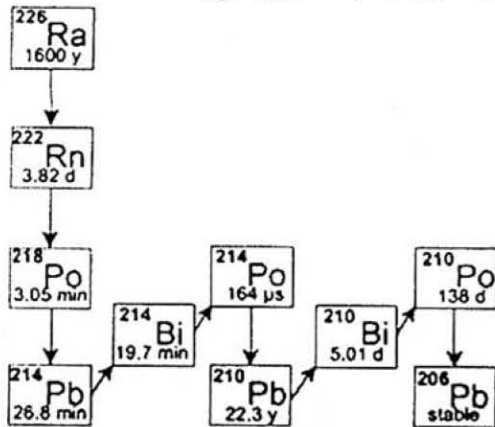
۷۹- اگر سنگ معدنی اورانیوم حاوی  $0/5$  درصد اورانیوم طبیعی باشد، برای تولید یک کوری رادیوم - ۲۲۶ به چند تن سنگ معدن نیاز است؟ (بازده فرایند استخراج رادیوم را ۸۵ درصد در نظر بگیرید. نیمه عمر اورانیوم - ۲۳۸،  $2/8$  میلیون برابر نیمه عمر رادیوم - ۲۲۶ است.)

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۷۰۰  
(۳) ۸۴۰۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰۰

۸۰- اکتیویته ویالی حاوی آهن - ۵۹ خالص (با نیمه عمر ۴۵ روز)، اکنون برابر  $100$  کوری اندازه گیری شده است. اکتیویته ویژه این ویال بعد از گذشت ۳ ماه، تقریباً چند کوری بر میلی گرم است؟ ( $\ln 2 = 0/7$ )

- (۱)  $12/5$  (۲) ۲۵  
(۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰

۸۱- زنجیره واپاشی رادیوم - ۲۲۶، در شکل زیر، نشان داده شده است. نمونه‌ای حاوی ۲/۲ گرم رادیوم - ۲۲۶ به مدت ۱۵۰ سال در ظرفی در بسته نگهداری شده است. در این زمان، فقط چشمه رادیوم از ظرف خارج می‌شود. مجموع اکتیویته رادیونوکلیدهای موجود در ظرف پس از گذشت حدود ۴ روز، تقریباً به چند کوری می‌رسد؟



- (۱) ۵  
(۲) ۸  
(۳) ۱۱  
(۴) ۱۳

۸۲- برای تولید رادیونوکلید B (با ثابت واپاشی  $\lambda_b$ ) مقداری از نوکلید A به جرم m در یک راکتور با شار نوترونی بالا به مدت زمان t پرتوده‌ای می‌شود. محصول با گسیل ذره بتای منفی به رادیونوکلید C (با ثابت واپاشی  $\lambda_c$ ) تبدیل می‌شود. اگر در پایان پرتوده‌ای اکتیویته رادیونوکلید B برابر  $B_1$  و اکتیویته رادیونوکلید C برابر  $C_1$  باشد، پس از گذشت چه مدت از انتهای زمان پرتوده‌ای اکتیویته رادیونوکلید C به مقدار بیشینه خود می‌رسد؟

$$(۱) \frac{\ln \left[ \frac{\lambda_c}{\lambda_b} - \frac{B_1}{C_1} \left( 1 - \frac{\lambda_c}{\lambda_b} \right) \right]}{\lambda_c - \lambda_b}$$

$$(۲) \frac{\ln \left[ \frac{\lambda_c}{\lambda_b} - \frac{C_1}{B_1} \left( 1 - \frac{\lambda_c}{\lambda_b} \right) \right]}{\lambda_c - \lambda_b}$$

$$(۳) \frac{\ln \left[ \frac{\lambda_c}{\lambda_b} + \frac{B_1}{C_1} \left( 1 - \frac{\lambda_c}{\lambda_b} \right) \right]}{\lambda_c - \lambda_b}$$

$$(۴) \frac{\ln \left[ \frac{\lambda_c}{\lambda_b} + \frac{C_1}{B_1} \left( 1 - \frac{\lambda_c}{\lambda_b} \right) \right]}{\lambda_c - \lambda_b}$$

۸۳- برای تولید یک رادیونوکلید با نیمه عمر ۱ ساعت، نمونه‌ای در یک سیکلوترون با بیم پروتون با شدت جریان  $1 \mu A$  پرتوده‌ای می‌شود. شرایط کار سیکلوترون به گونه‌ای است که به طور متناوب، دو سیاحت روشن و یک ساعت خاموش خواهد بود. با فرض ثابت بودن جرم نمونه پرتوده‌ای شده، اکتیویته رادیونوکلید حاصل پس از دو مرتبه پرتوده‌ای دقیقاً قبل از روشن شدن مرتبه سوم، به چند درصد مقدار بیشینه ممکن (اشباع) می‌رسد؟

- (۱) ۳۷/۵  
(۲) ۴۲/۱۸۷۵  
(۳) ۵۶/۲۵  
(۴) ۸۴/۳۷۵

۸۴- برای تولید رادیونوکلید سدیم - ۲۴ (با نیمه عمر حدود ۱۵ ساعت) ۱۰ گرم  $Na_2CO_3$  (با وزن مولکولی ۱۰۶) برای مدتی در یک راکتور هسته‌ای با شار نوترون‌های حرارتی  $3 \times 10^{13}$  نوترون بر سانتی متر مربع بر ثانیه پرتوده‌ای می‌شود. بعد از گذشت ۳۰ ساعت از پایان پرتوده‌ای، اکتیویته  $^{24}Na$ ، ۱۰ کوری شده است. زمان پرتوده‌ای در راکتور، چه مضربی از نیمه عمر محصول بوده است؟ (سطح مقطع واکنش  $(n, \gamma)$  برای تولید سدیم - ۲۴ برابر ۰/۵ بارن و سدیم موجود در طبیعت تک‌ایزوتوپی است.) ( $\ln 2 = 0.7$ )

- (۱) ۱  
(۲) ۲  
(۳) ۳  
(۴) ۴



- ۸۵- برخی از نمونه‌های زمین‌شناسی حاوی رادیونوکلیدهای  $^{87}\text{Rb}$  (با نیمه عمر  $4.9 \times 10^{10}$  سال) هستند که به  $^{87}\text{Sr}$  پایدار واپاشی می‌کنند. استرانسیوم طبیعی دارای ایزوتوپ پایدار  $^{86}\text{Sr}$  است که در نمونه‌های فاقد  $^{87}\text{Rb}$  نسبت ثابتی ( $k_0$ ) دارد. نمونه‌ای از یک صخره دارای نسبت ایزوتوپی  $^{87}\text{Sr}$  به  $^{86}\text{Sr}$  برابر  $a$  و نسبت ایزوتوپی  $^{87}\text{Rb}$  به  $^{86}\text{Sr}$  برابر  $b$  می‌باشد. سن این صخره بر حسب سال، از کدام رابطه به دست می‌آید؟ ( $\ln 2 = 0.693$ )

$$(1) \quad 7 \times 10^{10} \ln[1 + (a - k_0)/b]$$

$$(2) \quad 7 \times 10^{10} \ln[(a - k_0)/b]$$

$$(3) \quad 7 \times 10^{10} \ln[k_0 + a/b]$$

$$(4) \quad 7 \times 10^{10} \ln[k_0 - a/b]$$

- ۸۶- در یک آشکارساز سیلیکونی با قابلیت تحرک یون‌ها برابر  $\frac{m^2}{V \cdot s} \times 10^{-14}$ ، چند ثانیه طول خواهد کشید تا ناحیه ذاتی (Intrinsic) به ضخامت ۲mm تحت بایاس معکوس ۴۰۰V به دست آورد؟

$$(1) \quad 10^5$$

$$(2) \quad 10^4$$

$$(3) \quad 2 \times 10^5$$

$$(4) \quad 4/5 \times 10^4$$

- ۸۷- اگر  $\bar{M}$  پاسخ آشکارساز،  $\bar{R}$  ماتریس پاسخ آشکارساز و  $\bar{S}$  طیف چشمه پرتوزا باشد، کدام مورد درست نیست؟

$$(1) \quad \bar{R}\bar{S} = \bar{M}$$

(2) دترمینان ماتریس  $\bar{R}$ ، اغلب نزدیک به صفر است.

(3) سطر  $i$  ام ماتریس  $\bar{R}$ ، پاسخ آشکارساز به چشمه تک‌انرژی واحد در کانال  $i$  ام  $\bar{S}$  است.

(4) جهت بازسازی طیف چشمه، عمدتاً از الگوریتم‌های مبتنی بر تکرار استفاده می‌شود.

- ۸۸- کدام مورد، درست است؟

(1) گسیل اشعه  $X$ ، بسیار سریع‌تر از گسیل اشعه  $\gamma$  صورت می‌گیرد.

(2) در سیستم آشکارسازی SPECT، عمدتاً از آشکارسازهای نیمه‌رسانا استفاده می‌شود.

(3) اشعه  $X$  مورد استفاده در دستگاه پرتویشکی CT، از مرتبه MeV است.

(4) انرژی گامای ناشی از تکنسیوم مورد استفاده در تصویربرداری با SPECT، از مرتبه keV است.

- ۸۹- اگر شمارش ناخالص غیرواقعی در مدت زمان  $t_G$  برابر  $G$  و شمارش زمینه ثبت شده در مدت زمان  $\frac{t_G}{8}$  برای  $\frac{G}{8}$  باشد، با

احتمال ۶۸/۳٪، نتیجه آزمایش در چه بازه‌ای قرار خواهد گرفت؟

$$(1) \quad \frac{1}{t_G} \left( \frac{3}{2}G \pm \sqrt{\frac{3}{2}G} \right)$$

$$(2) \quad \frac{1}{t_G} \left( \frac{3}{4}G \pm \sqrt{\frac{3}{4}G} \right)$$

$$(3) \quad \frac{2}{t_G} (3G \pm \sqrt{3G})$$

$$(4) \quad \frac{1}{t_G} (3G \pm \sqrt{\frac{3}{2}G})$$

- ۹۰- یک لامپ اشعه ایکس که در ولتاژهای مختلف ۵۰ kV تا ۳۰۰ kV با گام‌های ۲۵ kV کار می‌کند، در اختیار داریم. انرژی مرتبط با هر ولتاژ اعمال شده به تیوب ایکس، با استفاده از کدام یک از موارد زیر، اندازه‌گیری می‌شود؟

(1) آشکارساز یدور سدیم به تنهایی

(2) آشکارساز گایگر مولر و ماده جاذب با ضخامت معین برای هر ولتاژ

(3) ماده جاذب با ضخامت معین برای هر ولتاژ و همچنین آشکارساز یدور سدیم

(4) ماده جاذب با ضخامت‌های مختلف برای هر ولتاژ و همچنین آشکارساز یدور سدیم

۹۱- کدام یک از آشکارسازهای زیر، به منظور اندازه‌گیری طیف انرژی نوترون، مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

(۱) کره‌های بانر

(۲) آشکارسازهای BF<sub>3</sub> با فشار گازهای مختلف

(۳) آشکارساز <sup>3</sup>He در یک ماده کندکننده با ابعاد ثابت

(۴) آشکارساز سوسوزنی پلاستیکی با ضخامت‌های مختلف

۹۲- مقادیر دز پرتو گاما و نوترون در یک میدان آمیخته به ترتیب برابر با (۱۰±۱/۵۴ msv) و (۱۲۱±۲/۷۵) msv

اندازه‌گیری شده است. مقدار کل دز تابشی، چند mSV است؟

(۲) ۱۳۱±۲/۱۵

(۱) ۱۱۱±۳/۱۵

(۴) ۱۱۱±۲/۱۵

(۳) ۱۳۱±۳/۱۵

۹۳- مزیت اصلی استفاده از دُزیمتر TLD نسبت به دُزیمتر فیلم بچ (film badge)، کدام است؟

(۱) دُزیمترهای TLD، را می‌توان چندین بار استفاده کرد.

(۲) دُزیمترهای TLD، بدون هرگونه محوشدگی هستند.

(۳) دُزیمترهای TLD، پرتو دهی شده را چندین بار می‌توان خواند.

(۴) پاسخ دُزیمتر TLD در تمامی انرژی‌ها، کاملاً تخت است.

۹۴- کدام مورد زیر، در انتخاب یک آشکارساز پرتو برای کاربردهای تصویربرداری پزشکی، مورد توجه قرار می‌گیرد؟

(۱) رزولوشن فضایی (مکانی) بالا

(۲) حساسیت بالا به تابش‌های کم انرژی

(۳) توانایی ایجاد تمایز بین انواع مختلف تابش‌ها

(۴) توانایی آشکارسازی تابش‌ها در طیف وسیعی از محیط‌ها

۹۵- در طیف‌نگاری یک باریکه الکترونی تک انرژی، کدام عامل باعث افزایش مؤثر سهم الکترون‌های پس‌پراکنده در طیف انرژی الکترون نمی‌شود؟

(۱) افزایش انرژی الکترون

(۲) افزایش قطر باریکه الکترون

(۳) افزایش عدد اتمی ماده آشکارساز

(۴) افزایش زاویه بین باریکه و محور عمود بر سطح آشکارساز

۹۶- سیگنال S در سیستم تصویربرداری به روش تشدید مغناطیسی هسته‌ای، به صورت زیر قابل بیان است:

$$S \propto \rho_H \times f(v) [1 - e^{-TR/T_1}] \times e^{-TE/T_2}$$

که در آن،  $\rho_H$  چگالی پروتون (اسپین)،  $f(v)$  تابعی از حرکت و متأثر از فلوی مایع،  $T_1$  و  $T_2$  خصوصیات فیزیکی

بافت شامل زمان‌های آسایشی اسپین - شبکه و اسپین - اسپین، و  $TR$  و  $TE$  پارامترهای رشته پالس شامل زمان

تکرار و زمان اکو هستند. در رشته پالس اسپین - اکو، تصاویر حاصله در چه شرایطی بر وزن چگالی پروتون (اسپین)

هستند؟

(۲)  $TR$  کوتاه و  $TE$  طولانی

(۱)  $TR$  طولانی و  $TE$  کوتاه

(۴)  $TR$  طولانی و  $TE$  طولانی

(۳)  $TR$  کوتاه و  $TE$  کوتاه

۹۷- رزولوشن مکانی در سیستم اولتراسونیک، به ترتیب، در چه جهتی مستقل از عمق است و در کدام حالت، اثرات حرارتی اولتراسوند، بیشینه است؟

(۲) Axial و Pulsed doppler

(۱) Axial و B-scan

(۴) Lateral و Pulsed doppler

(۳) Elevational و M-mode

۹۸- جهت کاهش تارشدگی تصویر ناشی از حرکت بیمار، کدام سیستم تصویربرداری در نرخ‌های دُز یکسان، تصویر با کیفیت بهتری را ارائه می‌دهد؟

(۲) فلوروسکپی با نرخ دُز بالا

(۱) توموگرافی با روش نشر پوزیترون

(۴) فلوروسکپی پیوسته

(۳) فلوروسکپی پالسی

۹۹- اعمال زاویه چرخشی (Flip angle) در سیستم تصویربرداری به روش تشدید مغناطیسی هسته‌ای باعث می‌شود بردار مغناطیس‌شدگی طولی ( $M_z$ ) برای ایجاد بردار مغناطیس‌شدگی عرضی ( $M_{xy}$ ) جابه‌جا شود. بیشینه بردار مغناطیس‌شدگی عرضی، در کدام زاویه چرخشی (بر حسب درجه) ایجاد می‌شود؟

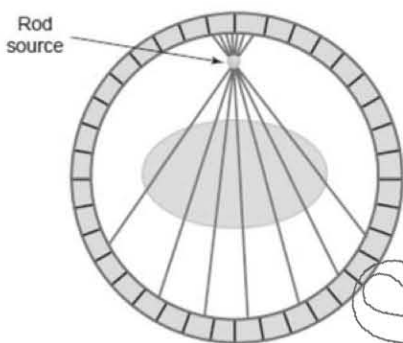
(۴) ۱۸۰

(۳) ۱۰۰

(۲) ۹۰

(۱) ۱۰

۱۰۰- تضعیف و پراکندگی پرتوهای هسته‌ای و موارد مرتبط دیگر، عملکرد سیستم تصویربرداری به روش نشر پوزیترون (PET) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در شکل زیر، عامل Rod Source، برای تصحیح کدام مورد به کار می‌رود؟



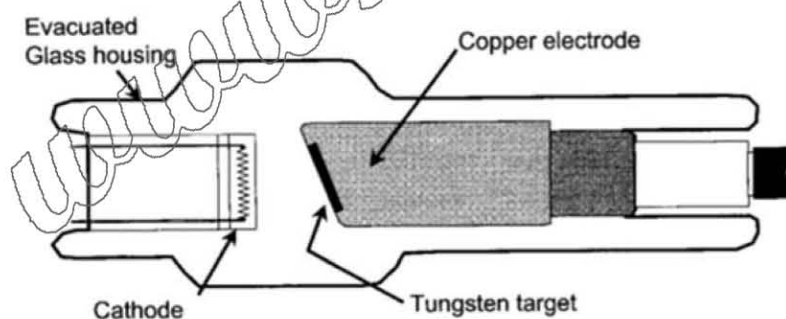
(۱) همزمانی‌های پراکندگی

(۲) همزمانی‌های تصادفی

(۳) تضعیف

(۴) نویز

۱۰۱- آند یک تیوب اشعه ایکس، در شکل زیر، نشان داده شده است. الکتروود مسی در آن، چه نقشی را ایفا می‌کند؟



(۱) تولید تابش ترمزی

(۲) تطبیق امپدانس

(۳) فیلتراسیون

(۴) انتقال حرارت

۱۰۲- در سیستم تصویربرداری پزشکی هسته‌ای، تالیم بیشتر در کدام ناحیه بدن متمرکز می‌شود و با کدام سیستم تصویربرداری می‌توان پاتولوژی‌های بسیار ظریف را تشخیص داد؟

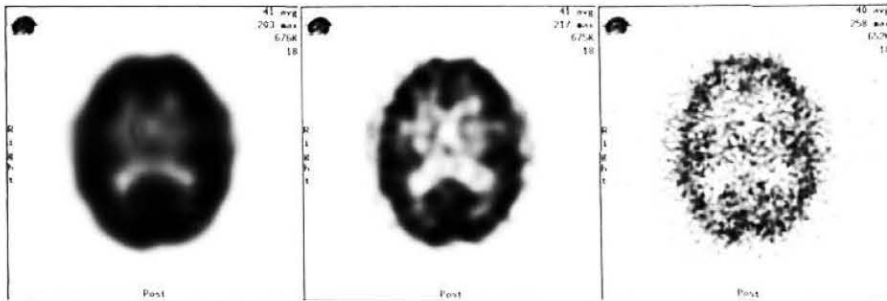
(۲) عضله قلب - MRI

(۱) استخوان - CT

(۴) عضله قلب - SPECT

(۳) عضله قلب - PET

۱۰۳- در شکل زیر، تصاویر حاصله از سیستم تصویربرداری به روش نشر تک فوتون (SPECT)، همراه با اعمال فیلترهای مختلف نشان داده شده است. با اعمال کدام فیلتر، می توان تصویری با رزولوشن مکانی مناسب ولی با نویز آماری بیش از حد ایجاد کرد؟

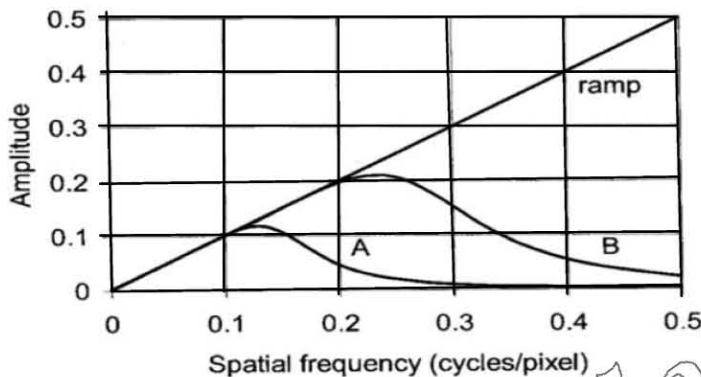


(۱) A

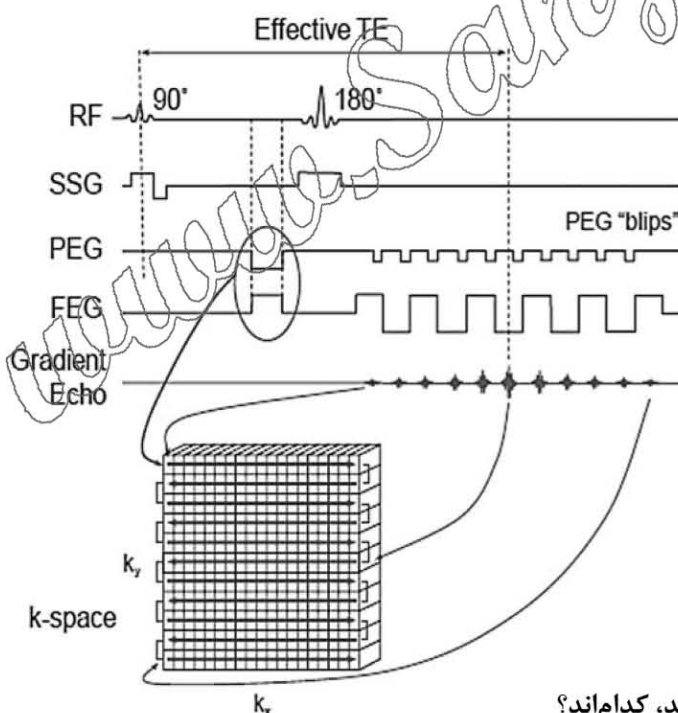
(۲) B

(۳) غیر خطی

(۴) ramp



۱۰۴- کدام رشته پالس در سیستم تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته‌ای، در شکل زیر نشان داده شده است؟



(۱) Echo planar

(۲) Perfusion

(۳) Angiography

(۴) Mammography

۱۰۵- اجزای اصلی که در تعیین کیفیت تصویر نقش دارند، کدام‌اند؟

(۱) کنتراست - رزولوشن زمانی - نویز

(۲) کنتراست - رزولوشن مکانی - نویز

(۳) آرتیفکت حلقوی - کنتراست - نسبت سیگنال به نویز

(۴) رزولوشن مکانی - رزولوشن زمانی - نسبت سیگنال به نویز

۱۰۶- در توکامک‌ها، تشکیل حباب به کدام عامل بستگی دارد؟

- (۱) پلاسمای سرد
- (۲) انرژی اتم‌های فرودی
- (۳) خطوط انتقال عایق شده مغناطیسی
- (۴) جذب تابش ترمزی معکوس به‌طور مطلق

۱۰۷- شرط لازم برای دستیابی گذاخت با محصورسازی لختی، کدام است؟

- (۱) در همه شرایط بتواند سوخت در فاصله زمانی ثانیه و تا چگالی سوخت جامد متراکم شود.
- (۲) به شرایط ویژه‌ای نیاز نیست و سوخت در فاصله زمانی ثانیه و تا چگالی سوخت مایع متراکم شود.
- (۳) برای متراکم کردن سوخت به هیچ‌گونه فشاری نیازی نیست و صرفاً به فاصله زمانی ارتباط پیدا می‌کند.
- (۴) سوخت در فاصله زمانی حدود  $10^{-10}$  s، تا چگالی بالایی که حداقل  $10^{20}$  برابری چگالی جامد است، متراکم شود.

۱۰۸- حد جریان آلفا، با چه رابطه‌ای بیان می‌شود؟

- (۱) اگر اختلاف پتانسیل بر حسب مگاولت باشد، حد جریان آلفا  $I_A = 1/7 \times 10^4 V^{1/2} A$  می‌شود.
- (۲) اگر اختلاف پتانسیل بر حسب مگاولت باشد، حد جریان آلفا  $I_A = 1/7 \times 10^6 V^{3/2} A$  می‌شود.
- (۳) اگر اختلاف پتانسیل بر حسب ولت باشد، حد جریان آلفا  $I_A = 1/7 \times 10^6 V^{3/2} A$  می‌شود.
- (۴) اگر اختلاف پتانسیل بر حسب کیلو ولت باشد، حد جریان آلفا  $I_A = 1/7 \times 10^6 V^{3/2} A$  می‌شود.

۱۰۹- کدام مورد در خصوص پلاسمای فروچگال درست است؟

- (۱) بزرگی چگالی پلاسمای، تنها شرط فروچگال شدن پلاسماست.
- (۲) فروچگال بودن پلاسمای سبب می‌شود که ثوابت دی‌الکتریک، اثر خود را از دست بدهند.
- (۳) هنگامی که چگالی پلاسمای بزرگ بوده، فرکانس پلاسمای بزرگ‌تر از فرکانس موج باشد، پلاسمای فروچگال است.
- (۴) وقتی چگالی پلاسمای بزرگ نباشد و فرکانس پلاسمای در  $(\omega_p)$  کمتر از فرکانس موج الکترومغناطیسی باشد، پلاسمای فروچگال است.

۱۱۰- کدام مورد در خصوص توکامک TFTR، درست است؟

- (۱) توکامک TFTR، بهترین توکامک موجود در جهان با سطح مقطع لوبیایی شکل است.
- (۲) ناخالصی‌ها در درازمدت، مشکلی را برای TFTR به‌وجود نمی‌آورد و سطح مقطع آن بیضی شکل است.
- (۳) طراحی است از یک توکامک معمولی که میدان مغناطیسی نسبتاً بالا در حدود ۵ تسلا و سطح مقطع دایره‌ای دارد.
- (۴) طراحی است از یک توکامک معمولی با سطح مقطع لوبیایی شکل که قدرت ورودی به پلاسمای در مقایسه با دیگر روش‌های گرمایش، قابل صرف‌نظر کردن است.

۱۱۱- کدام مورد در خصوص تحلیل میکروسکوپی پلاسمای با استفاده از معادلات MHD، درست است؟

- (۱) تنها با این شرایط است که تحلیل میکروسکوپی پلاسمای معنی پیدا می‌کند.
- (۲) تحلیل میکروسکوپی پلاسمای با استفاده از معادلات فاگنوتویدرو دینامیک اعتبار کافی را دارد.
- (۳) تحلیل میکروسکوپی پلاسمای با استفاده از معادلات فاگنوتویدرو دینامیک تنها راه‌حل ممکن است.
- (۴) دمای پلاسمای گذاخت بسیار بالاست، و بنابراین میان ذرات باردار برخورد چندانی صورت نمی‌گیرد. در نتیجه تحلیل میکروسکوپی پلاسمای با استفاده از معادلات MHD در خصوص پلاسمای گذاخت، معتبر نخواهد بود.

۱۱۲- دو روش اصلی گرمایش تا دمای اشتعال کدامند؟

- (۱) تزریق باریکه خنثی و راندن امواج رادیو فرکانسی
- (۲) گرم کردن پلاسما از طریق گرمایش اهمی و گرمایش مولکولی
- (۳) دستیابی به دماهایی تا حدود یک الکترون ولت و گرم کردن پلاسما تا دمای اتاق
- (۴) تزریق باریکه خنثی پرانرژی و جذب تشدید امواج الکترومغناطیسی رادیوفرکانسی (RF)

۱۱۳- کدام مورد در خصوص جریان کل I در پلاسمای توکامک، درست است؟

- (۱) ثابت و مستقل از هدایت الکتریکی پلاسماست.
  - (۲) نمی تواند مستقل باشد و همیشه قابل اندازه گیری نیست.
  - (۳) در یک پلاسما با دمای بالا، هدایت الکتریکی بی نهایت فرض می شود.
  - (۴) اصولاً جریان I نمی تواند نقش مهمی در پلاسمای توکامک داشته باشد.
- ۱۱۴- انرژی ذخیره شده در یک راکتور قدرت T - D با توان خروجی ۵ GW، چقدر است؟

- (۱) پلاسما در مرکز راکتور  $10^4$  ژول - لیتیم برای زایش توریم  $10^{12}$  ژول
  - (۲) لیتیم برای زایش  $10^{13}$  ژول - مغناطیس ابررسانا  $10^{10}$  ژول - پلاسما در مرکز راکتور
  - (۳) مغناطیس ابررسانا  $10^9$  ژول - پلاسما در مرکز راکتور  $10^6$  ژول - بدون پلاسما در مرکز راکتور
  - (۴) پلاسما در مرکز راکتور  $10^8$  ژول - لیتیم برای زایش توریم  $10^{12}$  ژول - مغناطیس ابررسانا  $10^{11}$  ژول
- ۱۱۵- با توجه به عبارت «فشار اعمال شده از میدان مغناطیسی بر پلاسما، عمود بر میدان است»، کدام مورد درست است؟

- (۱) این امر با حرکت تنگشی پلاسمای چنبرهای مغایر است.
- (۲) میدان بر پلاسما فشار وارد نمی کند و این امر ربطی به میدان ندارد.
- (۳) می توان از میدان مغناطیسی جهت محصورسازی پلاسما استفاده کرد.
- (۴) به دلیل فشار اعمال شده، حرکت تنگشی پلاسمای استوانه ای به گرمای ژول ارتباط ندارد.

۱۱۶- مفاهیم پایه در مبحث تعادل توکامک، کدامند؟

- (۱) توازن خارجی میان فشار پلاسما - شکل زمان و مکان پلاسما که توسط محاسبه به دست می آید.
- (۲) عدم توازن حاصل از میدان مغناطیسی - عدم توازن حاصل از شکل پلاسما که یکی از مفاهیم پایه است.
- (۳) توازن حاصل از میدان مغناطیسی - توازن حاصل از مکان پلاسما که هر دو در عمل و در آزمایشگاه قابل دستیابی است.
- (۴) توازن داخلی میان فشار پلاسما و نیروهای حاصل از میدان مغناطیسی - شکل و مکان پلاسما که البته هر دو توسط جریان پیچهای خارجی کنترل می شوند.

۱۱۷- کدام مورد، بیانگر تعریف شعاع دمای است؟

- (۱) شعاع دمای بردی است که در آن فاصله، میدان الکتریکی ذره باردار عملاً اثر می کند.
- (۲) شعاع دمای بردی است که تنها به میدان مغناطیسی ارتباط داشته و تأثیر چندانی ندارد.
- (۳) اثر حجمی زوایای پراکندگی کوچک را شعاع دمای می گویند و یک کمیت غیر عددی است.
- (۴) شعاع دمای یا  $\lambda_D$ ، عملاً بیانگر زوایای پراکندگی کوچک است و به همین دلیل شعاع دمای توسط آن تعریف می شود.

۱۱۸- معادله  $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$  چیست؟

- (۱) اصولاً رابطه بالا درست نیست و درست آن  $\nabla \times \mathbf{J}$  است که رابطه ای برداری است.
- (۲) رابطه معنی دار پایستگی معادلات جرم است و صرفاً تابع گرادیان است.
- (۳) این معادله کاهش یافته با قانون آمپر در تناقض است و این تناقض قابل رفع نیست.
- (۴) یک معادله کاهش یافته است، چرا که با دیوژرانس گرفتن از معادله قانون آمپر به دست می آید.

۱۱۹- در مقیاس لارمور، ذرات باردار، به دور مرکز هدایت خود می‌چرخند در صورت وجود کدام مورد، گرایش‌های عمودی مرکز هدایت، در یک مقیاس بزرگتر پدید می‌آید؟

(۱) میدان مغناطیسی بدون انحنا

(۲) میدان الکتریکی مستقل از زمان

(۳) یک میدان الکتریکی عمود بر میدان مغناطیسی

(۴) جابه‌جایی الکترون‌ها، موجب نیروی برگشتی و شتاب نمی‌شود.

۱۲۰- با توجه به رسانش بالای الکتریکی پلاسما و در حالی که چگالی پلاسما هشت برابر کوچکتر از چگالی مس است و با توجه به اینکه رسانش الکتریکی پلاسمای گداخت حدود ۴۰ برابر بزرگتر از رسانایی مس می‌شود، دلیل این امر چیست؟

(۱) برخوردهای کولنی بین یون‌ها و الکترون‌ها به ندرت اتفاق می‌افتد.

(۲) رسانش الکتریکی پلاسمای گداخت ربطی به رسانایی مس ندارد و هیچ‌گاه رسانش الکتریکی پلاسمای گداخت به رسانایی مس نمی‌رسد.

(۳) دلیل استفاده از ابررسانا، راه‌حل شناخته‌شده این امر، تا امروز است. (بدیهی است برخوردهای کولنی بین یون‌ها و الکترون‌ها را در این حالت بسیار زیاد است.)

(۴) در دمای بالا (دماهای بالا) و چگالی پایین و برخوردهای کولنی بین یون‌ها و الکترون‌ها به ندرت اتفاق می‌افتد، در نتیجه مقاومت الکتریکی در برابر انتقال بسیار ناچیز خواهد بود.

۱۲۱- براساس نتایج تجربی فاکتور ایمنی ( $Q_s$ ) چگونه باید باشد؟

(۱) باید رقمی بزرگتر از ۲ باشد.

(۲)  $Q_s$  رقمی بین صفر و حداکثر یک خواهد بود.

(۳) رابطه معنی‌داری بین  $Q_s$  و پایداری پلاسما وجود ندارد.

(۴)  $Q_s$  به رفتار ماشین بستگی داشته و مقدار آن کف و سقف ندارد

۱۲۲- حد بتا چیست؟

(۱) «بتا» و حد آن ربطی به ماگنتوئیدرو دینامیک ندارد.

(۲) مفهوم «بتا» از دقت لازم برخوردار نیست و برای آن نمی‌توان حدی قایل شد.

(۳) «بتا» یک پارامتر MHD است، که معیاری از فشار محصور شده است.

(۴) حد بتا زیر مجموعه‌ای از حدی است که توسط عددهای بالونی اعمال می‌شود و قابل تغییر است

۱۲۳- کدام مورد در خصوص عبارت زیر درست است؟

«پرتو زایی مواد در نیروگاه‌های گداخت به مواد ساختاری محدود می‌شود.»

(۱) محصول واکنش گداخت، هلیوم نمی‌تواند باشد.

(۲) محصول پسمان واکنش گداخت، هلیوم است.

(۳) ارتباطی به پسمان ندارد و می‌توان آن را به ساختار نسبت داد.

(۴) در نیروگاه‌های گداخت، محدودیتی برای مواد نمی‌توان قائل شد.

۱۲۴- نقش مدهای پارگی در ناپایداری‌ها چیست؟

(۱) مدهای پارگی ارتباطی نقشی در ناپایداری‌ها ندارند.

(۲) فقط اثر بازدارنده روی میدان‌های الکتریکی دارند و خود ناپایدارکننده هستند.

(۳) مدهای پارگی، پایداری‌ها را به صفر می‌رساند و در تمام توکامک‌ها وجود دارد و هیچ‌گونه اثر تخریبی نداشته، قابل اندازه‌گیری است.

(۴) مدهای پارگی نقش مهمی در ناپایداری‌های معمول بازی می‌کنند، آن و توپولوژی مغناطیسی داخل پلاسما را تغییر می‌دهند.



۱۲۵- کدام مورد در خصوص نیاز به روش هیبرید پایین تر در توکامک‌ها، درست است؟

- (۱) یکی از روش‌های بازدارنده است و این بازدارندگی به نوع توکامک ارتباط پیدا می‌کند.
- (۲) نسبت‌های بار به جرم متفاوت نیست و به همین دلیل از روش هیبرید پایین تر استفاده می‌شود.
- (۳) نیازی به هیبرید پایین تر نیست و تنها روش هیبرید پایین تر نمی‌تواند راندمانی را به خود اختصاص دهد.
- (۴) در روش هیبرید پایین تر که بیشترین راندمان را به خود اختصاص داده است. نیاز به قدرت در گردش در حدود ۲۰ درصد از کل قدرت خروجی ضروری به نظر می‌رسد.

www.Sanjesh3.com