کد کنترل

712A

712A

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری

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

صبح جمعه
۱۴۰۴/۱۱/۱۰
دفترچه شماره ۲ از ۲

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۴۰۵
مهندسی هسته‌ای (کد ۲۳۶۵)

تعداد سؤال: ۱۲۵ سؤال

مدت‌زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

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 ـ محاسبات ترابرد پرتوها	۲۰	۲۶	۴۵
۴	محاسبات عددی پیشرفته ـ فیزیک راکتور ـ تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای	۳۰	۴۶	۷۵
۵	رادیوایزوتوپ‌ها و کاربرد آنها ـ آشکارسازی و دوزیمتری ـ دستگاه‌های پرتو پزشکی	۳۰	۷۶	۱۰۵
۶	گداخت	۲۰	۱۰۶	۱۲۵

این آزمون نمره 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.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به‌منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان‌بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج‌شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

حفاظت در برابر اشعه:

۱- در کدام سنجش‌افزار فیزیک بهداشت، از اثر نور حاصل از گرمادهی به سنسور، برای سنجش دُز استفاده می‌شود؟

۱) ترمولومینسانس ۲) دیودهای نوری

۳) سنتیلاتور (سوسوزن) ۴) لیزر نوری ـ حرارتی

۲- چنانچه در یک پرتوگیری شغلی، میزان پرتوگیری ثبت‌شده روزانه یک پرتوکار توسط دُزیمتر قلمی، عدد $10\,mR$ را نشان دهد، میزان دُز جذبی وی برحسب mGy چقدر است؟ $\left(\left(\frac{\mu_{en}}{\rho}\right)_{air}^{tissue} = 1/08\right)$

۱) ۳۶/۷ ۲) ۹/۴

۳) ۳/۶۷ ۴) ۰/۰۹۴

۳- دو فوتون با انرژی $0/1\,MeV$ و $1\,MeV$ وارد ماده‌ای می‌شوند که $\frac{\mu en}{\rho}$ برای انرژی پایین ۱۰ برابر انرژی بالا است، اما **fluence** (شارش) انرژی پایین نصف انرژی بالا است. سهم بیشتری از دُز کل، از کدام انرژی است؟

۱) انرژی بالا ۲) انرژی پایین

۳) دارای سهم مساوی هستند. ۴) وابسته به چگالی ماده، می‌تواند متفاوت باشد.

۴- پرتوهای بتای با انرژی بیشینه $10\,MeV$، بر بافت نرمی با عدد اتمی مؤثر ۶ برخورد می‌کنند. متوسط انرژی فوتون حاصل از تابش ترمزی تقریباً چقدر است؟

۱) $70\,keV$ ۲) $70\,eV$

۳) $210\,keV$ ۴) $210\,eV$

۵- در طراحی حفاظ مرکز دارای دستگاه **PET**، ضخامت دیوار از یک جنس یکسان نسبت به حفاظ مرکز دارای **CT** ضخیم‌تر باید باشد. چرا؟

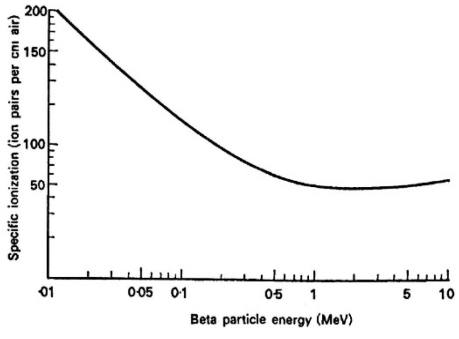
۱) تابش زمینه بیشتر در دستگاه PET نسبت به پرتو استفاده‌شده در دستگاه CT

۲) تعدد تابش‌های ساطع‌شده در دستگاه PET نسبت به پرتو استفاده‌شده در دستگاه CT

۳) میزان پراکندگی بالای تابش‌های ساطع‌شده در دستگاه PET نسبت به پرتو استفاده‌شده در دستگاه CT

۴) نفوذپذیری بالای تابش‌های ساطع‌شده در دستگاه PET نسبت به پرتو استفاده‌شده در دستگاه CT

۶- با توجه به منحنی یونش ویژه بتا، دُز جذبی حاصل از عبور 10^{10} ذره بتا با انرژی ۲۰۰ کیلوالکترون‌ولت از دُزیمتری به‌طول مؤثر ۱۰ سانتی‌متر با وزن ۱/۶ گرم هوا در آن، تقریباً چند گری است؟ (انرژی لازم برای تولید هر زوج یون در هوا را ۳۴ الکترون‌ولت درنظر بگیرید.)



۱) ۲۱
۲) ۱
۳) ۰/۰۶۸
۴) ۰/۰۳۴

۷- در اثر جذب یک ماده پرتوزا با نیمه‌عمر بیولوژیکی ۶/۹۳ روز و آهنگ دُز اولیه $0/5\frac{Gy}{d}$، دُز طولانی‌مدت تجمعی فرد $1Gy$ محاسبه شده است. نیمه‌عمر ماده پرتوزای مذکور، تقریباً چه میزان است؟

۱) ۱/۷۳ روز
۲) ۲/۸۰ روز
۳) ۴/۸ ساعت
۴) ۱۲ ساعت

۸- یک چشمه پرتوزا انتخاب‌شده برای استفاده صنعتی درون یک محفظه قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری اولیه نشان می‌دهد در فاصله ۱ متری در خط مستقیم خروجی، نرخ دُز بدون حفاظ $100\frac{\mu Sv}{h}$ است. طبق استاندارد ICRP، نرخ دُز نباید بیش‌از $0/5\frac{\mu Sv}{h}$ در آن نقطه باشد. با فرض امکان‌پذیر بودن اضافه کردن سرب در این انرژی، حداقل ضخامت سرب که باید اضافه شود تا دُز $\geq 0/5\frac{\mu Sv}{h}$ شود، تقریباً چند سانتی‌متر است؟ ($\mu \approx 0/6\ cm^{-1}$ و ضریب انباشت تقریباً برابر ۲ است.) $(\ln 10 = 2/3\ ,\ \ln 2 = 0/7)$

۱) ۱۵
۲) ۱۰
۳) ۵
۴) ۲

۹- در طراحی ورودی یک اتاق دارای چشمه قوی پرتوزا، معمار از ساختار (labyrinth) استفاده می‌کند که در آن به‌جای درب مستقیم، طول مسیر مارپیچ به همراه زوایا و ضخامت دیوارها تعیین‌کننده میزان کاهش پرتوها می‌باشد. فرض کنید یک مسیر مارپیچ سه بخشی داریم که هر بخش مؤثر مسیر هوا را به اندازه L_i می‌افزاید، تضعیف هندسی و زاویه‌ها (زاویه تابش به دیوارها) باعث کاهش قابل‌توجه پراکندگی می‌شوند. کدام ویژگی طراحی labyrinth، بیشترین تأثیر را در کاهش دُز نفوذی برای افراد بیرون خواهد داشت؟

۱) کاهش زاویه‌های مستقیم دید (زاویه‌بندی تندتر) و ایجاد زوایای بیشتر داخلی
۲) افزایش طول مستقیم مسیر (L_{total}) در هوا
۳) افزایش ضخامت دیوارها بدون تغییر هندسه
۴) تنها تعبیه پنل‌های سربی در مسیر

۱۰- برای پراکندگی الاستیک و غیرالاستیک نوترون از یک هسته، کدام مورد درخصوص $Q-value$ واکنش، به‌ترتیب، صحیح است؟

۱) بزرگ‌تر از صفر ـ کوچک‌تر از صفر
۲) برابر صفر ـ بزرگ‌تر از صفر
۳) برابر صفر ـ برابر صفر
۴) برابر صفر ـ کوچک‌تر از صفر

۱۱- برای چشمه نقطه‌ای گسیل‌کننده فوتون با انرژی $E = ۰/۱\,MeV$ به شدت $S = ۱۰^{۷}\,\frac{\#}{s}$، حفاظی بـه ضـخامت ۸۰ سانتی‌متر از ماده‌ای با چگالی $\rho = ۱۱/۳۵\,\frac{g}{cm^{۳}}$ و عدد جرمی $A = ۸۲$ با مشخصات زیر طراحی شده است:
$(\sigma_{ph} = ۵\,mb\,,\sigma_c = ۰/۲\,mb\,,\sigma_{pp} = ۰/۰۰۱\,mb$ و $f_{pp} = ۰/۳$، $f_c = ۰/۴$، $f_{ph} = ۰/۷$ و بهره تابشـی کـل ۰/۴) نسبت دُز به کرما در سطح حفاظ، برابر کدام مورد است؟

۱) ۰/۳
۲) ۰/۴
۳) ۰/۶
۴) ۱

۱۲- در اتاق پرتودرمانی، دیوار سربی به ضخامت ۱ متر با ضریب تضعیف $۰/۵cm^{-۱}$ استفاده شده است. نسبت HVL به TVL چقدر است؟

۱) ۰/۰۱
۲) ۰/۱
۳) ۰/۳
۴) ۰/۵

۱۳- یک چشمه $Cs-۱۳۷$ با انرژی $۰/۶۶۲\,MeV$ در فاصله ۱ متر، نرخ دُز $۱۰۰\,\frac{\mu Sv}{h}$ ایجاد می‌کند. اگر فاصله منبع تا نقطه اندازه‌گیری به ۲ متر افزایش یابد و هیچ حفاظی وجود نداشته باشد، دُز جدید چند $\frac{\mu Sv}{h}$ خواهد بود؟

۱) ۵۰
۲) ۲۵
۳) ۱۶
۴) ۱۲/۵

۱۴- سه لایه حفاظ به ضخامت‌هـای (برحسـب پـویش آزاد) برابـر بـا ۰/۳، ۰/۷ و ۱/۰ در مقابـل چشـمه نقطـه‌ای گسیل‌کننده پرتو گاما با انرژی $۰/۶۶۲MeV$ قرار گرفته است. اگر به جای ایـن سـه لایـه، حفـاظ ۲ لایـه‌ای بـه ضخامت‌های ۰/۴ و ۰/۶ قرار دهیم و فاصله چشمه تا پشت حفاظ را دو برابر کنیم، با فرض نادیده گرفتن ضـریب انباشت، نسبت شدت کل پشت حفاظ در حالت ۲ نسبت به حالت ۱، چند درصد است؟

۱) ۶۸
۲) ۳۶
۳) ۲۵
۴) ۹

۱۵- اگر پرتو گاما با انرژی $۰/۶۶۲MeV$ با زاویه ۶۰ درجه (نسبت به عمود) وارد حفاظ سربی به ضخامت $۵\,mm$ شود، ضخامت مؤثر چند میلی‌متر خواهد بود و اثر تضعیف چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۱۰ ـ افزایش می‌یابد.
۲) ۱۰ ـ کاهش می‌یابد.
۳) ۲/۵ ـ کاهش می‌یابد.
۴) ۵ ـ کاهش می‌یابد.

ریاضیات مهندسی:

۱۶- اگر $f(x)=\sin^{۲}(\frac{x}{۲})+\sin^{۲}(\frac{۳x}{۲})+\sin^{۲}(\frac{۵x}{۲})$، آنگاه مقدار $\int_{-\pi}^{\pi} f^{۲}(x)\,dx$ کدام است؟

۱) $\frac{۱۱\pi}{۸}$

۲) $\frac{۲۱\pi}{۸}$

۳) $\frac{۱۱\pi}{۴}$

۴) $\frac{۲۱\pi}{۴}$

۱۷- فرض کنید $\frac{۱}{\sqrt{۲}}e^{-\frac{w^{۲}}{۴}}$ تبدیل فوریه $f(x)$ باشد. تبدیل فوریه $xf(x)$ به ازای $w=۱$ کدام است؟

۱) $\frac{-۱}{۲\sqrt{۲}}e^{-\frac{۱}{۴}}$

۲) $\frac{۱}{\sqrt{۲}}e^{-\frac{۱}{۴}}$

۳) $\frac{-i}{۲\sqrt{۲}}e^{-\frac{۱}{۴}}$

۴) $\sqrt{۲i}\,e^{-\frac{۱}{۴}}$

۱۸- جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزیی زیر، کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt}=u_{xx}\ ,\ ۰<x<\pi\ ,\ t>۰ \\ u(۰,t)=u(\pi,t)=u(x,۰)=۰ \\ u_t(x,۰)=k\sin(۳x)-\frac{k}{۲}\sin(۶x)\ ,\ k\neq ۰ \end{cases}$$

۱) $u(x,t)=\frac{k}{۳}\sin(۳t)\sin(۳x)-\frac{k}{۱۲}\sin(۶t)\sin(۶x)$

۲) $u(x,t)=\frac{k}{۲}\sin(۳t)\sin(۳x)-\frac{k}{۱۰}\sin(۶t)\sin(۶x)$

۳) $u(x,t)=\frac{k}{۳}\sin(۳t)\sin(۳x)+\frac{k}{۱۲}\sin(۶t)\sin(۶x)$

۴) $u(x,t)=\frac{k}{۲}\sin(۳t)\sin(۳x)+\frac{k}{۱۰}\sin(۶t)\sin(۶x)$

۱۹- جواب مسئله $\begin{cases} u_t - k u_{xx} = ۰ \ , \ x > ۰ \ , \ t > ۰ \\ u(x,۰) = \delta(x-۲) \\ u_x(۰,t) = ۰ \end{cases}$ کدام است؟ (δ نمایش تابع دلتای دیراک یا ضربه است.)

۱) $u(x,t) = \frac{۲}{\pi}\int_{۰}^{\infty} e^{-kw^۲t}\cos(۲w)\sin(wx)\,dw$

۲) $u(x,t) = \frac{۲}{\pi}\int_{۰}^{\infty} e^{-kw^۲t}\cos(۲w)\cos(wx)\,dw$

۳) $u(x,t) = \frac{۲}{\pi}\int_{۰}^{\infty} e^{-kw^۲t}\sin(۲w)\cos(wx)\,dw$

۴) $u(x,t) = \frac{۲}{\pi}\int_{۰}^{\infty} e^{-kw^۲t}\sin(۲w)\sin(wx)\,dw$

۲۰- فرض کنید پتانسیل الکترواستاتیکی موجود روی سطح دو استوانه طویل و هم‌محور به شعاع‌های قاعده ۱ و e، به‌ترتیب، ۱۱۰ و ۲۲۰ ولت باشد. اگر $u_{rr} + \frac{۱}{r}u_r + \frac{۱}{r^۲}u_{\theta\theta} = ۰$ معادله لاپلاس در مختصات قطبی باشد، آنگاه پتانسیل موجود بین دو استوانه کدام است؟

۱) $۱۱۰(۱+\ln r)$

۲) $۲۲۰(۱+\ln r)$

۳) $\frac{۱۱۰}{۱-e}(\frac{e}{r} - ۲e + ۱)$

۴) $\frac{۱۱۰}{e-۱}(r + e - ۲)$

۲۱- مجموعه جواب‌های معادله $\sin z = \cosh ۴$ کدام است؟

۱) $\left\{(۲n + \frac{۱}{۲})\pi \pm ۴i \, , n \in \mathbb{Z}\right\}$

۲) $\left\{(۲n + \frac{۱}{۳})\pi \pm \frac{۴}{۳}i \, , n \in \mathbb{Z}\right\}$

۳) $\left\{(۲n + \frac{۱}{۴})\pi \pm ۲i \, , n \in \mathbb{Z}\right\}$

۴) $\left\{(۲n + \frac{۱}{۵})\pi \pm ۳i \ , \ n \in \mathbb{Z}\right\}$

۲۲- در بسط لوران $f(z) = \frac{z}{(z-۱)(z+۲)}$ در ناحیه $۰ < |z-۱| < ۳$، ضریب $(z-۱)^۲$ کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲۷}$

۲) $\frac{۲}{۸۱}$

۳) $-\frac{۱}{۸۱}$

۴) $-\frac{۲}{۲۷}$

۲۳- مقدار $\oint_C \frac{e^z + i}{ze^z - 2iz} dz$ که در آن، C مسیر مربعی‌شکل بارئوس $z = \pm 1$ و $z = \pm i$ در جهت مثبت می‌باشد، کدام است؟

۱) $\frac{2\pi}{5}(3+i)$

۲) $-\frac{2\pi}{5}(3+i)$

۳) $-\frac{2\pi}{5}(3i+1)$

۴) $\frac{2\pi}{5}(3i+1)$

۲۴- مقدار $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x \sin x}{(x^2+1)^2} dx$ کدام است؟

۱) πe

۲) $\frac{\pi e}{2}$

۳) $\frac{\pi}{e}$

۴) $\frac{\pi}{2e}$

۲۵- مجموعه $\{z \in \mathbb{C} : Im(\frac{1}{z} - 1) > 1\}$، کدام شکل را توصیف می‌کند؟

۱) نیم‌صفحه

۲) ناحیه بین دو خط

۳) داخل دایره

۴) داخل بیضی

آشکارسازی ـ محاسبات ترابرد پرتوها:

۲۶- برای دو آشکارساز گازی و نیمه‌رسانا که به‌ترتیب ضریب فانو و میزان انرژی لازم برای تولید جفت الکترون یون/ الکترون ـ حفره برابر $F_1 = 0/2$، $W_1 = 30eV$ و $F_2 = 0/06$ و $W_2 = 3eV$ است، نسبت قدرت تفکیک آشکارساز گازی به نیمه‌رسانا در یک انرژی مشخص چقدر است؟

۱) $\frac{1}{3}$

۲) $\frac{2}{3}$

۳) ۱

۴) ۳

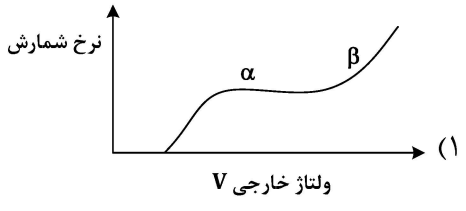
۲۷- کدام آشکارساز می‌تواند جهت جداسازی طیف نوترون و گامای ناشی از چشمه $Am-Be$ مورد استفاده قرار گیرد؟

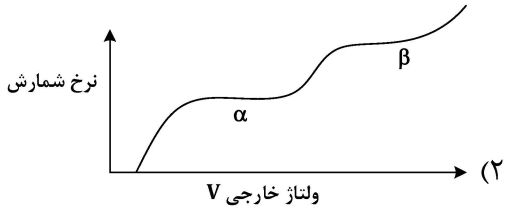
۱) NaI
۲) LYSO
۳) $NE-۲۱۳$
۴) $BF_۳$

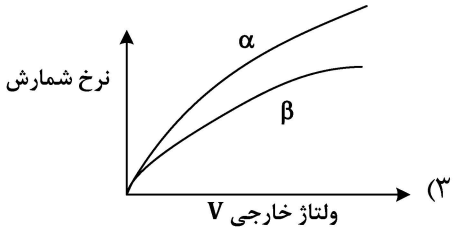
۲۸- کدام مورد، مهم‌ترین منبع ایجاد خطا در اندازه‌گیری زمان سیستم‌های الکترونیک هسته‌ای، دلیل ایجاد آن و روش کاهش اثر آن خطا را بیان می‌کند؟

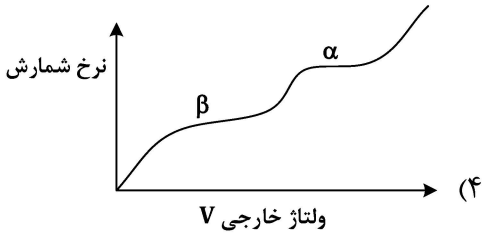
۱) Jitter ـ تفاوت ARC ـ rise time
۲) Time Walk ـ اختلاف ارتفاع پالس ـ CDF
۳) Time pick off ـ تفاوت ARC ـ rise time
۴) Jitter ـ اختلاف ارتفاع پالس ـ ELET (برون‌یابی لبه بالارونده)

۲۹- کدام‌یک از شکل‌های زیر، مربوط به نرخ شمارش ثبت‌شده در آشکارساز تناسبی برای چشمه گسیل‌کننده α و β است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۳۰- اگر SNR مربوط به یک آشکارساز افزایش یابد، کدام مورد درست است؟

۱) تأثیری به قدرت تفکیک یا بازدهی ندارد.
۲) قدرت تفکیک کاهش می‌یابد.
۳) قدرت تفکیک بهبود می‌یابد.
۴) بازدهی افزایش می‌یابد.

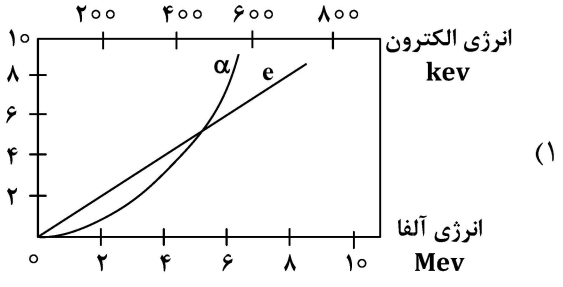
۳۱- چند ساعت طول می‌کشد تا یک ناحیه ذاتی (intrinsic) به طول $۱/۵mm$ در سیلیکون که در معرض یون‌های لیتیم تحت تغذیه معکوس ۵۰۰ ولت قرار دارد، ایجاد شود؟ (قابلیت تحرک یون‌های لیتیم، $۵\times۱۰^{-۱۴}\ \frac{m^۲}{V}$ است.)

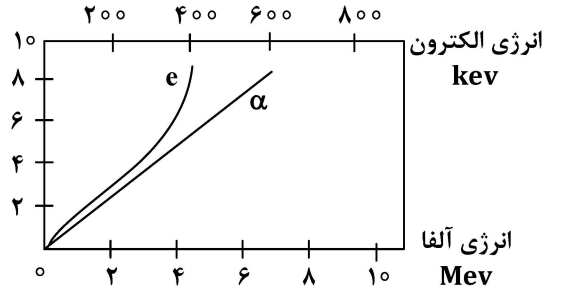
۱) ۲۰
۲) ۱۲/۵
۳) ۵
۴) ۱/۵

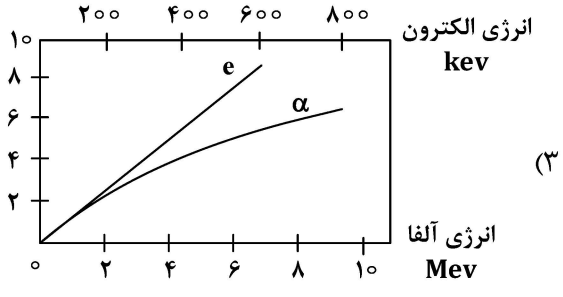
۳۲- در مدار آند PMT، اگر ثابت زمانی RC نسبت به زمان واپاشی سنتیلاتور بسیار کوچک انتخاب شود، کدام نتیجه حتمی است؟

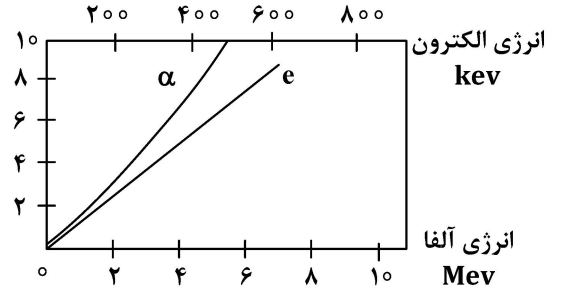
۱) حذف اثر نوسان آماری فوتوالکترون‌ها
۲) کوتاه شدن پالس به قیمت کاهش دامنه
۳) جمع‌آوری کامل بار Q
۴) بیشینه شدن دامنه پالس

۳۳- در یک آشکارساز سوسوزنی مایع، ارتفاع پالس نسبی ناشی از دو ذره آلفا و الکترون را درنظر بگیرید. کدام مورد درست است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


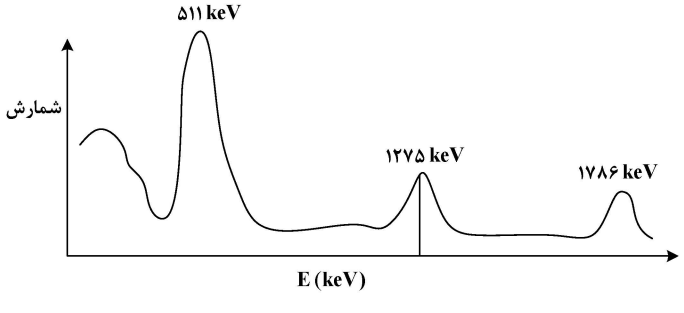
۳۴- شارش انرژی فوتون در فاصله یک متری از تارگت تنگستن، چند مگا الکترون ولت بر سانتی‌مترمربع $(\frac{Mev}{cm^2})$ است؟

(تعداد الکترون‌ها 10^8 و انرژی آنها ۱۰۰kev است. درصد بهره فوتون تابشی برای الکترون با انرژی ۱۰۰ keV در فلز تنگستن برابر با $1/032\times10^{-2}$ است. فرض کنید که محصول برمزاشترالونگ ایزوتروپیک است.)

۱) ۰/۶۰ ۲) ۰/۷۵

۳) ۰/۸۲ ۴) ۱۰۰

۳۵- با توجه به شکل زیر، طیف انرژی نشان‌داده‌شده مربوط به کدام گسیلنده‌ها است؟



۱) الکترون

۲) پوزیترون

۳) گاما و الکترون

۴) معمولی پرتوهای گاما

۳۶- در کربن ۱۲، اولین تراز برانگیختگی پراکندگی غیرکشسان ۴/۴۳ MeV است. برای اینکه در برخوردی، پراکندگی غیرکشسان رخ دهد، چند مگاالکترون‌ولت انرژی لازم است؟

۱) ۳/۱۷

۲) کمتر از ۴/۴۳

۳) ۴/۸۰

۴) ۶/۱۸

۳۷- نوترون در یک محیط مادی از چشمه خارج می‌شود. احتمال پراکندگی به فاصله‌ای بیش از یک پویش آزاد میانگین، چند برابر پراکندگی به فاصله‌ای بیش از دو پویش آزاد میانگین است؟

۱) e ۲) $\frac{۱}{e}$ ۳) $۱-\frac{۱}{e}$ ۴) $\frac{(۱-\frac{۱}{e})}{e}$

۳۸- اگر سطح مقطع پراکندگی زاویه‌ای نوترون از یک هدف لیتیومی در سیستم آزمایشگاهی برابر ۴ بارن بوده و از رابطه $\sigma_s = A(۱+\cos\theta)$ تبعیت کند (A مقدار ثابت است)، نوترون با چه احتمالی بعد از برخورد با هدف لیتیومی در زاویه کمتر از ۴۵ درجه پراکنده خواهد شد؟

۱) $۱-\frac{۴}{\pi}(\frac{\sqrt{۲}}{۲})$

۲) $\frac{۳-۲\sqrt{۲}}{۸}$

۳) $\frac{۳}{۲}-\sqrt{۲}$

۴) $\frac{۱}{۴}(\frac{\pi}{۴}-\frac{\sqrt{۲}}{۲})$

۳۹- در روش حلّ تقریب هارمونیک‌های کروی برای حلّ معادله ترابرد نوترون در یک تیغه، اگر $\varphi(\mu) \approx \varphi_۰ + ۳\mu\varphi_۱$ باشد، جریان نوترون برابر کدام مورد است؟

۱) $\frac{\varphi_۰}{۳}$

۲) $\frac{۴\pi}{۳}\varphi_۱$

۳) $\varphi_۱$

۴) $\frac{\varphi_۱}{۳}$

۴۰- در یک محیط پایدار و یکنواخت، اگر چشمه نوترونی ثابت S و ضرایب Σ_a و D وجود داشته باشد، مقدار شار پایدار در حالت تعادل، کدام است؟

۱) $\frac{S}{(\Sigma_a + ۲D)}$

۲) $\frac{S}{(\Sigma_a - D)}$

۳) $\frac{S}{(\Sigma_a + D)}$

۴) $\frac{S}{\Sigma_a}$

۴۱- در کره‌ای با شعاع R، ضریب پخش D و ضریب جذب Σ_a، اگر شرط مرزی $\varphi(R) = ۰$ باشد، پاسخ عمومی $\varphi(r)$ برابر کدام مورد است؟

۱) $A(r^۲ - R^۲)$

۲) $\frac{A\sin(kr)}{r}$

۳) $\frac{A\sinh(kr)}{r}$

۴) $\frac{A\exp(-kr)}{r}$

۴۲- برای تقریب $P_۱$ معادله ترابرد در هندسه تیغه‌ای با شرط مرزی مارشاک در $x = ۰$، کدام مورد درست است؟

۱) جریان خروجی، برابر نصف شار در مرز است.

۲) جریان خروجی، برابر یک‌سوم شار در مرز است.

۳) شار و جریان خروجی در مرز، برابر مقدار صفر است.

۴) شار و جریان خروجی در مرز، برابر مقدار غیرصفر است.

۴۳- چشمه نقطه‌ای ^{۲۵۲}Cf در هوا در فاصله ۱ سانتی‌متر از آشکارساز قرار گرفته است. اگر همین چشمه در محیطی با ضریب تضعیف $۰/۱\,cm^{-۱}$ قرار گیرد و فاصله آن از آشکارساز ۱۰ برابر شود، نسبت تضعیف هندسی و تضعیف ناشی از اندرکنش در این محیط نسبت به محیط هوا، به‌ترتیب، کدام است؟

۱) ۰/۱ و $\frac{۱}{e}$

۲) ۰/۰۱ و $\frac{۱}{e}$

۳) ۰/۰۱ و ۱

۴) $\frac{۱}{e}$ و ۰/۱

۴۴- برای پراکندگی الاستیک نوترون از هسته‌ای به عدد جرمی ۱۰، نسبت کمینه انرژی نوترون پراکنده‌شده به انرژی نوترون فرودی، کدام است؟

۱) صفر

۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۹}{۱۱}$

۴) $\frac{۸۱}{۱۲۱}$

۴۵- به ازای چه مقداری از مقدار ویژه دینامیکی در معادله ترابرد نوترون، شرایط بحرانی حاصل می‌شود؟

۱) صفر

۲) ۰/۰۰۶۵

۳) ۰/۵

۴) ۱

محاسبات عددی پیشرفته ـ فیزیک راکتور ـ تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای:

۴۶- کدام مورد، بیانگر روش تکرار مبتنی‌بر نیوتن ـ رافسون برای یافتن $\sqrt{N}$ است؟ (N، عدد حقیقی مثبت است. $n = ۰,۱,\cdots$)

۱) $x_{n+۱} = \frac{۱}{۲}(x_n - \frac{N}{x_n})$

۲) $x_{n+۱} = \frac{۱}{۲}(x_n + \frac{N}{x_n})$

۳) $x_{n+۱} = \frac{۱}{۲}(x_n + \frac{\sqrt{N}}{x_n})$

۴) $x_{n+۱} = \frac{۱}{۴}(x_n + \frac{N}{x_n})$

۴۷- اگر $A = \frac{۱}{۹}\begin{bmatrix} ۴ & ۱ & -۸ \\ ۷ & ۴ & ۴ \\ ۴ & -۸ & ۱ \end{bmatrix}$ باشد، $A^{۱۰}$ برابر کدام‌یک از موارد زیر است؟

۱) $\frac{۱}{۹^{۱۰}}\begin{bmatrix} -۱ & ۸ & -۴ \\ ۸ & -۱ & -۴ \\ -۴ & -۴ & -۷ \end{bmatrix}$

۲) $\frac{۱}{۹^{۱۰}}\begin{bmatrix} ۱ & ۰ & ۰ \\ ۰ & ۱ & ۰ \\ ۰ & ۰ & ۱ \end{bmatrix}$

۳) $\frac{۱}{۹}\begin{bmatrix} ۴ & ۱ & -۸ \\ ۷ & ۴ & ۴ \\ ۴ & -۸ & ۱ \end{bmatrix}$

۴) $\frac{۱}{۹}\begin{bmatrix} -۱ & ۸ & -۴ \\ ۸ & -۱ & -۴ \\ -۴ & -۴ & -۷ \end{bmatrix}$

۴۸- دستگاه معادلات $AX = b$ که در آن، $A = \begin{bmatrix} ۳ & ۲ \\ ۱ & ۲ \end{bmatrix}$، $X = \begin{bmatrix} x_۱ \\ x_۲ \end{bmatrix}$ و $b = \begin{bmatrix} ۱ \\ ۲ \end{bmatrix}$ است، می‌تواند با رابطه تکرار $x^{(n+۱)} = x^{(n)} + \alpha(Ax^{(n)} - y)$ با فرض $x^{(۰)} = \begin{bmatrix} ۱ \\ ۱ \end{bmatrix}$ حل شود. به‌ازای چه مقدار α، همگرایی بهینه حاصل خواهد شد؟

۱) $\alpha = -۰/۲$

۲) $\alpha = -۰/۴$

۳) $\alpha = -۰/۵$

۴) $\alpha = ۰/۵$

۴۹- برای ماتریس $A=\begin{bmatrix} ۲ & -۱ & -۱ & ۱ \\ -۱ & ۲ & ۱ & -۱ \\ -۱ & ۱ & ۲ & -۱ \\ ۱ & -۱ & -۱ & ۲ \end{bmatrix}$، نُرم طیفی (Spectral norm) برابر با کدام مورد است؟

۱) ۱

۲) ۲

۳) $\sqrt{۷}$

۴) ۵

۵۰- به‌ازای چه مقداری از α، عدد شرط ماتریس $A(\alpha)=\begin{bmatrix} ۰/۱\alpha & ۰/۱\alpha \\ ۱ & ۱/۵ \end{bmatrix}$ کمینه خواهد بود؟

۱) ۱/۵

۲) ۱۰

۳) ۱۱

۴) ۱۲/۵

۵۱- حاصل انتگرال $\int_{۰/۵}^{۱/۵} \frac{۲-۲x+\sin(x-۱)+x^۲}{۱+(x-۱)^۲}dx$ با استفاده از روش ذوزنقه‌ای با $h=۱$، برابر کدام مورد زیر است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) $\frac{۱}{۳}$

۳) ۱

۴) ۲

۵۲- خطای بیشینه تقریب چندجمله‌ای مرتبه دوم بسط تیلور بر تابع $f(x)=(۱+x)^{\frac{۱}{۲}}$ حول $x=۰$ در بازه $[۰,۱]$، چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$

۲) $\frac{۱}{۸}$

۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\sqrt{۲}$

۵۳- اگر $f(x)=e^{ax}$ باشد، کدام مورد زیر درست است؟

۱) $\Delta^n f(x)=(e^{ah}-۱)^n e^{ax}$

۲) $\Delta^n f(x)=(e^{ah}+۱)^n e^{ax}$

۳) $\Delta^n f(x)=(e^{ah}-۱)e^{anx}$

۴) $\Delta^n f(x)=(e^{ah}-۱)^n$

۵۴- حداقل تعداد مراحل تکرار برای حلّ معادله $x^3 - x^2 + 10 = 0$ با دقت 10^{-6} در بازه $[0,1]$، برابر کدام مورد است؟ $(10 g2 = 0/3)$

۱) ۵

۲) ۱۰

۳) ۱۸

۴) ۲۱

۵۵- در روش SOR برای حلّ دستگاه خطی، اگر ضریب شتاب ω خیلی بزرگ $(\omega > 2)$ انتخاب شود، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

۱) همگرایی تضمین شده و سریع‌تر صورت می‌گیرد.

۲) روش حلّ دقیق بدون تکرار را ارائه می‌دهد.

۳) احتمال ناپایداری و واگرایی وجود دارد.

۴) تأثیری روی همگرایی ندارد.

۵۶- برای مخلوطی از سدیم (s) و اورانیوم ـ ۲۳۵ (f) با غنای وزنی یک درصد، مقدار ضریب بهره‌وری سیستم (f) چه مقدار است؟

$\sigma_{as} = 0/0008\ b \qquad M_s = 23$

$\sigma_{af} = 1/65\ b \qquad M_F = 235$

۱) ۰/۷۷۱

۲) ۰/۶۷۱

۳) ۰/۵۷۱

۴) ۰/۴۷۱

۵۷- راکتوری با سوخت اورانیوم ۲۳۵ و درحالِ کار با قدرت ۱۰۰۰ مگاوات، به‌طور ناگهانی با تزریق راکتیویته منفی ۱۰ درصدی روبه‌رو می‌شود. قدرت راکتور پس از ۱۰ دقیقه، چند MW است؟

۱) ۷۷

۲) ۶۷

۳) ۰/۰۵۷

۴) ۰/۰۳۷

۵۸- در یک راکتور بحرانی با سوخت اورانیوم طبیعی، به ازای هر یک نوترونی که توسط اورانیوم ۲۳۵ جذب می‌شود، ۰/۲۵ نوترون در ناحیه رزونانس‌های اورانیوم-۲۳۸ و ۰/۶۵ نوترون در ناحیه انرژی حرارتی توسط اورانیوم-۲۳۸ جذب می‌شود. نسبت تبدیل راکتور چه مقدار است؟

۱) ۰/۹

۲) ۰/۶۵

۳) ۰/۴۰

۴) ۰/۲۵

۵۹- برای نوترون‌های با انرژی ۰/۰۲۵ الکترون‌ولت، سطح مقطع پراکندگی همسانگرد از هسته هیدروژن آزاد برابر ۲۱ بارن اندازه‌گیری شده است. سطح مقطع پراکندگی کشسان نوترون از روی مولکول H_2 چه مقدار است؟

۱) ۱۱

۲) ۲۱

۳) ۴۲

۴) ۸۴

۶۰- **یک پولک ۱ گرمی از ایزوتوپ طلای ۱۹۷ را به مدت ۱۲ ساعت تحت تابش نوترون در قلب راکتور قرار داده‌ایم و رادیو ایزوتروپ طلای ۱۹۸ با نیمه‌عمر ۶۴/۸ ساعت تولید کرده‌ایم. اگر اکتیویته طلای ۱۹۸ تولیدشده، ۰/۹ کوری باشد، بیشینه اکتیویته آن برحسب کوری چقدر می‌تواند باشد؟ چند ساعت تابش‌دهی کنیم که به ۹۰٪ بیشینه اکتیویته برسیم؟**

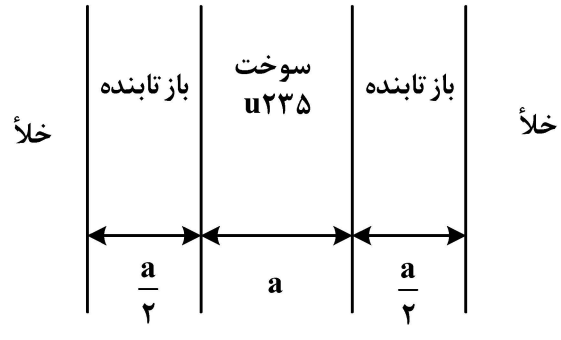
۱) ۵/۵ و ۲۱۵

۲) ۷/۵ و ۲۱۵

۳) ۷/۵ و ۱۱۵

۴) ۵/۵ و ۱۱۵

۶۱- **در شکل زیر، با فرض حلّ معادله پخش نوترونی ۲ گروهی و اندیس f برای سوخت و R برای بازتابنده، کدام مورد درخصوص شار نوترونی و الحاقی آن برقرار است؟**



۱) $\Phi^{\dagger}_{1,R} < \Phi^{\dagger}_{2,R}$

۲) $\Phi_{1,f} < \Phi_{2,f}$

۳) $\Phi^{\dagger}_{1,f} < \Phi^{\dagger}_{2,f}$

۴) $\Phi_{2,R} < \Phi_{1,R}$

۶۲- **در یک تیغه بی‌نهایت، چشمه نوترونی واحد در کل تیغه به‌صورت یکسان قرار گرفته است. اگر سطح مقطع ماکروسکوپی اندرکنش در این محیط $0/1\,cm^{-1}$ باشد، توزیع شار نوترونی به چه صورت است؟**

۱) ۱۰

۲) $0/1 \sin x$

۳) $10 \cos x$

۴) $10 \cos 0/1x$

۶۳- **در منحنی دوکوهانه مربوط به بهره در واکنش شکافت، کدام مورد درست است؟**

۱) مربوط به بهره نوترون‌های حاصل از شکافت است و با افزایش انرژی نوترون فرودی، متقارن‌تر می‌شود.

۲) مربوط به بهره پاره‌های شکافت است و با افزایش انرژی نوترون فرودی، از تقارن آن کاسته می‌شود.

۳) مربوط به بهره پاره‌های شکافت است و با افزایش انرژی نوترون فرودی، متقارن‌تر می‌شود.

۴) مربوط به بهره شکافت است و مجموع آن برای تمام حالات، برابر ۱ است.

۶۴- **کدام عامل فیزیکی به‌عنوان سریع‌ترین عکس‌العمل، قدرت راکتور را در گذرهای توانی کاهش خواهد داد؟**

۱) افزایش چگالی سیال

۲) افزایش سطح مقطع مؤثر رزونانس

۳) افزایش کسر نوترون‌های تأخیری

۴) کاهش قدرت جذب و کندکنندگی سیال

۶۵- **کدام مورد درخصوص ضریب شکافت سریع در یک راکتور طرح آب سبک تحت‌فشار درست است؟**

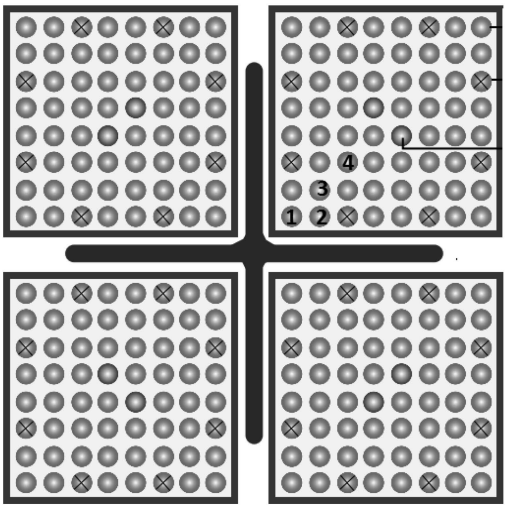
۱) مشخص‌کننده احتمال فرار از رزونانس‌های عناصر غیرشکافا می‌باشد.

۲) مقدار آن براساس درصد غنا می‌تواند بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از یک باشد.

۳) بیان‌کننده میزان شکافت سریع در غیر از سوخت است.

۴) همواره دارای مقداری بزرگ‌تر از یک است.

۶۶- **با توجه به مقطع نشان‌داده‌شده از قلب یک راکتور BWR، کدام مورد درباره غنای (e) چهار میله سوخت نشان‌داده‌شده درست است؟**



۱) $e_1 = e_2 = e_3 = e_4$

۲) $e_1 < e_2 < e_3 < e_4$

۳) $e_1 = e_4 > e_2 = e_3$

۴) $e_4 < e_3 < e_2 < e_1$

۶۷- **کدام پدیده فیزیکی، محدودکننده شار حرارتی تولیدشده از سطح میله‌های سوخت در یک راکتور طرح PWR است؟**

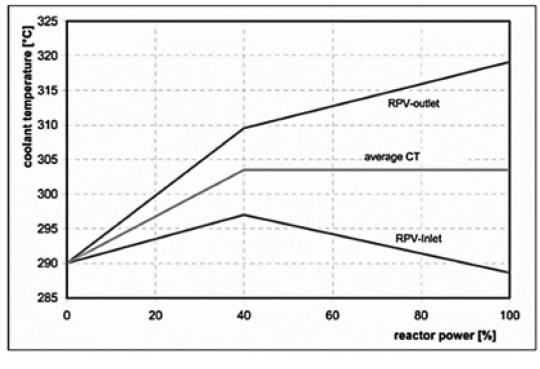
۱) جوشش موضعی سیال

۲) ذوب شدن مرکز میله سوخت

۳) افزایش رطوبت در پره‌های توربین

۴) افزایش کیفیت بخار در خروجی راکتور

۶۸- **اگر نمودار تغییرات دما، خروجی، ورودی و متوسط راکتور در یک نیروگاه طرح PWR مطابق شکل زیر باشد، کدام مورد درخصوص روش کنترلی در این نیروگاه درست است؟**



۱) از توان ۴۰٪ تا ۱۰۰٪، ارتفاع در فشارنده روند افزایشی دارد.

۲) از توان ۴۰٪ تا ۱۰۰٪، فشار مولد بخار روند افزایشی دارد.

۳) تا توان ۴۰٪، فشار در مولد بخار ثابت است.

۴) تا توان ۴۰٪، ارتفاع فشارنده ثابت است.

۶۹- **در توربین نیروگاه‌های طرح PWR، شیر کنترل‌کننده سر توربین براساس کدام فرایند ترمودینامیکی اقدام به تغییر سطح قدرت خواهد کرد؟**

۱) بی‌دررو ۲) آنتروپی ثابت ۳) دما ثابت ۴) آنتالپی ثابت

۷۰- **کدام‌یک از موارد زیر، بر روی توزیع قدرت شعاعی در قلب راکتور مؤثر نیست؟**

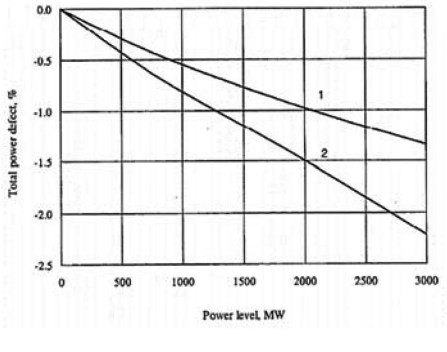
۱) چیدمان سوخت

۲) چیدمان سموم مصرفی

۳) عکس‌العمل حرارتی کندکننده

۴) چیدمان میله‌های کنترل

۷۱- **اگر نمودار زیر، تغییرات میزان راکتیویته منفی به‌ازای تغییر قدرت را نشان دهد، کدام مورد در رابطه با نمودار ۱ و ۲ درست است؟**



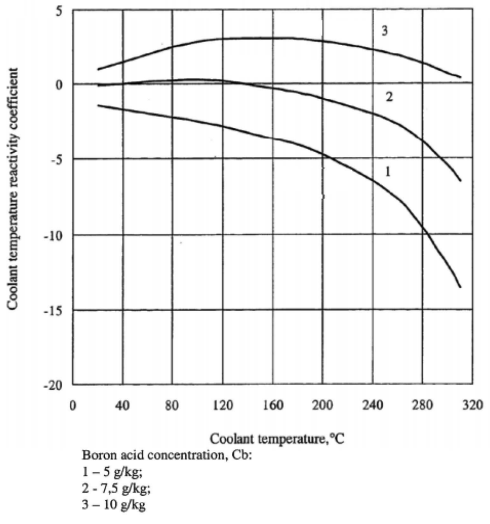
۱) در نمودار ۲ که مربوط به EOC است، اثر داپلر قوی‌تر است

۲) در نمودار ۱ که مربوط به BOC است، اثر داپلر قوی‌تر است.

۳) در نمودار ۱ که مربوط به EOC است، اثر داپلر قوی‌تر است.

۴) در نمودار ۲ که مربوط به BOC است، اثر انبساطی سیال قوی‌تر است.

۷۲- در شکل داده‌شده با توجه به تغییر ضریب فیدبک حرارتی کندکننده، مقدار غلظت بحرانی تقریبی اسید بوریک برحسب PPM، کدام است؟



۱) ۱۷۵۰
۲) ۱۳۰۰
۳) ۸۵۰
۴) ۷/۵

۷۳- قطر میله سوخت و گام شبکه در یک نیروگاه طرح BWR نسبت به PWR، به‌ترتیب، در چه شرایطی قرار دارد؟

۱) کوچک‌تر ـ کوچک‌تر
۲) بزرگ‌تر ـ کوچک‌تر
۳) کوچک‌تر ـ بزرگ‌تر
۴) بزرگ‌تر ـ بزرگ‌تر

۷۴- در کدام نوع راکتور، عکس‌العمل حرارتی سیال مثبت است؟

۱) راکتور BWR
۲) راکتور آب سنگین
۳) راکتور PWR
۴) هیچ‌کدام

۷۵- کدام مورد، جمله زیر را به درستی کامل می‌کند؟

«ضریب فشار راکتیویته $\left(\frac{d\rho}{dP}\right)$ در یک راکتور هسته‌ای آب تحت فشار، ..... .»

۱) همواره منفی است.
۲) بسته به غنای راکتور می‌تواند مثبت باشد.
۳) مثبت است و با افزایش فشار کاهش می‌یابد.
۴) مثبت است و با افزایش فشار افزایش می‌یابد.

<u>رادیوایزوتوپ‌ها و کاربرد آنها ـ آشکارسازی و دوزیمتری ـ دستگاه‌های پرتو پزشکی:</u>

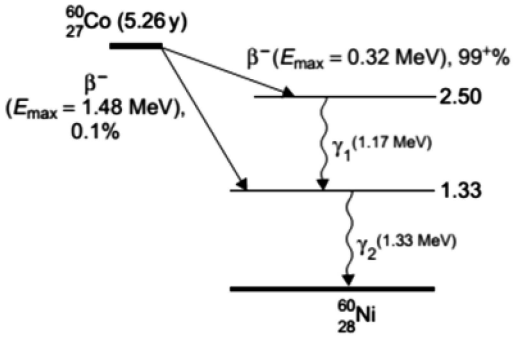
۷۶- کدام رادیوایزوتوپ در درمان با ذرات آلفا برای متاستازهای استخوانی استفاده می‌شود و در توزیع زیستی خود مشابه کلسیم عمل می‌کند؟

۱) استرانسیم ـ ۸۹
۲) اکتنیوم ـ ۲۲۵
۳) رادیوم ـ ۲۲۳
۴) ساماریوم ـ ۱۵۳

۷۷- کدام واکنش هسته‌ای به‌صورت مستقیم برای تولید رادیوایزوتوپ استاتین‌ـ۲۱۱ در سیکلوترون استفاده می‌شود؟

۱) $^{۲۰۹}\mathrm{Bi}(\alpha,2\mathrm{n})$
۲) $^{۲۰۹}\mathrm{Bi}(\mathrm{n},\gamma)$
۳) $^{۲۰۸}\mathrm{Pb}(\mathrm{p},\mathrm{n})$
۴) $^{۲۱۰}\mathrm{Po}(\alpha,\mathrm{n})$

۷۸- نمودار واپاشی کبالت-۶۰ در شکل زیر، نشان داده شده است. اگر چشمه‌ای حاوی ۲ کوری اکتیویته از این رادیونوکلوئید باشد، کل انرژی گسیل‌شده از آن در هر ثانیه، تقریباً چند میلی‌ژول است؟



۱) ۵۱
۲) ۳۱
۳) ۱۶
۴) ۴

۷۹- رادیونوکلوئیدی با اکتیویته $A_\circ$ و ثابت واپاشی λ به بیماری تزریق می‌شود. تعداد کل واپاشی‌های این رادیونوکلوئید در بازه زمانی t، برابر کدام مورد است؟

۱) $A_\circ te^{-\lambda t}$
۲) $\frac{A_\circ}{\lambda}e^{-\lambda t}$
۳) $A_\circ(1-e^{-\lambda t})$
۴) $\frac{A_\circ}{\lambda}(1-e^{-\lambda t})$

۸۰- سه رادیوایزوتوپ با مشخصات زیر، برای نشان‌دارسازی یک ترکیب دارویی به منظور تصویربرداری مولکولی درنظرگرفته شده‌اند:

رادیوایزوتوپ	نیمه‌عمر (ساعت)	جرم مولی (g/mol)
A	۲	۲۰
B	۶	۴۰
C	۲۴	۸۰

فرض کنید هر سه رادیوایزوتوپ به‌صورت کاملاً خالص، تولید شده‌اند. هدف، دستیابی به اکتیویته ویژه بالا برای جلوگیری از اشباع گیرنده‌های زیستی و افزایش حساسیت تصویربرداری است. کدام مورد، ترتیب اکتیویته ویژه تئوری رادیوایزوتوپ‌ها را به‌درستی بیان می‌کند؟

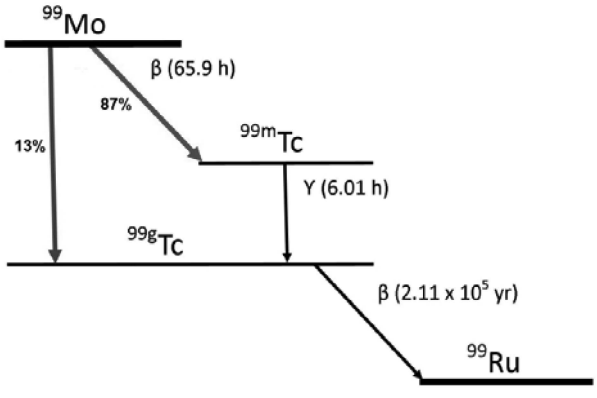
۱) $B > C > A$
۲) $A > B > C$
۳) $C > B > A$
۴) با توجه به خلوص همه رادیوایزوتوپ‌ها، هر سه اکتیویته ویژه یکسانی دارند.

۸۱- در یک سیستم واپاشی زنجیره‌ای، رادیونوکلوئید والد A با نیمه‌عمر ۱۰ ساعت به رادیونوکلوئید حاصل B واپاشی می‌کند. رادیونوکلوئید B نیز با نیمه‌عمر مشابه واپاشی می‌کند. فرض کنید در زمان صفر، فقط رادیونوکلوئید A وجود دارد. اکتیویته رادیونوکلوئید B پس از گذشت تقریباً چند ساعت، به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟ $(\ln 2 = 0/7)$

۱) ۷
۲) ۱۰
۳) ۱۴
۴) ۲۰

۸۲- در یک ژنراتور رادیونوکلوئید مولیبدن-۹۹/تکنسیوم-۹۹m، در زمان صفر فقط رادیونوکلوئید مولیبدن-۹۹ با اکتیویته اولیه ۱۰۰۰MBq وجود دارد. حداکثر اکتیویته قابل استخراج از تکنسیوم-۹۹m در حالت تعادل گذرا، تقریباً چند مگابکرل خواهد بود؟ (نمودار واپاشی مولیبدن-۹۹ در شکل زیر، نمایان است.)

$e^{-۲/۶}=۰/۰۷$, $e^{-۰/۲۵}=۰/۷۸۵$



۱) ۶۸۳
۲) ۷۸۵
۳) ۹۵۷
۴) ۱۱۰۰

۸۳- برای تولید ۶۰۰MBq از رادیونوکلوئید با ثابت واپاشی $۵\times۱۰^{-۴}\ s^{-۱}$ و نرخ تولید ۱×۱۰^{۹} اتم/ثانیه، چند دقیقه پرتودهی باید انجام شود؟ ($\ln۲=۰/۷$, $\ln۱۰=۲/۳$)

۱) ۴۵
۲) ۳۸
۳) ۳۰
۴) ۲۲

۸۴- رادیونوکلوئید والد A با نیمه‌عمر ۳۰ سال به رادیونوکلوئید حاصل B با نیمه‌عمر ۶ ساعت واپاشی می‌کند. سیستم پس از مدت طولانی به تعادل رسیده است. اگر پس از گذشت ۱۸۰ ساعت، نصف اکتیویته رادیونوکلوئید B از سیستم برداشت شود، اکتیویته آن تقریباً پس از چند ساعت به ۹۰درصد مقدار قبل از برداشت می‌رسد؟
($\ln۲=۰/۷$, $\ln۱۰=۲/۳$)

۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۱۴

۸۵- رادیونوکلوئید پتاسیم ـ ۴۰ با نیمه‌عمر $۱/۲۵\times۱۰^{۹}$ سال به آرگون ـ ۴۰ واپاشی می‌کند. در یک نمونه سنگی، نسبت تعداد اتم‌های آرگون ـ ۴۰ به پتاسیم ـ ۴۰ برابر ۳:۱ اندازه‌گیری شده است. سن تقریبی این نمونه، چند میلیارد سال است؟

۱) ۵
۲) ۲/۵
۳) ۳/۷۵
۴) ۱/۲۵

۸۶- براساس قضیه Groom، اگر تعداد فوتودیوهای موردِاستفاده برای جمع‌آوری نور سنتیلاتور دو برابر شود، نسبت سیگنال به نویز (S/N) چه تغییری می‌کند؟

۱) به بازده کوانتومی وابسته است.
۲) دو برابر می‌شود.
۳) نصف می‌شود.
۴) تقریباً ثابت می‌ماند.

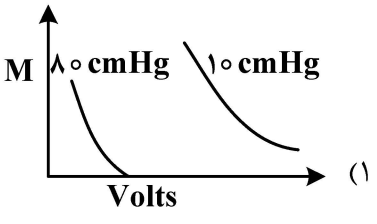
۸۷- کدام مورد، عوامل تعیین‌کننده زمان مرده در یک سیستم آنالوگ MCA را نشان می‌دهد؟

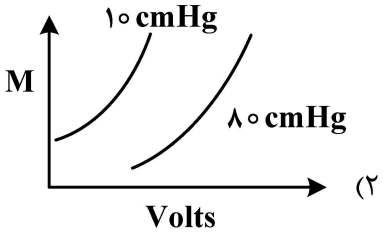
۱) زمان پردازش ADC و زمان ذخیره‌سازی داده‌ها در حافظه
۲) سرعت ADC و ثابت زمانی بخش pulse shaping
۳) بخش حذف pile up و تقویت‌کننده‌ها
۴) فرکانس کاری ADC

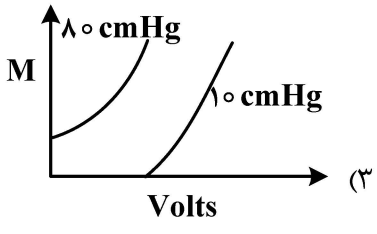
۸۸- **اگر انرژی لبه کامپتون مربوط به انرژی گامای ثبت‌شده در آشکارساز در یک آشکارساز آلی ۱/۷ مگاالکترون‌ولت باشد، کدام مورد برای انرژی گسیل‌شده از چشمه محتمل است؟**

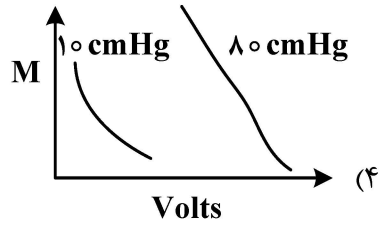
۱) ۵۱۱ کیلوالکترون‌ولت ۲) ۲/۵ مگاالکترون‌ولت ۳) ۲ مگاالکترون‌ولت ۴) ۱ مگاالکترون‌ولت

۸۹- **برای یک آشکارساز گازی از نوع BF_3 در دو فشار متفاوت ۱۰cmHg و ۸۰cmHg، کدام مورد درخصوص تغییرات ضریب تکثیر برحسب ولتاژ درست است؟**

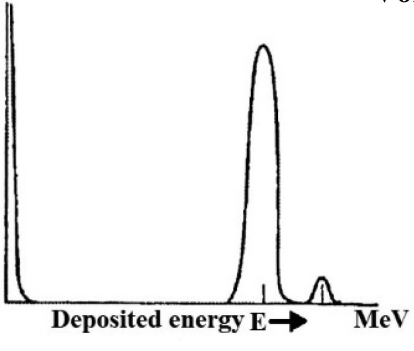
۱)


۲)


۳)


۴)


۹۰- **کدام مورد درخصوص طیف زیر، درست است؟**



۱) طیف چشمه نوترون توسط آشکارساز BF۳ بزرگ

۲) طیف چشمه کبالت Co^{60} توسط آشکارساز NaI کوچک

۳) طیف چشمه کبالت Co^{60} توسط آشکارساز BGO بزرگ

۴) طیف چشمه نوترون توسط آشکارساز NE−۲۱۳ کوچک

۹۱- **کدام آشکارساز، برای آشکارسازی نوترون‌های حرارتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد؟**

۱) آشکارسازهای حاوی He^3 ۲) آشکارساز Long Counter

۳) آشکارساز BF_3 (حاوی B^{10}) ۴) آشکارسازهای حاوی لیتیم Li^6

۹۲- **اگر شدت نور تولیدی از ذرات e، p و α با انرژی یکسان در آشکارساز سوسوزنی برحسب واحد MeVee را به‌ترتیب با Le، Lp و Lα نشان دهیم، کدام مورد درست است؟**

۱) $Lp > Le > L\alpha$ ۲) $L\alpha > Lp > Le$ ۳) $Le > L\alpha > Lp$ ۴) $Le > Lp > L\alpha$

۹۳- **در یک اندازه‌گیری پرتویی، شمارش تابش زمینه برابر با ۱۸ ± ۶۴ است. اگر نمونه رادیواکتیو در جلوی آشکارساز قرار گیرد و در مدت‌زمان مشابه با اندازه‌گیری تابش زمینه اندازه‌گیری انجام شود، شمارش آن برابر با ۲۰ ± ۴۰۰ است. شمارش خالص و انحراف‌معیار در این اندازه‌گیری چقدر است؟**

۱) ۲۷ ± ۶۳۳ ۲) ۱۷ ± ۳۶۳

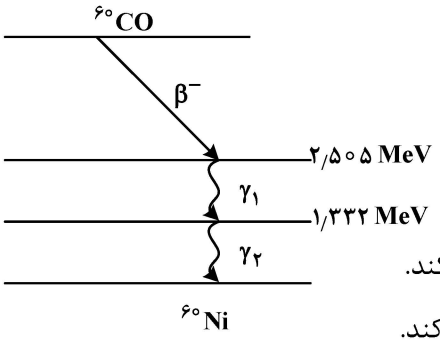
۳) ۲۷ ± ۳۳۶ ۴) ۱۷ ± ۳۳۶

۹۴- **کدام ویژگی باعث می‌شود سوسوزن YAP حتی در برهم‌کنش‌های چندمرحله‌ای گاما، تفکیک انرژی خوبی داشته باشد؟**

۱) چگالی زیاد ۲) عدد اتمی بالا

۳) طول موج نشر بلند ۴) تناسب خوب بازده نوری با انرژی

۹۵- براساس طرحواره واپاشی ^{60}CO شکل (روبه‌رو)، کدام مورد نادرست است؟



۱) چشمه ^{60}CO با اکتیویته ۱mci، تعداد $3/7\times10^4$ s گاما گسیل می‌کند.

۲) چشمه ^{60}CO با اکتیویته ۱mci، تعداد $7/4\times10^4$ s گاما گسیل می‌کند.

۳) چشمه ^{60}CO دارای انرژی برانگیختگی ۲٫۵ MeV است.

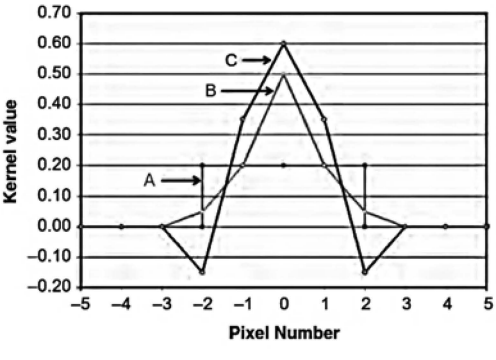
۴) چشمه ^{60}CO دارای واپاشی گاما به‌دنبال واپاشی بتا است.

۹۶- در سیستم رادیوگرافی، تعداد فوتون‌های پراکنده‌شده که در تصویر ظاهر شده‌اند، با پارامترهای SPR و F کمی‌سازی می‌شوند که پارامتر SPR نسبت فوتون‌های پراکنده به فوتون‌های اصلی (ناپراکنده) و F کسر پراکندگی است. حاصل عبارت $F\times(1+1\div SPR)$، کدام مورد است؟

۱) کوچک‌تر از ۱ ۲) ۱

۳) بزرگ‌تر از ۱ ۴) ۲

۹۷- با توجه به شکل زیر، کدام کرنل کانولوشن باعث بهبود مرزها، لبه‌ها و افزایش نویز در تصویر می‌شود؟



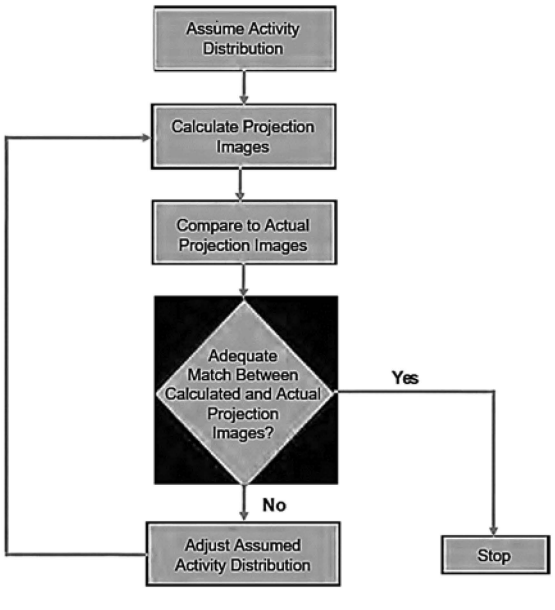
۱) C

۲) B

۳) A

۴) C و B

۹۸- در روش تصویربرداری اسپکت (SPECT)، فلوچارت زیر، کدام روش بازسازی تصویر را نشان می‌دهد؟



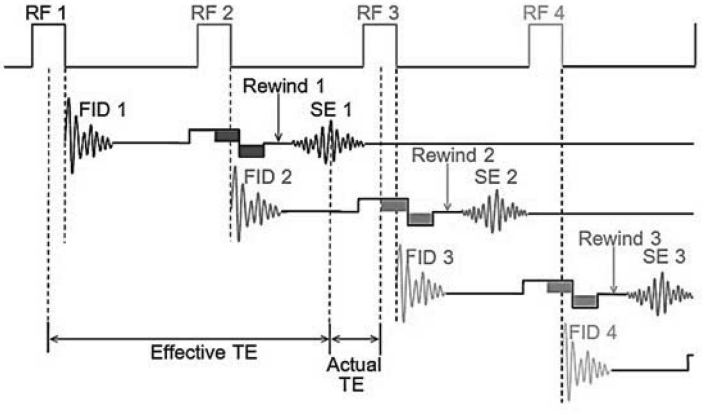
۱) Back projection Filtering

۲) Filtered Back projection

۳) Fourier-Based

۴) Iterative

۹۹- در سیستم تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته‌ای، مقدار **TE** مؤثر در رشته پالس **SSFP** زیر، کدام است؟



۱) $2\times TR + Actual\ TE$

۲) $2\times TR - Actual\ TE$

۳) $3\times TR - Actual\ TE$

۴) $TR - Actual\ TE$

۱۰۰- در سیستم فلوروسکپی، کدام رزولوشن شدیداً بهبود می‌یابد؟

۱) کنتراست ۲) مکانی ۳) زمانی ۴) مکانی و زمانی

۱۰۱- اگر شدت بیم اولتراسوند در سیستم تصویربرداری اولتراسونیک ۱۰۰ وات بر سانتی‌مترمربع باشد، مدت‌زمان پرتودهی چه مقداری باشد تا موارد ایمنی کاملاً رعایت شود؟

۱) کمتر از ۱ دقیقه ۲) کمتر از ۲۰ دقیقه

۳) کمتر از ۳۰ دقیقه ۴) مستقل از زمان پرتودهی است.

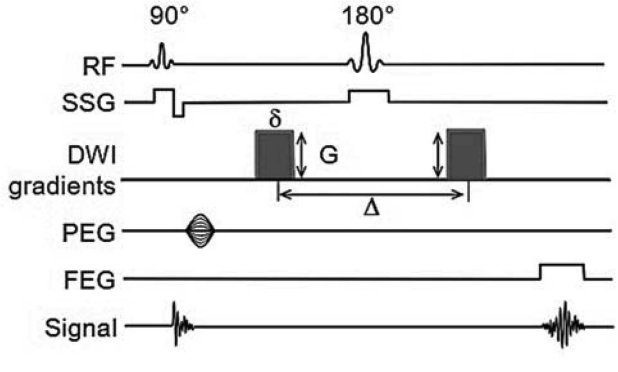
۱۰۲- سیگنال حاصله از سیستم تصویربرداری **Functional MRI**، متأثر از کدام پارامتر است؟

۱) پوزیترون ۲) T_1 ۳) T_2^* ۴) Diffusion

۱۰۳- روش‌های متفاوتی جهت پُرکردن فضای **K**، در سیستم تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته‌ای وجود دارد. در کدام روش بعد از اخذ سیگنال‌ها و قبل از ایجاد تصویر، نیاز به انجام عملیات **re-gridding** است؟

۱) Centric ۲) Keyhole ۳) Spin Echo ۴) Spiral

۱۰۴- در تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته‌ای، رشته پالس زیر، بر کدام وزن استوار شده است؟



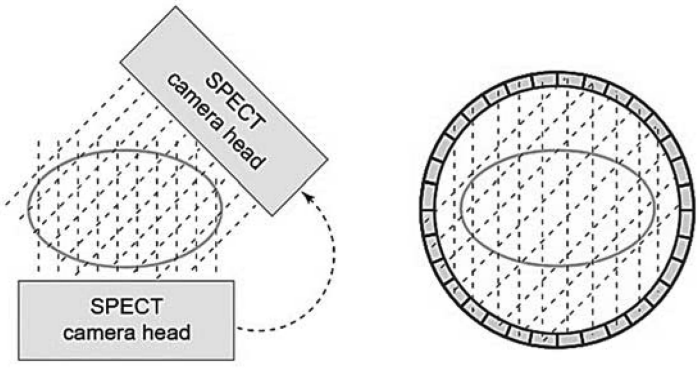
۱) T_1

۲) Diffusion

۳) Perfusion

۴) Proton density

۱۰۵- با توجه به شکل زیر، در کدام سیستم تصویربرداری پزشکی، جمع‌آوری داده‌ها برای همه پروجکشن‌ها به‌طور هم‌زمان انجام می‌شود؟



۱) PET

۲) CT

۳) MRI

۴) SPECT

گداخت:

۱۰۶- شدت موردنیاز برای محرک‌ها در بازه زمانی چند نانوثانیه، برابر کدام مورد است؟

۱) حدود $۱۰^{۱۳}\ \frac{W}{cm^۲}$

۲) از مقدار $۱\times۱۰^{۱۵}\ \frac{W}{cm^۲}$ تا $۲\times۱۰^{۱۳}\ \frac{W}{cm^۲}$

۳) $۲\times۱۰^{۱۷}\ \frac{W}{cm^۲}$

۴) محدودیتی وجود ندارد.

۱۰۷- در راکتورهای گداخت، ارتباط میان چگالی قدرت و بار دیواره از کدام رابطه به‌دست می‌آید؟ ($\langle \sigma v \rangle$ تابعی از دمای یون T_i است.)

۱) $P_d = \frac{۱}{۴} n^۲$

۲) $P_d = \frac{۱}{۲} n \langle \sigma v \rangle E_f$

۳) $P_d = \frac{۱}{۲} n^۲ \langle \sigma v \rangle E$

۴) $P_d = \frac{۱}{۴} n^۲ \langle \sigma v \rangle E_f$

۱۰۸- کدام عبارت زیر، معرف معیار «لاوسون» برای پلاسمای محصورشده به روش گداخت لختی است؟

۱) $\rho R \le ۲$

۲) $\rho R > ۲ + n\tau$

۳) $n\tau > ۴/۲\times۱۰^{۱۶}\ \frac{sec}{cm^۳}$

۴) $n\tau = ۴/۲\times۱۰^{۶}\ \frac{sec}{cm^۳}$

۱۰۹- شرط انتشار موج پلاسمای الکترون در پلاسما بدون میرا شدن، کدام است؟

۱) $K_w r_D < ۱$

۲) $K_w r_D \ge ۱$

۳) در همه شرایط، $\omega_p = \omega$ است.

۴) عدد موج K_w در انتشار موج پلاسما به‌گونه‌ای است که ω_p همیشه باید بی‌نهایت باشد.

۱۱۰- کدام مورد، شرط پایداری ستون پلاسما در ناپایداری سوسیسی است؟

۱) اضافه‌شدن ناپایداری کینک

۲) $۲B_\theta^۲ + B_z^۲ = ۰$

۳) $۲B_z^۲ > B_\theta^۲$

۴) $B_\theta^۲ = B_z^۲$

۱۱۱- کدام مورد درخصوص آلودگی‌های عادی تریتیم از گداخت لختی، صحیح است؟

۱) صفر هستند.

۲) قابل مقایسه با سایر نیروگاه‌ها نیستند.

۳) قابل مقایسه با نیروگاه‌های کندو (CANDU) نیستند.

۴) تقریباً مشابه به گداخت مغناطیسی و نیروگاه‌های کندو (CANDU) هستند.

۱۱۲- فرمول کلی انرژی E_{DT} که در سوخت به‌صورت انرژی گرمایی ذخیره می‌شود، کدام است؟

۱) $E_{DT}=\eta_H E_{inp}=۲\left(\frac{۴}{۳}\pi R^{۳}\frac{۳}{۲}n\,kT\right)$

۲) $E_{DT}=\frac{E_{inp}}{\eta_H}$

۳) $E_{DT}=\frac{nkT}{۳}$

۴) $E_{DT}=\frac{R}{\left(\frac{kT}{mi}\right)^{\frac{۱}{۲}}}$

۱۱۳- گرمایش پلاسما جهت اشتعال، تا چه دمایی مناسب است؟

۱) $T=۴۵\,keV$

۲) $T=۱۵\,keV$

۳) $T=۵\,keV$

۴) $T=۰$

۱۱۴- می‌دانیم که در تعادل توکامک، دو مفهوم پایه نقش دارند. کدام مورد زیر صحیح است؟

۱) میدان مغناطیسی به دلیل شکل و مشخصات ویژه خود نمی‌تواند مفهوم پایه باشد و در تعادل نقشی ندارد.

۲) توازن داخلی نیروهای حاصل از میدان مغناطیسی و پلاسما و بالاخره مکان و شکل پلاسما نقش‌آفرین هستند.

۳) مفاهیم پایه هرچه باشند، در تعادل توسط پیچه‌های خارجی کنترل می‌شوند.

۴) اصولاً کنترل و توازن در تناقض با یکدیگر بوده و در توکامک معنی ندارد.

۱۱۵- کدام مورد درخصوص علایم ویژه نوسانات پلاسما، صحیح هستند؟

۱) فقط تحت تأثیر میدان مغناطیسی هستند.

۲) فرکانس نوسان نمی‌تواند مستقل از اثرات گداخت لختی باشد.

۳) معادلات حاکم بر نوسانات پلاسما از معادله پیوستگی تبعیت نمی‌کند.

۴) نوسانات پلاسما نوسانات طولی هستند و الکترون‌ها در جهت بردار موج جابه‌جا می‌شوند.

۱۱۶- چرا حرکت ذره در راستای میدان مغناطیسی محصور نمی‌شود؟

۱) ذره باردار با سرعت ثابت در راستای موازی حرکت می‌کند و هیچ نیرویی در جهت موازی با راستای میدان، بر ذره وارد نمی‌شود.

۲) ذره باردار با سرعت متغیر در راستای موازی حرکت کرده و تحت تأثیر نیروی موازی است.

۳) حرکت ذره در راستای میدان مغناطیسی بوده و از ابتدا محصور شده است.

۴) ذره باردار فقط تحت تأثیر نیروی عمودی است.

۱۱۷- برای بیشتر نمایان شدن اهمیت الکترون‌های گریزان، باید کدام‌یک از موارد زیر، نسبت به فراوانی الکترون محاسبه شود؟

۱) چگالی جریان موازی و فرکانس برخورد

۲) چگالی انرژی، چگالی ذرات و کسر سوخت

۳) چگالی انرژی، کسر سوخت و ناپایداری کینک

۴) چگالی جریان موازی، کسر چگالی ذرات و چگالی انرژی

۱۱۸- جذب تشدیدی برای نور لیزر Nd، در چه حالتی اتفاق می‌افتد؟

۱) در شدتی کمتر از $۱۰^{۱۱}\frac{W}{m^{۲}}$

۲) در شدتی بیش از $۱۰^{۱۸}\frac{W}{m^{۲}}$

۳) در حالت ساکن

۴) در تاریکی محض

۱۱۹- کدام مورد درست است؟

۱) محرک، صرفاً از قانون ماکسول تبعیت می‌کند.

۲) وظایف محرک‌ها به‌صورت ماتریسی است و عملکرد آن‌ها تابعی از انرژی نیست.

۳) ازجمله وظایف محرک تبدیل انرژی الکتریکی به مجموعه‌ای از باریکه‌های انتقال‌دهنده انرژی است.

۴) اصولاً در آزمایشگاه‌ها، محرک به‌صورت دستی ساخته می‌شود و انتقال آن به راکتور، تابع زمان نیست.

۱۲۰- ضریب پخش مرزی، از کدام رابطه به‌دست می‌آید؟

۱) $D_{ba} = \frac{q_s^2 \rho_{ri}^2}{\varepsilon_a^{\frac{1}{2}} \tau_b}$

۲) $D_{ba} = \frac{q_s^2 \rho_{ri}^2}{\varepsilon_a^2 \tau_b}$

۳) $D_{ba} = \varepsilon_a q_s \tau_b$

۴) $D_{ba} = \varepsilon_a^2 \tau_b \rho_{ri}^2$

۱۲۱- اگر پرتوی الکترونی با ولتاژی در حدود چند مگاولت شتاب داده شود، از آنجا که سرعت الکترون برابر با سرعت نور باقی می‌ماند و جرم آن هم براساس $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ افزایش پیدا کند، کدام مورد درست است؟

۱) این پرتو الکترونی را پرتو الکترونی نسبیتی می‌گویند.

۲) جرم در ماشین گداخت نمی‌تواند و نباید نسبیتی باشد.

۳) پرتو الکترونی باید حداکثر در حدود هزار مگاولت شتاب داده شود.

۴) پرتو الکترونی نباید شتاب داده شود، در غیراین‌صورت الکترون نسبیتی نخواهد بود.

۱۲۲- توکامک موفق‌ترین طرح برای محصورسازی مغناطیسی است. کدام مورد، معرفی بسیار ساده‌ای از توکامک است؟

۱) تا به امروز، هنوز هیچ توکامکی نتوانسته است انرژی تولید کند.

۲) برای پمپ کردن هوا به خارج از محفظه و از بین بردن ناخالصی‌ها ساخته شده است.

۳) دستگاهی است که آهنرباهای فراوانی را به‌صورت افقی و عمودی در خود جای داده و عمل می‌کند.

۴) دستگاهی است که از میدان قطبی حاصل از جریان پلاسما برای افزودن به یک میدان چنبره‌ای و پیچ دادن آن استفاده می‌کند.

۱۲۳- با توجه به معادله حرکت الکترون، الکترون‌ها با فرکانس ω_p که فرکانس پلاسما نامیده می‌شود، نوسان می‌کنند. کدام مورد درخصوص فرکانس پلاسما درست است؟

۱) برابر با $\omega_p = \left(\frac{e^2 n_e}{e\, m_e}\right)^{\frac{1}{2}}$ است.

۲) اصولاً از معادله حرکت الکترون تبعیت نمی‌کند.

۳) باعث چشم‌پوشی از حرکت یون می‌شود و نهایتاً $\omega_p = \frac{n_e^2 e^2}{\varepsilon\, m_e}$.

۴) فرکانس پلاسما عبارت است از نصف به‌علاوه یک معادله حرکت الکترون.

۱۲۴- کدام مورد، از مهم‌ترین دلایل تأکید بر ساخت توکامک‌ها به‌ویژه از ابتدای سال ۲۰۰۰ است؟

۱) قیمت برق تولیدی آن ارزان است.

۲) عملاً ناپایداری‌ها در توکامک (در حد صفر)، بسیار کم شده است.

۳) چون هیچ ضرر یا خطری از نظر محیط زیست یا وقوع انفجار و آسیب زدن ندارد.

۴) پلاسما که از میدان مغناطیسی می‌گریزد، سرد نمی‌شود و با محیط زیست سازگار است.

۱۲۵- کدام مورد درخصوص گسیختگی (Disruption)، صحیح است؟

۱) معمولاً، پلاسما را از بین نمی‌برند ولی نزدیک صفر هستند.

۲) معمولاً، تاکنون شناسایی نشده‌اند و به لبه پلاسما ارتباط پیدا نمی‌کند.

۳) معمولاً، با ولتاژ سروکار دارند و زمانی رخ می‌دهند که ولتاژ کمتر از یک باشد.

۴) معمولاً، حدهای جریان و چگالی را تعیین می‌کنند و زمانی رخ می‌دهند که میدان مغناطیسی در لبه پلاسما به شدت پیچ خورده باشد.