



341E

کد کنترل

341

E

دفترچه شماره (1)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۹

رشته مهندسی هسته‌ای - گداخت - کد (۲۳۶۹)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: حفاظت در برابر اشعه - ریاضیات مهندسی - گداخت	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 یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

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

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

امضا:

- ۱- اگر منحنی تغییرات کرما و دز جذب شده را بر حسب فاصله در یک ماده رسم کنیم، در تعادل الکترونی کرما و دز (در یک فاصله مشخص) با هم برابر می‌شوند، ولی پس از آن کدام مورد اتفاق می‌افتد؟
- ۱) دز جذب شده بالاتر از کرما است چون پرتوهای ترمزی نیز از لایه‌های قبل به آن افزوده می‌شوند.
 - ۲) دز جذب شده و کرما بر اساس تعادل الکترونی بر روی هم افتاده و یکدیگر را دنبال می‌کنند.
 - ۳) دز جذب شده پایین‌تر از کرما است چون مقداری از انرژی صرف تحریک الکترون‌ها می‌گردد.
 - ۴) دز جذب شده بالاتر از کرما است چون انرژی تحریک شده هسته نیز به آن افزوده می‌شود.
- ۲- یک چشمه پرتویی دارای پرتوهای گاما، β و نوترون به‌طور مختلط است و به ترتیب در فاصله یک متری از آن آهنگ دزهای $0.18 \text{ R} \cdot \text{min}^{-1}$ ، $0.2 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ و $5 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ است. آهنگ معادل دز در فاصله ۵ متری از این چشمه بر حسب میلی سیورت در ساعت کدام است؟

$$(1) \frac{3.28 \text{ mSv}}{\text{hr}}$$

$$(2) \frac{3.88 \text{ mSv}}{\text{hr}}$$

$$(3) \frac{6.288 \text{ mSv}}{\text{hr}}$$

$$(4) \frac{6.48 \text{ mSv}}{\text{hr}}$$

- ۳- منحنی کسر زنده مانده سلولی (Survival Fraction) در رادیوبیولوژی به عوامل متعددی بستگی دارد و شانه منحنی (Shoulder) در کدام شرایط پهن‌تر می‌گردد؟
- ۱) به نوع سلول، دز تابشی و آهنگ آن، LET پرتو و ضریب تقویت اکسیژنی بستگی دارد و هر چه LET پرتو بزرگ‌تر باشد شانه منحنی کوچک‌تر می‌شود.
 - ۲) به نوع سلول، دز تابشی و آهنگ آن، LET پرتو و ضریب تقویت اکسیژنی بستگی دارد و هر چه پرتو گاما پرانرژی‌تر باشد شانه منحنی کوچک‌تر می‌شود.
 - ۳) به نوع سلول، دز تابشی و آهنگ آن، LET پرتو و ضریب تقویت اکسیژنی بستگی دارد و هر چه LET پرتو بزرگ‌تر باشد شانه منحنی پهن‌تر می‌شود.
 - ۴) به نوع سلول، دز تابشی و آهنگ آن، LET پرتو و ضریب تقویت اکسیژنی بستگی دارد و هر چه دز بالاتر باشد شانه وضعیت مناسب‌تری پیدا می‌کند.

۴- در یک میدان مختلط پرتوهای گاما، β و نوترون، مثلاً اطراف یک چشمه نوترونی یا یک راکتور، بهترین گزینه دزیمتری فردی کدام مورد است؟

- (۱) دزیمتر پلی‌کربنات برای نوترون و X، و فیلم بیج و یا TLD برای پرتوهای β و گاما
- (۲) دزیمتر TLD آلبدو با استفاده از CaF_2 برای نوترون و دزیمتری 6Li و 3Li برای β و گاما
- (۳) دزیمترهای آلبدو نوترون براساس پلیمر و ^{10}B ردپای هسته‌ای برای نوترون و فیلم بیج یا TLD برای گاما، β
- (۴) دزیمترهای آلبدو نوترون پلی‌کربنات و ^{10}B با آرایه کادمیومی برای نوترون و فیلم بیج یا TLD برای دزیمتری پرتوهای X، گاما و بتا

۵- حد سالیانه ورود مواد پرتوزا به بدن (Annual Limit of Intake) براساس استانداردهای بین‌المللی کدام است؟

- (۱) مقدار پرتوزایی یک ماده پرتوزا که منجر به حد دز سالیانه یک پرتوکار از طریق تنفس یا بلع گردد، که طبق رابطه $\sum_T W_T H_{50,T} \leq 50 \text{ mSv}$ جایی که $H_{50,T}$ عبارتست از دز ارتکابی (Committed Dose) ۵۰ سال ناشی از ورود مواد پرتوزا از تمام چشمه‌های داخل و خارج از بدن در طول سال مربوطه
- (۲) مقدار پرتوزایی یک ماده پرتوزا که منجر به حد دز سالیانه یک پرتوکار از طریق تنفس یا بلع گردد، که طبق رابطه $\sum_T W_T H_{50,T} \leq 50 \text{ mSv}$ جایی که $H_{50,T}$ عبارتست از دز ارتکابی (Committed Dose) ۵۰ سال ناشی از ورود مواد پرتوزا از تمام چشمه‌های دریافتی محیط کار و زیست در طول ۵ سال کاری
- (۳) مقدار پرتوزایی یک ماده پرتوزا که منجر به حد دز سالیانه یک پرتوکار از طریق تنفس یا بلع گردد، که طبق رابطه $\sum_T W_T H_{50,T} \leq 20 \text{ mSv}$ جایی که $H_{50,T}$ عبارتست از دز ارتکابی (Committed Dose) ۵۰ سال ناشی از ورود ماده پرتوزا از تمام چشمه‌های داخل و خارج از بدن در طول سال مربوطه
- (۴) مقدار پرتوزایی یک ماده پرتوزا که منجر به حد دز سالیانه یک پرتوکار از طریق تنفس یا بلع گردد، که طبق رابطه $\sum_T W_T H_{50,T} \leq 20 \text{ mSv}$ جایی که $H_{50,T}$ عبارتست از دز ارتکابی (Committed Dose) ۵۰ سال ناشی از ورود ماده پرتوزا در بدن به طول سال مربوطه

۶- آهنگ دز یک میدان پرتویی γ با گستره انرژی از ۳۰ keV تا ۱۰ MeV به طور تقریبی 10 mGy.h^{-1} تخمین زده می‌شود. برای اندازه‌گیری دقیق آهنگ دز، کدام دزیمتر مناسب است؟

- (۱) آشکار ساز NaI(Tl)
- (۲) آشکار ساز TLD با فسفر SO_4Ca
- (۳) اتاقک یون‌ساز با هوای آزاد با حجم حدود ۵/۰ لیتر
- (۴) آشکار ساز معادل بافت طراحی شده بر اصل براگ گری با حجم ۶۰۰/۰ هوای داخل آن

۷- اگر پرتوزایی کربن-۱۴ یک قطعه چوب یک مکان تاریخی $100 \frac{\text{mBq}}{\text{gr}}$ باشد و پرتوزایی کربن-۱۴ در یک قطعه

چوب تازه $150 \frac{\text{mBq}}{\text{gr}}$ باشد، عمر تقریبی قطعه چوب تاریخی چند سال است؟

(نیمه عمر کربن - ۱۴ برابر ۵۷۳۰ سال است.)

- (۱) ۱۲۱۰۰ (۲) ۴۷۹۰ (۳) ۳۸۲۰ (۴) ۳۳۵۰

- ۸- حساب کنید آهنگ دز جذبی یک اتاقک یونساز معادل بافت از نوع خازنی و هوا به عنوان گاز با دیواره با تعادل الکترونی که در یک فانوم قرار گرفته و به پرتوهای گامای ^{60}Co برای مدت ۱۰ دقیقه پرتوگیری نموده است. حجم هوای داخل اتاقک 1cm^3 ، ظرفیت خازن اتاقک برابر $5\mu\text{F}$ و پرتوگیری منجر به افت ولتاژ ۷۲۷ می‌گردد. در این خصوص کدام گزینه صحیح است؟

$$P_{\text{tissue}} = \frac{S_{\text{tissue}}}{S_{\text{air}}} = 1/1$$

$$11,2\text{mGy}/\text{min} \quad (2)$$

$$17,4\text{mGy}/\text{min} \quad (1)$$

$$22,0\text{mGy}/\text{min} \quad (4)$$

$$14,0\text{mGy}/\text{min} \quad (3)$$

- ۹- تیغهای به ضخامت 10cm در مقابل فوتون‌های با انرژی 1MeV قرار گرفته است. اگر ضریب تضعیف خطی فوتون‌ها در تیغه برابر $0,5\text{cm}^{-1}$ باشد، متوسط فاصله بین دو برخورد متوالی فوتون در تیغه و احتمال اندرکنش فوتون در تیغه به ترتیب کدام است؟

$$\frac{1}{e^5}, 5\text{cm} \quad (2)$$

$$\frac{1}{e^5}, 2\text{cm} \quad (1)$$

$$\frac{e^5 - 1}{e^5}, 5\text{cm} \quad (4)$$

$$\frac{e^5 - 1}{e^5}, 2\text{cm} \quad (3)$$

- ۱۰- در صورتی که مقدار کبالت 60 موجود در بدن فردی که سانحه دیده است پس از 50 روز نصف شود، نیمه عمر بیولوژیکی کبالت 60 چند روز است؟ (نیمه عمر فیزیکی کبالت 60 را 5 سال لحاظ نمایید).

$$515\text{d} \quad (4)$$

$$315\text{d} \quad (3)$$

$$51,4\text{d} \quad (2)$$

$$150\text{d} \quad (1)$$

- ۱۱- حساس‌ترین مرحله برای ایجاد یک اثر بیولوژیکی در یک سلول در مرحله **embryo** و **Fetus** داخل رحم کدام مرحله است؟

$$(2) \text{ مراحل دیرتر ارگانوجنسیز}$$

$$(1) \text{ مراحل اولیه ارگانو جنسیز}$$

$$(4) \text{ قبل از چسبیدن به رحم مادر}$$

$$(3) \text{ دوران جنین رشد یافته}$$

- ۱۲- کدام یک از موارد زیر هنگام برخورد گاما با انرژی $0,7\text{MeV}$ به ماده‌ای با عدد اتمی 63 محتمل‌تر است؟

$$(2) \text{ تولید زوج یون و کامپتون}$$

$$(1) \text{ فتوالکتریک و تولید زوج یون}$$

$$(4) \text{ رایلی و تولید زوج یون}$$

$$(3) \text{ فتوالکتریک و کامپتون}$$

- ۱۳- اگر $1\mu\text{g}$ از رادیوم ^{226}Ra ذره $3,7 \times 10^4$ ذره آلفا در ثانیه از خودش ساطع کند و هر ذره آلفا به معنای انجام یک واپاشی از رادیوم 226 باشد، ثابت واپاشی رادیوم 226 - کدام است؟

$$4,02 \times 10^{-6} \text{y}^{-1} \quad (2)$$

$$1,27 \times 10^{-11} \text{s}^{-1} \quad (1)$$

$$8,27 \times 10^{-6} \text{s}^{-1} \quad (4)$$

$$6,02 \times 10^{-11} \text{s}^{-1} \quad (3)$$

۱۴- انتقال خطی انرژی LET (L_{Δ}) در کدام مورد به درستی آمده است؟

(۱) نسبت $\frac{dE_{\Delta}}{d\ell}$ به طوری که dE_{Δ} برابر است با میانگین انرژی از دست داده ذره باردار در برخورد های الکترونی در عبور از فاصله $d\ell$ منهای میانگین مجموع انرژی جنبشی متجاوز از حد انرژی Δ الکترون های آزاد شده توسط ذره باردار و واحد آن ژول بر متر است.

(۲) نسبت $\frac{dE_{\Delta}}{d\ell}$ به طوری که dE_{Δ} برابر است با میانگین انرژی از دست داده شده با محدودیت Δ تمام الکترون های آزاد شده توسط ذره باردار منهای میانگین انرژی از دست داده شده ذره باردار در برخوردهای الکترون در عبور از مسافت $d\ell$

(۳) نسبت $\frac{dE_{\Delta}}{d\ell}$ به طوری که dE_{Δ} برابر است با مجموع انرژی جنبشی متجاوز از حد Δ تمام الکترون های آزاد شده توسط ذره باردار در عبور از مسافت $d\ell$ و واحد آن ژول بر متر است.

(۴) نسبت $\frac{dE_{\Delta}}{d\ell}$ به طوری که dE_{Δ} برابر است با مجموع انرژی جنبشی متجاوز از حد Δ تمام الکترون های آزاد شده توسط ذره باردار در عبور از فاصله $d\ell$ به علاوه مجموع انرژی جنبشی الکترون های آزاد شده در محدوده Δ

۱۵- ضریب تأثیر بیولوژیکی پرتوها (RBE) برابر کدام مورد است؟

(۱) نسبت دز پرتوهای مورد نظر (D_R) به دز پرتوهای مرجع (D_R) برای ایجاد یک اثر بیولوژیکی مشخص در یک موجود زنده

(۲) نسبت دز پرتوهای مرجع (D_R) به دز پرتوهای مورد نظر (D_R) برای ایجاد یک اثر بیولوژیکی مشخص در یک موجود زنده

(۳) نسبت دز معادل پرتو مرجع (H_R) به دز معادل پرتوهای مورد نظر (H_R) برای ایجاد یک اثر بیولوژیکی مشخص در یک موجود زنده

(۴) نسبت دز معادل پرتوهای مورد نظر (H_R) به دز معادل پرتو مرجع (H_R) برای ایجاد یک اثر بیولوژیکی مشخص در یک موجود زنده

۱۶- فرض کنید $u = u(x, t)$ جواب مسئله مقدار مرزی زیر باشد:

$$\begin{cases} u_{tt} = 4u_{xx}, x > 0, t > 0 \\ u(x, 0) = \cos x, x \geq 0 \\ u_t(x, 0) = 1, x \geq 0 \\ u(0, t) = 0, t \geq 0 \end{cases}$$

در این صورت، مقدار $u(2, 1)$ ، کدام است؟

(۲) $1 + \frac{1}{2} \cos 4$

(۱) $1 - \frac{1}{2} \cos 4$

(۴) $1 - \cos^2 2$

(۳) $1 + \cos^2 2$

۱۷- مسئله ارتعاش موج داده شده زیر را در نظر بگیرید. شتاب ارتعاش در $x = \frac{3}{4}$ کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} + 6 = u_{xx}, & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(0, t) = u_t(x, 0) = 0 \\ u(x, 0) = 3x(x+1), u(1, t) = 6 \end{cases}$$

(۱) ۰ (۲) -۶ (۳) ۶ (۴) $\frac{63}{16}$

۱۸- اگر $F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-iwt} dt$ تبدیل فوریه سیگنال $f(t) = \frac{1}{4}e^{-|t|}$ باشد، آنگاه حاصل $\int_{-\infty}^{+\infty} |F(w)|^2 dw$ کدام است؟ ($i^2 = -1$)

(۱) $\frac{1}{\pi}$ (۲) $\frac{2}{\pi}$ (۳) $\frac{\pi}{2}$ (۴) π

۱۹- مسئله انتقال حرارت یک بعدی $u_t = a^2 u_{xx}$ ($x > 0, t > 0$) با شرط اولیه $u(x, 0) = \Lambda$ و شرط کرانه‌ای $u(0, t) = B(1 - H(t - t_0))$ که در آن H تابع پله واحد (هوی‌ساید) و $t_0 > 0$ است، را در نظر بگیرید. اگر $U(x, s)$ تبدیل لاپلاس $u(x, t)$ باشد، آنگاه $U(x, s)$ کدام است؟

(۱) $\frac{(B - A - Be^{-t_0 s})}{s} e^{-\frac{\sqrt{sx}}{|a|}} - \frac{A}{s}$ (۲) $\frac{(B - A + Be^{-t_0 s})}{s} e^{-\frac{\sqrt{sx}}{|a|}} - \frac{A}{s}$
 (۳) $\frac{(B - \Lambda - Be^{-t_0 s})}{s} e^{-\frac{\sqrt{sx}}{|a|}} + \frac{\Lambda}{s}$ (۴) $\frac{(B - \Lambda + Be^{-t_0 s})}{s} e^{-\frac{\sqrt{sx}}{|a|}} + \frac{\Lambda}{s}$

۲۰- نقاط غیر تحلیلی شاخه اصلی تابع $f(z) = \log(1 - iz^2)$ کدامند؟

(۱) $\left\{ z = x + iy \mid y = x, |x| \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\}$ (۲) $\left\{ z = x + iy \mid y = x, |x| \geq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\}$
 (۳) $\left\{ z = x + iy \mid y = -x, |x| \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\}$ (۴) $\left\{ z = x + iy \mid y = -x, |x| \geq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\}$

۲۱- فرض کنید $a \in (-1, 1)$ یک عدد حقیقی و $z = ae^{i\theta}$ باشد. با استفاده از سری توانی $\sum_{n=0}^{\infty} z^n$ حاصل سری

کدام است؟ $\sum_{n=1}^{\infty} a^n \cos \frac{n\pi}{3}$

(۱) $\frac{a - 2a^2}{(1-a)^2}$ (۲) $\frac{2a^2 - a}{(1-a)^2}$ (۳) $\frac{2a^2 - a}{2(1-a+a^2)}$ (۴) $\frac{a - 2a^2}{2(1-a+a^2)}$

۲۲- مسئله پواسون زیر را در نظر بگیرید:

$$\nabla^2 u = \begin{cases} 2 & |x| < 1 \\ 0 & |x| > 1 \end{cases}, \quad 0 < y < \pi$$

$$u(x, 0) = u(x, \pi) = 0$$

اگر $U_w(y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u(x, y) e^{-iwx} dx = c_1 e^{-wy} + c_2 e^{wy} + B_w$ تبدیل فوری $u(x, y)$ باشد، مقدار c_1 کدام است؟

(۲) $\frac{(e^{\pi w} - 1) \sin w}{\pi w^2 \sinh(\pi w)}$

(۱) $\frac{(e^{-\pi w} - 1) \sin w}{\pi w^2 \sinh(\pi w)}$

(۴) $\frac{(1 - e^{\pi w}) \sin w}{\pi w^2 \sinh(w)}$

(۳) $\frac{(1 - e^{-\pi w}) \sin(\pi w)}{\pi w^2 \sinh(w)}$

۲۳- فرض کنید $f(x) = (\cos x + 2 \sin x - 2)^2$ در $-\pi < x < \pi$ تعریف شده و متناوب با دوره تناوب 2π باشد. اگر

مقدار $\sum_{n=1}^{\infty} (a_n^2 + b_n^2)$ سری فوری تابع f باشد، مقدار $\frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$ کدام است؟

(۴) $\frac{39}{2}$

(۳) $\frac{77}{2}$

(۲) $\frac{153}{4}$

(۱) $\frac{153}{8}$

۲۴- فرض کنید $f(z) = (1 + z^2 + z^3) e^{\frac{1}{z}}$ باشد. حاصل انتگرال $\oint_{|z|=2} \frac{f(z) dz}{z^2}$ کدام است؟

(۴) $\frac{25\pi i}{24}$

(۳) $\frac{25\pi i}{12}$

(۲) $\frac{14\pi i}{3}$

(۱) $\frac{7\pi i}{3}$

۲۵- فرض کنید تعداد ذرات α انتشار یافته در مدت یک ثانیه توسط ۱ گرم ماده رادیواکتیو از روند پواسون با نرخ ۲ تبعیت کند. احتمال اینکه در مدت ۱ ثانیه، بیشتر از ۲ ذره α منتشر نگردد، کدام است؟

(۴) Δe^{-2}

(۳) $2e^{-2}$

(۲) $2e^{-2}$

(۱) e^{-2}

۲۶- برای واکنش گداخت $D-T$ ، S_f چگالی توان گداخت، $\langle \sigma v \rangle$ پارامتر آهنگ واکنش، E_f انرژی ناشی از

گداخت، n_c چگالی الکترون و n_T چگالی تریتم است. اگر $n_T = \frac{2}{5} n_e$ باشد، مقدار $\frac{S_f}{n_e \langle \sigma v \rangle E_f}$ کدام است؟

(۴) $\frac{25}{9}$

(۳) $\frac{5}{9}$

(۲) $\frac{4}{25}$

(۱) $\frac{6}{25}$

۲۷- در طراحی قرص های سوخت گداخت لختی، نقش ماده TaCHO در کدام مورد اشاره شده است؟

(۲) عامل اشتعال خودبه خودی

(۱) سوخت ترکیبی با D-T

(۴) متورم شونده

(۳) هل دهنده

۲۸- چنانچه میدان مغناطیسی \vec{B} عمود بر صفحه به سمت بیرون (در راستای محور Z در دستگاه دکارتی) و میدان الکتریکی \vec{E} در جهت مثبت محور y اعمال شود، کدام عبارت درخصوص حرکت سوقی الکترون‌ها و یون‌ها صحیح است؟

- (۱) الکترون‌ها و یون‌ها هر دو در جهت مثبت محور x حرکت می‌کنند.
- (۲) یون‌ها به سمت مثبت محور x و الکترون‌ها در خلاف جهت یون‌ها سوق می‌یابند.
- (۳) یون‌ها در جهت میدان الکتریکی E و الکترون‌ها عمود بر آن در جهت محور x حرکت می‌کنند.
- (۴) الکترون‌ها و یون‌ها در اثر محصورسازی میدان مغناطیسی B حول این میدان و در مبداء مختصات حرکت دایره‌ای خواهند داشت.

۲۹- در یک دستگاه توکامک با شعاع اصلی m و شعاع فرعی 20 cm اگر فاکتور ایمنی دستگاه برابر با $q = 2$ باشد، حداکثر مقدار بتای پلاسمای توکامک کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{2}$
- (۲) $\frac{1}{4}$
- (۳) $\frac{1}{10}$
- (۴) $\frac{1}{20}$

۳۰- در یک توکامک فرضی با عملکرد پایا و سوخت $D-T$ ، اگر S_B و S_K به ترتیب چگالی‌های توان ناشی از تابش ترمزی و رسانش گرمایی بوده و داشته باشیم $S_B = S_K = 2S_\alpha$ که چگالی توان ناشی از ذرات آلفا است، چه کسری از چگالی توان می‌بایست توسط گرمایش خارجی تأمین شود؟

- (۱) $\frac{1}{8}$
- (۲) $\frac{1}{4}$
- (۳) $\frac{3}{4}$
- (۴) $\frac{2}{3}$

۳۱- کدام عبارت درخصوص «مقیاس‌بندی الکاتور» که توکامک‌هایی با مقادیر بزرگ میدان چنبره‌ای هستند، صحیح است؟

- (۱) زمان محصورسازی انرژی مستقل از تغییر چگالی پلازما بوده و اثر میدان مغناطیسی چنبره‌ای بزرگ تا بیش از پنج برابر افزایش می‌یابد.
- (۲) زمان محصورسازی انرژی با تغییر چگالی پلازما تقریباً به شکل خطی تا بیش از ده برابر نسبت به توکامک‌های معمولی افزایش می‌یابد.
- (۳) زمان محصورسازی انرژی به دلیل استفاده از میدان مغناطیسی چنبره‌ای بزرگ حدود صد برابر و چگالی پلازما حدود دو برابر افزایش می‌یابد.
- (۴) زمان محصورسازی انرژی متناسب با توان چهارم افزایش میدان مغناطیسی افزایش می‌یابد.

۳۲- در یک دستگاه توکامک با شعاع اصلی $R_0 = 6\text{ m}$ ، شعاع فرعی $a = 1/5\text{ m}$ و ضخامت پوشش بارور $b = 0/5\text{ m}$ ، چنانچه میدان مغناطیسی توسط پیچ‌های مغناطیسی برابر با $B = 9\text{ T}$ و فشار پلاسمای آن برابر با

$P = 3 \times 10^5\text{ Pa}$ باشد، بیشترین مقدار بتای این توکامک کدام است؟

- (۱) $0/3\%$
- (۲) $0/6\%$
- (۳) 2%
- (۴) 8%

۳۳- در پلاسمای توکامک هنگامی که فاکتور ایمنی $q = 1$ می‌شود، کدام ناپایداری شروع به رشد می‌کند؟

- (۱) ناپایداری کینک
- (۲) ناپایداری سوسیسی
- (۳) ناپایداری مد پارگی
- (۴) ناپایداری دندان آره‌ای

۳۴- در یک ماشین آینه مغناطیسی ایدئال که خطوط میدان مغناطیسی در راستای محور z دستگاه طبق معادله $B(z) = B_0(1 + \alpha z^2)$ فشرده می‌شوند و B_0 مقدار میدان مغناطیسی در مبدا ($z=0$) است. اگر زاویه گام اولیه آن $\alpha_0 = 45^\circ$ و الکترون از مکان اولیه $z=0$ حرکت نماید، در چه فاصله‌ای از مبدا الکترون متوقف می‌شود و در آستانه برگشت از مسیر خود قرار می‌گیرد؟

$$(1) \frac{\sqrt{3}}{2} (m) \quad (2) \frac{\sqrt{2}}{2} (m) \quad (3) \frac{1}{2} (m) \quad (4) \frac{3}{4} (m)$$

۳۵- چنانچه در پلاسمای متقارن استوانه‌ای دستگاه پینچ θ (تنگش تنا) اغتشاشی ایجاد کنیم و m و K به ترتیب اعداد موج قطبی و جنبه‌ای باشند، در چه حالتی سطح مقطع پلازما از حالت اولیه دایروی به حالت بیضوی تغییر شکل خواهد داد؟

$$(1) K=1, m=0 \quad (2) K=0, m=1 \quad (3) K=0, m=2 \quad (4) K=1, m=3$$

۳۶- در ستون پلاسمای تنگش یافته (پینچ) وقتی جریان پلازما بیش از جریان «پیس - براینسکی» شود، کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) تعادل ترمودینامیکی در ستون پلازما تا مرحله فروپاشی ستون پلاسمای تنگشی برقرار خواهد شد.
- (۲) رشد نمایی ناپایداری‌های ستون پلاسمای تنگشی منجر به قطع ستون پلازما می‌شود.
- (۳) اتلاف تابشی از گرمایش ژول بیشتر شده و شعاع تنگش پلازما کاهش می‌یابد.
- (۴) ادامه تنگش پلازما به صورت کاملاً بی در رو متوقف می‌شود.

۳۷- در یک راکتور گداخت هسته‌ای فرضی که از سوخت $D-T$ با درصد یکسان چگالی سوخت 50% استفاده می‌کند، اگر چگالی الکترون‌ها دو برابر و دمای پلازما به یک چهارم کاهش یابد، نسبت توان گداخت جدید به حالت اولیه کدام است؟ (شرایط پلازما فرض می‌شود بدون تغییر باقی بمانند.)

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

۳۸- در یک توکامک با شعاع اصلی $R = 50 \text{ cm}$ ، میدان جنبه‌ای $B_T = \gamma T$ ، تعداد دور سیم پیچ جنبه‌ای $N = 100 \text{ rev}$ ، اگر اندوکتانس $L = 2 \text{ mH}$ و ولتاژ شارژ بانک خازن $V = 5 \text{ kV}$ باشد، ظرفیت مورد نیاز بانک خازنی چند mF است؟

$$\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}} \right)$$

$$(1) 50 \quad (2) 150 \quad (3) 200 \quad (4) 250$$

۳۹- کدام عبارت در خصوص تأثیر «میدان قطبی» در توکامک صحیح است؟

- (۱) سبب حذف ناپایداری ناشی از مسیر موازی در پلاسمای توکامک می‌شود.
 - (۲) سبب خنثی شدن حرکت سوقی ناشی از گرادیان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی می‌شود.
 - (۳) سبب خنثی شدن دو حرکت سوقی ناشی از انحنای خطوط میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی می‌شود.
 - (۴) سبب خنثی شدن دو حرکت سوقی گرادیان میدان مغناطیسی و انحنای خطوط میدان مغناطیسی می‌شود.
- ۴۰- در مدل سه فازی مبتنی بر کدلی دستگاه پلاسمای کانونی نوع مدر، پس از تشکیل پینچ پلازما و پایداری چند لحظه‌ای آن، با شروع انبساط ستون پلازما در جهت‌های شعاعی و محوری دستگاه، کدام فاز آغاز خواهد شد؟

$$(1) \text{ فاز فروپاشی} \quad (2) \text{ فاز ناپایدار} \quad (3) \text{ فاز آرام} \quad (4) \text{ فاز تراکم}$$

۴۱- در پلاسمای توکامک اگر خط میدان مغناطیسی پس از یک چرخش چنبره‌ای و دو چرخش قطبی به نقطه شروع خودش برگردد، تغییر زاویه چنبره‌ای $(\Delta\phi)$ کدام است؟

$$\pi \quad (۱) \quad \frac{\pi}{۲} \quad (۲) \quad \frac{\pi}{۳} \quad (۳) \quad \frac{۲\pi}{۲} \quad (۴)$$

۴۲- در توازن توان توکامک، اگر از توان اتلاف تابش ترمزی صرف‌نظر شود و چگالی توان رسانش گرمایی سه برابر چگالی توان گرمایش خارجی باشد، کسر مصرفی سوخت $D-T$ در مد اشتعال به همراه گرمایش خارجی کدام است؟

$$\frac{۱}{۳} \quad (۱) \quad \frac{۲}{۳} \quad (۲) \quad \frac{۲}{۹} \quad (۳) \quad \frac{۳}{۷} \quad (۴)$$

۴۳- در یک دستگاه توکامک، کدام عبارت در خصوص عملکرد «میدان عمودی» صحیح است؟

- (۱) میدان عمودی در درون چنبره میدان قطبی اصلی را تقویت کرده و نیروی چنبره‌ای متوازن می‌شود.
- (۲) میدان عمودی در درون چنبره از میدان قطبی اصلی می‌کاهد و سبب توازن نیروی چنبره‌ای می‌شود.
- (۳) میدان عمودی با کاهش میدان قطبی اصلی در درون چنبره سبب کاهش نیروی چنبره‌ای و رشد ناپایداری‌ها می‌شود.
- (۴) میدان عمودی علاوه بر تقویت میدان قطبی اصلی در درون چنبره، میدان قطبی اصلی در بیرون چنبره را کاهش داده و سبب توازن نیروی چنبره‌ای می‌شود.

۴۴- چنانچه در یک دستگاه پلاسمای کانونی نوع مدر. جریان تخلیه دو برابر، شعاع آند به نصف مقدار قبلی و فشار گاز نیز به یک چهارم مقدار اولیه‌اش برسد، چگالی انرژی در ستون پلاسمای چگال به چند برابر اولیه‌اش می‌رسد؟

$$۸ \quad (۱) \quad ۱۶ \quad (۲) \quad ۳۲ \quad (۳) \quad ۶۴ \quad (۴)$$

۴۵- در یک دستگاه پینچ Z اگر پروفایل میدان مغناطیسی سمتی به صورت $B_{\theta}(r) = \frac{\mu_0 I r}{2\pi(1+r^2)}$ باشد، چگالی

جریان پلازما برابر با کدام مورد است؟

$$\frac{I}{2\pi(1+r^2)} \quad (۱) \quad \frac{I}{\pi(1+r^2)^2} \quad (۲) \quad \frac{I.r}{(1+r^2)^2} \quad (۳) \quad \frac{\pi.I.r}{2(1+r^2)} \quad (۴)$$



