

کد کنترل

343

F

آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

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

رشته مهندسی هسته‌ای - گداخت
(کد ۲۳۶۹)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال‌ها و زمان پاسخ‌گویی

زمان پاسخ‌گویی	تا شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - حفاظت در برابر اشعه - ریاضیات مهندسی - گداخت

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

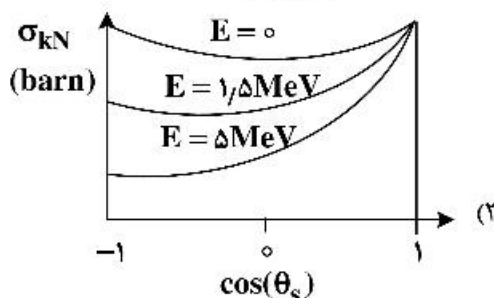
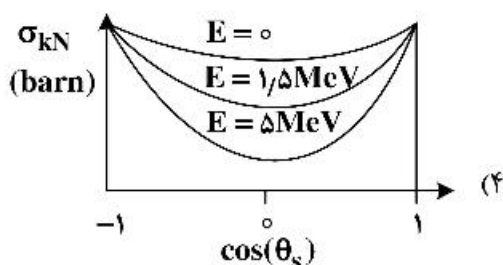
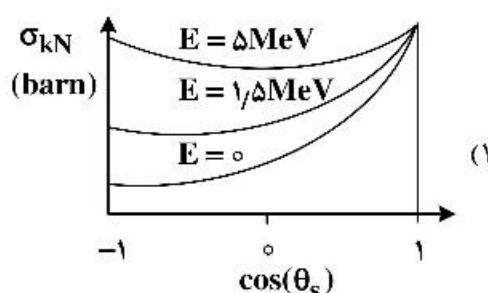
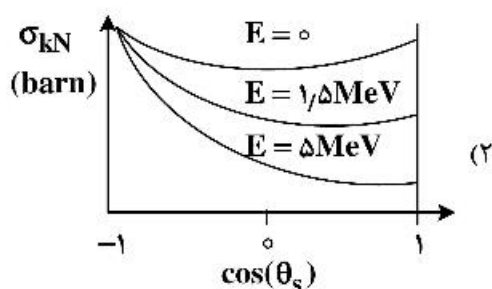
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال‌ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلفان برابر مقررات رفتار می‌شود.

* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن 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 سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- کدام مورد، وابستگی سطح مقطع Klein - Nishina (σ_{kN}) را به زاویه پراکندگی و انرژی درست نشان می‌دهد؟



۲- در یک راکتور، وقوع حالت بحرانی تصادفی به کدام عامل بستگی ندارد؟

(۱) مقدار و شکل هندسی ماده شکافت‌پذیر

(۲) آهنگ دز در اطراف ماده شکافت‌پذیر

(۳) حضور کندکننده، بازتابنده و جذب‌کننده نوترون

(۴) برهم‌کنش دو یا چند مجتمع از مواد شکافت‌پذیر زیربحرانی

۳- جهت انجام پراکندگی غیرکشسان نوترون با هسته هدف با عدد جرمی A ، حداقل انرژی نوترون فرودی چقدر باید

باشد؟ (Q همان Q -value واکنش است.)

$$\frac{A+1}{A} Q \quad (۱)$$

$$\frac{A}{A+1} Q \quad (۲)$$

$$\frac{A(A+1)}{A-1} Q \quad (۳)$$

$$\left(\frac{A-1}{A+1}\right)^2 Q \quad (۴)$$

- ۴- اگر w بهره مربوط به تولید اشعه x در واکنش فوتوالکتریک و E_b انرژی بستگی الکترون باشد، کسر متوسط انرژی فوتون فرودی که به صورت انرژی جنبشی الکترون اوزة یا فوتوالکترن تبدیل می‌شود، کدام است؟ (E انرژی فوتون فرودی است.)

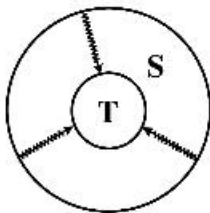
$$(1) \frac{wE_b}{E} \quad (2) 1 - \frac{wE}{E_b}$$

$$(3) 1 - \frac{wE_b}{E} \quad (4) \frac{E_b}{E} (1-w)$$

- ۵- کدام مفهوم در مورد اساس دزیمتری نوترونی آلبدو درست است؟
- (۱) سنجش دز نوترون‌های حرارتی حاصل از واکنش گاما - نوترون در بدن
 - (۲) سنجش دز نوترون‌های حرارتی تولیدشده در یک محیط هیدروژنی
 - (۳) سنجش دز حاصل از فعال‌سازی نوترون در یک محیط هیدروژنی
 - (۴) سنجش دز نوترون‌های حاصل از پس‌زنی پروتون در بدن
- ۶- کدام یک از کمیت‌ها را می‌توان توسط دزیمترهای فردی و محیطی اندازه‌گیری کرد؟

- (۱) معادل دز فردی، $H^*(10)$ و $H_p(3)$
 - (۲) دز جذبی ارگان‌ها، دز مؤثر و دز معادل
 - (۳) معادل دز فردی، دز معادل و دز مؤثر
 - (۴) دز مؤثر $H_p(10)$ ، $H_p(0.07)$ و دز جذبی ارگان‌ها
- ۷- کدام گزینه درست است؟

- (۱) در شرایط تعادل الکترونی، گرمای کل از دز جذبی بیشتر و گرمای برخوردی از دز جذبی کمتر است.
 - (۲) در ناحیه‌های بیلدآپ (انباشت) و تعادل الکترونی، گرمای برخوردی از دز کمتر است.
 - (۳) در ناحیه بیلدآپ (انباشت) گرمای برخوردی و گرمای کل و دز جذبی با هم برابرند.
 - (۴) در ناحیه بیلدآپ (انباشت) دز جذبی از گرمای برخوردی و گرمای کل کمتر است.
- ۸- با فرض اندام هدف T و اندام چشمه S ، در پرتوگیری داخلی حاصل از ایزوتوپ پرتوزای Y ، شکل زیر ارتباط فیزیکی کدام پرتوگیری را نشان می‌دهد؟



- (۱) پرتوگیری تیموس از تیروئید
- (۲) پرتوگیری تیروئید از خون
- (۳) پرتوگیری تیروئید از تیموس
- (۴) پرتوگیری خون از تیروئید

- ۹- اگر x ضخامت حفاظ و $B(E, \mu x)$ ضریب انباشت حفاظ باشد (ضریب تضعیف μ برای فوتون با انرژی E است)، کدام مورد می‌تواند به‌عنوان رابطه مناسب جهت محاسبه B استفاده شود؟ ($A_1, A_2, A_3 \neq 0$)

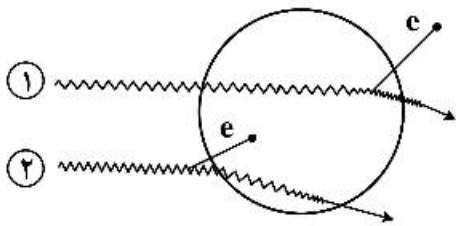
$$(1) A_1(E)\mu x e^{-A_2(E)\mu x} + (1 - A_1(E))e^{-A_3(E)\mu x}$$

$$(2) A_1(E)(\mu x)^{A_2(E)} + A_3(E) \operatorname{tgh}(\mu x)$$

$$(3) 1 + \frac{A_1(E) - 1}{A_3(E) - 1} (e^{-A_3(E)\mu x} - 1)$$

$$(4) 1 + A_1(E)\mu e^{A_2(E)\mu x}$$

- ۱۰- در شکل زیر که مربوط به ۲ فوتون با انرژی E است و پراکندگی کامپتون در داخل (پرتو ۱) و خارج (پرتو ۲) از سلول مورد نظر انجام می‌شود، کدام مورد دربارهٔ دز و کرما در سلول مورد نظر ناشی از این دو پرتو درست است؟



$$(1) D_1 \neq 0, K_1 = 0; K_1 > D_1, K_1 \neq 0, D_1 \neq 0$$

$$(2) D_1 \neq 0, K_1 = 0; K_1 > D_1, K_1 \neq 0, D_1 = 0$$

$$(3) K_1 > D_1, D_1 = 0, K_1 \neq 0; K_1 < D_1, K_1 \neq 0, D_1 \neq 0$$

$$(4) K_1 > D_1, D_1 \neq 0, K_1 \neq 0; K_1 > D_1, K_1 \neq 0, D_1 \neq 0$$

- ۱۱- ذره آلفا با انرژی 10 MeV به هدفی از جنس سرب تابیده می‌شود. بیشینه نسبت توان توقف تابشی به توان توقف کل برای این ذره کدام است؟

$$(1) \frac{11}{20}$$

$$(2) \frac{82}{157}$$

$$(3) \frac{82}{750}$$

$$(4) \frac{157}{750}$$

- ۱۲- میزان 10 بکرل از ایزوتوپ استرونیوم - 90 در بدن فردی به وزن 52 کیلوگرم و کبدی به وزن 2 کیلوگرم به طور یکنواخت توزیع شده است. در این وضعیت، کسر جذب ویژه کبد چقدر است؟

$$(1) \text{ صفر}$$

$$(2) 0.002$$

$$(3) 0.02$$

$$(4) 0.2$$

- ۱۳- باریکه فوتونی نازکی به تعداد 100 ذره به حفاظی به ضخامت 2 سانتی‌متر وارد و دستخوش دو نوع برهم کنش با $\mu_A = 0.1$ و $\mu_B = 0.4$ (برحسب cm^{-1}) می‌شوند، به طوری که تعداد ذرات عبور کرده از حفاظ نصف مقدار اولیه می‌شود. تعداد ذرات جذب شده در اثر هر یک از برهم کنش‌های A و B چقدر است؟

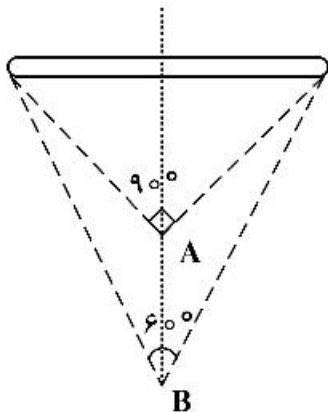
$$(1) A = 30 \text{ و } B = 20$$

$$(2) A = 20 \text{ و } B = 30$$

$$(3) A = 40 \text{ و } B = 10$$

$$(4) A = 10 \text{ و } B = 40$$

- ۱۴- نسبت آهنگ دز در فاصله A به B ، در محور مرکزی عمود بر چشمه میله‌ای در شکل زیر چقدر است؟



$$(1) 3\sqrt{2}$$

$$(2) \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

$$(3) \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

$$(4) \frac{2\sqrt{3}}{9}$$

۱۵- باریکه‌ای فوتونی و تک انرژی در شرایط هندسی پهن از حفاظی به ضخامت ۱ سانتی‌متر عبور می‌کند. اگر ضریب تضعیف خطی حفاظ μ باشد و ضریب انباشت (بیلداپ) برابر e باشد، ضریب تضعیف ($\bar{\mu}$) چقدر است؟

- (۱) صفر
(۲) $\mu - 1$
(۳) $\mu - e$
(۴) μ

۱۶- اگر $u(x, y)$ جواب معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی $\Delta u_{xx} - 2u_{xy} + u_x = 0$ ، با شرط $u_x(x, 0) = xe^{-x}$ و $u(0, y) = y - 4$ باشد، آنگاه $u(-2, 1)$ کدام است؟

- (۱) $2 + 2e$
(۲) $2 - 2e$
(۳) $2 + 2e$
(۴) $2 - 2e$

۱۷- اگر $f(x) = \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{\omega^2 + 4} \cos \omega x + \frac{\omega}{\omega^2 + 4} \sin \omega x \right) d\omega$ باشد، مقدار $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)(2 \cos^2 x + 3 \sin^2 x) dx$ کدام است؟

- (۱) $\frac{22\pi}{65}$
(۲) $\frac{8\pi}{13}$
(۳) $\frac{95\pi}{108}$
(۴) $\frac{19\pi}{26}$

۱۸- معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی زیر را در نظر بگیرید.

$$\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = 2 \sin x, & 0 < x < \pi, t > 0 \\ u(x, 0) = 3 \sin x, & u_t(x, 0) = 0 \\ u(0, t) = 1, & u(\pi, t) = \pi^2 \end{cases}$$

معادله و شرایط مرزی به کمک تغییر متغیر مناسب همگن شده‌اند. شکل جدید معادله به صورت زیر است:

$$\begin{cases} v_{tt} - v_{xx} = 0 \\ v(x, 0) = f(x), & v_t(x, 0) = 0 \\ v(0, t) = 0, & v(\pi, t) = 0 \end{cases}$$

مقدار $f\left(\frac{\pi}{2}\right)$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1 - \pi^2}{2}$
(۲) $\frac{\pi^2 - 1}{2}$
(۳) $\frac{\pi^2 - 5}{2}$
(۴) $\frac{5 - \pi^2}{2}$

۱۹- معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی زیر را در نظر بگیرید.

$$\begin{cases} u_{xx} - u_{tt} - 2u_t - u = 0, & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(x, 0) = 0, & u_t(x, 0) = 0 \\ u(0, t) = \sin(t), & u(1, t) = \cos(t) \end{cases}$$

تبدیل لاپلاس $U(x, s)$ (یعنی $\mathcal{L}_t\{u(x, t)\}$) کدام است؟

$$\frac{s \sinh((s+1)x) + \sinh((s+1)(x+1))}{(s^2+1) \sinh(s+1)} \quad (1)$$

$$\frac{s \sinh((s+1)x) + \sinh((s+1)(x-1))}{(s^2+1) \sinh(s+1)} \quad (2)$$

$$\frac{s \sinh((s+1)x) - \sinh((s+1)(x-1))}{(s^2+1) \sinh(s+1)} \quad (3)$$

$$\frac{s \sinh((s+1)x) - \sinh((s+1)(x+1))}{(s^2+1) \sinh(s+1)} \quad (4)$$

۲۰- مکان هندسی نقاط مختلط واقع بر معادله $\left|\frac{z+1}{z-1}\right| = 4$ ، کدام است؟

(۱) دایره‌ای به مرکز $Z_0 = \frac{1}{15}$ و شعاع $\frac{8}{15}$ (۲) دایره‌ای به مرکز $Z_0 = \frac{17}{15}$ و شعاع $\frac{8}{15}$

(۳) خط راست گذرنده از نقطه $Z_0 = \frac{17}{15} + i$ (۴) خط راست گذرنده از نقطه $Z_0 = \frac{8}{5} - i$

۲۱- اگر تابع مختلط $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ ، $(z = x + iy)$ در تمام نقاط صفحه تحلیلی

باشد و داشته باشیم، $u(x, y) = e^{ax} \sin(by)$ ، $a, b \neq 0$ و $v(0, 0) = 0$ ، آنگاه $v(x, y)$ کدام است؟

(۱) $1 - e^{-ax} \cos(ay)$ (۲) $-1 + e^{-bx} \cos(by)$

(۳) $-1 + e^{bx} \cos(ay)$ (۴) $1 - e^{-ax} \cos(by)$

۲۲- بسط لوران تابع $f(z) = \frac{1}{1 + (1 - \frac{1}{z})^{-1}}$ حول مبدأ کدام است؟

(۱) $\sum_{n=0}^{\infty} 2^n z^n$ (۲) $\sum_{n=0}^{\infty} \left(1 + \frac{1}{2^n}\right) z^{-n}$

(۳) $\sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} \frac{1}{z^k}$ (۴) $1 + \sum_{n=1}^{\infty} 2^{n-1} z^n$

۲۳- تعداد جواب‌های معادله $2z^5 + z - 6z^2 + 1 = 0$ ، در مجموعه $\{z \in \mathcal{C} : 1 < |z| < 2\}$ کدام است؟

(۱) صفر (۲) ۱

(۳) ۳ (۴) ۴

۲۴- مقدار $\oint_{|z-i|=2} \frac{z^2+1}{z(z^2+4)} dz$ ، کدام است؟

- (۱) $\frac{5}{8}$
 (۲) $\frac{5-i}{8}$
 (۳) $\frac{5\pi}{4}i$
 (۴) $\frac{5\pi}{4}$

۲۵- جعبه‌ای شامل ۱۰ مهره است که با شماره‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ شماره‌گذاری شده‌اند. ۳ مهره به تصادف یک‌به‌یک و با جای‌گذاری از این جعبه انتخاب می‌کنیم. احتمال اینکه حداقل شماره مهره‌های انتخابی ۵ باشد، کدام است؟

- (۱) $\frac{216}{1000}$
 (۲) $\frac{91}{1000}$
 (۳) $\frac{83}{1000}$
 (۴) $\frac{61}{1000}$

۲۶- دو ذره باردار A و B که جرم‌هایشان برابر با $m_A = m$ و $m_B = 2m$ و بارهایشان برابر با $q_A = Q$ و $q_B = 2Q$ است را فرض کنید که حول خطوط میدان مغناطیسی B می‌چرخند. نسبت فرکانس چرخشی ذره A به فرکانس چرخشی ذره B یعنی $\frac{\omega_A}{\omega_B}$ کدام است؟

- (۱) $5/1$
 (۲) ۱
 (۳) ۲
 (۴) ۴

۲۷- ذره‌ای به جرم m و بار +q در محیطی که میدان‌های الکتریکی \vec{E} و مغناطیسی \vec{B} حضور دارند، رها می‌شود. در این صورت، سرعت ذره باردار ناشی از دو میدان \vec{E} و \vec{B} همان سرعت متوسط عمودی ذره خواهد بود. چنانچه بار الکتریکی این ذره از +q به -2q تغییر کند، چه تغییری در سرعت سوق این ذره ایجاد می‌شود؟

- (۱) شعاع چرخش نصف و جهت حرکت سوقی تغییری نمی‌کند.
 (۲) شعاع چرخش دو برابر و جهت حرکت سوقی معکوس می‌شود.
 (۳) شعاع چرخش نصف و جهت حرکت سوقی معکوس می‌شود.
 (۴) بدون تغییر باقی می‌ماند.

۲۸- در توزیع ماکسولی ذرات باردار وقتی می‌گوییم پلاسما دارای انرژی ۵eV است، انرژی میانگین هر ذره پلاسما کدام است؟

- (۱) ۲/۵eV
 (۲) ۵eV
 (۳) ۷/۵eV
 (۴) ۱۰eV

۲۹- یک محیط پلاسما با چگالی الکترونی n_e و دمای T_e را در نظر بگیرید. اگر T_e دو برابر و n_e نصف شود، طول دمای چه تغییری می‌کند؟

- (۱) ۲ برابر می‌شود. (۲) ۴ برابر می‌شود. (۳) ۸ برابر می‌شود. (۴) نصف می‌شود.

۳۰- کدام گزینه در خصوص سوخت گداخت P - B درست است؟

- (۱) محصول واکنش ${}^4\text{He}$ و انرژی است.
 (۲) محصول واکنش ${}^3\text{He}$ و نوترون است.
 (۳) محصول واکنش ${}^3\text{He}$ و پروتون است.
 (۴) تولید تریتم اندکی نسبت به سوخت D - D دارد.

۳۱- اگر n نوترون، D دوتریم و T تریتم باشد و واکنش گداخت $n + {}^6\text{Li} + {}^7\text{Li} \rightarrow (x+y) + n + \text{Energy}$ را داشته باشیم، x و y کدام هستند؟

(۱) $x = {}^4\text{He}$ و $y = D$ (۲) $x = {}^3\text{He}$ و $y = D$

(۳) $x = {}^3\text{He}$ و $y = T$ (۴) $x = {}^4\text{He}$ و $y = T$

۳۲- اگر در توکامک توان توسط امواج با سرعت فاز بالا و موازی با میدان مغناطیسی منتقل شود، محرک جریان کدام گزینه است؟

(۱) هیبرید پایین (۲) هیبرید بالا (۳) دوفازی (۴) چنبره‌ای

۳۳- اگر در پلاسمای گداخت چگالی یون‌های تریتم (n_T) یک سوم چگالی الکترون‌ها (n_e) باشد، چگالی توان گداخت کدام است؟

(۱) $\frac{1}{4} n_e^2 < \delta V > E_F$ (۲) $\frac{2}{9} n_e^2 < \delta V > E_F$

(۳) $\frac{1}{2} n_e^2 < \delta V > E_F$ (۴) $\frac{1}{8} n_e^2 < \delta V > E_F$

۳۴- در یک توکامک میدان چنبره‌ای ۱۵ برابر میدان قطبی و شعاع اصلی ۶ برابر شعاع فرعی آن است. فاکتور ایمنی این توکامک کدام است؟

(۱) $3/5$ (۲) ۳

(۳) $2/5$ (۴) $1/5$

۳۵- هنگامی که ستون پلاسمای هندسه‌ای حلزونی شکل داشته باشد، با افزایش میدان مغناطیسی در امتداد محور ستون پلاسمای از ناپایداری A کاسته می‌شود، ولی ناپایداری B به دلیل هندسه حلزونی ستون پلاسمای رشد خواهد کرد. A و B کدامند؟

(۱) $A: m = 1$ مد $B: m = 0$ (۲) $A: m = 0$ مد $B: m = 1$

(۳) $A: m = 0$ مد $B: m = 0$ ریلی تیلور (۴) $A: m = 0$ ریلی تیلور و $B: m = 1$

۳۶- با توجه به مفهوم فاکتور محرک (s) در دستگاه‌های پلاسمای کانونی، اگر جریان تخلیه الکتریکی و شعاع آند هر یک دو برابر شوند، فاکتور محرک چند برابر می‌شود؟

(۱) $1/4$ (۲) $1/2$

(۳) ۱ (۴) ۲

۳۷- چنانچه S_α چگالی توان ذرات α ، S_B چگالی توان تابش ترمزی، S_h چگالی توان گرمایش خارجی و S_k چگالی توان رسانش گرمایی باشند، در حالت «اشتعال ایدئال پلاسمای» کدام گزینه درست است؟

(۱) $S_\alpha + S_h = S_B + S_k$ (۲) $S_h + S_k = S_B + S_\alpha$

(۳) $S_\alpha = S_B + S_k$ (۴) $S_\alpha = S_B$

۳۸- کدام گزینه عامل اصلی شتاب‌گیری یون‌ها و الکترون‌ها در دستگاه پلاسمای کانونی است؟

(۱) جریان پینچ پلاسمای کانونی

(۲) تخریب جریان پلاسمای در فاز شتاب‌گیری محوری

(۳) میدان الکتریکی القایی ناشی از تغییر سریع اندوکتانس پلاسمای

(۴) افت سریع اندوکتانس پلاسمای ناشی از جریان تخلیه الکتریکی

- ۳۹- محصول واکنش ${}^7\text{Li}$ و نوترون کدام عبارت است؟
- (۱) D و ${}^4\text{He}$ و P (۲) T و ${}^3\text{He}$ و n
- (۳) ${}^3\text{He}$ و T و D (۴) T و ${}^4\text{He}$ و n
- ۴۰- اگر در پلاسمای توکامک فشار پلازما برابر با P و زمان محصورسازی انرژی هم t باشد و حاصل ضرب P.t با مقدارش در حالت اشتعال برابر شود، بهره مهندسی راکتور توکامک (Q_F) کدام است؟
- (۱) ∞ (۲) صفر
- (۳) ۱۰ (۴) ۲
- ۴۱- در توکامکی با شعاع فرعی $a = 4\text{m}$ نسبت حجم پلازما به سطح مقطع پلاسمای محصور شده کدام است؟
- (۱) ۱ (۲) ۲
- (۳) ۴ (۴) ۸
- ۴۲- در آرایش میدان مغناطیسی چنبره‌ای ایدئال کدام یک از سوق‌ها حتماً وجود دارند؟
- (۱) انحنای میدان، گرادیان عمودی، EXB (۲) گرادیان موازی، گرادیان عمودی، انحنای میدان
- (۳) انحنای میدان چنبره‌ای، گرادیان موازی، EXB (۴) گرادیان موازی، گرادیان عمودی، EXB
- ۴۳- نسبت چگالی یون‌ها در پلازما به چگالی یون‌ها در لایه غلاف پروب لانگمویر چقدر است؟
- (۱) c (۲) e^{-1}
- (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) ۲
- ۴۴- در چه صورتی ولتاژ حلقه درون محفظه یک توکامک دایره‌ای در تمام نقاط یکسان است؟
- (۱) بیچه قطبی دارای بیچه‌های اصلاحی باشد. (۲) بیچه مرکزی دارای بیچه‌های اصلاحی باشد.
- (۳) اگر میدان چنبره‌ای ریپل نداشته باشد. (۴) ولتاژ حلقه نمی‌تواند ثابت باشد.
- ۴۵- ترتیب استفاده از گازهای خنثی در فرایند Glow Discharge Cleaning در توکامک کدام است؟
- (۱) $\text{Ar}, \text{Ne}, \text{He}, \text{H}$ (۲) $\text{Ar}, \text{Ne}, \text{H}, \text{He}$
- (۳) $\text{H}, \text{He}, \text{Ne}, \text{Ar}$ (۴) $\text{Ne}, \text{He}, \text{H}, \text{Ar}$

