

کد کنترل

341

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 - راکتور  
(کد ۲۳۶۶)

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 - محاسبات عددی پیشرفته - فیزیک راکتور - تکنولوژی نیروگاه‌های هسته‌ای

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

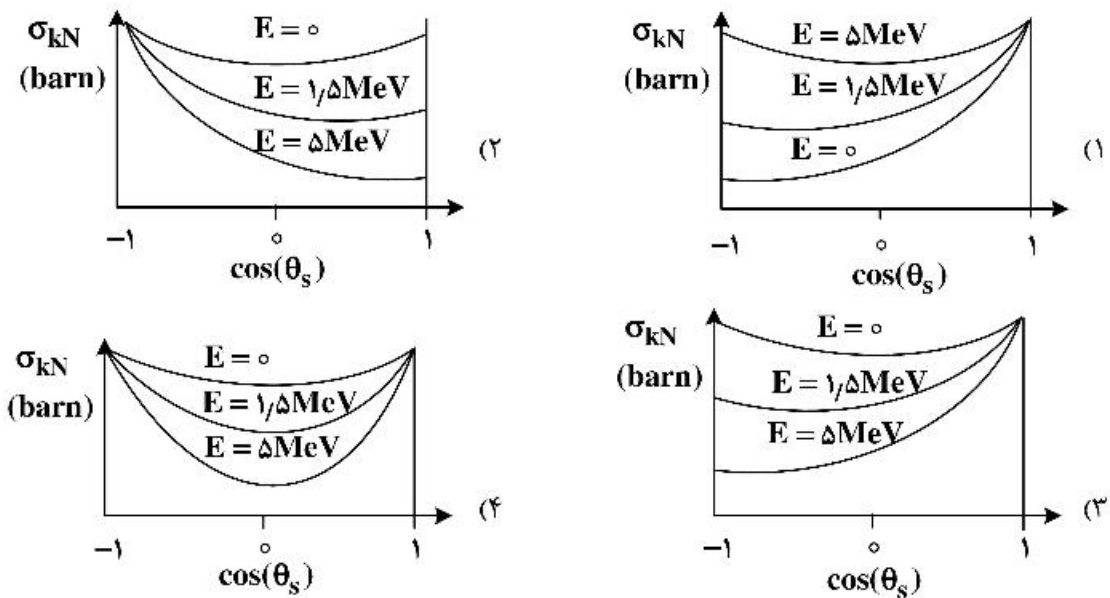
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال‌ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلفان برابر مقررات رفتار می‌شود.

\* 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 ( $\sigma_{kN}$ ) 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.)

(۱)  $\frac{A+1}{A}Q$

(۲)  $\frac{A}{A+1}Q$

(۳)  $\frac{A(A+1)}{A-1}Q$

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

- 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.)

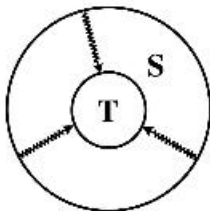
$$(1) \frac{wE_b}{E} \quad (2) 1 - \frac{wE}{E_b}$$

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

- 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،  $H^*$  (۱۰) و  $H_p$  (۳)
  - (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، کرمای کل از دز جذبی بیشتر و کرمای برخوردی از دز جذبی کمتر است.
  - (۲) در ناحیه‌های بیلدآپ (انباشت) و تعادل الکترونی، کرمای برخوردی از دز کمتر است.
  - (۳) در ناحیه بیلدآپ (انباشت) کرمای برخوردی، کرمای کل و دز جذبی با هم برابرند.
  - (۴) در ناحیه بیلدآپ (انباشت) دز جذبی از کرمای برخوردی و کرمای کل کمتر است.
- ۸- با فرض اندام هدف  $T$  و اندام چشمه  $S$ ، در پرتوگیری داخلی حاصل از ایزوتوپ پرتوزای  $id$ ، 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  $\mu$  برای فوتون با انرژی  $E$  است)، کدام مورد می‌تواند به‌عنوان رابطه مناسب جهت محاسبه  $B$  استفاده شود؟ ( $A_1, A_2, A_3 \neq 0$ )

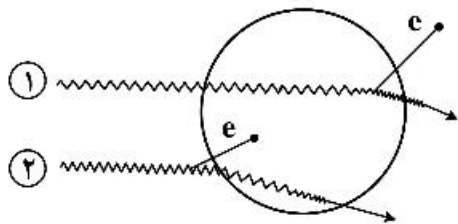
$$(1) A_1(E)\mu x e^{-A_2(E)\mu x} + (1 - A_1(E))e^{-A_2(E)\mu x}$$

$$(2) A_1(E)(\mu x)^{A_2(E)} + A_2(E)\tanh(\mu x)$$

$$(3) 1 + \frac{A_1(E) - 1}{A_2(E) - 1} (e^{-A_2(E)\mu x} - 1)$$

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

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؟



(۱)  $D_1 \neq 0, K_1 \neq 0, K_1 > D_1, K_2 \neq 0, D_2 \neq 0$

(۲)  $D_1 \neq 0, K_1 \neq 0, K_1 > D_1, K_2 \neq 0, D_2 = 0$

(۳)  $D_1 \neq 0, K_1 \neq 0, K_1 < D_1, K_2 \neq 0, D_2 = 0$

(۴)  $D_1 \neq 0, K_1 \neq 0, K_1 > D_1, K_2 \neq 0, D_2 \neq 0$

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

(۱)  $\frac{11}{20}$

(۲)  $\frac{82}{157}$

(۳)  $\frac{82}{750}$

(۴)  $\frac{157}{750}$

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

(۱) صفر

(۲)  $0.002$

(۳)  $0.2$

(۴)  $0.2$

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

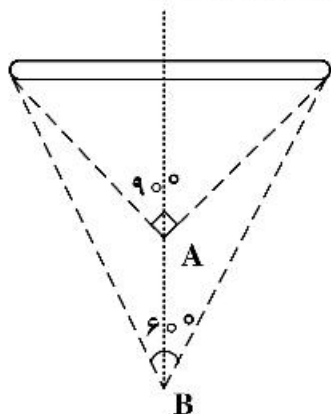
(۱)  $A=30$  و  $B=20$

(۲)  $A=20$  و  $B=30$

(۳)  $A=40$  و  $B=10$

(۴)  $A=10$  و  $B=40$

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



(۱)  $3\sqrt{2}$

(۲)  $\frac{3\sqrt{3}}{2}$

(۳)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

(۴)  $\frac{2\sqrt{3}}{9}$

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

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

۱۶- برای توصیف توزیع شار نوترونی در داخل قلب راکتور تابع  $10 - 5x^2 + x^3$  برازش شده است. حداقل تعداد مراحل تکرار برای حل این معادله با دقت  $10^{-5}$  در بازه  $[1, 11]$  کدام است؟

( $\log_{10} 2 = 0.3$ )

- (۱) ۵  
(۲) ۶  
(۳) ۱۰  
(۴) ۲۱

۱۷- در حل معادلات دیفرانسیل از نوع شرط اولیه یا شرط مرزی، کدام عبارت درست است؟

- (۱) شکل ضمنی (Explicit) می‌تواند همگرا یا واگرا شود.  
(۲) شکل غیرضمنی (Implicit) در اغلب موارد ناهمگرا است.  
(۳) شکل غیرضمنی (Implicit) همواره دارای پاسخ همگرا است.  
(۴) شکل ضمنی (Explicit) همواره دارای پاسخ همگرا است.

۱۸- اگر  $f(x) = e^x - x - 1$  باشد، با استفاده از روش نیوتن با  $P_0 = 1$ ، کدام گزینه برای  $P_1$  درست است؟

- (۱)  $\frac{1}{e-1}$   
(۲)  $\frac{-1}{e-2}$   
(۳)  $\frac{e-1}{e-2}$   
(۴)  $\frac{e-2}{e-1}$

۱۹- برای حل مسئله  $y' = y + t^3 + 1$ ،  $0 \leq t \leq 5$ ،  $y(0) = 0$  و در نظر گرفتن گام زمانی یکسان  $0.5$ ، پاسخ با استفاده از روش اویلر در  $t = 1$ ، برابر کدام گزینه است؟

- (۱)  $0.5000$  (۲)  $0.7500$  (۳)  $1.2500$  (۴)  $1.3750$

۲۰-  $L_2$  (نرم ۲) و  $L_\infty$  (نرم بی‌نهایت) بردار  $x = [-2, 2, 3, 5, 1]$  برابر کدام مورد است؟

- (۱)  $\|x\|_\infty = 5$  و  $\|x\|_2 = 1$   
(۲)  $\|x\|_\infty = 1$  و  $\|x\|_2 = \sqrt{43}$   
(۳)  $\|x\|_\infty = 5$  و  $\|x\|_2 = \sqrt{43}$   
(۴)  $\|x\|_\infty = \sqrt{43}$  و  $\|x\|_2 = 5$

۲۱- در محاسبه انتگرال چند جمله‌ای‌ها با استفاده از روش ذوزنقه‌ای، کدام عبارت درست است؟

- (۱) دقت پاسخ انتگرال بستگی به مرتبه چندجمله‌ای ندارد.  
(۲) پاسخ انتگرال برای چندجمله‌ای مرتبه ۱ دقیق است.  
(۳) پاسخ انتگرال برای چندجمله‌ای مرتبه ۲ دقیق است.  
(۴) پاسخ انتگرال برای چندجمله‌ای مرتبه ۳ دقیق است.

۲۲- اگر ماتریس  $A$ ، ماتریس معین مثبت (Positive Definite) باشد، کدام مورد درست است؟

$$A = \begin{bmatrix} 2 & \alpha & -1 \\ \alpha & 2 & 1 \\ -1 & 1 & 4 \end{bmatrix}$$

- (۱)  $\alpha = 1$  (۲)  $-2 < \alpha < \frac{3}{2}$  (۳)  $-1 < \alpha < 1$  (۴)  $0 < \alpha < 1$

۲۳- اگر  $A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ -1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$  باشد، در آن صورت  $\|A\|_2$  کدام است؟

- (۱)  $7 - \sqrt{7}$  (۲)  $7 + \sqrt{7}$   
 (۳)  $\sqrt{7 + \sqrt{7}}$  (۴)  $\sqrt{7 - \sqrt{7}}$

۲۴- برای اینکه  $s$  در بازه  $[0, 2]$ ، اسپلاین درجه سه طبیعی (Natural Cubic Spline) باشد، مقادیر  $b$ ،  $c$  و  $d$  کدام است؟

$$s(x) = \begin{cases} s_0(x) = 1 + 2x - x^3 & \text{اگر } 0 \leq x < 1 \\ s_1(x) = 2 + b(x-1) + c(x-1)^2 + d(x-1)^3 & \text{اگر } 1 \leq x \leq 2 \end{cases}$$

(۱)  $d = 1$  و  $c = -3$  و  $b = -1$  (۲)  $d = -1$  و  $c = -3$  و  $b = -1$

(۳)  $d = 1$  و  $c = 3$  و  $b = -1$  (۴)  $d = -3$  و  $c = 1$  و  $b = -1$

۲۵- اگر مقدار تابع و مشتق آن موجود باشد، استفاده از کدام روش درون‌یابی مناسب‌تر است؟

- (۱) نویل (۲) نیوتن (۳) لژاندر (۴) هرमित

۲۶- شرط بحرانی آنی (Prompt Critical) بودن راکتور کدام است؟ ( $\beta$  کسر نوترون‌های تأخیری است.)

(۱)  $(1 + \beta)K = 1$  (۲)  $(1 - \beta)K = 1$  (۳)  $\rho = 1 - \beta$  (۴)  $\rho = k - \beta$

۲۷- در تحول زمانی قدرت راکتور، یکی از ریشه معادله  $\ln$  hour مقدار  $\omega = 2 \text{ sec}^{-1}$  به دست آمده است. پریود پایدار راکتور چند ثانیه است؟

(۱)  $0.75$  (۲)  $2$

(۳)  $e^2$  (۴) اطلاعات سایر ریشه‌ها نیز مورد نیاز است.

۲۸- برای محیطی که سطح مقطع متوسط جذب ماکروسکوپیک آن برای نوترون‌های حرارتی  $0.701 \text{ cm}^{-1}$  می‌باشد، عمر متوسط پخش برای این نوترون‌ها حدود چند ثانیه است؟

(۱)  $4 \times 10^{-3}$  (۲)  $5 \times 10^{-4}$  (۳)  $10^{-6}$  (۴)  $10^{-5}$

۲۹- راکتوری هموزن در حالت بحرانی در حال کار است. شکل آن گروهی با شعاع  $50 \text{ cm}$  می‌باشد. اگر شکل مزبور قابل انعطاف باشد و ناگهان در حجم ثابت، به شکل یک مکعب درآید چه روی خواهد داد؟

(۱) بستگی به مواد سازنده آن دارد. (۲) تفاوت محسوس نخواهد کرد.

(۳) فوق بحرانی می‌شود. (۴) زیر بحرانی می‌شود.

۳۰- چشمه نقطه‌ای نوترون‌های  $14 \text{ MeV}$  با شدت  $12000 \left(\frac{\#}{s}\right)$  در خلاء وجود دارد. شار نوترون‌های به‌ترتیب حرارتی -

سریع در فاصله  $10 \text{ cm}$  از آن چقدر است؟  $\left(\frac{\#}{\text{cm}^2 \cdot s}\right)$

(۱)  $10 - 10$  (۲)  $10 - \text{صفر}$  (۳)  $\text{صفر} - 10$  (۴)  $\text{صفر} - \text{صفر}$

۳۱- برای یک راکتور نیرو که با آب خنک می‌شود، مهم‌ترین پارامتر طراحی برای آن فقدان مسمومیت حاصل از زینون است که مشکل روشن شدن مجدد پس از خاموشی نداشته باشد. بهترین ناحیه طیف نوترونی برای این مقصود کجاست؟

- (۱) سریع (۲) حرارتی (۳) فوق حرارتی (۴) نوترون‌های سرد

- ۳۲- یک راکتور خیالی دارای باکلینگ برابر  $99\text{ cm}^{-2}$  و طول پخش  $1\text{ cm}$  است. احتمال فرار نوترون از چنین راکتوری چند درصد است؟
- (۱) ۹۹ (۲) ۱ (۳) ۵۰ (۴) نزدیک صفر
- ۳۳- در یک سیستم غیر تکثیری، حداکثر قابل تصور برای ضریب تکثیر چقدر است؟
- (۱)  $\eta$  (۲) ۱ (۳)  $\beta$  (۴) صفر
- ۳۴- کدام یک از هسته‌های زیر دارای بالاترین سطح مقطع میکروسکوپی جذب برای نوترون‌های حرارتی است؟
- (۱)  $^{149}\text{Sm}$  (۲)  $^{235}\text{U}$  (۳)  $^{135}\text{Xe}$  (۴)  $^{10}\text{B}$
- ۳۵- کدام مورد بیشترین سهم را در تولید  $^{135}\text{Xe}$  (زینون ۱۳۵) دارد؟
- (۱) واپاشی رادیواکتیو  $^{135}\text{I}$  (۲) واپاشی رادیواکتیو  $^{137}\text{Cs}$
- (۳) تولید مستقیم از شکافت  $^{238}\text{U}$  (۴) تولید مستقیم  $^{135}\text{Xe}$  از شکافت اورانیوم ۲۳۵
- ۳۶- دلیل مطرح‌شدن ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای پیشرفته (Advanced) کدام است؟
- (۱) علت اصلی، بهترکردن استفاده از منابع اورانیوم و توریوم  
 (۲) تولید Pu برای ادامه کار ممتد نیروگاه‌های آتی  
 (۳) انکاء کمتر به آب خنک‌کننده و صرفه‌جویی در آن  
 (۴) افزایش ایمنی در جلوگیری از حوادث هسته‌ای
- ۳۷- با وجود مزایای روشن نیروگاه‌های هسته‌ای سریع (fast)، تعویق در توسعه آن‌ها به دلیل نگرانی از کدام مورد است؟
- (۱) ایجاد حوادث هسته‌ای ناشی از سیستم خاص این نوع راکتورها  
 (۲) مسائل انحراف به سمت تسلیحات اتمی  
 (۳) نیاز به مصرف شدید سوخت  
 (۴) انباشت پسماند رادیواکتیو
- ۳۸- چه فاکتور یا فاکتورهایی، اقبال به تولید انرژی هسته‌ای در دنیا را کاهش داده است؟
- (۱) مخالفت عامه با تسلیحات هسته‌ای نظامی  
 (۲) افق‌های روشن در به ثمر رسیدن انرژی گداخت هسته‌ای  
 (۳) کاهش آهنگ رشد تقاضای انرژی در اثر رکود اقتصادی  
 (۴) کاهش آهنگ رشد تقاضای انرژی و تمایل به روی‌آوری به انرژی‌های پاک
- ۳۹- با توجه به اینکه امروزه ردپای کربن در فرایندهای عمده تولید انرژی اهمیت ویژه‌ای یافته است، مقدار آن برای نیروگاه‌های هسته‌ای چقدر است؟
- (۱) با توجه به خروجی برج‌های بلند خنک‌کننده، مقدارش کم نیست.  
 (۲) در پسماندهای رادیواکتیو مقدار متناهی وجود دارد.  
 (۳) کاملاً صفر نیست.  
 (۴) کاملاً صفر است.
- ۴۰- به چه دلیل در میان انواع نیروگاه‌های هسته‌ای، HTGR دارای کمترین چگالی قدرت است؟
- (۱) ساختمان و تکنولوژی خاص این نیروگاه  
 (۲) برن‌آپ (burn up) بالای سوخت  
 (۳) توانایی ضعیف‌تر خنک‌کننده در برداشت حرارت  
 (۴) درجه حرارت بالای خنک‌کننده

- ۴۱- به چه علت یک نیروگاه هسته‌ای با خنک‌کننده آب، نیازمند ظرف فشار است؟
- (۱) احراز بیشترین دمای چشمه گرم  
(۲) حفاظت در برابر پرتوهای گاما  
(۳) جلوگیری از نشت مواد رادیواکتیو به خارج  
(۴) فشردگی آب جهت احراز بهترین نحوه انتقال حرارت
- ۴۲- راکتور شیبینگ پورت با قدرت  $60 \text{ MW}_e$  اولین نیروگاه تجاری PWR موفق در سال ۱۹۵۹ در پنسیلوانیا شروع به کار کرد. ورودی آب به PV مستقیماً از زیر آن و خروجی آب از بالاترین نقطه آن صورت می‌گرفت. در طرح نیروگاه‌های بعدی این روش منسوخ شد و ورودی آب به بخش فوقانی PV تغییر کرد. علت آن در کدام گزینه آمده است؟
- (۱) صرفاً نقطه‌نظرات سازه‌ای و مکانیکی  
(۲) کارایی کمتر در انتقال حرارت  
(۳) افت فشار زیادی که قبلاً ایجاد می‌شد.  
(۴) نقطه‌نظرات ایمنی
- ۴۳- ضخامت دیواره ظرف فشار در نیروگاه‌های هسته‌ای چه رابطه‌ای با قطر دهانه ظرف و فشار شاره داخل آن دارد؟
- (۱) با مجذور فشار نسبت مستقیم دارد.  
(۲) با فشار و قطر دهانه نسبت مستقیم دارد.  
(۳) با قطر دهانه نسبت مستقیم و با فشار نسبت عکس دارد.  
(۴) با فشار نسبت مستقیم اما با قطر دهانه نسبت عکس دارد.
- ۴۴- چرا خنک‌کننده یک نیروگاه در مدار اول، الزاماً باید فلز مایع باشد؟
- (۱) برای انتقال حرارت بهتر  
(۲) برای سطح مقطع کوچک جذب نوترونی  
(۳) برای احتراز از گندشوندگی نوترون‌ها  
(۴) برای دارابودن فشار بخار کوچک و عدم نیاز به ظرف فشار
- ۴۵- صرفاً از نقطه‌نظر اقتصادی، داشتن کدام نیروگاه هسته‌ای بهتر است؟
- (۱) یک نیروگاه  $1000 \text{ MW}_e$  زیرا سرمایه کمتری برای ساخت می‌برد.  
(۲) ۴ نیروگاه  $250 \text{ MW}_e$  زیرا مجموعاً سوخت کمتری مصرف می‌کند.  
(۳) ۴ نیروگاه  $250 \text{ MW}_e$  زیرا ایمنی بیشتری به‌وجود می‌آورد.  
(۴) یک نیروگاه  $1000 \text{ MW}_e$  زیرا پسماند کمتری تولید می‌کند.