

کد کنترل

339

E



نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»

امام خمینی (ره)

صبح جمعه

۱۳۹۶/۱۲/۴

دفترچه شماره (۱)

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۳۹۷

رشته فناوری نانو - نانو الکترونیک (کد ۲۳۶۴)

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: ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۲و۱)، ریاضی فیزیک (۲و۱)، فیزیک پایه (۲و۱) - مبانی نانو تکنولوژی - ادوات نیمه هادی پیشرفته	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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 می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

- ۱- فرض کنید  $f(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+x^{2n+1}}{1-x^{2n}}$ ، مقدار  $f'(2)$  کدام است؟
- (۱) ۰  
(۲) -۱  
(۳) ۱  
(۴)  $\infty$

- ۲- مقدار  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{1}\right)^1 + \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \dots + \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{n}\right)^n}{n}$ ، کدام است؟
- (۱)  $e$   
(۲)  $e^{\sqrt{2}}$   
(۳)  $e^{\sqrt{3}}$   
(۴)  $e^{-1}$

- ۳- فرض کنید  $\omega_0 = 1$  و  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_9$  ریشه‌های دهم واحد باشند. مقدار عبارت  $(1 - \omega_1)(1 - \omega_2) \dots (1 - \omega_9)$ ، کدام است؟
- (۱) ۸  
(۲) ۹  
(۳) ۱۰  
(۴) ۱۱

- ۴- فرض کنید  $\vec{r}(t) = t^2 \hat{i} + (\sin t - t \cos t) \hat{j} + (\cos t + t \sin t) \hat{k}$ ، به ازای  $t \geq 0$  یک منحنی در فضا باشد. انحنای منحنی در لحظه  $t = \pi$ ، کدام است؟
- (۱)  $\pi$   
(۲)  $\frac{\pi}{5}$   
(۳)  $\frac{1}{\pi}$   
(۴)  $\frac{1}{5\pi}$

۵- فرض کنید  $f = f(x, y)$  یک تابع دیفرانسیل پذیر و  $\vec{v}_1$ ،  $\vec{v}_2$  و  $\vec{v}_3$  بردارهایی در صفحه مختصات باشند که نقطه  $(1, 2)$  را به ترتیب به نقطه  $(2, 2)$ ،  $(1, 1)$  و  $(4, 6)$  متصل می‌کنند. اگر مشتق سوئی  $f$  در نقطه  $(1, 2)$  در جهت‌های  $\vec{v}_1$  و  $\vec{v}_2$  به ترتیب ۲ و -۲ باشد، مشتق سوئی  $f$  در نقطه  $(1, 2)$  در جهت  $\vec{v}_3$  کدام است؟

$$(1) \quad -\frac{14}{5}$$

$$(2) \quad -\frac{12}{5}$$

$$(3) \quad \frac{14}{5}$$

$$(4) \quad \frac{12}{5}$$

۶- معادله خط مماس بر فصل مشترک رویه  $x^2 + y^2 + z^2 = 9$  با صفحه  $y = 2$  در نقطه  $(1, 2, 2)$ ، کدام است؟

$$(1) \quad x = 1 - 8t, \quad y = 2, \quad z = 2 + 4t$$

$$(2) \quad x = 1 - 4t, \quad y = 2, \quad z = 2 + 2t$$

$$(3) \quad x = 1 + 8t, \quad y = 2, \quad z = 2 + 4t$$

$$(4) \quad x = 1 + 4t, \quad y = 2, \quad z = 2 - 2t$$

۷- فرض کنید  $S_1$  مخروط حاصل از دوران خط  $\sqrt{2}y = x$  حول محور  $y$ ها و  $S_2$  نیمکره راست  $x^2 + y^2 + z^2 = 4$  (با فرض  $y \geq 0$ ) باشد. حجم ناحیه‌ای از  $S_2$  که درون  $S_1$  قرار دارد، کدام است؟

$$(1) \quad \frac{8\pi}{3}$$

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

$$(3) \quad \frac{8(2 - \sqrt{3})\pi}{3}$$

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

۸- مساحت جانبی سطح استوانه‌ای شکل  $r = 2(1 + \cos \theta)$  محدود به صفحات  $z = 1$  و  $z = 2$ ، کدام است؟

$$(1) \quad 8$$

$$(2) \quad 16$$

$$(3) \quad 8\pi$$

$$(4) \quad 16\pi$$

۹- فرض کنید  $\vec{F}(x, y, z) = (x + y, z^2, x^2)$  و  $S$  سطح نیمکره بالایی  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$  به ازای  $z > 0$  باشد. اگر  $\vec{n}$  بردار قائم بکه برون سوی رویه  $S$  باشد، شار گذرا از رویه  $S$  توسط میدان نیروی  $\vec{F}$  کدام است؟

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

$$\frac{5\pi}{12} \quad (2)$$

$$\frac{5\pi}{6} \quad (3)$$

$$\frac{11\pi}{12} \quad (4)$$

۱۰- اگر  $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$  چهار بردار دلخواه باشند، حاصل عبارت  $(\vec{A} \times \vec{B}) \cdot (\vec{C} \times \vec{D})$  همواره کدام است؟

$$(\vec{A} \cdot \vec{C})(\vec{B} \cdot \vec{D}) - (\vec{A} \cdot \vec{D})(\vec{B} \cdot \vec{C}) \quad (1)$$

$$(\vec{A} \cdot \vec{D})(\vec{B} \cdot \vec{C}) - (\vec{A} \cdot \vec{C})(\vec{B} \cdot \vec{D}) \quad (2)$$

$$\vec{A} \cdot (\vec{C} \times (\vec{B} \times \vec{D})) - \vec{B} \cdot (\vec{D} \times (\vec{A} \times \vec{C})) \quad (3)$$

$$\vec{D} \cdot (\vec{C} \times (\vec{D} \times \vec{B})) - \vec{B} \cdot (\vec{D} \times (\vec{C} \times \vec{A})) \quad (4)$$

۱۱- در مختصات کروی، کدام بردار در رابطه  $\vec{\nabla} \times \vec{A} = \frac{\hat{r}}{r}$  صدق می‌کند؟

$(\hat{r}, \hat{\theta}, \hat{\phi})$  بردارهای یکه در مختصات کروی هستند.

$$\vec{A} = \hat{\phi} \frac{\sin \theta}{r} \quad (1)$$

$$\vec{A} = \hat{\theta} \frac{\theta \cos \phi}{r} \quad (2)$$

$$\vec{A} = -\hat{\theta} \frac{\phi \sin \theta}{r} \quad (3)$$

$$\vec{A} = -\hat{\phi} \frac{\tan \phi}{r} \quad (4)$$

۱۲- اگر بردار  $\vec{B}$  به صورت  $\vec{B} = \vec{\nabla} u \times \vec{\nabla} v$  تعریف شود، که در آن  $u$  و  $v$  توابع اسکالرنند، کدام رابطه درست است؟

$$\nabla^2 \vec{B} = 0 \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (2)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = uv \quad (4)$$

۱۳- اگر  $S$  ماتریسی غیرصفر باشد، کدام رابطه‌ها همواره درست است؟

(۱)  $\det(SS^+) > 0$  و  $\text{Tr}(SS^+) > 0$  هر مقدار غیرصفری را می‌تواند داشته باشند.

(۲)  $\det(SS^+) > 0$  ،  $\text{Tr}(SS^+) > 0$

(۳)  $\det(SS^+) \geq 0$  ،  $\text{Tr}(SS^+) \geq 0$

(۴)  $\det(SS^+) \geq 0$  ،  $\text{Tr}(SS^+) > 0$

۱۴- تانسور مرتبه چهارم  $R_{ijkl}$  که در آن  $i, j, k, l = 1, 2, 3, 4$  هستند، تانسوری کاملاً متقارن است. تعداد

مؤلفه‌های مستقل تانسور  $R$ ، کدام است؟

(۱) ۲۱

(۲) ۵۵

(۳) ۱۲۰

(۴) ۱۳۶

۱۵- اگر  $z$  عدد مختلطی به شکل  $z = x + iy$  باشد که در آن  $x$  و  $y$  دو عدد حقیقی هستند، کدام رابطه نادرست است؟

(۱)  $|\sin z|^2 = \sin^2 x + \cosh^2 y$

(۲)  $|\cosh z|^2 = \sinh^2 x + \cos^2 y$

(۳)  $\cosh\left(\frac{z}{2}\right) = \frac{\sinh x - i \sin y}{\cosh x - \cos y}$

(۴)  $\sinh z = \sinh x \cos y + i \cosh x \sin y$

۱۶- با توجه به رابطه تابع مولد توابع لژاندار  $\sum_{n=0}^{\infty} P_n(x) t^n = \frac{1}{1-2xt+t^2}$  کدام رابطه برای توابع لژاندر نادرست است؟

(پرایم نماد مشتق‌گیری نسبت به متغیر  $x$  است)

(۱)  $P(n) = 1$

(۲)  $P_n(-x) = (-1)^n P_n(x)$

(۳)  $P'_{n+1}(x) + P'_{n-1}(x) = 2xP'_n(x) + P_n(x)$

(۴)  $P'_{n+1}(x) - P'_n(x) = 2P'_n(x) + xP_n(x)$

۱۷- تابع پریودیکی با پریود  $2\pi$  به شکل  $f(x) = x^2$  در بازه  $-\pi < x < \pi$  را در نظر بگیرید. بسط فوریه این تابع، کدام است؟

$$x^2 = \frac{\pi^2}{3} + 8 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n} \quad (1)$$

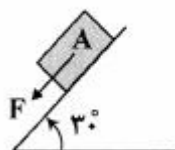
$$x^2 = \frac{\pi^2}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n^2} \quad (2)$$

$$x^2 = \frac{2\pi^2}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n^2} \quad (3)$$

$$x^2 = \frac{2\pi^2}{3} + 8 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n} \quad (4)$$

۱۸- جسم A به جرم  $500 \text{ kg}$  روی سطح شیب‌داری با زاویه شیب  $30^\circ$  به حالت سکون قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با سطح شیب‌دار به ترتیب  $0/8$  و  $0/7$  باشد، حداقل نیروی F که موازی سطح شیب‌دار

باید به جسم A وارد شود تا جسم به حرکت درآید، تقریباً چند نیوتن است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



۹۰۰ (۱)

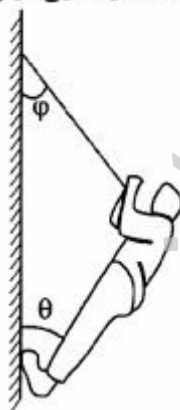
۵۰۰ (۲)

۲۲۵ (۳)

صفر (۴)

۱۹- یک کوهنورد به وزن  $600 \text{ N}$  توسط طناب از صخره قائمی مطابق شکل زیر بالا می‌رود. در حالتی که  $\theta = 60^\circ$  و  $\varphi = 30^\circ$  است، در صورتی که پای کوهنورد در آستانه سرخوردن از دیوار باشد، ضریب اصطکاک ایستایی میان

کفش‌های کوهنورد و صخره کدام است؟



$\frac{1}{\sqrt{3}}$  (۱)

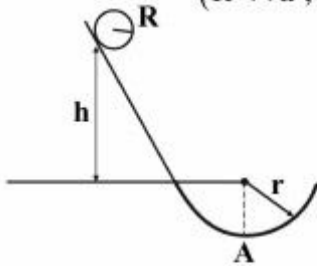
$\frac{\sqrt{3}}{4}$  (۲)

$\frac{\sqrt{3}}{6}$  (۳)

$\frac{\sqrt{3}}{2}$  (۴)

۲۰- گلوله توپر غیریکنواختی به شعاع  $R$  و جرم  $M$  روی مسیری مطابق شکل زیر از حالت سکون به سمت پایین شروع به غلتش می کند، نیروی عمود بر گلوله در پایین ترین نقطه بخش دایروی (نقطه  $A$ ) برابر  $6mg$  است. اگر

ممان اینرسی گلوله به صورت  $I = \beta MR^2$  باشد، مقدار  $\beta$  کدام است؟ ( $R \ll h$ ,  $h = 3r$ )



(۱)  $0.2$

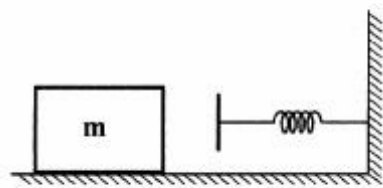
(۲)  $0.8$

(۳)  $\frac{1}{3}$

(۴)  $\frac{2}{3}$

۲۱- مطابق شکل، مکعبی به جرم  $2\text{kg}$  روی سطح افقی به سمت فنی با ثابت فنر  $300 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  در حال حرکت است. پس از برخورد، مکعب فنر را به اندازه  $8\text{cm}$  فشرده کرده و به طور کامل متوقف می شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی

مکعب با سطح افقی  $0.4$  باشد، سرعت مکعب در لحظه برخورد با فنر تقریباً چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  بوده است؟ ( $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



(۱)  $0.29$

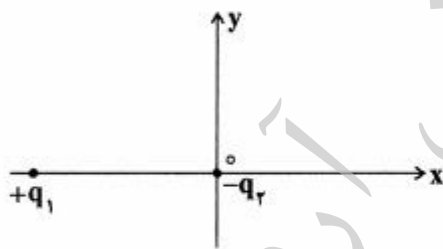
(۲)  $0.98$

(۳)  $1.26$

(۴)  $1.6$

۲۲- دو بار الکتریکی  $+q_1$  و  $-q_2$ ، مطابق شکل زیر روی محور  $x$  به فاصله  $L$  از هم قرار دارند. میدان الکتریکی خالص

در چه نقطه ای روی محور  $x$ ، مقدار بیشینه خود را دارد؟ ( $\alpha = \frac{q_1}{q_2}$ )



(۱)  $x = \frac{L}{\sqrt{\alpha} - 1}$  به شرط آن که  $\alpha > 1$

(۲)  $x = -\frac{L}{\sqrt{\alpha} - 1}$  به شرط آن که  $\alpha > 1$

(۳)  $x = \frac{L}{1 - \sqrt{\alpha}}$  به شرط آن که  $\alpha < 1$

(۴)  $x = -\frac{L}{1 - \sqrt{\alpha}}$  به شرط آن که  $\alpha < 1$

۲۳- پتانسیل الکتریکی در سیستم واحدهای SI در ناحیه ای از فضا به شکل  $V = -3x^2 + 4xz + 6y$  است. میدان

الکتریکی در نقطه ای به مختصات  $(x = 2\text{m}, y = -1\text{m}, z = 3\text{m})$ ، کدام است؟

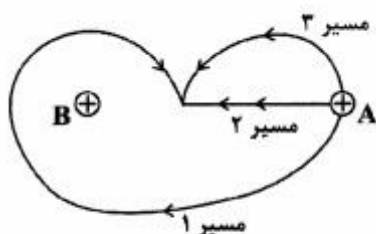
(۱)  $-6\hat{j} - 8\hat{k}$

(۲)  $6\hat{j} - 8\hat{k}$

(۳)  $4\hat{i} - 6\hat{j} - 8\hat{k}$

(۴)  $4\hat{i} + 6\hat{j} - 12\hat{k}$

۲۴- کره باردار مثبت A مطابق شکل توسط عامل خارجی در امتداد سه مسیر به کره باردار مثبت B که در جای خود ثابت شده، نزدیک می‌شود. اگر کار انجام شده توسط عامل خارجی در مسیر i ام باشد، کدام رابطه درست است؟



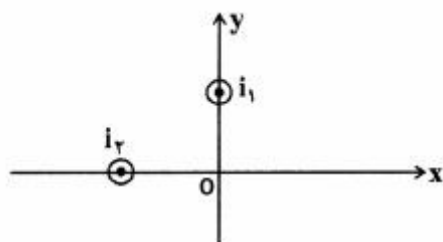
(۱)  $W_1 = W_2 > W_3$

(۲)  $W_1 > W_2 = W_3$

(۳)  $W_1 > W_2 > W_3$

(۴)  $W_1 = W_2 = W_3$

۲۵- مطابق شکل دو سیم مستقیم بسیار بلند که راستای آن‌ها بر صفحه کاغذ عمود است، حامل جریان  $i_1 = 3 \text{ mA}$  و  $i_2 = 4 \text{ mA}$  هستند که جهت آن‌ها به سمت خارج از صفحه است. فاصله دو سیم از مبدأ مختصات یکسان است و یک میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  را در مبدأ مختصات ایجاد می‌کنند. اندازه  $i_1$  باید تقریباً چند میلی‌آمپر شود تا راستای میدان مغناطیسی در مبدأ مختصات به اندازه  $30^\circ$  در جهت ساعت‌گرد بچرخد؟



(۱)  $14/5$

(۲)  $66/7$

(۳)  $20/9$

(۴)  $28/1$

۲۶- زمانی که دو ذره با شعاع متفاوت (یکی بسیار بزرگتر از دیگری) داخل حلال قرار دارند، حلالیت ذره کوچکتر بیشتر از دیگری بوده و در نتیجه به‌طور مداوم ذره کوچکتر، کاهش اندازه داشته و ذره دیگری بزرگتر می‌گردد. این پدیده چه نام دارد؟

(۲) آگلومراسیون

(۴) رشد استوالد

(۱) تراکم

(۳) رشد کلونیدی

۲۷- کدام مورد، علت مشاهده پدیده فلورسانس از نانوخوشه‌های فلزی نظیر طلا است؟

(۲) گسسته شدن ترازهای انرژی

(۴) بارهای سطحی

(۱) وجود پلاسمون‌های سطحی و حجمی

(۳) وجود الکترون‌های آزاد

۲۸- کدام مورد، سبب کاهش انرژی سطحی مواد نانوساختار نمی‌شود؟

(۲) جذب سطحی اتم توسط ماده نانوساختار

(۴) حرکت اتم‌های ماده نانوساختار به درون

(۱) شکستن پیوندهای اتم‌های سطحی ماده نانوساختار

(۳) آرایش مجدد اتم‌های سطحی ماده نانوساختار



۲۹- برای پایداری نانوذرات اکسیدی در یک حلال قطبی در دمای  $27^{\circ}\text{C}$  مقدار  $0.02$  گرم اسید کلریدریک با خلوص  $27$  درصد به  $200$  سی سی حلال افزوده شد. در صورتی که مقدار نقطه بار صفر (PZC) نانوذرات برابر  $6$  باشد، مقدار

بار سطحی نانوذرات برحسب ولت کدام است؟ (جرم مولکولی اسید را  $37 \frac{\text{g}}{\text{mole}}$  در نظر بگیرید و  $(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mole.K}})$

(۱)  $0.3$ (۲)  $0.2$ (۳)  $0.1$ (۴)  $0.05$ 

۳۰- کدام مورد دلیل رشد ناهمسانگردی (anisotropy) و در ضمن سنتز نانوساختارهای تک‌بعدی نیست؟

(۱) وجود نابه‌جایی‌ها در یک جهت خاص کریستالوگرافی (۲) سرعت رشد متفاوت وجوه مختلف کریستال

(۳) تجمع ناخالصی‌ها در وجوه مختلف کریستال (۴) وجود فوق اشباع بالا در سیستم

۳۱- در کدام مورد، پایدار شدن یک معلق کلئیدی حاوی نانوذرات با مکانیزم پایداری فضایی (استریک) اتفاق نمی‌افتد؟

(۱) غلظت زیاد پلیمر در یک حلال قوی (۲) غلظت پایین پلیمر در یک حلال قوی

(۳) غلظت پایین پلیمر در یک حلال ضعیف (۴) غلظت زیاد پلیمر در یک حلال ضعیف

۳۲- با تغییر یک سطح تخت حاوی تعدادی اتم به شعاع  $1.4 \text{ \AA}$ ، به یک ذره کروی به شعاع  $10 \text{ nm}$  در دمای  $27^{\circ}\text{C}$ ،

فشار بخار تعادلی سیستم سه برابر افزایش می‌یابد. تغییر پتانسیل شیمیایی برحسب  $\frac{\text{J}}{\text{mole}}$  کدام است؟

$(R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mole.K}})$

(۱)  $2400 \ln 3$ (۲)  $2400 \ln \frac{1}{3}$ (۳)  $2400 \ln \frac{10}{1.4}$ (۴)  $2400 \ln \frac{1.4}{10}$ 

۳۳- با استفاده از آنالیز میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)، کدام مورد قابل اندازه‌گیری نیست؟

(۱) تابع کار (۲) توپوگرافی سطح

(۳) اندازه‌گیری گاف انرژی (۴) هدایت الکتریکی سطح

۳۴- در صورتی که رابطه  $\gamma_{sv} < \gamma_{fs} + \gamma_{vf}$ ، میان انرژی‌های فصل مشترک در مرحله رشد لایه نازک بر روی یک زیرلایه

با جوانه‌زنی غیرهمگن صادق باشد، کدام مدل رشد حاکم است؟

( $\gamma_{sv}$ : انرژی فصل مشترک زیرلایه - بخار،  $\gamma_{fs}$ : انرژی فصل مشترک لایه - زیرلایه و  $\gamma_{vf}$ : انرژی فصل مشترک

بخار - لایه)

(۱) لایه‌ای (۲) جزیره‌ای

(۳) اپی‌تاکسی (۴) جزیره‌ای - لایه‌ای

۳۵- فرض کنید به روش خودآرایی، لایه‌ای متشکل از نانوذرات کروی با اندازه‌های یکسان از محلول فلزی بر روی یک زیرلایه، لایه نشانی شوند. با فرض آن که ذرات به‌صورت پکیده با نظم شش‌گوشی روی یکدیگر قرار گیرند، میزان تخلخل لایه نهایی تشکیل شده، کدام است؟

(۱) ۵۹

(۲) ۴۸

(۳) ۳۵

(۴) ۲۰

۳۶- انتظار دارید کوانتیزه شدن ترازهای انرژی در نانوذرات فلزی و نیمه‌هادی به ترتیب در چه ابعادی از نانوذره ظاهر شوند؟

(۱) کوچک‌تر از طول موج فرمی الکترون‌ها - بزرگ‌تر از شعاع اکسیتون

(۲) کوچک‌تر از طول موج تشدید پلاسما - بزرگ‌تر از شعاع اکسیتون

(۳) کوچک‌تر از طول موج فرمی الکترون‌ها - کوچک‌تر از شعاع اکسیتون

(۴) بزرگ‌تر از طول موج تشدید پلاسما - کوچک‌تر از شعاع اکسیتون

۳۷- کدام عبارت در مورد خاصیت و کاربرد بخش جزیره (Island) در یک ترانزیستور تک‌الکترون نادرست است؟

(۱) این بخش در این ترانزیستور نقش دروازه (گیت) را به عهده دارد.

(۲) جنس این بخش می‌تواند فلز یا نیم‌رسانا باشد.

(۳) این بخش توسط دو پیوندگاه تونلی به چشمه (سورس) و چاه (درین) مرتبط است.

(۴) برای آن که این ترانزیستور در دمای اتاق کار کند باید اندازه این بخش کمتر از ده نانومتر باشد.

۳۸- در ترانزیستور با تحرک بالا (High Electron Mobility Transistor) قسمت کانال چه ویژگی مهمی دارد؟

(۱) کانال آن پیوندگاه میان دو نیم‌رسانا، یکی آلاییده از نوع n با گاف نواری باریک و دیگری ذاتی با گاف نواری پهن است.

(۲) کانال آن پیوندگاه میان دو نیم‌رسانا، یکی آلاییده از نوع n با گاف نواری پهن و دیگری ذاتی با گاف نواری باریک است.

(۳) کانال آن پیوندگاه میان دو نیم‌رسانا، یکی آلاییده از نوع n با گاف نواری باریک و دیگری آلاییده از نوع P با گاف نواری پهن است.

(۴) کانال آن از یک نانو لایه نیم‌رسانای آلاییده از نوع n تشکیل شده است.

۳۹- در ترانزیستورهای MOSFET ولتاژ آستانه  $V_T$  (Threshold Voltage) چیست؟

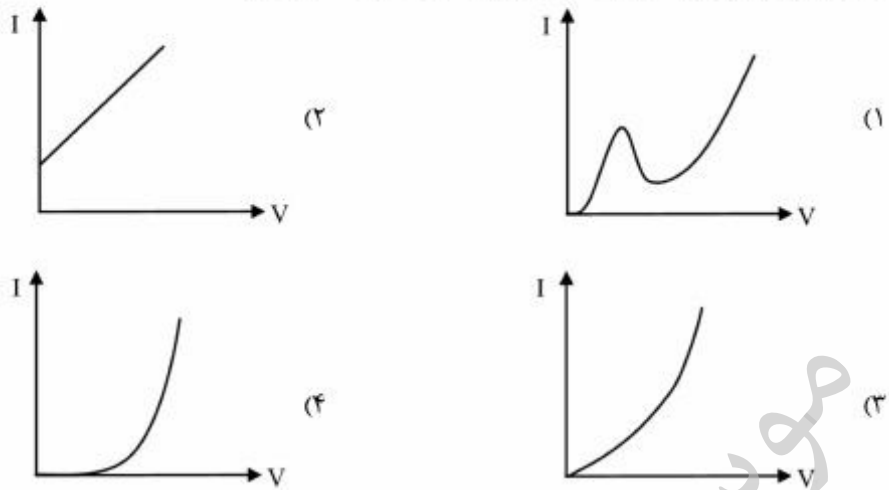
(۱) حداکثر اختلاف ولتاژ میان سورس و درین است که جریان درین به مقدار صفر می‌رسد.

(۲) حداقل اختلاف ولتاژ میان چشمه و گیت است که جریان درین به مقدار اشباع برسد.

(۳) حداکثر ولتاژ گیت است که کانال رسانا در ترانزیستور پایدار می‌ماند.

(۴) حداقل ولتاژ لازم گیت است تا کانال رسانا در ترانزیستور شکل بگیرد.

۴۰- با روبش بایاس موافق در دیود تونل، جریان دیود چگونه تغییر می کند؟



۴۱- در اتصال p-n، اختلاف پتانسیل درون ساختار  $0.2$  الکترون ولت است. اگر بخواهیم در دمای  $T=27^\circ\text{C}$  این

مقدار سه برابر شود، غلظت پذیرنده‌ها در ناحیه p باید چند برابر افزایش یابد؟

- (۱) ۳ (۲) ۷ (۳)  $10^3$  (۴)  $10^7$

۴۲- در دیود p-n<sup>+</sup> با آرایش‌های  $10^{17}\text{ cm}^{-3}$  و  $10^{15}\text{ cm}^{-3}$  به ترتیب برای نواحی n و p، طول پیشروی ناحیه تهی در ناحیه n چند برابر این طول در ناحیه p اتصال است؟

- (۱) ۰٫۰۱ (۲) ۰٫۱ (۳) ۱۰ (۴)  $10^5$

۴۳- در یک ترانزیستور تک الکترونی فرض کنید مقدار خازن یک نقطه کوانتومی با شعاع R با رابطه  $4\pi\epsilon_0 R$  داده شود. با فرض اینکه انرژی این خازن با رابطه  $e^2/2C$  محاسبه می‌شود، انتظار دارید از چه ابعادی (نانومتر) شارژ شدن با یک تک الکترون قابل اندازه‌گیری باشد؟

- (۲۵ میلی‌الکترون ولت = انرژی حرارتی اتاق ،  $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$  ،  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{ A}^2\text{ s}^4/\text{kg m}^{-3}$ )  
 (۱) ۱۰ (۲) ۱ (۳) ۵۰ (۴) ۵

۴۴- انرژی گاف نواری، نوع گاف و نوع ساختار بلوری نیم‌رسانای GaN در شرایط متعارف و دمای  $300\text{ K}$  کدام است؟

- (۱)  $6\text{ eV}$ ، مستقیم، نمک طعام (۲)  $3.4\text{ eV}$ ، مستقیم، ورتسایت  
 (۳)  $3.4\text{ eV}$ ، معکوس، مکعبی وجه توپر (FCC) (۴)  $6\text{ eV}$ ، معکوس، زینک بلند

۴۵- لیزرهای دیودی با طول موج  $1.55\text{ }\mu\text{m}$  از چه ماده‌ای ساخته می‌شوند؟

- (۱) از In GaAsP روی زیرلایه InP (۲) از GaAs روی زیرلایه Si  
 (۳) از InP روی زیرلایه AlAs (۴) از GaAsP روی زیرلایه GaSn

موسسه تحقیقاتی آرمان