



کد کنترل

339

E

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

 <p>«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.» امام خمینی (ره)</p> <p>جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور</p>	<p>صبح جمعه ۱۳۹۶/۱۲/۴</p> <p>دفترچه شماره (۱)</p>			
<p>آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۳۹۷</p> <p>رشته فناوری نانو - نانو الکترونیک (کد ۲۳۶۴)</p>				
<p>مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه</p>	<p>تعداد سؤال: ۴۵</p>			
<p>عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات</p>				
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
<p>این آزمون نمره منفی دارد.</p>		<p>استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.</p>		
<p>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 منقلین برابر عقرات رفتار می شود.</p>				

* 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) ∞

-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) π
(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 می کنند. اگر مشتق سویی f در نقطه $(1, 2)$ در جهت های \vec{v}_1 و \vec{v}_2 به ترتیب ۲ و -۲ باشد، مشتق سویی 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؟

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

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

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

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

۷- فرض کنید S_1 مخروط حاصل از دوران خط $\sqrt{3}y = x$ حول محور yz ها و S_2 نیمکره راست $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ (با فرض $y \geq 0$) باشد. حجم ناحیه ای 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 استوانه ای 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؟

$$\frac{2\pi}{3} \quad (۱)$$

$$\frac{5\pi}{12} \quad (۲)$$

$$\frac{5\pi}{6} \quad (۳)$$

$$\frac{11\pi}{12} \quad (۴)$$

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؟

$$(\vec{A} \cdot \vec{C})(\vec{B} \cdot \vec{D}) - (\vec{A} \cdot \vec{D})(\vec{B} \cdot \vec{C}) \quad (۱)$$

$$(\vec{A} \cdot \vec{D})(\vec{B} \cdot \vec{C}) - (\vec{A} \cdot \vec{C})(\vec{B} \cdot \vec{D}) \quad (۲)$$

$$\vec{A} \cdot (\vec{C} \times (\vec{B} \times \vec{D})) - \vec{B} \cdot (\vec{D} \times (\vec{A} \times \vec{C})) \quad (۳)$$

$$\vec{D} \cdot (\vec{C} \times (\vec{D} \times \vec{B})) - \vec{B} \cdot (\vec{D} \times (\vec{C} \times \vec{A})) \quad (۴)$$

۱۱- در مختصات کروی، کدام بردار در رابطه $\vec{\nabla} \times \vec{A} = \frac{\hat{r}}{r^2}$ صدق می‌کند؟

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

$$\vec{A} = \hat{\phi} \frac{\sin \theta}{r} \quad (۱)$$

$$\vec{A} = \hat{\theta} \frac{\theta \cos \phi}{r} \quad (۲)$$

$$\vec{A} = -\hat{\theta} \frac{\phi \sin \theta}{r} \quad (۳)$$

$$\vec{A} = -\hat{\phi} \frac{\tan \phi}{r} \quad (۴)$$

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؟

$$\nabla^2 \vec{B} = 0 \quad (۱)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (۲)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \quad (۳)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = uv \quad (۴)$$

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؟

$$|\sin z|^2 = \sin^2 x + \cosh^2 y \quad (1)$$

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

$$\cosh\left(\frac{z}{2}\right) = \frac{\sinh x - i \sin y}{\cosh x - \cos y} \quad (3)$$

$$\sinh z = \sinh x \cos y + i \cosh x \sin y \quad (4)$$

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

(پرایم نماد مشتق‌گیری نسبت به متغیر x است)

$$P(n) = 1 \quad (1)$$

$$P_n(-x) = (-1)^n P_n(x) \quad (2)$$

$$P'_{n+1}(x) + P'_{n-1}(x) = 2xP'_n(x) + P_n(x) \quad (3)$$

$$P'_{n+1}(x) - P'_n(x) = 2P'_n(x) + xP_n(x) \quad (4)$$

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

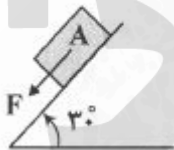
$$x^2 = \frac{\pi^2}{3} + 8 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n} \quad (1)$$

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

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

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

۱۸- جسم A به جرم 500 kg روی سطح شیب‌داری با زاویه شیب 30° 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؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



(۱) ۹۰۰

(۲) ۵۰۰

(۳) ۲۲۵

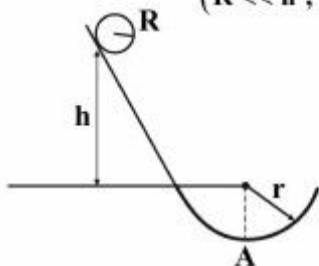
(۴) صفر

۱۹- یک کوهنورد به وزن 600 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؟

(۱) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (۲) $\frac{\sqrt{3}}{4}$ (۳) $\frac{\sqrt{3}}{6}$ (۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

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

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



(۱) $0,2$

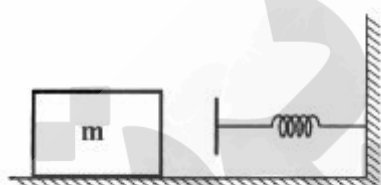
(۲) $0,8$

(۳) $\frac{1}{3}$

(۴) $\frac{2}{3}$

۲۱- مطابق شکل، مکعبی به جرم 2kg 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 8cm فشرده کرده و به‌طور کامل متوقف می‌شود. 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) $0,29$

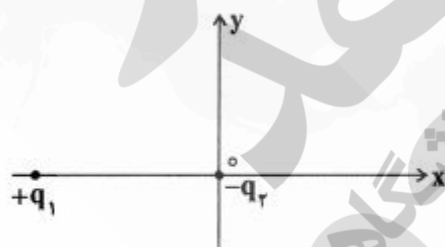
(۲) $0,98$

(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 نقطه‌ای 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 ناحیه‌ای از فضا به شکل $V = -3x^2 + 4xz + 6y$ است. میدان

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

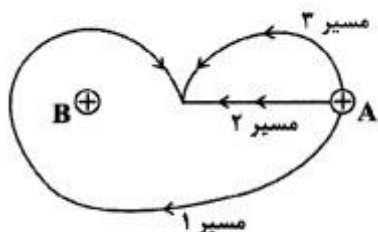
(۱) $-6\hat{j} - 8\hat{k}$

(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) $W_1 > W_3 > W_2$
- (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}_0 را در مبدأ مختصات ایجاد می‌کنند. اندازه i_1 باید تقریباً چند میلی‌آمپر شود تا راستای میدان مغناطیسی در مبدأ مختصات به اندازه 30° 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؟

- (۱) تراکم
- (۲) آگلومراسیون
- (۳) رشد کلونیدی
- (۴) رشد استوالد

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

- (۱) وجود پلاسمون‌های سطحی و حجمی
- (۲) گسسته شدن ترازهای انرژی
- (۳) وجود الکترون‌های آزاد
- (۴) بارهای سطحی

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

- (۱) شکستن پیوندهای اتم‌های سطحی ماده نانو ساختار
- (۲) جذب سطحی اتم توسط ماده نانو ساختار
- (۳) آرایش مجدد اتم‌های سطحی ماده نانو ساختار
- (۴) حرکت اتم‌های ماده نانو ساختار به درون

۲۹- برای پایداری نانوذرات اکسیدی در یک حلال قطبی در دمای 27°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 بر حسب 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 ناهم‌جایی‌ها 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 \AA ، به یک ذره کروی به شعاع 10 nm در دمای 27°C ،

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

(γ_{sv} : انرژی فصل مشترک زیرلایه - بخار، γ_{fs} : انرژی فصل مشترک لایه - زیرلایه و γ_{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 به صورت 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 پلاسمونی - بزرگ‌تر از شعاع اکسیتون
- (۳) کوچک‌تر از طول موج فرمی الکترون‌ها - کوچک‌تر از شعاع اکسیتون
- (۴) بزرگ‌تر از طول موج تشدید پلاسمونی - 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.

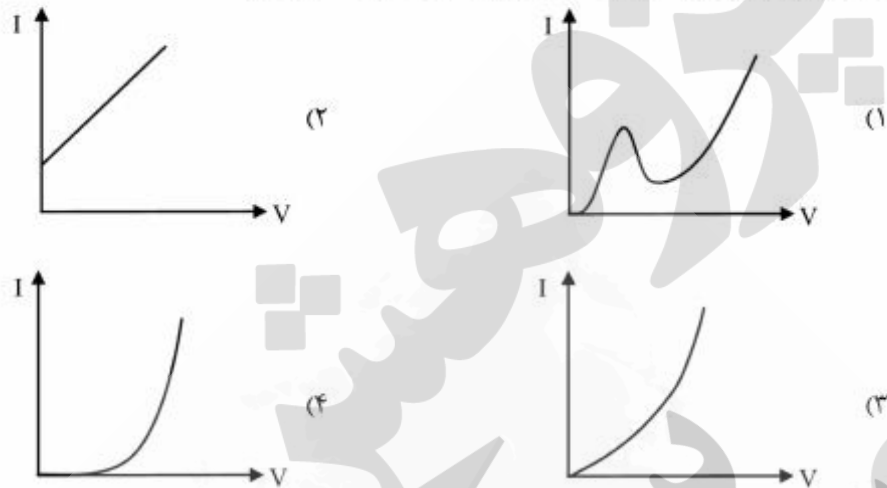
۳۸- در ترانزیستور با تحرک بالا (High Electron Mobility Transistor) قسمت کانال چه ویژگی مهمی دارد؟

- (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 می‌کند؟



۴۱- در اتصال $p-n$ ، اختلاف پتانسیل درون ساختار p/n الکترون ولت است. اگر بخواهیم در دمای $T=27^\circ C$ 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 $p-n^+$ با آلایش‌های 10^{17} cm^{-3} و 10^{15} 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) ۱۰۰

۴۳- در یک ترانزیستور تک‌الکترونی 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 $e^2/4\pi\epsilon_0 R$ محاسبه می‌شود، انتظار دارید از چه ابعادی (نانومتر) شارژ شدن با یک تک الکترون قابل اندازه‌گیری باشد؟

(۲۵ میلی‌الکترون ولت = انرژی حرارتی اتاق ، $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ A}^2 \text{ s}^4 \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-3}$)

(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 K کدام است؟

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

۴۵- لیزرهای دیودی با طول موج $1.55 \mu\text{m}$ 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

