

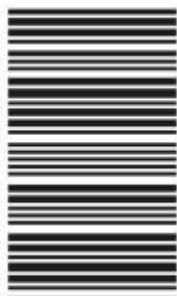
337

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:



337F



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

صبح جمعه

۱۳۹۵/۱۲/۶

دفترچه شماره (۱)

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

## آزمون ورودی

### دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۶

### رشته امتحانی مهندسی فناوری نانو - نانوالکترونیک (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	مجموعهٔ دروس تخصصی (ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۲و۱)، ریاضی فیزیک (۲و۱)، فیزیک پایه (۲و۱)) - مبنای نانوتکنولوژی - ادوات نیمه‌هادی پیشرفته)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفندماه - سال ۱۳۹۵

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 با متغلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

ریاضیات عمومی (۱ و ۲):

۱- اگر  $w, w^۲, w^۳, w^۴, w^۵, w^۶$  ریشه‌های هفتم واحد در اعداد مختلط باشند، مقدار

$$(1-w)(1-w^۲)(1-w^۳)(1-w^۴)(1-w^۵)(1-w^۶)$$

(۱) ۵

(۲) ۸

(۳) ۷

(۴) ۶

۲- فرض کنید  $x^۲ - y^۲ = 1$ ، در این صورت  $\frac{d^۲y}{dx^۲}$  کدام است؟

(۱)  $x^{-۳}$ (۲)  $y^{-۳}$ (۳)  $-x^{-۳}$ (۴)  $-y^{-۳}$ 

۳- اگر  $g(x) = \int_0^{\sin x} xe^{-t^۲} dt$ ، آنگاه  $g'(\pi)$  کدام است؟

(۱)  $-\pi$ (۲)  $\pi$ (۳)  $\pi - e$ (۴)  $\pi + e$ 

۴- فرض کنید  $S$  سطح نیمه بالایی کره  $x^۲ + y^۲ + z^۲ = 9$  باشد، مقدار انتگرال  $\iint_S z^۲ \sqrt{x^۲ + y^۲} d\sigma$  کدام است؟

(۱)  $\frac{972\pi}{5}$ (۲)  $\frac{672\pi}{5}$ (۳)  $200\pi$ (۴)  $100\pi$ 

۵- اگر  $\vec{f}(t) = t\vec{i} + t^۲\vec{j} + t^۳\vec{k}$  و  $\vec{g}(t) = \vec{i} + \vec{j} + t\vec{k}$ ، آنگاه بردار  $\frac{d}{dt}(\vec{f} \times \vec{g})(t)$  در لحظه  $t = 0$  کدام است؟

(۱)  $\vec{i} + \vec{j} + \vec{k}$ (۲)  $\vec{i} + \vec{k}$ (۳)  $\vec{j} + \vec{k}$ (۴)  $\vec{k}$

۶- خط راست  $\frac{x-1}{2} = \frac{y-2}{3} = \frac{z-3}{4}$ ، صفحه  $x+y+z=15$  را در نقطه  $(x_0, y_0, z_0)$  قطع کرده است. کدام

است؟

(۱) -۳

(۲) ۳

(۳) -۲

(۴) ۲

۷- اگر  $L = \lim_{(x,y) \rightarrow (2,-2)} \frac{4-x^2}{y+2}$  آنگاه کدام مورد، درست است؟

(۱)  $L = -1$

(۲)  $L = 1$

(۳) حد موجود نیست.

(۴)  $L = 0$

۸- مشتق سویی (جهتی) تابع  $f(x,y,z) = x^2 + y^2 + z^2$  در نقطه  $(1,0,0)$  و در جهت گرادیان تابع  $f$ ، کدام است؟

(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۴

۹- مقدار  $\oint_C (\sin^x x + e^{2x}) dx + (\cos^y y - e^y) dy$  وقتی  $C$  منحنی با معادله  $x^2 + y^2 = 16$  در جهت مثلثاتی

باشد، کدام است؟

(۱) صفر

(۲) -۱

(۳) ۲

(۴) ۱

ریاضی فیزیک (۱ و ۲):

۱۰- بردار  $\vec{X}$  را طوری پیدا کنید که حاصلضرب داخلی آن با بردار ثابت  $\vec{V}_0$  برابر مقدار نرده‌ای ثابت  $C_0$  شود و

حاصلضرب خارجی آن با بردار ثابت  $\vec{V}_0$  برابر با بردار ثابت  $\vec{U}_0$  گردد که در آن البته بردار  $\vec{U}_0$  هم بر بردار  $\vec{V}_0$  و

هم بر بردار  $\vec{X}$  عمود است؟

$$(1) \frac{C_0 \vec{V}_0 + \vec{U}_0 \times \vec{V}_0}{|\vec{V}_0|^2}$$

$$(2) \frac{C_0 \vec{V}_0 + \vec{V}_0 \times \vec{U}_0}{|\vec{V}_0|^2}$$

$$(3) \frac{C_0 \vec{V}_0 + \vec{V}_0 \times \vec{U}_0}{2|\vec{V}_0|^2}$$

(۴) یک بردار ثابت دلخواه  $\frac{C_0 \vec{V}_0 + \vec{V}_0 \times \vec{U}_0}{2|\vec{V}_0|^2}$  (بی‌نیهایت جواب دارد)

۱۱- در یک سازه مکانیکی حالات و مقادیر ویژه انرژی سازه از ماتریس زیر به دست می‌آیند:

$$H = E_0 \begin{pmatrix} \frac{4}{3} & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (E_0 > 0)$$

انرژی است؟

$$-E_0, \frac{1}{\sqrt{19}} \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$-E_0, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$+E_0, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ +1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$+E_0, \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 \\ +1 \\ +2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

۱۲- حاصل سری بی‌نهایت  $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n^2 - n}$  کدام است؟

$$1 \quad (1)$$

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

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

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

۱۳- عملگر  $L = \frac{d}{dx} + \frac{1}{x}$  را داریم. رابطه  $L^2 x^3$  کدام تابع است؟

$$\frac{12}{x^2} \quad (2)$$

$$12x^2 \quad (1)$$

$$4!x \quad (4)$$

$$\frac{4!}{x} \quad (3)$$

۱۴- حاصل دو انتگرال  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x \sin(\alpha x)}{x^2 + 1} dx$  و  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos(\alpha x)}{x^2 + 1} dx$  به ترتیب کدام است؟ ( $0 < \alpha < 1$ )

$$\frac{2\pi}{e^\alpha} \text{ و } \frac{2\pi}{e^\alpha} \quad (1)$$

$$\frac{\pi}{e^\alpha} \text{ و } \frac{\pi}{e^\alpha} \quad (2)$$

$$2\pi e^\alpha \text{ و } 2\pi e^\alpha \quad (3)$$

$$\pi e^\alpha \text{ و } \pi e^\alpha \quad (4)$$

۱۵- در تلاشی دو نمونه آزمایشگاهی دو ماده شیمیایی به یکدیگر درون یک ظرف بسته، آهنگ تغییرات تعداد مولکول‌های ماده شیمیایی نوع یک  $\dot{N}_1(t) = \frac{d}{dt}N_1(t)$  و تعداد مولکول‌های ماده شیمیایی نوع دو

$$\text{یک } T_0 \text{ که } \begin{cases} \dot{N}_1(t) = \frac{N_1(t) + \gamma N_2(t)}{T_0} \\ \dot{N}_2(t) = \frac{\gamma N_1(t) + N_2(t)}{T_0} \end{cases} \text{ در دو معادله جفت شده روبه‌رو صدق می‌کنند:}$$

ثابت زمانی است و در لحظه ابتدایی  $t = 0$  تعداد مولکول‌های ماده شیمیایی نوع یک  $N_1(0) = N_0$  ولی تعداد مولکول‌های ماده شیمیایی نوع دو  $N_2(0) = 0$  صفر است. تعداد مولکول‌های  $N_1(t)$  نوع یک و  $N_2(t)$  نوع دو به ترتیب در لحظات بعدی  $t > 0$  کدام‌اند؟

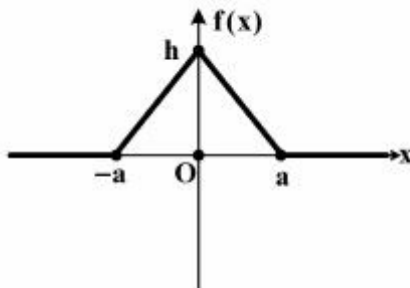
$$(1) \quad \frac{N_0}{\gamma} \sinh \frac{t}{T_0} \text{ و } \frac{N_0}{\gamma} \cosh \frac{t}{T_0}$$

$$(2) \quad \frac{N_0}{\gamma} \sinh \frac{\gamma t}{T_0} \text{ و } \frac{N_0}{\gamma} \cosh \frac{\gamma t}{T_0}$$

$$(3) \quad \frac{N_0}{\gamma} \left( e^{+\frac{\gamma t}{T_0}} - e^{-\frac{t}{T_0}} \right) \text{ و } \frac{N_0}{\gamma} \left( e^{+\frac{\gamma t}{T_0}} + e^{-\frac{t}{T_0}} \right)$$

$$(4) \quad \frac{N_0}{\gamma} \left( e^{-\frac{\gamma t}{T_0}} - e^{+\frac{t}{T_0}} \right) \text{ و } \frac{N_0}{\gamma} \left( e^{-\frac{\gamma t}{T_0}} + e^{+\frac{t}{T_0}} \right)$$

۱۶- تبدیل «فوریه» تابع شکل زیر، یعنی  $g(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} dx e^{ikx} f(x)$  کدام است؟



$$(1) \quad \sqrt{\frac{\gamma}{\pi}} \left( \frac{h}{k} \right) \frac{1 - \cos\left(\frac{ka}{\gamma}\right)}{\left(\frac{ka}{\gamma}\right)}$$

$$(2) \quad \sqrt{\frac{\gamma}{\pi}} \left( \frac{h}{k} \right) \frac{\sin ka}{ka}$$

$$(3) \quad \sqrt{\frac{\gamma}{\pi}} \left( \frac{h}{k} \right) \frac{\sin\left(\frac{ka}{\gamma}\right)}{\left(\frac{ka}{\gamma}\right)}$$

$$(4) \quad \sqrt{\frac{\gamma}{\pi}} \left( \frac{h}{k} \right) \frac{1 - \cos ka}{ka}$$

۱۷- تبدیل «لاپلاس» را با تعریف  $F(s) = L(f(x)) = \int_0^{\infty} dx e^{-sx} f(x)$  در نظر بگیرید که در آن  $S > 0$  است. اگر

$$F(s) = \frac{k_0^2}{s^2 + k_0^2}$$

باشد، تابع  $f(x) = L^{-1}(F(s))$  یعنی معکوس تبدیل «لاپلاس» بالا کدام است؟

$$1 - \cos k_0 x \quad (1)$$

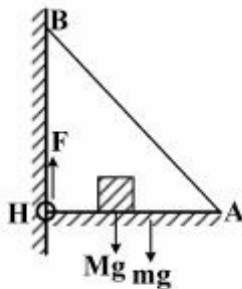
$$1 - \sin k_0 x \quad (3)$$

$$1 + \cos k_0 x \quad (2)$$

$$1 + \sin k_0 x \quad (4)$$

فیزیک پایه (۱ و ۲):

۱۸- در شکل زیر میلۀ افقی HA با وزن mg (با توزیع یکنواخت در طول آن) به وسیله لولای H به یک دیوار قائم بسته نگه‌داشته شده و سر دیگر آن به وسیله طناب AB طوری نگه‌داشته شده که به حالت افقی و در تعادل ایستوار قرار دارد. وزنه Mg نیز در فاصله یک سوم طول میلۀ از دیوار روی آن در تعادل ایستوار قرار گرفته است. نیروی مقاومت F لولای H که در جهت موازی دیوار می‌باشد، کدام است؟



$$\frac{1}{2}(M+m)g \quad (1)$$

$$\frac{1}{3}(M+m)g \quad (2)$$

$$\left(\frac{2}{3}M + \frac{2}{4}m\right)g \quad (3)$$

$$\left(\frac{2}{3}M + \frac{1}{3}m\right)g \quad (4)$$

۱۹- طبق شکل گلوله‌ای با جرم m و با تندی اولیه  $20 \frac{m}{s}$  را به‌طور مستقیم به سمت یک مکعب چوبی آویزان ولی ساکن با جرم 9m شلیک می‌کنیم. گلوله به درون مکعب فرورفته و کاملاً در آن جایگزین می‌گردد. در اثر این حادثه، مکعب چوبی به اندازه ارتفاع h متر به بالا رفته و متوقف شده و بر می‌گردد و انرژی گرمایی درون آن برابر

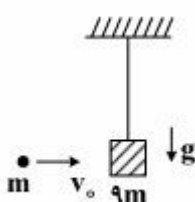
$$Q \text{ ژول تولید می‌شود. کمیات فیزیکی } h \text{ و } \frac{Q}{m} \text{ به ترتیب کدامند؟ } (g = 10 \frac{m}{s^2})$$

$$180 \text{ و } 0,1 \quad (1)$$

$$180 \text{ و } 0,2 \quad (2)$$

$$90 \text{ و } 0,1 \quad (3)$$

$$90 \text{ و } 0,4 \quad (4)$$



۲۰- یک شهاب سنگ با جرم m از فاصله‌ای بسیار دور (تقریباً بی‌نهایت) به حرکت درآمده و مستقیماً به سمت سیاره مریخ با جرم M و شعاع R حرکت می‌کند و با سطح آن برخورد می‌نماید. تندی حرکت این شهاب سنگ در هنگام برخورد با سطح مریخ کدام است؟

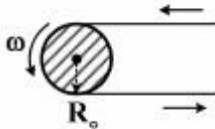
$$\sqrt{\frac{2GMm}{(M+m)R}} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{GMm}{(M+m)R}} \quad (4)$$

$$\sqrt{\frac{2G(M+m)}{R}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{G(M+m)}{R}} \quad (3)$$

۲۱- برای اینکه یک چرخ دنده (دیسک استوانه‌ای شکل) به شعاع  $R_0 = 3.00 \text{ nm}$  به کمک یک تسمه پروانه با تندی ثابت دورانی  $\omega_0 = 200 \frac{1}{\text{s}}$  بچرخد لازم است که موتوری با توان الکترومکانیکی  $P_0 = 6 \mu\text{W}$  آن تسمه پروانه را تحت نیروی کششی ثابتی بچرخیدن نگاه‌دارد. نیروی مقاومت چرخ‌دنده در مقابل نیروی کششی تسمه پروانه چند نیوتن (N) است؟



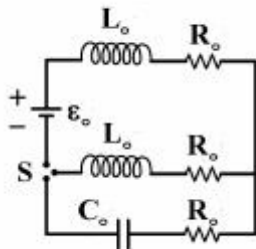
(۱) ۰/۰۰۱

(۲) ۰/۰۱

(۳) ۰/۱

(۴) ۱

۲۲- طبق شکل در یک مدار الکتریکی یک طرفه باتری با قدرت  $\epsilon_0$  با سه مقاومت  $R_0$  و دو القاگر  $L_0$  و یک خازن کاملاً خالی  $C_0$  قرار دارند. در یک لحظه کلید سه طرفه S را به‌طور کامل می‌بندیم و کاملاً صبر می‌کنیم تا خازن به‌طور کامل پر شود. بار الکتریکی ذخیره شده درون خازن کدام است؟



(۱)  $C_0 \epsilon_0$

(۲)  $\frac{1}{4} C_0 \epsilon_0$

(۳)  $\frac{1}{2} C_0 \epsilon_0$

(۴)  $2 C_0 \epsilon_0$

۲۳- تعدادی گلوله‌های ریز کروی سیال گونه، هر کدام با شعاع یک نانومتر و دارای بار الکتریکی  $e$  - (یک ذره الکترون) به یک‌دیگر می‌پیوندند و یک گلوله بزرگ کروی سیال گونه با پتانسیل الکتریکی سطحی ۱۴۴ - ولت تشکیل

می‌دهند. تعداد این گلوله‌های ریز کروی اولیه چند بوده است؟  $(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{Vm}}{\text{C}})$

(۲)  $10^{+4}$

(۱)  $10^{+3}$

(۴)  $10^{+6}$

(۳)  $10^{+5}$

۲۴- یک سیم فلزی استوانه‌ای مستقیم و بسیار طویل به شعاع  $r_0$  دارای جریان الکتریکی ثابت و با توزیع سطحی یکنواخت می‌باشد. انرژی مغناطیسی ذخیره شده درون سیم و در واحد طول آن را  $U_{in}$  می‌نامیم. انرژی ذخیره شده در فضای بیرون و اطراف سیم و در واحد طول آن و به فاصله  $r = \alpha r_0$  از محور مرکزی (تقارن) آن را  $U_{out}(\alpha)$  می‌نامیم. عدد  $\alpha$  تقریباً چند باشد تا  $U_{in} = U_{out}(\alpha)$  شود؟  $(e \approx 2.72)$

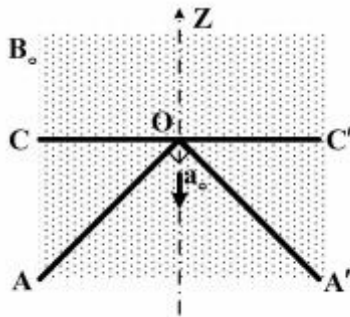
(۱) ۲/۷۲

(۲) ۲/۱۲

(۳) ۱/۶۵

(۴) ۱/۲۸

۲۵- طبق شکل میله فلزی مستقیم و افقی  $CC'$  بر روی میله فلزی  $AOA'$  که به صورت قائم‌الزاویه و ساکن است به شکلی متقارن قرار دارد و می‌تواند روی آن حرکت کند. مجموعه در معرض میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت  $B_0$  است. که عمود بر صفحه میله‌ها می‌باشد، میله  $CC'$  با شتاب ثابت  $a_0$  و از لحظه ابتدایی  $t = 0$  از رأس  $O$  شروع به لغزیدن به سمت پایین می‌کند. در لحظه  $t > 0$  نیروی الکتروموتیو القایی درون مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه‌ای که میله‌ها با هم تشکیل می‌دهند به صورت  $\varepsilon(t) = \alpha t^\beta$  است. ثابت فیزیکی  $\alpha$  و ثابت عددی  $\beta$  به ترتیب کدامند؟



(۱)  $B_0 a_0^2$  و ۳

(۲)  $\frac{1}{4} B_0 a_0^2$  و ۳

(۳)  $B_0 a_0^2$  و ۴

(۴)  $\frac{1}{4} B_0 a_0^2$  و ۴

### مبانی نانو تکنولوژی:

۲۶- ابعاد ترانزیستورها در آخرین نسل از پردازنده‌ها (پروسسورها) که تا سال ۲۰۱۶ میلادی در کامپیوترهای شخصی به کار رفته‌اند چند نانومتر است؟

- (۱) ۷ (۲) ۱۰ (۳) ۱۴ (۴) ۳۰

۲۷- روش سل-ژل برای تولید کدام نانوساختار استفاده می‌شود؟

- (۱) نانو ذره (۲) نانو سیم (۳) نانو لایه (۴) تمام موارد

۲۸- در سنتز نانوساختارها کدام عبارت در مورد روش تبخیر-چگالش (evaporation-condensation) نادرست است؟

- (۱) روش سنتزی از بالا به پایین (top-down) است.  
 (۲) برای تولید نانوسیم‌ها و نانومیله‌های یکنواخت به کار می‌رود.  
 (۳) معمولاً محصول این روش از نوع تک کریستال (single crystal) است.  
 (۴) در این روش ابتدا ماده به صورت گاز در آمده و سپس ذرات گاز روی یک سطح سرد نشسته و به شکل جامد در می‌آید.

۲۹- لبه جذب نوری و شدت قله جذب در نانوذرات نیم‌رسانا با کاهش اندازه این نانوذرات چه تغییری می‌کنند؟

- (۱) لبه جذب به سمت انرژی‌های کمتر تغییر مکان می‌کند ولی شدت قله جذب افزایش می‌یابد.  
 (۲) لبه جذب به سمت انرژی‌های بیشتر تغییر مکان می‌کند و شدت قله جذب هم افزایش می‌یابد.  
 (۳) لبه جذب تغییر نمی‌کند ولی شدت قله جذب مستقل از اندازه ذرات است.  
 (۴) لبه جذب تغییری نمی‌کند ولی شدت قله جذب افزایش می‌یابد.

۳۰- کدام عبارت در مورد میکروسکوپ تونلی روبشی (Scanning Tunneling Microscope) نادرست است؟

- (۱) با استفاده از آن می‌توان توزیع اتم‌ها روی سطح یک نمونه جامد فلزی را تعیین کرد.  
 (۲) این میکروسکوپ جریان الکترون‌های تونل زده میان سطح نمونه و پروب را مانیتور می‌کند.  
 (۳) حرکت روبشی توسط میدان‌های الکتریکی ایجاد شده توسط خازن‌ها تنظیم و کنترل می‌شود.  
 (۴) روبش و تصویربرداری در این میکروسکوپ در حالت ارتفاع ثابت یا حالت جریان تونلی ثابت انجام می‌شود.

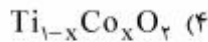


- ۳۱- با افزایش قطر نانولوله‌های کربنی نیم‌رسانا گاف آنها چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) ابتدا به طور نمایی افزایش و سپس به طور خطی کاهش می‌یابد.  
 (۲) متناسب با وارون قطر کاهش می‌یابد.  
 (۳) به طور خطی افزایش می‌یابد.  
 (۴) تغییری نمی‌کند.
- ۳۲- کدام عبارت در مورد خوشه‌های کربنی نادرست است؟  
 (۱) این خوشه‌ها را می‌توان از روش تبخیر لیزری یک زیرلایه کربن تولید کرد.  
 (۲) خوشه‌هایی که ساختار هندسی بسته دارند دارای تعداد زوجی از اتم هستند.  
 (۳) خوشه‌های با تعداد اتم ۶۰ و ۷۰ ساختاری صفحه‌ای دارند و در دمای اتاق ناپایدارند.  
 (۴) خوشه‌های با تعداد فردی از اتم به شکل خطی هستند و در دمای اتاق خوشه‌های با تعداد ۱۱ و ۱۵ اتم پایدارند.
- ۳۳- کدام عبارت در مورد فرایند خود-تجمعی / خود-آرایه‌ای (self-assembly) نادرست است؟  
 (۱) روشی ارزان برای تهیه نانو ابزارهای الکترونیک می‌باشد.  
 (۲) این فرایند قابلیت تصحیح خطاهای ایجاد شده در حین رشد نانو ذرات را ندارد.  
 (۳) فرایندی است که در تشکیل مولکول‌های زیستی مانند پروتئین نقشی اساسی دارد.  
 (۴) در این فرایند بدون دخالت عامل خارجی، تعداد زیادی از ذرات تحت یک سازماندهی درونی ساختار منظم معینی پیدا می‌کنند.
- ۳۴- در شیشه‌های خود-تمیز شونده معمولاً نانولایه‌ای از کدام ماده روی شیشه پوشانده (اندوده) شده است؟  
 (۱)  $TiO_2$  (۲)  $SiO_2$  (۳)  $CdS$  (۴)  $ZnO$
- ۳۵- در تولید نانولوله‌های کربنی عموماً چه کسری از نانولوله‌های حاصله از نوع نیم‌رسانا هستند؟  
 (۱) یک چهارم (۲) سه چهارم (۳) یک سوم (۴) دو سوم

#### ادوات نیمه‌هادی پیشرفته:

- ۳۶- کدام یک از نانو ساختارهای زیر به عنوان الکترودهای یک آبرخازن (supercapacitor) کارآمدتر است؟  
 (۱) گرافن (۲) نانو لایه مس  
 (۳) نانو ذرات آلومینیوم (۴) نانولوله‌های کربنی تک دیواره
- ۳۷- کدام عبارت در مورد لیزر چاه کوانتومی (Quantum Well laser) نادرست است؟  
 (۱) راندمان این لیزرها از دیودهای لیزری متعارف بیشتر است.  
 (۲) از باز ترکیب الکترون و حفره در ناحیه فعال از لیزر نور ساطع می‌شود.  
 (۳) با تغییر پهنای چاه کوانتومی شدت نور گسیلی از این لیزر تغییر می‌کند ولی طول موج آن ثابت می‌ماند.  
 (۴) ناحیه فعال این لیزر یک چاه کوانتومی است که نیم‌رسانایی ذاتی با ضخامتی از ۱ تا ۵۰ نانومتر است.
- ۳۸- کدام عبارت در مورد نیم‌رسانای اکسید فلزی مکمل (Complementary Metal-Oxide) نادرست است؟  
 (۱) توان مصرفی آن از توان مصرفی یک MOSFET از نوع n بیشتر است.  
 (۲) از ترکیب دو MOSFET از نوع n و نوع p ساخته شده است.  
 (۳) در مدارهای منطقی دیجیتال کاربرد فراوان دارند.  
 (۴) در مقابل نویز (noise) قویاً ایمن هستند.

۳۹- کدام نیم‌رسانا از نوع نیم‌رسانای مغناطیسی رقیق (Diluted Magnetic Semiconductor) شناخته شده به شمار نمی‌رود؟  $(0 \leq x \leq 1)$



۴۰- کدام عبارت در مورد لیزر آبشاری کوانتومی (Quantum Cascade Laser) نادرست است؟

(۱) در دمای اتاق نمی‌تواند کار کند و به نیتروژن مایع نیاز دارد.

(۲) ناحیه فعال این لیزر از مجموعه متناوبی از نانولایه‌های نیم‌رسانای مختلف که نقش چاه و سد کوانتومی را دارند، تشکیل شده است.

(۳) این لیزر در حسگری و آنالیز گازها کاربرد فراوان دارد و بسیار سریع‌تر از آشکارسازهای دیگر همچون FTIR و طیف سنج جرمی عمل می‌کند.

(۴) گسیل در این لیزر عموماً ناشی از گذارهای درون نواری است که بین ترازهای یک نوار رسانش انجام می‌پذیرد و طول موج آن می‌تواند در محدوده مادون قرمز متوسط یا دور باشد.

۴۱- سرعت پاسخ کدام نیم‌رسانا به عنوان آشکارساز فوتونی (photodetector) بیشتر است؟



۴۲- ساختار یک دیود از نوع نیم‌رسانای اکسید فلزی (MOS) تشکیل یافته است از یک ویفر از جنس ...

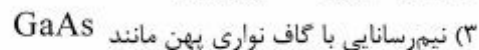
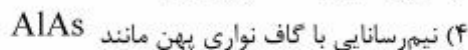
(۱) سلسیم که بر روی آن یک نانو لایه از دی اکسید سلسیم ایجاد شده و بر روی این نانولایه یک لایه فلزی نشانه شده است.

(۲) دی اکسید سلسیم که بر روی آن یک چاه کوانتومی ایجاد شده و بر روی آن یک لایه از سلسیم نشانه شده است.

(۳) سلسیم که بر روی آن یک نانو لایه از فلز نشانه شده و بر روی این نانولایه یک لایه از دی اکسید سلسیم نشانه شده است.

(۴) دی اکسید سلسیم که بر روی آن یک نانو لایه از سلسیم ایجاد شده و بر روی این نانولایه یک لایه فلزی نشانه شده است.

۴۳- در ترانزیستورهای تونلی تشدیدی (Resonant Tunneling Transistors) کدام نیم‌رسانا می‌تواند به عنوان سد تونلی استفاده شود؟



۴۴- ترانزیستور تک الکترونی (Single Electron Transistor) در کدام مورد کاربردی ندارد؟

(۲) حسگر بار الکتریکی

(۱) استاندارد دما

(۴) آشکارساز فوق حساس امواج مایکروویو

(۳) استاندارد مقاومت الکتریکی

۴۵- ترانزیستور اثر میدان نانولوله کربنی (CNTFET) چه مزیت‌هایی نسبت به یک MOSFET متعارف هم اندازه با آن دارد؟ (ضریب هدایت انتقالی = transconductance)

- ۱) سرعت حاملین بار در آن بیشتر، ضریب هدایت انتقالی کمتر و انرژی مصرفی آن کمتر است.
- ۲) سرعت حاملین بار در آن بیشتر، ضریب هدایت انتقالی بیشتر و انرژی مصرفی آن کمتر است.
- ۳) سرعت حاملین بار در آن کمتر، ضریب هدایت انتقالی بیشتر و انرژی مصرفی آن بیشتر است.
- ۴) سرعت حاملین بار در آن بیشتر، ضریب هدایت انتقالی کمتر و انرژی مصرفی آن بیشتر است.



## کلید اولیه دکترای سال 1396

کلید اولیه دکترای سال 1396

به اطلاع داوطلبان شرکت کننده در آزمون دکتری سال 1396 می‌رساند، در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 95/12/16 با مراجعه به سیستم پاسخگویی اینترنتی، نسبت به تکمیل فرم «اعتراض به کلید سوالات آزمون» اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط از طریق سامانه پاسخگویی اینترنتی و فرم مذکور دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طرف دیگر و پس از تاریخ اعلام شده، به هیچ عنوان رسیدگی نخواهد شد.

عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
فناوری نانو-انوالکترونیک	F	1	فنی و مهندسی

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	3	31	2
2	4	32	3
3	1	33	2
4	1	34	1
5	4	35	4
6	2	36	4
7	4	37	3
8	3	38	1
9	2	39	2
10	1	40	1
11	2	41	4
12	4	42	1
13	3	43	4
14	2	44	3
15	3	45	2
16	4		
17	1		
18	4		
19	2		
20	1		
21	3		
22	3		
23	1		
24	4		
25	1		
26	3		
27	4		
28	1		
29	2		
30	3		

خروج