



336E

کد کنترل

336

E

دفترچه شماره (1)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»  
امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۹**

**رشته فناوری نانو - نانومواد - کد (۲۳۶۳)**

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 در سطح کارشناسی و کارشناسی ارشد: - ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۱و۲)، ریاضی فیزیک (۱و۲))، فیزیک پایه (۱و۲) - مبانی نانو تکنولوژی - نانومواد	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

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 یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما 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 سوالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سوالات و پائین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- اگر  $A$  عددی ثابت باشد، آنگاه  $\lim_{t \rightarrow 1^+} (1 - (t-1)A)^{\frac{2}{t^2-1}}$  کدام است؟

(۱)  $e^A$

(۲)  $e^{-A}$

(۳)  $e^{2A}$

(۴)  $e^{-2A}$

۲- فرض کنید  $f(x) = \frac{(x+1)^2(x+2)^3}{(x+4)^{\frac{1}{2}}(x+8)^{\frac{1}{3}}}$  باشد. در این صورت  $f'(0)$  کدام است؟

(۱) ۵

(۲) -۵

(۳)  $\frac{20}{3}$

(۴)  $-\frac{5}{4}$

۳- حاصل  $\int_e^e \cos(\ln x) dx$ ، کدام است؟

(۱)  $\cos \sinh + \sin \cosh$

(۲)  $\cos \cosh + \sin \sinh$

(۳)  $\cos \sinh - \sin \cosh$

(۴)  $\cos \cosh - \sin \sinh$

۴- اگر  $\int_0^x \ln t dt = x \ln(\alpha x)$ ،  $x \neq 0$  مقدار  $\alpha$  کدام است؟

(۱) ۰

(۲) ۱

(۳)  $e$

(۴)  $e^{-1}$

۵- طول کمانی از خم به معادله  $\begin{cases} x = e^t \cos t \\ y = e^t \sin t \end{cases}$  بین دو نقطه  $t = 0$  و  $t = \frac{\pi}{2}$ ، کدام است؟

(۱)  $e^{\frac{\pi}{2}} - 1$

(۲)  $2(e^{\frac{\pi}{2}} - 1)$

(۳)  $\sqrt{2}(e^{\frac{\pi}{2}} - 1)$

(۴)  $\sqrt{2}(e^{\frac{\pi}{2}} + 1)$

۶- معادله خط قائم بر رویه  $3x^2 + \arctan(2z) = e^y + 1$ ، در نقطه  $(1, \ln 2, 0)$ ، کدام است؟

(۱)  $3z = x - 1, z + y = \ln 2$

(۲)  $3z = 2x - 2, z + y = \ln 2$

(۳)  $z = x - 1, z + y = 2$

(۴)  $z - y = \ln \frac{e}{2}, z + x = 1$

۷- اگر تابع  $f(x, y) = (x^2 + y^2)e^{-(x^2 + y^2)}$  در نقطه  $(a, b)$  به بیشترین مقدار خود برسد، آنگاه کدام مورد درست است؟

(۱)  $a = b$

(۲)  $ab = 0$

(۳)  $a = -b = 1$

(۴)  $a^2 + b^2 = 1$

۸- فرض کنید  $x = u + v$ ،  $y = u^2 + v^2$  و  $z = u^2 + v^2$  باشند، کدام است  $\frac{\partial z}{\partial x}$ ؟

(۱)  $\frac{2uv(u+v)}{(u-v)}$

(۲)  $\frac{2uv(v+u)}{(v-u)}$

(۳)  $\frac{2uv(u-v)}{(u+v)}$

(۴)  $\frac{2uv(v-u)}{(v+u)}$

۹- اگر  $D = \{(x, y), x > 0, y > 0, x + y < 1\}$  باشد، مقدار  $\iint_D e^{\frac{x-y}{x+y}} dx dy$ ، کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{2}(e + e^{-1})$

(۲)  $\frac{1}{2}(e - e^{-1})$

(۳)  $\frac{1}{4}(e + e^{-1})$

(۴)  $\frac{1}{4}(e - e^{-1})$

- ۱۰- در یک مدل از هاله خورشیدی رابطه شارش گرمای  $\vec{\nabla} \cdot (k\vec{\nabla}T) = 0$  برقرار است که  $k$  رسانندگی گرمایی با  $T^2$  متناسب است. با فرض آن که  $T$  با  $r^n$  متناسب باشد که  $r$  فاصله از مرکز خورشید است، مقدار  $n$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{1}{4}$

(۲)  $\frac{1}{4}$

(۳)  $-\frac{1}{5}$

(۴)  $\frac{1}{5}$

- ۱۱- اگر در مختصات استوانه‌ای، بردار  $\vec{B}$  به شکل  $\vec{B} = f(\rho)\hat{\phi}$  تعریف شده باشد، حاصل عبارت  $(\vec{B} \cdot \vec{\nabla})\vec{B}$  کدام است؟  $(\hat{\rho}, \hat{\phi}, \hat{k})$  بردارهای یکه در مختصات استوانه‌ای  $(\rho, \phi, z)$  هستند.

(۱)  $\frac{1}{\rho} f''(\rho)\hat{\phi}$

(۲)  $\frac{1}{\rho} f''(\rho)\hat{\rho}$

(۳)  $-\frac{1}{\rho} f''(\rho)\hat{\rho}$

(۴)  $-\frac{1}{\rho^2} f''(\rho)\hat{\phi}$

- ۱۲- کدام ماتریس هم یکانی (Unitary) و هم هرمیتی است؟

(۱)  $\begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$

(۲)  $\begin{pmatrix} 1 & i \\ -i & 0 \end{pmatrix}$

(۳)  $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ i & 0 \end{pmatrix}$

(۴)  $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & i \end{pmatrix}$

- ۱۳- اگر  $A$  و  $B$  دو ماتریس  $N \times N$  وارون پذیر باشند که در رابطه  $AB = -BA$  صدق می‌کنند، در آن صورت کدام عبارت درست است؟

(۱) به ازای هر مقدار متناهی  $N$  همواره  $\text{Tr}A = \text{Tr}B = 0$

(۲) به ازای مقادیر زوج  $N$  همواره  $\det A = \det B = 0$

(۳) فقط به ازای مقادیر زوج  $N$  دترمینان ماتریس  $AB$  صفر است.

(۴) فقط به ازای مقادیر فرد  $N$  تریس ماتریس  $AB$  صفر است.

- ۱۴- حاصل انتگرال  $\oint_C \frac{4z-3}{z(z-2)} dz$  که  $z = x + iy$  و  $C$  دایره‌ای به مرکز مبدأ مختصات و شعاع ۳ است، کدام است؟

(۱)  $4\pi i$

(۲)  $8\pi i$

(۳)  $10\pi i$

(۴)  $16\pi i$

۱۵- معادله دیفرانسیل مرتبه دوم  $\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} = E u(x,y)$  که در آن  $E$  مقداری ثابت است در نظر

گرفته شود. کدام تابع می‌تواند جواب معادله دیفرانسیل فوق باشد؟ ( $A$  و  $B$ ،  $x_0$  و  $y_0$  مقادیر ثابتی هستند).

$$u(x,y) = \cos(A(x+x_0)) \sin(B(y+y_0)) \quad (۱)$$

$$u(x,y) = \sin(A(x+x_0)) \cos(B(y+y_0)) \quad (۲)$$

$$u(x,y) = \sin(A(x+x_0)) \cos(B(y+y_0)) \quad (۳)$$

$$u(x,y) = \sin(A(x+x_0)) \sin(B(y+y_0)) \quad (۴)$$

۱۶- با توجه به تعریف توابع بسل  $J_n(x)$  توسط تابع مولد  $\sum_{n=-\infty}^{\infty} t^n J_n(x) = e^{\frac{x}{2}(t-\frac{1}{t})}$ ، کدام رابطه در مورد توابع

بسل نادرست است؟

$$x^2 \frac{d^2 J_n(x)}{dx^2} + x \frac{dJ_n(x)}{dx} + (x^2 - n^2) J_n(x) = 0 \quad (۱)$$

$$J_n(x) = \sum_{s=-\infty}^{\infty} \frac{(-1)^s}{s!(n+s)!} \left(\frac{x}{2}\right)^{n+2s} \quad (۲)$$

$$J_{n+1}(x) + J_{n-1}(x) = \frac{2n}{x} J_n(x) \quad (۳)$$

$$\frac{d}{dx} J_n(x) = -J_{n-1}(x) \quad (۴)$$

۱۷- معادله دیفرانسیل  $C_2 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + C_1 \frac{dx(t)}{dt} + C_0 x(t) = f(t)$  را در نظر بگیرید که  $C_0$ ،  $C_1$  و  $C_2$  ضرایبی

ثابت هستند. تبدیل فوری  $x(t)$  که به شکل  $\tilde{x}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} dt x(t) e^{-i\omega t}$  تعریف می‌شود، در کدام رابطه

صدق می‌کند؟ ( $\tilde{f}(\omega)$  تبدیل فوری  $f(t)$  است).

$$\tilde{x}(\omega) = \frac{-f(\omega)}{C_2 \omega^2 - iC_1 \omega + C_0} \quad (۱)$$

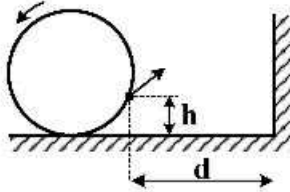
$$\tilde{x}(\omega) = \frac{f(\omega)}{-C_2 \omega^2 + iC_1 \omega + C_0} \quad (۲)$$

$$\tilde{x}(\omega) = \frac{-\tilde{f}(\omega)}{C_2 \omega^2 + iC_1 \omega + C_0} \quad (۳)$$

$$\tilde{x}(\omega) = \frac{\tilde{f}(\omega)}{-C_2 \omega^2 + iC_1 \omega + C_0} \quad (۴)$$

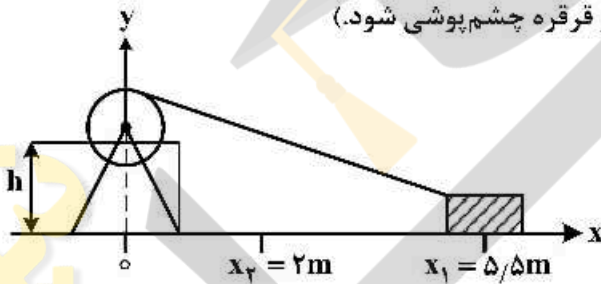
۱۸- گلوله‌ای از بتونه خیس بر پیرامون چرخ به شعاع  $50\text{ cm}$  قرار دارد. چرخ در صفحه قائم حول محور تقارن خود با بسامد زاویه‌ای  $20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$  در جهت پاد ساعتگرد می‌چرخد. اگر صفحه چرخ به صفحه ساعت تشبیه شود، وقتی بتونه به وضعیت عدد ۴ برسد از پیرامون چرخ جدا می‌شود. در این لحظه ارتفاع بتونه از کف زمین  $h = 1/5\text{ m}$  و فاصله آن از دیوار قائم جلوی خود  $d = 4\text{ m}$  است. بتونه تقریباً در ارتفاع چند متری از سطح زمین با دیوار برخورد می‌کند؟

$$(g = 9/8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$



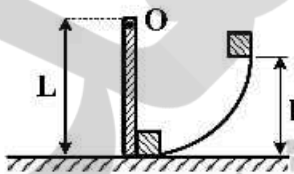
- (۱) ۳/۸
- (۲) ۵/۳
- (۳) ۶/۹
- (۴) ۷/۴

۱۹- در شکل زیر جعبه  $m$  روی سطح افقی بدون اصطکاک در امتداد محور  $x$  می‌تواند بلغزد. این جعبه توسط نخ بدون جرمی که به پولی یک موتور واقع در ارتفاع  $h = 1/5\text{ m}$  متصل است، از نقطه  $x_1 = 5/5\text{ m}$  به نقطه  $x_2 = 2\text{ m}$  منتقل می‌شود. کشش نخ در این جابه‌جایی مقدار ثابت  $50\text{ N}$  است. انرژی جنبشی جعبه در این جابه‌جایی تقریباً چند ژول تغییر کرده است؟ (از جرم و اصطکاک در محور قرقره چشم‌پوشی شود.)



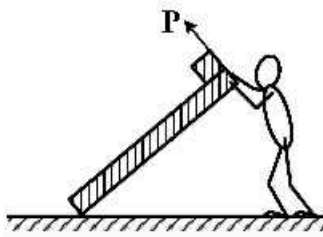
- (۱) ۱۱۱
- (۲) ۱۶۰
- (۳) ۱۶۹
- (۴) ۱۷۵

۲۰- مکعب کوچکی به جرم  $m$  مطابق شکل روی سطح بدون اصطکاک از ارتفاع  $h$  از حالت سکون به حرکت درمی‌آید و در نقطه پایین مسیر به انتهای میله یکنواختی به جرم  $M$  و طول  $L$  برخورد کرده و به آن می‌چسبد. میله می‌تواند آزادانه حول نقطه آویز  $O$  دوران کند. تندی خطی مجموعه درست پس از لحظه برخورد کدام است؟



- (۱)  $\frac{1}{1 + \frac{M}{m}} \sqrt{2gh}$
- (۲)  $\frac{1}{1 + \frac{M}{2m}} \sqrt{2gh}$
- (۳)  $\frac{1}{1 + \frac{M}{3m}} \sqrt{2gh}$
- (۴)  $\frac{1}{1 + \frac{M}{12m}} \sqrt{2gh}$

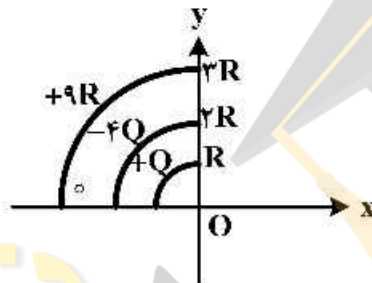
۲۱- میله آهنی یکنواختی به طول ۳m و وزن ۶۰۰N را کارگری از روی زمین بلند می‌کند. در یک لحظه معین یک سر میله روی زمین و سر دیگر آن در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین قرار دارد. اگر در این وضعیت، میله ساکن باشد و کارگر نیروی  $\vec{P}$  را عمود بر میله وارد کند، اندازه نیروی  $P$  چند نیوتن است؟



- (۱) ۱۵۰
- (۲) ۳۰۰
- (۳)  $۵۰\sqrt{۳}$
- (۴)  $۱۵۰\sqrt{۳}$

۲۲- بار الکتریکی روی هر یک از سه ربع دایره هم مرکز مطابق شکل زیر به طور یکنواخت توزیع شده است. اگر  $Q = ۵\mu\text{C}$  و  $R = ۵\text{cm}$  باشد، میدان الکتریکی کل در نقطه  $O$  (مرکز ربع دایره‌ها) بر حسب نیوتن بر متر کدام است؟

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$



- (۱)  $۱/۴ \times ۱۰^۵ (\hat{i} - \hat{j})$
- (۲)  $۴/۵ \times ۱۰^۷ (\hat{i} - ۲\hat{j})$
- (۳)  $۵/۷ \times ۱۰^۵ (\hat{i} - \hat{j})$
- (۴)  $۶/۸ \times ۱۰^۷ (۲\hat{i} - \hat{j})$

۲۳- یک دو قطبی الکتریکی با گشتاور دو قطبی  $\vec{p} = (-۴\hat{i} + ۶\hat{j})(۱۰^{-۲۲} \text{C.m})$  در میدان الکتریکی

$\vec{E} = (-۲۰۰\hat{i} + ۵۰\hat{j}) \frac{\text{N}}{\text{C}}$  قرار دارد. اگر یک عامل خارجی این دو قطبی را تا وضعیتی بچرخاند که گشتاور

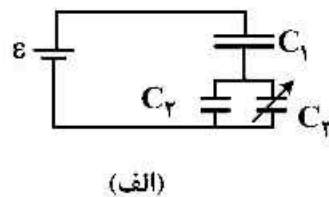
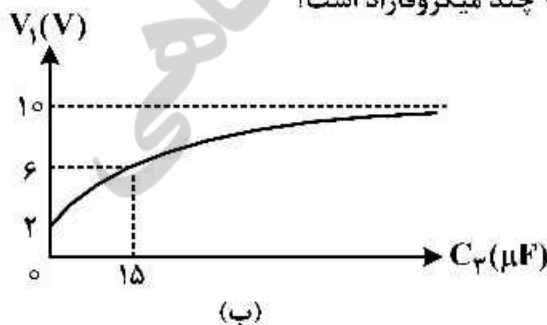
دوقطبی آن به شکل  $\vec{p} = (۶\hat{i} + ۴\hat{j})(۱۰^{-۲۰} \text{C.m})$  در آید، کار انجام شده توسط این عامل خارجی در این فرایند

بر حسب الکترون ولت کدام است؟

- (۱) -۰/۷
- (۲) +۰/۷
- (۳) +۱/۳
- (۴) -۱/۳

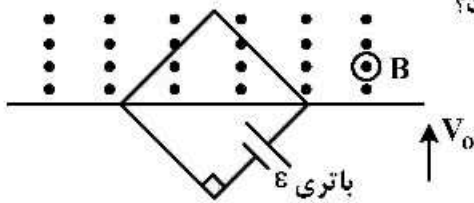
۲۴- در شکل (الف) خازن شماره ۳ یک خازن متغیر است و در شکل (ب) نمودار  $V_1$ ، اختلاف پتانسیل دو سر خازن ۱،

بر حسب ظرفیت  $C_3$  رسم شده است. مقدار ظرفیت خازن  $C_1$  چند میکروفاراد است؟



- (۱) ۳
- (۲) ۳/۶
- (۳) ۵
- (۴) ۱۲

۲۵- یک حلقه سیمی مربعی شکل به ضلع  $5\text{m}$  عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت و ثابت  $0.2\text{T}$  قرار دارد. در لحظه  $t = 0$  نصف مساحت حلقه در میدان قرار دارد. این حلقه شامل یک باتری  $20\text{V}$  است. مطابق شکل حلقه با سرعت ثابت  $V_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در راستای عمود بر قطرش به سمت ناحیه‌ای که میدان وجود دارد حرکت می‌کند. ۳ ثانیه پس از شروع حرکت، اندازه نیروی محرک خالص در سیم چند ولت است؟

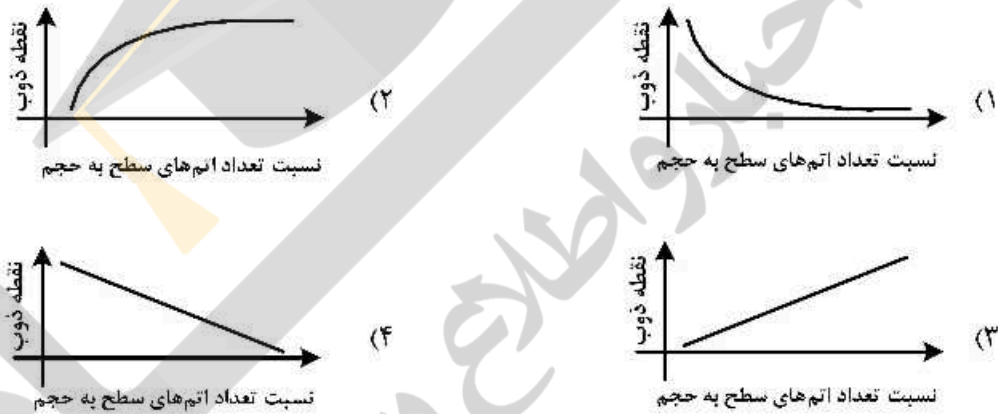


- (۱) ۳/۴
- (۲) ۱۶/۶
- (۳) ۱۷/۲
- (۴) ۲۳/۴

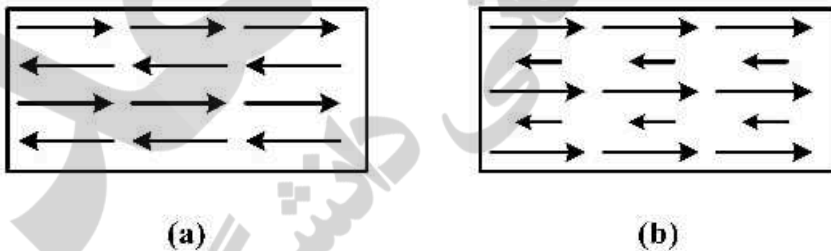
۲۶- جهت بررسی خواص یک لایه عایق از کدام آنالیز نمی‌توان استفاده کرد؟

- (۱) AFM
- (۲) STM
- (۳) SEM
- (۴) TEM

۲۷- در یک نانو ذره با افزایش اتم‌های سطح به حجم، دمای ذوب ماده چگونه تغییر می‌کند؟



۲۸- اگر جهت فلش (پیکان) نشان‌دهنده جهت حوزه‌های مغناطیسی باشد، دو ماده به ترتیب دارای چه خاصیت مغناطیسی هستند؟



- (۱) a) Antiferromagnetic    b) Ferrimagnetic
- (۲) a) Ferrimagnetic        b) Paramagnetic
- (۳) a) Paramagnetic          b) Ferromagnetic
- (۴) a) Superparamagnetic    b) Paramagnetic

۲۹- فرض کنید به نانوذرات رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با ترتیب‌های مختلف متصل شده‌اند. کدام دو نانوذره در نتیجه جفت شدن بازهای DNA می‌توانند به یکدیگر نزدیک شوند؟

- (۱) AGCTA    CTAGC
- (۲) AUCGA    GCUAG
- (۳) ATCGA    GCTAG
- (۴) ATGGA    TACCT



- ۳۰- فرض کنید مجموعه‌ای از نانوذرات تولید شده‌اند. برای کاهش انرژی سطحی آن‌ها چه روشی را پیشنهاد می‌کنید؟
- (۱) آگلومره شدن نانوذرات
  - (۲) ایجاد ساختارهای یک بعدی از نانوذرات
  - (۳) کوچک کردن سایز نانوذرات
  - (۴) ایجاد ساختارهای با نظم هگزاگونال
- ۳۱- در یک میکروسکوپ روبشی تونلی (STM) اندازه جریان تونل‌زنی با افزایش ولتاژ بایاس و فاصله بین تیپ و سطح نمونه به ترتیب چگونه تغییر خواهد کرد؟
- (۱) افزایش نمایی - کاهش خطی
  - (۲) افزایش خطی - کاهش نمایی
  - (۳) کاهش نمایی - افزایش خطی
  - (۴) کاهش خطی - افزایش نمایی
- ۳۲- چگالی حالات با افزایش انرژی در هر محدوده از انرژی مجاز در یک سیم کوانتومی چه تغییری می‌کند؟
- (۱) افزایش می‌یابد.
  - (۲) کاهش می‌یابد.
  - (۳) ثابت می‌ماند.
  - (۴) وابسته به طول نانوسیم است.
- ۳۳- کدام روش مشخصه‌یابی بر مبنای اندازه‌گیری جذب توسط ارتعاشات ساختار مولکولی قرار دارد؟
- (۱) XRD
  - (۲) TEM
  - (۳) FTIR
  - (۴) UV-Vis spectroscopy
- ۳۴- فلز مس با تراز فرمی برابر ۷ الکترون ولت را در نظر بگیرید. انتظار دارید یک ذره مس در حدود چه ابعادی تبدیل به یک نقطه کوانتومی شود؟
- $C = 1.6 \times 10^{-19}$  بار الکترون  
 $kg = 9.1 \times 10^{-31}$  جرم الکترون
- (۱) ۵ انگستروم
  - (۲) ۵ نانومتر
  - (۳) ۱۰ نانومتر
  - (۴) ۵۰ نانومتر
- ۳۵- زمانی که دو ذره با شعاع متفاوت (یکی بسیار بزرگتر از دیگری) داخل حلال قرار داده می‌شوند، حلالیت ذره کوچک‌تر بیشتر از ذره بزرگ بوده و در نتیجه ذره کوچک‌تر به‌طور مداوم کوچک‌تر شده و ذره دیگر بزرگ‌تر می‌گردد. نام این پدیده کدام است؟
- (۱) تراکم
  - (۲) آگلومراسیون
  - (۳) رشد استوالد
  - (۴) رشد کلوییدی
- ۳۶- کاهش صد برابر در اندازه دانه یک فلز، نرخ خوردگی آن را چه تغییری می‌دهد؟
- (۱) نرخ خوردگی فلز را ۱۰ برابر افزایش می‌دهد.
  - (۲) نرخ خوردگی فلز را ۱۰ برابر کاهش می‌دهد.
  - (۳) نرخ خوردگی فلز را ۱۰۰ برابر افزایش می‌دهد.
  - (۴) بر نرخ خوردگی فلز نمی‌تواند تأثیرگذار باشد.
- ۳۷- نانولوله کربنی با بردار کایرال  $OA = 12a_1 - 7a_2$  چه نانولوله‌ای است؟
- (۱) فلزی
  - (۲) ایرسانا
  - (۳) نیمه‌رسانا
  - (۴) نارسانا
- ۳۸- اگر قطر نانولوله‌های کربنی نیمه‌رسانا ۲ برابر شود، پهنای باند آن چه تغییری می‌کند؟
- (۱) ۲۵٪ مقدار اولیه می‌شود.
  - (۲) ۵۰٪ مقدار اولیه می‌شود.
  - (۳) ۲۰۰٪ مقدار اولیه می‌شود.
  - (۴) ۴۰۰٪ مقدار اولیه می‌شود.
- ۳۹- برای تشکیل یک خوشه اتمی FCC با دولایه اتمی تعداد اتم مورد نیاز کدام است؟
- (۱) ۲۲
  - (۲) ۴۱
  - (۳) ۴۲
  - (۴) ۵۵
- ۴۰- با افزایش تعداد کربن سازنده فولرین‌ها (مثلاً  $C_{70}$  در مقایسه با  $C_{60}$ )، پایداری ترمودینامیکی و فراوانی آن به ترتیب چه تغییری می‌کند؟
- (۱) افزایش، افزایش
  - (۲) افزایش، کاهش
  - (۳) کاهش، افزایش
  - (۴) کاهش، کاهش

- ۴۱- در مورد نانولوله‌های کربنی با بردار کایرالیته  $(n, m)$ ، کدام مورد نادرست است؟  
 (۱) با افزایش مولفه‌های بردار کایرالیته، قطر نانولوله افزایش می‌یابد.  
 (۲) قطر آنها بستگی به بردار کایرالیته دارد و حداکثر زاویه کایرالیته  $60^\circ$  درجه است.  
 (۳) قطر آنها بستگی به بردار کایرالیته دارد و اگر  $n = m$  باشد، ساختار آرمچر حاصل می‌شود.  
 (۴) قطر آنها بستگی به بردار کایرالیته دارد و اگر  $m = 0$  باشد، ساختار زیگراگ حاصل می‌شود.
- ۴۲- اگر در شبکه الماسی به جای نصف موقعیت‌های تتراهدرال، همه آنها توسط اتم‌های کربن پر شود، عدد همسایگی یا CN جدید کدام است؟

(۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

- ۴۳- اگر یک نانولوله با بردار کایرالیته  $(4, 3)$  پیچیده شده باشد، زاویه پیچش آن چند درجه است؟

(۱) ۵۶ (۲) ۴۲ (۳) ۲۸ (۴) ۱۴

- ۴۴- مراحل تبدیل یک میکروپولی کریستال به یک نانوپولی کریستال با تغییر شکل پلاستیکی شدید چگونه است؟

- (۱) ایجاد ساختار سلولی ← مرزهای اصلی ← افزایش چگالی نابجایی‌ها ← تقسیم دانه با مرزهای فرعی  
 (۲) ایجاد ساختار سلولی ← افزایش چگالی نابجایی‌ها ← تقسیم دانه با مرزهای فرعی ← مرز دانه‌های اصلی  
 (۳) افزایش چگالی نابجایی‌ها ← ایجاد ساختار سلولی ← مرز دانه‌های اصلی ← تقسیم دانه با مرزهای فرعی  
 (۴) افزایش چگالی نابجایی‌ها ← ایجاد ساختار سلولی ← تقسیم دانه با مرزهای فرعی ← مرز دانه‌های اصلی

- ۴۵- در کدام یک از مواد زیر نرخ تف‌جوشی سریع‌تر است؟

- (۱) نانوپودر با توزیع اندازه یکنواخت (۲) نانوپودر با توزیع اندازه غیریکنواخت  
 (۳) پودر نانو کریستال با توزیع اندازه یکنواخت (۴) پودر نانو کریستال با توزیع اندازه غیریکنواخت



