

کد کنترل

534

A



# آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»

امام خمینی (ره)

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

رشته فناوری نانو - نانومواد - (کد ۲۳۶۳)

مدت پاسخ گویی: 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 - نانومواد	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 ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤالات و پائین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- فرض کنید  $z = \alpha + i\beta$  یک ریشه مختلط  $z^3 + qz + r = 0$  باشد. در این صورت  $\alpha$  در کدام معادله زیر صدق می‌کند؟ ( $q$  و  $r$  اعداد حقیقی‌اند).

$$\lambda \alpha^3 - 2q\alpha + r = 0 \quad (1)$$

$$2\alpha^3 - 2q\alpha - r = 0 \quad (2)$$

$$\lambda \alpha^3 + 2q\alpha - r = 0 \quad (3)$$

$$2\alpha^3 + 2q\alpha + r = 0 \quad (4)$$

۲- معادله  $x^2 = [x] + [2-x]$ ، چند جواب دارد؟

(۱) معادله یک جواب دارد.

(۲) معادله دو جواب دارد.

(۳) معادله چهار جواب دارد.

(۴) معادله فاقد جواب است.

۳- مثلثی را در ربع اول صفحه مختصات در نظر بگیرید. دو ضلع مثلث بر محورهای مختصات و ضلع سومش بر خط

مماس بر منحنی  $y = e^{-x}$ ، واقع است. بیشترین مساحت ممکن مثلث کدام است؟

$$e \quad (1)$$

$$2e \quad (2)$$

$$\frac{2}{e} \quad (3)$$

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

۴- اگر به ازای هر  $x > 0$  تابع پیوسته و دو بار مشتق‌پذیر  $f$  در تساوی  $2 \int_0^x f(t) dt = x(\ln x - 1) + \int_0^x t^2 f''(t) dt$  صدق کند،  $f(x)$  کدام است؟

$$c_1 x^2 + c_2 x^3 + \frac{1}{2} \ln x - \frac{1}{4} \quad (1)$$

$$c_1 x^{-1} + c_2 x^2 + \frac{1}{2} \ln x - \frac{1}{4} \quad (2)$$

$$c_1 x + c_2 x^3 + \ln x + 2 \quad (3)$$

$$c_1 x + c_2 x^2 + \ln x - 2 \quad (4)$$

۵- سهمی  $x = \frac{1}{6}y^2$ ، قرص  $4x^2 + y^2 \leq 4$  را به دو قسمت تقسیم می‌کند. مساحت ناحیه بزرگ‌تر کدام است؟

$$(1) \frac{8\pi - \sqrt{3}}{6}$$

$$(2) \frac{8\pi + \sqrt{3}}{6}$$

$$(3) \frac{4\pi - 5\sqrt{3}}{6}$$

$$(4) \frac{4\pi + \sqrt{3}}{6}$$

۶- انحنای منحنی  $e^{xy^2} + (2x+1)y = 2$ ، در نقطه‌ای به طول  $x=0$ ، کدام است؟

$$(1) \frac{2}{3}\sqrt{10}$$

$$(2) \frac{0}{23}\sqrt{10}$$

$$(3) \frac{2}{3}$$

$$(4) \frac{0}{23}$$

۷- حاصل انتگرال  $\int_0^\pi \int_x^\pi \frac{\sin y}{y} dy dx$ ، کدام است؟

$$(1) 0$$

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

$$(3) 1$$

$$(4) 2$$

۸- اگر  $\begin{cases} u = x + y + z \\ uv = y + z \\ uvw = z \end{cases}$  باشد، آن‌گاه  $\frac{\partial(x, y, z)}{\partial(u, v, w)}$ ، کدام است؟

$$(1) u^2v$$

$$(2) uv^2$$

$$(3) uw^2$$

$$(4) vw^2$$

۹- فرض کنید  $S$  سطح کره‌ای به شعاع ۲ و مرکز مبدأ مختصات باشد. حاصل  $I = \iint_S xdy dz + ydxdz + zdx dy$

کدام است؟

$$(1) 4\pi$$

$$(2) 8\pi$$

$$(3) 16\pi$$

$$(4) 32\pi$$

۱۰- هر ماتریس دلخواه  $A$  را می توان به صورت  $A = B + iC$  نوشت که  $B$  و  $C$  دو ماتریس هرمیتی هستند. ماتریس های

$B$  و  $C$  کدامند؟ ( $i^2 = -1$ )

$$C = \frac{-1}{2i}(A - A^\dagger) \quad \text{و} \quad B = \frac{1}{2}(A + A^\dagger) \quad (۱)$$

$$C = \frac{1}{2i}(A - A^\dagger) \quad \text{و} \quad B = \frac{1}{2}(A + A^\dagger) \quad (۲)$$

$$C = \frac{1}{2i}(A^\dagger + A) \quad \text{و} \quad B = \frac{i}{2}(A - A^\dagger) \quad (۳)$$

$$C = \frac{i}{2}(A + A^\dagger) \quad \text{و} \quad B = \frac{1}{2i}(A - A^\dagger) \quad (۴)$$

۱۱- اگر  $\vec{r} = x_1 \hat{i} + x_2 \hat{j} + x_3 \hat{k}$  و  $r = |\vec{r}|$  باشد، کدام رابطه نادرست است؟

$$\nabla^2 \frac{1}{r} = 0 \quad (۱)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{r} = 0 \quad (۲)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{r} = 3 \quad (۳)$$

$$\vec{\nabla} \ln r = \frac{\vec{r}}{r^2} \quad (۴)$$

۱۲- اگر بردار مکان  $\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$  و  $\vec{A}$  برداری ثابت باشد، حاصل عبارت  $\nabla^2 (\vec{A} \cdot \vec{r})$  کدام است؟ ( $r = |\vec{r}|$ )

(۱) صفر

$$-\frac{|\vec{A}|}{r^2} \quad (۲)$$

$$3 \frac{\vec{A} \cdot \vec{r}}{r^5} \quad (۳)$$

$$2r \vec{A} \cdot \vec{r} \quad (۴)$$

۱۳- در صفحه مختلط، حاصل انتگرال  $\int_C dz \frac{z-3}{z(z+2)^2}$  کدام است؟ (انتگرال روی دایره  $C$  به شعاع  $|z|=3$  و به مرکز

مختصات  $0$  در جهت مثبت مثلثاتی گرفته می شود.)

$$-1.5\pi i \quad (۱)$$

$$1.5\pi i \quad (۲)$$

$$3\pi i \quad (۳)$$

$$\text{صفر} \quad (۴)$$

۱۴- تابع دلتای دیراک  $\delta(3x^2 - x - 10)$  برابر با کدام عبارت است؟

$$\frac{1}{13} \delta(x-2) \delta(x+\frac{5}{3}) \quad (۱)$$

$$\frac{1}{13} \left( \delta(x+2) + \delta(x-\frac{5}{3}) \right) \quad (۲)$$

$$\frac{1}{11} \left( \delta(x-2) + \delta(x+\frac{5}{3}) \right) \quad (۳)$$

$$\frac{1}{11} \left( \delta(x-2) - \delta(x+\frac{5}{3}) \right) \quad (۴)$$

۱۵- تابع  $\tilde{f}(k)$  تبدیل فوریۀ تابع  $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2a} & \text{for } |x| \leq a \\ 0 & \text{for } |x| > a \end{cases}$  (a > 0) کدام است؟

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\exp(-iak)}{ak} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\exp(iak)}{ak} \quad (۲)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\cos(ak)}{ak} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\sin(ak)}{ak} \quad (۴)$$

۱۶- اگر تبدیل لاپلاس تابع  $F(t)$  به شکل  $\mathcal{L}(F(t)) = \int_0^{\infty} dt e^{-st} F(t)$  تعریف شود که در آن  $s > 0$ ، تابع

$$\left( F'(t) = \frac{dF(t)}{dt} \right) \text{ در کدام رابطه صدق می کند؟}$$

$$\mathcal{L}(F'(t)) = s \mathcal{L}(F(t)) + F(0) \quad (۱)$$

$$\mathcal{L}(F'(t)) = s \mathcal{L}(F(t)) - F(0) \quad (۲)$$

$$\mathcal{L}(F'(t)) = s^{-1} \mathcal{L}(F(t)) + F(0) \quad (۳)$$

$$\mathcal{L}(F'(t)) = s^{-1} \mathcal{L}(F(t)) - F(0) \quad (۴)$$

۱۷- با توجه به تابع مولد توابع بسل  $e^{(x/2)(t-1/t)} = \sum_{m=-\infty}^{\infty} J_m(x) t^m$  کدام رابطه همواره درست است؟

$$J_m(-x) = J_m(x) \quad (۱)$$

$$J_m(-x) = -J_m(x) \quad (۲)$$

$$J_m(x) = (-1)^m J_m(-x) \quad (۳)$$

$$J_m(x) = (-1)^{m+1} J_m(-x) \quad (۴)$$

۱۸- توان دریافتی بر واحد سطح زمین که نور خورشید به صورت عمود بر آن می‌تابد  $\frac{W}{m^2} \times 10^3 \times 21/4$  است. اگر خورشید با همین آهنگ به تابش انرژی ادامه دهد، چند سال طول می‌کشد تا خورشید نیم درصد از جرمش را از دست بدهد؟

(۱)  $8 \times 10^4$

(۲)  $8 \times 10^6$

(۳)  $8 \times 10^8$

(۴)  $8 \times 10^{10}$

۱۹- یک چشمه نور، با شدت  $24\pi \frac{kW}{m^2}$  گسیل می‌کند. دامنه میدان مغناطیسی آن چند میکروتسلا است؟

(۱)  $6\pi$

(۲)  $8\pi$

(۳)  $12\pi$

(۴)  $16\pi$

۲۰- پروتونی در مسیری دایره‌ای به شعاع  $20 \text{ cm}$  به طور عمود بر یک میدان مغناطیسی به بزرگی  $0/05$  تسلا در حرکت است. بزرگی تکانه پروتون چند  $\text{kg} \cdot \frac{m}{s}$  است؟ (اندازه بار الکتریکی پروتون  $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$  می‌باشد).

(۱)  $3/2 \times 10^{-21}$

(۲)  $1/6 \times 10^{-17}$

(۳)  $1/6 \times 10^{-21}$

(۴)  $3/2\pi \times 10^{-21}$

۲۱- ذره‌ای بدون سرعت اولیه در سقوط آزاد از یک ارتفاع معین،  $64$  درصد کل آن ارتفاع را در یک ثانیه آخر سقوطش طی کرده است. ارتفاع مزبور چند متر بوده است؟ ( $g = 9/8 \frac{m}{sec^2}$ )

(۱)  $30/62$

(۲)  $61/25$

(۳)  $38/76$

(۴)  $122/5$

۲۲- یک جعبه  $4$  کیلوگرمی بر روی یک سطح بدون اصطکاک با سرعت  $1 \frac{m}{s}$  در حال لغزش است. در یک لحظه نیروی ثابتی در راستای حرکت جعبه به آن وارد می‌شود و به فاصله  $3$  متر حرکت جعبه این نیروی ثابت به جعبه اعمال می‌شود و سرعت جعبه به  $2 \frac{m}{s}$  می‌رسد. اندازه نیروی وارد به جعبه چند نیوتن است؟

(۱)  $1$

(۲)  $2$

(۳)  $3$

(۴)  $4$

۲۳- اگر خطای نسبی اندازه‌گیری سرعت یک جسم  $10$  درصد باشد، خطای نسبی اندازه‌گیری انرژی جنبشی چند درصد است؟ (خطای اندازه‌گیری جرم را در نظر نگیرید).

(۱)  $20$

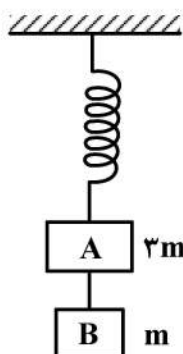
(۲)  $15$

(۳)  $10$

(۴)  $5$



۲۴- مطابق شکل زیر، مکعب A به جرم  $3m$  توسط یک فنر بدون جرم از سقف آویزان شده است. مکعب B به جرم  $m$  توسط ریسمانی محکم به مکعب A متصل شده است. مقدار شتاب مکعب‌های A و B پس از قطع ریسمان به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



(۱)  $g, g$

(۲)  $\frac{g}{3}, g$

(۳)  $g, \frac{g}{3}$

(۴)  $\frac{g}{3}, \frac{g}{3}$

۲۵- جعبه‌ای با دیواره‌های نازک، حجمی برابر با  $1200 \text{ cm}^3$  و جرمی برابر با  $200 \text{ g}$  دارد. حداقل چند عدد ساچمه سربی باید روی جعبه قرارداد تا کاملاً در آب فرو رود؟ (جرم هر ساچمه  $10 \text{ g}$  است.)

(۱)  $50$

(۲)  $100$

(۳)  $120$

۲۶- در کدام میکروسکوپ، مبنای تشکیل تصویر نیروهای بین اتمی است؟

(۱) AFM

(۲) SEM

(۳) STM

(۴) TEM

۲۷- اگر یک قطره آب به حجم  $4 \mu\text{m}^3$  را به  $1000$  قسمت مساوی تقسیم کنیم، سایز تقریبی نانوذرات حاصله چند نانومتر است؟

(۱)  $100 \text{ nm}$

(۲)  $10 \text{ nm}$

(۳)  $1 \text{ nm}$

۲۸- کدام روش مشخصه یابی قادر به تعیین ساختار کریستالی نیست؟

(۱) TEM

(۲) XRF

(۳) XRD

(۴) WAXS

۲۹- با کوچک شدن ابعاد در هر سه بعد، با فرض ثابت بودن خواص الکتریکی، ظرفیت خازن و مقدار مقاومت الکتریکی به ترتیب چه تغییری می‌کند؟

(۱) افزایش، افزایش

(۲) افزایش، کاهش

(۳) کاهش، افزایش

(۴) کاهش، کاهش

۳۰- با افزودن نانوذرات فلزی به سیال پایه آب، کدام خاصیت سیال کاهش می‌یابد؟

(۱) هدایت الکتریکی

(۲) هدایت حرارتی

(۳) لزجت دینامیکی

(۴) ظرفیت گرمایی ویژه

۳۱- چگالی ترازهای مجاز انرژی در کدام ساختار بیشتر است؟

(۱) توده

(۲) نقطه کوانتومی

(۳) سیسم کوانتومی

(۴) صفحه کوانتومی

۳۲- با افزایش چگالی الکترون‌های آزاد در یک ماده، انتظار دارید طول موج فرمی و طول پویش آزاد به ترتیب چگونه تغییر کنند؟

(۱) افزایش - افزایش

(۲) افزایش - کاهش

(۳) کاهش - افزایش

(۴) کاهش - کاهش

۳۳- با کاهش اندازه یک نانوذره نیمه‌هادی به تدریج لبه تراز هدایت به اندازه  $0.5$  الکترون ولت و لبه تراز ظرفیت به اندازه  $0.1$  الکترون ولت جابه‌جا شده‌اند. کدام عبارت صحیح است؟

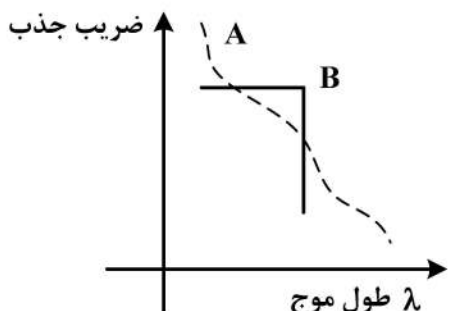
(۱) چگالی الکترون &lt; چگالی حفره

(۲) چگالی الکترون &lt; چگالی الکترون

(۳) جرم مؤثر الکترون &lt; جرم مؤثر حفره

(۴) جرم مؤثر الکترون &gt; جرم مؤثر حفره

۳۴- در اندازه‌گیری ضریب جذب نوری دو ماده A و B نمودار زیر به دست آمده است. کدام عبارت برای توصیف این منحنی صحیح است؟



(۱) گاف انرژی ماده A < گاف انرژی ماده B

(۲) گاف انرژی ماده B < گاف انرژی ماده A

(۳) گاف انرژی ماده A غیرمستقیم و گاف انرژی ماده B مستقیم است.

(۴) گاف انرژی ماده B غیرمستقیم و گاف انرژی ماده A مستقیم است.

۳۵- در طراحی یک نانوکاتالیست برای آنکه رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید هر دو بتوانند منجر به حذف آلاینده‌ها شوند، ابعاد ذره چه ویژگی باید داشته باشد؟

(۱) بزرگتر از لایه تهی

(۲) کوچکتر از لایه تهی

(۳) بزرگتر از لایه هلمهولتز

(۴) کوچکتر از لایه هلمهولتز

۳۶- تصور کنید که برای انجام فرایند سل-ژل، دو سوسپانسیون تهیه کرده‌ایم. اندازه ذرات سوسپانسیون اول ۱ نانومتر و اندازه ذرات سوسپانسیون دوم ۱۰۰ نانومتر است. در شرایط یکسان، تفاوت سرعت ته نشینی این دو سوسپانسیون در کدام گزینه به درستی اشاره شده است؟

(۱) سرعت ته‌نشینی سوسپانسیون دوم ۱۰۰ برابر سوسپانسیون اول است.

(۲) سرعت ته‌نشینی سوسپانسیون دوم ۱۰ هزار برابر سوسپانسیون اول است.

(۳) سرعت ته‌نشینی سوسپانسیون دوم ۱۰۰ هزار برابر سوسپانسیون اول است.

(۴) اصولاً اندازه ذرات در سرعت ته‌نشینی اثری ندارد و هر دو با یک سرعت ته‌نشینی می‌شوند.

۳۷- در خصوص فرایند کننده‌کاری لیزری برای سنتز نانوذرات، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) از لیزر پیوسته استفاده می‌شود، چرا که در فاصله کوتاه کنترل‌پذیری بیشتری دارد.

(۲) از لیزر پالسی استفاده می‌شود، چرا که در فاصله کوتاه کنترل‌پذیری بیشتری دارد.

(۳) از لیزر پیوسته استفاده می‌شود، چرا که نسبت به لیزر پالسی شدت بیشتری دارد.

(۴) از لیزر پالسی استفاده می‌شود، چرا که نسبت به لیزر پیوسته شدت بیشتری دارد.

۳۸- یکی از مشکلات عمده پلیمرها، وجود فضاهای خالی و حفرات در ساختار آنهاست که سبب عبور مولکول‌های کوچک از این فضاها شده و عملکرد آنها را به عنوان نگهدارنده طولانی مدت مواد غذایی تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از راه‌های رفع این مشکل استفاده از تقویت‌کننده‌های نانومتری است. کدام فاکتور معرفی شده برای فیلترهای نانومقیاس، در نفوذناپذیری پلیمرها تأثیر ندارد؟

(۱) شکل هندسی

(۲) میزان پراکندگی در پلیمر

(۳) قطبیت نانوفیلتر مورد استفاده

(۴) جهت‌گیری (Alignment) نانوفیلتر مورد استفاده

۳۹- کدام گزینه، کلیدی‌ترین ویژگی ساختاری است، که به عنوان مسئول تغییرات فاحش خواص در مواد نانو ساختار توده‌ای در مقایسه با میکروساختارهای توده‌ای شناخته می‌شود؟

(۱) پارامتر شبکه

(۲) اندازه متوسط دانه

(۳) فرایندهای تولید

(۴) مرزدانه‌های غیرتعادلی



۴۰- یک لایه گران اکساید را احیا می کنیم، در طیف رامان آن چه تغییری در پیک های باندهای G و D ایجاد می شود؟

(۱) نسبت شدت  $\frac{G}{D}$  افزایش یابد.

(۲) نسبت شدت  $\frac{D}{G}$  افزایش یابد.

(۳) طول موج های G و D به سمت مقادیر کمتر جابه جا شوند.

(۴) طول موج های G و D به سمت مقادیر بیشتر جابه جا شوند.

۴۱- در روش سل - ژل، خشک شدن خود به خودی ژل، به ترتیب منجر به ایجاد چه ساختاری می شود و ساختار به لحاظ میزان تراکم به نسبت روش خشک شدن فوق بحرانی چه ویژگی دارد؟

(۱) زروژل - متراکم تر است.

(۲) زروژل - کم تراکم تر است

(۳) آئروژل - متراکم تر است.

(۴) آئروژل - کم تراکم تر است.

۴۲- اگر یک نانو ذره که به صورت جامد یونی است از دو جزء A و B تشکیل شده باشد، به طوری که مواضع FCC و B مواضع تتراهدرال را پر کرده باشد، فرمول شیمیایی این ترکیب کدام است؟

(۱) AB

(۲)  $A_2B$

(۳)  $AB_2$

(۴)  $A_2B_2$

۴۳- نسبت استحکام به وزن یک نانو لوله (با قطر و طول در محدوده نانومتر) چند برابر پارامتر متناظر برای یک میله (با قطر و طول میلی متری) است؟

(۱)  $10^{-6}$

(۲)  $10^6$

(۳)  $10^{-12}$

(۴)  $10^{12}$

۴۴- برای نانو ذرات با ترکیب  $BaTiO_3$  در صورتی که شعاع اتم های Ba و O به ترتیب  $2/68$  و  $1/52$  آنگستروم و فاکتور تلورانس ۱ باشد، شعاع اتم تیتانیوم کدام است؟

(۱)  $1/16$

(۲)  $1/45$

(۳)  $4/7$

(۴)  $6/06$

۴۵- در روش تولید نانوذرات به روش شیمیایی، برای کاهش سایز بحرانی تشکیل نانو ذره، هر کدام از عوامل انرژی سطحی و انرژی آزاد گیبس به ترتیب چگونه باید تغییر کنند؟

(۱) کاهش - کاهش

(۲) کاهش - افزایش

(۳) افزایش - کاهش

(۴) افزایش - افزایش





