

# کندو

kandoo.cn.com



اخبار / مقالات / بانک سوال / فروشگاه

## با عضویت در سایت ما

نیاز به عضویت در هیچ سایت کنکور دیگری را ندارید

### برخی از خدمات ویژه سایت ما:

- ✓ ارسال آخرین اخبار کنکور از طریق ایمیل به صورت **کاملاً رایگان**
- ✓ ارسال آخرین اخبار کنکور از طریق پیامک ( **سالانه ۲۰۰۰ تومان** )
- ✓ ارائه دهنده نمونه سوالات کنکور همه رشته ها به صورت رایگان

## با ما با خیالی راحت به سراغ کنکور بروید

**چنانچه نمونه سوالی را پیدا نمی کنید**

در قسمت "تماس با ما" درخواست دهید تا در اولین فرصت در اختیار شما قرار گیرد

377

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



377F

صبح جمعه

۹۱/۱۲/۱۸

دفترچه شماره ۱



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی**  
**دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل**  
**در سال ۱۳۹۲**

**رشته‌ی**  
**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	مجموعه دروس تخصصی (ریاضی و فیزیک) (ریاضی عمومی ۱ و ۲، فیزیک پایه ۱ و ۲)، مبانی نانوتکنولوژی، ادوات نیمه هادی پیشرفته	۴۵	۱	۴۵

**اسفندماه سال ۱۳۹۱****این آزمون نمره منفی دارد.**

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

هی چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- اگر  $f''(x)$  روی بازه  $[a, b]$  پیوسته باشد، آنگاه  $\int_a^b x f''(x) dx$  برابر کدام است؟

$$(۱) \quad bf'(b) - af'(a) - f(b) + f(a) \quad (۲) \quad af'(b) - bf'(a) + f(b) - f(a)$$

$$(۳) \quad bf'(b) - af'(a) + f(b) - f(a) \quad (۴) \quad af'(b) - bf'(a) - f(b) + f(a)$$

۲- فرض کنید برای  $n \in \mathbb{N}$  تعریف کنیم  $I_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos x)^n dx$ ، در این صورت مقدار  $\frac{I_{100}}{I_{98}}$  کدام است؟

$$(۱) \quad \frac{98}{100} \quad (۲) \quad \frac{99}{100}$$

$$(۳) \quad \frac{100}{99} \quad (۴) \quad \frac{100}{98}$$

۳- کدام یک از بازه‌های زیر دارای این خاصیت است که برای هر  $x$  در آن بازه  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2x+5)^n}{\sqrt{n} 2^{n+1}}$  همگراست؟

$$(۱) \quad (-6, 1) \quad (۲) \quad \left(-5, \frac{1}{2}\right)$$

$$(۳) \quad [-6, 1) \quad (۴) \quad \left[-5, \frac{1}{2}\right]$$

۴- انحناى منحنی  $y = \cosh x$  در  $x = 1$ ، کدام است؟

$$(۱) \quad \frac{2e^2}{(e^2+1)^2} \quad (۲) \quad \frac{2e^2}{(e^2-1)^2}$$

$$(۳) \quad \frac{4e^2}{(e^2+1)^2} \quad (۴) \quad \frac{4e^2}{(e^2-1)^2}$$

۵- صفحه مماس و خط قائم بر رویه  $z+1 = xe^y \cos z$  در نقطه  $(1, 0, 0)$  کدام است؟

$$(۱) \quad x-1=y=-z \text{ و } x+y-z=1 \quad (۲) \quad x-1=-y=z \text{ و } x-y+z=1$$

$$(۳) \quad -x+1=y=z \text{ و } -x+y+z=1 \quad (۴) \quad x-1=y=z \text{ و } x+y+z=1$$

۶- مقدار انتگرال  $\int_0^2 \int_0^{\sqrt{2x-x^2}} \int_0^{\sqrt{x^2+y^2}} dz dy dx$ ، کدام است؟

$$(۱) \quad \frac{2}{3} \quad (۲) \quad \frac{4}{3}$$

$$(۳) \quad \frac{8}{3} \quad (۴) \quad \frac{16}{3}$$

۷- فرض کنید  $\vec{F} = (2x, 3y, 4z)$  و  $M$  سطح بسته استوانه توپر  $R$  باشد؛ که  $x^2 + y^2 \leq 4$  و  $0 \leq z \leq 5$ ، آنگاه

$$\iint_M \vec{F} \cdot \vec{N} ds \text{ کدام است؟ (N بردار یکه عمود بر سطح بسته در هر نقطه است.)}$$

$$(1) 36\pi \quad (2) 18\pi$$

$$(3) 9\pi \quad (4) 45\pi$$

۸- انتگرال ناسره  $\int_2^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x^3}}$  و  $\int_2^{+\infty} \frac{|\sin(\cos x)|}{3+x^5}$  به ترتیب ..... و ..... می باشد.

$$(1) \text{ همگرا - واگرا} \quad (2) \text{ همگرا - همگرا}$$

$$(3) \text{ واگرا - واگرا} \quad (4) \text{ واگرا - همگرا}$$

۹- کدام ماتریس در فضای  $C^2$  پایه های استاندارد  $|1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ ،  $|2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$  را بسه پایه های

$$|a_1\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ \sqrt{2} \\ 1 \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}, |a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ \sqrt{2} \\ 1 \\ \sqrt{2} \end{pmatrix} \text{ تبدیل می کند؟}$$

$$(1) \begin{pmatrix} \frac{i}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} \quad (2) \begin{pmatrix} \frac{i}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

$$(3) \begin{pmatrix} -\frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} \quad (4) \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{i}{\sqrt{2}} & -\frac{i}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

۱۰- اگر  $\vec{W}$  بردار ثابتی باشد و  $\vec{V} = \vec{W} \times \vec{r}$ ، در آن صورت  $\vec{V} \times \vec{V}$  کدام است؟

$$(1) -\vec{W} \quad (2) -2\vec{W}$$

$$(3) \vec{W} \quad (4) 2\vec{W}$$

۱۱- اگر  $S$  ماتریس متقارن،  $A$  ماتریس پادمتقارن و  $M$  ماتریس دلخواه باشد، کدام عبارت نادرست است؟  $M^T$  ترانهاد  $M$  است.

$$(1) \text{Tr}(SA) = 0 \quad (2) \text{Tr}M = \text{Tr}M^T$$

(۳) ماتریس  $MSM^T$  متقارن است. (۴) ماتریس  $(SA)$  همواره پادمتقارن است.

۱۲- شرط لازم و کافی برای آنکه در سه بعد ما بین دو تابع اسکالر  $u(x, y, z)$ ،  $v(x, y, t)$  رابطه  $f(u, v) = 0$  برقرار باشد، چیست؟

$$(1) \quad (\bar{\nabla} u) \times (\bar{\nabla} v) = 0 \quad (2) \quad (\bar{\nabla} u) \cdot (\bar{\nabla} v) = 0$$

$$(3) \quad (\nabla^2 u) = (\nabla^2 v) \quad (4) \quad \dot{V}(uv) = 0$$

۱۳- تبدیل فوریه تابع گاوسین  $g(x) = ae^{-bx^2}$  که در آن  $a, b > 0$  هستند، کدام است؟

$$(1) \quad \frac{a}{\sqrt{2b}} e^{-\frac{k^2}{4b}} \quad (2) \quad \sqrt{\frac{2}{b}} a e^{-\frac{k^2}{2b}}$$

$$(3) \quad \frac{a}{\sqrt{2b}} e^{\frac{k^2}{2b}} \quad (4) \quad \sqrt{\frac{2}{b}} a e^{\frac{k^2}{2b}}$$

۱۴- با استفاده از روش حساب مانده‌ها، حاصل انتگرال  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 dx}{(x^2+1)(x^2+4)^2}$  کدام است؟

$$(1) \quad \frac{-7\pi}{36} \quad (2) \quad \frac{\pi}{36}$$

$$(3) \quad \frac{\pi}{2} \quad (4) \quad \frac{\pi}{36}$$

۱۵- کدام یک از معادلات دیفرانسیل زیر، غیرخطی است؟

$$(1) \quad e^x y'''(x) - (x-2)y'(x) = 0 \quad (2) \quad \delta y''(x) - x(y'(x))^2 + x^2 y(x) = 0$$

$$(3) \quad y''(x) + \cos x y'(x) - y(x) = 0 \quad (4) \quad x^2 y''(x) + \frac{2}{x-2} y'(x) + 2y(x) = 0$$

۱۶- با توجه به تابع مولد چند جمله‌ایهای هرمیت  $e^{t^2+2tx} = \sum_{n=0}^{\infty} H_n(x) \frac{t^n}{n!}$  کدام رابطه نادرست است؟

$$(1) \quad H_2(x) = 4x^2 - 2 \quad (2) \quad \frac{dH_n(x)}{dx} = 2nH_{n-1}(x)$$

$$(3) \quad H_{2n}(0) = (-1)^n \frac{(2n)!}{n!} \quad (4) \quad H_{n+1}(x) = xH_n(x) - 2nH_{n-1}(x)$$

۱۷- دو سورتمه هر کدام به جرم  $40 \text{ kg}$  روی یک خط مستقیم در امتداد هم روی سطح یخی ابتدا در حال سکون قرار دارند. یک سنگ به جرم  $15 \text{ kg}$  که ابتدا روی سورتمه A قرار دارد به روی سورتمه B می‌جهد و سپس به روی سورتمه A برمی‌گردد. هر دو برش با تندی  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  نسبت به سطح یخ انجام می‌شود.  $V'_A$  سرعت نهایی سورتمه A و  $V'_B$  سرعت نهایی سورتمه B

بر حسب متر بر ثانیه کدام است؟

$$V'_B = 0, V'_A = 0 \quad (1)$$

$$V'_B = \frac{15}{4}, V'_A = -\frac{30}{11} \quad (2)$$

$$V'_B = \frac{285}{88}, V'_A = -\frac{15}{4} \quad (3)$$

$$V'_B = \frac{15}{11}, V'_A = -\frac{15}{4} \quad (4)$$

۱۸- نیروی  $\vec{F} = 4\hat{i} + c\hat{j}$  به ذره‌ای وارد می‌شود و آن را به اندازه بردار  $\vec{d} = 3\hat{i} - 2\hat{j}$  جابه‌جا می‌کند. (نیروهای دیگری نیز به ذره وارد می‌شوند). اگر کار انجام شده توسط نیروی  $\vec{F}$  مقدار ۱۷ ژول باشد، مقدار c کدام است؟ F بر حسب نیوتن و d بر حسب متر داده شده است.

$$-\sqrt{\frac{116}{13}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{116}{13}} \quad (2)$$

$$2/5 \quad (3)$$

$$-2/5 \quad (4)$$

۱۹- یک نیروی پایستار به ذره‌ای به جرم  $10 \text{ kg}$  که در روی محور x حرکت دارد، اثر می‌کند. انرژی پتانسیل وابسته به این نیرو

برای  $x \geq 0$ ،  $U(x) = -4xe^{-\frac{x}{4}}$  (بر حسب متر و U بر حسب ژول) است. در  $x = 0$  ذره دارای انرژی جنبشی  $10$  ژول

می‌باشد. در کدام نقطه یا نقاط، سرعت ذره صفر است؟

$$x = \infty \quad (1)$$

$$x = 4 \quad (2)$$

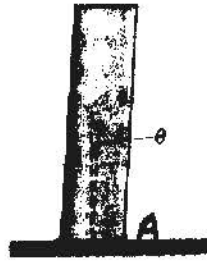
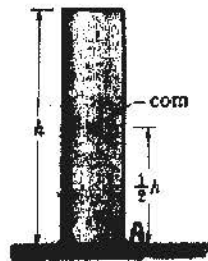
$$x = \infty, x = 4 \quad (3)$$

(4) در بازه  $x = 0$  تا  $x = \infty$ ، در هیچ نقطه سرعت ذره صفر نمی‌شود.



منابع آزمون دکتری  
www.doktora.ir

- ۲۰- برج استوانه‌ای یکنواختی به شعاع  $5\text{m}$  و ارتفاع  $30\text{m}$  به طور قائم روی سطح افقی زمین نصب شده است. به مرور زمان این برج به اندازه  $\theta = 5^\circ$  نسبت به امتداد قائم منحرف می‌شود. نیروی عمودی وارد بر برج در نقطه A نسبت به حالت اولیه برج تقریباً چند درصد افزایش یافته است؟



(۱) ۱۶

(۲) ۲۶

(۳) ۳۲

(۴) ۵۲

- ۲۱- در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی یکنواختی با شدت  $50 \frac{\text{N}}{\text{C}}$  وجود دارد. الکترونی با سرعت اولیه  $40 \frac{\text{km}}{\text{s}}$  موازی و هم

جهت با میدان الکتریکی وارد این ناحیه می‌شود. سرعت الکترون پس از  $20 \text{ ns}$ ، تقریباً چند  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  است؟

(۲) ۵۷/۵

(۱) ۲۲/۵

(۴) ۱۳۵

(۳) ۱۲۰

- ۲۲- پتانسیل الکتریکی یک توزیع بار در نقطه‌ای از فضا با مختصات کروی  $(r, \theta, \varphi)$  به شکل  $V = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{r}{2R} + \frac{r^2}{R^2} \right)$

است. میدان الکتریکی در این نقطه کدام است؟  $Z$  و  $R$  اعداد ثابتی هستند.

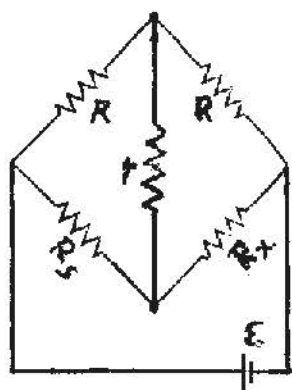
$$\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{r}{r^2} - \frac{r}{2R^2} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{r}{2R^2} \right) \quad (۱)$$

$$\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{r}{2R^2} + \frac{r}{2Rr} \right) \quad (۴)$$

$$\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{r}{2R} - \ln r - \frac{r^2}{2R^2} \right) \quad (۳)$$

- ۲۳- در مدار زیر، مقدار شدت جریان در مقاومت  $r$  کدام است؟



$$\frac{\epsilon(R_s - R_x)}{(R - \epsilon r)(R_s + R_x) + \epsilon R_s R_x} \quad (۱)$$

$$\frac{\epsilon(R_s + R_x)}{(R + \epsilon r)(R_s - R_x) + \epsilon R_s R_x} \quad (۲)$$

$$\frac{\epsilon(R_s - R_x)}{(R + \epsilon r)(R_s + R_x) + \epsilon R_s R_x} \quad (۳)$$

$$\frac{\epsilon(R_s + R_x - \epsilon r)}{(R - \epsilon r)(R_s - R_x) - \epsilon R_s R_x} \quad (۴)$$



A diagram showing a circle centered at the origin of a Cartesian coordinate system with x and y axes. Two points, labeled 'Wire 1' and 'Wire 2', are marked on the circle. Wire 1 is located on the negative x-axis. Wire 2 is located in the first quadrant. A line segment connects the origin to Wire 2, and the angle between this segment and the positive x-axis is labeled  $\theta_2$ .

$$\cos^{-1}\left(\frac{y}{r_0}\right) \quad (8)$$

FTIR (a) FTIR (b)



## ۲۹- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) نانو ذرات سیلیکا ( $\text{SiO}_2$ ) هادی هستند.
  - (۲) نانو ذرات نقره در سنسورهای زیستی (Biosensor) به کار می‌روند.
  - (۳) نانو ذرات طلا به ابعاد حدود  $30$  نانو متر، به رنگ قرمز دیده می‌شوند.
  - (۴) نانو ذرات آلومینیوم قابلیت احتراق در هوا دارند، و موجب بروز انفجارهای احتراقی شدید می‌شوند.
- ۳۰- برای سخت کردن فولاد، نانو ذرات ..... در فولاد پخش می‌شوند. این نانو ذرات ..... می‌شوند.

- (۱) مس، مانع اشاعه ترک‌ها
  - (۲) مس، مانع حرکت نابه‌جایی‌ها
  - (۳) کربید آهن، مانع اشاعه ترک‌ها
  - (۴) کربید آهن، مانع حرکت نابه‌جایی‌ها
- ۳۱- نقطه ذوب اغلب نانو خوشه‌های فلزی نسبت به نقطه ذوب ماده حجیم آن ..... است و با کوچک‌تر شدن اندازه نانو خوشه‌ها، معمولاً نقطه ذوب ..... می‌یابد.

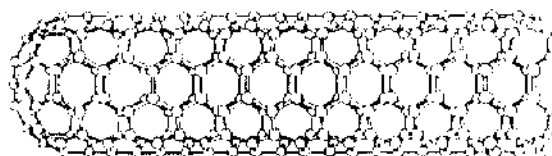
- (۱) بالاتر - کاهش
  - (۲) بالاتر - افزایش
  - (۳) پایین‌تر - کاهش
  - (۴) پایین‌تر - افزایش
- ۳۲- در طیف‌سنجی بریلوئن نانو ذرات بلوری، وقتی اندازه ذره کاهش می‌یابد، طیف‌ها ..... و قله طیف به عدد موج‌های ..... منتقل می‌شود.

- (۱) پهن‌تر - بزرگ‌تر
  - (۲) پهن‌تر - کوچک‌تر
  - (۳) نازک‌تر - بزرگ‌تر
  - (۴) نازک‌تر - کوچک‌تر
- ۳۳- کدام عبارت در مورد روش طیف‌سنجی تشدید پارامغناطیس الکترون «EPR»، نادرست است؟

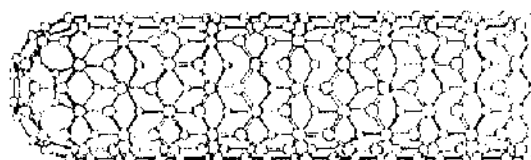
- (۱) برای تعیین فلز یا نیمه رسانا بودن نانو لوله‌ها استفاده می‌تود.
  - (۲) برای مطالعه الکترون‌های رسانش در نانو ذرات فلزی به کار می‌رود.
  - (۳) به ازای یک میدان مغناطیسی معین، پسمادهای تشدید الکترون سه مرتبه‌ای اندازه، کوچکتر از NMR هستند.
  - (۴) برای شناسایی حفره‌های اکسیژنی به دام افتاده در نانو خوشه‌های نیمه رسانای  $\text{TiO}_2$  کلونیدی استفاده می‌شود.
- ۳۴- در روش تولید نانو لوله‌های کربنی به روش قوس الکتریکی، اگر از هیچ کاتالیستی استفاده نشود، نانو لوله‌های ..... و اگر از مقداری ..... به عنوان کاتالیست استفاده شود، نانو لوله‌های ..... بر روی الکتروود منفی ایجاد می‌شود.

- (۱) چند دیواره - گاز آرگون - تک دیواره
- (۲) چند دیواره - کبالت یا نیکل - تک دیواره
- (۳) تک دیواره - گاز آرگون - چند دیواره
- (۴) تک دیواره - کبالت یا نیکل - چند دیواره

۳۵- در شکل زیر شکل (الف) مربوط به نانو لوله کربنی ..... و شکل (ب) مربوط به نانو لوله کربنی ..... است.



(الف)



(ب)

(۱) آرمیچر - زیگزاگ

(۲) زیگزاگ - آرمیچر

(۳) زیگزاگ - کایرال

(۴) کایرال - آرمیچر

۳۶- کدام نیمه هادی دارای گاف غیر مستقیم است؟

(۲) CdS

(۱) Ge

(۴) InSb

(۳) GaAs

۳۷- ضریب دی الکتریک استاتیک یک نیمه هادی معمولاً در چه محدوده‌ای است؟

(۲) ۱ تا ۵/۱

(۱) ۵/۱ تا ۵/۱۰

(۴) ۱ تا ۱۰۰

(۳) ۱۰ تا ۱۰۰

۳۸- در نیمه رساناها معمولاً گاف انرژی با افزایش دما در نزدیکی دمای اطاق متناسب با ..... و در دمای خیلی پایین متناسب با ..... می‌یابد.

(۲) T افزایش،  $T^2$  کاهش

(۱)  $T^2$  افزایش، T افزایش

(۴)  $T^2$  کاهش، T کاهش

(۳) T کاهش،  $T^2$  کاهش

۳۹- در یک نیمه هادی مانند اکسید روی ..... نوار ظرفیت دارای قدرت ..... قوی و ..... نوار هدایت دارای قدرت ..... خوب هستند.

(۲) حفره‌های - احيای - الکترون‌های - اکسندگی

(۱) الکترون‌های - اکسندگی - حفره‌های - احيای

(۴) حفره‌های - اکسندگی - الکترون‌های - احيای

(۳) الکترون‌های - احيای - حفره‌های - اکسندگی

۴۰- یکی از روش‌های به کار رفته در ساخت ادوات نیمه هادی پیشرفته MOCVD است. این کلمه مخفف چه کلماتی است؟

(۱) Metal-Organic Charged Vapor Deposition

(۲) Metal-Organic Chemical Vapor Deposition

(۳) Metal-Oxide Chemical Vapor Discharge

(۴) Magnetic-Oxide Crystallographic Volume Dilution

۴۱- سد شاتکی، سدی است که در یک اتصال ..... ایجاد می‌شود و خاصیت یکسوکنندگی دارد و برای استفاده به عنوان دیود مناسب است. تفاوت سد شاتکی با یک اتصال p-n در ..... بودن پتانسیل اتصال و ..... بودن عرض ناحیه تهی در فلز است.

(۲) فلز - نیمه هادی، کوچک، بسیار کوچک

(۱) فلز - ابررسانا، بزرگ، بزرگ

(۴) نیمه هادی ذاتی - نیمه هادی p، کوچک، بسیار کوچک

(۳) عایق - نیمه هادی، بزرگ، بسیار کوچک

۴۲- در روش آلایش مدوله شده (Modulation doping) یک ساختار چند گانه (Heterostructure) به وسیله یک نیمه هادی نوع n با گاف انرژی ..... مانند ..... با یک نیمه رسانای ذاتی با گاف نسبتاً ..... مانند ..... ساخته می‌شود.

(۱) باریک - AlAs - باریک - GaAs (۲) باریک - GaAs - پهن - AlGaAs

(۳) پهن - AlGaAs - باریک - GaAs (۴) پهن - GaAs - پهن - AlGaAs

۴۳- سل خورشیدی ساخته شده از نانو ذرات  $\text{TiO}_2$  حساس شده با رنگ (DSSC) در مقایسه با سل‌های خورشیدی سیلیکونی بازدهی ..... دارد و از لحاظ قیمت بسیار ..... است.

(۱) بیش‌تر - ارزان‌تر (۲) بیش‌تر - گران‌تر

(۳) کم‌تر - ارزان‌تر (۴) کم‌تر - گران‌تر

۴۴- کدام عبارت در مورد ترانزیستور اثر میدان MESFET نادرست است؟

(۱) این ترانزیستورها در رادارها و مخابرات مایکروویو کاربردی ندارند.

(۲) این ترانزیستورها از ترانزیستورهای اثر میدان سیلیکونی بسیار سریع‌ترند.

(۳) این ترانزیستورها در فرکانس‌های بالا تا ده‌ها گیگاهرتز کارکرد دارند.

(۴) در این ترانزیستورها از سد شاتکی با بایاس وارون برای تهیه ناحیه تهی استفاده می‌شود.

۴۵- در شکل زیر طیف جذبی در دمای ۲K برای سه نمونه نشان داده شده است. نمونه اول چاه کوانتومی چند تایی

$\text{GaAs} - \text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  با اندازه چاه  $140 \text{ \AA}$ ، نمونه دوم چاه کوانتومی چند تایی  $\text{GaAs} - \text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  با اندازه

چاه  $210 \text{ \AA}$  و نمونه سوم نیمه هادی سه بعدی GaAs کپه‌ای است. نمودار (۱) مربوط به نمونه ..... نمودار (۲) مربوط به نمونه ..... است.

(۱) اول، دوم، سوم

(۲) دوم، اول، سوم

(۳) سوم، اول، دوم

(۴) سوم، دوم، اول

