

151A

151

A

نام:  
نام خانوادگی:  
محل امضا:

دفتر چه شماره (۱)

صبح جمعه

۱۳۹۴/۱۲/۱۴



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۵

فناوری نانو (کد ۲۳۱۹)

مدت پاسخگویی: ۱۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۰

عنوان دروس اختصاصی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	دروس اختصاصی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضی عمومی، فیزیک (۲، ۱)، مبانی نانو تکنولوژی	۴۰	۱	۴۰

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 متخلین برابر مقررات رفتار می‌شود.

## ریاضی عمومی:

۱- اگر  $Z$  ریشه پنجم واحد اصلی باشد، در این صورت حاصل عبارت زیر کدام است؟

$$\frac{1+Z+Z^2+Z^3+Z^4}{Z^2} + \frac{1+Z^2+Z^4+Z^8}{Z}$$

(۱) -۱

(۲) -۲

(۳) ۰

(۴) ۲

۲- معادله  $3^x + 4^x = 5^x$  دقیقاً چند جواب حقیقی دارد؟

(۱) یک

(۲) دو

(۳) سه

(۴) چهار

۳- اگر مساحت ناحیه محدود بین منحنی‌های  $y = x^2 - c^2$  و  $y = c^2 - x^2$  برابر ۷۲ باشد، مقدار  $c$  کدام است؟ ( $c > 0$ )

(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۵

(۴) ۶

۴- مقدار حد  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{n^2(1^4 + 2^4 + \dots + n^4)}{1^7 + 2^7 + \dots + n^7}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{8}{5}$

(۲)  $\frac{7}{4}$

(۳) ۲

(۴) ۱

۵- تابع  $f$ ، یک متغیره و همه‌جا مشتق‌پذیر است، اگر  $z = f\left(\frac{x^2 + y^2}{xy}\right)$  باشد، مقدار  $(x+1)z_x + (y+1)z_y$  در

$(x, y) = (2, 1)$  کدام است؟

(۱)  $-\frac{3}{2}f'\left(\frac{5}{2}\right)$

(۲)  $-\frac{3}{4}f'\left(\frac{5}{2}\right)$

(۳)  $\frac{3}{2}f'\left(\frac{5}{2}\right)$

(۴)  $\frac{3}{4}f'\left(\frac{5}{2}\right)$

۶- منحنی  $C$  از  $(0, 0)$  شروع شده بر محور  $x$  ها به  $(2, 0)$  می‌رسد سپس روی خطی موازی محور  $y$  ها به  $(2, 4)$  می‌رود و نهایتاً بر خطی موازی محور  $x$  ها به  $(0, 4)$  می‌رسد. اگر  $F(x, y) = (\cos x \sin y + xy + \sin x \cos y + 1)$  باشد، مقدار انتگرال  $F$  بر منحنی  $C$  کدام است؟

(۱) -۴

(۲) ۰

(۳) ۱۶

(۴) ۲۰

۷- حجم ناحیه درون  $z^2 = 1 - \frac{(x+y-z)^2}{4} - \frac{(y-z)^2}{9}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{17\pi}{2}$

(۲)  $\frac{15\pi}{2}$

(۳)  $9\pi$

(۴)  $8\pi$

۸- اگر  $S$  سطح روی کره  $(x-1)^2 + (y-2)^2 + (z-3)^2 = 2$  باشد، مقدار شارگذرنده از سطح  $S$  توسط  $F = (3x, 2y + z^2 + 1, z + y^2)$  کدام است؟

(۱)  $(14\pi)\sqrt{2}$

(۲)  $(15\pi)\sqrt{2}$

(۳)  $(16\pi)\sqrt{2}$

(۴)  $(17\pi)\sqrt{2}$

۹- اگر سهمی  $y = x^2$  به ازای  $0 \leq x \leq \sqrt{2}$  حول محور  $y$  ها دوران داده شود، مساحت سطح حاصل کدام است؟

(۱)  $4\pi$

(۲)  $\frac{13}{3}\pi$

(۳)  $\frac{14}{3}\pi$

(۴)  $\frac{17}{3}\pi$

۱۰- کدام عبارت در مورد سری  $\sum_{k=2}^{+\infty} \ln\left(\frac{k(k+2)}{(k+1)^2}\right)$  صحیح است؟

(۱) همگرا به  $\ln\left(\frac{2}{3}\right)$  است.

(۲) همگرا به  $\ln\left(\frac{3}{4}\right)$  است.

(۳) همگرا به  $\ln\left(\frac{1}{9}\right)$  است.

(۴) واگرا به  $+\infty$  است.

$$-11) \text{ اگر } f(x,y) = \begin{cases} \frac{x^2 y^2}{x^4 + y^4} & (x,y) \neq (0,0) \\ 0 & (x,y) = (0,0) \end{cases} \text{ و } u = \left(\frac{3}{5}, \frac{4}{5}\right) \text{ باشد، مقدار } D_u f(0,0) \text{ کدام است؟}$$

$$1) \quad 0 \quad 2) \quad \frac{14}{15} \quad 3) \quad \frac{15}{16} \quad 4) \quad \frac{16}{15}$$

-12) در کدام یک از موارد زیر حد وجود دارد؟

$$1) \quad \lim_{(x,y) \rightarrow (0,0)} \frac{x^2 y^2}{x^4 + y^4}$$

$$2) \quad \lim_{(x,y) \rightarrow (0,1)} \frac{y - e^x}{1 - y^2}$$

$$3) \quad \lim_{(x,y) \rightarrow (0,0)} \frac{\sin^2(x-y)}{|x| + |y|}$$

$$4) \quad \lim_{(x,y) \rightarrow (0,0)} \frac{\sin x - x}{x + y}$$

فیزیک (۱، ۲):

-13) نیروی معینی به جرم  $m_1$  شتابی برابر  $\frac{6}{s} \frac{m}{s^2}$  و به جرمی به جرم  $m_2$  شتابی برابر  $\frac{4}{s} \frac{m}{s^2}$  می‌دهد. اگر این

نیرو به جرمی به جرم  $m_1 + m_2$  اثر کند، چه شتابی بر حسب  $\frac{m}{s^2}$  پیدا می‌کند؟

$$1) \quad 1$$

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

$$3) \quad 2$$

$$4) \quad \frac{2}{4}$$

-14) یک هلی‌کوپتر در ارتفاع  $19/6$  متری از سطح زمین در امتداد افق با سرعت ثابت  $8 \frac{m}{s}$  در حرکت است. در یک لحظه

بسته‌ای با سرعت اولیه  $14 \frac{m}{s}$  نسبت به هلی‌کوپتر و در خلاف جهت حرکت هلی‌کوپتر در امتداد افق پرتاب می‌شود،

هنگامی که بسته به زمین می‌رسد فاصله افقی بسته تا هلی‌کوپتر چند متر است؟  $g = 9/8 \frac{m}{s^2}$

$$1) \quad 12$$

$$2) \quad 24$$

$$3) \quad 28$$

$$4) \quad 60$$

۱۵- جعبه‌ای به جرم  $2 \text{ kg}$ ، ابتدا در حال سکون روی سطح افقی قرار دارد. در لحظه  $t = 0$  نیروی افقی  $\vec{F}(t) = 3/6t \hat{i}$  در امتداد افق به جعبه اثر می‌کند ( $F$  برحسب نیوتن و  $t$  برحسب ثانیه است). شتاب جعبه در بازه  $0 \leq t \leq 4 \text{ s}$  برابر صفر و در لحظات  $t > 4 \text{ s}$  به شکل  $\vec{a} = (1/8t - 4/9) \hat{i}$  است ( $a$  برحسب  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  و  $t$  برحسب ثانیه است). ضریب

اصطکاک ایستایی جعبه با سطح افقی کدام است؟  $g = 9/8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

(۱) ۰/۲۵

(۲) ۰/۳۸

(۳) ۰/۵

(۴) ۰/۷۳

۱۶- جسم  $20$  کیلوگرمی تحت تأثیر نیروی  $F = -3x - 6x^2$  روی محور  $x$  در حرکت است ( $F$  برحسب نیوتن و  $x$  برحسب متر است). تندی این جسم در مکان  $x = 2 \text{ m}$  برابر  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است. تندی جسم در مکان  $x = 4 \text{ m}$  تقریباً

چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  است؟

(۱) ۱/۷

(۲) ۲/۴۵

(۳) ۳/۴

(۴) ۵/۴

۱۷- گلوله (۱) به جرم  $m_1$  به گلوله (۲) به جرم  $m_2 = 4m_1$  که در حال سکون است، برخورد کشسان یک‌بعدی می‌کند.

قبل از برخورد مرکز جرم مجموعه دو گلوله با تندی  $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  در حرکت است. پس از برخورد، تندی گلوله (۲) چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

است؟

(۱) ۲/۴

(۲) ۷/۵

(۳) ۹/۶

(۴) ۱۲

۱۸- در شکل زیر، یک سر میله یکنواختی به وزن  $240 \text{ N}$  به دیواری قائم لولا شده و سر دیگر آن توسط یک سیم نازک

به همان دیوار بسته شده است. زاویه سیم با دیوار و میله یکسان و برابر  $\theta = 30^\circ$  است. اندازه نیروی افقی وارد بر

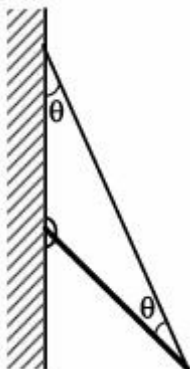
میله از طرف لولا تقریباً چند نیوتن است؟

(۱) ۳۳

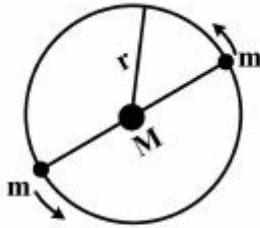
(۲) ۶۸

(۳) ۱۰۳

(۴) ۱۴۳



۱۹- یک مجموعه سه ستاره‌ای معین از دو ستاره هر یک به جرم  $m$  تشکیل یافته است، که در یک مدار دایره‌ای یکسان به شعاع  $r$  به دور ستاره مرکزی به جرم  $M$  دوران می‌کنند. دو ستاره چرخان همواره در دو انتهای یک قطر مطابق شکل زیر قرار دارند. پیروی چرخش ستاره‌ها کدام است؟  $G$  ثابت گرانش جهانی است.



$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

$$(G(M+2m))^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}} \quad (2)$$

$$(G(M+\frac{m}{4}))^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}} \quad (3)$$

$$(G(M+m))^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r^{\frac{3}{2}}}{2\pi r^{\frac{1}{2}}} \quad (4)$$

$$(G(M+\frac{m}{2}))^{\frac{1}{2}}$$

۲۰- یک کره توپر یکنواخت به شعاع  $R$  و جرم  $M$  روی سطح شیب‌داری با حرکت غلتشی کامل در حال پایین آمدن است. در هر لحظه از حرکت، انرژی جنبشی دورانی کره ۲۵ درصد انرژی جنبشی کل آن است. اگر لختی دورانی کره به شکل  $I = \beta MR^2$  بیان شود، مقدار  $\beta$  کدام است؟

$$\frac{1}{7} \quad (1)$$

$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

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

$$\frac{1}{2} \quad (4)$$

۲۱- استوانه‌ای توپر، نارسانا و بسیار بلند به شعاع  $6\text{ cm}$  دارای چگالی حجمی بار به شکل  $\rho = Ar^3$  است، که در آن  $A$  ضریبی ثابت و  $r$  فاصله یک نقطه از محور استوانه است. نسبت اندازه میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصله  $r = 3\text{ cm}$  به اندازه میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصله  $r = 18\text{ cm}$ ، کدام است؟

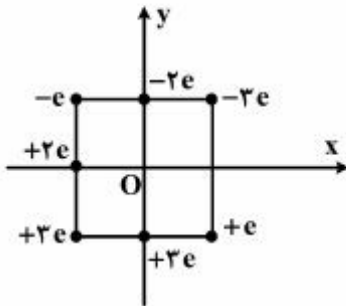
$$\frac{3}{16} \quad (1)$$

$$\frac{5}{48} \quad (2)$$

$$\frac{9}{16} \quad (3)$$

$$\frac{27}{8} \quad (4)$$

۲۲- هفت بار مطابق شکل زیر برای تشکیل مربعی به ضلع  $3\text{ cm}$  در جای خود ثابت شده‌اند. مقدار کار لازم برای آن که ذره‌ای با بار  $+6e$  که در ابتدا ساکن است، از فاصله‌ای نامتناهی به مرکز مربع آورده شود، چند الکترون‌ولت است؟



(اندازه بار یک الکترون و  $O$  مرکز مربع است)

(۱)  $6/5 \times 10^{-25}$

(۲)  $2/7 \times 10^{-25}$

(۳)  $1/73 \times 10^{-6}$

(۴)  $4/15 \times 10^{-6}$

۲۳- یک شتاب‌دهنده خطی، باریکه تپی از الکترون‌ها تولید می‌کند. جریان تپ  $2\text{ A}$  و دوام هر تپ  $2\text{ }\mu\text{s}$  است. برای شتاب‌دهنده‌ای که با  $800$  تپ بر ثانیه کار می‌کند، جریان متوسط چند آمپر است؟

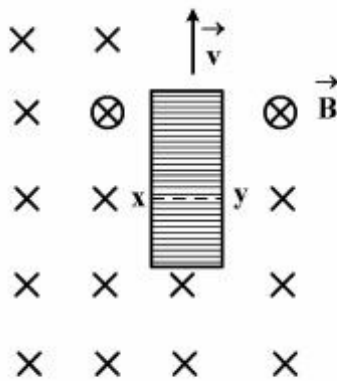
(۱)  $1/6 \times 10^{-3}$

(۲)  $3/2 \times 10^{-3}$

(۳)  $1/6 \times 10^3$

(۴)  $3/2 \times 10^3$

۲۴- یک نوار فلزی به طول  $10\text{ cm}$ ، پهنای  $2\text{ cm}$  و ضخامت  $2\text{ mm}$  مطابق شکل زیر، با سرعت ثابت  $\vec{v}$  از میدان مغناطیسی یکنواخت  $B = 5\text{ mT}$  که عمود بر صفحه نوار است، عبور می‌کند. اختلاف پتانسیل بین نقطه‌های  $x$  و  $y$



برابر  $6\text{ }\mu\text{V}$  اندازه گرفته شده است. تندی  $\vec{v}$  چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  است؟

(۱)  $6 \times 10^{-2}$

(۲)  $3 \times 10^{-2}$

(۳)  $2 \times 10^2$

(۴)  $6 \times 10^{-1}$

۲۵- در ناحیه‌ای به شعاع  $10\text{ cm}$  حول محور  $z$ ، چگالی جریان الکتریکی یکنواخت  $30 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$  در جهت مثبت محور  $z$

وجود دارد. مقدار انتگرال  $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l}$  روی مسیر بسته  $C$  که از سه قطعه خط مستقیم تشکیل شده که در مختصات دکارتی

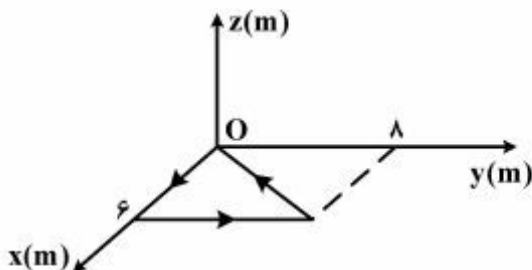
عبارت‌اند از  $(6, 0, 0)$  به  $(6, 8, 0)$  به  $(0, 0, 0)$  به  $(6, 0, 0)$  بر حسب  $\text{T}\cdot\text{m}$ ، تقریباً کدام است؟

(۱)  $9 \times 10^{-4}$

(۲)  $2/9 \times 10^{-3}$

(۳)  $9 \times 10^{-2}$

(۴) صفر



۲۶- میله رسانای صلب و بلندی که روی محور  $x$  قرار دارد؛ حامل جریان  $1A$  در سوی منفی محور  $x$  است. میدان مغناطیسی  $\vec{B} = 2\hat{i} - 6x^2\hat{j}$  (بر حسب متر و  $B$  بر حسب میلی تسلا) در فضا موجود است. نیروی وارد بر بخشی از میله به طول  $5m$  که بین  $x = 3m$  تا  $x = -2m$  قرار دارد، بر حسب نیوتن کدام است؟

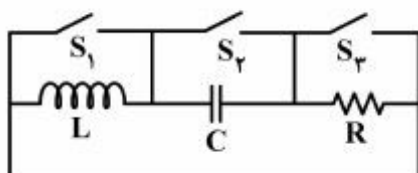
$$(1) \quad 0.0025\hat{j} - 0.07\hat{k}$$

$$(2) \quad -0.0025\hat{j} + 0.038\hat{k}$$

$$(3) \quad 0.038\hat{k}$$

$$(4) \quad 0.07\hat{k}$$

۲۷- در مدار شکل زیر وقتی کلید  $S_1$  بسته و دو کلید دیگر باز است، مدار دارای ثابت زمانی  $4ms$  است. وقتی کلید  $S_2$  بسته و دو کلید دیگر باز است، مدار دارای ثابت زمانی  $1/6s$  است. وقتی کلید  $S_3$  بسته و دو کلید دیگر باز است، دوره تناوب نوسان مدار، تقریباً چند ثانیه است؟



$$(1) \quad 0.5$$

$$(2) \quad 12.5$$

$$(3) \quad 78$$

$$(4) \quad 400$$

### مبانی نانو تکنولوژی:

۲۸- یک سکه نقره‌ای به قطر  $4cm$  حاوی  $27g$  نقره دارای مساحت کل سطح خارجی  $28cm^2$  است. اگر همان  $27g$  نقره به ذراتی کروی با قطر  $2nm$  تقسیم شود، مساحت کل سطح این ذرات تقریباً چند برابر مساحت کل سطح سکه خواهد بود؟

$$(1) \quad 1.5 \times 10^5 \quad (2) \quad 3 \times 10^6 \quad (3) \quad 1.5 \times 10^7 \quad (4) \quad 3 \times 10^8$$

۲۹- کدام یک از موارد زیر در حد مقیاس نانو (۱ تا ۱۰۰ نانومتر) است؟

(۱) اتم هیدروژن

(۲) سلول گلیول قرمز

(۳) مولکول DNA

(۴) دانه‌های برف

۳۰- برای اندازه‌گیری ابعاد ذرات کوچک‌تر از  $2nm$  راحت‌ترین روش کدام است؟

(۱) پراکندگی پرتو ایکس

(۲) پراکندگی نور لیزر تک‌فام

(۳) طیف‌سنجی جرمی

(۴) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)

۳۱- در خوشه‌های گاز نادر اعداد جادویی آن‌ها از نوع ..... و پتانسیل بین اتم‌های خوشه از نوع پتانسیل ..... است.

(۱) ساختاری، لنارد - جونز

(۲) الکترونی، لنارد - جونز

(۳) ساختاری، یونی

(۴) الکترونی، فلزی

۳۲- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) مس در مقیاس نانو، شفاف و برای آبزیان بسیار سمی است.

(۲) سلیکان در مقیاس نانو، عایق الکتریکی و رسانای حرارتی خوبی است.

(۳) آلومینیوم در مقیاس نانو، کاتالیست بسیار مؤثر و قابلیت سینترینگ خوبی دارد.

(۴) طلا در ابعاد کمتر از  $30$  نانومتر به رنگ قرمز و در ابعاد  $100$  نانومتر به رنگ سبز - آبی دیده می‌شود.



- ۳۳- کدام محصول ممکن است حاوی نانوتکنولوژی باشد؟  
 (۱) پوشاک (۲) راکت تنیس (۳) یک ipad (۴) همه موارد
- ۳۴- کدام عبارت در مورد TCO (Transparent Conducting Oxides) نادرست است؟  
 (۱) گاف نواری این مواد کمتر از ۳۸۰ نانومتر است.  
 (۲) این مواد هدایت الکتریکی ضعیف اما شفافیت بالایی دارند.  
 (۳) در سلول‌های خورشیدی به‌عنوان پنجره ورودی نور به کار می‌روند.  
 (۴) نیمه رسانایی هستند که از یک اکسید فلزی که با ناخالصی آلاینده شده ساخته شده‌اند.
- ۳۵- در روش سنتز شیمیایی بخار (CVS) برای تولید نانوذرات سرامیکی اکسیدی جوانه‌زنی ..... انجام می‌پذیرد. انتقال بخار ترکیبات فلزی به کوره‌ای در دمای ..... توسط گازهای ..... انجام می‌شود.  
 (۱) به‌صورت همگن در فاز گاز،  $200^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ ، فعال مانند اکسیژن  
 (۲) به‌صورت غیرهمگن به روی یک زیرلایه،  $200^{\circ}\text{C} - 300^{\circ}\text{C}$ ، فعال مانند اکسیژن  
 (۳) به‌صورت همگن در فاز گاز،  $800^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$ ، خنثی مانند آرگون  
 (۴) به‌صورت غیرهمگن به روی یک زیرلایه،  $800^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$ ، خنثی مانند آرگون
- ۳۶- کدام عبارت در مورد تولید نانوذرات به روش پراکنش اتمی (atomic sputtering) نادرست است؟  
 (۱) در این روش برخلاف روش‌های سنتز بخار، هدف ذوب نمی‌شود.  
 (۲) با افزایش زمان تابش پرتوهای یونی به سطح هدف، قطر نانوذرات کاهش می‌یابد.  
 (۳) با این روش امکان تولید نانوذرات اغلب فلزات و ترکیبات اکسیدی وجود دارد.  
 (۴) در این روش نرخ تولید نانوذرات، به انرژی و جریان یون‌های برخوردکننده به سطح هدف بستگی دارد.
- ۳۷- کدام نانوماده برای مصارف ترموالکتریک مناسب است؟  
 (۱) GaN (۲)  $\text{NiTe}_7$   
 (۳) SiC (۴) نانولوله کربنی تک دیواره
- ۳۸- در کدام روش شیمیایی امکان تولید نانوذرات با ابعاد دلخواه و توزیع باریک (تک توزیعی) وجود دارد؟  
 (۱) آبی - حرارتی (۲) رسوب‌دهی الکتروشیمیایی  
 (۳) سُل - ژل (۴) نانوامولسیون
- ۳۹- با افزودن تراشه‌های نانومتری به پلیمرها، نفوذپذیری لایه‌های نازک پلیمری به میزان ..... می‌یابد. شفافیت این پلیمرها با کاهش اندازه ذرات پرکننده به سمت مقیاس نانو ..... می‌یابد.  
 (۱) کمی افزایش، کاهش (۲) زیادی افزایش، افزایش  
 (۳) کمی کاهش، کاهش (۴) زیادی کاهش، افزایش
- ۴۰- در طیف‌سنجی فوتولومینسانس از نقطه‌های کوانتومی هر چه اندازه ذره کوچک‌تر شود لبه نواری به انرژی‌های ..... منتقل می‌شود و فواصل بین خطوط منفرد ..... می‌یابد.  
 (۱) بالاتر، افزایش (۲) پایین‌تر، افزایش (۳) بالاتر، کاهش (۴) پایین‌تر، کاهش





