

کد کنترل

339

F

آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



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

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

رشته فناوری نانو - نانوالکترونیک (کد ۲۳۶۴)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال ها و زمان پاسخ گویی

زمان پاسخ گویی	تأ شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۱و۲)، ریاضی فیزیک (۱و۲))، فیزیک پایه (۱و۲) - مبانی نانو تکنولوژی - ادوات نیمه هادی پیشرفته

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال ها 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 متخلفان برابر مقررات رفتار می شود.

* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن 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 سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج شده
بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- مقدار $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1 + \sqrt{2} + \sqrt{3} + \dots + \sqrt{n}}{n\sqrt{n}}$ کدام است؟

- (۱) صفر
(۲) $\frac{2}{3}$
(۳) ۱
(۴) $\frac{16}{3}$

۲- مقدار $\lim_{x \rightarrow +\infty} x^2 \left(e^x - e^{x+1} \right)$ کدام است؟

- (۱) صفر
(۲) ۲
(۳) ۱
(۴) $\frac{1}{2}$

۳- ضریب x^5 در سری مک لورن تابع $f(x) = \arcsin x$ کدام است؟

- (۱) صفر
(۲) $\frac{1}{6}$
(۳) $\frac{3}{40}$
(۴) $\frac{7}{20}$

۴- طول خم حاصل از تقاطع رویه‌های $z = 1 - \sqrt{2}x$ و $3x^2 + y^2 = 3$ چند برابر عدد π است؟

- (۱) $\sqrt{3}$
(۲) $\sqrt{6}$
(۳) $2\sqrt{2}$
(۴) $2\sqrt{3}$

۵- مساحت ناحیه محصور به منحنی بسته $\begin{cases} x = 2 \cos t + \cos 2t \\ y = 2 \sin t - \sin 2t \end{cases}$ برای $0 \leq t \leq 2\pi$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{\pi}{2}$

(۲) 4π

(۳) 5π

(۴) 2π

۶- مقدار انتگرال $\int_0^1 \int_0^{\sqrt{1-x^2}} \frac{dy dx}{(4+3^y)\sqrt{1-x^2-y^2}}$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{\pi \ln \frac{15}{4}}{8 \ln 3}$

(۲) $\frac{\pi}{8 \ln 3}$

(۳) $\frac{1}{8 \ln 3}$

(۴) $\frac{1}{\ln \frac{3}{4}}$

۷- فرض کنیم $Z = Z(x, y)$ به صورت ضمنی توسط معادله $f(\frac{x}{z}, \frac{y}{z}) = 0$ بیان شود که f تابعی مشتق پذیر است. اگر به ازای

نقطه $A(x_0 = 1, y_0 = 1, z_0 = 2)$ که در معادله تابع صدق می کند $\frac{\partial z}{\partial x}(A) = 3$ ، آنگاه $\frac{\partial z}{\partial y}(A)$ ، کدام است؟

(۱) -2

(۲) -1

(۳) صفر

(۴) 2

۸- اگر θ زاویه بین خطوط عمود بر دو رویه $z = e^{3x+y+2}$ و $z = xy - y^2 + 6y - 3$ در نقطه $(-1, 1, 1)$ باشد، آنگاه $\cos \theta$ کدام است؟

(۱) $\frac{7}{11}$

(۲) $\frac{1}{9}$

(۳) $\frac{2}{11}$

(۴) $\frac{2}{9}$

۹- حجم ناحیه محصور به رویه $x^2 + y^2 + z^2 = \sqrt{xyz}$ ، در یک هشتم اول فضا کدام است؟

(۱) $\frac{1}{24}$

(۲) $\frac{1}{12}$

(۳) $\frac{1}{8}$

(۴) $\frac{1}{6}$

۱۰- اگر A و B ماتریس های متعامد $N \times N$ دلخواه باشند، کدام رابطه نادرست است؟

(۱) $\text{tr } A = \pm \text{tr } B$

(۲) $\det(AB) = (\pm)$

(۳) $\det A = \pm \det B$

(۴) $\text{tr}(AB) = \text{tr}(BA)$

۱۱- اگر $\vec{A}(\vec{r})$ و $\vec{B}(\vec{r})$ بردارهایی دلخواه و $f(\vec{r})$ و $g(\vec{r})$ تابع هایی دلخواه و مشتق پذیر باشند، کدام اتحاد نادرست است؟

(۱) $\nabla \times (f \vec{A}) = (\nabla f) \times \vec{A} + f \nabla \times \vec{A}$

(۲) $\vec{A} \times (\nabla \times \vec{A}) = \frac{1}{2} \nabla (\vec{A} \cdot \vec{A}) - (\vec{A} \cdot \nabla) \vec{A}$

(۳) $\nabla \cdot (g \nabla f - f \nabla g) = g \nabla^2 f - f \nabla^2 g$

(۴) $\nabla \cdot (\vec{A} \times \vec{B}) = \vec{A} \cdot (\nabla \times \vec{B}) - \vec{B} \cdot (\nabla \times \vec{A})$

۱۲- سه عملگر دیفرانسیلی $A = \frac{d}{dx}$ ، $B = x \frac{d}{dx}$ و $C = x \frac{d^2}{dx^2}$ را در نظر بگیرید. حاصل جابجایی $[A, B] = AB - BA$ کدام است؟

(۱) A

(۲) C

(۳) $B - C$

(۴) $A - C$

۱۳- حاصل انتگرال $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(9 - 10x^2 + x^4) \cos(\pi x) dx$ ، کدام است؟

(۱) $-\frac{1}{12}$

(۲) $-\frac{1}{6}$

(۳) $\frac{1}{4}$

(۴) صفر

۱۴- شکل کلی حل معادله دیفرانسیل پاره ای $\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} - y \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} - \frac{1}{2} \frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = 0$ که در آن $y > 0$ است،

کدام است؟ f_1 و f_2 دو تابع دلخواه پیوسته دو بار مشتق پذیرند.

$$u(x,y) = f_1(x+2y) + f_2(x-2y) \quad (1)$$

$$u(x,y) = f_1(x+\sqrt{y}) + f_2(x-\sqrt{y}) \quad (2)$$

$$u(x,y) = f_1(x+2\sqrt{y}) + f_2(x-2\sqrt{y}) \quad (3)$$

$$u(x,y) = f_1(x+y) + f_2(x-y) \quad (4)$$

۱۵- چند جمله ای های لژاندر $P_m(x) = \frac{1}{2^m m!} \frac{d^m}{dx^m} (x^2-1)^m$ ، جواب های کدام معادله دیفرانسیل هستند؟

$$(1-x^2) \frac{d^2 u(x)}{dx^2} - x \frac{du(x)}{dx} + m(m-1)u(x) = 0 \quad (1)$$

$$(1-x^2) \frac{d^2 u(x)}{dx^2} + 2x \frac{du(x)}{dx} + m(m+1)u(x) = 0 \quad (2)$$

$$(1-x^2) \frac{d^2 u(x)}{dx^2} - 2x \frac{du(x)}{dx} + m(m+1)u(x) = 0 \quad (3)$$

$$(1-x^2) \frac{d^2 u(x)}{dx^2} + x \frac{du(x)}{dx} + m(m-1)u(x) = 0 \quad (4)$$

۱۶- حاصل انتگرال $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin x}{x(x-i)} dx$ ، کدام است؟

$$-i\pi \left(1 + \frac{1}{e}\right) \quad (1)$$

$$i\pi \left(1 - \frac{1}{e}\right) \quad (2)$$

$$i\pi \quad (3)$$

$$-\frac{i\pi}{e} \quad (4)$$

۱۷- اگر تابع $u(x,t)$ در معادله دیفرانسیل $\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = \frac{\partial u(x,t)}{\partial t}$ صدق کند، $\tilde{u}(k,t)$ تبدیل فوری به $u(x,t)$ در کدام

رابطه صدق می کند؟ $(\tilde{u}(k,t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} u(x,t) e^{ikx} dx)$

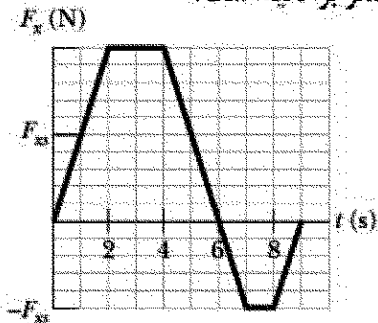
$$\frac{\partial \tilde{u}(k,t)}{\partial t} = \frac{\partial \tilde{u}(k,t)}{\partial k} \quad (1)$$

$$\frac{\partial \tilde{u}(k,t)}{\partial t} = k^2 \tilde{u}(k,t) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \tilde{u}(k,t)}{\partial t} = -\frac{\partial \tilde{u}(k,t)}{\partial k} \quad (3)$$

$$\frac{\partial \tilde{u}(k,t)}{\partial t} = -k^2 \tilde{u}(k,t) \quad (4)$$

- ۱۸- جسمی به جرم 8 kg می تواند در امتداد محور x حرکت می کند. این جسم از لحظه $t = 0$ که در حالت سکون قرار داشته تحت تاثیر نیروی F_x که مطابق شکل زیر وابسته به زمان است به حرکت درمی آید. مقیاس روی محور F_x چنان انتخاب شده که $F_{xs} = 10\text{ N}$ است. سرعت جسم در لحظه $t = 9\text{ s}$ چند متر بر ثانیه است؟



- (۱) $7/5$
(۲) $12/5$
(۳) $\sqrt{15}$
(۴) $\sqrt{30}$

- ۱۹- یک هواپیما به جرم 800 kg در فضا در امتداد مثبت محور x با تندی 400 m/s در حرکت است. به سبب یک انفجار داخلی این هواپیما به سه پاره تقسیم می شود. پس از انفجار، قطعه اول به جرم 400 kg در امتداد مثبت محور y با تندی 300 m/s و قطعه دوم به جرم 200 kg در امتداد منفی محور x با تندی 900 m/s به حرکت در می آیند. مقدار انرژی که در این انفجار آزاد شده چند مگاژول است؟ (از اثرات گرانش چشم پوشی شود.)

- (۱) 35
(۲) 42
(۳) 120
(۴) 696

- ۲۰- یک زیروسکوپ معین از یک قرص یکنواخت با شعاع 5 cm که روی یک میله سبک به طول 20 cm و در وسط آن سوار شده، ساخته شده است. میله افقی و یک سر آن روی یک تکیه گاه قرار دارد. اگر سرعت زاویه ای قرص حول محور میله 245 rad/s باشد، آهنگ حرکت تقدیمی زیروسکوپ چند rad/s است؟ ($g = 9/8\text{ m/s}^2$)

- (۱) $0/016$
(۲) $0/022$
(۳) $0/064$
(۴) $0/128$

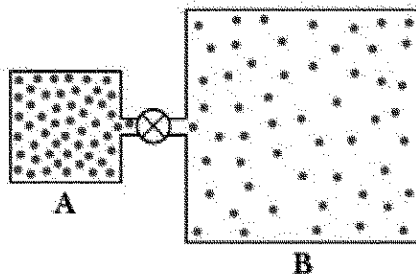
- ۲۱- آب طبقه زیرزمین یک ساختمان را فرا گرفته است. این آب توسط شیلنگی به شعاع 2 cm به آرامی و یکنواخت و با تندی 6 m/s از طریق پنجره ای که 4 m از سطح آب بالاتر است به بیرون پمپاژ می شود. توان پمپ چند وات است؟ ($\rho_w = 1000\text{ kg/m}^3$ و $g = 9/8\text{ m/s}^2$)

- (۱) $135/7$
(۲) $159/8$
(۳) $295/6$
(۴) $431/3$

۲۲- یک جرقه الکتریکی در امتداد یک خط مستقیم به طول 5m زده می شود. این جرقه یک پالس صوتی تولید می کند که به صورت شعاعی به سمت خارج از آن گسیل می شود (در واقع این جرقه یک چشمه خطی صوت است) توان صوتی گسیل یافته از جرقه $W = 6.28 \times 10^5$ است. شدت صوت هنگامی که به فاصله 20m از جرقه می رسد، چند W/m^2 است؟

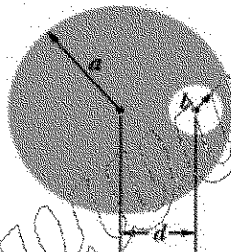
- (۱) 2500
- (۲) 2000
- (۳) 1000
- (۴) 500

۲۳- در شکل زیر ظرف A حاوی گاز کاملی در فشار $6 \times 10^5 \text{ Pa}$ و دمای 300K است. این ظرف توسط لوله نازکی (به همراه یک شیر بسته) به ظرف B که حجم آن ۲ برابر حجم ظرف A است متصل است. ابتدا درون ظرف B گاز کامل یکسانی با ظرف A ولی در فشار $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ و دمای 400K است. اکنون شیر باز می شود تا دو ظرف هم فشار شوند، اما دمای هر یک از دو ظرف ثابت می ماند. فشار نهایی چند پاسکال است؟



- (۱) 3.6×10^5
- (۲) 3.8×10^5
- (۳) 3.3×10^5
- (۴) 3.0×10^5

۲۴- در شکل زیر سطح مقطع یک سیم رسانای بلند استوانه ای به شعاع $a = 7\text{cm}$ نشان داده شده است. این سیم دارای یک حفره بلند استوانه ای به شعاع $b = 3\text{cm}$ است. مجورهای حفره و سیم موازی و به فاصله $d = 4\text{cm}$ از هم قرار دارند. جریان الکتریکی 80A با توزیع یکنواخت در سیم جریان دارد. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز حفره چند گاوس است؟



- (۱) $4/1$
- (۲) 4.1×10^{-2}
- (۳) $1/6$
- (۴) 1.6×10^{-1}

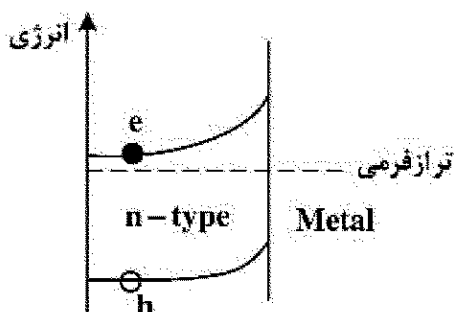
۲۵- در یک مدار RLC دامنه نیروی محرکه الکتریکی $E_m = 30\text{V}$ ، مقاومت الکتریکی $R = 10\Omega$ ، اندوکتانس سلف $L = 2\text{H}$ و ظرفیت خازن $C = 50\mu\text{F}$ است. در حالت تشدید، دامنه ولتاژ در دو سر سلف چند ولت است؟

- (۱) 0.6
- (۲) 6
- (۳) 60
- (۴) 600

۲۶- در میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM، عامل کنترل کننده قدرت تفکیک (رزولوشن) در تصاویر کدام است؟

- (۱) طول موج الکترون - ماهیت کریستالی نمونه
- (۲) ولتاژ شتاب دهنده الکترون - طول موج الکترون
- (۳) فاصله نمونه و تفنگ الکترون - ماهیت کریستالی نمونه
- (۴) ولتاژ شتاب دهنده الکترون - فاصله نمونه و تفنگ الکترون

- ۲۷- در کدام یک از روش های ساخت نانومواد، فرایند تولید با تجزیه مولکول های گاز پیش ساز صورت می گیرد؟
 (۱) کندوپاش (Sputtering) (۲) رسوب دهی فیزیکی از فاز بخار (PVD) (۳) رسوب دهی شیمیایی از فاز بخار (CVD) (۴) اکسیداسیون آندی
- ۲۸- در یک میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، کدام گزینه در مورد الکترون های پس پراکنده (Backscattered) به لحاظ مقدار انرژی و نوع اطلاعات درست است؟
 (۱) الکترون های پر انرژی - اطلاعات از عمق و عدد اتمی (۲) الکترون های پر انرژی - اطلاعات از سطح و توپوگرافی (۳) الکترون های کم انرژی - اطلاعات از عمق و عدد اتمی (۴) الکترون های کم انرژی - اطلاعات از سطح و توپوگرافی
- ۲۹- ضخامت غشاء سلول تقریباً چند نانومتر است؟
 (۱) ۰/۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۵۰۰
- ۳۰- در یک نقطه کوانتومی انتظار دارید با کاهش ابعاد ذره و افزایش دمای محیط، تجزیه اکسیتون به الکترون و حفره چگونه انجام شود؟
 (۱) ساده تر - سخت تر (۲) ساده تر - ساده تر (۳) سخت تر - سخت تر (۴) سخت تر - ساده تر
- ۳۱- کدام یک از رویکردهای زیر جزو روش های پایین به بالا در سنتز نانومواد طبقه بندی می شوند؟
 (۱) لیتوگرافی - اکسیداسیون آندی (۲) کندوپاش (Sputtering) - لیتوگرافی (۳) رسوب دهی شیمیایی از فاز بخار (CVD) - کندوپاش (Sputtering) (۴) رسوب دهی شیمیایی از فاز بخار (CVD) - اکسیداسیون آندی
- ۳۲- کدام میکروسکوپ قدرت تفکیک (رزولوشن) عمودی (z) بالاتری دارد؟
 (۱) میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) (۲) میکروسکوپ کنتراست فاز (Phase contrast) (۳) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) (۴) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
- ۳۳- کدام مورد، مکانیزم رنگی دیده شدن ذرات نانومتری طلا است؟
 (۱) نشر (فسفرسانس) (۲) نشر (پلاسمون های سطحی) (۳) جذب (فسفرسانس) (۴) جذب (پلاسمون های سطحی)
- ۳۴- در یک نقطه کوانتومی مکعبی با ابعاد a، تغییرات گاف انرژی با کاهش سایز چگونه است و چه وابستگی به اندازه دارد؟
 (۱) افزایش - $\frac{1}{a}$ (۲) افزایش - $\frac{1}{a^2}$ (۳) کاهش - a^2 (۴) کاهش - a
- ۳۵- در اتصال بین یک نانوذره نیمه هادی نوع n و یک فلز خمش تراز به شکل زیر صورت گرفته است. انتظار دارید حامل های بار کجا منتقل شوند؟
 (۱) e به نیمه هادی و h به فلز منتقل شوند. (۲) h به نیمه هادی و e به فلز منتقل شوند. (۳) e و h به نیمه هادی منتقل شوند. (۴) e و h به فلز منتقل شوند.



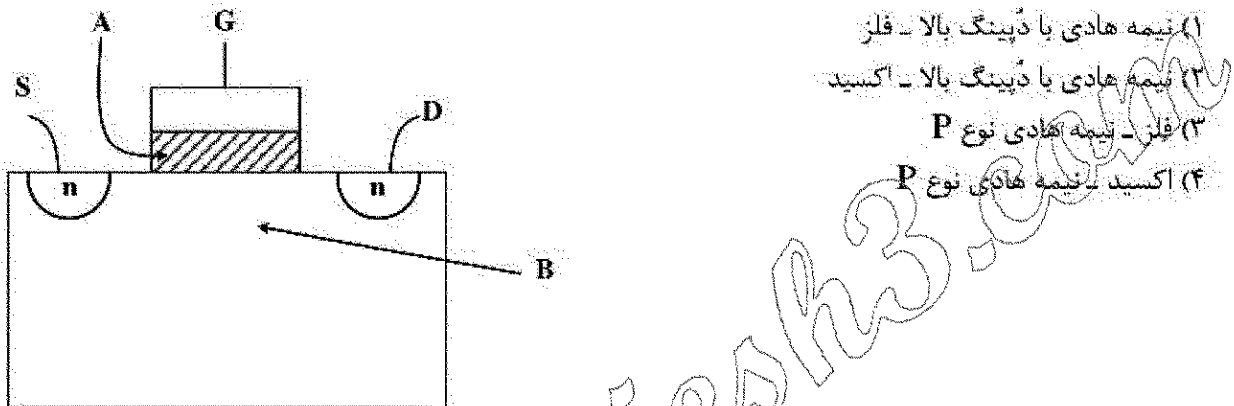
۳۶- اگر قطعه ای از سیلیسیوم ذاتی با گاف انرژی 1.1 eV و چگالی الکترونی $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ را با آرسنیک با غلظت 10^{17} cm^{-3} آلاش دهیم، سطح انرژی فرمی چقدر جابه جا خواهد شد؟

- (۱) 0.4 eV (۲) 0.8 eV
(۳) 25 meV (۴) 100 meV

۳۷- مقدار (APF) Atomic Packing Factor در ساختار کریستال BCC چه مقدار است؟

- (۱) 52% (۲) 68%
(۳) 74% (۴) 82%

۳۸- شکل زیر نشان دهنده سطح مقطع یک MOSFET است. کدام گزینه در مورد جنس ماده ناحیه A و B درست است؟



- (۱) نیمه هادی با دپینگ بالا - فلز
(۲) نیمه هادی با دپینگ بالا - اکسید
(۳) فلز - نیمه هادی نوع P
(۴) اکسید - نیمه هادی نوع P

۳۹- برای ساخت یک اتصال p-n، اگر چگالی حامل ها را در نواحی p و n افزایش دهیم، خازن تخلیه چه تغییری می کند؟

- (۱) نمی توان پیش بینی کرد.
(۲) بدون تغییر می ماند.
(۳) زیاد می شود.
(۴) کم می شود.

۴۰- در یک ترانزیستور NPN اگر اتصال بیس - امیتر در بایاس مستقیم و اتصال بیس - کلکتور در بایاس معکوس باشد، ترانزیستور در چه ناحیه ای از عملکرد قرار دارد؟

- (۱) Saturated (۲) Inverted (۳) Cutoff (۴) Active

۴۱- در یک دیود رخشایی نور تاب (LED) بر پایه سیم های کوانتومی انتظار دارید با افزایش طول و قطر سیم کوانتومی به ترتیب بیشینه طول موج رخشایی چگونه تغییر کند؟

- (۱) کاهش - افزایش
(۲) بدون تغییر - افزایش
(۳) کاهش - بدون تغییر
(۴) افزایش - کاهش

۴۲- دو ماده نیمه هادی A و B با خواص کاملاً یکسان داریم. تفاوت این دو ماده در گاف انرژی است. اگر $E_{gA} = 1 \text{ eV}$ ، $E_{gB} = 1.04 \text{ eV}$ باشد، نسبت تعداد حامل های ذاتی این دو ماده چه مقدار است؟

- (۱) 54.59 (۲) 27.29
(۳) 7.38 (۴) 1

۴۳- به منظور به دست آوردن موبیلیتی الکترون ها در یک قطعه نیمه هادی به طول 5mm ، ولتاژی برابر 2.5 ولت به دو

سر قطعه اعمال شده است. اگر مقدار سرعت drift میانگین، برابر $100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، مقدار موبیلیتی چند $\frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ است؟

(۲) 1200

(۱) 2000

(۴) 12

(۳) 20

۴۴- در یک دیود شاتکی (اتصال فلز با نیمه هادی نوع n)، ارتفاع سد شاتکی کدام است؟

(۱) اختلاف لبه هدایت نیمه هادی با تابع کار فلز (۲) اختلاف لبه ظرفیت نیمه هادی با تابع کار فلز

(۳) اختلاف انرژی های فرمی فلز و نیمه هادی (۴) اختلاف تابع کارهای فلز و نیمه هادی

۴۵- مقاومت یک قطعه از سیلیکون نوع n به طول $40 \mu\text{m}$ و سطح مقطع مربع به ضلع $20 \mu\text{m}$ برابر با 20 اهم است.

اگر مقدار موبیلیتی الکترون ها برابر با $400 \frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ باشد، چگالی حامل ها چند cm^{-3} است؟

(۲) 7.8×10^{17}

(۱) 7.8×10^{18}

(۴) 3.9×10^{18}

(۳) 3.9×10^{17}

www.Sanjesh3.com