

۷۰۱۸ ۲۰۱۸
C

محل امضاء

نام خانوادگی

نام

عصر چهارشنبه

۸۸/۱۱/۲۸

دفترچه ۲/۲



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.  
امام خمینی (ره)

## آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل - سال ۱۳۸۹

مجموعه فیزیک - کد ۱۲۰۴

مدت پاسخگویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۸۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	فیزیک پایه ۱ و ۲ و ۳	۲۰	۳۱	۵۰
۲	فیزیک جدید	۶	۵۱	۵۶
۳	مکانیک کوانتوم ۱ و ۲	۱۲	۵۷	۶۸
۴	الکترومغناطیس	۱۲	۶۹	۸۰
۵	مکانیک کلاسیک ۱ و ۲	۱۲	۸۱	۹۲
۶	ترمودینامیک آماری	۶	۹۳	۹۸
۷	ریاضی فیزیک ۱ و ۲	۱۲	۹۹	۱۱۰

بهمن ماه سال ۱۳۸۸

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

۳۱- مکان یک ذره توسط بردار  $\vec{r} = t^2\hat{i} - 3t^2\hat{j} + 2t\hat{k}$  داده می شود در لحظه  $t = 1$  زاویه بین بردارهای مکان و شتاب کدام است؟

(۱)  $\cos^{-1}\left(\frac{9}{7\sqrt{2}}\right)$

(۲)  $\sin^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{7}}\right)$

(۳)  $\cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{7}}\right)$

(۴)  $45^\circ$

۳۲- ذره‌ای روی صفحه افقی  $xy$  حرکت دورانی یکنواخت انجام می دهد. در یک لحظه ذره از نقطه  $\vec{r} = 6\hat{i} - 4\hat{j}$  با سرعت  $\vec{v} = -10\hat{i}$  و شتاب  $\vec{a} = 20\hat{j}$  عبور می کند. بردار مکان مرکز دایره کدام است؟

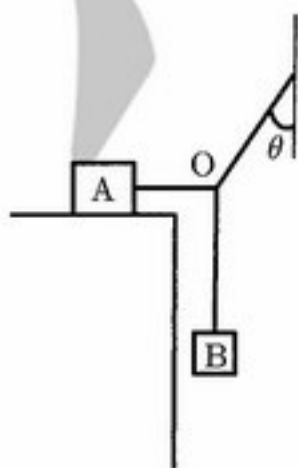
(۱)  $6\hat{i} - 9\hat{j}$

(۲)  $11\hat{i} - 4\hat{j}$

(۳)  $\hat{i} - 4\hat{j}$

(۴)  $6\hat{i} + \hat{j}$

۳۳- وزن قطعه A که روی میز افقی است برابر  $900\text{ N}$ ، ضریب اصطکاک ایستایی میان این قطعه و میز  $0.3$ ، ضریب اصطکاک جنبشی آنها  $0.2$  و زاویه  $\theta = 60^\circ$  است. اگر ریسمانی که قطعه A را به گره O وصل می کند افقی باشد حداکثر وزن قطعه B که مجموعه در حال سکون باقی بماند چند نیوتن است؟



(۴)  $270\sqrt{3}$

(۳)  $60\sqrt{3}$

(۲)  $90\sqrt{3}$

(۱)  $270$



۳- ذره کوچک مکعبی شکل به جرم  $m$  روی بالاترین نقطه نیمکره ساکنی به شعاع  $R$  قرار دارد. ذره تحت نیروی بسیار کوچکی (قابل صرف نظر کردن) شروع به لغزیدن بر سطح کره می کند. ارتفاعی (نسبت به پایین نیمکره) که در آن جسم از نیمکره جدا می شود چقدر است اگر کار نیروی اصطکاک از شروع حرکت تا لحظه جدا شدن  $w_f$  باشد.

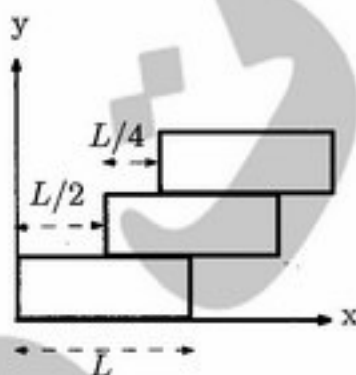
$$\frac{2}{3} \left( R + \frac{|w_f|}{mg} \right) \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} R - \frac{|w_f|}{mg} \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} R + \frac{|w_f|}{mg} \quad (3)$$

$$\frac{2}{3} \left( R - \frac{|w_f|}{mg} \right) \quad (4)$$

۳- سه قطعه آجر با جرم یکنواخت و ابعاد و جرم یکسان مطابق شکل روی هم قرار دارند. نقطه  $x$  مرکز جرم مجموعه کدام است؟



$$\frac{13}{12} L \quad (4)$$

$$\frac{7L}{8} \quad (3)$$

$$\frac{8L}{9} \quad (2)$$

$$\frac{11}{12} L \quad (1)$$

۳- رگباری از گلوله هایی به جرم  $m$  به طور افقی با سرعت  $V_0$  به قطعه چوبی به جرم  $M = 10m$  که در ابتدا روی سطح میزی ساکن است شلیک می شود. اگر اصطکاک قطعه چوب با سطح میز ناچیز باشد، سرعت قطعه چوب پس از دریافت  $N$  گلوله در یک ثانیه چقدر است؟ گلوله ها پس از برخورد با قطعه چوب داخل آن ساکن می شوند.

$$N \frac{V_0}{11} \quad (1)$$

$$\frac{N+10}{N} V_0 \quad (2)$$

$$\frac{N}{N+10} V_0 \quad (3)$$

$$\frac{11V_0}{N+10} \quad (4)$$

۳۷ - در میدان الکتریکی  $\vec{E} = xy\hat{i} + \frac{x^2}{y}\hat{j}$  (برحسب SI) بار نقطه‌ای  $q = -10\mu\text{C}$  توسط یک نیروی خارجی با تندی ثابت از مبدأ مختصات به نقطه  $(1, 3, -1)$  انتقال می‌یابد. کار نیروی خارجی در این انتقال چند میکروژول است؟

(۱) ۱۵۰

(۲) ۴۵

(۳) ۱۵

(۴) ۳۰

۳۸ - یک دی الکتریک نیمه نامتناهی با ثابت دی الکتریک  $K = 2$  مطابق شکل در تماس با یک فلز نیمه نامتناهی با چگالی بار سطحی  $\sigma$  قرار دارد. چگالی بار سطحی قطبشی ایجاد شده بر روی سطح دی الکتریک،  $\sigma_p$ ، در مرز تماس‌اش با فلز کدام است؟



Conductor

(۴)  $-2\sigma$

(۳)  $-\frac{\sigma}{2}$

(۲)  $-\frac{\sigma}{4}$

(۱)  $-\sigma$

۳۹ - حلقه‌ای دایره‌ای به شعاع  $a$  که در صفحه  $y-z$  قرار دارد حامل جریان ثابت  $I$  است و مبدأ مختصات بر مرکز حلقه منطبق است. اندازه نیروی وارد بر بار نقطه‌ای  $q$  در لحظه‌ای که با سرعت  $\vec{V} = V_0(\hat{j} + \hat{k})$  از نقطه  $(a, 0, 0)$  می‌گذرد کدام است؟

(۱)  $\frac{\mu_0 I q V_0}{4\sqrt{2}a}$

(۲)  $\frac{\mu_0 I q V_0}{2\sqrt{2}a}$

(۳)  $\frac{\mu_0 I q V_0}{2a}$

(۴)  $\frac{\mu_0 I q V_0}{4a}$

۲

۴۰- در مرکز یک پوسته نازک کروی رسانا به شعاع  $a$  که به زمین متصل است بار نقطه‌ای  $q$  قرار دارد. پتانسیل الکتریکی در نقاط داخل کره  $r < a$  (فاصله از مرکز کره) کدام است؟

$$(1) \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{r} \right)$$

$$(2) \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$(3) \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$(4) \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

۴۱- یک کره رسانا به شعاع  $a$  که مرکز آن در مبدأ مختصات قرار گرفته است دارای پتانسیلی به شکل  $V = \begin{cases} V_0 & r \leq a \\ V_0 \frac{a}{r} & r > a \end{cases}$  می‌باشد. با فرض اینکه پتانسیل الکتریکی در بینهایت صفر است، انرژی الکتریکی ذخیره شده در کل فضا برابر است با:

$$(1) 4\pi\epsilon_0 V_0^2 a$$

$$(2) 2\pi\epsilon_0 V_0^2 a$$

$$(3) \pi\epsilon_0 V_0^2 a$$

$$(4) 3\pi\epsilon_0 V_0^2 a$$

۴۱- یک توزیع بار کروی به شعاع  $R$  و بار کل  $Q$  و چگالی بار حجمی  $\rho = Ar$  ( $A$  ثابت و  $r$  فاصله از مرکز کره است) که در خلاء قرار دارد در نظر بگیرید. کار لازم برای تشکیل این توزیع بار کدام است؟

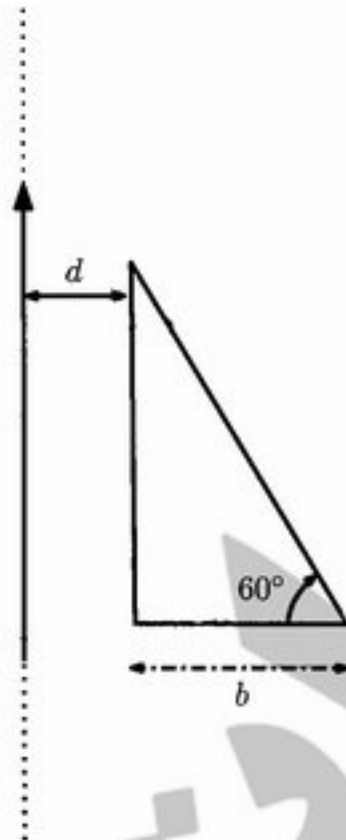
$$(1) \frac{4}{9} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$(2) \frac{A}{9} \frac{QR^2}{4\pi\epsilon_0}$$

$$(3) \frac{4}{9} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$(4) \frac{A}{9} \frac{QR^2}{4\pi\epsilon_0}$$

۴۳ - ضریب القای متقابل بین یک حلقه رسانای مثلثی شکل و یک سیم مستقیم بسیار طویل در شکل مقابل چقدر است؟ حلقه رسانا و سیم در یک صفحه واقع اند.



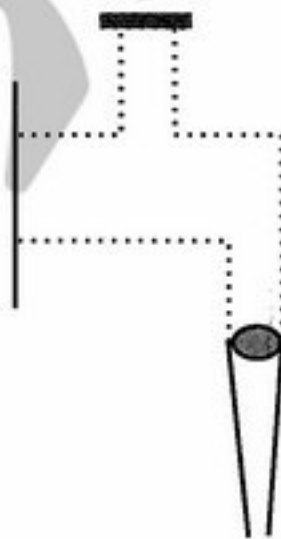
$$\frac{\sqrt{3}\mu_0}{2\pi} \left[ (d+b) \ln \left( 1 + \frac{b}{d} \right) - b \right] \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{3}\mu_0}{2\pi} \left[ b \left( \ln \frac{b}{d} - 1 \right) \right] \quad (4)$$

$$\frac{\sqrt{3}\mu_0}{2\pi} \left[ (d+b) \ln \left( 1 + \frac{b}{d} \right) - d \right] \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{3}\mu_0}{2\pi} \left[ (d+b) \ln \left( \frac{b}{d} - 1 \right) \right] \quad (3)$$

۴۴ - سرعت خروج آب از یک شیر آب  $50 \text{ cm/s}$  و سطح مقطع شیر  $4/5 \text{ cm}^2$  است. پس از سقوط به اندازه  $30 \text{ cm}$  سطح مقطع آب خروجی چند سانتی متر مربع است؟  $g = 10 \text{ m/s}^2$



۴/۵ (۴)

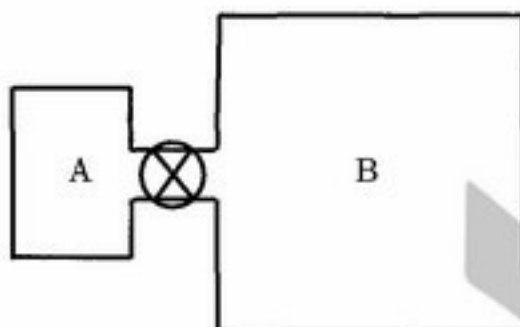
۰٫۳۷ (۳)

۰٫۹ (۲)

۲٫۰ (۱)



۴۵ - ظرف A حاوی گاز ایده‌ال با فشار ۸ جو و دمای ۳۰۰K است. ظرف B نیز حاوی همان گاز با فشار ۶ جو و دمای ۵۰۰K است و شیر میان دو ظرف بسته است. حجم ظرف B، ۵ برابر حجم ظرف A است. سپس شیر رابط باز و در حالی که دمای هر یک از دو ظرف در دمای اولیه‌شان نگه داشته می‌شود اجازه داده می‌شود، فشار دو ظرف یکسان شود فشار نهایی در ظرف چند جو است؟



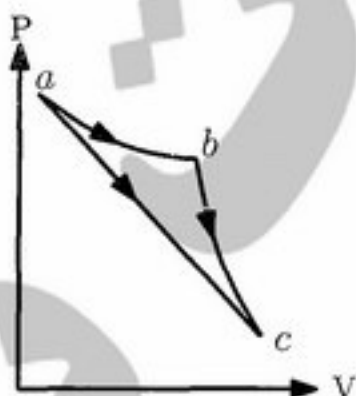
۷/۲ (۴)

۶/۳ (۳)

۶/۵ (۲)

۷ (۱)

۴۶ - در نمودار فشار بر حسب حجم برای یک گاز ایده‌ال کار انجام شده در تحول تکدما از a تا b برابر ۱۰J و کار انجام شده در تحول بی‌دررو از b تا c برابر ۶J است. تغییر انرژی داخلی گاز در مسیر مستقیم از a تا c چند ژول است؟



۴ (۴)

۱۶ (۳)

۸ (۲)

۶ (۱)

۴۷ - سه جسم جامد، اولی به شکل مکعب به طول ضلع ۳، دومی به شکل کره به شعاع ۳ و سومی نیمکره به شعاع ۳ همگی از یک ماده ساخته شده‌اند و در محیطی که دمای آن ۳۰۰K است در دمای ۴۰۰K نگه داشته شده‌اند. اگر آهنگ تبادل انرژی به صورت تابش گرمایی با محیط برای این سه جسم به ترتیب  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  باشد، کدام گزینه درست است؟

$P_3 < P_2 < P_1$  (۴)

$P_1 < P_2 < P_3$  (۳)

$P_1 < P_3 < P_2$  (۲)

$P_2 < P_1 < P_3$  (۱)

۴۸- دو مول گاز ایده آل تک اتمی از حجم اولیه  $V_i = 2\text{m}^3$  به حجم  $V_f = 4\text{m}^3$  منبسط می شود. فشار اولیه گاز  $P_i = 7\text{kPa}$  است و مسیر تحول گاز در نمودار فشار بر حسب حجم به صورت  $P = P_i e^{(V_i - V)/a}$  که  $P$  بر حسب کیلو پاسکال و  $V_i, V$  بر حسب  $\text{m}^3$  و  $a = 2\text{m}^3$  است. تغییر آنتروپی گاز در این انبساط چند ژول بر درجه کلون است؟  $R = 8/3 \text{ J/mol.K}$  و  $\ln 2 \approx 0.7$

(۱) ۴/۱۵

(۲) ۲/۰۷

(۳) ۵۴/۰

(۴) ۲۴/۹

۴۹- برای کاهش بازتاب از یک شیشه با ضریب شکست  $1/6$  یک ماده شفاف با ضریب شکست  $1/4$  روی آن نشانده می شود. حداقل ضخامت لازم برای این لایه چند نانومتر باشد تا برای تابش تقریباً عمودی، انعکاس در طول موج  $5600\text{Å}$  حذف شود؟

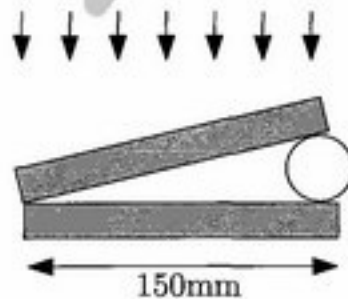
(۱) ۱۲۲/۵

(۲) ۱۰۰

(۳) ۸۷/۵

(۴) ۱۶۰

۵۰- پرتو گسترده ای با طول موج  $5000\text{Å}$  تقریباً به طور عمودی بر صفحه بالایی یک جفت صفحه شیشه ای با ضریب شکست  $1/5$  می تابد. طول صفحات  $150\text{mm}$ ، انتهای چپ آن دو با هم در تماس و سمت راست آنها با یک سیم به قطر  $0.5\text{mm}$  از هم جدا شده است. فضای میان دو شیشه با ماده ای با ضریب شکست  $1/2$  پر شده است. ناظری که به طور عمودی از بالا به پایین نگاه می کند چه تعداد فریز روشن مشاهده می کند؟



(۴) ۳۰۰

(۳) ۶۰

(۲) ۱۸۰

(۱) ۲۴۰



۵۱- ناظر  $S$  مختصات  $x = 300 \text{ km}$  و  $t = 3 \text{ ms}$  را برای یک رویداد اندازه می‌گیرد. مختصات این رویداد را ناظر  $S'$  که با سرعت  $0.8c$  در راستای مثبت محور  $x$  حرکت می‌کند چه اندازه می‌گیرد؟ (در مبدا زمان مبدا مختصات هر دو ناظر بر هم منطبق است.)

$$(1) \quad t' = 1/32 \text{ ms}, \quad x' = 700 \text{ km}$$

$$(2) \quad t' = -\frac{11}{3} \text{ ms}, \quad x' = -250 \text{ km}$$

$$(3) \quad t' = \frac{11}{3} \text{ ms}, \quad x' = -700 \text{ km}$$

$$(4) \quad t' = \frac{19}{3} \text{ ms}, \quad x' = 1700 \text{ km}$$

۵۱- موشکی به طول  $500 \text{ m}$  با سرعت نسبی  $V$  در چارچوب  $S$  در حرکت است. مدت زمانی که ابتدا و انتهای موشک از جلوی ناظری ساکن در دستگاه  $S$  می‌گذرد برابر  $5 \mu\text{s}$  است. اندازه سرعت  $V$  چند برابر  $c$  (سرعت نور در خلأ) است؟

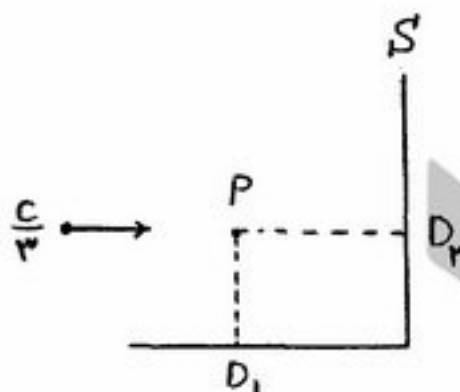
$$(1) \quad \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

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

$$(3) \quad \frac{3 - 2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}$$

$$(4) \quad \frac{1}{3}$$

۵۳- چشمه نوری با فرکانس  $6 \times 10^{14}$  هرتز با سرعت  $\frac{c}{3}$  نسبت به چارچوب  $S$  در حرکت است. آشکارسازهای  $D_1$  و  $D_2$  مطابق شکل در چارچوب  $S$  ساکنند. در لحظه‌ای که چشمه نور به نقطه  $P$  می‌رسد فرکانس نور دریافتی توسط آشکارسازهای  $D_1$  و  $D_2$  به ترتیب از راست به چپ چند هرتز است؟



(۱)  $4\sqrt{2} \times 10^{14}$ ،  $3\sqrt{2} \times 10^{14}$

(۲)  $4\sqrt{3} \times 10^{14}$ ،  $2\sqrt{6} \times 10^{14}$

(۳)  $3\sqrt{2} \times 10^{14}$ ،  $3\sqrt{2} \times 10^{14}$

(۴)  $6 \times 10^{14}$ ،  $3\sqrt{2} \times 10^{14}$

۵۴- نوری تک‌رنگ با برخورد به یک سطح فلزی موجب گسیل الکترون می‌شود. پتانسیل متوقف کننده الکترونها گسیلی  $5.2 \text{ V}$  و تابع کار سطح  $2.2 \text{ eV}$  است. طول موج نور تابیده تقریباً چند نانومتر است؟

(۱) ۱۶۷۰

(۲) ۴۱۳

(۳) ۱۶۷

(۴) ۴۱۳۰

۵۵ - یک پروتون و یک دوترون هریک با انرژی جنبشی  $5 \text{ MeV}$  به یک سد پتانسیل که ارتفاع آن  $8 \text{ MeV}$  است می‌رسند. کدام گزاره درست است؟

- (۱) احتمال تونل‌زنی پروتون تابعی از انرژی آن است اما احتمال تونل زنی دوترون مستقل از انرژی آن است.
- (۲) احتمال تونل‌زنی پروتون و دوترون یکسان است.
- (۳) احتمال تونل‌زنی دوترون صفر است.
- (۴) احتمال تونل‌زنی پروتون از احتمال تونل‌زنی دوترون بیشتر است.

۵۶ - در برخورد یک فوتون با یک الکترون آزاد چند درصد افزایش در طول موج فوتون پس از برخورد نسبت به طول موج فوتون اولیه موجب کاهش ۷۵ درصدی انرژی فوتون می‌شود؟

- (۱) ۳۰۰
- (۲) ۲۰۰
- (۳) ۱۵۰
- (۴) ۴۰۰



۵۷- ذره‌ای در یک چاه پتانسیل نامتناهی یک بعدی به طول  $a$  قرار دارد و تابع موج آن به صورت زیر است

$$\psi(x) = C \sqrt{\frac{2}{a}} \left[ 1 - 6 \cos \frac{\pi x}{a} \right] \sin \frac{\pi x}{a}$$

احتمال اینکه این ذره در حالت پایه ذره در جعبه (به طول  $a$ ) یافت شود چقدر است؟

(۱)  $1 - |C|^2$

(۲)  $|C|^2$

(۳)  $0.1$

(۴)  $0.9$

۵۸- ویژه تابع انرژی یک ذره که در پتانسیل  $V(x) = -\beta x$  حرکت می‌کند در فضای تکانه کدام است؟ (جرم ذره  $\mu$  می‌باشد و  $E$  و  $p$  به ترتیب انرژی و تکانه ذره هستند.)

(۱)  $\frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar\beta}} \cos \left[ \frac{-i}{\hbar\beta} \left( \frac{p^2}{2\mu} + E \right) \right]$

(۲)  $\frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar\beta}} \exp \left[ \frac{-i}{\hbar\beta} \left( \frac{p^2}{2\mu} - Ep \right) \right]$

(۳)  $\frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar\beta}} \sin \left[ \frac{-i}{\hbar\beta} \left( \frac{p^2}{2\mu} + E \right) \right]$

(۴)  $\frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar\beta}} \exp \left[ \frac{-i}{\hbar\beta} \left( \frac{p^2}{2\mu} - Ep \right) \right]$

۵۹- ذره‌ای در پتانسیل یک بعدی  $\frac{1}{2}m\omega^2 x^2$  به صورت یک نوسانگر هماهنگ حرکت می‌کند. تابع موج این ذره در لحظه  $t = 0$  عبارت است از  $\psi(x, 0) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - \frac{x}{|x|})f(x)$  که در آن  $f(x)$  تابعی است حقیقی، بهنجار به واحد و با پاریته فرد. حداقل بعد از چه مدت زمانی احتمال وجود ذره در نقطه‌ای معین در سمت راست ( $x > 0$ ) برابر احتمال وجود ذره در لحظه  $t = 0$  در نقطه قرینه آن در سمت چپ ( $x < 0$ ) خواهد شد؟

(۱)  $\frac{4\pi}{\omega}$

(۲)  $\frac{2\pi}{\omega}$

(۳)  $\frac{\pi}{\omega}$

(۴)  $\infty$

۶۰- اثر عملگر  $K$  روی تابع موج  $\psi$  بصورت  $K\psi = \psi^*$  تعریف می‌شود. این عملگر کدامیک از خواص زیر را همواره دارد؟

(۱)  $K = K^*$

(۲)  $K^\dagger = iK^{-1}$

(۳)  $K^\dagger = K$

(۴)  $K(\psi_1 + c\psi_2) = K\psi_1 + cK\psi_2$

۶۱-  $\phi_1$  و  $\phi_2$  ویژه توابعی بهنجار از یک دستگاه کوانتومی هستند به طوری که  $\int \phi_1^* \phi_2 dV = a$ ، که در آن  $a$  کمیتی حقیقی است. یک ترکیب خطی از  $\phi_1$  و  $\phi_2$  که بر  $\phi_1$  متعامد باشد، عبارت است از:

(۱)  $(\phi_1 + a\phi_2)/\sqrt{1-a^2}$

(۲)  $(\phi_1 - a\phi_2)/\sqrt{1-a^2}$

(۳)  $(a\phi_1 + \phi_2)/\sqrt{1-a^2}$

(۴)  $(a\phi_1 - \phi_2)/\sqrt{1-a^2}$

۶۲- اگر دو تکانه زاویه‌ای  $(l_1 = 1)\vec{L}_1$  و  $(l_2 = 2)\vec{L}_2$  را با هم جمع کنیم، حالت‌هایی با  $l = 1$ ،  $l = 2$  و  $l = 3$  خواهیم داشت. اگر  $Y_{l_1 m_1}^{(1)}$  ویژه تابع همزمان  $L_1^2$  و  $L_{1z}$  و  $Y_{l_2 m_2}^{(2)}$  ویژه تابع همزمان  $L_2^2$  و  $L_{2z}$  باشد، ویژه تابع همزمان  $L^2$  و  $L_z$  (که  $\vec{L} = \vec{L}_1 + \vec{L}_2$ ) با  $l = 2$  و  $m = 2$  کدام است؟

$$\sqrt{\frac{2}{3}} Y_{11}^{(1)} Y_{21}^{(2)} + \frac{1}{\sqrt{3}} Y_{10}^{(1)} Y_{22}^{(2)} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} Y_{11}^{(1)} Y_{21}^{(2)} + \sqrt{\frac{2}{3}} Y_{10}^{(1)} Y_{22}^{(2)} \quad (2)$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} Y_{11}^{(1)} Y_{21}^{(2)} - \sqrt{\frac{2}{3}} Y_{10}^{(1)} Y_{22}^{(2)} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} Y_{11}^{(1)} Y_{21}^{(2)} - \frac{1}{\sqrt{3}} Y_{10}^{(1)} Y_{22}^{(2)} \quad (4)$$

۶۳- هامیلتونی الکترونی به جرم  $m$  و بار  $e$  که آزادانه در صفحه  $x-y$  حرکت می‌کند و میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B} = B\hat{z}$  بر آن اعمال شده است به صورت  $H = \frac{1}{2m}(P_x^2 + P_y^2 + 2eBxP_y + e^2 B^2 x^2)$  است. انرژی حالت زمینه این الکترون برابر است با:

$$\frac{|e|B\hbar}{m} \quad (1)$$

$$\frac{|e|B\hbar}{2m} \quad (2)$$

$$\frac{3}{2} \frac{|e|B\hbar}{m} \quad (3)$$

$$\frac{2|e|B\hbar}{m} \quad (4)$$

۶۴- ذره‌ی جایگزیده‌ای با اسپین  $\frac{1}{2}$  در میدان مغناطیسی ثابت  $\vec{B}_1 = B_1\hat{z}$  دارای هامیلتونی  $H_0 = \alpha\vec{S}\cdot\vec{B}_1$  است. اگر این سیستم تحت تأثیر میدان مغناطیسی ضعیف‌تر  $\vec{B}_2 = B_2\hat{y}$  نیز قرار گیرد به طوری که  $B_2 \ll B_1$  باشد، اختلال میدان مغناطیسی دوم  $H' = \alpha\vec{S}\cdot\vec{B}_2$  در مرتبه دوم اختلال انرژی حالت پایه را چه مقدار تغییر خواهد داد؟ ( $\alpha$  عددی ثابت و مثبت است).

$$-\frac{\hbar}{2}\alpha\left(\frac{B_2}{B_1}\right) \quad (1)$$

$$\frac{\hbar}{4}\alpha\left(\frac{B_2}{B_1}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\hbar}{2}\alpha\left(\frac{B_2}{B_1}\right) \quad (3)$$

$$-\frac{\hbar}{4}\alpha\left(\frac{B_2}{B_1}\right) \quad (4)$$



۶۵ - دستگاهی با تکانه زاویه‌ای  $J = \frac{3}{2}$  با هامیلتونی زیر توصیف می‌شود

$$H = \frac{\omega}{\hbar} (J_x^2 + J_y^2)$$

نمایش ماتریسی هامیلتونی در پایه‌های  $J_z$  کدام است؟

$$(1) \quad \frac{\hbar\omega}{2} \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$

$$(2) \quad \frac{\hbar\omega}{4} \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$

$$(3) \quad \frac{\hbar\omega}{2} \begin{pmatrix} 7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$$

$$(4) \quad \frac{\hbar\omega}{4} \begin{pmatrix} 7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$$

۶۶ - حالت کوانتومی یک سیستم فیزیکی به صورت  $|j=1, m=-1\rangle = e^{-i\lambda J_+} |\psi\rangle$  می‌باشد که  $\lambda$  ثابت حقیقی است. احتمال

آنکه در این حالت در اندازه‌گیری کمیت  $J_z$  مقدار  $m=0$  را به دست آوریم کدام است؟

$$(1) \quad \left( \frac{\sqrt{2}\lambda}{\lambda^2 + 1} \right)^2$$

$$(2) \quad \frac{\lambda^2}{\lambda^4 + \lambda^2 + 1}$$

$$(3) \quad \left( \frac{\lambda}{\lambda^2 + 1} \right)^2$$

$$(4) \quad \frac{2\lambda^2}{\lambda^4 + \lambda^2 + 1}$$

PardazeshPub.com

PardazeshPub.com

۶۷- اندرکنش زیر را بین ذرات  $\alpha, \gamma, \beta, \delta$  در نظر بگیرید:

$$\alpha + \beta \rightarrow \gamma + \delta$$

فرض کنید که در این اندرکنش اندازه حرکت مداری کل به اندازه ۳ واحد تغییر کند و پاریته در این اندرکنش پایسته باشد. کدام گزینه درست است؟

- (۱) پاریته ذاتی  $\delta$  مخالف پاریته ذاتی  $\gamma$  و پاریته ذاتی  $\beta$  نیز مخالف پاریته ذاتی  $\alpha$  است.
- (۲) پاریته ذاتی  $\delta$  برابر پاریته ذاتی  $\beta$  و پاریته ذاتی  $\alpha$  مخالف پاریته ذاتی  $\gamma$  است.
- (۳) پاریته ذاتی  $\delta$  برابر پاریته ذاتی  $\gamma$  و پاریته ذاتی  $\alpha$  برابر پاریته ذاتی  $\beta$  است.
- (۴) پاریته ذاتی  $\delta$  مخالف پاریته ذاتی  $\beta$  و پاریته ذاتی  $\alpha$  نیز مخالف پاریته ذاتی  $\gamma$  است.

۶۸- در پراکندگی ذره‌ای به جرم  $m$  و انرژی  $E$  از کره نفوذناپذیر  $V(r) = \begin{cases} 0 & r > a \\ \infty & r < a \end{cases}$  و برای امواج کروی ( $l = 0$ ) جابجایی فاز چقدر است؟

$$-tg^{-1} \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} a \quad (۱)$$

$$\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} a \quad (۲)$$

$$tg^{-1} \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} a \quad (۳)$$

$$-\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} a \quad (۴)$$

PardazeshPub.com

۶۹- انرژی الکتریکی ذخیره شده در کره‌ای به شعاع  $R$  و با چگالی بار شعاعی  $\rho(r) = \beta r$  ( $\beta$  عددی ثابت است) کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi\beta^2 R^4}{\epsilon_0}$

(۲)  $\frac{3\beta^2 R^4}{4\pi\epsilon_0}$

(۳)  $\frac{\beta^2 \epsilon_0 R^4}{4\pi}$

(۴)  $\frac{1}{2\pi\epsilon_0} (\beta R^2)^2$

۷۰- خازنی کره‌ای متشکل از دو کره متحدالمرکز در اختیار داریم. شعاع کره بیرونی مقدار ثابت  $a$  است، ولی شعاع کره درونی می‌تواند تغییر کند. می‌خواهیم بیشترین مقدار انرژی الکتریکی را در این خازن ذخیره کنیم به طوری که مقدار شدت میدان الکتریکی بر روی سطح کره داخلی ثابت باقی بماند. شعاع کره داخلی چقدر باید باشد؟

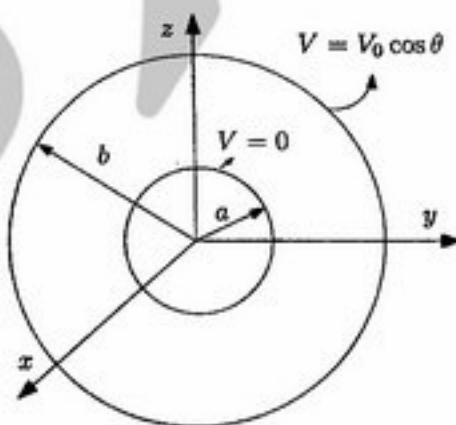
(۱)  $\frac{a}{5}$

(۲)  $\frac{a}{4}$

(۳)  $\frac{3a}{4}$

(۴)  $\frac{3a}{5}$

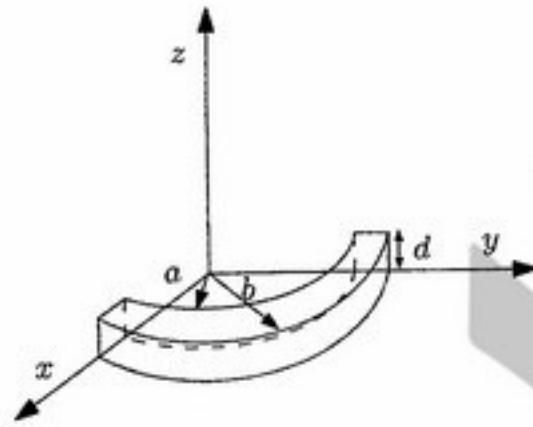
۷۱- دو سطح کره‌ای هم مرکز به شعاع‌های  $a$  و  $b$  ( $b > a$ ) و پتانسیل‌های الکتریکی صفر و  $V_0 \cos \theta$  مطابق شکل مفروض است. پتانسیل در فضای بین دو کره در مختصات کره‌ای کدام است؟



(۱)  $\frac{V_0 a^2 \cos \theta}{b^2 - a^2} \left( r - \frac{a^2}{r} \right)$  (۲)  $\frac{V_0 b^2 \cos \theta}{b^2 - a^2} \left( r - \frac{a^2}{r} \right)$  (۳)  $\frac{V_0 b \cos \theta}{b^2 - a^2} \left( r - \frac{a^2}{r} \right)$  (۴)  $\frac{V_0 a \cos \theta}{b^2 - a^2} \left( r - \frac{a^2}{r} \right)$



۷۲- یک میله فلزی با رسانندگی  $\sigma$  به شکل یک کمان  $90^\circ$  در جهای به شعاع داخلی  $a$  و خارجی  $b$  و ضخامت  $d$  مطابق شکل قرار دارد. مقاومت میله بین سطوح  $z = 0$  تا  $z = d$  کدام است؟



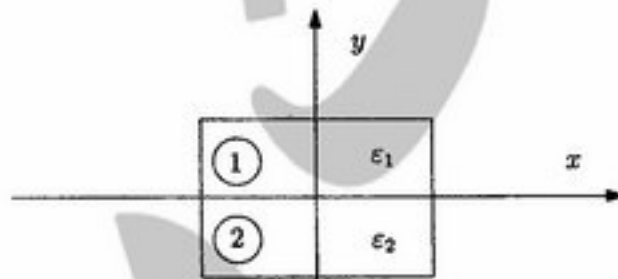
(۴)  $\frac{2(b^2 - a^2)}{\sigma \pi d^3}$

(۳)  $\frac{4d}{\sigma \pi (b^2 - a^2)}$

(۲)  $\frac{\pi}{2 \sigma d \ln(\frac{b}{a})}$

(۱)  $\frac{2 \ln(\frac{b}{a})}{\sigma \pi d}$

۷۳- دو ناحیه بادی الکتریک های  $\epsilon_1 = 3\epsilon_0$  و  $\epsilon_2 = \frac{9\epsilon_0}{2}$  در مرز  $y = 0$  از یکدیگر جدا شده اند. اگر بردار میدان الکتریک در ناحیه ۱ بصورت  $\vec{E}_1 = 10\hat{i} - 6\hat{j} + 12\hat{k} (\frac{V}{m})$  باشد، نسبت چگالی انرژی در ناحیه ۲ نسبت به ناحیه ۱ کدام است؟



(۴)  $\frac{517}{420}$

(۳)  $\frac{420}{517}$

(۲)  $\frac{84}{117}$

(۱)  $\frac{117}{84}$

۷۴- دو کره رسانا در محیطی با مقاومت ویژه  $\rho = 5 \times 10^{-6} \Omega.m$  و گذردهی  $\epsilon = 100 \frac{pF}{m}$  قرار دارند. اگر مقاومت بین دو رسانا  $5 \times 10^{-4} \Omega$  باشد، ظرفیت خازن حاصل چند پیکو فاراد است؟

(۱) ۵

(۲) ۱

(۳) ۱۰

(۴) ۵۰

۷۵ - یک دو قطبی مغناطیسی بسیار کوچک با ممان دو قطبی  $m$  در مرکز یک کره فرضی به شعاع  $a$  واقع شده است. انرژی مغناطیسی ذخیره شده در ناحیه خارج از این کره فرضی کدام است؟

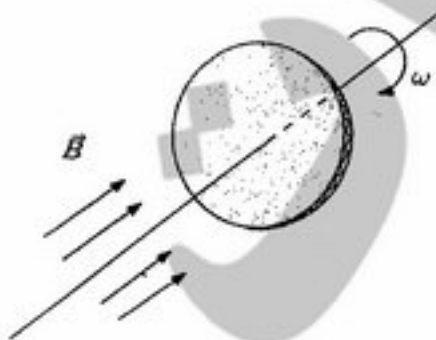
(۱)  $\frac{\mu_0 m^2}{4\pi a^3}$

(۲)  $\frac{\mu_0 m^2}{6\pi a^3}$

(۳)  $\frac{\mu_0 m^2}{3\pi a^3}$

(۴)  $\frac{\mu_0 m^2}{12\pi a^3}$

۷۶ - مطابق شکل قرص رسانایی به شعاع  $a$  با سرعت زاویه‌ای ثابت  $\omega$  در میدان مغناطیسی یکنواخت ثابت  $B$  که راستای آن عمود بر صفحه قرص است دوران می‌کند. اختلاف پتانسیل بین لبه قرص و مرکز آن کدام است؟



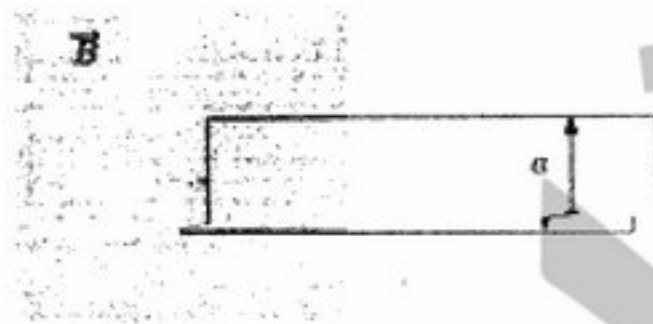
(۱)  $\frac{\omega B a^2}{2}$

(۲) صفر

(۳)  $\omega B a^2$

(۴)  $2\omega B a^2$

۷۷ - قسمتی از یک قاب مستطیل شکل به عرض  $a$  و جرم  $m$  و ضریب خودالقایی  $L$  مطابق شکل در میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت  $B$  قرار دارد. فرض کنید مقاومت الکتریکی حلقه صفر است. اگر کمی حلقه را به سمت راست بکشیم شروع به نوسان می کند. بسامد زاویه‌ای این نوسان کدام است؟



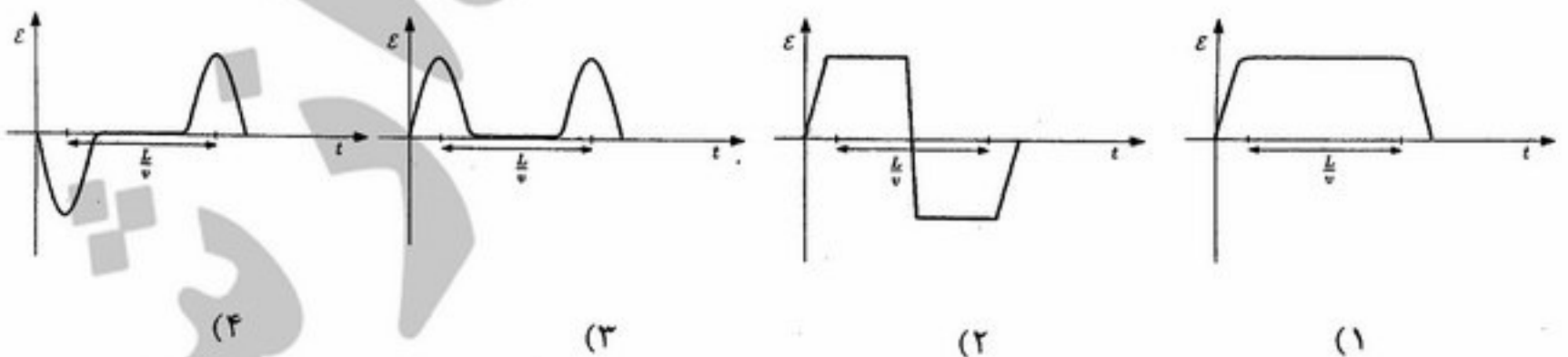
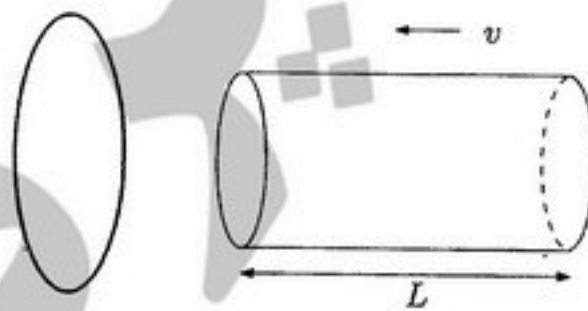
(۱)  $\frac{Ba^2}{\sqrt{mL}}$

(۲)  $\frac{2Ba}{\sqrt{mL}}$

(۳)  $\frac{Ba}{\sqrt{mL}}$

(۴)  $\frac{2Ba^2}{\sqrt{mL}}$

۷۸ - مطابق شکل استوانه‌ای به طول  $L$  که دارای قطبش یکنواخت است با سرعت  $v$  از درون حلقه‌ای با شعاع کمی بزرگتر از شعاع استوانه عبور می کند. کدام نمودار نشان دهنده نیروی محرکه الکتریکی درون حلقه بر حسب زمان است؟





۷۹ - در مدل کلاسیک اتم هیدروژن الکترون در مداری دایروی به شعاع  $r$  دوران می کند. کسر انرژی تابش شده در هر دور گردش  $(\frac{PT}{E})$  که در آن  $T$  دوره تناوب مداری،  $P$  توان تابشی و  $E$  انرژی کل الکترون است، کدام است؟ (سرعت الکترون در مدار  $V$  است)

$$(1) \frac{4\pi}{3} \left(\frac{V}{c}\right)^2$$

$$(2) \frac{4\pi}{3} \left(\frac{V}{c}\right)^2$$

$$(3) \frac{8\pi}{3} \left(\frac{V}{c}\right)^2$$

$$(4) \frac{8\pi}{3} \left(\frac{V}{c}\right)^2$$

۸۰ - ذره‌ای به جرم  $m$  و بار  $q$  در نزدیکی صفحه‌ای رسانا و بی نهایت بزرگ قرار دارد. در اثر نیروی بین صفحه رسانا و ذره باردار، این ذره حرکت می کند. هنگامی که فاصله این ذره از صفحه  $d$  است، توان تابشی از ذره کدام است؟

$$(1) \frac{(\mu_0 cq^2)^2}{m^2 d^4}$$

$$(2) \left(\frac{\mu_0 cq^2}{4\pi}\right)^2 \frac{1}{7m^2 d^4}$$

$$(3) \frac{c^2 q}{2d} \sqrt{\frac{\mu_0 m}{4\pi d}}$$

$$(4) \frac{c^2 q}{d} \sqrt{\frac{\mu_0 m}{d}}$$

۸۱ - ذره‌ای بر روی مسیر مارپیچی که معادله پارامتری آن بر حسب زمان، در مختصات دکارتی  $\vec{r}(t) = \frac{3}{4} \cos 2t \hat{i} + \frac{3}{4} \sin 2t \hat{j} + 4t \hat{k}$  است، حرکت می‌کند که  $t$  بر حسب ثانیه و  $\vec{r}(t)$  بر حسب متر است. شتاب جانب مرکز ذره در لحظه  $t$  کدام است؟

(۱)  $3m/s^2$

(۲)  $1/5m/s^2$

(۳)  $7m/s^2$

(۴)  $\frac{50}{3}m/s^2$

۸۲ - ذره‌ای با تندی ثابت  $v$  در صفحه  $x-y$  بر روی مسیری که معادله آن در مختصات قطبی به صورت  $r = k(1 + \cos \theta)$  است حرکت می‌کند.  $k$  ثابت است. زمان طی یک دور کامل مسیر چقدر است؟

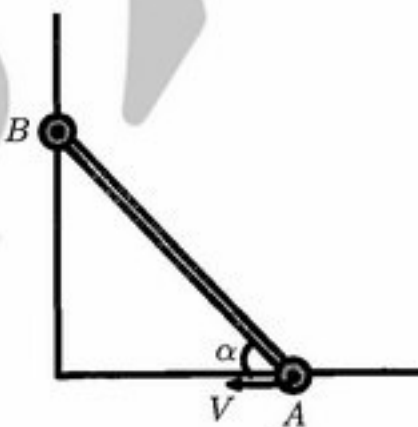
(۱)  $\frac{4\pi k}{v}$

(۲)  $\frac{4k}{v}$

(۳)  $\frac{8k}{v}$

(۴)  $\frac{8\pi k}{v}$

۸۳ - دو جسم  $A$  و  $B$  توسط یک میله صلب به یکدیگر مطابق شکل متصل شده‌اند. اجسام در امتداد دو ریل متعامد راهنما می‌لغزند. اگر جسم  $A$  با سرعت ثابت  $V$  به سمت چپ بلغزد هنگامی که  $\alpha = 60^\circ$  سرعت جسم  $B$  کدام است؟



(۴)  $\frac{1}{2}V$

(۳)  $\sqrt{3}V$

(۲)  $\frac{\sqrt{3}}{3}V$

(۱)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}V$

۸۴ - ذره‌ای به جرم  $m$  از روی زمین با سرعت اولیه  $V_0$  در راستای قائم به سمت بالا پرتاب می‌شود نیروی مقاومت هوا با توان اول سرعت لحظه‌ای متناسب است،  $\vec{f} = -mK\vec{v}$  که  $K$  ثابت مثبتی است. ارتفاع صعود چقدر است؟

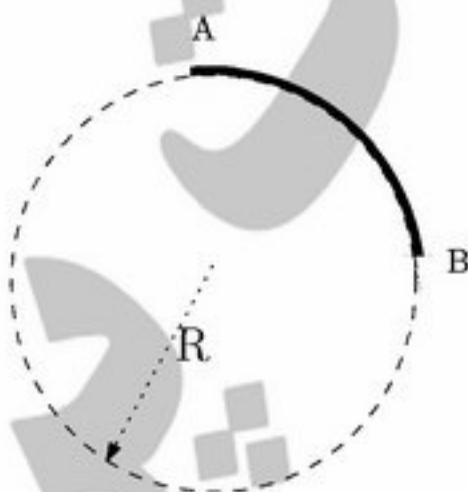
$$\frac{V_0}{K} - \frac{g}{K^2} \ln \left( 1 + \frac{KV_0}{g} \right) \quad (۱)$$

$$-\frac{V_0}{K} - \frac{g}{K^2} \ln \left( 1 - \frac{KV_0}{g} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{V_0}{K} \left( 1 - \frac{KV_0}{g} \right) - \frac{g}{K^2} \ln \left( 1 - \frac{KV_0}{g} \right) \quad (۳)$$

$$\frac{V_0}{K} \left( 1 + \frac{KV_0}{g} \right) - \frac{g}{K^2} \ln \left( 1 + \frac{KV_0}{g} \right) \quad (۴)$$

۸۵ - مطابق شکل طنابی به جرم  $m$  و طول  $\frac{1}{4}\pi R$  در لحظه  $t = 0$  از وضعیت نشان داده شده بر روی سطح بدون اصطکاک استوانه‌ای به شعاع  $R$  رها می‌شود. در ابتدا طناب در یک صفحه قائم قرار دارد و در حین حرکت نیز در این صفحه می‌ماند. سرعت طناب هنگام ترک سطح استوانه در نقطه  $B$  چقدر است؟



$$\sqrt{Rg \left( \frac{4}{\pi} + \frac{\pi}{4} \right)} \quad (۴)$$

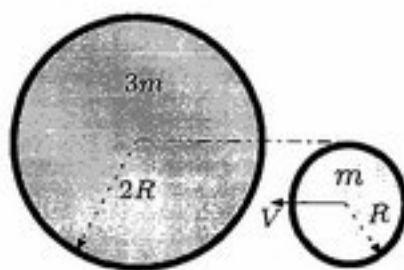
$$\sqrt{Rg \left( \frac{4}{\pi} + \frac{\pi}{4} \right)} \quad (۳)$$

$$\sqrt{Rg \left( \frac{2}{\pi} + \frac{\pi}{2} \right)} \quad (۲)$$

$$\sqrt{Rg \left( \frac{2}{\pi} + \pi \right)} \quad (۱)$$



۸۶ - مطابق شکل گلوله‌ای به جرم  $m$  و شعاع  $R$  با سرعت  $V$  به گلوله ساکنی به جرم  $3m$  و شعاع  $2R$  برخورد می‌کند. ضریب برگشت (جهندگی)  $\frac{1}{3}$  است و فرض می‌کنیم مؤلفه‌های سرعت در راستای مماس بر گلوله‌ها در هنگام برخورد تغییر نمی‌کند. اندازه سرعت  $m$  پس از برخورد چقدر است؟



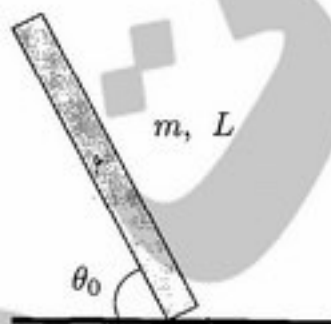
$\frac{2V}{3}$  (۴)

$\frac{V}{4}$  (۳)

$\frac{V}{3}$  (۲)

$\frac{V}{2}$  (۱)

۸۷ - میله‌ای به جرم  $m$  و طول  $L$  تحت زاویه  $\theta_0 = \frac{\pi}{3}$  نسبت به افق مطابق شکل از حالت سکون بر روی سطح میز بدون اصطکاکی در یک صفحه قائم رها می‌شود. سرعت مرکز جرم این میله وقتی زاویه آن با افق به  $\theta = \frac{\pi}{4}$  می‌رسد چقدر است؟ لختی دورانی میله حول مرکزش  $\frac{1}{12}mL^2$  است.



$\sqrt{\frac{9}{26}(\sqrt{3}-1)gL}$  (۴)

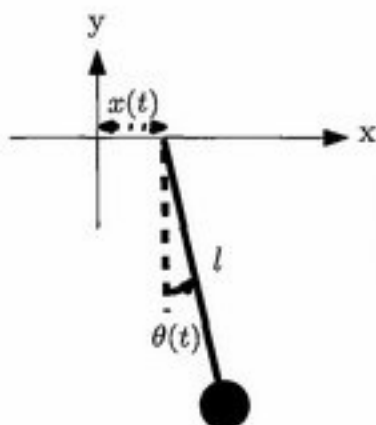
$\sqrt{\frac{3}{8}(\sqrt{3}-1)gL}$  (۳)

$\sqrt{\frac{3}{4}(\sqrt{3}-1)gL}$  (۲)

$\sqrt{\frac{12}{13}(\sqrt{3}-1)gL}$  (۱)

۸۷ - نقطه آویز آونگ ساده‌ای به طول  $l$  بر روی محور  $x$  و حول مبدأ مختصات به صورت  $x(t) = \frac{l}{v_0} \sin \frac{1}{3} \sqrt{\frac{g}{l}} t$  نوسان می‌کند. در

حضور نیروی گرانش و برای دامنه‌های کم  $\theta \ll 1$ ، وابستگی  $\theta(t)$  (زاویه نخ با امتداد قائم) به  $t$  چگونه است؟



$$\theta_0 \cos \left( \sqrt{\frac{g}{l}} t + \varphi_0 \right) + \frac{1}{v_0} \sin \frac{1}{3} \sqrt{\frac{g}{l}} t \quad (۲) \quad \theta_0 \cos \left( \sqrt{\frac{g}{l}} t + \varphi_0 \right) + \frac{1}{v_0} \sin \frac{1}{3} \sqrt{\frac{g}{l}} t \quad (۱)$$

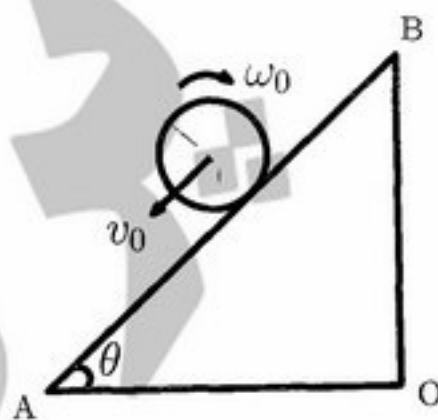
$$\theta_0 \sin \left( \sqrt{\frac{g}{l}} t + \varphi_0 \right) + \frac{1}{v_0} \sin \frac{1}{3} \sqrt{\frac{g}{l}} t \quad (۴) \quad \theta_0 \sin \left( \sqrt{\frac{g}{l}} t + \varphi_0 \right) + \frac{1}{v_0} \sin \frac{1}{3} \sqrt{\frac{g}{l}} t \quad (۳)$$

۸ - حلقه یکتواختی به شعاع  $R$  را در لحظه  $t = 0$  مطابق شکل با سرعت اولیه  $V_0$  در حالی که سرعت زاویه‌ای آن  $\omega_0$  است روی سطح

شیب دار ساکنی پرتاب می‌کنیم. حلقه همواره در صفحه قائمی که از  $AOB$  می‌گذرد حرکت می‌کند. چه رابطه‌ای بین پارامترهای

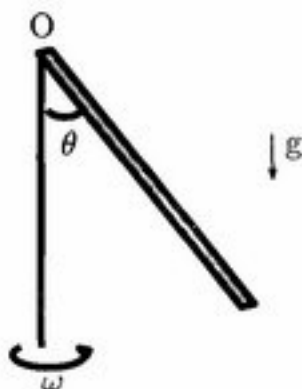
داده شده و ضریب اصطکاک جنبشی بین حلقه و سطح  $\mu$  وجود داشته باشد تا حلقه در نقطه‌ای روی سطح شیب‌دار به سکون

لحظه‌ای برسد؟



$$V_0 = R\omega_0 \left( 1 + \frac{\sin \theta}{\mu} \right) \quad (۴) \quad V_0 = R\omega_0 \left( 1 + \frac{tg \theta}{\mu} \right) \quad (۳) \quad V_0 = R\omega_0 \left( 1 - \frac{\sin \theta}{\mu} \right) \quad (۲) \quad V_0 = R\omega_0 \left( 1 - \frac{tg \theta}{\mu} \right) \quad (۱)$$

۹۰ - میله‌ای به جرم  $m$  و طول  $l$  در نقطه  $O$  به محور قائمی لولا شده و محور با سرعت زاویه‌ای ثابت  $\omega$  می‌چرخد. در حالت تعادل دینامیک (یعنی در حالتی که  $\theta$  ثابت است و میله نوسان نمی‌کند)  $\theta$  چقدر است؟



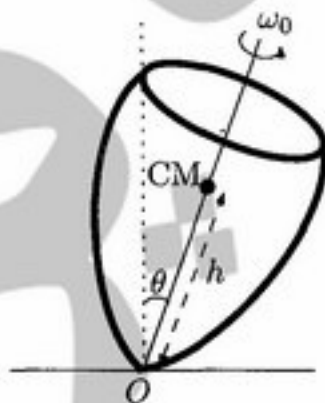
(۴)  $\cos^{-1} \frac{g}{6l\omega^2}$

(۳)  $\cos^{-1} \frac{g}{6l\omega^2}$

(۲)  $\cos^{-1} \frac{3g}{2l\omega^2}$

(۱)  $\cos^{-1} \frac{2g}{3l\omega^2}$

۹۱ - فرفره‌ای به جرم  $M$  با سرعت زاویه‌ای  $\omega_0$  حول محور خود می‌چرخد. لختی دورانی فرفره حول محور تقارن‌اش  $I_0$  و حول دو راستای عمود دیگری که از  $O$  می‌گذرند  $I_1 = I_2 = I$  است. مرکز جرم فرفره به فاصله  $h$  از نوک آن قرار دارد. محور به اندازه  $\theta$  نسبت به قائم مایل است و فرفره حرکت تقدیمی یکنواخت انجام می‌دهد. فرفره در داخل یک آسانسور است به نحوی که نوک آن توسط تکیه‌گاه بدون اصطکاکی در کف آسانسور قرار دارد. اگر آسانسور با شتاب  $2g$  به بالا شتاب داشته باشد سرعت زاویه‌ای حرکت تقدیمی فرفره حول محور قائم چقدر است؟



(۴)  $\frac{3Mgh}{I_0\omega_0}$

(۳)  $\frac{2Mgh}{I_0\omega_0}$

(۲)  $\frac{I_0\omega_0}{I \cos^2 \theta}$

(۱)  $\frac{I_0\omega_0}{2I \cos^2 \theta}$



۹- ذره‌ای به جرم  $m$  و بار  $q$  در میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B} = B\hat{k}$  پرتاب می‌شود. مولفه‌های اندازه حرکت تعمیم‌یافته برای این ذره کدام است؟

$$p_x = m\dot{x} - qBy, \quad p_y = m\dot{y}, \quad p_z = m\dot{z} \quad (۱)$$

$$p_x = m\dot{x}, \quad p_y = m\dot{y}, \quad p_z = m\dot{z} \quad (۲)$$

$$p_x = m\dot{x} - \frac{qB}{\gamma}y, \quad p_y = m\dot{y} - \frac{qB}{\gamma}x, \quad p_z = m\dot{z} \quad (۳)$$

$$p_x = m\dot{x}, \quad p_y = m\dot{y} - qBx, \quad p_z = m\dot{z} \quad (۴)$$

۹۳- اگر تابع توزیع تندی ماکسول - بولتزمن برای ذره‌ای به جرم  $m$  در دمای  $T$ ،  $f(v) = 4\pi \left( \frac{m}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2KT}}$  باشد تابع توزیع انرژی جنبشی ذره،  $E$ ، در همین دما کدام است؟

$$(1) \frac{4\pi}{m} \left( \frac{m}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} E e^{-\frac{E}{KT}}$$

$$(2) \frac{2\pi}{(\pi KT)^{\frac{3}{2}}} \sqrt{E} e^{-\frac{E}{KT}}$$

$$(3) \frac{4\pi}{m} \left( \frac{m}{2\pi KT} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{E} e^{-\frac{E}{KT}}$$

$$(4) \frac{2\pi}{(\pi KT)^{\frac{3}{2}}} E e^{-\frac{E}{KT}}$$

۹۴- یک ظرف آب که دمای آن  $0^\circ C$  است را در محیطی که دمای آن  $\theta$  ( $\theta < 0$ ) است قرار می‌دهیم. با فرض اینکه گرمای آزاد شده در موقع انجماد آب، توسط رسانش از طریق یخ به بالا جریان پیدا کند و سپس توسط همرفت طبیعی وارد هوا شود، چه مدت طول می‌کشد تا یخی به ضخامت  $d$  روی سطح آب تشکیل شود. فرض کنید ضریب همرفت در واحد سطح  $h$  است که در هنگام تشکیل یخ ثابت فرض می‌شود.  $K$  ضریب رسانش گرمایی،  $l$  گرمای نهان ذوب یخ و  $\rho$  چگالی یخ می‌باشد.

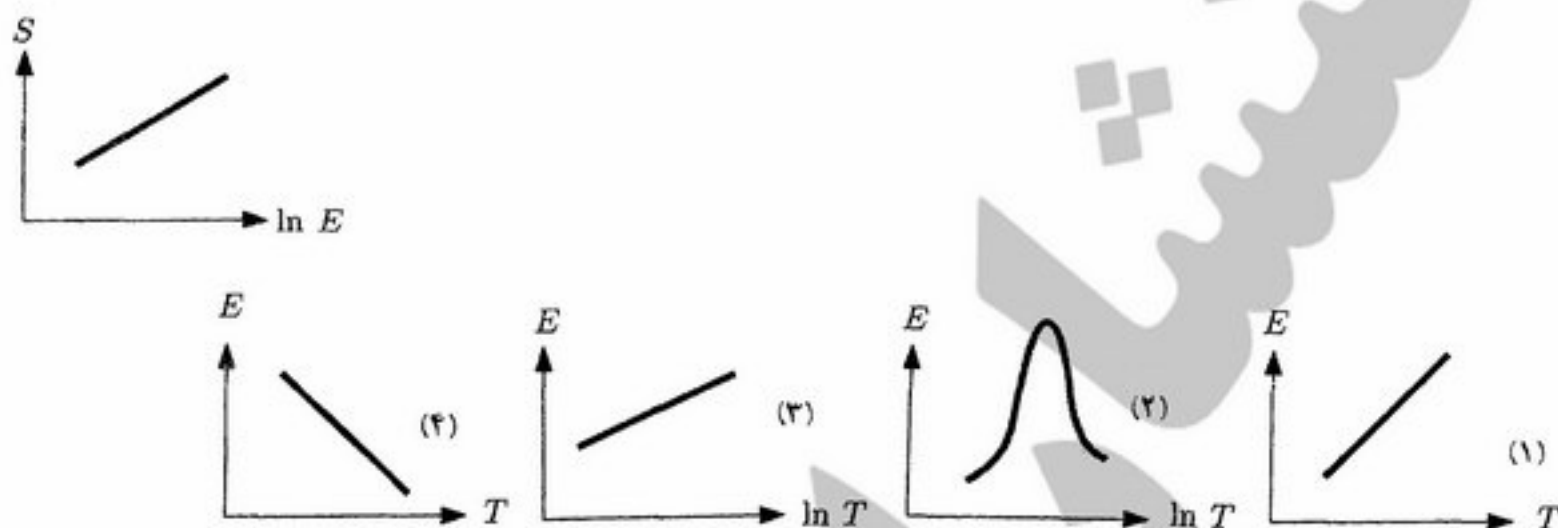
$$(1) \frac{\rho l}{-\theta} \left( \frac{d}{h} + \frac{d^2}{K} \right)$$

$$(2) \frac{\rho l}{-\theta} \left( \frac{d}{2h} + \frac{d^2}{K} \right)$$

$$(3) \frac{\rho l}{-\theta} \left( \frac{d}{2h} + \frac{d^2}{2K} \right)$$

$$(4) \frac{\rho l}{-\theta} \left( \frac{d}{h} + \frac{d^2}{2K} \right)$$

۹- اگر تغییرات آنتروپی ( $S$ ) بر حسب لگاریتم انرژی داخلی ( $\ln E$ ) در یک سیستم به صورت زیر باشد. تغییرات انرژی بر حسب دما در این سیستم به چه صورت خواهد بود.



۹- اگر ظرفیت گرمایی  $C_p$  و  $C_v$  مول گاز ایده آل در حجم ثابت و فشار ثابت،  $F$  انرژی آزاد هلمهولتز،  $G$  انرژی آزاد گیبس و  $\alpha$  و  $\beta$  ثابت باشند، کدام گزینه صحیح است؟

$$G = \int C_p dT + T \int \frac{C_p}{T} dT + nRT \ln P - \alpha T + \beta \quad (۱)$$

$$F = \int C_v dT + T \int \frac{C_v}{T} dT + nRT \ln V - \alpha T + \beta \quad (۲)$$

$$F = \int C_v dT - T \int \frac{C_v}{T} dT - nRT \ln V - \alpha T + \beta \quad (۳)$$

$$G = \int C_p dT - T \int \frac{C_p}{T} dT - nRT \ln P - \alpha T + \beta \quad (۴)$$



۹۷ - ذره‌ای به جرم  $m$  و اسپین صفر در جعبه‌ای به ابعاد ماکروسکوپی  $(L, L, L)$  در دمای اتاق در نظر بگیرید. تعداد حالت‌های قابل دسترس برای این ذره که انرژی آنها بین  $E$  و  $E + \Delta E$  باشد چقدر است؟

$$\frac{1}{4\pi^2} \left( \frac{2mL^2}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{E\Delta E} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2\pi^2} \left( \frac{2mL^2}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{E\Delta E} \quad (2)$$

$$\frac{1}{4\pi^2} \left( \frac{2mL^2}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} E\sqrt{E\Delta E} \quad (3)$$

$$\frac{1}{8\pi^2} \left( \frac{2mL^2}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} E\sqrt{E\Delta E} \quad (4)$$

۹۸ - یک گاز پارامغناطیس در دمای  $T$  و در میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  متشکل از  $N_0$  اتم مغناطیسی در واحد حجم در نظر بگیرید. اگر هر اتم دارای گشتاور دو قطبی مغناطیسی  $\mu_0$  و اسپین  $\frac{1}{2}$  باشد، مغناطش متوسط گاز کدام است؟

$$N_0 \mu_0 \frac{e^{\frac{\mu_0 B}{KT}}}{2 \cosh \frac{\mu_0 B}{KT}} \quad (1)$$

$$N_0 \mu_0 \sinh \frac{\mu_0 B}{KT} \quad (2)$$

$$N_0 \mu_0 \sinh \frac{\mu_0 B}{KT} \quad (3)$$

$$N_0 \mu_0 \tanh \frac{\mu_0 B}{KT} \quad (4)$$

۹۹- برای ماتریس  $A = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}$ ، حاصل عبارت  $\exp\left(\frac{i}{2}bA\right)$  کدام است؟

$$\begin{pmatrix} \cos \frac{b}{2} & i \sin \frac{b}{2} \\ i \sin \frac{b}{2} & \cos \frac{b}{2} \end{pmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{pmatrix} \cos \frac{b}{2} & \sin \frac{b}{2} \\ \sin \frac{b}{2} & \cos \frac{b}{2} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{pmatrix} \cos \frac{b}{2} & i \sin \frac{b}{2} \\ -i \sin \frac{b}{2} & \cos \frac{b}{2} \end{pmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{pmatrix} \cos \frac{b}{2} & \sin \frac{b}{2} \\ -\sin \frac{b}{2} & \cos \frac{b}{2} \end{pmatrix} \quad (۳)$$

۱۰۰- تعداد عناصر مستقل تانسور  $T_{\alpha\beta\gamma\delta}$  در فضای سه بعدی وقتی  $T_{\alpha\beta\gamma\delta} = -T_{\alpha\beta\delta\gamma}$  برقرار است، کدام است؟

۰ (۱)

۲۷ (۲)

۵۴ (۳)

۱۲۴ (۴)

۱۰۱- مؤلفه‌های یک تانسور مرتبه‌ی دوم نسبت دستگاه مختصات دکارتی در یک فضای سه بعدی به صورت  $\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$

است. دستگاه مختصات را حول محور  $Z$  دوران می‌دهیم به طوری که محور  $X'$  دستگاه مختصات دوران یافته از نقطه  $(1, 1, 0)$

در دستگاه مختصات اولیه می‌گذرد. مؤلفه‌های این تانسور در دستگاه مختصات دوران یافته کدام است؟

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \quad (۲)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (۴)$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \quad (۳)$$

۱۰۲- گروه تقارن های یک مثلث متساوی الاضلاع را گروه  $D_3$  می نامند. این گروه چند نمایش تحویل ناپذیر دارد و ابعاد آنها کدام است؟

- (۱) یک نمایش ۱ بعدی
- (۲) دو نمایش با ابعاد ۲ و ۱
- (۳) دو نمایش با ابعاد ۳ و ۲
- (۴) سه نمایش با ابعاد ۲ و ۱ و ۱

۱۰۳- مقدار سری  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^2}$  کدام است؟ (از بسط فوریه تابع  $f(x) = x^2$  در بازه  $-\pi < x < \pi$  استفاده کنید)

(۱)  $\frac{\pi^2}{90}$

(۲)  $\frac{\pi^2}{12}$

(۳)  $\frac{\pi^2}{8}$

(۴)  $\frac{\pi^2}{6}$

۱۰۴- نگاشت  $w = \frac{1}{2} \left( z + \frac{1}{z} \right)$  در صفحه مختلط  $W$ :

- (۱) یک بیضی است.
- (۲) یک هذلولی است.
- (۳) به ازای یک شعاع معین یک بیضی و به ازای یک زاویه معین یک هذلولی است.
- (۴) به ازای یک شعاع معین یک هذلولی و به ازای یک زاویه معین یک بیضی است.



PardazeshPub.com

۱۰۵- نقاط شاخه‌ای تابع مختلط  $w(z) = \text{arc tanh}(z)$  کدام هستند؟

(۱)  $\pm 1$

(۲)  $\pm 1$  و  $0$

(۳)  $0$  و  $\infty$

(۴)  $\infty, -1, +1$

۱۰۶- مقدار انتگرال  $\int_0^{2\pi} e^{a \cos \theta} \cos(a \sin \theta) d\theta$  کدام است؟  $a$  مقدار ثابت حقیقی است. (از محاسبه انتگرال  $\oint \frac{e^{iz}}{z} dz$  می‌توانید استفاده کنید.)

(۱)  $\pi$

(۲)  $\pi a$

(۳)  $2\pi$

(۴)  $2\pi a$

۱۰۷- حاصل تبدیل فوریه  $\int_0^{\infty} x^{-\frac{1}{2}} \cos(xt) dx$  کدام است؟

(۱)  $\sin t$

(۲)  $\frac{\sin t}{\sqrt{t}}$

(۳)  $t^{-\frac{1}{2}} \cos t$

(۴)  $\frac{1}{t^{\frac{1}{2}}}$

PardazeshPub.com

PardazeshPub.com

۱۰۸- مقدار انتگرال  $\int_0^{\infty} e^{-x^4} dx$  کدام است؟  $\left( \int_0^{\infty} e^{-t} t^{z-1} dt = \Gamma(z) \right)$

(۱)  $\left(\frac{1}{4}\right)!$

(۲)  $\left(\frac{1}{4}\right)!$

(۳)  $\frac{1}{4!}$

(۴)  $\frac{\sqrt{2}}{4!}$

۱۰۹- تابع بسل  $J_n(x)$  توسط رابطه  $e^{\frac{x}{2}(t-1/t)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(x)t^n$  تعریف می‌شود. کدام گزینه در مورد این تابع صحیح است؟

(۱)  $J_{n-1}(x) - J_{n+1}(x) = 2J'_n(x)$

(۲)  $J_{n-1}(x) - J_{n+1}(x) = \frac{2n}{x} J'_n(x)$

(۳)  $J_{n-1}(x) + J_{n+1}(x) = 2J'_n(x)$

(۴)  $J_{n-1}(x) + J_{n+1}(x) = \frac{n}{x} J'_n(x)$

۱۱۰- به ازای کدام تابع  $y(x)$ ، مقدار تابعی  $\int_{x_1}^{x_2} \frac{1+y^2}{y'^2} dx$  اکستریمال (فرین) است؟

(۱)  $\sin x$

(۲)  $\cos x$

(۳)  $\cosh(x)$

(۴)  $\sinh(x)$

PardazeshPub.com

PardazeshPub.com

پاردازش پبلیش

PardazeshPub.com



PardazeshPub.com

پاردازش پبلیش

PardazeshPub.com