

عصر چهارشنبه

۸۷/۱۱/۲۳

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

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

**کد دفترچه : C**

کد دفترچه به شرح فوق لزوماً می‌بایست  
در محل مربوط در پاسخنامه درج شود.

**آزمون ورودی  
دوره‌های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل  
سال ۱۳۸۸**

**مجموعه فیزیک  
(کد ۱۲۰۴)**

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۲۴۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۰۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	زبان عمومی و تخصصی	۳۰	۱	۳۰
۲	مکانیک	۲۵	۳۱	۵۵
۳	الکترومغناطیس	۲۵	۵۶	۸۰
۴	مکانیک کوانتومی	۲۵	۸۱	۱۰۵

بهمن ماه سال ۱۳۸۷

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

PardazeshPub.com

## PART A: Vocabulary

**Directions:** Choose the word or phrase (1), (2), (3), or (4) that best completes each sentence. Then mark the correct choice on your answer sheet.

- 1- There was once a big difference between the two theoreticians, but now there is some ----- of opinions between them.  
1) conviction                      2) partnership                      3) presumption                      4) convergence
- 2- The treatment that used to be given for this illness is now out of -----.  
1) vogue                      2) impact                      3) prospect                      4) dimension
- 3- Talks are being held about who should have ----- over the island.  
1) sovereignty                      2) sustainability                      3) establishment                      4) implementation
- 4- The new law allows the members to make decisions by majority vote, rather than by -----.  
1) enormity                      2) unanimity                      3) proponent                      4) constitution
- 5- Now that English is used as the main language, the country's native language has been -----.  
1) contradicted                      2) violated                      3) marginalized                      4) differentiated
- 6- The responsibilities of the different people working in this department are clearly -----.  
1) attributed                      2) interacted                      3) orientated                      4) demarcated
- 7- The museum is planning to increase the amount of space ----- to modern art.  
1) endorsed                      2) promoted                      3) allotted                      4) displayed
- 8- Women's employment opportunities are often severely ----- by family commitments.  
1) embraced                      2) conflicted                      3) reprimanded                      4) constrained
- 9- Although these research topics are all related to linguistics, they can be divided into four ----- categories.  
1) integral                      2) discrete                      3) adjacent                      4) ultimate
- 10- A new treatment causes the disease to enter a(n) ----- phase, but the sufferer will never be fully cured.  
1) latent                      2) focal                      3) erosive                      4) underlying

## PART B: Grammar

**Directions:** Read the following passage and decide which choice (1), (2), (3), or (4) best fits each space. Then mark the correct choice on your answer sheet.

Jupiter is the largest of the nine planets that travel around the Sun. Its orbit lies beyond those of Mars and the asteroid belt, at (11) ----- from the Sun of 778 million kilometers. It takes 11.86 Earth years (12) ----- one orbit around the Sun and rotates on its axis once every 9 hours 55 minutes 29 seconds.

From Earth, Jupiter appears to the naked eye as a bright star-like point, second (13) ----- Venus in brilliance. Astronomers of ancient times named Jupiter in honour of the ruler of the gods worshipped in the Greco-Roman world, though they had no idea (14) ----- the name actually was. In fact, Jupiter is larger than all the other planets put together. Its diameter is 11 times (15) ----- the Earth, and it could contain more than 1500 Earths within its volume. Its mass is 318 times that of the Earth, but because it is so large, Jupiter is remarkably light, its density being only slightly greater than that of water.

- 11- 1) an average distance                      2) a distant average                      3) an average distant                      4) a distance average
- 12- 1) completing                      2) to complete                      3) when it completes                      4) as long as it completes
- 13- 1) to only                      2) only of                      3) only to                      4) of only
- 14- 1) if suitable                      2) of suitability                      3) how suitable                      4) about suitability
- 15- 1) than                      2) that of                      3) those of                      4) much more than





۳۱- در صفحه‌ای که دو بردار  $\hat{i} + \hat{j}$  و  $\hat{j} + \hat{k}$  در آن قرار دارند، بردار یکه‌ای بیابید که بر بردار  $\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$  عمود باشد؟

(۱)  $\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i} - \hat{k})$  (۲)  $\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{j} - \hat{k})$  (۳)  $\frac{1}{\sqrt{6}}(\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$  (۴)  $\frac{1}{\sqrt{6}}(\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})$

۳۲- ذره‌ای بر روی یک مسیر مستقیم نصف مسیری را با سرعت  $v_0$  طی می‌کند، باقیمانده مسیر را در نصف زمان باقیمانده با سرعت  $v_1$  و در نصف زمان دیگر با سرعت  $v_2$  طی می‌کند. سرعت متوسط ذره در کل مسیر کدامست؟

(۱)  $\frac{v_0 + v_1 + v_2}{3}$  (۲)  $\frac{v_0(v_1 + v_2)}{v_0 + v_1 + v_2}$  (۳)  $\frac{2v_0(v_1 + v_2)}{2v_0 + v_1 + v_2}$  (۴)  $\frac{2v_0(v_0 + v_1 + v_2)}{2v_0 + v_1 + v_2}$

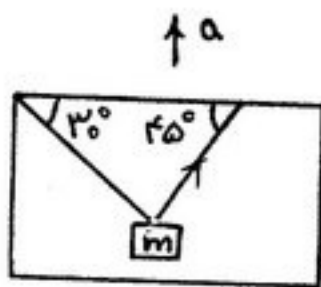
۳۳- ذره‌ای با تندی  $v$  در صفحه‌ی  $xy$  روی یک مسیر دایره‌ای به شعاع  $R$  و به مرکز مبداء مختصات حرکت می‌کند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد حرکت این ذره صحیح است؟  $(a_x, a_y)$ ،  $(v_x, v_y)$  و  $(x, y)$  به ترتیب مؤلفه‌های شتاب، سرعت و مکان ذره در لحظه‌ی دلخواه  $t$  هستند.

(۱)  $v^r = x \left[ \frac{v_x a_y + v_y a_x}{v_y} \right]$  (۲)  $v^r = x \left[ \frac{v_x a_y - v_y a_x}{v_y} \right]$  (۳)  $v^r = y \left[ \frac{v_x a_y + v_y a_x}{v_x} \right]$  (۴)  $v^r = y \left[ \frac{v_x a_y - v_y a_x}{v_x} \right]$

۳۴- پرتابه‌ای از ارتفاعی بالاتر از سطح زمین، در غیاب مقاومت هوا، در لحظه‌ی  $t = 0$  با سرعت اولیه  $v_0$  به صورت افقی (موازی سطح زمین) پرتاب می‌شود. شعاع انحنای مسیر در لحظه‌ی دلخواه  $t$ ، قبل از برخورد به زمین چقدر است؟

(۱)  $\frac{v_0^2}{g}$  (۲)  $\frac{v_0^2 + g^2 t^2}{g}$  (۳)  $\frac{(v_0^2 + g^2 t^2)^{\frac{1}{2}}}{g}$  (۴)  $\frac{(v_0^2 + g^2 t^2)^{\frac{3}{2}}}{v_0 g}$

۳۵- مطابق شکل فرض کنید جسمی به جرم  $m$  به ریسمان سبکی بسته شده است و درون آسانسوری که با شتاب مثبت  $a$  به سمت بالا حرکت می‌کند قرار دارد. کشش طناب سمت راست چقدر است؟



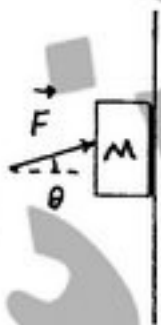
(۱)  $(\sqrt{3} + 1)m(g + a)$

(۲)  $(\sqrt{3} - 1)m(g + a)$

(۳)  $\sqrt{\frac{3}{2}}(\sqrt{3} + 1)m(g + a)$

(۴)  $\sqrt{\frac{3}{2}}(\sqrt{3} - 1)m(g + a)$

۳۶- مطابق شکل می‌خواهیم با وارد کردن نیروی  $(F)$ ، تحت زاویه‌ای (مانند  $\theta$ ) مانع از افتادن کتابی به وزن  $Mg$  شویم که به دیوار قائمی تکیه دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی بین کتاب و دیوار  $\mu$  باشد، کمینه‌ی  $F$  چقدر خواهد بود؟



(۱)  $\frac{Mg}{1 + \mu}$

(۲)  $\frac{\mu Mg}{1 + \mu}$

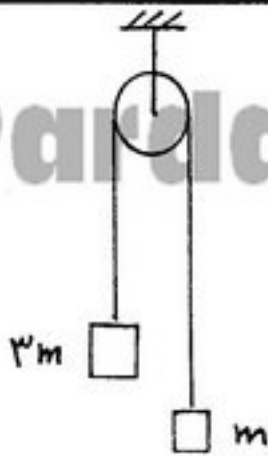
(۳)  $\frac{Mg}{\sqrt{1 + \mu^2}}$

(۴)  $\frac{\mu Mg}{\sqrt{1 + \mu^2}}$

PardazeshPub.com

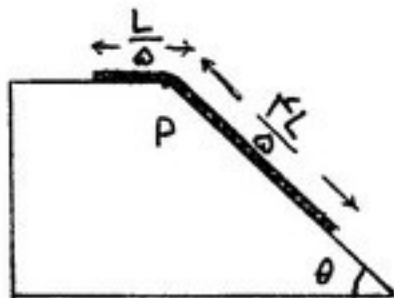
انتشارات پردازش

PardazeshPub.com



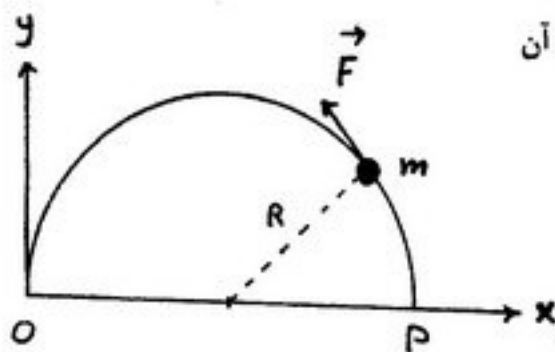
۳۷- در ماشین آتوود نشان داده شده در شکل، جرم‌های  $m$  و  $3m$  متصل به دو سر نخ سبکی هستند که می‌تواند بدون اصطکاک روی قرقره بلغزد. در حالی که جرم  $3m$  را نگه داشته‌ایم، جرم  $m$  را به اندازه ارتفاع  $h$  بالا می‌آوریم و از حالت سکون رها می‌کنیم. درست در لحظه‌ای که نخ متصل به جرم  $m$  می‌خواهد کشیده شود، جرم  $3m$  را که نگه داشته بودیم، رها می‌کنیم. جرم  $3m$  حداکثر تا چه ارتفاعی از محل اولیه‌اش می‌تواند بالا رود؟ فرض کنید جرم  $3m$  در موقع بالا آمدن به قرقره نمی‌رسد. همچنین از ضربه نیروی وزن در مدت زمانی که نخ از حالت شل به حالت کشیده در می‌آید، صرف‌نظر کنید.

(۱)  $\frac{h}{8}$   
 (۲)  $\frac{h}{4}$   
 (۳)  $\frac{h}{2}$   
 (۴)  $2h$



۳۸- مطابق شکل طنابی می‌تواند روی سطح شیب‌دار ساکنی، بدون اصطکاک به پایین بلغزد. اگر طناب در وضعیت نشان داده شده از حالت سکون رها شود، وقتی انتهای آن به نقطه‌ی P می‌رسد، تندی آن چند متر بر ثانیه است؟

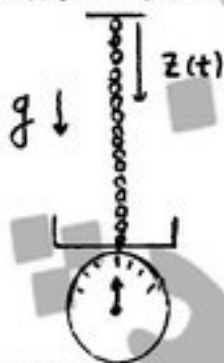
(طول طناب  $L = 80 \text{ cm}$ ،  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  و  $\theta = 30^\circ$  است.)  
 (۱)  $1/2$   
 (۲)  $1/4$   
 (۳)  $2/8$   
 (۴)  $3/6$



۳۹- مهره‌ای به جرم  $m$  مقید است. بر روی نیم دایره‌ای به شعاع  $R$  که در صفحه افق واقع است، بدون اصطکاک حرکت کند. از نقطه P تا O یک نیروی مماسی متناسب با طول قوس پیموده شده به جسم وارد می‌کنیم. اگر مهره از حال سکون شروع به حرکت کرده باشد تندی نهایی آن چقدر است؟

فرض کنید در نقطه O نیروی مماسی برابر است با  $\vec{F}(\theta, \theta) = -F_0 \hat{j}$   
 (۱)  $\sqrt{\frac{F_0 \pi R}{2m}}$   
 (۲)  $\sqrt{\frac{F_0 \pi R}{m}}$   
 (۳)  $\sqrt{\frac{2F_0 \pi R}{m}}$   
 (۴)  $\sqrt{\frac{4F_0 \pi R}{m}}$

۴۰- زنجیر با توزیع جرم یکنواخت  $\lambda$  در واحد طول از سقفی در بالای کف ترازویی آویزان است به طوری که در ابتدا نوک زیرین زنجیر بر کف ترازو مماس است و عقربه‌ی ترازو وزن صفر را نشان می‌دهد. در یک لحظه نوک بالایی زنجیر از سقف کنده شده و زنجیر سقوط آزاد می‌کند و به تدریج بر کف ترازو می‌نشیند. در لحظه‌ای که نوک بالایی زنجیر به اندازه طول  $z(t)$  از سقف فاصله گرفته باشد (یا بر کف ترازو نشسته باشد) ترازو چه وزنی را نشان می‌دهد؟ فرض کنید همه دانه‌های زنجیر به کف ترازو می‌خورند.



(۱)  $\lambda g z(t)$   
 (۲) صفر  
 (۳)  $2\lambda g z(t)$   
 (۴)  $2\lambda g z(t)$

۴۱- جسمی از روی سطح زمین (به جرم  $M$  و شعاع  $R$ )، با زاویه  $30^\circ$  نسبت به راستای قائم (بر سطح زمین) و با سرعت اولیه  $v_0 = \sqrt{\frac{5GM}{4R}}$

پرتاب می‌شود. بیشینه فاصله جسم از سطح زمین چقدر خواهد بود؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر کنید.)

(۱)  $R$   
 (۲)  $\frac{3}{2}R$   
 (۳)  $2R$   
 (۴)  $\frac{5}{2}R$

---

PardazeshPub.com

انتشارات چرک نویس

PardazeshPub.com



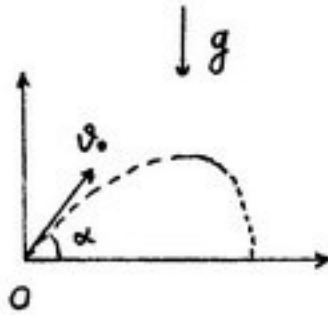
۴۲- ذره‌ای در یک صفحه‌ی افقی (مماس بر سطح زمین) در عرض جغرافیایی  $\lambda$ ، می‌تواند بدون اصطکاک حرکت کند. به این ذره سرعت اولیه  $v_0$  نسبت به زمین در جهت شمال داده می‌شود. اگر سرعت دوران زمین حول محورش  $\omega$  باشد، با صرف‌نظر از نیروی گریز از مرکز (در چارچوب متصل به زمین) شعاع انحناء مسیر حرکت ذره و زمان تناوب این حرکت کدام است؟

(۱)  $\frac{\pi}{\omega \cos \lambda}, \frac{v_0}{2\omega \cos \lambda}$  (۲)  $\frac{\pi}{\omega \sin \lambda}, \frac{v_0}{2\omega \sin \lambda}$  (۳)  $\frac{2\pi}{\omega \cos \lambda}, \frac{v_0}{\omega \cos \lambda}$  (۴)  $\frac{2\pi}{\omega \sin \lambda}, \frac{v_0}{\omega \sin \lambda}$

۴۳- ذره‌ای در حضور میدان گرانشی یکنواخت  $g$  در لحظه‌ی  $t = 0$  از مبدأ مختصات با سرعت اولیه  $v_0$  تحت زاویه  $\alpha$  نسبت به افق پرتاب می‌شود. اگر نیروی مقاومت هوا

به صورت  $\vec{F} = -\frac{mg}{v_0} \vec{v}$  به ذره وارد شود که  $\vec{v}$  بردار سرعت لحظه‌ای ذره است،

زمان رسیدن به نقطه‌ی اوج چقدر است؟



(۱)  $\frac{v_0}{g} \ln(1 + \sin \alpha)$  (۲)  $\frac{v_0}{g} \ln(1 + \cos \alpha)$

(۳)  $\frac{v_0}{2g} \ln(1 + \sin^2 \alpha)$  (۴)  $\frac{v_0}{2g} \ln(1 + \cos^2 \alpha)$

۴۴- ذره‌ای تحت تأثیر یک نیروی جاذبه‌ی مرکزی به صورت  $\vec{F}(r) = C_0 \frac{e^{-r/a}}{r^2} (-\hat{e}_r)$  ( $C_0 > 0$ ) روی مسیر دایره‌ای در حرکت است. کدام یک از

بیانات زیر در مورد پایداری مدار دایره‌ای شکل این ذره درست است؟

(۱) به ازاء همه مقادیر شعاع دایره، مدار ناپایدار است.

(۲) به ازاء همه مقادیر شعاع دایره، مدار پایدار است.

(۳) در حالت شعاع دایره بزرگتر از  $a$  مدار پایدار ولی کوچکتر از  $a$  مدار ناپایدار است.

(۴) در حالت شعاع دایره بزرگتر از  $a$  مدار ناپایدار ولی کوچکتر از  $a$  مدار پایدار است.

۴۵- سیمی به شکل چرخزاد  $\begin{cases} x = a(\theta - \sin \theta) \\ y = a(1 + \cos \theta) \end{cases}$  از داخل مهره‌ای به جرم  $m$  می‌گذرد. حرکت مهره در داخل سیم را بدون اصطکاک فرض کنید.

هامیلتونی مهره بر حسب  $\theta$  و  $P_\theta$  (تکانه مزدوج  $\theta$ ) کدام است؟

(۲)  $H = \frac{P_\theta^2}{2ma^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} + 2mga \cos^2 \frac{\theta}{2}$

(۱)  $H = \frac{P_\theta^2}{4ma^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} + 2mga \cos^2 \frac{\theta}{2}$

(۴)  $H = \frac{P_\theta^2}{4ma^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} + 2mga \cos^2 \frac{\theta}{2}$

(۳)  $H = \frac{P_\theta^2}{4ma^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}} + mga \cos^2 \frac{\theta}{2}$

۴۶- باریکه‌ای از ذرات به جرم  $m$  از هدف‌هایی به جرم  $M$  که ابتدا ساکن‌اند، به صورت کاملاً کشسان پراکنده می‌شوند. در دستگاه مرکز جرم، توزیع

زاویه‌ای پراکندگی ذرات همسانگرد است. یعنی سطح مقطع پراکندگی دیفرانسیلی در دستگاه مرکز جرم،  $\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\sigma_0}{4\pi}$  است. سطح مقطع

پراکندگی دیفرانسیلی هدف‌های به جرم  $M$  بر حسب زاویه پراکندگی آن‌ها در دستگاه آزمایشگاه،  $\zeta$ ، چگونه است؟

(۱)  $\frac{\sigma_0}{4\pi}$  (۲)  $\frac{2\sigma_0}{\pi} \cos \zeta$  (۳)  $\frac{2\sigma_0}{\pi} \sin \zeta$  (۴)  $\frac{\sigma_0}{\pi} \cos \zeta$

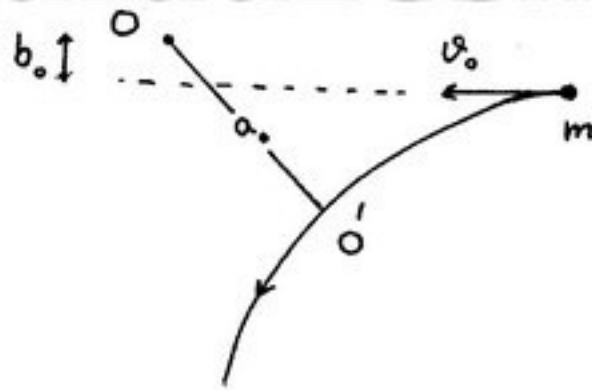
PardazeshPub.com

انتشارات پردازش

PardazeshPub.com

۴۷- ذره‌ای به جرم  $m$  از فاصله بسیار دور، و با تندی اولیه  $v_0$  و با پارامتر برخورد  $b_0$  به سمت یک مرکز نیرو که نقطه  $O$  می‌باشد، به این نقطه

نزدیک شده و به علت نیروی دافعه  $F(r) = \frac{mv_0^2 c_0^2}{r^2}$  (فاصله‌ی از نقطه‌ی  $O$  است) از نزدیکترین فاصله یعنی نقطه  $O'$  به فاصله



$OO' = a_0$  از مرکز  $O$  عبور می‌کند. مقدار  $a_0$  کدام است؟

$$a_0 = b_0 + c_0 \quad (1)$$

$$a_0 = \sqrt{b_0^2 + c_0^2} \quad (2)$$

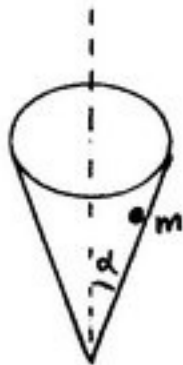
$$a_0 = \frac{b_0 c_0}{\sqrt{b_0^2 + c_0^2}} \quad (3)$$

$$\frac{1}{a_0} = \frac{1}{b_0} + \frac{1}{c_0} \quad (4)$$

۴۸- مطابق شکل ذره‌ای به جرم  $m$  در میدان گرانشی زمین مقید به حرکت بر روی یک دایره افقی، روی سطح داخلی یک مخروط قائم وارونه با نیم

زاویه رأس  $\alpha$  می‌باشد. اگر تکانه زاویه‌ای ذره مقدار ثابت  $l_0$  باشد شعاع مسیر  $r_0$  دایره‌ای حرکت ذره و تندی زاویه‌ای  $\omega_0$  چرخیدن ذره روی

این مسیر چقدر هستند؟



$$r_0 = \left( \frac{l_0^2 \cos^2 \alpha}{m^2 g} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \omega_0 = \left( \frac{m g \sin^2 \alpha}{l_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$r_0 = \left( \frac{l_0^2 \sin^2 \alpha}{m^2 g} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \omega_0 = \left( \frac{m g \cos^2 \alpha}{l_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$r_0 = \left( \frac{l_0^2 \tan^2 \alpha}{m^2 g} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \omega_0 = \left( \frac{m g \cotan^2 \alpha}{l_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$r_0 = \left( \frac{l_0^2 \cotan^2 \alpha}{m^2 g} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \omega_0 = \left( \frac{m g \tan^2 \alpha}{l_0^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

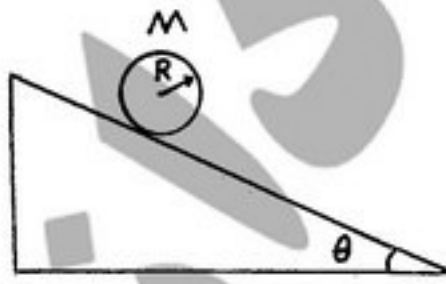
۴۹- استوانه‌ی توپر همگنی به جرم  $M$ ، شعاع  $R$  و گشتاور لختی  $I_0 = \frac{1}{2} MR^2$

(حول محور دوران) از بالای سطح شیب‌داری با ضریب اصطکاک ایستایی  $\mu$

و زاویه‌ی متغیر  $\theta$  (نسبت به سطح افقی) به طرف پایین سطح حرکت

می‌کند. به ازای چه مقادیری از  $\theta$  استوانه فقط با حرکت غلتشی روی سطح

شیب‌دار به طرف پایین می‌آید؟



$$\theta \geq \text{Arctan} \left( \frac{1}{3} \mu \right) \quad (2) \quad \theta \leq \text{Arctan} \left( \frac{1}{3} \mu \right) \quad (1)$$

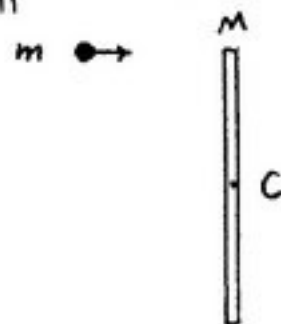
$$\theta \leq \text{Arctan} (3\mu) \quad (4) \quad \theta \geq \text{Arctan} (3\mu) \quad (3)$$

PardazeshPub.com

انستیتو  
دانشگاه  
پنجاب  
پنجاب

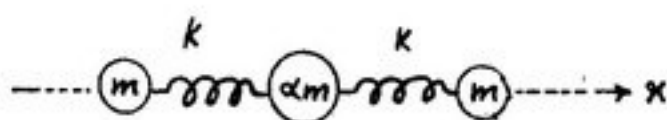
PardazeshPub.com

۵۰- مطابق شکل، ذره‌ای به جرم  $m$  به طور کاملاً کشسان به انتهای یک میله نازک به جرم  $M$  یکنواخت و واقع در سطح افقی میز برخورد می‌کند و به سکون در می‌آید. میله روی سطح میز صاف و بدون اصطکاک به حرکت انتقالی و دورانی به دور مرکز جرمش یعنی نقطه  $C$  در وسط میله در می‌آید. رابطه  $M$  و  $m$  چیست؟ لختی دورانی میله‌ای به طول  $L$  و جرم  $M$  حول محور گذرنده از مرکز جرم و عمود بر میله  $\frac{1}{12}ML^2$  است.



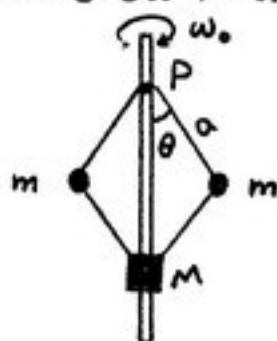
- (۱)  $M = m$
- (۲)  $M = 2m$
- (۳)  $M = 3m$
- (۴)  $M = 4m$

۵۱- سه جرم با دو فنر یکسان با ثابت  $k$  به یکدیگر بسته شده و فقط در امتداد محور افقی  $x$  بر روی سطح بدون اصطکاک نوسان می‌کنند. دو جرم اول و سوم برابر  $m$  بوده ولی جرم وسط برابر  $\alpha m$  ( $\alpha > 2$ ) است. بسامد ویژه‌ی مدی که در آن دو جرم اول و سوم به طور هم فاز و مشابه نوسان می‌کنند، کدام است؟



- (۱)  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- (۲)  $\omega = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right) \frac{k}{m}}$
- (۳)  $\omega = \sqrt{\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) \frac{k}{m}}$
- (۴)  $\omega = \sqrt{\left(1 - \frac{2}{\alpha}\right) \frac{k}{m}}$

۵۲- چهار میله‌ی نشان داده شده در دستگاه زیر، سبک و دارای طول  $a$  هستند. انتهای دو میله بالایی در نقطه‌ی  $P$  روی محور لولا شده است. انتهای دو میله پایینی به جرم  $M = \alpha m$  ( $\alpha > 1$ ) لولا شده که می‌تواند بدون اصطکاک روی محور قائم حرکت کند. به علاوه، سرهای این چهار میله به جرم‌های یکسان  $m$  در طرفین لولا شده است. هنگامی که دستگاه با سرعت زاویه‌ای  $\omega_0$  حول محور قائم دوران می‌کند، لاگرانژی دستگاه کدام است؟



- (۱)  $2amg(\alpha - 1)\cos\theta + ma^2(\dot{\theta}^2 + 2\alpha\dot{\theta}^2\sin^2\theta + \omega_0^2)$
- (۲)  $2amg(1 + \alpha)\cos\theta + ma^2(\dot{\theta}^2 + 2\alpha\dot{\theta}^2\sin^2\theta + \omega_0^2\sin^2\theta)$
- (۳)  $2amg(\alpha + 1)\cos\theta + ma^2(\dot{\theta}^2 + 2\alpha\dot{\theta}^2 + \omega_0^2\sin^2\theta)$
- (۴)  $2amg(\alpha - 1)\cos\theta + ma^2(\dot{\theta}^2 + 2\alpha\dot{\theta}^2 + \omega_0^2)$

۵۳- لاگرانژی جسمی به جرم  $m$  در یک دستگاه مختصات برابر با  $L = \frac{1}{2}m(\dot{q}_1^2 + \dot{q}_2^2) + m\dot{q}_1\dot{q}_2 + A(\dot{q}_1 + \dot{q}_2) - \frac{1}{2}B(q_1^2 + q_2^2)$  می‌باشد.

ضرایب  $A$  و  $B$  ثابت هستند. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) دستگاه مختصات متعامد و متحرک است و هامیلتونی با انرژی مکانیکی برابر نیست.
- (۲) دستگاه مختصات متعامد و ثابت است و هامیلتونی با انرژی مکانیکی برابر است.
- (۳) دستگاه مختصات غیرمتعامد و متحرک است و هامیلتونی با انرژی مکانیکی برابر نیست.
- (۴) دستگاه مختصات غیرمتعامد و متحرک است و هامیلتونی با انرژی مکانیکی برابر است.

۵۴- یک نوترون به جرم  $m$  روی سطح یک ستاره نوترونی به جرم  $M$  و شعاع  $R$  تحت تأثیر دو نیرو، یکی نیروی جاذبه‌ی مرکزی گرانشی

$$\vec{F}_g = -G \frac{Mm}{R^2} \hat{e}_r \quad (\text{به سمت مرکز ستاره}) \quad \text{و دیگری نیروی دافعه مرکزی ناشی از اصل طرد پائولی (به سمت خارج از مرکز ستاره)}$$

از دوران ستاره نوترونی به دور خودش صرفنظر کنید. مقدار شعاع تعادلی  $\vec{F} = C_0 \left( \frac{M^r}{m^{\Delta}} \right)^{\frac{1}{r}} \frac{1}{R^2} \hat{e}_r$  قرار دارد که  $C_0 = \left( \frac{9\pi}{4} \right)^{\frac{r}{2}} \hbar^2$ .

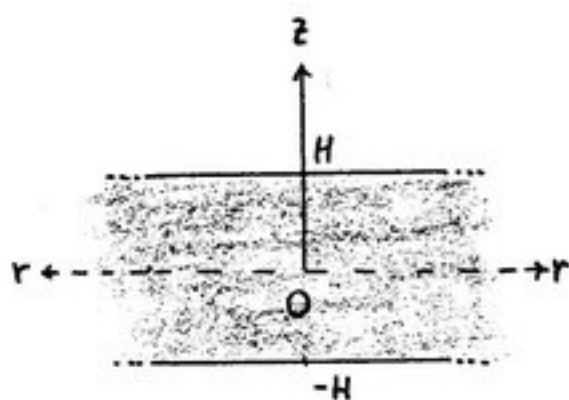
$R = R_0$  ستاره نوترونی و بسامد  $\Omega_0$  نوسانات شعاعی (یا تپش) سطحی ستاره کدام است؟

$$\Omega_0 = \frac{G^r M m^f}{C_0^{\frac{r}{2}}}, \quad R_0 = \frac{C_0}{G(r M m^{\Delta})^{\frac{1}{r}}} \quad (1)$$

$$\Omega_0 = \frac{G^r M m^f}{C_0^{\frac{r}{2}}}, \quad R_0 = \frac{C_0}{r G(M m^{\Delta})^{\frac{1}{r}}} \quad (2)$$

۵۵- طبق شکل، یک کپکشان به شکل یک دیسک (استوانه) به ارتفاع یا ضخامت  $2H$  و با قطر نامتناهی را در نظر بگیرید که توزیع ماده در آن

دارای چگالی حجمی  $\rho(z) = \rho_0 \left[ 1 - \left( \frac{z}{H} \right)^2 \right]$  می‌باشد. تابع پتانسیل گرانشی  $V_{in}(z)$  (ناحیه  $0 \leq z \leq H$ ) و  $V_{out}(z)$  (ناحیه  $H \leq z < \infty$ ) را به دست آورید. مقدار  $V(0)$  را صفر بگیرید.



$$V_{out}(z) = 4\pi G \rho_0 \frac{H^r}{f} \left[ f \left( \frac{z}{H} \right) - 1 \right], \quad V_{in}(z) = 4\pi G \rho_0 z^r \left[ 1 - \frac{1}{f} \left( \frac{z}{H} \right)^2 \right] \quad (1)$$

$$V_{out}(z) = 4\pi G \rho_0 \frac{H^r}{\lambda} \left[ \lambda \left( \frac{z}{H} \right) - 1 \right], \quad V_{in}(z) = 4\pi G \rho_0 \frac{z^r}{r} \left[ 1 - \frac{1}{f} \left( \frac{z}{H} \right)^2 \right] \quad (2)$$

$$V_{out}(z) = 4\pi G \rho_0 \frac{H^r}{\phi} \left[ \phi \left( \frac{z}{H} \right) - 2 \right], \quad V_{in}(z) = 4\pi G \rho_0 z^r \left[ 1 - \frac{1}{\phi} \left( \frac{z}{H} \right)^2 \right] \quad (3)$$

$$V_{out}(z) = 4\pi G \rho_0 \frac{H^r}{12} \left[ 12 \left( \frac{z}{H} \right) - 2 \right], \quad V_{in}(z) = 4\pi G \rho_0 \frac{z^r}{r} \left[ 1 - \frac{1}{\phi} \left( \frac{z}{H} \right)^2 \right] \quad (4)$$

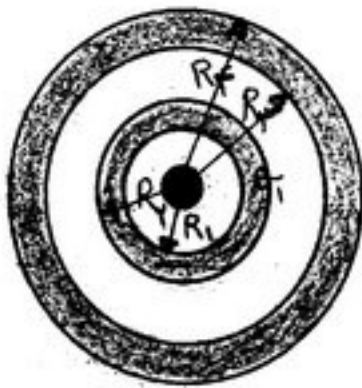
---

PardazeshPub.com

استادان ارجمند  
پدر داناها  
پدر داناها

PardazeshPub.com

۵۶- دو پوسته فلزی هم مرکز اولی به شعاع داخلی  $R_1$  و شعاع خارجی  $R_2$  و دومی به شعاع داخلی  $R_3$  و شعاع خارجی  $R_4$  در نظر بگیرید. بار الکتریکی  $Q_1$  روی پوسته داخلی و بار الکتریکی  $Q_2$  روی پوسته خارجی قرار دارد. کره باردار یکنواختی به شعاع  $a$  ( $a < R_1$ ) و چگالی  $\rho$  در داخل پوسته چنان قرار دارد که مرکز آن منطبق بر مرکز دو پوسته است. بار الکتریکی روی سطح‌های با شعاع‌های  $R_2$  و  $R_3$  به ترتیب از راست به چپ عبارتند از:



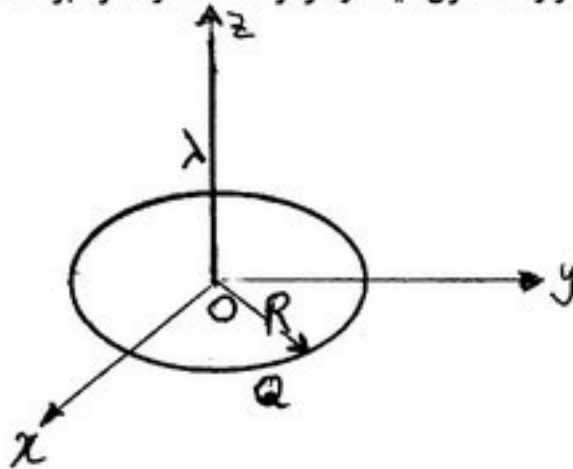
$$Q_1 - \frac{4}{3}\pi a^3 \rho, Q_1 - Q_2 \quad (1)$$

$$-Q_1 - \frac{4}{3}\pi a^3 \rho, Q_1 + \frac{4}{3}\pi a^3 \rho \quad (2)$$

$$Q_1 \text{ و صفر} \quad (3)$$

$$-Q_2 - Q_1 + \frac{4}{3}\pi a^3 \rho, Q_1 - \frac{4}{3}\pi a^3 \rho \quad (4)$$

۵۷- طبق شکل یک حلقه عایق به شعاع  $R$  حاوی توزیع یکنواخت از بار الکتریکی  $Q$  در صفحه افقی (صفحه  $xOy$ ) قرار دارد. میله نیمه بینهایت عایقی که حاوی توزیع یکنواخت از بار الکتریکی هم علامت با  $Q$  و با چگالی بار  $\lambda$  در واحد طول میله از مرکز  $O$  حلقه و عمود بر صفحه آن (در امتداد محور  $z$ ) قرار گرفته، چه نیرویی بر حلقه و در کدام جهت وارد می‌سازد؟



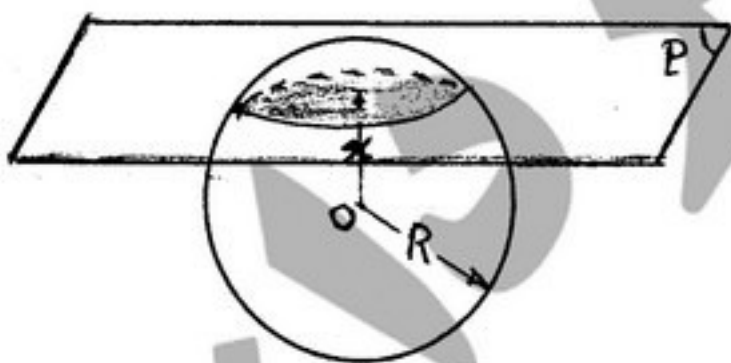
$$(1) \text{ نیروی } \frac{Q\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \text{ به سمت پایین صفحه } (-\hat{e}_z)$$

$$(2) \text{ نیروی } \frac{Q\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \text{ به سمت پایین صفحه } (-\hat{e}_z)$$

$$(3) \text{ نیروی } \frac{Q\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \text{ به سمت بالای صفحه } (+\hat{e}_z)$$

$$(4) \text{ نیروی } \frac{Q\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \text{ به سمت بالای صفحه } (+\hat{e}_z)$$

۵۸- کره‌ی عایق توپری به شعاع  $R$  دارای توزیع یکنواخت بار الکتریکی به چگالی حجمی  $\rho$  می‌باشد. صفحه افقی  $P$  به فاصله  $x$  از مرکز کره  $O$  آن را قطع می‌سازد. شار الکتریکی گذرنده از مقطع دایره‌ای که فصل مشترک این صفحه با کره‌ی باردار مزبور می‌باشد برابر  $\Phi_e(x)$  است. مقدار بیشینه‌ی شار الکتریکی  $\Phi_e(x)$  چقدر است؟



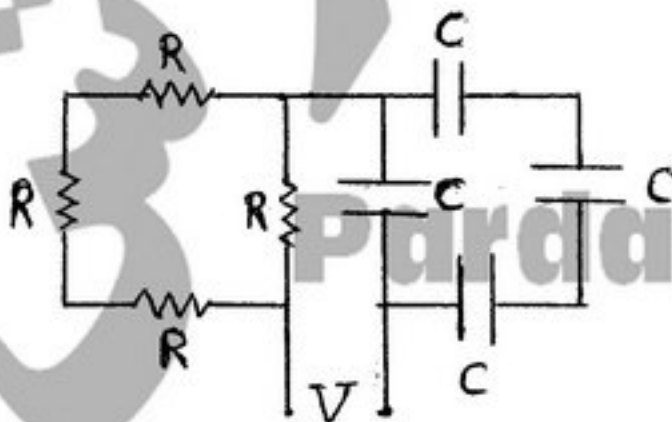
$$\left(\frac{2\pi}{3}\right) \frac{\rho R^3}{\epsilon_0} \quad (1)$$

$$\left(\frac{2\pi}{9}\right) \frac{\rho R^3}{\epsilon_0} \quad (2)$$

$$\left(\frac{2\pi}{3\sqrt{3}}\right) \frac{\rho R^3}{\epsilon_0} \quad (3)$$

$$\left(\frac{2\pi}{9\sqrt{3}}\right) \frac{\rho R^3}{\epsilon_0} \quad (4)$$

۵۹- ثابت زمانی مدار شکل روبه‌رو چقدر است؟



$$16 RC \quad (1)$$

$$\frac{16}{9} RC \quad (2)$$

$$RC \quad (3)$$

$$\frac{9}{16} RC \quad (4)$$



PardazeshPub.com

انستیتو  
داده‌ها  
پیدا  
مورد  
پژوهش

PardazeshPub.com

۶۰- یکی از راه‌های توصیف رسانش خوب یک قطعه فلز تعیین مقدار ثابت زمانی تخلیه الکتریکی بارهای الکتریکی آزاد قرار داده شده روی آن قطعه فلز می‌باشد که معمولاً به سرعت پخش شده و به نقاط تیز آن قطعه فلز رفته و از آنجا به تدریج آزاد می‌گردند. اگر  $\epsilon = K_e \epsilon_0$  ضریب دی‌الکتریکی و  $\sigma$  ضریب رسانش الکتریکی و  $n_e$  چگالی تعداد الکترون‌های آزاد آن قطعه فلز باشد این مقدار ثابت زمانی چقدر است؟

$$\frac{\epsilon}{\sigma} \quad (۱)$$

$$\frac{\epsilon}{\sigma} \quad (۲)$$

$$2\pi \sqrt{\frac{m_e \epsilon}{e^2 n_e}} \quad (۳)$$

$$4\pi \sqrt{\frac{m_e \epsilon}{e^2 n_e}} \quad (۴)$$

۶۱- بزرگترین میدان مغناطیسی موجود درون یک ستون نور لیزری با توان ۲۰ گیگاوات و با قطر ۲ میلی‌متر در حدود چند تسلا است؟

$$10 \quad (۴)$$

$$7/3 \quad (۳)$$

$$5/2 \quad (۲)$$

$$3/7 \quad (۱)$$

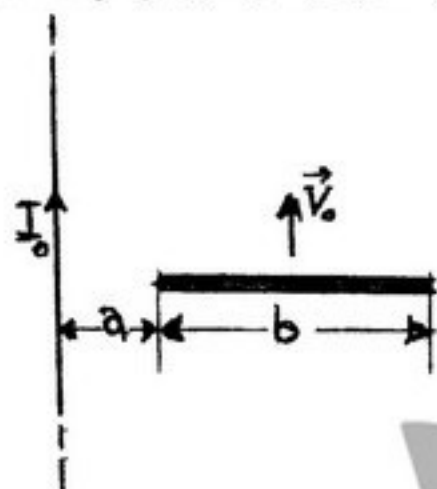
۶۲- یک تیغه فلزی (رسانا) طبق شکل با تندی ثابت  $v_0$  به موازات یک سیم حامل جریان مستقیم ثابت  $I_0$  در حال حرکت است. نیروی الکتروموتیو (الکتریکی) القاء شده در این تیغه چقدر است؟

(۱) صفر

$$\frac{\mu_0 I_0 v_0}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \quad (۲)$$

$$\frac{\mu_0 I_0 v_0}{2\pi} \sqrt{\frac{b^2 + a^2}{ab}} \quad (۳)$$

$$\frac{\mu_0 I_0 v_0}{2\pi} \left(\frac{b^2 + a^2}{ab}\right) \quad (۴)$$



۶۳- بار الکتریکی  $Q$  درون یک کره عایق به شعاع  $R_0$  که دارای حفره‌ی کروی به شعاع  $r_0$  و به فاصله (مرکز از مرکز)  $a_0$  از مرکز کره می‌باشد، به طور یکنواخت توزیع شده است. انرژی الکترومغناطیسی درون این حفره چقدر است؟

(۱) صفر

$$\left[ \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{r_0}{R_0}\right)^2}{\left[1 - \left(\frac{r_0}{R_0}\right)^2\right]^2} \right] \left(\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R_0}\right) \quad (۲)$$

$$\left[ \frac{\frac{1}{6} \left(\frac{a_0}{R_0}\right)^2}{\left[1 - \left(\frac{r_0}{R_0}\right)^2\right]^2} \right] \left(\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R_0}\right) \quad (۴)$$

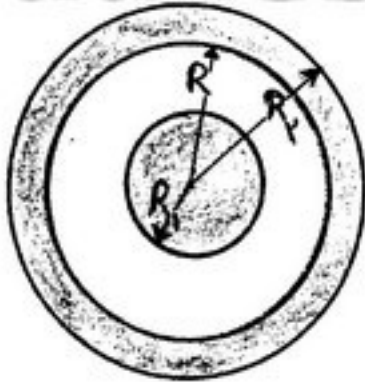
$$\frac{1}{6} \left[ \frac{\left(\frac{a_0}{R_0}\right)^2 \left(\frac{r_0}{R_0}\right)^2}{\left[1 - \left(\frac{r_0}{R_0}\right)^2\right]^2} \right] \left(\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R_0}\right) \quad (۳)$$

PardazeshPub.com

انستیتو  
داده‌ها  
چرگ نویس  
پاردازش پابلیش

PardazeshPub.com

۶۴- ضریب پتانسیل  $P_{11}$  و  $P_{22}$  برای پیکربندی شکل مقابل کدام است؟ (پیکربندی شامل یک کره رسانا به شعاع  $R_1$ ، بار الکتریکی  $Q_1$  و یک پوسته کروی رسانای هم مرکز با آن به شعاع داخلی  $R$  و شعاع خارجی  $R_2$  با بار الکتریکی  $Q_2$  می باشد.)



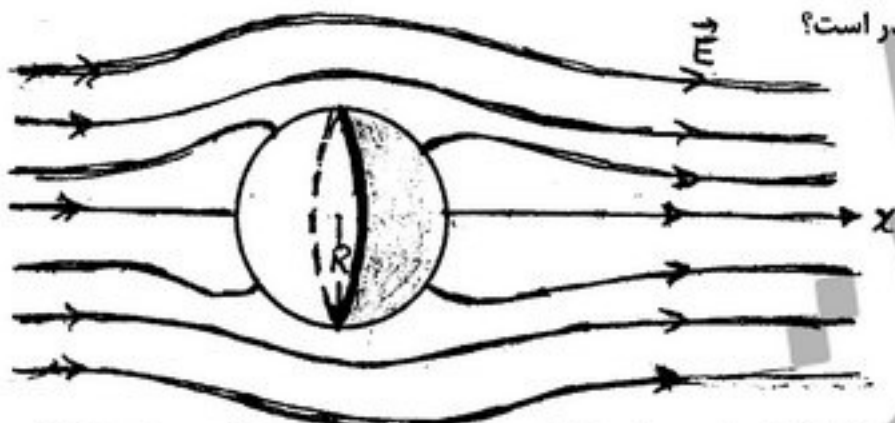
$$P_{11} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R_1} \quad \text{و} \quad P_{22} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R_2} \quad (۱)$$

$$P_{11} = P_{22} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R} \right] \quad (۲)$$

$$P_{11} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R_1} \quad \text{و} \quad P_{22} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R} \right] \quad (۳)$$

$$P_{11} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R} \right] \quad \text{و} \quad P_{22} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R_2} \quad (۴)$$

۶۵- پوسته‌ی کروی فلزی به شعاع  $R$  را در معرض میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت  $\vec{E} = E_0 \hat{e}_x$  قرار می‌دهیم. نیرویی که دو نیمکره‌ی راست و



چپ تشکیل‌دهنده‌ی این پوسته‌ی کروی به یکدیگر وارد می‌کنند، چقدر است؟

(۱) صفر

$$\frac{9\pi\epsilon_0}{4} R^2 E_0^2 \quad (۲)$$

$$\frac{9\pi\epsilon_0}{2} R^2 E_0^2 \quad (۳)$$

$$\frac{9\pi\epsilon_0}{8} R^2 E_0^2 \quad (۴)$$

۶۶- نسبت عددی خود - انرژی الکترواستاتیکی (self-electro static energy) یک کره‌ی باردار الکتریکی در حالتی که بار آن به طور کاملاً یکنواخت و ثابت در سرتاسر حجم آن توزیع شده باشد نسبت به حالتی که همان مقدار بار با چگالی حجمی خطی نسبت به شعاع  $(\rho \propto r)$  روی همان کره توزیع شده باشد، چقدر است؟

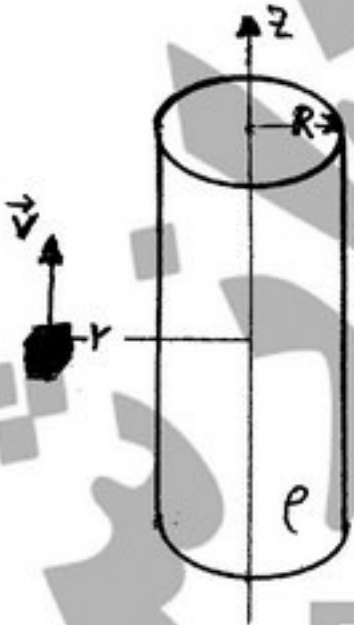
$$\frac{25}{36} \quad (۴)$$

$$\frac{36}{25} \quad (۳)$$

$$\frac{20}{21} \quad (۲)$$

$$\frac{21}{20} \quad (۱)$$

۶۷- استوانه عایق بسیار طولی به شعاع سطح مقطع استوانه  $R$  دارای بار الکتریکی با چگالی یکنواخت  $\rho$  می‌باشد. شخصی با تندی غیر نسبیتی ثابت  $v$  در امتداد مثبت محور  $z$  (محور تقارن این استوانه) در حال حرکت است. شار انرژی که این شخص در فاصله  $r > R$  از محور استوانه در واحد زمان دریافت می‌کند چه مقدار و در چه راستایی است؟



$$\hat{z} \quad \text{در امتداد عمود بر محور} \quad \frac{\rho^2 v R^2}{\pi \epsilon_0 r^2} \quad (۱)$$

$$\hat{z} \quad \text{در امتداد محور} \quad \frac{\rho^2 v R^2}{\pi \epsilon_0 r^2} \quad (۲)$$

$$\hat{z} \quad \text{در امتداد عمود بر محور} \quad \frac{\rho^2 v R^2}{4 \epsilon_0 r^2} \quad (۳)$$

$$\hat{z} \quad \text{در امتداد محور} \quad \frac{\rho^2 v R^2}{4 \epsilon_0 r^2} \quad (۴)$$

PardazeshPub.com

انتشارات چرک نویس

PardazeshPub.com

۶۸- اگر موجی با قطبش خطی و زاویه تابش بزرگتر از زاویه حد به مرز مشترک دو محیط نارسانا بتابد. کدام گزینه صحیح است؟

(۱) بعد از بازتاب قطبش بیضوی می شود.

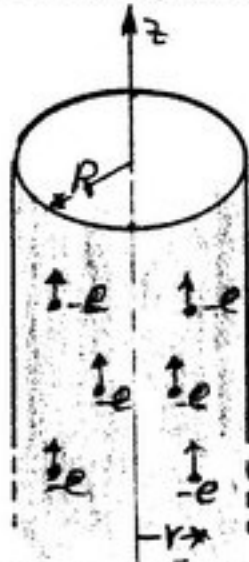
(۲) در موج بازتاب فقط مؤلفه‌ی قطبش موازی با صفحه‌ی تابش وجود دارد.

(۳) بعد از بازتاب، قطبش خطی باقی می ماند فقط امتداد قطبش تغییر می کند.

(۴) بعد از بازتاب، قطبش هیچ گونه تغییری نمی کند.

۶۹- در یک لوله‌ی خلاء به شکل استوانه‌ی قائم و به شعاع مقطع  $R$  الکترون‌ها با بار  $q = -e$  و با چگالی تعداد ثابت و یکنواخت  $n_e$  و با سرعت

یکسان و ثابت  $\vec{v} = v_e \hat{e}_z$  همگی به سمت بالا (جهت مثبت محور  $z$ ) در حرکت هستند. میدان‌های الکتریکی  $(\vec{E}(r))$  و مغناطیسی  $(\vec{B}(r))$  درون این لوله برای  $0 \leq r \leq R$  به ترتیب کدامند؟



$$-\frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2}, \frac{en_e \vec{r}}{2\epsilon_0} \quad (1)$$

$$\frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2}, -\frac{en_e \vec{r}}{2\epsilon_0} \quad (2)$$

$$\frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2}, \frac{en_e \vec{r}}{\epsilon_0} \quad (3)$$

$$-\frac{\vec{v} \times \vec{E}}{c^2}, -\frac{en_e \vec{r}}{\epsilon_0} \quad (4)$$

۷۰- کره‌ی عایق به شعاع  $R$  دارای توزیع کاملاً یکنواخت بار الکتریکی به مقدار کل  $Q$  با تندی دورانی ثابت  $\Omega$  در حال چرخیدن به دور یکی از محورهای تقارن خود است. ممان دو قطبی مغناطیسی تولید شده در اثر دوران این کره کدام است؟ ( $\hat{e}$  برداریکه در امتداد محور دوران است).

$$\frac{1}{5} Q \Omega R^2 \hat{e} \quad (1) \quad \frac{1}{4} Q \Omega R^2 \hat{e} \quad (2) \quad \frac{1}{3} Q \Omega R^2 \hat{e} \quad (3) \quad \frac{1}{2} Q \Omega R^2 \hat{e} \quad (4)$$

۷۱- درون یک استوانه‌ی فلزی طویل به شعاع سطح مقطع  $R$  یک حفره‌ی استوانه‌ای وجود دارد که محور آن موازی محور استوانه و به فاصله  $a$  از آن قرار دارد. اگر درون این حفره میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت برابر با  $\vec{B} = C_0 \vec{a}$  وجود داشته باشد، چه نتیجه‌گیری فیزیکی می توان از این امر نمود؟

(۱) یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت خارجی به درون استوانه فلزی و حفره نفوذ کرده است.

(۲) جریان الکتریکی سطحی عرضی ثابتی به دور استوانه می چرخد که چگالی طولی آن برابر  $\frac{C_0 R}{2\pi\mu_0}$  = سطحی عرضی  $J$  می باشد.

(۳) جریان الکتریکی حجمی ثابتی در امتداد محور استوانه فلزی و با چگالی  $\frac{2C_0}{\pi\mu_0}$  = حجمی  $J$  از آن می گذرد.

(۴) جریان الکتریکی سطحی طولی ثابتی در امتداد محور استوانه فلزی و با چگالی  $\frac{C_0 R}{\pi\mu_0}$  = سطحی طولی  $J$  از آن می گذرد.

۷۲- یک حلقه فلزی (مثلاً آلومینیومی) درون یک میدان مغناطیسی ثابت و یکنواخت خارجی عمود بر صفحه‌ی حلقه قرار دارد. اگر در همین حالت

آن قدر حلقه را سرد کنیم تا ابر رسانا شود، چه اتفاقی می افتد و کدام یک از عبارات زیر درست است؟

(۱) شار مغناطیسی طبق اثر معروف « مایسنر » به طور کلی از درون حلقه به بیرون آن رانده می شود.

(۲) شار مغناطیسی طبق اثر معروف « لندن » از درون حلقه به سمت بیرون آن رانده شده ولی در یک پوسته بسیار نازک لایه خارجی حلقه جمع می گردد.

(۳) شار مغناطیسی درون حلقه زندانی باقی می ماند ولی کوانتیزه می شود و  $\Phi_{\text{mag}} = N\Phi_0$  که در آن  $N = 1, 2, 3, \dots$  و  $\Phi_0 = \frac{h}{e}$  کوچکترین

واحد کوانتومی شار مغناطیسی است.

(۴) شار مغناطیسی درون حلقه زندانی باقی می ماند ولی کوانتیزه می شود و  $\Phi_{\text{mag}} = N\Phi_0$  که در آن  $N = 1, 2, 3, \dots$  و  $\Phi_0 = \frac{h}{2e}$  کوچکترین

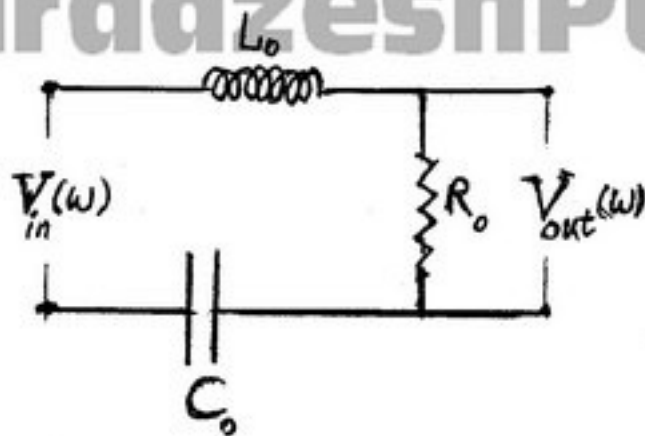
واحد کوانتومی شار مغناطیسی است.

---

PardazeshPub.com

انتشارات چرک نویس  
PardazeshPub.com

۷۳- مدار شکل روبه‌رو می‌تواند به عنوان فیلتر فرکانس بکار رود. مقدار بیشینه‌ی  $\frac{V_{out}(\omega)}{V_{in}(\omega)}$  چیست و در چه فرکانسی رخ می‌دهد؟



$$(1) \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{L_o C_o}} \text{ و در } \frac{1}{2}$$

$$(2) \quad \omega = \frac{1}{R_o C_o} \text{ و در } \frac{1}{2}$$

$$(3) \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{L_o C_o}} \text{ و در } 1$$

$$(4) \quad \omega = \frac{R_o}{L_o} \text{ و در } 1$$

۷۴- در پیمانه‌ی «لورنتز» برای بردار پتانسیل مغناطیسی  $\vec{A}$  و تابع پتانسیل الکتریکی  $V$  شرط زیر را قرار می‌دهیم:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} V = 0$$

با این شرط بردار  $\vec{A}$  و مقدار پتانسیل  $V$  از کدام معادلات به دست می‌آیند؟

$$(1) \text{ از معادلات } \left( \nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \begin{Bmatrix} \vec{A} \\ V \end{Bmatrix} = 0 \quad (1) \quad (2) \text{ از معادلات } \left( \nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \begin{Bmatrix} \vec{A} \\ V \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\mu_o \vec{J} \\ -\frac{1}{\epsilon_o} \rho \end{Bmatrix}$$

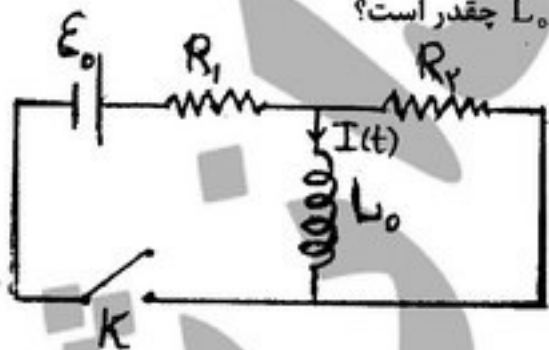
$$(3) \text{ از معادلات } \left( \nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \begin{Bmatrix} \vec{A} \\ V \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mu_o \vec{J} \\ \frac{1}{\epsilon_o} \rho \end{Bmatrix} \quad (4) \text{ از معادلات } \left( \nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right) \begin{Bmatrix} \vec{A} \\ V \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mu_o \vec{J} \\ -\frac{1}{\epsilon_o} \rho \end{Bmatrix}$$

۷۵- یک سیم استوانه‌ای بسیار طویل به شعاع مقطع  $R$  دارای بردار مغناطش  $\vec{M}(r) = k_o r^2 \hat{e}_\phi$  می‌باشد (که در آن  $k_o$  ثابت می‌باشد). میدان‌های مغناطیسی  $\vec{B}(r)$  در درون سیم استوانه‌ای ( $0 \leq r \leq R$ ) و بیرون آن ( $R \leq r < \infty$ ) به ترتیب از راست به چپ چگونه هستند؟ محور  $Z$  در امتداد محور استوانه است و مختصات استوانه‌ای  $(r, \phi, Z)$  است.

$$(1) \quad \mu_o k_o r^2 \hat{e}_\phi \text{ و صفر} \quad (2) \quad \mu_o k_o r^2 \hat{e}_\phi \text{ و } \frac{2}{3} \mu_o k_o \frac{R^2}{r} \hat{e}_\phi$$

$$(3) \quad \frac{5}{3} \mu_o k_o \frac{R^2}{r} \hat{e}_\phi \text{ و } \frac{2}{3} \mu_o k_o r^2 \hat{e}_\phi \quad (4) \quad \frac{5}{3} \mu_o k_o \frac{R^2}{r} \hat{e}_\phi \text{ و } -\frac{1}{3} \mu_o k_o \frac{R^2}{r} \hat{e}_\phi$$

۷۶- در شکل زیر در لحظه‌ی  $t = 0$  کلید  $K$  را می‌بندیم. جریان الکتریکی  $I(t)$  در سیم بیج  $L_o$  چقدر است؟



$$(1) \quad \tau = \frac{L_o}{R_1 + R_2} \text{ با } \frac{\epsilon_o}{R_1} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$(2) \quad \tau = \frac{L_o (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \text{ با } \frac{\epsilon_o}{R_1} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$(3) \quad \tau = \frac{L_o}{R_1 + R_2} \text{ با } \frac{\epsilon_o}{R_2} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$(4) \quad \tau = \frac{L_o (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \text{ با } \frac{\epsilon_o}{R_2} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

۷۷- ضریب خود-القائی در واحد طول یک کابل هم محور که شعاع سیم داخلی آن  $a$  و شعاع پوسته فلزی خارجی آن  $b$  می‌باشد، چقدر است؟

$$(1) \quad \frac{\mu_o}{2\pi} \ln \left( \frac{b}{a} \right)$$

$$(2) \quad \frac{\mu_o}{2\pi} \ln \left( \frac{a}{b} \right)$$

$$(3) \quad \frac{\mu_o}{2\pi} \left( \frac{b}{a} \right)$$

$$(4) \quad \frac{\mu_o}{2\pi} \left( \frac{a}{b} \right)$$



۷۸- فرض کنید ذره باردار با بار الکتریکی  $Q$  و جرم  $M$  در اثر نیروی گرانش از حالت سکون به اندازه‌ی ارتفاع  $H$  سقوط کند. (ثابت گرانش  $g$  می‌باشد.) نسبت انرژی تابشی الکترومغناطیسی این ذره به تغییر انرژی پتانسیل گرانشی این ذره در این مسیر چقدر است؟

$$(1) \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{2Q^2}{rc^2} \sqrt{\frac{g}{M^2H}} \quad (2) \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{2Q^2}{rc^2} \sqrt{\frac{2g}{M^2H}} \quad (3) \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{2Q^2}{rc^2} \sqrt{\frac{2g}{M^2H}} \quad (4) \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right) \frac{2Q^2}{rc^2} \sqrt{\frac{4g}{M^2H}}$$

۷۹- دو فوتون در اولین تقریب غیرصفر با همدیگر چه نوع برهمکنشی دارند؟

(۱) دو قطبی با دو قطبی (فقط الکتریکی)

(۲) دو قطبی با دو قطبی (فقط مغناطیسی)

(۳) چهار قطبی با چهار قطبی (فقط الکتریکی)

(۴) چهار قطبی با چهار قطبی (هم الکتریکی و هم مغناطیسی)

۸۰- نفوذ امواج الکترومغناطیسی به درون ماده‌ای با ضرایب ثابت الکتریکی و مغناطیسی  $\epsilon = K_e \epsilon_0$  و  $\mu = K_m \mu_0$  و ضریب رسانش  $\sigma$  با معادلات امواج زیر در آن ماده بیان می‌شود:

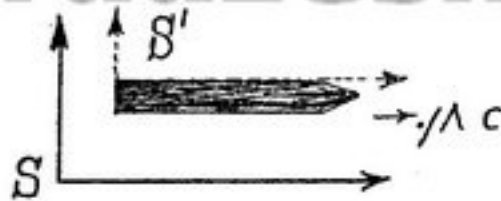
$$\left( \nabla^2 - \mu\epsilon \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \mu\sigma \frac{\partial}{\partial t} \right) \begin{Bmatrix} \vec{E}(\vec{r}, t) \\ \vec{B}(\vec{r}, t) \end{Bmatrix} = 0$$

با انتخاب شکل عمومی حل موجی  $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 e^{i(kr - \omega_0 t)}$  و  $\vec{B}(\vec{r}, t) = \vec{B}_0 e^{i(kr - \omega_0 t)}$  و حل معادلات مربوطه برای یافتن  $k = k_1 + ik_2$  معلوم می‌شود که برای مواد با رسانش ضعیف، یعنی  $\sigma \ll \epsilon\omega_0$ ، عمق یا ضخامت پوسته نفوذی این امواج به درون این گونه مواد:

(۱) مستقل از فرکانس  $\omega_0$  است. (۲) با  $\omega_0$  بستگی مستقیم دارد. (۳) با  $\sqrt{\omega_0}$  بستگی مستقیم دارد. (۴) با  $\frac{1}{\sqrt{\omega_0}}$  بستگی مستقیم دارد.

چرک‌نویس

۸۱- یک ایستگاه فضایی به طول  $m$  با سرعت ثابت  $c/8$  نسبت به سطح زمین حرکت می‌کند. در حین آنکه نوک این ایستگاه از مقابل ناظری مستقر در سطح زمین عبور می‌کند، نوری از نوک ایستگاه به انتهای آن می‌تابد، از دید ناظر زمین، چند میکروثانیه طول می‌کشد تا این نور به انتهای ایستگاه برسد؟



- ۱) ۰/۱
- ۲) ۰/۳۶
- ۳) ۰/۵
- ۴) ۰/۹

۸۲- ذره  $\pi^-$  با جرم سکون  $m_{\pi}$  در حالت سکون به ذره  $\mu^-$  با جرم سکون  $m_{\mu}$  و ذره پاد نوترینو  $\bar{\nu}_{\mu}$  با جرم بسیار بسیار ناچیز، یعنی تقریباً صفر، تلاشی می‌کند. تندی حرکت ذره تولید شده  $\mu^-$  چقدر است؟

$\frac{m_{\pi} - m_{\mu}}{m_{\pi} + m_{\mu}} c$  (۴)     
  $\frac{m_{\pi}^2 - m_{\mu}^2}{m_{\pi}^2 + m_{\mu}^2} c$  (۳)     
  $\sqrt{\frac{m_{\pi}^2 - m_{\mu}^2}{m_{\pi}^2 + m_{\mu}^2}} c$  (۲)     
  $\sqrt{\frac{m_{\pi} - m_{\mu}}{m_{\pi} + m_{\mu}}} c$  (۱)

۸۳- پروتون ۱ با انرژی جنبشی  $K$  به پروتون ساکن ۲ در آزمایشگاه و روی خط مستقیم چنان تابیده می‌شود که در اثر برخورد رو-در-روی آنها سه پروتون و یک پاد پروتون تولید گردد:

$$P_1 + P_2 \rightarrow P_1 + P_2 + P_3 + \bar{P}$$

حداقل مقدار  $K$  چند برابر انرژی جرم سکون پروتون  $M_0 c^2$  باید باشد؟

- ۱) ۳
- ۲) ۶
- ۳) ۷

(۴) چون چنین پدیده‌ای اصل بقاء تکانه خطی را در هر حال نقض می‌کند، اصولاً امکان‌پذیر نیست.

۸۴- برای تعیین تندی حرکت دور شدن یک اتومبیل روی یک جاده مستقیم یک مأمور پلیس راه با یک دستگاه مولد نور لیزر یک باریکه تکفام با بسامد  $\nu_0$  در امتداد مستقیم و موازی جاده به آن اتومبیل می‌تاباند. نور بازتابیده از روی بدنه اتومبیل مزبور در دستگاه مولد نور لیزر با نور تابشی اولیه تداخل نموده و ایجاد ضربان یا زنش با بسامد  $\nu_B$  می‌کند. به طوری که  $\frac{\nu_B}{\nu_0} = 10^{-7}$  است. تندی دور شدن اتومبیل مزبور چند

کیلومتر بر ساعت می‌باشد؟

- ۱) ۷۲
- ۲) ۹۰
- ۳) ۱۰۸
- ۴) ۱۲۶

۸۵- فوتونی با انرژی معادل  $4 m_e c^2$  با الکترون در حال سکون با انرژی  $m_e c^2$  برخورد نموده و با زاویه  $90^\circ$  درجه و انرژی نهایی  $\mathcal{E}$  پراکنده می‌گردد. مقدار  $\mathcal{E}$  چند برابر  $m_e c^2$  است؟

- ۱) ۰/۵
- ۲) ۰/۸
- ۳) ۱
- ۴) ۱/۲

۸۶- شعاع ستاره‌ای از مرتبه  $10^7$  کیلومتر و درخشندگی نور آن از مرتبه  $10^{30}$  وات است. دمای سطح این ستاره از چه مرتبه‌ای (کلوین) می‌باشد؟

(سطح ستاره را سطح جسم سیاه فرض نموده و ثابت «استفان-بولتزمان» را برابر  $\frac{W}{m^2 K^4} = 5.67 \times 10^{-8}$  بگیرید.)

- ۱)  $10^4$
- ۲)  $10^2$
- ۳)  $10^3$
- ۴)  $10^7$

۸۷- نیروی پیوندی بین دو اتم تشکیل‌دهنده یک ملکول «وان‌دروالسی» از تابع پتانسیل  $V(r) = \frac{a}{r^m} - \frac{b}{r^n}$  و  $a$  و  $b$  مثبت و  $m$  و  $n$  اعداد صحیح مثبت‌اند و  $m > n$  پیروی می‌کند که  $r$  فاصله بین مرکز دو اتم می‌باشد. انرژی تجزیه (شکسته شدن) این ملکول پایدار چقدر است؟

$|E_{diss.}| = \frac{\left(\frac{n}{m} + 1\right) b}{\left(\frac{ma}{nb}\right)^{\frac{m}{m-n}}}$  (۴)     
  $|E_{diss.}| = \frac{\left(\frac{n}{m} + 1\right) a}{\left(\frac{ma}{nb}\right)^{\frac{m}{m-n}}}$  (۳)     
  $|E_{diss.}| = \frac{\left(\frac{m}{n} - 1\right) b}{\left(\frac{ma}{nb}\right)^{\frac{m}{m-n}}}$  (۲)     
  $|E_{diss.}| = \frac{\left(\frac{m}{n} - 1\right) a}{\left(\frac{ma}{nb}\right)^{\frac{m}{m-n}}}$  (۱)

---

PardazeshPub.com

انتشارات چرک نویس

PardazeshPub.com

۸۸- حالت‌های مقید دو کوآرک با جرم یکسان  $m$  و پتانسیل برهمکنش  $V(r) = kr$  (که  $k$  یک ثابت حقیقی مثبت و  $r$  فاصله دو کوآرک از یکدیگر) را در نظر بگیرید. به کمک مدل بوهر انرژی سیستم در مدارهای دایره‌ای عبارت است از:

$$\frac{r}{2} \left( \frac{\hbar^2 k^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} n^{\frac{1}{2}} \quad (۴) \quad \frac{r}{2} \left( \frac{2\hbar^2 k^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} n^{\frac{1}{2}} \quad (۳) \quad \frac{r}{2} \left( \frac{\hbar^2 k^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} n^{\frac{2}{2}} \quad (۲) \quad \frac{r}{2} \left( \frac{\hbar^2 k^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} n^{\frac{2}{2}} \quad (۱)$$

۸۹- دستگاه طیف‌سنجی خطوط طیفی به فاصله  $0.5 \text{ \AA}$  را در بازه  $5000 \text{ \AA}$  تفکیک می‌کند. میدان مغناطیسی مورد نیاز برای مشاهده اثر بهنجار «زیمان» چند تسلا می‌باشد؟  $(hc \approx 12 \times 10^2 \text{ eV} \cdot \text{ \AA})$  و  $\frac{e\hbar}{2m_e} \approx 6 \times 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{T}}$

$$۳ (۱) \quad ۴ (۲) \quad ۵ (۳) \quad ۶ (۴)$$

۹۰- گاز هیدروژن برانگیخته شده شامل اتم‌های هیدروژن در اولین تراز برانگیختگی را در نظر بگیرید. یک الکترون با چه انرژی جنبشی قطعاً برخورد غیرکشسان با ذرات این گاز انجام می‌دهد؟

$$۰.۵ \text{ eV} (۱) \quad ۱ \text{ eV} (۲) \quad ۱.۴ \text{ eV} (۳) \quad ۱.۹ \text{ eV} (۴)$$

۹۱- تراز  $n = ۳$  را در طیف انرژی نوسانگر هماهنگ ساده یک بعدی در نظر بگیرید. حاصلضرب عدم قطعیت‌های  $\Delta P$  و  $\Delta X$  برای این تراز کدام است؟

$$\frac{1}{2} \hbar (۱) \quad \frac{3}{2} \hbar (۲) \quad \frac{5}{2} \hbar (۳) \quad \frac{7}{2} \hbar (۴)$$

۹۲- ویژه حالت عملگر پایین آورنده  $a$  نوسانگر هم آهنگ ساده به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$a |\lambda\rangle = \lambda |\lambda\rangle$$

این ویژه حالت  $|\lambda\rangle$  را می‌توان به صورت زیر بر حسب ویژه حالت‌های انرژی نوسانگر هم آهنگ ساده یعنی  $|n\rangle$  نوشت:

$$|\lambda\rangle = \sum_{n=0}^{\infty} f(n) |n\rangle$$

$f(n)$  چگونه است؟ ( $N_0$  ضریب بهنجارش بر حسب  $\lambda$  به دست می‌آید.)

$$f(n) = N_0 \frac{\lambda^n}{\sqrt{n!}} (۱) \quad f(n) = N_0 \frac{\lambda^n}{n!} (۲) \quad f(n) = N_0 \frac{\lambda^n}{\sqrt{2^n n!}} (۳) \quad f(n) = N_0 \frac{\lambda^n}{2^n n!} (۴)$$

۹۳- ملکول خطی  $N_2$  را در شکل زیر در نظر بگیرید. یک الکترون می‌تواند روی هر یک از سه اتم از  $N$  این ملکول یکی از سه حالت کوانتومی  $|\Psi_j\rangle$  را داشته باشد. (راست  $r$ ، مرکزی  $c$ ، چپ  $l$ ) در پایه این سه حالت، هامیلتونی الکترون دارای نمایش ماتریسی زیر است:

$$\begin{matrix} |\Psi_l\rangle & |\Psi_c\rangle & |\Psi_r\rangle \\ \bullet & \dots & \bullet \\ N & & N \end{matrix} \quad H = \begin{pmatrix} \epsilon_0 & -\Delta_0 & 0 \\ -\Delta_0 & \epsilon_0 & -\Delta_0 \\ 0 & -\Delta_0 & \epsilon_0 \end{pmatrix}$$

که در آن  $-\Delta_0$  انرژی منفی انتقال الکترون بین دو حالت مجاور به یکدیگر است. ترازهای انرژی الکترون چگونه هستند؟

$$\epsilon_r = \epsilon_0 + \Delta_0, \epsilon_c = \epsilon_0, \epsilon_l = \epsilon_0 - \Delta_0 (۲) \quad \epsilon_r = \epsilon_0 + \frac{\Delta_0}{\sqrt{2}}, \epsilon_c = \epsilon_0, \epsilon_l = \epsilon_0 - \frac{\Delta_0}{\sqrt{2}} (۱)$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_r = \epsilon_c = \epsilon_l = \epsilon_0 (۴) \quad \epsilon_r = \epsilon_0 + \frac{\Delta_0}{2}, \epsilon_c = \epsilon_0, \epsilon_l = \epsilon_0 - \frac{\Delta_0}{2} (۳)$$

۹۴- تندی حرکت الکترون‌های سطح «فرمی» درون یک ورقه بسیار نازک فلزی (یعنی یک سطح دو بعدی) بر حسب جرم الکترون  $m_e$  و چگالی سطحی الکترون‌ها  $\sigma_e$  چقدر است؟

$$\frac{\hbar}{m_e} \sqrt{2\pi^2 \sigma_e} (۴) \quad \frac{\hbar}{m_e} \sqrt{2\pi \sigma_e} (۳) \quad \frac{\hbar}{m_e} \sqrt{2\pi^2 \sigma_e} (۲) \quad \frac{\hbar}{m_e} \sqrt{2\pi \sigma_e} (۱)$$

PardazeshPub.com

انتشارات چرخ و ماهتاب

PardazeshPub.com

۹۵- تابع موج یک ذره آزاد به جرم  $m$  به صورت بسته موج گوسی و با  $\langle x \rangle = \langle p \rangle = 0$  در لحظه  $t = 0$  به صورت

$$\Psi(x, 0) = \frac{1}{\sqrt{\sigma\sqrt{\pi}}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

می‌باشد. در لحظات بعدی  $t > 0$  بسته موج گوسی مزبور به چه صورتی در می‌آید؟

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{\sigma\sqrt{\pi}}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (۲)$$

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{\sigma\sqrt{\pi}}} \frac{e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}}{\sqrt{1+i\frac{\hbar t}{m\sigma^2}}} \quad (۱)$$

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{\sigma\sqrt{\pi}}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2} \left(1+i\frac{\hbar t}{m\sigma^2}\right)} \quad (۴)$$

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{\sigma\sqrt{\pi}}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2} \left(1+i\frac{\hbar t}{m\sigma^2}\right)} \quad (۳)$$

۹۶- اگر  $\xi_1, \xi_0, \xi_{-1}$  ویژه توابع مشترک عملگرهای  $S^z$  و  $S^x$  برای ذره اسپین یک با ویژه مقادیر  $S_z$  به ترتیب  $\hbar, 0, -\hbar$  باشند، مقدار  $\alpha$  و  $\beta$  چقدر باشد تا حالت  $\xi_1 + \alpha Y_{11} \xi_0 + \beta Y_{12} \xi_{-1}$  ویژه تابع عملگر  $L_+ S_+ + L_- S_-$  باشد؟  $Y_{lm}$  ها توابع هارمونیک کروی هستند.

$$\alpha = \pm\sqrt{\frac{5}{3}}, \beta = \sqrt{\frac{2}{3}} \quad (۴) \quad \alpha = \pm\sqrt{\frac{5}{3}}, \beta = -\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (۳) \quad \alpha = \pm\sqrt{2}, \beta = -\sqrt{\frac{1}{3}} \quad (۲) \quad \alpha = \pm\sqrt{2}, \beta = \sqrt{\frac{1}{3}} \quad (۱)$$

۹۷- ذره‌ای با اسپین  $\frac{1}{2}$  و هامیلتونی  $H = a + b\sigma_y$  را در نظر بگیرید. اگر بردار حالت ذره  $|\psi\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$  باشد، عدم قطعیت  $\Delta S_x$  در  $t > 0$  کدام است؟ ( $a$  و  $b$  مقادیر ثابت حقیقی هستند.)

$$\Delta S_x = \frac{\hbar}{2} \left| \sin \frac{rbt}{\hbar} \right| \quad (۲) \quad \Delta S_x = \frac{\hbar}{2} \quad (۱)$$

$$\Delta S_x = \frac{\hbar}{2} \left| \sin \frac{rbt}{\hbar} + \cos \frac{rbt}{\hbar} \right| \quad (۴) \quad \Delta S_x = \frac{\hbar}{2} \left| \cos \frac{rbt}{\hbar} \right| \quad (۳)$$

۹۸- بردار حالت ذره‌ای با اسپین یک  $|\phi\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ i \\ -2 \end{pmatrix}$  است. در اندازه‌گیری  $S_z$  احتمال‌های به دست آوردن مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی  $\hbar, 0, -\hbar$  به ترتیب (از راست به چپ) کدامند؟

$$\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \quad (۴) \quad \frac{1}{6}, \frac{1}{6}, \frac{2}{3} \quad (۳) \quad \frac{1}{6}, \frac{2}{3}, \frac{1}{6} \quad (۲) \quad \frac{2}{3}, \frac{1}{6}, \frac{1}{6} \quad (۱)$$

۹۹- تابع موج الکترون در یک اتم هیدروژن به شکل  $\psi(r, \theta, \phi) = \frac{1}{16\sqrt{\pi}} a_0^{-\frac{3}{2}} \left(\frac{r}{a_0}\right)^2 e^{-\frac{r}{2a_0}} \sin^2 \theta e^{-2i\phi}$  است. چگالی احتمال حضور الکترون در کدام فاصله از هسته بیشتر است؟

$$r = 9a_0 \quad (۴) \quad r = 4a_0 \quad (۳) \quad r = 2a_0 \quad (۲) \quad r = a_0 \quad (۱)$$

۱۰۰- دو الکترون بدون برهم کنش که با یکدیگر حالت اسپینی سه گانه‌ی یک ( $S = \hbar$ ) را می‌سازند درون یک جعبه به طول  $L$  (چاه پتانسیل یک بعدی نامتناهی بین  $X = 0$  و  $X = L$ ) مقید به حرکت یک بعدی هستند. تابع موج فضایی بهنجار حالت پایه این دو الکترون کدام است؟

$$\frac{\sqrt{2}}{L} \sin \frac{\pi x_1}{L} \sin \frac{2\pi x_2}{L} \quad (۲) \quad \frac{\sqrt{2}}{L} \sin \frac{\pi x_1}{L} \sin \frac{\pi x_2}{L} \quad (۱)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{L} \left[ \sin \frac{\pi x_1}{L} \sin \frac{2\pi x_2}{L} + \sin \frac{2\pi x_1}{L} \sin \frac{\pi x_2}{L} \right] \quad (۴) \quad \frac{\sqrt{2}}{L} \left[ \sin \frac{\pi x_1}{L} \sin \frac{2\pi x_2}{L} - \sin \frac{2\pi x_1}{L} \sin \frac{\pi x_2}{L} \right] \quad (۳)$$

PardazeshPub.com

انستیتو  
داده‌ها  
چرک نویس  
انستیتو

PardazeshPub.com

۱-۱ در نوسانگر هماهنگ یک بعدی عملگر بالا بر به صورت  $a^\dagger = \sqrt{\frac{m\omega}{2\hbar}} \left( x - \frac{i}{m\omega} p \right)$  بر حسب عملگرهای مکان  $x$  و تکانه خطی  $p$  تعریف می‌شود. ویژه حالات هنجار شده انرژی به صورت  $|n'\rangle$  نمایش داده می‌شوند به طوری که  $a^\dagger a = n$  و  $|n'\rangle = n' |n'\rangle$  است. مقدار عدم قطعیت در اندازه گیری مکان  $\Delta x$  در حالت  $|\Psi\rangle = \frac{|0\rangle + |2\rangle}{\sqrt{2}}$  کدام است؟

(۱)  $\sqrt{\frac{2\hbar}{m\omega}}$  (۲)  $\sqrt{\frac{\sqrt{2}\hbar}{2m\omega}}$  (۳)  $\sqrt{\frac{\hbar}{m\omega}}$  (۴)  $\sqrt{\frac{(\sqrt{2}+2)\hbar}{2m\omega}}$

۱-۲ الکترون آزادی با جرم  $m_e$  و بار الکتریکی  $-e$  در میدان مغناطیسی  $\vec{B} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$  در حال حرکت می‌باشد. هامیلتونی این الکترون به صورت  $H = \frac{1}{2m_e} (\vec{p} + e\vec{A})^2$  است. شار احتمال  $\vec{J}$  و چگالی احتمال  $\rho = |\Psi|^2$  در معادله پیوستگی  $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$  صدق می‌کنند. کدام یک از عبارات زیر برابر  $\vec{J}$  است؟

(۱)  $\frac{\hbar}{2m_e i} [\Psi^* \vec{\nabla} \Psi - \Psi \vec{\nabla} \Psi^*]$  (۲)  $\frac{\hbar}{2m_e i} [\Psi^* \vec{\nabla} \Psi - \Psi \vec{\nabla} \Psi^*] + \frac{e}{m_e} \rho \vec{A}$   
 (۳)  $\frac{\hbar}{2m_e i} [\Psi^* \vec{\nabla} \Psi - \Psi \vec{\nabla} \Psi^*] - \frac{e}{m_e} \rho \vec{A}$  (۴)  $\frac{\hbar}{2m_e i} [\Psi^* \vec{\nabla} \Psi - \Psi \vec{\nabla} \Psi^*] - \frac{e}{2m_e} \rho \vec{A}$

۱-۳ اتم پوزیترونیم (متشکل از یک الکترون و یک پوزیترون) در یک حالت تکانه زاویه‌ای مداری متناظر با اعداد کوانتومی  $l$  و  $m$  است. پاریته این حالت چیست؟

(۱)  $(-1)^{l+m}$  (۲)  $(-1)^{l-m}$  (۳)  $(-1)^{l+1}$  (۴)  $(-1)^{l+2}$

۱-۴ اثر اشتراک مرتبه اول برای حالت  $n = 2$  اتم هیدروژن را در نظر بگیرید. جابجایی ترازهای تبهگن لایه  $n = 2$  در اثر اعمال میدان الکتریکی کدام است؟  $a_0$  شعاع اتم بور و  $E$  شدت میدان الکتریکی است.

(۱)  $\pm \frac{4eEa_0}{3}$  (۲)  $\pm 3eEa_0$  (۳)  $\pm eEa_0$  (۴) صفر

۱-۵ ذره‌ای به جرم  $m$  در چاه پتانسیل نامتناهی یک بعدی  $V(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq a \\ \infty & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$  قرار دارد. این ذره تحت تأثیر اختلالی به شکل

$W(x) = a\hbar\omega_0 \delta\left(x - \frac{a}{2}\right)$  قرار می‌گیرد که  $\omega_0$  یک ثابت حقیقی است. جابجایی‌های ترازهای  $n$  ام انرژی ذره تا مرتبه اول  $\omega_0$  کدام است؟

(۱)  $\begin{cases} 2\hbar\omega_0 & n \text{ فرد} \\ 0 & n \text{ زوج} \end{cases}$  (۲)  $\begin{cases} \hbar\omega_0 & n \text{ فرد} \\ 0 & n \text{ زوج} \end{cases}$   
 (۳)  $\begin{cases} 0 & n \text{ فرد} \\ 2\hbar\omega_0 & n \text{ زوج} \end{cases}$  (۴)  $\begin{cases} 0 & n \text{ فرد} \\ \hbar\omega_0 & n \text{ زوج} \end{cases}$