



۱- ذره‌های تحت تاثیر نیروی $\vec{F} = F_r \hat{r} + F_\theta \hat{\theta} + F_\phi \hat{\phi}$ تغییر مکان مجازی $\delta \vec{r}$ را دارد. کار نیروی مجازی این نیرو کدام است؟

۱. $F_r \delta r + r \sin \theta F_\theta \delta \theta + r^2 \sin^2 \theta F_\phi \delta \phi$

۲. $r F_r \delta r + r \sin \theta F_\theta \delta \theta + r^2 \sin^2 \theta F_\phi \delta \phi$

۳. $F_r \delta r + r \sin \theta F_\theta \delta \theta + r \sin^2 \theta F_\phi \delta \phi$

۴. $F_r \delta r + r F_\theta \delta \theta + r \sin \theta F_\phi \delta \phi$

۲- دو جسم با جرمهای مساوی در مختصات آزمایشگاهی با هم برخورد کشسان میکنند. چه رابطهای بین زوایه‌های پراکندگی ϕ_1 و ϕ_2 برقرار است؟

۱. $\phi_1 + \phi_2 = \pi$

۲. $\phi_1 + \phi_2 = \frac{\pi}{2}$

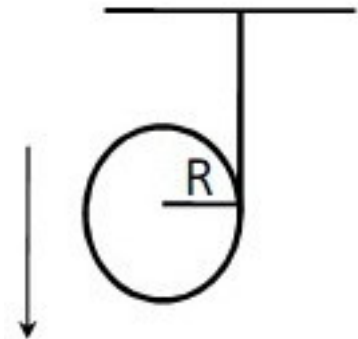
۳. $\phi_2 = \frac{\pi}{2} - \frac{\phi_1}{2}$

۴. $\phi_1 = \phi_2$

۳- نخ سبکی بدون یک پوسته کروی به شعاع R مطابق شکل چندین دور پیچیده شده است. پوسته از سقف آویزان است. اگر پوسته بر اثر گرانش سقوط کند، شتاب خطی مرکز جرم پوسته کروی کدام است؟

$(I_{Sphere} = \frac{2}{3} MR^2)$

پوسته بر اثر گرانش سقوط کند، شتاب خطی مرکز جرم پوسته کروی کدام است؟



۱. $a = \frac{5}{3}g$

۲. $a = \frac{3}{5}g$

۳. $a = \frac{3}{7}g$

۴. $a = \frac{5}{7}g$

۴- جرم سیاره‌های ۱/۱ جرم خورشیدش است. زمان تناوب آن چند برابر زمان تناوب بدون در نظر گرفتن مرکز جرم میشود؟

۱. $\sqrt{\frac{9}{10}}$

۲. $\sqrt{\frac{11}{10}}$

۳. $\sqrt{\frac{10}{11}}$

۴. $\sqrt{11}$

۵- در برخورد دو جسم با یکدیگر اگر روی یکی از اجسام در نقطه تماس انفجاری صورت گیرد، در اینصورت؟

۱. $Q > 0$

۲. $Q = 0$

۳. $P_1 + P_2 \neq P'_1 + P'_2$

۴. $Q < 0$



۶- جسمی به جرم $m_1 = 10\text{Kg}$ با سرعت v به جسمی به جرم $m_2 = 5\text{Kg}$ برخورد کرده و هردو بهم میچسبند و با سرعت $5v$ حرکت میکنند. ضریب بازگشت کدام است؟

۱. $\epsilon = 1$

۲. $\epsilon = 0$

۳. به سرعت جسم دوم بستگی دارد.

۴. $\epsilon = \frac{1}{2}$

۷- پروتونی به جرم m و با سرعت V_0 ، توسط نوترونی به جرم m که ساکن است، با زاویه 60° بصورت کشسان پراکنده میشود. نسبت سرعت پروتون بعد از پراکندگی عبارتست از؟

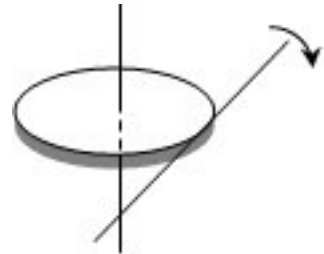
۱. $\frac{V_0}{2}$

۲. $\frac{\sqrt{3}V_0}{2}$

۳. $\frac{\sqrt{3}V_0}{3}$

۴. V_0

۸- شعاع ژیراسیون یک قرص دایروی نازک به شعاع R و به جرم M نسبت به محوری که عمود بر یکی از قطرهای قرص، در صفحه خود قرص و مماس بر آن میگذرد کدام گزینه است؟



۱. $\frac{\sqrt{3}}{2}R$

۲. $\frac{\sqrt{2}}{2}R$

۳. $\frac{1}{2}R$

۴. $\frac{\sqrt{5}}{2}R$

۹- کدام گزینه در مورد اجسام صلب صحیح است؟

۱. اجسام گسترده واقعی صلب هستند.

۲. مکانهای نسبی آن با دوران تغییر کند.

۳. فاصله بین هر دو ذره آن ثابت است.

۴. تمام اجسام جامد صلب هستند.



۱۰- میلپهای فلزی به جرم M و طول L با چگالی خطی $\lambda = \lambda_0 \left(1 - \frac{x}{2L}\right)$ در نظر بگیرید. ممان اینرسی این میلپه نسبت به محوری عمود بر میلپه که از انتهای آن عبور میکند کدام است؟

۴. $\frac{5}{12} ML^2$

۳. $\frac{5}{4} ML^2$

۲. $\frac{5}{18} ML^2$

۱. $\frac{5}{24} ML^2$

۱۱- پوسته کروی یکنواختی روی سطح شیبداری به زاویه 45° قرار دارد. شرط اینکه کره بدون لغزش به پائین بغلتد کدام است؟

$(I_{\text{Sphere}} = \frac{2}{3} MR^2)$

۴. $\mu_s \leq \frac{3}{5}$

۳. $\mu_s \geq \frac{3}{5}$

۲. $\mu_s \leq \frac{2}{5}$

۱. $\mu_s \geq \frac{2}{5}$

۱۲- کدام گزینه صحیح است؟

۱. بردار تکانه زاویهای لزوما در همان جهت چرخش واقع نیست.
۲. مولفه تکانه زاویهای در امتداد محور چرخش از $L \times \hat{n}$ بدست میآید.
۳. بردار تکانه زاویهای همواره در همان جهت چرخش واقع است.
۴. مولفه تکانه زاویهای در راستای عمود بر محور چرخش از $L \cdot \hat{n}$ بدست میآید.

۱۳- شرط اینکه در مکانیک لاگرانژ، q_λ مختصه قابل حذف باشد، کدام است؟

۱. لاگرانژین صریحا شامل P_λ نباشد
۲. لاگرانژین صریحا شامل q_λ نباشد.
۳. لاگرانژین صریحا شامل P_λ نباشد
۴. لاگرانژین صریحا شامل q_λ نباشد.

۱۴- تانسور لختی دورانی جسمی در مختصات کاترین با $I = m \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2a & -b \\ 0 & -2b & 4a \end{bmatrix}$ داده میشود. اگر بردار سرعت زاویهای

$\omega = \omega \hat{i} - \omega \hat{k}$ باشد، انرژی جنبشی این جسم عبارتست از:

۴. $2m\omega^2 + mb\omega^2$

۳. $ma\omega^2 + 2mb\omega^2$

۲. $mb\omega^2 + ma\omega^2$

۱. $m\omega^2 + 2ma\omega^2$



۱۵- در حرکت دورانی ذره‌های به جرم m در یک صفحه، بردار $\bar{\omega} \times \bar{V}$ کدام کمیت فیزیکی را نشان می‌دهد؟ \bar{V} سرعت لحظه‌ای و $\bar{\omega}$ سرعت زاویه‌ای ذره است؟

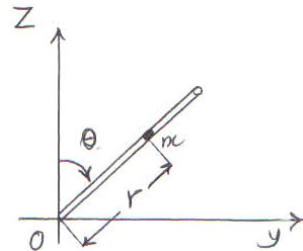
۱. تکانه زاویه‌ای حول محور دوران
۲. شتاب خطی مماسی
۳. شتاب خطی شعاعی
۴. گشتاور وارد بر ذره حول محور دوران

۱۶- به ذره‌های به جرم m نیروی $F(x) = -\frac{a}{x^2} + \frac{b}{x^3}$ وارد می‌شود که در آن x مکان ذره و a و b مقادیری ثابت و مثبت هستند. فرکانس زاویه‌ای نوسانهای کوچک حول نقطه تعادل چقدر است؟

۱. $\sqrt{\frac{b^4}{ma^3}}$
۲. $\sqrt{\frac{a^4}{mb^3}}$
۳. $\sqrt{\frac{b^3}{ma^4}}$
۴. $\sqrt{\frac{a^3}{mb^4}}$

۱۷-

لوله بدون جرمی از انتهای O لولا شده بطوریکه میتواند حول محور افقی x آزادانه در صفحه yz دوران کند. ذره‌های به جرم m آزادانه در داخل لوله حرکت میکنند. معادله حرکت مختصه شعاعی کدام است؟



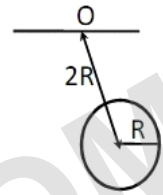
۱. $r'' - r\theta'^2 + g\sin\theta = 0$
۲. $r'' + r\theta'^2 - g\cos\theta = 0$
۳. $r'' + r\theta'^2 - g\sin\theta = 0$
۴. $r'' - r\theta'^2 + g\cos\theta = 0$



-۱۸

یک دیسک دایروی به شعاع R و جرم M مطابق شکل به آویزان است. فاصله مرکز دیسک تا نقطه دوران $R/2$ است. دوره

تناوب آونگ ساده همزمان با این آونگ مرکب کدام است؟ $(I_{Disk} = \frac{1}{2}MR^2)$



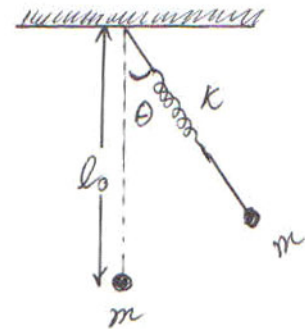
۴. $2\pi\sqrt{\frac{4R}{9g}}$

۳. $2\pi\sqrt{\frac{9R}{g}}$

۲. $2\pi\sqrt{\frac{R}{4g}}$

۱. $2\pi\sqrt{\frac{9R}{4g}}$

-۱۹ به ذره‌های به جرم m به فنری بدون جرم با ضریب سختی k و طول آزاد L_0 متصل است. چنانچه ذره در صفحه قائم ثابتی حرکت کند، هامیلتونین سیستم کدام است؟



۲. $\frac{1}{2m} \left(p_r^2 + \frac{p_\theta^2}{r^2} \right) - mg \cos \theta + \frac{1}{2} k (r - L_0)$

۱. $\frac{1}{2m} \left(p_r^2 + \frac{p_\theta^2}{r^2} \right) + mg \cos \theta$

۴. $\frac{1}{2m} \left(p_r^2 + \frac{p_\theta^2}{r^2} \right) + mg \cos \theta - \frac{1}{2} k (r - L_0)$

۳. $\frac{1}{2m} \left(p_r^2 + \frac{p_\theta^2}{r^2} \right) - mg \cos \theta$



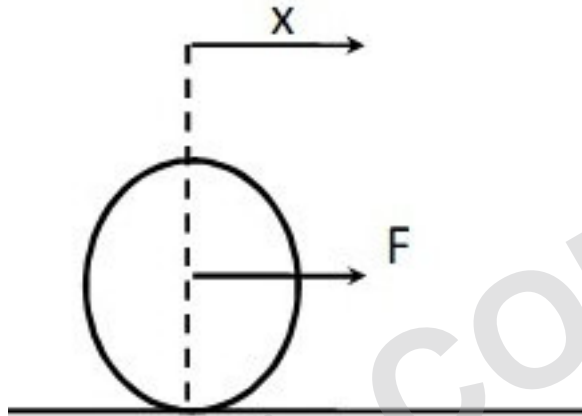
زمان آزمون (دقیقه): تستی: ۶۰ تشریحی: ۱۰

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

درس: مکانیک تحلیلی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۳۰۱۳

۲۰- نیروی افقی F مطابق شکل به استوانه توپر یکنواخت وارد میشود. استوانه بدون لغزش روی سطح افقی میغلند. نیروی تعمیم یافته مربوط به مختصه X (تغییر مکان افقی استوانه) کدام است؟



۴. $F + \frac{1}{2}mx$

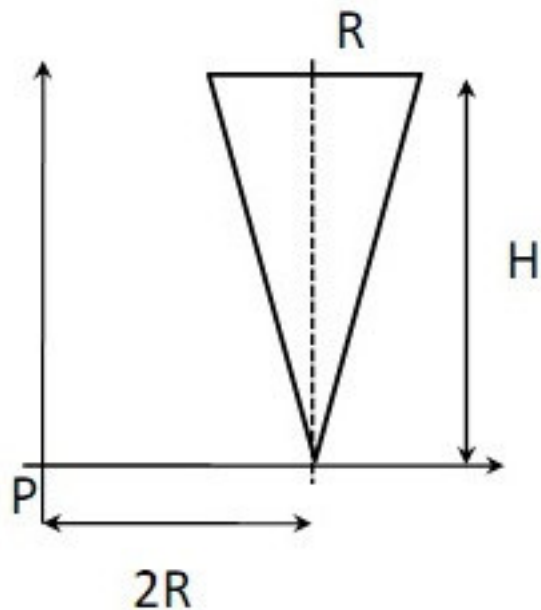
۳. $\frac{3}{2}mx$

۲. mx

۱. $F + \frac{3}{4}mx$

سوالات تشریحی

۱- مختصات مرکز جرم یک مخروط دوار به شعاع قاعده R و ارتفاع H و جرم M را نسبت به نقطه P بدست آورید. ۱.۷۵ نمره

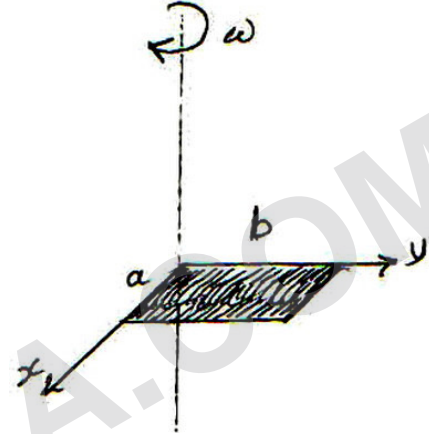




۱.۷۵ نمره

-۲

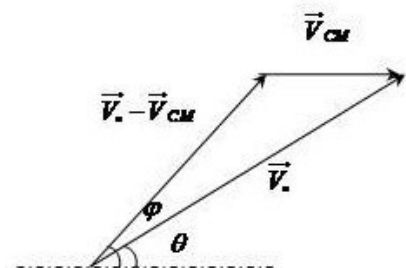
ممان اینرسی یک صفحه مستطیل شکل به ابعاد a و b و به جرم m را در نسبت به محوری که بر صفحه مستطیل عمود بوده و از یکی از راسهای آن میگذرد را محاسبه کنید.



۱.۷۵ نمره

۳- ذره‌ای به جرم m و با سرعت V_0 به ذره‌ای به جرم M که ساکن است برخورد میکند. اگر سرعت V_{CM} مرکز جرم، θ زاویه پراکندگی در سیستم آزمایشگاهی، φ زاویه پراکندگی در سیستم مرکز جرم باشد با توجه به شکل رابطه ذیل را ثابت کنید. $A = \frac{M}{m}$

$$\cos\theta = \frac{A \cos\varphi + 1}{(A^2 + 2A \cos\varphi + 1)^{1/2}} \quad A = \frac{M}{m}$$





نمره ۱.۷۵

۴- هرهای بدون اصطکاک بر روی سیمی بدون اصطکاک بر روی یک منحنی با معادلات

$$\begin{cases} x = a(\theta - \sin\theta) \\ y = a(1 + \cos\theta) \end{cases}, 0 \leq \theta \leq 2\pi$$

مطابق شکل حرکت می کند. لاگرانژین سیستم را نوشته و معادلات حرکت

را بدست آورید.

