

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: یک ۱

عنوان درس: مکانیک تحلیلی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۱۳

استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است

۱- دوزره باجرم های یکسان بایکدیگر برخوردالستیک می کنند. اگر دوزره دوم ساکن وانحراف ذره اول ژس از برخورد از مسیر اوله خود ۶۰ درجه باشد زاویه انحراف ذره دوم نسبت به مسیراوله ذره اول چنددرجه خواهدشد؟

۱. ۳۰      ۲. ۴۵      ۳. ۶۰      ۴. ۹۰

۲- اگر  $q_k$  از جنس زاویه باشد ، اندازه حرکت  $p_k$  وابسته به مختصه  $Q_k$  از جنس چیست؟

۱. نیرو  
۲. گشتاور نیرو  
۳. اندازه حرکت خطی  
۴. اندازه حرکت زاویه ای

۳- میله نازک یکنواخت به طولی  $L$  را از یک انتهایش آویزان کرده ایم. با فرض نوسانات کوچک، طول آونگ ساده همزمان با این آونگ برابر است با؟

۱.  $L/2$       ۲.  $L/3$       ۳.  $2L/3$       ۴.  $L/6$

۴- ذره ای تحت اثر پتانسیل پایستار  $V(x, y) = 2xy$  قرار دارد. نیروی تعمیم یافته  $Q_x$  در نقطه (۲-۲) کدام است؟

۱. -۴      ۲. -۶      ۳. ۶      ۴. ۴

۵- در برخورد های کشسان (ارتجاعی) ضریب ارتجاع برابر است با:

۱. صفر      ۲. ۱      ۳. ۰/۵      ۴. ۰/۷۵

۶- لختی دورانی یامان اینرسی حلقه ای به شعاع  $a$  و جرم  $m$  حول محوری مماس بر حلقه بوده و در صفحه واقع شده است برابر است؟

۱.  $\frac{1}{2}ma^2$       ۲.  $\frac{3}{2}ma^2$       ۳.  $2ma^2$       ۴.  $\frac{3}{4}ma^2$

۷- ضریب اصطکاک بحرانی استاتیک ( $\mu_s$ ) برای توپ توپری که بر روی سطح شیبداری با زاویه شیب  $\frac{\pi}{4}$  بدون لغزش می غلتد از کدامیک از اعداد زیر بزرگتر است؟

۱.  $\frac{3}{4}$       ۲.  $\frac{1}{2}$       ۳.  $\frac{3}{2}$       ۴.  $\frac{2}{7}$

۸- فرض کنید  $\theta$  زاویه بین محور  $x$  و محور اصلی خاصی باشد که جسم حول آن دوران می کند. در صورتی که  $I_{xx} = I_{yy}$  باشد آنگاه مقادیر  $\theta$  عبارت است از:

۱.  $\frac{3\pi}{4}, \frac{\pi}{4}$       ۲. صفر و  $\frac{\pi}{2}$       ۳.  $\frac{2\pi}{3}, \frac{\pi}{3}$       ۴.  $\frac{3\pi}{4}, \frac{\pi}{6}$

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک تحلیلی ۲

رشته تحصیلی/کد درس: فیزیک (هسته ای)، فیزیک (اتمی و مولکولی)، فیزیک (حالت جامد) ۱۱۱۳۰۱۳

۹- در یک پاندول کروی بامختصات  $r, \theta, \varphi$  کدام مختصه قابل اغماض است؟

۱.  $\theta$       ۲.  $\varphi$       ۳.  $r$       ۴.  $\theta, \varphi$

۱۰- ذره ای به  $m$  در حرکت یک بعدی تحت تاثیر انرژی پتانسیل  $V(x) = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{k^2}{x}$  حرکت می کند. فرکانس زاویه ای

نوسانات کوچک حول وضعیت تعادل پایدار برابر است با:

۱.  $\left(\frac{k}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$       ۲.  $\left(\frac{3k}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$       ۳.  $\left(\frac{2k}{m^3}\right)^{\frac{1}{2}}$       ۴.  $\left(\frac{2m}{k^3}\right)^{\frac{1}{2}}$

۱۱- بردارهای موقعیت و سرعت ذره ای به جرم واحد به ترتیب  $\vec{r} = \hat{i} + \hat{j}$  و  $\vec{v} = 2\hat{i}$  است. اندازه حرکت زاویه ای حول مبدا کدام است؟

۱.  $-2\hat{k}$       ۲.  $\hat{j}$       ۳.  $3\hat{i}$       ۴.  $-3\hat{j}$

۱۲- جسم صلبی رادرنظر بگیرد که دارای محور تقارن ۳ است و حول یک نقطه ثابت در فضا دوران آزاد انجام می دهد ( $\vec{N} = 0$ ). سرعت زاویه ای حرکت پیشروشی (تقدیمی) حول محور تقارن از دید ناظر متصل به جسم کدام است؟

۱.  $\frac{\omega_1(I_s - I)}{I}$       ۲.  $\frac{\omega_3(I_s - I)}{I}$       ۳.  $\frac{\omega_2(I - I_s)}{I_s}$       ۴.  $\frac{\omega_2(I - I_s)}{I}$

۱۳- هرگاه محورهای مختصات، محورهای اصلی باشند، آنگاه تانسور اینرسی چه ماتریسی است؟

۱. واحد      ۲. قطری      ۳. غیرقطری      ۴.  $3 \times 3$  برابر با صفر

۱۴- تابع لاگرانژی حرکت ذره ای تحت اثر نیروی مرکزی در دستگاه مختصات قطبی کدام است؟

۱.  $\frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r\dot{\theta}^2) + V(r)$       ۲.  $\frac{1}{2}m(r^2 + \dot{r}\dot{\theta}^2) + \frac{k}{r}$   
۳.  $\frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) - kr$       ۴.  $\frac{1}{2}m(\dot{r}^2 + r^2\dot{\theta}^2) - V(r)$

۱۵- کدامیک از روابط زیر برای تابع هامیلتونی  $H(p_k, q_k)$  صحیح است؟

۱.  $H = \sum_k \dot{p}_k q_k - L$       ۲.  $H = \sum_k p_k \dot{q}_k - L$   
۳.  $H = \sum_k p_k \dot{q}_k - L$       ۴.  $H = \sum_k p_k \dot{q}_k + L$

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: ۱: یک

عنوان درس: مکانیک تحلیلی ۲

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

۱۶- تابع لاگرانژی یک سیستم که در آن  $x, r, y, \theta$  مختصات تعمیم یافته است، به صورت

$$L = \frac{1}{2}m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2) + mgr \sin \theta$$

ثابت های حرکت کدامند؟

۱.  $P_x, P_y$       ۲.  $P_r, P_y$       ۳.  $P_r, P_\theta$       ۴.  $P_r, P_x$

۱۷- کدام گزینه برابر صفر است؟  $\bar{\mathbf{v}}_i$  و  $\bar{\mathbf{r}}_i$  بردار مکان و سرعت هریک از ذرات نسبت به مرکز جرم است

۱.  $\sum_i m_i \bar{\mathbf{v}}_i$       ۲.  $\sum_i m_i^2 \bar{\mathbf{v}}_i$       ۳.  $\sum_i \bar{\mathbf{r}}_i$       ۴.  $\sum_i m^2 \bar{\mathbf{r}}_i$

۱۸- جسم صلبی آزادانه حول یک نقطه مشخص در هر جهت دوران می کند و گشتاوری بر جسم اثر نمی کند. در آن صورت کدام عبارت صحیح است؟

۱.  $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$       ۲.  $I_1 = I_2 = I_3$       ۳. ثابت  $2T_{rot} =$       ۴.  $\bar{L} = 0$

۱۹- شعاع ژیراسیون صفحه ای مربع شکل به ضلع  $a$  نسبت به محوری که مماس بر یک ضلع آن باشد کدام است؟

۱.  $\frac{a\sqrt{3}}{3}$       ۲.  $\frac{a\sqrt{2}}{2}$       ۳.  $a\sqrt{3}$       ۴.  $a\sqrt{2}$

۲۰- ذره ای به جرم  $m$  تحت تاثیر تابع انرژی پتانسیل  $V(x) = \frac{kx^2}{2} + \frac{k^2}{x}$  قرار دارد. با فرض اینکه ثابت  $k$  حقیقی و مثبت باشد، نقطه تعادل و نوع تعادل کدام است؟

۱.  $x = k^{\frac{1}{3}}$  و پایدار      ۲.  $x = 3k$  و پایدار      ۳.  $x = \frac{1}{k}$  و ناپایدار      ۴.  $x = 2k$  و ناپایدار

### سوالات تشریحی

۱.۷۵ نمره

۱- یک تفنگ از نقطه مقابل هدفی به طور افقی به یک مکعب چوبی شلیک می کند. گلوله در مکعب چوبی که در ابتدا ساکن است فرورفته و مجموعه گلوله و مکعب پس از طی مسافت  $S$  می ایستند. اگر جرم گلوله  $m$ ، جرم مکعب  $M$  و ضریب اصطکاک لغزشی بین مکعب و سطح لغزش  $\mu$  باشد، تندی اولیه گلوله را تعیین کنید (از گرمای ناشی از فرورفتن گلوله در مکعب چوبی صرف نظر کنید).

۱.۷۵ نمره

۲- چگالی جرمی خطی میله باریکی با رابطه  $\rho = cx$  توصیف می شود که در آن  $c$  مقداری ثابت و  $x$  فاصله هر نقطه بر روی میله از یک انتهای  $A$  میله است. اگر طول میله  $L$  فرض شود، محل مرکز جرم میله را نسبت به انتهای  $A$  تعیین کنید.

تعداد سوالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

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

سری سوال: ۱ یک

عنوان درس: مکانیک تحلیلی ۲

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

۱۰۷۵ نمره ۳- کره توپر صلب یکنواختی به شعاع  $R$  در حال غلتش از روی سطح شیب‌داری با زاویه شیب  $\theta$  است. سطح کاملاً زبر و اصطکاک برای غلتش کامل کافی است. شتاب غلتش کره را با استفاده از معادله لاگرانژ به دست آورید (لختی دورانی کره توپرازا رابطه  $\frac{2}{5}mR^2$  به دست می آید).

۱۰۷۵ نمره ۴- ذره ای تحت اثر پتانسیل  $V(x, y) = k(x^2 + y^2 - 2bx - 4by)$  در دو بعد حرکت می کند (  $k$  مقداری ثابت و مثبت است). در مورد نوع تعادل بحث کنید.