



دوره جمع بندی دوپینگ

شنبه

۱۴۰۴/۰۱/۱۶

دفترچه پاسخ

بانک سؤالات کنکور:

فصل ۲ دوازدهم

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی فیزیک

درس	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	زمان پیشنهادی
فیزیک	۳۱	۱	۳۱	۴۱ دقیقه

۱ و ۲ دهم	۳ و ۴ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ دوازدهم	۴ دوازدهم
هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته ششم	هفته ششم	هفته ششم

۵۵ روز جمع بندی تا کنکور اردیبهشت

دفترچه مکمل دوپینگ: این دفترچه روز بعد از آزمون دوپینگ هر درس در اختیار شما قرار می گیرد و شامل بانک سؤالات کنکورهای سراسری ۹۸ تا ۱۴۰۳ در همان مبحث است تا ضمن مرور مجدد، سیر تست های کنکور در هر مبحث را به دقت مورد بررسی قرار دهید.

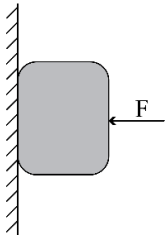
حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



سؤالات کنکور: فصل ۲ دوازدهم

۱- مطابق شکل زیر، جسمی به وزن 20N توسط نیروی افقی $F = 60\text{N}$ به حال سکون بر دیواره قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به ترتیب $0/6$ و $0/3$ است. در این حالت نیرویی به بزرگی 10N موازی با دیواره روبه پایین به جسم وارد می‌شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می‌کند، چند نیوتون می‌شود؟

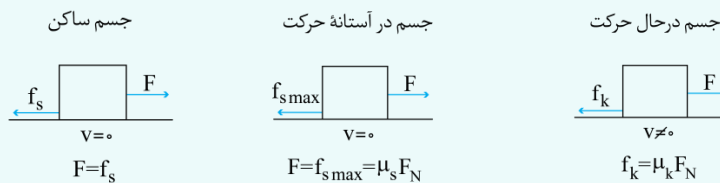


- (۱) ۳۰
- (۲) ۳۶
- (۳) $30\sqrt{3}$
- (۴) $30\sqrt{5}$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

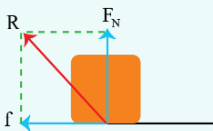
پاسخ: گزینه ۴

انواع نیروی اصطکاک

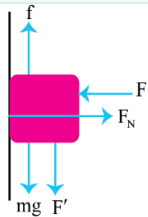


نیروی وارده از طرف سطح، برابند دو نیروی عمودی تکیه‌گاه و اصطکاک است:

$$R = \sqrt{f^2 + F_N^2}$$



با توجه به شکل، بررسی کنیم که آیا جسم شروع به لغزیدن می‌کند یا خیر:



$$\left. \begin{aligned} f_{s \max} &= \mu_s F_N = \mu_s F = 0/6 \times 60 = 36\text{ N} \\ mg + F' &= 20 + 10 = 30\text{ N} \end{aligned} \right\} f_{s \max} > mg + F'$$

در نتیجه جسم ساکن است و نیروی اصطکاک و نیروی وارده از طرف سطح برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} f_s &= mg + F' = 30\text{ N} \\ F_N &= F = 60\text{ N} \end{aligned} \right\} \rightarrow R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} \rightarrow R = \sqrt{30^2 + 60^2} = 30\sqrt{5}\text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

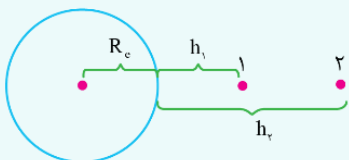
۲- جرم فضاوردی 80 kg است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین $\frac{9}{8} \frac{m}{s^2}$ و شعاع متوسط کره زمین 6400 km باشد، وزن این فضاورد وقتی داخل

سفینه‌ای است که در ارتفاع 6400 کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد، چند نیوتون است؟

- (۱) ۸۰۰
- (۲) ۳۹۲
- (۳) ۱۹۶
- (۴) صفر

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۳



۱- رابطه مقایسه شتاب گرانش در دو فاصله مختلف از سطح زمین:

$$\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R_e + h_1}{R_e + h_2} \right)^2$$

۲- برای محاسبه نیروی وزن در ارتفاع h از سطح زمین کافی است جرم جسم را در شتاب گرانش در آن ارتفاع ضرب کنیم.

$$W_h = mg_h$$

گام اول:

ابتدا شتاب گرانش در ارتفاع 6400 km از سطح زمین به دست می‌آوریم:

$$\frac{g_h}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \rightarrow \frac{g_h}{9/8} = \left(\frac{6400}{6400 + 6400} \right)^2 \rightarrow g_h = \frac{9}{4} \frac{m}{s^2}$$



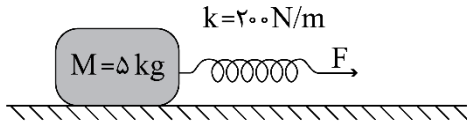
گام دوم:

نیروی وزن در ارتفاع h برابر است با:

$$W_h = mg_h = 80 \times \frac{9.8}{4} = 196 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۳- جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیر نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر در ضمن حرکت ۵ سانتی‌متر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



- ۰/۲۵ (۲)
۰/۴ (۴)

- ۰/۲ (۱)
۰/۳ (۳)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

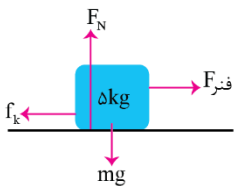
پاسخ: گزینه ۱



۱- اگر فنری را از حالت آزاد خود خارج کنیم، اندازه نیروی کشش درون فنر از رابطه $F_e = k\Delta L$ به دست می‌آید. در این رابطه k ثابت فنر (برحسب $\frac{N}{m}$) و ΔL تغییر طول فنر نسبت به حالت آزاد است که از رابطه $\Delta L = L - L_0$ به دست می‌آید.
۲- در حرکت با سرعت ثابت، نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

$$a = 0 \rightarrow F_{net} = ma = 0$$

چون حرکت جسم با سرعت ثابت است، پس برابری نیروهای وارد بر جسم صفر است:



$$F_N = mg = 5 \times 10 = 50 \text{ N}$$

$$F_{fner} = f_k \rightarrow k\Delta L = \mu_k F_N \rightarrow 200 \times 5 \times 10^{-2} = \mu_k \times 50 \rightarrow \mu_k = 0.2$$

گروه آموزشی ماز

۴- صندوقی به جرم 50 kg روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا صندوق را با نیروی 250 نیوتون در راستای افقی هل می‌دهیم و صندوق ساکن می‌ماند. در ادامه، نیروی افقی را به 350 نیوتون می‌رسانیم، صندوق در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی چقدر است و نیروی اصطکاک

حالت اول چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۳۵۰ و ۰/۵ (۴)

۳۵۰ و ۰/۷ (۳)

۲۵۰ و ۰/۵ (۲)

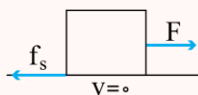
۲۵۰ و ۰/۷ (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱

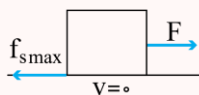
مقادیر مختلف نیروی اصطکاک در حالت‌های مختلف:

جسم حرکت نمی‌کند



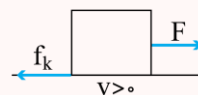
$$F = f_s < f_{s \max}$$

جسم در آستانه حرکت است



$$F = f_{s \max} = \mu_s F_N$$

جسم حرکت می‌کند



$$f_k = \mu_s F_N$$

$$f_s = F = 250 \text{ N}$$

در حالت اول جسم ساکن است، پس:

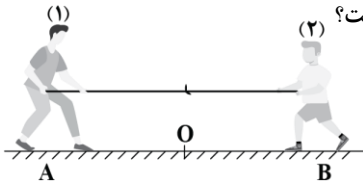
ولی در حالت دوم، جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد:

$$\left. \begin{aligned} f_{s \max} &= F \\ f_{s \max} &= \mu_s F_N = \mu_s mg \end{aligned} \right\} \rightarrow F = \mu_s mg \rightarrow 350 = \mu_s \times 50 \times 10 \rightarrow \mu_s = 0.7$$

گروه آموزشی ماز



۵- مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم‌های m_1 و $m_2 = \frac{1}{4}m_1$ روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند. اگر در ابتدا به فاصله‌های مساوی از نقطه O قرار داشته باشند و توسط طنابی هر یک دیگری را به سمت خود بکشند، کدام یک از موارد زیر درست است؟



- (۱) در نقطه O به یکدیگر می‌رسند.
(۲) بین O و B به یکدیگر می‌رسند.
(۳) بین O و A به یکدیگر می‌رسند.
(۴) m_1 ساکن می‌ماند و m_2 به او می‌رسد.

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۳

قانون دوم نیوتون:

قانون دوم نیوتون بیان می‌کند که اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر نشود، جسم در راستای برآیند نیروها، شتاب می‌گیرد که این شتاب با اندازه نیرو رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه عکس دارد:

$$F_{net} = ma$$

طبق قانون سوم نیوتون، اندازه نیروی وارده به هر دو یکسان است و بنابر قانون دوم نیوتون:

$$a = \frac{F_{net}}{m} \xrightarrow{\text{نیرو هم اندازه}} \frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2} \xrightarrow{m_1 > m_2} a_2 > a_1$$

چون شتاب فرد (۲) بزرگ‌تر است، در مدت زمان یکسان، جابه‌جایی فرد (۲) بیشتر از (۱) بوده و بین دو نقطه O و A به هم می‌رسند.

گروه آموزشی ماز

۶- نقطه‌ای را بین کره ماه و کره زمین تصور کنید که اگر جسمی در آنجا قرار گیرد، نیروی خالصی که از طرف ماه و زمین بر آن جسم وارد می‌شود، برابر صفر باشد. فاصله آن نقطه تا مرکز زمین چند برابر فاصله نقطه تا مرکز کره ماه است؟ (جرم کره زمین را ۸۱ برابر جرم کره ماه فرض کنید.)

۸۱ (۴)

۸۰ (۳)

۱۰ (۲)

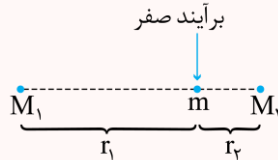
۹ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱

تبادل نیروهای گرانشی

$$F_1 = F_2 \Rightarrow G \frac{M_1 m}{r_1^2} = G \frac{M_2 m}{r_2^2} \Rightarrow \frac{M_1}{r_1^2} = \frac{M_2}{r_2^2}$$



برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است؛ پس:

$$\frac{M_E}{r_E^2} = \frac{M_M}{r_M^2} \rightarrow \frac{81M_M}{r_E^2} = \frac{M_M}{r_M^2} \rightarrow \frac{r_E}{r_M} = \sqrt{81} = 9$$

گروه آموزشی ماز

۷- دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانه آن‌ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B، ۵ برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟

۵ (۴)

$\sqrt{5}$ (۳)

۱ (۲)

$\frac{1}{5}$ (۱)

(آسان - محاسباتی / ترکیبی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۴

رابطه بین تکانه، انرژی جنبشی و جرم جسم:

$$K = \frac{p^2}{2m}$$

تکانه دو جسم با هم برابر است، پس می‌توان نوشت:

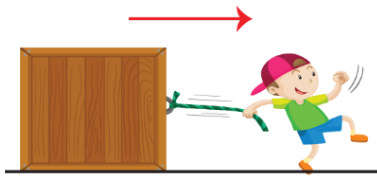
$$K = \frac{p^2}{2m} \rightarrow \frac{K_B}{K_A} = \left(\frac{p_B}{p_A}\right)^2 \times \left(\frac{m_A}{m_B}\right) = 1 \times 5 = 5$$

گروه آموزشی ماز



۸- مطابق شکل زیر، شخصی با نیروی افقی 550N جعبه‌ای به جرم 100kg را از حال سکون به حرکت در می‌آورد و پس از 4s طناب پاره می‌شود. مسافتی

که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



$$\mu_k = 0.5$$

۲/۲ (۱)

۲/۴ (۲)

۴/۲ (۳)

۴/۴ (۴)

(سخت - محاسباتی / ترکیبی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۴

اصطکاک

۱- در حرکت با شتاب ثابت:

$$\begin{cases} \Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t \\ V = at + v_0 \\ v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \end{cases}$$

$$F_{\text{Net}} = ma$$

$$f_k = \mu_k F_N$$

۲- با توجه به قانون دوم نیوتن، برابند نیروهای وارد بر جسم برابر است با:

۳- نیروی اصطکاک جنبشی:

گام اول:

در بازه زمانی $[0-4]$ حرکت، شتاب حرکت برابر است با:

$$F_{\text{Net}} = ma_1 \rightarrow F - f_k = ma_1 \rightarrow F - \mu_k F_N = ma_1$$

$$\rightarrow 550 - 0.5 \times 100 \times 10 = 100 a_1 \rightarrow a_1 = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

حالا می‌توانیم جابه‌جایی در بازه زمانی $[0-4]$ را به دست آوریم:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2}a_1 t^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 = 4\text{m}$$

و سرعت در لحظه $t = 4$ برابر است با:

$$V_4 = a_1 t + v_0 = 0.5 \times 4 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گام دوم:

از لحظه $t = 4\text{s}$ به بعد که طناب پاره می‌شود، شتاب حرکت تغییر می‌کند:

$$F_{\text{Net}} = ma_2 \rightarrow -f_k = ma_2 \rightarrow -\mu_k F_N = ma_2$$

$$\rightarrow -0.5 \times 100 \times 10 = 100 a_2 \rightarrow a_2 = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

و جابه‌جایی در قسمت دوم حرکت برابر است با:

$$V^2 - V_4^2 = 2a_2 \Delta x_2 \rightarrow 0 - 2^2 = 2 \times (-5) \times \Delta x_2$$

$$\rightarrow \Delta x_2 = 0.4\text{m}$$

پس کل مسافت طی شده برابر است با:

$$L = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 4 + 0.4 = 4.4\text{m}$$

با رسم نمودار سرعت - زمان نیز می‌توان این سؤال را حل کرد.

گروه آموزشی ماز



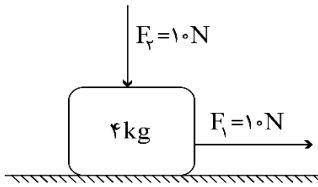
۹- در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شوند و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویه θ_1 با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی F_2 را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویه θ_2 با سطح افقی می‌سازد. کدام درست است؟

$$\theta_2 = \theta_1 < 90^\circ \quad (1)$$

$$\theta_2 = \theta_1 = 90^\circ \quad (2)$$

$$\theta_2 < \theta_1 \quad (3)$$

$$\theta_2 > \theta_1 \quad (4)$$



(سخت - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۱

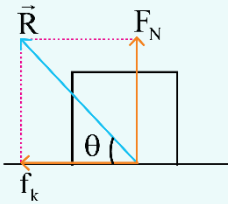
نیروی سطح

برای اجسام متحرک، نیروی اصطکاک برابر است با:

نیروی وارده از طرف سطح (R):

$$f_k = \mu_k F_N$$

$$\tan \theta = \frac{F_N}{f_k}$$

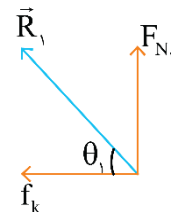
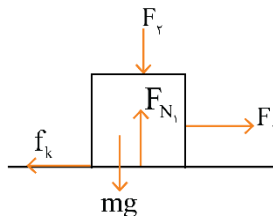


در حالت اول، سرعت جسم ثابت است، پس:

$$F_{net} = ma = 0 \rightarrow F_1 - f_k = 0 \rightarrow F_1 = f_k = 10 \text{ N}$$

$$F_{N_1} = F_y + mg = 10 + 4 \times 10 = 50 \text{ N}$$

$$\tan \theta_1 = \frac{F_{N_1}}{f_k} = \frac{50}{10} = 5$$



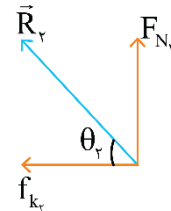
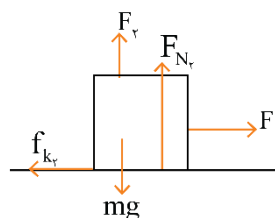
در حالت دوم:

$$f_{k_1} = \mu_k F_{N_1} \rightarrow 10 = \mu_k \times 50 \rightarrow \mu_k = \frac{1}{5}$$

$$F_{N_2} = mg - F_y = 4 \times 10 - 10 = 30 \text{ N}$$

$$f_{k_2} = \mu_k F_{N_2} = \frac{1}{5} \times 30 = 6 \text{ N}$$

$$\tan \theta_2 = \frac{F_{N_2}}{f_{k_2}} = \frac{30}{6} = 5$$



پس:

$$\theta_1 = \theta_2 < 90^\circ$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم 2 kg را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = 32 \text{ N}$

به دیواره قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیواره آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتون است؟

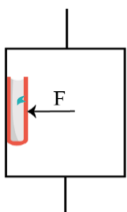
$$\left(g = 10 \frac{m}{s^2} \right)$$

۲۰ (۱)

۲۴ (۲)

۳۲ (۳)

۴۰ (۴)





پاسخ: گزینه ۴

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

آسانسور:

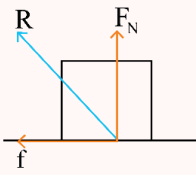
۱- قانون دوم نیوتن:

۲- بر اساس قانون سوم نیوتن، هر عملی، عکس العمل دارد، هم‌اندازه با آن و در جهت مخالف آن:

$$\vec{F} = \vec{F}' \rightarrow |F| = |F'|$$

۳- نیروی وارده از طرف سطح:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$



آسانسور با شتاب به سمت بالا حرکت می‌کند، بنابراین با استفاده از قانون دوم نیوتن در راستاهای افقی و قائم داریم:

$$\text{افقی: } F_N = F = ۳۲ \text{ N}$$

$$\text{عمودی: } f_s - mg = ma \rightarrow f_s - ۲ \times ۱۰ = ۲ \times ۲ \rightarrow f_s = ۲۴ \text{ N}$$

نیروی وارده از طرف سطح به جسم با نیروی وارده از طرف جسم به سطح برابر است:

$$|R| = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{۳۲^2 + ۲۴^2} = ۴۰ \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- گلوله‌ای به جرم $g \times ۲۰$ در شرایط خلاء از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین ۲ ms باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$)

گزینه‌ها: (۱) ۲۵۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۲۵۰۰ (۴) ۵۰۰۰

پاسخ: گزینه ۴

(متوسط - محاسباتی / ترکیبی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

۱- در صورت پایستگی انرژی مکانیکی و سرعت اولیه یا نهایی صفر در حرکت عمودی:

$$\begin{cases} \text{به سمت پایین } v_0 = 0 \rightarrow v = \sqrt{2gh} \\ \text{به سمت بالا } v_0 = 0 \rightarrow v_0 = \sqrt{2gh'} \end{cases}$$

۲- نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در مدت زمان Δt :

$$\vec{F}_{av} = \frac{|\Delta \vec{p}|}{\Delta t} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

ابتدا باید سرعت برخورد گلوله به زمین و همچنین سرعت برگشت به بالا را برای آن محاسبه کنیم:

$$v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 45} = 30 \frac{m}{s} \rightarrow \text{سرعت برخورد به زمین } v_0 = 0 \rightarrow \text{حرکت به سمت پایین}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh'} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20 \frac{m}{s} \rightarrow \text{سرعت برگشت از زمین } v_0 = 0 \rightarrow \text{حرکت به سمت بالا}$$

از لحاظ برداری $\vec{v}_1 = -30 \hat{j}$ و $\vec{v}_2 = 20 \hat{j}$ ؛ پس:

$$F_{av} = \frac{|\Delta \vec{p}|}{\Delta t} = \frac{m \Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{0.2 \times (20 - (-30))}{2 \times 10^{-3}} = 5000 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز



۱۲- مطابق شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم \vec{F}_1 و \vec{F}_2 به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هر

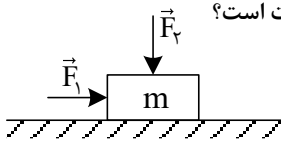
یک ۲ برابر شود و جسم هم چنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می کند، k برابر می شود. کدام مورد درست است؟

(۱) $1 < K < 2$

(۲) $2 < K < 3$

(۳) $K = 1$

(۴) $K = 2$



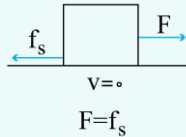
(سخت - مفهومی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۲

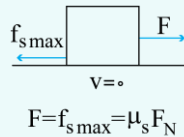


۱- حالت های مختلف نیروی اصطکاک:

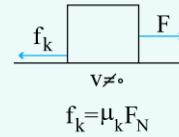
جسم ساکن



جسم در آستانه حرکت



جسم در حال حرکت



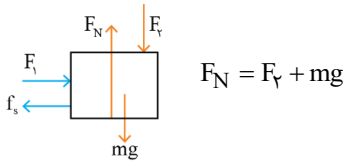
۲- نیروی وارده از طرف سطح، برابند دو نیروی عمودی تکیه گاه (F_N) و نیروی اصطکاک (f) است:

$$|R| = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

$$F_1 = f_s$$

در حالت اول جسم ساکن است؛ پس:

و برای نیروی عمودی تکیه گاه داریم:



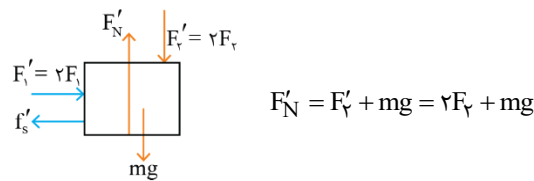
و نیروی وارده از طرف سطح برابر است با:

$$|R| = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{(F_2 + mg)^2 + F_1^2}$$

در حالت دوم، همچنان جسم ساکن است:

$$f'_s = F'_1 = 2F_1$$

و نیروی عمودی تکیه گاه:



و نیروی وارده از طرف سطح در حالت دوم برابر است با:

$$|R'| = \sqrt{F_N'^2 + f_s'^2} = \sqrt{(2F_2 + mg)^2 + 2F_1^2}$$

در نتیجه:

$$|R| < |R'| < 2R \rightarrow k = \frac{|R'|}{|R|} \quad 1 < k < 2$$

گروه آموزشی ماز



۱۳- وزنه‌ای به جرم 2kg را به فنر سبکی به طول 40cm که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعد از رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصله آن از کف آسانسور 140cm است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ رو به بالا شروع به حرکت کند. فاصله وزنه از کف آسانسور به 136cm می‌رسد.

ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ ($g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

۲ (۴)

۳ (۳)

۱ (۲)

۲ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۲



$$F_e = kx$$

۱- نیروی فنر با ثابت K و تغییرات طول X :

۲- حرکت آسانسور با فنر آویزان:

$$F_e = mg \text{ سرعت ثابت یا سکون}$$

$$F_e = m(g + a) \text{ شتاب به سمت بالا}$$

$$F_{e1} = mg \rightarrow kx_1 = 2 \times 10 = 20\text{N}$$

ابتدا آسانسور ساکن است و برای فنر می‌توانیم بنویسیم:

$$F_{e2} = m(g + a) \rightarrow kx_2 = 2(10 + 2) = 24$$

سپس آسانسور با شتاب $2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به صورت تندشونده به سمت بالا حرکت می‌کند:

$$x_2 = x_1 + 4$$

در حالت دوم فنر به اندازه 4cm بیشتر کشیده شده:

$$\frac{kx_1}{kx_2} = \frac{20}{24} \rightarrow \frac{x_1}{x_1 + 4} = \frac{20}{24} \rightarrow x_1 = 20\text{cm}$$

$$kx_1 = 20 \rightarrow k \times 20 = 20 \rightarrow k = 1\frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

و در نهایت:

گروه آموزشی ماز

۱۴- مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم 36kg که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = 177\text{N}$ وارد می‌شود و تندی جسم 4 ثانیه پس از شروع حرکت به $3\frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



۲ (۳۹۰)

۱ (۳۶۰)

۴ (۵۰۰)

۳ (۴۰۰)

(سخت - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

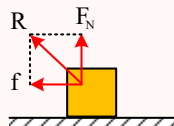


نیروی عمود بر سطح (F_N):

دو سطح در تماس در راستای عمود بر سطح تماس نیرویی به هم وارد می‌کنند که می‌خواهد از فرورفتن دو سطح در یکدیگر جلوگیری کند که به آن نیروی عمود بر سطح یا نیروی عمودی تکیه‌گاه می‌گویند.

نیروی اصطکاک (f):

دو سطح در تماس در راستای مماس بر سطح تماس نیرویی به هم وارد می‌کنند که می‌خواهد از لغزش دو سطح روی یکدیگر جلوگیری کند که به آن نیروی اصطکاک می‌گویند.

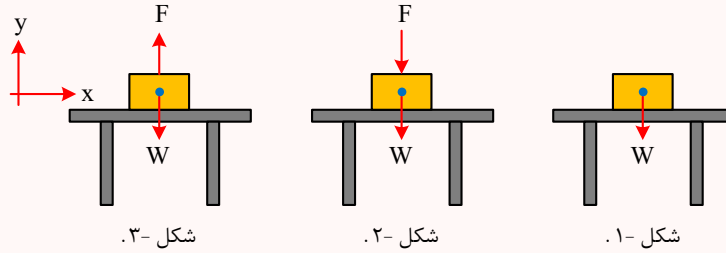


$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

«منظور از نیروی سطح R برابند دو نیروی فوق است.»

محاسبه نیروی عمود بر سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه):

نیروی عمود بر سطح (نیروی عمود تکیه‌گاه) برای جلوگیری از فرورفتن دو سطح در تماس در راستای عمود بر سطح تماس و به صورت رانشی (دافعه) ایجاد می‌شود. برای محاسبه نیروی عمود بر سطح (نیروی عمودی تکیه‌گاه) باید از قوانین نیوتون درباره حرکت استفاده کرد. جسمی را در نظر بگیرید که مطابق شکل‌های زیر روی سطح افقی یک میز در حال سکون قرار دارد.



در شکل (۱) نیروهای وارد بر جسم به صورت:

$$F_{\text{net } y} = ma = 0 \Rightarrow F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W$$

در شکل (۲) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$F_{\text{net } y} = ma = 0 \Rightarrow F_N - F - W = 0 \Rightarrow F_N = W + F$$

در شکل (۳) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$F_{\text{net } y} = ma = 0 \Rightarrow F_N + F - W \Rightarrow F_N = W - F$$



$$(F_N = 0)$$

در شکل ۳ اگر نیروی F از نیروی W (وزن جسم) بیشتر باشد، جسم از سطح میز جدا می‌شود و دیگر رابطه فوق برقرار نخواهد بود.

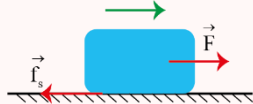
بررسی کامل نیروی اصطکاک:

در اثر به حرکت درآوردن دو جسمی که با هم در تماس اند، نیرویی بین سطوح آن‌ها ایجاد می‌شود که با حرکت دو جسم مخالفت می‌کند. به این نیرو، نیروی اصطکاک می‌گویند. نیروی اصطکاک به شرایط فیزیکی سطح از نظر جنس سطح تماس، زبری و ناهمواری بستگی دارد.

نیروی اصطکاک ایستایی (f_s):

مطابق شکل اگر نیروی \vec{F} نتواند جسم را روی سطح بکشد نیرویی که اثر نیروی \vec{F} را خنثی می‌کند، نیروی اصطکاک ایستایی است و با f_s نمایش می‌دهیم. نیروی اصطکاک ایستایی همواره با نیرویی که موازی سطح تماس بر جسم وارد می‌شود و قادر به حرکت جسم نیست، برابر است؛ بنابراین نیروی اصطکاک ایستایی فرمول معینی ندارد.

جهت حرکت (حرکت با سرعت ثابت باشد)



$$\vec{F}_{\text{net}, x} = ma = 0 \Rightarrow f_s = F$$

بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی ($f_{s, \text{max}}$):

اگر مطابق شکل بالا، نیروی \vec{F} را افزایش دهیم، جسم در یک لحظه خاص در آستانه حرکت قرار می‌گیرد و از آن لحظه به بعد جسم شروع به لغزیدن می‌کند. به اصطکاک یک لحظه قبل از حرکت را نیروی اصطکاک در آستانه حرکت می‌گویند و با $f_{s, \text{max}}$ نمایش می‌دهیم و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f_{s, \text{max}} = \mu_s F_N$$



- μ_s ضریب اصطکاک ایستایی است و یکا ندارد.

- همواره $f_{s, \text{max}} \geq f_s$ است.

- نیروی اصطکاک جنبشی: وقتی جسمی روی یک سطح در حال حرکت است (می‌لغزد)، از طرف سطح نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت (لغزش) به جسم وارد

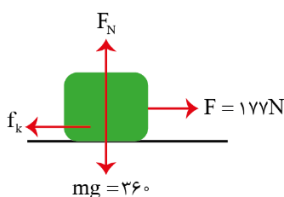
$$f_k = \mu_k F_N$$

می‌شود. به این نیرو، نیروی اصطکاک جنبشی می‌گویند و با f_k نمایش می‌دهیم و از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

- μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است و یکا ندارد.

گام اول:

شتاب حرکت جسم برابر است با:



$$v_1 = 0, v_2 = 3 \frac{m}{s}, \Delta t = 4 s$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3 - 0}{4} = \frac{3}{4} \frac{m}{s^2}$$



گام دوم:

با نوشتن قانون دوم نیوتون، نیروی اصطکاک را به دست می آوریم:

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow F_N = mg = 360 \text{ N}$$

$$F_{net,x} = ma \Rightarrow 177 - f_k = 36 \times \frac{2}{3} \Rightarrow 177 - f_k = 24 \Rightarrow f_k = 153 \text{ N}$$

گام سوم:

نیروی سطح برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{(360)^2 + (153)^2} = \sqrt{(30 \times 12)^2 + (30 \times 5)^2} = 30 \sqrt{12^2 + 5^2}$$

$$R = 30 \sqrt{144 + 25} = 30 \sqrt{169} = 30 \times 13 = 390 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۱۵- وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ و طول آن 50 cm است، می بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می کنیم. وقتی وزنه ساکن می شود، طول فنر به 65 cm می رسد. آسانسور با چه شتابی بر حسب متر بر مربع ثانیه حرکت کند که طول فنر به 60 cm برسد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$\vec{a} = \frac{2}{3} \vec{j} \text{ (۴)}$$

$$\vec{a} = -\frac{2}{3} \vec{j} \text{ (۳)}$$

$$\vec{a} = \frac{1}{3} \vec{j} \text{ (۲)}$$

$$\vec{a} = -\frac{1}{3} \vec{j} \text{ (۱)}$$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱

آسانسور

فرض کنید درون یک آسانسور، جسمی به جرم m با فنری به سقف متصل است و آسانسور با شتاب ثابت \vec{a} حرکت می کند. نیروی کشسانی فنر در هر حالت طبق جدول زیر قابل محاسبه است.

جهت حرکت	حرکت با شتاب \vec{a}	مراحل تحلیل	نتیجه نهایی
رو به بالا \uparrow	تندشونده	$F_{net,y} = ma \rightarrow F_e - mg = ma \rightarrow F_e = mg + ma \rightarrow F_e = m(g + a)$ حرکت تندشونده $a > 0 \Rightarrow F_e = m(g + a)$	$F_e = m(g + a)$ $F_e > mg$
رو به بالا \uparrow	کندشونده	$F_{net,y} = ma \rightarrow F_e - mg = ma \rightarrow F_e = mg + ma \rightarrow F_e = m(g + a)$ حرکت کندشونده $a < 0 \Rightarrow F_e = m(g - a)$	$F_e = m(g - a)$ $F_e < mg$
رو به پایین \downarrow	تندشونده	$F_{net,y} = ma \rightarrow mg - F_e = ma \rightarrow F_e = mg - ma \rightarrow F_e = m(g - a)$ حرکت تندشونده $a > 0 \Rightarrow F_e = m(g - a)$	$F_e = m(g - a)$ $F_e < mg$
رو به پایین \downarrow	کندشونده	$F_{net,y} = ma \rightarrow mg - F_e = ma \rightarrow F_e = mg - ma \rightarrow F_e = m(g - a)$ حرکت کندشونده $a < 0 \Rightarrow F_e = m(g + a)$	$F_e = m(g + a)$ $F_e > mg$

گام اول:

هنگامی که آسانسور ساکن است، نیروی فنر هم اندازه وزن جسم است.

$$F_e = mg \Rightarrow 200 \cdot (0.65 - 0.5) = m \times 10 \Rightarrow 30 = 10 \cdot m \Rightarrow m = 3 \text{ kg}$$

گام دوم:

چون طول فنر از 65 cm به 60 cm می رسد، نیروی فنر کاهش پیدا کرده و از وزن جسم کم تر شده، یعنی باید شتاب آسانسور به سمت پایین باشد:

$$F_e = m(g - |a|) \Rightarrow 200 \cdot (0.6 - 0.5) = 3(10 - |a|) \Rightarrow \frac{20}{3} = 10 - |a| \Rightarrow |a| = 10 - \frac{20}{3} = 10 - \frac{20}{3} = \frac{10}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \rightarrow a = -\frac{10}{3} \vec{j} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

حواست باشد که تغییر طول فنر را نسبت به طول عادی فنر حساب می کنند.

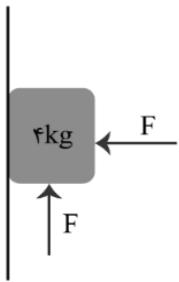
گروه آموزشی ماز



۱۶- در شکل زیر، جسم در آستانه حرکت روبه بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر F را 20 N کاهش دهیم، نیرویی

که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟

$$(g = 10 \frac{m}{s^2}, \mu_s = 0.5, \mu_k = 0.2)$$



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

$$\frac{\sqrt{5}}{4} \quad (4)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{4} \quad (1)$$

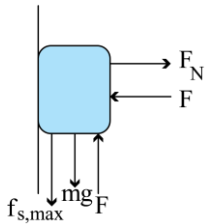
$$\frac{\sqrt{5}}{2} \quad (3)$$

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

نیروی سطح را در هر حالت محاسبه می‌کنیم.

حالت اول:

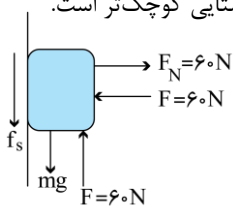


$$F_{net,x} = 0 \Rightarrow F_N = F \rightarrow f_{s,max} = \mu_s F_N \rightarrow f_{s,max} = 0.5F$$

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow F = mg + f_{s,max} \Rightarrow F = 40 + 0.5F \Rightarrow F = 80\text{ N}$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_{s,max}^2} = \sqrt{80^2 + 40^2} = 40\sqrt{5}\text{ N}$$

حالت دوم: در این حالت هم جسم ساکن می‌ماند، زیرا نیروی خالص محرک $F - mg = 60 - 40 = 20\text{ N}$ از بیشینه اصطکاک ایستایی کوچک‌تر است.



$$F_{net,y} = 0 \rightarrow F = mg + f_s \rightarrow 60 + 40 + f_s \rightarrow f_s = 20\text{ N}$$

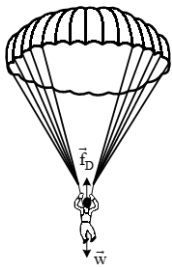
$$R' = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{60^2 + 20^2} = 20\sqrt{10}\text{ N}$$

بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{R'}{R} = \frac{20\sqrt{10}}{40\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

گروه آموزشی ماز

۱۷- در شکل زیر، چتربازی مدتی پس از یک پرش آزاد، چترش را باز می‌کند و ناگهان مقاومت هوا افزایش می‌یابد. از این لحظه به بعد، تا قبل از رسیدن



چترباز به تندی حدی، کدام مورد، درباره حرکت چترباز درست است؟

- (۱) تندی و شتاب افزایش می‌یابند.
- (۲) تندی و شتاب کاهش می‌یابند.
- (۳) تندی افزایش و شتاب ثابت می‌ماند.
- (۴) تندی افزایش و شتاب کاهش می‌یابد.

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

چتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد، به بیرون می‌پرد و پس از مدتی چتر خود را باز می‌کند و در امتداد قائم سقوط می‌کند:

۱- اگر چترباز از همان اول چتر خود را باز کند، ابتدا به دلیل نیروی وزن، تندی جسم افزایش می‌یابد و با افزایش تندی، مقاومت هوا نیز افزایش می‌یابد تا لحظه‌ای که نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن خود با هم برابر شوند که در این حالت شتاب جسم صفر می‌شود و از این به بعد چترباز با تندی ثابت یعنی تندی حدی شروع به پایین آمدن می‌کند.



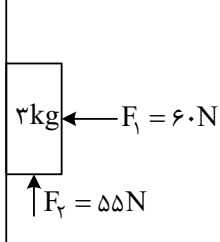
۲- اگر چتر باز مدتی پس از پرش آزاد چتر خود را باز کند تا قبل از باز کردن چتر، تندی چتر باز به خاطر نیروی وزن افزایش می‌یابد و مقاومت هوا نیز با افزایش تندی، افزایش می‌یابد تا این‌که برابر با وزن چتر باز شود و در این حالت شتاب صفر شده و چتر باز با یک تندی حدی بزرگ‌تر از حالت (۱) با تندی ثابت سقوط می‌کند حدی و اگر سپس چتر را باز کند مقاومت هوا ناگهان افزایش یافته و بزرگ‌تر از نیروی وزن می‌شود و حرکت چتر باز کندشونده می‌شود و با کاهش تندی، مقاومت هوا نیز کاهش می‌یابد و بزرگ‌تر از نیروی وزن می‌شود و حرکت چتر باز کندشونده می‌شود و با کاهش تندی، مقاومت هوا نیز کاهش می‌یابد تا زمانی‌که با وزن چتر باز برابر شود. در این حالت باز هم شتاب صفر می‌شود و چتر باز با تندی ثابت (حدی) سقوط می‌کند.

نتیجه: اگر هنگام باز کردن چتر، تندی چتر باز کمتر از تندی حدی باشد، حرکت ابتدا تندشونده سپس با تندی ثابت خواهد بود و اگر هنگام باز کردن چتر، تندی چتر باز بیشتر از تندی حدی باشد، حرکت ابتدا کندشونده سپس با تندی ثابت خواهد بود.

چتر باز با سرعت زیاد در حال سقوط است که ناگهان چتر خود را باز می‌کند. با باز شدن چتر، نیروی مقاومت هوا زیاد می‌شود و نیروی خالصی به سمت بالا به چتر باز وارد می‌شود، بنابراین شتاب حرکت به سمت بالا است و باعث کاهش تندی حرکت می‌شود. با کاهش یافتن تندی، نیروی مقاومت هوا هم کاهش می‌یابد و در نتیجه بزرگی شتاب حرکت هم کم می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۸- مطابق شکل زیر، جسم را با نیروی افقی F_1 به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم F_2 نیز به جسم وارد شود. در این حالت



نیروی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) $30\sqrt{3}$
- (۲) $30\sqrt{5}$
- (۳) ۶۵
- (۴) ۶۰

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۳

نیروی سطح

هرگاه جسمی را روی یک سطح قرار دهید، از طرف سطح، نیرویی عمود بر سطح و رو به بالا به جسم وارد می‌شود که با F_N نشان می‌دهیم و آن را نیروی عمودی تکیه‌گاه یا نیروی عمودی سطح می‌نامیم.

$$F_N = mg$$

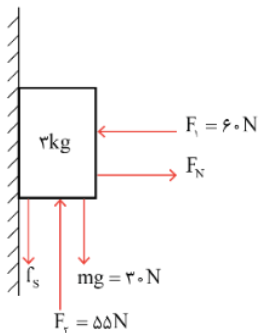
وقتی جسمی روی یک سطح حرکت می‌کند، از طرف سطح، نیرویی موازی سطح و در خلاف جهت حرکت، به جسم وارد می‌شود. این نیرو را اصطکاک می‌نامیم. چون جسم در حال حرکت است، گاهی به این نیرو، نیروی اصطکاک جنبشی یا لغزشی هم می‌گویند.

$$f_{s_{max}} = \mu_s F_N \text{ : بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی}$$

$$f_k = \mu_k F_N \text{ : نیروی اصطکاک جنبشی}$$

برایند نیروهای عمومی سطح و اصطکاک را نیروی سطح (R) می‌نامند.

با اضافه شدن نیروی F_2 ، جسم می‌خواهد به سمت بالا حرکت کند و نیروی اصطکاک ایستایی به سمت پایین است. با نوشتن شرط تعادل جسم در راستای افقی و قائم می‌توان نوشت:



$$\text{تعادل افقی : } F_N = F_1 \rightarrow F_N = 60 \text{ N}$$

$$\text{تعادل قائم : } F_2 = mg + f_s \rightarrow 55 = 30 + f_s \rightarrow f_s = 25 \text{ N}$$

برایند نیروهای F_N و f_s همان نیروی سطح است.

$$\text{نیروی سطح : } R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{60^2 + 25^2} = 65 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۱۹- جسمی به وزن 8 N را به فنری به طول 20 cm و ثابت $k = 2 \frac{N}{cm}$ می‌بندیم و از سقف آسانسور آویزان می‌کنیم. در مدتی که آسانسور رو به بالا با

شتاب $2 \frac{m}{s^2}$ در حال توقف است، طول فنر به چند سانتی‌متر می‌رسد؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

(۴) $23/2$

(۳) $27/2$

(۲) $16/8$

(۱) $20/8$



(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴



فنر را چه از دو طرف بکشید و چه بفشارید، به‌دستان شما نیرو اثر می‌دهد. نیرویی که هدفش برگرداندن فنر به حالت عادی‌اش است. هرچه فنر کشیده‌تر یا فشرده‌تر شود، این نیرو هم بزرگ‌تر می‌شود یعنی اندازه نیروی فنر با میزان تغییر طول آن رابطه مستقیم دارد.

$$F_e = k\Delta L$$

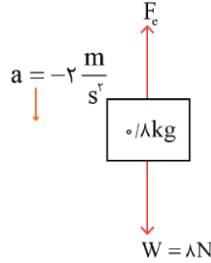
با نوشتن قانون دوم نیوتون برای جسم داریم:

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow F_e - W = ma$$

$$\rightarrow k\Delta L - \lambda = 0 / \lambda \times (-2)$$

$$\rightarrow 2\Delta L = 6 / 4 \rightarrow \Delta L = 3 / 2 \text{ cm}$$

$$\rightarrow L_2 - L_1 = 3 / 2 \text{ cm} \rightarrow L_2 = 23 / 2 \text{ cm}$$



دقت کنید که حرکت آسانسور به‌صورت کندشونده به سمت بالا است، پس شتاب به سمت پایین است و علامت آن منفی می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

۲۰- در کدام فاصله از سطح زمین، شتاب گرانش در مقایسه با سطح زمین، ۹۹ درصد کاهش می‌یابد؟ (R_e شعاع زمین است).

۹ R_e (۴)

۱۰ R_e (۳)

۹۹ R_e (۲)

۱۰۰ R_e (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

شتاب گرانشی:

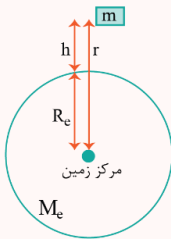
وزن یک جسم، ناشی از نیروی گرانشی‌ای است که مرکز کره زمین به جسم وارد می‌کند:

R_e : شعاع زمین

r : فاصله جسم از مرکز زمین

M_e : جرم زمین

h : فاصله از سطح زمین



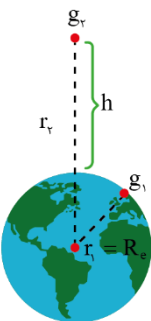
$$W = G \frac{M_e m}{r^2} = \frac{GM_e m}{(R_e + h)^2} \text{ و } W = mg \xrightarrow{\text{مقایسه}} g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

شتاب گرانش در فاصله h از سطح زمین

$$\xrightarrow{\text{در سطح زمین } h=0} \begin{cases} W = \frac{GM_e m}{R_e^2} \\ g_0 = \frac{GM_e}{R_e^2} \approx 9.8 \frac{m}{s^2} \end{cases}$$

اگر به‌جای زمین، سیاره دیگری باشد، همه روابط برقرارند فقط به‌جای M_e و R_e از M_x و R_x استفاده کنید.

شتاب گرانش با مجذور فاصله از مرکز زمین نسبت عکس دارد.



$$g \propto \frac{1}{r^2} \rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{g_1 - 0.99g_1}{g_1} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2$$

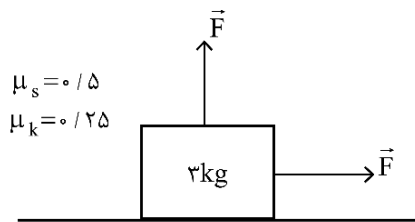
$$\frac{1}{100} = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \rightarrow \frac{R_e}{R_e + h} = \frac{1}{10}$$

$$10R_e = R_e + h \rightarrow h = 9R_e$$

گروه آموزشی ماز



۲۱- در شکل زیر، جسمی روی سطح افقی در آستانه حرکت قرار دارد و دو نیروی افقی و عمودی هم اندازه به آن وارد می شود. اگر اندازه نیروهای \vec{F} هر



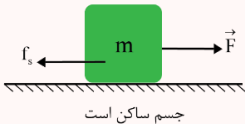
کدام ۴ نیوتون کاهش یابد، نیروی اصطکاک چند نیوتون می شود؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- ۴ (۱)
- ۶ (۲)
- ۶/۵ (۳)
- ۱۳ (۴)

(سخت - محاسباتی - ۱۳۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

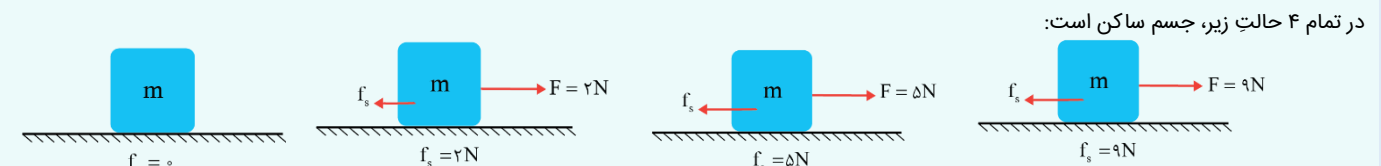
نیروی اصطکاک ایستایی:



در شکل مقابل، جعبه می خواهد تحت تأثیر نیروی \vec{F} به سمت راست حرکت کند ولی، این اتفاق نمی افتد و جعبه ساکن است. بنابراین برای این که جعبه از جایش تکان نخورد، باید نیروی دیگری \vec{F} را خنثی کند. این نیرو، همان نیروی اصطکاک ایستایی است که هم اندازه با F و در خلاف جهت آن است تا $\vec{F}_{net} = 0$ شود و جسم ساکن بماند.

تا زمانی که جسم بر روی یک سطح ساکن است، نیروی اصطکاک ایستایی، هم اندازه و در خلاف جهت برآیند سایر نیروهای وارد بر جسم، بر جسم اثر می کند. من به برآیند سایر نیروها (همه به جز f_s) نیروی محرک می گویم.

محرک $f_s = F$ تا زمانی که جسم ساکن است.



در شکل های بالا، نیروی محرک F را به تدریج از صفر نیوتون تا ۹ نیوتون افزایش داده ایم. مشاهده می کنیم که f_s هم پایه پای F افزایش یافته است و همواره هم اندازه و در خلاف جهت F است تا F را خنثی کند و جسم ساکن بماند. اما بدانید که تحمل f_s هم اندازه دارد. یعنی مقداری برای F وجود دارد که اگر اندکی هم از آن مقدار بیشتر شود، f_s کم می آورد و جسم شروع به حرکت می کند. هنگامی که نیروی محرک به این مقدار رسید، می گوئیم جسم در آستانه حرکت است و نیروی اصطکاک ایستایی به بیشترین مقدار خود رسیده است که آن را نیروی اصطکاک آستانه حرکت یا بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی می گویند و با $f_{s,max}$ نشان می دهند.

محرک $f_s = F$: همواره $0 \leq f_s \leq f_{s,max}$

یک نتیجه مهم:

توجه: f_s فرمول خاصی ندارد و تا زمانی که جسم ساکن است برابر با برآیند نیروهای دیگر است حتی در حالت آستانه حرکت نیز باز هم $f_{s,max} = F$ است. منتهی برای $f_{s,max}$ رابطه هم داریم:

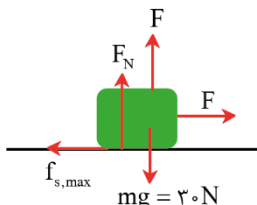
$$f_{s,max} = \mu_s F_N$$

($f_{s,max}$ ها، نه f_s) متناسب است. (F_N)

μ_s ضریب اصطکاک ایستایی نام دارد که تجربه و آزمایش نشان داده اند که μ_s به عامل هایی مانند جنس سطح تماس دو جسم میزان صافی و زبری آن ها و ... بستگی دارد. μ_s بدون واحد است.

گام اول:

جسم در راستای قائم حرکت نمی کند، بنابراین برآیند نیروهای وارد بر آن در راستای قائم صفر است.



$$F_{net,y} = 0 \rightarrow F_N + F - mg = 0 \rightarrow F_N = 30 - F$$

$$f_{s,max} = \mu_s F_N = 0.5(30 - F)$$

گام دوم:

چون جسم در راستای افقی هم حرکت نمی کند، برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای افقی نیز صفر است و می توان نوشت:

$$F_{net,x} = 0 \rightarrow F = f_{s,max}$$

$$F = 0.5(30 - F) \rightarrow 2F = 30 - F \rightarrow 3F = 30 \rightarrow F = 10N$$



گام سوم:

اگر اندازه F را $6N$ کاهش دهیم، داریم:

$$F' = F - 4 = 10 - 4 = 6N$$

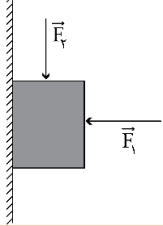
$$F'_N = 30 - F' = 30 - 6 = 24N \rightarrow f'_{s, \max} = \mu_s F'_N = 0.5 \times 24 = 12N$$

$$f'_s = F' = 6N$$

نیروی افقی $F' = 6N$ کوچکتر از $f'_{s, \max}$ است و قادر به حرکت دادن جسم نیست. بنابراین:

گروه آموزشی ماز

۲۲- قطعه چوبی به جرم 250 گرم، با نیروی افقی F_1 مطابق شکل زیر، به دیوار قائم فشرده شده است. اگر با وارد کردن نیروی $F_2 = 3/5N$ ، چوب در آستانه لغزش قرار گیرد و در این حالت نیرویی که دیوار به چوب وارد می‌کند، $10N$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین دیوار و چوب، چقدر است؟



$$(g = 10 \frac{m}{s^2})$$

۰/۷۵ (۱)

۰/۶ (۲)

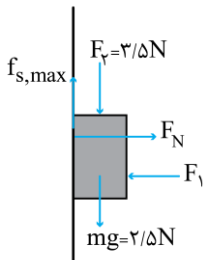
۰/۵ (۳)

۰/۲۵ (۴)

(سخت - محاسباتی - ۱۳۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

برایند نیروهای وارد بر چوب، چه در راستای افقی، چه در راستای قائم، صفر است.



$$F_{net, y} = 0 \rightarrow f_{s, \max} = F_2 + mg = 6N$$

$$R^2 = f_{s, \max}^2 + F_N^2$$

$$10^2 = 6^2 + F_N^2 \rightarrow F_N = 8N$$

$$f_{s, \max} = \mu_s F_N \rightarrow 6 = \mu_s \times 8 \rightarrow \mu_s = 0.75$$

گروه آموزشی ماز

۲۳- دو شخص به جرم‌های m_1 و $m_2 > m_1$ با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی \vec{F} ، شخص دوم را به طرف چپ هل می‌دهد و شخص دوم با نیروی \vec{F}' ، شخص اول را به طرف راست هل می‌دهد. اگر شتاب حرکت دو شخص \vec{a}_1 و \vec{a}_2 باشد، کدام رابطه درست است؟



$$a_1 < a_2 \text{ و } \vec{F} = \vec{F}' \quad (1)$$

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 \text{ و } \vec{F} = \vec{F}' \quad (2)$$

$$\vec{a}_1 = -\vec{a}_2 \text{ و } \vec{F} = -\vec{F}' \quad (3)$$

$$a_1 > a_2 \text{ و } \vec{F} = -\vec{F}' \quad (4)$$

(متوسط - مفهومی - ۱۳۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به قانون سوم نیوتون، بردار نیرویی که دو شخص به هم وارد می‌کنند، قرینه یکدیگرند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\vec{F} = -\vec{F}' \xrightarrow{F=ma} m_1 a_1 = m_2 a_2 \xrightarrow{m_2 > m_1} a_1 > a_2$$

گروه آموزشی ماز

۲۴- وزنه‌ای را به انتهای فنر سبکی به طول $26cm$ بسته و از سقف یک آسانسور آویزان می‌کنیم. ثابت فنر در SI برابر 200 است. آسانسور از حالت سکون با شتاب $1 \frac{m}{s^2}$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند و در این شرایط طول فنر به $35cm$ می‌رسد. جرم وزنه، چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۰/۵ (۴)

۱ (۳)

۱/۵ (۲)

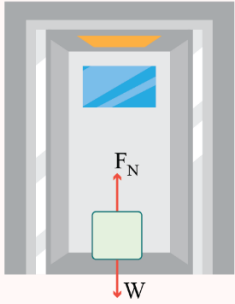
۲ (۱)



(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

آسانسور



۱- در شکل زیر، نیروهای وارد بر جسمی که بر کف آسانسور قرار گرفته را نشان می‌دهد که به F_N نیروی عمودی تکیه‌گاه یا وزن ظاهری می‌گویند.

۲- هنگامی که شتاب حرکت آسانسور به سمت بالا باشد داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow F_N - W = ma \rightarrow F_N = W + ma$$

۳- هنگامی که شتاب حرکت آسانسور به سمت پایین باشد داریم:

$$F_{net} = ma \rightarrow W - F_N = ma \rightarrow F_N = W - ma$$

پس به طور کلی می‌توان گفت که:

$$F_N = W \pm ma$$

(-) : شتاب به سمت پایین

(+) : شتاب به سمت بالا

روابط فوق را برای نیروی عمودی سطح به دست آوردیم، ولی می‌توان نشان داد هنگامی که جسم را از یک فنر از سقف آسانسور آویزان کرده‌ایم، این روابط برای نیروی فنر نیز برقرارند، یعنی:

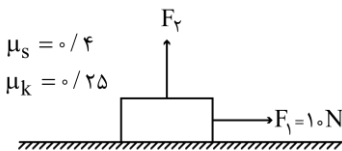
$$\text{نیروی فنر: } F_e = W \pm ma$$

با توجه به این که شتاب روبه پایین است؛ می‌توان نوشت:

$$F_e = m(g-a) \rightarrow kx = m(g-a) \rightarrow 200 \times 0.09 = m(10-1) \rightarrow m = 2 \text{ kg}$$

گروه آموزشی ماز

۲۵- جسمی به جرم 4 kg در ابتدا، روی یک سطح افقی ساکن است. سپس نیروی افقی \vec{F}_1 و نیروی قائم \vec{F}_2 به جسم وارد می‌شوند. اگر بزرگی نیروی F_2 به تدریج از صفر تا 20 N افزایش یابد، نیروی اصطکاک بین جسم و سطح چه تغییری می‌کند؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



(۱) به تدریج افزایش می‌یابد.

(۲) به تدریج کاهش می‌یابد.

(۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

(۴) ابتدا ثابت می‌ماند و سپس کاهش می‌یابد.

(متوسط - مفهومی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و رابطه‌های مرتبط به این نیروها را می‌نویسیم:
برای نیروی F_2 طبق صورت سؤال دو حالت در نظر می‌گیریم...

$$F_N = mg - F_2 \rightarrow F_N = 40 - F_2$$

$$\boxed{1} \quad f_{s,max} = \mu_s \cdot F_N \xrightarrow{F_N = mg - F_2 = 40 - 0 = 40} f_{s,max} = 0.4 \times 40 = 16 \text{ N}$$

حالت اول:

چون نیروی F_1 کمتر از نیروی اصطکاک بیشینه است، پس جسم ساکن است و نیروی اصطکاک برابر است با:

$$f_s = F_1 = 10 \text{ N}$$

$$\boxed{2} \quad f_{s,max} = \mu_s \cdot F_N \xrightarrow{F_N = mg - F_2 = 40 - 20 = 20} f_{s,max} = 0.4 \times 20 = 8 \text{ N}$$

حالت دوم:

چون نیروی F_1 بیشتر از نیروی اصطکاک بیشینه است، پس جسم حرکت می‌کند و نیروی اصطکاک به صورت جنبشی ظاهر می‌شود.

حال چون نیروی اصطکاک جنبشی تا قبل از نیروی 20 N ظاهر شده است و برای به دست آوردن نیروی اصطکاک جنبشی وابسته به F_N است و طبق رابطه $F_N = mg - F_2$ هر چه F_2 بیشتر می‌شود، F_N کمتر شده و نیروی اصطکاک جنبشی کاهش می‌یابد.

طبق این توضیحات جسم ابتدا ساکن بوده نیروی اصطکاک ایستایی بوده و ثابت است و سپس با حرکت جسم نیروی اصطکاک جنبشی کاهش می‌یابد.



۲۶- وزنه‌ای به جرم m را به انتهای فنری که از سقف آویزان است، می‌بندیم و طول فنر 10 cm افزایش می‌یابد. اگر به همین فنر وزنه‌ای به جرم M را ببندیم و آن را روی سطح افقی که ضریب اصطکاک جنبشی آن 0.2 است، با تندی ثابت بکشیم، افزایش طول فنر 2 cm می‌شود. $\frac{M}{m}$ کدام است؟

$\frac{1}{2}$ (۴)

۱ (۳)

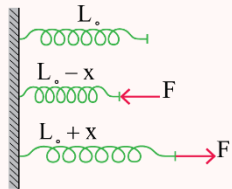
$\frac{1}{5}$ (۲)

۵ (۱)

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

نیروی کشسانی فنر



۱- اگر مطابق شکل‌های روبه‌رو، یک سر فنری که سر دیگر آن به یک نقطه ثابت بسته شده است با نیرویی به اندازه F فشرده شود یا کشیده شود، اندازه تغییر طول ایجادشده برای فنر (x) با نیروی وارد بر آن متناسب است.

$$x \propto F \rightarrow \frac{F}{x} = \text{ثابت}$$

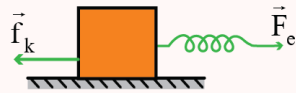
۲- برای هر فنر نسبت نیروی وارد بر آن به تغییر طول آن مقدار ثابتی است که ثابت آن فنر نامیده می‌شود و آن را با k نمایش می‌دهند، یکای ثابت فنر در SI، نیوتون بر متر $(\frac{N}{m})$ است.

$$\frac{F}{x} = k \rightarrow F = kx$$

۳- ثابت فنر به ویژگی‌های فیزیکی خود فنر بستگی دارد نه به نیرو یا تغییر طول فنر.

۴- برای تبدیل این رابطه به رابطه برداری (قانون هوک)، علامت منفی را لحاظ می‌کنیم.

$$\vec{F} = -k\vec{x}$$



۵- برای جسمی که تحت تأثیر نیروی فنر، روی سطح افقی حرکت می‌کند، قانون دوم نیوتون به شکل زیر درمی‌آید:

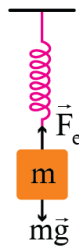
$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow F_e - f_k = ma$$

بررسی حالت اول:

تعداد قائم: $F_e = mg$

$$\Rightarrow k\Delta L = mg \Rightarrow k \times 10 = mg$$

$$\Rightarrow m = \frac{10 \cdot k}{g} \quad (1)$$



بررسی حالت دوم:

$F_{\text{net}} = ma$

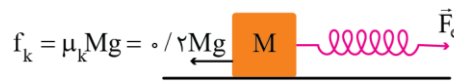
$$\Rightarrow F_e - f_k = 0$$

$$\Rightarrow k\Delta L' - 0.2Mg = 0$$

$$\Rightarrow k \times 2 = 0.2Mg$$

$$\Rightarrow M = \frac{10 \cdot k}{g} \quad (2)$$

$$\Rightarrow M = m \Rightarrow \frac{M}{m} = 1$$

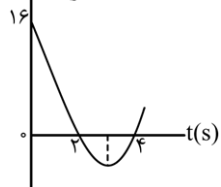


با توجه به روابط (۱) و (۲) داریم:

گروه آموزشی ماز

۲۷- نمودار تکانه - زمان جسمی که روی محور x با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در بازه

زمانی $t_1 = 3\text{ s}$ تا $t_2 = 5\text{ s}$ چند نیوتون است؟



۲ (۱)

۴ (۲)

۶ (۳)

۸ (۴)



(متوسط - نموداری - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

تکانه و قانون دوم نیوتون:

حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن، تکانه جسم نامیده شده و آن را با \vec{p} نشان می‌دهیم:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

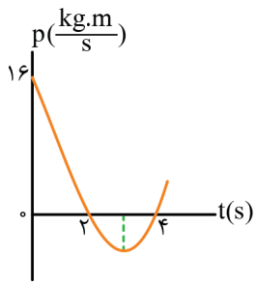
تکانه کمیته برداری است و جهت آن همان جهت سرعت است و یکای SI تکانه، $\frac{kg \cdot m}{s}$ است. نیروی خالص وارد بر جسم با آهنگ متوسط تغییر تکانه جسم برابر

$$\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \rightarrow \Delta \vec{p} = \vec{F}_{net} \cdot \Delta t$$

است، یعنی داریم:

در متن سؤال به اشتباه گفته شده است که شتاب حرکت ثابت است، ولی می‌دانیم که در حرکت شتاب ثابت، نمودار سرعت - زمان، خطی است و در نتیجه نمودار تکانه - زمان هم باید خطی باشد، بنابراین سؤال داده شده غیرعلمی و نادرست است.

برای آن که بتوان سؤال را حل کرد، با توجه به شکل فرض می‌کنیم نمودار سهمی باشد. معادله تکانه - زمان برابر است با:



$$p = 2(t-2)(t-4)$$

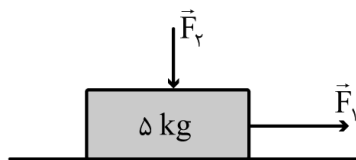
$$\Rightarrow \begin{cases} t_1 = 3s : p_1 = -2 \frac{kg \cdot m}{s} \\ t_2 = 5s : p_2 = 6 \frac{kg \cdot m}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{6 - (-2)}{2} = 4 N$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- مطابق شکل، به جسم ساکنی روی سطح افقی نیروی افقی $F_1 = 65 N$ و نیروی عمودی $F_2 = 20 N$ وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند. اگر

پس از طی مسافت ۱۲ متر، تندی جسم به $12 \frac{m}{s}$ برسد، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



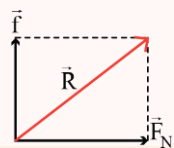
- ۶۰ (۱)
- ۷۰ (۲)
- $30\sqrt{5}$ (۳)
- $35\sqrt{5}$ (۴)

(سخت - محاسباتی / ترکیبی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

نیروی سطح

نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود، برابند نیروی عمودی سطح (\vec{F}_N) و نیروی اصطکاک (\vec{f}) می‌باشد که آن را با \vec{R} نشان می‌دهیم:

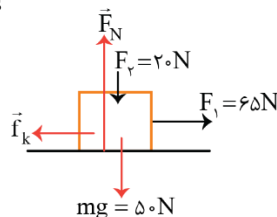


$$R = \sqrt{f^2 + F_N^2}$$

گام اول:

با کمک معادله مستقل از زمان، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 12^2 - 0 = 2a \times 12 \Rightarrow a = 6 \frac{m}{s^2}$$



گام دوم:

برای محاسبه نیروی اصطکاک وارد بر جسم می‌توان نوشت:

تعادل قائم: $F_N = mg + F_2 = 50 + 20 = 70 N$

حرکت افقی: $F_{net} = ma \Rightarrow F_1 - f_k = ma$

$$\Rightarrow 65 - f_k = 5 \times 6 \Rightarrow f_k = 35 N$$



گام سوم:

بنابراین اندازه نیروی سطح برابر است با:

$$R = \sqrt{F_k^2 + F_N^2} = \sqrt{35^2 + 70^2} = 35\sqrt{5}N$$

گروه آموزشی ماز

۲۹- کدام مورد درست نیست؟

- ۱) تکانه برابر حاصل ضرب نیرو در مدت زمان تأثیر آن است.
- ۲) تغییر تکانه برابر مساحت سطح زیر نمودار نیرو - زمان است.
- ۳) تکانه یک کمیت برداری است که با بردار سرعت جسم هم جهت است.
- ۴) نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر تغییر تکانه جسم تقسیم بر زمان تغییر آن است.

(ساده - مفهومی / حفظی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

نکته

۱) تکانه یک جسم برابر با حاصل ضرب جرم جسم در سرعت آن است. بنابراین \vec{p} و \vec{v} هم جهت هستند.

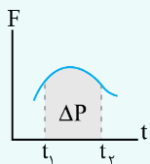
۲) تغییر تکانه یک جسم برابر است با:

\vec{F} : نیروی خالص وارد بر جسم یا نیروی متوسط وارد بر جسم

۳) سطح زیر نمودار $F-t$ برابر با تغییر تکانه است.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$$\Delta\vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta\vec{v}$$



$$\Delta p = S_{F-t}$$

بررسی گزینه‌ها:

- ۱ نادرست ← طبق نکته ۲ (تغییر تکانه...)
- ۲ درست ← طبق نکته ۳
- ۳ درست ← طبق نکته ۱
- ۴ درست ← طبق نکته ۲

گروه آموزشی ماز

۳۰- شخصی درون آسانسوری ساکن، روی یک ترازوی فنری ایستاده است و در این حالت ترازو عدد $600N$ را نشان می‌دهد. اگر آسانسور با شتاب رو به بالای

$2 \frac{m}{s^2}$ در حال حرکت باشد و کابل آسانسور پاره شود و آسانسور سقوط آزاد کند، عددی که ترازو نشان می‌دهد، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۷۲۰ (۴)

۶۰۰ (۳)

۳۸۰ (۲)

صفر (۱)

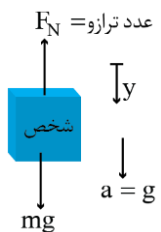
(ساده - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

نکته

در سقوط آزاد، شتاب حرکت برابر با همان شتاب جاذبه زمین (g) است.

نمودار آزاد شخص را هنگام سقوط آزاد رسم می‌کنیم. جهت محور y را به سمت پایین در نظر می‌گیریم.



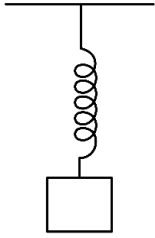
$$F_{net} = ma \text{ قانون دوم نیوتون}$$

$$\Rightarrow mg - F_N = mg \Rightarrow F_N = 0$$

گروه آموزشی ماز



۳۱- در شکل زیر، وقتی وزنه 4 kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر به 12 cm می‌رسد و وقتی وزنه 5 kg را به فنر آویزان می‌کنیم، طول فنر به 13 cm می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



- (۱) ۴۰
- (۲) ۳۰
- (۳) ۲۰
- (۴) ۱۰

(ساده - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۴



نکته

(۱) رابطه بین نیروی فنر و تغییر طول فنر:

$$F = kx = k(\ell - \ell_0)$$

ℓ : طول ثانویه فنر

ℓ_0 : طول اولیه فنر

x : تغییر طول فنر

k : ثابت فنر

F : نیروی فنر

(۲) هرگاه به انتهای یک فنر، وزنه‌ای آویخته شود، نیروی فنر برابر با نیروی وزن وزنه است.

رابطه فوق را برای هر یک از حالت‌های داده شده می‌نویسیم:

$$\begin{cases} 40 = k(12 - \ell_0) \\ 50 = k(13 - \ell_0) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 40 - 12k = -k\ell_0 \\ 50 - 13k = -k\ell_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 40 - 12k = 50 - 13k \Rightarrow k = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

◆ گروه آموزشی ماز ◆



دوره جمع بندی دوپینگ

شنبه

۱۴۰۴/۰۱/۱۶

note...
برای اینکه بتوانیم تست های پیشین را از یاد
میخاست داشته باشیم سوالات هفته ریاضی و فیزیک
را با هم نگاه کنیم!

بانک سوالات کنکور:

فصل ۲ دوازدهم

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
فیزیک

درس	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	زمان پیشنهادی
فیزیک	۴۰	۱	۴۰	۵۲ دقیقه

۱ و ۲ دهم	۳ و ۴ دهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ و ۴ یازدهم	۱ و ۲ یازدهم	۳ و ۴ یازدهم	۵ و ۶ دوازدهم	۱ و ۲ دوازدهم
هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته ششم	هفته ششم	هفته ششم

۵۵ روز جمع بندی تا کنکور اردیبهشت

دفترچه مکمل دوپینگ: این دفترچه روز بعد از آزمون دوپینگ هر درس در اختیار شما قرار می گیرد و شامل بانک سوالات کنکورهای سراسری ۹۸ تا ۱۴۰۳ در همان مبحث است تا ضمن مرور مجدد، سیر تست های کنکور در هر مبحث را به دقت مورد بررسی قرار دهید.

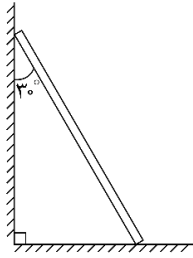
حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیر قانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



سوالات کنکور: فیزیک فصل ۲ دوازدهم

۱- نردبانی همگن به جرم 40 kg مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، 300 N باشد، نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



- (۱) ۴۰۰
- (۲) ۵۰۰
- (۳) ۶۰۰
- (۴) $250\sqrt{3}$

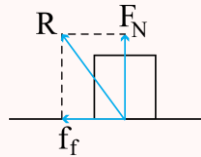
(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۲

۱- جسمی که در حالت تعادل است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است:

$$F_{\text{net}} = ma = 0$$

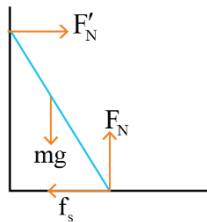
$$R = \sqrt{F_N^2 + f_f^2}$$



۲- نیروی وارده از طرف سطح، برآیند دو نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است:

f_f : نیروی اصطکاک (ایستایی یا جنبشی)

نردبان در حالت تعادل است. پس برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است:



$$\left. \begin{array}{l} \text{توازن در راستای قائم} \\ F_N = mg = 40 \times 10 = 400 \text{ N} \\ \text{توازن در راستای افقی} \\ F_N' = f_s = 300 \text{ N} \end{array} \right\} \Rightarrow R = \sqrt{400^2 + 300^2} = 500 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۲- سؤال مناسب برای رشته ریاضی ۱۶ کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد. نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره چند نیوتون است؟

سؤال مناسب برای رشته ریاضی

$$\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ و } R_e = 6400 \text{ km} \right)$$

۶۴۰ (۴)

۸۰۰ (۳)

۳۲۰۰ (۲)

۵۰۰۰ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۲

۱- شتاب گرانش در ارتفاع h از سطح زمین و شتاب در سطح زمین:

$$g_h = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

$$g_0 = \frac{GM_e}{R_e^2} \quad (\text{در سطح زمین } h=0)$$

۲- در حرکت ماهواره، نیروی مرکزگرا با نیروی وزن ماهواره برابر است.

ابتدا شتاب در محل ماهواره را به دست می‌آوریم:

$$\frac{g_h}{g_0} = \frac{\frac{GM_e}{(R_e + h)^2}}{\frac{GM_e}{R_e^2}} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 = \left(\frac{6400}{6400 + 1600} \right)^2 = \frac{16}{25} \Rightarrow g_h = \frac{16}{25} g_0 = \frac{16}{25} \times 10 = \frac{32}{5} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره همان نیروی وزن ماهواره است. بنابراین:

$$F_{\text{مرکزگرا}} = mg_h = 500 \times \frac{32}{5} = 3200 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز



۳- در کف یک آسانسور باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟

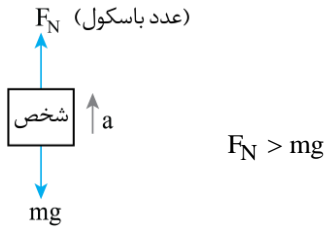
- (۱) الزاماً تندشونده به طرف بالا
- (۲) الزاماً تندشونده به طرف پایین
- (۳) تندشونده به طرف بالا یا کندشونده به طرف پایین
- (۴) کندشونده به طرف بالا یا تندشونده به طرف پایین

پاسخ: گزینه ۳

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

نکته:

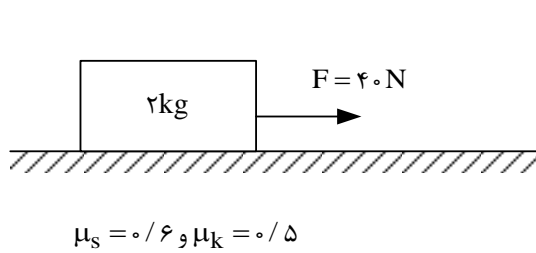
- ۱- در حرکت‌های تندشونده، سرعت و شتاب، هم‌جهت‌اند و در حرکت‌های کندشونده، سرعت و شتاب، خلاف جهت یکدیگرند.
- ۲- طبق قانون دوم نیوتون، \vec{F}_{net} و \vec{a} همواره هم‌جهت‌اند.



با توجه به اینکه نیروی عمودی سطح (عدد باسکول) بیشتر از وزن شخص است، برآیند نیروهای وارد بر شخص و در نتیجه شتاب حرکت به سمت بالاست. در نتیجه، حرکت آسانسور یا تندشونده به سمت بالا و یا کندشونده به سمت پایین است.

گروه آموزشی ماز

۴- مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی F وارد می‌شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F مقدار این نیرو ۳۰ نیوتون کاهش می‌یابد. حرکت جسم پس از آن چگونه است؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



(۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.

(۲) حرکت جسم با شتاب $1 \frac{m}{s^2}$ کند می‌شود.

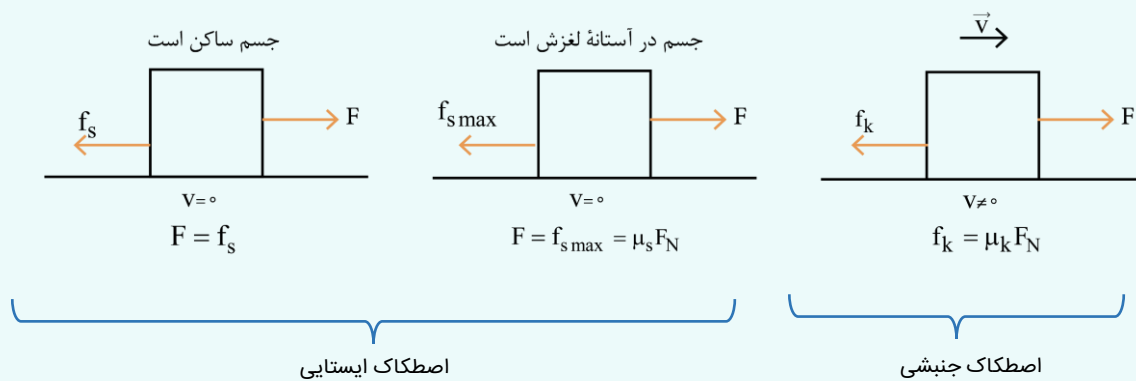
(۳) حرکت جسم با شتاب $3 \frac{m}{s^2}$ کند می‌شود.

(۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۴

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

انواع نیروی اصطکاک:



ابتدا با محاسبه و مقایسه $f_s \max$ با F ، حرکت جسم را بررسی کنیم:

$$f_s \max = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0.6 \times 2 \times 10 = 12 \text{ N} < F$$

پس جسم حرکت کرده و نیروی اصطکاک آن از نوع جنبشی می‌شود:

$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg = 0.5 \times 2 \times 10 = 10 \text{ N}$$

با کاهش ۳۰ نیوتنی نیروی F ، این نیرو با اندازه نیروی اصطکاک جنبشی برابر می‌شود و متحرک با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد:

$$\left. \begin{aligned} F &= 40 - 30 = 10 \text{ N} \\ f_k &= 10 \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = f_k \Rightarrow \text{حرکت با سرعت ثابت}$$

گروه آموزشی ماز



۵- اگر تکانه گلوله‌ای در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد، انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می‌یابد؟

۴۲ (۴)

۲۱ (۳)

۱۲ (۲)

۱۰ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۳

رابطه بین انرژی جنبشی، تکانه و جرم جسم:

$$K = \frac{p^2}{2m}$$

با تغییر تکانه جسم، جرم جسم تغییری نمی‌کند:

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 \times \frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{22}{20}\right)^2 = 1/21 \Rightarrow K_2 = 1/21 K_1 \Rightarrow \text{انرژی جنبشی گلوله ۲۱ درصد افزایش می‌یابد.}$$

گروه آموزشی ماز

۶- اگر نیروهای وارد بر یک جسم در حال حرکت، متوازن باشند (برایندشان صفر باشد):

(۱) سرعت جسم ثابت می‌ماند.

(۲) حرکت جسم با شتاب ثابت تندشونده خواهد بود.

(۳) مسیر حرکت جسم ممکن است دایره‌ای یا سهمی باشد.

(۴) سرعت جسم در مسیر مستقیم کاهش می‌یابد تا متوقف شود.

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱



۱- قانون دوم نیوتن:

$$F_{net} = ma$$

۲- اگر شتاب حرکت صفر باشد، جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۳- حرکت در مسیرهای غیرمستقیم همواره یک حرکت شتاب‌دار است؛ حتی اگر متحرک با تندی ثابت در حال حرکت باشد.

چون نیروهای وارد بر جسم متوازن است، بنابراین:

$$F_{net} = 0$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow ma = 0 \Rightarrow a = 0$$

در نتیجه جسم با سرعت ثابت حرکت خواهد کرد.

گروه آموزشی ماز

۷- سؤال مناسب برای رشته ریاضی افقی در مسیر دایره‌ای به‌طور یکنواخت حرکت می‌کند و ضریب اصطکاک ایستایی $\mu_s = 0/5$ است.

اگر اتومبیل با حداکثر سرعت مجاز (سرعتی که نلغزد) حرکت کند، نیروی مرکزگرای وارد بر آن چند نیوتون است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۴۵۰۰ (۴)

۵۰۰۰ (۳)

۶۰۰۰ (۲)

۱۲۰۰۰ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۲

حداکثر سرعت مجاز متحرک در حرکت دایره‌ای، مربوط به زمانی است که نیروی مرکزگرا با $f_{s \max}$ برابر است؛ چرا که در حرکت خودرو بر روی سطح افقی تنها نیروی مرکزگرایی که به جسم اثر می‌کند، نیروی اصطکاک ایستایی است.

اتومبیل با حداکثر سرعت مجاز در حال حرکت است. بنابراین:

$$F_{\text{مرکزگرا}} = f_{s \max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0/5 \times 1200 \times 10 = 6000 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز



۸- جسمی به جرم 5kg کف آسانسوری قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب رو به بالای $2\frac{m}{s^2}$ به سمت بالا می‌رود، نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود N است و وقتی با شتاب رو به پایین $2\frac{m}{s^2}$ به سمت پایین می‌رود، نیروی وارد بر کف آسانسور N' است. اختلاف N و N' چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

- (۱) صفر (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۳

در مسائل آسانسور، جهت حرکت اهمیتی ندارد؛ بلکه جهت شتاب، مهم است.

در حالت اول، شتاب جسم، مثبت و در حالت دوم شتاب جسم، منفی است. طبق قانون دوم نیوتون داریم:

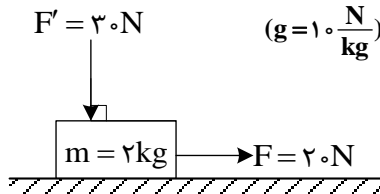
$$\left. \begin{aligned} N - mg = ma &\Rightarrow N = m(g + a) = 5(10 + 2) = 60\text{N} \\ N' - mg = ma' &\Rightarrow N' = m(g + a') = 5(10 - 2) = 40\text{N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow N - N' = 20\text{N}$$

(حالت اول)

(حالت دوم)

گروه آموزشی ماز

۹- در شکل زیر، به جسمی که روی سطح افقی در حال سکون بوده، نیروهایی مطابق شکل وارد می‌شوند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح افقی $0/5$ و $0/3$ باشد. تغییر تکانه جسم در مدت 2 ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



- (۱) صفر
(۲) ۹
(۳) ۱۰
(۴) ۲۸

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱

- ۱- اگر نیروی وارد شده به جسمی از $f_{s\max}$ کمتر باشد، جسم ساکن مانده و نیروی اصطکاک وارد بر آن با نیروی اعمالی برابر خواهد بود.
- ۲- تغییرات تکانه:

$$\Delta p = m\Delta v$$

با توجه به نیروهای اعمالی، ابتدا بررسی می‌کنیم که آیا جسم حرکت می‌کند یا خیر:

$$f_{s\max} = \mu_s F_N = \mu_s (F' + W) \Rightarrow f_{s\max} = 0/5(30 + 2 \times 10) = 25\text{N}$$

چون $F < f_{s\max}$ است، در نتیجه، جسم ساکن می‌ماند و تغییرات تکانه آن صفر است:

$$\Delta p = m\Delta v = 0$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- وزنه‌ای به جرم 2kg را به انتهای فنری به طول 30cm می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب روبه بالای $2\frac{m}{s^2}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به 42cm می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به حرکت در می‌آوریم. اگر در این حالت

طول فنر به 36cm برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

- (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۳ (۳) ۰/۴ (۴) ۰/۵



(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۳

فرو اصطکاک:

۱- قانون دوم نیوتن:

۲- نیروی فنر و اصطکاک:

$$F_{net} = ma$$

$$\begin{cases} F_{فنر} = kx = k(L - L_0) \\ f_k = \mu_k F_N \end{cases}$$

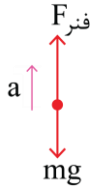
L : طول ثانویه

L_0 : طول اولیه

x : تغییر طول فنر

گام اول:

در قسمت اول سؤال و حرکت جسم با شتاب ثابت به سمت بالا:

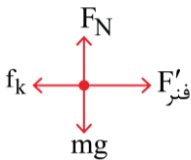


$$F_{net} = ma \Rightarrow F_{فنر} - mg = ma$$

$$\Rightarrow k \times (42 - 30) \times 10^{-2} - 2 \times 10 = 2 \times 2 \Rightarrow k = 200 \frac{N}{m}$$

گام دوم:

در قسمت دوم سؤال و حرکت افقی با شتاب ثابت:

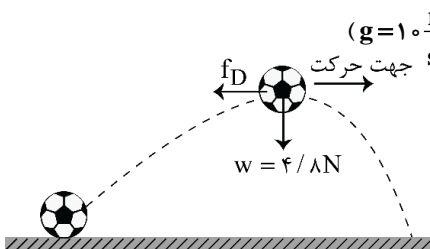


$$F_N = mg = 2 \times 10 = 20 \text{ N}$$

$$F'_{فنر} - f_k = ma' \Rightarrow 200 \times (36 - 30) \times 10^{-2} - \mu_k \times 20 = 2 \times 2 \Rightarrow \mu_k = 0.4$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطه مسیرش نشان می‌دهد که در آن \vec{f}_D نیروی مقاومت هوا و \vec{w} وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{65}{6} \frac{m}{s^2}$ باشد، f_D چند نیوتون است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف نظر کنید و $g = 10 \frac{m}{s^2}$)



- ۱ (۱)
- ۱/۵ (۲)
- ۲ (۳)
- ۲/۵ (۴)

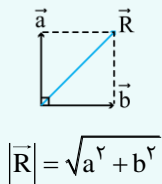
(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۳

قانون دوم نیوتن:

$$F_{net} = ma$$

اگر دو بردار بر هم عمود باشند، برآیند آن‌ها برابر است با:



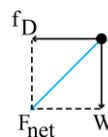
$$|\vec{R}| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

ابتدا نیروی برآیند در بالاترین نقطه را به دست می‌آوریم:

$$W = mg \Rightarrow 4/8 = m \times 10 \Rightarrow m = 0.4 \text{ kg}$$

$$F_{net} = ma = 0.4 \times \frac{65}{6} = 5/2 \text{ N}$$

$$F_{net} = \sqrt{f_D^2 + W^2} \Rightarrow 5/2 = \sqrt{f_D^2 + (4/8)^2} \Rightarrow f_D = 2 \text{ N}$$



گروه آموزشی ماز



۱۲- وزنه‌ای به جرم 2 kg را با طناب سبکی با شتاب $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ تندشونده روبه بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند

برابر می‌شود؟ $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

۲ (۴)

۴ (۳)

۷ (۲)

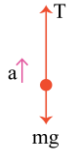
۱۴ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۲

قانون دوم نیوتن:

$$F_{\text{net}} = ma$$



$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow T - mg = ma \Rightarrow T = m(g + a)$$

حرکت جسم به صورت شتابدار و به سمت بالاست:

این رابطه را برای دو حالت مختلف به صورت مقایسه‌ای می‌نویسیم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{m(g + a_2)}{m(g + a_1)} \Rightarrow 2 = \frac{10 + a_2}{10 + 2} \Rightarrow a_2 = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{14}{2} = 7$$

گروه آموزشی ماز

۱۳- اگر جرم جسم B ، $\frac{5}{8}$ جرم جسم A و تکانه جسم A ، $\frac{4}{3}$ تکانه جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B ، کدام است؟

$\frac{5}{6}$ (۴)

$\frac{6}{5}$ (۳)

$\frac{9}{10}$ (۲)

$\frac{10}{9}$ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۱

رابطه انرژی جنبشی، تکانه و جرم جسم

$$K = \frac{p^2}{2m}$$

$$K = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^2 \times \left(\frac{m_B}{m_A}\right) = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \times \frac{5}{8} = \frac{10}{9}$$

برای مقایسه انرژی جنبشی دو جسم می‌توان نوشت:

گروه آموزشی ماز

۱۴- سؤال مناسب برای رشته ریاضی دایره‌ای را به صورت یکنواخت طی می‌کند. اگر بزرگی نیرویی که از طرف سطح زمین بر خودرو وارد

می‌شود، $10^2 \times \sqrt{10} \text{ N}$ باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتون است؟ $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

3×10^4 (۴)

3×10^3 (۳)

10^4 (۲)

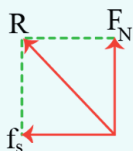
10^3 (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۲

حرکت دایره‌ای یکنواخت خودرو:

- در حرکت دایره‌ای یکنواخت خودرو در سطح افقی، نیروی اصطکاک، نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می‌کند.
- نیروی وارد شده از طرف سطح:



$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2}$$

نیروی مرکزگرا با نیروی اصطکاک برابر است.

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} \Rightarrow 10^4 \sqrt{10} = \sqrt{(3 \times 10^3)^2 + f_s^2}$$

$$\Rightarrow f_s = 10^4 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز



- ۱۵- معادلهٔ تکانهٔ جسمی بر حسب زمان در SI به صورت $P = 15t^2 + 5t$ می‌باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازهٔ زمانی $t_1 = 3s$ تا $t_2 = 6s$ چند نیوتون است؟
- (۱) ۷۰ (۲) ۸۵ (۳) ۱۴۰ (۴) ۱۹۰

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینهٔ ۳

رابطه بین نیروی خالص وارد بر جسم و تغییرات تکانه:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

تکانهٔ جسم را در دو لحظهٔ $t_1 = 3s$ و $t_2 = 6s$ به دست می‌آوریم:

$$t_1 = 3s \rightarrow p_1 = 15 \times 3^2 + 5 \times 3 = 150 \frac{kg \cdot m}{s}$$

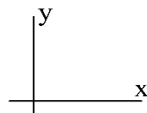
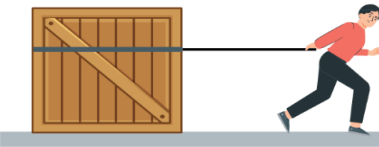
$$t_2 = 6s \rightarrow p_2 = 15 \times 6^2 + 5 \times 6 = 570 \frac{kg \cdot m}{s}$$

نیروی برایند متوسط وارد بر جسم برابر است با:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1} = \frac{570 - 150}{6 - 3} = 140 \cdot N$$

گروه آموزشی ماز

- ۱۶- مطابق شکل زیر، شخصی جعبهٔ ساکنی به جرم $50 \cdot kg$ را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F} = (250 \cdot N)\vec{i}$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به ترتیب $0/6$ و $0/3$ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



(۱) $(-50 \cdot N)\vec{j}$

(۲) $(50 \cdot N)\vec{j}$

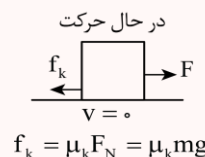
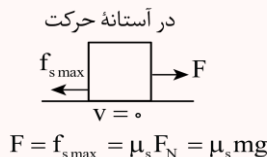
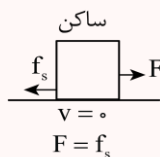
(۳) $(-250 \cdot N)\vec{i} + (50 \cdot N)\vec{j}$

(۴) $(250 \cdot N)\vec{i} + (-50 \cdot N)\vec{j}$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

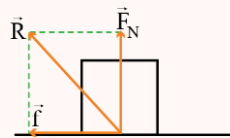
پاسخ: گزینهٔ ۴

۱- نیروی اصطکاک در حالت‌های مختلف:



۲- نیروی وارد شده از طرف سطح به جسم، برایند دو نیروی F_N و f است:

$$\vec{R} = -f\vec{i} + F_N\vec{j} \Rightarrow |\vec{R}| = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$



\vec{F} : نیروی اصطکاک (ایستایی یا جنبشی)

۳- قانون سوم نیوتن بیان می‌کند که برای هر عملی، عکس‌العمل وجود دارد؛ هم‌اندازه با آن و در خلاف جهت آن:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

ابتدا بررسی کنیم که جسم با نیروی \vec{F} به حرکت درمی‌آید یا خیر:

$$f_{s \max} = \mu_s F_N = \mu_s mg = 0/6 \times 50 \times 10 = 300 \cdot N > F = 250$$

پس جسم حرکت نمی‌کند و نیروی اصطکاک آن از نوع ایستایی است:

$$f_s = F = 250 \cdot N$$

نیروی عمودی تکیه‌گاه هم با نیروی وزن برابر است:

$$F_N = mg = 50 \times 10 = 500 \cdot N$$



پس نیروی وارد شده از طرف سطح به جسم برابر است با:

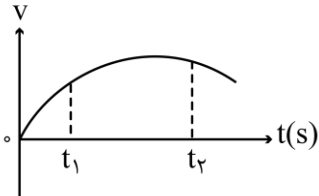
$$\vec{R} = -250\hat{i} + 500\hat{j}$$

ولی سؤال از ما نیروی وارد شده از طرف جسم به سطح را می‌خواهد:

$$\vec{R}' = -\vec{R} = 250\hat{i} - 500\hat{j}$$

گروه آموزشی ماز

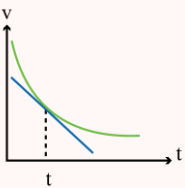
۱۷- نمودار سرعت - زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، به صورت شکل زیر است. بزرگی نیروی خالص وارد بر این متحرک (برایند نیروها) در بازه زمانی بین t_1 تا t_2 چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) پیوسته ثابت
- (۲) پیوسته افزایش
- (۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش
- (۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

(آسان - نموداری / مفهومی - ۱۳۰۱ و ۱۳۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

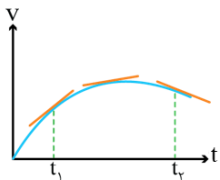
پاسخ: گزینه ۴



۱- در نمودار $v-t$ ، شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه برابر با شتاب در آن لحظه است.

۲- با توجه به قانون دوم نیوتن، نیروی برآیند وارد بر جسم با شتاب حرکت، متناسب است.

با توجه به نمودار $v-t$ داده شده، اندازه شیب خط مماس بر نمودار از t_1 تا t_2 ، ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است:



بنابراین، بزرگی شتاب متحرک و در نتیجه، بزرگی نیروی خالص وارد بر متحرک، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۸- سؤال مناسب برای رشته ریاضی
ع زمین است. اگر این ماهواره در مداری قرار گیرد که فاصله‌اش تا سطح زمین $1/5$ برابر شعاع زمین باشد، شتاب مرکزگرای آن چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
- (۲) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
- (۳) ۳۶ درصد افزایش می‌یابد.
- (۴) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

(آسان - محاسباتی - ۱۳۰۲) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۴

در حرکت ماهواره به دور زمین:

$$a_{\text{مرکزگرا}} = g = \frac{GM_e}{r^2} = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2} \quad \text{ارتفاع ماهواره از سطح زمین: } h \quad \text{فاصله ماهواره از مرکز سیاره: } r$$

$$a_{\text{مرکزگرا}} = g = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{(R_e + h_1)^2}{(R_e + h_2)^2} = \frac{(R_e + R_e)^2}{(R_e + 1/5 R_e)^2} = \left(\frac{2R_e}{2/5 R_e}\right)^2 = \frac{16}{25} \Rightarrow a_2 = \frac{16}{25} a_1 = 0/64 a_1$$

در نتیجه، شتاب مرکزگرای ماهواره ۳۶٪ کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۹- چوب مکعب شکلی به جرم 5kg را به نخ بستند و با نیروی ثابت و افقی 15N روی سطح افقی می‌کشیدند و از حال سکون به حرکت در می‌آوردند و بعد از 2 ثانیه نخ پاره می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی $0/2$ باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظه ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ $\left(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

- (۱) $1/5$
- (۲) 2
- (۳) $2/5$
- (۴) 3



(دشوار - ترکیبی / محاسباتی - ۱۲۰۱ و ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

نکته:

نیروی اصطکاک به شرایط فیزیکی سطح از نظر جنس سطح تماس، زبری و ناهمواری بستگی دارد.

نیروی اصطکاک ایستایی (\vec{f}_s):

اگر نیروی \vec{F} نتواند جسم را روی سطح بکشد نیرویی که اثر نیروی \vec{F} را خنثی می‌کند، نیروی اصطکاک ایستایی است و با f_s نمایش می‌دهیم. نیروی اصطکاک ایستایی همواره با نیرویی که موازی سطح تماس بر جسم وارد می‌شود و قادر به حرکت جسم نیست، برابر است. بنابراین نیروی اصطکاک ایستایی فرمول معینی ندارد.

$$F_{\text{net}} = ma = 0 \Rightarrow f_s = F$$

بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی ($\vec{f}_{s,\text{max}}$):

اگر نیروی \vec{F} را افزایش دهیم، جسم در یک لحظه خاص در آستانه حرکت قرار می‌گیرد و از آن لحظه به بعد جسم شروع به لغزیدن می‌کند. اصطکاک یک لحظه قبل از حرکت را نیروی اصطکاک در آستانه حرکت می‌گویند و با $f_{s,\text{max}}$ نمایش می‌دهیم و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f_{s,\text{max}} = \mu_s F_N$$

نکته:

- μ_s ضریب اصطکاک ایستایی است و یکنواخت است.

- همواره $f_{s,\text{max}} \geq f_s$ است.

نیروی اصطکاک جنبشی (\vec{f}_k):

وقتی جسمی روی یک سطح در حال حرکت است (می‌لغزد)، از طرف سطح نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت (لغزش) به جسم وارد می‌شود. به این نیرو، نیروی اصطکاک جنبشی می‌گویند و با f_k نمایش می‌دهیم و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$f_k = \mu_k F_N$$

نکته:

- μ_k ضریب اصطکاک جنبشی است و یکنواخت است.

- همواره $f_{s,\text{max}} \geq f_k$ است چرا؛

قبل از پاره شدن نخ شتاب حرکت برابر است با:

$$F - f_k = ma \Rightarrow 15 - 50 \times 0.2 = 5a \Rightarrow 5 = 5a \Rightarrow a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

بنابراین جابجایی تا قبل از پاره شدن نخ برابر است با:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2 = 2 \text{m}$$

پس از پاره شدن نخ شتاب حرکت برابر است با:

$$-f_k = ma \Rightarrow -10 = 5a \Rightarrow a = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

در لحظه پاره شدن نخ، سرعت جسم برابر است با:

$$v = at \Rightarrow v = 1 \times 2 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

در نتیجه جابه‌جایی متحرک پس از پاره شدن نخ برابر است با:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 2^2 = 2 \times (-2) \times \Delta x \Rightarrow \Delta x = 1 \text{m}$$

بنابراین کل مسافت طی شده ۳ متر است.

◆ گروه آموزشی ماز ◆



۲۰- فنر سبکی با ثابت $200 \frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنه $m = 5 \text{ kg}$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $2 \frac{m}{s^2}$ پایین می‌آید و

طول فنر L_1 است. وقتی این آسانسور با شتاب $1 \frac{m}{s^2}$ کندشونده پایین می‌آید، طول فنر L_2 می‌شود. اختلاف L_2 و L_1 چند سانتی‌متر است؟

$$\left(g = 10 \frac{m}{s^2} \right)$$

۲/۵ (۴)

۵ (۳)

۷/۵ (۲)

۱۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲ و ۱۲۰۳) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

آسانسور

۱- قانون دوم نیوتون:

$$F_{\text{net}} = ma$$

۲- نیروی کشسانی فنر:

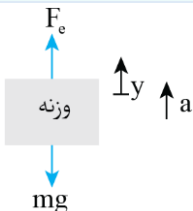
$$F = k\Delta L = k(L - L_0)$$

L_0 : طول اولیه

L : طول ثانویه

k : ثابت فنر

نیروهای وارد بر وزنه را رسم می‌کنیم. با اعمال قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_e - mg = ma \Rightarrow F_e = m(a + g)$$

هنگامی که شتاب به سمت پایین و برابر $2 \frac{m}{s^2}$ است، داریم:

$$a = -2 \frac{m}{s^2} \Rightarrow F_{e_1} = m(g + a) = 5 \times (10 - 2) = 40 \text{ N}$$

$$F_{e_1} = k\Delta L_1 \Rightarrow 40 = 200 \Delta L_1 \Rightarrow \Delta L_1 = 20 \text{ cm} \Rightarrow L_1 - L_0 = 20 \Rightarrow L_1 = 20 + L_0$$

هنگامی که حرکت کندشونده روبه پایین است، شتاب به سمت بالا است و داریم:

$$a = +1 \frac{m}{s^2} \Rightarrow F_{e_2} = m(g + a) = 5(10 + 1) = 55 \text{ N}$$

$$F_{e_2} = k\Delta L_2 \Rightarrow 55 = 200 \Delta L_2 \Rightarrow \Delta L_2 = 27.5 \text{ cm} \Rightarrow L_2 - L_0 = 27.5 \Rightarrow L_2 = 27.5 + L_0$$

بنابراین اختلاف L_2 و L_1 برابر است با:

$$L_2 - L_1 = (27.5 + L_0) - (20 + L_0) = 7.5 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۲۱- سؤال مناسب برای رشته ریاضی: ده‌ای به شعاع ۲۰ متر حرکت می‌کند. شتاب متوسط این متحرک در هر ثانیه چند برابر شتاب مرکزگرای

آن است؟

$\sqrt{2}$ (۴)

$5\sqrt{2}$ (۳)

$\frac{5}{\pi}$ (۲)

$\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$ (۱)

(دشوار - ترکیبی / محاسباتی - ۱۲۰۱ و ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱

شتاب مرکزگرا

۱- شتاب مرکزگرا که موجب پدید آمدن حرکت دایره‌ای می‌شود بر بردار سرعت عمود است و بر شعاع مسیر منطبق می‌باشد. این بردار همواره به جانب مرکز نشانه رفته

است و مقدار آن را رابطه $a_c = R\omega^2 = v\omega = \frac{v^2}{R}$ به دست می‌آید که در آن، $\omega = \frac{2\pi}{T}$ است و بسامد زاویه‌ای نام دارد.

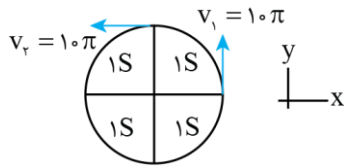
۲- شتاب متوسط:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



با توجه به رابطه $v = r\omega$ می توان نوشت:

$$v = r\omega \Rightarrow 10\pi = 20 \times \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 4s$$



بنابراین دوره حرکت، ۴ ثانیه خواهد بود.
یعنی هر ربع دایره را در ۱ ثانیه طی می کند.

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -10\pi \vec{i} - 10\pi \vec{j}$$

شتاب متوسط در ۱ ثانیه برابر است با:

$$\Rightarrow \Delta v = \sqrt{(10\pi)^2 + (10\pi)^2} = 10\sqrt{2}\pi \Rightarrow a = \frac{\Delta v}{t} \Rightarrow a = \frac{10\sqrt{2}\pi \text{ m}}{1 \text{ s}^2}$$

شتاب مرکزگرا برابر است با:

$$a = v\omega \Rightarrow a = 10\pi \times \frac{2\pi}{4} \Rightarrow a = 5\pi^2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

نسبت این دو برابر است با:

$$\frac{10\sqrt{2}\pi}{5\pi^2} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

◆ گروه آموزشی ماز ◆

۲۲- نردبانی به جرم 16kg به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه دارد و پایه آن روی سطح افقی در آستانه سر خوردن است. اگر نیرویی که در این حالت از طرف نردبان به سطح افقی وارد می شود 200N باشد، ضریب اصطکاک ایستایی نردبان با این سطح چقدر است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

$\frac{1}{4}$ (۴)

$\frac{2}{5}$ (۳)

$\frac{3}{5}$ (۲)

$\frac{3}{4}$ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱

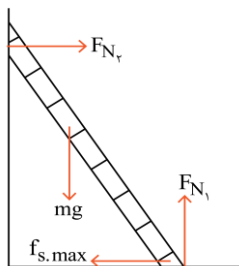


$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

۱- نیروی یک سطح بر جسمی که روی آن قرار دارد، برآیند دو نیروی عمودی سطح (F_N) و اصطکاک (f) است:

$$f_s = f_{s\max} = \mu_s \cdot F_N$$

۲- وقتی جسم در آستانه سر خوردن باشد:



شکل مقابل نیروهای وارد بر نردبان را در آستانه سر خوردن نشان می دهد.
با نوشتن شرط تعادل افقی و قائم برای نردبان، داریم:

تعداد قائم: $F_{N_l} = mg \Rightarrow F_{N_l} = 16 \times 10 = 160\text{N}$

تعداد افقی: $F_{N_r} = f_{s\max} \Rightarrow F_{N_r} = \mu_s F_{N_l} = 160\mu_s$

نیرویی که سطح افقی به نردبان وارد می کند، برآیند F_{N_l} و $f_{s\max}$ است، پس می توان نوشت:

$$R_1 = \sqrt{f_{s\max}^2 + F_{N_l}^2} = \sqrt{(160\mu_s)^2 + 160^2} = 160\sqrt{\mu_s^2 + 1}$$

$$\frac{R_1 = 200\text{N}}{\rightarrow 200 = 160\sqrt{\mu_s^2 + 1}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\mu_s^2 + 1} = \frac{5}{4} \Rightarrow \mu_s^2 + 1 = \frac{25}{16} \Rightarrow \mu_s^2 = \frac{9}{16} \Rightarrow \mu_s = \frac{3}{4}$$

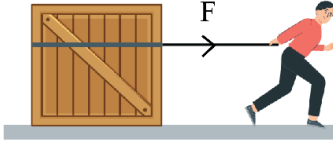
دقت کنید طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که نردبان به سطح افقی وارد می کند، هم اندازه نیرویی است که سطح افقی به نردبان وارد می کند.

◆ گروه آموزشی ماز ◆



۲۳- در شکل زیر، نیرویی ثابت و افقی F به صندوقی به جرم ۱۶ kg وارد می‌شود و صندوق با شتاب ثابت $\frac{۲۵}{۳}\text{ m/s}^2$ به حرکت خود ادامه می‌دهد. چند

کیلوگرم از محتویات صندوق کم کنیم، تا با همین نیروی افقی، شتاب حرکت دو برابر شود؟ $(g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



$$\mu_k = ۰/۲$$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱



۱- قانون دوم نیوتون:

$$F_{\text{net}} = ma$$

$$f_k = \mu_k \cdot F_N$$

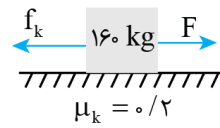
۲- نیروی اصطکاک جنبشی:

قانون دوم نیوتون را در ابتدا برای جسم می‌نویسیم:

$$f_k = \mu_k mg = ۰/۲ \times ۱۶۰۰ = ۳۲۰\text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma$$

$$\Rightarrow F - ۳۲۰ = ۱۶۰ \times ۰/۲۵ \Rightarrow F = ۳۶۰\text{ N}$$



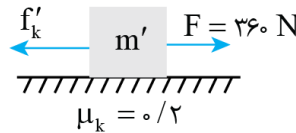
حال می‌خواهیم کاری کنیم تا با کاهش وزن جسم، شتاب به $\frac{۵}{۳}\text{ m/s}^2$ برسد، یعنی داریم:

$$f'_k = \mu_k m'g = ۲m'$$

$$F_{\text{net}} = m'a' \Rightarrow F - f'_k = m'a'$$

$$\Rightarrow ۳۶۰ - ۲m' = m' \times ۰/۵$$

$$\Rightarrow ۳۶۰ = ۲/۵ m' \Rightarrow m' = ۱۴۴\text{ kg}$$



بنابراین باید از جرم جعبه کم شود.

گروه آموزشی ماز

۲۴- شخصی به جرم ۶۰ kg درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $۲a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد، ۲۷۰ N است. a

چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

$$\frac{۳}{۴} \quad (۴)$$

$$\frac{۳}{۲} \quad (۳)$$

$$۲ \quad (۲)$$

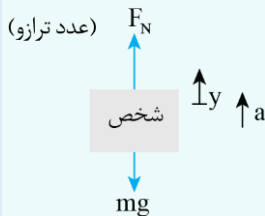
$$۳ \quad (۱)$$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۳



مسائل آسانسور



$$F_N - mg = ma$$

$$F_N = m(g + a)$$

در حالت اول شتاب رو به بالاست و عدد ترازو برابر است با:

$$F_1 = m(g + a)$$

در حالت دوم شتاب رو به پایین است و عدد ترازو برابر است با:

$$F_2 = m(g - ۲a)$$

اختلاف دو نیروی فوق برابر است با:

$$F_1 - F_2 = m(g + a) - m(g - ۲a) = ۳ma$$

$$\frac{F_1 - F_2 = ۲۷۰\text{ N}}{m = ۶۰\text{ kg}} \rightarrow ۲۷۰ = ۳ \times ۶۰ \times a \Rightarrow a = \frac{۳}{۲} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

گروه آموزشی ماز



۲۵- سؤال مناسب برای رشته ریاضی $2m$ ، در فاصله‌های $\frac{R_e}{4}$ و $\frac{R_e}{2}$ از سطح زمین، در مدارهای دایره‌ای به دور زمین می‌چرخند. انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ (R_e شعاع کره زمین است).

- (۱) $\frac{25}{6}$ (۲) $\frac{5}{6}$ (۳) $\frac{25}{36}$ (۴) $\frac{5}{12}$

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

هنگامی که یک ماهواره در فاصله r از مرکز زمین به دور آن می‌چرخد، تندی حرکت آن برابر است با:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

در این رابطه r فاصله ماهواره تا مرکز زمین است که از رابطه $r = R_e + h$ به دست می‌آید.

برای مقایسه انرژی جنبشی دو ماهواره می‌توان نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times \frac{GM}{r}$$

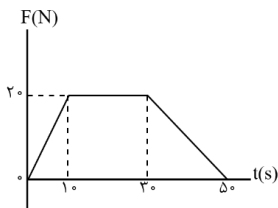
$$\Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{r_B}{r_A} = \frac{m}{2m} \times \frac{R_e + \frac{R_e}{4}}{R_e + \frac{R_e}{2}} = \frac{1}{2} \times \frac{\frac{5}{4}R_e}{\frac{3}{2}R_e}$$

$$\Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{5}{12}$$

گروه آموزشی ماز

۲۶- نمودار نیرو - زمان متحرکی به صورت زیر است. نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در ۵۰ ثانیه داده شده، چند نیوتون است؟

- (۱) ۱۰
(۲) ۱۲/۵
(۳) ۱۴
(۴) ۱۷/۵



(آسان - نموداری - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

نیروی خالص متوسط

(۱) مساحت زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییرات تکانه جسم است.

(۲) تغییرات تکانه در واحد زمان برابر نیروی خالص متوسط وارد بر جسم است.

مساحت بین نمودار $F-t$ و محور t ، تغییر تکانه متحرک را نشان می‌دهد.

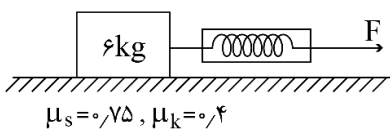
$$\Delta p = S = \frac{50 + (30 - 10)}{2} \times 20 = 700 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

$$F_{\text{net}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{700}{50} = 14 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۲۷- در شکل زیر، جسم روی سطح افقی ساکن است. اگر با نیروی $F=25\text{N}$ افقی بر آن وارد کنیم، نیرویی که جسم به سطح افقی وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g=10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

(۱) ۶۵
(۲) ۷۵
(۳) $15\sqrt{13}$
(۴) $12\sqrt{29}$



- (۱) ۶۵
(۲) ۷۵
(۳) $15\sqrt{13}$
(۴) $12\sqrt{29}$



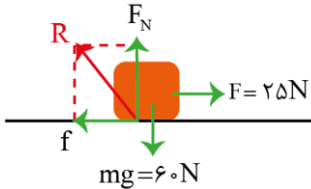
(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

اصطکاک و نیروی سطح

۱) هنگامی که یک جسم را با نیروی افقی F روی سطح افقی می کشیم، دو حالت زیر امکان پذیر است:
الف) $F \leq \mu_s mg$: در این حالت جسم ساکن می ماند و اصطکاک هم اندازه با نیروی F است.
ب) $F > \mu_s mg$: در این حالت جسم حرکت می کند و اصطکاک برابر $\mu_k mg$ است.
۲) نیروی سطح برابر برابری نیروی عمودی تکیه گاه و نیروی اصطکاک است.

جسم در راستای قائم حرکت نمی کند، پس:



$$F_N = mg = 60 \text{ N}$$

$$f_{s, \max} = \mu_s F_N = \frac{3}{4} \times 60 = 45 \text{ N}$$

جسم روی سطح افقی حرکت نمی کند. $F < f_{s, \max}$

$$F_{\text{net}, x} = 0 \rightarrow F - f_s = 0 \rightarrow f_s = F = 25 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_s^2} = \sqrt{60^2 + 25^2} = \sqrt{(5 \times 12)^2 + (5 \times 5)^2} = 5\sqrt{12^2 + 5^2} = 5\sqrt{13^2} = 5 \times 13 = 65 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- سؤال مناسب برای رشته ریاضی
ت در هر دقیقه ۳۰ دور می چرخد. اگر شعاع مسیر ۲ متر باشد، انرژی جنبشی جسم، چند ژول است؟
(۱) $10\pi^2$ (۲) $20\pi^2$ (۳) ۸۰ (۴) ۴۰

(متوسط - محاسباتی / ترکیبی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا دوره تناوب را محاسبه می کنیم و سپس با کمک آن سرعت و انرژی جنبشی را به دست می آوریم:

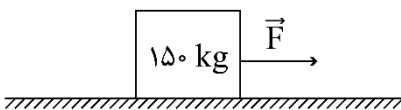
$$n = \frac{t}{T} \rightarrow 30 = \frac{60}{T} \rightarrow T = 2 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 2}{2} = 2\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (2\pi)^2 = 2/5 \times 4\pi^2 = 10\pi^2 \text{ J}$$

گروه آموزشی ماز

۲۹- مطابق شکل زیر، جسمی با نیروی افقی \vec{F} روی سطح افقی با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به طرف راست به حرکت درمی آید. اگر نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می کند، 1625 N باشد، نیروی F چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



وارد می کند، 1625 N باشد، نیروی F چند نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۴۲۵ (۳) ۸۰۰ (۴) ۹۲۵

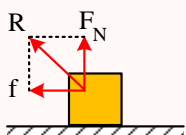
(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

نیروی عمود بر سطح (F_N): دو سطح در تماس در راستای عمود بر سطح تماس نیرویی به هم وارد می کنند که می خواهد از فرو رفتن دو سطح در یکدیگر جلوگیری کنند که به آن نیروی عمود بر سطح یا نیروی عمودی تکیه گاه می گویند.

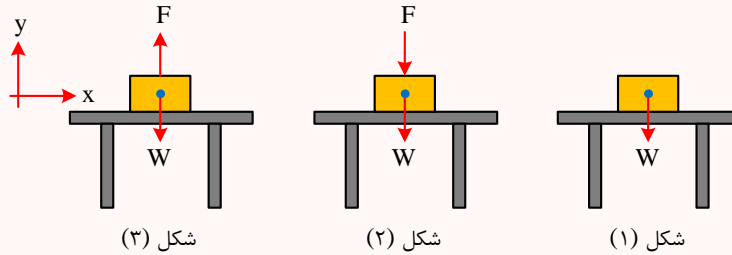
نیروی اصطکاک (f): دو سطح در تماس در راستای مماس بر سطح تماس نیرویی به هم وارد می کنند که می خواهد از لغزش دو سطح روی یکدیگر جلوگیری کند که به آن نیروی اصطکاک می گویند.

«منظور از نیروی سطح R برابری دو نیروی فوق است.»



$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

محاسبه نیروی عمود بر سطح (نیروی عمودی تکیه گاه): نیروی عمود بر سطح (نیروی عمود تکیه گاه) برای جلوگیری از فرو رفتن دو سطح در تماس در راستای عمود بر سطح تماس و به صورت رانشی (دافعه) ایجاد می شود. برای محاسبه نیروی عمود بر سطح (نیروی عمودی تکیه گاه) باید از قوانین نیوتون درباره حرکت استفاده کرد. جسمی را در نظر بگیرید که مطابق شکل های زیر روی سطح افقی یک میز در حال سکون قرار دارد.



در شکل (۱) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$F_{net\ y} = ma = 0 \Rightarrow F_N - W = 0 \Rightarrow F_N = W$$



در شکل (۲) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$F_{net\ y} = ma = 0 \Rightarrow F_N - F - W = 0 \Rightarrow F_N = W + F$$



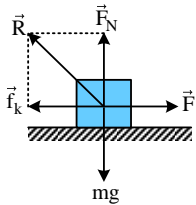
در شکل (۳) نیروهای وارد بر جسم به صورت شکل مقابل هستند و داریم:

$$F_{net\ y} = ma = 0 \Rightarrow F_N + F - W = 0 \Rightarrow F_N = W - F$$



در شکل (۳) اگر نیروی F از نیروی W (وزن جسم) بیش تر باشد، جسم از سطح میز جدا می شود و دیگر رابطه فوق برقرار نخواهد بود. ($F_N = 0$)

از طرف زمین دو نیروی عمودی تکیه گاه و اصطکاک به جسم وارد می شود. در راستای قائم داریم:



$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow F_N - mg = 0 \Rightarrow F_N = mg = 150 \times 10 = 1500\text{ N}$$

برای نیرویی که از طرف زمین به جسم وارد می شود، برابر است با:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2}$$

$$\Rightarrow 1625 = \sqrt{1500^2 + f_k^2} \Rightarrow 1625^2 = 1500^2 + f_k^2$$

$$\Rightarrow f_k^2 = (1625 - 1500) \times (1625 + 1500) = 125 \times 3125 = 125^2 \times 5^2\text{ N} \Rightarrow f_k = 625\text{ N}$$

حال قانون دوم نیوتون را برای حرکت افقی جسم می نویسیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - 625 = 150 \times 2 \Rightarrow F = 925\text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۳۰- گلوله ای به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۲۰ متری روی سطح سنگ فرس شده ای رها می شود و پس از برخورد با سطح، با تندی $10 \frac{m}{s}$ رو به بالا در راستای

قائم از سطح جدا می شود. اگر زمان تماس گلوله با سطح افقی 0.2 s باشد، بزرگی نیروی متوسط وارد بر گلوله در مدت تماس چند نیوتون است؟

(مقاومت هوا ناچیز و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است.)

۳۰ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)



(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

تکانه:

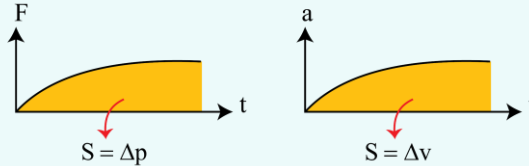
یک کمیت برداری است و برابر با حاصل ضرب جرم در سرعت است. تکانه قدرت جسم برای ضربه زدن را بیان می‌کند.

دینامیک	حرکت
$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

هر چقدر تکانه یک جسم بیشتر باشد متوقف کردن آن جسم سخت‌تر است.

مقایسه رابطه تکانه و قانون دوم نیوتون: از مقایسه دو رابطه می‌توان نتیجه گرفت که هر رابطه‌ای که در فصل حرکت بین سرعت و شتاب برقرار باشد همان رابطه بین تکانه و نیرو در فصل دینامیک نیز برقرار است.



مثال:

جسمی به جرم ۲ kg روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت $\frac{5}{s} m$ در حال حرکت است. اگر نیروی افقی $F = 3 N$ در جهت حرکت جسم به مدت ۴ ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت، تکانه جسم چند واحد SI می‌شود؟

۱۸ (۱) ۱۲ (۲) ۲۲ (۳) ۳۸ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

برای حل این تست از رابطه تکانه در قانون دوم نیوتون استفاده می‌کنیم:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \frac{p_2 - 2 \times 5}{4} = p_2 = 22 \text{ kg} \frac{m}{s}$$

گام اول:

تندی گلوله در لحظه برخورد به سطح سنگ‌فرش برابر است با:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20 \frac{m}{s} \quad \text{v رو به پایین} \quad v = -20 \frac{m}{s}$$

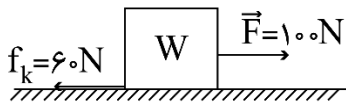
گام دوم:

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} = \frac{2(10 - (-20))}{0.2} \Rightarrow F_{av} = 30 N$$

گروه آموزشی ماز

۳۱- شکل زیر، نیروهای افقی وارد شده به جسمی به وزن W را نشان می‌دهد که بر روی سطح افقی در مسیر مستقیم حرکت می‌کند. تغییر تکانه آن در مدت یک ثانیه، در SI چقدر است؟



۴۰ (۲)

۴۰√۲ (۱)

۴۰۰√۲ (۴)

۴۰۰ (۳)

(آسان - مفهومی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow \Delta p = F_{net} \Delta t \Rightarrow \Delta p = (100 - 60) \times 1 \Rightarrow \Delta p = 40 \frac{kg \cdot m}{s}$$

طبق قانون دوم نیوتون با بیان تکانه داریم:

گروه آموزشی ماز

۳۲- سؤال مناسب برای رشته ریاضی

مار، دو برابر طول عقربه ساعت‌شمار است. تندی نوک عقربه ثانیه‌شمار، چند برابر تندی نوک عقربه

۷۲۰۰ (۴)

۳۶۰۰ (۳)

۲۸۸۰ (۲)

۱۴۴۰ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به رابطه تندی خطی در حرکت دایره‌ای داریم (اندیس ۱ برای عقربه ثانیه‌شمار و اندیس ۲ برای عقربه ساعت‌شمار):

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} \times \frac{T_2}{T_1} = 2 \times \frac{12 \times 60 \times 60}{60} = 1440$$

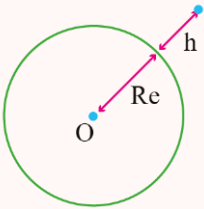


۳۳- سؤال مناسب برای رشته ریاضی

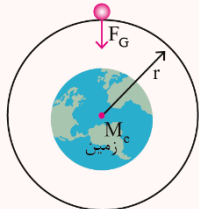
- به دور زمین به طور یکنواخت می چرخند. کدام مورد صحیح است؟
- ۱) متناسب با جذر فاصله ماهواره از مرکز زمین است.
 - ۲) مربع دوره گردش ماهواره به دور زمین، متناسب با مکعب فاصله ماهواره از مرکز زمین است.
 - ۳) شتاب حرکت ماهواره متناسب با جذر فاصله ماهواره از مرکز زمین است.
 - ۴) وزن یک ماهواره با جذر فاصله ماهواره از مرکز زمین رابطه عکس دارد.

پاسخ: گزینه ۲

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)



$$g_0 = \frac{GM_e}{R_e^2} \approx 9.8 \frac{m}{s^2}$$



- با استفاده از نیروی مرکزگرا ($F_c = \frac{mv^2}{r}$) و رابطه تندی چرخش در حرکت دایره‌ای یکنواخت ($v = \frac{2\pi r}{T}$)، می‌توان تندی و دوره چرخش ماهواره را به دست آورد:

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \rightarrow v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM_e}} \rightarrow T \propto \sqrt{r^3} \Rightarrow T^2 \propto r^3$$

شتاب گرانشی:

شتاب گرانشی زمین در نقطه‌ای که به فاصله h از سطح زمین قرار دارد، برابر است با:

$$g = \frac{GM_e}{r_e^2} = \frac{GM_e}{(R_e + h)^2}$$

در رابطه بالا M_e جرم زمین و R_e شعاع زمین است.

با توجه به رابطه بالا، شتاب گرانشی در سطح زمین از رابطه زیر به دست می‌آید:

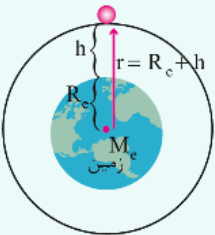
چرخش ماهواره به دور زمین:

حرکت ماهواره‌ها به دور زمین، حرکت دایره‌ای یکنواخت است و نیروی وزن ماهواره در ارتفاعی که در آن به دور زمین گردش می‌کند، نقش نیروی مرکزگرا را ایفاء می‌کند:

$$F_c = W_{\text{ماهواره}} = mg$$

نکته:

توجه کنید که در روابط بالا شعاع مدار فاصله از مرکز زمین است. اگر ارتفاع از سطح زمین داده شود، برای تعیین شعاع باید شعاع کره زمین را با ارتفاع داده شده جمع کرد.



بررسی گزینه‌ها:

با توجه به نکات بالا، عبارت صحیح برای هر یک از گزینه‌ها به صورت زیر است:

- ۱) تندی مداری ماهواره با جذر فاصله آن از مرکز زمین رابطه عکس دارد. (×)
- ۲) مربع دوره گردش با مکعب فاصله متناسب است. (✓)
- ۳) شتاب حرکت ماهواره با مربع فاصله رابطه عکس دارد. (×)
- ۴) وزن ماهواره با مربع فاصله از مرکز زمین رابطه عکس دارد. (×)

گروه آموزشی ماز

۳۴- معادله تکانه متحرکی به جرم ۵۰۰ گرم که روی محور x حرکت می‌کند، در SI به صورت $\vec{P} = (3t - 6)\vec{i}$ است. نیروی خالص متوسطی که در بازه زمانی

$t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$ بر این متحرک وارد می‌شود، برحسب نیوتون، کدام است؟

- ۱) $3\vec{i}$ ۲) $-3\vec{i}$ ۳) $6\vec{i}$ ۴) $-6\vec{i}$



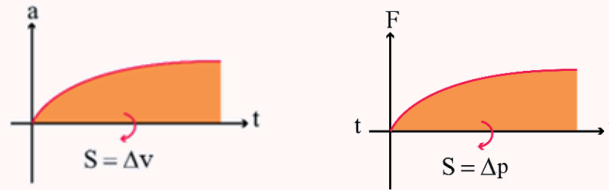
(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

تکانه و نیروی متوسط

تکانه: یک کمیت برداری است و برابر با حاصل ضرب جرم در سرعت است، تکانه قدرت جسم برای ضربه زدن را بیان می‌کند. $\vec{p} = m\vec{v}$
مقایسه رابطه تکانه و قانون دوم نیوتون: از مقایسه دو رابطه می‌توان نتیجه گرفت که هر رابطه‌ای که در فصل حرکت بین سرعت و شتاب برقرار باشد، همان رابطه بین تکانه و نیرو در فصل دینامیک نیز برقرار است.

دینامیک	حرکت
$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$



تغییرات تکانه برابر با سطح زیر نمودار نیرو - زمان است.

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$$

طبق قانون دوم نیوتون بر حسب تکانه داریم:

$$\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{\vec{p}_f - \vec{p}_i}{t_f - t_i} = \frac{(3 \times 3 - 6)\vec{i} - (3 \times 1 - 6)\vec{i}}{2}$$

$$\Rightarrow \vec{F}_{av} = \frac{3\vec{i} - (-3\vec{i})}{2} = 3\vec{i} \quad (\text{در SI})$$

گروه آموزشی ماز

۳۵- جسمی به جرم ۵ kg روی سطح افقی قرار دارد و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح به ترتیب ۰/۵ و ۰/۴ است. اگر به جسم

نیروی افقی و ثابت ۲۶ N وارد کنیم، در حین حرکت، شتاب جسم و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدامند؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۲) ۰/۲ و $25\sqrt{5}$

۱) ۰/۲ و $10\sqrt{29}$

۴) ۱/۲ و $25\sqrt{5}$

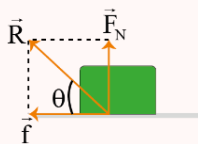
۳) ۱/۲ و $10\sqrt{29}$

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

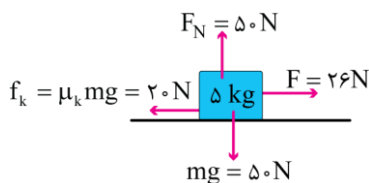
نیروی سطح:

سطح یا تکیه‌گاه که جسم روی آن ساکن یا در حال حرکت است، دو نیرو به جسم وارد می‌کند: نیروی عمودی سطح \vec{F}_N و نیروی اصطکاک f ، به برآیند این دو نیرو، نیروی سطح یا تکیه‌گاه می‌گویند و آن را با نماد \vec{R} نشان می‌دهند؛ چون این دو نیرو همواره بر هم عمودند، داریم:



$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

نیروی $F = 26 \text{ N}$ از $f_{s, \max} = \mu_s mg = 0.5 \times 50 = 25 \text{ N}$ بزرگ‌تر است، پس جسم روی سطح حرکت می‌کند و اصطکاک از نوع جنبشی است.



$$F_{net} = ma \Rightarrow 26 - 20 = 5a \Rightarrow a = 1/2 \frac{m}{s^2}$$

نیروی سطح: $R = \sqrt{(f_k)^2 + F_N^2} = \sqrt{20^2 + 50^2} = 10\sqrt{29} \text{ N}$

گروه آموزشی ماز



۳۶- سؤال مناسب برای رشته ریاضی

ندی ثابت $18 \frac{km}{h}$ مسیر دایره‌ای به شعاع ۲۰ متر را دور می‌زند. نیروی مرکزگرای خودرو چند نیوتون

است و کدام نیرو آن را تأمین می‌کند؟

- (۱) ۲۵۰۰ - نیروی اصطکاک جنبشی
(۲) ۲۵۰۰ - نیروی اصطکاک ایستایی
(۳) ۱۲۵۰ - نیروی اصطکاک جنبشی
(۴) ۱۲۵۰ - نیروی اصطکاک ایستایی

پاسخ: گزینه ۲

(آسان - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۲) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

نیروی مرکزگرا

هرگاه خودرویی مسیر دایره‌ای یک میدان مسابقه افقی و یا یک پیچ جاده افقی را با تندی ثابت بپیماید، نیروی اصطکاک ایستایی بین لاستیک اتومبیل و مسیر که امتداد آن در راستای شعاع میدان مسابقه و جهت آن به سمت مرکز است، نقش نیروی مرکزگرا برای خودرو ایفا می‌کند:

$$F_c = f_s \rightarrow \frac{mv^2}{r} = f_s$$

دقت کنید که بیشینه تندی که خودرو می‌تواند با آن پیچ را بپیماید ربطی به جرم خودرو ندارد.

در حرکت دایره‌ای خودرو در پیچ، نیروی اصطکاک ایستایی در نقش نیروی مرکزگراست و اندازه آن برابر است با:

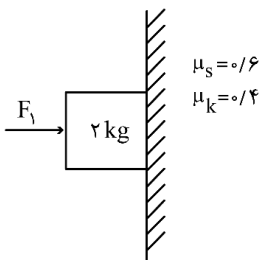
$$v = 18 \frac{km}{h} = 5 \frac{m}{s} \quad m = 2 \text{ ton} = 2000 \text{ kg}$$

$$F_c = m \frac{v^2}{R} = 2000 \times \frac{5^2}{20} = 2500 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۳۷- در شکل زیر، نیروی افقی $F_1 = 40 \text{ N}$ به جسم وارد می‌شود و جسم با تکیه بر دیوار قائم ساکن مانده است. حال اگر در همین شرایط، نیروی $F_2 = 56 \text{ N}$ از پایین به بالا در راستای قائم به جسم وارد شود و جسم را به حرکت درآورد. نیرویی که در ضمن حرکت، جسم به دیوار وارد می‌کند، چند نیوتون

می‌شود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



- (۱) $40\sqrt{5}$
(۲) $40\sqrt{2}$
(۳) $18\sqrt{29}$
(۴) $18\sqrt{34}$

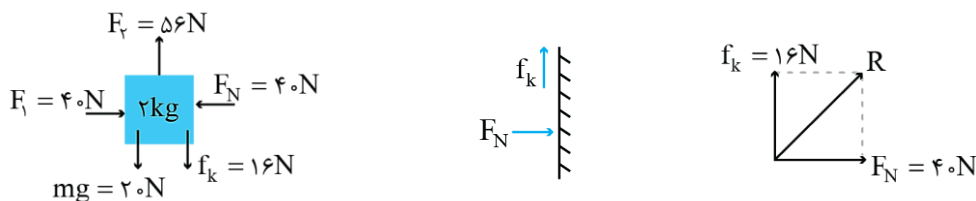
پاسخ: گزینه ۳

(ساده - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

نکته

نیرویی که جسم به دیوار وارد می‌کند، برابرند دو نیروی F_N و f_k است. می‌دانیم نیرویی که جسم به دیوار وارد می‌کند، طبق قانون سوم نیوتون هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که دیوار به جسم وارد می‌کند.

نیروهای وارد بر جسم و دیوار را رسم می‌کنیم:



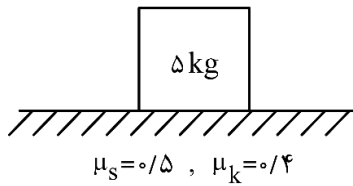
$$\begin{cases} F_N = F_1 = 40 \text{ N} \\ f_k = \mu_k F_N = 0.4 \times 40 = 16 \text{ N} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{نیروی سطح: } R = \sqrt{16^2 + 40^2} \Rightarrow R = \sqrt{(8 \times 2)^2 + (8 \times 5)^2} \Rightarrow R = 8\sqrt{4 + 25} = 8\sqrt{29} \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز



۳۸- در شکل زیر، جسم روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد. حداقل نیرویی که در راستای افقی به جسم وارد شود، تا جسم به حرکت درآید، چند نیوتون است و اگر تحت اثر این نیروی ثابت جسم به حرکت درآید، حداکثر جرمی که می‌توانیم روی جسم قرار دهیم تا جسم متوقف نشود، چند



کیلوگرم است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

- (۱) ۲۰ و ۱/۲۵
(۲) ۲۵ و ۱/۲۵
(۳) ۲۰ و ۱
(۴) ۲۵ و ۱

(متوسط - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

حداقل نیروی لازم برای شروع حرکت جسم برابر با $f_{s,max}$ است.

به محض شروع حرکت، نیروی اصطکاک اندکی افت می‌کند و از $f_{s,max}$ به f_k می‌رسد.

با اضافه کردن جرم بر روی جسم، نیروی F_N و در نتیجه نیروی اصطکاک جنبشی (f_k) افزایش می‌یابد. حداکثر جرم مجاز برای متوقف نشدن جسم به اندازه‌ای است که f_k با نیروی محرک برابر شود که در این صورت، جسم با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد. با توجه به آنچه گفته شد، داریم:

$$F_N = mg = 5 \times 10 = 50 \text{ N} \Rightarrow f_{s,max} = \mu_s F_N = 0.5 \times 50 = 25 \text{ N}$$

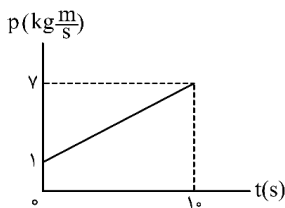
بنابراین حداقل نیروی لازم برای شروع حرکت جسم برابر با ۲۵ N است.

$$f_k = 25 \text{ N} \Rightarrow \mu_k F'_N = 25 \Rightarrow F'_N = \frac{25}{0.4} = 62.5 \text{ N}$$

$$F'_N = (m + m')g \Rightarrow 62.5 = (5 + m') \times 10 \Rightarrow m' = 1.25 \text{ kg}$$

گروه آموزشی ماز

۳۹- نمودار تکانه - زمان جسمی به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل است. شتاب متحرک در لحظه $t = 8 \text{ s}$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟



- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۴
(۴) ۵

(ساده - مفهومی / نموداری - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

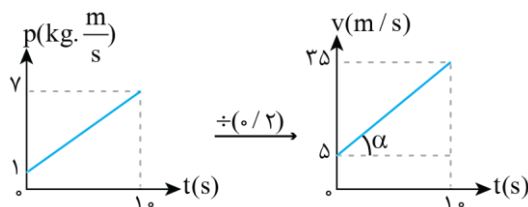
پاسخ: گزینه ۲

نکته

- با توجه به تعریف تکانه $(p = mv)$ ، برای رسم نمودار $v - t$ کافی است مقادیر p در نمودار $p - t$ را بر جرم m تقسیم کنیم.
- وقتی نمودار سرعت - زمان به صورت خطی باشد، حرکت با شتاب ثابت است و اندازه شتاب در تمام لحظات برابر با شیب خط است.

ابتدا نمودار سرعت - زمان را از روی نمودار $p - t$ رسم می‌کنیم:

$$m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}$$



شتاب در تمام لحظات و از جمله در لحظه $t = 8 \text{ s}$ برابر شیب خط $(\tan \alpha)$ است، بنابراین:

$$a = \tan \alpha = \frac{35 - 5}{10} = 3 \frac{m}{s^2}$$

گروه آموزشی ماز



۴۰. سؤال مناسب برای رشته ریاضی | سطح افقی پیچ دایره‌ای به شعاع ۲۵ متر را دور بزنند. اگر حداکثر سرعتی که خودرو می‌تواند روی پیچ

حرکت کند و نلغزد، $۳۶ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ باشد، ضریب اصطکاک ایستایی بین لاستیک‌ها و سطح جاده چقدر است؟ $(g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

۰/۴ (۴)

۰/۳ (۳)

۰/۲ (۲)

۰/۵ (۱)

(ساده - مفهومی - ۱۲۰۲) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

نکته

۱) در حرکت یک خودرو در یک پیچ افقی، نیروی اصطکاک ایستایی جانبی بین لاستیک و جاده به عنوان نیروی مرکزگرا است.

۲) حداکثر سرعت مجاز خودرو در پیچ افقی به اندازه‌ای است که نیروی اصطکاک ایستایی برابر با $f_{s,\text{max}}$ شود.

با توجه به نکات فوق داریم:

$$v_{\text{max}} = ۳۶ \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{۳۶ \text{ m}}{۳/۶ \text{ s}} = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$f_s = F_{\text{مرکزگرا}} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow f_{s,\text{max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{r}$$

$$\Rightarrow \mu_s F_N = \frac{mv_{\text{max}}^2}{r} \Rightarrow \mu_s mg = \frac{mv_{\text{max}}^2}{r}$$

$$\Rightarrow \mu_s \times ۱۰ = \frac{۱۰^2}{۲۵} \Rightarrow \mu_s = ۰/۴$$

◆ گروه آموزشی ماز ◆