سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

جمعه
۱۴۰۴/۰۱/۱۵

دینامیک و حرکت دایره‌ای
(فصل ۲ دوازدهم)

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
فیزیک

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	سعید احمدی ـ امیررضا خوینی‌ها مجید رجبی وندچالی ـ امیرمحمد زمانی حسین عبدوی‌نژاد ـ محمدجواد سورچی	حسین عبدوی‌نژاد پویا هدایتی

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

۵۵ روز جمع‌بندی تا کنکور اردیبهشت

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 می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

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

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

آزمون امروز مربوط به فصل دوم فیزیک دوازدهمه، یعنی فصل «دینامیک». این فصل از اون فصلای خیلی مهم و یه کوچولو سخته که هم تعداد تست قابلِ‌توجهی ازش در کنکور میاد و هم حسابی قابلیت ترکیب شدن با فصلای دیگه رو داره! بچه‌ها مباحث این فصل می‌تونه با فصلای «حرکت‌شناسی»، «کار و انرژی» و «نوسان و امواج» ترکیب بشه و کلی تست باحال و سخت درست کنه، پس حواستون باشه که این فصل رو جدی بگیرید که با هیچ‌کس شوخی نداره!

فصل ۲ فیزیک دوازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

اگه بخوایم مطالب این فصل رو دسته‌بندی کنیم، می‌تونیم به نمودار زیر برسیم.

۲- در کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

در جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل در کنکور اومده رو براتون آوردیم.

سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
ریاضی	۵	۴	۴	۴	۴	۴	۴

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱- چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح می‌باشد؟

الف: یک بازیکن فوتبال توپی را به سمت دروازه شوت می‌کند. برایند نیروهای وارد بر توپ در میانهٔ مسیر حرکت، در جهت حرکت توپ می‌باشد.

ب: نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند و هم‌نوع‌اند.

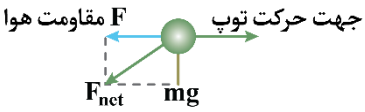
پ: قانون اول نیوتون دلیل پرتاب شدن سرنشینان خودرو به سمت جلو هنگامی که خودرو ترمز می‌کند، می‌باشد.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) صفر

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۲)

بررسی موارد:

الف) بعد از این‌که توپ به سمت دروازه شوت می‌شود، نیروهای وارد بر توپ نیروی وزن و مقاومت هوا هستند که برایند آن‌ها در جهت حرکت توپ نیست. (✗)



ب) این مورد صحیح می‌باشد. (✓)

پ) این مورد صحیح می‌باشد. (✓)

مشاوره

اولاً این سؤال نشون می‌ده که باید حواستون به حفظیات و مفاهیم مطرح‌شده در متن کتاب درسی باشه! دوماً که مورد «الف» خیلی دام خطرناکی داره و حتی اگر این سؤال رو درست جواب دادی یه سر به نکته‌ای که در درس‌نامه برات نوشتیم بزن که خیلی واجبه.

قوانین نیوتون

قانون اول نیوتون: اگر نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند، جسم حالت اولیهٔ خود را حفظ می‌کند؛ بنابراین اگر ساکن بود، ساکن باقی می‌ماند و اگر درحال حرکت بود با همان سرعت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

$$F_{net} = 0$$

قانون دوم نیوتون: اگر برایند نیروهای وارد بر جسم صفر نباشد، جسم شتاب می‌گیرد که شتاب آن از رابطهٔ $\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net}}{m}$ به‌دست می‌آید.

قانون سوم نیوتون: اگر جسم (۱) به جسم (۲) نیرویی وارد کند، جسم (۲) نیز به جسم (۱) نیرویی به همان اندازه، در همان راستا و در جهت مخالف وارد خواهد کرد. این دو نیرو را کنش و واکنش می‌نامیم.

لختی (اینرسی): به خاصیت تمایل اجسام در حفظ حالت اولیه به هنگام اِعمال نیروهای ناگهانی، خاصیت لختی یا اینرسی گفته می‌شود. خاصیت لختی در اجسام به کمک قانون اول نیوتون توجیه می‌گردد.

نکته

اگر جسم ساکنی تحت تأثیر برایند نیروهای واردشده بر آن شروع به حرکت کند، در شروع حرکت الزاماً در جهت برایند نیروهای واردشده به آن شروع به حرکت می‌کند؛ اما پس از شروع حرکت، دیگر نمی‌توان حکم کلی داد! یعنی بعد از شروع حرکت باید بررسی کنید که آیا در موقعیت گفته‌شده در سؤال، جسم در جهت برایند نیروها حرکت می‌کند یا نه!

گروه آموزشی ماز

۲- شتاب جسمی به جرم m که تحت اثر نیروی خالص F است، برابر a می‌باشد. اگر ۵۰ درصد از جرم جسم را کم کنیم، شتاب آن تحت اثر نیروی خالص F' برابر $\frac{۱}{۲}a$ می‌شود. حاصل $\frac{F'}{F}$ کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$\begin{cases} F = ma \\ F' = (m - \frac{۱}{۲}m) \times \frac{۱}{۲}a \end{cases} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{\frac{۱}{۲}m \times \frac{۱}{۲}a}{ma} = \frac{۱}{۴}$$

دام تستی

اگر حواستون نباشه و نسبت خواسته‌شده رو برعکس حساب کنین در دام گزینهٔ (۱) می‌افتید و اگر افزایش جرم رو به‌اشتباه، جرم ثانویه بگیرین در دام گزینهٔ (۴) می‌افتید.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۳- هنگام کوبیدن میخ در قطعه‌ای از چوب، چکش به میخ نیروی $\vec{F}_1$ وارد می‌کند و سبب فرو رفتن میخ در چوب می‌شود. میخ نیز به چکش نیروی $\vec{F}_2$ وارد می‌کند و حرکت چکش را کند و متوقف می‌کند. کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

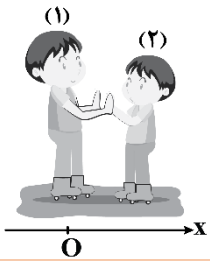
۱) نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ کنش و واکنش هستند.
۲) نیروهای کنش و واکنش ممکن است منجر به اثرات متفاوتی شوند.
۳) نیروهای کنش و واکنش می‌توانند از دو نوع مختلف باشند.
۴) نیروهای کنش و واکنش هم‌اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۲)

هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه و هم‌راستا اما در خلاف جهت وارد می‌کند.
توجه کنید ممکن است نیروهای کنش و واکنش منجر به اثرات متفاوتی شود؛ مثلاً هنگام کوبیدن میخ در قطعه‌ای چوب، چکش به میخ نیرو وارد می‌کند و سبب فرورفتن میخ در چوب می‌شود. نیروی وارد از میخ به چکش حرکت چکش را کُند و متوقف می‌کند. همچنین نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند و هم‌نوع‌اند؛ مثلاً هر دو الکتریکی‌اند، یا هر دو مغناطیسی‌اند یا هر دو گرانشی‌اند و یا ... .

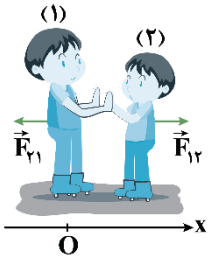
گروه آموزشی ماز

۴- دو شخص (۱) و (۲) به‌ترتیب به جرم‌های ۷۵kg و ۵۰kg با کفش‌های چرخ‌دار در یک سالن مسطح و صاف روبه‌روی هم ایستاده‌اند. شخص اول با نیروی ۱۰۰N شخص دوم را به‌طرف راست هُل می‌دهد. شتابی که شخص اول می‌گیرد، در SI کدام است؟



۱) $2\vec{i}$
۲) $-2\vec{i}$
۳) $\frac{4}{3}\vec{i}$
۴) $-\frac{4}{3}\vec{i}$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)



از قانون سوم نیوتون می‌دانیم نیرویی که شخص اول به دوم وارد می‌کند $(\vec{F}_{12})$ هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که شخص دوم به اول وارد می‌کند $(\vec{F}_{12})$. با انتخاب جهت مثبت محور x به‌طرف راست می‌توانیم بنویسیم:

$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12} \Rightarrow F_{21} = F_{12} = 100\,N \Rightarrow \vec{F}_{21} = -(100\,N)\vec{i}$$

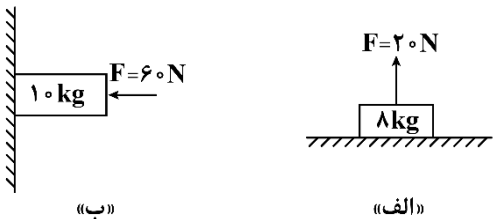
$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{F}_{21}}{m} = \frac{-(100\,N)\vec{i}}{75\,kg} = (-\frac{4}{3}\frac{m}{s^2})\vec{i}$$

مشاوره
علاوه‌بر سؤال مفهومی که از قانون سوم نیوتون براتون طرح کردیم، حواسمون بوده که سؤال محاسباتی هم براتون بیاریم که حسابی چم‌وخم سؤالات مطرح‌شده از قانون سوم نیوتون براتون مرور بشه.

دام تستی
اگر حواستون به خلاف جهت بودن نیروهای کنش و واکنش نباشه در دام گزینهٔ (۳) می‌افتید و اگر به اندیس شخص‌ها دقت نکنید در دام گزینهٔ (۱) گرفتار می‌شوید.

گروه آموزشی ماز

۵- در شکل‌های زیر، اجسام، ساکن هستند. اندازهٔ نیروی عمودی سطح واردشده بر جسم، در شکل‌های «الف» و «ب» به‌ترتیب چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) ۶۰ ،۶۰
۲) ۶۰ ،۱۰۰
۳) ۱۰۰ ،۶۰
۴) ۱۰۰ ،۱۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

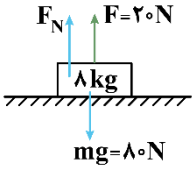
با توجه به این‌که اجسام ساکن هستند، پس نیروهای وارد بر آن‌ها متوازن بوده و برای محاسبهٔ نیروی عمودی سطح، کافیست برایند نیروهایی که در راستای عمود بر سطح هستند را مساوی صفر قرار دهیم:

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

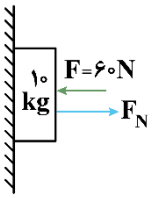
بررسی موارد:

الف



$$F_{net,y}=0\Rightarrow F_N+F-mg=0\Rightarrow F_N=mg-F=80-20=60N$$

ب

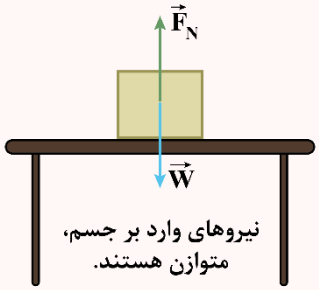


$$F_{net,x}=0\Rightarrow F_N-F=0\Rightarrow F_N=F=60N$$

مشاوره

محاسبهٔ اندازهٔ نیروی عمودی سطح همیشه پای ثابت سؤالات دینامیک هست. به بهانهٔ این سؤال، خواستیم مهارت شما رو در محاسبهٔ نیروی عمودی سطح بالا ببریم.

نیروی عمودی سطح



مطابق شکل، جسمی را روی سطح افقی میزی درنظر بگیرید. بر جسم ساکن روی میز چه نیروهایی وارد می‌شود؟ با توجه به این‌که نیروی وزن بر جسم وارد می‌شود، چه نیرویی سبب خنثی شدن آن و سکون جسم می‌شود؟ چون نیروهای وارد بر جسم ساکن، متوازن‌اند، پس باید نیرویی هم‌اندازه و در خلاف جهت وزن از طرف میز (سطح) بر جسم وارد شود تا نیروی وزن را خنثی کند. به این نیرو که عمود بر سطح تماس است، نیروی عمودی سطح (تکیه‌گاه) می‌گویند و آن را با $\vec{F}_N$ نشان می‌دهند:

$$\vec{F}_{net,y}=0\Rightarrow \vec{F}_N+\vec{W}=0\Rightarrow \vec{F}_N=-\vec{W}\Rightarrow F_N=W$$

نیروی عمودی سطح، ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. اگر جسمی سنگین را روی یک سطح اسفنجی یا یک تشک قرار دهیم تغییر شکل اسفنج یا تشک به‌خوبی دیده می‌شود. حتی یک زمین به‌ظاهر سفت‌وسخت نیز وقتی جسمی روی آن قرار می‌گیرد، تغییر شکل می‌دهد. این تغییر شکل مربوط به نیروهای بین‌مولکولی است.

پس نیروی عمودی سطح، از طرف سطح، عمود بر سطح و رو به بیرون به جسم وارد می‌شود.

نکته

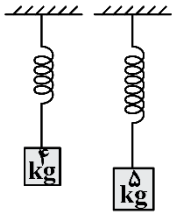
اگر جسم در آستانهٔ جدا شدن از سطح باشد، نیروی عمودی سطح برابر با صفر خواهد بود.

توجه!

برای محاسبهٔ نیروی عمودی سطح، باید برایند نیروهایی که در راستای عمود بر سطح هستند را تحلیل کنید.

گروه آموزشی ماز

۶- در شکل‌های زیر از دو فنر مشابه، جرم‌های ۴kg و ۵kg آویزان شده و طول فنرها در حالت تعادل به ۱۲cm و ۱۳cm رسیده است. طول اولیهٔ این فنرها چند سانتی‌متر است؟



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۰
۴) ۱۱

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۴۰۲)

با توجه به تعادل وزنه‌های آویخته شده، می‌توان نوشت:

$$F_{فنر}=mg\Rightarrow kx=mg$$

$$\begin{cases}\text{حالت اول}: k\times(12-L_0)=4\times10\\ \text{حالت دوم}: k\times(13-L_0)=5\times10\end{cases}\Rightarrow\frac{12-L_0}{13-L_0}=\frac{4}{5}\Rightarrow 60-5L_0=52-4L_0\Rightarrow L_0=8cm$$

نیروی فنر

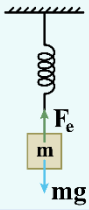
اگر فنری را از حالت آزاد خود خارج کنیم، اندازهٔ نیروی کشش درون فنر از رابطهٔ $F_e=kx$ به‌دست می‌آید. در این رابطه k ثابت فنر (برحسب $\frac{N}{m}$) و x اندازهٔ تغییر طول فنر نسبت به حالت آزاد است که از رابطهٔ $x=L-L_0$ به‌دست می‌آید.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نکته

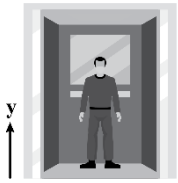
اگر جسمی به جرم m را از فنر قائمی آویزان کنیم، پس از تعادل مجموعه داریم:



$$F_{net,y}=0 \Rightarrow F_e=mg \Rightarrow kx=mg$$

گروه آموزشی ماز

۷- مطابق شکل، شخصی به جرم ۶۰kg درون آسانسوری قرار دارد و آسانسور با شتاب ثابت و رو به بالای $2\frac{m}{s^2}$ حرکت می‌کند. بردار نیروی واردشده بر آسانسور از طرف شخص در SI کدام است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



۱) $720\vec{j}$
۲) $-720\vec{j}$
۳) $480\vec{j}$
۴) $-480\vec{j}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

نیروی واردشده بر شخص از طرف آسانسور (نیروی عمودی سطح) به سمت بالا بوده و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$F_N=m(g+a)=60(10+2)=720N \Rightarrow \vec{F}_N=(720N)\vec{j}$$

از طرفی طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که شخص به آسانسور وارد می‌کند، هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که آسانسور به شخص وارد می‌کند؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\vec{F}'_N=-\vec{F}_N \Rightarrow \vec{F}'_N=(-720N)\vec{j}$$

دام تستی

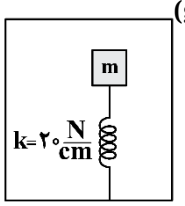
اگر خواستهٔ سؤال رو با دقت نخونین در دام گزینهٔ (۱) می‌افتید. راستی بچه‌ها دام جهت نیروهای کنش و واکنش خیلی مشهوره و حواستون جمع باشه. اگر هم دقت نکنی و F_N رو با رابطهٔ $m(g-|a|)$ حل کنی در دام یکی از گزینه‌های (۳) یا (۴) می‌افتی.

استراتژی حل سریع

در این تیپ مسائل آسانسور که به‌جز نیروی وزن و نیروی عمودی سطح (یا نیروی فنر یا نیروی کشش طناب) نیروی دیگری نیست، اگر آسانسور تندشونده رو به بالا یا کندشوندهٔ رو به پایین درحال حرکت باشد $F_N=m(g+|a|)$ شده و اگر آسانسور تندشوندهٔ رو به پایین یا کندشوندهٔ رو به بالا در حرکت باشد $F_N=m(g-|a|)$ می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۸- مطابق شکل زیر، وزنه‌ای به جرم ۵kg درون آسانسور ساکن بر روی یک فنر قرار دارد و فاصلهٔ وزنه تا کف آسانسور ۴۰cm است. اگر آسانسور از حال سکون با شتاب $2\frac{m}{s^2}$ به سمت پایین شروع به حرکت کند، فاصلهٔ وزنه تا کف آسانسور چند سانتی‌متر خواهد شد؟ $(g=10\frac{N}{kg})$



۱) ۳۹/۵
۲) ۴۰/۵
۳) ۳۹
۴) ۴۱

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

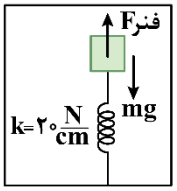
حالت اول:

آسانسور هیچ حرکتی ندارد و درنتیجه شتاب، برابر صفر است.

$$a=0 \Rightarrow F_{فنر}=mg \Rightarrow kx_1=mg \quad (1)$$

حالت دوم:

چون حرکت آسانسور به سمت پایین و تندشونده است، با فرض این‌که جهت مثبت رو به پایین باشد، داریم:



$$F_{net}=ma \Rightarrow mg-F_{فنر}=ma \Rightarrow kx_2=m(g-a) \quad (2)$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

حال طرفین دو معادلهٔ (۱) و (۲) را از هم کم می‌کنیم.

$$kx_۱ - kx_۲ = ma \Rightarrow ۲۰ \times x = ۵ \times ۲ \Rightarrow x = ۰/۵\text{cm}$$

توجه داشته باشید که در حالت دوم نسبت به حالت اول، فشردگی فنر کم‌تر بوده و بنابراین فاصلهٔ وزنه از کف آسانسور افزایش می‌یابد.

$$\text{فاصلهٔ وزنه تا کف آسانسور} = ۴۰ + ۰/۵ = ۴۰/۵\text{cm}$$

مشاوره

ایدهٔ طرح این سؤال به‌شدت در سال‌های اخیر مورد توجه طراحان محترم بوده و ما هم یک نمونه براتون آوردیم. اگر این تست رو غلط حل کردی یا حل نکردی، حتماً پاسخ تشریحی رو به‌دقت بخون و روش حل سریع رو هم با جون‌ودل یاد بگیر تا بتونی سه‌سوته این تیپ تست‌ها رو رنده کنی.

دام تستی

اگر در تحلیلت اشتباه کنی و وزن ظاهری جسم رو بیش‌تر از وزن واقعیش فرض کنی در دام گزینهٔ (۱) می‌افتی!

جرقهٔ ذهنی

چون آسانسور، تندشوندهٔ رو به پایین حرکت کرده است، پس وزن ظاهری جسم، کم‌تر از وزن واقعی آن شده و میزان فشردگی فنر به‌اندازهٔ x' کم‌تر می‌شود. همین تغییر جدید در نیروی فنر باید بتواند برایند نیروها را که دیگر صفر نیست، جبران کند.

$$kx' = m|a| \Rightarrow ۲۰x' = ۵ \times ۲ \Rightarrow x' = ۰/۵\text{cm}$$

حالا که فشردگی فنر به‌اندازهٔ $x' = ۰/۵\text{cm}$ کم شده، پس فاصلهٔ جسم از کف آسانسور هم ۰/۵cm زیاد شده و برابر $۴۰ + ۰/۵ = ۴۰/۵\text{cm}$ می‌شود.

از دید یک طراح سؤال گوش کن: اگر آسانسور با همین شتاب، کندشوندهٔ رو به بالا در حرکت بود، بازهم به این نتیجه می‌رسیدیم؛ اما اگر آسانسور با همین بزرگی شتاب، تندشوندهٔ رو به بالا یا کندشوندهٔ رو به پایین حرکت می‌کرد اون وقت وزن ظاهری جسم بیش‌تر از وزن واقعی‌اش می‌شد و فنر به‌اندازهٔ x' بیش‌تر فشرده می‌شد و گزینهٔ (۱) جواب بود.

گروه آموزشی ماز

۹- وزنه‌ای به جرم ۲kg را با طناب سبکی با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده رو به بالا می‌کشیم. نیروی کشش طناب را چند نیوتون تغییر دهیم تا وزنه با اندازهٔ شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ کندشونده به سمت بالا حرکت کند؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

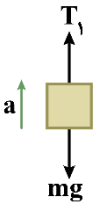
۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

روش اول:

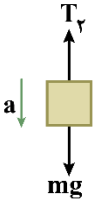
هر دو حالت را بررسی می‌کنیم:

حالت اول:



$$T_۱ - mg = ma \Rightarrow T_۱ - ۲۰ = ۲ \times ۲ \Rightarrow T_۱ = ۲۴\text{N}$$

حالت دوم:



$$T_۲ - mg = ma \Rightarrow T_۲ - ۲۰ = ۲ \times (-۲) \Rightarrow T_۲ = ۱۶\text{N} \Rightarrow T_۲ - T_۱ = ۱۶ - ۲۴ = -۸\text{N}$$

بنابراین نیروی کشش ریسمان ۸N کاهش یافته است.

روش دوم:

حالت اول:

$$T_۱ = m(g + |a|)$$

حالت دوم:

$$T_۲ = m(g - |a|)$$

$$T_۲ - T_۱ = m(-۲|a|) = ۲(-۴) = -۸\text{N}$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۰- **کدام گزینه نادرست است؟**

۱) برای جسمی که در آستانهٔ حرکت است، نیروی اصطکاک ایستایی متناسب با اندازهٔ نیروی عمودی سطح است.
۲) ضریب اصطکاک ایستایی به عامل‌هایی مانند جنس سطح تماس و صافی و زبری آن‌ها بستگی دارد.
۳) ضریب اصطکاک، کمیت بدون واحد است و به مساحت سطح تماس بستگی محسوسی ندارد.
۴) نیروی اصطکاک ایستایی بین دو جسم همواره بزرگ‌تر از نیروی اصطکاک جنبشی بین آن‌هاست.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۲)

بررسی گزینه‌ها:

۱

نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه برابر با $\mu_s F_N$ است؛ بنابراین برای جسمی که در آستانهٔ حرکت است (اصطکاک ایستایی بیشینه است)، این نیرو متناسب با F_N است. (✓)

۲

ضریب اصطکاک ایستایی به عامل‌هایی مانند جنس سطح تماس و صافی و زبری آن‌ها بستگی دارد. (✓)

۳

ضریب اصطکاک تقریباً مستقل از مساحت سطح تماس است. (✓)

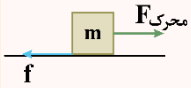
۴

همواره $f_s \geq f_k$ نیست، بلکه همواره $f_{s_{max}} \geq f_k$ صحیح است. (✗)

مشاوره

بچه‌ها به بهانهٔ این تست، یک درس‌نامهٔ خیلی محشر براتون نوشتیم و حتی اگر این تست رو درست جواب دادی، بازهم توصیه می‌کنیم از درس‌نامه غافل نشو که بعداً پشیمون می‌شی!

حرکت روی سطح دارای اصطکاک



اگر مانند شکل مقابل نیروی خالص محرکی به جسم ساکن اِعمال شود:

۱- ابتدا مقدار $(F_{محرکه})$ را به‌دست می‌آوریم که مساوی با برایند نیروهای در راستای حرکت به‌جز خود اصطکاک می‌شود.

۲- سپس نیروی $f_{s\,max}$ را از رابطهٔ $f_{s_{max}} = \mu_s F_N$ به‌دست می‌آوریم.

۳- مقادیر دو مرحلهٔ قبل را باهم مقایسه می‌کنیم و سه حالت پیش می‌آید:

الف) اگر $F_{محرکه} < f_{s\,max}$ ⇐ جسم ساکن می‌ماند؛ بنابراین:

نیروی اصطکاک: $f = f_s = F_{محرکه}$

ب) اگر $F_{محرکه} = f_{s\,max}$ ⇐ جسم در آستانه حرکت خواهد بود؛ بنابراین:

نیروی اصطکاک: $f = f_{s\,max} = \mu_s F_N = F_{محرکه}$

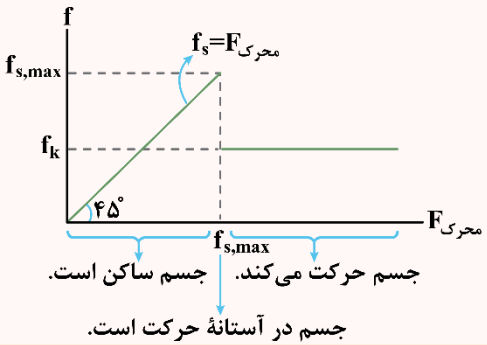
پ) اگر $F_{محرکه} > f_{s\,max}$ ⇐ جسم حرکت خواهد کرد؛ بنابراین:

نیروی اصطکاک: $f = f_k = \mu_k \cdot F_N$

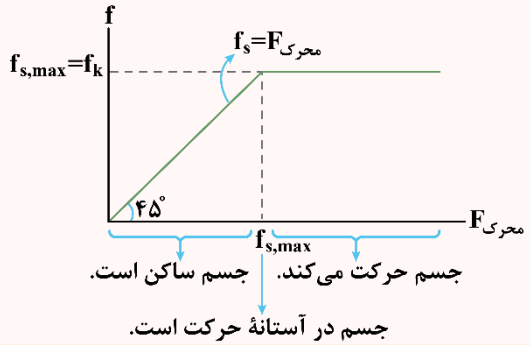
در روابط بالا μ_s و μ_k را به‌ترتیب ضریب اصطکاک ایستایی و ضریب اصطکاک جنبشی می‌نامیم که به ویژگی‌های سطح تماس جسم با زمین بستگی دارند و فاقد یکا هستند. در ضمن همواره:

$\mu_s \geq \mu_k$ و $f_{s,max} \geq f_k$

اگر $\mu_s > \mu_k$ باشد:



اگر $\mu_s = \mu_k$ باشد:



کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نکته

اگر بخواهیم جسم با حداقل نیروی محرک (با حداقل شتاب) شروع به حرکت کند، باید:

۱- $(F_{\text{محرک}})_{min} = f_{s,max} = \mu_s F_N$

۲- $f = f_k = \mu_k F_N$

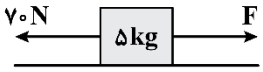
که در این حالت داریم:

$$a_{min} = \frac{(F_{\text{محرک}})_{min} - f_k}{m} = (\mu_s - \mu_k)\frac{F_N}{m}$$

در مسائلی که $F_N = mg$ است، $a_{min} = (\mu_s - \mu_k)g$ است.

گروه آموزشی ماز

۱۱- جسمی به جرم $5kg$ روی یک سطح افقی قرار دارد. مطابق شکل، دو نیروی افقی F و $70N$ بر جسم وارد می‌شود. در کدام‌یک از محدوده‌های زیر، جسم ساکن است؟ $(\mu_s = 0/6 \ , \ g = 10\frac{N}{kg})$



۱) $30N < F < 100N$

۲) $40N < F < 120N$

۳) $30N < F < 120N$

۴) $40N < F < 100N$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

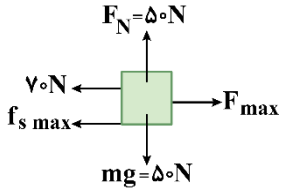
نکته

وقتی یک جسم که در تماس با یک سطح است، در آستانهٔ حرکت باشد، نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر آن، بیشینه است و مقدار آن برابر است با:

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

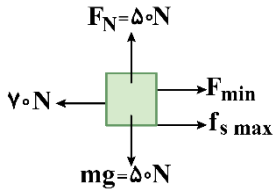
در اینجا، می‌توانیم نیروی F را آن‌قدر زیاد کنیم تا جسم در آستانهٔ حرکت به سمت راست قرار گیرد و یا آن‌قدر کم کنیم تا جسم در آستانهٔ حرکت به سمت چپ قرار گیرد.

آستانهٔ حرکت به سمت راست:



$$F_{max} = f_{s\,max} + 70$$
$$\Rightarrow F_{max} = \mu_s F_N + 70$$
$$\Rightarrow F_{max} = 0/6 \times 50 + 70 = 100N$$

آستانهٔ حرکت به سمت چپ:



$$F_{min} + f_{s\,max} = 70$$
$$\Rightarrow F_{min} + \mu_s F_N = 70 \Rightarrow F_{min} + 0/6 \times 50 = 70 \Rightarrow F_{min} = 40N$$

بنابراین در محدودهٔ $40N \le F \le 100N$ جسم ساکن است و تنها گزینهٔ (۴) در این محدوده است.

مشاوره

در این تیپ تست‌ها که اتفاقاً خیلی هم پرتکرار هستند، کل ماجرا از این قراره که می‌خواهیم بزرگی نیروی F در محدوده‌ای باشد که جسم ساکن بماند. کافیست یک بار جسم را در آستانهٔ حرکت در جهت نیروی F و یک بار هم در آستانهٔ حرکت در جهت نیروی $70N$ درنظر بگیریم تا محدودهٔ F برای ساکن ماندن جسم به‌دست آید.

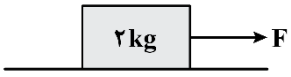
گروه آموزشی ماز

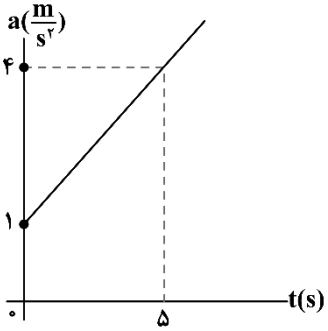
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

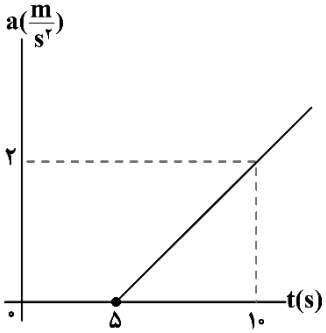
دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

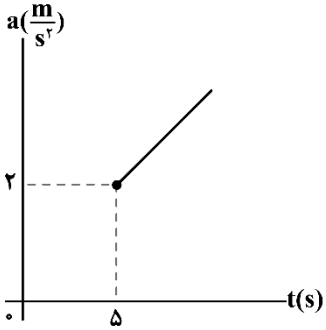
۱۲- در شکل زیر، نیرویی با معادلهٔ $F = 2t$ برحسب نیوتون به جسم ساکن وارد می‌شود. نمودار شتاب برحسب زمان جسم کدام می‌تواند باشد؟

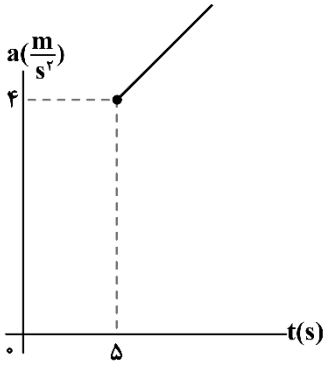
$(\mu_s = 0/5 \ , \ \mu_k = 0/3 \ , \ g = 10 \frac{N}{kg})$



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ نموداری/محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

گام اول:

تا زمانی که مقدار نیرو به $f_{s\,max}$ برسد، جسم، ساکن مانده و شتاب برابر صفر است.

$$F_N = mg = 20N \ , \ f_{s\,max} = \mu_s F_N = 0/5 \times 20 = 10N$$

$$F = 2t = 10N \Rightarrow t = 5s$$

گام آخر:

از لحظهٔ $t = 5s$ به بعد، جسم شروع به حرکت می‌کند و اصطکاک به اصطکاک جنبشی تبدیل می‌شود. در لحظهٔ شروع حرکت، شتاب برابر است با:

$$f_k = \mu_k F_N = 0/3 \times 20 = 6N$$

$$F_{net} = 10 - f_k = ma$$

$$\Rightarrow F_{net} = 10 - 6 = 2a \Rightarrow a = 2 \frac{m}{s^2}$$

مشاوره

اگر در حل این تست مشکل داری، درس‌نامهٔ تست ۱۰ رو برو شیرفهم شو.

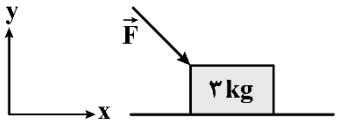
میان‌بُر

روش میان‌بُر برای پیدا کردن حداقل شتاب حرکت:

$$a_{min} = (\mu_s - \mu_k)g = (0/8 - 0/3) \times 10 = 5 \frac{m}{s^2}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳- مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $3kg$ تحت تأثیر نیروی ثابت $\vec{F} = 30\vec{i} - 10\vec{j}$ برحسب نیوتون، با سرعت ثابت روی سطح افقی درحال حرکت است. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چه زاویه‌ای برحسب درجه با راستای حرکت جسم می‌سازد؟ $(\cos 53^\circ = \sin 37^\circ = 0/6 \ , \ g = 10 \frac{N}{kg})$



۱) ۴۵
۲) ۹۰
۳) ۳۷
۴) ۵۳

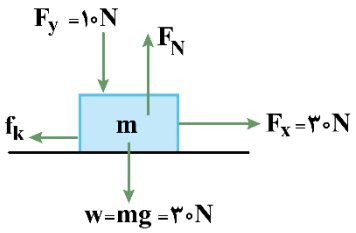
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

گام اول:

نیروهای وارد بر جسم مطابق شکل مقابل است:



گام دوم:

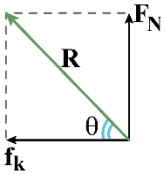
ازآنجایی‌که جسم با سرعت ثابت روی سطح افقی حرکت می‌کند، مطابق قانون اول نیوتون برایند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر است و داریم:

$$(F_{net})_y = ۰ \Rightarrow F_N - F_y - W = ۰ \Rightarrow F_N - ۱۰ - ۳۰ = ۰ \Rightarrow F_N = ۴۰N$$

$$(F_{net})_x = ۰ \Rightarrow F_x - f_k = ۰ \Rightarrow ۳۰ - f_k = ۰ \Rightarrow f_k = ۳۰N$$

گام آخر:

نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند (R) زاویهٔ θ با سطح افقی می‌سازد:



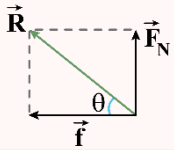
$$\tan\theta = \frac{F_N}{f_k} = \frac{۴۰}{۳۰} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \tan\theta = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \theta = ۵۳^\circ$$

دام تستی

اگر در محاسبهٔ $\tan\theta$ دقت کافی نداشته باشین در دام گزینهٔ (۳) می‌افتین.

نیروی سطح

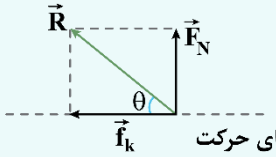
نیروی واکنش تکیه‌گاه، برایند دو نیروی $\vec{F}_N$ و اصطکاک است و ازآنجاکه این دو نیرو برهم عمود هستند می‌توان نوشت:

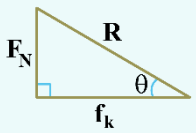


$$R = \sqrt{F_N^۲ + f^۲}$$

نکته

اگر جسمی روی سطحی درحال حرکت باشد، زاویهٔ نیروی R با راستای حرکت جسم (θ) را می‌توان به‌صورت زیر به‌دست آورد:



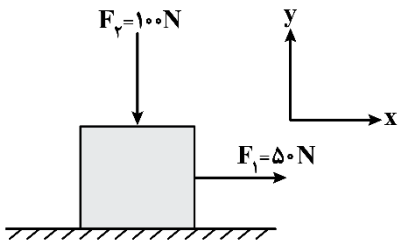


$$\tan\theta = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{F_N}{f_k} = \frac{F_N}{\mu_k F_N} \Rightarrow \tan\theta = \frac{۱}{\mu_k}$$

این رابطه نشان می‌دهد که زاویهٔ نیروی R با راستای حرکت جسم، فقط و فقط به μ_k بستگی دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۴- جسم ساکنی را درنظر بگیرید که دارای جرم ۹۰kg می‌باشد. دو نیروی $F_۱$ و $F_۲$ در راستای افقی و قائم به آن وارد می‌شوند. بردار نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ $(\mu_s = ۰/۶ \ , \ \mu_k = ۰/۳ \ , \ g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



۱) $-۵۰\vec{i} + ۱۰۰۰\vec{j}$

۲) $-۲۷۰\vec{i} + ۹۰۰\vec{j}$

۳) $۵۰\vec{i} - ۱۰۰۰\vec{j}$

۴) $۲۷۰\vec{i} - ۹۰۰\vec{j}$

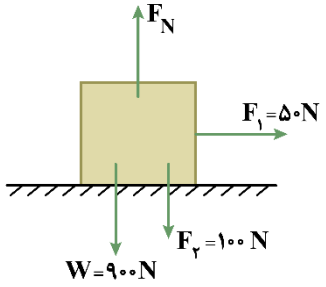
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

گام اول:

ابتدا نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و نیروی عمودی تکیه‌گاه را به‌دست می‌آوریم.



$$F_N = W + F_2 = 900 + 100 = 1000\,N$$

گام دوم:

برای آن‌که بفهمیم جسم ساکن می‌ماند یا حرکت می‌کند، مقدار بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی را محاسبه می‌کنیم:

$$f_{s\,max} = \mu_s F_N = 0/6 \times 1000 = 600\,N$$

چون نیروی F_1 کم‌تر از بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی است، پس جسم ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک آن برابر با $\vec{f}_s = (-50\,N)\vec{i}$ می‌باشد.

گام سوم:

نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند:

$$\vec{R} = \vec{f}_s + \vec{F}_N = (-50\vec{i} + 1000\vec{j})N$$

گام آخر:

مطابق قانون سوم نیوتون نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند $\vec{R}' = -\vec{R}$ است؛ بنابراین:

$$\vec{R}' = (50\vec{i} - 1000\vec{j})\,N$$

دام تستی

اگر به‌اشتباه، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کنه رو مدنظر قرار بدی در دام گزینهٔ (۱) می‌افتی.

گروه آموزشی ماز

۱۵- جسمی مکعب‌شکل را با سرعت افقی v_0 مماس بر سطح افقی پرتاب می‌کنیم. جسم پس از ۱/۵ ثانیه از لحظهٔ پرتاب متوقف می‌شود و نیز در ۰/۵ ثانیهٔ دوم حرکت به‌اندازهٔ ۱/۵ متر جابه‌جا می‌شود. ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح، مطابق با کدام گزینه است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

گام اول:

شتاب حرکت جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$a = -\mu_k g = -10\mu_k$$

گام دوم:

جسم در مدت ۱/۵s متوقف شده است و داریم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -10\mu_k \times 1/5 + v_0 \Rightarrow v_0 = 15\mu_k$$

گام آخر:

می‌دانیم جابه‌جایی جسم در T ثانیهٔ nام از رابطهٔ $\Delta x_{T,n} = \frac{1}{2}aT^2(2n-1) + Tv_0$ به‌دست می‌آید و برای ۰/۵ ثانیهٔ دوم $(n = 2, T = 0/5)$ داریم:

$$\Delta x_{0/5,2} = \frac{1}{2}(-10\mu_k)(0/5)^2(2\times 2 - 1) + 0/5 \times 15\mu_k = -\frac{15}{4}\mu_k + \frac{15}{2}\mu_k = \frac{15}{4}\mu_k$$

$$\xrightarrow{\Delta x_{0/5,2} = 1/5m} 1/5 = \frac{15}{4}\mu_k \Rightarrow \mu_k = 0/4$$

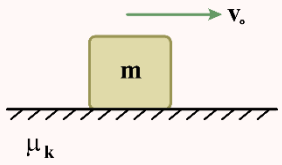
مشاوره

این‌که این تیپ تست چقدر مشهوره، مثل روز براتون روشنه! ولی اومدیم این تیپ رو با حرکت‌شناسی ترکیب کردیم تا یک ایدهٔ خلاقانه و جدید رو بهتون یاد بدیم. حتماً حواستون به درس‌نامه و مراحل تحلیل این تست باشه! چون به‌شدت جای این تیپ جدید در کنکور خالیه. حالا از ما گفتن.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

درس‌نامه



وقتی جسمی به جرم m را با سرعت اولیهٔ v_0، مماس بر یک سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی μ_k پرتاب می‌کنیم:

۱- شتاب حرکت جسم برابر است با $a = -\mu_k g$ که مستقل از جرم و سرعت اولیهٔ جسم است.

۲- مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا جسم متوقف شود، برابر است با $t = \frac{v_0}{\mu_k g}$ که مستقل از جرم جسم است.

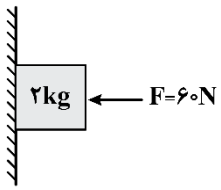
۳- مسافتی که جسم طی می‌کند تا متوقف شود، برابر است با $\Delta x = \frac{v_0^2}{2\mu_k g}$ که مستقل از جرم جسم است.

نکته

در حرکت با شتاب ثابت، جابه‌جایی متحرک در T ثانیهٔ nام از رابطهٔ $\Delta x_{T,n} = \frac{1}{2}aT^2(2n-1) + Tv_0$ به‌دست می‌آید.

گروه آموزشی ماز

۱۶- در شکل زیر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح قائم به‌ترتیب ۰/۴ و ۰/۲۵ می‌باشد. به‌ترتیب اندازهٔ نیروی افقی $\vec{F}$ را چند نیوتون کاهش دهیم تا جسم در آستانهٔ حرکت قرار گیرد و اندازهٔ این نیرو را چند نیوتون کاهش دهیم تا جسم با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ سقوط کند؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

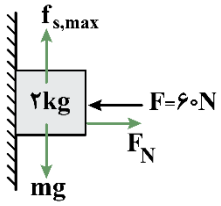


۱) ۱۰ و ۱۲
۲) ۱۰ و ۲۴
۳) ۲۰ و ۱۲
۴) ۲۰ و ۲۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۴۰۲)

گام اول:

مطابق شکل، جسم در صورتی در آستانهٔ حرکت قرار می‌گیرد که نیروی وزن جسم با بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی برابر باشد؛ نیروی عمودی سطح را درحالی‌که جسم در آستانهٔ حرکت به سمت پایین باشد به‌دست می‌آوریم:



$$(F_{net})_x = 0 \Rightarrow F = F_N \quad (*)$$
$$(F_{net})_y = 0 \Rightarrow f_{s\,max} - W = 0 \Rightarrow f_{s\,max} = W$$
$$\Rightarrow \mu_s F_N = W \Rightarrow 0/4 \times F_N = mg$$
$$\Rightarrow 0/4 \times F_N = 20 \Rightarrow F_N = 50N$$
$$\xrightarrow{(*)} F = 50N$$

برای آن‌که جسم در آستانهٔ حرکت باشد بایستی $F = 50N$ باشد؛ بنابراین باید اندازهٔ آن را $10N$ کاهش دهیم.

گام آخر:

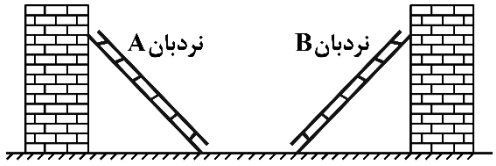
اگر بخواهیم جسم با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ سقوط کند، طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$mg - f_k = ma \Rightarrow 20 - \mu_k F = 2 \times 4 \xrightarrow{\mu_k = 0/25} F = 48N$$

بنابراین اگر نیروی F را $12N$ کاهش دهیم، جسم با شتاب $4\frac{m}{s^2}$ سقوط می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۱۷- در شکل زیر، دو نردبان A و B به‌ترتیب با جرم‌های $100kg$ و $400kg$ به دیوارهای قائم و بدون اصطکاکی تکیه داده شده و در حالت تعادل قرار دارند. اگر اندازهٔ نیرویی که دیوارهای قائم به هر نردبان وارد می‌کنند یکسان و ۳ برابر نیروی وزن نردبان A باشد، اندازهٔ نیرویی که سطح افقی به نردبان B وارد می‌کند چند برابر اندازهٔ نیرویی است که این سطح به نردبان A وارد می‌کند؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



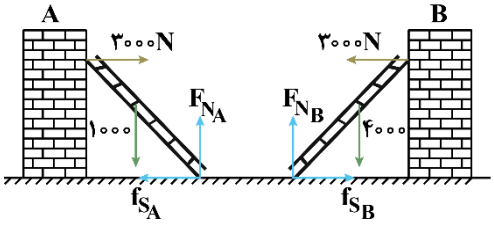
۱) $\sqrt{10}$
۲) $\frac{\sqrt{10}}{2}$
۳) $\frac{\sqrt{10}}{10}$
۴) $\frac{\sqrt{10}}{5}$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

نیرویی که دیوارهای قائم به هر دو نردبان وارد می‌کنند یکسان و برابر $F_N = ۳m_A g = ۳۰۰۰N$ است. از طرفی هم چون نردبان‌ها درحال تعادل‌اند، داریم:



$$F_{net_y} = ۰ \Rightarrow \begin{cases} F_{N_A} = ۱۰۰۰N \\ F_{N_B} = ۴۰۰۰N \end{cases}$$

$$F_{net_x} = ۰ \Rightarrow \begin{cases} f_{s_A} = ۳۰۰۰N \\ f_{s_B} = ۳۰۰۰N \end{cases}$$

درنتیجه:

$$R_A = \sqrt{F_{N_A}^۲ + f_{s_A}^۲} = \sqrt{(۳۰۰۰)^۲ + (۱۰۰۰)^۲} = ۱۰۰۰\sqrt{۱۰}N$$

$$R_B = \sqrt{F_{N_B}^۲ + f_{s_B}^۲} = \sqrt{(۳۰۰۰)^۲ + (۴۰۰۰)^۲} = ۵۰۰۰N$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{۵۰۰۰}{۱۰۰۰\sqrt{۱۰}} = \frac{۵}{\sqrt{۱۰}} = \frac{\sqrt{۱۰}}{۲}$$

مشاوره

گاهی وقت‌ها یک سری تست‌ها نه از لحاظ علمی، بلکه از لحاظ زمان‌بر بودن سخت هستند. مثل همین تست! این مدل تست‌ها رو حتماً برای وقت اضافه نگه دارین بچه‌ها.

گروه آموزشی ماز

۱۸- جسمی از سطح زمین با سرعت $v_۰$ در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود. از لحظهٔ پرتاب جسم تا لحظهٔ رسیدن آن به بالاترین ارتفاع، اندازهٔ نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم و اندازهٔ شتاب آن به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش می‌یابد، افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد، افزایش می‌یابد. ۳) افزایش می‌یابد، کاهش می‌یابد. ۴) کاهش می‌یابد، کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۲)

از لحظهٔ پرتاب تا رسیدن به نقطهٔ اوج که سرعت صفر می‌شود، تندی جسم کاهش می‌یابد و نیروی مقاومت هوا کاهش می‌یابد (نیروی مقاومت هوا به ابعاد جسم و تندی آن بستگی دارد، پس با کاهش تندی و ثابت ماندن ابعاد، نیروی مقاومت هوا کاهش می‌یابد).

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

$$\Rightarrow a = \frac{-mg - f_D}{m} \Rightarrow |a| = \frac{mg + f_D}{m} = g + \frac{f_D}{m} \xrightarrow{f_D \downarrow} |a| \downarrow$$

نیروی وزن ثابت مانده است اما چون نیروی مقاومت هوا کاهش می‌یابد، اندازهٔ شتاب آن نیز کاهش خواهد یافت.

مشاوره

تحلیل شتاب حرکت گلوله‌ای که به سمت بالا پرتاب می‌شود ازجمله مواردی هست که هم سؤال مفهومی و هم سؤال محاسباتی خوبی می‌شه ازش طرح کرد. یک درس‌نامهٔ خیلی خفن براتون نوشتیم تا همه‌جوره خیالتون رو از این تیپ تست‌ها راحت کنیم.

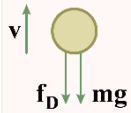
نیروی مقاومت شاره

وقتی جسمی مانند یک توپ را از بالای ساختمانی رها می‌کنیم، علاوه‌بر وزن جسم، نیروی دیگری از طرف هوا به جسم در خلاف جهت حرکت وارد می‌شود. به‌طور کلی وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن **نیروی مقاومت شاره** می‌گویند و معمولاً آن را با $\vec{f}_D$ نشان می‌دهند. نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد. هرچه تندی جسم بیش‌تر باشد، نیروی مقاومت شاره بیش‌تر خواهد شد. همان‌طور که می‌دانیم اگر جسم در هوا حرکت کند، به این نیرو، **نیروی مقاومت هوا** می‌گویند.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

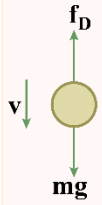
دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

بچه‌ها حواستون به بررسی شتاب حرکت جسم در این دو حالت مشهور باشه:



$$a=\frac{-mg-f_D}{m}\Rightarrow|a|=\frac{mg+f_D}{m}=g+\frac{f_D}{m}\ ,\ |a|>g$$ درحال کاهش $|a|$

وقتی گلوله‌ای را با تندی اولیهٔ v_0 در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌کنیم، تندی گلوله و بزرگی نیروی مقاومت هوای وارد بر آن کاهش یافته واندازهٔ شتاب حرکت گلوله کاهش می‌یابد تا در نقطهٔ اوج، $|a|=g$ شود.

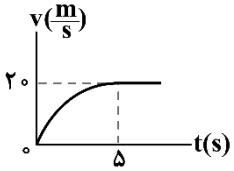


$$a=\frac{-mg+f_D}{m}\Rightarrow|a|=\frac{mg-f_D}{m}=g-\frac{f_D}{m}\ ,\ |a|<g$$ درحال کاهش $|a|$

هنگام بازگشت گلوله از نقطهٔ اوج، تندی گلوله و بزرگی نیروی مقاومت هوا به‌تدریج افزایش می‌یابد و درنتیجه اندازهٔ شتاب حرکت گلوله نیز به‌تدریج کاهش می‌یابد تا در لحظه‌ای که گلوله به تندی حدی می‌رسد، $f_D=mg$ و $a=0\frac{m}{s^2}$ می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۹- نمودار تغییرات تندی برحسب زمان برای گلوله‌ای به جرم ۴kg در حین سقوط، مطابق شکل است. بزرگی متوسط نیروی مقاومت هوای وارد بر گلوله در ۵ ثانیهٔ اول سقوط گلوله چند نیوتون است؟ $(g=9/8\frac{N}{kg})$



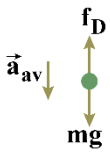
۱) ۵۵/۲
۲) ۲۳/۲
۳) ۲۴
۴) ۳۲

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

شتاب متوسط گلوله در ۵ ثانیهٔ اول برابر است با:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{20}{5}=4\frac{m}{s^2}$$

مطابق شکل زیر با سقوط گلوله در هوا دو نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا بر آن وارد می‌شوند و برایند این دو نیرو به گلوله شتابی در راستای قائم و رو به پایین می‌دهد؛ بنابراین با فرض این‌که جهت مثبت رو به پایین باشد داریم:



$$F_{net}=ma\Rightarrow mg-(f_D)_{av}=ma\Rightarrow a=\frac{mg-(f_D)_{av}}{m}$$

$$\Rightarrow a=g-\frac{(f_D)_{av}}{m}\Rightarrow 4=9/8-\frac{(f_D)_{av}}{4}$$

$$\Rightarrow (f_D)_{av}=23/2N$$

گروه آموزشی ماز

۲۰- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد تکانهٔ یک جسم صحیح است؟

الف: تکانه کمیتی برداری است که برابر حاصل‌ضرب جرم جسم در سرعت آن است.

ب: تکانه برابر حاصل‌ضرب نیرو در مدت‌زمان تأثیر آن است.

پ: در صورت وارد شدن نیروی خالص یکسان در مدت‌زمان یکسان به دو جسم مختلف، تغییر تکانهٔ آن‌ها یکسان است.

۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۲)

بررسی موارد:

الف

با توجه به رابطهٔ $\vec{p}=m\vec{v}$، این عبارت صحیح است. (✓)

ب

با توجه به رابطهٔ زیر، تغییرات تکانه برابر حاصل‌ضرب نیرو در مدت‌زمان تأثیر آن است، نه تکانه. (✗)

$$\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}\Rightarrow\Delta\vec{p}=\vec{F}_{av}\Delta t$$

ب

با توجه به رابطهٔ $\Delta\vec{p}=\vec{F}_{av}\Delta t$، در صورت وارد شدن نیروی خالص یکسان در مدت‌زمان یکسان به دو جسم مختلف، تغییر تکانهٔ آن‌ها یکسان است؛ بنابراین این عبارت صحیح است. (✓)

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

تکانه

۱- حاصل‌ضرب جرم در سرعت یک جسم را تکانه می‌نامند. تکانه یک کمیت برداری و هم‌جهت با سرعت است.

$\vec{p} = m\vec{v}$ تغییرات تکانه: $\Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v}$

۲- قانون دوم نیوتون با استفاده از تغییرات تکانه به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

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

متوسط نیروی وارد بر جسم برابر آهنگ تغییرات تکانه است.

۳- انرژی جنبشی یک جسم را می‌توان برحسب تکانه نیز نوشت:

انرژی جنبشی: $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m} \Rightarrow K = \frac{p^2}{2m}$

گروه آموزشی ماز

۲۱- جسمی روی محور x درحال حرکت است. اگر تکانهٔ جسم از $(40\frac{kgm}{s})\vec{i}$ به $(50\frac{kgm}{s})\vec{i}$ برسد، انرژی جنبشی آن به‌اندازهٔ ۵۰۰J تغییر می‌کند. جرم جسم چند کیلوگرم است؟

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۹ ۴) ۱/۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

رابطهٔ انرژی جنبشی برحسب تکانه به‌صورت $k = \frac{p^2}{2m}$ است، پس داریم:

$$p_2 > p_1 \Rightarrow K_2 - K_1 = 500 \Rightarrow \frac{p_2^2}{2m} - \frac{p_1^2}{2m} = 500$$

$$\Rightarrow \frac{2500 - 1600}{2m} = 500 \Rightarrow \frac{900}{2m} = 500 \Rightarrow \frac{4/5}{m} = 5$$

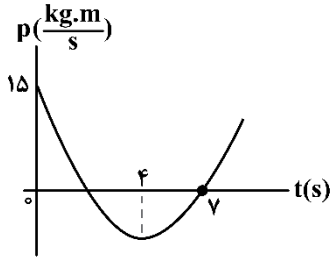
$$\Rightarrow m = \frac{4/5}{5} = 0/9kg$$

نکته

نمودار تکانه ـ زمان همواره با نمودار سرعت ـ زمان هم‌شکل است؛ بنابراین می‌توانیم مقادیر محور تکانه را بر جرم جسم تقسیم کنیم تا نمودار سرعت ـ زمان حاصل شود.

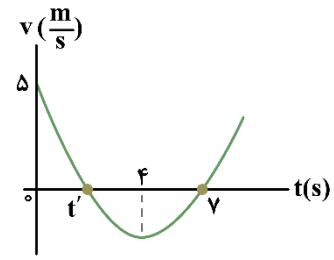
گروه آموزشی ماز

۲۲- نمودار تکانه ـ زمان جسمی به جرم ۳kg مطابق سهمی زیر است. در لحظه‌ای که نیروی خالص وارد بر جسم صفر می‌شود، تندی حرکت جسم چند $\frac{m}{s}$ است؟



۱) $\frac{25}{7}$ ۲) $\frac{45}{7}$ ۳) $\frac{25}{14}$ ۴) $\frac{45}{14}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)



نمودار تکانه ـ زمان همواره با نمودار سرعت ـ زمان هم‌شکل است؛ زیرا تکانه هم‌جهت با سرعت و با آن طبق رابطهٔ $p = mv$ رابطهٔ مستقیم دارد.

$$\frac{t' + 7}{2} = 4 \Rightarrow t' = 1s$$

$$p_0 = mv_0 \Rightarrow 15 = 3 \times v_0 \Rightarrow v_0 = 5\frac{m}{s}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

حال معادلهٔ آن را به‌دست می‌آوریم.

دقت کنید که ریشه‌های معادله ۷s و ۱s است، پس داریم: (تقارن سهمی)

$$v = a(t-1)(t-7) \xrightarrow[v=5]{t=0} 5 = a(-1)(-7)$$

$$\Rightarrow a = \frac{5}{7} \xrightarrow{\text{در نتیجه}} v = \frac{5}{7}(t-1)(t-7)$$

در لحظهٔ $t = 4s$ نیروی خالص وارد بر جسم صفر است زیرا شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ بیانگر شتاب لحظه‌ای است و شیب خط مماس در این لحظه صفر است و داریم:

$$v = \frac{5}{7}(4-1)(4-7) \Rightarrow v = \frac{5}{7} \times 3 \times (-3) = -\frac{45}{7}\frac{m}{s}$$

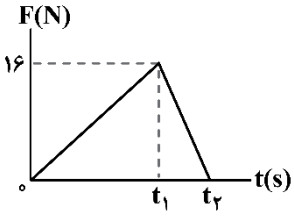
$$\Rightarrow |v| = \frac{45}{7}\frac{m}{s}$$

مشاوره

هم‌شکل بودن نمودار تکانه ـ زمان با نمودار سرعت ـ زمان همواره مورد توجه طراحان است. ما هم یک تیپ تست براتون آوردیم و در درس‌نامه هم قلق حل این تیپ‌ها رو کامل براتون نوشتیم.

گروه آموزشی ماز

۲۳- نمودار نیرو ـ زمان وارد بر متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. نیروی متوسط وارد بر متحرک در بازهٔ زمانی صفر تا t_2 چند واحد SI است؟



۱) ۱۲
۲) ۹
۳) ۸
۴) ۶

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

گام اول:

تغییر تکانهٔ یک جسم برابر با مساحت سطح زیر نمودار نیرو ـ زمان است؛ بنابراین:

$$\Delta p = \frac{1}{2}(16 \times t_2) \Rightarrow \Delta p = 8t_2 \frac{kgm}{s}$$

گام آخر:

آهنگ تغییر تکانهٔ جسم برابر با نیروی خالص متوسط وارد بر متحرک است؛ بنابراین:

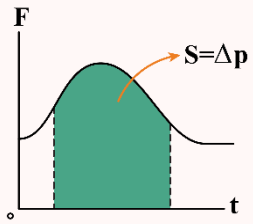
$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{8t_2}{t_2} = 8N$$

جرقهٔ ذهنی

اگر نمودار نیرو ـ زمان، مثلثی‌شکل باشد، آهنگ تغییر تکانه (نیروی خالص متوسط) برابر با نصف مقدار بیشینهٔ نیرو می‌شود:

$$F_{av} = \frac{1}{2}F_{max} = \frac{1}{2} \times 16 = 8N$$

نمودار نیرو ـ زمان در تکانه



نیرو برابر شیب نمودار $p-t$ است؛ به عبارت دیگر نیرو همان آهنگ تغییر تکانه است، یعنی $F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$.

سطح زیر نمودار نیرو ـ زمان در یک بازهٔ معیّن برابر تغییرات تکانه در همان بازهٔ زمانی است.

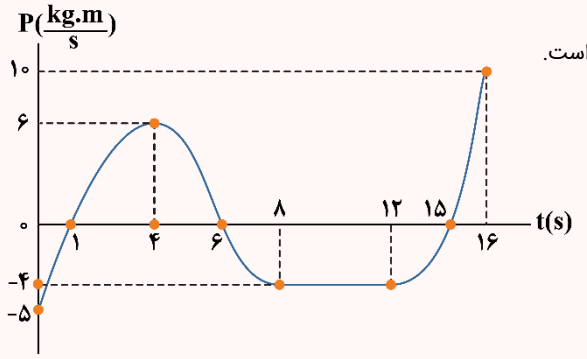
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

درس‌نامه

در ادامه می‌خواهیم ببینیم که از روی نمودار تکانه ـ زمان می‌توان چه نتایجی به‌دست آورد.

نمودار تکانه ـ زمان مقابل را به‌عنوان مثال درنظر بگیرید که برای جسمی به جرم ۲kg رسم شده است.



۱- تکانه در زمان‌های مختلف:

ساده‌ترین چیزی که از نمودار تکانه ـ زمان می‌فهمیم، تکانهٔ جسم در لحظات مختلف است. مثلاً در نمودار داده‌شده، تکانه در لحظهٔ $t = ۱s$ برابر صفر و در لحظهٔ $t = ۴s$ برابر $۶\frac{kg.m}{s}$ است.

۲- سرعت در لحظات مختلف:

اگر جرم جسم را داشته باشیم، به‌راحتی با استفاده از رابطهٔ $p = mv$، سرعت آن را به‌دست می‌آوریم.

$$t = ۱s : p = ۰ \rightarrow v = ۰$$

$$t = ۴s : p = ۶\frac{kg.m}{s} \rightarrow v = \frac{p}{m} = \frac{۶}{۲} = ۳\frac{m}{s}$$

دقت کنید هرگاه سرعت یا تکانه، مثبت باشد، متحرک در جهت محور x حرکت می‌کند و هرگاه سرعت یا تکانه، منفی باشد، متحرک در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند.

۳- نیروی خالص متوسط وارد بر جسم:

نیروی خالص متوسط وارد بر جسم از رابطهٔ $F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید که درواقع برابر شیب خط واصل دو نقطه از نمودار تکانه ـ زمان است. به‌عنوان مثال در بازهٔ زمانی $۱s \le t \le ۴s$ داریم:

$$\begin{cases} t = ۱s : p = ۰ \\ t = ۴s : p = ۶\frac{kg.m}{s} \end{cases} \rightarrow F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{۶ - ۰}{۴ - ۱} = ۲N$$

۴- نیروی خالص وارد بر جسم در هر لحظه:

شیب خط مماس بر نمودار تکانه ـ زمان در هر لحظه برابر نیروی خالص وارد بر جسم در آن لحظه است. مثلاً در نمودار داده‌شده، نیروی خالص وارد بر جسم در بازه‌های زمانی $۰ < t < ۴s$ و $۱۲s < t < ۱۶s$ مثبت است (در جهت محور x است) و در بازهٔ $۴s < t < ۸s$ منفی است (در خلاف جهت محور x است) و در بازهٔ $۸s < t < ۱۲s$ صفر است. دقت کنید که در لحظهٔ $t = ۴s$، علامت شیب نمودار، تغییر کرده است، یعنی جهت نیروی خالص وارد بر جسم عوض شده است.

۵- اگر جرم جسم را داشته باشیم، علاوه‌بر محاسبهٔ نیرو از نکات قبل، می‌توانیم با کمک قانون دوم نیوتون، شتاب را هم محاسبه کنیم.

۶- تندشونده و کندشونده بودن حرکت:

هرگاه نمودار از محور افقی، دور شود، حرکت، تندشونده و هرگاه به محور افقی، نزدیک شود، حرکت، کندشونده است. مثلاً در نمودار داده‌شده، در بازه‌های زمانی $۰ < t < ۱s$، $۴s < t < ۶s$ و $۱۲s < t < ۱۵s$ حرکت، کندشونده و در بازه‌های $۱s < t < ۴s$، $۶s < t < ۸s$ و $۱۵s < t < ۱۶s$، حرکت تندشونده است. دقت کنید که در بازهٔ زمانی $۸s < t < ۱۲s$، حرکت با سرعت ثابت انجام شده است.

۷- به‌طور کلی به یاد داشته باشید که اگر جرم جسم را بدانیم، می‌توانیم با تقسیم محور عمودی بر جرم، نمودار تکانه ـ زمان را به نمودار سرعت ـ زمان تبدیل کنیم و درنتیجه همهٔ نکاتی که از نمودار سرعت ـ زمان قابل استنباط است را می‌توانیم بفهمیم.

۸- دقت کنید که اگر به‌جای نمودار تکانه ـ زمان، معادلهٔ تکانه ـ زمان را هم به ما بدهند، به‌طور مشابه می‌توانیم همهٔ موارد بالا را به‌دست آوریم. گاهی هم می‌توانیم معادلهٔ داده‌شده را رسم کنیم و با کمک نمودار به‌دست‌آمده به سؤالات پاسخ دهیم.

گروه آموزشی ماز

۲۴- ماهواره‌ای به جرم ۳۰۰kg در فاصلهٔ ۲۶۰۰ کیلومتری سطح زمین، روی مدار تقریباً دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد. نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین و شتاب گرانشی در محل ماهواره به‌ترتیب از راست به چپ، تقریباً چند واحد SI است؟ ($G = ۶/۶۷ \times ۱۰^{-۱۱} \frac{N.m^۲}{kg^۲}$، شعاع کرهٔ زمین $= ۶۴۰۰km$ و جرم کرهٔ زمین $= ۵/۹۸ \times ۱۰^{۲۴} kg$.)

۱) ۱۲۳ و ۴/۱
۲) ۱۴۷۷ و ۴/۹
۳) ۱۲۳ و ۰/۴۱
۴) ۱۴۷۷ و ۰/۴۹

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

نکته

نیروی گرانش در ارتفاع h از سطح زمین برابر است با: (این نیرو همان نیروی وزن جسم است.)

$$F=\frac{GM_em}{(R_e+h)^2}$$

با جایگذاری مقادیر داده‌شده داریم:

$$F=\frac{GM_em}{(R_e+h)^2}=\frac{۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\times۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\times۳۰۰}{(۹۰۰۰\times۱۰^۳)^2}\approx۱۴۷۷(N)$$

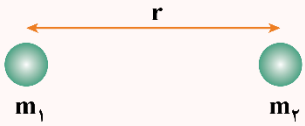
$$\Rightarrow W=۱۴۷۷(N)\Rightarrow g=\frac{W}{m}=\frac{۱۴۷۷(N)}{۳۰۰(kg)}\approx۴/۹(\frac{N}{kg})$$

مشاوره

در همچنین سؤالاتی که یه کوچولو محاسبات عجیب و غریب دارند، حتماً سعی کنید با تقریب‌های قابل‌قبولی به گزینهٔ موردنظر برسین.

گرانش

قانون گرانش عمومی: نیروی گرانشی میان دو ذره با حاصل‌ضرب جرم دو جسم نسبت مستقیم و با مربع فاصلهٔ آن‌ها از هم نسبت وارون دارد.



$$F=G\frac{m_۱m_۲}{r^2}$$

وزن، همان نیروی گرانشی است که زمین به اجسام نزدیک خود وارد می‌کند.

وزن یک جسم در فاصلهٔ h از سطح زمین برابر است با:

$$W=G\frac{mM_e}{(R_e+h)^2}$$

ثابت گرانش عمومی: $G=۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\frac{N.m^2}{kg^2}$

که m جرم جسم و M_e و R_e به‌ترتیب جرم و شعاع زمین است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- اگر شتاب گرانش در سطح زمین، برابر $۱۰\frac{m}{s^2}$ باشد، شتاب گرانش در فاصلهٔ ۹ برابر شعاع زمین از سطح زمین، چند متر بر مربع ثانیه است؟

۱) $\frac{۱۰}{۸۱}$ ۲) $\frac{۴۰}{۸۱}$ ۳) $\frac{۱}{۱۰}$ ۴) $\frac{۲}{۵}$

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

با توجه به رابطهٔ زیر می‌توان نوشت (دقت کنید r فاصله از مرکز زمین است):

$$g=\frac{GM_e}{r^2}\Rightarrow\frac{g_۲}{g_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^2=(\frac{R_e}{R_e+۹R_e})^2=(\frac{R_e}{۱۰R_e})^2=\frac{۱}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow\frac{g_۲}{۱۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\Rightarrow g_۲=\frac{۱}{۱۰}\frac{m}{s^2}$$

دام تستی

اگر حواستون نباشه که فاصله رو از مرکز زمین درنظر بگیرین، اون موقع $r_۲$ رو مساوی $۹R_e$ می‌گیرین و در دام گزینهٔ (۱) می‌افتین.

نکته

شتاب گرانشی در فاصلهٔ h از سطح زمین از رابطهٔ $g=\frac{GM_e}{(R_e+h)^2}$ به‌دست می‌آید؛ بنابراین برای مقایسهٔ شتاب گرانشی زمین در دو فاصلهٔ $h_۱$ و $h_۲$ از سطح زمین داریم:

$$\frac{g_۲}{g_۱}=(\frac{R_e+h_۱}{R_e+h_۲})^2$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

۲۶- جسمی به جرم ۵۰۰ گرم در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، در هر دقیقه ۳۰ دور می‌چرخد. اگر شعاع مسیر حرکت ۴ متر باشد، انرژی جنبشی این جسم چند ژول است؟ ($\pi^2 \simeq 10$)

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۴۰ ۴) ۸۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۴۰۲)

گام اول:

ابتدا دورهٔ تناوب و سپس تندی جسم را به‌دست می‌آوریم:

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

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 4}{2} = 4\pi \frac{m}{s}$$

گام آخر:

حال انرژی جنبشی جسم را محاسبه می‌کنیم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0/5 \times (4\pi)^2 = 4\pi^2 \simeq 40J$$

مشاوره

حرکت دایره‌ای یکنواخت همیشه پای ثابت کنکور بوده و ما هم که حواسمون به این موضوع مهم هست، اومدیم با یک حرکت حرفه‌ای و خلاقانه این بحث رو با انرژی جنبشی ترکیب کردیم تا یک ایدهٔ خوب بهتون داده باشیم.

نکته

در حرکت دایره‌ای یکنواخت، اگر متحرکی در مدت Δt ثانیه، n دور کامل بچرخد، آن‌گاه دورهٔ چرخش از رابطهٔ $T = \frac{\Delta t}{n}$ به‌دست می‌آید.

نکته

در حرکت دایره‌ای یکنواخت، سرعت متحرک در هر لحظه بر مسیر حرکت مماس است و اندازهٔ آن (تندی) از رابطهٔ $v = r \times \frac{2\pi}{T}$ به‌دست می‌آید که r شعاع چرخش برحسب متر (m) و T دورهٔ چرخش برحسب ثانیه (s) است.

نکته

انرژی جنبشی متحرکی به جرم m که با تندی v در حرکت است از رابطهٔ $K = \frac{1}{2}mv^2$ به‌دست می‌آید.

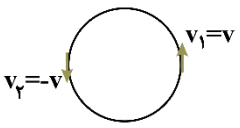
گروه آموزشی ماز

۲۷- متحرکی با تندی ثابت v بر روی دایره‌ای با شعاع R، حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اندازهٔ شتاب متوسط متحرک در مدت‌زمان نصف دورهٔ تناوب، چند برابر اندازهٔ شتاب مرکزگرای این متحرک است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{2}{\pi}$ ۴) $\frac{\pi}{2}$

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۴۰۲)

ابتدا شتاب متوسط متحرک در مدت‌زمان نصف دورهٔ تناوب را به‌دست می‌آوریم:



$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-v - v}{\frac{T}{2}} = \frac{-2v}{\frac{T}{2}} = \frac{-4v}{T}$$

$$\Rightarrow |a_{av}| = \frac{4v}{T}\frac{m}{s^2}$$

نکته

در مدت نصف دورهٔ تناوب، متحرک نصف مسیر دایره‌ای را می‌چرخد.

بنابراین می‌توان نوشت:

$$\left|\frac{a_{av}}{a_{\text{مرکزگرا}}}\right| = \frac{\frac{4v}{T}}{\frac{v^2}{R}} = \frac{4R}{vT} \xrightarrow{v=\frac{2\pi R}{T}} \frac{a_{av}}{a_{\text{مرکزگرا}}} = \frac{4R}{\frac{2\pi R}{T} \times T} = \frac{2}{\pi}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نکته

بزرگی شتاب مرکزگرا در حرکت دایره‌ای یکنواخت از روابط زیر به‌دست می‌آید:

$$a_C = r(\frac{2\pi}{T})^2 \xrightarrow{v=R\times\frac{2\pi}{T}} a_C = \frac{v^2}{r}$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- برای این‌که اتومبیلی بتواند پیچی به شعاع ۵۰ متر را با تندی $36\frac{km}{h}$ در سطح افقی بپیماید، حداقل ضریب اصطکاک ایستایی لاستیک چرخ‌ها با سطح جاده چقدر باید باشد؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

۱) ۲/۵ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۲ ۴) جرم اتومبیل باید مشخص باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

در این حالت بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی نقش نیروی مرکزگرا را دارد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$F_C = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow f_{s\,max} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \mu_s F_N = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \mu_s \cancel{m}g = \frac{\cancel{m}v^2}{r}$$

$$\Rightarrow \mu_s \times 10 = \frac{10^2}{50} \Rightarrow \mu_s = 0/2$$

اگر ضریب اصطکاک ایستایی بیش‌تر از این مقدار باشد، اتومبیل قطعاً لغزش نداشته و می‌تواند پیچ را دور بزند.

روش سریع

رابطهٔ بین μ_s و v در حرکت دایره‌ای، برای این‌که متحرک نلغزد به‌صورت $v = \sqrt{\mu_s rg}$ است:

$$10 = \sqrt{\mu_s \times 50 \times 10} \Rightarrow \mu_s = 0/2$$

نکته

وقتی متحرکی با تندی ثابت v بر روی یک مسیر دایره‌ای مسطح به شعاع r در حرکت است، برای این‌که متحرک نلغزد، باید نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر متحرک، نقش نیروی مرکزگرا را داشته باشد. برای حالتی که متحرک در آستانهٔ لغزیدن است داریم:

$$F_C = f_{s,max} \Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \mu_s F_N \xrightarrow{F_N=mg} \frac{mv^2}{r} = \mu_s mg \Rightarrow v = \sqrt{\mu_s rg}$$

گروه آموزشی ماز

۲۹- جرم دو ماهوارهٔ A و B به‌ترتیب ۲m و ۵m بوده و در فاصله‌های $\frac{1}{2}R_e$ و $2R_e$ از سطح زمین قرار دارند. تندی حرکت ماهوارهٔ A، چند برابر تندی حرکت ماهوارهٔ B است؟ (R_e شعاع کرهٔ زمین است.)

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

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۲)

تندی حرکت ماهواره به جرم آن بستگی ندارد و تنها به فاصلهٔ آن از مرکز زمین بستگی دارد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{GM_e}{r}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}} = \sqrt{\frac{R_e + 2R_e}{R_e + \frac{1}{2}R_e}} = \sqrt{\frac{3R_e}{\frac{3}{2}R_e}} = \sqrt{2}$$

حرکت دایره‌ای ماهواره

در مورد حرکت دایره‌ای ماهواره‌ای به جرم m در فاصلهٔ h از سطح سیاره‌ای به جرم M و شعاع R، خوب است روابط زیر را بتوانید به‌دست آورید.

۱- نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره:

$$F_C = G\frac{Mm}{(R+h)^2}$$

۲- شتاب مرکزگرای حرکت دایره‌ای:

$$a_C = \frac{F_C}{m} = G\frac{M}{(R+h)^2}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۳- بسامد زاویه‌ای چرخش:

$$a_C = r\omega^2 \rightarrow G\frac{M}{(R+h)^2} = (R+h)\omega^2$$

$$\rightarrow \omega^2 = \frac{GM}{(R+h)^3} \rightarrow \omega \propto (R+h)^{-\frac{3}{2}}$$

۴- بسامد حرکت دایره‌ای:

$$f \propto \omega \rightarrow f \propto (R+h)^{-\frac{3}{2}}$$

۵- دورهٔ حرکت دایره‌ای:

$$T = \frac{1}{f} \rightarrow T \propto (R+h)^{\frac{3}{2}}$$

۶- تندی ماهواره:

$$a_C = \frac{v^2}{r} \rightarrow G\frac{M}{(R+h)^2} = \frac{v^2}{R+h}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

۷- تکانهٔ ماهواره:

$$p = mv \rightarrow p = m\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

۸- انرژی جنبشی ماهواره:

$$\begin{cases} K = \frac{1}{2}mv^2 \\ v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \end{cases} \rightarrow K = \frac{GMm}{2(R+h)}$$

گروه آموزشی ماز

۳۰- دو ماهوارهٔ A و B، روی مدارهای دایره‌ای به‌طور یکنواخت به دور زمین می‌چرخند. اگر جرم ماهوارهٔ A، ۲ برابر جرم ماهوارهٔ B و دورهٔ حرکت ماهوارهٔ A، $2\sqrt{2}$ برابر دورهٔ حرکت ماهوارهٔ B باشد، شتاب مرکزگرای ماهوارهٔ B، چند برابر شتاب مرکزگرای ماهوارهٔ A است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $4\sqrt{2}$ ۴) ۸

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۴۰۲)

ابتدا به کمک نسبت دورهٔ تناوب دو ماهواره، نسبت شعاع چرخش آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_e}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{(\frac{r_A}{r_B})^3} \Rightarrow 2\sqrt{2} = \sqrt{(\frac{r_A}{r_B})^3} \Rightarrow (\frac{r_A}{r_B})^3 = 8 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = 2$$

حال برای مقایسهٔ نسبت شتاب حرکت دو ماهواره، می‌توان نوشت:

$$a = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{a_B}{a_A} = (\frac{r_A}{r_B})^2 = 2^2 = 4$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

فصل ۲ فیزیک دوازدهم

«جمع‌بندی فشرده»

دینامیک و حرکت دایره‌ای

قوانین نیوتون

- **قانون اول نیوتون:** اگر نیروی خالصی به جسم وارد نشه (یعنی برایند نیروهای وارد بر جسم صفر بشه)، اون جسم حالت اولیه‌اش رو حفظ می‌کنه، یعنی اگر ساکن بوده باشه، ساکن می‌مونه و اگر درحال حرکت باشه، به حرکت یکنواخت خودش بر مسیری مستقیم و با تندی ثابت ادامه می‌ده.
- **قانون دوم نیوتون:** اگر نیروی خالص F_{net} به جسمی به جرم m اثر کنه (یعنی چی؟ یعنی برایند نیروهای وارد بر جسمی به جرم m، F_{net} باشه) جسم شتابی می‌گیره که می‌تونیم ازش رابطهٔ مقابل رو نتیجه بگیریم: $F_{net} = ma$
- **قانون سوم نیوتون:** نیروهایی که دو جسم به یکدیگر وارد می‌کنن، همیشه هم‌اندازه و در خلاف جهت همدیگه هستن. به این دو نیرو «کنش یا عمل» و «واکنش یا عکس‌العمل» میگن. مثلاً هنگام پیاده شدن از قایق، قایق به عقب حرکت می‌کنه و شما به جلو حرکت می‌کنین.

معرفی برخی از نیروهای خاص

- نیروی وزن: این نیرو، نیروی ربایشی است که از طرف مرکز کرهٔ زمین، به اجسام وارد می‌شود و آن‌ها را به‌طرف زمین می‌کشند. $W = mg$
- نیروی مقاومت شاره: وقتی جسمی در یک شاره (مایع یا گاز) قرار دارد و نسبت به آن حرکت می‌کند از طرف شاره نیرویی در خلاف جهت حرکت جسم، به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند.
- **نیروی عمودی تکیه‌گاه:**
  - 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. $F_N = mg$
  - اگر آسانسور با شتاب ثابت a به‌صورت تندشوندهٔ رو به بالا یا کندشوندهٔ رو به پایین حرکت کنه $F_N = m(g + |a|)$
  - اگر آسانسور با شتاب ثابت a به‌صورت تندشوندهٔ رو به پایین یا کندشوندهٔ رو به بالا حرکت کنه $F_N = m(g - |a|)$
- نیروی اصطکاک: 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 درحال حرکت است، گاهی به این نیرو، نیروی اصطکاک جنبشی یا لغزشی هم می‌گویند.
  - نیروی اصطکاک جنبشی: $f_k = \mu_k F_N$
  - بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی: $f_{s_{max}} = \mu_s F_N$
- نیروی کشسانی فنر: فنر را چه از دو طرف بکشید و چه بفشارید، به دستان 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 اندازهٔ نیروی فنر با میزان تغییر طول آن رابطهٔ مستقیم دارد. $F_e = kx$
- نیروی کشش طناب: برای محاسبهٔ نیروی کشش طناب به روش زیر عمل می‌کنیم: ۱- ابتدا وضعیت کل دستگاه را مشخص کنید که درحال تعادل است یا شتاب دارد؟ ۲- نقطه‌ای را که نیروی کشش در آنجا خواسته شده است را به‌طور فرضی برش دهید. ۳- به‌دلخواه از محل برش یک طرف دستگاه (طرف خلوت) را نگه دارید و طرف دیگر را نادیده بگیرید. ۴- نیروی کشش را در بخش باقی‌مانده، در جهتی اثر دهید که طناب، کِش بیاید و سپس وضعیت کل دستگاه را برای این قسمت اِعمال کنید.

تکانه و قانون دوم نیوتون

- تکانه: حاصل‌ضرب جرم جسم (m) در سرعت جسم ($\vec{v}$)، تکانهٔ جسم نامیده می‌شود و با $\vec{p}$ نشان داده می‌شود: $\vec{p} = m\vec{v}$
- قانون دوم نیوتون برحسب تکانه برای نیروی خالص ثابت: یعنی نیروی خالص وارد بر جسم برابر با تغییر تکانه آن جسم تقسیم بر مدت‌زمان تغییر است. $\vec{F}_{net} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

نیروی گرانشی

- حرکت دایره‌ای یکنواخت: بررسی حرکت جسمی که روی دایره یا بخشی از آن حرکت می‌کند.
  - دوره: $T = \frac{2\pi r}{v}$
  - اندازهٔ شتاب مرکزگرا: $a_c = \frac{v^2}{r}$
  - قانون دوم نیوتون در حرکت دایره‌ای یکنواخت: $F_{net} = m\frac{v^2}{r}$
- هر دو ذرهٔ دلخواه به جرم‌های m_1 و m_2 که به فاصلهٔ معیّن (r) از هم قرار گرفته‌اند، به یکدیگر نیروی ربایشی وارد می‌کنند. این نیرو در راستای خطی است که آن دو ذره را به‌هم وصل می‌کنند و با حاصل‌ضرب جرم آن‌ها و نیز با وارون مربع فاصلهٔ آن‌ها، متناسب است. به این قانون، قانون گرانش عمومی می‌گویند. $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$
- گفتیم که وزن یک جسم، ناشی از نیروی گرانشی‌ای است که مرکز کرهٔ زمین به جسم وارد می‌کند: $W = G\frac{M_e m}{r^2}$ و $g = \frac{G\mu_e}{r^2}$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir