

آموزه هیجدهم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- اصطکاک غلتشی را شرح دهد.
- روش‌های انتقال نیرو با استفاده از اصطکاک غلتشی را شرح دهد.
- نیروی اصطکاک غلتشی مؤثر را برآورد کند.
- مفهوم کار را شرح دهد.
- رابطه کار را در حل مسئله به کار برد.

۱-۱۸- اصطکاک غلتشی (ب- صفحه ۷۷)

از هنرجویان پرسید: «چرا چرخ‌های محرک روی یک سطح لیز بکسوات می‌کنند، در صورتی که روی مسیرهای آسفالت بدون سر خوردن به سمت جلو حرکت می‌کنند؟».

پس از پاسخ هنرجویان بیان کنید: «هنگام غلتیدن یک جسم دوار روی یک مسیر، بین دو جسم اصطکاک غلتشی ایجاد می‌شود. اصطکاک غلتشی عامل حرکت اجسام روی مسیرها یا عامل انتقال نیرو از یک جسم دوار به جسمی دیگر است. اصلی‌ترین کاربرد این نیرو در تمام وسایل نقلیه اتفاق می‌افتد؛ یعنی بین چرخ‌های محرک و سطح مسیر. بین چرخ‌های یک خودرو و سطح مسیر تا زمانی که خودرو در حال حرکت است اصطکاک غلتشی وجود دارد، ولی پس از ترمز کردن به دلیل نبود حرکت دورانی چرخ‌ها، بین چرخ‌ها و سطح مسیر اصطکاک لغزشی پدید می‌آید که مقدار آن بسیار بیشتر از اصطکاک غلتشی است و باعث متوقف شدن خودرو می‌شود. از اصطکاک غلتشی در ماشین‌ها و مکانیزم‌ها به شکل‌های مختلف استفاده می‌شود. برای نمونه، از این اصطکاک در چرخ‌های اصطکاک مخروطی، که در شکل ۷-۴ کتاب نمونه‌هایی از آن نشان داده شده است، برای انتقال حرکت بین اجسام مخروطی شکل استفاده شده است».

چگونگی انتقال حرکت و نیرو را در شکل ۷-۴ کتاب شرح دهید.

بیان کنید: «در سیستم‌های انتقال توان با استفاده از مخروط خارجی و مخروط داخلی یا در چرخ دنده‌ها نیز از نیروی اصطکاک غلتشی برای انتقال نیرو و حرکت استفاده می‌شود.

با توجه به شکل ۸-۴ کتاب، مسیر انتقال نیرو و حرکت را شرح دهید.

مکانیزم‌های دیگری را که می‌توان نام برد چرخ‌های اصطکاکی بشقابی هستند. در این مکانیزم که بیشتر از دو بشقاب عمود بر هم تشکیل شده است (با توجه به شکل ۹-۴ کتاب) حرکت از یک بشقاب محرک به بشقاب دیگر منتقل می‌شود. در این مکانیزم همراه با انتقال حرکت، سرعت دورانی و سوی حرکت تغییر می‌کند».

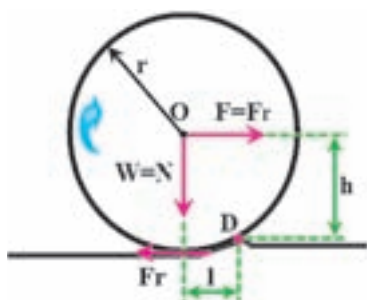
از هنرجویان بپرسید: «چرا در این مکانیزم سرعت دورانی تغییر می‌کند؟»

پاسخ: سرعت خطی دایره درگیر دو بشقاب در نقطه تماس باهم برابر است، چون قطر دو دایره تماس بشقاب‌ها باهم برابر نیستند بنابراین سرعت دورانی دو بشقاب به نسبت قطر درگیر خواهد بود.

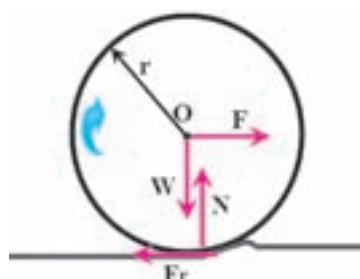
بیان کنید: می‌خواهیم چگونگی محاسبه اصطکاک غلتشی را یاد بگیریم.

شکل ۱۸-۱ را رسم کنید.

بیان کنید: «این چرخ، با نیروی F با حرکت غلتشی به سمت جلو به حرکت در می‌آید. نیروی اصطکاک غلتشی F_r بین چرخ و سطح زمین ایجاد می‌شود که جهت آن مخالف سوی حرکت چرخ یعنی به سمت چپ است. فرض می‌کنیم وزن این چرخ W و شعاع آن r باشد. چرخ با سرعت ثابت حرکت می‌کند. بنابراین نیروها باهم در تعادل هستند؛ یعنی نیروی پیشروی F با نیروی اصطکاک غلتشی F_r و نیروی وزن W نیز با نیروی عمودی سطح یعنی N خنثا شده و با آن برابر است. توجه کنید که برای سادگی محاسبات فرض کرده‌ایم که در نقطه تماس جسم فرو رفتگی ایجاد نمی‌شود و از تغییرات کوچک چرخ چشم‌پوشی می‌کنیم. در مقابل چرخ یک برجستگی ایجاد می‌شود که چرخ برای چرخیدن و حرکت به سمت جلو باید از آن عبور کند.» شکل ۱۸-۱ را به صورت شکل ۱۸-۲ تکمیل کنید.



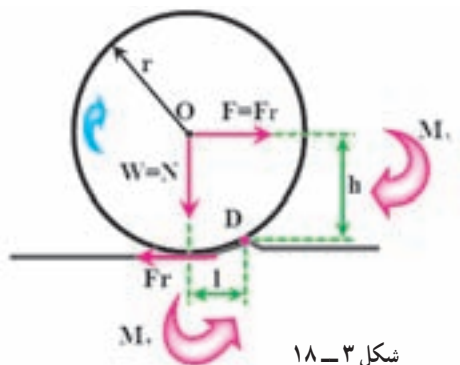
شکل ۱۸-۲



شکل ۱۸-۱

بیان کنید: «نقطه D از برجستگی را در نظر بگیرید که چرخ باید برای عبور از برجستگی حول آن بچرخد. ابعاد برجستگی نشان داده شده در شکل بسیار بزرگ‌تر از آن چیزی است که اتفاق می‌افتد. فاصله افقی O تا D یعنی l بسیار کوچک است و فاصله عمودی D تا O یعنی h تقریباً برابر شعاع دایره r است. نیروهای F و W دو گشتاور حول نقطه D به وجود می‌آورند.» شکل ۱۸-۲ را به صورت شکل ۱۸-۳ تکمیل و گشتاورها را روی شکل، مشخص کنید و آن‌ها را شرح دهید.

نکته: فاصله عمودی Fr تا نقطه D به قدری کوچک است که گشتاور آن صفر در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱۸-۳

بیان کنید: «برای غلتیدن چرخ حول این نقطه، مجموع این دو گشتاور

باید مساوی صفر باشد.»

روابط زیر را روی تخته بنویسید و آن‌ها را شرح دهید.

$$\sum M_D = 0 \Rightarrow M_1 + (-M_2) = 0$$

$$\Rightarrow F_r \times h - N \times l = 0 \Rightarrow F_r \times h = N \times l$$

که در آن:

F_r : نیروی اصطکاک غلتشی بر حسب نیوتن (N)

h : طول مؤثر گشتاور محرک بر حسب متر (m)

N : نیرو عکس العمل سطح بر جسم بر حسب نیوتن (N)

l : طول مؤثر گشتاور مقاوم بر حسب متر (m)

بیان کنید: در رابطه نشان داده شده $F=F_r$ و $W=N$ و طول h نزدیک به شعاع دایره، یعنی r است. پس می توان نوشت. رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$F_r \times r = N \times l$$

بیان کنید: « F_r که همان نیروی اصطکاک غلتشی است از رابطه نشان داده شده محاسبه می گردد. در این رابطه N نیروی عمود بر سطح است».

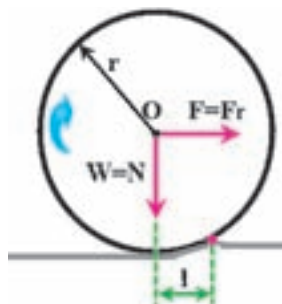
شرح دهید: «اگر با دقت این رابطه را با رابطه اصطکاک لغزشی مقایسه کنید (رابطه اصطکاک لغزشی را روی تخته بنویسید

$f_f = \mu N$) متوجه می شوید که نسبت $\frac{1}{r}$ معادل μ یعنی ضریب اصطکاک است. در اصطکاک غلتشی نسبت l/r ضریب اصطکاک غلتشی است که با μ_l مشخص می شود». رابطه زیر را روی تخته بنویسید.

$$F_r = \frac{1}{r} \times N$$

تمرین ۱: نیروی لازم برای غلتاندن تنه درختی به قطر 7° cm و جرم 100° kg را، در صورتی که طول مؤثر گشتاور مقاوم آن 2° cm باشد، محاسبه کنید.

پاسخ:



شکل ۴-۱۸

$$r = 7^\circ \text{ cm} = 0.07 \text{ m}$$

$$l = 2^\circ \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$m = 100^\circ \text{ kg}$$

$$F = ?$$

$$N = m \times g = 100 \times 9.81 \Rightarrow N = 981 \text{ N}$$

$$F_r = \frac{1}{r} \times N \Rightarrow F_r = \frac{0.02}{0.07} \times 981 \Rightarrow \boxed{F_r = 28 \text{ N}}$$

$$F = F_r \Rightarrow \boxed{F = 28 \text{ N}}$$

مثال صفحه ۸۰ را حل کنید.

کار در خانه (۱): اگر در مثال صفحه ۸۰، نیروی لازم برای به حرکت در آوردن تریلر 120° نیوتن باشد، وزن آن چقدر خواهد

بود؟

۲-۱۸- کار (۴-۶- صفحه ۸۰)

از هنرجویان بخواهید: کار را تعریف کنند.

پاسخ هنرجویان را تکمیل کنید و به صورت زیر روی تخته بنویسید:

«اگر جسمی تحت اثر نیرو جابه‌جا شود کار انجام شده است».

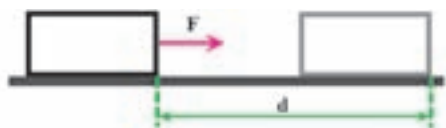
بیان کنید: «نیروی اعمال شده به جسم و جابه‌جایی جسم می‌توانند

هم‌راستا و هم‌جهت باشند، مانند آنچه در شکل ۱۸-۵ می‌بینید».

شکل ۱۸-۵ را روی تخته رسم کنید و شرح دهید.

بیان کنید در حالت نشان داده شده در شکل، کار از رابطه زیر به دست می‌آید.

رابطه را روی تخته بنویسید و شرح دهید.



شکل ۱۸-۵

$$W = F \times d$$

W : کار بر حسب ژول (J)

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)

d : جابه‌جایی بر حسب متر (m)

بیان کنید: «یکای کار در سیستم SI نیوتن متر (N.m) است که با ژول (J) مشخص می‌گردد».

اشتباه رایج: از هنرجویان پرسید: «واحد گشتاور چیست؟».

پاسخ دهید: یکای گشتاور نیز N.m است ولی در روابط، کار را همیشه با یکای ژول نشان می‌دهند.

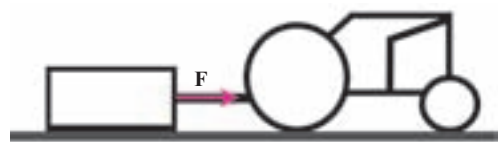
تمرین ۲: تنه درختی به جرم 400 kg روی سطح بتنی قرار دارد.

برای کشیدن این تنه به وسیله تراکتور نیرویی معادل 1177 N نیوتن اعمال

می‌شود. اگر تراکتور تنه درخت را 100 m متر جابه‌جا کند، کار انجام شده

چقدر خواهد بود؟

پاسخ:



شکل ۱۸-۶

$$m = 400 \text{ kg}$$

$$F = 1177 \text{ N}$$

$$d = 100 \text{ m}$$

$$W = ?$$

$$W = F \times d$$

$$W = 1177 \times 100 \Rightarrow F = 117700 \text{ J}$$

کار در خانه (۲): اگر در تمرین ۲، تنه درخت مسافت 220 m متر جابه‌جا شود، کار انجام شده چقدر خواهد شد. با مقایسه پاسخ

به دست آمده و پاسخ تمرین ۲ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

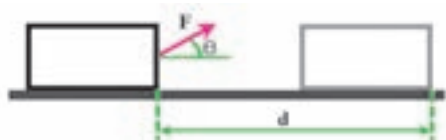
اکنون شکل روبه‌رو را رسم کنید.

بیان کنید: «نیروی اعمال شده به جسم و جابه‌جایی جسم می‌توانند

هم‌راستا و هم‌جهت نباشند، مانند آنچه در شکل ۱۸-۷ می‌بینید. در حالت نشان

داده شده در شکل ۱۸-۷ اندازه کار از رابطه زیر به دست می‌آید». رابطه زیر

را روی تخته بنویسید و شرح دهید.



شکل ۱۸-۷

$$W = F \times d \times \cos \theta$$

که در آن θ زاویه بین راستای بردار نیرو و راستای جابه‌جایی است.

تمرین ۳: در تمرین ۲ اگر تنه درخت به وسیله میله‌ای که با سطح افق زاویه 3° دارد، با تراکتور کشیده شود، کار انجام شده

چقدر خواهد بود؟

پاسخ:

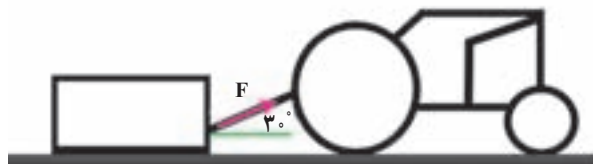
$$m = 400 \text{ kg}$$

$$F = 1177 \text{ N}$$

$$d = 100 \text{ m}$$

$$\theta = 3^\circ$$

$$W = ?$$



شکل ۸-۱۸

$$W = F \times d \times \cos \theta$$

$$W = 1177 \times 100 \times \cos 3^\circ \Rightarrow F = 101931/2 \text{ J}$$

کار در خانه (۳): اگر در تمرین ۳، زاویه میله با سطح افق 45° باشد، کار انجام شده چقدر خواهد شد؟ با مقایسه پاسخ به دست

آمده و پاسخ تمرین ۳ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

آموزه نوزدهم

- هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.
- هدف‌های رفتاری: شما در این جلسه یاد می‌گیرید:
 - انرژی را تعریف کنید.
 - انواع انرژی مکانیکی را نام ببرید.
 - انرژی پتانسیل را شرح دهید.
 - اندازه انرژی پتانسیل جسم را محاسبه کنید.
 - انرژی جنبشی را شرح دهید.
 - اندازه انرژی جنبشی جسم را محاسبه کنید.
 - نیروی گریز از مرکز را توضیح دهید.
 - رابطه انرژی گریز از مرکز را در حل برخی مسائل به کار برید.

۱۹-۱- انرژی (۷-۴- صفحه ۸۰)

الف) انرژی پتانسیل:

- از هنرجویان بخواهید انرژی را تعریف کنند. پاسخ را روی تخته بنویسید.
- «انرژی، عامل انجام دهنده کار است و واحد آن ژول است».
- از هنرجویان بخواهید: چند نوع انرژی را بیان کنند.
- پاسخ را روی تخته بنویسید، به نحوی که انرژی مکانیکی نیز در پاسخ باشد.
- بیان کنید: «انرژی مکانیکی در زندگی روزمره بیشتر کاربرد دارد».
- از هنرجویان پرسید: انواع انرژی مکانیکی را نام ببرید.
- پاسخ: انرژی پتانسیل، انرژی جنبشی.

از هنرجویان بخواهید: انرژی پتانسیل را تعریف و برای آن نمونه‌ای را بیان کنند.

پاسخ: «انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره شده‌ای در جسم است که می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. مثل انرژی ذخیره شده در فنر جمع شده یا جسمی که در بلندی h نسبت به سطح زمین قرار گرفته است. اگر فنر و جسم رها شوند، انرژی خود را آزاد می‌کنند».

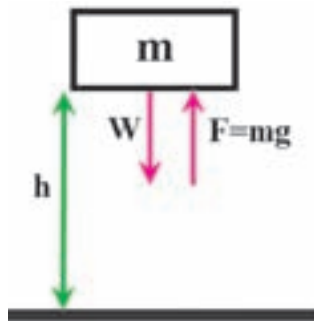
روش محاسبه انرژی پتانسیل

شکل ۱۹-۱ را روی تخته رسم کنید.



شکل ۱۹-۱

بیان کنید: «اگر این جسم به ارتفاع h برده شود نیروی برابر با نیروی وزن آن برای



شکل ۱۹-۲

بالا بردن جسم به ارتفاع h لازم است که اندازه آن $F = mg$ است.»

رابطه $F = mg$ را روی تخته بنویسید و شکل ۱۹-۲ را رسم کنید.

حال بیان کنید: «کار انجام شده در این حالت را، که با W_p نشان داده می‌شود می‌توان

به آسانی محاسبه کرد.»

رابطه زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید: در اینجا مقدار نیروی F برابر وزن،

یعنی mg و جابه‌جایی d برابر بلندی h است (رابطه ۴-۸ کتاب).

$$W_p = F \times d \Rightarrow W_p = m \times g \times h$$

بیان کنید: «کار انجام شده در جسم به صورت انرژی در جسم ذخیره می‌گردد که با E_p

نشان داده می‌شود. در مواردی مانند آن، انرژی پتانسیل را می‌توان مستقیماً محاسبه کرد.»

رابطه ۴-۹ کتاب را روی تخته بنویسید.

$$E_p = W \times h$$

پرسش: «چرا واحد کار و انرژی یکی است؟»

پاسخ: چون انرژی پتانسیل همان کار انجام شده است، که در جسم به صورت انرژی ذخیره می‌شود.

مثال اول صفحه ۸۲ را حل کنید.

تمرین ۱: منبع آبی در ارتفاع 80 m از زمین قرار دارد. جرم آب موجود در این منبع 800 kg است. انرژی پتانسیل ذخیره

شده در آب این منبع چقدر است؟

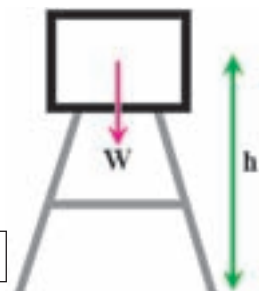
پاسخ:

$$m = 800\text{ kg}$$

$$h = 80\text{ m}$$

$$E_p = ?$$

$$E_p = W \times h = m \times g \times h = 800 \times 9.8 \times 80 \Rightarrow E_p = 627200\text{ J}$$



شکل ۱۹-۳

کار در خانه (۱): اگر ارتفاع منبع در تمرین ۱ به 100 متر تغییر کند، انرژی پتانسیل ذخیره شده چقدر خواهد بود. با مقایسه

پاسخ به دست آمده با پاسخ تمرین ۱ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(ب) انرژی جنبشی (صفحه ۸۲)

پرسش: انرژی جنبشی را تعریف کنید و برای آن یک نمونه بیان نمایید.

پاسخ: انرژی جنبشی را با بیان مطلب زیر تکمیل کنید:

پاسخ: «هر جسمی که در حرکت باشد دارای انرژی جنبشی است، مانند پیستون در سیلندر یک موتور روشن، تراکتور

در حرکت در یک مزرعه و بذری که در لوله سقوط به سمت زمین سقوط می‌کند.»

پرسید: اندازه انرژی جنبشی به چه عواملی بستگی دارد؟

پاسخ: «انرژی جنبشی به جرم جسم و سرعت آن بستگی دارد و واحد آن ژول است. انرژی جنبشی با E_c نشان داده

می‌شود.»

رابطه روبه‌رو را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

که در آن :

E_c : انرژی جنبشی بر حسب ژول (J)

m : جرم جسم بر حسب متر (m)

v : سرعت جسم بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

مثال دوم صفحه ۸۲ را حل کنید.

تمرین ۲ : تراکتوری به جرم 800 kg یک پی‌نورد به جرم 1500 kg را با سرعت 20 km/h می‌کشد. انرژی جنبشی تراکتور با پی‌نورد را محاسبه کنید.

پاسخ :

$$m_1 = 800 \text{ kg} \quad m = m_1 + m_2 = 800 + 1500 \Rightarrow m = 2300 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1500 \text{ kg}$$

$$v = 20 \text{ km/h} \quad V = 20 \times \frac{1000}{3600} = 5.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_c = ? \quad E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2300 \times 5.6^2 \Rightarrow \boxed{E_c = 36064 \text{ J}}$$

کار در خانه (۲): تراکتوری به جرم 2250 kg یک پی‌نورد را که جرم آن 200 kg است با سرعت 15 km/h بر ساعت می‌کشد. انرژی جنبشی تراکتور با پی‌نورد را محاسبه کنید.

۲-۱۹- نیروی گریز از مرکز (۸-۴- صفحه ۸۳)

از هنرجویان بخواهید :

نیروی گریز از مرکز را با ذکر مثال توضیح دهند.

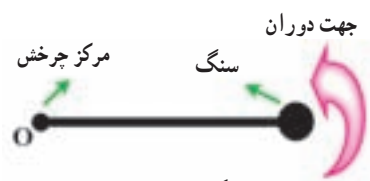
پاسخ هنرجویان را با بیان مطلب زیر تکمیل کنید :

پاسخ : «فرض کنید سنگی را به یک ریسمان بسته‌اید و این سنگ را با ریسمان، به صورتی که در شکل نشان داده می‌شود، می‌چرخانید».

شکل ۴-۱۸ را رسم کنید.



شکل ۵-۱۹



شکل ۴-۱۹

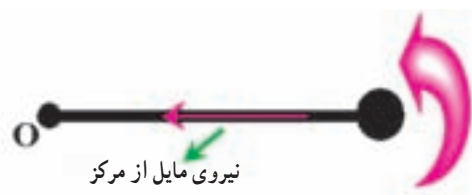
توضیح دهید : «زمانی که سرعت سنگ زیاد باشد، نیروی کششی را در دست خود احساس می‌کنید به گونه‌ای که اگر ریسمان پاره شود و یا شما ریسمان را رها کنید سنگ پرتاب می‌شود. پرتاب شدن سنگ به دلیل نیرویی است که به آن «گریز از مرکز» می‌گویند که بر اثر حرکت چرخشی ایجاد شده در آن است. این نیرو در راستای شعاع دَوَران، که در اینجا ریسمان است، قرار دارد و جهت آن به سمت خارج دایره مسیر حرکت سنگ است.

شکل ۱۹-۴ را به صورت شکل ۱۹-۵ تکمیل کنید و سپس آن را شرح دهید. این نیرو از طرف سنگ به ریسمان و محوری که سنگ به دور آن می‌چرخد اعمال می‌گردد».

بیان کنید: «از طرف دیگر نیرویی به نام نیروی مایل به مرکز از طرف محور و ریسمان به جسم اعمال می‌گردد که مساوی نیروی گریز از مرکز است، ولی سوی آن مخالف سوی نیروی گریز از مرکز است. این دو نیرو همدیگر را خنثا می‌کنند».

شکل ۱۹-۶ را رسم کنید و شرح دهید.

بیان کنید: برای محاسبه نیروی گریز از مرکز متناسب با اینکه سرعت خطی یا دورانی جسم در دست باشد، می‌توان از دو رابطه استفاده کرد. رابطه‌های زیر را روی تخته بنویسید و شرح دهید.



شکل ۱۷-۶

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$F = m \times r \times \omega^2$$

که در آن:

F : نیروی گریز از مرکز بر حسب نیوتن (N)

m : جرم جسم بر حسب کیلوگرم (kg)

v : سرعت خطی جسم بر حسب متر بر ثانیه (m/s)

r : شعاع دوران جسم بر حسب متر (m)

ω : سرعت دورانی جسم بر حسب رادیان بر ثانیه (rad/s)

مثال صفحه ۸۴ را حل کنید.

تمرین ۳: سرعت محیطی صفحه گردان یک کودپاش گریز از مرکز 20 m/s است. نیروی گریز از مرکز یک عدد کود شیمیایی به جرم 2 kg را که در فاصله 10 cm از مرکز صفحه قرار گرفته است، محاسبه کنید.

پاسخ:

$$m = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{2000 \times 20^2}{0.1} \Rightarrow \boxed{F = 80000 \text{ N}}$$

کار در خانه ۳: در یک دروگر بشقابی که در آن تیغه 80° گرمی به فاصله 210 mm از مرکز بشقاب در چرخش است، نیروی گریز از مرکزی که از تیغه به بین اعمال می‌گردد 1200 N است. سرعت دورانی بشقاب را محاسبه کنید.

کار در خانه ۴: از هنرجویان بخواهید تا تمرین‌های صفحه ۸۴ و ۸۵ را حل کنند.

آموزه بیستم

هدف‌های رفتاری را روی تخته بنویسید.

هدف‌های رفتاری: هنرجو با یادگیری این آموزه می‌تواند:

- مفهوم مقاومت مصالح را شرح دهد.
- نیروهای وارد بر جسم را شرح دهد.
- مفهوم تنش و انواع آن را شرح دهد.
- رابطه تنش را در حل مسائل به کار برد.

بیان کنید: «کتاب علوم شامل مباحث فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی و زمین‌شناسی است که در دوره دبیرستان هر یک از آنها به طور جداگانه بررسی می‌شوند. همچنین هر یک از این مباحث در مقاطع بالاتر علمی به شاخه‌های دیگر تقسیم می‌شوند. برای نمونه در دوره کارشناسی رشته مکانیک ماشین‌های کشاورزی موضوع فیزیک به شاخه‌های استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شوند».

روی تخته بنویسید:

<p>استاتیک: نیروهای مختلف وارد بر یک جسم در حالت تعادل ساکن.</p> <p>دینامیک: حرکت اجسام و ارتباط آن با نیروهای وارد بر جسم متحرک.</p> <p>مقاومت مصالح: چگونگی طراحی شکل ظاهری و جنس یک جسم برای تحمل نیروهای وارد بر آن و کارایی</p>	}	فیزیک
در شرایط ویژه.		

توضیح دهید: در فیزیک استاتیک چگونگی محاسبه نیروهای مختلف وارد بر یک جسم ساکن در حالت تعادل را می‌آموزید، مانند نیروهایی که از طرف عوامل مختلف نظیر وزن خودرو، باد و غیر آن‌ها به یک پل اعمال می‌شوند و نیروهای عکس‌العمل مانند نیروهایی که از تکیه‌گاه زمین به آن اعمال می‌شوند تا از ریختن پل جلوگیری کند و آن را در حالت تعادل نگه دارند. در فیزیک دینامیک بررسی حرکت اجسام و ارتباط آن را با نیروهای وارد بر جسم متحرک می‌آموزید.

نمونه مسائل در مکانیک: برای حرکت تراکتوری به جرم 800 کیلوگرم با سرعت 4 کیلومتر در ساعت چه مقدار نیرو لازم است. محور انتقال نیرو در تراکتور در دور و توان ویژه چه اندازه‌ای نیرو منتقل می‌کند. محاسبه نیروهای منتقل و تحمل شده چگونه است.

بیان کنید: محور توان دهی تراکتور باید دارای چه ابعاد و مشخصات ظاهری و ساخته شده از چه جنسی باشد تا نیروهای وارد شده را تحمل کند؟ درک و توانایی محاسبه کمیت‌هایی در این زمینه در علمی به نام «مقاومت مصالح» آموزش داده می‌شود.

بنویسید: در مقاومت مصالح می‌آموزیم که ویژگی‌های ظاهری و جنس یک جسم را طراحی کنیم به گونه‌ای که:

■ ایمن باشد.

■ جسم بتواند نیروها را تحمل کند و کار خود را به درستی انجام دهد.

■ از نظر هزینه اقتصادی به صرفه باشد.

یک تکنسین ماشین‌های کشاورزی با درک مفاهیم مقاومت مصالح می‌تواند انواع ماشین‌های کشاورزی را به نحوی به کار برد که نیروهایی که در کار به آن وارد می‌شود در اندازه طراحی شده باشد تا عمر دستگاه بیشتر شود و هزینه کاربرد و نگهداری آن به حداقل برسد. سودی که از این راه به دست خواهد آمد بیشتر است. دستگاه نیز با کمترین خرابی به کار خود ادامه خواهد داد.

یادآوری برای هنرآموز

مباحث مرتبط با مکانیک جامدات (Mechanics of Solid) یا مکانیک مصالح (Mechanics of Material) که در ایران اغلب با نام مقاومت مصالح (Strength of Material) از آن یاد می‌شود شاخه‌ای از علم مکانیک است که با استفاده از روش‌های تحلیلی به بررسی و تعیین مقاومت (Strength) و صلبیت (Rigidity) و نیز پایداری ارتجاعی (Elastic Stability) اعضای باربر می‌پردازد.

۱-۲۰- نیروهای وارد بر اجسام (۱-۵- صفحه ۸۶)

از کلاس پرسید: «چه نیروهایی به قلاب نگه‌دارنده تخته سیاه یا وایت برد اعمال می‌شود؟» پاسخ‌های هنرجویان را پس از بررسی روی تخته بنویسید. این نیروها می‌توانند شامل نیروی وزن تخته و نیروی نگه‌دارنده دیوار باشند.

بیان کنید: «هر نیرویی که از عوامل یا اجسام خارجی به جسمی اعمال شود، نیروی خارجی اعمال شده به آن جسم است. در این مثال، نیروهای اعمال شده از طرف تخته و دیوار به قلاب، نیروهای خارجی‌ای هستند که به قلاب اعمال می‌شوند». در این زمینه نمونه‌های دیگری مانند نیروهایی را که به میز هنرآموز یا صندلی هنرجو اعمال می‌شود مطرح کنید تا به درک مطلب کمک نماید.

بیان کنید: «هر جسم از ذرات بسیار ریزی تشکیل شده است که با نیروی جاذبه زیاد کنار هم قرار گرفته‌اند و با هم یک جسم را می‌سازند. زمانی که یک نیروی خارجی به جسم اعمال می‌شود، این نیرو به ذرات داخلی جسم اعمال می‌گردد و ذرات جسم در برابر این نیروها از خود واکنش نشان می‌دهند. نیروهای خارجی اعمال شده به جسم توسط ذرات به یکدیگر منتقل می‌شوند و نیروی واکنشی در داخل جسم در برابر نیروهای خارجی پدید می‌آید که به آن «نیروهای داخلی» می‌گویند. نیروهای داخلی با نیروهای خارجی در تعادل هستند. اگر نیروهای خارجی از نیروی جاذبه بین ذرات بیشتر شود، باعث جدا شدن ذرات از یکدیگر می‌گردد و به زبان دیگر جسم در اثر نیرو از هم گسیخته می‌شود. در «مقاومت مصالح» با انجام محاسباتی تلاش می‌شود که این اتفاق نیفتد».

نکته: تا می‌توانید با رسم شکل‌های ساده‌ای از قطعات، نیروهای خارجی و داخلی را روی شکل توضیح دهید.

یادآوری برای هنرآموز- ترسیم آزاد

برای تحلیل نیروهای خارجی اعمال شده به یک جسم خاص یا مجموعه مکانیکی، نخست باید آن مجموعه یا جسم را بدون هیچ گونه ابهام تعریف کنیم و کلیه نیروهای وارد بر آن را به روشنی و به طور کامل بیان کنیم و آن‌ها را به روشنی و درستی نشان دهیم. پیامد حذف یک نیروی وارد شده یا به حساب آوردن نیروی وارد نشده بر جسم، تحلیل را دچار اشتباه خواهد نمود. یک مجموعه مکانیکی به صورت یک جسم یا گروهی از اجسام تعریف می‌شود که بتواند از کلیه اجزای دیگر مجزا شود. چنین مجموعه‌ای می‌تواند یک جسم یگانه یا ترکیبی از اجسام متصل به یکدیگر باشد.

همین که تصمیم گرفتیم که کدام جسم یا ترکیب اجسام باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، آن جسم یا ترکیب اجسام را به صورت جسمی یگانه از سایر اجسام وابسته به آن جدا می‌کنیم. این جداسازی به وسیله ترسیم آزاد جسم انجام می‌پذیرد که تصویر یا نموداری از جسم یا ترکیب اجسام جدا شده به مفهوم یک جسم یکتاست. در این نمودار، همه نیروهای وارد شده با تماس مکانیکی با سایر اجسام نشان داده می‌شود که فرضاً از مجموعه مورد نظر جدا شده‌اند. نیروهای قابل توجه مثل وزن، نیز در ترسیم آزاد جسم به نمایش در می‌آیند. ترسیم آزاد جسم، مهم‌ترین مرحله در تحلیل مسائل مکانیک است».

رسم ترسیم آزاد دارای مراحل زیر است:

مرحله اول: گزینش جسم؛

مرحله دوم: جدا کردن. جسم یا مجموعه برگزیده از محیط وابسته خود جدا می‌گردد و در شکلی نشان داده می‌شود که مرز خارجی کامل آن مشخص شده است.

مرحله سوم: نشان دادن نیروهای وارد بر جسم. در این مرحله کلیه نیروهای وارد بر جسم مجزا شده را، همان گونه که توسط اجسام وابسته و جدا گشته وارد می‌آمدند، در موقعیت درست خود در ترسیم مجزا شده نشان می‌دهیم. این نیروها شامل کلیه نیروهای کششی، فشاری، معلوم، مجهول، وزن، گشتاورها، کوپل‌ها و... است. نیروها را می‌توان به صورت مؤلفه‌های مستطیلی نمایش داد. در مورد نیروها و گشتاورهای مجهول، نیروها را با پیکان در جهتی دل خواه — که سعی شود این جهت، صحیح انتخاب گردد — مشخص کنید و در صورتی که علامت نیرو یا گشتاور در نتیجه تحلیل منفی به دست آمد، جهت اشتباه انتخاب شده است.

مرحله چهارم: رسم دستگاه محورهای مختصات. دستگاه محورهای مختصات انتخاب شده مستقیماً روی ترسیم آزاد مشخص شود.

نکته: نباید ترسیم آزاد را با رسم نیروهای اضافی، که به این جسم مجزا مربوط نمی‌شوند، شلوغ کرد. در عین حال، نباید هیچ نیروی خارجی ای را، که به این جسم اعمال می‌گردد، حذف نمود؛ هرچند به ظاهر در محاسبات تأثیری نداشته باشد، زیرا امکان بروز اشتباه با حذف برخی نیروها افزایش می‌یابد.



شکل ۱-۲۰

شکل ۱-۲۰ را بدون هیچ توضیحی روی تخته رسم کنید تا ذهن

کنجکاو هرجو برای دانستن علت رسم شکل تحریک شود.

بیان کنید: «در شکل، تخته نشان داده شده در نقطه B روی تکیه‌گاه قرار

دارد و در دو انتهای آن دو جسم با جرم‌های نشان داده شده قرار گرفته‌اند. تخته در تعادل است. به نظر شما چه نیروهای خارجی به آن اعمال می‌شود؟».

پس از پاسخ هرجویان، پاسخ درست را روی تخته بنویسید و شرح دهید: «وزن تخته (W)، وزن قطعه ۱ (W_1)، وزن قطعه

۲ (W_2) و نیروی تکیه‌گاه در نقطه B (R_B)».

بیان کنید: «برای نشان دادن نیروهای اعمال شده به تخته نیاز نیست کل شکل رسم شود و تنها آن قسمت از شکل را که

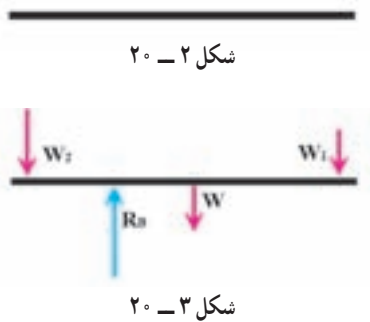
می‌خواهیم نیروهای اعمال شده به آن را نشان دهیم — که در اینجا تخته است — رسم می‌کنیم».

شکل ۲-۲۰ را رسم کنید.

بیان کنید: «حال نیروهای اعمال شده به تخته را با رسم پیکانی در محل اعمال نیرو که محل و جهت نیرو را نشان می‌دهد (با نام نیروها در کنار هر پیکان) نشان می‌دهیم».

شکل ۲-۲۰ را مانند شکل ۲-۳۰ تکمیل کنید.

بیان کنید: «به شکل ۲-۳۰ رسم شده، ترسیم آزاد می‌گویند. این شکل، چگونگی اعمال نیروها به جسم را نشان می‌دهد».



نکته: به هنجاریان یادآور شوید که گشتاورها را نیز می‌توان روی ترسیم آزاد نشان داد، مبحثی که جای آن در سطح دوره متوسطه نیست.

شکل (۱-۵-الف) کتاب را رسم کنید و با کمک هنجاریان، ترسیم آزاد آن را مانند شکل ۱-۵-ب کتاب تهیه نمایید.

تمرین ۱: برای تمرین، نخست شکل‌های زیر را روی تخته رسم کنید و سپس با کمک دانش‌آموزان ترسیم آزاد آن‌ها را بکشید و نیروهای روی آن‌ها را تعیین کنید.

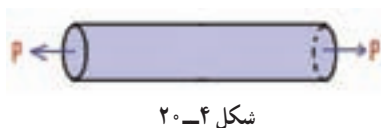
شکل اولیه	ترسیم آزاد بدون تعیین نیروها	ترسیم آزاد پس از تعیین نیروها

روش مقطع زدن برای نمایش نیروهای داخلی

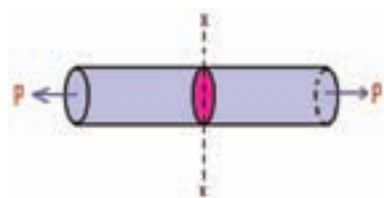
بیان کنید: «برای محاسبه نیروهای داخلی نیز می‌توان ترسیم آزاد جسم را رسم کرد، که البته با روش بیان شده برای رسم

ترسیم آزاد نیروهای خارجی، کمی متفاوت است».

شکل ۲-۴۰ را روی تخته رسم کنید.

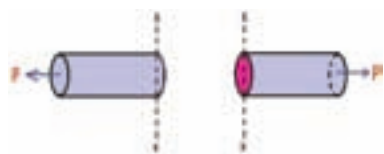


شکل ۲-۴۰



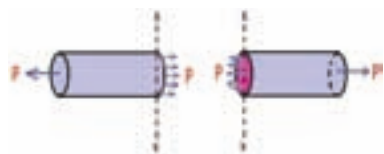
شکل ۵-۲۰

بیان کنید: «اگر بخواهیم نیروهای داخلی این جسم را در نقطه‌ای مشخص مورد بررسی قرار دهیم از آن نقطه، صفحه فرضی عمودی به نام مقطع عبور می‌دهیم». شکل ۵-۲۰ را رسم کنید.



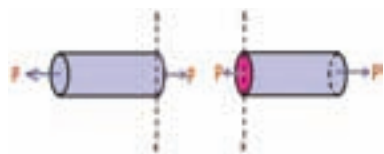
شکل ۶-۲۰

توضیح دهید: «فرض می‌شود که این صفحه قطعه را به دو بخش جدا می‌کند». شکل ۶-۲۰ را رسم نمایید.



شکل ۷-۲۰

با یادآوری قانون سوم نیوتون، توضیح دهید: «برای خنثی شدن نیروی P ، که به دو قطعه جدید اعمال می‌شود، نیروهای داخلی بین ذرات جسم ایجاد می‌شود». شکل ۷-۲۰ را رسم کنید.

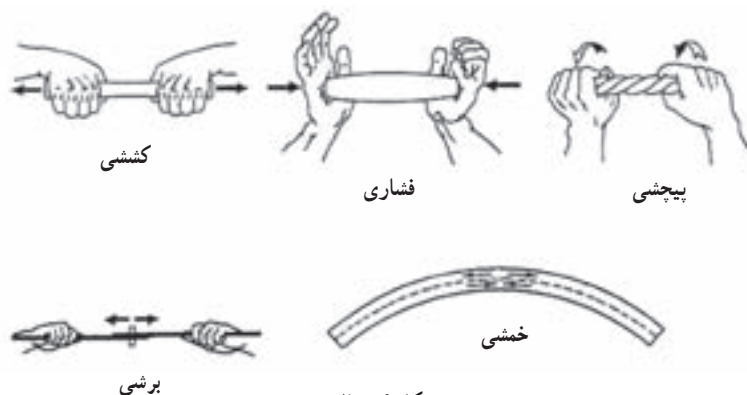


شکل ۸-۲۰

سرانجام با بیان اینکه جمع، یا به عبارت دیگر برآیند نیروهای داخلی، مساوی و در خلاف جهت نیروی P است، به همین دلیل می‌توان برآیند را جای‌گزین نمود. شکل ۸-۲۰ را رسم کنید.

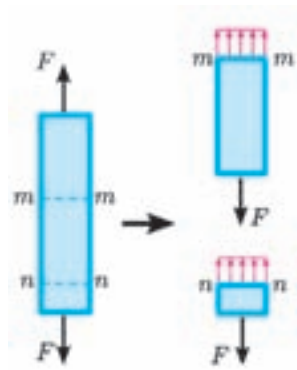
۲-۲۰ تنش چیست؟ (۲-۵- صفحه ۸۸)

از هنرجویان بپرسید: «نیروهای خارجی به چه حالت‌هایی به یک جسم اعمال می‌شوند؟» کلاس را برای رسیدن به پاسخ هدایت کنید. در پی آن روی یک خودکار، چگونگی اعمال نیروهای خارجی به اجسام را تشریح کنید و نام هر یک را توضیح دهید. با رسم ساده‌ای از شکل ۹-۲۰ مطالب گفته شده را برای هنرجویان روشن کنید.



شکل ۹-۲۰

با یادآوری قانون سوم نیوتن، تشکیل نیروهای داخلی از طرف ذرات داخلی جسم در مقابل نیروهای خارجی را توضیح دهید و بگویید که ذرات داخلی هر جسم برای ایستادگی در برابر انواع نیروهای خارجی ای که بر آنها وارد می‌شود، نوعی نیروی داخلی را در خود ایجاد می‌کنند.



شکل ۱۰-۲۰

توضیح دهید: «ساده‌ترین نوع نیرو که بر اجسام وارد می‌شود نیروهای کششی است که پیش از این گفته شد». شکل ۱۰-۲۰ را رسم کنید.

توضیح دهید: «با اعمال نیروهای کششی از دو سر یک جسم، نیروهای داخلی بین ذرات آن ایجاد می‌گردد. اگر از هر نقطه از این جسم یک صفحه عرضی عبور دهیم و تمام نیروهای داخلی کوچکی را که روی آن صفحه وجود دارند جمع کنیم، با مقدار نیروی اعمال شده در انتهای جسم برابر است. اکنون اگر این مقدار نیرو را بر مساحت آن صفحه تقسیم کنیم عددی به دست می‌آید که نشان می‌دهد نیروهای داخلی در کل مقطع جسم به چه مقدار توزیع شده است. این عدد کمیتی است که به آن **تنش** گفته می‌شود. تنش با حرف یونانی σ (سیگما) نشان داده می‌شود. از آنجایی که نیروی خارجی اعمال شده عمود بر سطح مقطع است به تنش وابسته به آن **تنش عمودی** گفته می‌شود. در جایی که نیروی خارجی به وجود آورنده از نوع کششی باشد جسم در

حالت کشش قرار می‌گیرد و تنش ناشی از این نیرو، **تنش کششی** نامیده می‌شود. اگر تنش کششی وارد بر سطح مقطع جسم بیشتر از تحمل آن باشد، جسم گسیخته (پاره) می‌گردد. نیروی خارجی می‌تواند از نوع فشاری باشد. این نوع بارگذاری در جسم تنش فشاری ایجاد می‌کند. اگر تنش فشاری موجود در سطح مقطع بیشتر از تحمل قطعه بشود، جسم خم یا خرد می‌گردد».

بیان کنید: «اندازه تنش از نسبت اندازه نیرو به اندازه سطح مقطعی که نیرو بر آن وارد می‌شود به دست می‌آید».

رابطه زیر (رابطه ۱-۵ کتاب) را روی تخته بنویسید و شرح دهید.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

بیان کنید: «چون در سیستم متریک (SI) نیرو بر حسب نیوتن (N) و سطح مقطع بر حسب متر مربع (m^2) است، لذا یکای تنش

بر حسب نیوتن بر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) به دست می‌آید. نام دیگر این یکا پاسکال (Pa) است. چون پاسکال یکای بسیار کوچکی است در

عمل این یکا را با ضرایبی مانند کیلو پاسکال (kPa)، مگا پاسکال (MPa) و گیگا پاسکال (GPa) به کار می‌برند».

نکته: در روابط تنش برای مشخص کردن تنش کششی از فشاری، تنش کششی را مثبت و تنش فشاری منفی

می‌گیرند.

مثال صفحه ۸۹ را حل کنید.

تمرین ۲: به قطعه‌ای فلزی با مقطع مستطیلی به ابعاد 40×20 میلی‌متر مربع، نیروی عمودی فشاری 70 kN اعمال می‌شود.

تنش موجود در قطعه را محاسبه کنید.

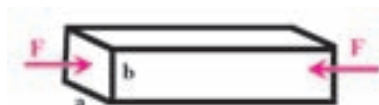
پاسخ:

$$a = 40 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$F = 70 \text{ kN}$$

$$\sigma = ?$$



شکل ۱۱-۲۰

$$\sigma = -\frac{F}{A} = -\frac{70000}{(0/02) \times (0/04)} = -8750000 \text{ Pa} \Rightarrow \boxed{\sigma = 87/5 \text{ MPa}}$$

کار در خانه (۱): به محوری با مقطع دایره‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر، نیروی کششی ۱۵۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در محور را محاسبه کنید.

کار در خانه (۲): به محوری با مقطع دایره‌ای به قطر ۵ سانتی‌متر، نیروی کششی ۲۰۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در محور را محاسبه کنید. پاسخ به دست آمده را با پاسخ تمرین قبل مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



پرسش: شکل ۱۲-۲۰ را روی تخته رسم کنید و از هنرجویان بپرسید اگر نیرو در راستای خط رسم شده وارد شده باشد نوع نیرویی را که موجب تغییر شکل جسم شده است بیان کنید.

شکل ۱۲-۲۰

کار در خانه (۳): به لوله‌ای با قطر ۶ سانتی‌متر با ضخامت دیواره ۲/۵ میلی‌متر، نیروی فشاری ۱۲۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در میله را محاسبه کنید.

کار در خانه (۴): به لوله‌ای با قطر ۶ سانتی‌متر با ضخامت دیواره ۴ میلی‌متر، نیروی فشاری ۱۲۰ kN اعمال می‌شود. تنش موجود در میله را محاسبه کنید. پاسخ به دست آمده را با پاسخ تمرین قبل مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟