

جلسه نوزدهم

- حضور و غیاب هنرجویان
- پیش‌آزمون از مباحث جلسه‌های قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
- بررسی تکالیف و رفع اشکالات آن‌ها
- یادآوری مطالب جلسه قبل
- شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: وزن

قبل از ورود به بحث جهت تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح می‌گردد.

- ۱- منظور از وزن چیست؟
- ۲- منظور از شدت میدان جاذبه زمین چیست؟
- ۳- آیا وزن اجسام در ارتفاع‌های مختلف یکسان است؟
- ۴- وزن را چگونه اندازه می‌گیرند؟
- ۵- چرا نمی‌توان با ترازو وزن اجسام را اندازه‌گیری نمود.
- ۶- فرق وزن با جرم چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بحث را شروع کرد:

تعریف وزن: یکی از خصوصیات مهم ماده، ایجاد میدان جاذبه در اطراف آن است. هنگامی که دو جسم کنار هم قرار می‌گیرند، براساس جرم هر دو جسم و فاصله بین آن‌ها یک نیروی جاذبه‌ای بین آن‌ها به‌وجود می‌آید که این نیرو با جرم دو جسم نسبت مستقیم و با مجذور فاصله بین دو جسم نسبت عکس دارد؛ یعنی هرچه جرم دو جسم بیشتر و دو جسم به هم نزدیکتر باشند، نیروی بیشتری به یکدیگر وارد می‌کنند. به‌طور مثال می‌توان نیروی جاذبه دو سیاره را نسبت به هم‌درنظر گرفت.

نیروی جاذبه بین اجسام معمولاً خیلی ضعیف و غیرقابل اندازه‌گیری است. به عنوان مثال نیروی جاذبه بین شما و یک کتاب تقریباً یک ده میلیونیم نیوتن (10^{-7}N) است و از آن‌جایی که کلیه اجسام روی زمین در مجاورت زمین قرار دارند و جرم زمین بسیار بزرگتر از اجسام است، طبیعی است که زمین اجسام نزدیک خود را با نیروی قابل توجهی به طرف خود بکشد یعنی گره زمین با جرم $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، با ایجاد میدان جاذبه مادی

همه اجسام را با نیرویی به طرف خود جذب می‌کند که این نیروی جاذبه را وزن می‌گویند. در حقیقت: وزن یک جسم عبارت است از برآیند نیروهایی که از طرف کره زمین به ذرات آن جسم وارد می‌شود، به طوری که نقطه اثر این نیرو مرکز ثقل جسم و جهت آن به طرف مرکز زمین است. چنان چه جسمی را به نیروسنجی آویزان کنیم، افزایش طول فنر نیروسنج نشان می‌دهد که نیرویی جسم را به طرف زمین می‌کشد. این کشش به سوی زمین را نیروی گرانش زمین می‌گویند و به طور کلی می‌توان گفت وزن یک جسم در روی زمین یا کره‌ای دیگر برابر نیروی گرانشی است که از طرف زمین یا آن کره دیگر به آن جسم وارد می‌شود. وزن مانند نیرو کمیتی است برداری و آن را با حرف W نشان می‌دهند.

شدت میدان جاذبه زمین:

نیرویی که زمین در هر نقطه بر واحد جرم وارد می‌کند شدت میدان جاذبه در آن نقطه را مشخص می‌کند. هر چه شدت میدان جاذبه افزایش یابد، وزن جسم متناسب با آن بیشتر خواهد شد. هرگاه جسمی در میدان جاذبه زمین و در نزدیکی آن در امتداد خط قائم سقوط کند حرکتی خواهد داشت مستقیم‌الخط، تندشونده به طوری که شتاب این حرکت یعنی تغییرات سرعت آن در واحد زمان، همان شدت میدان جاذبه (g) خواهد بود؛ به همین علت می‌توان همواره به جای عبارت شدت میدان جاذبه زمین، از معادل آن یعنی شتاب ثقل زمین استفاده کرد.

$$g = \frac{V - V_0}{t} = \frac{\Delta V}{t}$$

$$\text{واحد } g = \frac{\frac{m}{s}}{\frac{s}{1}} = \frac{m}{s^2}$$



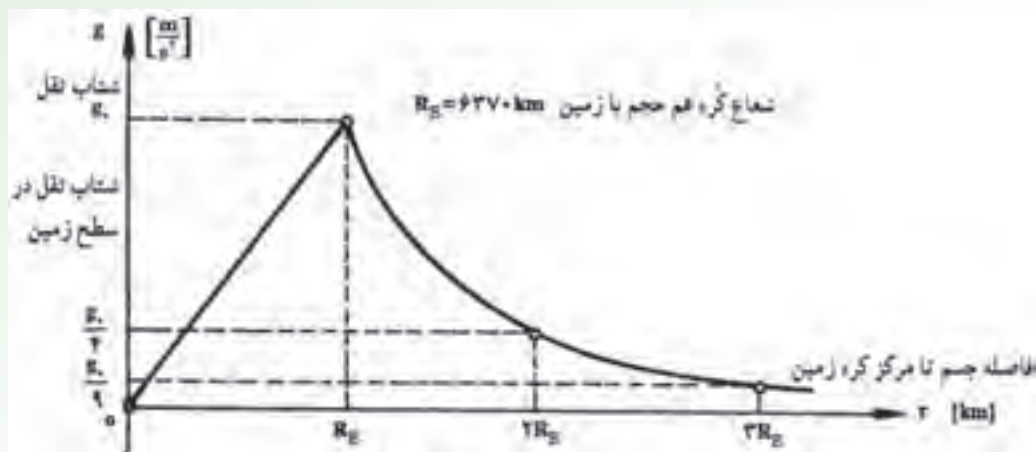
شتاب ثقل زمین

شدت میدان جاذبه یا شتاب ثقل در سطح زمین تقریباً $9/8$ نیوتن بر کیلوگرم (متر بر مجذور ثانیه) است اگر جسمی را از زمین به اندازه‌ای دور کنیم که از جو خارج شود چون شتاب ثقل در جو وجود ندارد (صفر است) لذا جسم بی‌وزن خواهد شد یعنی اجسام در مجاور زمین دارای وزن می‌باشند شتاب ثقل در نقاط مختلف متناسب با عکس مجذور فاصله تا مرکز زمین است ($g \propto \frac{1}{R^2}$) با توجه به رابطه فوق نتیجه می‌گیریم که در نقاط نزدیک

به مرکز زمین، شدت میدان شتاب ثقل بیشتر خواهد شد و در نقاط دورتر از مرکز زمین شدت میدان ضعیف تر و شتاب ثقل کمتر خواهد بود. این قانون تا سطح زمین صادق است و شتاب در درون زمین کمتر از سطح آن است (در مرکز زمین شتاب ثقل صفر است) چرا؟

محاسبه نشان می دهد که به ازاء هر ۳ متر که از سطح زمین دور شویم مقدار شتاب ثقل (g) به اندازه $\left(\frac{1}{100000}\right)$ یک صدهزارم متر بر مجذور ثانیه کاهش می یابد.

_ تغییرات شتاب ثقل زمین نسبت به فاصله تا مرکز آن (زمین کره ای متجانس فرض شده است)



علاوه بر تغییرات و کاهش اندازه g بر حسب ارتفاع از سطح زمین مقدار آن از قطبین تا خط استوای زمین نیز به تدریج کاسته می شود به طوری که شتاب ثقل در قطب ماکزیمم و برابر ۹/۸۳ متر بر مجذور ثانیه و در استوا (کنار اقیانوس و سطح دریای آزاد) مینیمم و برابر ۹/۷۸ متر بر مجذور ثانیه است.

باید توجه داشت که حتی لایه ها و طبقات نامتجانس پوسته جامد زمین (کوه ها، چین خوردگی ها و ناهمواری های سطح آن) بر روی اندازه و جهت (g) تأثیر دارند؛ به طوری که تغییرات چگالی این لایه ها نیز شتاب ثقل را تغییر می دهند.

یکی دیگر از علل تغییرات (g) بر حسب عرض جغرافیایی، مربوط به کروی نبودن کامل شکل زمین است و با تغییر محل جسم در سطح زمین فاصله جسم از مرکز زمین اندکی تغییر می کند و غالباً از این تغییرات جزئی صرف نظر می شود.

رابطه وزن، جرم و شتاب ثقل

هرگاه جسمی به جرم m تحت تأثیر گرانش زمین قرار گیرد حاصل ضرب جرم جسم در شتاب ثقل زمین را وزن گویند.

$$W = mg$$

که در این رابطه

W: وزن

m: جرم جسم

g: شتاب ثقل یا شتاب جاذبه

واحدهای وزن: با توجه به رابطه وزن، وزن یک جسم به دو عامل جرم جسم و شتاب جاذبه در همان نقطه بستگی دارد و واحدهای هر دو کمیت جرم و شتاب در واحد وزن دخالت دارند. واحد وزن در سیستم SI نیوتن می باشد و یک نیوتن، نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتاب یک متر بر مجذور ثانیه می دهد.

$$W = m \cdot g$$

$$1\text{N} = 1\text{kg} \times 1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

اجزا و اضعاف واحد وزن: اجزاء و اضعاف واحد وزن به قرار زیر است:

$$\text{MN} \begin{matrix} \xleftarrow{\times 1000} \\ \xrightarrow{\div 1000} \end{matrix} \text{KN} \begin{matrix} \xleftarrow{\times 100} \\ \xrightarrow{\div 100} \end{matrix} \text{daN} \begin{matrix} \xleftarrow{\times 10} \\ \xrightarrow{\div 10} \end{matrix} \text{N} \begin{matrix} \xleftarrow{\times 10^5} \\ \xrightarrow{\div 10^5} \end{matrix} \text{dyn}$$

دین dyn: نیرویی که به جرم یک گرم شتاب یک سانتی متر بر مجذور ثانیه بدهد $1\text{dyn} = 1\text{g} \times 1\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ اجزا برای وزن اجسام سبک استفاده می شود و اضعاف برای واحدهای فرعی و بزرگتر از نیوتن به کار می

رود.

یکی از واحدهای دیگر وزن که امروز در مسائل علمی کمتر به کار می رود کیلوگرم نیرو (kgf) است.

$$1\text{kgf} = 9.8\text{N}$$

$$1\text{gf} = 0.0098\text{kgf}$$

واحد وزن در سیستم F.P.S پوند - نیرو می باشد

$$1\text{N} = 0.2248\text{lb}$$

واحد شتاب ثقل: شتاب جاذبه در سیستم SI دو واحد دارد.

۱- طبق تعریف تغییرات سرعت در واحد زمان $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ می باشد.

$$g = \frac{\Delta V}{t} = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s^2}$$

۲- طبق تعریف وزن نیوتن بر کیلوگرم است.

$$W = mg$$

$$g = \frac{W}{m} = \frac{N}{kg}$$

$$\frac{N}{kg} = \frac{kg \frac{m}{s^2}}{kg} = \frac{m}{s^2} \text{ زیرا } \frac{N}{kg} = \frac{m}{s^2} \text{ است؛ زیرا}$$

تذکر: واحد فرعی دیگر که برای شتاب جاذبه استفاده می‌شود، $\frac{cm}{s^2}$ است.

رابطه وزن با جرم

دو جسم با جرم‌های مختلف در یک نقطه دارای شتاب جاذبه یکسان می‌باشند لذا نسبت وزن آن‌ها به حجم

با نسبت جرم‌های آن‌ها رابطه مستقیم دارد.

$$W = mg$$

$$W' = m'g' \Rightarrow \frac{W}{W'} = \frac{mg}{m'g'}$$

$$\boxed{\frac{W}{W'} = \frac{m}{m'}}$$

یک جسم با جرم m در دو نقطه مختلف، دارای شتاب جاذبه یکسان نمی‌باشد. لذا نسبت وزن جسم در دو

نقطه با نسبت شتاب جاذبه رابطه مستقیم دارد.

$$W = mg$$

$$W' = mg' \Rightarrow \frac{W}{W'} = \frac{mg}{mg'}$$

$$\boxed{\frac{W}{W'} = \frac{g}{g'}}$$

مثال ۱-۱۹: وزن یک جسم در تهران که شتاب ثقلی برابر $9/79 \frac{m}{s^2}$ دارد 8400 نیوتن است وزن این

جسم در قطب که شتاب ثقل آن $9/83 \frac{m}{s^2}$ است چند نیوتن بیشتر خواهد شد؟

$$\text{وزن در تهران} \begin{cases} W_1 = 8400 \\ g_1 = 9/79 \end{cases}$$

$$\text{وزن در قطب} \begin{cases} W_2 = ? \\ g_2 = 9/83 \end{cases}$$

$$\frac{W_p}{W_1} = \frac{g_p}{g_1}$$

$$\frac{W_p}{8400} = \frac{9/83}{9/79}$$

$$W_p = \frac{9/83 \times 8400}{9/79} = 8434/32(N)$$

تفاوت وزن بین دو نقطه برابر است با:

$$W - W = 8434/32 - 8400 = 34/3(N)$$

وزن در تهران وزن در قطب

مثال ۱۹-۲: وزن جسمی در روی زمین ۹۸۰ نیوتن است وزن آن را در کره ماه به دست آورید.

$$g_{\text{ماه}} = 1/67 \quad g_{\text{زمین}} = 9/8$$

چون چرم جسم ثابت است لذا خواهیم داشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} W_1 = 98 \\ g_1 = 9/8 \end{array} \right. \quad \frac{W_p}{W_1} = \frac{g_p}{g_1}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} W_p = ? \\ g_p = 1/67 \end{array} \right. \quad \frac{W_p}{98} = \frac{1/67}{9/8} \quad W_p = \frac{1/67 \times 9/8}{9/8} = 16/7(N)$$

مثال ۱۹-۳: جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم دارای وزن ۹۸۰ نیوتن می باشد. وزن جسم دیگری به جرم ۵۰

کیلوگرم در همین نقطه چقدر است؟

$$m_1 = 10 \quad W_p = ?$$

$$W_1 = 980$$

$$m_p = 50$$

چون در یک نقطه مقدار شتاب جاذبه (g) ثابت می باشد.

لذا خواهیم داشت:

$$\frac{W_p}{W_1} = \frac{m_p}{m_1}$$

$$\frac{W_p}{980} = \frac{50}{10} \quad W_p = \frac{980 \times 50}{10} = 4900(N)$$

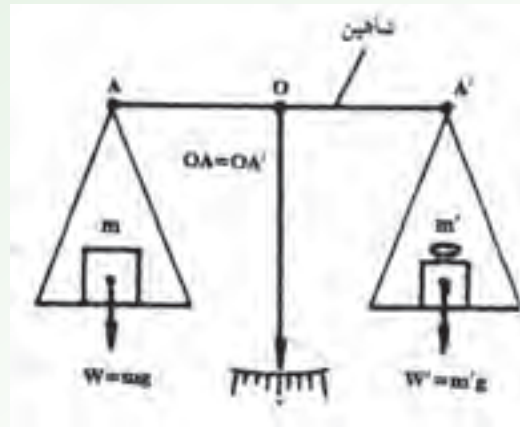
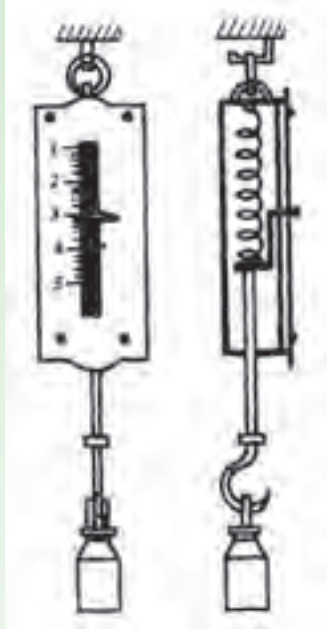
تفاوت جرم با وزن

۱- جرم مقدار ماده موجود در جسم است، ولی وزن نیرویی است که از طرف زمین بر جرم جسم وارد

می شود.

۲- واحد جرم کیلوگرم است و واحد وزن نیوتن می‌باشد.

۳- جرم را با ترازو اندازه می‌گیرند، وزن را با نیروسنج



تعیین جرم اجسام توسط ترازوی شاهین دار

۴- جرم کمیتی است عددی (اسکالر) و وزن کمیتی است برداری. اندازه‌گیری وزن اجسام توسط نیروسنج

جرم یک جسم در تمام نقاط مقداری است ثابت، اما وزن به علت تغییرات شتاب جاذبه در تمام نقاط یکسان نمی‌باشد.

رابطه وزن مخصوص و جرم مخصوص

وزن واحد حجم یک جسم را وزن مخصوص یا وزن حجمی می‌گویند؛ در صورتی که جرم مخصوص یا چگالی عبارت است از جرم واحد حجم یک جسم و رابطه آن‌ها به قرار زیر است:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{وزن مخصوص } D = \frac{W}{V} \\ \text{چگالی یا جرم مخصوص یا جرم حجمی } \rho = \frac{m}{V} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V = \frac{W}{D} \\ V = \frac{m}{\rho} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{W}{D} = \frac{m}{\rho}$$

$$D = \frac{W \cdot \rho}{m} = \frac{m \cdot g \cdot \rho}{m}$$

$$D = \rho \cdot g$$

وزن مخصوص جرم مخصوص

در این رابطه

$$\begin{array}{l} D: \text{وزن مخصوص } \frac{N}{m^3} \\ \rho: \text{جرم مخصوص } \frac{kg}{m^3} \\ g: \text{شتاب جاذبه } \frac{m}{s^2} \end{array}$$

مثال ۱۹-۴: جسمی به حجم ۰/۲ متر مکعب دارای وزن ۵۰۰۰ نیوتن می باشد وزن مخصوص و جرم

مخصوص آن را به دست آورید.

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

داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$V = 0.2 \text{ m}^3$ $W = 5000 \text{ N}$ $g = 10 \frac{m}{s^2}$	$D = ? \frac{N}{m^3}$ $\rho = ?$

۲- نوشتن رابطه وزن مخصوص

$$D = \frac{W}{V}$$

$$D = \frac{5000}{0.2} = 25000 \frac{N}{m^3}$$

$$D = \rho \cdot g$$

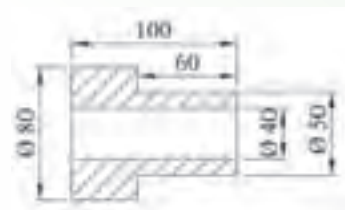
$$25000 = \rho \times 10$$

$$\rho = \frac{25000}{10} = 2500 \frac{kg}{m^3}$$

۳- نوشتن رابطه بین وزن مخصوص و جرم مخصوص

مثال ۱۹-۵: وزن شکل زیر را به دست آورید.

$$\pi = 3 \quad g = 10 \quad \rho = 8 \frac{kg}{m^3}$$

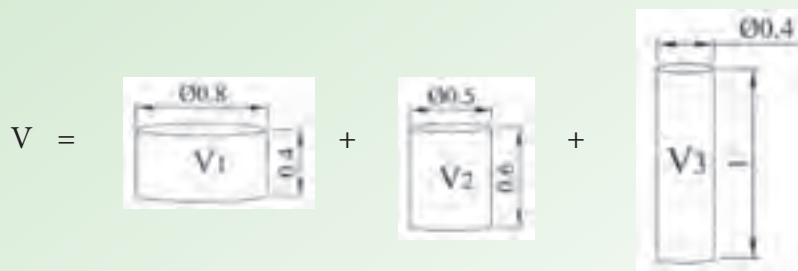


الف) داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$g = 10$ $\pi = 3$ $\rho = 8 \frac{kg}{m^3}$	$W = ?$

۲- محاسبه حجم بر حسب dm^3

$$V = V_1 + V_2 - V_3$$



$$V = \frac{\pi D_1^2}{4} \times h_1 + \frac{\pi D_2^2}{4} \times h_2 - \frac{\pi D_3^2}{4} \times h_3$$

$$V = \frac{\pi(0.8)^2}{4} \times 0.4 + \frac{\pi(0.5)^2}{4} \times 0.6 - \frac{\pi(0.4)^2}{4} \times 1$$

$$V = 0.192 + 0.1125 - 0.12$$

$$V = 0.1845 \text{ dm}^3$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 8 \times 0.1845$$

$$m = 1.478 \text{ kg}$$

$$W = mg$$

$$W = 1.478 \times 10$$

$$W = 14.78 \text{ (N)}$$

پیشنهاد می شود توسط هنرآموز چند تمرین دیگر مطرح گردد و در کلاس توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

نتیجه گیری

- ۱- وزن عبارت است از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب جاذبه زمین $W = mg$
- ۲- نیرویی که زمین در هر نقطه بر واحد جرم وارد می کند شدت میدان جاذبه در آن نقطه را مشخص می کند.
- ۳- شتاب ثقل در نقاط مختلف یکسان نمی باشد و با مجذور فاصله جسم از سطح زمین نسبت عکس دارد.
- ۴- وزن کمیتی است برداری و آن را با نیروسنج اندازه گیری می کنند.
- ۵- وزن در تمام نقاط یکسان نیست چون شتاب جاذبه یکسان نمی باشد.
- ۶- واحد وزن نیوتن است و یک نیوتن نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتاب یک متر بر مجذور ثانیه می دهد.

تمرین

تمرین‌های صفحه ۷۱ و ۷۲ و ۷۳ کتاب محاسبات فنی عمومی از شماره ۱ تا ۷ جهت تکلیف هنرجویان مشخص شود و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

کار و توان

هدف

- ۱- کار را تعریف کند.
- ۲- واحد کار در سیستم SI را شرح دهد.
- ۳- کار را در راستای افق محاسبه نماید.
- ۴- کار را در راستای قائم محاسبه نماید.
- ۵- توان را تعریف کند.
- ۶- واحد توان را شرح دهد.
- ۷- توان را محاسبه نماید.
- ۸- ضریب بهره را محاسبه نماید.

مفاهیم کلی

- ۱- مفهوم کار
- ۲- مفهوم توان
- ۳- مفهوم ضریب بهره

مفاهیم اساسی

- ۱- کار زمانی صورت می‌گیرد که به جسمی نیرو وارد شود و جسم در راستای نیرو جابه‌جا گردد.
- ۲- کار عبارت است از حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی نقطه اثر نیرو، در راستایی که نیرو اثر می‌کند.
- ۳- کار در سه راستا انجام می‌گیرد: ۱- راستای افق ۲- راستای زاویه‌دار (سطح شیب‌دار) ۳- راستای قائم
- ۴- واحد کار در سیستم SI ژول می‌باشد و آن عبارت است از تغییر مکان نیروی یک نیوتنی به اندازه یک متر.
- ۵- واحد کار الکتریکی وات ثانیه است که با ژول برابر است.

- ۶- اجزا و اضعاف واحد کار ژول عبارتند از میلی ژول، کیلوژول.
 - ۷- توان عبارت است از کار انجام شده در واحد زمان.
 - ۸- واحد توان در سیستم SI وات می باشد و آن عبارت است از یک ژول کار در مدت یک ثانیه.
 - ۹- اجزا و اضعاف توان عبارتند از میلی وات و کیلووات.
 - ۱۰- نسبت توان گرفته شده (خروجی) به توان داده شده (ورودی) را ضریب بهره گویند.
- انتظارات آموزشی:** هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد

الف: در سطح دانش

- ۱- کار را تعریف کند
- ۲- واحد کار در سیستم SI را تعریف کند.
- ۳- انواع کار را نام ببرد.
- ۴- واحدهای کار را نام ببرد.
- ۵- توان را تعریف کند.
- ۶- واحد توان را در سیستم SI را تعریف کند.
- ۷- اجزا و اضعاف واحد توان را نام ببرد.
- ۸- ضریب بهره را تعریف کند.
- ۹- عوامل مؤثر در ضریب بهره را نام ببرد.

ب: در سطح درک و فهم مطالب

- ۱- کار را تشریح کند.
- ۲- انواع کار را تشریح نماید.
- ۳- رابطه های کار را توضیح دهد.
- ۴- واحد کار و تبدیل واحدهای آن را توضیح دهد.
- ۵- توان را تشریح نماید.
- ۶- رابطه های توان را توضیح دهد.
- ۷- واحد توان و تبدیل واحدهای آن را توضیح دهد.
- ۸- ضریب بهره را تشریح نماید.
- ۹- رابطه ضریب بهره را توضیح دهد.

ج: در سطح کاربرد معلومات

- ۱- تبدیل واحدهای کار را در حل مسائل به کار برد.

- ۲- رابطه کار در حل مسائل را به کار برد.
- ۳- تبدیل واحدهای توان را در حل مسائل به کار برد.
- ۴- رابطه‌های توان را در حل مسائل به کار برد.
- ۵- رابطه ضرب بهره را در حل مسائل به کار برد.

د: تجزیه و تحلیل

- ۱- کار و انرژی را با یکدیگر مقایسه کند.
- ۲- کار در راستای افق را با کار در راستای قائم مقایسه کند.
- ۳- کار در راستای افق با کار در راستای زاویه‌دار را مقایسه کند.
- ۴- واحد کار مکانیکی و الکتریکی را با یکدیگر مقایسه کند.
- ۵- توان در راستای افق را با توان در راستای قائم مقایسه کند.
- ۶- توان داده شده (ورودی) را با توان گرفته شده (خروجی) مقایسه کند.

ه: در سطح ترکیب و نوآوری

- ۱- نقش سطح شیب‌دار در فرایند انجام کار را مورد بررسی قرار دهید.
- ۲- تأثیر طول مسیر حرکت در کار در راستای قائم را مورد بررسی قرار دهد.
- ۳- نقش نیروی آب در تولید برق را مورد بررسی قرار دهد.
- ۴- وزنه‌بردار وزنه‌ای را در راستای قائم بلند کرده و بالای سر خود نگه می‌دارد دو حالت را مورد بررسی قرار دهد.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل دو جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حل مسائل و تمرینات و برای تکالیف در نظر گرفته شده است.

- حضور و غیاب هنرجویان
- پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
- بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آنها
- یادآوری مطالب جلسه قبل
- شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: کار

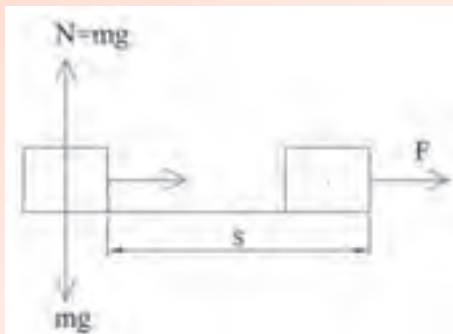
برای ورود به بحث درس این جلسه، بهتر است ابتدا چند سؤال برای ایجاد تمرکز ذهن هنرجویان به شرح زیر مطرح شود.

- ۱- اگر بر جسمی نیرو وارد کنیم و جسم حرکت نکند، کاری صورت گرفته است؟
- ۲- کار چه وقت صورت می‌گیرد؟
- ۳- تفاوت کار با انرژی چیست؟
- ۴- آیا مدت زمان انجام کار نقشی در میزان کار دارد؟
- ۵- تفاوت کار در راستای افق با راستای قائم چیست؟
- ۶- نیروی وزن چه موقع در میزان انجام کار مؤثر است؟
- ۷- آیا کار در راستای قائم به مسافت پیموده شده بستگی دارد؟

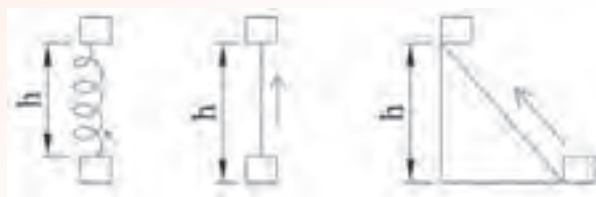
پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان نمود که:

- ۱- کار زمانی صورت می‌گیرد که بر جسمی نیرو وارد شود و جسم جابه‌جا شود. در نتیجه اگر نیرو به اندازه ای باشد که نتواند جسم را جابه‌جا کند. در این صورت کاری انجام نگرفته است. مانند هل دادن دیوار.
- ۲- کار از حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی به دست می‌آید. هم‌چنین از قبل می‌دانیم که انرژی، قابلیت یا توانایی انجام کار است.
- ۳- با توجه به مطالب گفته شده چون کار به نیرو و مسافت جابه‌جا شده بستگی دارد، پس مدت زمان انجام کار هیچ نقشی در میزان انجام کار ندارد. مثل جابه‌جا کردن یک جسم تا مسافت یک متر، خواه یک ثانیه طول بکشد خواه یک ساعت، میزان کار یکسان است.

۴- در راستای افق نیروی وزن جسم در جهت عمود بر زمین است با عکس العمل سطح خنثی می شود و فقط برآیند نیروهای افقی وارد بر جسم است که باعث حرکت جسم می شود و کار صورت می گیرد.



در صورتی که در جهت قائم، فقط نیروی وزن جسم در کار مؤثر است. مانند بالا بردن یخچال از طبقه هم کف به طبقات بالاتر ساختمان، که باید وزن یخچال را به ارتفاعی منتقل نمود و این کار می تواند با جرثقیل یا آسانسور یا شخص باربر از پله ها صورت گیرد؛ در نتیجه میزان کار در راستای قائم به مسافت پیموده شده بستگی ندارد، بلکه فقط به ارتفاع مسیر بستگی دارد.



تعریف کار: کار عبارت است از حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه جایی نقطه اثر نیرو و در راستایی که نیرو اثر می کند و آن را با W نشان می دهد.



واحد کار: واحد کار در سیستم SI ژول است و آن عبارت است از کار حاصل از نیروی یک نیوتن وقتی که در راستای نیرو یک متر جابه جا شود.

$$1 \text{ ژول (J)} = 1 \text{ نیوتن (N)} \times 1 \text{ متر (m)}$$

۱- رابطه کار در راستای افق: در راستای افق کار برابر است با حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه جایی

$$W = \text{نیرو} \times \text{مقدار جابه جایی}$$

$$W = F \times S$$

در این رابطه

W : کار بر حسب ژول (J)

F : نیرو بر حسب نیوتن (N)

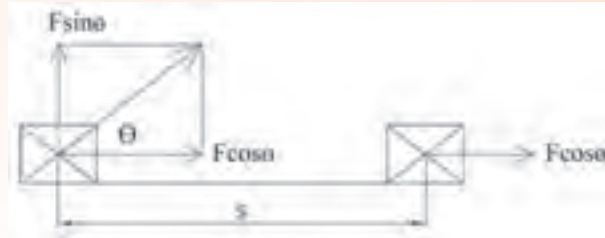
S: مقدار جابه‌جایی یا مسافت پیموده شده (بر حسب متر (m))

۲— **رابطه کار در راستای زاویه‌دار:** چنانچه نیروی وارد بر جسم با زاویه θ به جسم اثر کند این نیرو به

دو مؤلفه عمودی ($F \sin \theta$) و مؤلفه افقی ($F \cos \theta$) تبدیل می‌شود که مؤلفه افقی آن باعث حرکت جسم می‌گردد؛

$$W = F \cos \theta \cdot s$$

طبق رابطه:



در این رابطه:

W: کار بر حسب ژول (J)

F: نیرو بر حسب نیوتن (N)

S: مقدار جابه‌جایی بر حسب متر (m)

θ : زاویه نیرو با سطح افق بر حسب درجه

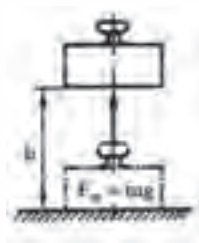
۳— **رابطه کار در راستای قائم:** هنگامی که جسمی را می‌خواهیم از زمین بلند کنیم و به ارتفاعی انتقال

دهیم، در این حالت نیروی حرکت، معادل نیروی وزن جسم می‌باشد و از حاصل ضرب نیروی وزن در ارتفاع پیموده

شده، میزان کار در راستای قائم به دست می‌آید. ارتفاع \times نیروی وزن = کار در راستای قائم

$$W_{mg} = F_w \times h$$

$$W_{mg} = mgh$$



در این رابطه:

W_{mg} : کار در راستای قائم بر حسب ژول (J)

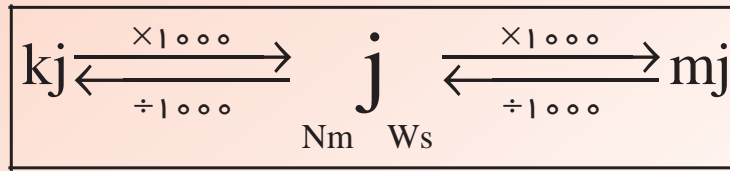
m: جرم جسم بر حسب کیلوگرم (kg)

g: شتاب ثقل زمین بر حسب متر بر مجذور ثانیه ($\frac{m}{s^2}$)

h: ارتفاع بر حسب متر (m)

اجزا و اضعاف واحد کار: واحد کار در سیستم SI ژول می‌باشد که اضعاف آن کیلوژول (kJ) و اجزای آن

میلی ژول (mj) می باشد.



مثال ۱-۲۰: برای جابه جایی جعبه ای به جرم ۱۰۰ کیلوگرم روی زمین نیروی افقی ۵۰ نیوتن بر آن وارد کرده و جعبه را ۳۰ متر جابه جا می کنیم مقدار کار انجام شده را بر حسب ژول و کیلوژول به دست آورید.

مرحله اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$F = 50 \text{ N}$ $S = 30 \text{ m}$ $m = 100 \text{ kg}$	$W = ? \text{ J}$ $W = ? \text{ kJ}$

مرحله دوم: نوشتن رابطه مربوط به کار در راستای افق: چون کار در راستای افق است جرم جعبه بی اثر

است.

$$W = F.S$$

$$W = 50 \times 30 \quad W = 1500 \text{ J}$$

مرحله سوم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

مرحله چهارم: تبدیل J به kJ

$$1 \text{ J} = \frac{1}{1000} \text{ kJ}$$

$$1500 \text{ J} = 1500 \times \frac{1}{1000} \text{ kJ} = 1.5 \text{ kJ}$$

مثال ۲-۲۰: برای کشیدن چهار چرخه روی زمین، نیروی به اندازه ۵۰ نیوتن بر آن وارد می کنیم اگر نیرو با

سطح افق زاویه ۶۰° بسازد برای انجام ۱۰۰ ژول کار، جسم چه مقدار باید جابه جا شود؟

مرحله اول: داده ها و خواسته

داده ها	خواسته ها

$\theta = 60^\circ$ $W = 100 \text{ J}$ $F = 50 \text{ N}$	$S = ? \text{ m}$
--	-------------------

مرحله دوم: نوشتن رابطه مربوطه به کار در راستای زاویه دار

$$W = F \cos \theta \cdot S$$

$$100 = 50 \times \cos 60^\circ \times S$$

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$100 = 50 \times \frac{1}{2} \times S$$

$$100 = 25S$$

$$S = \frac{100}{25} = 4 \text{ m}$$

مرحله سوم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

مثال ۳-۲۰: برای بلند کردن یک بوته ریخته گری ۶۰ کیلوگرمی و قرار دادن آن روی میزی به ارتفاع ۱/۵

متر چه مقدار کار مکانیکی بر حسب ژول مورد نیاز است ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

مرحله اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$m = 60 \text{ kg}$ $h = 1/5 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	$W_{\text{mg}} = ? \text{ J}$

مرحله دوم: نوشتن رابطه مربوط به کار در راستای قائم

$$W_{\text{mg}} = mgh$$

$$W_{\text{mg}} = 60 \times 10 \times 1/5$$

$$W_{\text{mg}} = 900 \text{ J}$$

مرحله سوم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

مثال ۴-۲۰: جرم پاتیل ریخته گری شکل زیر ۱/۲ تن است اگر قطر بزرگ داخلی آن ۱۰۰۰ میلی متر و

قطر کوچک داخلی آن ۸۰۰ میلی متر و ارتفاع آن ۹۰۰ میلی متر و $\frac{5}{6}$ حجم آن با مذاب چدن به جرم حجمی

6500 kg/m^3 پر شده باشد، برای بلند کردن پاتیل مکانیکی بر حسب kJ مورد نیاز است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



مرحله اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$D = 1000\text{m}$	$W_{mg} = ?\text{kJ}$
$H = 900\text{mm}$	
$h = 4$	
$\rho = 6500$	
$d = 800\text{mm}$	
$m_1 = 1/2\text{ton}$	
$\pi = 3$	

مرحله دوم: تبدیل واحدها

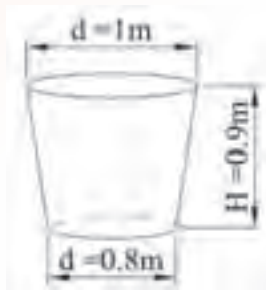
$$m_1 = 1/2\text{ton} \times 1000 = 1200\text{kg}$$

$$D = 1000\text{mm} \div 1000 = 1\text{m}$$

$$d = 800\text{mm} \div 1000 = 0.8\text{m}$$

$$H = 900\text{mm} \div 1000 = 0.9\text{m}$$

مرحله سوم: نوشتن رابطه و محاسبه حجم مخروط ناقص



$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times H$$

$$A_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3(1)^2}{4} = 0.75\text{m}^2$$

$$V = \frac{0.75 + 0.48}{2} \times 0.9 \Rightarrow V = 0.5535\text{m}^3$$

$$A_2 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3(0.8)^2}{4} = 0.48\text{m}^2$$

$$V' = \frac{5}{6} V$$

$$V' = \frac{5}{6} \times 0.5535 = 0.46125\text{m}^3$$

مرحله پنجم: محاسبه جرم مذاب

$$m_p = \rho V' = 6500 \times 0.46125 = 2998.125\text{kg}$$

مرحله ششم: محاسبه جرم کل

$$\text{جرم مذاب} + \text{جرم پاتیل} = \text{جرم کل}$$

$$m = 1200 + 2998 / 125$$

$$m = 4198 / 125 \text{ kg}$$

مرحله هفتم: نوشتن رابطه کار در راستای قائم

$$W_{mg} = m.g.h$$

مرحله هشتم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

$$W_{mg} = 4198 / 125 \times 10 \times 4$$

$$W_{mg} = 167925 \text{ J}$$

مرحله نهم: تبدیل J به kJ

$$1 \text{ J} = \frac{1}{1000} \text{ kJ}$$

$$167925 \text{ J} = 167925 \times \frac{1}{1000} \text{ kJ} = 167.925 \text{ kJ}$$

پیشنهاد می شود هنرآموز چند تمرین دیگر به شکل های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه گیری

- ۱- کار زمانی صورت می گیرد که بر جسمی نیرو وارد شود و جسم جابه جا گردد.
- ۲- انرژی: قابلیت یا توانایی انجام کار را انرژی گویند.
- ۳- کار به طور کلی از حاصل ضرب نیرو در جابه جایی ایجاد می شود.
- ۴- رابطه کار وقتی نیرو افقی وارد می شود $W = F.S$
- ۵- رابطه کار وقتی نیرو با سطح افق زاویه می سازد $W = F \cos \theta . S$
- ۶- رابطه کار در راستای قائم $W_{mg} = mgh$

تمرین

تمرین های ۱ و ۱۲ از صفحه ۷۷ کتاب محاسبات فنی عمومی همراه با چند نمونه از مسائل دیگر که توسط هنرآموز مطرح می شود برای تکالیف در خانه مشخص گردد و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

جلسه بیست و یکم

— حضور و عیاب هنرجویان

— پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)

— بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها

— یادآوری مطالب جلسه قبل

— شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: توان و ضریب بهره

قبل از ورود به بحث ابتدا چند سؤال برای ایجاد تمرکز هنرجویان به شرح زیر مطرح شود:

۱- منظور از توان چیست؟

۲- آیا توان با قدرت فرقی دارد؟

۳- فرق توان با کار چیست؟

۴- توان با زمان چه نسبتی دارد؟

۵- آیا توانی که روی وسایل الکتریکی نوشته شده توان واقعی است؟

۶- آیا توان ورودی و خروجی در وسایل انتقال حرکت و مبدل‌ها و ... یکسان است.

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

— توان یا قدرت هر دو به یک مفهوم است و عبارت است از کار انجام شده در واحد زمان

— هرچه کار بیشتری در زمان کم‌تری صورت گیرد، یعنی توان آن بیشتر است و بالعکس، یعنی توان با زمان

نسبت عکس دارد.

— در وسایل انتقال حرکت و یا ماشین‌های مبدل انرژی مقداری از توان گرفته شده صرف برطرف کردن

عواملی مانند اصطکاک، مقاومت الکتریکی شده بخشی از آن به حرارت تبدیل می‌شود و بقیه آن به صورت توان

مفید ظاهر می‌شود. در نتیجه توان ورودی و خروجی هیچ‌گاه با هم برابر نبوده که از نسبت توان خروجی به توان

ورودی راندمان یا بازده دستگاه به دست می‌آید.

توان: نسبت کار انجام شده به زمان انجام کار را توان گویند و آن را با (P) نشان می‌دهند.

توان = _____

واحد توان: واحد توان در سیستم SI وات می‌باشد و آن عبارت است از یک ژول کار که در مدت یک ثانیه

انجام می‌شود.

کار
زمان

$$P = \frac{W}{t}$$

رابطه توان

۱- اگر کار در راستای افق صورت گیرد رابطه توان به قرار زیر است:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot S}{t}$$

در این رابطه:

توان بر حسب وات (W)
ژول
ثانیه

F: نیرو بر حسب نیوتن (N)

S: جابه‌جایی بر حسب متر (m)

t: زمان بر حسب (s) ثانیه

چون در انجام کار، سرعت ثابت است، لذا از رابطه $v = \frac{S}{t}$ می‌توان در رابطه توان استفاده کرد:

$$P = \frac{F \cdot S}{t} \Rightarrow P = F \cdot v$$


در این رابطه:

P: توان W

F: نیرو بر حسب N

v: سرعت $\frac{m}{s}$

۲- اگر کار در راستای قائم صورت گیرد رابطه توان به قرار زیر است:


$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$$

در این رابطه:

P: توان بر حسب وات W

m: جرم بر حسب kg

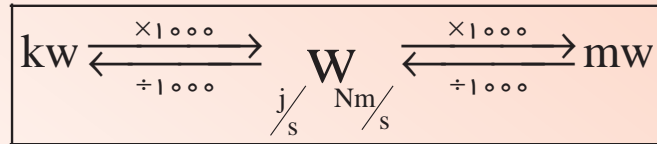
g: شتاب جاذبه $\frac{m}{s^2}$

h: ارتفاع بر حسب m متر

t: زمان بر حسب (s)

اجزا و اضعاف واحد توان: واحد توان در سیستم SI وات یا ژول بر ثانیه می‌باشد و اجزای آن میلی‌وات و

اضعاف آن KW است



لازم به ذکر است که در کشتی‌رانی، قطار و غیره از واحد اسب بخار استفاده می‌شود که $1 \text{ kW} = 1/36 \text{ h.p}$
ضریب بهره η :

روی وسایل انتقال حرکت و یا ماشین‌های مبدل انرژی، توان نوشته می‌شود که به آن توان ورودی گویند و در هنگام به‌کارگیری به علت عواملی همچون اصطکاک بخشی از توان کاسته می‌شود و بقیه آن به عنوان توان خروجی یا توان مفید ظاهر می‌شود.

نسبت توان گرفته شده (خروجی) به توان داده شده (ورودی) را ضریب بهره، بازده راندمان گویند.



ضریب بهره (راندمان یا بازده) = _____

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_e}{P_i} = \frac{P_r}{P_1}$$

توان خروجی (مفید) P_i توان ورودی (داده شده)

در این رابطه:

η : ضریب بهره که واحد ندارد

P_{ab} : توان گرفته شده

P_{zu} : توان داده شده

P_e : توان مفید

P_i : توان اولیه

P_p : توان خروجی

P_1 : توان ورودی

مثال ۱-۲۱: جرثقیل سقفی جسمی به جرم ۵ تن را در مدت ۳۰ ثانیه تا ارتفاع ۶ متر بالا می‌برد در صورتی

که ضریب بهره ۰/۸ درصد باشد توان موتور جرثقیل را برحسب kW به دست آورید. ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

مرحله اول: داده‌ها و خواسته

داده‌ها	خواسته‌ها
$m = 5 \text{ ton}$	$P_1 = ? \text{ kW}$
$t = 30 \text{ (s)}$	
$h = 6 \text{ m}$	
$\eta = 0/8$	
$g = 10 \frac{m}{s^2}$	

مرحله دوم: تبدیل واحد

$$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$$

$$5 \text{ ton} = 5 \times 1000 \text{ kg} = 5000 \text{ kg}$$

مرحله سوم: نوشتن رابطه توان گرفته شده یا خروجی

$$P_r = \frac{mgh}{t}$$

مرحله چهارم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

$$P_r = \frac{5000 \times 10 \times 6}{30} = 10000 \text{ W}$$

مرحله پنجم: نوشتن رابطه ضریب بهره

$$\eta = \frac{P_r}{P_1}$$

مرحله ششم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

$$0/8 = \frac{10000}{P_1}$$

$$0/8 P_1 = \frac{10000}{1}$$

$$P_1 = \frac{10000}{0/8} = 12500 \text{ W}$$

مرحله هفتم: تبدیل واحد W به kW

$$1 \text{ W} = \frac{1}{1000} \text{ kW}$$

$$12500 \text{ W} = 12500 \times \frac{1}{1000} \text{ kW} = 12/5 \text{ kW}$$

مثال ۲-۲۱: الکتروموتوری با قدرت ۵ کیلووات باری به جرم m را در مدت ۲ دقیقه به ارتفاع ۸ متری

می‌رساند در صورتی که ضریب بهره ۰/۸ باشد مقدار جرم (m) را برحسب کیلوگرم به دست آورید. ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

مرحله اول: داده و خواسته

داده‌ها	خواسته‌ها
$P_1 = 5 \text{ kW}$ $t = 2 \text{ min}$ $h = 8 \text{ m}$ $\eta = 0.8$ $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$m = ? \text{ kg}$

مرحله دوم: تبدیل واحدها:

$$P_1 = 5 \text{ kW} \times 1000 = 5000 \text{ W}$$

$$t = 2 \text{ min} \times 60 = 120 \text{ (s)}$$

مرحله سوم: نوشتن رابطه ضریب بهره و پیدا کردن توان خروجی یا مفید

$$\eta = \frac{P_p}{P_1}$$

$$0.8 = \frac{P_p}{5000}$$

$$P_p = 0.8 \times 5000$$

$$P_p = 4000 \text{ W}$$

مرحله چهارم: نوشتن رابطه توان خروجی یا توان مفید یا توان گرفته شده

$$P_p = \frac{mgh}{t}$$

مرحله پنجم: جای گذاری و محاسبه ریاضی

$$4000 = \frac{m \times 10 \times 8}{120}$$

$$80m = 480000$$

$$m = \frac{480000}{80}$$

$$m = 6000 \text{ kg}$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت

هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱- کار انجام شده نسبت به زمان انجام کار را توان گویند.

۲- واحد توان در SI وات می‌باشد.

۳- رابطه‌های محاسبه توان عبارتند از: $P = \frac{W}{t}$ ، $P = F \cdot V$ ، $P = \frac{mgh}{t}$

۴- نسبت توان گرفته شده (مفید) به توان داده شده به دستگاه را ضریب بهره گویند.

$$\eta = \frac{P_r}{P_i}$$

تمرین

تمرین‌های صفحه ۷۷ و ۷۸ از کتاب محاسبات فنی عمومی از شماره ۳ تا ۷ برای تکلیف در

منزل مشخص شود. و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

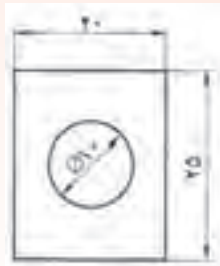
جلسه بیست و دوم

ارزشیابی (۳)

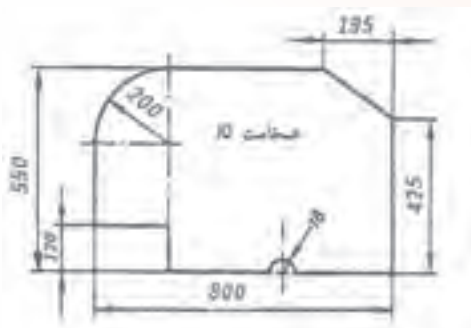
هنرآموز محترم در این جلسه از فصل اول و دوم و سوم و چهارم ۳۰٪ و از فصل‌های پنجم و ششم و هفتم و هشتم ۷۰٪ سؤال جهت ارزشیابی طرح نماید.

نمونه سؤالات پیشنهادی

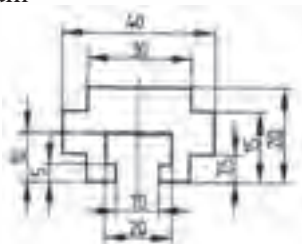
۱- مطلوب است جرم فلانش نشان داده شده در صورتی که جنس آن از چدن خاکستری و ضخامت آن ۱۲mm باشد. $(\rho = 7/25 \text{ kg/dm}^3)$



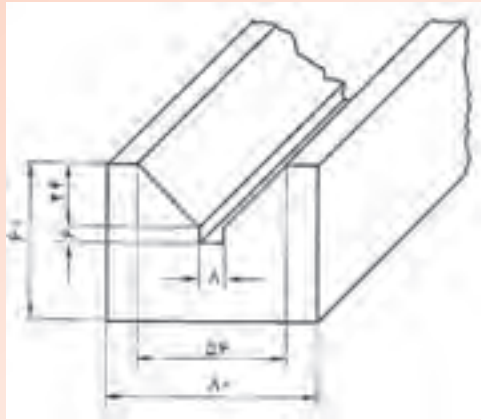
۲- جرم قطعه مطابق شکل را برحسب کیلوگرم به دست آورید. (جنس قطعه St۳۷ $(\rho = 7/85 \text{ kg/dm}^3)$)



۳- جرم قطعه برنجی مطابق شکل را به دست آورید. $\rho = 8/5 \text{ kg/dm}^3$. طول قطعه ۱۸۰ میلی‌متر است.



۴- جرم منشوری فولادی به طول ۱۲۰ میلی‌متر با سطح مقطعی مطابق شکل را برحسب کیلوگرم حساب کنید. $(\rho = 7/85 \text{ kg/dm}^3)$

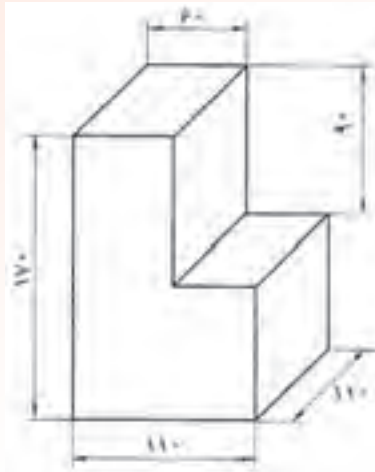


۵- یک قطعه آلومینیمی در شکل نشان داده شده است. حساب کنید:

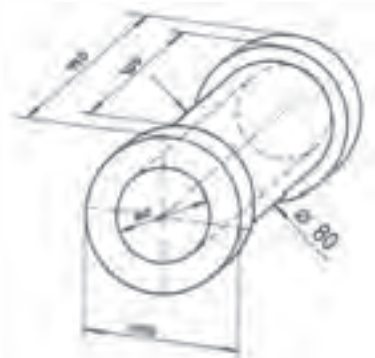
الف) جرم آن را بر حسب کیلوگرم.

ب) چند قطعه از آن را می توان به وسیله کامیونی با ظرفیت ۳ تن حمل نمود.

$$\left(\rho = 2700 \text{ kg/dm}^3\right)$$

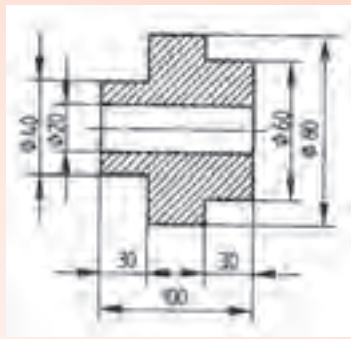


۶- جرم بوش برنجی مطابق شکل را محاسبه نمایید. «جرم حجمی $\rho = 8700 \text{ kg/dm}^3$ »

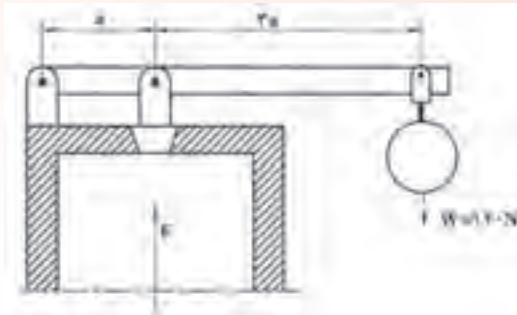


۷- وزن قرقره مطابق شکل را تعیین کنید. جنس آن از آلیاژ مس و قلع بوده و جرم حجمی

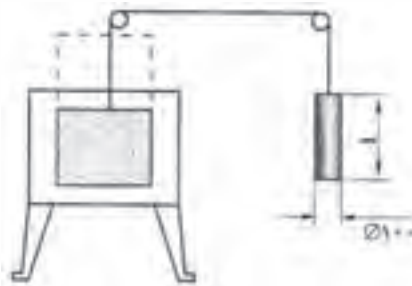
آن 6800 kg/dm^3 کیلوگرم بر دسی متر مکعب می باشد.



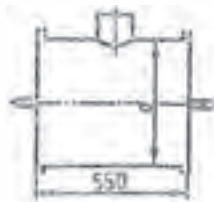
۸- وزن وزنه سوپاپ اطمینانی بایستی ۱۲۰ نیوتن باشد. در صورتی که وزنه کروی و جنس آن از چدن باشد، قطر آن را به دست آورید ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



۹- در یک کوره آبکاری به کمک وزنه استوانه‌ای شکلی باز و بسته می‌شود. اگر جرم وزنه مربوطه $m = 18 \text{ kg}$ و جنس آن از فولاد باشد حساب کنید (از اصطکاک قرقره‌ها صرف نظر شود).
 الف) نیروی کشش سیم متصل به وزنه را بر حسب نیوتن اگر $g = 10 \frac{m}{s^2}$ منظور شود.
 ب) طول وزنه را بر حسب میلی‌متر. ($\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$)



۱۰- اگر ظرفیت بوته گردان مطابق شکل ۴۰۰ کیلوگرم مذاب G-AISI باشد، قطر آن چقدر باید باشد؟ ($\rho = 7.2 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$)



۱۱- برای ساخت ۳۰ عدد ماهیچه‌تر مطابق شکل چند کیلوگرم ماسه ماهیچه مورد نیاز است؟

$$(\rho = 1/2 \text{ kg/dm}^3)$$



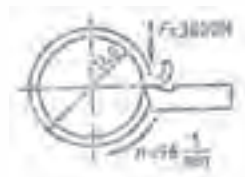
۱۲- اندازه‌های داخلی بوته گردان مطابق شکل $d = 1200 \text{ mm}$ و $l = 1500 \text{ mm}$ است. بوته با ظرفیت حجمی خود از مذاب GS پر شده است. چرخ‌های واگن چه نیرویی را تحمل می‌کنند اگر وزن ملحقات واگن 6500 نیوتن و بوته خالی 8500 نیوتن باشد. $(\rho = 7/85 \text{ kg/dm}^3)$



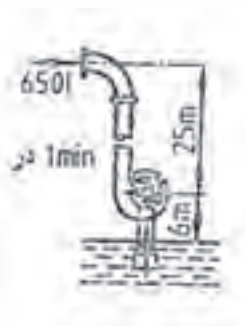
۱۳- یک بالابر چنگال دار مجهز به محرک الکتروهیدرولیکی است. حداکثر بار قابل حمل به وسیله آن 1500 کیلوگرم در سرعت $0/1$ متر بر ثانیه است. توان گرفته شده به وسیله موتور آن را به دست آورید. اگر ضریب بهره $0/82$ باشد.

۱۴- حداکثر بار قابل حمل به وسیله جرثقیلی 12 تن در سرعت $6/2$ متر در دقیقه و راندمان کلی $0/52$ است. توان گرفته شده آن چند کیلووات است؟

۱۵- برای تراشکاری قطعه مطابق شکل نیروی برشی 3800 N اعمال می‌شود. توان براده برداری چند کیلووات است؟



۱۶- توان موتور پمپ مطابق شکل چند کیلووات است؟ اگر ضریب بهره پمپ $0/8$ باشد؟



فصل هشتم

انتقال حرکت

هدف

- ۱- سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را تعریف کند.
- ۲- رابطه سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را بنویسد.
- ۳- سرعت در حرکت دورانی یکنواخت را تعریف کند.
- ۴- رابطه سرعت دورانی یکنواخت را بنویسد.
- ۵- مسایل مربوط به سرعت خطی را محاسبه کنید.
- ۶- مسایل مربوط به سرعت دورانی (محیطی) را محاسبه کنید.
- ۷- محاسبات مربوط به انتقال حرکت با چرخ تسمه‌ها را انجام دهد.

مفاهیم کلی

- ۱- مفهوم حرکت
- ۲- مفهوم حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت
- ۳- مفهوم سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت
- ۴- مفهوم حرکت دورانی
- ۵- مفهوم سرعت در حرکت دورانی
- ۶- مفهوم انتقال حرکت

مفاهیم اساسی

- ۱- هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند جسم حرکت می‌کند.
- ۲- حرکت می‌تواند مستقیم‌الخط یا دایره‌ای (محیطی) باشد.
- ۳- هرگاه متحرک در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی را طی کند، حرکت را یکنواخت گویند.
- ۴- هرگاه متحرک در زمان‌های مساوی مسافت‌های مختلف را طی کند، حرکت را غیریکنواخت یا شتابدار گویند.
- ۵- مسافت پیموده شده نسبت به زمان حرکت را سرعت متحرک گویند.
- ۶- سرعت عامل مهمی برای سنجش حرکت است.
- ۷- در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت، سرعت ثابت و شتاب صفر است.
- ۸- در حرکت شتابدار، سرعت ثابت نیست.
- ۹- واحد سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه $\frac{m}{s}$ می‌باشد و آن سرعت متحرکی است که در یک ثانیه، مسافتی برابر یک متر را طی می‌کند.

۱۰- واحدهای دیگر سرعت برحسب موارد کاربرد می‌توان mm/s ، cm/s ، m/min و km/h باشد.

۱۱- حرکت در مسیر دایره‌ای با سرعت ثابت را حرکت دورانی یکنواخت گویند.

۱۲- در حرکت دورانی یکنواخت با این که سرعت ثابت است ولی شتاب وجود دارد؛ زیرا جهت سرعت در هر لحظه تغییر می‌کند.

۱۳- سرعت در حرکت یکنواخت دورانی، از حاصل ضرب طول مسیر (ه، حیط حرکت) در تعداد دوران به دست می‌آید.

۱۴- سرعت حرکت اجسام دوّار مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، سنگ سنباده و غیره را سرعت محیطی می‌گویند.

۱۵- تعداد دوران نشان می‌دهد که یک جسم در واحد زمان چند دفعه حول محور خود می‌گردد.

۱۶- به کمک تسمه و چرخ تسمه، انتقال و تغییر تعداد دوران و گشتاور در وسایلی که فاصله محوری زیاد نسبت به هم دارند امکان‌پذیر می‌شود.

۱۷- نسبت دورها و یا نسبت قطرها را نسبت انتقال حرکت گویند. نسبت دورها رابطه معکوس با نسبت قطرها دارد.

انتظارات آموزشی: هنرجو باید در پایان این فصل قادر باشد.

الف) در سطح دانش

۱- حرکت را تعریف کند.

۲- انواع حرکت را نام ببرد.

۳- حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را تعریف کند.

۴- حرکت مستقیم‌الخط شتابدار را تعریف کند.

۵- سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را تعریف کند.

۶- واحدهای سرعت را نام ببرد.

۷- حرکت یکنواخت دورانی را تعریف کند.

۸- سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را تعریف کند.

۹- نسبت انتقال را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱- انتقال حرکت را شرح دهد.

- ۲- حرکت را توضیح دهد.
- ۳- انواع حرکت را شرح دهد.
- ۴- سرعت را شرح دهد.
- ۵- رابطه سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را توضیح دهد.
- ۶- تبدیل واحدهای سرعت را توضیح دهد.
- ۷- حرکت یکنواخت دورانی را شرح دهد.
- ۸- سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را شرح دهد.
- ۹- رابطه سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را توضیح دهد.
- ۱۰- رابطه انتقال حرکت در تسمه و چرخ تسمه را توضیح دهد.
- ۱۱- نسبت انتقال را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات

- ۱- رابطه تبدیل واحدهای سرعت را در حل مسایل به کار برد.
- ۲- رابطه سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را در حل مسایل به کار برد.
- ۳- رابطه سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را در حل مسایل به کار برد.
- ۴- رابطه انتقال حرکت در تسمه چرخ و تسمه را در حل مسایل به کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

- ۱- حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و حرکت مستقیم‌الخط شتابدار را باهم مقایسه کند.
- ۲- حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و حرکت یکنواخت دورانی را باهم مقایسه کند.
- ۳- سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط با سرعت در حرکت یکنواخت دورانی مقایسه کند.
- ۴- واحدهای سرعت را با یکدیگر مقایسه کند.
- ۵- انتقال حرکت به وسیله تسمه و چرخ تسمه را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد.

زمان پیش‌بینی شده: برای این فصل، دو جلسه ۱۰۰ دقیقه‌ای جهت تدریس مطالب، حل مسائل و تمرینات و بررسی تکالیف در نظر گرفته شده است.

جلسه بیست و سوم

— حضور و غیاب هنرجویان

— پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)

— بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها

— یادآوری مطالب جلسه قبل

— شروع درس با موضوع این جلسه

موضوع: محاسبه سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و دورانی یکنواخت

قبل از ورود به این بحث ابتدا برای تمرکز هنرجویان چند سؤال به شرح زیر مطرح شود:

۱- مفهوم حرکت چیست؟

۲- چند نوع حرکت داریم؟

۳- عامل مهم سنجش حرکت چیست؟

۴- فرق سرعت خطی با سرعت محیطی چیست؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد:

تغییر نقاط مادی را حرکت گویند حرکت امری نسبی است؛ یعنی از دید شخصی که در اتوبوس در حال حرکت، نشسته است، چنانچه خود را ساکن فرض کند، خیابان را در حال حرکت می‌بیند و در حالی که شخص در حرکت و خیابان ساکن است!

- به‌طور کلی دو نوع حرکت داریم

۱- حرکت مستقیم‌الخط که خود دو نوع است حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت حرکت مستقیم‌الخط شتاب

دار

۲- حرکت بر مسیر دایره (حرکت دورانی)

- عامل مهم در سنجش حرکت، سرعت می‌باشد که سرعت خود بر دو نوع است.

۱- سرعت خطی که یکنواخت و غیریکنواخت می‌باشد. اگر سرعت در تمام طول مسیر ثابت باشد به آن

سرعت خطی یکنواخت گویند، مانند نوار نقاله‌ها ماشین زنده و ... و اگر سرعت در طول مسیر تغییر کند، به آن سرعت خطی غیریکنواخت گویند.

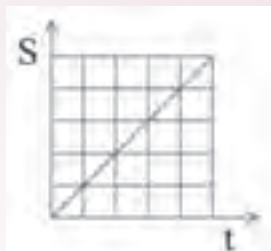
۲- سرعت محیطی (دورانی): سرعت حرکت اجسام دوار، مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، سنگ سنباده

ها را سرعت محیطی گویند.

- تعریف حرکت:

هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند، گوئیم آن جسم حرکت کرده است انواع حرکت را می‌توان با مقایسه

جهت و سرعت آن‌ها از هم تمیز داد. جهت حرکت می‌تواند مستقیم (خطی) یا دایره‌ای (محیطی) باشد.
حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت: حرکتی است که زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی طی کند یا به عبارت دیگر حرکت با سرعت ثابت را حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت گویند.



- حرکت مستقیم‌الخط غیریکنواخت (شتابدار): هرگاه در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی پیموده نشود، حرکت را حرکت مستقیم‌الخط غیریکنواخت گویند یا به عبارت دیگر حرکت با سرعت متغیر را حرکت غیریکنواخت گویند. لازم به ذکر است که در محاسبات حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت: سرعت عبارت است از نسبت مسافت پیموده شده به زمان حرکت، در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و سرعت متحرک در مسیر مستقیم، در زمان‌های مساوی ثابت می‌ماند.

$$V = \frac{s}{t}$$

علائم اختصاری :

سرعت = _____

V = سرعت

$$V = \frac{s}{t}$$

s = مسافت

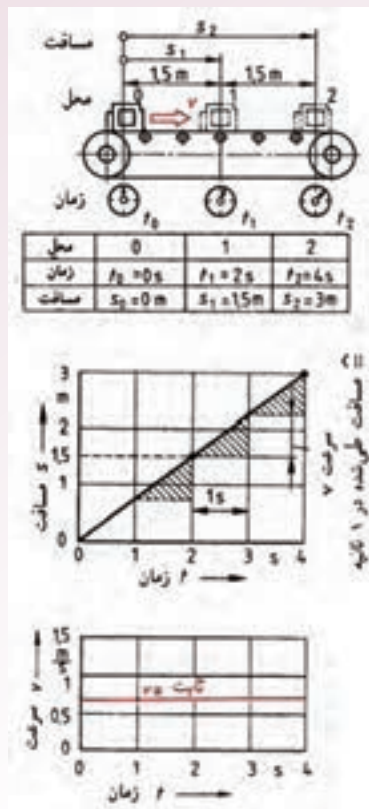
t = زمان

واحد سرعت: واحد سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه است و آن سرعت متحرکی است که در هر ثانیه

$$\frac{1 \text{ (m)}}{1 \text{ (s)}} = \frac{1 \text{ (m)}}{\text{ثانیه}}$$

مسافتی برابر یک متر را طی نماید.





- سرعت می تواند بر حسب مورد و محل کاربرد واحدهای دیگری نیز داشته باشد $\frac{km}{h}$ ، $\frac{mm}{min}$ ، $\frac{cm}{s}$ ، $\frac{mm}{min}$ ، $\frac{mm}{h}$

$$\frac{m}{s}$$

واحد سرعت	واحد مسافت	واحد زمان t	مورد استفاده
V	(s)		
$\frac{km}{h}$	کیلومتر Km	ساعت h	وسایل نقلیه

سرعت پیشروی در فرزکاری و سنگ زنی	دقیقه Min	میلی متر mm	$\frac{\text{mm}}{\text{min}}$
سرعت نوار در نوارهای صدا و مغناطیسی	ثانیه s	سانتی متر cm	$\frac{\text{cm}}{\text{s}}$
سرعت برش در تراشکاری، صفحه تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری، سرعت در جرثقیل ها)	دقیقه Min	متر m	$\frac{\text{m}}{\text{min}}$
سرعت محیطی، سرعت صوت، سرعت برش در سنگ زنی	ثانیه (s)	متر m	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$

تبدیل واحد سرعت:

$$1 = \frac{\text{m}}{\text{s}} = 60 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 3600 \frac{\text{m}}{\text{h}} = 3/6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

مثال ۱-۲۳: جرثقیل سقفی کارگاهی، دارای سرعت ۸/۲ متر بر دقیقه می باشد. برای طی مسافت ۳/۲ متر

چه زمانی مورد نیاز می باشد؟

مرحله اول: داده ها و خواسته ها

داده ها	خواسته ها
$V = 8/2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ $S = 3/2 \text{m}$	$t = ? \text{min}$

مرحله دوم: نوشتن رابطه سرعت

$$V = \frac{S}{t} \Rightarrow$$

مرحله سوم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$t = \frac{S}{V}$$

$$t = \frac{3/2}{8/2 \frac{\text{m}}{\text{min}}} = 0/39 \text{min}$$

مثال ۲-۲۳: سرعت آسانسوری ۲۰۴ متر بر دقیقه می باشد. در زمان ۱۸ ثانیه چه ارتفاعی بالا می رود.

مرحله اول: داده و خواسته‌ها

داده‌ها	خواسته‌ها
$V = ۲۰۴ \frac{m}{min}$ $t = ۱۸(s)$	$s = ? m$

مرحله دوم: تبدیل واحد: چون سرعت $\frac{m}{min}$ است باید زمان را به دقیقه تبدیل نمود.

$$t = \frac{۱۸}{۶۰} = \frac{۳}{۱۰} = ۰/۳ \text{ min}$$

مرحله سوم: نوشتن رابطه سرعت:

$$V = \frac{s}{t}$$

$$s = V.t$$

مرحله چهارم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$s = ۲۰۴ \times ۰/۳$$

$$s = ۶۱/۲ m$$

مثال ۳-۲۲: ۷۲ کیلومتر بر ساعت چند متر بر ثانیه است.

مرحله اول: داده و خواسته

داده	خواسته
$V = ۷۲ \frac{km}{h}$	$V = ? \frac{m}{s}$

مرحله دوم: تبدیل واحد

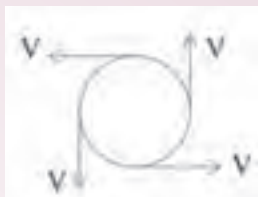
$$V = ۷۲ \frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰}{۳۶۰۰} = ۲۰ \frac{m}{s}$$

– حرکت دورانی یکنواخت:

حرکت بر مسیر دایره با سرعت ثابت را حرکت دورانی یکنواخت گویند.

در حرکت دورانی یکنواخت با اینکه سرعت ثابت است ولی شتاب وجود دارد؛ چون در هر لحظه جهت

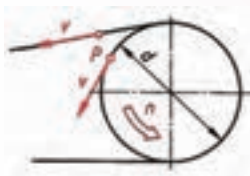
سرعت تغییر می‌کند.



تعریف سرعت محیطی:

به سرعت حرکت اجسام دوار مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ‌دنده‌ها، سنگ سنباده و غیره، سرعت محیطی گویند.

اگر نقطه‌ای مانند P روی دایره‌ای به قطر d حرکت یکنواختی را انجام دهد، سرعت محیطی آن مقدار مسافتی است که نقطه P در واحد زمان طی می‌کند.



$$\text{مسافت پیموده شده نقطه P در یک دور} = \pi \times d$$

$$\text{مسافت پیموده شده نقطه P در دو دور} = \pi \times d \times 2$$

$$\text{مسافت پیموده شده نقطه P در n دور} = \pi \times d \times n$$

یعنی سرعت محیطی حاصل ضرب طول مسیر (محیط دایره پیموده شده) در تعداد دوران آن به دست می‌آید.

سرعت برش: سرعتی است که با آن عمل براده‌برداری انجام می‌شود. مانند اره مجموعه، تیغه فرز، مته و غیره که ابزار با سرعت یکنواخت روی دایره‌ای حرکت می‌کند و سرعت برش از حاصل ضرب طول مسیر برش ($S = \pi d$) در تعداد دوران (n) به دست می‌آید.

$$V = \pi \cdot d \cdot n \quad \text{سرعت محیطی}$$

سرعت برش

علائم اختصاری:

$$V = \text{سرعت برش یا سرعت محیطی}$$

$$d = \text{قطر چرخ یا قطر دایره}$$

$$n = \text{تعداد دوران}$$

$$\pi = \text{عدد پی (۳/۱۴)}$$

رابطه محاسبه سرعت برش یا سرعت محیطی

در حرکت اجسام دوار مانند چرخ تسمه، مته، سنگ سنباده و غیره، عموماً قطر به میلی‌متر داده می‌شود و تعداد دوران برحسب دور بر دقیقه می‌باشد. لذا بهتر است با توجه به واحد سرعت برش یا سرعت محیطی از سه رابطه زیر برای آسان حل کردن مسائل استفاده شود.

$$V_{\text{min}}^m = \pi \times d \times n$$

$$V_{\text{min}}^m = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

واحد n را به صورت های زیر نمایش می دهند.
 $\frac{\quad}{\text{min}} = \frac{\quad}{\text{min}}$

$$V_{\text{s}}^m = \frac{\pi \times d \times n}{1000 \times 60}$$

روابط فوق نشان می دهند که سرعت محیطی یا سرعت برش نقاط مختلف یک جسم دوار به شعاع گردش ($d = 2r$) و تعداد دوران آن (n) بستگی دارد؛ به طوری که با ثابت ماندن تعداد دوران، نقطه ای که به محور چرخ نزدیکتر است سرعت محیطی کمتر و نقطه ای که از مرکز دورتر است سرعت محیطی بیشتری دارد.
مثال ۴-۲۲: چرخ تسمه ای به قطر $d = 420 \text{ mm}$ در هر دقیقه ۵۴۰ دور می زند سرعت تسمه را بر حسب متر بر ثانیه به دست آورید.

مرحله اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته
$d = 420 \text{ mm}$ $n = 540 \frac{1}{\text{min}}$ $\pi = 3/14$	$V = ? \frac{\text{m}}{\text{s}}$

مرحله دوم: با توجه به واحد سرعت رابطه را می نویسیم.

$$V_{\text{s}}^m = \frac{\pi \times d \times n}{1000 \times 60}$$

مرحله سوم: جایگذاری و محاسبه

$$V = \frac{3/14 \times 420 \times 540}{1000 \times 60}$$

$$V = 11/88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مثال ۵-۲۲: سوراخی به قطر ۱۵ میلی متر با تعداد دوران ۶۰۰ دور بر دقیقه باشد ایجاد می شود سرعت برش را بر حسب متر بر دقیقه به دست آورید.

مرحله اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته

$d = 15 \text{ mm}$ $n = 600 \frac{1}{\text{min}}$ $\pi = 3/14$	$V = ? \frac{\text{m}}{\text{min}}$
---	-------------------------------------

مرحله دوم: با توجه به واحد سرعت رابطه را می نویسیم

$$V \frac{\text{m}}{\text{min}} = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$$

$$V = \frac{3/14 \times 15 \times 600}{1000} = 28/26 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

پیشنهاد می شود هنرآموز چند تمرین دیگر با شکل های مختلف مطرح کند و توسط هنرجو با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه گیری

- ۱- حرکت عبارت است از تعیین نقاط مادی که امری است نسبی.
- ۲- در حرکت مستقیم الخط یکنواخت سرعت ثابت است، یعنی در زمان های مساوی مسافت های مساوی طی می شود.
- ۳- در حرکت دورانی یکنواخت سرعت ثابت است ولی چون جهت سرعت در هر لحظه تغییر می کند. حرکت شتابدار است.
- ۴- سرعت خطی عبارت است از مسافت پیموده نسبت به زمان حرکت.
- ۵- سرعت محیطی یا سرعت برش عبارت از مسافت طی شده (محیط دایره) در تعداد دوران (n)

تمرین

تمرین های صفحه ۸۱ و ۸۲ و ۸۳ و ۸۴ از کتاب محاسبات فنی عمومی جهت تکلیف در منزل مشخص گردد و در جلسه آینده مورد بحث و بررسی قرار گیرد.