جلسه نوزدهم

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

موضوع: وزن

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

۱ـ منظور از وزن چیست؟
۲ـ منظور از شدت میدان جاذبه زمین چیست؟
۳ـ آیا وزن اجسام در ارتفاع‌های مختلف یکسان است؟
۴ـ وزن را چگونه اندازه می‌گیرند؟
۵ـ چرا نمی‌توان با ترازو وزن اجسام را اندازه‌گیری نمود.
۶ـ 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 هردو جسم و فاصله بین آن‌ها یک نیروی جاذبه‌ای بین آن‌ها به‌وجود می آید 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 می توان 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 $(۱۰^{-۷}\,N)$ 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 کُره زمین با جرم $۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\,kg$، 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، به‌طوری که نقطه اثر این نیرو مرکز ثقل جسم و جهت آن به طرف مرکز زمین است.

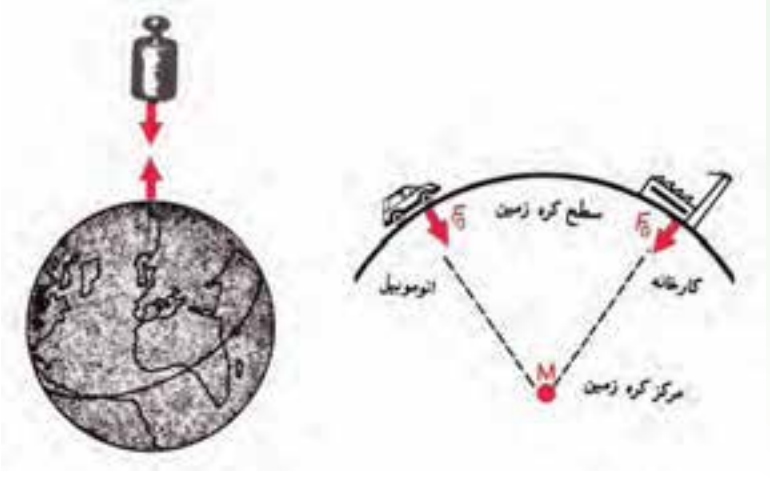
چنان چه جسمی را به نیروسنجی آویزان کنیم، افزایش طول فنر نیروسنج نشان می‌دهد که نیرویی جسم را به طرف زمین می‌کشد. این کشش به سوی زمین را نیروی گرانش زمین می‌گویند و به‌طور کلی می‌توان گفت وزن یک جسم در روی زمین یا کره‌ای دیگر برابر نیروی گرانشی است که از طرف زمین یا آن کرهٔ دیگر به آن جسم وارد می‌شود. 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 به‌طوری که شتاب این حرکت یعنی تغییرات سرعت آن در واحد زمان، همان شدت میدان جاذبه (g) خواهد بود؛ به همین علت می‌توان همواره به‌جای عبارت شدت میدان جاذبه زمین، از معادل آن یعنی شتاب ثقل زمین استفاده کرد.

$$g = \frac{V - V_{\circ}}{t} = \frac{\Delta V}{t}$$

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



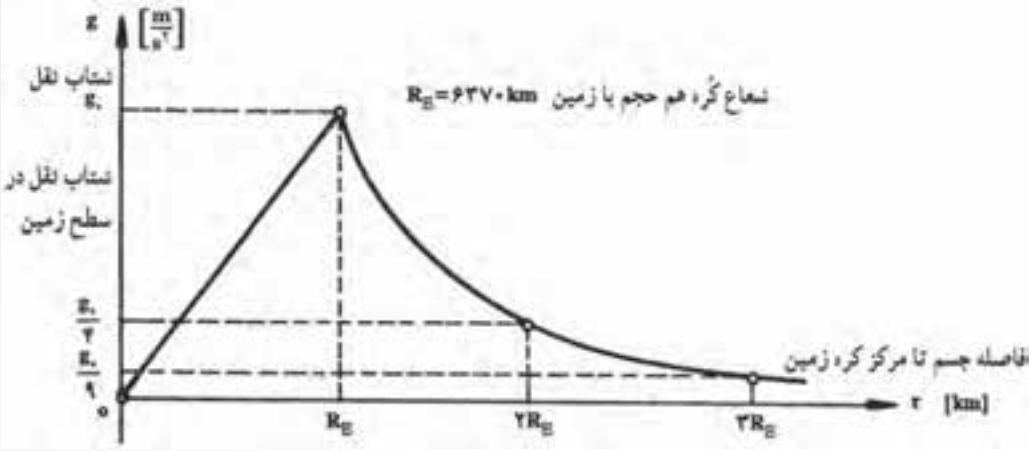
شتاب ثقل زمین

شدت میدان جاذبه یا شتاب ثقل در سطح زمین تقریباً ۹/۸ نیوتن بر کیلوگرم (متر بر مجذور ثانیه) است اگر جسمی را از زمین به اندازه‌ای دور کنیم که از جوّ خارج شود چون شتاب ثقل در جوّ 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 ضعیف‌تر 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 می‌دهد که به ازاء هر ۳ متر که از سطح زمین دور شویم مقدار شتاب ثقل (g) به اندازه $(\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰})$ یک صدهزارم متر بر مجذور ثانیه کاهش می‌یابد.

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



علاوه بر تغییرات و کاهش اندازه g برحسب ارتفاع از سطح زمین مقدار آن از قطبین تا خط استوای زمین نیز به تدریج کاسته می شود به‌طوری 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 لایه‌ها و طبقات نامتجانس پوسته جامد زمین (کوه‌ها، چین‌خوردگی‌ها و ناهمواری های سطح آن) برروی اندازه و جهت (g) تأثیر دارند؛ به‌طوری که تغییرات چگالی این لایه‌ها نیز شتاب ثقل را تغییر می‌دهند.

یکی دیگر از علل تغییرات (g) برحسب 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 می‌کند و غالباً از این تغییرات جزئی صرف نظر می‌شود.

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 دراین 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 دوکمیت جرم و شتاب در واحد وزن دخالت دارند. واحد وزن در سیستم SI نیوتن می‌باشد و یک نیوتن، نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتاب یک متر بر مجذور ثانیه می‌دهد.

$$W = m.g$$

$$1N = 1kg \times 1 \, m/s^2$$

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

$$MN \underset{\div 1000}{\overset{\times 1000}{\rightleftarrows}} KN \underset{\div 100}{\overset{\times 100}{\rightleftarrows}} daN \underset{\div 10}{\overset{\times 10}{\rightleftarrows}} N \underset{\div 10^5}{\overset{\times 10^5}{\rightleftarrows}} dyn$$

دین dyn: نیرویی که به جرم یک گرم شتاب یک سانتی متر بر مجذور ثانیه بدهد $1dyn = 1g \times 1 \frac{cm}{s^2}$

اجزا برای وزن اجسام سبک استفاده می‌شود و اضعاف برای واحدهای فرعی و بزرگتر از نیوتن به‌کار می رود.

یکی از واحدهای دیگر وزن که امروز در مسائل علمی کمتر به‌کار می‌رود کیلوگرم نیرو (kgf) است.

$$1kgf = 9/8N$$

$$1gf = 10^{-3} kgf$$

واحد وزن در سیستم F.P.S پوند ـ نیرو می‌باشد

$$1N = 0/225lb$$

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

۱ــ طبق تعریف تغییرات سرعت در واحد زمان $\frac{m}{s^2}$ می‌باشد.

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

۲ــ طبق تعریف وزن نیوتن بر کیلوگرم است.

$$W = mg$$

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

چنانچه مشاهده می‌شود $\frac{N}{kg} = \frac{m}{s^2}$ است؛ زیرا $\frac{N}{kg} = \frac{kg\frac{m}{s^2}}{kg} = \frac{m}{s^2}$

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 ۱ــ۱۹: وزن یک جسم در تهران که شتاب ثقلی برابر $۹/۷۹ \frac{m}{s^2}$ دارد ۸۴۰۰ نیوتن است وزن این جسم در قطب که شتاب ثقل آن $۹/۸۳ \frac{m}{s^2}$ است چند نیوتن بیشتر خواهد شد؟

وزن در تهران $\begin{cases} W_1 = ۸۴۰۰ \\ g_1 = ۹/۷۹ \end{cases}$

وزن در قطب $\begin{cases} W_2 = ? \\ g_2 = ۹/۸۳ \end{cases}$

$$\frac{W_2}{W_1}=\frac{g_2}{g_1}$$

$$\frac{W_2}{۸۴۰۰}=\frac{۹/۸۳}{۹/۷۹}$$

$$W_2=\frac{۹/۸۳\times ۸۴۰۰}{۹/۷۹}=۸۴۳۴/۳۲(N)$$

تفاوت وزن بین دو نقطه برابر است با:

$$W-W=۸۴۳۴/۳۲-۸۴۰۰=۳۴/۳(N)$$

وزن در تهران وزن در قطب

مثال ۲ـ۱۹: وزن جسمی در روی زمین ۹۸۰ نیوتن است وزن آن را در کره ماه به‌دست آورید.

$g_{\text{زمین}}=۹/۸$ $g_{\text{ماه}}=۱/۶۷$

چون چرم جسم ثابت است لذا خواهیم داشت:

وزن در زمین $\begin{cases}W_1=۹۸\\ g_1=۹/۸\end{cases}$ $\frac{W_2}{W_1}=\frac{g_2}{g_1}$

وزن در ماه $\begin{cases}W_2=?\\ g_2=۱/۶۷\end{cases}$ $\frac{W_2}{۹۸}=\frac{۱/۶۷}{۹/۸}$ $W_2=\frac{۱/۶۷\times ۹/۸}{۹/۸}=۱۶/۷(N)$

مثال ۳ـ۱۹: جسمی به جرم ۱۰ کیلوگرم دارای وزن ۹۸۰ نیوتن می‌باشد. وزن جسم دیگری به جرم ۵۰ کیلوگرم در همین نقطه چقدر است؟

$m_1=۱۰$ $W_2=?$

$W_1=۹۸۰$

$m_2=۵۰$

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

لذا خواهیم داشت:

$$\frac{W_2}{W_1}=\frac{m_2}{m_1}$$

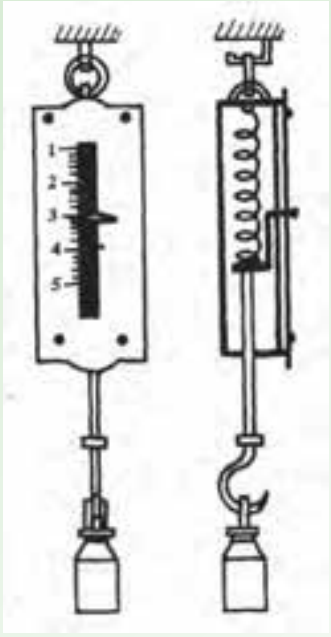
$$\frac{W_2}{۹۸۰}=\frac{۵۰}{۱۰}\qquad W_2=\frac{۹۸۰\times ۵۰}{۱۰}=۴۹۰۰(N)$$

تفاوت جرم با وزن

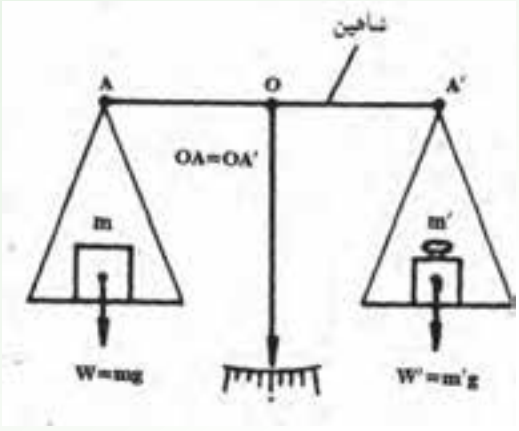
۱ـ جرم مقدار ماده موجود در جسم است، ولی وزن نیرویی است که از طرف زمین بر جرم جسم وارد می‌شود.

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

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



اندازه‌گیری وزن اجسام توسط نیروسنج



تعیین جرم اجسام توسط ترازوی شاهین‌دار

۴ـ جرم کمیتی است عددی (اسکالر) و وزن کمیتی است برداری.

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:

$$\begin{cases} \text{وزن مخصوص } D=\dfrac{W}{V} \\ \text{چگالی یا جرم مخصوص یا جرم حجمی } \rho=\dfrac{m}{V} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V=\dfrac{W}{D} \\ V=\dfrac{m}{\rho} \end{cases} \Rightarrow \frac{W}{D}=\frac{m}{\rho}$$

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

$$\boxed{D=\rho.g}$$

وزن مخصوص — جرم مخصوص

در این رابطه

D: وزن مخصوص N/m^3

ρ: جرم مخصوص kg/m^3

g: شتاب جاذبه m/s^2

مثال ۴ـ۱۹: جسمی به حجم ۰/۲ متر مکعب دارای وزن ۵۰۰۰ نیوتن می‌باشد وزن مخصوص و جرم مخصوص آن را به‌دست آورید. $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$

داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$D = ? \frac{N}{m^۳}$	$V = ۰/۲ m^۳$
$\rho = ?$	$W = ۵۰۰۰ N$
	$g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$

۲ــ نوشتن رابطه وزن مخصوص

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

$$D = \frac{۵۰۰۰}{۰/۲} = ۲۵۰۰۰ \frac{N}{m^۳}$$

۳ــ نوشتن رابطه بین وزن مخصوص و جرم مخصوص

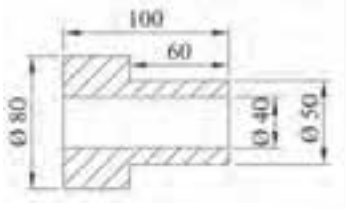
$$D = \rho . g$$

$$۲۵۰۰۰ = \rho \times ۱۰$$

$$\rho = \frac{۲۵۰۰۰}{۱۰} = ۲۵۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

مثال ۵ـ۱۹: وزن شکل زیر را به دست آورید.

$\pi = ۳$ $g = ۱۰$ $\rho = ۸ \frac{kg}{m^۳}$

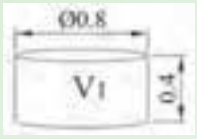


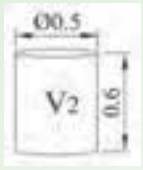
الف) داده و خواسته

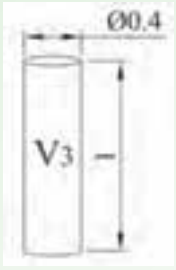
خواسته ها	داده ها
$W = ?$	$g = ۱۰$
	$\pi = ۳$
	$\rho = ۸ \frac{kg}{m^۳}$

۲ــ محاسبه حجم بر حسب $dm^۳$

$$V = V_۱ + V_۲ - V_۳$$

$V = $ 

$+$ 

$+$ 

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

$$V = \frac{3(0/8)^2}{4} \times 0/4 + \frac{3(0/5)^2}{4} \times 0/6 - \frac{3(0/4)^2}{4} \times 1$$

$$V = 0/192 + 0/1125 - 0/12$$

$$V = 0/1845 dm^3$$

$$m = \rho.V$$

$$m = 8 \times 0/1845$$

$$m = 1/4780 kg$$

$$W = mg$$

$$W = 1/478 \times 10$$

$$\boxed{W = 14/78(N)}$$

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

نتیجه‌گیری

۱ــ وزن عبارت است از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب جاذبه زمین $W = mg$

۲ــ نیرویی که زمین در هر نقطه بر واحد جرم وارد می‌کند شدت میدان جاذبه در آن نقطه را مشخص می‌کند.

۳ــ شتاب ثقل در نقاط مختلف یکسان نمی‌باشد و با مجذور فاصله جسم از سطح زمین نسبت عکس دارد.

۴ــ وزن کمیتی است برداری و آن را با نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنند.

۵ــ وزن در تمام نقاط یکسان نیست چون شتاب جاذبه یکسان نمی‌باشد.

۶ــ واحد وزن نیوتن است و یک نیوتن نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتاب یک متر بر مجذور ثانیه می‌دهد.

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.

فصل هفتم

کار و توان

هدف

۱ــ کار را تعریف کند.

۲ــ واحد کار در سیستم SI را شرح دهد.

۳ــ کار را در راستای افق محاسبه نماید.

۴ــ کار را در استای قائم محاسبه نماید.

۵ــ توان را تعریف کند.

۶ــ واحد توان را شرح دهد.

۷ــ توان را محاسبه نماید.

۸ــ ضریب بهره را محاسبه نماید.

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم کار

۲ــ مفهوم توان

۳ــ مفهوم ضریب بهره

مفاهیم اساسی

۱ــ کار زمانی صورت می‌گیرد که به جسمی نیرو وارد شود و جسم در راستای نیرو جابه‌جا گردد.

۲ــ کار عبارت است از حاصل ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی نقطه اثر نیرو، در راستایی که نیرو اثر می‌کند.

۳ــ کار در سه راستا انجام می‌گیرد: ۱ــ راستای افق ۲ــ راستای زاویه‌دار (سطح شیبدار)

۳ــ راستای قائم

۴ــ واحد کار در سیستم SI ژول می‌باشد و آن عبارت است از تغییر مکان نیروی یک نیوتنی به اندازه یک متر.

۵ــ واحد کار الکتریکی وات ثانیه است که با ژول برابر است.

۶ــ اجزا و اضعاف واحد کار ژول عبارتند از میلی‌ژول، کیلوژول.

۷ــ توان عبارت است از کار انجام شده در واحد زمان.

۸ــ واحد توان در سیستم SI وات می‌باشد و آن عبارت است از یک ژول کار در مدت یک ثانیه.

۹ــ اجزا و اضعاف توان عبارتند از میلی‌وات و کیلووات.

۱۰ــ 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

۱ــ کار را تعریف کند

۲ــ واحد کار در سیستم SI را تعریف کند.

۳ــ انواع کار را نام ببرد.

۴ــ واحدهای کار را نام ببرد.

۵ــ توان را تعریف کند.

۶ــ واحد توان را در سیستم SI را تعریف کند.

۷ــ اجزا و اضعاف واحد توان را نام ببرد.

۸ــ ضریب بهره را تعریف کند.

۹ــ عوامل مؤثر در ضریب بهره را نام ببرد.

ب: در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ کار را تشریح کند.

۲ــ انواع کار را تشریح نماید.

۳ــ رابطه‌های کار را توضیح دهد.

۴ــ واحد کار و تبدیل واحدهای آن را توضیح دهد.

۵ــ توان را تشریح نماید.

۶ــ رابطه‌های توان را توضیح دهد.

۷ــ واحد توان و تبدیل واحدهای آن را توضیح دهد.

۸ــ ضریب بهره را تشریح نماید.

۹ــ رابطه ضریب بهره را توضیح دهد.

ج: در سطح کاربرد معلومات

۱ــ تبدیل واحدهای کار را در حل مسائل به‌کار برد.

۲ــ رابطهٔ کار در حل مسائل را به‌کار برد.

۳ــ تبدیل واحدهای توان را در حل مسائل به‌کار برد.

۴ــ رابطه‌های توان را در حل مسائل به‌کار برد.

۵ــ رابطه ضریب بهره را در حل مسائل به‌کار برد.

د: تجزیه و تحلیل

۱ــ کار و انرژی را با یکدیگر مقایسه کند.

۲ــ کار در راستای افق را با کار در راستای قائم مقایسه کند.

۳ــ کار در راستای افق با کار در راستای زاویه‌دار را مقایسه کند.

۴ــ واحد کار مکانیکی و الکتریکی را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ توان در راستای افق را با توان در راستای قائم مقایسه کند.

۶ــ توان داده شده (ورودی) را با توان گرفته شده (خروجی) مقایسه کند.

هـ: در سطح ترکیب و نوآوری

۱ــ نقش سطح شیبدار در فرایند انجام کار را مورد بررسی قرار دهید.

۲ــ تأثیر طول مسیر حرکت در کار در راستای قائم را مورد بررسی قرار دهد.

۳ــ نقش نیروی آب در تولید برق را مورد بررسی قرار دهد.

۴ــ 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.

جلسه بیستم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ 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.

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

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان نمود که:

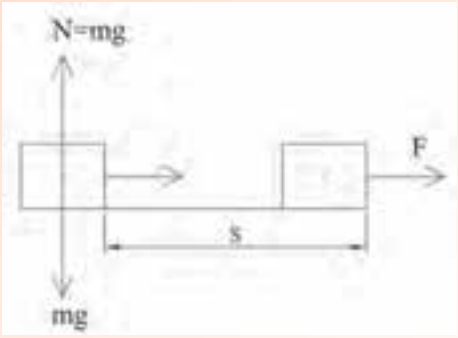
۱ــ کار زمانی صورت می‌گیرد که بر جسمی نیرو وارد شود و جسم جابه‌جا شود. در نتیجه اگر نیرو به اندازه ای باشد که نتواند جسم را جابه‌جا کند. در این صورت کاری انجام نگرفته است. مانند هُل دادن دیوار.

۲ــ کار از حاصل‌ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی به‌دست می‌آید. هم‌چنین از قبل می‌دانیم که انرژی، قابلیت یا توانایی انجام کار است.

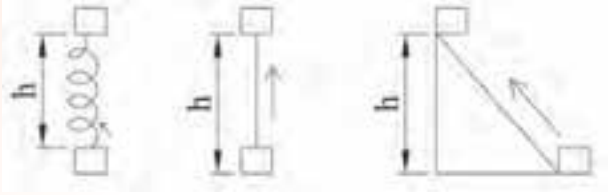
۳ــ با توجه به مطالب گفته شده چون کار به نیرو و مسافت جابه‌جا شده بستگی دارد، پس مدت زمان انجام کار هیچ نقشی در میزان انجام کار ندارد. مثل جابه‌جا کردن یک جسم تا مسافت یک متر، خواه یک ثانیه طول

بکشد خواه یک ساعت، میزان کار یکسان است.

۴ــ در راستای افق نیروی وزن جسم در جهت عمود بر زمین است با عکس‌العمل سطح خنثی می‌شود و فقط برآیند نیروهای افقی وارد بر جسم است که باعث حرکت جسم می‌شود و کار صورت می‌گیرد.



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 می‌تواند با جرثقیل یا آسانسور یا شخص باربر از پله‌ها 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 جابه‌جایی نقطه اثر نیرو و در راستایی که نیرو اثر می‌کند و آن را با W نشان می‌دهد.

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 جابه‌جا شود.

ژول ۱ (J) = نیوتن ۱ (N) × متر ۱ (m)

۱ــ رابطه کار در راستای افق: در راستای افق کار برابر است با حاصل‌ضرب نیرو در مقدار جابه‌جایی

$$W = \text{نیرو} \times \text{مقدار جابه‌جایی}$$

$$W = F \times S$$

در این رابطه

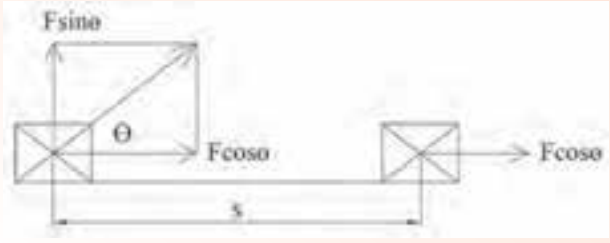
W: کار برحسب ژول (J)

F: نیرو برحسب نیوتن (N)

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

۲ــ 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؛

طبق رابطه: $W = F\cos\theta \,.\, s$



در این رابطه:

W: کار برحسب ژول (J)

F: نیرو برحسب نیوتن (N)

S: مقدار جابه‌جایی برحسب متر (m)

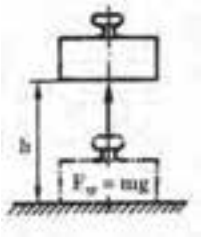
θ : زاویه نیرو با سطح افق برحسب درجه

۳ــ 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 حاصل‌ضرب نیروی وزن در ارتفاع پیموده شده، میزان کار در راستای قائم به‌دست می‌آید.

کار در راستای قائم = نیروی وزن × ارتفاع

$W_{mg} = F_w \times h$

$W_{mg} = mgh$



در این رابطه:

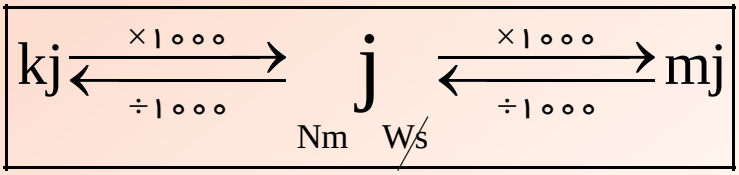
W_{mg}: کار در راستای قائم برحسب ژول (J)

m: جرم جسم برحسب کیلوگرم (kg)

g: شتاب ثقل زمین برحسب متر بر مجذور ثانیه (m/s^2)

h: ارتفاع برحسب متر (m)

اجزا و اضعاف واحد کار: واحد کار در سیستم SI ژول می‌باشد که اضعاف آن کیلوژول (kj) و اجزای آن میلی‌ژول (mj) می‌باشد.



مثال ۱ـ۲۰: برای جابه‌جایی جعبه‌ای به جرم ۱۰۰ کیلوگرم روی زمین نیروی افقی ۵۰ نیوتن بر آن وارد کرده و جعبه را ۳۰ متر جابه‌جا می‌کنیم مقدار کار انجام شده را برحسب ژول و کیلوژول به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

داده ها	خواسته ها
$F = ۵۰N$ $S = ۳۰m$ $m = ۱۰۰kg$	$W = ?J$ $W = ?kJ$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوط به کار در راستای افق: چون کار در راستای افق است جرم جعبه بی‌اثر است.

$$W = F.S$$

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$W = ۵۰ \times ۳۰ \qquad W = ۱۵۰۰J$$

مرحلهٔ چهارم: تبدیل J به kj

$$۱J = \frac{۱}{۱۰۰۰}kJ$$

$$۱۵۰۰J = ۱۵۰۰ \times \frac{۱}{۱۰۰۰}kJ = ۱/۵kJ$$

مثال ۲ـ۲۰: برای کشیدن چهار چرخه روی زمین، نیروی به اندازهٔ ۵۰ نیوتن برآن وارد می‌کنیم اگر نیرو با سطح افق زاویه ۶۰° بسازد برای انجام ۱۰۰ ژول کار، جسم چه مقدار باید جابه‌جا شود؟

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته

خواسته ها	داده ها
$S=?m$	$\theta=۶۰^\circ$ $W=۱۰۰J$ $F=۵۰N$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوطه به کار در راستای زاویه‌دار

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

مرحلهٔ سوم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$۱۰۰=۵۰\times\cos۶۰\times S$$

$$\cos۶۰^\circ=\frac{۱}{۲}$$

$$۱۰۰=۵۰\times\frac{۱}{۲}\times S$$

$$۱۰۰=۲۵S$$

$$S=\frac{۱۰۰}{۲۵}=۴m$$

مثال ۳ـ۲۰: برای بلند کردن یک بوته ریخته‌گری ۶۰ کیلوگرمی و قرار دادن آن روی میزی به ارتفاع ۱/۵ متر چه مقدار کار مکانیکی برحسب ژول مورد نیاز است $(g=۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$W_{mg}=?j$	$m=۶۰kg$ $h=۱/۵m$ $g=۱۰\frac{m}{s^۲}$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه مربوط به کار در راستای قائم

$$W_{mg}=mgh$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$W_{mg}=۶۰\times۱۰\times۱/۵$$

$$W_{mg}=۹۰۰J$$

مثال ۴ـ۲۰: جرم پاتیل ریخته‌گری شکل زیر ۱/۲ تن است اگر قطر بزرگ داخلی آن ۱۰۰۰ میلی‌متر و قطر کوچک داخلی آن ۸۰۰ میلی‌متر وارتفاع آن ۹۰۰ میلی‌متر باشد و $\frac{۵}{۶}$حجم آن با مذاب چدن به جرم حجمی $۶۵۰۰\frac{kg}{m^۳}$ پرشده باشد، برای بلند کردن پاتیل توسط جرثقیل کارگاهی و بردن به ارتفاع ۴متری چه مقدار کار مکانیکی برحسب kj مورد نیاز است؟ $(\pi=۳ \text{ و } g=۱۰\frac{m}{s^۲})$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده ها
$W_{mg} = ?kJ$	$D = ۱۰۰۰m$ $H = ۹۰۰mm$ $h = ۴$ $\rho = ۶۵۰۰$ $d = ۸۰۰mm$ $m_۱ = ۱/۲ton$ $\pi = ۳$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحدها

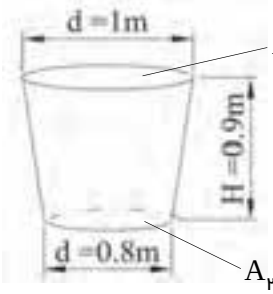
جرم پاتیل $m_۱ = ۱/۲ton \times ۱۰۰۰ = ۱۲۰۰kg$

$D = ۱۰۰۰mm \div ۱۰۰۰ = ۱m$

$d = ۸۰۰mm \div ۱۰۰۰ = ۰/۸m$

$H = ۹۰۰mm \div ۱۰۰۰ = ۰/۹m$

مرحله سوم: نوشتن رابطه و محاسبه حجم مخروط ناقص



$$A_۱ = \frac{\pi D^۲}{۴} = \frac{۳(۱)^۲}{۴} = ۰/۷۵m^۲$$

$$A_۲ = \frac{\pi D^۲}{۴} = \frac{۳(۰/۸)^۲}{۴} = ۰/۴۸m^۲$$

$$V = \frac{A_۱ + A_۲}{۲} \times H$$

حجم پاتیل $V = \frac{۰/۷۵ + ۰/۴۸}{۲} \times ۰/۹ \Rightarrow V = ۰/۵۵۳۵m^۳$

مرحله چهارم: محاسبه حجم مذاب

حجم مذاب $V' = \frac{۵}{۶}V$

حجم مذاب $V' = \frac{۵}{۶} \times ۰/۵۵۳۵ = ۰/۴۶۱۲۵ m^۳$

مرحله پنجم: محاسبه جرم مذاب

جرم مذاب $m_۲ = \rho V' = ۶۵۰۰ \times ۰/۴۶۱۲۵ = ۲۹۹۸/۱۲۵ kg$

مرحله ششم: محاسبه جرم کل

جرم مذاب + جرم پاتیل = جرم کل

$m = ۱۲۰۰ + ۲۹۹۸/۱۲۵$

$m = ۴۱۹۸/۱۲۵ kg$

مرحله هفتم: نوشتن رابطه کار در راستای قائم

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

مرحله هشتم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$W_{mg} = ۴۱۹۸/۱۲۵ \times ۱۰ \times ۴$

$W_{mg} = ۱۶۷۹۲۵ J$

مرحله نهم: تبدیل J به kJ

$۱j = \frac{۱}{۱۰۰۰} kj$

$۱۶۷۹۲۵j = ۱۶۷۹۲۵ \times \frac{۱}{۱۰۰۰} kj = ۱۶۷/۹۲۵ kj$

پیشنهاد می شود هنرآموز چند تمرین دیگر به شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم درکلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ــ کار زمانی صورت می‌گیرد که بر جسمی نیرو وارد شود و جسم جابه‌جا گردد.

۲ــ انرژی: قابلیت یا توانایی انجام کار را انرژی گویند.

۳ــ کار به‌طور کلی از حاصل ضرب نیرو در جابه‌جایی ایجاد می‌شود.

۴ــ رابطهٔ کار وقتی نیرو افقی وارد می‌شود $W = F.S$

۵ــ رابطه کار وقتی نیرو با سطح افق زاویه می سازد $W = F\cos\theta.S$

۶ــ رابطه کار در راستای قائم $W_{mg} = mgh$

تمرین

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

جلسه بیست و یکم

ــ حضور و غیاب هنرجویان
ــ پیش‌آزمون از مباحث جلسه قبل (به‌صورت پرسش و پاسخ، امتحان کوتاه و غیره)
ــ بررسی تکالیف هنرجویان و رفع اشکالات آن‌ها
ــ یادآوری مطالب جلسهٔ قبل
ــ 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:

۱ـ منظور از توان چیست؟
۲ـ آیا توان با قدرت فرقی دارد؟
۳ـ فرق توان با کار چیست؟
۴ـ توان با زمان چه نسبتی دارد؟
۵ـ آیا توانی که روی وسایل الکتریکی نوشته شده توان واقعی است؟
۶ـ آیا توان ورودی و خروجی در وسایل انتقال حرکت و مبدل‌ها و ... یکسان است.

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان می‌توان این‌گونه بیان کرد که:

ـ توان یا قدرت هردو به یک مفهوم است و عبارت است از کار انجام شده در واحد زمان
ـ هرچه کار بیشتری در زمان کم‌تری صورت گیرد، یعنی توان آن بیشتر است و بالعکس، یعنی توان با زمان نسبت عکس دارد.

ــ 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 می شود و بقیهٔ 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 به‌دست می‌آید.

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

$$\text{توان} = \frac{\text{کار}}{\text{زمان}}$$

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

$$۱\ \text{وات} = \frac{۱\ \text{ژول}}{۱\ \text{ثانیه}}$$

رابطه توان

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

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

در این رابطه:

P: توان برحسب وات (W)

F: نیرو برحسب نیوتن (N)

s: جابه‌جایی برحسب متر (m)

t : زمان برحسب (s) ثانیه

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

$$P = \frac{F.S}{t} \overset{V}{\Rightarrow} P = F.V$$

در این رابطه:

P: توان W

F: نیرو برحسب N

V : سرعت m/s

۲ـ 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 برحسب وات W

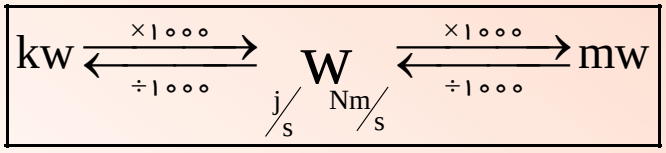
m: جرم برحسب kg

g: شتاب جاذبه m/s^2

h: ارتفاع برحسب m متر

t: زمان برحسب (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 می شود که $1kW = 1/36 h.p$

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.

$$\text{ضریب بهره (راندمان یا بازده)} = \frac{\text{توان خروجی (مفید)}}{\text{توان ورودی (داده شده)}}$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_e}{P_i} = \frac{P_۲}{P_۱}$$

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

$P_۲$: توان خروجی

$P_۱$: توان ورودی

مثال ۱ـ۲۱: جرثقیل سقفی جسمی به جرم ۵ تن را در مدت ۳۰ ثانیه تا ارتفاع ۶متر بالا می‌برد در صورتی که ضریب بهره ۰/۸ درصد باشد توان موتور جرثقیل را برحسب kW به‌دست آورید. $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته

خواسته ها	داده‌ها
$P_۱ = ?kW$	$m = ۵ton$ $t = ۳۰(s)$ $h = ۶m$ $\eta = ۰/۸$ $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

$$۱ton = ۱۰۰۰kg$$
$$۵ton = ۵ \times ۱۰۰۰kg = ۵۰۰۰kg$$

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطه توان گرفته شده یا خروجی

$$P_۲ = \frac{mgh}{t}$$

مرحلهٔ چهارم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$P_۲ = \frac{۵۰۰۰ \times ۱۰ \times ۶}{۳۰} = ۱۰۰۰۰W$$

مرحلهٔ پنجم: نوشتن رابطه ضریب بهره

$$\eta = \frac{P_۲}{P_۱}$$

مرحلهٔ ششم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$۰/۸ = \frac{۱۰۰۰۰}{P_۱}$$
$$۰/۸P_۱ = \frac{۱۰۰۰۰}{۱}$$
$$P_۱ = \frac{۱۰۰۰۰}{۰/۸} = ۱۲۵۰۰W$$

مرحلهٔ هفتم: تبدیل واحد W به kW

$$۱W = \frac{۱}{۱۰۰۰}kW$$

$$۱۲۵۰۰W = ۱۲۵۰۰ \times \frac{۱}{۱۰۰۰} kW = ۱۲/۵kW$$

مثال ۲ـ۲۱: 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 به‌دست آورید. $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته ها	داده‌ها
$m = ?kg$	$P_۱ = ۵kW$ $t = ۲min$ $h = ۸m$ $\eta = ۰/۸$ $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$

مرحلهٔ دوم: تبدیل واحدها:

$$P_۱ = ۵kW \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰۰W$$

$$t = ۲min \times ۶۰ = ۱۲۰(s)$$

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

$$\eta = \frac{P_۲}{P_۱}$$

$$۰/۸ = \frac{P_۲}{۵۰۰۰}$$

$$P_۲ = ۰/۸ \times ۵۰۰۰$$

$$P_۲ = ۴۰۰۰W$$

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

$$P_۲ = \frac{mgh}{t}$$

مرحله پنجم: جای‌گذاری و محاسبه ریاضی

$$۴۰۰۰ = \frac{m \times ۱۰ \times ۸}{۱۲۰}$$

$$۸۰m = ۴۸۰۰۰۰$$

$$m = \frac{۴۸۰۰۰۰}{۸۰}$$

$$m = ۶۰۰۰kg$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجویان با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

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

۲ــ واحد توان در SI وات می‌باشد.

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

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

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

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.

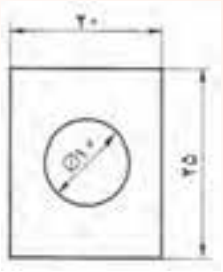
جلسه بیست و دوم

ارزشیابی (۳)

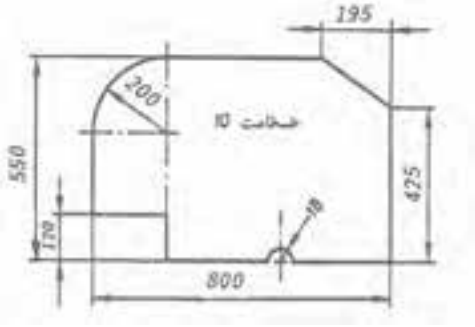
هنرآموز محترم در این جلسه از فصل اول و دوم و سوم و چهارم ۳۰٪ و از فصل‌های پنجم و ششم و هفتم و هشتم ۷۰٪ سؤال جهت ارزشیابی طرح نماید.

نمونه سؤالات پیشنهادی

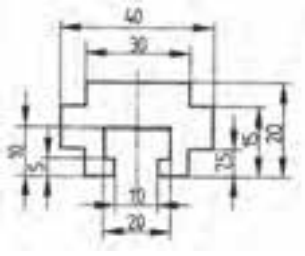
۱ــ مطلوب است جرم فلانش نشان داده شده درصورتی که جنس آن از چدن خاکستری و ضخامت آن ۱۲mm باشد. $\left(\rho = ۷/۲۵ \, {kg}/{dm^۳}\right)$



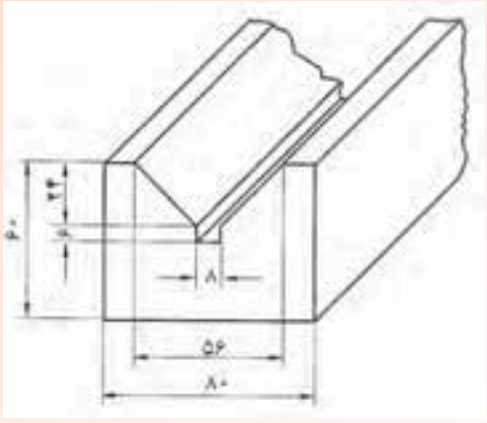
۲ــ جرم قطعه مطابق شکل را برحسب کیلوگرم به‌دست آورید. (جنس قطعه St۳۷ $\left(\rho = ۷/۸۵ \, {kg}/{dm^۳}\right)$



۳ــ جرم قطعه برنجی مطابق شکل را به‌دست آورید. $\rho = ۸/۵ \, {kg}/{dm^۳}$. طول قطعه ۱۸۰ میلی‌متر است.



۴ــ جرم منشوری فولادی به طول ۱۲۰ میلی‌متر با سطح مقطعی مطابق شکل را برحسب کیلوگرم حساب کنید. $\left(\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}\right)$

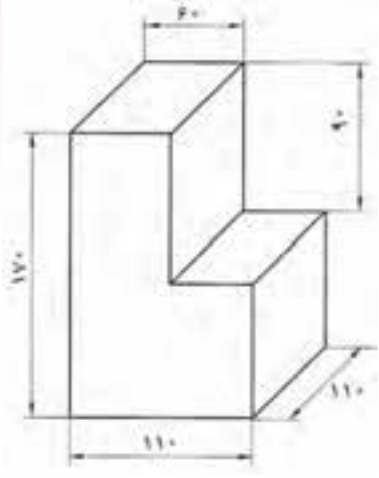


۵ــ یک قطعه آلومینیمی در شکل نشان داده شده است. حساب کنید:

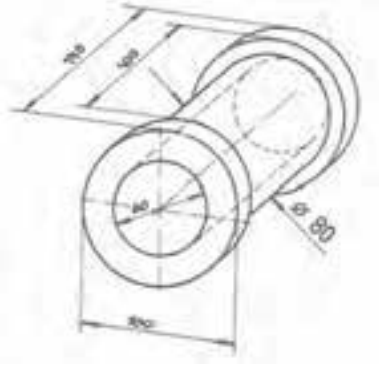
الف) جرم آن را برحسب کیلوگرم.

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

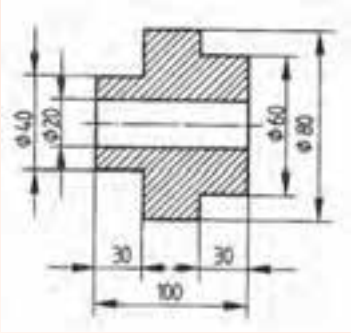
$\left(\rho = ۲/۷ \frac{kg}{dm^۳}\right)$



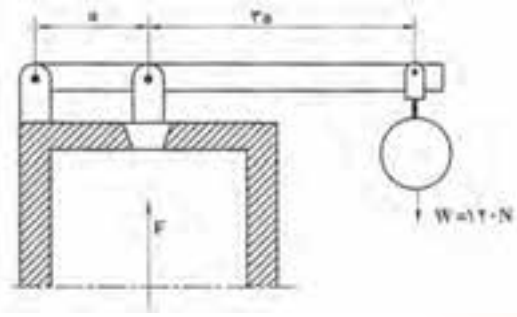
۶ــ جرم بوش برنجی مطابق شکل را محاسبه نمایید. «جرم حجمی $\rho = ۸/۳ \frac{kg}{dm^۳}$»



۷ــ وزن قرقره مطابق شکل را تعیین کنید. جنس آن از آلیاژ مس و قلع بوده و جرم حجمی آن ۶/۸ کیلوگرم بر دسی‌متر مکعب می‌باشد.



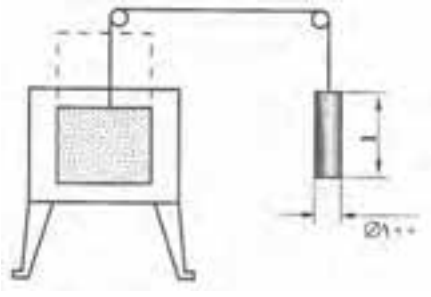
۸ ــ وزن وزنه سوپاپ اطمینانی بایستی ۱۲۰ نیوتن باشد. در صورتی که وزنه کروی و جنس آن از چدن باشد، قطر آن را به‌دست آورید $(g = ۱۰ \, m/s^۲)$



۹ــ در یک کوره آبکاری به کمک وزنه استوانه‌ای شکلی باز و بسته می‌شود. اگر جرم وزنه مربوطه $m = ۱۸kg$ و جنس آن از فولاد باشد حساب کنید (از اصطکاک قرقره‌ها صرف‌نظر شود).

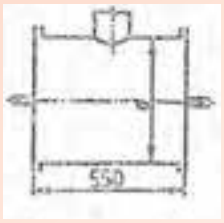
الف) نیروی کشش سیم متصل به وزنه را برحسب نیوتن اگر $g = ۱۰ \, m/s^۲$ منظور شود.

ب) طول وزنه را برحسب میلی‌متر. $(\rho = ۷/۸۵ \, kg/dm^۳)$



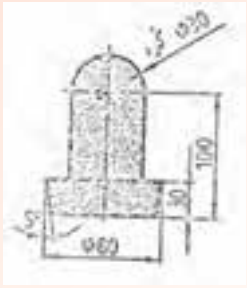
۱۰ــ اگر ظرفیت بوته گردان مطابق شکل ۴۰۰ کیلوگرم مذاب G-AlSi باشد، قطر آن چقدر باید باشد؟

$(\rho = ۷/۲ \, kg/dm^۳)$

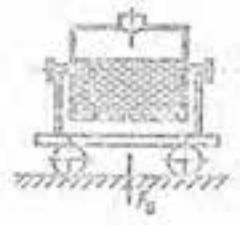


۱۱ــ برای ساخت ۳۰ عدد ماهیچه‌تر مطابق شکل چند کیلوگرم ماسه ماهیچه موردنیاز است؟

$(\rho = ۱/۲ \, kg/dm^۳)$



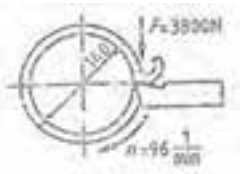
۱۲ــ اندازه‌های داخلی بوته گردان مطابق شکل $l = ۱۵۰۰mm$ و $d = ۱۲۰۰mm$ است. بوته با $\frac{۳}{۵}$ ظرفیت حجمی خود از مذاب GS پرشده است. چرخ‌های واگن چه نیرویی را تحمل می‌کنند اگر وزن ملحقات واگن ۶۵۰۰ نیوتن و بوته خالی ۸۵۰۰ نیوتن باشد. $(\rho = ۷/۸۵ \, kg/dm^۳)$



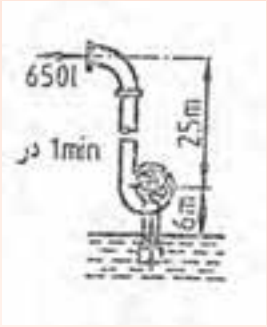
۱۳ــ یک بالابر چنگال‌دار مجهز به محرک الکتروهیدرولیکی است. حداکثر بار قابل حمل به وسیله آن ۱۵۰۰ کیلوگرم در سرعت ۰/۱ متر بر ثانیه است. توان گرفته شده به وسیله موتور آن را به‌دست آورید. اگر ضریب بهره ۰/۸۲ باشد.

۱۴ــ حداکثر بار قابل حمل به‌وسیله جرثقیلی ۱۲ تن در سرعت ۶/۲ متر در دقیقه و راندمان کلی ۰/۵۲ است. توان گرفته شده آن چند کیلووات است؟

۱۵ــ برای تراشکاری قطعه مطابق شکل نیروی برشی N ۳۸۰۰ اعمال می‌شود. توان براده برداری چند کیلووات است؟



۱۶ــ توان موتور پمپ مطابق شکل چند کیلووات است؟ اگر ضریب بهره پمپ ۰/۸ باشد؟



فصل هشتم

انتقال حرکت

هدف

۱ــ سرعت درحرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را تعریف کند.

۲ــ رابطه سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را بنویسید.

۳ــ سرعت در حرکت دورانی یکنواخت را تعریف کند.

۴ــ رابطه سرعت دورانی یکنواخت را بنویسید.

۵ــ مسایل مربوط به سرعت خطی را محاسبه کنید.

۶ــ مسایل مربوط به سرعت دورانی (محیطی) را محاسبه کنید.

۷ــ محاسبات مربوط به انتقال حرکت با چرخ تسمه‌ها را انجام دهد.

مفاهیم کلی

۱ــ مفهوم حرکت

۲ــ مفهوم حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت

۳ــ مفهوم سرعت در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت

۴ــ مفهوم حرکت دورانی

۵ــ مفهوم سرعت در حرکت دورانی

۶ــ مفهوم انتقال حرکت

مفاهیم اساسی

۱ــ هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند جسم حرکت می‌کند.

۲ــ حرکت می‌تواند مستقیم‌الخط یا دایره‌ای (محیطی) باشد.

۳ــ هرگاه متحرک در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی را طی کند، حرکت را یکنواخت گویند.

۴ــ هرگاه متحرک در زمان‌های مساوی مسافت‌های مختلف را طی کند. حرکت را غیریکنواخت یا شتابدار گویند.

۵ــ مسافت پیموده شده نسبت به زمان حرکت را سرعت متحرک گویند.

۶ــ سرعت عامل مهمی برای سنجش حرکت است.

۷ــ در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت، سرعت ثابت و شتاب صفر است.

۸ــ در حرکت شتابدار، سرعت ثابت نیست.

۹ــ 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.

۱۰ــ واحدهای دیگر سرعت برحسب موارد کاربرد می‌توان $\frac{km}{h}$ و $\frac{m}{min}$ ، $\frac{cm}{s}$ ، $\frac{mm}{s}$ باشد.

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

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

۱۳ــ سرعت در حرکت یکنواخت دورانی، از حاصل‌ضرب طول مسیر (محیط حرکت) در تعداد دوران به‌دست می‌آید.

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

۱۵ــ تعداد دوران نشان می‌دهد که یک جسم در واحد زمان چند دفعه حول محور خود می گردد.

۱۶ــ 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.

۱۷ــ 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

۱ــ حرکت را تعریف کند.

۲ــ انواع حرکت را نام ببرد.

۳ــ حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت را تعریف کند.

۴ــ حرکت مستقیم‌الخط شتابدار را تعریف کند.

۵ــ سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را تعریف کند.

۶ــ واحدهای سرعت را نام ببرد.

۷ــ حرکت یکنواخت دورانی را تعریف کند.

۸ــ سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را تعریف کند.

۹ــ نسبت انتقال را تعریف کند.

ب) در سطح درک و فهم مطالب

۱ــ انتقال حرکت را شرح دهد.

۲ــ حرکت را توضیح دهد.

۳ــ انواع حرکت را شرح دهد.

۴ــ سرعت را شرح دهد.

۵ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را توضیح دهد.

۶ــ تبدیل واحدهای سرعت را توضیح دهد.

۷ــ حرکت یکنواخت دورانی را شرح دهد.

۸ــ سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را شرح دهد.

۹ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را توضیح دهد.

۱۰ــ رابطه انتقال حرکت در تسمه و چرخ تسمه را توضیح دهد.

۱۱ــ نسبت انتقال را توضیح دهد.

ج) در سطح کاربرد معلومات

۱ــ رابطه تبدیل واحدهای سرعت را در حل مسایل به‌کار برد.

۲ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم‌الخط را در حل مسایل به‌کار برد.

۳ــ رابطه سرعت در حرکت یکنواخت دورانی را در حل مسایل به‌کار برد.

۴ــ رابطه انتقال حرکت در تسمه چرخ و تسمه را در حل مسایل به‌کار برد.

د) تجزیه و تحلیل

۱ــ حرکت مستقیم الخط یکنواخت و حرکت مستقیم الخط شتابدار را باهم مقایسه کند.

۲ــ حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت و حرکت یکنواخت دورانی را باهم مقایسه کند.

۳ــ سرعت در حرکت یکنواخت مستقیم الخط با سرعت در حرکت یکنواخت دورانی مقایسه کند.

۴ــ واحدهای سرعت را با یکدیگر مقایسه کند.

۵ــ 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 درنظر گرفته شده است.

جلسه بیست و سوم

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

موضوع: محاسبه سرعت در حرکت مستقیم الخط یکنواخت و دورانی یکنواخت

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

۱ـ مفهوم حرکت چیست؟

۲ـ چند نوع حرکت داریم؟

۳ـ عامل مهم سنجش حرکت چیست؟

۴ـ 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 اتوبوسِ 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!

ـ به‌طور کلی دو نوع حرکت داریم

۱ـ حرکت مستقیم‌الخط که خود دو نوع است حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت حرکت مستقیم‌الخط شتاب دار

۲ـ حرکت بر مسیر دایره (حرکت دورانی)

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

۱ـ 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

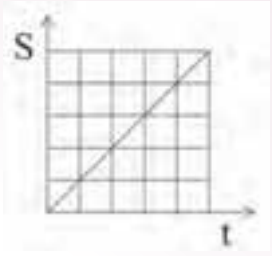
سرعت خطی غیریکنواخت گویند.

۲ـ سرعت محیطی (دورانی): سرعت حرکت اجسام دوار، مانند چرخ تسمه‌ها، چرخ دنده‌ها، سنگ سنباده ها را سرعت محیطی گویند.

ـ تعریف حرکت:

هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند، گوییم 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.



ـ 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.

ـ 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 :

V= سرعت

s= مسافت

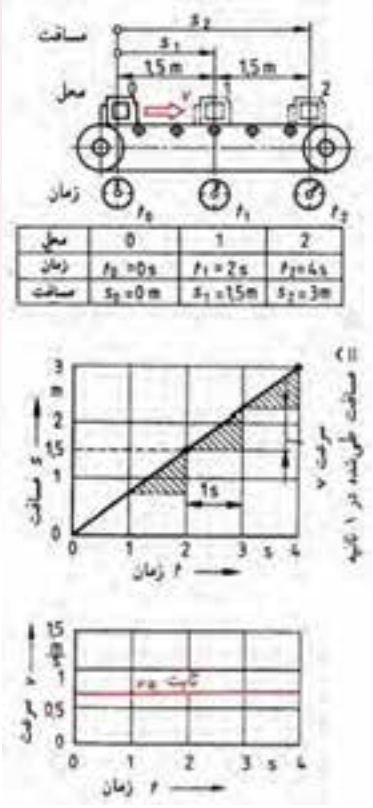
t= زمان

$$\text{سرعت} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}}$$

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

واحد سرعت: واحد سرعت در سیستم SI متر بر ثانیه است و آن سرعت متحرکی است که در هر ثانیه مسافتی برابر یک متر را طی نماید.

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



محل	0	1	2
زمان	$t_0=0s$	$t_1=2s$	$t_2=4s$
مسافت	$s_0=0m$	$s_1=15m$	$s_2=3m$

ـ سرعت می‌تواند برحسب مورد و محل کاربرد واحدهای دیگری نیز داشته باشد $\frac{km}{h}$، $\frac{mm}{min}$، $\frac{cm}{s}$، $\frac{mm}{min}$، $\frac{m}{s}$،

واحد سرعت V	واحد مسافت (s)	واحد زمان t	مورد استفاده
$\frac{km}{h}$	کیلومتر Km	ساعت h	وسایل نقلیه
$\frac{mm}{min}$	میلی‌متر mm	دقیقه Min	سرعت پیشروی در فرزکاری و سنگ‌زنی
$\frac{cm}{s}$	سانتی‌متر cm	ثانیه s	سرعت نوار در نوارهای صدا و مغناطیسی
$\frac{m}{min}$	متر m	دقیقه Min	سرعت برش در تراشکاری، صفحه تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری، سرعت در جرثقیل‌ها)
$\frac{m}{s}$	متر m	ثانیه (s)	سرعت محیطی، سرعت صوت، سرعت برش در سنگ زنی

تبدیل واحد سرعت:

$$۱=\frac{m}{s}=۶۰\frac{m}{min}=۳۶۰۰\frac{m}{h}=۳/۶\frac{km}{h}$$

مثال ۱ـ۲۳: جرثقیل سقفی کارگاهی، دارای سرعت ۸/۲ متر بر دقیقه می‌باشد. برای طی مسافت ۳/۲ متر چه زمانی مورد نیاز می‌باشد؟

مرحلهٔ اول: داده‌ها و خواسته‌ها

خواسته‌ها	داده‌ها
$t=?min$	$V=۸/۲\frac{m}{min}$ $S=۳/۲m$

مرحلهٔ دوم: نوشتن رابطه سرعت

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

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

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

$$t = \frac{۳/۲}{۸/۲ \frac{m}{min}} = ۰/۳۹ min$$

مثال ۲ـ۲۳: سرعت آسانسوری ۲۰۴ متر بر دقیقه می‌باشد. در زمان ۱۸ ثانیه چه ارتفاعی بالا می‌رود.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته‌ها

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

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

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

مرحلهٔ سوم: نوشتن رابطه سرعت:

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

$$s = V.t$$

مرحلهٔ چهارم: جایگذاری و محاسبه ریاضی

$$s = ۲۰۴ \times ۰/۳$$

$$s = ۶۱/۲ m$$

مثال ۳ـ۲۳: ۷۲ کیلومتر بر ساعت چند متر بر ثانیه است.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

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

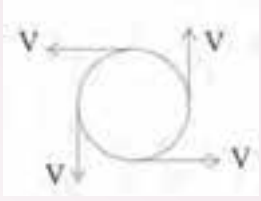
مرحلهٔ دوم: تبدیل واحد

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

ـ حرکت دورانی یکنواخت:

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

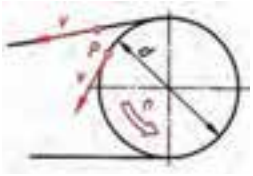
در حرکت دورانی یکنواخت با اینکه سرعت ثابت است ولی شتاب وجود دارد؛ چون در هر لحظه جهت سرعت تغییر می‌کند.



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.



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

مسافت پیموده شده نقطه P در دو دور $= \pi \times d \times ۲$

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 به‌دست 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 حاصل‌ضرب طول مسیر برش $(S = \pi d)$ در تعداد دوران (n) به‌دست می‌آید.

سرعت محیطی $V = \pi.d.n$

سرعت برش

علائم اختصاری:

V= سرعت برش یا سرعت محیطی

d = قطر چرخ یا قطر دایره

n = تعداد دوران

π = 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 بردقیقه می‌باشد. لذا بهتر است با توجه به واحد سرعت برش یا سرعت محیطی از سه رابطه زیر برای آسان حل‌کردن مسائل استفاده شود.

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

واحد n را به‌صورت‌های زیر نمایش می‌دهند.

$$\frac{\text{دور}}{\text{دقیقه}} = \frac{U}{min} = \frac{۱}{min}$$

$$V_{min}^{m} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰}$$

$$V_{s}^{m} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

روابط فوق نشان می‌دهند که سرعت محیطی یا سرعت برش نقاط مختلف یک جسم دوّار به شعاع گردش $(d = ۲r)$و تعداد دوران آن (n) بستگی دارد؛ به‌طوری که با ثابت‌ماندن تعداد دوران، نقطه‌ای که به محور چرخ نزدیکتر است سرعت محیطی کمتر و نقطه‌ای که از محور چرخ دورتر است سرعت محیطی بیشتری دارد.

مثال ۴ـ۲۳: چرخ تسمه‌ای به قطر $d = ۴۲۰mm$ در هر دقیقه ۵۴۰ دور می‌زند سرعت تسمه را برحسب متر بر ثانیه به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده‌ها
$V = ?\frac{m}{s}$	$d = ۴۲۰mm$ $n = ۵۴۰\frac{۱}{min}$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: با توجه به واحد سرعت رابطه را می‌نویسیم.

$$V_{s}^{m} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

مرحلهٔ سوم: جایگذاری و محاسبه

$$V = \frac{۳/۱۴ \times ۴۲ \times ۵۴۰}{۱۰۰۰ \times ۶۰}$$

$$V = ۱۱/۸۸ \frac{m}{s}$$

مثال ۵ـ۲۲: سوراخی به قطر ۱۵ میلی‌متر با تعداد دوران ۶۰۰ دور بر دقیقه باشد ایجاد می‌شود سرعت برش را برحسب متر بر دقیقه به‌دست آورید.

مرحلهٔ اول: داده و خواسته

خواسته	داده‌ها
$V = ? \frac{m}{min}$	$d = ۱۵ mm$ $n = ۶۰۰ \frac{۱}{min}$ $\pi = ۳/۱۴$

مرحلهٔ دوم: با توجه به واحد سرعت رابطه را می‌نویسیم

$$V_{m/min} = \frac{\pi \times d \times n}{۱۰۰۰}$$

$$V = \frac{۳/۱۴ \times ۱۵ \times ۶۰۰}{۱۰۰۰} = ۲۸/۲۶ \frac{m}{min}$$

پیشنهاد می‌شود هنرآموز چند تمرین دیگر با شکل‌های مختلف مطرح کند و توسط هنرجو با نظارت هنرآموز محترم در کلاس حل شود.

نتیجه‌گیری

۱ـ حرکت عبارت است از تعیین نقاط مادی که امری است نسبی.

۲ـ در حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت سرعت ثابت است، یعنی در زمان‌های مساوی مسافت‌های مساوی طی می‌شود.

۳ـ در حرکت دورانی یکنواخت سرعت ثابت است ولی چون جهت سرعت در هر لحظه تغییر می‌کند. حرکت شتابدار است.

۴ـ سرعت خطی عبارت است از مسافت پیموده نسبت به زمان حرکت.

۵ـ سرعت محیطی یا سرعت برش عبارت از مسافت طی شده (محیط دایره) در تعداد دوران (n)

تمرین

تمرین‌های 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.