جلسه یازدهم

برنامه زمان‌بندی جلسه یازدهم		
۱	آماده‌کردن کلاس	۵
۲	بازبینی تکالیف	۵
۳	حل تمرین‌های صفحه ۴۰ و ۴۱	۳۰
۴	تدریس چرخ‌دنده و چرخ زنجیر و نسبت انتقال	۵۰

حل تمرین‌های صفحه ۴۰ و ۴۱

حل تمرین ۱:

$d_1 = 50mm \ , \ d_2 = 100mm,$

$n_1 = 3600\frac{1}{min} \ , \ n_2 = ?$

$n_2 = \frac{n_1 d_1}{d_2} = \frac{3600 \times 50}{100} = 1800\frac{1}{min}$

حل تمرین ۲:

$d_2 = 120mm \ , \ n_1 = 1500\frac{1}{min},$

$n_2 = 4000\frac{1}{min} \ , \ d_1 = ?$

$d_1 = \frac{d_2 n_2}{n_1} = \frac{4000 \times 120}{1500} = 320mm$

حل تمرین ۳:

$d_1 = 80mm \ , \ d_3 = 120mm \ ,$

$n_1 = 200\frac{1}{min} \ , \ d_5 = 160mm$

$n_2 = \frac{n \times d_1}{d_2} = \frac{200 \times 80}{160} = 100\frac{1}{min}$

$n_4 = \frac{n \times d_3}{d_4} = \frac{200 \times 120}{120} = 200\frac{1}{min}$

$n_6 = \frac{n \times d_5}{d_6} = \frac{200 \times 160}{80} = 400\frac{1}{min}$

حل تمرین ۴:

$i = 3 \ , \ d_1 = 150mm \ , \ n_2 = ? \ ,$

$n_1 = 1440\frac{1}{min} \ , \ d_2 = ?$

$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1440}{3} = 480\frac{1}{min}$

$d_2 = d_1 \times i = 150 \times 3 = 450mm$

حل تمرین ۵:

الف) $i = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3} = \frac{65 \times 65}{150 \times 130} = \frac{13}{60} = 0/216$

ب) $n_4 = \frac{n_1}{i} = \frac{925}{\frac{13}{60}} = 4269/21/min$

حل تمرین ۶:

$d_3 = d_6 = 240mm \ , \ d_1 = d_8 = 300mm \ ,$

$d_5 = d_4 = 180mm \ , n_1 = 800\frac{1}{min} \ ,$

$d_1 = d_2 = 120n$

$n_2 = \frac{n d_1}{d_2} = \frac{800 \times 300}{120} = 2000\frac{1}{min}$

$n_4 = \frac{n \times d_3}{d_4} = \frac{800 \times 240}{180} = 1067\frac{1}{min}$

$n_6 = \frac{n \times d_5}{d_4} = \frac{800 \times 180}{240} = 600\frac{1}{min}$

$n_8 = \frac{n \times d_7}{d_8} = \frac{800 \times 120}{300} = 320\frac{1}{min}$

محاسبات چرخ‌دنده و چرخ زنجیر

الف ــ دنده و چرخ‌دنده

ــ برای بالا یا پایین‌بردن تیغه اره گرد نسبت به صفحه دستگاه از چه سیستمی استفاده می‌شود؟

ــ برای انتقال حرکت از موتور به سه نظام دستگاه دریل دستی برقی از چه سیستمی استفاده می‌شود؟

ـ در چه ماشین‌آلاتی برای انتقال قدرت و حرکت از دنده و چرخ‌دنده استفاده می‌کنند؟

همان‌طور که در بحث چرخ تسمه گفته شد، یکی از چرخ‌ها به الکتروموتور و دیگری به ماشین متصل است و از طرفی این دو چرخ با هم‌دیگر در تماس می‌باشند بنابراین سرعت محیطی هر دو یکسان می‌باشد و چون سرعت محیطی برابر است با :

$V = d.\pi.n$ یا تعداد دوران × محیط چرخ = V

محیط چرخ می‌تواند با حاصل‌ضرب تعداد دندانه‌ها (Z) در عرض هر دندانه (e) به‌دست آید. بنابراین :

$$V_1 = V_2 \Rightarrow d_1\pi n_1 = d_2\pi n_2 \Rightarrow e_1 z_1 n_1 = e_2 z_2 n_2$$

و چون عرض دندانه‌های هر دو چرخ باید با هم برابر باشند تا درون یک‌دیگر قرار گرفته و حرکت کنند یعنی $e_1 = e_2$ باشد.

خواهیم داشت

$$z_1 n_1 = z_2 n_2$$

در مقایسه با چرخ تسمه فقط این تفاوت را خواهد داشت که به‌جای قطر چرخ، تعداد دندانه‌های چرخ‌ها قرار گرفته است. بنابراین تمامی ویژگی‌های چرخ تسمه را در رابطه با محاسبات خواهد داشت.

ب ــ چرخ زنجیر

- دوچرخه چگونه حرکت می‌کند؟
- بعضی از دستگاه‌های گندگی برای بالا یا پایین بردن صفحه دستگاه از سیستم زنجیر و چرخ زنجیر استفاده می‌کنند.
- بعضی از جرثقیل‌های کارگاه از این سیستم استفاده می‌کنند.

چرخ‌های این سیستم دندانه‌دار بوده که زنجیر مربوطه درون دندانه‌ها قرار می‌گیرد و برای محاسبه تعداد دور چرخ‌ها می‌توان مشابه چرخ دندانه عمل نموده به‌طوری‌که :

$$z_1 n_1 = z_2 n_2$$

و از طرفی نسبت انتقال برای سیستم دنده و چرخ‌دنده و زنجیر و چرخ زنجیر مشابه تسمه و چرخ تسمه می‌باشد.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

و در چرخ‌های مرکب نسبت انتقال برابر است با :

$$i = \frac{n_e}{n_m} = \frac{z_2 . z_4}{z_1 . z_3}$$

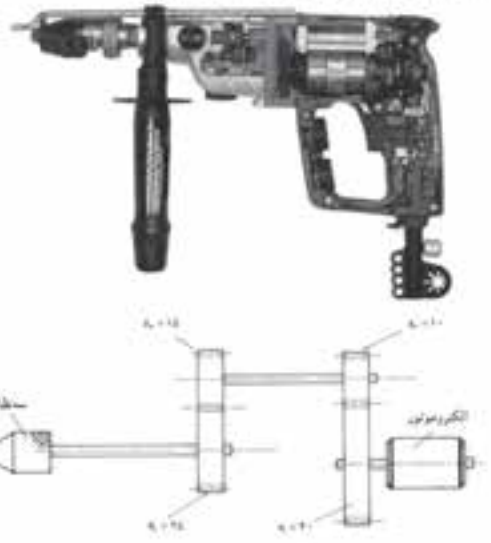
مثال‌های نمونه ۱ و ۲ کتاب حل شود. بعد از پاسخ به سؤالات احتمالی هنرجویان، اعلام شود که برای جلسه آینده مسایل مربوط به صفحات ۴۴،۴۳ و ۴۵ حل شود.

دنده‌های چرخ متحرک را حساب کنید.

۳ ـ تعداد دور الکتروموتور را در شکل (۲۰ ـ ۲) حساب کنید؛ در صورتی که تعداد دور سه‌نظام ۲۵۰۰ دور در دقیقه باشد.

۴ ـ در شکل (۲۰ ـ ۲) اگر تعداد دور الکتروموتور ۱۰۰۰ دور در دقیقه باشد، تعداد دنده‌های چرخ شماره ۴ چه تغییری خواهد کرد؛ در صورتی که تعداد دور سه‌نظام همان ۲۵۰۰ دور در دقیقه باشد.

۵ ـ نسبت کل انتقال را در شکل (۲۰ ـ ۲) بدست آورید. اگر تعداد دور الکتروموتور ۱۰۰۰ دور در دقیقه و تعداد دور سه‌نظام ۲۲۰۰ دور در دقیقه باشد

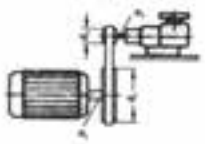


شکل ۲۰ ـ ۲ ـ دریل برقی دستی

انتقال حرکت

سؤالات آزمون پایان فصل دوم

۱ ـ در شکل (۲۱ ـ ۲) طول تسمه را بصورت ساده و سریع‌تر بدست آورید.
($d_1 = 25cm$ ، $d_2 = 15cm$ ، $A = 55cm$)



شکل ۲۱ ـ ۲ ـ تسمه و انتقال حرکت

۲ ـ در شکل (۲۱ ـ ۲) اگر تعداد دور الکتروموتور $n_1 = 2500 r/min$ باشد، تعداد دور ماشین و نسبت انتقال آن را بدست آورید ($d_1 = 15cm$ و $d_2 = 25cm$).

۳ ـ بمنظور انتقال حرکت دستگاهی از دنده و چرخ دنده استفاده شده است. اگر نسبت انتقال ۴ = i، $n_1 = 1000 r/min$ و $z_1 = 25$ باشد، z_2 و n_2 را محاسبه کنید.

۴ ـ اگر نسبت انتقال چرخ اول و دوم ۳ باشد و نسبت انتقال چرخ سوم و چهارم ۲ باشد نسبت کل انتقال را در چنین دستگاهی بدست آورید.

۵ ـ در یک دستگاه حراطی سه پله‌ای مته‌هایی قطر چرخ تسمه‌های آن به ترتیب $d_1 = 10mm$ و $d_2 = 8mm$ و $d_3 = 6mm$ است و تعداد دور الکتروموتور دستگاه ۲۵۰۰ دور در دقیقه می‌باشد. اگر بخواهیم پایهٔ مزی به قطر ۲۵ میلیمتر را حراطی کنیم سرعت برش تیغه را در مراحل مختلف انجام کار محاسبه کنید.

۱۲

جلسه دوازدهم

در این جلسه فقط مسایل صفحات ۴۳، ۴۴ و ۴۵ توسط هنرجویان حل شود و در صورت فرصت فصل دوم بررسی شود.

حل تمرین ۱:

$z_1 = ۴۰ \ , n_2 = ۶۴۰۱ / \min \ , z_2 = ۲۵ \ , n_1 = ?$

$n_1 = \frac{n_2 . z_2}{n_2} = \frac{۶۴۰ \times ۲۵}{۴۰} = ۴۰ \frac{۱}{\min}$ عدد

حل تمرین ۲:

$n_1 = ۹۰۰ \quad ۱ / \min \ , z_1 = ۱۵ \ , n_2 = ۲۲۵$

$۱ / \min , z_2 = ?$

$z_2 = \frac{z_1 . n_1}{n_2} = \frac{۱۵ \times ۹۰۰}{۲۲۵} = ۶۰$ عدد

حل تمرین ۳:

$n_4 = ۲۵۰۰ \quad ۱ / \min \ , \ n_1 = ?$

$n_1 = n_4 \times \frac{z_2 . z_4}{z_1 . z_3} \Rightarrow n_1 = ۲۵۰۰ \times \frac{۱۰ \times ۲۵}{۴۰ \times ۱۵}$

$= ۱۰۴۲ \quad ۱ / \min$

حل تمرین ۴:

$n_1 = ۱۰۰۰ \ ۱ / \min , n_4 = ۲۵۰۰ \ ۱ / \min , z_3 = ?$

$z_3 = \frac{n_4 \times z_2 \times z_4}{n_1 \times z_1}$

$z_3 = \frac{۲۵۰۰ \times ۱۰ \times ۲۵}{۱۰۰۰ \times ۴۰} = ۱۶$ عدد

حل تمرین ۵:

$i = ? \ , \ n_e = ۱۰۰۰ \ ۱ / \min \ , \ n_3 = ۲۴۰۰ \ ۱ / \min$

$i = \frac{n_e}{n_m} = \frac{۱۰۰۰}{۲۴۰۰} = \frac{۵}{۱۲}$

سؤالات آزمون پایان فصل دوم

حل تمرین ۱:

$d_1 = ۲۵cm \ , \ d_2 = ۱۲cm \ , \ A = ۵۵cm$

$\alpha = \text{Arc} \sin \frac{R - r}{A} = \text{Arc} \sin \frac{۱۲/۵ - ۶}{۵۵} = ۶/۷^\circ$

$MN = \sqrt{A^2 - (R - r)^2} = \sqrt{۵۵^2 - (۱۲/۵ - ۶)^2} = ۵۴/۶^\circ$

$L = ۲(MN) + \frac{D\pi(۱۸۰ + ۲\alpha)}{۳۶۰} + \frac{d\pi(۱۸۰ - ۲\alpha)}{۳۶۰}$

$L = ۲(۵۴/۶) + \frac{(۲۵)(۳/۱۴)(۱۸۰ + ۲(۶/۷)^\circ)}{۳۶۰} + \frac{(۱۲)(۳/۱۴)(۱۸۰ - ۲ \times ۶/۷)}{۳۶۰}$

$L = ۱۶۸/۸cm$

حل تمرین ۲:

$n_1 = ۲۵۰۰ \ ۱ / \min \ , d_1 = ۲۵cm \ , d_2 = ۱۲cm \ , n_2 = ? \ , \ i = ?$

$$n_۲ = \frac{n_۱ \times d_۱}{d_۲} = \frac{۲۵۰۰ \times ۲۵}{۱۲} = ۵۲۰۸ \ ۱/\min$$

$$i = \frac{d_۲}{d_۱} = \frac{۱۲}{۲۵} = ۰/۴۸$$

حل تمرین ۳:

$$i = ۴ \ , \ n_۱ = ۱۰۰۰ \ ۱/\min \ , \ z_۱ = ۲۵ \ , \ n_۲ = ? \ , \ z_۲ = ?$$

$$n_۲ = \frac{n_۱}{i} = \frac{۱۰۰۰}{۴} = ۲۵۰ \ ۱/\min$$

$$z_۲ = z_۱ \times i = ۲۵ \times ۴ = ۱۰۰$$

حل تمرین ۴:

$$i_۱ = ۳ \ , \ i_۲ = ۴ \ , \ i = ?$$

$$i = i_۱ \times i_۲ = ۳ \times ۴ = ۱۲$$

حل تمرین ۵:

چون چرخ‌های محرک و متحرک متقارن هستند پس :

$$d_۱ = d_۶ = ۶۰mm \ , \ d_۳ = d_۴ = ۸۰mm \ , \ d_۵ = d_۲ = ۱۰۰mm \Rightarrow V_۱ = ? \ , \ V_۲ = ? \ , \ V_۳ = ?$$

$$n_۲ = \frac{n \times d_۱}{d_۲} \Rightarrow n_۲ = \frac{۲۵۰۰ \times ۶۰}{۱۰۰} = ۱۵۰۰ \frac{۱}{\min}$$

$$V_۱ = d.\pi.n_۲ \Rightarrow V_۱ = \frac{۷۵}{۱۰۰۰} \times ۳/۱۴ \times \frac{۱۵۰۰}{۶۰} = ۵/۸۸ \frac{m}{s}$$

$$n_۴ = \frac{n \times d_۳}{d_۴} \Rightarrow n_۴ = \frac{۲۵۰۰ \times ۸۰}{۸۰} = ۲۵۰۰ \frac{۱}{\min}$$

$$V_۲ = d.\pi.n_۴ \Rightarrow V_۲ = \frac{۷۵}{۱۰۰۰} \times ۳/۱۴ \times \frac{۲۵۰۰}{۶۰} = ۹/۸۱ \frac{m}{s}$$

$$n_۶ = \frac{n \times d_۵}{d_۶} \Rightarrow n_۶ = \frac{۲۵۰۰ \times ۶۰}{۶۰} = ۴۱۶۶/۶۶ \frac{۱}{\min}$$

$$V_۳ = d.\pi.n_۶ \Rightarrow V_۳ = \frac{۷۵}{۱۰۰۰} \times ۳/۱۴ \times \frac{۴۱۶۶/۶۶}{۶۰} = ۱۶/۳۵ \frac{m}{s}$$

فصل سوم

کار مکانیکی

هدفهای رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

۱ ــ کار مکانیکی را تعریف کند؛
۲ ــ کار مکانیکی را محاسبه نماید؛
۳ ــ توان مکانیکی ماشین‌آلات را محاسبه کند؛
۴ ــ راندمان را تعریف نماید؛
۵ ــ راندمان ماشین‌آلات را محاسبه کند؛
۶ ــ رابطه توان را با گشتاور نیروی محیطی تعیین کند؛
۷ ــ محاسبات مربوط به بارهای ساده (ماشینهای ساده) را انجام دهد؛
۸ ــ اصطکاک را تعریف کند؛
۹ ــ انواع اصطکاک را بیان کند؛
۱۰ ــ اصطکاک لغزشی را محاسبه نماید؛
۱۱ ــ اصطکاک غلتشی را محاسبه کند.

زمان تدریس: ۱۲ ساعت

مقدمه

در گفتگوهای روزانه کلمهٔ «کار» تقریباً به یک نوع فعالیت بدنی یا فکری نسبت داده می‌شود، اما در دانش فیزیک ــ مکانیک، کار معنای ویژه‌ای دارد و هنگامی انجام می‌گیرد که نیرویی سبب حرکت جسمی شود.

آیا تاکنون به شخصی که اتواری را رنده می‌کند، نگاه کرده‌اید؟ حال به این پرسشها فکر کنید:

ــ چه نیرویی باید به اتوار وارد شود تا اتوار روی صفحهٔ دستگاه به حرکت درآید و از نظر

است: نیروی جابه هنگام بالا بردن یک وزنه باشد یا نیروی اصطکاک هنگام کشیدن یا راندن یک جسم برروی یک سطح یا نیروهای چسبندگی و پیوستگی بین مولکولها هنگام جدا کردن دو جسم از یکدیگر باشد؛ همچنین اعمالی مانند نشستن و بلند کردن، سوهان زدن، لازه کردن یک جسم و نظایر آن.

شکل ۱ ــ۳ــ اشکال مختلف کار

علم فیزیک چه عملی انجام می‌شود؟

ــ برای به حرکت درآوردن نوبی دستگاه چه انرژی مصرف شده و از کجا باید می‌آید؟

ــ آیا مرکز مبدل انرژی یا الکتروموتور، توانایی انجام این کار را تا آخرین مرحله خواهد داشت؟

ــ آیا این دستگاه مبدل انرژی بازده یا راندمان مطلوبی دارد و یا از نظر اقتصادی به صرفه است؟

ــ در هنگام تبدیل انرژی چه مقداری از توان دستگاه صرف اصطکاک و یا دیگر مقاومتها می‌شود؟

ــ آیا اصطکاک همیشه باعث کاهش توان دستگاه می‌شود؟ آیا اصطکاک همیشه عمل منفی انجام می‌دهد؟

پیش از آن که به بررسی این پرسشها و پاسخ دادن به آنها بپردازیم باید مطمئن شویم که مفهوم فیزیکی کلمات کار، توان، راندمان و اصطکاک را به‌درستی می‌دانید. شما هرچه‌زودتر در سالهای پیش با این کلمات به گونه‌ای ساده و ابتدایی آشنا شدید، امّا این فصل را با دیدی که جنبه علمی، فنی و کاربردی بیشتری دارد دنبال خواهید کرد.

۳ ــ کار مکانیکی

۱ــ۳ــ تعریف کار مکانیکی

در صورتی که نیرویی بر جسمی وارد شود و آن جسم به حرکت درآید می‌گوییم «کار» انجام گرفته است. مثلاً وقتی که تخته‌ای را از روی زمین برمی‌داریم و آن‌را بالا می‌بریم تا روی میز کار بگذاریم نیروی مساوی و مخالف جهت نیروی جاذبه زمین بر آن وارد می‌سازیم و آگاهیم که برای جابه‌جا کردن آن تخته، «انرژی» مصرف کرده‌ایم و کاری انجام داده‌ایم. اما هنگامی که تلاش می‌کنیم تا کوه بیه بزرگی را جابه‌جا کنیم و موفق نمی‌شویم، گرچه انرژی مصرف می‌کنیم، امّا کاری انجام نمی‌دهیم! بنابراین کار وقتی انجام می‌شود که نیرویی سبب جابه‌جا شدن نقطهٔ اثر خود شود؛ بنابراین، توجه به این امر، مهم است که اگر نیرویی نتواند نقطهٔ اثر خود را جابه‌جا کند کار صورت نمی‌گیرد.

اغلب، برای انجام دادن کار باید بر یک نیروی مقاوم غلبه کرد. این نیروی مقاوم ممکن

۱ــ۱ ــ۳ ــ محاسبه کار مکانیکی: بنابرآنچه گفته شد، دو عامل در اندازهٔ کار مؤثر است: یکی نیرو و دیگری اندازهٔ جابه‌جایی نقطهٔ اثر نیرو و یا به تعریف، کار برابر است با حاصل ضرب نیرو در اندازهٔ جابه‌جایی نقطهٔ اثر نیرو در راستایی که نیرو اثر می‌کند.

کمیت مکان × نیرو = کار مکانیکی

$W = F \times S$

(Nm = ژ)

علایم اختصاری:

F : نیرو بر حسب نیوتن

S : تغییر مکان بر حسب متر

W : کار بر حسب نیوتن متر (ژول)

یک ژول مقدار کاری است که بتواند جسمی را که نیروی وزن آن برابر یک نیوتن می‌باشد به اندازهٔ یک متر از زمین بلند کند.

عامل به وجود آورندهٔ کار را «انرژی» گویند که به صورتهای مختلف بافت می‌شود، یعنی:

الف) انرژی مکانیکی؛

ب) انرژی حرارتی؛

ج) انرژی الکتریکی.

واحد سنجش انرژی حرارتی و مکانیکی ژول (J) و یا کیلوژول (kJ) است. برای سنجش کار الکتریکی از واحد سنجش وات ثانیه (Ws) یا کیلو وات ساعت (kWh) استفاده می‌کنیم.

چون انرژیهای موجود در طبیعت به یکدیگر تبدیل می‌گردند، از این‌رو واحدهای انرژی را به نحوی انتخاب می‌کنند که در عمل معادل یکدیگر باشند تا بتوان به‌سهولت آنها را باهم مقایسه کرد.

$1Nm = 1J = 1Ws$

$1kWh = 36000000Nm = 3600kJ$

چون در بعضی از وسایل حرارتی واحد کالری و یا کیلو کالری به کار می‌رود، از این‌رو از یک ضریب تبدیل استفاده می‌کنیم.

$1J = 0/24cal$

$1cal = 4/18J$

جلسه سیزدهم

برنامه زمان‌بندی جلسه سیزدهم		
۱	آماده‌کردن کلاس	۱۰
۲	تدریس کار مکانیکی و محاسبات مربوط به آن	۵۰
۳	حل مثال نمونه	۳۰

کار مکانیکی

مقدمه

در سال اول دبیرستان در کتاب فیزیک (۱) به کمیت‌های اولیه فیزیک مکانیک اشاره شده است، و در این‌جا کمیت‌هایی را که در این فصل لازم است، یادآوری می‌نماییم.

۱ــ جرم: مقدار ماده تشکیل‌دهنده هر جسم را جرم آن جسم می‌نامند که واحد اصلی اندازه‌گیری جرم کیلوگرم است و جرم را معمولاً با m نمایش می‌دهیم.

۲ــ شدت میدان گرانشی (جاذبه زمین): شتابی است که اجسام در حال سقوط آزاد کسب می‌نمایند که واحد آن $\frac{m}{s^2}$ بوده و معمولاً با g نمایش داده می‌شود.

ــ مقدار g برابر است با : $g = ۹/۸ \approx ۱۰ \ m/s^2$

۳ــ وزن: نیروی اجسام که به‌طرف زمین وارد می‌شوند وزن نامیده می‌شود طبق قانون نیوتن از حاصل‌ضرب جرم در شتاب ثقل زمین به‌دست می‌آید که واحد آن نیوتن (N) می‌باشد و معمولاً با علامت W نمایش داده می‌شود.

$$W = m.g$$

مثال ۱: وزن ۱۰کیلوگرم آب را به‌دست آورید.

$$W = m.g \approx ۱۰ \times ۱۰ = ۱۰۰N$$

مثال ۲: یک تن بار چه وزنی دارد؟

$$W = m.g \approx ۱۰۰۰ \times ۱۰ = ۱۰۰۰۰N$$

۴ــ وزن مخصوص (جرم ویژه یا چگالی): نسبت جرم اجسام به حجم آن‌ها را وزن مخصوص گویند و در صنایع چوب واحد اندازه‌گیری جرم ویژه را یا $\frac{kg}{m^3}$ و یا $\frac{g}{cm^3}$ به‌کار می‌برند و با علامت D نمایش می‌دهند.

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

از رابطه بالا می‌توان نتیجه گرفت که جرم اجسام برابر است با : $m = D.V$

و همچنین با توجه به رابطه وزن می‌توان نوشت :

$$W = D.V.g$$

مثال ۱: تخته‌ای به ابعاد $۲m \times ۳۰cm \times ۵cm$ و با جرم ویژه $D = ۰/۵۰ \frac{g}{cm^3}$ ، چه وزنی خواهد داشت؟

$$V = a.b.h = ۲ \times ۰/۳۰ \times ۰/۰۵ = ۰/۰۳m^3$$ و

$$D = ۰/۵۰ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰ \frac{kg}{m^3}$$

$$W = D.V.g = ۵۰۰ \times ۰/۰۳ \times ۱۰ = ۱۵۰N$$

مثال ۲: وزن ۲۰۰ لیتر آب را به‌دست آورید. وزن مخصوص آب برابر است با : $D = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3}$

$$V = ۲۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۰/۲m^3$$

هر لیتر یک‌هزارم متر مکعب است.

$$W = D.V.g = ۱۰۰۰ \times ۰/۲ \times ۱۰ = ۲۰۰۰N$$

مثال ۳: گرده بینه‌ای از جنس راش با وزن مخصوص $D = ۰/۶۵ \ g/cm^3$ و قطر متوسط ۴۰cm و طول ۳ متر موجود است. نیروی وزن آن را به‌دست آورید.

$$V = \frac{d^2\pi}{۴} \times h = \frac{(۰/۴)^2 (۳/۱۴)}{۴} \times ۳ = ۰/۳۷m^3$$

$$W = D.V.g = ۶۵۰ \times ۰/۳۷ \times ۱۰ = ۲۴۰۵N$$

کار مکانیکی

تعریف کار مکانیکی از نظر علم فیزیک و از نظر فهم عام کمی با هم تفاوت دارند. به‌طوری‌که از نظر فهم عام کار برابر است با عملیاتی که روی جسمی رخ دهد ولی از نظر علم فیزیک کار زمانی صورت می‌گیرد که نیرویی به جسم وارد شود و آن جسم از راستای نیرو جابه‌جا شود.

مثال:

الف ــ جسمی را به‌طرف جلو هل می‌دهیم و جابه‌جا می‌شود. در این حالت کار صورت گرفته است.

ب ــ جسمی را روی دست گرفته‌ایم و به‌طرف جلو می‌رویم. از نظر تعریف گفته شده کاری صورت نمی‌گیرد. زیرا :

در حالت الف ــ نیرو و جابه‌جایی هر دو به‌طرف جلو و هم‌راستا هستند.

در حالت ب ــ نیروی وزن عمودی و جابه‌جای افقی است و هم‌راستا نیستند.

بررسی شکل‌های صفحه ۴۸

ــ بلندکردن گرده بنیه یا گرده کاتین: نیرو و جابه‌جایی به‌طرف بالا است.

ــ ریختن پوشال: نیروی وزن پوشال و جابه‌جایی ریختن آن‌ها هم‌جهت است.

ــ ضربه چکش: نیروی حاصل از ضربه و فرورفتن میخ درون تخته هم‌جهت هستند.

ــ سوهان‌زدن: نیروی وارد بر سوهان و حرکت سوهان هم‌جهت هستند.

حال اگر جهت نیرو و جابه‌جایی با یک‌دیگر زاویه داشته باشند، نیرو را تجزیه کرده و مؤلفه‌ای را که در راستای جابه‌جایی قرار دارد، مورد محاسبه قرار می‌دهیم.

محاسبه کار مکانیکی: طبق تعریفی که گفته شد، کار برابر است با حاصل‌ضرب نیرو و جابه‌جایی به شرط هم‌جهت‌بودن که واحد اندازه‌گیری آن نیوتن متر می‌باشد.

$$\boxed{W = F.S}$$

و هر نیوتن‌متر را یک ژول گویند (J)

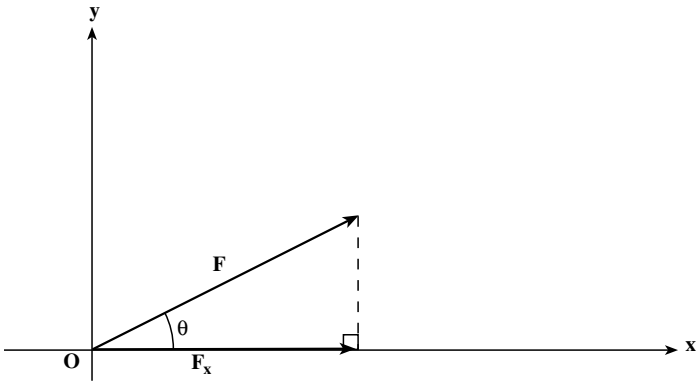
حال اگر نیرو و جابه‌جایی هم‌جهت نباشند می‌توان نوشت :

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

θ همان زاویه بین راستای نیرو و جابه‌جایی است.

دلیل این رابطه به شرح زیر است :

اگر نیرویی با زاویه θ نسبت به افق قرار گرفته باشد و در حال کشیدن جسمی باشد، آن نیرو را روی محورهای دستگاه مختصات تجزیه کنیم مؤلفه افقی که هم‌راستا با جابه‌جایی خواهد بود برابر است با : $F_x = F.\cos\theta$



شکل ۱ــ۳

و اگر این نیرو $F.\cos\theta$ را در جابه‌جایی S ضرب نماییم رابطه مورد نظر به‌دست می‌آید.

مثال ۱: نیرویی به بزرگی ۱۰۰ نیوتن که با افق زاویه ۶۰درجه می‌سازد در حال کشیدن جسمی روی خط افقی است، اگر جسم ۵ متر جابه‌جا شود کار انجام‌شده را محاسبه نمایید.

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

$$W = ۱۰۰ \times ۵ \times \cos ۶۰^\circ = ۲۵۰J$$

مثال ۲: اگر ۲۰۰ لیتر آب را به درون منبعی که در ارتفاع ۵متری قرار گرفته است پمپاژ نماییم، کار انجام شده چه مقدار است؟

$$W = F.S = W.h \quad \text{کار} = \text{وزن آب} \times \text{ارتفاع}$$

$$W = D.V.g.h$$

$$W = ۱۰۰۰ \times ۰/۲ \times ۱۰ \times ۵ = ۱۰۰۰۰J = ۱۰kJ$$

قوانین نیوتن درباره حرکت

اگر بخواهیم علت به‌حرکت درآمدن اجسام را بررسی کنیم باید مفاهیمی از قبیل **جرم و نیرو** را در معادلات **حرکت** وارد کنیم که دراین صورت حرکت را از دیدگاه «دینامیک» بررسی خواهیم نمود. نیوتن نخستین دانشمندی بود که به‌طور اصولی مفاهیم جرم و نیرو را در حرکت وارد کرد و قوانین اساسی دینامیک را که به نام خود او (**قوانین نیوتن در حرکت**) نامیده می‌شوند وضع نمود، که برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های مختلف در رابطه با حرکت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

قانون اول نیوتن: هر جسمی حالت سکون یا حرکت مستقیم‌الخط یکنواخت خود را ادامه می‌دهد مگر آن‌که نیرو یا نیروهایی از خارج بر آن اثر کند.

تمایل اجسام بر ماندن در حالت سکون یا در حال حرکت یکنواخت «لختی» یا «اینرسی» نامیده می‌شود.

لختی یا اینرسی خاصیت همه اجسام است یعنی اجسام مادی دارای این خاصیت هستند که در برابر هر تغییری که در سرعت آن‌ها حاصل شود مقاومت می‌کنند : آن‌ها که ساکن هستند می‌خواهند در حال سکون باقی بمانند و آن‌ها که در حرکت هستند می‌خواهند بدون تغییر سرعت (از لحاظ جهت و اندازه) به حرکت خود بر خط راست ادامه دهند. مگر این که نیروی (یا نیروهای) خارجی آن‌ها را مجبور به تغییر سرعت نماید.

پرسش ۱: چرا توصیه می‌شود که سرنشینان اتومبیل هنگام حرکت در جاده‌ها از کمربند ایمنی استفاده نمایند؟

پرسش ۲: چرا در جاده‌ای که سطح آن یخ‌بندان است اتومبیل نمی‌تواند از پیچ جاده تبعیت کند و در امتداد خط راست از جاده خارج می‌شود؟

قانون دوم نیوتن: هرگاه جسمی تحت تأثیر نیرو واقع شود، در جهت آن نیرو شتابی می‌گیرد که با نیرو نسبت مستقیم و با جرم نسبت عکس دارد.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\vec{F} = m \times a$$

نیرو = جرم × شتاب

a شتاب : m/s^2 متر بر مجذور ثانیه

mجرم : kg کیلوگرم F نیرو : N نیوتن

با استفاده از این رابطه می‌توان واحد نیرو را تعریف نمود.

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

یعنی یک نیوتن نیرویی است که به جرم یک کیلوگرم شتابی معادل یک متر بر مجذور ثانیه بدهد.

هم‌چنین می‌توان نوشت : $W = m \times g$

وزن = جرم × شتاب ثقل

اندازه حرکت

حاصل‌ضرب جرم یک جسم در سرعت آن را اندازه حرکت جسم گویند.

اندازه حرکت = جرم × سرعت

$$\boxed{\vec{P} = m\vec{v}}$$

مسئله نمونه: اتومبیل به جرم ۱۸۰۰kg با سرعت ۵۴کیلومتر در ساعت در جاده مستقیم و افقی در حرکت است چه نیروی ثابتی لازم است تا در مدت ۱۰ ثانیه سرعت آن را به ۸۰kg/n برسانیم.

$$V_0 = 54 \times \frac{1000}{3600} = 15/5\,m/s$$

$$V = 90 \times \frac{1000}{3600} = 25\,m/s$$

$$F = m\frac{V - V_0}{A}$$

$$F = 1800 \times \frac{25-15}{10} = 1800N$$

قانون سوم نیوتن: قانون اول نیوتن رفتار یک جسم را

در حالت تعادل بیان می‌کند و این حالتی است که برآیند نیروهای وارد بر آن جسم صفر است. قانون دوم نیوتن بیان می‌کند که اگر نیرو (یا برآیند نیروها) صفر نباشد، چگونه در حرکت جسم تغییر حاصل می‌شود.

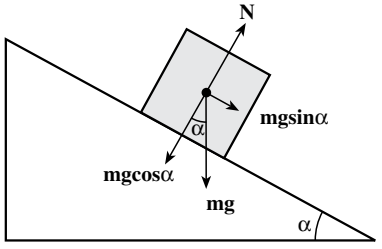
قانون سوم نیوتن اثر متقابل دو جسم را بر یک‌دیگر بیان می‌کند.

ترجمه کلمه به کلمه قانون سوم از کتاب اصول نیوتن چنین است :

برای هرعملی عکس‌العملی است مساوی با آن و در خلاف آن ؛ به‌عبارت دیگر عمل‌های دو جسم بر یک‌دیگر همواره مساوی و در جهت مخالف هم است.

مثال: عقب‌زدن تفنگ هنگام خروج گلوله از آن، حرکت موشک و هواپیمای جت و ... و بسیاری از مشاهدات روزانه قانون سوم نیوتن را آشکار می‌سازد.

مسئله نمونه: محاسبه نمایید شتاب حرکت a یک جسم به‌جرم m بر سطح شیب‌دار بدون اصطکاک شکل زیر :



شکل ۲ــ۳

حل: نیروی وزن mg به دو مؤلفه (همنه) mgcosα و mgsin α که بر یک‌دیگر عمود هستند تجزیه می‌شود و نیروی mgcosα که عمود بر سطح شیب‌دار است با نیروی عمودی سطح N خنثی می‌شود.

اما مؤلفه mgsinα سبب حرکت جسم بر سطح شیب‌دار می‌گردد که اگر اصطکاک سطح ناچیز باشد تنها نیرویی است که به جسم شتاب می‌دهد. بنا به قانون دوم نیوتن خواهیم داشت :

$$mg\sin\alpha = m\times a \quad \text{یا} \quad a = g\sin\alpha$$

می‌بینیم که این شتاب بستگی به جرم جسم ندارد. اگر $\alpha = 90^\circ$ باشد : $a = g$ یعنی شتاب معادل شتاب ثقل خواهد شد.

ضربه:

$$F\times t = m\Delta v$$

تعریف: اگر بر جسمی ضربه‌ای وارد شود دراثر این ضربه سرعت جسم تغییر می‌کند به‌طوری‌که اندازه ضربه برابر با میزان (تغییراندازه حرکت) جسم خواهد بود.

مثال میخ و چکش که در شکل ۱ــ۳ نشان داده شده است مفهوم ضربه را به‌خوبی نشان می‌دهد.

سر چکش به جرم m با سرعت V به میخ برخورد می‌کند و نیرویی در زمان کوتاه t بر میخ وارد می‌سازد که دراثر این ضربه میخ کمی در تخته فرو می‌رود. اگر F اندازه متوسط نیروی وارد بر میخ در این زمان کوتاه (t) باشد اندازه ضربه برابر است با :

$$\text{ضربه} = F\times t$$

مسئله نمونه: جرم سر یک چکش ۵/۰۰ گرم است و با سرعت $6\,m/s$ به سر میخ بزرگی زده می‌شود که موجب فرورفتن میخ در تخته می‌شود اگر مدت ضربه $(t)\ \frac{1}{1000}$ ثانیه باشد مطلوب است.

الف ــ اندازه ضربه چکش

ب ــ اندازه متوسط نیروی وارد بر میخ از طرف چکش

$$F\times t = m\Delta v$$

اندازه ضربه (ضربه) $F\times t = 0/5kg\times 6\frac{m}{s} = 3kgm/s$

اندازه متوسط نیرو $F = \frac{m\Delta v}{t} = \frac{3}{0/001} = 3\times 10^{-3}N$

سرعت حد: وقتی که یک جسم بدون سرعت اولیه دراثر وزن خود در یک مایع یا در یک گاز مانند هوا سقوط می‌کند. سرعت آن و درنتیجه نیروی اصطکاک لحظه به لحظه افزایش می‌یابد تا این‌که اندازه این نیرو برابر وزن جسم می‌شود. در این حالت برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر می‌شود و جسم با سرعت ثابت سقوط می‌کند این سرعت ثابت را (سرعت حد) می‌نامند. مثلاً قطرات باران در هوا با سرعت حدی سقوط می‌کنند که بستگی

به ابعاد آن‌ها دارد نه به ارتفاعی که از آن‌جا فرو می‌ریزند.

سرعت زاویه‌ای: اگر متحرکی روی یک دایره به مرکز O و شعاع R در حال حرکت باشد و در لحظه t_1 مختصه زاویه θ_1 و در لحظه t_2 مختصه زاویه θ_2 را داشته باشد سرعت زاویه‌ای متوسط برابر است با :

$$\bar{\omega} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

در حالت خاصی که سرعت زاویه‌ای متحرک ثابت باشد حرکت را دایره‌ای یکنواخت گوییم در این صورت سرعت زاویه‌ای متوسط آن در هر فاصله زمانی دلخواه، با سرعت زاویه‌ای لحظه‌ای برابر است و خواهیم داشت :

$$\theta = \omega t + \theta_0$$

θ : برحسب رادیان rad

ω : برحسب رادیان بر ثانیه $\frac{rad}{s}$

و می‌دانیم که : $2\pi \ rad = 360^\circ$

$$1rad = \frac{360}{2 \times 3/14} \approx 57/3^\circ$$

برای به‌دست‌آوردن یک زاویه برحسب رادیان کافی است طول قوس مقابل آن را بر شعاع دایره تقسیم کنیم.

$$\text{زاویه برحسب رادیان} = \frac{\text{طول قوس مقابل به زاویه}}{\text{طول شعاع دایره}}$$

$$\theta_{rad} = \frac{S}{d}$$

که از این رابطه طول قوس پیموده شده در زمان t محاسبه می‌شود $S = R\theta$

سرعت در حرکت دایره‌ای یکنواخت

$$\boxed{V = R\omega}$$

V : سرعت برحسب متر بر ثانیه

R : شعاع دوران برحسب متر

W : سرعت زاویه‌ای متوسط یا تعداد دوران در ثانیه و $W = 2\pi f$ (f تعداد دوران در ثانیه)

مثال: اندازه سرعت یک نقطه از نوک یک اره گرد به قطر ۴۰ سانتی‌متر و تعداد دوران ۳۰۰۰ دور در ثانیه چقدر است؟

$$V = R\omega$$

$$V = 2\pi f \times R = 2 \times 2/14 \times \frac{3000}{60} \times \frac{40}{100}$$

$$V = 125/6 \ m/s$$

جلسه چهاردهم

در این جلسه تمرین‌های صفحه ۵۰ کتاب حل شده و بقیه وقت کلاس را به رفع اشکال از اول کتاب تا صفحه ۵۰ بپردازید.

حل تمرین ۱:

$$S = ۲m \ , \ F = ۲۵۰N \ , \ W = ?$$

$$W = F.S = ۲۵۰ \times ۲ = ۵۰۰J$$

حل تمرین ۲:

$$\theta = ۴۵^\circ \ , \ F = ۵۰N \ , \ S = ۱۰m$$

$$W = F.S \times \cos\theta \ , \ W = ۵۰ \times ۱۰ \times \cos ۴۵^\circ$$

$$= ۳۶۳/۵J$$

حل تمرین ۳:

$$S = ۱۵۰cm \ , \ W = ۲۵۰۰۰J \ , \ m = ۸۰۰kg$$

$$F = \frac{W}{S} = \frac{۲۵۰۰۰}{۱/۵} = ۱۶۶۶۶/۷N$$

$$m = ۱۶۶۶۶/۷ \div ۱۰ = ۱۶۶۶/۷kg$$

$$n = \frac{۱۶۶۶/۷}{۸۰۰} \approx ۲$$ پالت

مثال نمونه: کار انجام شده با یک جرثقیل برای بالا بردن تخته‌های بریده شده تا ارتفاع ۴ متری معادل ۲۲۵۵ است. اگر هر تخته ۱۶۰ نیوتن وزن داشته باشد هربار جرثقیل چند تخته را می‌تواند جابه‌جا نماید.

جواب:

$W = F.S \Rightarrow F = \frac{W}{S}$

$F = \frac{۲۲۰۰۰J}{۴m} \Rightarrow F = ۱۶۰۰۰ N$

تعداد تخته‌ها $n = ۱۶۰۰۰ \div ۱۶۰ \div ۱۰۰$ عدد

تمرین

۱ـ برای انتقال یک دستگاه اره تا فاصلهٔ ۲ متری، نیروی افقی معادل ۲۵۰ نیوتن لازم است. محاسبه کنید چند ژول کار انجام گرفته است؟

۲ـ برای جابه‌جایی پمپ باد در سطح کارگاه به وسیله طنابی که با سطح افق زاویهٔ ۴۵° دارد، ۵۰ نیوتن نیرو لازم است. پس از ۱۰ متر جابه‌جایی چقدر کار انجام شده است؟

۳ـ حداکثر کار انجام شده یک لیفتراک مطابق شکل (۲ـ۳) برای بالا بردن بالشتهای روکش تا ارتفاع ۱۵۰ سانتیمتری معادل ۱۵۰۰۰ ژ می‌باشد. اگر جرم هر بالشت روکش ۸۰۰ کیلوگرم باشد. لیفتراک هربار چند بالشت را می‌تواند جابه‌جا کند؟

شکل ۲ـ۳ ـ لیفتراک

۵۰

جلسه پانزدهم

امتحان پایان ترم نیمه اول (۵۰ درصد کتاب)

نام و نام خانوادگی:	به نام خدا	تاریخ ۸۱/۱۰/۱۵
کلاس: ۱۶	هنرستان فنی شهید دیباج همدان	زمان: ۹۰ دقیقه
رشته: صنایع چوب و کاغذ	«امتحان پایانی نیمه اول»	سال تحصیلی: ۸۲ــ۱۳۸۱
درس: محاسبات فنی (۲)	«صفحه اول»	

ردیف	توجه $\pi = ۳$ $g = ۱۰$	نمره
۱	سرعت حرکت بالابری ۲۵۰ سانتی‌متر بر دقیقه تنظیم شده است. برای یک ارتفاع ۱۰ متری اگر قرار باشد، ۵ مرتبه بالابر حرکت کند، چه زمانی صرف حرکت رفت و برگشت خواهد شد؟	۱/۵
۲	برای پرداخت کردن تخته چندلایی پس از پرس و دوربری، قرار است سنباده‌زنی شوند، اگر از دستگاه سنباده‌زنی، غلتکی دوطرفه استفاده شود، سرعت حرکت دستگاه را ۰/۵ متر بر دقیقه تنظیم نماییم، در طول یک شیفت کاری ۸ساعته چند صفحه سنباده زده می‌شود؟ درصورتی‌که طول صفحات ۲۲۰ سانتی‌متر، یک دقیقه فاصله بین صفحات منظور شود، ۱۰ درصد زمان فوق زمان تلف شده در نظر گرفته شود.	۲/۵
۳	قرار است در مدت ۲ ساعت تعداد ۵۴ شاخه زهوار به طول ۲/۵ متر را افزار بزنیم درصورتی که تخمین زده شود ۷۰درصد از زمان فوق صرف افزارزنی شود، محاسبه نمایید سرعت پیشبرد کار چقدر باید تنظیم شود؟	۲
۴	قطر تیغه اره گردی را به‌دست آورید که تعداد دور میله آن $۶۰۰۰\frac{۱}{min}$ و سرعت برشی معادل ۸۰ متر بر ثانیه داشته باشد. اگر تیغه ۸۰ دندانه داشته باشد. فاصله نوک دندانه‌ها چه‌قدر است؟	۲
۵	تعداد دور میله کف رندی ۵۵۰۰ دور بر دقیقه است. اگر توپی دستگاه ۶ تیغه رنده و ۱۲ سانتی‌متر قطر داشته باشد و برای قطعه کاری انتظار سطح رنده‌شده درجه (۲) معادل عرض اثر تیغه ۰/۸ میلی‌متر باشد، چه سرعت پیشبردی را انتخاب می‌کنید؟ در این حالت عمق اثر هر تیغه رنده را به میکرومتر به‌دست آورید.	۲/۵
۶	در ماشین کف رندی قطر چرخ محرک ۱۲ سانتی‌متر، قطر چرخ متحرک ۲۴/۵ سانتی‌متر و فاصله دو محور ۶۰سانتی‌متر است، اگر تسمه به‌صورت ساده و مستقیم باشد، طول تسمه این ماشین را محاسبه نمایید. $\sin ۸۴^\circ = ۰/۹۹۴$ و $\cos ۸۴^\circ = ۰/۱۰۴$ و $\cos ۶^\circ = ۰/۹۹۴$ و $\sin ۶^\circ = ۰/۱۰۴$	۳
۷	برای خراطی قطعه‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر نیاز به سرعت برشی معادل ۳۰ متر بر ثانیه است. اگر قطر چرخ‌های محرک دستگاه خراطی پله‌ای به ترتیب ۳۰ــ۲۵ــ۲۰ سانتی‌متر و قطر چرخ‌های متحرک ۱۰ــ۱۵ــ۲۰ سانتی‌متر و تعداد دور الکتروموتور ۳۶۰۰ دور بر دقیقه باشد، تسمه روی کدام چرخ‌ها باید قرارگیرد؟	۳
۸	به منظور، انتقال حرکت دستگاهی از دنده و چرخ‌دنده استفاده شده است، اگر نسبت انتقال $i = ۴$ ، $n_۱ = ۱۰۰۰\frac{۱}{min}$ و $z_۱ = ۲۵$ باشد، $n_۲$ و $z_۲$ را محاسبه نمایید.	۱/۵
۹	حداکثر کار انجام‌شده یک لیفتراک برای بالابردن پالت‌های روکش تا ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متری معادل ۲۵ کیلوژول می‌باشد، اگر جرم هر پالت روکش ۸۰۰ کیلوگرم باشد، لیفتراک هر بار چند پالت را می‌تواند جابه‌جا کند؟	۲
جمع		۲۰

پاسخنامه:	به نام خدا	تاریخ ۸۱/۱۰/۱۵
درس محاسبات فنی (۲)	هنرستان فنی شهید دیباج همدان	زمان: ۹۰ دقیقه
رشته: صنایع چوب و کاغذ	«امتحان پایانی نیمه اول»	سال تحصیلی: ۸۲ــ۱۳۸۱
	«صفحه اول»	

۱	$S=۱۰\times۱۵\times۲=۱۰۰(m)=۱۰۰۰۰(cm)$ $t=\frac{S}{V}=\frac{۱۰۰۰۰}{۲۵۰}=۴۰(min)$	۱/۵
۲	$t_۱=\frac{S}{V}=\frac{۲۲}{۰/۵}=۴/۴(min)$ $t_۲=۴/۴+۱=۵/۵(min)$ $T=۸-(۸\times۰/۱۰)=۷/۲(h)=۴۳۲(min)$ $n=\frac{۴۳۲}{۵/۵}\approx$ عدد ۷۸	۲/۵
۳	$L=۵۴\times۲/۵=۱۳۵(m)$ $t=۲\times۶۰\times۰/۷۰=۸۴(min)$ $S=\frac{L}{t}=\frac{۱۳۵}{۸۴}\approx۱/۶(m/min)$	۱
۴	$d=\frac{v}{n.\pi}=\frac{۸۰\times۶۰}{۶۰۰۰\times۳}=\frac{۴}{۵\pi}(m)=\frac{۸۰۰}{\pi}(mm)$ $e=\frac{d.\pi}{n}=\frac{۸۰۰}{۸۰}=۱۰(mm)$	۲
۵	$S=\frac{a.n.z}{۱۰۰۰}=\frac{۰/۸\times۵۵۰۰\times۶}{۱۰۰۰}=۲۶/۴\frac{m}{min}$ $b=R-\sqrt{R^۲-(\frac{a}{۲})^۲}=۶۰-\sqrt{۳۶۰۰-۰/۱۶}=۰/۰۰۱mm=۱\mu m$	۲/۵ ۳
۶	$R=۲۴/۵\div۲=۱۲/۲۵cm$ $r=۱۲\div۲=۶cm$ $\alpha=Arcsin\frac{\lvert R-r\rvert}{A}\quad \alpha=Arcsin\frac{۱۲/۲۵-۶}{۶۰}\quad \alpha=Arcsin(۰/۱۰۴)$ $\alpha=۶^\circ$ $MN=\sqrt{A^۲-(R-r)^۲}\Rightarrow MN=\sqrt{۶۰^۲-(۱۲/۲۵-۶)^۲}\Rightarrow MN=۵۹/۷cm$ $L=۲MN+\frac{D\pi(۱۸۰+۲\alpha)}{۳۶۰}+\frac{d\pi(۱۸۰-۲\alpha)}{۳۶۰}=۲(۵۹/۷)+\frac{(۲۴/۵)(۳)(۱۸۰+۱۲)}{۳۶۰}+\frac{(۱۲)(۳)(۱۸۰-۱۲)}{۳۶۰}$ $L=۱۷۵/۴cm$	۳

۷	$n=\frac{۳۰}{۰/۳}=۱۰۰$ $V=d.\pi.n$ $۳۰=۰/۱\times۳\times n$ $d=۱۰\div۱۰۰=۰/۱m$ $n_۲=\frac{n.d_۱}{d_۲}=\frac{۳۶۰۰\times۳۰}{۱۰}=۱۰۸۰۰\frac{۱}{min}$ $n=۱۰۰\times۶۰=۶۰۰۰\frac{۱}{min}$ $n_۲=\frac{n.d_۵}{d_۶}=\frac{۳۶۰۰\times۲۰}{۲۰}=۳۶۰۰\frac{۱}{min}$ $n_۴=\frac{n.d_۳}{d_۴}=\frac{۳۶۰۰\times۲۵}{۱۵}=۶۰۰۰\frac{۱}{min}$ پس چرخ ۳ و ۴ انتخاب می‌شوند.	۳
۸	$z_۲=i\times z_۱$ $z_۲=۴\times۲۵=۱۰۰$ $n_۲=\frac{n_۱}{i}$ $n_۲=\frac{۱۰۰۰}{۴}=۲۵۰\frac{۱}{min}$	۱/۵
۹	$W=F.S\Rightarrow۲۵۰۰۰=F.۱/۵$ $F=\frac{۲۵۰۰۰}{۱/۵}=۱۶۶۶۶/۶N$ $۲۵\times۱۰۰۰۰=۲۵۰۰۰J$ $۱۵\times۱۰۰=۱/۵m$ $n=\frac{۱۶۶۶۶/۶}{۸۰۰۰}\approx۲$ پالت $۸۰۰\times۱۰=۸۰۰۰N$	۲

۲ــ ۳ــ توان مکانیکی

اغلب لازم می‌شود که علاوه برتعیین کار انجام شده، بدانیم کار در چه زمانی انجام گرفته است؛ بنابراین، مقدار کار انجام شده را در واحد زمان «توان» گویند.

برای تعیین توان متوسط یک دستگاه یا یک ماشین کافی است کاری را که دستگاه انجام می‌دهد بر زمان انجام آن تقسیم کنیم:

روابط :

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

$$W=F\times S$$

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

$$P=F\times V$$

علایم اختصاری:

P : توان متوسط دستگاه برحسب وات

W : کار انجام شده برحسب ژول

T : زمان برحسب ثانیه

F : نیروی وارد بر جسم برحسب نیوتن

V : سرعت برحسب متر برثانیه

واحد توان از روابط فوق برحسب N.m/s به دست می‌آید که در دستگاه بین‌المللی واحدها «وات» است و با علامت اختصاری W نمایش داده می‌شود. (یک وات برابر یک ژول کار است که در مدت یک ثانیه انجام گرفته است.)

$$1\,N.m/s=1W=1J/s$$
$$1J/s=0/239\,cal/s$$

برای سنجش توان مکانیکی غالباً از واحد دیگری به نام «اسب بخار» (P_s) استفاده می‌شد که امروزه متداول نیست، بلکه توان مکانیکی را بر حسب وات و یا کیلووات می‌سنجند و برای تبدیل کیلووات به اسب بخار و برعکس، از این ضرایب تبدیل می‌توان استفاده کرد:

$$1kW=1/34P_s$$
$$1P_s=0/736kW$$

مثال نمونه ۱۰: توان موتور پمپی که ۲۰۰ کیلوگرم آب را در ۱۰ ثانیه به ارتفاع ۶ متر بالا

می‌برد (به ازای $g=9/8\,m/s^2$) بر حسب کیلووات چنین حساب می‌شود:

$$F=200\,kgf=200\times9/8N=1960\,N$$
$$W=F\times S$$
$$W=1960\times6=11760\,J$$
$$P=\frac{W}{T}\Rightarrow P=\frac{11760}{10}=1176\,W=1/176\,kW$$

مثال نمونه ۲۰: یک موتور مکنده در هر دقیقه یک متر مکعب خرده چوب (چیپس) مطابق شکل (۴ ــ ۴) تا ارتفاع ۱۲ متری به درون سیلوی ذخیره انتقال می‌دهد. اگر جرم هر متر مکعب چیپس ۲۰۰ کیلوگرم باشد، توان موتور فوق را بر حسب نیوتن متر بر ثانیه، کیلووات و اسب بخار حساب کنید:

$$m=200\,kg$$
$$F=200\times10=2000\,N$$
$$P=\frac{F\times S}{t}=\frac{2000\times12}{1\times60}=400\,N.m/s \qquad P_{kW}=\frac{400}{1000}=0/4\,kW$$
$$1N.m/s=1W \qquad P_{Ps}=0/4\times1/36=0/544P_s$$

شکل ۴ــ۴ــ خرد چوب (چیپس) خوانده

کار مکانیکی

تمرین

۱ ــ در یک دستگاه اگر تعداد دوران چرخ تسمه $n=720/min$ و قطر چرخ تسمه $d=20\,cm$ و نیروی کشش تسمه $F=360\,N$ باشد توان انتقالی را حساب کنید.

۲ــ موتور پمپی در مدت ۱۰ ثانیه ۲۰۰ لیتر آب را ۱۰ متر بالا می‌برد. توان موتور پمپ را برحسب اسب بخار به دست آورید.

۳ ــ گرده بینه‌ای با قطر متوسط ۶۵ سانتیمتر و به طول ۷ متر و جرم ویژه ۰/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب با یک جرثقیل ۱۰ متر بالا برده می‌شود، این موارد را محاسبه کنید:

الف) کار انجام شده

ب) توان مصرفی (در صورتی که زمان بالا بردن گرده بینه یک دقیقه باشد)

۴ ــ تخته‌ای را به ابعاد $2/5m\times2\,cm\times5\,cm$ از روی زمین بلند کرده، روی صفحه ماشین رنده قرار می‌دهیم. اگر جرم ویژه این گونه ۰/۶۵ گرم بر سانتیمتر مکعب و زمان انجام کار ۱۰ ثانیه و ارتفاع دستگاه ۷۰ سانتیمتر باشد، کار انجام شده و توان مصرفی چقدر است؟

۵ ــ کار مکانیکی و توان انجام شده دستگاه جرثقیل را مطابق شکل (۴ــ۳) محاسبه کنید؛ در صورتی که:

ــ جرم متوسط هر گردبینه ۸۰ کیلوگرم؛

ــ ارتفاع حمل ۲/۵ متر؛

ــ زمان انجام کار ۴۰ ثانیه است.

شکل ۳ــ۴ــ جرثقیل حمل گرده بینه

۳ــ ۳ــ راندمان

در ماشینهای مبدل انرژی و یا در وسایل انتقال حرکت، مقداری از توان گرفته شده صرف برطرف کردن عواملی مثل اصطکاک، مقاومت الکتریکی و غیره می‌شود یا بخشی از آن تبدیل به حرارت می‌گردد و بقیه را به صورت توان بازده ــ که آن‌را «توان مفیده» نیز می‌گویند ــ پس

می‌دهند (شکل ۵ ــ ۳).

شکل ۵ــ۴ــ انواعند کاهنده

بنابراین در کلیه این گونه وسایل، توان بازده کمتر از توان گرفته شده است و نسبت توان بازده را به توان گرفته شده «راندمان» یا «ضریب بهره» گویند.

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

علایم اختصاری:

η : راندمان یا ضریب بهره

P_1 : توان گرفته شده

P_2 : توان بازده (توان مفید)

در این رابطه می‌توان مقدار توان را بر حسب هریک از واحدهای توان مکانیکی، توان الکتریکی و حرارتی قرار داد، اما باید توجه داشت که واحد هردو از یک جنس باشد.

مسأله نمونه ۱۰: راندمان الکتروموتوری را حساب کنید که توان گرفته شده آن از شبکه برق معادل $P_1=4kW$ و توان بازده آن $P_2=3kW$ باشد.

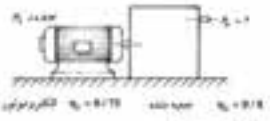
$$\eta=\frac{P_2}{P_1}=\frac{3}{4}=0/75=\%75$$

مسأله نمونه ۲۰: در دستگاه انتقال حرکت شکل (۶ــ۳) که از یک الکتروموتور و یک جعبه دنده تشکیل شده است این موارد را حساب کنید:

الف) توان بازده موتور؛

ب) توان بازده جعبه دنده؛

ج) راندمان کل دستگاه.



شکل ۶ــ۳ــ دستگاه انتقال حرکت

جلسه شانزدهم

برنامه‌زمان‌بندی جلسه شانزدهم		
۱	آماده‌کردن کلاس	۵
۲	تدریس توان مکانیکی	۱۵
۳	روابط مربوط و حل تمرین نمونه	۳۰
۴	راندمان (بازده)	۱۵
۵	روابط و حل مثال‌های نمونه	۲۵
جمع ساعات		۹۰

توان مکانیکی

تعریف: کار انجام‌شده نسبت به زمانی که صرف انجام آن شده است را توان مکانیکی گویند.

محاسبه : برای محاسبه توان طبق تعریفی که بیان شد می‌توان نوشت :

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

اما با توجه به روابط مربوط به کمیت‌های سرعت و کار، می‌توان روابط دیگری برای محاسبه توان به‌دست آورد.

$$P = \frac{W}{T} = \frac{F.S}{T} = F.V_1$$

W = کار بر حسب ژول یا نیوتن متر

F = نیرو یا وزن برحسب نیوتن

S = جابه‌جایی برحسب متر

$$P = \frac{mg.S}{T} = \frac{P.V_2.g.S}{T}$$

V_1 = سرعت برحسب متر بر ثانیه

m = جرم

g = شدت میدان گرانشی برحسب نیوتن بر کیلوگرم

V_2 = حجم برحسب مترمکعب

t = زمان برحسب ثانیه

یکای توان: یکایی که برای سنجش کمیت توان در دستگاه SI می‌توان در نظر گرفت با توجه به روابط بالا یا یک ژول بر ثانیه (J/S) و یا یک نیوتن‌متر بر ثانیه ($\frac{N.m}{S}$) می‌باشد که البته به افتخار آقای جیمز وات[1] معمولاً «وات» را بیان می‌کند به‌طوری که یک نیوتن‌متر بر ثانیه همان یک وات است و از طرف دیگر در دستگاه مهندسی بریتانیایی یکای توان یک فوت پوند بر ثانیه بوده و چون این واحد برای عملیات علمی خیلی کوچک است یکای بزرگ‌تری که اسب بخار[2] نامیده می‌شود، انتخاب شده است و با علامت اختصاری hp یا p_s نشان داده می‌شود. یک اسب‌بخار برابر ۵۵۰ فوت پوند بر ثانیه می‌باشد و یا یک اسب‌بخار برابر ۰/۷۳۶ کیلووات بالعکس یک کیلووات تقریباً برابر ۱/۳۶ اسب بخار است.

مثال ۱: نیروی جلوبرنده یک وسیله ۵۰۰ نیوتن است، اگر سرعت معادل ۳۰ متر بر دقیقه داشته باشد. توان آن را به‌دست آورید.

$$P = F.V \Rightarrow P = (۵۰۰)(\frac{۳۰}{۶۰}) = ۲۵۰ \text{Wat}$$

مثال ۲: شخصی به جرم ۶۵ کیلوگرم می‌تواند در مدت یک دقیقه از پله‌های ساختمانی به ارتفاع ۶ متر بالا رود توان متوسطی که او صرف می‌کند چه‌قدر است؟ $g = ۱۰$

$$P = \frac{F.S}{t} = \frac{(۶۵)(۱۰)(۶)}{۶۰} = ۶۵ \text{ Wat}$$

مثال ۳: بالابری یک دستگاهی به جرم ۳ تن را برای جابه‌جایی در مدت ۶ ثانیه، ۳ متر بالا می‌برد، توان متوسط این بالابر را برحسب اسب‌بخار به‌دست آورید.

$$P = \frac{F.S}{t} = \frac{۳ \times ۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۳}{۶} = ۱۵۰۰۰ \text{ Wat}$$

$$= ۱۵ \text{kWat} = ۱۵ \times ۱/۳۶ = ۲۰/۴ (\text{hp})$$

مثال ۴: بالابری یک پالت تخته چندلایه که دارای ۱۵۰عدد تخته سه‌لایه ۴ میلی‌متر است، را برای انبارکردن در مدت ۵ ثانیه ۳ متر بالا می‌برد اگر ابعاد هر تخته سه‌لایه (۲/۲۰m×۹۰cm) و جرم ویژه آن ۰/۶ گرم بر سانتی‌مترمکعب باشد. توان بالابر را برحسب اسب بخار به‌دست آورید.

۱ــ James watt ۲ــ horse power

روش اول:

$$\text{حجم پالت } V = ۲/۲۰ \times \frac{۹۰}{۱۰۰} \times \frac{۳}{۱۰۰۰} \times ۱۵۰$$

$$= ۰/۸۹۱ m^۳$$

$$\text{جرم پالت } m = P.V = ۰/۶ \times ۱۰۰۰ \times ۰/۸۹۱$$

$$= ۵۳۴/۶ kg$$

$$\text{وزن پالت } F = mg = ۵۳۴/۶ \times ۱۰ = ۵۳۴۶ (N)$$

$$\text{کار } W = F \times S = ۵۳۴۶ \times ۳ = ۱۶۰۳۸ (J)$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{۱۶۰۳۸}{۵} = ۳۲۰۷/۶ \quad Wat = ۳/۲۰۷۶ kWat$$

$$= ۳/۲۰۷۶ \times ۱/۳۶ \approx ۴/۳۶ (hp)$$

روش دوم:

$$P = \frac{\rho.V.g.S}{t} = \frac{(۶۰۰)(۰/۸۹۱)(۱۰)(۳)}{۵}$$

$$= ۳۲۰۷/۶ Wat$$

$$P = ۳۲۰۷/۶ \times \frac{۱/۳۶}{۱۰۰۰} \approx ۴/۳۶ hp$$

مثال ۵: یک منبع ۱۵۰۰ لیتری آب که در بالای آپارتمان ۱۲ متری قرارگرفته است در مدت ۱۵ دقیقه توسط یک موتور پمپ از یک چاه آب با عمق ۶ متری، پر از آب می‌شود. توان موتور را به‌دست آورید.

توضیح: چون جرم ویژه آب یک گرم بر سانتی‌مترمکعب یا ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است، پس هر لیتر آب (۰/۰۰۱ مترمکعب) یک کیلوگرم خواهد بود.

$$P = \frac{m.g.s}{t} = \frac{۱۵۰۰ \times ۱۰ \times (۱۲+۶)}{۱۵ \times ۶۰}$$

$$= ۳۶۰۰ Wat = ۳/۶ kWat = ۴/۸۹۶ (hp)$$

راندمان

هر الکتروموتوری دارای یک پلاک می‌باشد که مشخصات الکتروموتور روی پلاک آن درج شده است از جمله توان آن، البته این مقدار توان (روی پلاک) توانی است که با توجه به ساختمان الکترموتور به‌دست آمده است و یا به عبارتی الکتروموتور این مقدار توان را از شبکه برق می‌گیرد، ولی آیا واقعاً به همین توان هم در واحد زمان کار انجام می‌شود؟ عملاً خیر، امکان ندارد، توان گرفته شده از شبکه توسط موتور با توان مفید یکسان باشد، چرا که هنگام حرکت دورانی، عواملی چون اصطکاک، مقاومت الکتریکی و ... باعث می‌شوند مقداری از انرژی موتور صرف انجام کار نشود. بنابراین در هر دستگاهی اگر توان گرفته شده با توان مفید اختلاف کم‌تری داشته باشد، آن دستگاه ایده‌آل خواهد بود یا به‌عبارتی دیگر نسبت آن‌ها نزدیک به یک باشد، نشان‌دهنده آن است که انرژی به‌هدر رفته بسیار اندک است.

روابط: برای محاسبه راندمان از نسبت راندمان مفید ($P_۲$) به راندمان گرفته شده از شبکه ($P_۱$) استفاده می‌شود

$$\text{ا}\eta = \frac{P_۲}{P_۱}$$

و چون واحد صورت و مخرج کسر با هم برابر می‌باشند، گوییم راندمان واحد ندارد، اما اگر حاصل به‌دست‌آمده را در ۱۰۰ ضرب کنیم می‌توان جواب را به درصد بیان نمود.

راندمان را می‌توان از نسبت کار مفید به کار گرفته و همچنین نیروی مفید به نیروی گرفته شده هم محاسبه نمود.

$$\eta = \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{\frac{W_۲}{t}}{\frac{W_۱}{t}} = \frac{W_۲}{W_۱} = \frac{F_۲.S}{F_۱.S} = \frac{F_۲}{F_۱}$$

مثال ۶: روی پلاک الکتروموتوری توان $P_۱ = ۳/۲ hp$ ثبت شده است. اگر این الکتروموتور بتواند توسط بالابری جسمی به جرم ۱۰۰۰ کیلوگرم را در مدت ۱۰ ثانیه، ۲ متر بالا ببرد چه راندمانی دارد؟

$$P_۲ = \frac{mg.h}{t} = \frac{۱۰۰۰ \times ۱۰ \times ۲}{۱۰} = ۲۰۰۰ Wat.$$

$$\Rightarrow P_۲ = ۲۰۰۰ \times \frac{۱/۳۶}{۱۰۰۰} = ۲/۷۲ (hp)$$

$$\eta = \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۲/۷۲}{۳/۲} = ۰/۸۵ \rightarrow ٪۸۵$$

مثال ۷: الکتروموتور دستگاه اره نواری با توان $P_۱ = ۲ kWat$ با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه فلکه دستگاه اره را به حرکت درمی‌آورد اگر نیروی معادل ۱۰۰ نیوتن هنگام برش بر روی قطعه چوب وارد کند، راندمان دستگاه چقدر است؟

$$P_۲ = F.V = ۱۰۰ \times ۱۵ \times ۱۰^{-۳} = ۱/۵ kWat$$

۱ــ اتا (یکی از حروف یونانی)

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{1/5}{2} = 0/75$$

معمولاً در یک ماشین انرژی الکتریکی توسط الکتروموتور به حرکت دورانی تبدیل می‌شود و این حرکت دورانی را قسمت‌های مختلف ماشین به انواع حرکت‌های دیگری که باعث انجام کار می‌شوند، تبدیل می‌کنند، که در این میان مقداری انرژی توسط الکتروموتور و نیز مقداری انرژی توسط ماشین به هدر می‌رود (اصطکاک و ...) بنابراین یک راندمان برای الکتروموتور و یک راندمان برای ماشین می‌توان در نظر گرفت و برای محاسبه راندمان کل سیستم می‌توان راندمان تک تک قسمت‌ها را در هم ضرب کرد.

$$\eta_T = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots$$

مثال ۸: اگر راندمان الکتروموتور ۰/۸ و راندمان ماشین ۰/۷۵ باشد، راندمان کل دستگاه چند درصد است؟

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 = 0/8 \times 0/75 = 0/6$$

$$0/6 \times 100 = \%60$$

مثال ۹: الکتروموتوری با راندمان (بازده) ۸۰ درصد، تعداد دور خود را به جعبه‌دنده‌ای منتقل می‌کند. اگر توان گرفته‌شده الکتروموتور $P_{1E} = 2kWat$ باشد، و جعبه‌دنده در مدت ۵ ثانیه جسمی به جرم ۲۰۰ کیلوگرم را ۳ متر بالا آورد، محاسبه نمایید توان مفید جعبه‌دنده ــ راندمان جعبه‌دنده ــ و راندمان کل سیستم را.

(**توجه:** الکتروموتور : E و جعبه دنده : M و $g = 10$)

$$P_{2E} = 2 \times 0/80 = 1/6 kWat$$

$$P_{1M} = P_{2E} = 1/6 kWat$$

$$P_{2M} = \frac{F.d}{t} = \frac{200 \times 10 \times 3}{5}$$

$$= 1200 Wat = 1/2 kWat$$

$$\eta_M = \frac{P_{2M}}{P_{1M}} = \frac{1/2}{1/6} = 0/75$$

$$\eta_T = \eta_E . \eta_M = 0/80 \times 0/75 = 0/6 \quad \text{یا}$$

$$\eta_T = \frac{P_{2M}}{P_{1E}} = \frac{1/2}{2} = 0/6$$

الف) $\eta_{kk} = \frac{P_2M}{P_1M}$

$P_2M = \eta_{kk} \times P_1M = ۰/۷۵ \times ۴ = ۳kW$

ب) $P_1M = P_1G$

$\eta_{G} = \frac{P_2G}{P_1G} \Rightarrow P_2G = \eta_{G} \times P_1G = ۰/۸ \times ۳ = ۲/۴kW$

ج) $\eta = \frac{P_2G}{P_1M} = \frac{۲/۴}{۴} = ۰/۶۰$ ؛ یا

$\eta = \eta_{kk} \times \eta_{G} = ۰/۷۵ \times ۰/۸ = ۰/۶۰$

بنابراین، راندمان کل یک دستگاه برابر حاصلضرب راندمانهای موجود در آن است.

$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times ...$

و از رابطه $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ نتیجه می‌گیریم که راندمان هر دستگاهی همیشه کوچکتر از یک است، و هر دستگاهی که راندمان آن به عدد یک نزدیکتر باشد از نظر اقتصادی باصرفه‌تر است.

تمرین

۱ ـ توان الکتروموتورهای مطابق شکل (۷ ـ ۳)، ۱/۸ کیلووات است. حساب کنید توان بازده محور متحرک هریک را در صورتی که راندمان چرخ دنده ساده $\eta = ۰/۹۵$ و راندمان حلزون و چرخ حلزون $\eta = ۰/۶۵$ باشد.

شکل ۳ـ۷ ب الف

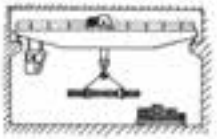
۲ ـ توان گرفته شده الکتروموتور دستگاهی مطابق شکل (۸ـ۳)، $P_1E = ۰/۹۱$ کیلووات و راندمان آن $\eta_{kk} = ۰/۹۰$ می‌باشد. اگر این توان از طریق حلزون و چرخ حلزونی با راندمان $\eta = ۰/۸۰$ منتقل شود، این موارد را حساب کنید:

الف) راندمان کل دستگاه.

ب) توان محور متحرک.

شکل ۳ـ۸

۳ـ نیروی موجود در قلاب جرثقیلی مطابق شکل (۹ـ۳) $F = ۰/۱۵kN$ بوده و سرعت حرکت بار $V = ۳/۶ \frac{m}{min}$ و راندمان جرثقیل $\eta = ۰/۸۰$ می‌باشد. توان لازم را بر حسب کیلووات حساب کنید.



شکل ۳ـ۹

۳ـ۳ـ تعیین نیروی محیطی و رابطه توان با گشتاور

در بعضی از موارد لازم می‌شود که با دانستن توان، گشتاور انتقال‌یابنده دستگاه محاسبه شود یا آن که با دانستن تعداد دوران و نیروی محیطی و توان بخواهیم قطرچرخ تسمه و یا چرخ ـ دنده و یا قطر محوری را محاسبه کنیم (شکل ۱۰ ـ ۳).

رابطه موجود بین عوامل یاد شده بدین شرح محاسبه می‌شود: ۴

شکل ۳ـ۱۰

علایم اختصاری

F : نیروی محیطی بر حسب نیوتن

r : شعاع چرخ یا محور برحسب متر

M : گشتاور چرخ یا محور برحسب نیوتن متر

n : تعداد دوران چرخ یا محور برحسب دور در هر دقیقه

V : سرعت محیطی چرخ یا محور بر حسب متر بر ثانیه

رابطه توان برحسب نیرو و سرعت برابر است با:

$P = F \times V$

اگر در این فرمول به جای سرعت محیطی مقدار آن را قرار دهیم، خواهیم داشت:

$V = \frac{۲\pi \times r \times n}{۶۰}$

$P = F \times V \Rightarrow P = F \times \frac{۲\pi \times r \times n}{۶۰} \Rightarrow P = \frac{F \times ۲\pi \times r \times n}{۱} \times \frac{۱}{۶۰}$ یا

$\frac{F \times ۲\pi \times r \times n}{۱} \times \frac{۱۰}{۶۰۰۰}$

$P = \frac{F \times ۲\pi \times r \times n}{۶۰۰۰} Nm/s$ یا W

توان بر حسب کیلووات برابر است با

$P_{KW} = \frac{F \times r \times n}{۹۵۵۵}$

اگر در رابطه یادشده به جای $F \times r$ مقدار آن یعنی گشتاور را قرار دهیم خواهیم داشت:

$P_{KW} = \frac{M \times n}{۹۵۵۵} \Rightarrow M = F \times r = ۹۵۵۵ \frac{P_{KW}}{n}$

مسأله نمونه: الکتروموتور دستگاهی که توان بازده آن ۵ کیلووات است دارای تعداد دوران $n = ۱۴۲۰ r/min$ است. حساب کنید: اولاً، گشتاوری را که همیشه آن می‌توان متحمل گردید؛ ثانیاً، اگر نیروی گشتی لازم در تسمه‌ای که به وسیله الکتروموتور می‌گردد $F = ۳۳۱/۷۶N$ باشد قطر چرخ تسمه آن را حساب کنید.

$M = \frac{P_{KW} \times ۹۵۵۵}{n} = \frac{۵ \times ۹۵۵۵}{۱۴۲۰} = ۳۳/۶۷ Nm$

$M = F \times r \Rightarrow r = \frac{M}{F} = \frac{۳۳/۶۷}{۳۳۱/۷۶} = ۰/۱m$

$d = ۲r = ۲ \times ۰/۱ = ۰/۲m = ۲۰۰mm$

تمرین

۱ ـ یک اره مجموعه‌ای به قطر $D = ۲۶۰mm$ به وسیله الکتروموتوری که توان بازده آن ۲/۲ کیلووات و تعداد دوران آن ۲۸۲۰ دور در هر دقیقه است، کار می‌کند. نیروی محیطی اره را حساب کنید.

۲ـ الکتروموتور ماشین کف‌زنی، مطابق شکل (۱۱ ـ ۳) با ۳۰۰۰ دور در هر دقیقه، توانی معادل $P_1 = ۳/۵۸kW$ از تسمه‌ای می‌گیرد. اگر راندمان الکتروموتور $\eta_{kk} = ۰/۹۰$ و راندمان ماشین $\eta_{kk} = ۰/۷$ باشد، نیروی محیطی را حساب کنید. اگر قطر پولی $d = ۱۲mm$ باشد.

شکل ۳ـ۱۱ ماشین کف‌زنی

جلسه هفدهم

برنامه زمان‌بندی جلسه هفدهم		
۱	آماده‌کردن کلاس	۵
۲	حل تمرین‌های صفحه ۵۳ و ۵۵	۴۵
۳	تدریس تعیین نیروی محیطی و رابطه توان با گشتاور	۳۰
۴	حل مسئله نمونه	۱۰

توجه $g = ۱۰$

حل تمرین‌های صفحه ۵۳

حل تمرین ۱:

$$V = d.\pi n \Rightarrow V = \frac{۲۰ \times ۳/۱۴ \times ۷۲۰}{۱۰۰ \times ۶۰} = ۷/۵۴ m/s$$

$$P = F.V \Rightarrow P = ۳۶۰ \times ۷/۵۴ = ۲۲۶/۲ Wat$$

حل تمرین ۲:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.S}{t} = \frac{mgs}{t} = \frac{\rho V.gh}{t}$$

$$= \frac{۱۰۰۰ \times ۰/۲ \times ۱۰ \times ۱۰}{۱۰} = ۲۰۰۰ Wat$$

$$P = ۲۰۰۰ \times \frac{۱/۳۶}{۱۰۰۰} = ۲/۷۲ (hp)$$

حل تمرین ۳:

الف) $W = F.h = mg.h = \rho V.gh$

$$= (۰/۶ \times ۱۰۰۰) \times ((\frac{۶۵}{۱۰۰})^۲ \times \frac{۳/۱۴}{۴} \times ۷) \times ۱۰ \times ۱۰$$

$$W = ۱۳۹۲۹۸/۲۵ J$$

ب) $P = \frac{W}{t} = \frac{۱۳۹۲۹۸/۲۵}{۶۰} = ۲۳۲۱/۶۳ Wat$

$$\approx ۲/۳۲ kWat$$

حل تمرین ۴:

الف) $W = F.h = \rho.V.g.h$

$$= (۰/۶۵ \times ۱۰۰۰)(۲/۱ \times \frac{۲۰}{۱۰۰} \times \frac{۵۰}{۱۰۰۰}) \times ۱۰ \times \frac{۷۰}{۱۰۰}$$

$$W = ۹۵/۵۵ J$$

ب) $P = \frac{F}{t} = \frac{۹۵/۵۵}{۱۰} = ۹/۵۵۵ Wat$

حل تمرین ۵:

$$W = Mgh = ۸۰ \times ۱۰ \times ۲/۵ = ۲۰۰۰ J$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{۲۰۰۰}{۴۰} = ۵۰ Wat$$

حل تمرین‌های صفحه ۵۵

حل تمرین ۱:

$$P_۲ = P_۱ \times \eta \Rightarrow \quad P_۲ = ۱/۸ \times ۰/۹۵ = ۱/۷۱ kWat$$

$$P_۲ = P_۱ \times \eta \Rightarrow \quad P_۲ = ۱/۸ \times ۰/۶۵ = ۱/۱۷ kWat$$

حل تمرین ۲:

الف) $\eta_r = \eta_E \times \eta_M = ۰/۹۰ \times ۰/۸۰ = ۰/۷۲$

ب) $P_۲ = P_۱ \times \eta_r = ۰/۹۱ \times ۰/۷۲ = ۰/۶۶ kWt$

حل تمرین ۳:

$$P_۲ = F \times V = ۰/۵ \times ۱۰۰۰۰۰۰ \times \frac{۳/۳}{۶۰}$$

$$= ۲۷/۵ kWat$$

$$P_۱ = P_۲ \times \eta \quad ۲۷/۵ \times ۰/۸ = ۲۲ kWat$$

تعیین نیروی محیطی و رابطه توان با گشتاور

ـ قطعه سنگی را به یک طرف نخی محکم ببندید و طرف دیگر آن‌را با دست گرفته و بچرخانید. اگر ناگهان نخ را رها کنیم، چه اتفاقی می‌افتد؟

ـ چه نیرویی باعث پرتاب سنگ می‌شود؟

ـ اگر طول نخ را کوتاه و یا بلند کنیم چه تغییری می‌کند؟

ـ اگر با سرعت بیشتری آن را بچرخانیم و سپس رها کنیم چه تغییری خواهد کرد؟

نتیجه می‌گیریم که حرکت دورانی باعث نیروی محیطی خواهد شد و این نیرو با سرعت دورانی رابطه مستقیم دارد. همان‌طورکه قبلاً اشاره شده بود حاصل‌ضرب این نیرو و سرعت دورانی کمیت توان را ایجاد می‌کنند. پس

$$\boxed{P = F.V}$$

و از طرف دیگر رابطه سرعت محیطی برابر است با :

$$V = d.\pi.\frac{n}{۶۰} = ۲r.\pi.\frac{n}{۶۰} = r.n.\frac{۲\pi}{۶۰}$$

حال اگر دو رابطه را در هم ادغام کنیم :

$$P = F.r.n.\frac{۲\pi}{۶۰}$$

و چون حاصل‌ضرب نیرو در بازو گشتاور خواهد بود، پس :

$$P = M.n.(\frac{۱}{۹/۵۵۵})$$

و اگر واحد توان را کیلووات در نظر بگیریم :

$$P_{(kW)} = \frac{M.n}{۹۵۵۵}$$

و همچنین مقدار گشتاور حاصل برابر خواهد بود با :

$$\boxed{M = \frac{(۹۵۵۵)P_{(kW)}}{n}}$$

مثال ۱: الکتروموتوری با توان $P = ۲/۵kWat$ و تعداد دور $n = ۳۶۰۰\frac{۱}{min}$ اگر دارای پولی به قطر ۲۰ سانتی‌متر باشد، چه نیرویی را برای حرکت تسمه ایجاد خواهد کرد؟

$$P_{(kW)} = \frac{F \times r \times n}{۹۵۵۵} \Rightarrow F = \frac{۹۵۵۵ \times P_{(kW)}}{r \times n}$$

$$\Rightarrow F = \frac{۹۵۵۵ \times ۲/۵}{۰/۱ \times ۳۶۰۰} = ۶۶/۳۵N$$

توجه: در این رابطه واحد تعداد دور (n) دور بر دقیقه، واحد شعاع (r) متر، واحد توان (p) کیلووات و واحد نیرو (F) نیوتن می‌باشد.

مثال ۲: الکتروموتوری برای به‌حرکت‌درآوردن ماشینی می‌بایست نیرویی معادل ۸۰ نیوتن، گشتاوری معادل ۹/۶ نیوتن متر و تعداد دوری معادل ۳۹۸۲ دور بر دقیقه ایجاد نماید، محاسبه نمایید توان و قطر چرخ تسمه آن‌را.

$$M = F.r \Rightarrow r = \frac{M}{F} = \frac{۹/۶۰}{۸۰} = ۰/۱۲m$$

$$d = ۲r = ۲ \times ۰/۱۲ \times ۱۰۰ = ۲۴cm$$

$$P = \frac{M \times n}{۹۵۵۵} = \frac{۹/۶ \times ۳۹۸۲}{۹۵۵۵} = ۴kWt$$

تحقیق: از هنرجویان خواسته شود مشخصات مربوط به الکتروموتورهای دستگاه‌های موجود در کارگاه را یادداشت نموده (توان ـ تعداد دور ـ قطر چرخ تسمه) و نیرویی که برای به حرکت درآوردن ماشینی ایجاد می‌کنند را محاسبه نمایند.

۵ـ۳ـ بالابرهای ساده (ماشینهای ساده)

تعریف: ماشینهای ساده، وسایلی هستند که بدون تغییر در مقدار کار، انجام آن را آسان نموده، انسان را قادر می سازد با نیروی کم، اجسام سنگین‌تری را جابه‌جا نماید؛ مانند: قرقره‌ها، جرثقیلها و غیره (شکل ۱۲ـ۳).

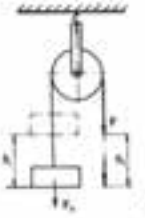
جرثقیل　　قرقره ثابت　　قرقره متحرک

شکل ۱۲ـ۳ـ انواع بالابرهای ساده

۱ـ ۵ـ ۳ـ قرقره‌ها

برای حمل بار از قرقره‌ها به دو روش می‌توان استفاده کرد:

الف) قرقره‌های ثابت: این نوع قرقره‌ها در مقدار نیرو تغییری ایجاد نکرده، فقط جهت نیرو را عوض می‌کنند (شکل ۱۳ـ۳).



$S_c = S_r$

$F = F_G$

شکل ۱۳ـ۳

علایم اختصاری:

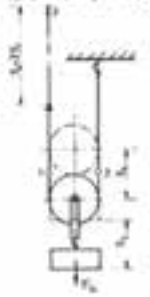
S_r : مقدار جابه‌جایی بار (جابه‌جایی حمل شونده)

S_c : مقدار جابه‌جایی که باید انجام داد (جابه‌جایی حمل کننده)

F : نیروی حمل کننده (نیرویی که باید اعمال شود تا بار جابه‌جا شود)

F_G : وزن نیروی بار

ب) قرقره‌های متحرک: این قرقره‌ها همراه بار تغییرمکان پیدا کرده، در مقدار نیرو تغییری ایجاد می‌کنند (شکل ۱۴ـ۳).



$S_c = 2S_r$

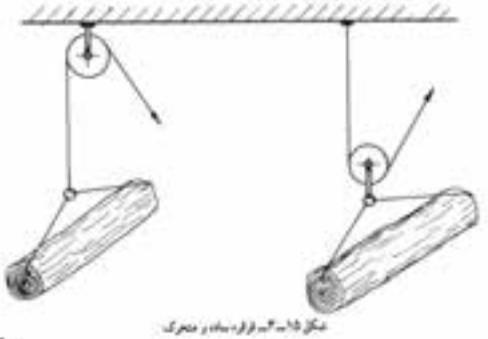
$F = \frac{F_G}{2}$

شکل ۱۴ـ۳

مسأله نمونه: یک انبار به وزن $F_G = 12000\,N$ را می‌خواهیم به اندازه ۸۰ سانتیمتر از زمین بلند کرده، روی دستگاه آن رام قرار دهیم. نیروی لازم و مقدار تغییر مکان زنجیر را در این دو مورد حساب کنید (شکل ۱۵ـ۳).

الف) اگر از قرقره ثابت استفاده نشود.

ب) اگر از قرقره متحرک استفاده نشود.



شکل ۱۵ـ۳ـ قرقره ساده و متحرک

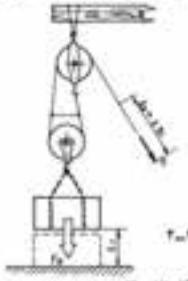
حل

الف) $F = F_G = 12000\,N$ و $S_c = S_r = 8\,cm$

ب) $F = \frac{F_G}{2} = \frac{12000}{2} = 6000\,N$ و $S_r = 2S_c \Rightarrow S_c = 2 \times 8 = 16\,cm$

۲ـ۵ـ ۳ـ جرثقیلهای قرقره‌دار: برای این که بتوان با نیروی کم بارهای بسیار سنگینی را بلند کرد، از جرثقیلهای مرکبی ـ که در ساختمان آنها تعدادی قرقره ثابت و متحرک به کار رفته است ـ استفاده می‌گردد (شکل ۱۶ـ۳).

الف) یک قرقره ثابت و یک قرقره متحرک.



$S_c = 2S_r$

$F = \frac{F_G}{2}$

شکل ۱۶ـ۳

ب) چند قرقره ثابت و متحرک با تعداد مساوی (شکل ۱۷ـ۳).

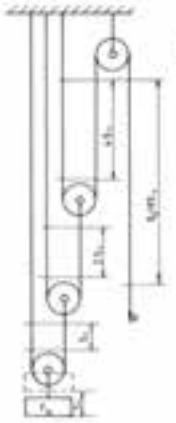
$S_c = nS_r$

$F = \frac{F_G}{n}$

n = تعداد کل قرقره‌ها (ثابت و متحرک)

شکل ۱۷ـ۳ـ چند قرقره ثابت و متحرک با تعداد مساوی

ج) چند قرقره متحرک و یک قرقره ثابت (شکل ۱۸ـ۳).



$S_c = 2^{n-1} \times S_r$

$F = \frac{F_G}{2^{n-1}}$

شکل ۱۸ـ۳ـ چند قرقره متحرک و یک قرقره ثابت

تمرین

۱ـ خرپایی از جنس ...[1] مطابق شکل (۱۹ـ۳) به جرم ۵۰۰ kg را باید تا ارتفاع ۶ متری از زمین بلند کنید. حال این موارد را حساب کنید:

شکل ۱۹ـ۳

۱ ـ Laminated Veneer Lumber