

حال یک تابع مهم به نام **کار** را تعریف می کنیم:  
 کار عبارتست از نیرو در حاصلضرب داخلی یک تغییر مکان کوچک. کار یک تابع مسیری است یعنی به مسیر بستگی دارد.

$$W=f.dl$$

### انواع کار:

1- کار مربوط به تغییر ارتفاع یک جسم که دارای جرم  $m$  است.

$$W=mg(h_2-h_1)$$

2- کار مربوط به تغییر سرعت جسمی به جرم  $m$

$$E_k=(mv^2)/2 \quad , \quad W=E_{k2}-E_{k1}$$

3- کار مربوط به فشردگی فنر

$$F=kx \quad , E_{ps}=kx^2/2 \quad , W=E_{ps2}-E_{ps1}$$

که  $E_{ps}$  پتانسیل فنر است.

4- کار مربوط به نیروی ارشمیدس: وقتی جسمی در سیالی فرو رود، به اندازه وزن سیال هم حجم آن جسم بر آن از پایین به بالا نیرو وارد میشود. مثلاً اگر جسمی تا نصف در آب فرو رود، به اندازه وزن همان تکه به آن نیروی ارشمیدس وارد میشود و ما جسم را سبکتر احساس میکنیم.

$$F_b=pghA=mg$$

### تحول رورسیبل چیست؟

رورسیبل به معنای بازگشت پذیر است. تحول رورسیبل یک تحول شبه تعادلی است. یعنی نیروی محرک و نیروی مقاوم با هم برابرند. مثلاً فرض کنیم یک پیستون داریم که یک وزنه روی آن قرار دارد. اگر یک ذره بسیار کوچک از وزنه را برداریم، پیستون یک ذره بالا می رود و اگر یک ذره بسیار کوچک روی آن بگذاریم به پایین برمیگردد. به همین دلیل به آن بازگشت پذیر میگویند.

$$W=pdv$$

### قانون اول ترمودینامیک:

هدف ترمودینامیک دادن گرما و گرفتن کار است. یعنی به سیستم گرما داده و از آن کار بگیریم.

قانون اول برای سیستم بسته و سیکل بدین صورت تعریف میشود:

هر سیستم بسته ای که سیکلی طی کند، جمع گرماها با جمع کارها برابر است.

قانون اول برای حجم کنترل تک جریانی  $SS, sf$

$SS$  علامت اختصار  $steady state$  و  $SF$  علامت اختصاری  $steady flow$  میباشد.

$$Q - W = (U_2 - U_1) + 1/2g_c(v_2^2 - v_1^2) + g/g_c(z_2 - z_1)$$

تک جریانی یعنی فقط یک جریان از سیستم وارد و خارج شود.

$$W = W_s - p_1v_1 + p_2v_2$$

که در آن

$p_1v_1$  کار ورودی است. چون وقتی جریان میخواهد وارد شود، یک نیرویی نسبت به ورود آن مقاومت نشان میدهد. کاری که علیه این نیرو انجام میشود تا جریان وارد شود را کار ورودی میگوییم.

$p_2v_2$  نیز کار خروجی است. یعنی کاری که علیه نیروی مقاوم خروجی انجام میشود.

$W_s$  نیز کاری است که جرم در حال گردش در سیستم انجام میدهد. مانند کار همزن در سیستم.

حال اگر بخواهیم فرمول حجم کنترل را بنویسیم:

$$Q - W_s = H_2 - H_1 + (v_2^2 - v_1^2)/2g_c + (z_2 - z_1)g/g_c$$

که  $H = U + pv$ ، انتالپی است.

حال اگر به جای سیستم تک جریانی سیستم چند جریانی داشته باشیم،

$$Q + \sum m_i (h_i + v_i^2/2g_c + gz_i/g_c) = w_s + \sum m_e (h_e + v_e^2/2g_c + gz_e/g_c)$$

یعنی مجموع انرژیها را در نظر میگیریم.

قانون اول برای سیستم  $USS, USF$  :

در چنین سیستمی تجمع داریم یعنی تجمع در هر لحظه برابر  $dm/dt$  است. پس  $ss$  نیست.

و اگر در یک نقطه مورد نظر خواص با زمان تغییر کند،  $USF$  میگوییم.

فرمول قانون اول برای حجم کنترل چند جریانی بدین صورت است:

$$Q + \sum m_i (h_i + v_i^2/2g_c + gz_i/g_c) = w + \sum m_e (h_e + v_e^2/2g_c + gz_e/g_c) + dE/dt$$

$dE/dt$  تجمع انرژی است.

حال به **تعریف قانون فازهای گیبس** میپردازیم:

$$F = N + 2 - \pi$$

$F$  درجه آزادی است که عبارتست از تعداد خواص **intensive** مستقل. البته قانون فازهای گیبس در حالتی درست است که فازها در تعادل باشند.  $N$  تعداد سازنده ها و  $\pi$  تعداد فازها را نشان میدهد. یک ناحیه دو فازی یک درجه آزادی دارد. و یک ناحیه یک فازی دارای دو درجه آزادی است. حداقل  $F$  صفر است که حداکثر  $\pi$  را میدهد. یعنی وقتی که  $3 = \pi$  است و  $3 = \pi$  یعنی حداکثر یک ماده خالص سه فاز دارد. یعنی سه فاز از یک جسم خالص میتوانند با هم در تعادل باشند. البته یک ماده میتواند بیش از سه فاز داشته باشد که **آلوتروپی** هستند. حداکثر  $F$  نیز هنگامی است که حداقل  $\pi$  را داشته باشیم. حداقل فاز  $1$  است و حداکثر  $F$  نیز  $2$  میباشد. یعنی حداکثر درجه آزادی ماده خالص  $2$  میباشد. (وقتی میگوییم ماده خالص مقصود  $N=1$  میباشد.)

فرستنده: مینا علیانی