خلاصه فیزیک هالیدی - فصل هشتم :انرژی پتانسیل و پایستگی انرژی

نیروهای پایستار: نیرو در صورتی نیروی پایستار است که کار خالص انجام شده توسط آن روی ذره ای که در مسیر بستهٔ ای از نقطه ی اولیه حرکت می کند و سپس به همان نقطه باز می گردد صفر باشد. به بیانی دیگر,نیرو در صورتی پایستار است که کار خالص آن روی ذره ای که میان دو نقطه حرکت می کند به مسیر طی شدهٔ ذره بستگی نداشته باشد.نیروی گرانشی و نیروی فنر , نیروهای پایستار هستند, نیروی اصطکاک جنبشی ,یک نیروی ناپایستار است.

انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل , انرژی وابسته به پیکربندی سامانه ای است که در آن نیروی پایستار عمل می کند.هر گاه نیروی پایستار روی ذره ای در داخل سامانه کار w انجام دهد.تغییر ΔU در انرژی پتانسیل سامانه برابر است با:

$$\Delta U = -w$$

اگر ذره از نقطهٔ x_{i}به نقطهٔ x_f حرکت کند ,تغییر انرژی پتانسیل سامانه برابر است با:

$$\Delta U = -\int_{x_i}^{x_f} F(x)dx$$

انرژی پتانسیل گرانشی:انرژی پتانسیل وابسته به سامانه ای شامل کرهٔ زمین و ذره ای در نزدیکی آن, انرژی پتانسیل گرانشی است.اگر ذره از ارتفاع y_{i}به ارتفاع y_{f} حرکت کند,تغییر انرژی پتان سیل گرانشی سامانهٔ ذره کرهٔ زمین برابر است با:

$$\Delta U = mg(y_f - y_i)=\mathrm{mg}\ \Delta y$$

اگر نقطهٔ مرجع ذره در $y_i = 0$قرار داشته باشد و انرژی پتانسیل گرانشی سامانه در ان نقطه $U_{i=0}$ اختیار شود ,آنگاه انرژی پتانسیل گرانشی U هنگامی که ذره در ارتفاع دلخواه y است, برابر است با

$$U(y) = mgy$$

انرژی پتانسیل کشسانی : انرژی پتانسیل کشسانی انرژی وابسته به حالت فشردگی یا کشیدگی یک جسم کشسان است. برای فنری که به هنگام جا به جایی x سر آزاد آن,نیروی F=-kx را وارد می کند, انرژی پتانسیل کشسانی برابر است با:

$$\boldsymbol{U(x) = \frac{1}{2}kx^2}$$

پیکربندی مرجع: در جایی است که فنر طول واهلیده اش را دارد , و در آنجا $\boldsymbol{x = 0}$ و **U=0** است.

انرژی مکانیکی :انرژی مکانیکی $\boldsymbol{E_{mec}}$ یک سامانه برابر مجموع انرژی جنبشی **k و** انرژی پتانسیل U آن سامانه است:

$$\boldsymbol{E_{mec} = K + U}$$

سامانهٔ منزوی,سامانه ای است که در آن هیچ نیروی خارجی انرژی سامانه را تغییر نمی دهد. اگر فقط نیروهای پایستار در داخل یک سامانهٔ منزوی کار انجام دهند , آنگاه انرژی مکانیکی $\boldsymbol{E_{mec}}$ سامانه نمی تواند تغییر کند. این اصل پایستگی انرژی مکانیکی است و چنین نوشته می شود:

$$k_2 + \mathrm{U}_2 = k_1 + \mathrm{U}_1$$

که درآن شاخص ها ی پایین اشاره به لحظه های مختلفی در طی فرآیند تبدیل انرژی دارند.اصل پایستگی را همچنین می توان به صورت زیر نوشت:

$$\boldsymbol{\Delta E_{mec} = \Delta K + \Delta u = 0}$$

منحنی های انرژی پتانسیل: اگر تابع انرژی پتانسیل ***U(X)*** برای سامانه ای که در ان نیروی یک بعدی F(x) بر ذره ای وارد می شودمعلوم باشد,آنگاه نیرو را می توانیم از رابطهٔزیر به دست آوریم:

$$F(x) = \frac{dU(x)}{dx}$$

اگر $U(x)$ به صورت یک نمودارداده شود,آنگاه به ازای هرمقداری از x,نیروی F(x) برابرباشیب منحنی با علامت منفی است و انرژی جنبشی ذره با رابطهٔ زیر داده می شود:

$$K(x) = \boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}} - \mathbf{U}(\mathbf{x})$$

که در آن $\boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}}$انرژی مکانیکی سامانه است.نقطه برگشت نقطه ای مانند**x** است که در آنجا حرکت ذره وارونه می شود,(در آن نقطه K=0 است.)ذره در نقطه هایی که شیب منحنی $\mathbf{U}(\mathbf{x})$ صفر باشد در **حال** تعادل است.(در این نقطه ها F(x)=0 است.)

کار انجام شده توسط نیرویی خارجی روی یک سامانه : کار**w** انرژی است که توسط نیروی خارجی وارد بر سامانه , به سامانه داده یا از آن گرفته می شود. هر گاه بیش از یک نیرو بر یک سامانه وارد شود.کار خالص آنها برابر با انرژی انتقال یافته است.وقتی اصطکاک وجود ندارد,کار انجام شده روی سامانه و تغییر انرژی مکانیکی $\Delta\boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}}$ سامانه با هم برابرند:

$$w = \Delta\boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}} = \Delta\mathbf{k} + \Delta\mathbf{U}$$

هر گاه نیروی اصطکاک جنبشی به سامانه اثر کند,آنگاه انرژی گرمایی$\boldsymbol{E}_{th}$ سامانه تغییر می کند.(این انرژی به حرکت تصادفی اتمها و مولکولها در سامانه وابسته است.)پس ,کار انجام شده روی سامانه برابر با :

$$w = \Delta\boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}} + \boldsymbol{E}_{th}$$

تغییر $\boldsymbol{E}_{th}$به بزرگی $\boldsymbol{f}_{\mathbf{k}}$ **نیروی** اصطکاک **و** بزرگی **d** جابه جایی بر اثر نیروی خارجی ,با رابطهٔ زیر مربوط می شود:

$$\Delta\boldsymbol{E}_{th} = \boldsymbol{f}_{\mathbf{k}}\,\boldsymbol{d}$$

پایستگی انرژی انرژی کل : E یک سامانهٔ (مجموع انرژی مکانیکی ,انرژیهای داخلی از جمله انرژی گرمایی)فقط به اندازه ی انرژی داده شده به سامانه یا انرژی گرفته شده از ان می تواند تغییر کند. این واقعیت تجربی قانون پایستگی انرژی نامیده می شود. اگر روی سامانه کار w انجام شده باشد,داریم:

$$w = \Delta E = \Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{th}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{int}}$$

اگر سامانه منزوی باشد(W=0).این رابطه چنین به دست می دهد.

$$\Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{mec}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{th}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{int}} = \mathbf{0}$$

و از آنجا

$$\Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{mec,2}} = \Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{mec,1}} - \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{th}} - \Delta \boldsymbol{E}_{\mathbf{int}}$$

که شاخصهای پایین ۱و۲ اشاره به دو لحظهٔ مختلف دارند.

توان: توان ناشی از نیرو آهنگی است که انرژی با آن منتقل می شود.اگر مقدار انرژی $\Delta \boldsymbol{E}$ در مقدار زمانΔt منتقل شده باشد. توان میانگین نیرو برابر است با:

$$\mathrm{P_{avg}} = \frac{\Delta \mathrm{E}}{\Delta \mathrm{t}}$$

توان لحظه ای ناشی از نیرو برابر است با:

$$P = \frac{dE}{dt}$$