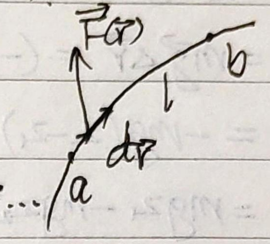
能量守恒

能量守恒

一、功和功率

恒力功：$A=\vec{F}\cdot\vec{s}=Fs\cos\alpha$.　功是标量（过程量）

变力功：元功：$dA=\vec{F}d\vec{r}$.



$A=\int dA=\int_a^b \vec{F}d\vec{r}$.

$A=\int_a^b(\sum\vec{F})d\vec{r}=\int_a^b\vec{F}_1 d\vec{r}+\cdots+\int_a^b\vec{F}_i d\vec{r}\cdots$

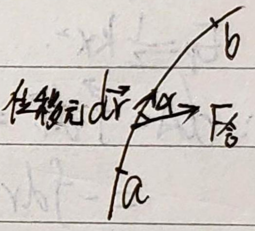
$=A_1+\cdots A_i+\cdots$

$=\sum A_i$.（代数和）.

平均功率：$\bar{N}=\frac{\Delta A}{\Delta t}$

瞬时功率：$N=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta A}{\Delta t}=\frac{dA}{dt}=\frac{\vec{F}\cdot d\vec{r}}{dt}=\vec{F}\cdot\vec{v}$.

二、质点动能定理.



元功：$dA=\vec{F}_合 d\vec{r}$.

$=F_合 ds\cos\alpha$.

$=\underline{F_合\cos\alpha}\cdot ds$.

$=(\sum F_合)ds$.

$=ma_t ds$.

$=m\frac{dv}{dt}\cdot ds$.　　$v=\frac{ds}{dt}$.

$=mvdv$.

$A=\int dA=\int_{v_1}^{v_2}mvdv=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$

动量：$E_k=\frac{1}{2}mv^2$.（状态量）

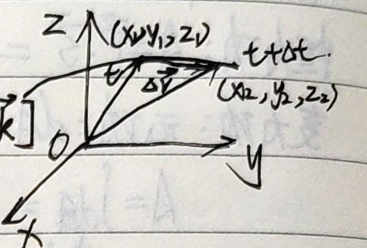
三、物体系的势能

保守力　势能函数.

保守力 $A_{AB}=E_{pA}-E_{pB}=-\Delta E_p$.

取 $E_{pB}=0 \Rightarrow E_{pA}=A_{AB}$.

重力: ~~弹力~~ $A=\int_a^b m\vec{g}\,d\vec{r}=m\vec{g}\int_a^b d\vec{r}$.



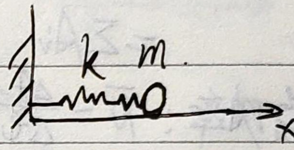
$=m\vec{g}\,\Delta\vec{r}=(-mg\vec{k})[(x_2-x_1)\vec{i}+(y_2-y_1)\vec{j}+(z_2-z_1)\vec{k}]$

$=-mg(z_2-z_1)$.

$=mgz_1-mgz_2$.

$E_p=mgh$. $\Rightarrow$ 当 $h=0$, $E_p=0$

弹力: $f=\cancel{-kx}-kx$.

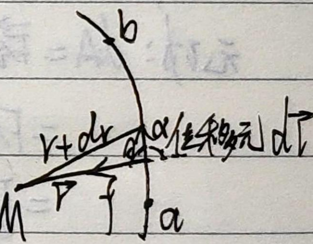


$dA=fdx=-kxdx$.

$A=\int dA=\int_{x_1}^{x_2}-kxdx=\frac{1}{2}kx_1^2-\frac{1}{2}kx_2^2$.

$E_p=\frac{1}{2}kx^2$. $\Rightarrow$ 当 $x=0$, $E_p=0$.

引力: $dA=\vec{f}\cdot d\vec{l}=f\,ds\cdot\cos\theta=-f\,\underline{ds\cos\alpha}$.



$=-fdr=-G\frac{Mm}{r^2}dr$.

$A=\int dA=\int_{r_a}^{r_b}-G\frac{Mm}{r^2}dr$

$=(-G\frac{Mm}{r_a})-(-G\frac{Mm}{r_b})$.

$E_p=-G\frac{Mm}{r}$. $\Rightarrow$ 当 $r\to\infty$, $E_p=0$.

四. 机械能守恒.

质点系动能定理.

$A_1=E_{k1}-E_{k01}$.

$A_2=E_{k2}-E_{k02}$. $\Rightarrow \sum A=\sum E_k-\sum E_{k0}$.

....

$A_i=E_{ki}-E_{k0i}$.

....

Date. /

质点系的内力可以改变质点系的总动能，而不能改变总动量

质点系功能原理.

$\sum A = \sum A_{外} + \sum A_{内}$

$= \sum A_{外} + \sum A_{非保守} + \sum A_{保守}$.

$\sum A_{保守} = -(\sum E_p - \sum E_{p0})$.

$\Rightarrow \sum A_{外} + \sum A_{非保守} = (\sum E_k + \sum E_p) - (\sum E_{k0} + \sum E_{p0}) = E - E_0$.

$\Rightarrow E = \sum E_k + \sum E_{k0}$ 机械能.

如果 $\sum A_{外} + \sum A_{非保守} = 0$. $\Rightarrow E = E_0 =$ 恒量.

普遍意义的能量守恒.

守恒律意义

五.碰撞.

冲力. $m_1\vec{v}_{10} + m_2\vec{v}_{20} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

正撞.

弹性碰撞. $\begin{cases} m_1v_{10} + m_2v_{20} = m_1v_1 + m_2v_2. \\ \frac{1}{2}m_1v_{10}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{20}^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2. \end{cases}$

$m_1 = m_2$. $\Rightarrow v_1 = v_{20}$, $v_2 = v_{10}$ 两球速度交换.

完全非弹性碰撞.

$v_1 = v_2 = v = \frac{m_1v_{10} + m_2v_{20}}{m_1 + m_2}$. 机械能有损失、贯用能