Потенцијална енергија

Кинетичка енергија је везана за кретање тијела. Међутим постоји и енергија која је условљена положајем или деформацијом тијела, а то је **потенцијална енергија**. У основној школи учи се само један, најпростији вид потенцијалне енргије- гравитациона потенцијална енергија. Поред ње постоји много других видова потенцијалне енергије.

Постоје силе чији рад зависи само од почетног и од крајњег положаја тијела (гравитациона сила, електрична сила, еластична сила...). Оне се називају **конзервативне силе**.

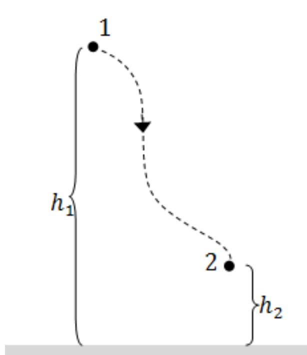
Конзервативна сила је она сила чији је рад на затвореном путу једнак нули. Потенцијална енергија се дефинише само за конзервативне силе.

Када систем прелази из положаја 1 у положај 2, рад конзервативне силе једнак је разлици потенцијалних енергија у почетном и крајњем положају:

$$\boxed{A = E_{p1} - E_{p2}}$$

- *Гравитациона потенцијална енергија*

Ако испустимо тијело које се налази на некој висини, оно ће слободно падати и при томе вршити рад. То значи да поменуто тијело посједује потенцијалну енергију. Размотримо за почетак случај да тијело пада са мале висине.



Пошто је Земљина тежа конзервативна сила, њен рад зависи само од почетног и крајњег положаја тијела. Ако тијело масе m пређе из положаја 1, на висини h_1, у положај 2, на висини h_2, рад силе теже је:

$$A = mg(h_1 - h_2) = mgh_1 - mgh_2$$

а на основу дефиниције потенцијелане енергије $A = E_{p1} - E_{p2}$, закључујемо да су потенцијалне енергије у положајима 1 и 2 редом једнаке:

$$E_{p1} = mgh_1 \quad \text{и} \quad E_{p2} = mgh_2$$

односно, у општем случају:

Тијело масе m на висини h изнад површине Земље има потенцијалну енергију:

$$\boxed{E_p = mgh}$$

Као што смо већ навели, рад конзервативне силе једнак је разлици потенцијалних енергија у почетном и крајњем положају тијела. Ту је битно схватити да рад конзервативне силе има одређену вриједност, јер се односи на утрошену енергију. Међутим по тој дефиницији је јасно да потенцијална енергија нема једнозначну вриједност.

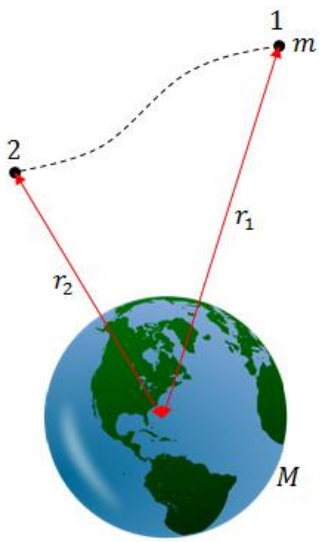
Наиме, по наведеној дефиницији гравитационе потенцијалне енергије закључујемо да је она једнака нули када је висина тијела h у односу на Земљу једнака нули, односно када се тијело налази на Земљи. Међутим то не мора бити тако, **нулти ниво потенцијалне енергије** не мора бити на Земљи, већ висину тијела можемо посматрати у односу на било који други положај. Због тога је боље рећи:

Потенцијална енергија тијела масе m је одређена формулом:

$$\boxed{E_p = mgh}$$

гдје је h висина тијела у односу на изабрани нулти ниво.

Ако је висина тијела величина која није много мања од полупречника Земље, разматрање ће бити сложеније. Тада морамо узети у обзир промјену силе Земљине теже (гравитационог убрзања) при кретању тијела.



Нека се тијело масе m налази у гравитационом пољу Земље (масе M), у тачки 1 на удаљености r_1 од њеног центра. При премјештању тијела у тачку 2, на удаљености r_2 од центра Земље сила теже изврши рад:

$$A = F_{gsr}(r_1 - r_2)$$

гдје је F_{gsr} средња вриједност силе теже. Она износи:

$$F_{gsr} = \gamma \frac{Mm}{{r_{sr}}^2}$$

При томе је r_{sr} средња удаљеност између Земље и посматраног тијела. Одговарајућим математичким поступком, који превазилази ниво гимназије, долазимо до тога да је r_{sr} геометријска средина r_1 и r_2: ${r_{sr}}^2 = r_1 \cdot r_2$. Ако уврстимо ово у формулу за рад добићемо:

$$A = \gamma \frac{Mm}{r_1 \cdot r_2}(r_1 - r_2) = \gamma \frac{Mm}{r_2} - \gamma \frac{Mm}{r_1}$$

$$A = -\gamma \frac{Mm}{r_1} + \gamma \frac{Mm}{r_2}$$

Пошто је рад једнак промјени потенцијалне енергије $A = E_{p1} - E_{p2}$, закључујемо да су потенцијалне енергије у положајима 1 и 2 редом једнаке:

$$E_{p1} = -\gamma \frac{Mm}{r_1}, \qquad \text{и} \qquad E_{p2} = -\gamma \frac{Mm}{r_2}$$

а у општем случају:

Потенцијална енергија гравитационе интеракције између два тијела маса m_1 и m_2 на међусобном растојању r, одређена је формулом:`

$$\boxed{E_p = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r}}$$

Ако је у питању потенцијална енергија тијела масе m, које се налази а висини h у односу на Земљу, онда аналогно овоме важи формула:

$$\boxed{E_p = -\gamma \frac{Mm}{R+h}}$$

Ова формула је општија од формуле $E_p = mgh$, и за мале висине даће скоро исте резултате када се рјешавају кретања тијела. Разлика међу њима је узорокована различитим нултим нивоом потенцијалне енергије. За формулу $E_p = mgh$ то је површина Земље, а за формулу $E_p = -\gamma \frac{Mm}{R+h}$ то је бесконачно удаљена звијезда.

- *Потенцијална енергија еластичне опруге*

Већ смо извели формулу за рад еластичне силе приликом истезања опруге. Ако је опруга на почетку сабијена за x, а у крајњем стању је недеформисана- рад еластичне силе при ширењу те опруге је:

$$A = \frac{kx^2}{2}$$

а ако ову формулу упоредимо са дефиницијом потенцијалне енергије $A = E_{p1} - E_{p2}$, закључујемо да су потенцијалне енергије у положајима 1 и 2 редом једнаке:

$$E_{p1} = \frac{kx^2}{2} \quad \text{и} \quad E_{p2} = 0$$

или у општем случају:

Потенцијална енергија лаке опруге коефицијента еластичности k, сабијене или издужене за x, одређена је формулом:

$$\boxed{E_p = \frac{kx^2}{2}}$$