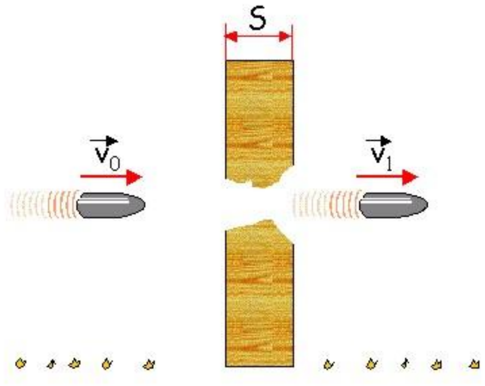
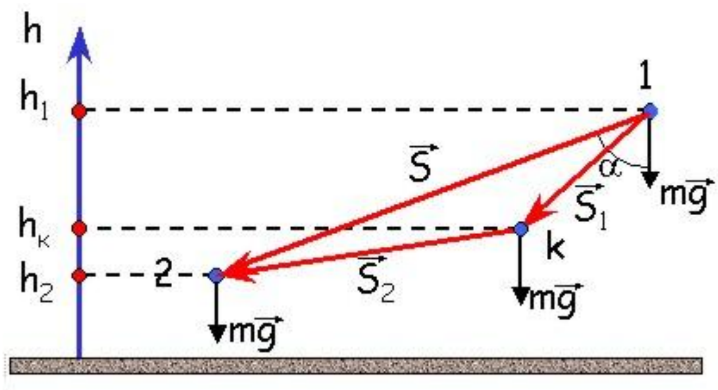
Kineetiline ja potentsiaalne energia.

Nagu näitab katse, võib keha väga tihti teha tööd teiste kehade kallal. Füüsikalist suurust, mis iseloomustab keha võimet teha tööd nimetatakse energiaks. Mehaanilise energia olemise põhjuseid on kaks - liikumine ja keha asumine jõu väljas. Kas kehal on energiat, saame otsustada töö järgi, mida antud keha teeb.



Joonis 1

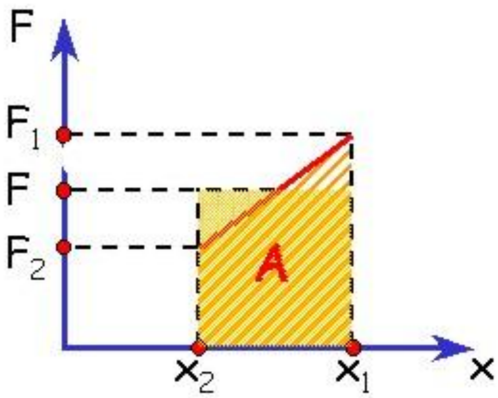
Liikugu keha massiga m kiirusega v_0, kohates oma teel takistust paksusega S, läbistab keha selle (vt. joon. 1). Läbistamise tulemusel väheneb keha kiirus väärtuseni v_1. Kehale mõjuv jõud on keha liikumise kiiruse muutumise põhjus. Teiselt poolt on aga seesama jõud, mis teeb tööd. Keha kiiruse vähenemise ja tehtud töö vahel on olemas seos, mis tuleb leida A=Fs. Kuna tööd tegev jõud vastavalt Newtoni II seadusele on F=ma, siis A=mas. Kinemaatika kursusest on teada seos $a = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2s}$, seega $A = \frac{m(v_1^2 - v_0^2)}{2}$ või siis $A = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$. Suurust $\frac{mv^2}{2}$ nimetatakse punktmassi kineetiliseks energiaks ja tähistatakse tähega E, $E = \frac{mv^2}{2}$. Seega $A=E_1-E_0$. Saadud tulemust nimetatakse kineetilise energia teoreemiks. Seda teoreemi saab rakendada mis tahes päritolu jõudude korral. Teoreem kehtib ka siis, kui jõud on ajas muutuv. Kui töö sooritatakse mitme jõu mõjul, siis A on töö, mida teeb kõikide jõudude vektorsumma. Kineetilise energia teoreem kehtib mis tahes inertsiaalses taustsüsteemis.



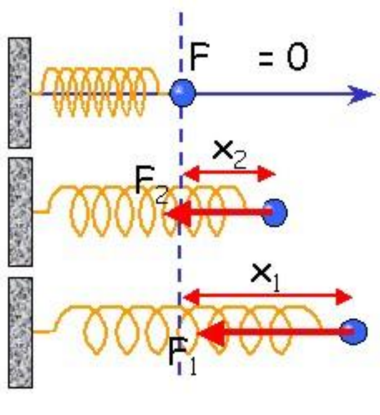
Joonis 2

Keha potentsiaalse energia all mõistame energiat, mis on tingitud kehade vastastikusest asendist. Arvutame, millega on võrdne töö A, kui keha, mille mass on m, asukoha kõrgus muutub mingi suuruse h võrra (vt. joon. 2). Kehale mõjuv raskusjõud ei sõltu keha liikumise trajektoorist. Kui keha liigub mööda joont 1-2, siis raskusjõu töö avaldub seosega A=mgscosα. Kuna antud juhul on kehale mõjuvaks jõuks raskusjõud, siis on raskusjõud ka tööd tegevaks jõuks keha liikumisel mööda joont 1-2. Nihkeks keha liikumisel ei ole midagi muud, kui kõrguste vahe $s=h_1-h_2$, seega $A=mg(h_1-h_2)$, või siis $A=mgh_1-mgh_2$. Kui keha liigub mööda murdjoont 1-k-2, siis raskusjõu töö A_{1-2} on raskusjõu poolt lõikudel 1-k ja k-2 tehtud tööde summa $A_{1-k}+A_{k-2}$. Seega $A_{1-2}=A_{1-k}+A_{k-2}=mg(h_1-h_k)+mg(h_k-h_2)$. Kui avada sulud ja koondada, siis saame, et $A_{1-2}=mgh_1-mgh_2$. Seega tehtud töö sõltub vaid keha asukohast trajektoori alguspunktis ja lõpp-punktis aga ei sõltu trajektoori kujust. Jõudusid, mille töö ei sõltu trajektoori kujust nimetatakse konservatiivseteks jõududeks.

Konservatiivseks võib lugeda gravitatsioonijõu ja elastsusjõu. Gravitatsioonivälja jaoks on võimalik näidata, et töö A_{1-2} arvutatakse järgmise avaldisega $A_{1-2} = -\left(\gamma\frac{mM}{r_1} - \gamma\frac{mM}{r_2}\right)$, kui $r_1=r_2$, siis $A_{1-2}=0$, seega gravitatsioonijõudude töö mööda suletud kontuuri on võrdne nulliga. Kõikide konservatiivsete jõudude töö mööda suletud kontuuri on võrdne nulliga.



Joonis 3



Joonis 4

Nüüd näitame, et ka elastsusjõud on konservatiivne. Jõu suund ja nihke suund vedru kokkusurumisel ja väljavenitamisel langevad kokku. Seega on töö võrdne jõu- ja nihkevektori moodulite korrutisega. Elastsusjõu töö leiame selliselt, et korrutame mingisuguse keskmise jõu deformatsiooni ulatusega $A_{1-2}=Fs$. Jõu keskmise väärtuse saame, kui maksimaalsele deformeeriva jõu väärtusele liidame minimaalse deformeeriva jõu väärtuse ja jagame tulemuse kahega $F_k = \frac{F_{min} + F_{max}}{2}$. Elastsusjõudude poolt tehtav töö on seega $A_{1-2} = \frac{F_{min} + F_{max}}{2} \cdot s$. Arvuliselt on see töö võrdne trapetsi pindalaga, mis on kujutatud joonisel 3. Kuna keha deformeeriv jõud $F=kx$ on võrdelises sõltuvuses deformatsiooni ulatusest, siis saame kasutada võtet, mida oleme kasutanud kinemaatikas ja ajas muutuva jõu poolt tehtava töö arvutamisel. Seega saab trapetsi pindala asendada ristküliku pindalaga. Ristküliku külgedeks on deformeeriva jõu keskmine väärtus ja deformatsiooni ulatus. Teeme nüüd mõningad asendused $F_{min}=kx_1$, $F_{max}=kx_2$, $s=x_1-x_2$. Kui viia tehtud asendused sisse valemisse $A_{1-2} = \frac{F_{min} + F_{max}}{2} \cdot s$, siis saame $A_{1-2} = \frac{kx_1 - kx_2}{2}(x_1 - x_2) = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2}$, kui $x_1=x_2$, siis $A_{1-2}=0$.

Väidame, et potentsiaalne energia on teineteisega vastastikmõjus olevate kehade mingi asendi funktsioon. Siinjuures loeme, et potentsiaalne energia on antud nii, et konservatiivsete jõudude töö on võrdne potentsiaalse energia kahanemisega $A_{1-2}=-\Delta E=E_1-E_2$. Potentsiaalse energia väärtus sõltub taustpinna valikust, kui taustpinnaks on maapind, siis h=0 korral on ka potentsiaalne energia null, või siis kui vedru on deformeerimata olekus x=0, siis on ka potentsiaalne energia null. Füüsika seisukohalt omab tähtsust mitte potentsiaalse energia väärtus vaid potentsiaalse energia muut.