



Kintamos jėgos darbas



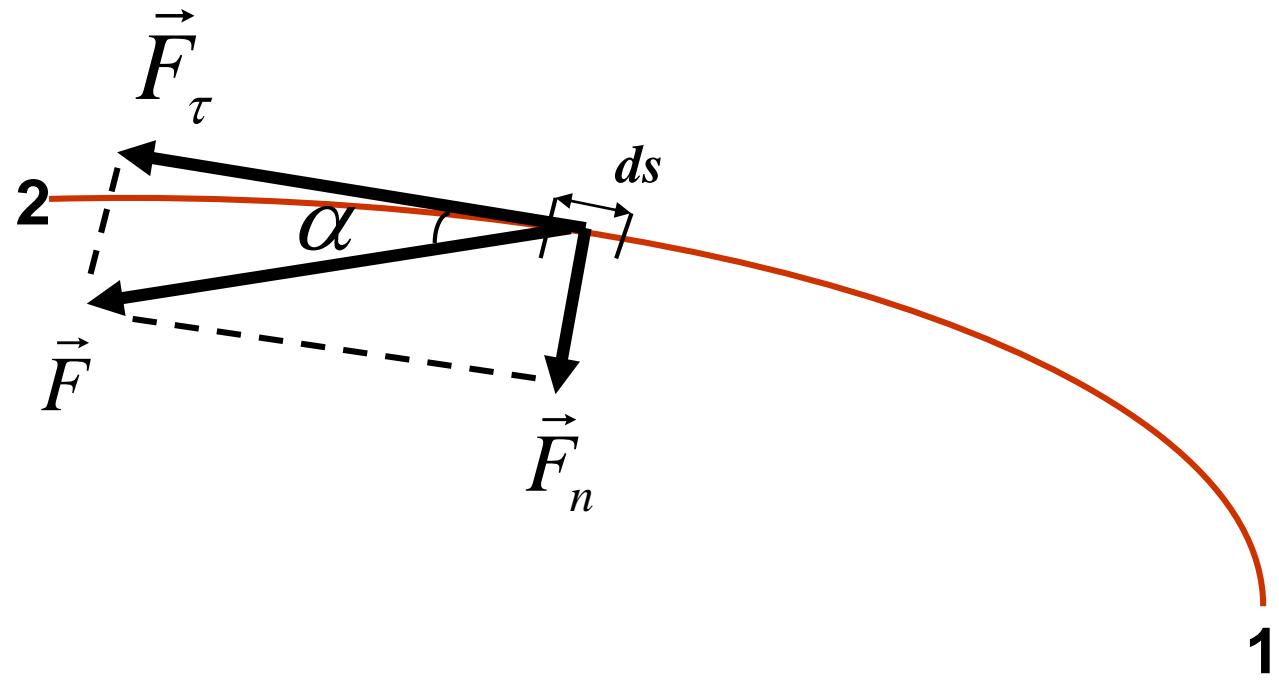
Darbas yra kiekybinė
charakteristika.

Darbas- tai perduodamos
energijos matas.

Darbas – tai energijos
pokyčio matas.

Elementarus darbas
slenkamajame judėjime,
nykstamai mažame kelyje ds ,
kuriame galime laikyti, kad
 $F = \text{const}$, yra lygus:

$$dA = F \cdot ds \cdot \cos \alpha$$



$$dA = F \cdot ds \cdot \cos \alpha$$

$$A = \int_1^2 F \cdot \cos \alpha \cdot ds$$

Darbas visame kelyje yra lygus sumai elementarių darbų dA , atliktų visame kelyje:

$$A = \int_{s_1}^{s_2} F \cdot \cos \alpha \cdot ds$$

Darbo matavimo vienetas: [A] = Nm = J(džiaulis).

Atliktas darbas gali būti teigiamas
ir neigiamas.

Darbas yra skaliarinis dydis.

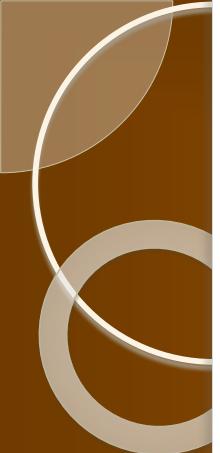
- Jei $\cos\alpha > 0$, t.y. $90^\circ > \alpha \geq 0^\circ$ ($F \parallel ds$), tai $A > 0$.
- Jei $\cos\alpha < 0$, t.y. $180^\circ \geq \alpha > 90^\circ$ (F priešingos krypties ds), tai $A < 0$.

- Jei $\alpha = 0$, t.y. jėgos ir poslinkio vektorių kryptys sutampa, tai darbas atliekamas maksimalus:

$$A_{\max} = F \cdot s.$$

- Jei $\alpha = 90^\circ$, t.y. jėga statmena poslinkiui, tai darbas neatliekamas:

$$A_{\min} = 0.$$



**Darbas su kamajame
judėjime**

Elementarus darbas, kai kūnas,
veikiamas sukimo momento M ,
pasisuka elementariu kampu $d\alpha$,
yra lygus:

$$dA = M \cdot d\alpha$$

Jei kūnui pasisukus, spindulio vektoriaus padėtis pakinta nuo α_1 iki α_2 , tai atliktas darbas bus lygus:

$$A = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} M \cdot d\alpha$$

Galia **P**

- **Galia P** yra skaliarinis dydis, nusakantis vienos energijos formos virsmo kita greitį.
- **Galia** yra lygi virtusios energijos kiekiui (darbui) per laiko vienetą:

$$P = \frac{|\Delta E|}{t} = \frac{A}{t}$$

Galios matavimo vienetas: [P]=J/s=W (vatas).

$$P = F \cdot v$$



ENERGIJA

MECHANINĖ ENERGIJA

**ENERGIJA - tai bendriausias
įvairių procesų ir sąveikos rūšių
matas.**

- **Energija** - tai užslėpta kūno galimybė atlikti darbą:

$$\Delta E = A .$$

- Jei išorinių jėgų atliekamas darbas yra teigiamas ($A>0$), tai sistemos energija didėja.
- Jei išorinių jėgų atliekamas darbas yra neigiamas ($A<0$), t. y. pati sistema atlieka darbą savo energijos sąskaita, tai sistemos energija mažėja.
- Jei darbas, kurį atlieka sistema, yra lygus nuliui, tai tokia *sistema* yra vadinama *uždara*.

MECHANINĖ ENERGIJA

Mechaninės energijos
yra dvi rūšys:

- kinetinė energija E_k ,
- potencinė energija E_p .

Kinetinė energija E_k

- tai judančio kūno energija.

- Ši energija yra reliatyvus dydis.
- Skaičiuojant, kūno kinetine energiją, būtina nurodyti, kokios atskaitos sistemos ar kūno atžvilgiu ji randama.

- Slenkamojo judėjimo kinetinė energija:

$$E_{k_{slenk}} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

- Sukamojo judėjimo kinetinė energija:

$$E_{k_{sukam}} = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$$

Potencinė energija E_p – tai kūnų ar kūno dalių sąveikos energija, priklausanti nuo atstumo tarp jų.

- Kūno potencinė energija Žemės traukos lauke:

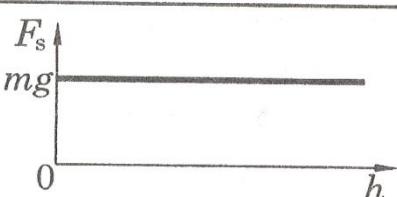
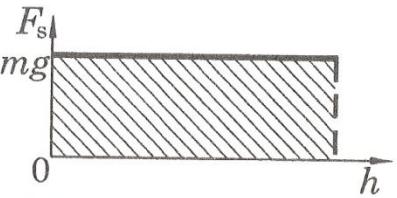
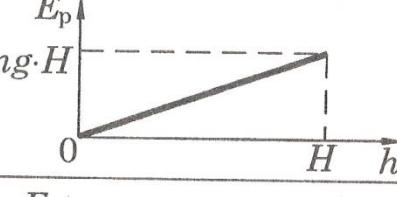
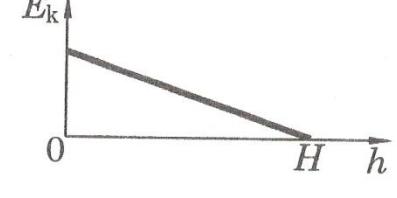
$$E_p = m \cdot g \cdot h.$$

- Deformacijos potencinė energija:

$$E_{p_{deform}} = \frac{k \cdot x^2}{2} .$$

- Potencinė energija yra relatyvus dydis.
- Skaičiuojant kūno potencinę energiją būtina nurodyti atskaitos padėti , kurios atžvilgiu randama energija.
- Energijos matavimo vienetas: $[E]=J$ (džiaulis).

1 pvz.: kūnas metamas vertikaliai aukštyn

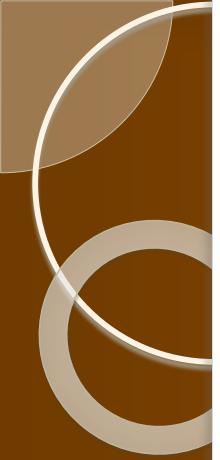
Sunkio jėga $F_s = mg$	
Sunkio jėgos darbas $A = FS \cos \alpha$ $F = mg; S = h$ $\alpha = 0; A = mgh$	
Potencinė energija $E_p = mgh$	
Kinetinė energija $E_k = \frac{mv^2}{2} =$ $= mg(H - h)$	
Pilnoji energija $E = mgh + \frac{mv^2}{2} =$ $= mgH$	

2 pvz.: kūno svyravimas, veikiant tamprumo jėgai

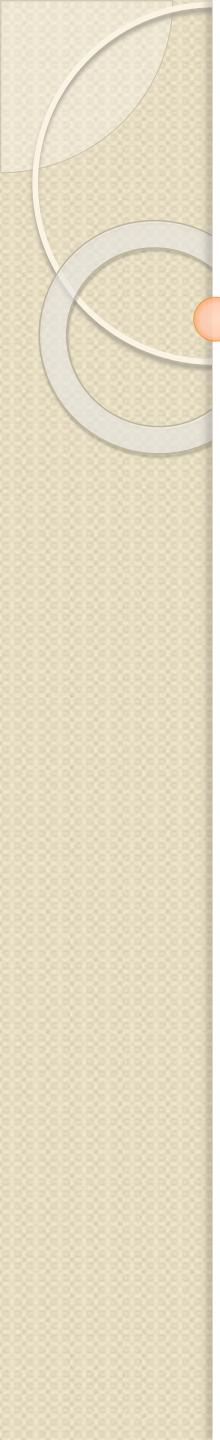
<p>Tamprumo jėga $F_x = -kx$</p>	
<p>Tamprumo jėgos darbas</p> $A = \frac{kx_1}{2}x_1 - \frac{kx_2}{2}x_2$	
<p>Potencinė energija</p> $E_p = \frac{kx^2}{2}$	
<p>Kinetinė energija</p> $E_k = \frac{mv^2}{2} =$ $= \frac{k}{2} (x_1^2 - x_2^2)$	
<p>Pilnoji energija</p> $E = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} =$ $= \frac{kx_1^2}{2}$	

Variklis – tai mašina, kuri kokios nors rūšies energiją verčia kinetine energija.

- 50 pr. Kr. Kinų inžinieriai pastato *vandens ratus*, kuriuos suka tekančio vandens energija.
- Apie 600 m. Atsiranda pirmieji *vėjo malūnai*, kurie vėjo energiją verčia mechaniniu judėjimu.
- 1712 m. *Garo varikli* sukonstruoja išradėjas T. Niukomenas.
- 1769 m. *Garo vežimą* sukonstruoja prancūzų karo inžinierius N.Ž. Kiunjo.
- 1783 m. Irklinę *valtį su garo varikliu* pagamino prancūzų inžinierius Ž.d'Abansas.
- 1782 m. *Dvitaktį garo varikli* pagamino škotų inžinierius D.Vatas.
- 1800 m. Pirmajį *varikli*, *varomą didelio slėgio garu*, sukonstravo anglų inžinierius R.Trevitikas.
- 1852 m. *Garu varomą dirižabli* sukonstravo prancūzų inžinierius A.Žifardo.
- 1859 m. *Vidaus degimo varikli* sukonstravo prancūzų išradėjas E.Lenuaras.
- 1877 m. *Keturtaktį vidaus degimo varikli* sukonstravo vokietis N.Otas.



ENERGIJOS TVERMĖS IR VIRSMO DĒSNIS



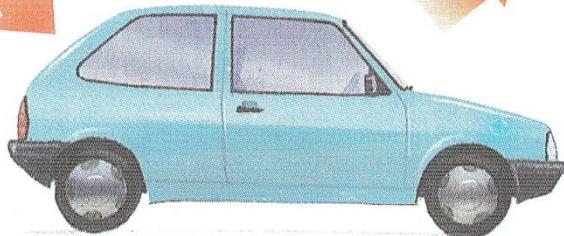
• **Energija nesukuriama ir
nesunaikinama; viena jos
forma gali virsti kita.**

Galima energijos apykaita tarp
skirtingų materijos formų –
medžiagos ir lauko.

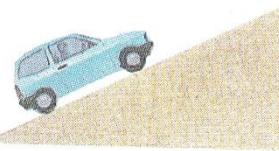


ENERGIOS VIRSMAI VAŽIUOJANT AUTOMOBILIUI

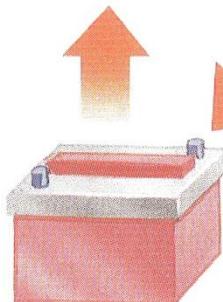
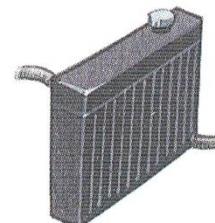
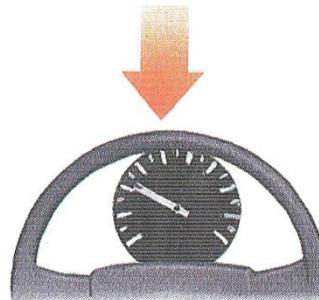
**Cheminė
energija**
Degalai išskiria
daug energijos,
kai uždegami
juos slegiant.



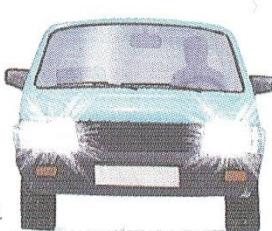
**Potencinė
energija**
Sukaupta energija
yra potencinė
energija. Išsiskyrusi
ji virsta kitomis
energijos
rūšimis.



Garso energija
Radijas ir garsiakalbiai
elektros energiją verčia
garsu.



**Elektros
energija**
Variklio sukamas
generatorius įkrauna
akumuliatorių.



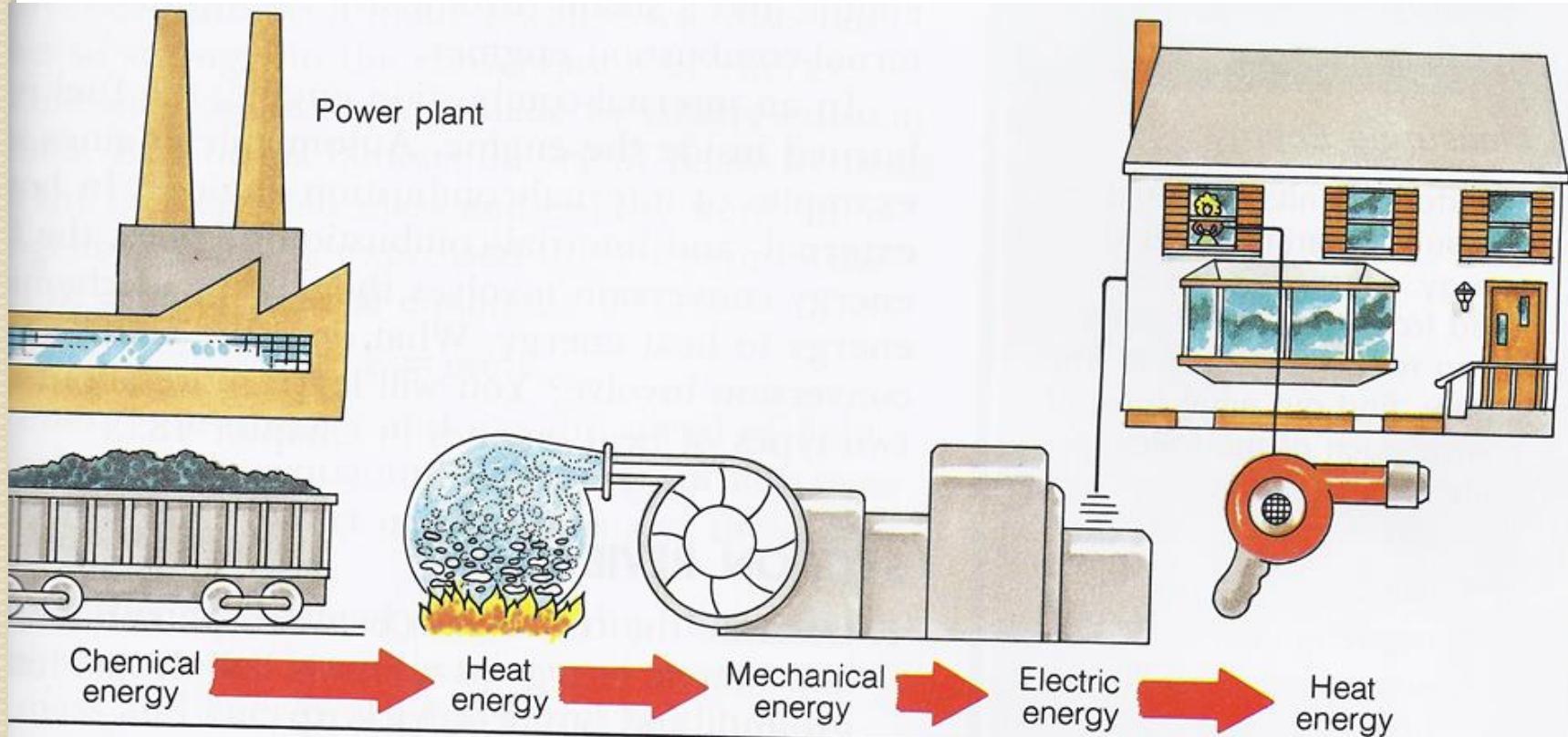
Šviesos energija
Automobilio priekiniams
žibintams energiją tiekia akumuliatorius.

Kinetinė energija
Bet kuris judantis
objektas turi kinetiškes energijos. Kuo
greičiau jis juda ir
kuo didesnė jo
masė, tuo didesnė ir
kinetinė energija.



**Šiluminė
energija**
Variklio dalij
judėjimas išskiria
šilumą.

Šiluminė energija (stabdžiai)
Stabdant trintis tarp
automobilio padangų ir kelio
dangos gamina šilumą.



- **Jėgos**, kurių atliktas darbas nepriklauso nuo kelio formos, o priklauso tik nuo pradinės ir galinės judėjimo padėties, yra vadinamos **konservatyviomis** (pvz. *sunkio, svorio, tamprumo jėgos*).
- **Jėgos**, kurių darbas priklauso nuo kelio formos, vadinamos **nekonservatyviomis** (pvz. *trinties jėgos*).



MECHANINĖS ENERGIJOS TVERMĖS DĖSNIS

Mechaninės energijos tvermės dėsnis



Dėsnio matematinė
išraiška

$$E_k + E_p = \text{const}$$

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

Sistemos, kuriose
dėsnis galioja

Šioje kūnų
sistemoje
veikiančios vidinės
jėgos

- Inercinės
atskaitos sistemos
- Izoliuotos,
konservatyvios
- Konservatyvios
(traukos,
tamprumo jėgos)

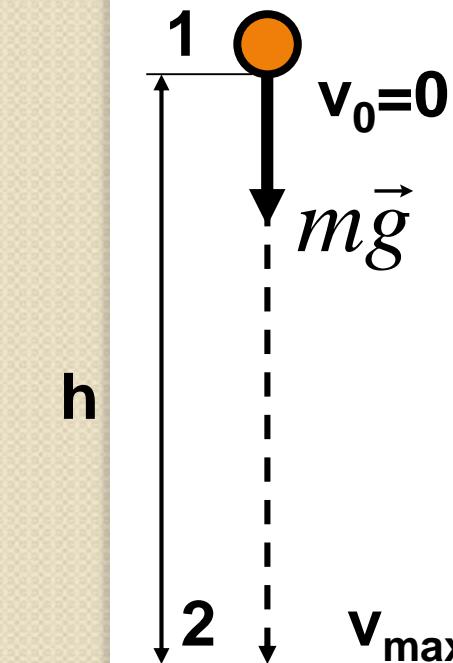
**Uždaros sistemos kūnų, kurie
sąveikauja konservatyviosiomis
jėgomis, pilnutinė mechaninė
energija laikui bėgant nekinta:**

$$E = E_k + E_p = \text{const}$$

Ryšys tarp darbo ir mechaninės energijos pokyčio:

$$A = \Delta E_k = -\Delta E_p.$$

$$A = mgh > 0$$



$$E_{k1} = \frac{mv_0^2}{2} = 0$$

$$E_{k2} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

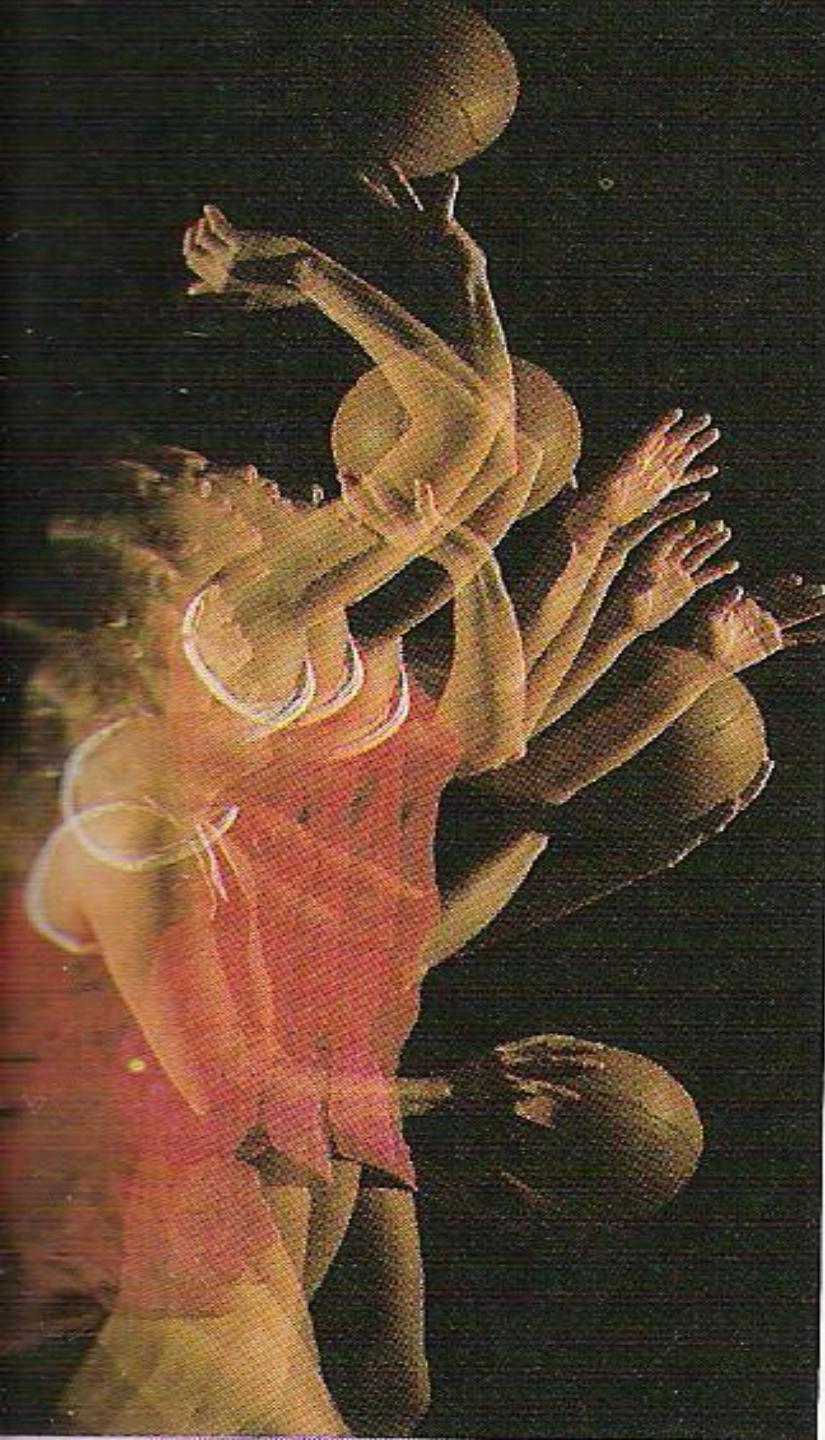
$$A = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = E_{k2} > 0$$

$$E_{p1} = mgh$$

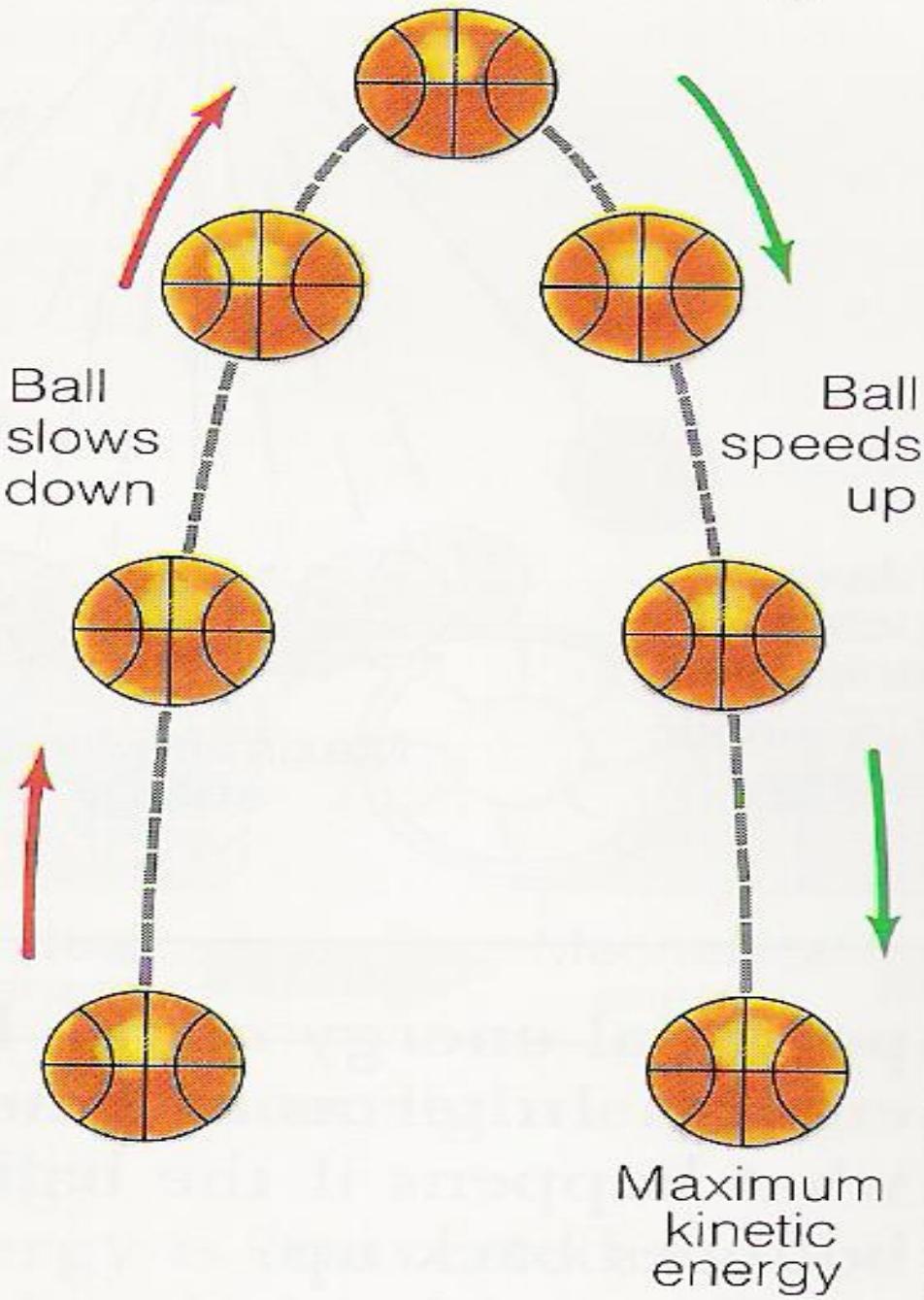
$$E_{p2} = 0$$

$$A = E_{p2} - E_{p1} = -E_{p1} = -\Delta E_p$$

- Jei $A > 0$, tai kinetinė energija didėja $\Delta E_k > 0$, o potencinė mažėja $\Delta E_p < 0$.
- Jei $A < 0$, tai kūno kinetinė energija mažėja $\Delta E_k < 0$, o potencinė didėja $\Delta E_p > 0$.



Maximum potential energy



- Sistema, kurioje veikia ir nekonervatyvios jėgos, vadinama **disipatyvia**.
- Uždaroje dissipatyvioje sistemoje **mechaninės energijos tvermės dėsnis negalioja**.
- Šioje sistemoje galioja energijos tvermės ir virsmų dėsnis.

- **Energijos disipacija** - tai palaipsnis mechaninės energijos mažėjimas, jai virstant kitų (*nemechaninių*) rūšių energija.
- **Energijos disipacija** - tai dalies tvarkingo pobūdžio judėjimo energijos virtimas netvarkingo judėjimo energija.