Fyzika Zeme

- Úvodný kurz pre poslucháčov prvého ročníka bakalárskych programov v rámci štúdia geológie
- Mechanika - energie

mechanická energia

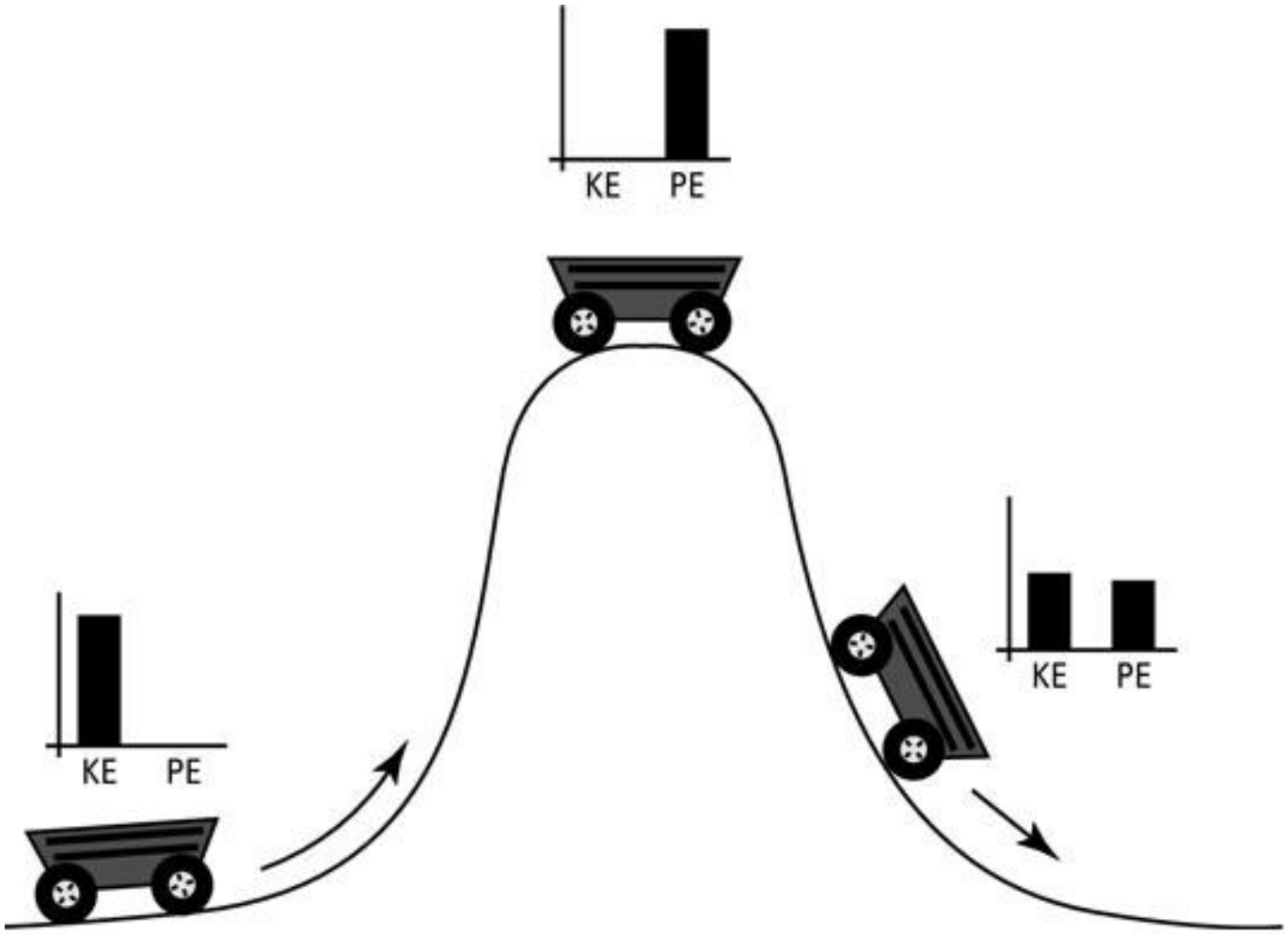
V súvislosti s gravitačným poľom môžeme uvažovať napr. aj týmto smerom:

Teleso premiestnené za pomoci určitej práce v smere proti pôsobeniu gravitačnej (tiažovej) sily Zeme nadobúda určitú polohovú energiu (**potenciálnu, PE**), ktorú vie neskôr premeniť/uvoľniť na energiu pohybu (**kinetickú, KE**) - keď sa začne pohybovať opäť smerom nadol k miestu, kde má polohovú energiu nulovú (napr. povrch Zeme).



Viac o tejto téme neskôr – pri tzv. zákone zachovania energie.

mechanická energia



Mechanická energia - kinetická

Kinetickú energiu telesa s hmotnosťou m, pohybujúceho sa rýchlosťou v, určuje vzťah:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

vzťah pre kinetickú energiu

Túto energiu vynaložíme, ak teleso s hmotnosťou m urýchlime z kľudu na rýchlosť v.
Energia sa môže uvoľniť a prejsť do iných foriem – napr. ak teleso pohybujúce sa touto rýchlosťou zastavíme.

kinetická energia – odvodenie:

Energia má vzťah s prácou: $\Delta E = F \Delta s$

pre: $F = ma$ a $\Delta s \approx v \Delta t$

platí : $\Delta E \approx mav\Delta t$

a pre: $a\Delta t = \Delta v$

platí : $\Delta E \approx mv\Delta v$

kinetická energia – odvodenie:

Energia má vzťah s prácou: $\Delta E = F\Delta s$

pre: $F = ma$ a $\Delta s \approx v\Delta t$

platí : $\Delta E \approx mav\Delta t$

a pre: $a\Delta t = \Delta v$

platí : $\Delta E \approx mv\Delta v$

Ale kde sa vo výsledku berie tá ½ ?:

$$\Delta(v^2) = (v+\Delta v)^2 - v^2 = 2v\Delta v + (\Delta v)^2 \approx 2v\Delta v \Rightarrow v\Delta v = \frac{1}{2}\Delta(v^2)$$

Tu sme zanedbali člen $(\Delta v)^2$, nakoľko to je veľmi malé číslo.
(desatinné číslo na druhú je ešte menšie číslo, napr.: $0.01^2 = 0.0001$)

A tak získavame výsledný vzťah:

$$\Delta E \approx \frac{1}{2}m\Delta(v^2) = \Delta(\frac{1}{2}mv^2)$$

Mechanická energia - potenciálna

V gravitačnom poli Zeme (v blízkosti jej povrchu) je potenciálna energia telesa s hmotnosťou m vo výške h nad jej povrchom daná vzťahom:

$$E_p = m\,g\,h$$

kde m je hmotnosť, h je výška a g je gravitačné (tiažové) zrýchlenie.

vzťah pre potenciálnu energiu

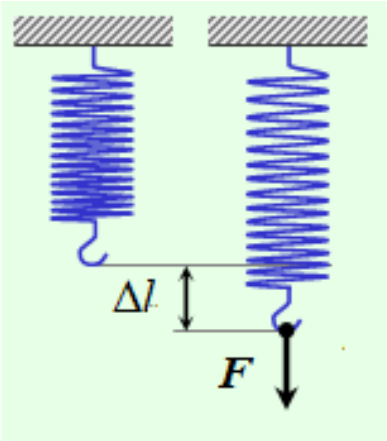
Vo fyzike rozlišujeme také silové polia, v ktorých sa pohybom telesa po **uzavretej dráhe nijaká práca nevykoná ani nespotrebuje** – napr. pole **gravitačné** alebo **elektrické (elektrostatické).** Takéto polia sa nazývajú tiež ako **tzv. konzervatívne.**
Ale napr. **pole magnetické nie je konzervatívne** – *„našťastie“, ináč by nefungovali elektrické motory ani generátory*. V nich je premena energie spojená s obehom elektrických nábojov (vo vodičoch) po uzavretých krivkách.

Mechanická energia – pružného telesa

V mechanike okrem kinetickej a potenciálne energie hrá dôležitú rolu aj **tzv. energia pružného telesa (pružiny).**
Pri predĺžení pružiny jej dodávame určitú energiu, ktorú vie potom zo seba vydať (vrátiť).

$$E_{pruz} = \frac{1}{2} k \Delta l^2$$

kde k tuhosť pružiny a
Δl je predĺženie pružiny.



vzťah energiu pružného telesa

Využíva sa v geológii (geofyzike) pri seizmografoch, ktoré registrujú otrasy vznikajúce v dôsledku mechanických vĺn od zemetrasení alebo umelo budených výbuchov.

Mechanická energia – rotujúceho telesa

V mechanike okrem kinetickej a potenciálne energie hrá dôležitú rolu aj **tzv. energia rotujúcejo telesa (využívajúc moment zotrvačnosti).**
Ak sústava bodov s hmotnosťami m_i rotuje uhlovou rýchlosťou ω [jednotka: $rad \cdot s^{-1}$] okolo pevnej osi, a vzdialenosť každého bodu od osi je r_i, potom *kinetická energia rotácie* sústavy je:

$$E_r = \frac{1}{2} I \omega^2$$

vzťah pre energiu rotujúceho telesa

kde I je moment zotrvačnosti sústavy bodov vzhľadom k určitej rotačnej osi a ω je uhlová rýchlosť.

$$I = \sum_{i=1}^{N} m_i r_i^2$$

kde N je celkový počet bodov sústavy,
m_i je hmotnosť i-teho bodu
a r_i je jeho vzdialenosť od rotačnej osi

Dôležité ale je, že moment zotrvačnosti telesa **závisí na polohe rotačnej osi**.

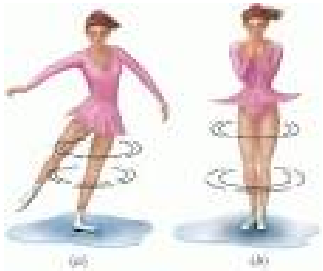
Výraz pre kinetickú energiu rotácie (hore) je analogický výrazu pre kinetickú energiu posuvnéhopohybu ► iba namiesto rýchlosti v tu vystupuje uhlová rýchlosť ω a úlohu hmotnosti m hrá moment zotrvačnosti I.

poznámka – moment zotrvačnosti:
čo sa deje pri piruete v krasokorčulovaní?



$$E_r = \frac{1}{2} I\omega^2 \qquad I = \sum_{i=1}^{N} m_i r_i^2$$

Krasokorčuliarka **pripažením zníži svoj moment zotrvačnosti (okolo zvislej osi)**.
Keďže *kinetická energia rotácie* sa ***zachováva*** – **zvýši sa uhlová rýchlosť.**

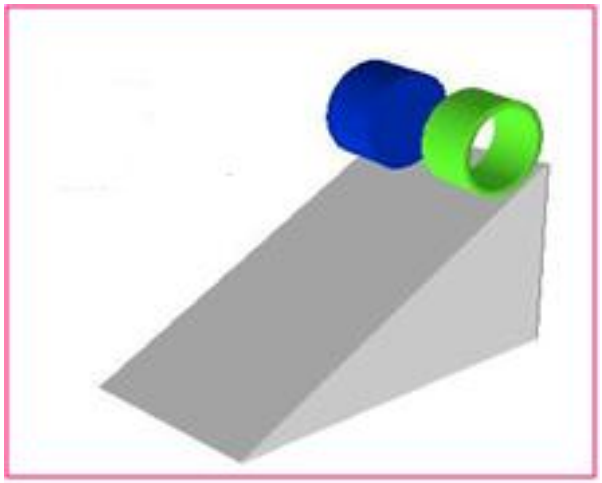


Moment zotrvačnosti sa zníži, lebo
väčší podiel hmotnosti jej tela sa presunie **bližšie k osi rotácie**.

moment zotrvačnosti – test pozornosti (pokus)

Na obrázku vpravo dolu máme ďalší zaujímavý príklad: ▼

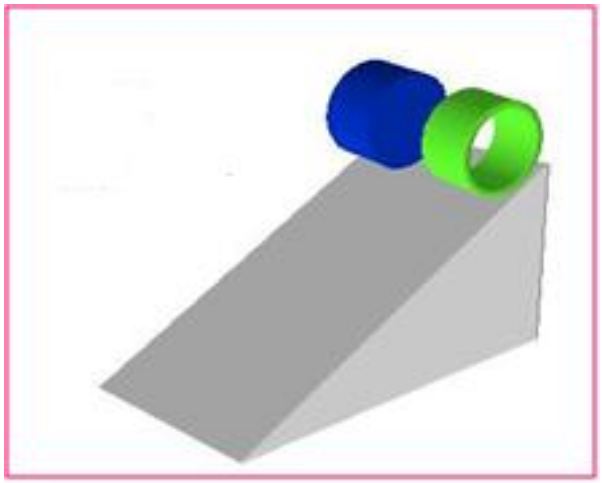
Dve telesá na obrázku majú rovnakú hmotnosť – pohybujú sa po naklonenej rovine, trenie a odpor vzduchu zanedbajme.
Ktoré sa bude pohybovať rýchlejšie?



moment zotrvačnosti – test pozornosti (pokus)

Na obrázku vpravo dolu máme ďalší zaujímavý príklad: ▼

Dve telesá na obrázku majú rovnakú hmotnosť – pohybujú sa po naklonenej rovine, trenie a odpor vzduchu zanedbajme.
Ktoré sa bude pohybovať rýchlejšie?



Prstenec má – oproti valcu – väčší moment zotrvačnosti (väčší podiel hmotnosti je ďalej od osi!). Keďže obdive telesá transformujú (rovnakú) potenciálnu energiu na kinetickú, bude sa *prstenec pohybovať pomalšie a valec rýchlejšie.*

skalné more – Vyhne – tzv. gravitačné triedenie



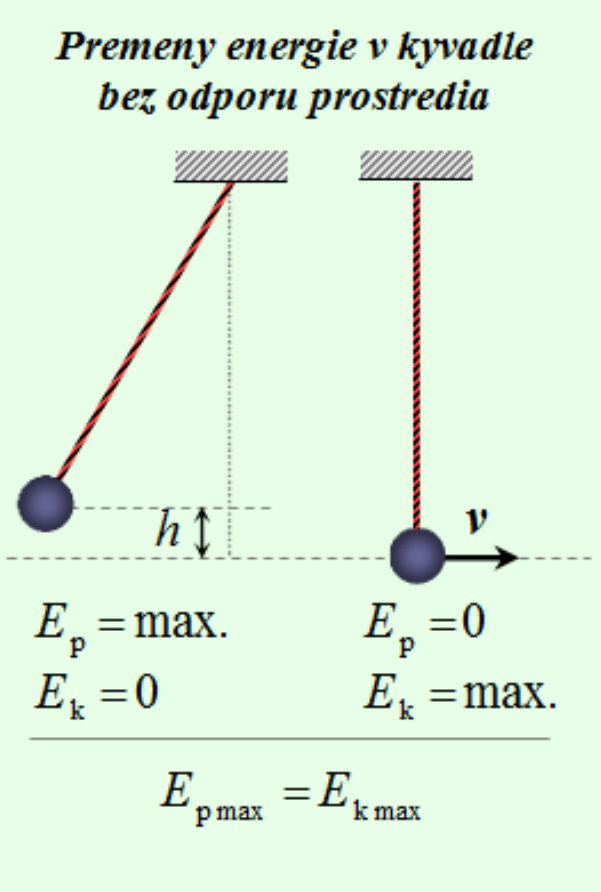
mechanická energia

Zákon zachovania energie:

Zákon zachovania energie vo fyzike hovorí, že v izolovanej fyzikálnej sústave je celková energia nemenná.

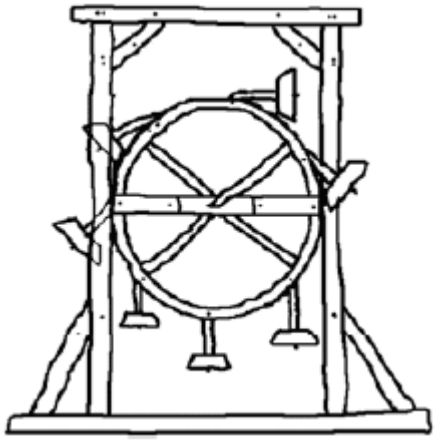
Pomocou matematického kyvadla sa dá Veľmi pekne ukázať premenu kinetickej energie E_k na potenciálnu E_p a naopak

Ďalším dôsledkom zákona o zachovaní energie je skutočnosť, že kyvadlo sa nemôže bez vonkajšieho zásahu vychýliť viac ako je jeho počiatočná poloha

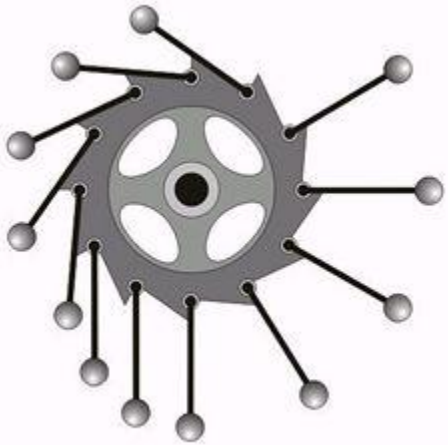


mechanická energia

Zákon zachovania energie:



Zákon zachovania energie vo fyzike hovorí, že v izolovanej fyzikálnej sústave je celková energia nemenná.
Inak vyjadrené: energia nevzniká a nezaniká, ale sa len premieňa z jednej formy energie na druhú formu energie či na iné formy energií.
Alebo ešte inakšie: zmena energie sústavy sa rovná práci touto sústavou vykonanou alebo spotrebovanou.



Dôsledkom je skutočnosť, že nemožno skonštruovať perpetuum mobile prvého druhu (stroj, ktorý vydá viac energie ako prijme).