



4 Práca. Výkon. Energia

Ciele:

- Definovať prácu a výkon
- Definovať kinetickú, potenciálnu a celkovú mechanickú energiu
- Formulovať zákon zachovania mechanickej energie pre teleso a sústavu telies a jeho aplikácia pri riešení praktických problémov
- Formulovať zákon zachovania energie a jeho postavenie vo fyzike. Formulovať všetky základné zákony zachovania v mechanike
- Na základe zákonov zachovania opísať pružné a nepružné centrálné zrazy telies

Práca. Výkon. Energia

Na veľkých stavbách je nevyhnutným pomocníkom stavebný žeriav. Pomocou neho sú prenášané bremená s hmotnosťami niekoľko desiatok ton . . .

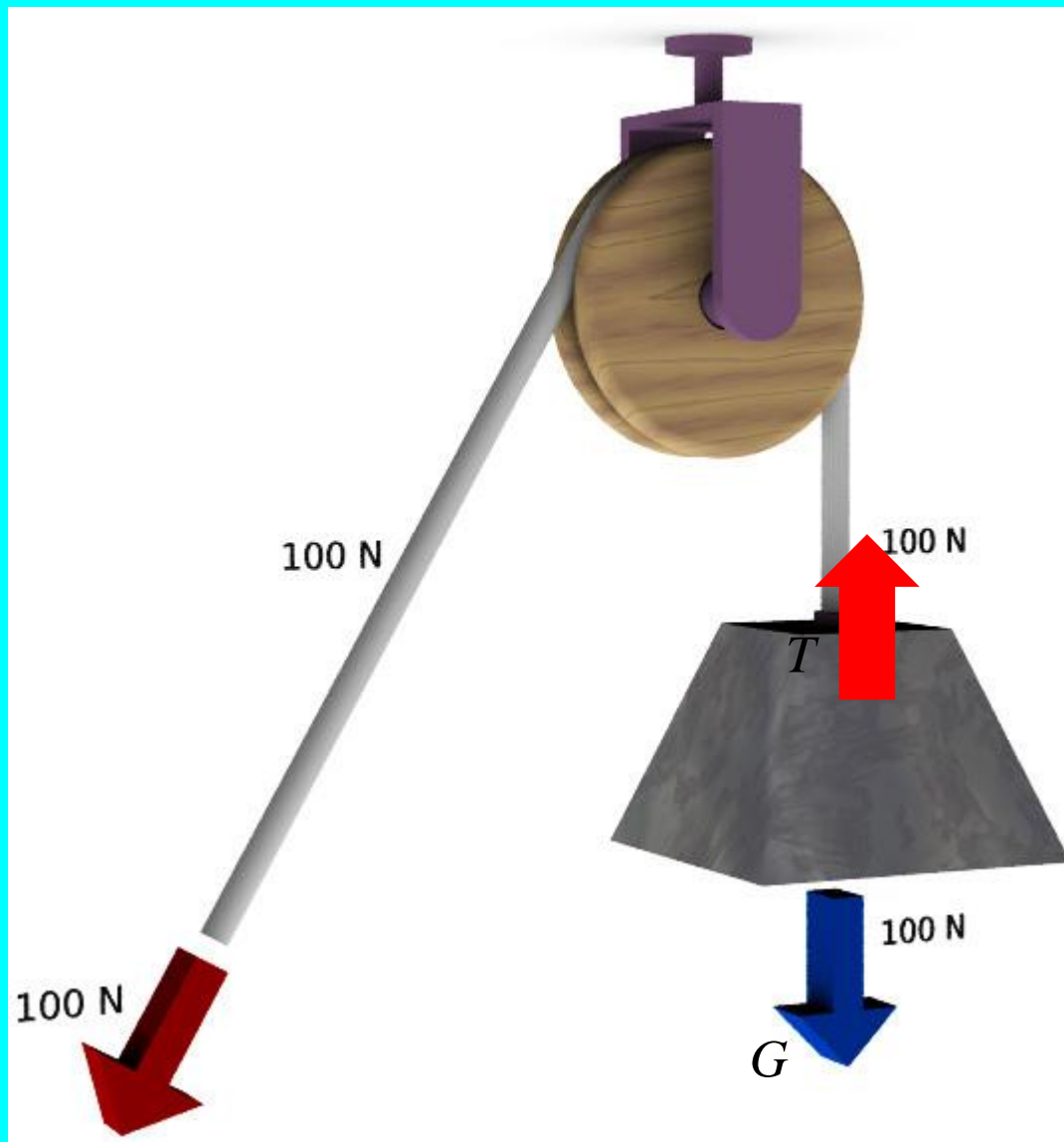
a) Nakreslite schematicky zdvíhanie bremena pomocou žeriavu. Zakreslite do obrázku vektory všetkých síl, ktoré pri zdvíhaní na bremeno pôsobia a pomenujte ich. Porovnajte veľkosti síl pôsobiacich na bremeno, ak je zdvíhané rovnomerným priamočiarym pohybom. Zapište toto porovnanie vzťahom.

b) Vyjadrite vzťah na výpočet vykonanej práce pomocou sily v najvšeobecnejšom prípade.

c) Kedy je práca vykonaná danou silou maximálna a kedy sila prácu nekoná? Uved'te podmienku pre uhol aj konkrétne príklady z praxe.

d) Vysvetlite zdvíhanie bremena z hľadiska súvislosti medzi prácou a energiou. Aká sila koná prácu pri zdvíhaní bremena? Čo získava energiu pri zdvíhaní bremena? Akú formu energie? Porovnajte veľkosť vykonanej práce silou, ktorá zdvíha bremeno s veľkosťou získanej energie bremenom. Zapište toto porovnanie vzťahom.

e) Vyjadrite vzťah na výpočet výkonu. Charakterizujte okamžitý a priemerný výkon.



$$T = G$$

Obr. 4.1 Princíp výťahu.

Práca

- Práca je dráhový účinok sily
- Koná ju len zložka sily v smere posunutia

Pri konštantnej sile a uhle:

$$W = F \cdot s$$

Práca premenlivej sily:

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

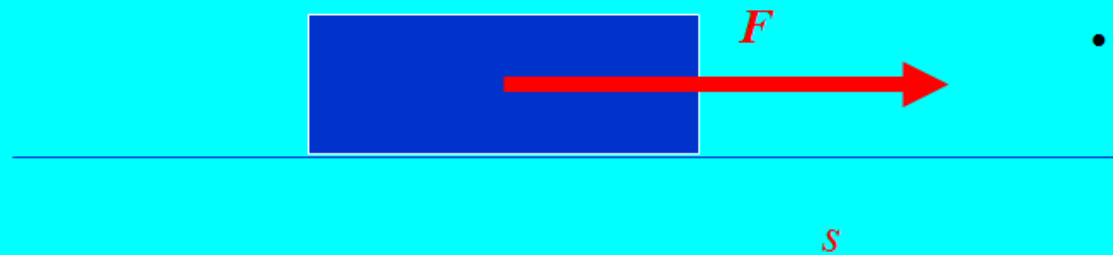
Všeobecne:

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

- $[W] = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \text{J}$ **Joule**

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

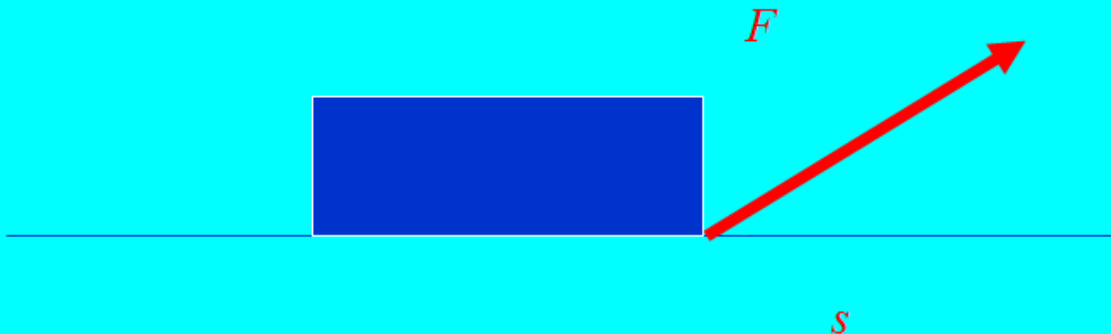
$$\alpha = 0^\circ$$



- Sila je v smere pohybu
- Práca je maximálna

$$W = F \cdot s$$

$$0 < \alpha < 90^\circ$$

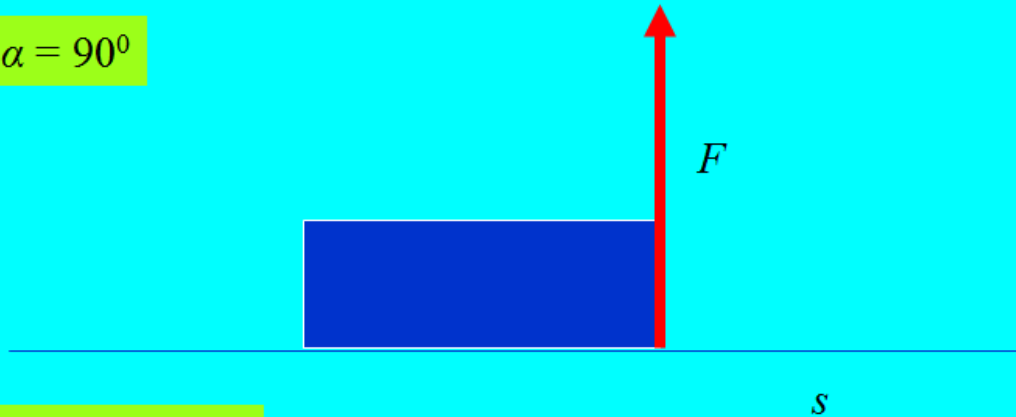


$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha > 0$$

Obr. 4.2a Vplyv uhla medzi silou a posunutím na veľkosť vykonanej práce.

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

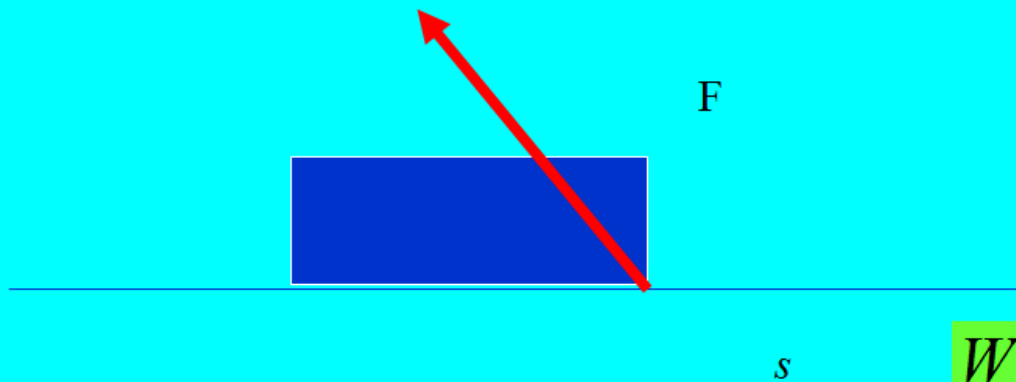
$$\alpha = 90^\circ$$



- Práca sa nekoná

$$W = 0$$

$$90^\circ < \alpha < 180^\circ$$

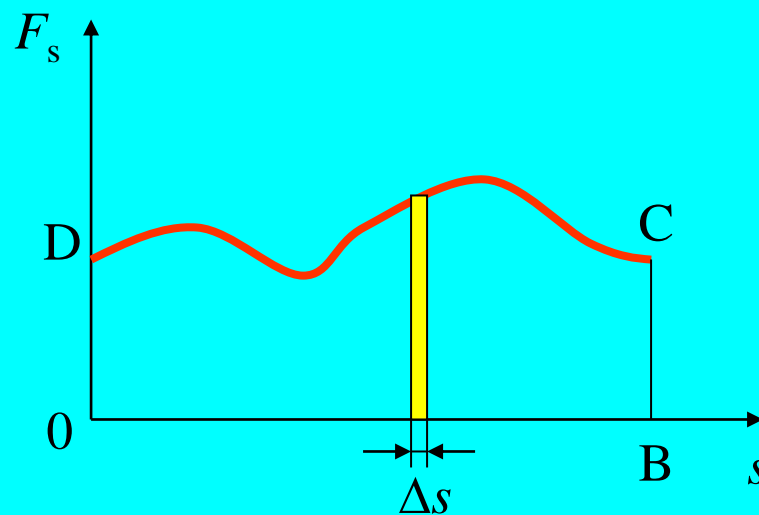
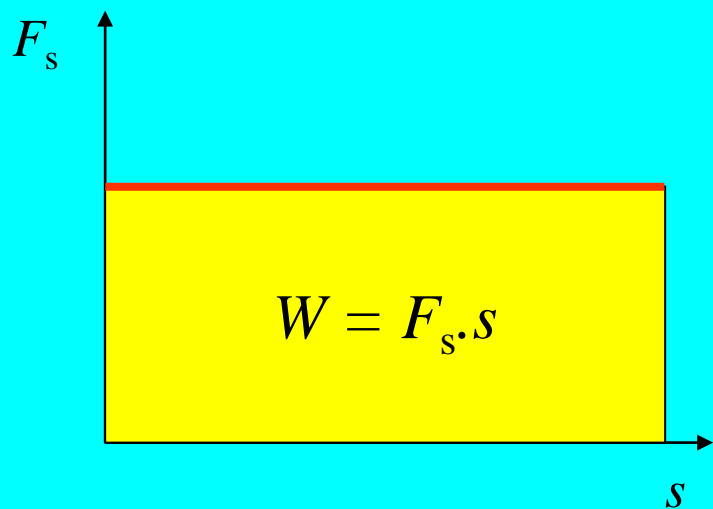


- Práca je záporná, spotrebuje sa

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha < 0$$

Obr. 4.2b Vplyv uhla medzi silou a posunutím na veľkosť vykonanej práce.

Pracovné diagramy pri stálej a premenlivej sile



Obsah plochy pod krivkou je práca

$$W = \int_0^s F_s(s) \cdot ds$$

Obr. 4.3 Pracovné diagramy.

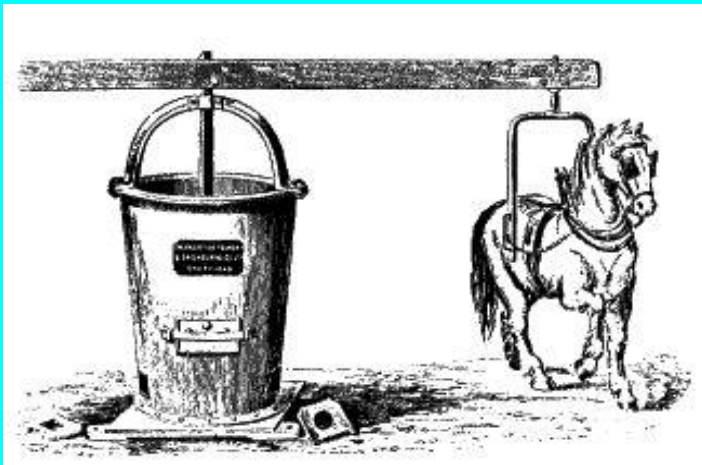
Výkon

- Fyzikálna veličina, ktorá určuje rýchlosť akou bola práca vykonaná

Priemerný výkon: $P = \frac{W}{t}$ [W = kg.m².s⁻³] **Watt**

Okamžitý výkon: $P = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$

Práca: $W = \int_0^t P \cdot dt$



Obr. 4.4 Ilustračné obrázky k definícii konskej sily (ftipky.cz, 2011).

Okamžitý výkon

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

Ak je teleso posúvané konštantnou silou F v smere pohybu rýchlosťou v , proti rovnako veľkej sile, potom výkon určíme:

$$P = F \cdot v$$

Neodporuje Newtonovým zákonom, že sa teleso pohybuje konštantnou rýchlosťou a pôsobí naň sila, ktorá koná prácu?

NIE

Nezabúdajme na trenie – výslednica je nulová

Účinnost'

$$\eta = \frac{P}{P_0}$$

P je výkon

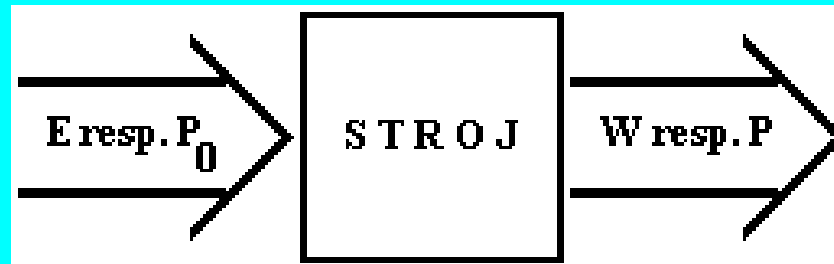
P_0 je příkon

$$\eta = \frac{W}{E}$$

W práce vykonaná soustavou

E energie dodaná soustavě

Udávame v %



Obr. 4.5 Účinnost'.

Pomenovanie „kyslý dážď“ prvýkrát použil pred viac ako 120 rokmi anglický chemik R. A. Smith v knihe s názvom „Acid Rain. Skúmajme pád dažďovej kvapky. Vo veľmi zjednodušenej predstave odhliadnime od vplyvu atmosféry na dažďové kvapky a považujme ich pohyb za pohyb v bezodporovom prostredí a taktiež považujme tiažové zrýchlenie za konštantné. Predpokladajme, že počiatočná rýchlosť pohybu kvapky je nulová.

- a) Znázorníte danú situáciu na obrázku a vyznačíte v ňom vektor počiatočnej rýchlosti i konečnej rýchlosti tesne pred pádom kvapky na Zem. Takisto vyznačíte v obrázku smer zrýchlenia i dráhu pádu kvapky. Vysvetlite rozdiel medzi trajektóriou a dráhou telesa.
- b) Pomenujte aký pohyb v tiažovom poli Zeme koná v takomto prípade. Opíšte tento pohyb rovnicami pre dráhu a rýchlosť.
- c) Definujte mechanickú energiu. Uveďte vzťah na jej výpočet a pomenujte jej zložky. Uveďte aj vzťahy na výpočet týchto zložiek mechanickej energie. Formulujte zákon zachovania mechanickej energie.
- d) Napíšte do obrázka v začiatkovej a konečnej polohe kvapky, aké sú veľkosti jednotlivých zložiek mechanickej energie.
- e) Opíšte pohyb kvapky z hľadiska zákona zachovania mechanickej energie a premien jej zložiek.

Celková mechanická energia

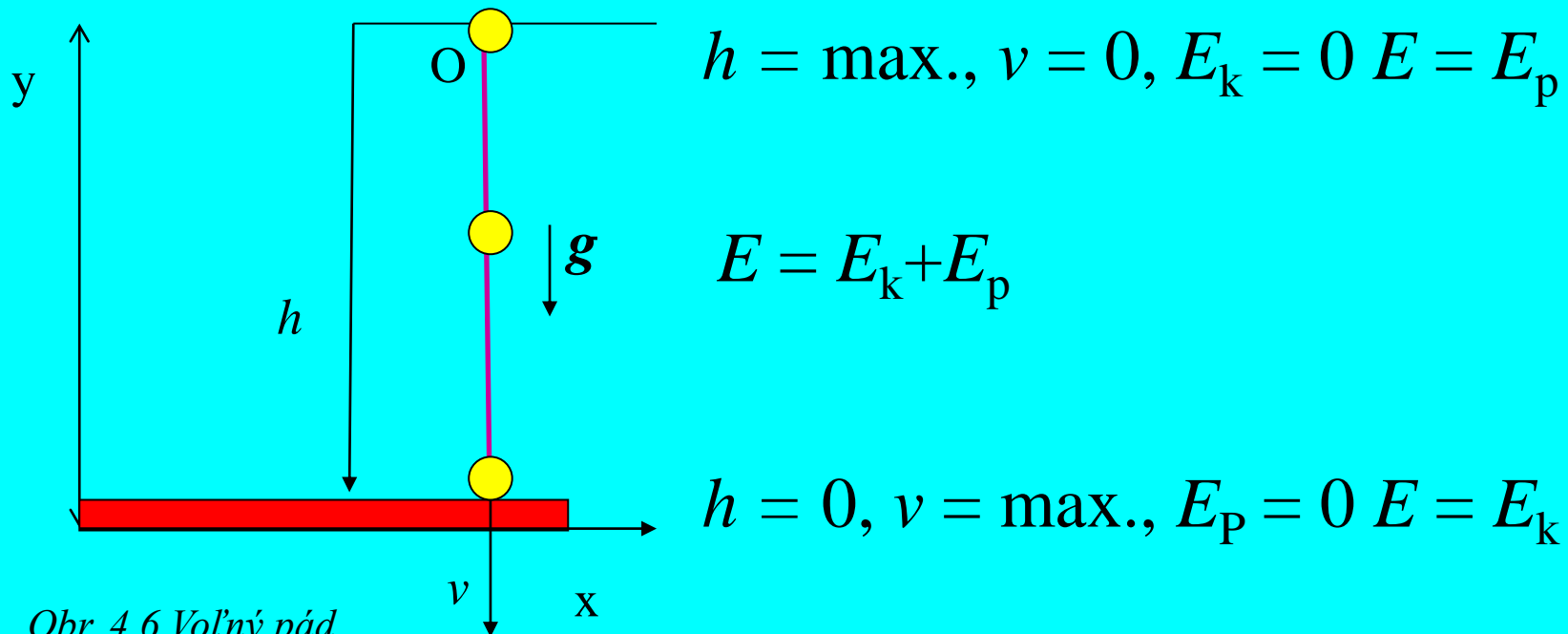
Súčet kinetickej a potenciálnej energie telies

$$E = E_k + E_p$$

Zákon zachovania mechanickej energie

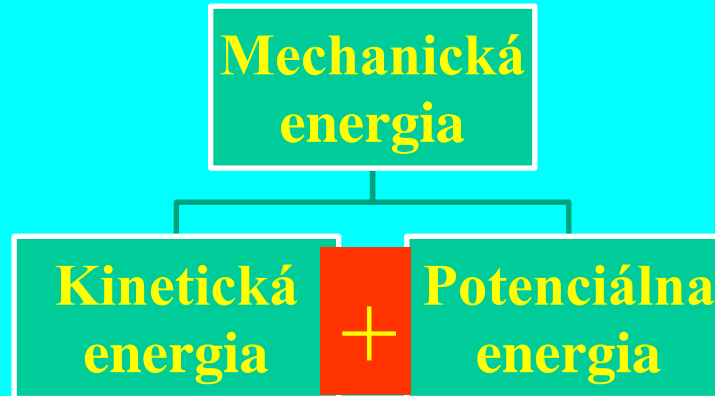
Platí v konzervatívnych systémoch

Pr. voľný pád



Obr. 4.6 Voľný pád.

Mechanická energia



- **Energia** je schopnosť telesa konať prácu.
- Množstvo práce, ktorú teleso môže vykonať určuje jeho energiu.
- Sústava môže isté množstvo dodanej práce v sebe podržať alebo odovzdať.

Kinetická (pohybová) energia

Kinetická energia:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad [\text{J}]$$

je to relatívna veličina



Obr. 4.7 Kladivo pri dopade na klinec má kinetickú energiu, a preto môže konať prácu (Serway, 2006).



Obr. 4.8 Monopost F1 – Ferrari (Collantine, 2006).

Potenciálna (polohová) energia

- potenciálna energia závisí od polohy telesa v silovom poli
- **potenciálna energia v tiažovom poli Zeme** v tesnej blízkosti povrchu, kde považujeme tiažové zrýchlenie - g - za konštantné

Potenciálna energia:

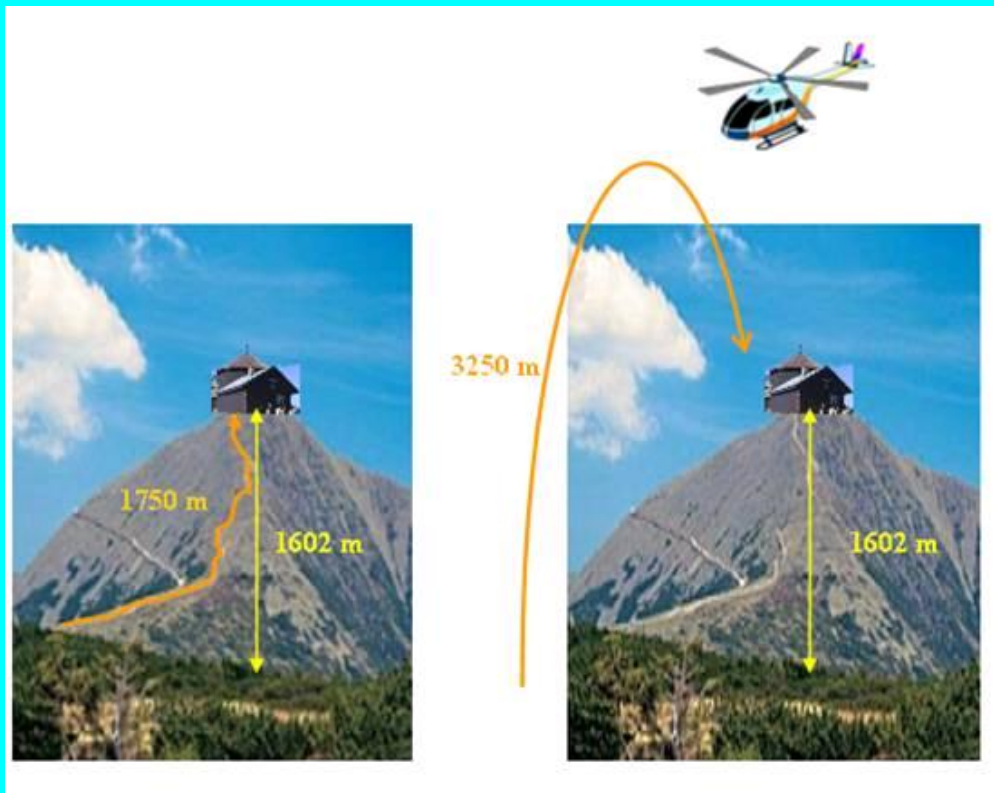
$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad [\text{J}]$$

V každom mieste konzervatívnych systémov platí
zákon zachovania mechanickej energie:

$$E = E_k + E_p = \text{konšt.} \quad \text{alebo} \quad \Delta E_k + \Delta E_p = 0$$

Ak sa hmotný bod pohybuje pod vplyvom konzervatívnej sily, môže sa meniť veľkosť jeho kinetickej a potenciálnej energie avšak len tak, že súčet oboch týchto foriem energie, t.j. celková mechanická energia hmotného bodu má konštantnú hodnotu.

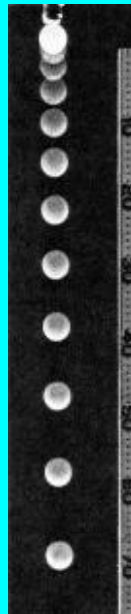
1. Porovnajete kinetickú energiu automobilu a vlaku, ktoré idú rovnakou rýchlosťou.
2. Porovnajete potenciálne energie ľudí s hmotnosťami 70 kg a 90 kg vzhľadom na Zem, ak sú vo výške 5 m nad Zemou.



- práca je veličina charakterizujúca proces (dej)
- energia je veličina popisujúca stav
- Práca, kinetická a potenciálna energia sa môžu vzájomne premieňať

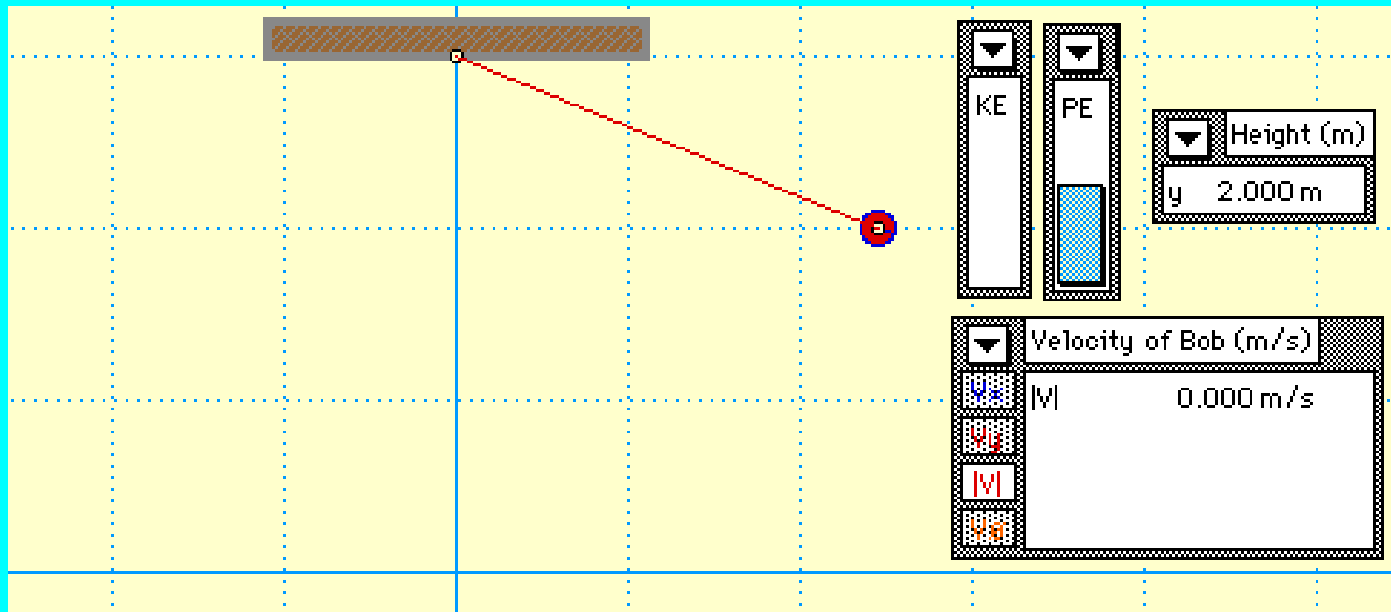
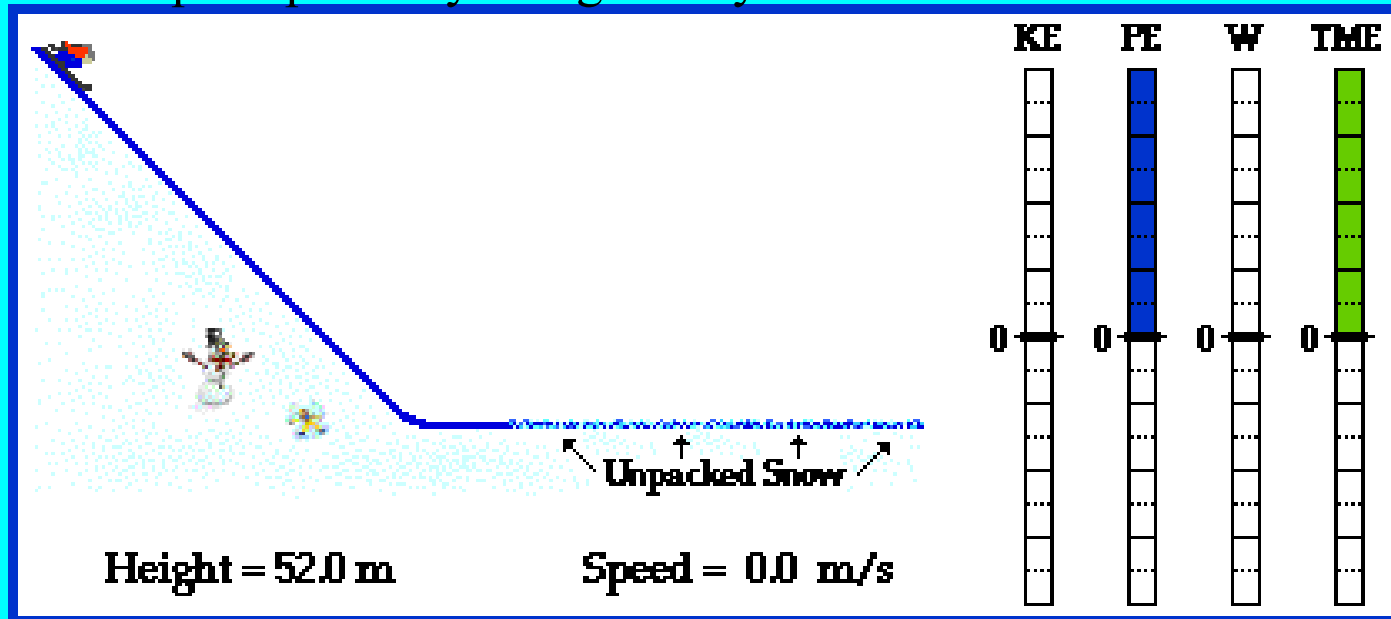
Obr. 4.9 Nezávislosť zmeny potenciálnej energie od trajektórie (Bojkovský, 2009).

- Na akú energiu sa mení potenciálna energia loptičky pri jej páde?
- Na akú energiu sa mení kinetická energia pri brzdení auta na vodorovnej rovine?

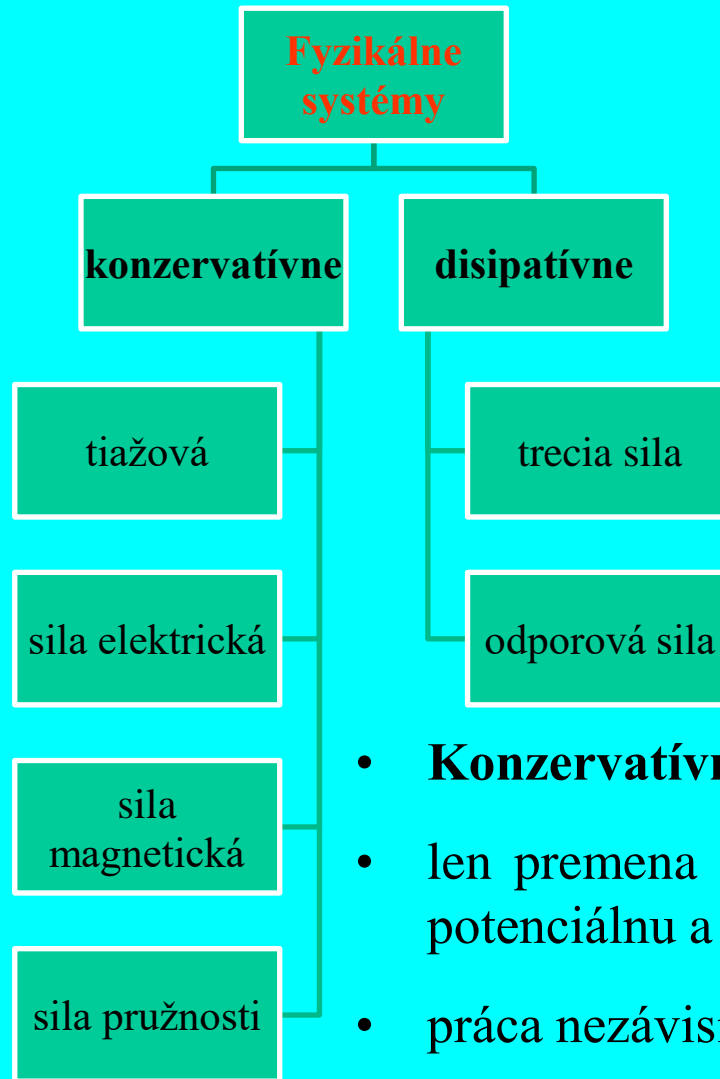


Obr. 4.10 Voľný pád (Serway , 2006).

Opíšte premeny energie na týchto obrázkoch



Obr. 4.13 Premeny energie (Lafsozłuk, 2014 a Physicsclassroom, 2005).



- **Konzervatívne** systémy:
- len premena energie kinetickej na potenciálnu a naopak
- práca nezávisí od trajektórie
- **Disipatívne** systémy:
- premena aj na iné formy energie
- práca závisí od trajektórie

V poli týchto síl zavádzame
potenciálnu energiu

Zákon zachovania energie

- V súlade s poznatkami súčasnej fyziky **zákon zachovania energie platí všeobecne**
- nielen pre konzervatívne systémy
- **Energiu nemožno vyrábať (aj keď sa to bežne takto formuluje), ani ničit', iba prenášať z jedného telesa (systému) na iné. Vzrast energie jedného telesa je sprevádzaný poklesom energie iného telesa. Suma celkovej energie svetového priestoru sa zachováva.**

Zákony zachovania v mechanike

1. Zákon zachovania hmotnosti

- Zákon zachovania hmotnosti je z hľadiska modernej fyziky súčasťou zákona zachovania energie

2. Zákon zachovania hybnosti

3. Zákon zachovania energie

- V konzervatívnych systémoch platí aj zákon zachovania mechanickej energie

4. Zákon zachovania momentu hybnosti

Vozík s hmotnosťou 75 kg sa pohybuje pozdĺž trate rýchlosťou 10,8 km.h⁻¹ a spojí sa s vozíkom s hmotnosťou 50 kg, ktorý ide po koľajniciach rýchlosťou 1,8 km.h⁻¹. . .

- a) Slovné i vzťahom formulujte zákon zachovania hybnosti. Napíšte aj vzťah na výpočet hybnosti. Dajte pozor na skalárne a vektorové veličiny. Aký typ zrážky to je?
- b) Nakreslite danú situáciu pred spojením vozíkov a zakreslite do obrázka vektory rýchlostí oboch vozíkov. Nakreslite danú situáciu aj v okamihu, po ich spojení a zakreslite do obrázka vektor rýchlosti spojených vozíkov.
- c) Opíšte situáciu z hľadiska zákona zachovania hybnosti a zákona zachovania energie. Platí pri tejto zrážke zákon zachovania mechanickej energie?
- d) Napíšte zákon zachovania hybnosti pre túto zrážku, ak sa telesá pohybujú tým istým smerom a aj opačným. Zákony formulujte v skalárnom tvare.
- e) Vypočítajte v oboch prípadoch veľkosť výslednej rýchlosti sústavy po spojení.
- f) Mohla by nastať situácia, aby vozíky po spojení ostali v pokoji? Opíšte danú situáciu.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

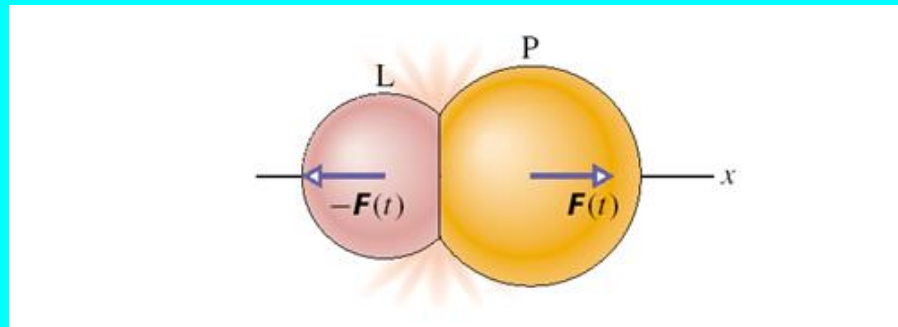
Zákon zachovania hybnosti

Vektorový súčet hybností všetkých hmotných (celková hybnosť) bodov v izolovanej sústave je časovo konštantný.

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \textit{konst.}$$

Centrálne zrážky 2 telies

- Krátka vzájomná interakcia telies (telesá sa počas nej nestačia merateľne pohybovať)
- Nemusí dôjsť k priamemu kontaktu
- Vonkajšie sily sú zanedbateľné



Obr. 4.16 Vnútorne sily akcie a reakcie pôsobiace pri zrážke medzi telesami (Halliday, 1997).

1. Centrálny zraz nepružných častíc

- Po nepružnej zrážke sa bude táto sústava pohybovať ďalej ako jedno teleso rýchlosťou v_f , o ktorej zrejme platí $v_1 > v_f > v_2$.
- Zo **zákona zachovania hybnosti**
- rovnakým smer pohybu

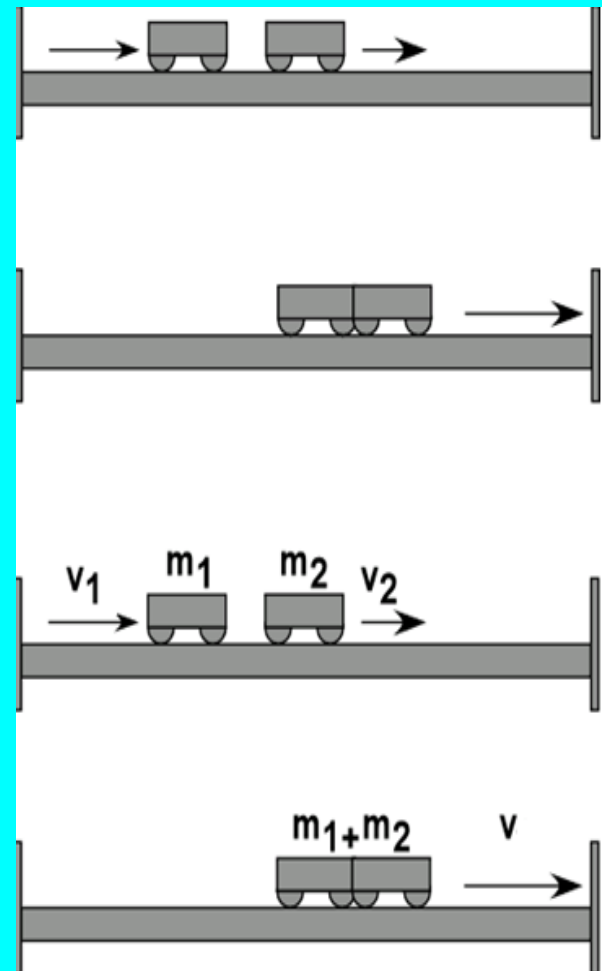
$$p = p_1 + p_2$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

- opačný smer pohybu

$$p = p_1 - p_2$$

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

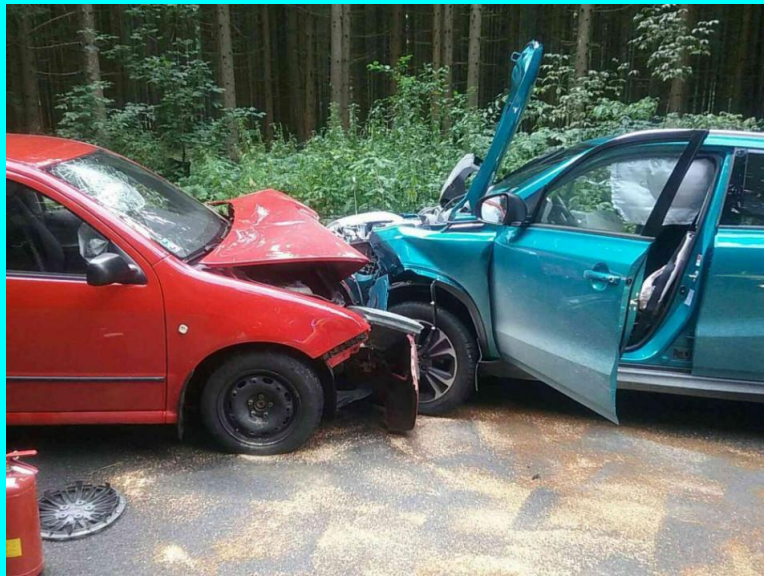


Obr. 4.17 Nepružná zrážka (fizisnotes, 2010).

Pri nepružnej zrážke:

- dochádza k úbytku kinetickej energie telies, teda k premene kinetickej energie na ohriatie a deformačnú prácu.
- dochádza teda k premene kinetickej energie na vnútornú:

$$\Delta E_k = \frac{m_1 c_1^2}{2} + \frac{m_2 c_2^2}{2} - \frac{m_1 + m_2}{2} v^2 = \Delta U$$



Obr. 4.18 Čelná zrážka automobilov v Zuberci (Teraz.sk, 2019).



Obr. 4.19 Zrážky sú bežné aj v živočíšnej ríši. (poetsjustice.com, 2011).

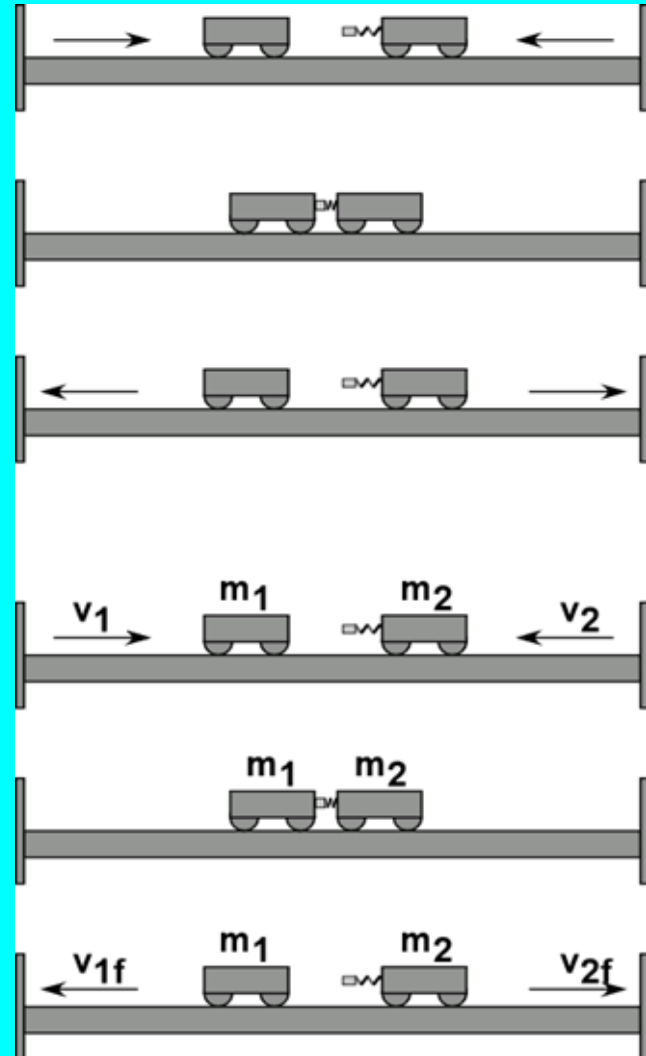
2. Centrálny zraz pružných častíc

- Po okamih vyrovnania rýchlosti rovnaký priebeh ako nepružný zraz
- Po deformácií častice vplyvom elastických napätí budú nadobúdať pôvodný tvar
- Platí **zákon zachovania hybnosti**:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_{1f} + m_2 \cdot \vec{v}_{2f}$$

- V tomto prípade platí aj **zákon zachovania mechanickej energie**:

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_{2f}^2$$



Obr. 4.20 Pružná zrážka (fizisnotes, 2010).

Konceptuálne úlohy z mechaniky

1. Kamión sa zrazí (havaruje) centrálnou zrážkou s osobným autom. Porovnajzte veľkosť sily, ktorou pôsobí kamión na auto s veľkosťou sily, ktorou pôsobí auto na kamión.
2. Po zrážke (havárii) sa celá sústava pohybuje spomalene tak, že kamión tlačí pred sebou auto. Porovnajzte veľkosť sily, ktorou pôsobí kamión na auto s veľkosťou sily, ktorou pôsobí auto na kamión.
3. Jano a Jožo sa pretláčajú rukou. Porovnajzte ich silové pôsobenie v momente, keď Jano pretlačí Joža.
4. Výt'ah sa pohybuje so zrýchlením 1 m.s^{-2} , pričom smer zrýchlenia je nahor. Ktorým smerom sa pohybuje výt'ah?
5. Výt'ah sa pohybuje so zrýchlením 1 m.s^{-2} , pričom smer zrýchlenia je nadol. Ktorým smerom sa pohybuje výt'ah?
6. Výt'ah sa pohybuje smerom nahor rovnomerne zrýchlene so zrýchlením 1 m.s^{-2} . V tejto situácii porovnajzte veľkosť ťahovej sily lana s veľkosťou ťažovej sily.
7. Výt'ah sa pohybuje rovnomerným pohybom smerom nadol rýchlosťou 3 m.s^{-1} . V tejto situácii porovnajzte veľkosť ťahovej sily lana s veľkosťou ťažovej sily.
8. Výt'ah sa pohybuje rovnomerným pohybom smerom nahor rýchlosťou 1 m.s^{-1} . V tejto situácii porovnajzte veľkosť ťahovej sily lana s veľkosťou ťažovej sily.

9. Zem a Mesiac: A) na seba pôsobia gravitačnými silami, pričom sila Mesiaca pôsobiaca na Zem je menšia ako sila Zeme pôsobiaca na Mesiac, B) na seba pôsobia gravitačnými silami, pričom sila Mesiaca pôsobiaca na Zem je väčšia ako sila Zeme pôsobiaca na Mesiac, C) na seba nepôsobia silami, D) na seba pôsobia gravitačnými silami, pričom sila Mesiaca pôsobiaca na Zem je rovnako veľká ako sila Zeme pôsobiaca na Mesiac.
10. V silnom vetre zahral tenista úder. Uvažujme tieto sily: 1. gravitačná smerom nadol, 2. odporová sila vetra, 3. sila úderu. Ktoré sily pôsobia na loptičku po tom, čo tenista zahral úder a loptička ešte nedopadla na zem?
11. Automobil sa rozbieha na vodorovnej ceste. Uvažujme tieto sily: 1. ťahovú silu motora, 2. treciu silu, 3. ťažovú silu, 4. tlakovú silu zeme (vozovky) na auto. Ktoré z týchto síl pôsobia na automobil?
12. Automobil sa rozbieha na vodorovnej ceste. Porovnajme veľkosť ťahovej sily motora s veľkosťou trecej sily.
13. Automobil sa rozbieha na vodorovnej ceste. Porovnajme veľkosť tlakovej sily vozovky s ťažovou silou.
14. Automobil sa pohybuje po vodorovnej ceste rovnomerne. Porovnajme veľkosť ťahovej sily motora s veľkosťou trecej sily.

15. Aký pohyb koná vlak, ak naň pôsobí konštantná ťažná sila lokomotívy, ktorá je menšia ako konštantná trecia sila?
16. Aký pohyb koná vlak, ak naň pôsobí konštantná ťažná sila lokomotívy, ktorá je väčšia ako konštantná trecia sila?
17. Aký pohyb koná vlak, ak naň pôsobí konštantná ťažná sila lokomotívy, ktorá je rovnako veľká ako konštantná trecia sila?
18. Dve rovnako veľké gule, pričom prvá má dvakrát väčšiu hmotnosť ako druhá, spustíme v rovnakom momente zo strechy na zem. Čas, za ktorý dopadnú na zem bude: A) približne dvakrát kratší pre ľahšiu guľu, B) približne dvakrát kratší pre ťažšiu guľu, C) podstatne kratší pre ťažšiu guľu, nie však dvakrát, D) približne rovnaký pre obidve gule.
19. V ktorom bode svojej trajektórie má vystrelený náboj **najmenšiu** rýchlosť, ak zanedbáme odpor vzduchu?
20. V ktorom bode svojej trajektórie má vystrelený náboj **najmenšiu** potenciálnu energiu?
21. V ktorom bode svojej trajektórie má vystrelený náboj **najväčšiu** celkovú mechanickú energiu, ak zanedbáme odpor vzduchu?

22. Na akú energiu sa mení pri voľnom páde kameňa (v bezodporovom prostredí) jeho potenciálna energia?
23. Ako sa mení pri voľnom páde kameňa (v bezodporovom prostredí) jeho celková mechanická energia?
24. Z ôsmeho poschodia voľne pustíme na zem kameň. Počas pádu v bezodporovom prostredí sa mení: A) potenciálna energia na kinetickú, B) kinetická energia na potenciálnu, C) potenciálna energia na kinetickú a vnútornú, D) kinetická energia na potenciálnu a vnútornú.
25. Z ôsmeho poschodia voľne pustíme na zem kameň. Počas pádu v reálnom prostredí (aj s odporom vzduchu) sa mení: A) potenciálna energia na kinetickú, B) kinetická energia na potenciálnu, C) potenciálna energia na kinetickú a vnútornú, D) kinetická energia na potenciálnu a vnútornú.
26. Pri páde kameňa s uvažovaním odporu vzduchu jeho celková mechanická energia: A) rastie, B) klesá, C) sa nemení, D) nedá sa jednoznačne odpovedať.
27. Kyvadlo má pri prechode rovnovážnou polohou: A) najmenšiu kinetickú aj potenciálnu energiu, B) najväčšiu kinetickú aj potenciálnu energiu, C) najväčšiu kinetickú a najmenšiu potenciálnu energiu, D) najmenšiu kinetickú a najväčšiu potenciálnu energiu.

28. Pri prechode kyvadla (bez trenia) z krajnej do rovnovážnej polohy sa mení: A) potenciálna energia na kinetickú, B) kinetická energia na potenciálnu, C) potenciálna energia na kinetickú a vnútornú, D) kinetická energia na potenciálnu a vnútornú.
29. Pri kývaní kyvadla sa amplitúda kmitov znižuje, lebo sa mení: A) mechanická energia na vnútornú B) potenciálna energia na kinetickú, C) kinetická energia na potenciálnu, D) vnútorná energia na mechanickú.
30. Ako sa mení celková mechanická energia pri prechode kyvadla z krajnej do rovnovážnej polohy (trenie a odpory zanedbajte)?
31. Človek s hmotnosťou 75 kg beží pozdĺž trate rýchlosťou 10 km.h⁻¹, dobehne k vozíku s hmotnosťou 50 kg , ktorý ide po koľajniciach tým istým smerom rýchlosťou 2 km.h⁻¹ a naskočí naň. Potom sa pohybuje ďalej človek na vozíku. Ktorý z uvedených zákonov zachovania pri tejto zrážke neplatí? Zákon zachovania: A) hmotnosti, B) hybnosti, c) mechanickej energie, D) celkovej energie.
32. Autobus a motocykel idú po vodorovnej ceste rovnakou rýchlosťou. Porovnajte ich kinetické energie.

33. Biela biliardová guľa vrazí centrálne do červenej. Hmotnosti oboch gúľ sú rovnaké a straty mechanickej energie zanedbajte. Pri tejto zrážke: A) neplatí zákon zachovania mechanickej energie ani zákon zachovania hybnosti, B) neplatí zákon zachovania mechanickej energie a platí zákon zachovania hybnosti, C) platí zákon zachovania mechanickej energie a neplatí zákon zachovania hybnosti, D) platí zákon zachovania mechanickej energie aj zákon zachovania hybnosti,
34. Po zrážke z úlohy 33 platí: A) obidve gule pohybujú rôznymi smermi , B) sa obidve gule pohybujú tým istým smerom, C) sa biela guľa pohybuje a červená stojí, D) biela guľa zastane a červená sa pohybuje ďalej.
35. Biela biliardová guľa vrazí centrálne do červenej. Hmotnosti oboch gúľ sú rovnaké a straty mechanickej energie zanedbajte. Pri zrážke: A) pôsobí červená guľa na bielu väčšou silou ako biela na červenú, B) pôsobí červená guľa na bielu menšou silou ako biela na červenú, C) Pôsobia gule navzájom rovnakými silami, D) gule na seba silami nepôsobia.
36. Biela biliardová guľa vrazí do mantinelu. Pri zrážke: A) pôsobí mantinel na bielu guľu väčšou silou ako biela guľa na mantinel, B) pôsobí mantinel na bielu guľu menšou silou ako biela guľa na mantinel, C) pôsobí mantinel na bielu guľu rovnako veľkou silou ako biela guľa na mantinel, D) biela guľa a mantinel na seba silami nepôsobia.

37. Lyžiar sa spúšťa bez trenia z najvyššieho bodu kopca. V najvyššom bode kopca vzhľadom na najnižší má potenciálnu energiu: A) maximálnu, B) nulovú, C) rovnú kinetickej energii, D) rovnú celkovej energii (nielen mechanickej).
38. Lyžiar sa spúšťa bez trenia z najvyššieho bodu kopca. Pri tomto pohybe sa mení: A) kinetická energia na potenciálnu, B) potenciálna energia na kinetickú, C) kinetická energia na vnútornú, D) potenciálna energia na vnútornú.
39. Lyžiar sa pohybuje po vodorovnej rovine. Potom zabrzdí. Pri zabrzdení sa mení: A) kinetická energia na potenciálnu, B) potenciálna energia na kinetickú, C) kinetická energia na vnútornú, D) potenciálna energia na vnútornú.
40. Dva automobily celkovej hmotnosti 1,5 tony idú po vodorovnej ceste. Červený automobil má rýchlosť 70 km/h a modrý 90 km/h. Porovnajte ich kinetické energie.
41. Dva automobily celkovej hmotnosti 1,5 tony idú po vodorovnej ceste. Červený automobil má rýchlosť 70 km/h a modrý 90 km/h. Porovnajte ich potenciálne energie.
42. Automobil brzdí na vodorovnej ceste. Pri tomto deji sa mení: A) kinetická energia na vnútornú, B) potenciálna energia na vnútornú, C) kinetická energia na potenciálnu, D) potenciálna energia na kinetickú.

Zdroje obrázkov

1. Bojkovský, M. 2009. Matematická formulace 1. věty termodynamiky. [Online] 8. 9. 2009. [Datum: 20. 6. 2011.] http://fikus.omska.cz/~bojkovsm/termodynamika/1_TD_zakon.html.
2. Collantine, K. 2006. Hungarian Grand Prix 2006 Preview. [Online] 1. 8. 2006. [Datum: 18. 11. 2011.] <http://www.f1fanatic.co.uk/2006/08/01/hungarian-grand-prix-2006-preview/>.
3. fizicsnotes.com. 2010. What is Physics. [Online] 15. 12. 2010. [Datum: 20. 6. 2011.] http://fizicsnotes.blogspot.com/2010_12_01_archive.html.
4. ftipky.cz. 2011. [Online] 2011. [Datum: 20. 6. 2011.] www.ftipky.cz.
5. Halliday D., Resnick R., Walker J. 1997. Fyzika. Praha : VUTIUM a PROMETHEUS, 1997. ISBN 80-214-1869-9.
6. Laf Sozluk. 2014. Kinetik. [Online] 25. 5. 2014. [Datum: 2. 6. 2022.] <https://www.lafsozluk.com/2014/05/kinetik-nedir-kinetik-enerji-ne.html>

Zdroje obrázkov

7. The Physics Classroom 2009. Work and Energy. [Online] 8. 2. 2009. [Dátum: 20. 3. 2014.] <https://www.physicsclassroom.com/mmedia/energy>.
8. poetsjustice.com. 2011. [Online] 2011. [Dátum: 20. 6. 2011.] <http://poetsjustice.com/page/2/>.
9. Serway, R. a kol. 2006. College Physics. s.l. : Brooks Cole,, 2006. s. 1056. ISBN-13: 978-0495113690.
10. Teraz.sk. 2019. Čelná zrážka dvoch áut: v Zuberici sú dvaja zranení (zdroj TASR) [Online] 27. 8. 2019. [Dátum: 24. 6. 2022.] <https://www.teraz.sk/regiony/celna-zrazka-dvoch-aut-sest-lud/415172-clanok.html>.