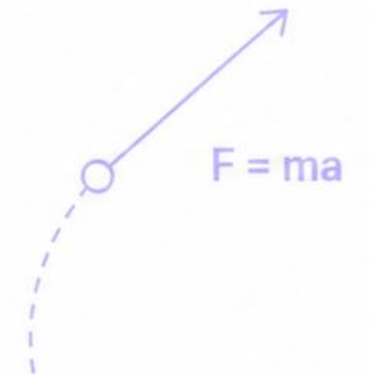
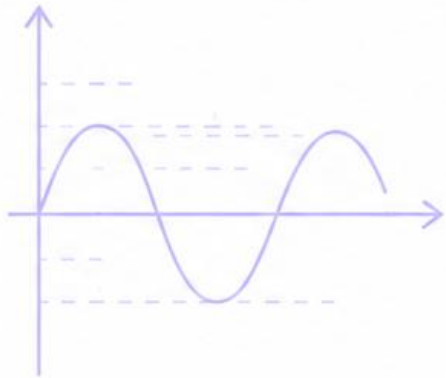




MECHANICKÁ PRÁCE A ENERGIE

Ing. Alena Vondrušková Drtinová





MECHANICKÁ PRÁCE



Mechanická práce – vysvětlení

Mechanickou práci koná **každé těleso**, které **působí silou na jiné těleso** a zároveň způsobí jeho **pohyb po určité dráze**. Obě podmínky musí být splněny současně:

- existence síly,
- přemístění tělesa.

Pokud je síla vyvíjena, ale těleso se nepřemísťuje (např. tlačení do zdi), **mechanická práce není konána**.



$$F = ma$$





MECHANICKÁ PRÁCE



Příklady mechanické práce

- Nohy cyklisty, které působí silou na pedály a uvádějí kolo do pohybu.
- Motor traktoru, který táhne přívěs a posouvá jej po dráze.

Podmínky pro konání mechanické práce

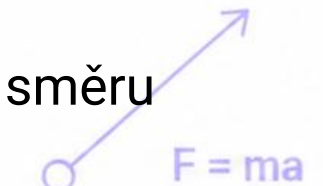
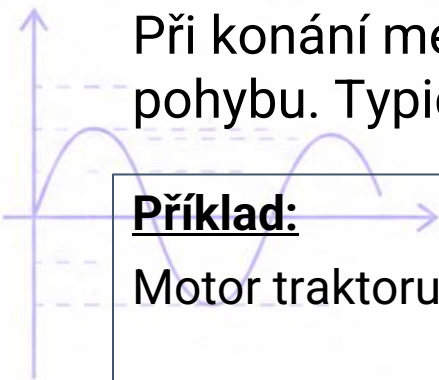
- **Silové působení** – těleso vyvíjí sílu na jiné těleso.
- **Pohyb** (přemístění) – těleso, na které působíme, se pohybuje po určité trajektorii.

Překonávání odporových sil

Při konání mechanické práce musí síla často překonat jinou sílu, která působí proti směru pohybu. Typicky jde o různé odporové síly.

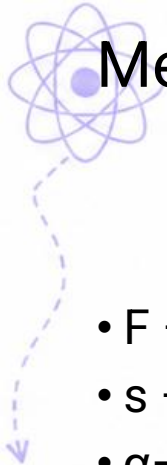
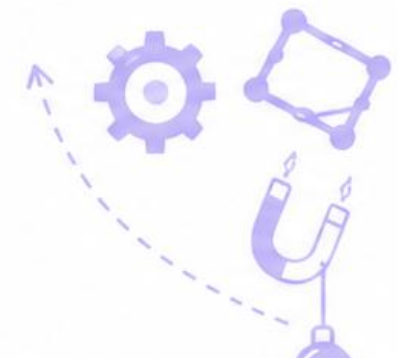
Příklad:

Motor traktoru při jízdě překonává valivý odpor kol a třecí sílu, které brání pohybu soupravy.





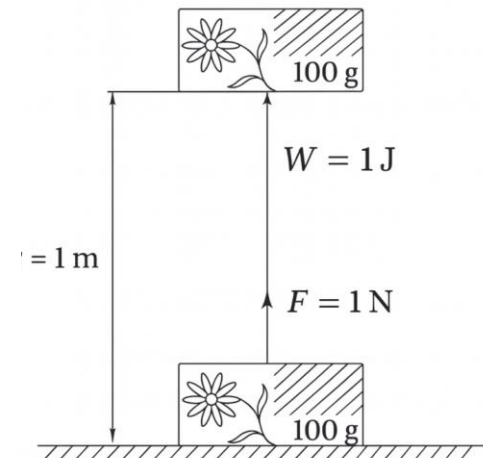
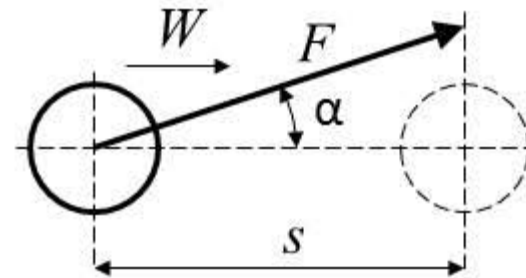
VZOREC MECHANICKÉ PRÁCE



Mechanická práce **W** se vypočítá podle vztahu:

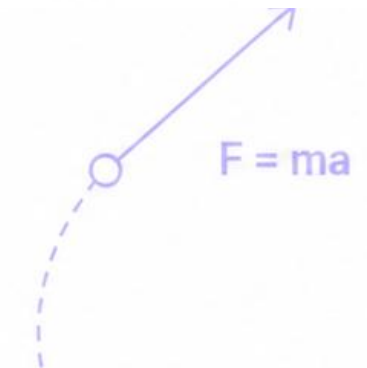
$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

- F – působící síla,
- s – dráha, po které se těleso pohybuje,
- α – úhel mezi směrem síly a směrem pohybu.



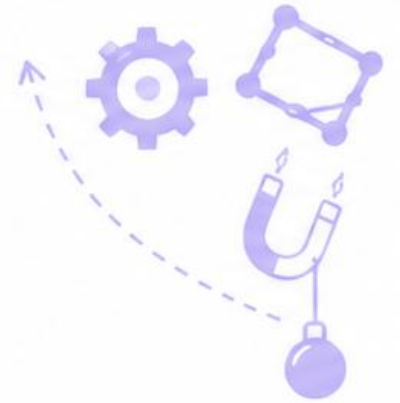
Pokud je síla rovnoběžná s pohybem (tzn. působí ve stejném směru),
úhel $\alpha = 0$ a platí jednoduše:

$$W = F \cdot s$$





JEDNOTKA MECHANICKÉ PRÁCE



Joul (značka J) je základní jednotka práce a energie v soustavě SI.

1 J je práce, kterou vykonáme silou **1 newtonu**, pokud těleso posuneme o **1 metr**:

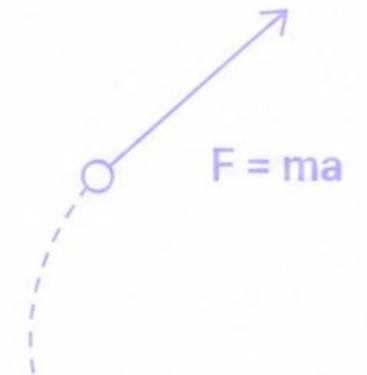
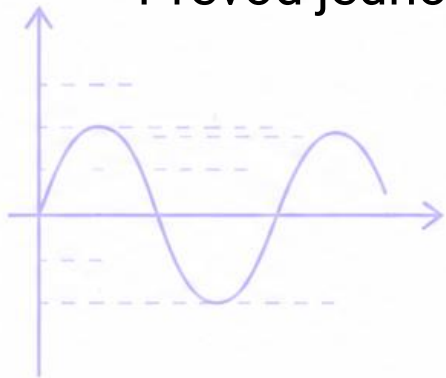
$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m}$$

Převod jednotek:

$$1 \text{ kJ} = 1\,000 \text{ J}$$

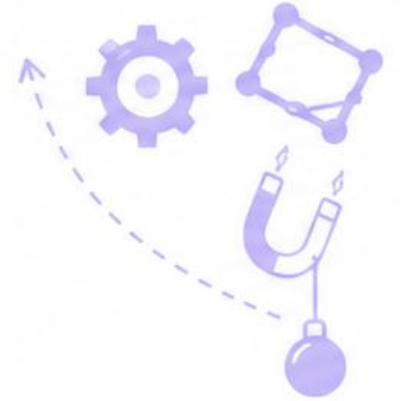
$$1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J} = 1,0 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ GJ} = 1\,000\,000\,000 \text{ J} = 1,0 \cdot 10^9 \text{ J}$$





PRÁCE A SMĚR POHYBU



1. Zdvih tělesa do výšky

Když těleso zvedáme, působíme proti tíhové síle.

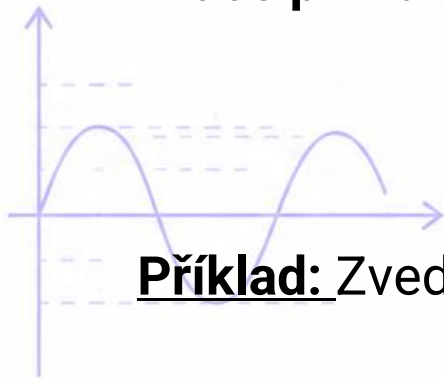
Síla:

$$F = m \cdot g$$

Práce při zdvihu:

$$W = m \cdot g \cdot h$$

- m – hmotnost tělesa (kg)
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – tíhové zrychlení
- h – výška zdvihu (m)



Příklad: Zvedneme závaží o hmotnosti 10 kg do výšky 2 m → $W = 10 \cdot 9,81 \cdot 2 = 196,2 \text{ J}$





PRÁCE A SMĚR POHYBU



1. Posun tělesa po vodorovné podložce

U posunu po vodorovné podložce překonáváme tření

Síla tření:

$$F = \mu \cdot m \cdot g$$

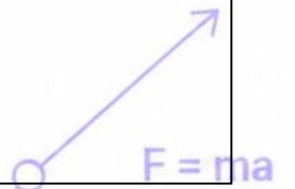
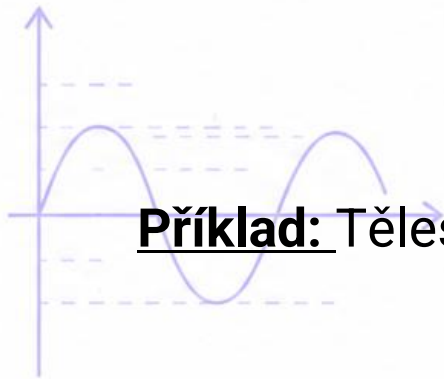
Práce při posunu:

$$W = F \cdot s = \mu \cdot m \cdot g \cdot s$$

- μ – součinitel tření (např. 0,1–0,5)
- m – hmotnost tělesa (kg)
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – tíhové zrychlení
- h – výška zdvihu (m)

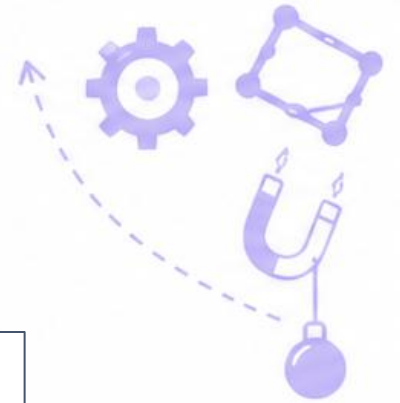
Příklad: Těleso o hmotnosti 10 kg posuneme 3 m, tření je $\mu = 0,2$

$$W = 0,2 \cdot 10 \cdot 9,81 \cdot 3 = 58,86 \text{ J}$$

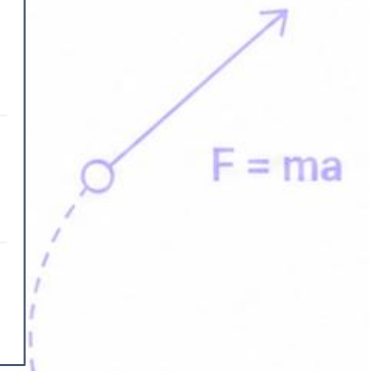




KDY VZNIKÁ PRÁCE - PŘEHLED



Situace	Síla	Pohyb	Práce
Zvedám těleso	ano	ano	✓ práce se koná
Tlačím vozík	ano	ano	✓ práce se koná
Tlačím do zdi	ano	ne	✗ práce se nekoná
Držím břemeno	ano	ne	✗ práce se nekoná
Vozík jede sám	ne	ano	✗ práce se nekoná
Síla kolmá na pohyb	ano	ano	✗ práce = 0





VÝKON A PRÁCE



Výkon vyjadřuje, **jak rychle je vykonávána práce.**

Určuje, **kolik práce se vykoná za určitý čas, nebo jakou rychlostí se energie přeměňuje.**

Čím **větší výkon**, tím **rychleji** se práce vykoná.

Základní vztah pro výkon

$$P = \frac{W}{t}$$

- **P** – výkon (watt, W)
- **W** – vykonaná práce (joule, J)
- **t** – čas (sekunda, s)

Pokud se práce nekoná po celou dobu t rovnoměrně, jedná se o **průměrný výkon**.

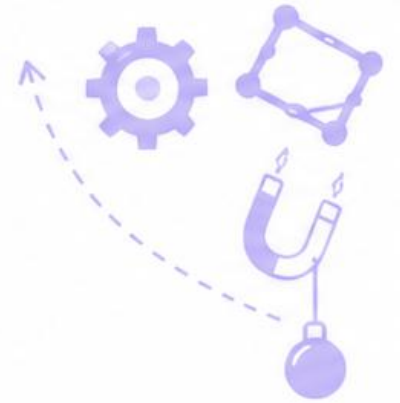
Pokud se práce koná rovnoměrně, hovoříme o **stálém výkonu**.



$F = ma$



VÝKON A PRÁCE



Práce počítaná z výkonu:

Pokud má člověk nebo stroj **stálý výkon**, můžeme práci spočítat z výkonu. Když výkon známe, snadno zjistíme, **kolik práce** nebo **energie** bylo vykonáno.

$$W = P \cdot t$$

- jednotkou práce je **wattsekunda**, značka **W . S**
- v praxi měříme čas v hodinách -> **watthodina** **W . h**
- při větších výkonech vyjádřených v kilowattech používáme jednotku **kilowatthodina** **kW. h**

$$1W \cdot S = 1 J$$

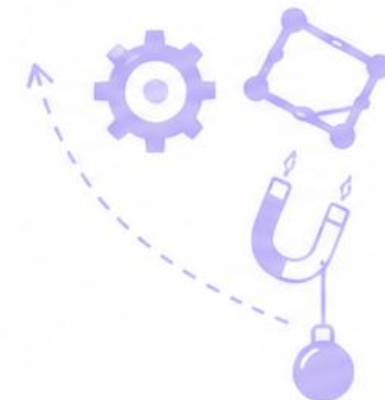
$$1W \cdot H = 3\,600J$$

$$1kW \cdot H = 3\,600kJ = 3,6MJ$$





PŘÍKLADY VÝKONU



Příklad 1 – člověk

- Zvedneme-li rovnoměrně tabulku čokolády $m = 100 \text{ g}$ do výšky 1 m za 1 s :

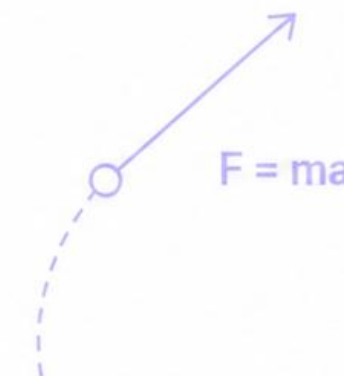
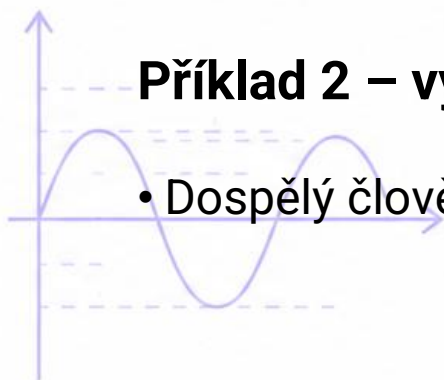
$$W = F \cdot s = mgh = 0,1 \cdot 10 \cdot 1 = 1 \text{ J}$$

$$P = \frac{1}{1} = 1 \text{ W}$$

Při obyčejném zvednutí pracujeme výkonem cca **1 watt**.

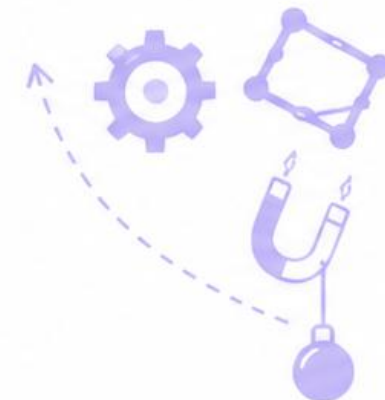
Příklad 2 – výkon člověka

- Dospělý člověk dokáže krátkodobě vyvinout výkon až **1 000 W** (např. sprint do schodů).





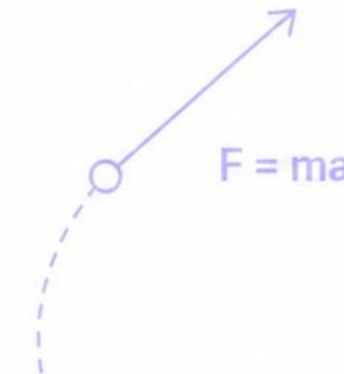
PŘÍKLADY VÝKONU



Příklad 3 – výkony strojů

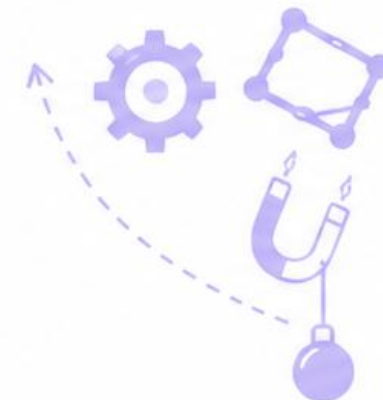
Stroj	Typický výkon
osobní automobil	~100 kW
nákladní automobil	~300 kW
elektrická lokomotiva	~2 000 kW
parní turbína	~50 MW

V praxi se proto výkon většinou udává ve **kW** nebo **MW**.





ÚČINNOST STROJE



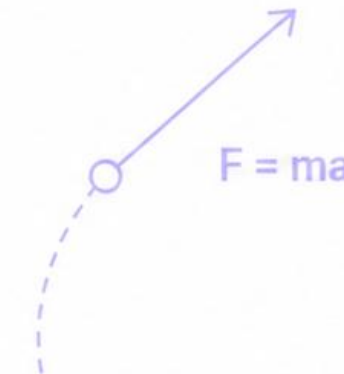
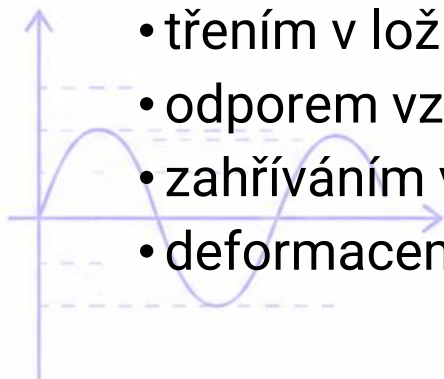
Co je účinnost?

Účinnost udává, jak velká část energie dodané stroji se skutečně promění v užitečnou práci – tedy v tu práci, kterou od stroje očekáváme.

Každý stroj má ztráty, a proto **užitečná práce < celková dodaná energie**

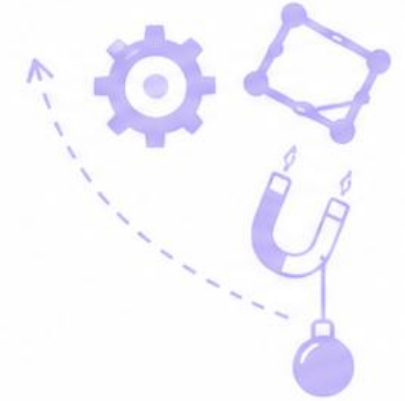
Ztráty vznikají například:

- třením v ložiscích a převodech
- odporem vzduchu nebo kapalin
- zahříváním vodičů (elektrické ztráty)
- deformacemi materiálů apod.





ÚČINNOST STROJE



Značení a význam veličin

η – účinnost (éta)

W – užitečná práce vykonaná strojem

E – celková energie dodaná stroji

P – užitečný výkon

P_0 – příkon (dodávaný výkon)

Účinnost se obvykle vyjadřuje v procentech (%).



Účinnost vyjádřená pomocí práce

Pokud rozhoduje množství energie:

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

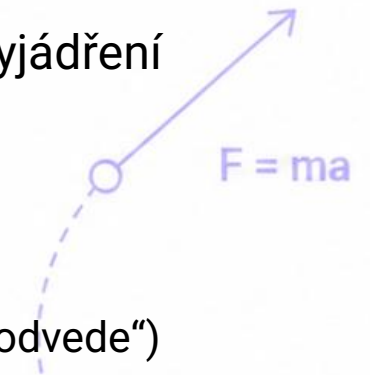
- E je celková energie dodaná stroji
- W je užitečná práce, kterou stroj skutečně odvede

Účinnost vyjádřená pomocí výkonu

V praxi se mnohem častěji používá vyjádření účinnosti přes výkon:

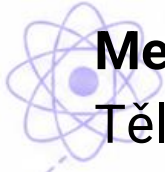
$$\eta = \frac{P}{P_0}$$

- P – užitečný výkon (co stroj opravdu „odvede“)
- P_0 – příkon (co stroj „odebere“ ze sítě)





MECHANICKÁ ENERGIE



Mechanická energie souvisí s konáním **mechanické práce**.

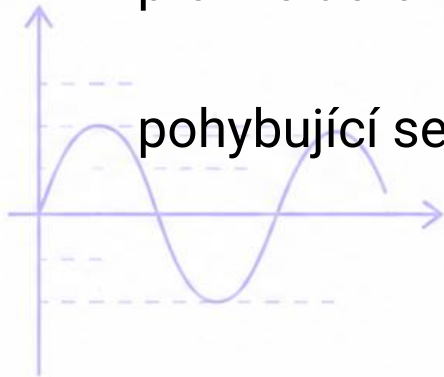
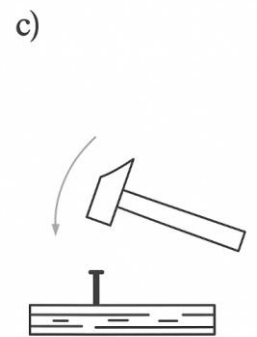
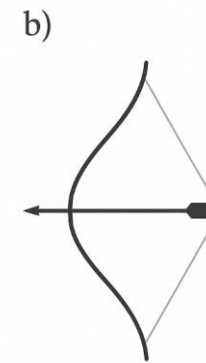
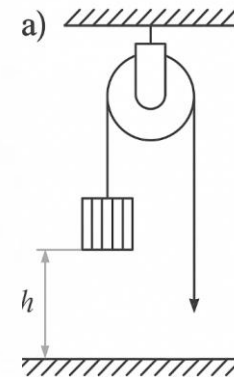
Těleso má mechanickou energii tehdy, **když je schopno konat práci**.

Mechanickou energii mohou mít tato tělesa:

zvednutá nad povrch Země → **potenciální (tíhová) energie**

pružně deformovaná → **potenciální energie pružnosti**

pohybující se tělesa → **pohybová (kinetická) energie**



1a





MECHANICKÁ ENERGIE



1. Potenciální tíhová energie

Těleso zvednuté do určité výšky má schopnost konat práci (např. spadne a udělá práci dopadem).

Jeho energie závisí na **hmotnosti**, **gravitačním zrychlení** a **výšce**.

Síla potřebná k nadzvednutí tělesa

$$F = F_G = m \cdot g$$

Práce vykonaná při zvedání

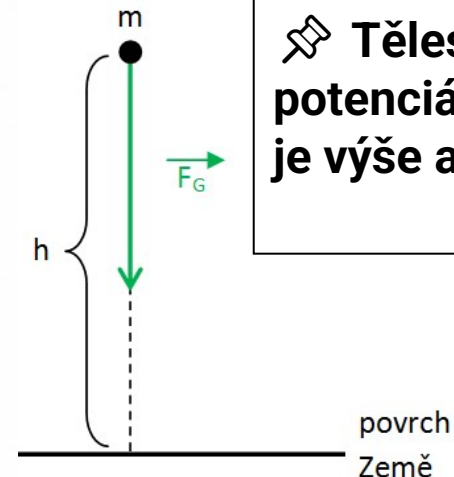
$$W = F \cdot h = mgh$$

Potenciální (tíhová) energie

$$E_p = mgh$$

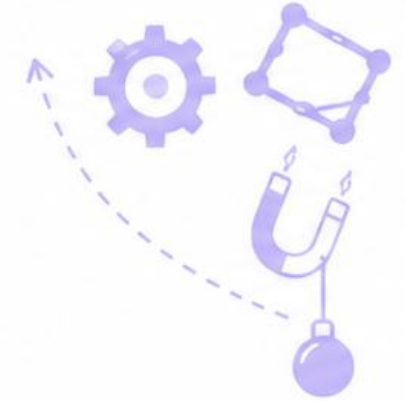
- **m** – hmotnost [kg]
- **g** – 10m/s^2
- **h** – výška [m]

 **Těleso má větší potenciální energii, čím je výše a čím je těžší.**





MECHANICKÁ ENERGIE



2. Pohybová energie (kinetická)

Těleso má pohybovou energii, pokud **se pohybuje**.
Čím větší rychlost, tím větší kinetická energie.

a – stálé zrychlení
 m – hmotnost
 v – rychlost

Zrychlený pohyb tělesa

- Působí-li na těleso stálá síla:

$$F = m \cdot a$$

- a těleso, které bylo v klidu, za dobu t urazí dráhu a získá rychlost

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

$$v = a \cdot t$$

Kinetická energie tělesa

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

Kinetická energie je přímo úměrná druhé mocnině rychlosti tělesa.

Určuje se vždy vzhledem k jiným tělesům, obvykle vzhledem k povrchu Země

$F = ma$





MECHANICKÁ ENERGIE



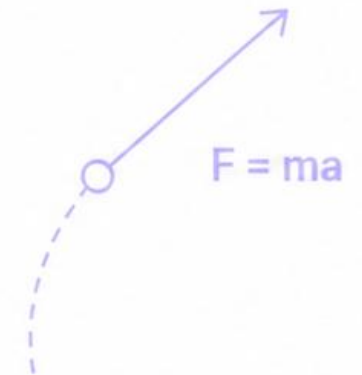
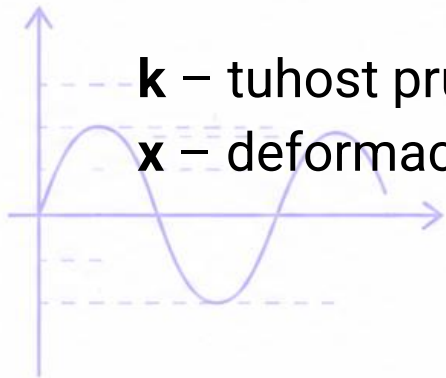
3. Potenciální energie pružnosti

Pružně deformované těleso (např. pružina, luk) má schopnost konat práci po uvolnění.

$$E_p = \frac{1}{2} k x^2$$

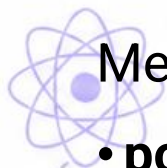
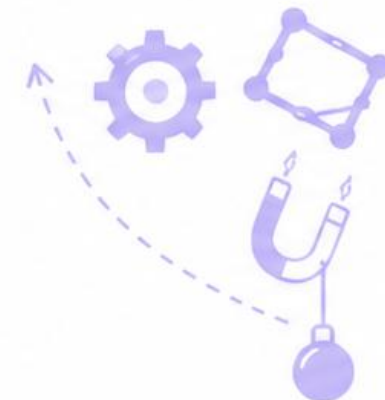
k – tuhost pružiny

x – deformace (prodloužení/stlačení)





ZÁKON ZACHOVÁNÍ ENERGIE

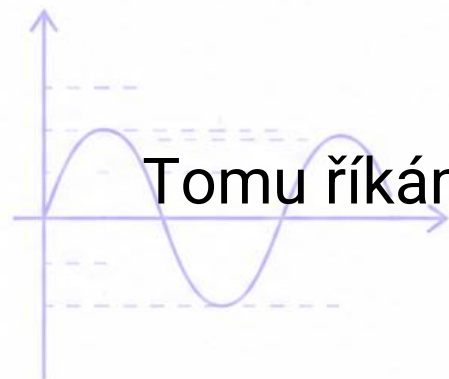


Mechanická energie tělesa se skládá ze dvou částí:

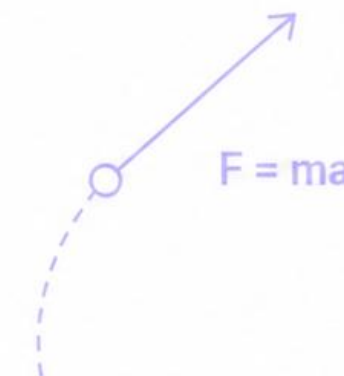
- **potenciální energie (E_p)** – daná výškou tělesa
- **kinetická energie (E_k)** – daná rychlostí tělesa

Při pohybu těles v gravitačním poli se tyto dvě energie **vzájemně přeměňují**, ale jejich **součet zůstává stejný**, pokud nepůsobí odporové síly.

$$E = E_k + E_p = \text{konst.}$$

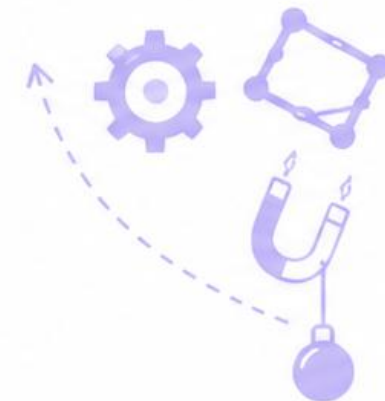


Tomu říkáme **zákon zachování mechanické energie**.





ZÁKON ZACHOVÁNÍ ENERGIE



Příklad – Vozík na dráze (A → B → C)

Bod A – nejvyšší poloha

- rychlost ≈ 0 E_p je maximální, E_k minimální

Pohyb z A do B (dolů)

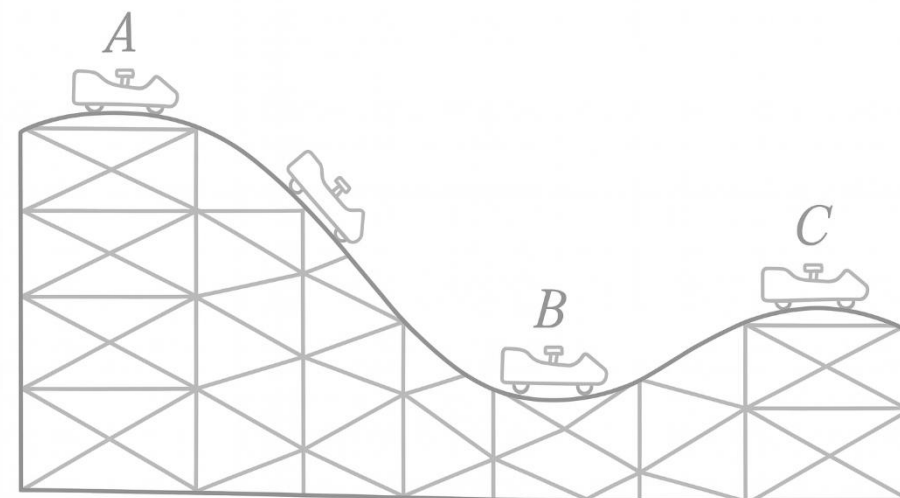
- vozík zrychluje
- klesá výška → E_p se zmenšuje
- rychlost roste → E_k se zvětšuje

Bod B – nejnižší poloha

- E_p nejmenší
- E_k největší (nejvyšší rychlost)

Pohyb z B do C (nahoru)

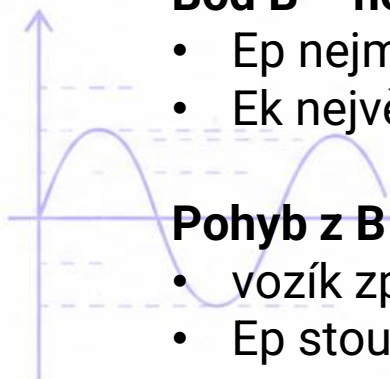
- vozík zpomaluje
- E_p stoupá a E_k klesá



$F = ma$

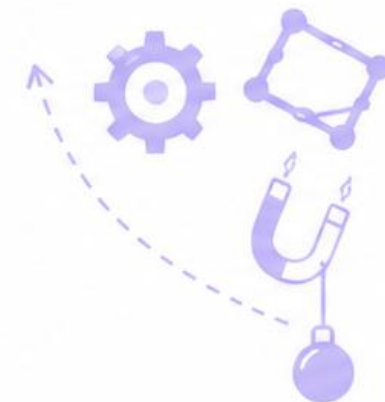
Hlavní myšlenka

Součet energií zůstává stejný. Mění se pouze jejich podíl.





ZÁKON ZACHOVÁNÍ ENERGIE

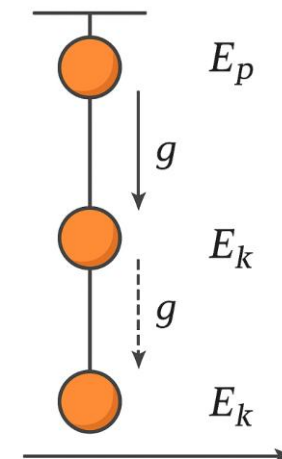


Zákon zachování mechanické energie – Volný pád

Při volném pádu tělesa platí:

- **potenciální energie** se snižuje
- **kinetická energie** se naopak zvyšuje
- **celková mechanická energie** je stále stejná

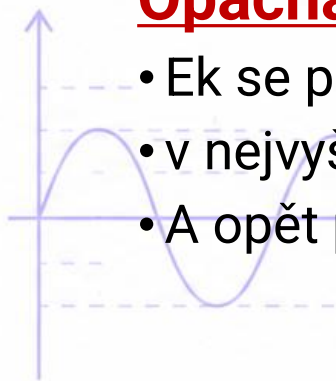
$$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \text{konst.}$$



Opačná situace – vrh vzhůru

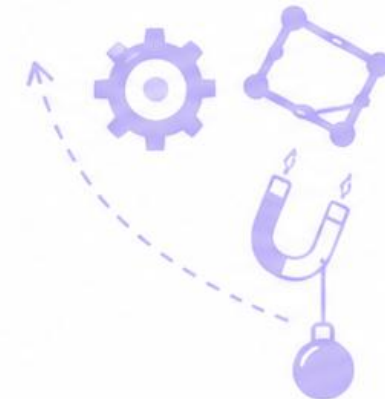
- E_k se při stoupání mění na E_p
- v nejvyšším bodě je $E_k = 0$ a E_p je maximální
- A opět platí:

$$E = E_k + E_p = \text{konst.}$$



$$F = ma$$





Děkuji za pozornost

