Mechanická práce – řešení příkladů

Mechanická práce, kterou vykoná těleso při přemisťování jiného tělesa, závisí na velikosti síly, která na těleso působí, na dráze, o kterou se těleso přemístí a na úhlu, který svírá vektor síly s trajektorií tělesa.

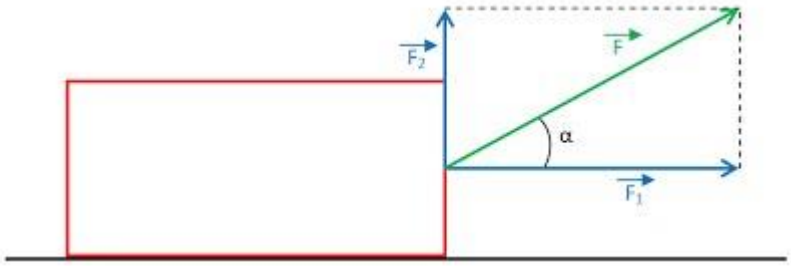
Přemisťujeme-li těleso po přímce působením konstantní síly rovnoběžné s trajektorií tělesa, vypočítá se **práce**:

$$W = F\,s$$

Jednotkou práce je N.m, nazývá se **joule** [džaul], značka **J**. (John Prescott Joule, 1818 – 1889, [džúl]).

Práce se nekoná, je-li síla působící na těleso kolmá k jeho trajektorii. Práci tedy nekoná ani dostředivá (normálová) síla při pohybu po kružnici.

Pokud působící síla svírá s trajektorií tělesa úhel α, můžeme ji rozložit na dvě navzájem kolmé složky, z nichž **jedna působí rovnoběžně s trajektorií – pouze tato složka koná práci** (na obrázku $\boldsymbol{F_1}$).



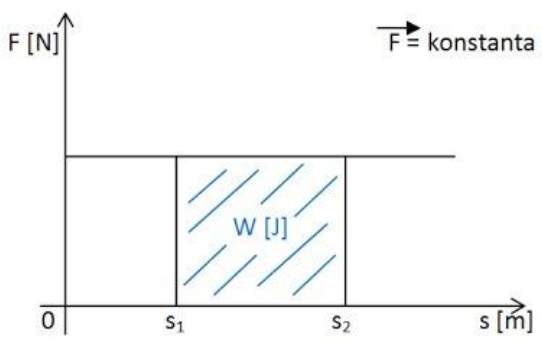
Velikost této složky je $F_1 = F\cos\alpha$

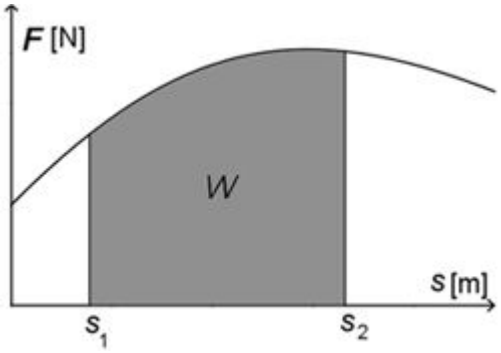
Jestliže těleso urazí působením konstantní síly ***F*** dráhu s, přičemž síla svírá s trajektorií tělesa stálý úhel α, je mechanická práce dána vztahem:

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

Pokud je $0 \leq \alpha < 90°$, je $\cos\alpha > 0$ a práce je kladná. V takovém případě těleso, které působí na jiné (zkoumané) těleso, koná práci. Pro úhly $90° < \alpha \leq 180°$ je $\cos\alpha < 0$, je práce záporná (typicky tření, odpor prostředí).

Práci lze také určit graficky:





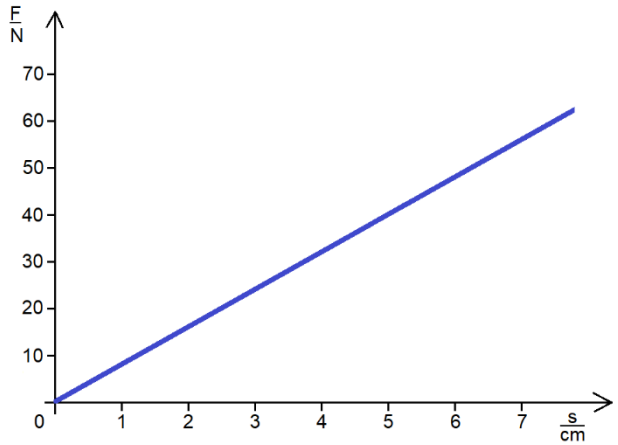
stálá síla

proměnlivá síla

Práce, kterou síla F vykoná na dráze $s = \Delta s = s_2 - s_1$, se rovná obsahu obdélníku o stranách F a s, tedy $W = F\,s$.

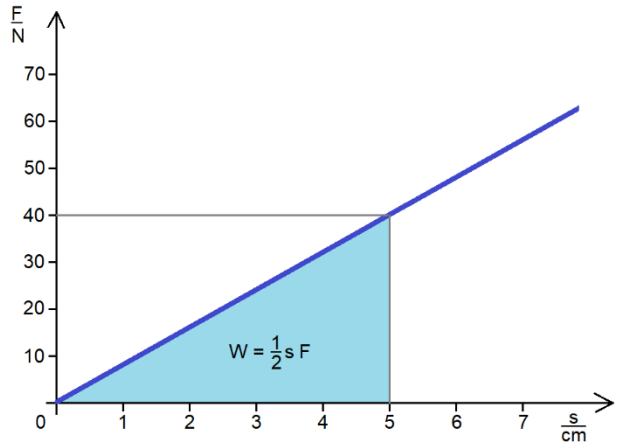
Příklady a úlohy:

Příklad 1: Při natahování pružiny je síla přímo úměrná délce protažení pružiny ($F = k.x$). Závislost pro konkrétní pružinu vyjadřuje graf:



Jakou práci vykonáme při natažení pružiny o 5 cm?

Řešení: práce je rovna obsahu pravoúhlého trojúhelníku o stranách F a s.



Příklad 2: Na automobil jedoucí po vodorovné silnici stálou rychlostí 80 $km.h^{-1}$ působí proti pohybu vlivem tření a odporu vzduchu síla o velikosti 3,5 kN. Jakou práci vykoná motor automobilu na dráze 5 km?

Řešení:
F = 3,5 kN = 3500 N
s = 5 km = 5000 m
W = ?

W = F s
W = 3500 . 5000 = 17 500 000 J = 17,5 MJ

Příklad 3: Krabici o hmotnosti 40 kg posuneme rovnoměrným pohybem po vodorovné podlaze o 20 metrů. Součinitel smykového tření mezi krabicí a podlahou je 0,5. Jakou práci při tom vykonáme?

Řešení:
m = 40 kg $F_g = m\ g$ ($g = 9{,}81\ m.s^{-1}$)
f = 0,5 $F = f\ F_n = f\ F_g = f\ m\ g$
s = 20 m
W = ?

W = F s = f m g s
W = 0,5 . 40 . 9,81 . 20 = 3924 J = 3,9 kJ

Diskuse: v zadání není napsáno, že působíme silou ve směru pohybu. To ale není potřeba, šikmou sílu rozložíme na složku kolmou k trajektorii a složku rovnoběžnou s trajektorií – pouze ta druhá koná práci. Tato síla musí být ≥ síle odporové – ta však působí vždy proti směru pohybu tělesa = rovnoběžně s trajektorií.

Příklad 4: Těleso přesuneme po vodorovné podložce po přímce do vzdálenosti 15 metrů. Působíme na něj silou o velikosti 80 N, která svírá se směrem trajektorie úhel 60°. Jakou práci vykonáme?

Řešení:
F = 80 N
α = 60°
s = 15 m
W = ?

W = F s cosα
W = 80 . 15 . cos60°
W = 600 J

JVe 19.02.17