4. Práce, výkon, energie a vrhy

4.1 Práce

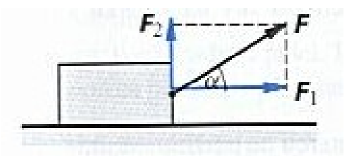
Těleso koná práci, jestliže působí silou na jiné těleso a posune jej po určité dráze ve směru síly.
Příklad: traktor táhne přívěs, jeřáb zvedá panel

Kdy se práce nekoná?
Těleso práci nekoná pokud se nepohybuje. Práci nekonáme, držíme-li v rukou předmět v určité výšce nad zemským povrchem. Na předmět sice působíme silou, avšak předmět se nepohybuje, je tedy s=0. Práce bude také nulová.
Obecně: Práce se nekoná je-li síla působící na těleso kolmá k jeho trajektorii.

Práci vypočítáme takto: W=F.s
Jednotka práce: $[W] = N \cdot m = 1J$
Co je 1 J? Jestliže působením síly 1N přemístíme těleso po dráze l m ve směru síly.

4.2 Práce při nesouhlasném směru síly a dráhy

Ukazuje se, že směr síly $\vec{F}$ vždy nesouhlasí s dráhou. V tomto případě svírá směr síly $\vec{F}$ se směrem dráhy úhel α .



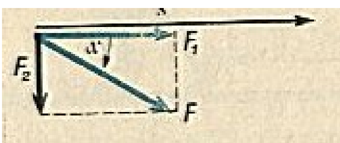
Jestliže síla $\vec{F}$ působící na těleso svírá s jeho trajektorií stálý úhel α , rozložíme sílu na dvě navzájem kolmé složky $\vec{F}_1$ a $\vec{F}_2$.
Práci koná jen složka $\vec{F}_1$, rovnoběžná s trajektorií tělesa.
Velikost této složky je: $F_1 = F \cdot \cos\alpha$
Pak je práce: $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$

Reálně se stává, že síla a dráha spolu svírají různé úhly podívejme se na několik základních případů:

a)

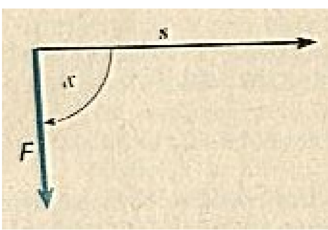
$\alpha = 0^{\circ}$, pak používáme vztah ve tvaru W = F· s

b)
$F_2 \rightarrow$

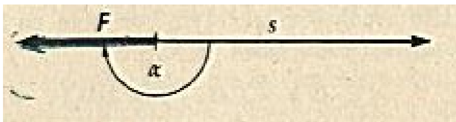


$\alpha < 90^{é}$, výsledný vztah: $W = F_1 \cdot s = F \cdot s \cdot \cos\alpha$
nemá pohybový účinek, snižuje tlakovou sílu

c)



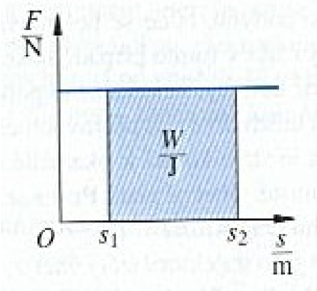
$\alpha = 90^0$, $F_1 = F \cdot \cos\alpha$, práce je nulová; W = 0

d) 

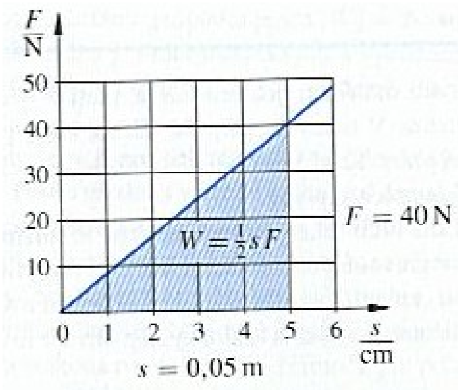
$\alpha = 180^0$, výsledný vztah: $W = -F \cdot s$, F je brzdící síla, výsledná práce je záporná.

4.3 Grafické určení mech. práce

1) Práce kterou síla (konstantní) vykoná po určité dráze

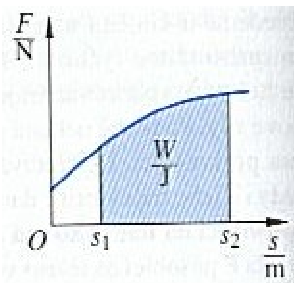


2) Práce při natahování pružiny



Síla při natahování pružiny $F = k \cdot s$. Potom práce $W = \frac{1}{2} F \cdot s = \frac{1}{2} ks^2$. Síla je F je přímo úměrná jejímu natažení

3) Práce při proměnné síle

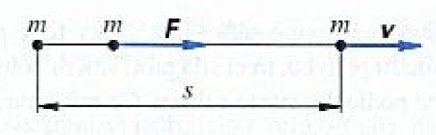


V tomto případě je síla funkcí dráhy: $F = f(s)$. Reálně se to řeší pomocí integrálů. To mi neumíme, proto to budeme počítat tak, že křivku rozdělíme na spoustu menších úseků, kde vypočítáme práci a pak tu práci sečteme. $W = F_1 \Delta s + F_2 \cdot \Delta s$ …….Je to součet malých W (práciček).

4.4 Kinetická energie (pohybová)

Abychom uvedli kouli do pohybu po vodorovném stole, musíme na ni působit silou po krátké dráze. Tím vykonáme práci. Koule se dále pohybuje setrvačností. Pohybující se koule má schopnost konat práci, tudíž má pohybovou energii. Této energii také říkáme energie z pohybu.

Obrázek:



Podle druhé pohybové zákona vyjádříme sílu: $F = m \cdot a$.

Těleso se pohybuje zrychleně $s = \frac{1}{2}at^2$.

Výsledná práce potom bude: $W = m \cdot a \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}m(at)^2 = \frac{1}{2}m \cdot v^2 = E_k$

$[E_k] = kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m = N \cdot m = 1J$

Pozor: Kinetická energie není vektor.

4.5 Potenciální energie (tíhová)

Abychom zvedli těleso o hmotnosti m do výšky h nad povrch Země rovnoměrným pohybem, musíme vykonat práci $W = m \cdot g \cdot h$. S tím, že práci nahradíme tíhovou energií a vztah bude vypadat takto: $E_p = m \cdot g \cdot h$. Jednotkou je opět 1 J. Jinak se této energii také říká energie z výšky.

4.6 Vzájemná přeměna pohybové a polohové energie

Přeměnu energie si uvedeme na příkladu.

Těleso o hmotnosti 2 kg volně padá z výšky $h_0 = 45m$ nad povrchem Země. Sledujme jak se mění během pohybu potenciální energie a kinetická energie vzhledem k Zemi. Odpor vzduchu zanedbáme.

Př. m = 2 kg
$h_0 = 45m$
h – aktuální výška
s – dráha kterou těleso urazilo

Zkusíme si vypočítat následující tabulku

t [s]	s – dráha kterou urazilo těleso	v = gt	$h = h_0 - s$	$E_p = m \cdot g \cdot h$	$E_k = \frac{1}{2}m \cdot v^2$	$E = E_p + E_k$
0						
1						
2						
3						

Z posledního sloupce tabulky zjišťujeme, že na konci každé sekundy je celková mechanická energie tělesa stálá a uděláme z toho tento závěr:

Při všech mechanických dějích se E_K mění v E_p a obráceně. Celková E = $E_K + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + m \cdot g \cdot h$ se nemění a je konstantní.

Příklad:
Těleso padá k zemi z výšky h. V jaké vzdálenosti od země platí, že energie kinetická se rovná 2/3 energie potenciální?

4.7 Zákon zachování energie (ZZE)

Při všech dějích v izolované soustavě těles se mění jedna forma energie v jinou, nebo přechází energie z jednoho tělesa na druhé těleso a celková energie soustavy se nemění.

4.8 Výkon

Pro porovnání hospodárnosti strojů je důležitá nejen velikost vykonané práce, ale i čas, za který stroj danou práci vykoná. Proto zavádíme kromě mechanické práce ještě jinou mechanickou veličinu a to výkon.

Výkon - vykonaná práce za čas.

$$P = \frac{W}{t} \qquad [P] = \frac{J}{s} = 1J \cdot 1s^{-1} = 1W$$

1 W je výkon, který vykoná práci 1 J za 1s.
V praxi se výkon udává v těchto jednotkách: $1kWh = 3{,}6 \cdot 10^6 J$

Reálný život
Velmi často v praxi potřebujeme okamžitý výkon:
Okamžitý výkon v čase $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

V dopravních prostředcích můžeme okamžitý P vyjádřit pomocí tažné síly a okamžité v .

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

Při činnosti strojů se přeměňuje energie z jedné formy na jinou nebo se přenáší energie z jednoho tělesa na jiné. Stroj koná práci odpovídající přeměněné nebo přenesené energii. Část energie dodávané stroji se však mění na teplo (nevyužitelná energie) . Výkon, který stroj za určitou dobu vykoná, je proto vždy menší než energie, kterou za tutéž dobu stroji dodáme (příkon).

Příkon – je podíl energie dodané stroji za určitou dobu.

$$P_0 = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Účinnost

éta
↑

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{výkon}{\text{příkon}} \cdot 100\%$$

Účinnost nemůže být nikdy větší či rovna 100%. Nejvyšší účinnosti dosahují elektrické motory (přes 90%). Benzinové motory dosahují účinnosti kolem 30%.
Perpetum mobile prvního stupně je periodicky pracující stroj jehož účinnost je 100%. Z toho plyne závěr, že nemůžeme sestrojit perpetum mobile prvního stupně.

4.9 Vrh svislý vzhůru

Skládá se ze dvou současných pohybů: pohyb rovnoměrný směrem vzhůru + volný pád.
V horním bodě se těleso zastaví.

Základní vztahy:

aktuální výška nad zemí: $h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

velikost okamžité rychlosti: $v = v_0 – gt$

doba stoupání: $T = \frac{v_0}{g}$

maximální výška výstupu: Je v místě, kde $v = 0$. $v_0 = gt$;

$$H = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} t^2 = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

Zajímá nás rychlost dopadu v.

Z výše padá těleso volným pádem: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$ a padá z maximální výšky $H = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$

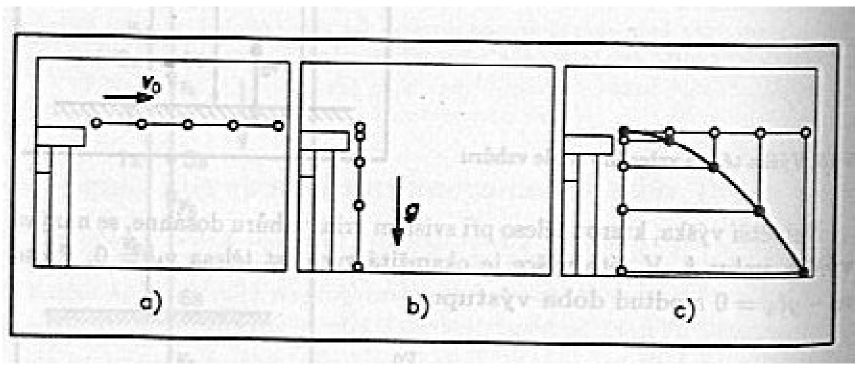
Spojením obou vztahů dohromady vznikne: $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{v_0^2}{2 \cdot g}} = v_0$

Závěr:

Jak dlouho těleso letí nahoru, tak dlouho letí dolů. Jakou rychlostí těleso vyhodíme, takovou rychlostí dopadne na zem.

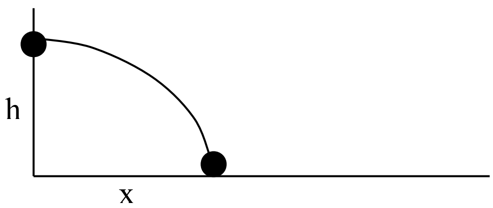
4.10 Vrh vodorovný

Koná ho těleso, jemuž udělíme počáteční rychlost v_0 ve vodorovném směru + volný pád.



Rychlost je tečnou ke trajektorii.

Určíme si souřadnice bodu B, v němž se těleso nachází za dobu t od okamžiku vrhu:



$x = v_0 \cdot t, \; h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$

Závěr: Délka vrhu závisí na počáteční rychlosti a na výšce h, ze které bylo těleso vrženo.