



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Mechanická práce, výkon, mechanická energie
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_16_03
Pořadí DUMu v sadě	3
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Petr Mikulášek
Datum vytvoření	10. 3. 2013
Jméno autora	Mgr. Alena Luňáčková
e-mailový kontakt na autora	lunackova@gymjev.cz
Ročník studia	1.
Předmět nebo tematická oblast	Fyzika
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Materiál pro přípravu na profilovou část maturitní zkoušky z fyziky Inovace: mezipředmětové vztahy s matematikou, využití ICT, mediální techniky.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

MECHANICKÁ PRÁCE, VÝKON, MECHANICKÁ ENERGIE

Mechanická práce, výkon, kinetická energie, potenciální energie, mechanická energie, zákon zachování energie, účinnost.

Mechanická práce W – fyzikální veličina – skalární = práce vykonaná silou F působící po dráze s .

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

F ... působící síla

s ... dráha

α ... úhel, který svírá síla F s trajektorií tělesa

Je-li $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha > 0 \Rightarrow W > 0$... práce se koná

Je-li $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \Rightarrow \cos \alpha < 0 \Rightarrow W < 0$... práce se spotřebovává

Je-li $\alpha = 90^\circ \Rightarrow W = 0$... síla práci nekoná

Jednotka práce byla nazvána na počest anglického fyzika J. P. JOULEA

Joule ... $1J = 1 \text{ N}\cdot\text{m} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$

Grafické určení práce = **pracovní diagram**: zobrazení závislosti velikosti síly na dráze v pravouhlých souřadnicích. Práce W , kterou síla vykoná, je dána obsahem obrazce pod grafem dané funkce.

Výkon P - fyzikální veličina – skalární = je práce vykonaná rovnoměrně za dobu t .

Vztah $P = \frac{W}{t} \left[\frac{J}{s} = J \cdot s^{-1} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} = W \right]$

Nekoná-li se práce rovnoměrně, uvedený vztah vyjadřuje průměrný výkon a výkon určíme ze

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

Jednotka výkonu byla nazvána na počest anglického vynálezce parního stroje JAMESE WATTA.

Pro práci vykonanou při konstantním výkonu platí $W = P \cdot t$ [$W \cdot s = J$]

$1W \cdot s$ wattsekunda

$1kW \cdot h = 3,6 \cdot 10^6 J$ kilowatthodina.....používá se v energetice

Vztah pro okamžitý výkon

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

v... okamžitá rychlost



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poznámka: Jednotka výkonu, která nepatří do soustavy SI a přesto se často používá ...kůň
1k = 736W

Energie E je nastrádaná práce – je to schopnost tělesa konat práci – skalární veličina.

Jednotka energie je stejná jako jednotka práce - joule ...J

Energie E – kinetická (pohybová) energie E_k – charakterizuje pohybový stav tělesa = hmotného bodu ve zvolené vztažné soustavě.

Vztah $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ m hmotnost hmotného bodu

- **potenciální (polohová) energie E_p**

Vztah pro potenciální energii ve výšce h nad nulovou hladinou potenciální energie:

$$E_p = mgh$$

Mechanická energie = součet kinetické a potenciální energie = celková mechanická energie tělesa : $E = E_k + E_p$

Zákon zachování mechanické energie: Při všech mechanických dějích se může měnit kinetická energie v potenciální a naopak, celková energie soustavy je však konstantní :

$$E = E_k + E_p = konst.$$

Poznámka: Energie je **stavovou veličinou**, protože popisuje stav soustavy.

Příkon P_0 – fyzikální veličina – skalární, která vyjadřuje dodanou energii stroji za dobu Δt :

$$P_0 = \frac{\Delta E}{\Delta t} [W]$$

Účinnost η je podíl výkonu a příkonu stroje: $\eta = \frac{P}{P_0}$

Účinnost se obvykle udává v procentech: $\eta = \frac{P}{P_0} \cdot 100\%$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Příklady

1. Nakloněná rovina o výšce $h = 6\text{m}$ svírá s vodorovnou rovinou úhel $\alpha = 30^\circ$. Na nakloněné rovině se může bez tření pohybovat těleso o hmotnosti 25kg ($g = 10\text{ms}^{-2}$). Jak velkou práci vykoná tíhová síla při posunutí tělesa po nakloněné rovině z výšky h dolů?

Řešení

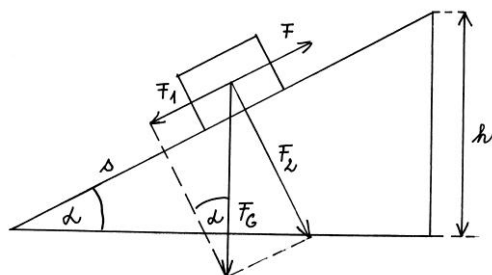
$$h = 6\text{m}, \alpha = 30^\circ, m = 25\text{kg}, g = 10\text{ms}^{-2}, W = ?$$

Výslednici \mathbf{F}_G rozložíme na složky $\mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2$.

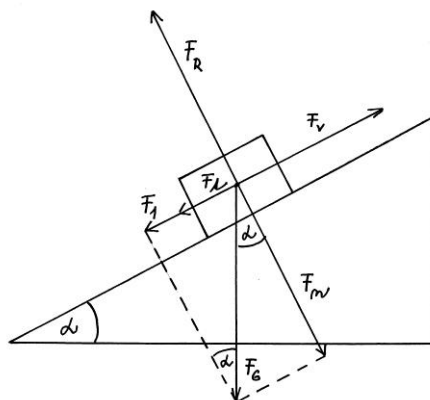
$$\text{Práci koná složka } \mathbf{F}_1 \Rightarrow W = F_1 \cdot s = F_G \cdot \sin \alpha \cdot s = mg \sin \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = mgh.$$

$$W = 25 \cdot 10 \cdot 6 = 1500\text{J}$$

Poznámka: $W = mgh \Rightarrow$ stejnou práci vykoná tíhová síla při posunutí tělesa svisle dolů po dráze h .



2. Jakou práci vykonáme, posuneme-li rovnoměrným pohybem těleso o hmotnosti 25kg do vzdálenosti 6m vzhůru po nakloněné rovině, která svírá s vodorovnou rovinou úhel $\alpha = 30^\circ$? Součinitel smykového tření mezi tělesem a rovinou je $0,15$ ($g = 10\text{ms}^{-2}$).





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Řešení

$$m = 25\text{kg}, s = 6\text{m}, \alpha = 30^\circ, f = 0,15; g = 10\text{ms}^{-2}, W = ?$$

Výslednici F_G rozložíme na složky F_1, F_n .

F_n ...normálová složka; její pohybový účinek se ruší reakcí podložky F_R .

F_v ...výslednice sil F_1 a F_t (třecí síla), která koná práci:

$$W = F_v \cdot s = (F_1 + F_t) \cdot s = (F_G \sin \alpha + fF_n) \cdot s = (F_G \sin \alpha + fF_G \cos \alpha) \cdot s = mgs(\sin \alpha + f \cos \alpha)$$

$$W = mgs(\sin \alpha + f \cos \alpha) = 25 \cdot 10 \cdot 6 \cdot (\sin 30^\circ + 0,15 \cos 30^\circ) = 945\text{J}$$

- Po vodorovné silnici táhne traktor stálou rychlostí kmen stromu o hmotnosti 1,2t do vzdálenosti 1,5km. Jakou mechanickou práci vykoná, je-li součinitel smykového tření 0,4? (7,2 MJ)
- Po vodorovné trati se rozjíždí vlak se zrychlením $0,4\text{ms}^{-2}$. Jakou práci vykoná lokomotiva o tažné síle 50kN za dobu 2 minuty? (144 MJ)
- Motor výtahu dopraví náklad o hmotnosti 300kg rovnoměrným pohybem do výšky 15m za 20s. a) Jakou práci motor vykoná? b) Jaký je výkon motoru? (45kJ; 2,25kW)
- Automobil jede při výkonu 60kW rychlostí 72kmh^{-1} . a) Jak velkou tažnou sílu vyvíjí? b) Jakou práci vykoná při stálém výkonu za půl hodiny? (3kN; $30\text{kWh} = 108\text{MJ}$)
- Kulička zavěšená na niti o délce 45cm se vychýlí tak, že napjatá nit svírá s původní svislou polohou niti úhel $\varphi = 45^\circ$. Jakou rychlostí projde po uvolnění nejnižším bodem? Odpor vzduchu zanedbejte. ($v = 1,62\text{ms}^{-1}$)
- Automobil o hmotnosti 900kg se rozjíždí z klidu se stálým zrychlením, přičemž dosáhl při výkonu motoru 60kW rychlosti 90kmh^{-1} . Určete velikost jeho zrychlení, jestliže na něj během pohybu působila stálá odporová síla o velikosti 450N.

$$(a = \frac{F - F_o}{m} = \frac{\frac{P}{v} - F_o}{m} = \frac{P - F_o \cdot v}{mv} = 2,17\text{ms}^{-2})$$
- Elektromotor o příkonu 15kW pracuje s účinností 95%. Jakou mechanickou práci vykoná za 8 hodin?

$$(W = \eta P_o t = 114\text{kWh} = 410\text{MJ})$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

10. Automobil o hmotnosti 1t zvětšil při výjezdu na dálnici rychlost z 90kmh^{-1} na 108kmh^{-1} .

a) Vypočítejte přírůstek kinetické energie automobilu.

b) Jakou práci by vykonal motor automobilu při daném zvětšení rychlosti?

Odpor vzduchu neuvažujte.

$$(\Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1} = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = 137,5\text{kJ} = W)$$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Seznam použité literatury a pramenů:

- Bednařík, M.- Šíroká, M.: Mechanika. Prometheus, Praha 2002. 288s. ISBN 80-7196-176-0.
- Lepil, O.- Bednařík, M.- Šíroká, M.: Fyzika. Sbírká úloh pro střední školy. Prometheus, Olomouc 1995. 269s. ISBN 80-7196-048-9.
- Kružík, M.: Sbírká úloh z fyziky. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha 1984. 335s. ISBN 14-117-84.

Necitované objekty (užité v tomto DUM) jsou dílem autora.

Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.

Dílo smí být šířeno pod licencí CC BY – SA.

