

Mechanická práce a energie

Zadání:

U každé z níže uvedených kartiček rozhodněte, čeho se daný vztah týká (co říká), a určete, co znamenají všechny veličiny ve vztahu.

Dále rozhodněte, zda jde o vztah důležitý (tj. je dobré si ho zapamatovat) nebo zda se jedná o vztah méně důležitý, např. vztah, který není potřeba si pamatovat, neboť se dá odvodit z nějakého hlavního vztahu, používá se velmi málo, či vztah, který je jen obecným řešením konkrétní úlohy.

U vztahů, které neoznačíte jako důležité, napište, proč je považujete za méně důležité.

Důležité vztahy výrazně označte (např. podbarvěte).

Důležitá poznámka:

Cílem tohoto pracovního listu je, aby žáci začali rozlišovat mezi důležitými a méně důležitými vztahy. Označení „důležitý“ chápeme ve smyslu praktický, potřebný užitečný. Je tedy možné, že výběr důležitých vztahů může být v některých třídách nebo školách (např. s menší hodinovou dotací) jiný, než je uváděno ve vzorovém řešení. Výběr důležitých vztahů vždy záleží na přístupu učitele.

Ukázka řešení:

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Co vztah říká:

Jak vypočítat, jakou dráhu urazilo těleso, které se pohybuje rovnoměrně zrychleným přímočarým pohybem

Význam veličin:

s – celková dráha, kterou těleso urazilo
 s_0 – počáteční dráha tělesa
 v_0 – počáteční rychlost tělesa
 t – čas, po který se těleso pohybovalo rovnoměrně zrychleným přímočarým pohybem
 a – zrychlení, se kterým se těleso pohybovalo

Jedná se o vztah **důležitý**.

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Co vztah říká:

Jak vypočítat čas, za který dopadne těleso na zem při volném pádu

Význam veličin:

t – čas, po který těleso padá
 h – výška, ze které těleso padá
 g – tíhové zrychlení

Jedná se o vztah **méně důležitý**.

Vztah vychází ze vztahu pro dráhu při rovnoměrně zrychleném přímočarém pohybu $s = \frac{1}{2} g t^2$, při němž má těleso nulovou počáteční dráhu i počáteční rychlost a pohybuje se s tíhovým zrychlením g .

Řešení pracovního listu:

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

Řešení: Co vzorec říká: Kinetická energie

Význam veličin: E_k – kinetická energie tělesa (resp. hmotného bodu)

m – hmotnost tělesa

v – rychlost, kterou se těleso pohybuje

Jedná se o vzorec **důležitý**.

$$\bullet \quad E_p = mgh$$

Řešení: Co vzorec říká: Tíhová potenciální energie

Význam veličin: E_p – tíhová potenciální energie tělesa (resp. hmotného bodu)

m – hmotnost tělesa

g – tíhové zrychlení

h – výška hmotného bodu nad nulovou hladinou tíhové potenciální energie (nad vodorovnou rovinou, kterou jsme si určili a přiřadili jí nulovou tíhovou potenciální energii).

Jedná se o vzorec **důležitý**.

$$\bullet \quad W = Fs \cos \alpha$$

Řešení: Co vzorec říká: Mechanická práce

Význam veličin: W – mechanická práce vykonaná silou F

F – síla působící na těleso (resp. hmotný bod)

s – dráha, kterou těleso urazí

α – úhel mezi působící silou a směrem pohybu tělesa

Jedná se o vzorec **důležitý**.

$$\bullet \quad W = Fs$$

Řešení: Co vzorec říká: Mechanická práce

Význam veličin: W – mechanická práce vykonaná silou F

F – síla působící na těleso (resp. hmotný bod)

s – dráha, kterou těleso urazí

Tento vzorec platí ve speciálním případě, kdy na těleso (resp. hmotný bod) působí konstantní síla, jejíž směr je stejný jako směr pohybu tělesa.

Jedná se o vzorec **méně důležitý**.

Vzorec je odvozen z obecnějšího tvaru $W = Fs \cos \alpha$ (ve vektorovém tvaru: $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$), kde α je konstantní úhel, který svírá působící síla se směrem pohybu tělesa.

$$\bullet \quad W = \Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

Řešení: Co vzorec říká: Mechanická práce se mění v kinetickou energii

Význam veličin: W – mechanická práce

ΔE_k – změna kinetické energie tělesa (resp. hmotného bodu)

m – hmotnost tělesa

v_1 – počáteční rychlost tělesa

v_2 – koncová rychlost tělesa

Vzorec lze odvodit ze vztahu pro mechanickou práci $W = Fs$.

Jedná se o vzorec **méně důležitý**.

Poznámka: Vzorec lze odvodit ze vztahu pro mechanickou práci $W = Fs$, kde velikost síly F vyjádříme z druhého Newtonova zákona $F = ma$. Protože předpokládáme, že má těleso nenulovou počáteční rychlost v_1 , zrychlení si vyjádříme jako $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$ a dráha s rovnoměrně zrychleného pohybu je $s = \frac{1}{2} at^2 + v_1 t$. Dosazením dostaneme:

$$\begin{aligned} W = Fs &= ma \left(\frac{1}{2} at^2 + v_1 t \right) = m \frac{v_2 - v_1}{t} \left(\frac{1}{2} \frac{v_2 - v_1}{t} t^2 + v_1 t \right) = m \frac{v_2 - v_1}{t} \left(\frac{1}{2} v_2 t - \frac{1}{2} v_1 t + v_1 t \right) = \\ &= m \frac{v_2 - v_1}{t} \left[\frac{1}{2} (v_2 + v_1) t \right] = \frac{1}{2} m (v_2 - v_1) (v_2 + v_1) = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \end{aligned}$$

Daný vzorec můžeme interpretovat takto: Jestliže těleso účinkem stálé síly \vec{F} změní na dráze s svoji rychlost z hodnoty v_1 na hodnotu v_2 , změní se jeho kinetická energie o ΔE_k a síla vykonala práci W .

$$\bullet \quad W = \Delta E_p = mg(h_2 - h_1)$$

Řešení: Co vzorec říká: Mechanická práce se mění v tíhovou potenciální energii

Význam veličin: W – mechanická práce

ΔE_p – změna tíhové potenciální energie tělesa

m – hmotnost tělesa

g – tíhové zrychlení

h_1 – počáteční výška tělesa

h_2 – koncová výška tělesa

Vzorec lze odvodit ze vztahu pro mechanickou práci $W = Fs$.

Jedná se o vzorec **méně důležitý**.

Poznámka 1: Stejně jako v minulém případě, i nyní lze daný vzorec odvodit ze vztahu pro mechanickou práci $W = Fs$. Nyní je však silou F , která vykonává tuto práci, tíhová síla $F_G = mg$ a dráhou s je rozdíl výšek tělesa na konci a na počátku pohybu ($s = h_2 - h_1$).

Poznámka 2: Práce vykonaná tíhovou silou (resp. změna tíhové potenciální energie hmotného bodu) závisí na hmotnosti hm. bodu, na tíhovém zrychlení a na počáteční a konečné výšce hm. bodu. Práce však nezávisí na tvaru trajektorie, po níž se hm. bod pohybuje, ani na délce jeho dráhy.

$$\bullet \quad E = E_k + E_p$$

Řešení: Co vzorec říká: Mechanická energie

Součet kinetické a potenciální energie tělesa (resp. hmotného bodu) nazýváme mechanickou energií tělesa (resp. hmotného bodu).

Význam veličin: E – mechanická energie tělesa (resp. hmotného bodu)

E_k – kinetická energie tělesa

E_p – tíhová potenciální energie tělesa

Jedná se o vzorec **důležitý**.

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

Řešení: Co vzorec říká: Zákon zachování mechanické energie

Význam veličin: E – mechanická energie tělesa (resp. hmotného bodu)

E_k – kinetická energie tělesa

E_p – tíhová potenciální energie tělesa

Jedná se o vzorec **důležitý**.

Poznámka 1: Ač je zákon zachování mechanické energie „pouze“ speciálním případem celkového zákona zachování energie, je v mechanice velmi důležitý a je vhodné si jej pamatovat. Proto jej označujeme jako důležitý.

Poznámka 2: Zákon zachování mechanické energie platí pouze v izolované soustavě. V takové soustavě dochází pouze k přeměněm potenciální energie v kinetickou a naopak.

Tento zákon vychází ze zákona zachování energie, který říká, že při všech dějích v soustavě těles se mění jedna forma energie v jinou, nebo přechází energie z jednoho tělesa na druhé. Celková energie soustavy těles však zůstává konstantní.