

Kinetická energie rotujícího tělesa

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:

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

Řešení: Co vztah říká: Kinetická energie tuhého tělesa při rotačním pohybu kolem nehybné osy

Význam veličin: E_k – kinetická energie tuhého tělesa při rotačním pohybu

J – moment setrvačnosti tělesa

ω – úhlová rychlost, kterou se těleso otáčí

Jedná se o vztah **důležitý**.

$$\bullet \quad E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J \omega^2$$

Řešení: Co vztah říká: Celková kinetická energie tuhého tělesa, které koná současně posuvný a otáčivý pohyb kolem osy procházející těžištěm tělesa (tzv. Königova věta)

Význam veličin: E_k – celková kinetická energie tělesa

m – hmotnost tělesa

v – rychlost, kterou se těleso (resp. jeho těžiště) pohybuje posuvným pohybem

J – moment setrvačnosti tělesa vzhledem k ose jdoucí těžištěm tělesa

ω – úhlová rychlost, kterou se těleso otáčí

Celková kinetická energie tělesa je dána součtem energie posuvného a otáčivého pohybu.

Jedná se o vztah **méně důležitý**.

Poznámka: Tuto energii má např. kolo automobilu, které se otáčí kolem své osy a zároveň se pohybuje ve směru rychlosti automobilu.

$$\bullet \quad E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} m r^2 \omega^2$$

Řešení: Co vztah říká: Celková kinetická energie obruče (nebo pláště válce bez podstav), která koná současně posuvný pohyb a otáčivý pohyb vzhledem k ose procházející kolmo jejím středem

Význam veličin: E_k – celková kinetická energie tělesa

m – hmotnost tělesa

v – rychlost, kterou se těleso pohybuje posuvným pohybem

r – vzdálenost bodů tělesa od osy otáčení

ω – úhlová rychlost, kterou se těleso otáčí

Tento vztah je speciálním případem vztahu pro celkovou kinetickou energii tělesa $E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J \omega^2$, jehož moment setrvačnosti J se rovná $m r^2$ (jedná se např. o moment setrvačnosti obruče o poloměru r , která se otáčí kolem osy procházející jejím středem)

Jedná se o vztah **méně důležitý**.

$$\bullet \quad W = \frac{1}{2}m \left(v^2 + \frac{1}{2}r^2\omega^2 \right)$$

Řešení: Co vztah říká: Mechanická práce se rovná kinetické energii tělesa, které koná posuvný i otáčivý pohyb

Význam veličin: W – mechanická práce

m – hmotnost tělesa

v – rychlost, kterou se těleso pohybuje posuvným pohybem

r – vzdálenost bodů tělesa od osy otáčení

ω – úhlová rychlost, kterou se těleso otáčí

Vztah lze odvodit ze vztahu pro kinetickou energii tělesa $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$. Moment setrvačnosti tělesa J je v tomto případě roven $\frac{1}{2}mr^2$ – jedná se tedy o kruhovou desku nebo válec otáčející se kolem své středové osy a zároveň konající posuvný pohyb (např. kolo automobilu)

Jedná se o vztah **méně důležitý**.

$$\bullet \quad W = \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{4}m_2r^2\omega^2$$

Řešení: Co vztah říká: Mechanická práce se rovná kinetické energii soustavy dvou těles, z nichž jedno koná posuvný a jedno otáčivý pohyb

Význam veličin: W – mechanická práce

m_1 – hmotnost tělesa, které koná posuvný pohyb

v – rychlost, kterou se těleso pohybuje posuvným pohybem

m_2 – hmotnost tělesa, které koná otáčivý pohyb

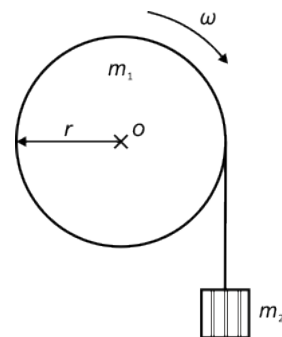
r – vzdálenost bodů tělesa od osy otáčení (resp. poloměr kruhové desky či válce)

ω – úhlová rychlost, kterou se těleso otáčí

Vztah jde stejně jako v předchozím případě odvodit ze vztahu pro kinetickou energii $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$. Je však důležité si uvědomit, že v tomto případě se jedná o celkovou kinetickou energii soustavy dvou těles, z nichž jedno koná posuvný a jedno otáčivý pohyb. Kinetická energie tělesa, které koná posuvný pohyb, je $E_k = \frac{1}{2}m_1v^2$. Kinetická energie tělesa konajícího otáčivý pohyb je $E_k = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{4}m_2r^2\omega^2$. Moment setrvačnosti otáčejícího se tělesa je tedy roven $\frac{1}{2}m_2r^2$, z čehož můžeme usuzovat, že se jedná o kruhovou desku nebo válec.

Jedná se o vztah **méně důležitý**.

Poznámka: Soustavou, kterou tvoří dvě výše popsaná tělesa, může v našem případě být např. kolo o hmotnosti m_1 a poloměru r , které se otáčí kolem osy jdoucí jeho středem. Na obvodu kola je navinuto vlákno, na jehož konci je zavěšeno závaží o hmotnosti m_2 (viz obrázek).



$$\bullet \quad E = E_{kr} + E_{kp} + E_p$$

Řešení: Co vztah říká: Mechanická energie tělesa je tvořena součtem kinetické energie otáčivého a posuvného pohybu tělesa a potenciální energie.

Význam veličin: E – mechanická energie tělesa

E_{kr} – kinetická energie otáčivého pohybu tělesa

E_{kp} – kinetická energie posuvného pohybu tělesa

E_p – tíhová potenciální energie tělesa

Tento vztah vyplývá ze vztahu pro mechanickou energii $E = E_k + E_p$, kde E_k je kinetická energie tělesa a E_p je jeho tíhová potenciální energie. V našem případě je kinetická energie tělesa rozepsána jako součet kinetické energie otáčivého a posuvného pohybu tělesa.

Jedná se o vztah **méně důležitý**.