

KINETICKÁ ENERGIE TUHÉHO TĚLESA

(lze formulovat jako problémovou úlohu)

Pomůcky:

2 PET láhve o objemu 0,5 litru, rýže, voda, černý papír nebo černá barva, váha, stůl

Postup:

Před vlastním experimentem obě plastové láhve začerníme nebo obalíme černým papírem, aby nebylo vidět dovnitř.



Jednu plastovou láhev o objemu 0,5 litru naplníme vodou, druhou syrovou rýží. Láhve zvážíme a případně upravíme množství vody resp. rýže tak, aby měly obě láhve stejnou hmotnost. Přitom se snažíme o to, aby obě láhve byly maximálně naplněné.



Láhve položíme na kratší stranu stolu, stoupneme si za stůl a láhve přidržíme (každou rukou jednu). Požádáme pomocníka, aby si stoupl na opačný konec stolu a byl připraven zachytit valící se láhve. Stůl na straně, u které stojíme, zvedneme a současně vypustíme obě láhve.

Obě láhve se začnou po stole valit směrem dolů. Jedna z nich se přitom pohybuje prokazatelně rychleji. Experiment můžeme zopakovat s tím, že navzájem zaměníme startovní pozice obou lahví.

Proč se jedna láhev pohybuje rychleji? Která to je?



Vysvětlení:

Láhve položené na zvednutém konci stolu mají vzhledem k druhému konci stolu určitou potenciální energii E_p , která je dána výškou zvednutí stolu h a hmotností m láhve. Po uvolnění lahví se začne jejich potenciální energie E_p přeměňovat na kinetickou energii E_k , která se skládá ze dvou složek: kinetické energie E_{k_posuv} posuvného pohybu (láhev se pohybuje po stole shora dolů) a kinetické energie E_{k_rotace} rotačního pohybu (láhev se při svém pohybu otáčí). Přitom zanedbáváme odpor vzduchu a tření mezi lahví a stolem.

Láhev naplněná rýží se otáčí jako jeden celek - třecí síla mezi jednotlivými zrnky rýže resp. mezi zrnky rýže a vnitřkem láhve je dostatečně velká, takže se rýže nemůže přesýpat. Láhev naplněná vodou se otáčí snáze - otáčí se jenom samotná láhev, zatímco voda se téměř neotáčí. (S lahví je strhávána pouze mezní vrstva vody, která se dotýká vnitřní stěny láhve.) Proto má láhev s vodou menší moment setrvačnosti než láhev s rýží: $J_{\text{voda}} < J_{\text{ryze}}$.

Vzhledem k tomu, že kinetická energie rotačního pohybu daného tělesa je přímo úměrná jeho momentu setrvačnosti, je kinetická energie rotačního pohybu láhve s vodou menší než tatáž energie láhve s rýží: $E_{k_rotace_voda} < E_{k_rotace_ryze}$. Podle zákona zachování mechanické energie pro každou láhev platí $E_p = E_{k_posuv} + E_{k_rotace}$. Obě láhve mají stejnou potenciální energii, takže $E_{k_posuv_voda} > E_{k_posuv_ryze}$. Láhev s vodou má tedy větší kinetickou energii posuvného pohybu a tedy i větší velikost rychlosti posuvného pohybu.

