

Mechanika

Asi jste si všimli, že úlohy v mechanice, se kterými jste se doposud setkali, se dají řešit různými postupy, resp. podle použitého postupu se dají úlohy rozdělit na několik skupin. Obecně můžeme odlišit dva rozdílné přístupy k řešení úloh. Prvním je řešení pomocí pohybové rovnice, kdy pracujeme s časovými závislostmi jednotlivých veličin, jako je poloha, rychlost a zrychlení. Druhá možnost spočívá v zaměření se na veličiny, které se při pohybu zachovávají – tj. použití zákonů zachování hybnosti a mechanické energie. V tomto přístupu se nezabýváme vývojem v čase. Někde lze dokonce úlohu řešit pomocí obou přístupů nebo je potřeba tyto přístupy zkombinovat. Který přístup lze použít k vyřešení úlohy nebo je pomocí něho řešení jednodušší, záleží na tom, co je v úloze zadané a co je třeba nalézt.

Zadání:

Níže je uvedeno 6 možností označených písmeny A-F, které obsahují jeden nebo více základních fyzikálních principů. Pod nimi naleznete 10 úloh, jež lze pomocí některých těchto fyzikálních principů vyřešit. Vaším úkolem je vybrat ke každé úloze právě jednu z možností A-F tak, aby byla pomocí daného fyzikálního principu vyřešena co možná nejefektivnějším způsobem.

Zadané úlohy nemusíte řešit až do získání výsledku.

Fyzikální principy:

- A) Newtonovy zákony, pohybová rovnice
- B) Zákon zachování mechanické energie (resp. přeměny různých forem energie)
- C) Zákon zachování hybnosti
- D) Použití dvou fyzikálních principů: zákon zachování hybnosti – zákon zachování mechanické energie
- E) Použití dvou fyzikálních principů: zákon zachování mechanické energie – pohybová rovnice
- F) Použití dvou fyzikálních principů: zákon zachování hybnosti – pohybová rovnice

Úlohy:

1. Do stojícího železničního vagonu, který má hmotnost 32 tun, narazí zepředu stejně těžký vagon jedoucí rychlostí o velikosti 2 m s^{-1} a ve stejný okamžik do stojícího vagonu narazí zezadu vagon o hmotnosti 48 tun rychlostí o velikosti 6 m s^{-1} . Při srážce se všechny tři vagony spojí a začnou se pohybovat společně jedním směrem. Jakým směrem a jak velkou rychlostí se vagony budou pohybovat?

Použitý princip: C

Poznámka: Pro řešení úlohy není důležité, že se všechny vagony srazí ve stejný okamžik. Pro řešení úlohy jsme využili zákon zachování hybnosti a v tomto přístupu se nezabýváme časovým vývojem dané situace. Zajímá nás pouze celková hybnost na začátku a celková hybnost na konci.

Výsledek: 2 m s^{-1} , pohyb dopředu

2. Po dokonale hladké nakloněné rovině o délce 20 m klouže těleso. Během pohybu sníží jeho těžiště svoji polohu o 5 m. Určete, jak velkou rychlost bude mít těleso na konci roviny, je-li nahoře volně vypuštěno. Odporové síly neuvažujte.

Použitý princip: **B**

Poznámka: Výsledek úlohy nezávisí na sklonu roviny, a tedy ani na délce dráhy, kterou těleso urazí. Důležitá je výška, kterou těleso během pohybu překoná.

Výsledek: 10 m s^{-1}

3. Nákladní auto jede stálou rychlostí 30 km h^{-1} z kopce. Hmotnost auta je 5 t. Auto brzdí pomocí motoru, celková brzdná síla působící na auto má velikost 4400 N. Určete sklon kopce.

Použitý princip: **A**

Poznámka: Sklon kopce nezávisí na rychlosti, kterou auto jede, ale pouze na brzdě síle.

Výsledek: $5^\circ 8'$ (resp. 9 %)

4. Vypočtete, jak vysoko vyskočí po uvolnění kulička o hmotnosti 10 g, která je položena na pružině stlačené ve svislém směru o 5 cm. Pružina se stlačí silou 1 N o 1 cm. Tíhové zrychlení je 10 m s^{-2} , ztráty třením nebo odporem vzduchu neuvažujeme.

Použitý princip: **B**

Výsledek: 1,25 m

5. Na hladké vodorovné rovině leží dvě tělesa o hmotnostech 2 kg a 4 kg spojená stlačenou pružinou. Energie stlačené pružiny je 6 J. Po uvolnění pružiny se pružina roztáhne do původní délky a obě tělesa se začnou pohybovat v opačných směrech. Určete velikost jejich rychlostí. Hmotnost pružiny a tření neuvažujeme.

Použitý princip: **D**

Poznámka: Při řešení této úlohy nezáleží na pořadí použití zákona zachování hybnosti a zákona zachování energie. Oba principy je potřeba použít společně a sestavit pomocí nich soustavu dvou rovnic.

Výsledek: Tělesa se budou pohybovat v opačných směrech rychlostmi o velikostech 2 m s^{-1} a 1 m s^{-1} .

6. Míč o hmotnosti 0,20 kg dopadl kolmo na pevnou stěnu rychlostí 20 m s^{-1} a odrazil se rychlostí 15 m s^{-1} . Náraz trval po dobu 0,005 s. Jak velkou průměrnou silou působila po dobu nárazu stěna na míč?

Použitý princip: **A**

Poznámka 1: Při řešení této úlohy se používá pohybová rovnice ve tvaru $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$.

Výsledek: 1400 N

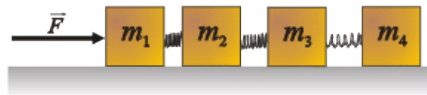
7. Po vodorovné desce se stálou rychlostí v pohybuje těleso o hmotnosti m . Toto těleso se nepružně srazí s tělesem o hmotnosti M , které bylo na počátku v klidu. Obě tělesa následně vyjedou na nakloněnou rovinu s úhlem sklonu α . Do jaké maximální vzdálenosti na nakloněné rovině tato tělesa vyjedou? Tření a odporové síly neuvažujte.

Použitý princip: **D**

Poznámka: Při řešení této úlohy je jasně oddělené pořadí použití obou zákonů zachování. V první části úlohy, kde se nepružně srážejí dvě tělesa, je potřeba pomoci zákona zachování hybnosti určit výslednou rychlost těles po srážce. Ve druhé části úlohy pak ze zákona zachování mechanické energie lze určit výšku, do které jsou tělesa schopna vyjet.

Rozdíl mezi úlohami, kde se oba zákony používají společně (úloha 5) a v jasně daném pořadí (tato úloha), je vhodné se studenty prodiskutovat.

8. Čtyři stejné dřevěné kostky o hmotnostech m jsou navzájem spojeny za sebou třemi stejnými pružinami o tuhosti k . Kolmo na stěnu krajní kostky tlačíme silou F , a tak vyvoláváme rovnoměrně zrychlený pohyb kostek se zrychlením o velikosti a . Určete velikost této síly F a zkrácení každé pružiny, jestliže f je koeficient smykového tření mezi kostkami a vodorovnou podložkou. Hmotnost pružin neuvažujte.



<http://fyzikalniulohy.cz>

Použitý princip: **A**

9. Těleso, které má tvar kvádra a pohybuje se po vodorovné rovině, se začne pohybovat vzhůru po nakloněné rovině počáteční rychlostí 10 m s^{-1} . Úhel sklonu nakloněné roviny je 30° . Určete vzdálenost, kterou těleso na nakloněné rovině urazí až do okamžiku zastavení. Tíhové zrychlení je $9,81 \text{ m s}^{-2}$. Tření a odporové síly neuvažujte.

Použitý princip: **B**

Výsledek: 5 m

10. Ocelová koule o hmotnosti 1 kg pohybující se rychlostí 3 m s^{-1} ve směru osy x se srazí dokonale pružným centrálním rázem s jinou ocelovou koulí o hmotnosti 0,5 kg, která byla na začátku v klidu. Určete rychlosti obou koulí po rázu.

Použitý princip: **D**

Poznámka: Při řešení této úlohy nezáleží na pořadí použití zákona zachování hybnosti a zákona zachování energie. Oba zákony je potřeba použít společně a sestavit soustavu dvou rovnic.

Výsledek: 1 m s^{-1} a 4 m s^{-1}

Použitá literatura s označením úloh ve zdrojích:

BARTUŠKA, K. *Sbírka řešených úloh z fyziky pro střední školy I.* 2.vyd. Praha: Prometheus, 1997. ISBN: 80-7196-236-8.

- úlohy: **2** (č. 108), **4** (č. 112), **5** (č. 115), **9** (č. 108), **10** (č. 116)

BEDNAŘÍK, M., ŠIROKÁ, M. *Fyzika pro gymnázia – Mechanika.* 4. vyd. Praha: Prometheus, 2010. ISBN: 978-80-7196-382-0.

- úlohy: **6** (mechanika, 3.6/2)

LEONARD, W. J., DUFRESNE, R. J. & MESTRE, J. P. Using qualitative problem-solving strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems. *American Journal of Physics.* 1996, 64(12), pp. 1495-1503.

- úlohy: **7**

KOUPILOVÁ, Z. *Sbírka řešených úloh z fyziky* [online]. [cit. 21. 11. 2013] Dostupné z: <http://fyzikalniulohy.cz>

- úlohy: **3** (č. 215), **8** (č. 140)

ŽÁK, V. *Fyzikální úlohy pro střední školy.* Praha: Prometheus, 2011. ISBN: 978-80-7196-411-7.

- úlohy: **1** (mechanika, A 3.9)