

VALIVÝ POHYB TĚLES PO NAKLONĚNÉ ROVINĚ

(zásobník úloh a námětů do výuky)

Zásobník slouží jako zdroj příkladů a námětů pro učitele, tudíž zde nejsou metodicky rozpracované hodiny. Vyučující zde ale naleznou nápady, které mohou zakomponovat do výuky.

Zásobník je rozdělen na následující části:

- Zásobník úloh – základní úroveň
- Zásobník úloh – pokročilá úroveň
- Náměty do výuky

Zásobník úloh – základní úroveň

1. Ve svém románu Jules Verne popisuje životní úsilí Matyáše Sandorfa (doktora Antekirta) o nalezení a potrestání udavačů, kteří prozradili přípravy povstání a jsou tak viníky popravy tří organizátorů.

„Mám-li prorazit kruhem lupičů, prorazím jím stůj co stůj,“ řekl Pescade, „vždyť jsem nebyl nadarmo clownem.“

Vysvětlil pak Matifouovi, jak se chce dostat za kruh lupičů, aby mohl přivolat pomoc.

„Ale vydáváš se v nebezpečí,“ namítl Matifou.

„Snad, ale já chci.“

Odporovat Pescadovi, to se Matifou nikdy neodvážil. Oba se tedy odplížili vpravo od domu, kde leželo množství sněhu.

Za deset minut, zatímco zápas mezi lupiči a obléhanými pokračoval, objevil se Matifou s velkou sněhovou koulí, kterou válel před sebou. Pak zároveň s balvany, které všichni námořníci vrhali na útočníky, pustil Matifou svou kouli. Kutálela se po svahu, prorazila řadami banditů a zastavila se padesát kroků za nimi v nehluboké rozsedlině.

Nárazem se rozpadla a z jejího vnitřku hbitě vyklouzl mužík.

Byl to Pescade, který se dal Matifouem uzavřít do sněhové koule, vydávaje se v nebezpečí, že se zřítí do propasti.

VERNE, Jules. *Matyáš Sandorf - Nový hrabě Monte Christo*. Praha: Albatros, 1988.

V aplikaci *Valivý pohyb těles po nakloněné rovině* zvolte úhel nakloněné roviny 45° a délku nakloněné roviny 5 m. **Tyto údaje pak neměňte!**

- a. Odhadněte, zda a jak závisí dojezdová rychlost koule na její hmotnosti.

Můj odhad: _____

S pomocí aplikace zjistěte, zda závisí dojezdová rychlost koule na její hmotnosti.

Doplňte údaje do tabulky a formulujte obecné pravidlo.

Poloměr válce	0,1 m	0,1 m	0,1 m
Hmotnost válce	1 kg	2 kg	3 kg
Dojezdová rychlost			

Obecné pravidlo: _____

- b. Odhadněte, zda a jak závisí dojezdová rychlost koule na jejím poloměru.

Můj odhad: _____

S pomocí aplikace zjistěte, zda závisí dojezdová rychlost koule na jejím poloměru.

Doplňte údaje do tabulky a formulujte obecné pravidlo.

Poloměr válce	0,05 m	0,1 m	0,2 m
Hmotnost válce	1 kg	1 kg	1 kg
Dojezdová rychlost			

Obecné pravidlo: _____



- c. Pokud by se Pescade rozhodl pro únik využít sáňky, jak by se změnila jeho dojezdová rychlost oproti úniku ve sněhové kouli?

Můj odhad: _____

Porovnejte valivý pohyb po nakloněné rovině s pohybem posuvným.

V aplikaci *Translační pohyb tělesa po nakloněné rovině* nastavte úhel nakloněné roviny 45° a délku nakloněné roviny 5 m, součinitel smykového tření 0. **Tyto údaje pak neměňte!**

Hmotnost tělesa	1 kg	2 kg	3 kg
Dojezdová rychlost			

Z teorie vyplývá, že by zrychlení koule mělo odpovídat $5/7$ zrychlení rotující koule. Ověřte to s pomocí tabulek hodnot.

Zrychlení rotující koule: _____

Zrychlení translačního pohybu: _____

Podíl zrychlení: _____

Odpovědi: Dojezdová rychlost koule je ve všech případech 7,04 m/s. Její rychlost (rychlost středu koule) tedy nezávisí na její hmotnosti či průměru. Dojezdová rychlost translačního pohybu je 8,32 m/s.

Zrychlení koule je $4,92 \text{ m/s}^2$, zrychlení translačního pohybu je $6,92 \text{ m/s}^2$. Podíl zrychlení je přibližně 0,71.

2. Padesátikorunovou minci můžeme považovat za válec. Necháme ji kutálet po nakloněné rovině se sklonem 15° o délce 120 cm (např. školní lavice). Jakou získá na konci své dráhy (v nejnižším bodě nakloněné roviny) úhlovou rychlost a jakou kinetickou energii rotačního pohybu? Potřebné údaje (hmotnost a průměr mince) si sami zjistíte nebo změřte.

Odpovědi: Padesátikorunová mince má hmotnost po zaokrouhlení 10 g a poloměr 14 mm. Na konci své dráhy bude mít úhlovou rychlost 144 rad/s a energii rotačního pohybu přibližně 0,01 J.

3. Po nakloněné rovině pustíme současně válec, dutý válec a kouli, které mají stejný poloměr a hmotnost.

- a) Sestavte pořadí dojezdu těles do cíle. Poté ověřte odpovědi s pomocí aplikace.

	Pořadí v cíli	Pořadí v cíli podle aplikace
Válec		
Dutý válec		
Koule		

- b) Změní se pořadí, pokud měníme poloměry či hmotnosti jednotlivých těles? Svoji odpověď zdůvodněte.

Odpovědi: a) koule, válec, dutý válec (podle pořadí), b) pořadí nezávisí na poloměru či hmotnosti, pouze na tvaru těles

Zásobník úloh – pokročilá úroveň

1. Ve své knize *Kronika města Kocourkova* představil Ondřej Sekora veselé příběhy z fiktivního města Kocourkova. V jednom z příběhů se Kocourkovští rozhodli postavit radnici a snažili se dopravit klády z lesa na staveniště. Klády nosili na ramenou dolů. Jen Nehejbejsa se práce neúčastnil a když na to ostatní přišli, nařídili mu, aby zbytek klád odnosil dolů sám.

Nehejbejsa z toho radost neměl. Podrbal se mrzutě na hlavě, ošklíbl se, rozhořčeně si odplivl a pak ze vzteku do klád ze vši síly kopl. A hrc...

Nehejbejsovy klády se pohnuly, sesuly se a rumbumbum, sválely se všechny samy, jedna přes druhou, s kopce až dolů. Bez práce, bez námahy.

„I to se podívejme!“ rozbřesklo se Kocourkovským v hlavě, „jak jsme se hloupě s kládami dřeli!“

To víte, jiní občané by to už asi tak nechali a jen by nadávali. Ale Kocourkovští ne! Ti se rozhodli, že se věc musí napravit. A hned! Sešli dolů a vynesli zase všechny klády jednu po druhé do kopce až nahoru.

Nu, dobré čtyři neděle jim to trvalo. A pak nahoře po Nehejbejsově příkladu do každé důkladně koplí a všechny klády tak sváleli dolů. Bez práce, bez námahy.

Zkrátka docela po kocourkovsku na to vyzráli.

SEKORA, Ondřej. *Kronika města Kocourkova*. Praha: Albatros, 1971.

V aplikaci *Valivý pohyb těles* po nakloněné rovině zvolte si úhel a délku nakloněné roviny a **tyto údaje pak neměňte!**

Úhel nakloněné roviny: _____

Délka nakloněné roviny: _____

- a. Odhadněte, zda a jak závisí dojezdová rychlost klád na jejich hmotnosti.

Můj odhad: _____

S pomocí aplikace zjistěte, zda závisí dojezdová rychlost válce na jeho hmotnosti. Doplňte údaje do tabulky a formulujte obecné pravidlo.

Poloměr válce	0,1 m	0,1 m	0,1 m
Hmotnost válce	1 kg	2 kg	3 kg
Dojezdová rychlost			

Obecné pravidlo: _____

- b. Odhadněte, zda a jak závisí dojezdová rychlost klád na jejich poloměru.

Můj odhad: _____

S pomocí aplikace zjistěte, zda závisí dojezdová rychlost válce na jeho poloměru. Doplňte údaje do tabulky a formulujte obecné pravidlo.

Poloměr válce	0,05 m	0,1 m	0,2 m
Hmotnost válce	1 kg	1 kg	1 kg
Dojezdová rychlost			

Obecné pravidlo: _____

2. Jak velkou rychlost musíme udělit kouli o hmotnosti 7 kg na dolní části nakloněné roviny se sklonem 15° , aby se vykutálela do vzdálenosti 10 m? Vektor rychlosti má směr shodný se směrem nakloněné roviny. Jaká bude její energie potenciální, kinetická rotačního a kinetická translačního pohybu na počátku a na konci její dráhy? Valivý odpor i odpor prostředí zanedbáváme.

Odpověď: Kouli musíme udělit počáteční rychlost o velikosti přibližně 6 m/s. (při zanedbání valivého odporu stejnou, jakou by naopak získala na konci své dráhy při kutálení dolů.) Na začátku bude mít kinetickou energii translační složky pohybu 127 J, rotační 51 J a potenciální nulovou. Na nejvyšším bodě dráhy bude mít pouze energii potenciální 178 J.

3. Galileo Galilei zkoumal pomocí nakloněné roviny a koulí, které se po ní valily, pohyb a setrvačnost těles.

Jak musíme prodloužit délku nakloněné roviny, aby se pohyb koule prodloužil o stále stejný časový interval? Nastavte parametry aplikace podle obrázku a elevační úhel pak neměňte. Doplňte do tabulky hodnoty, které pomocí aplikace nejdou zjistit. Vytvořte graf závislosti délky nakloněné roviny (uražené dráhy) na času pohybu.



Těleso

☐ Dutý váleček ☐ Váleček ☒ Koule

Název

Hmotnost m (kg) ^ v

Poloměr r (m) ^ v

Barva

Nakloněná rovina

Úhel α (°) ^ v

Délka d (m) ^ v

Uložit

Zrušit

Doba pohybu	1,9 s	3,8 s	5,7 s	7,6 s
Délka nakloněné roviny	1,1 m			

Odpověď:

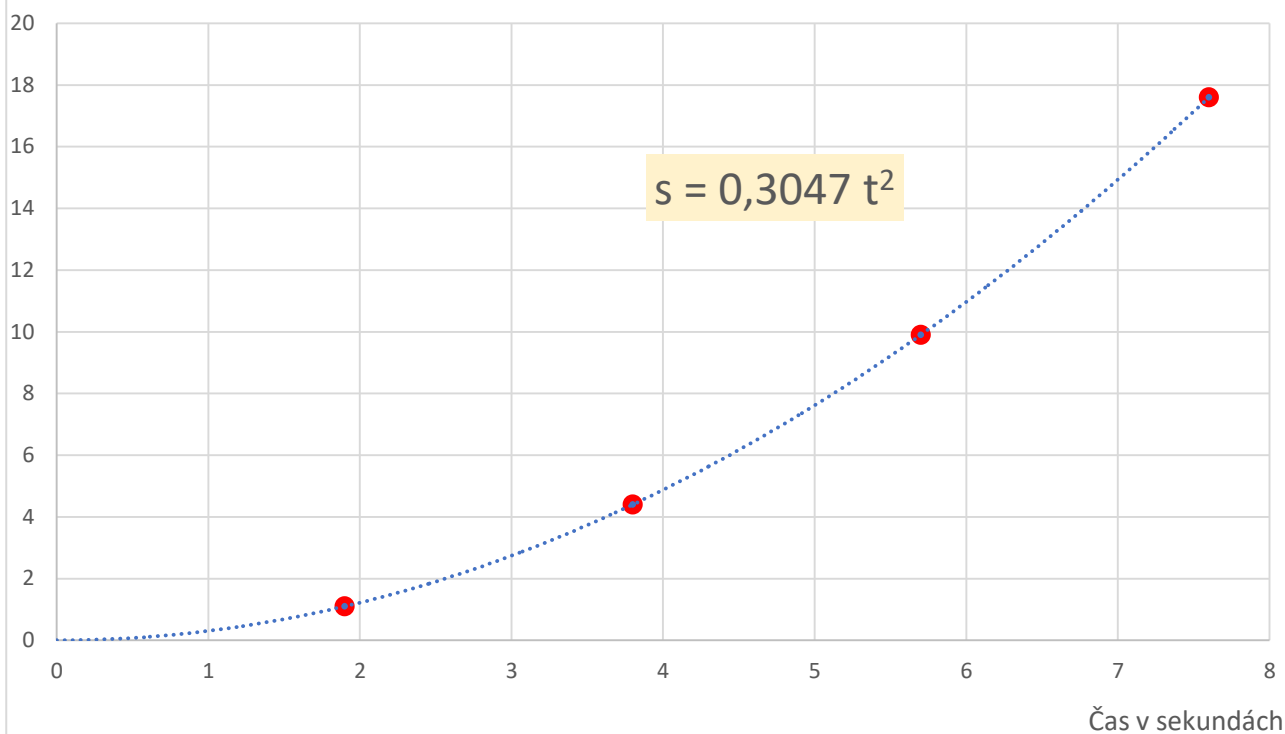
<i>Doba pohybu</i>	<i>1,9 s</i>	<i>3,8 s</i>	<i>5,7 s</i>	<i>7,6 s</i>
<i>Délka nakloněné roviny</i>	<i>1,1 m</i>	<i>4,4 m</i>	<i>9,9 m</i>	<i>17,6 m</i>





Dráha v metrech

Graf závislosti dráhy valivého pohybu na času



Náměty do výuky

4. Valivý pohyb těles po nakloněné rovině se využívá v dopravě zboží. Nakloněná rovina vertikální pohyb usnadňuje a kulatý tvar se hodí k valivému pohybu. Typickým příkladem jsou sudy a jejich koulení či přikulování.
Jako přikulovač sudů byl zaměstnán i Václav Havel v trutnovském pivovaru.
5. Pohybu kuliček po nakloněné rovině se využívá u kuličkových drah (ball track).
6. Pohyb koulí po nakloněné rovině využíval údajně Galileo Galilei při studiu vlastností pohybujících se těles. Koule se pohybuje po nakloněné rovině pomaleji než při volném pádu a má stálé zrychlení.