

# TRANSLAČNÍ POHYB TĚLESA NA NAKLONĚNÉ ROVINĚ

## (metodické pokyny pro práci s aplikací)

Výukové aplikace v rámci projektu „Hrátky s fyzikou“ umožňují simulaci vybraných dějů a jevů. Tato aplikace nám umožňuje simulaci pohybů na nakloněné rovině a „dojezdu“ tělesa po vodorovné rovině navazující na konec nakloněné roviny. Po zadání vstupních podmínek můžeme studovat pohyb tělesa na nakloněné rovině. Pohyb můžeme kdykoliv zrychlit, zpomalit či zastavit. Jsou zobrazovány aktuální hodnoty fyzikálních veličin, je možnost si je přehledně zobrazit v tabulce.

Pohyb na nakloněné rovině s „dojezdem“ je možné simulovat zábavnou formou v jednoduché hře.

### Cíle

1. Seznámit žáky s pohybem tělesa na nakloněné rovině za různých fyzikálních podmínek.
2. Pracovat s počítačovou aplikací a intuitivně objevovat její funkce a možnosti.
3. Posilovat sociální interakce při práci ve skupinách a s učitelem.
4. Utvářet fyzikální obraz světa.

### Klíčové kompetence

Materiály, které byly vytvořeny v rámci projektu „Hrátky s fyzikou“, přispívají k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků, zejména pak kompetence k učení a kompetence k řešení problémů. Klíčové kompetence jsou detailně rozepsány v dokumentu „Metodika projektu Hrátky s fyzikou“.

### Pomůcky

Počítače s nainstalovanou aplikací Hrátky s fyzikou: Translační pohyb tělesa na nakloněné rovině, dataprojektor, pracovní listy, čistý papír, kalkulačka.

### Postup

#### 1. Instalace aplikace

Aplikace funguje pouze na počítačích s operačním systémem Windows 10. Instalace se provádí přes Windows Store, do budoucna předpokládáme portable verzi.

#### 2. Ovládání aplikace

Po spuštění aplikace si uživatel může vybrat z několika možností:

- Základní úroveň – simulace pohybu na nakloněné rovině v prostředí Země
- Pokročilá úroveň – simulace pohybu na nakloněné rovině s „dojezdem“ tělesa po vodorovné rovině. Lze zvolit tíhové zrychlení na několika tělesech sluneční soustavy
- Hra – simulace pohybu na nakloněné rovině s „dojezdem“ tělesa po vodorovné rovině pomocí jednoduché hry
- Samostudium – podrobné vysvětlení probírané látky doplněné o otázky sloužící ke zpětné vazbě

Po spuštění Základní úrovně či Pokročilé úrovně je třeba Upravit vstupní hodnoty nebo alespoň potvrdit hodnoty výchozí. Zde tedy budete volit počáteční parametry: délka nakl. roviny  $d$  v metrech, sklon nakloněné roviny  $\alpha = 0^\circ - 90^\circ$ , součinitel smykového tření nakloněné roviny  $f_1$  a vodorovné roviny dojezdu  $f_2$ , počáteční rychlost nakloněné roviny  $v_1$ , tíhové zrychlení  $g$  (lze tak simulovat pohyb tělesa např. na Měsíci), hmotnost tělesa pro výpočty energií  $m$ .



Simulace pohybu se spustí automaticky po zadání údajů potvrzením tlačítkem „Uložit“. Simulaci lze zrychlit či zpomalit, zastavit či pustit od začátku.

U pohybu můžeme zobrazit tabulku hodnot (tabulku lze kopírovat či exportovat), upravit pohyb, kopírovat pohyb či pohyb smazat)

Do grafu lze psát či přikládat pravítko a úhломěr.

Hra umožňuje žákům vyzkoušet pohyb na nakloněné rovině s „dojezdem“ po vodorovné rovině zábavnou formou při zjednodušené formě hry Curling. Cílem je položit kámen na nakloněnou rovinu tak vysoko, aby kámen doklouzal na střed terče.

Samostudium je určené pro žáky střední školy, kteří si chtějí látku nastudovat sami. Součástí této části jsou i kontrolní otázky, které umožní ověřit pochopení látky.

### 3. Průběh hodiny

V úvodu hodiny seznámí učitel žáky s tématem hodiny a s jejím průběhem. Krátce vysvětlí, co je to nakloněná rovina a tření.

Žáky rozdělíme do skupin po dvou až čtyřech. Každá skupina bude mít k dispozici počítač s nainstalovanou aplikací Hrátky s fyzikou: Translační pohyb tělesa na nakloněné rovině, pracovní list, papír, kalkulačku a psací potřeby. Učitel může na dataprojektoru ukázat ovládání aplikace.

### 4. Pracovní listy

Po pokynu učitele žáci začnou ve skupinách vypracovávat pracovní list dle učitelem zvolené obtížnosti. Základní úroveň je určena pro běžné hodiny fyziky, pokročilá úroveň je určena pro fyzikální seminář. Je však na každém učiteli či škole, jakou verzi použije, protože každá škola má svůj školní vzdělávací plán.

#### **Pracovní list – základní úroveň**

*Úlohy popisují tzv. Galileův padostroj. V této úrovni žáci zkoumají, jak dlouho se kulička koule po padostroji při různých úhlech sklonu nakloněné roviny včetně maximálního úhlu  $90^\circ$ . V první úloze neuvažujeme tření. K výpočtu, popřípadě jeho ověření, lze využít základní variantu aplikace a tabulky naměřených hodnot po každé simulaci pohybu pro různé úhly sklonu. V druhé části první úlohy mají žáci spočítat dobu volného pádu ze stejné výšky jako je délka nakloněné roviny. Získané hodnoty oběma způsoby mají žáci porovnat. Naměřené hodnoty žáci zapíší do grafu závislosti doby pohybu na nakloněné rovině na úhlu sklonu.*

*V druhé úloze žáci nastaví nenulový koeficient smykového tření. Doporučená hodnota je  $f = 0,2$ . A zjišťují, jak nenulový koeficient ovlivňuje dobu pohybu na nakloněné rovině a zda je tento vliv stejný pro všechny úhly sklonu. To, co žáci zjistili, zapíší na pracovní list.*

#### **Pracovní list – pokročilá úroveň**

*Úlohy popisují tzv. Galileův padostroj. V této úrovni však žáci zkoumají rychlost kuličky v polovině a na konci nakloněné roviny při spouštění z výšky 2 m.*

*V Úloze číslo jedna neuvažujeme tření. Žáci musí nejdříve spočítat délky nakloněných rovin pro různé sklony a při výšce 2 m. Následně pak do tabulky vyplní rychlost v polovině dráhy a na jejím konci. Výsledek může být pro žáky trochu překvapivý.*





V úloze číslo dvě již tedy tření uvažovat budeme. Doporučená hodnota koeficientu smykového tření je  $f = 0,01$ .

Doporučujeme, aby si žáci nejprve provedli odhad toho, jak tření rychlost ovlivní. Po vyplnění druhé tabulky porovnájí hodnoty v případě pohybu bez tření a se třením. Následně žáci zapíší, pro jaké úhly ovlivňuje tření rychlost kuličky nejvíce a kdy nejméně. Obě závislosti je vhodné vynést do souřadné soustavy a sestavit grafy závislosti rychlosti kuličky na sklonu nakloněné roviny. Z grafů by měli žáci interpretovat výsledek, k jakému došli i výpočtem nebo za pomoci aplikace.

Žáci cca dvě třetiny hodiny vypracovávají pracovní listy pomocí výukové aplikace. Učitel pomáhá studentům s pracovními listy, ukazuje jim ovládání aplikace a případně pomáhá s výpočty.

Poslední třetinu hodiny učitel se studenty projde pracovní list, ukáže řešení v aplikaci přes dataprojektor či na tabuli s postupem řešení.

Následuje shrnutí hodiny.

## 5. Zásobník úloh a námětů do výuky

V případě, že učitel či žáci chtějí v dalších hodinách využít tuto aplikaci, je k dispozici zásobník úloh s řešením a dalšími náměty do výuky.

## Přílohy

1. pracovní list - základní úroveň
2. pracovní list – pokročilá úroveň
3. zásobník úloh a námětů do výuky

## Použité zdroje

SVOBODA, Emanuel. Přehled středoškolské fyziky. 5., přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2014. ISBN 978-80-7196-438-4.

Nakloněná rovina. Encyklopedie fyziky [online]. Jaroslav Reichl, Martin Všetická, 2006 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/98-naklonena-rovina>

Těleso na nakloněné rovině. Encyklopedie fyziky [online]. Jaroslav Reichl, Martin Všetická, 2006 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1540-teleso-na-naklonene-rovine>

Smykové tření. Encyklopedie fyziky [online]. Jaroslav Reichl, Martin Všetická, 2006 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/36-smykove-treni>

Rozklad sil. Encyklopedie fyziky [online]. Jaroslav Reichl, Martin Všetická, 2006 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/700-rozklad-sil>

