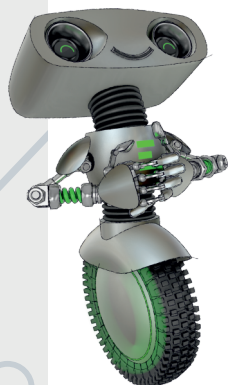


Úloha
č. 3

Mechanická práce a potenciální energie

Tato úloha je vhodná pro 8. či 9. ročníky ZŠ / Návrh úlohy vypracoval: Miroslav Staněk



MECHANICKÁ PRÁCE A POTENCIÁLNÍ ENERGIE

?

*Dnešní úloha bude dřina, týká se totiž práce.....
a práce to je přece vždycky dřina a nebo ne?!*

Z parkoviště na vrchol vysokého kopce vedou dvě cesty. Jedno terénní auto pojede pod lanovkou, strmě vzhůru, druhé pojede po delší, avšak mírně se svažující turistické cestě. Motor kterého auta vykoná větší množství mechanické práce? Které z aut bude na výjezd potřebovat více energie? Které spotřebuje více benzínu?

POMŮCKY



- Vozík s integrovaným siloměrem a senzorem vzdálenosti
- Dráha (stačí hladké prkénko) délky min. 120 cm
- Pravitko (alespoň 40 cm)
- Provázek
- Počítač (tablet, telefon) s měřicím softwarem
- Příslušenství pro vytváření sklonu nakloněné roviny (zde využito tesařských svorek a židle)
- Příslušenství pro uvázání vozíku za siloměr a kladka pro vytahování provázku (stačí hřebík v prkénku okolo kterého se provázek jednou přehne, zde využito záračky, jež je příslušenstvím dráhy)

CÍLE



Žáci změří mechanickou práci vynaloženou na posunutí vozíku po nakloněné rovině a porovnájí ji s hodnotou vypočítané potenciální energie.

Ověří platnost vzorce $W = F \cdot x$, kde W [J] je práce, F [N] je síla, kterou vozík taháme po nakloněné rovině, a x [m] je dráha posunu vozíku (přepona pravouhlého trojúhelníka nakloněné roviny). Tuto mechanickou práci žáci porovnájí s výpočtem polohové energie $EP = m \cdot g \cdot h$, kde m [kg] je hmotnost vozíku, g [m s⁻²] je gravitační tíhové zrychlení a h [m] výška, do které byl vozík posunut.

Žáci změří velikost práce pro dva úhly nakloněné roviny. Hodnoty v měřicím programu zaznamenají a vynesou do grafu závislosti síly (F) na dráze (x).

POSTUP



*Tak už se
pojďme pustit
do té práce.*



1

Na dráze (prkénku) vyznačíme následující vzdálenosti: $x = 60$ cm a 90 cm.

2

Tyto značky budeme postupně umisťovat do výšky 30 cm, čímž vytvoříme nakloněné roviny s poměry protilehlé odvěsny ku přeponě: $1:2$ a $1:3$. Viz obr. 2 a 3.

3

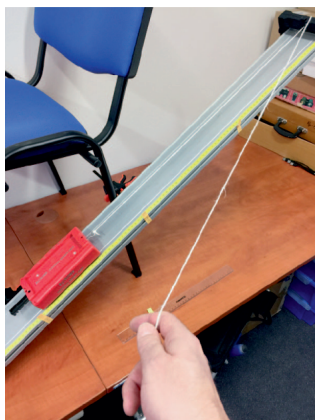
Vozík umístíme na dolní kraj dráhy (nakloněné roviny).

Úloha č. 3

Mechanická práce a potenciální energie

Tato úloha je vhodná pro 8. či 9. ročníky ZŠ / Návrh úlohy vypracoval: Miroslav Staněk

- 4 Spustíme měření a pomalým tahem jej vytáhneme až do výšky 30 cm. Viz obr. 1.
- 5 Provedeme totéž pro dráhu 60 cm i 90 cm. Ujetou vzdálenost měříme odečtem na ose x grafu.
- 6 Sílu kontrolujeme na ose y a snažíme se, aby byl její průběh co nejhladší (taháme jemně, provázek neškubeme).



Obr. 1.



Obr. 2. Nakloněná rovina (poměr 1:2)



Obr. 3. Nakloněná rovina (poměr 1:3)

ÚKOLY

1

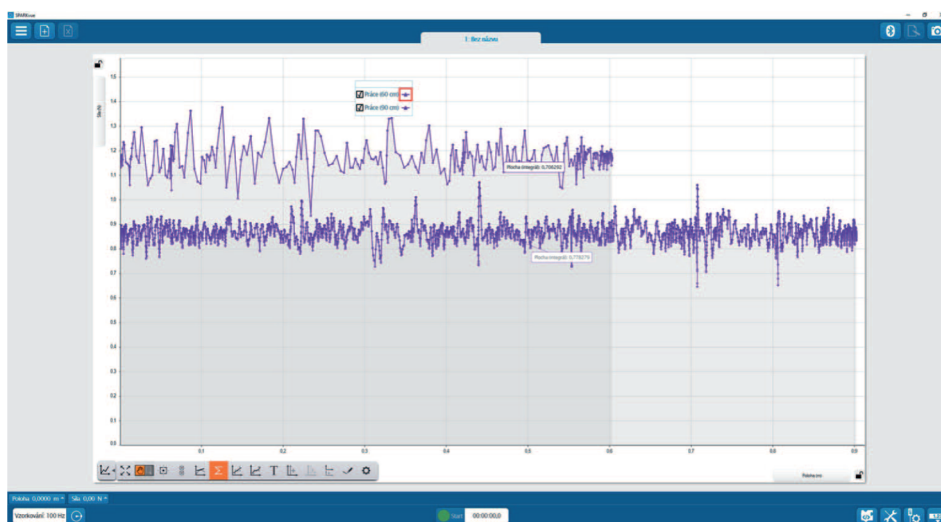
Naměřte a zobrazte grafy závislosti síly na dráze na nakloněné rovině, když vozíček těžký 241 g vytáhnete za siloměr do výšky 30 cm.

2

Proveďte totéž pro dráhu 60 cm i 90 cm.



VÝSLEDEK POKUSU



Soubor s naměřenými daty pokusu stáhnete z webu projektu:

www.adresaprojektu.cz

Úloha
č. 3

Mechanická práce a potenciální energie

Tato úloha je vhodná pro 8. či 9. ročníky ZŠ / Návrh úlohy vypracoval: Miroslav Staněk

SHRNUTÍ A ROZŠÍŘENÍ



- Tato úloha rozšiřuje úlohu „Silové působení na nakloněné rovině“, na kterou může navazovat. Při stejném uspořádání nakloněné roviny by také v této úloze měly vycházet stejné výsledné síly (tj. přibližně 1,2 N a 0,8 N při sklonech dráhy 1:2 a 1:3). Teoreticky by tak stačilo výslednou práci určit prostým součinem těchto naměřených sil a ujetých vzdáleností na dráze (60 cm a 90 cm).
- V této úloze se však vozík během měření pohybuje. To způsobuje nepřesnosti v měření síly, která kolem hodnot 1,2 N a 0,8 N mírně osciluje. Přesto je právě dynamičnost úlohy velmi důležitá. Oproti prostému (byť přesnému) teoretickému výpočtu mechanické práce zde žáci zažijí haptickou zkušenost s taháním a posouváním vozíku vzhůru. Mechanickou práci tak žáci sami konají a lépe si zafixují, že „práce je síla působící po nějaké dráze“.
- Na naměřených grafech závislosti síly na dráze potom pomocí učitele nechají program vypočítat plochy pod naměřenými křivkami (plochy obdélníků $F \cdot x$). Tyto plochy pak porovnají s vypočtenou hodnotou polohové energie vozíku vážícího 0,241 kg ve výšce 0,3 m (přibližně 0,723 J). Plochy pod křivkami tahání vozíků po dráze 0,9 m a 0,6 m v ukázkové úloze vyšly 0,778 a 0,706. V těchto číslech žáci mohou sledovat podobnost a vyvodit tak zákon zachování energie při přeměně mechanické práce na energii potenciální.
- Z grafů je hezky vidět, že vytáhnout vozík do stejné výšky můžeme různými způsoby – použijeme-li menší sílu, musíme ji aplikovat na delší dráze. Učitel tak může dětem vysvětlit, že nakloněná rovina (jako jiné jednoduché stroje) stojí právě na principu zachování energie. $\sin \alpha$ nežli tři základní).

Na žáky klade tato úloha poněkud vyšší nároky: šikovnost při konstrukci nakloněné roviny, vyměření délek, nastavení sklonu, přivázání vozíku na siloměr.

Pro zajištění plynulosti tahání vozíku doporučujeme tahat za provázek přes „kladku“ (zarážku umístěnou nahoře na dráze). Vozík lze do horní polohy také vytlačit či vytáhnout provázkem přímo – bez „kladky“. Průběhy síly však nejsou v tomto případě tak plynulé (vozík na prstu či na přímém závěsu bez „kladky“ více osciluje, průběh síly je roztřesený).

Odměnou při překonání těchto obtíží jsou „elegantní“ data měření a vlastní zkušenost žáků, kteří si mohou koncept mechanické práce přímo „osahat“.

Tento experiment pro svoji komplexnost může vyžadovat větší časovou dotaci než 45 min.

Nástroj Integrál. Běžně se na ZŠ učí definice mechanické práce jako prostý součin síly a dráhy. Tato úloha živě ukazuje, že skutečnost může být v praxi složitější, neboť je obtížné dodržet po celou dobu konstantní silové působení. Proto používáme tzv. integrál, tj. výpočet obsahu plochy pod křivkou síly. Je-li síla opravdu konstantní, je „integrálem“ plocha obdélníka.

NA CO
SI DÁT
POZOR

Tato úloha je vhodná pro 8. či 9. ročníky ZŠ. (Záleží na zařazení učiva o mechanické práci a potenciální energii do výuky.) Vzhledem k přítomnosti konstruování, řízení pokusu, matematiky apod. se jedná o průřezovou STEM úlohu.

Je třeba dbát bezpečnosti badatelů i měřicí techniky!