

Videoanalýza poklesu pивní pěny

Materiál vznikl v rámci projektu Gymnázia Cheb s názvem Příprava na Turnaj mladých fyziků.
Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz.

Autorský tým: Pavel Böhм, Hana Böhmová, Filip Danko, Lucie Filipenská, Petr Kácovský, Věra Koudelková, Daniel Novopacký, Ilona Šimánková, Martin Vlach. Děkujeme i všem ostatním lidem, kteří přispěli k tvorbě materiálů.
Pro případ dalších námětů, komentářů, nalezených chyb a podobně využijte e-mailovou adresu pavel.bohm@mff.cuni.cz

Děkujeme též Miroslavu Kuberovi z Gymnázia Matyáše Lercha, který tuto aktivitu testoval a připomínkoval.

VIDEO

<http://www.vernier.cz/video/pokles-pivni-peny>

ZÁMĚR ÚLOHY

Díky této aktivitě si žáci vyzkouší časosběrné snímání a analýzu takto vzniklých dat (takzvanou videoanalýzu). Z matematického hlediska jde o další využití exponenciální funkce ve světě kolem nás.

POMŮCKY

- program Logger Pro
- mobil nebo jiný nástroj pro pořizování časosběrných snímků (time lapse)
- odměrný válec
- pingpongový míček
- pivo (nápoje jako Kofola apod. se pro produkci pěny neosvědčily tak dobře)

TEORETICKÝ ÚVOD

Některé nápoje se vyznačují vysokou pěnivostí. Vyniká v tom zejména pivo. Pивní pěna postupně klesá – míru tohoto poklesu lze analyzovat pomocí videokamery (například v mobilu) a nástroje pro videoanalýzu, který je zabudovaný v programu Logger Pro.

ÚKOLY




Pořizování videa

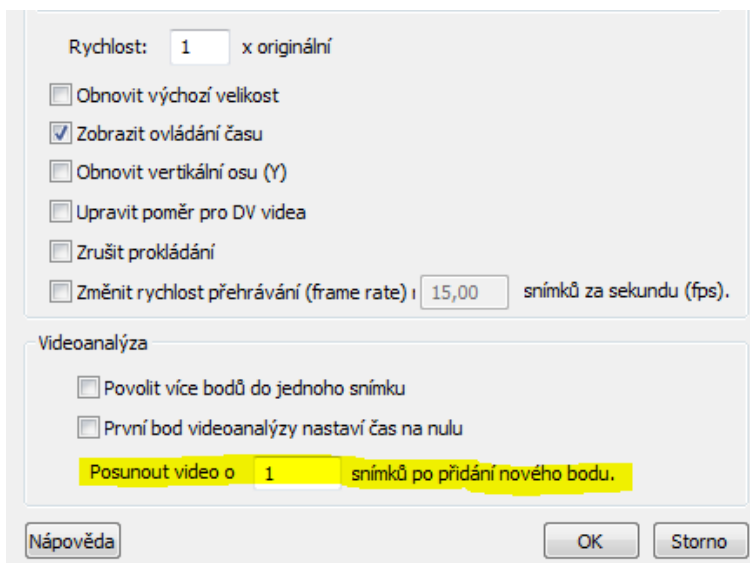
Do rovné vysoké skleněné nádoby (nejlépe odměrného válce) nechte načepovat pивní pěnu (výčepní může točit už od začátku pouze pěnu, požádejte ho o to).

Pomocí mobilu, tabletu nebo kamery s funkcí „time lapse“ zaznamenejte pokles pивní pěny s krokem 1 sekunda a vyexportujte jako video.

Tip: Zatímco určování polohy spodní vrstvy pěny (rozhraní pivo/pěna) je snadné, horní vrstva není rovná, a tak je určení její polohy obtížné. Lze si vypomoci tak, že na pěnu položíte pingpongový míček a budete určovat polohu jeho horní části.

Zpracování dat – videoanalýza

1. Spustíte program Logger Pro.
2. Pro přehlednost přidejte další stránku (Stránka → Přidat stránku).
3. Vložte do nové stránky natočené video (Vložit → Video).
4. Kliknutím na ikonku  (u videa vpravo dole) zobrazte nástroje pro videoanalýzu.
5. Kliknutím na  a následně kliknutím do videa nastavte počátek soustavy souřadnic. Doporučujeme nastavit počátek na dolní hranici vrstvy pěny.
6. Klikněte na  a následně klikáním do oblasti videa označujte polohu dolní hranice vrstvy pěny.
7. Pokud video obsahuje velké množství snímků a chcete zpracování urychlit (na úkor přesnosti), můžete změnit posun videa po přidání nového bodu z 1 snímku na vyšší číslo, například 10 nebo 50 (pravé tlačítko myši v oblasti videa → Nastavení videa).




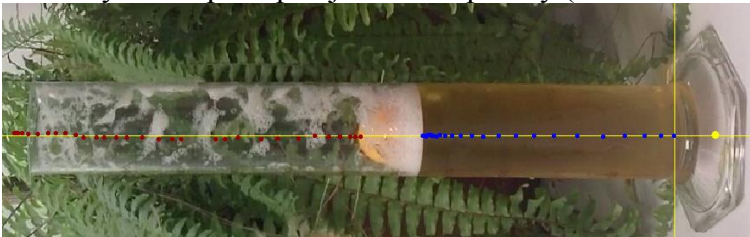
První snímek (vrstva pěny je vysoká, modré puntíky s vyznačenými body zatím žádné vyznačeny nejsou):



Poslední snímek (pěna již všechna klesla, povšimněte si modrých puntíků, které vyznačují polohu dolní hranice pěny):



8. Klikněte na  a přidejte další datovou řadu – tentokrát budete vyznačovat pozici horní části pěny. V našem příkladu je pro snadnější odečítání na pěně položený oranžový pingpongový balónek, odečítáme tedy pozici jeho horní části.
9. Přetáhněte lištu označující průběh videa zpět na začátek a podobně jako v předchozím kroku vyznačte postupně jednotlivé polohy (na ilustračním obrázku červené puntíky).












Zpracování dat – práce s naměřenými hodnotami

1. Přepněte se do stránky s grafem.
2. Klikněte na název svislé osy a vyberte v nabídce „Další...“.
3. Zaškrtněte, že se mají v grafu zobrazovat veličiny X a X2:

Osa Y:

Popisek:

Sloupce pro osu Y:

<input type="checkbox"/> Čas (s)	
<input checked="" type="checkbox"/> X	
<input type="checkbox"/> Y	
<input type="checkbox"/> rychlost ve směru osy x	
<input type="checkbox"/> rychlost ve směru osy y	
<input checked="" type="checkbox"/> X 2	
<input type="checkbox"/> Y 2	
<input type="checkbox"/> rychlost ve směru osy x 2	
<input type="checkbox"/> rychlost ve směru osy y 2	

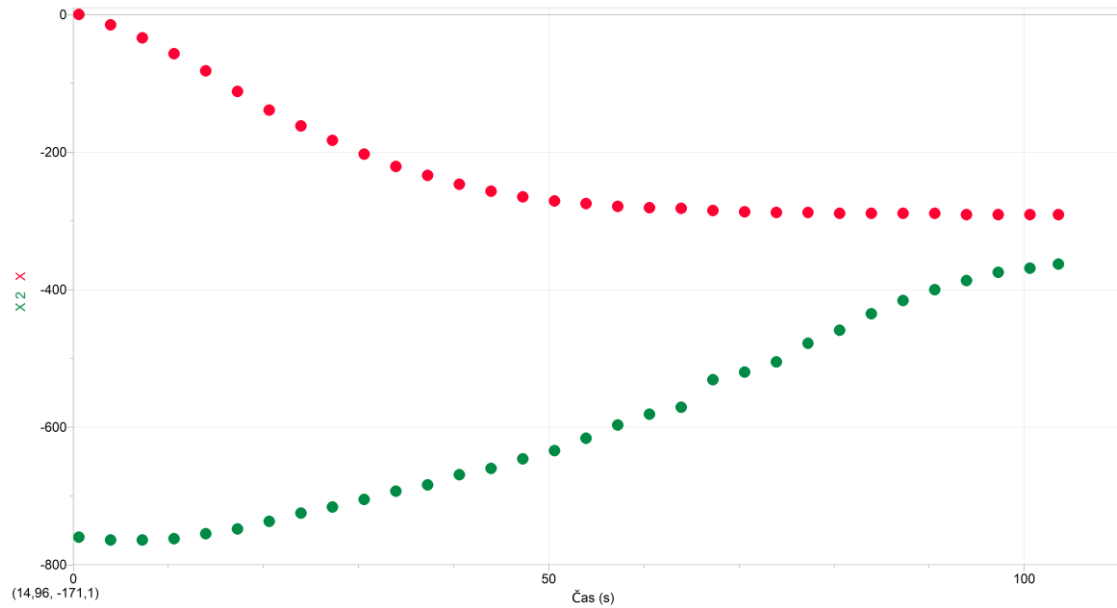
Log

Měřitko:

Nahoře:

Dole:

Na grafu je pěkně vidět postupné sblížení horní části míčku a spodní hranice pěnové vrstvy.



4. V menu *Data* vyberte *Nový dopočítávaný sloupec* a zaveďte novou veličinu „Výška pěnové vrstvy“ počítanou jako rozdíl $X - X_2$.

Nová dopočítávaná datová řada

Nastavení sloupce Nastavení

Jednotky a popisky

Název: Výška pěnové vrstvy

Značka: h Jednotky:

Cíl:

Datová řada: Videoanalýza Přidat všem podobným datovým řadám

Výraz

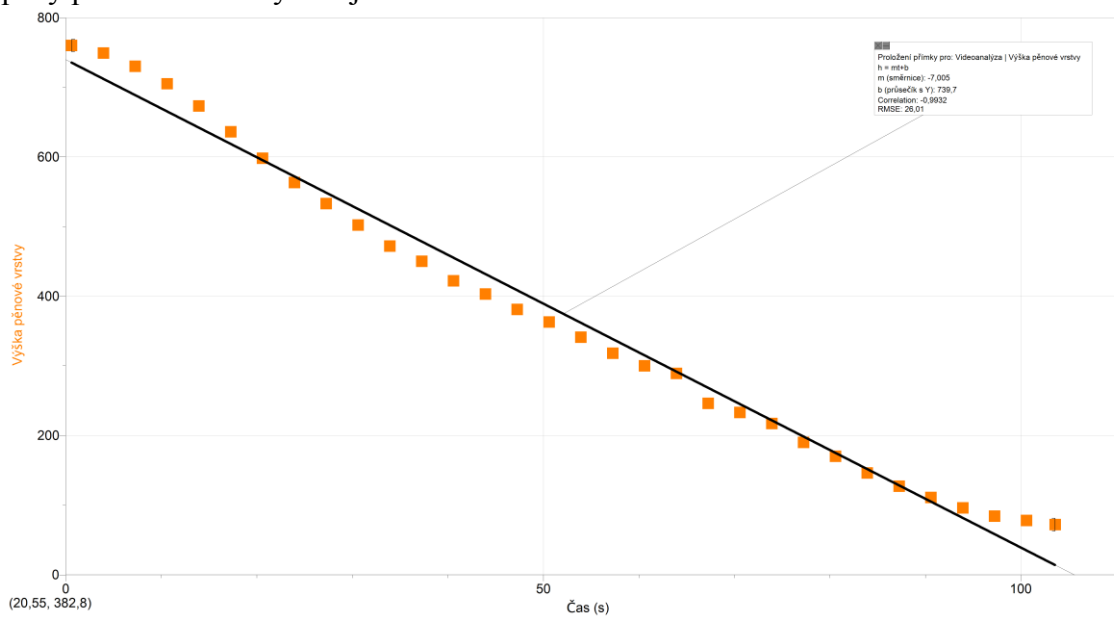
X - X 2

Funkce > Proměnné (sloupce) > Parametry >

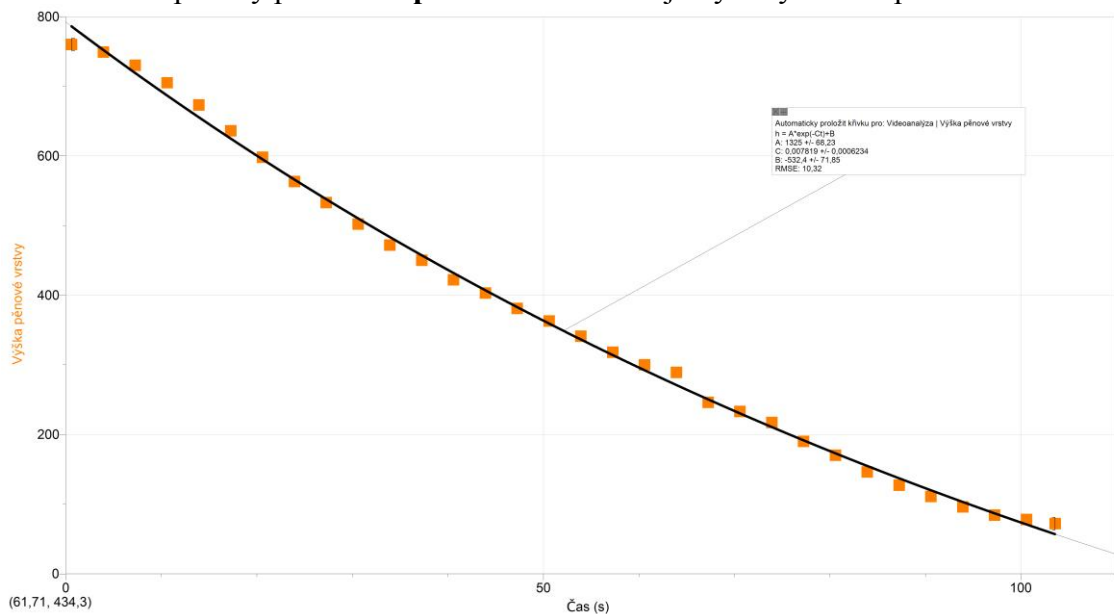
Nápověda Hotovo Zrušit

5. V grafu nechte zobrazovat novou veličinu (Výšku pěnové vrstvy).

6. Zkuste naměřenými daty proložit **přímku**. Je vidět, že lineární aproximace úbytek pěny příliš dobře nevystihuje.



7. Zkuste místo přímky proložit **exponenciálou**. Shoda je nyní výrazně lepší.



ZÁVĚR

Zanikání bublinek pивní pěny je náhodný proces, podobně jako třeba rozpad radioaktivní látky. Čím více bublinek je k dispozici (čím větší je objem pěny), tím více bublinek za jednotku času samovolně zanikne. Matematickým důsledkem je, že rozpad pивní pěny daleko lépe popíše exponenciální funkce než lineární funkce.