



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Digitální učební materiál

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Dynamika kmitavého pohybu
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_17_13
Pořadí DUMu v sadě	13
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Petr Mikulášek
Datum vytvoření	8. 5. 2013
Jméno autora	Mgr. Jiří Janeček
e-mailový kontakt na autora	janecek@gymjev.cz
Ročník studia	2
Předmět nebo tematická oblast	Fyzika
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Shrnutí a procvičování učiva. Inovace: využití ICT, mezipředmětové vztahy – matematika, informační a komunikační technologie



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Teorie Mechanický oscilátor tvoří těleso zavěšené na pružině. Jestliže jej vychýlíme z rovnovážné polohy, začne konat harmonický kmitavý pohyb. Pro velikost síly působící na oscilátor platí vztah:

$$F = F_m \cdot \sin(\omega t + \varphi) = m \cdot a_m \sin(\omega t + \varphi) = m \cdot \omega^2 y_m \sin(\omega t + \varphi)$$

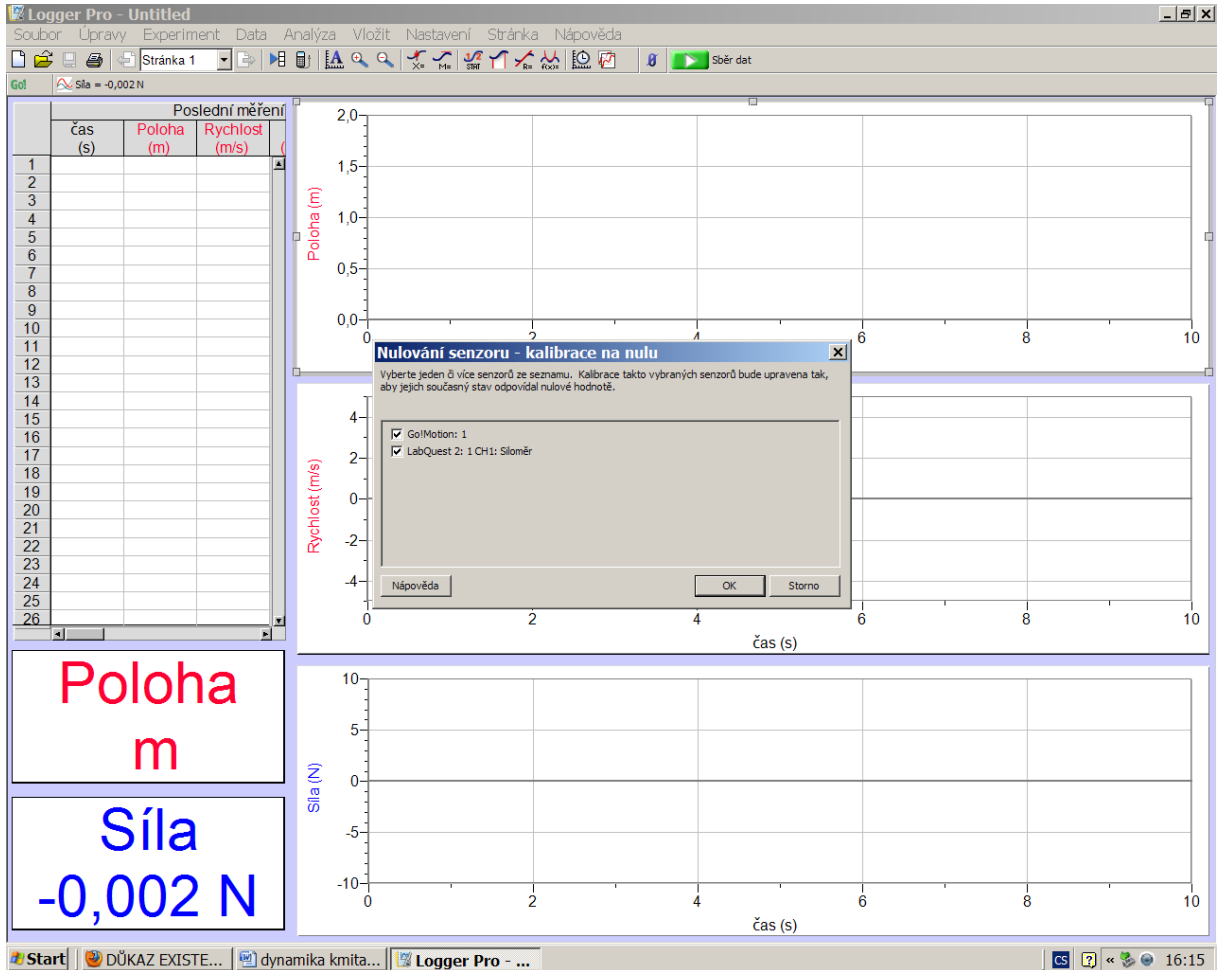
Pomůcky Pružina, závaží, stojan, držák, tyčka, sonar Go!Motion, počítač s programem Logger Pro, LabQuest, siloměr Vernier, digitální váha, dataprojektor.

Postup Určení tuhosti pružiny

- Ke stojanu připevněte pomocí svorky tyč, tak aby zaujímala vodorovnou polohu. Na konec tyče zavěste siloměr. Na siloměr zavěste pružinu se závažím. Na siloměru nastavíme rozsah 10N.
- Pod závaží umístěte sonar. Přepínač přepněte do polohy vozíček. Sonar zapojte do USB portu počítače. Závaží musí být při maximální výchylce minimálně 15 cm od sonaru.
- Nastavíme v programu Logger Pro v menu **Experimenty** → **Nastavení grafu** na záložce **Nastavení souřadnicových os** v položce **Osa y** zaškrtněte veličinu **Síla** a v položce **Osa x** vyberte veličinu **vzdálenost (m)**.
- Před začátkem měření vynulujte obě čidla.
- Uvedte pružinový oscilátor do pohybu a současně zahajte měření stiskem tlačítka Sběr dat.
- Daty proložte přímkou **Analýza** → **Proložit přímkou** a zjistěte její směrnici. Velikost směrnice udává tuhost pružiny **k**.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Nejdříve proveďte nulování senzoru: **Experiment** → **Nulovat...** → **OK**



The screenshot shows the Logger Pro software interface. A dialog box titled "Nulování senzoru - kalibrace na nulu" is open, prompting the user to select sensors to be zeroed. The dialog box contains the following text and options:

Vyberte jeden či více senzorů ze seznamu. Kalibrace takto vybraných senzorů bude upravena tak, aby jejich současný stav odpovídala nulové hodnotě.

- Go!Motion: 1
- LabQuest 2: 1 CH1: Sloměr

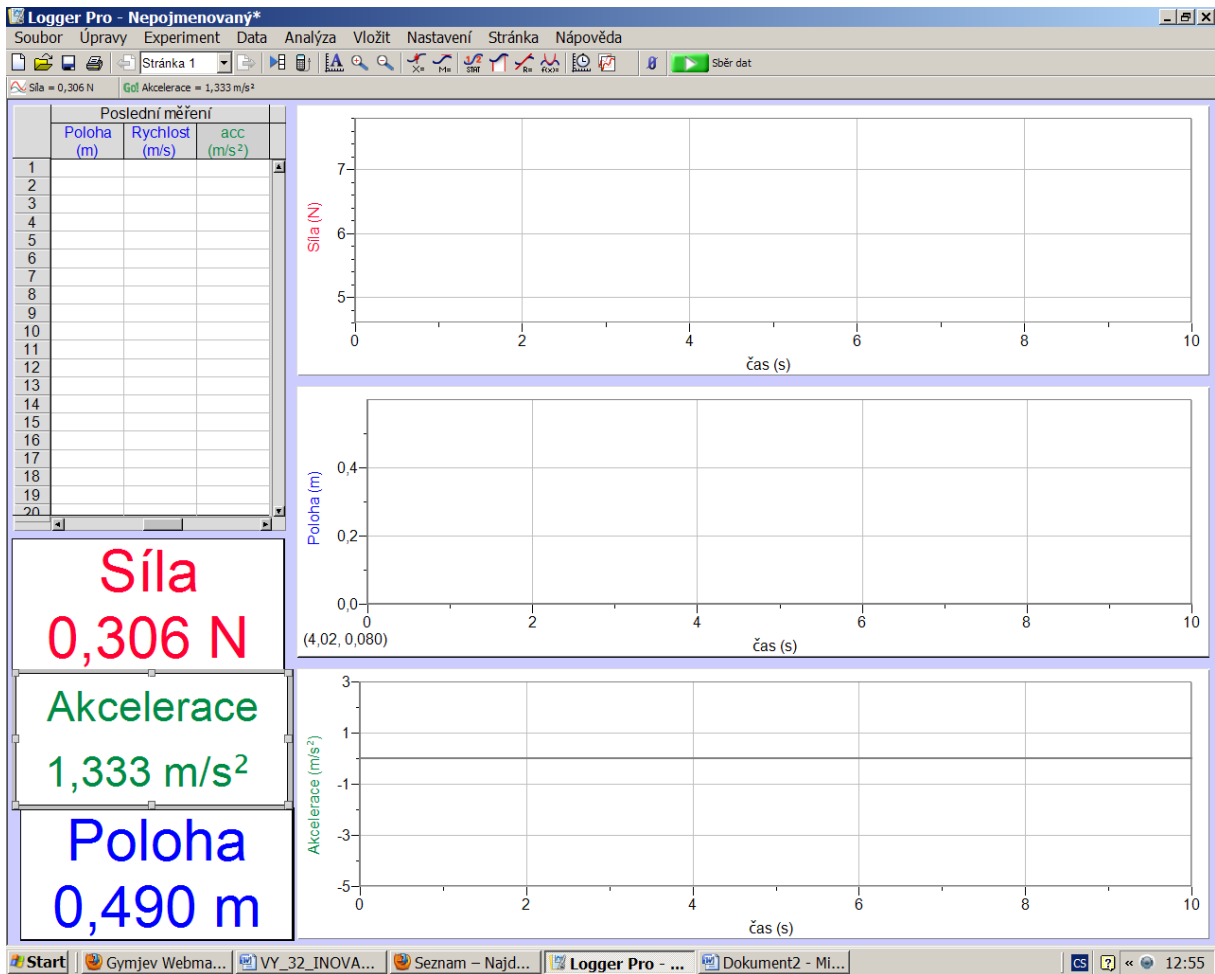
Buttons: Nápověda, OK, Storno

The background interface shows a table of "Poslední měření" (Last measurement) with columns for "čas (s)", "Poloha (m)", and "Rychlost (m/s)". Below the table are two large display boxes: "Poloha m" and "Síla -0,002 N". To the right of the table are three graphs: "Poloha (m)" vs "čas (s)", "Rychlost (m/s)" vs "čas (s)", and "Síla (N)" vs "čas (s)". The "Síla (N)" graph shows a constant value of -0,002 N.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

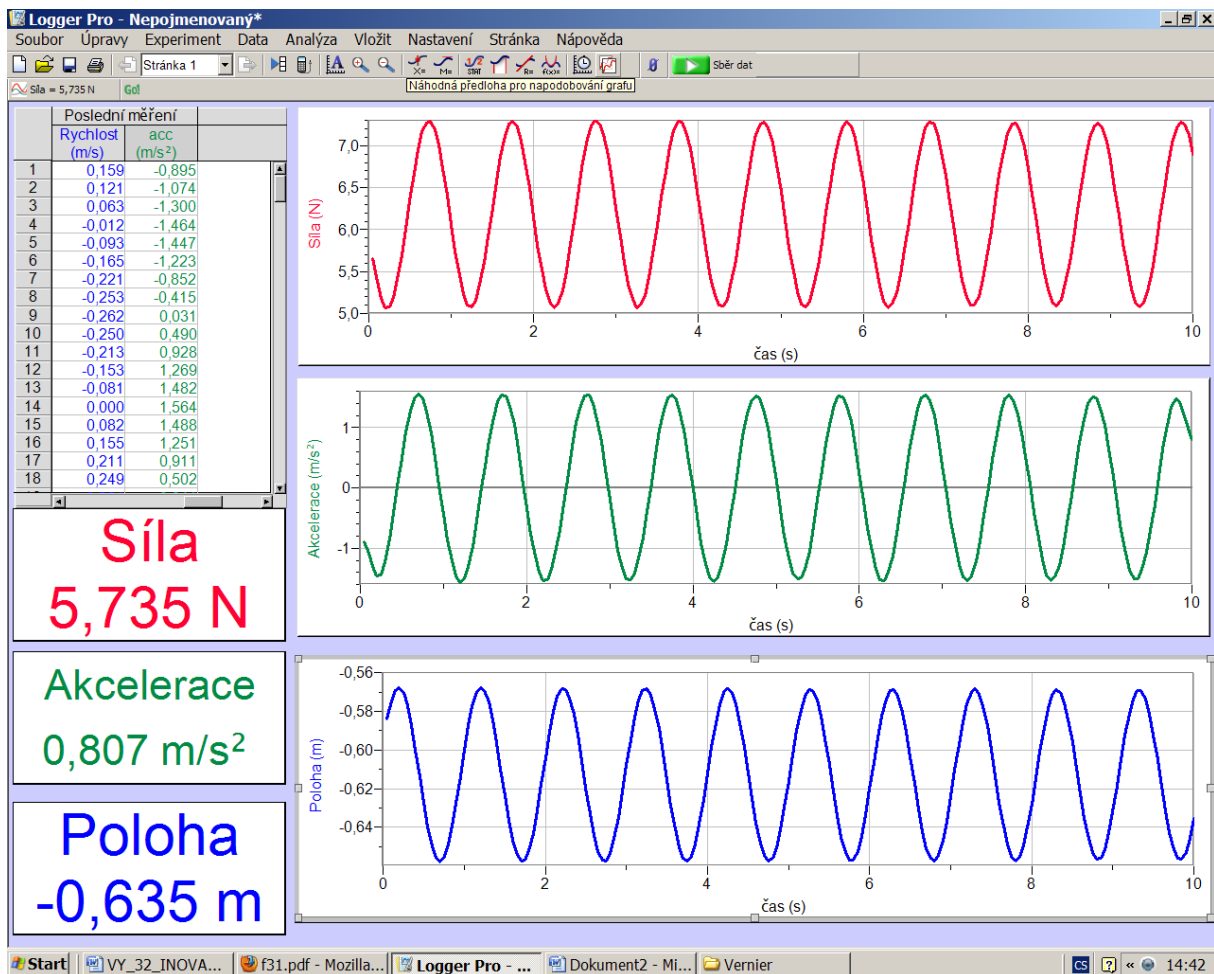
Poté zavěšíme na siloměr se zavěšenou pružinou. Síla udává tíhovou sílu působící na pružinu $F_G = m_p g$, kde $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ je tíhové zrychlení, m_p je hmotnost pružiny. Vypočteme hmotnost

$$\text{pružiny } m_p = \frac{G}{g} = \frac{0,306}{9,81} = 0,0319 \text{ kg}$$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Na pružinu zavěste těleso (hmotnost zavěšeného tělesa $m=617,1\text{g}$ byla zjištěna na elektronických vahách s přesností na $0,1\text{g}$). Uvedte pružinový oscilátor do pohybu a současně zahajte měření stiskem tlačítka **Sběr dat**.

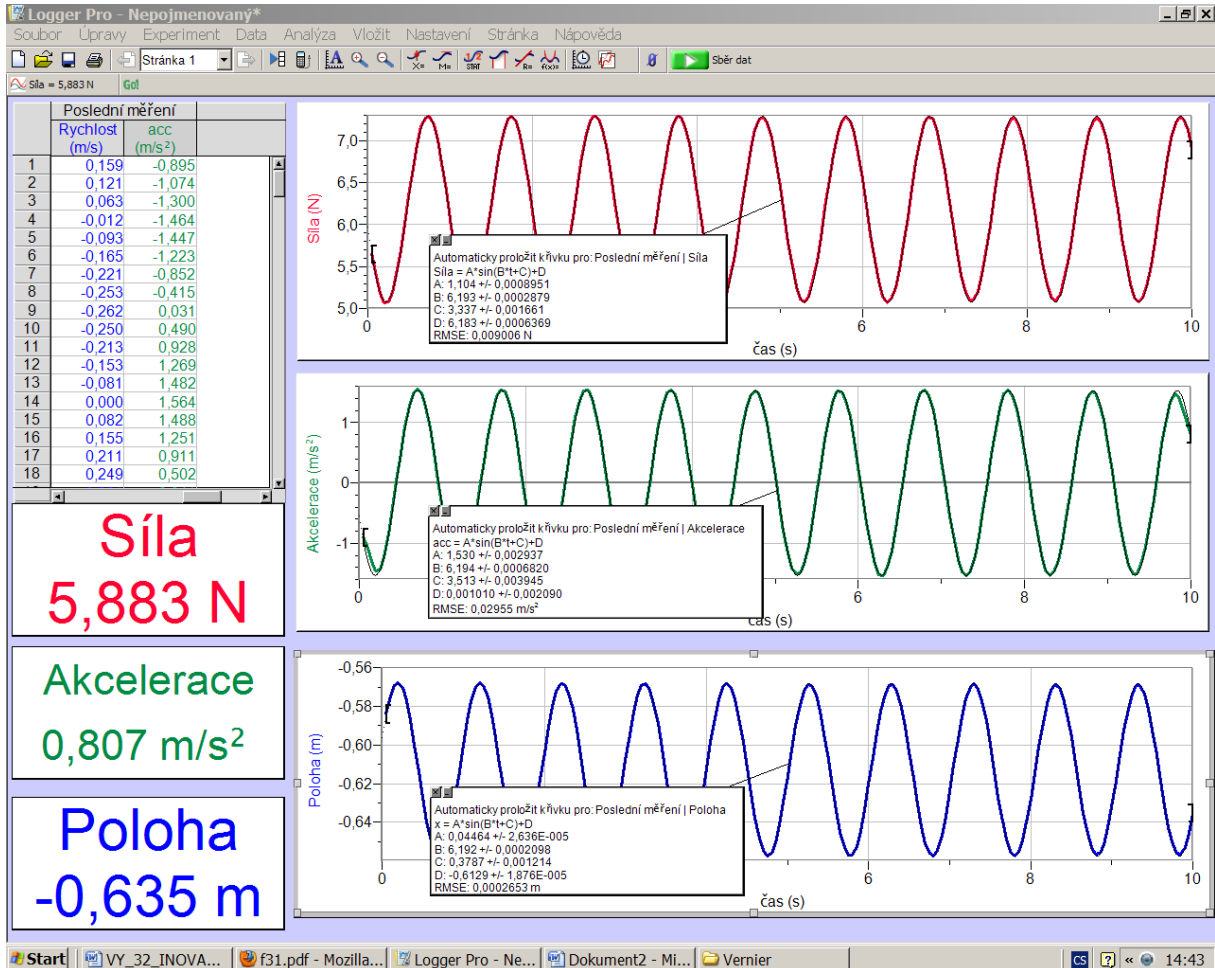


Úkoly pro žáky:

1. Z grafu závislosti polohy na čase určete maximální výchylku, periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitání. Napište rovnici pro okamžitou výchylku kmitavého pohybu.
2. Z grafu závislosti rychlosti na čase určete maximální rychlost, periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitání. Napište rovnici pro okamžitou rychlost kmitavého pohybu.
3. Z grafu závislosti Síly na čase určete maximální sílu, periodu, frekvenci a počáteční fázi kmitání. Napište rovnici pro sílu.
4. Při jaké výchylce má síla maximální hodnotu?
5. Při jaké výchylce má Síla nulovou hodnotu?
6. Jaký je fázový posun mezi okamžitou výchylkou, rychlostí a silou?

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Naměřenými daty proložte křivku **Analýza** → **Proložit křivku**.



Vysvětlení Graf závislosti síly na čase

Grafem je sinusoida $F = F_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_2)$

A představuje maximální síly (amplitudu) v m.s⁻¹, A=a_m=1,104 N

B je úhlová frekvence kmitání v rad.s⁻¹, B = $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 6,193 \text{ rad.s}^{-1}$

C udává počáteční fázi v radiánech, $\varphi_1 = 3,337 \text{ rad}$



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysvětlení Graf závislosti zrychlení na čase

Grafem je sinusoida $a = a_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_1)$

A představuje maximální zrychlení (amplitudu) v $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, $A=a_m=1,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, můžeme ověřit vztah $a_m = \omega^2 y_m = (6,194)^2 \cdot 0,04464 = \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Rozdíl mezi hodnotami je dán číselnou derivací.

B je úhlová frekvence kmitání v $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $B = \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 6,194 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$

C udává počáteční fázi v radiánech, $\varphi_1 = 3,513 \text{ rad}$

D je nula

Vysvětlení Graf závislosti polohy na čase

Grafem je sinusoida $y = y_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) + D$

A představuje maximální výchylku (amplitudu) v metrech, $A=y_m=4,464 \text{ cm}$

B je úhlová frekvence kmitání v $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, $B = \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 6,192 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$

C udává počáteční fázi v radiánech, $\varphi_0 = 0,3787 \text{ rad}$

D určuje vzdálenost rovnovážné polohy od sonaru, $D=61,29 \text{ cm}$

Fázový posun mezi okamžitou výchylkou a zrychlením je $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_0 = 3,1343 \text{ rad}$, což odpovídá teorii. Fázový posun mezi silou a zrychlením je $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 0,176 \text{ rad}$.

Seznam literatury a pramenů

1. kolektiv autorů: Experimenty s Vernierem. Státní Gymnázium Matyáše Lercha Brno, červen 2012.
2. Obrázky jsou vlastními obrázky autora, popřípadě jsou tvořené pomocí aplikace Logger Pro a grafického programu Gimp.

Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.