

**GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 11**  
**Ověření závislosti periody na gravitačním zrychlení 3D modelu IA kyvadla**  
**Postup práce**

**Pomůcky:** aplikace Corinth, 3D model interaktivního kyvadla, program Tracker

**Postup práce:** Vytvořte pomocí augmentové reality v programu Corinth u modelu interaktivního kyvadla záznam minimálně 10 videí pohybu kyvadla pro různé hodnoty gravitačního zrychlení v rozmezí  $1 \text{ m/s}^2$  až  $100 \text{ m/s}^2$ . Nemáte-li k dispozici aplikaci Corinth, použijte videa, která jsou umístěna v ZIP souboru na adrese <http://www.matfyz.eu/dokumenty/laborky/videoanaliza/IA-kyvadlo.zip>. U každého souboru proveďte video analýzu pomocí programu Tracker, pomocí které určíte hodnotu periody  $T$  kyvadla. Program Tracker a návod na provedení video analýzy najdete na adrese <http://www.matfyz.eu/fyzika.php?typ=f-laborky>.

**Úkol 1: Video analýza pohybu interaktivního kyvadla v programu Tracker**

1. Pomocí programu Tracker proveďte video analýzu pohybu všech kyvadel v ZIP souboru. **Pro každé kyvadlo analýzu proveďte 3x**, hodnoty запиšte do tabulky a vypočítejte průměrnou hodnotu periody pro zvolenou hodnotu gravitačního zrychlení. Nejistotu měření ani relativní chybu nemusíte počítat. Porovnejte naměřenou hodnotu s teoretickou hodnotou zapsanou na tabuli v modelu.

**Tabulka 1** Hodnoty period pro kyvadlo délky  $L = 1 \text{ m}$  při gravitačním zrychlení  $a_g = 1,25 \text{ m s}^{-2}$ .

$a_g = 1,25 \text{ m s}^{-2}, L = 1 \text{ m}$	
$n$	$T \text{ (s)}$
1	5,45
2	5,47
3	5,46

$$\bar{T}_1 = 5,46 \text{ s}$$

$$T_{1\text{-teorie}} = 5,47 \text{ s}$$

Teoretická hodnota je o 0,2 % větší než hodnota určená v programu Tracker.

... ..

**Tabulka 11** Hodnoty period pro kyvadlo délky  $L = 1 \text{ m}$  při gravitačním zrychlení  $a_g = 100 \text{ m s}^{-2}$ .

$a_g = 100 \text{ m s}^{-2}, L = 1 \text{ m}$	
$n$	$T \text{ (s)}$
1	0,64
2	0,63
3	0,62

$$\bar{T}_{11} = 0,63 \text{ s}$$

$$T_{11\text{-teorie}} = 0,61 \text{ s}$$

**GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 11**  
**Ověření závislosti periody na gravitačním zrychlení 3D modelu IA kyvadla**  
**Postup práce**

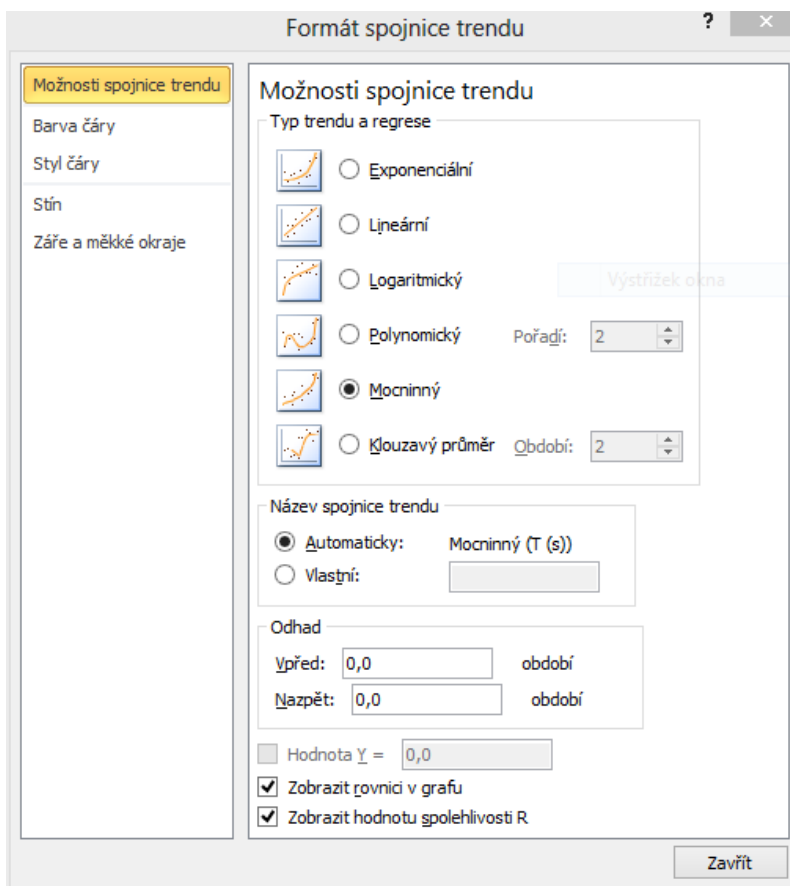
2. Zapište průměrné hodnoty period ze všech měření do shrnující tabulky.

**Tabulka 12** Hodnoty period pro kyvadlo délky  $L = 1$  m pro různé hodnoty gravitačního zrychlení.

$L = 1$ m	
$a_g$	$T$ (s)
1,25	5,46
...	...
100	0,63

**Úkol 2: Zpracování naměřených dat v MS Excel**

1. Otevřete MS Excel a získané hodnoty z tabulky 12 zapište do Excelu, v prvním sloupci bude zrychlení  $a_g$ , ve druhém perioda  $T$ .
2. Vložte graf typu **bodový XY** pouze s body a s označením os. Popište jednotlivé osy grafu včetně jednotek.
3. Klikněte pravým tlačítkem myši na libovolný datový bod v grafu a vyberte položku **Přidat spojnici trendu**.
4. V dialogovém okně, viz obr. 1, vyberte **vhodný typ trendu**, zaškrtněte **Zobrazit rovnici grafu** a **Zobrazit hodnotu spolehlivosti R**. Zvolte červenou barvu spojnice trendu.



Obr. 1 Volba spojnice trendu.

**GNB – 2A4C – Laboratorní práce č. 11**  
**Ověření závislosti periody na gravitačním zrychlení 3D modelu IA kyvadla**  
**Postup práce**

5. **Výsledný graf se spojnicí trendu vložte do protokolu.**
6. Z rovnice grafu určete hodnotu exponentu  $n$ , kterou zaokrouhlete na jedno desetinné místo. **Jaký závěr můžeme udělat z této hodnoty? Zapište, jaká je předpokládaná závislost periody na gravitačním zrychlení.**
7. **Jakou křivku graf popisuje? Odpověď zdůvodněte.**
8. **Proveďte odvození gravitačního (tíhového zrychlení) ze vztahu pro periodu matematického kyvadla.**
9. **Lze považovat 3D model interaktivního kyvadla za matematické kyvadlo? Odpověď zdůvodněte a případně uveďte, o jaký typ kyvadla se jedná.**
10. **Jak se projeví na velikosti periody různá hmotnost závaží, kterou v modelu volíme?**
11. **Ovlivňuje hodnotu periody volba referenčního bodu v programu Tracker. Za referenční bod považujeme bod zvolený pomocí Ctrl+Shift+klik, který pak program sleduje v průběhu pohybu.**