Pomůcky: siloměr, LabQuest mini, pružina, závaží, stativový materiál

**Postup práce**: Propojte siloměr s LabQuest mini (LQm). **Na siloměru nastavte větší rozsah**. Pomocí USB kabelu propojte LQm s notebookem. Spusťte program Logger Pro 3.15. Zkontrolujte, zda na LQm svítí kontrolní LED zeleně (pokud ne, zkontrolujte propojení kabelů, restartujte Logger).

## Úkol 1: Změření periody oscilátoru s různou hmotností závaží

1. Pomocí tlačítkaSběr dat nastavte dobu trvání měření na 10 s a vzorkovací frekvenci na<br/>sekundu, viz obr. 1.

		✓ Opak. ✓ Měřit ihned	
i: 10 s	ekundy N	Trigger je vypnu	ıtý
epreruseny sber da vací frekvence	at		
vzorků/sekur	ıda 0,02	sekundy/vzore	k
ěrování	Celkem bu	ide měřeno: 501	
			1
•	ní: 10 s epřerušený sběr da vací frekvence vzorků/sekun iěrování	ní: 10 sekundy v epřerušený sběr dat vací frekvence vzorků/sekunda 0,02 iěrování Celkem bu	ní: 10 sekundy v Měřit ihned Trigger je vypnu epřerušený sběr dat vací frekvence vzorků/sekunda 0,02 sekundy/vzore ěřování Celkem bude měřeno: 501

Obr. 1 Nastavení doby trvání experimentu a vzorkovací frekvence.

2. Zvažte nejprve jednotlivá závaží, viz obr. 2, a **zapište do protokolu jejich hmotnost**. V případě červeného závaží určete jeho hmotnost pomocí siloměru, protože je větší než rozsah digitálních vah, viz obr 3.



Obr. 2 Vážení závaží.



Obr. 3 Určení hmotnosti závaží pomocí siloměru.

 Zavěste pružinu s jedním závažím na siloměr a proveďte vynulování siloměru Nulovacím tlačítkem nebo přes Experiment → Nulovat nebo klávesovou zkratkou Ctrl+0. Spusťte měření tlačítkem Sběr dat

 4. V získaném grafu, viz obr. 4, vyberte oblast odpovídající 10 periodám a z časového intervalu (detail vlevo dole – červený a černý rámeček) vypočítejte dobu jedné periody. Hodnotu *T* společně s hmotností zapište do tabulky. Jeden naměřený graf zkopírujte do protokolu.



Obr. 4 Výběr oblasti 10 period v grafu s detailem času.

Tabulka 1 Závislost periody na hmotnosti pružinového oscilátoru.

<i>m</i> (g)	<i>T</i> (s)
100	0,327
200	0,456
300	0,552
400	0,635
500	0,708

5. Proveďte 10 měření (10 různých hmotností), hodnoty zapište do přehledné tabulky, viz Tab. 1.

# <u>Úkol 2</u>: Zpracování naměřených dat v MS Excel

- 1. Otevřete MS Excel a získané hodnoty periody pro danou hmotnost zapište do tabulky, viz obr. 5.
- 2. Vložte graf typu **bodový XY** pouze s body a s označením os, viz obr. 5.
- 3. Klikněte pravým tlačítkem myši na libovolný datový bod v grafu a vyberte položku **Přidat** *spojnici trendu*, viz obr. 5.
- 4. V dialogovém okně, viz obr. 6, vyberte **mocninný typ trendu**, zaškrtněte **Zobrazit rovnici grafu** a **Zobrazit hodnotu spolehlivosti R**. Zvolte červenou barvu spojnice trendu.

XI	- <sup>1</sup> 7 -	(" -  ∓		Seš	t1 - Micro	osoft Exce	el.			Nástr	oje grafu											-	i x
Soub	or D	omů	Vložení	Rozložení stránky	Vzorce	Data	Revize	Zobrazen	Náv	rh Roz	ložení	Formát										۵ 🕜	- # X
Ê	Å.			• • A A	= = =	- %	📑 Zala	movat text		Obecnj		٣					-	•		∑ Automatic	ké shrnutí 🤊	Â.	A
Vloži	t 🛷 -	BI	Π -	🗄 -   🌺 - A -		目標準	Hat Slot	učit a zarovnat	na střed		% 000	≪,0 ,00 ,00 ∻,0	Podm formát	íněné Forr ování ⊤jako t	mátovat S tabulku∵bu	ityly iňky –	Vlož	t Odstran	it Formát	Vymazat *		Seradit a filtrovat -	Najít a vybrat ≠
Schrá	nka 🗔		Písm	<b>0</b> 5		7	arovnání			6	Číslo	Fa		Styl	ly			Buňky			Úpravy		· ·
	Graf	1	<b>-</b> (*	f <sub>x</sub> =SAD	A(List1!\$B\$	1:\$B\$1;Lis	1!\$A\$2:\$	A\$6;List1!\$	B\$2:\$B\$	6;1)													~
	А	В	(	C D	E	F	G	Н	1	J		ĸ	L	М	N	C	0	Р	Q	R	S	т	U
1	m (g)	T (s)		1°				3333															
2	100	0,32	7		76.0	loct n	riadu	Tnah	moto	octi m													
3	200	0,45	6	T (s)	Zavis	siost p	nouy	I na m	noun	iosti m													
4	300	0,55	2	0,8						A	Â <sub>Ă</sub> Ă	da "T (s)"											
5	400	0,63	5	0.7					BI		A - 👌	- 🗹 -	3										_
6	500	0,70	8	0,7				925			_		Ė.										
7				0,6					Ods	stranjt													_
8				_			X	6	🔠 Obr	novit a srovr	at se styl	em											
9				0,5		222				init tun arafı	u čodu												_
10				0.4		6*6				enic typ gran	u rauy												
11					929				- Ур	rat data													
12				0,3	0.0				Pro:	storove otog	eni												=
14									Přid	lat popisky g	lat												
15				0,2					Přid	lat <u>s</u> pojnici t	rendu												
16				0,1					Eor	mát datové i	ady												
17																							
18				0+								an (m)											
19				U	100	200	50	40	0	500	800	<i>m</i> (g)											
20																							
21				(1). (1).																			
22																							
23																							
24																							
25																							•
14.4	► ► Li	st1 / Lis	t2 🖉 List	3 / 💱 /																			▶ []
Připra	aven		_				_		_	_				_	Průměr: 150	,2678	Poče	:10 Sou	ičet: 1502,6	78 🔲 🗆 🖽	100 % 🤆		+
(	e		9		M. 🛛	5	9		2											^	<b>16 10</b> -	11 10 1	14:05 0. 2. 2020

Obr. 5 Experimentální uspořádání pro rovnoměrně zrychlený pohyb.

	Formát spojnice trendu ? ×
Možnosti spojnice trendu	Možnosti spojnice trendu
Barva čáry	Typ trendu a regrese
Styl čáry	
Stín Záře a měkké okraje	Lineární
	O Logaritmický Výstřižek okna
	→ Poľynomický Pořadí: 2
	المريخ 🕑 Mocninný
	📝 🔿 Klouzavý průměr Období: 2 🛓
	Název spojnice trendu
	Automaticky: Mocninný (T (s))
	🔿 Vlas <u>t</u> ní:
	Odhad
	Vpřed: 0,0 období
	Nazpět: 0,0 období
	Hodnota <u>Y</u> = 0,0
	Zobrazit <u>r</u> ovnici v grafu
	Zobrazit hodnotu <u>s</u> polehlivosti R
	Zavřít

Obr. 6 Formát spojnice trendu.



5. Výsledný graf se spojnicí trendu vložte do protokolu, viz obr. 7.

Obr. 7 Graf závislosti periody T na hmotnosti m v MS Excel.

- 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 hmotnosti.
- Jakou křivku graf popisuje? (přímka, parabola, hyperbola, exponenciála, logaritmická křivka).
   Odpověď zdůvodněte.
- 8. Jak bychom mohli z koeficientu před *x* v rovnici grafu funkce (viz 0,036 výše v grafu na obr. 7) vypočítat tuhost pružiny? **Proveďte odvození a výpočet tuhosti pružiny**.