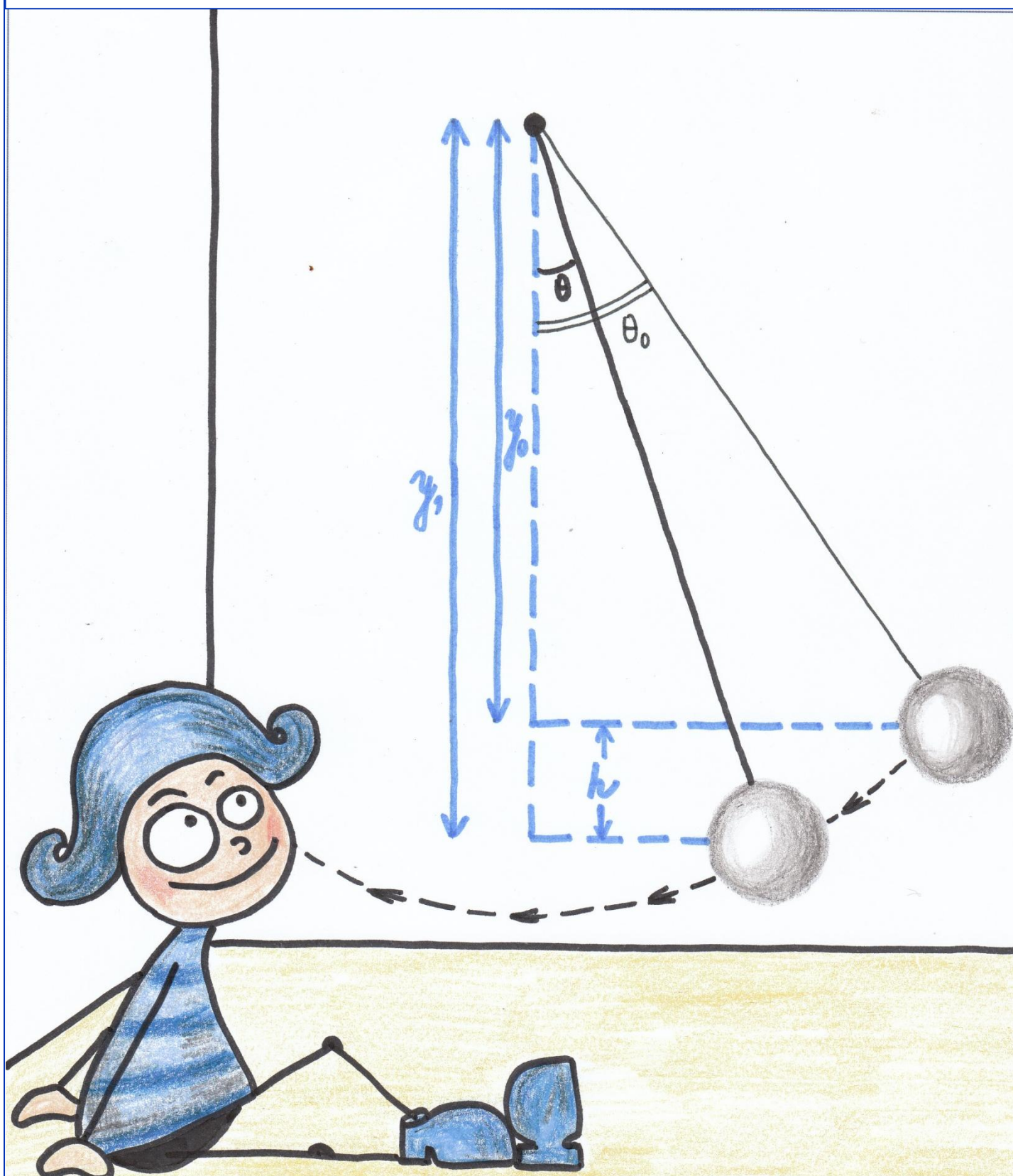


Laboratorní práce č. 3: Kmitání mechanického oscilátoru



Test k laboratorní práci č. 3: Kmitání mechanického oscilátoru

Varianta A

1. Které z níže uvedených charakterizujících harmonický kmitavý pohyb dosahují současně maximální velikost?
- A) okamžitá výchylka, rychlost a zrychlení
 - B) rychlost, zrychlení a síla
 - C) okamžitá výchylka, rychlost a síla
 - D) okamžitá výchylka, zrychlení a síla
2. Hmotný bod koná harmonický pohyb s periodou 4 s. Jaká je frekvence harmonického pohybu?
- A) 1,125 Hz
 - B) 0,25 Hz
 - C) 0,785 Hz
 - D) 1,57 Hz
3. Na pružinu o tuhosti $200 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ zavěšíme těleso o hmotnosti 8 kg. O jakou délku se prodlouží pružina, má-li tíhové zrychlení velikost $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$?
- A) 0,04 m
 - B) 0,25 m
 - C) 0,4 m
 - D) 2,5 m
4. Kulička o hmotnosti m zavěšená na niti o délce l kývá s dobou kmitu 2 s. Jaká je doba kmitu kuličky o hmotnosti m na niti o délce $4l$?
- A) 8 s
 - B) 4 s
 - C) 2 s
 - D) 1 s

Test k laboratorní práci č. 3: Kmitání mechanického oscilátoru

Varianta B

1. Harmonický kmitavý pohyb mechanického oscilátoru je způsoben silou F , která
- A) stále směřuje do rovnovážné polohy
 - B) stále směřuje z rovnovážné polohy
 - C) má největší velikost v rovnovážné poloze
 - D) má velikost přímo úměrnou druhé mocnině okamžité výchylky
2. Hmotný bod koná harmonický pohyb s frekvencí 5 Hz. Jaká je perioda harmonického pohybu?
- A) 0,2 s
 - B) 1,26 s
 - C) 5 s
 - D) 31,4 s
3. Zavěsíme-li na pružinu těleso o hmotnosti 8 kg, prodlouží se pružina o 40 cm. Tuhost pružiny je:
- A) $0,5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
 - B) $2 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
 - C) $5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
 - D) $200 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
4. Kulička o hmotnosti m zavěšená na niti o délce l kývá s dobou kmitu 2 s. Jaká je doba kmitu kuličky o hmotnosti $4m$ na niti o délce l ?
- A) 8 s
 - B) 4 s
 - C) 2 s
 - D) 1 s

Test k laboratorní práci č. 3: Kmitání mechanického oscilátoru

Varianta C

1. Frekvence vlastního kmitání netlumeného pružinového mechanického oscilátoru závisí
- A) pouze na vlastnostech oscilátoru
 - B) pouze na velikosti gravitačního zrychlení v daném místě
 - C) pouze na hmotnosti oscilátoru
 - D) pouze na velikosti vnějších sil

2. Hmotný bod koná harmonický pohyb s periodou 4 s. Jaká je úhlová frekvence harmonického pohybu?
- A) $0,25 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 - B) $1,57 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 - C) $12,6 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 - D) $25,1 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$

3. Na pružinu o tuhosti $400 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ zavěšíme těleso o hmotnosti 4 kg. O jakou délku se prodlouží pružina, má-li tíhové zrychlení velikost $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$?
- A) 0,1 m
 - B) 0,4 m
 - C) 1 m
 - D) 4 m

4. Kulička o hmotnosti m zavěšená na niti o délce l kývá s dobou kmitu 2 s. Jaká je doba kmitu kuličky o hmotnosti m na niti o délce $\frac{1}{4}l$?
- A) 4 s
 - B) 2 s
 - C) 1 s
 - D) 0,5 s

Test k laboratorní práci č. 3: Kmitání mechanického oscilátoru

Varianta D

1. Perioda vlastního kmitání netlumeného pružinového mechanického oscilátoru závisí
- A) jen na velikosti vnějších sil
 - B) také na velikosti gravitačního zrychlení v daném místě
 - C) pouze na hmotnosti oscilátoru
 - D) pouze na vlastnostech oscilátoru
2. Hmotný bod koná harmonický pohyb s frekvencí 5 Hz. Jaká je úhlová frekvence harmonického pohybu?
- A) $0,2 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 - B) $1,26 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 - C) $5 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
 - D) $31,4 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$
3. Zavěsíme-li na pružinu těleso o hmotnosti 4 kg, prodlouží se pružina o 10 cm. Tuhost pružiny je:
- A) $0,25 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
 - B) $4 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
 - C) $25 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
 - D) $400 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$
4. Kulička o hmotnosti m zavěšená na niti o délce l kývá s dobou kmitu 2 s. Jaká je doba kmitu kuličky o hmotnosti $\frac{1}{4}m$ na niti o délce l ?
- A) 4 s
 - B) 2 s
 - C) 1 s
 - D) 0,5 s

Laboratorní práce č. 3: Kmitání mechanického oscilátoru

Pomůcky:

pružina, sada závaží s háčkem, těleso s očkem, vlákno, stativ s držákem pružiny, délkové měřidlo, těleso neznámé hmotnosti, laboratorní váhy, sada závaží, stopky.

Teorie:

Mechanický oscilátor je zařízení, které volně (bez vnějšího působení) kmitá.

Jestliže těleso o hmotnosti m zavěsíme na pružinu o tuhosti $k = F/\Delta l$ (Δl je prodloužení pružiny působením síly o velikosti F), vznikne **pružinový mechanický oscilátor**

s periodou vlastního kmitání:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Není-li hmotnost m_0 pružiny zanedbatelná vzhledem k hmotnosti tělesa, platí upravený

vztah:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m + \frac{m_0}{3}}{k}}$$

Kmitavý pohyb koná také těleso zavěšené na pevném vlákně – **kyvadlo**, které rozkmitáme vychýlením z rovnovážné polohy (tzn. ze svislého směru). Je-li amplituda

výchyly malá (max. 8°), platí pro periodu T kyvadla délky l :
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Provedení:

1. Úkol: Určení setrvačné hmotnosti tělesa mechanickým oscilátorem

Hmotnost tělesa obvykle určujeme vážením, kdy využíváme statické účinky tíhové síly. Zákonitosti kmitavého pohybu pružinového oscilátoru umožňují zjistit hmotnost tělesa na základě dynamických účinků síly. Setrvačnou hmotnost tělesa lze určit měřením periody kmitání a tuhosti a hmotnosti pružiny a dosazením naměřených hodnot do

vztahu: $m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} - \frac{m_0}{3}$, který získáme úpravou vztahu pro periodu pružinového oscilátoru.

Provedení:

Upevněte pružinu na držák stativu. Na pružinu zavěste první závaží a pomocí délkového měřidla určete počáteční polohu l_0 závaží. Na pružinu zavěšujte postupně další tři závaží a pro každý případ určete polohu l_i prvního závaží. Výsledky zapisujte do tabulky:

Číslo měření	$\frac{m}{kg}$	$\frac{l_i}{10^{-3}m}$	$\frac{\Delta l}{10^{-3}m}$	$\frac{F_G}{N}$	$\frac{k}{N.m^{-1}}$	$\frac{\Delta k_i}{N.m^{-1}}$
1						
2						
3						

Určete prodloužení pružiny $\Delta l = l_i - l_0$. Pro jednotlivé případy vypočítejte velikost tíhové síly ($F_G = mg$), která způsobila prodloužení Δl pružiny a určete tuhost pružiny pomocí vztahu uvedeného v teoretickém úvodu. Vypočítejte průměrnou hodnotu \bar{k} tuhosti pružiny, odchylky Δk_i od průměru a průměrnou odchylku Δk .

Na pružinu zavěste těleso neznámé hmotnosti a mírným protažením pružinu rozkmitajte. Stopkami změřte dobu, za kterou těleso vykoná 20 kmitů. Měření opakujte pětkrát a výsledky zapisujte do tabulky:

Číslo měření	$\frac{20T}{s}$	$\frac{T}{s}$	$\frac{\Delta T_i}{s}$
1			
2			
3			
4			
5			

Určete průměrnou periodu \bar{T} , odchylky ΔT_i od průměru a průměrnou odchylku ΔT .

Vážením na laboratorních vahách určete hmotnost m_0 pružiny.

Dosazením průměrných hodnot do vzorce $\bar{m} = \frac{\bar{T}^2 \cdot \bar{k}}{4\pi^2} - \frac{m_0}{3}$ vypočítejte průměrnou hmotnost tělesa (je-li hmotnost m_0 zanedbatelná vzhledem k \bar{m} , do vzorce ji nedosazujte).

Dále pomocí vzorce $\delta_m = 2 \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta k}{k}$ určete relativní odchylku měření hmotnosti a pomocí vzorce $\Delta m = m \cdot \delta_m$ odchylku měření hmotnosti. Výsledek měření zapište ve tvaru:

$$m = (\bar{m} \pm \Delta m) \text{ kg}$$

Použité těleso zvažte na laboratorních vahách a takto určenou hmotnost porovnejte s hmotností naměřenou pomocí mechanického oscilátoru.

2. úkol: Ověření vztahu pro periodu kyvadla

Ze vztahu uvedeného v teoretickém úvodu vyplývá, že perioda kyvadla, tvořeného kuličkou zavěšenou na pevném vlákně, závisí jen na délce l kyvadla (vlákna) a nezávisí na hmotnosti kuličky.

Provedení:

Kyvadlo vytvořené z kuličky a pevného vlákna upevněte vhodně na držák stojanu. Délku l kyvadla změřte délkovým měřidlem od bodu závěsu ke středu kuličky.

Periodu kyvadla určete z měření deseti period $10T$, které pětkrát opakujte. Kyvadlo rozkmitajte s **malou amplitudou výchylky** a čas začněte měřit v okamžiku, kdy kulička kyvadla prochází rovnovážnou polohou (od tohoto okamžiku měřte 10 průchodů rovnovážnou polohou vždy z jedné strany).

Měření proveďte pro dvě různé délky l_1, l_2 kyvadla (volte dvě výrazněji odlišné délky od 90 cm do 160 cm) a výsledky zapisujte do tabulky:

	l_1		l_2																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Číslo měření</th> <th style="width: 30%;">$\frac{10T_1}{s}$</th> <th style="width: 50%;">$\frac{T_1}{s}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Číslo měření	$\frac{10T_1}{s}$	$\frac{T_1}{s}$	1			2			3			4			5			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Číslo měření</th> <th style="width: 30%;">$\frac{10T_2}{s}$</th> <th style="width: 50%;">$\frac{T_2}{s}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Číslo měření	$\frac{10T_2}{s}$	$\frac{T_2}{s}$	1			2			3			4			5		
Číslo měření	$\frac{10T_1}{s}$	$\frac{T_1}{s}$																																				
1																																						
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						
Číslo měření	$\frac{10T_2}{s}$	$\frac{T_2}{s}$																																				
1																																						
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						

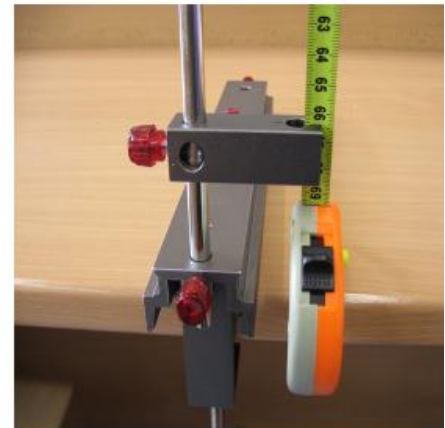
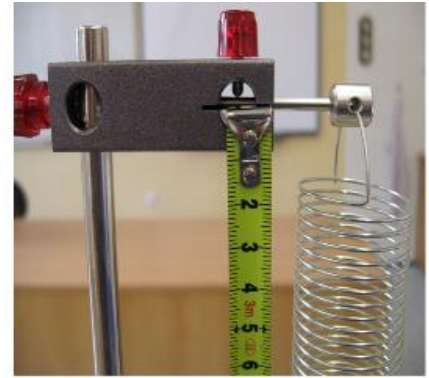
Pro oba případy vypočítejte průměrné hodnoty $\overline{T_1}, \overline{T_2}$ periody kyvadla a porovnejte je s hodnotami T_1, T_2 , vypočítanými dosazením použitých délek l_1, l_2 do vztahu pro periodu kyvadla.

Doplňkový úkol:

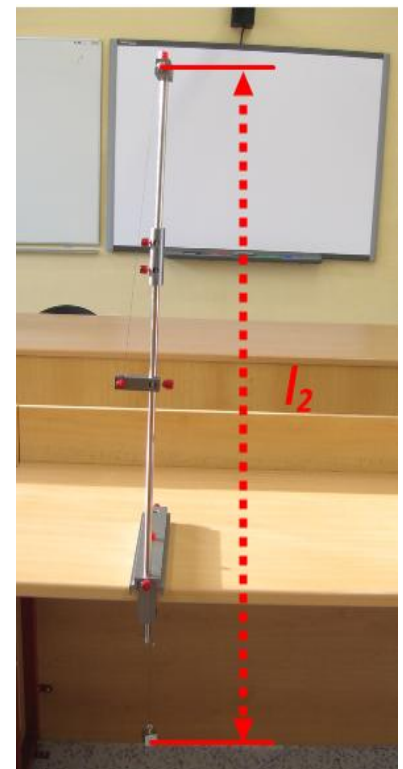
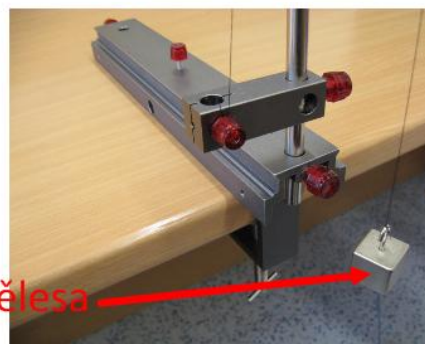
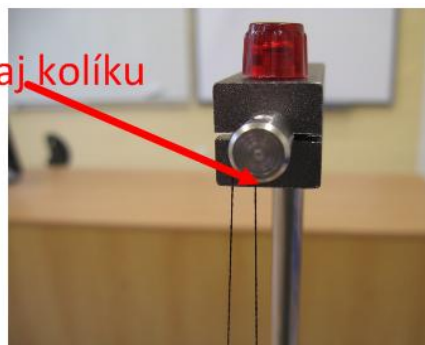
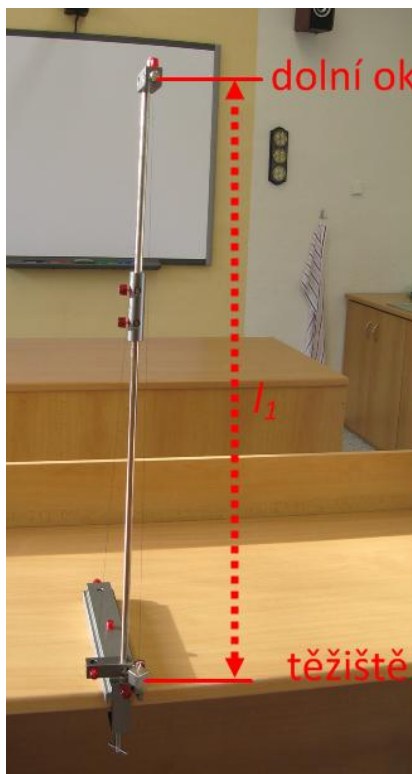
Pomocí kyvadla lze určit tíhové zrychlení. Ze vztahu pro výpočet periody kyvadla odvoďte vztah pro výpočet tíhového zrychlení g . Dosazením vámi použitých a naměřených hodnot l, \overline{T} vypočítejte pro oba případy tíhové zrychlení g .

Závěr:

Úkol č. 1



Úkol č. 2



Protokol č. 3:

Pracoval:	
Spolupracoval:	
Třída:	
Hodnocení:	

Pracováno dne:	
Vlhkost vzduchu:	
Tlak vzduchu:	
Teplota vzduchu:	

Název úlohy: **Kmitání mechanického oscilátoru**

Pomůcky:

pružina, sada závaží s háčkem, těleso s očkem, vlákno, stativ s držákem pružiny, délkové měřidlo, těleso neznámé hmotnosti, laboratorní váhy, sada závaží, stopky.

1. úkol: Určení setrvačné hmotnosti tělesa mechanickým oscilátorem

Pro periodu pružinového mechanického oscilátoru platí: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Jestliže

hmotnost m_0 pružiny nelze zanedbat, platí upravený vztah: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m + \frac{m_0}{3}}{k}}$.

Setrvačnou hmotnost tělesa lze určit měřením periody kmitání a tuhosti pružiny a dosazením naměřených hodnot do vztahu: $m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} - \frac{m_0}{3}$, který získáme úpravou vztahu pro periodu pružinového oscilátoru.

Provedení:

Upevnili jsme pružinu na držák stativu. Na pružinu jsme zavěsili první závaží a pomocí délkového měřidla určili počáteční polohu l_0 závaží:

$l_0 =$

Postupně jsme na pružinu zavěšovali další tři závaží a pro každý případ určili polohu l_i prvního závaží. Výsledky jsme zapsali do tabulky:

Číslo měření	$\frac{m}{kg}$	$\frac{l_i}{10^{-3}m}$	$\frac{\Delta l}{10^{-3}m}$	$\frac{F_G}{N}$	$\frac{k}{N.m^{-1}}$	$\frac{\Delta k_i}{N.m^{-1}}$
1						
2						
3						

Určili jsme prodloužení pružiny $\Delta l = l_i - l_0$. Pro jednotlivé případy jsme vypočítali velikost tíhové síly ($F_G = mg$), která způsobila prodloužení Δl pružiny a tuhost pružiny pomocí vztahu uvedeného v teoretickém úvodu.

Vypočítali jsme průměrnou hodnotu tuhosti pružiny: $\bar{k} =$

Dále jsme vypočítali odchylky Δk_i od průměru a průměrnou odchylku: $\Delta k =$

Na pružinu jsme zavěsili těleso neznámé hmotnosti a mírným protažením pružinu rozkmitali. Stopkami jsme změřili dobu, za kterou těleso vykoná 20 kmitů. Měření jsme opakovali pětkrát a výsledky zapsali do tabulky:

Číslo měření	$\frac{20T}{s}$	$\frac{T}{s}$	$\frac{\Delta T_i}{s}$
1			
2			
3			
4			
5			

Průměrná perioda: $\bar{T} =$

Určili jsme odchylky ΔT_i od průměru a průměrnou odchylku:

$\Delta T =$

Na laboratorních vahách jsme určili hmotnost pružiny:

$m_0 =$

Průměrná hmotnost tělesa:

$\bar{m} =$

Relativní odchylka měření hmotnosti:

$\delta m =$

Odchylka měření hmotnosti:

$\Delta m =$

Výsledek měření:

$m =$

Použité těleso jsme zvážili na laboratorních vahách:

$m =$

Závěr:

2. úkol: Ověření vztahu pro periodu kyvadla

Je-li amplituda výchylky malá, platí pro periodu T kyvadla délky l : $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Provedení:

Kyvadlo vytvořené z kuličky a pevného vlákna jsme upevnili vhodně na držák stojanu.

Délku l kyvadla jsme změřili délkovým měřidlem. Periodu kyvadla jsme určili změřením deseti period $10T$, které jsme pětkrát opakovali. Výsledky jsme zapsali do tabulky:

$l_1 =$

$l_2 =$

Číslo měření	$\frac{10T_1}{s}$	$\frac{T_1}{s}$
1		
2		
3		
4		
5		

Číslo měření	$\frac{10T_2}{s}$	$\frac{T_2}{s}$
1		
2		
3		
4		
5		

Průměrné hodnoty:

Vypočítali jsme teoretické hodnoty periody použitých kyvadel dosazením délek l_1, l_2 do vztahu pro periodu kyvadla:

Porovnání:

Doplňkový úkol:

Pomocí kyvadla lze určit tíhové zrychlení. Ze vztahu pro výpočet periody kyvadla jsme odvodili vztah pro výpočet tíhového zrychlení:

Dosazením použitých a naměřených hodnot l, \bar{T} jsme vypočítali pro oba případy tíhové zrychlení:

Závěr: