evropský sociální fond v ČR EVROPSKÁ UNIE MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost Jihomoravský kraj

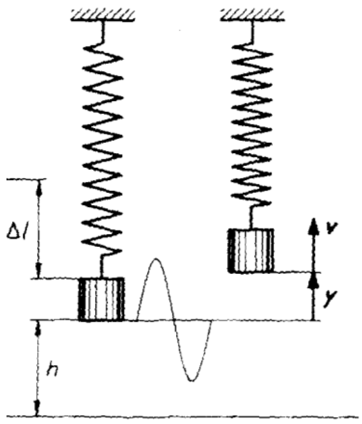
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST č. 1		
Téma úlohy: Analýza kmitavého pohybu harmonického oscilátoru		
Pracoval: Třída: Datum:	Teplota: Tlak: Vlhkost vzduchu:	Hodnocení:
Spolupracovali:		

Téma:
Analýza kmitavého pohybu harmonického oscilátoru

Roku 1671 zjistil francouzský astronom Jean Richter, že jeho kyvadlové hodiny, které ukazovaly v Paříži přesný čas, se na severu jižní Ameriky v Cayenne zpožďovaly o více než dvě minuty denně. K obnovení jejich správného chodu proto musel zkrátit kyvadlo téměř o 3 mm. Toto zkrácení je ve shodě se zmenšením zemské tíže pro místa bližší rovníku.

Mechanický oscilátor je zařízení, které volně kmitá. Kmity mechanického oscilátoru (libovolného periodického pohybu) lze charakterizovat pomocí periody T a frekvence f, pro které platí: $T = \frac{1}{f}$. Perioda je doba jednoho kmitu a frekvence vyjadřuje počet kmitů za sekundu.



Kinematicky popsat kmitavý pohyb znamená, vyjádřit okamžitou polohu mechanického oscilátoru y v závislosti na čase t.

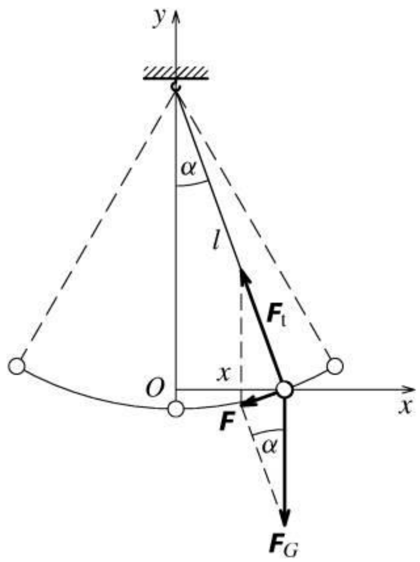
Pro **harmonický kmitavý pohyb** platí, že zrychlení oscilátoru je přímo úměrné jeho výchylce a okamžitá výchylka je popsána rovnicí

$$y = y_m \sin(\omega t)\text{, kde } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}.$$

Harmonické kmitání mechanického oscilátoru je způsobeno silou *F*, jejíž velikost je přímo úměrná výchylce *y* a má v každém okamžiku směr do rovnovážné polohy: $F = -ky$, kde *k* je tuhost pružiny, která je charakteristickou vlastností pružiny oscilátoru.

Pro periodu výchylky **tělesa zavěšeného na pružině** platí vztah $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, kde *m* je hmotnost závaží a *k* je tuhost pružiny.

Perioda vlastního kmitání **matematického kyvadla** je popsána vztahem $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, kde *l* je délka závěsu kyvadla.



1. Určete tuhost pružiny a popište kmitavý pohyb tělesa zavěšeného na pružině.

Postup měření:

a) Určení tuhosti pružiny měřením periody kmitavého pohybu

Tuhost pružiny zjistíme pomocí hmotnosti m a periody T kmitavého pohybu tělesa zavěšeného na pružině. Proto pomocí digitálních vah určíme hmotnost zavěšeného závaží, změříme hodnotu periody kmitání a vypočítáme tuhost pružiny s příslušnou absolutní i relativní chybou.

1. Pro různé hmotnosti zavěšeného závaží změříme v ISESu dobu deseti kmitů, z které vypočítáme periodu kmitání. Po otevření experimentu začneme měřit pomocí klávesy F9 a časový úsek odečteme ve zpracování dat (Zpracování --> zpracování dat --> rozdíl hodnot = znak trojúhelník).
   Z naměřené periody vypočítáme tuhost pružiny, u které určíme absolutní i relativní odchylku.
2. Pro **popis kmitavého pohybu** použijeme rovnici pro okamžitou výchylku $y = y_m \sin(\omega t)$.
   Pro zápis rovnice použijeme výsledky měření s minimální hmotností závaží. Úhlovou frekvenci kmitavého pohybu *ω* vypočítáme z naměřené hodnoty periody v prvním měření, tj. pro minimální hmotnost závaží.
3. Pomocí rovnice pro okamžitou výchylku vytvořte na počítači graf závislosti okamžité výchylky na čase harmonického kmitání pro danou hmotnost závaží.

b) Určení tuhosti pružiny měřením prodloužení pružiny

1. Pro jednotlivá závaží různých hmotnosti změříme prodloužení pružiny Δl z její rovnovážné polohy.
2. Pro každou hmotnost závaží určíme tíhovou sílu $F = mg$, která působí na pružinu.
3. Z naměřených hodnot prodloužení pro dané hmotnosti závaží vypočítáme ze vztahu $F = k\,\Delta l$ tuhost pružiny *k*. K vypočítaným hodnotám tuhosti pružiny určíme absolutní i relativní odchylku měření.

Měření a zpracování výsledků:

a) Určení tuhosti pružiny měřením periody

Naměřené hodnoty zapište do tabulky. Proveďte 5 měření pro 5 různých závaží.

Měření	$\frac{m}{g}$	$\frac{10T}{s}$	$\frac{T}{s}$	$\frac{k}{N/m}$	$\frac{\Delta k}{N/m}$
1					
2					
3					
4					
5					
∑	-	-	-		
Φ	-	-	-		

Další výpočty:

Tuhost pružiny:

b) Určení tuhosti pružiny měřením prodloužení pružiny

Měření	$\frac{m}{g}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{\Delta l}{cm}$	$\frac{k}{N/m}$	$\frac{\Delta k}{N/m}$
1					
2					
3					
4					
5					
∑	-	-	-		
Φ	-	-	-		

Další výpočty:

Tuhost pružiny:

Závěr:

Uveďte hodnotu tuhosti pružiny pro obě metody měření a porovnejte získané výsledky.

Doplňkový úkol: Zapište rovnici závislosti okamžité výchylky na čase pro zvolenou hmotnost závaží a fyzikálně interpretujte graf závislosti okamžité výchylky na čase.

2. Určete délku matematického kyvadla z naměřené periody kyvadla.

Postup měření:

1. U matematického kyvadla změříme v programu ISES dobu jeho deseti kmitů, z které vypočítáme periodu kyvadla. Důležité je rozmyslet si, co je v grafu jeden kmit kyvadla. (Zpracování --> zpracování dat --> rozdíl hodnot).
2. Z naměřené periody kyvadla vypočítáme délku matematického kyvadla s příslušnou absolutní i relativní odchylkou. Využijeme vztahu $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
3. Ověřte své naměřené hodnoty změřením délky kyvadla. Jaká perioda kyvadla odpovídá naměřené délce?

Měření a zpracování výsledků:

Naměřené hodnoty periody zapište do tabulky a vypočítejte délku kyvadla:

Měření	$\frac{10T}{s}$	$\frac{T}{s}$	$\frac{l}{m}$	$\frac{\Delta l}{m}$
1				
2				
3				
4				
5				
∑	-			
Φ	-			

Další výpočty:

Vypočítaná délka kyvadla:

Naměřená délka kyvadla:

Závěr:

Uveďte naměřenou délku matematického kyvadla pomocí jeho periody a srovnejte ji se změřenou délkou.

Doplňkové úkoly:

1. Navrhněte definici délky jednoho metru pomocí periody kmitání matematického kyvadla.

2. Vypočítejte délku Foucaultova kyvadla na našem gymnáziu z naměřené periody jeho kmitavého pohybu.