

## DUM č. 13 v sadě

### 10. Fy-1 Učební materiály do fyziky pro 2. ročník gymnázia

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 04.05.2014

Ročník: 1. ročník

Anotace DUMu: Mechanické kmitání

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## 2. ročník      **Mechanické kmitání – písemná práce**

### **Zkoušené učivo**

- rozdělení oscilátorů
- kinematika mechanického kmitání
- graf časové závislosti výchylky
- dynamika mechanického kmitání
- přeměny energií v mechanickém oscilátoru

### **Metodické poznámky**

- čas na vypracování = 1 vyučovací hodina (reálně max. 40 minut)
- obtížnost skupin srovnatelná
- zadání obsahuje jak teoretické otázky, tak příklady
- obtížnost písemky je záměrně nižší než u příkladů k procvičení – při řešení příkladů doma má žák k dispozici poznámky, učebnici, internetové zdroje a hlavně dostatek času

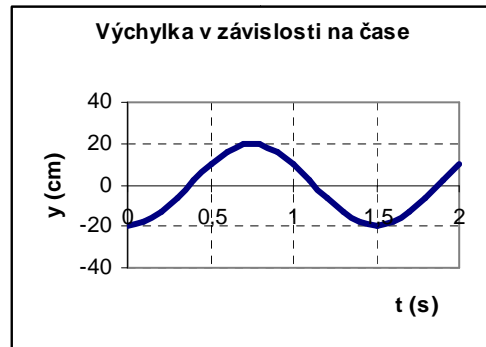
Všechny grafy vytvořil autor samostatně.

## 2. ročník

## Mechanické kmitání

A

- 1) Vysvětlete rozdíl mezi volným a vynuceným kmitáním. Ke každému druhu uveďte tři příklady.
- 2) Mechanické kmitání je popsáno rovnicí  $y(t) = 0,1 \cdot \sin(3 \cdot t + \pi/2)$ . Číselné hodnoty jsou uvedeny v základních jednotkách SI.
  - a) Určete amplitudu výchylky, periodu, frekvenci a výchylku v čase  $t = 10$  s.
  - b) Za jak dlouho se těleso přemístí z rovnovážné polohy do bodu obratu?
  - c) Sestrojte graf závislosti  $y = f(t)$ .
- 3) Mechanické kmitání je znázorněno následujícím grafem. Najděte rovnici tohoto kmitání.
- 4) Těleso o hmotnosti 500 g upevníme na pružinu o tuhosti 25 N/m a vychýlíme 20 cm z rovnovážné polohy. Poté je pustíme bez počáteční rychlosti. Vypočítejte, jakou rychlostí v projde rovnovážnou polohou. Zanedbejte třecí síly.
- 5) V laboratorních cvičeních měřili studenti tíhové zrychlení  $g$  na povrchu Země. Na provázek uvázali stogramové závaží tak, že vzdálenost jeho těžiště byla 60,0 cm od pevného bodu závěsu. Vychýlili je 15 cm z rovnovážné polohy a nechali kývat. Poté změřili periodu kmitání  $T_{\text{exp}} = 1,539$  s. Určete experimentálně zjištěnou hodnotu  $g_{\text{exp}}$  a relativní odchylku  $\delta g$  od správné hodnoty  $g_0$ .



## 2. ročník

## Mechanické kmitání

B

- 1) Popište přeměny energií, ke kterým dochází při kmitání harmonického oscilátoru. Uveďte, kdy je která energie maximální a kdy nulová. Uveďte tři příklady harmonického oscilátoru.
- 2) Mechanické kmitání je popsáno rovnicí  $y(t) = 0,1 \cdot \sin(4 \cdot t - \pi/2)$ . Číselné hodnoty jsou uvedeny v základních jednotkách SI.
  - a) Určete amplitudu výchylky, periodu, frekvenci a výchylku v čase  $t = 5$  s.
  - b) Za jak dlouho se těleso přemístí z jednoho bodu obratu do druhého bodu obratu?
  - c) Sestrojte graf závislosti  $y = f(t)$ .
- 3) Mechanické kmitání je znázorněno následujícím grafem. Najděte rovnici tohoto kmitání.
- 4) Těleso o hmotnosti 100 g upevníme na pružinu o tuhosti 25 N/m a vychýlíme 20 cm z rovnovážné polohy. Poté je pustíme bez počáteční rychlosti. Vypočítejte, jakou rychlostí v projde rovnovážnou polohou. Zanedbejte třecí síly.
- 5) Studenti 2.C v laboratorních cvičeních měřili tíhové zrychlení  $g$  na povrchu Země. Na provázek uvázali stogramové závaží tak, že vzdálenost jeho těžiště byla 45,0 cm od pevného bodu závěsu. Vychýlili je 15 cm z rovnovážné polohy a nechali kývat. Poté změřili periodu kmitání  $T_{\text{exp}} = 1,320$  s. Určete experimentálně zjištěnou hodnotu  $g_{\text{exp}}$  a relativní odchylku  $\delta g$  od správné hodnoty  $g_0$ .



## Řešení skupiny A

- 1) Volné kmitání – soustava vykonává (po prvotním impulsu) periodický pohyb kolem rovnovážné polohy díky přítomnosti vratné síly (součást systému), př. struna na klavíru, těleso zavěšené na provázku, ladička.  
Vynucené kmitání – soustava je podrobena vnější periodické síle, která dodává energii a nutí kmitat soustavu se svou frekvencí, př. struna rozeznávaná smyčcem, membrána reproduktoru, hlasivky.
- 2) a)  $y_m = 0,1$  m,  $f = 0,477$  Hz,  $T = 2,09$  s,  $y(10$  s) = 0,015 m  
b) za  $\frac{1}{4}$  periody tj. za 0,52 s



c)

- 3) Perioda  $T = 1,5$  s, amplituda  $y_m = 0,2$  m, průsečík v minimu, takže  $y(t) = -0,2 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \frac{t}{1,5}\right) = 0,2 \cdot \sin\left(\frac{4\pi}{3}t - \frac{\pi}{2}\right)$
- 4) Ze ZZME plyne  $\frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}kx_m^2$ , odkud  $v_m = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x_m = 1,41$  m/s
- 5) Matematické kyvadlo,  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ , tedy  $g_{exp} = \left(\frac{2\pi}{T_{exp}}\right)^2 \cdot l = 10,00$  m/s<sup>2</sup>, skutečná hodnota je blížká  $g_0 = 9,81$  m/s<sup>2</sup>. Absolutní odchylka  $\Delta g = 0,19$  m/s<sup>2</sup>, relativní odchylka  $\delta g = \frac{\Delta g}{g_0} \cdot 100\% = 1,9\%$

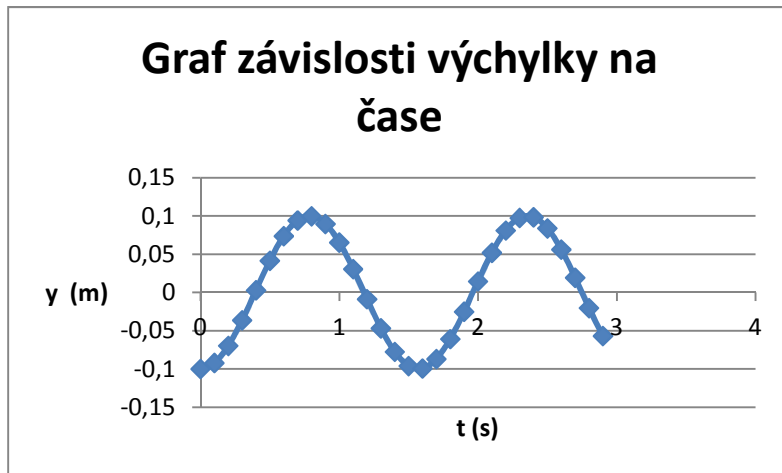
### Bodování:

- 1) 4 body
- 2) 5 bodů
- 3) 4 body
- 4) 3 body
- 5) 4 body

Celkem 20 bodů

## Řešení skupiny B

- 1) Dochází k přeměnám polohové energie (může být tíhová, energie pružnosti atp.) na pohybovou a naopak. V rovnovážné poloze je polohová minimální a pohybová maximální, v bodech obratu je pohybová nulová a polohová maximální. Mechanická energie (jejich součet) se nemění. Těleso zavěšené na pružině (bez tření), těleso zavěšené na provázku – malé výchylky a bez tření,
- 2) a)  $y_m = 0,1$  m,  $f = 0,637$  Hz,  $T = 1,57$  s,  $y(5 \text{ s}) = -0,041$  m  
b) za 1/2 periody tj. za 0,785 s



c)

- 3) Z grafu zjistíme periodu  $T = 2,5$  s a amplitudu  $y_m = 0,2$  m. Úhlová frekvence je  $\omega = 2,51$  rad/s. Rovnice  $y(t) = -0,2 \cdot \sin(2,51 \cdot t) = 0,2 \cdot \sin(2,51 \cdot t + \pi)$
- 4) Ze ZZME plyne  $\frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}kx_m^2$ , odkud  $v_m = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot x_m = 3,16$  m/s
- 5) Matematické kyvadlo,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ , tedy  $g_{exp} = \left(\frac{2\pi}{T_{exp}}\right)^2 \cdot l = 10,20$  m/s<sup>2</sup>, skutečná hodnota je blízká  $g_0 = 9,81$  m/s<sup>2</sup>. Absolutní odchylka  $\Delta g = 0,39$  m/s<sup>2</sup>, relativní odchylka  $\delta g = \frac{\Delta g}{g_0} \cdot 100 \% = 3,8 \%$

### Bodování:

- 1) 4 body
- 2) 5 bodů
- 3) 4 body
- 4) 3 body
- 5) 4 body

Celkem 20 bodů