

# Harmonické oscilátory

Jakub Kákona, kaklik@mlab.cz

## Abstrakt

Tato úloha se zabývá měřením rezonančních vlastností mechanických tlumených i netlumených oscilátorů.

## 1 Úvod

1. Změřte tuhost pružiny statickou metodou a vypočtěte úhlovou frekvenci (včetně celkové chyby určení), se kterou bude soustava kmitat kolem rovnovážné polohy s Vámi zvoleným závažím. Odhadněte, s jakou chybou jste schopni prodloužení pružiny měřit a vypočtěte minimální hmotnost závaží, které musíte k prodloužení použít, aby jste dosáhl relativní chyby měření tuhosti pružiny 50%. Chybu měření hmotnosti závaží  $\Delta m$  považujte za nulovou.
2. Změřte úhlovou frekvenci kmitů pružiny dynamickou metodou. Rozhodněte, jestli pro výpočet úhlové frekvence je nutné použít vztah

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}, \quad (1)$$

tj. jestli je útlum tak velký, že překonává chybu měření.

3. Změřte koeficienty tlumení  $\delta$  pro 2 konfigurace tlumících magnetů. Ověřte přitom platnost vztahu (1).
4. Naměřte závislost amplitudy a fázového posunu kmitů pružiny oproti budící síle na úhlové frekvenci budící síly.
5. Závislost amplitudy  $A$  kmitů na úhlové frekvenci budící síly  $\Omega$  vynesete do grafu, nafitujte tuto závislost funkcí

$$A = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}, \quad (2)$$

z této funkce pak určete vlastní frekvenci  $\omega_0$  a útlum  $\delta$  a určete pomocí vztahu

$$\omega_{REZ} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}, \quad (3)$$

hodnotu rezonanční frekvence  $\Omega_{REZ}$ . Proč nelze použít měření rezonanční křivky k určení vlastní frekvence kriticky tlumených systémů?

6. Závislost fázového posunu kmitů pružiny  $\theta$  na úhlové frekvenci budící síly  $\omega$  vynesete do grafu, nafiťujte tuto závislost funkcí

$$\theta = \arctan\left(\frac{\omega_0^2 - \Omega^2}{2\delta\Omega}\right). \quad (4)$$

Mejte na paměti, že tento vztah platí pro fázový posun v radiánech. Z nafiťované funkce pak opět určete vlastní úhlovou frekvenci a útlum systému.

7. Srovnejte výsledky měření pro vlastní úhlovou frekvenci z úkolů 1,2,5 a 6. Které měření považujete za nejpřesnější a naopak?
8. Změřte tuhost pružiny Pohlova kyvadla.
9. Naměřte časový vývoj výchylky kmitů kyvadla pro netlumené kmity. Za použití výsledku tohoto a minulého úkolu vypočítejte moment setrvačnosti kyvadla I.
10. Změřte koeficient útlumu pro několik zvolených hodnot tlumícího proudu. Závislost vynesete do grafu.
11. Extrapolací určete hodnotu tlumícího proudu, při kterém dochází ke kritickému tlumení. Nastavte tuto hodnotu, změřte průběh při rychlostní a polohové počáteční podmínce a ověřte, že je kyvadlo skutečně kriticky tlumeno.

## 2 Postup měření

### 2.1 Polhovo Kyvadlo

Nejdříve jsme změřili tuhost pružiny v kyvadle a to podobným způsobem, jako v předešlém měření gravitačního oscilátoru.

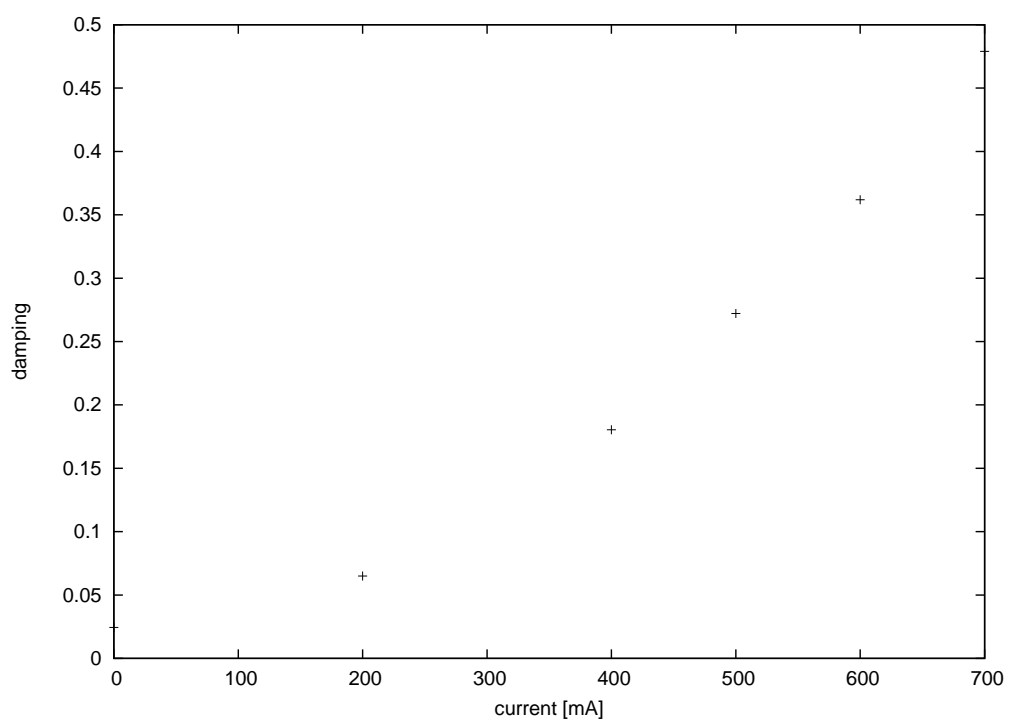
## 3 Diskuse

### Závěr

### Reference

[1] Zadání úlohy 9 - Základní experimenty akustiky. <http://fyzika.fjfi.cvut.cz/Praktika/Akustika/akustikaPRA.pdf>.

[2] Vlnění optika a atomoavá fyzika. <http://www.fjfi.cvut.cz/files/k402/files/skripta/voaf/VOAF2008>.



Obrázek 1: Závislost tlumení na velikosti proudu v tlumící cívice.