

Nihalo v viskoznom mediju

Žiga Patačko Koderman

18. maj 2018

1 Fizikalno ozadje

Gibanje nihala, potopljenega v viskoznom mediju, opišemo s sledečo diferencialno enačbo:

$$\frac{d^2\phi}{dt^2} + \frac{6\pi\eta r}{m} \frac{d\phi}{dt} + \frac{g}{l} \sin(\phi) = 0$$

Uvedemo brezdimenzijski čas $\tau = t\sqrt{\frac{g}{l}}$ ter brezdimenzijski koeficient dušenja $\beta = \frac{6\pi\eta r}{m} \sqrt{\frac{l}{g}}$:

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{d\phi}{d\eta} \frac{d\eta}{dt} = \frac{d\phi}{d\tau} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

ter prvotno enačbo preoblikujemo v brezdimenzijsko:

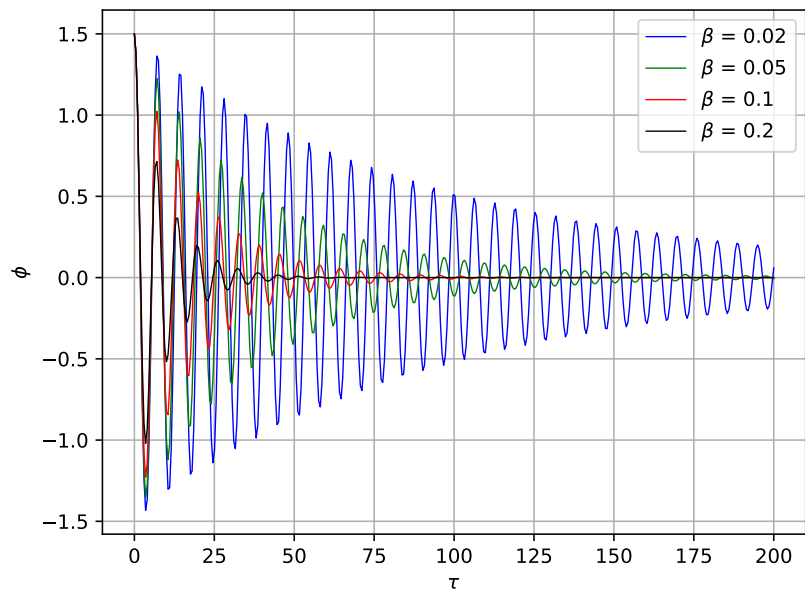
$$\frac{d^2\phi}{d\tau^2} + \beta \frac{d\phi}{d\tau} + \sin(\phi) = 0$$

Enačbo dalje rešujemo numerično.

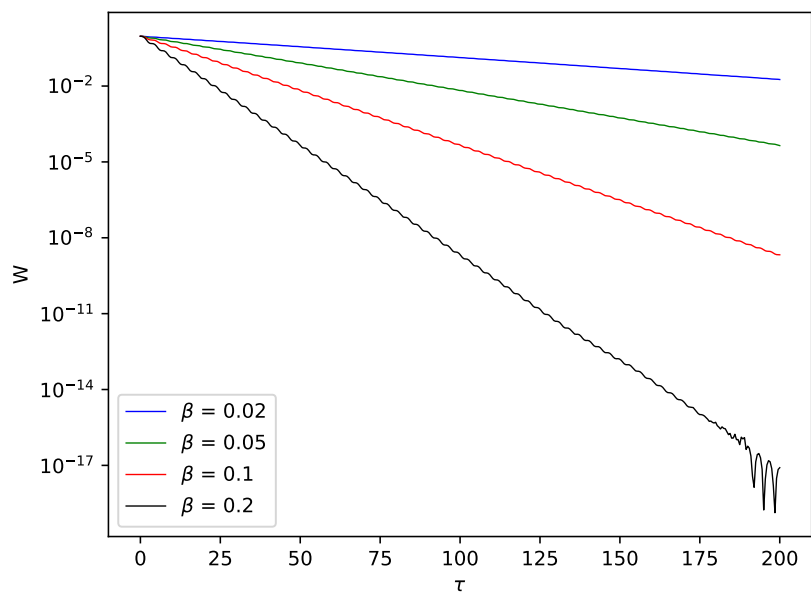
2 Rezultati

Za koeficiente $\beta \in \{0.02, 0.05, 0.1, 0.2\}$ izrišemo grafa odmika in energije v odvisnosti od brezdimenzijskega časa τ . Energijo definiramo kot:

$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{d\phi}{d\tau} \right)^2 + \frac{1}{2} (1 - \cos(\phi))$$



Slika 1: Graf ϕ v odvisnosti od τ



Slika 2: Graf energije v odvisnosti od τ v logaritmski skali

3 Interpretacija

Energija dušenega nihala pada v logaritemski skali linearno s koeficientom β . Predvidevamo torej, da za energijo našega nihala velja:

$$E = E_0 e^{-\beta\tau}$$

Graf energije v odvisnosti od τ pa ni raven - niha okoli premice. Za to žal nisem uspel najti nobene fizikalno smiselne razlage, zato to pripisujem numerični napaki računalnika (pri zelo majhnih številih je vse večja, posebej pa se to vidi pri $\beta = 0.2$ in časih $\tau > 180$).