

Forsøg med svingninger

1. Faglige mål:

Fysik:

- At opstille og anvende modeller til en kvalitativ eller kvantitativ forklaring af fysiske fænomener
- At behandle eksperimentelle data med henblik på at diskutere matematiske sammenhænge mellem fysiske størrelser

Matematik:

- at vise indsigt i hvordan matematik kan anvendes til at behandle problemer indenfor et andet fagområde.
- at kunne forholde sig til andre fagområders brug af matematik
- at anvende IT til løsning af komplekse problemer
- at udforske matematiske modeller herunder at lave en kvalitativ analyse af en given differentiaallignings model

2. Bedømmelsen:

Bedømmelsen af besvarelsen er en faglig helhedsvurdering i forhold til de faglige mål i matematik og fysik.

Ved bedømmelsen lægges der herudover vægt på nedenstående forhold:

- om opgave besvarelsen er i overensstemmelse med opgave formuleringen, herunder de afgrænsninger og krav der indgår i denne.
- om stoffet er formidlet på tilfredsstillende måde
- om der er anvendt passende faglige analyse- og arbejdsmetoder ved besvarelsen
- om fremstillingen i besvarelsen er overskueligt disponeret, og den sproglige udformning er klar, præcis og ensartet gennem hele besvarelsen
- om noter og litteraturhenvisninger er korrekte og fyldestgørende.

3. Opgaveformulering:

3a. Du skal udføre følgende forsøg:

1. Bestemmelse af fjeders fjederkonstant.
2. Forsøg med udæmpet harmonisk svingning.
3. Forsøg med dæmpet harmonisk svingning.

ad 1:

En fjeder belastes med forskellige masser og strækningen af fjederen måles. Ved hjælp af målingerne skal fjederkonstanten k bestemmes.

ad 2:

En udæmpet harmonisk svingning af lod med masse m følges med ultralydsmåler ved brug af programmet LoggerPro.

Lav et "kurvefit" med funktionen $x(t) = B \cdot \sin(a \cdot t + D) + E$.

Ved forsøget skal massen m af loddet måles, tabeller over måleresultaterne skal kopieres over i Excel fil eller udskrives og (t,s)-grafene skal kopieres over i Word dokument.

Husk også at notere resultatet af kurve-fittet.

ad 3:

Det svingende lod nedsænkes i vand. Herved påvirkes loddet af en dæmpningskraft, der er proportional med loddets hastighed. Den samlede kraft på legemet er da givet ved $\Sigma F = -k \cdot x(t) - b \cdot v(t)$. Den dæmpede harmoniske svingning følges med ultralydsmåler ved brug af programmet LoggerPro.

Lav et "kurvefit" med funktionen $x(t) = K \cdot \exp(-A \cdot t) \cdot \sin(C \cdot t + D) + E$.

Ved forsøget skal massen m af loddet måles, tabeller over måleresultaterne skal kopieres over i Excel fil eller udskrives og (t,s)-grafene (graferne) skal kopieres over i et Word dokument.

Husk også at notere resultatet af kurve-fittet.

3b. I din opgave skal du besvare følgende

Fjederkonstant

- a) Gør rede for hvilken sammenhæng der ifølge dit forsøg er mellem den kraft (F) fjederen strækkes med og strækningen (x) af fjederen.
- b) Bestem ved brug af måleresultaterne en værdi for fjederens fjederkonstant k .

Udæmpet svingning

- a) Gør rede for at stedfunktionen $x(t)$ opfylder differentialligningen $x''(t) = -\frac{k}{m} \cdot x(t)$ hvor k er fjederkonstanten.
- b) Sæt $a = \sqrt{\frac{k}{m}}$ og løs differentialligningen når begyndelsesbetingelserne til tiden $t = 0$ er $x(0) = 0$ og $x'(0) = w$.
- c) Se nu på det "kurvefit" der er lavet ved udførelsen af forsøget med funktionen $x(t) = B \cdot \sin(a \cdot t + D) + E$. Størrelserne D og E er indført fordi kurven er forskudt i forhold til $(0,0)$. Fortolk hvad D og E betyder.
Tegn grafen for $B \cdot \sin(a \cdot t)$ med de fundne værdier af a og B .
Aflæs svingningstiden på (t,x) -grafene og sammenlign med formlen for svingningstiden.
Hvad er amplituden?

- d) Sammenlign funktionen du har brugt til dit kurvefit med løsningen til differentialligningen fundet under punkt b), passer de sammen? Hvilken sammenhæng er der mellem amplituden og begyndelseshastigheden?

Dæmpet svingning

- a) Gør rede for at den dæmpede svingning kan beskrives ved differentialligningen:

$$x''(t) + \frac{k}{m} \cdot x(t) + \frac{b}{m} \cdot x'(t) = 0 .$$

- b) Sæt $A = \frac{b}{2m}$ og $C = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$ og vis at differentialligningen kan omskrives til:

$$x''(t) + 2 \cdot A \cdot x'(t) + (A^2 + C^2) \cdot x(t) = 0 .$$

- c) Løs denne differentialligning med begyndelsesbetingelserne $x(0) = 0$ og $x'(0) = w$.

- d) Se nu på det "kurvefit" der er lavet ved udførelsen af forsøget med funktionen

$$x(t) = K \cdot \exp(-A \cdot t) \cdot \sin(C \cdot t + D) + E .$$

Størrelserne D og E er indført fordi kurven er forskudt i forhold til $(0,0)$.

Fortolk hvad D og E betyder.

- e) Tegn grafen for funktionen $x(t) = K \cdot \exp(-A \cdot t) \cdot \sin(C \cdot t)$ med de fundne værdier af K , A og C .
- f) Fortolk betydningen af K , A og C . Sammenlign funktionen du har brugt til dit kurvefit med løsningen til differentialligningen fundet under punkt c), passer de sammen? Hvilken sammenhæng er der mellem startamplituden og begyndelseshastigheden?

Bemærk:

Du skal ikke som i en fysikrapport beskrive forsøgsudførelsen, opstilling m.m.

Besvarelsen forventes ca. at fylde 6-8 sider.