Newtons 2. lov

# Formål

At undersøge sammenhængen mellem kraft og acceleration ud fra Newtons 2. lov.

# Teori

**Newtons 2. lov**

Newtons 2. lov kan skrives:

Hvor er den resulterende kraft, er den samlede masse, og er accelerationen.

Vi ser nu på et system med en vogn på en luftpudebane, hvor vognen trækkes af et lod forbundet med snor gennem en trisse (se Figur 1). Ser vi bort fra gnidning (en rimelig antagelse ved en vogn på luftpudebane) er den resulterende kraft lig tyngdekraften på loddet:

Hvor er tyngdeaccelerationen.

Den samlede masse er så:

Hvor er massen af vognen.

Sætter vi det hele sammen får:

Som kan omskrives til:

**Bevægelse med konstant acceleration**

Stedfunktionen for bevægelse med konstant acceleration er:

Hvor er positionen til tiden *t*, er accelerationen, er begyndelseshastigheden, og er begyndelsespositionen.

## Hypotese

Her vil vi prøve at opstille nogle kvalificerede bud (hypoteser) på baggrund af teorien, om hvad vi kan forvente at se ud fra forsøgets data:

1. Hvad sker der med vognens accelerationen *a*, når vi øger massen af vognen og massen af loddet holdes konstant?
2. Tegn en graf med ud ad 1. aksen og ud ad 2. aksen, hvor holdes konstant? Hvad vil hældningskoefficienten være?
3. Hvad sker der med vognens accelerationen *a*, når vi øger massen af loddet og den samlede masse holdes konstant?
4. Tegn en graf med ud ad 1. aksen og ud ad 2. aksen, hvor holdes konstant? Hvad vil hældningskoefficienten være?
5. Tegn en (*t,s*)-graf for bevægelse med konstant acceleration. Hvilken type funktion er det?

# Materialer

Luftpudebane, vogn til luftpudebane, lodder til vogn, trisse, stativudstyr, snor, bevægelsessensor (fx Vernier GoMotion! eller lignende udstyr til at måle vognens accelerationen).

# Opstilling

Lav en opstilling med vogn på en luftpudebane, hvor vognen trækkes af et lod forbundet med snor gennem en trisse (se Figur 1). Modsat trissen placeres en bevægelsessensor. Sørg for at bevægelsessensoren er indstillet til vogn (se Figur 2).

Sørg for at banen er i vatter. Det tjekkes ved at tænde luftpudebanen og sætte en vogn på uden tilkoblet snor med lod. Står vognen stille er luftpudebanen i vatter.



Figur : Forsøgsopstilling

Et billede, der indeholder kable, maskine, ingeniørarbejde, værktøj

Automatisk genereret beskrivelse Et billede, der indeholder tekst, måler

Automatisk genereret beskrivelse

Figur : Til venstre placering af bevægelsessensor. Til højre indstilling af bevægelsessensor.

**Del 1**

## Fremgangsmåde

I denne del vil vi undersøge hvordan ændring af den totale masse har betydning for accelerationen af vognen ved at holde tyngdekraften konstant (samme lod på snor) og ændre massen på vognen.

* Vej vogn og tilkoblet lod på snor, og noter masserne i skemaet nedenfor.
* Placer vogn med tilkoblet snor med lod og uden lodder på vognen ca. 15 cm. fra bevægelsessensoren.
* Stil en person ca. 10 cm fra trissen, der er klar til at stoppe vognen, inden den rammer trissen.
* Fasthold vognen samme sted, mens luftpudebænken tændes.
* Start bevægelsessensoren og slip vognen.
* Bruges en bevægelsessensor tilkoblet LoggerPro, skulle grafen gerne se nogenlunde ud som på (figur):

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram

Automatisk genereret beskrivelse

Figur : Måledata i LoggerPro

* Dobbeltklik på grafen, og vælg ”Graph Options”. Her fjernes afkrydsningen i ”Connect Points”:

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, software, Computerikon

Automatisk genereret beskrivelse

Figur : Ændring til visning af målepunkter i stedet for forbundne punkter.

* Overstreg nu den del af grafen, der viser accelerationen, og vælg ”Curve Fit” Et billede, der indeholder design

  Automatisk genereret beskrivelse med lav tillid. Her Vælges regressionen ”Quadractic”:

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, diagram, Kurve

Automatisk genereret beskrivelse

Figur : Regression med parabel i LoggerPro.

* Der fremkommer nu en regressionsforskrift på grafen med formen:

Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, skærmbillede, tekst

Automatisk genereret beskrivelse

Figur : Måledata med regression. A-værdien ganges med to for at finde accelerationen.

* Her tager vi A-værdien og ganger med 2 for at finde accelerationen. Noter accelerationen i skemaet nedenfor under . (Overvej, hvorfor vi skal gange med 2? Tip: Sammenlign forskriften med stedfunktionen for bevægelse med konstant acceleration under teori.)
* Vej et lod, noter massen i skemaet nedenfor, og placer loddet på vognen.
* Gentag fremgangsmåden for målingen af accelerationen, og noter i skemaet.
* Lav i alt målinger for mindst fem forskellige masser af vogn med lodder, .

## Resultater og databehandling

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Forsøg nr. | (kg) | (kg) | (kg) | () | () |
| 0 (vatter) |  | 0 |  | 0 | 0 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

Tabel : Data delforsøg 1.

* Lav en graf med ud ad 1. aksen og ud ad 2. aksen.
* Tilføj en lineær regression, og bestem hældningskoefficienten
* Sammenlign grafen med jeres hypotese og kommenter.
* Beregn procentvisafvigelse mellem hældningskoefficienten og .

**Del 2**

## Fremgangsmåde

I denne del vil vi undersøge, hvordan ændring af den resulterende kraft på systemet har betydning for accelerationen af vognen ved at holde den totale masse af systemet konstant. Det gøres ved at rykke lodder fra vogn over på snoren, der hænger ud over trissen.

* I dette delforsøg kan det være en god ide at bruge et ophæng til lodder, hvor man nemt kan flytte lodder fra vogn til snor.
* Vej vogn inkl. fem lodder samt massen på det ophængte lod på snoren, og noter masserne i skemaet nedenfor.
* Bestem accelerationen af vognen på samme måde som i del 1.
* Tag et lod af vognen og vej det. Læg massen til den foregående i skemaet nedenfor.
* Placer det rykkede lod sammen med foregående lod for enden af snoren.
* Bestem accelerationen igen.
* Gentages indtil alle fem lodder er rykket fra vogn til snoren.

## Resultater og databehandling

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Forsøg nr. | (kg) | (kg) | (kg) | () | () |
| 0 (vatter) |  | 0 |  | 0 | 0 |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

Tabel : Data delforsøg 2.

* Lav en graf med ud ad 1. aksen og ud ad 2. aksen.
* Tilføj en lineær regression, og bestem hældningskoefficienten
* Sammenlign grafen med jeres hypotese og kommenter.
* Beregn procentvisafvigelse mellem hældningskoefficienten og .

# Diskussion

* Hvordan passer resultaterne med jeres hypoteser?
* Kan evt. afvigelser forklares af måleusikkerheder? Brug gerne max-min-metoden til at give en kvantitativ vurdering.
* Hvilke fejlkilder kan have spillet ind på resultaterne og hvordan? Hvad kan man gøre for at modvirke fejlkilderne?

# Konklusion

* Konkluder om jeres forsøgsresultater understøtter eller afkræfter hypoteserne.