

# Kulstofnanorør - småt gør stærk

Side 20-23 i hæftet

## SMÅ FORSØG OG OPGAVER

### Lineal-lyd 1

En lineal holdes med den ene hånd fast ud over en bordkant. Med den anden anslås linealen. Det sker ved at bøje linealen ned og slippe den. Bemærk hvad der sker. Forklar hvorfor linealen svinger op og ned, når den først er sat i gang.

### Lineal-lyd 2

Svingningsfrekvens er antallet af svingninger pr. sekund, og i eksemplet med linealen er svingningsfrekvensen lig det antal gange linealen er i top pr. sekund. Hvad tror du svingningsfrekvensen vil afhænge af? Det kan være parametre som fx bredden af linealen; længden af linealen, der rager ud over bordkanten; temperaturen; luftfugtigheden; nedbøjningen; tiden etc.

For hver enkelt parameter skal du komme med et gæt på, hvad der sker ved en forøgelse af den pågældende parameter, når de andre holdes konstant. Hvad sker der fx med frekvensen, når længden af stykket ud over bordkanten øges.

Forsøg også at skitsere dine umiddelbare forventninger til en graf med værdierne for frekvens angivet på 2. akse og værdierne for den valgte parameter (fx længden af linealstykket du over bordkanten) angivet på 1. akse.

### Fiskesnøre 1

En fiskesnøre er elastisk i den forstand, at den strækker sig, når man trækker i den. Et tænkt forsøg går ud på at binde fiskesnøren fast i loftet og binde en spand i enden af den. Efterhånden, som der puttes ting i spanden, iagttages forlængelsen af snøren. Hvilke parametre forventer du har indflydelse på snørens forlængelse? Hvor mange af dine parametre har med snøren at gøre? (Her tænkes på materiale, tykkelse, længde osv.).

### Fiskesnøre 2

Fiskesnøren fra før hænger i loftet med et lod i enden. Forklar hvad der sker, hvis du trækker nedad i loddet og slipper. Hvilke parametre forventer du har indflydelse på opførslen af lod og snor?

## A4-bro

Holdet inddeles i mindre grupper. Med tre stykker A4 papirer skal hver gruppe konstruere en bro, som kan bære mest muligt. Betingelser:

- Hver gruppe får udleveret tre stykker A4-ark og 10 cm tape.
- Broen skal spænde over en afstand på nøjagtigt 18 cm (brug fx to borde med denne afstand imellem).
- Broen skal bære en spand, som kan belastes med lodder.
- Broen skal kunne holde belastningen mindst et minut.
- Find den maksimale belastning.

## Tårn

Med sugerør skal I bygge det højeste tårn.

Tip: Siger man, at sugerørene skal bruges til at lave fysikforsøg i gymnasiet, kan den lokale Mc Donalds være en udmærket sponsor.

- Holdet inddeles i mindre grupper.
- Hver gruppe får 10 sugerør og 30 cm tape.
- Der er 15 minutter til at bygge tårnet.
- Når denne tid er gået, skal tårnet kunne stå af sig selv et minut.
- Den gruppe med det højeste tårn efter det ene minut har vundet.

# STØRRE FORSØG

## Lineal-lyd 3

Man kan måle frekvensen af en svingende genstand med en fotocelle og en impulstæller. En "lineal" i form af en bøjelig liste spændes fast til et bord, så noget af listen rager ud over bordkanten. Fotocellen monteres så strålen er afbrudt, når listen ikke er bøjet. Impulstælleren sættes til at måle frekvens eller impulser pr. sekund. Undersøg om det virker. Husk, at frekvensen er antallet af hele svingninger, så tallet på impulstælleren skal divideres med to, idet fotocellen afbrydes, når listen svinger forbi vandret. Det skyldes, at fotocellen afbryder lysstrålen 2 gange pr. hel svingning fra top til bund til top igen.

I fysik taler man om variabelkontrol. Det vil her sige, at man måler den afhængige variabel (her frekvensen), når man varierer den parameter, man selv kan bestemme. Det kan fx være den længde, som listen rager ud over bordkanten, hvor man systematisk prøver forskellige længder af og måler frekvensen hver gang. Det kaldes en måleserie. De øvrige parametre som fx materialet, tykkelsen, nedbøjningen

temperaturen osv. sættes til at have samme værdi under hele måleserien.

Når første serie er slut går man til næste serie. Det kunne fx være en undersøgelse af, hvad der sker med frekvensen som funktion af nedbøjningen fra start. Tilrettelæg selv sådan en måleserie og gennemfør den.

Til sidst tilrettelægger I to andre serier, hvor I systematisk varierer en parameter i forsøget. Husk at det er frekvensen (den afhængige parameter), I måler hver gang, og at I skal variere netop én af de øvrige parametre systematisk for hver måleserie. De øvrige parametre skal holdes konstante.

I resultatbehandlingen skal I tegne en graf for hver måleserie. Med første måleserie bliver det en graf over frekvensen som funktion af længden, der rager ud over bordkanten.

## **Bilens kraft og arbejde**

Forbind en brændselscelle med en elektromotor, og se, hvor meget den kan trække. Prøv fx med et lod, som trækkes hen ad gulvet. Med en kraftmåler, kan man måle, hvor stor en kraft loddet trækkes med. Ved at måle strækningen, som loddet trækkes, kan arbejdet udregnes som kraften gange strækningen. Find selv ud af enhederne.

## **Brændselscellens og elektromotorens effektivitet**

Effektiviteten af en energimæssig omsætning er hvor mange % af den tilførte energi, der kommer ud i form af nyttig energi.

Imellem en brændselscelle og en elektromotor indsættes et joulemeter, der måler det elektriske arbejde, der transporteres i ledningerne fra brændselscellen til elektromotoren.

På de fleste hydrogen-biler kan man aflæse gasmængden, der er forbrugt. Ud fra oplysningerne om energiindholdet i hydrogen kan hydrogen-energien udregnes. Sammenlign med energitransporten i ledningerne (arbejdet) fra brændselscelle til motor. Endelig kan arbejdet med at trække klodsen beregnes som kraften gange strækningen. Derved kan man finde hvor mange % af den tilførte energi, motoren omdanner til arbejde (effektiviteten af motoren).

Nogle demonstrationsbiler fyldes med hydrogen og oxygen ved, at brændselscellen tilføres strøm udefra. I den situation kan man

desuden undersøge, hvor effektiv brændselscellen er til at producere hydrogen ud fra et elektrisk arbejde.

## Muskler og sener

Find skolens håndvægte og undersøg, hvilken masse, du kan holde i hånden i 30 sekunder. Underarmen (armen fra albue til håndled) holdes vandret og overarmen (armen fra skulder til albue) holdes lodret. I den situation er det musklen kaldet biceps eller "den tohovedede armbøjer", der gør arbejdet (leverer kraften).

For tohovedet armbøjer - se evt. [http://www.motion-online.dk/styrketraening/anatomiliste/tohovedede\\_armboejer\\_\(biceps\)/](http://www.motion-online.dk/styrketraening/anatomiliste/tohovedede_armboejer_(biceps)/)

Øvelsen går ud på at bestemme muskelstyrken leveret af biceps samt vurdere hvor stor en trækstyrke, der er i senen til albuen. Muskelstyrken måles her i Newton. Trækstyrken måles i Pascal og udregnes som trækraften divideret med tværsnitsarealet af musklerne i arbejde i m<sup>2</sup>. Find selv ud af, hvordan I vil måle tværsnitsarealet af musklerne i arbejde.

Tilrettelæg en serie målinger med forskellige personer for at afgøre, hvor meget de kan løfte med biceps. Resultatet skulle gerne være en sammenhæng mellem tværsnitsarealet af biceps og trækraften. Tegn en graf over trækraften som funktion af tværsnitsarealet. Beregn tværsnitsarealet i m<sup>2</sup> og trækraften i Newton. Ved beregningen af muskelkraften skal der tages hensyn til, at biceps sidder fast på underarmen lige foran albuen, samt at loddet holdes i hånden, som er meget længere fra albuen. For at finde en sammenhæng mellem tyngdekraften af loddet og muskelkraften kan I lave en serie målinger med en vægtstang. Tyngdekraften af loddet kan udregnes ved hjælp af formlen:

$$F = m \cdot g$$

F er tyngdekraften i newton

m er massen i kg

g er tyngdeaccelerationen, som er konstant 9,82 newton/kg

Vægtstangen kan laves med en lineal, der balancerer på en kuglepen. Med fx legoklodser kan man undersøge sammenhængen mellem antallet af klodser og afstanden til omdrejningspunktet for linealen. Sørg for at starte, så selve linealen er i balance. Lav en systematisk undersøgelse af sammenhængen mellem antallet af klodser og afstanden til omdrejningspunktet, når der skal være balance uanset antallet af klodser på begge sider. Det er nok lettest, hvis man har en

klods placeret fast i den ene ende af linealen og kun varierer afstand og antal på den anden side af omdrejningspunktet. Formuler en sammenhæng mellem afstand fra omdrejningspunkt og masse, for at der er balance.

Prøv til slut at komme med et bud på tværsnitsarealet af senen, og udregn for en enkelt person trækstyrken som kraften pr.  $m^2$  tværsnitsareal.

## PERSPEKTIVERING OG DISKUSSION

### **Cykelstel i nanorør**

Anslå massen af et traditionelt cykelstel i stål. Vurder ud fra styrke og densitet af materialet, hvilken masse et cykelstel af både kulfibre og nanorør vil have.

### **Jordens træk i månen**

Find selv oplysninger om, hvordan man skal udregne den kraft, som Jorden trækker i Månen med. Det er denne kraft, der er årsagen til, at Månen kredser rundt om Jorden ca. en gang om måneden.

Vurder hvor tykt et tov, der skulle til for at erstatte denne kraft, hvis tovet a) skulle laves af stål og b) skulle laves af en kompositmateriale med kulstofnanorør. Hvad ville et sådan tov veje og koste?

## VIDERE LÆSNING

1. En af opdageren af kulstof-60, Harald Kroto (nobelpris 1996), er portrætteret i "Naturvidenskabens bannerfører", Carsten Rabæk Kjaer, Jørgen Dahlgaard, Aktuel Naturvidenskab, 1999, 3, 30-31  
<http://193.89.230.12/Naturvidenskab/dokumenter/doc/8408.pdf>