

# Hårde nanokrystallinske materialer

Side 54-59 i hæftet

## SMÅ FORSØG OG OPGAVER

### Tegnestift 1

En tegnestift er som bekendt flad i den ene ende, hvor man presser, og spids i den anden, hvor stiften skal presses ind. Overvej hvorfor den har den facon, og giv et bud på, hvad der ville ske, hvis man vendte tegnestiften forkert og forsøgte at presse den flade ende ind i et stykke træ ved med tomten at presse på den spidse ende.

### Tegnestift 2

Med en tegnestift skal du forsøge at finde ud af, hvor stor en kraft, der kræves, for at stiften trænger ind i et stykke træ. Det letteste er nok at placere tegnestiften mellem to stykker træ med lodder ovenpå. Se hvad der sker med tegnestiften, efterhånden som der fyldes mere og mere masse ovenpå det øverste stykke træ. Når det spidse er helt inde i træet stopper forsøget, og man vejer den samlede masse ovenpå stiften. Kraften fremkommer ved at tage massen  $m$  målt i kg og gange med tyngdeaccelerationen  $g$  på  $9,82 \text{ m/s}^2$ .

$$F = m \cdot g$$

$F$  er kraften i newton = N

$m$  er massen målt i kg

$g$  er tyngdeaccelerationen på  $9,82 \text{ m/s}^2 = 9,82 \text{ N/kg}$

### Tegnestift og tryk

I forrige øvelse har vi set, hvordan man beregner en kraft. I dette forsøg skal vi se, hvor stort trykket er. Trykket  $p$  udregnes ud fra kraften  $F$  og tværsnitsarealet  $A$  på følgende vis:

$$p = \frac{F}{A}$$

$p$  er trykket målt i pascal = Pa

$F$  er kraften målt i newton = N

$A$  er tværsnitsarealet målt i kvadratmeter =  $\text{m}^2$

Mål tværsnitsarealet af det afsatte mærke. Udregn sluttrykket ved at bruge formlen ovenfor.

Hvad svarer enheden pascal til udtrykt ved enhederne newton og meter?

Tegnestiften er spids i den ene ende og flad i den anden. Derfor er der stor forskel på det tryk, der er mellem spids og træ og det tryk, der mellem finger og stift. Anslå trykket mellem finger og den flade ende af tegnestiften, når stiften presses ind i træet.

**Trykket fra en elefant** Forestil jer en elefant som står på flade fødder. Overvej, om kraften fra foden er nok til at elefanten sætter mærker i almindeligt fyrretræ, eller om træet er så hårdt, at elefanten sagtens kan gå på et fyrretræsgulv uden at sætte mærker. Find selv ud af, hvordan I vil beregne det og find også selv på realistiske værdier.

## STØRRE FORSØG

**Træs hårdhed** Hårdheden  $H$  af et materiale er defineret ud fra den kraft  $F$ , der skal til, for at give en fordybning i materialet. Med tværsnitsarealet  $A$  anvendes følgende formel:

$$H = \frac{F}{A}$$

$H$  er hårdheden af materialet målt i pascal = Pa

$F$  er kraften målt i newton = N

$A$  er tværsnitsarealet af fordybningen ved overfladen målt i  $m^2$

Tilrettelæg en serie målinger, der skal afsløre, om hårdheden af et stykke træ er den samme, uanset hvor langt spidsen trænger ind i træet, så længe det kun er den koniske del af stiften, der presses ind.

Det letteste er sikkert at bruge et beslægtet, som er forholdsvis tykt og har en veldefineret spids.

Find selv ud af at lave målinger, der kan føre frem til beregning af hårdheden.

For at vise, at hårdheden er uafhængig af kraften og arealet, kan I lave følgende grafer:

en graf over kraften  $F$  som funktion af arealet  $A$

en graf over  $H$  som funktion af  $A$

Hvordan forventes de teoretiske grafer, hvis hårdheden  $H$  er uafhængig af  $A$ ?

Forklar hvorfor hårdhedens enhed er pascal, som også er en tryk enhed, man normalt bruger om luftens tryk.

Beregn trykket mellem spids og træ i det øjeblik, sømmet trænger ind i træet.

### **Hårdheden af smør**

Med en kegle af metal skal I tilrettelægge en forsøgsserie, der kan afsløre hårdheden af fx smør, eller et andet blødt materiale.

Lav en kegle af blik med en vinkel i spidsen på ca. 60 grader.

Brug keglen til at lave "indtryk" i smørret.

Følgende overvejelser kan måske hjælpe med at afklare jeres design af forsøget:

Hvor mange målinger skal der være?

Hvordan holder I temperaturen konstant?

Hvilken indflydelse på forsøget vil en temperaturforskel mellem kegle og smør have?

Hvordan vil I beregne den kraft, som keglen trykkes ind med?

Hvordan vil I beregne arealet af "indtrykket"?

Hvordan kan I lave en anden måleserie, der afslører hårdheden som funktion af temperaturen?

### **Røntgenkrystallografi**

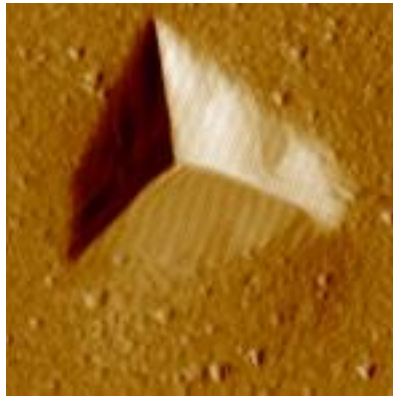
Med et røntgenrør, kan man bestemme afstanden mellem atomerne i et krystalgitter. Røntgenrøret udsender et kontinuert spektrum af røntgenstråler, hvilket vil sige en stråling, som er en glat kurve over de frekvenser af røntgenstråling, strålingen indeholder. Desuden udsendes to meget karakteristiske toppe, hvilket betyder, at der ved to ganske bestemte energier kommer langt mere røntgenstråling i forhold til det kontinuerte spektrum. De to toppe er så karakteristiske, at vi kan bruge dem til at undersøge et krystalgitter bestående af atomer.

De nærmere detaljer afhænger helt af skolens udstyr. De fleste skoler har en øvelsesvejledning til netop dette forsøg.

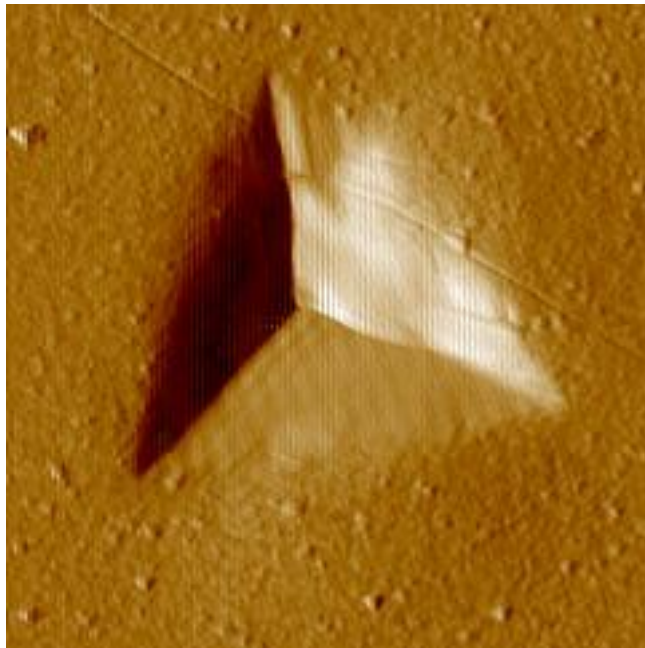
### **Nanooverflade**

På iNANO ved Aarhus Universitet, har man lavet en serie målinger på en aluminiumsoverflade

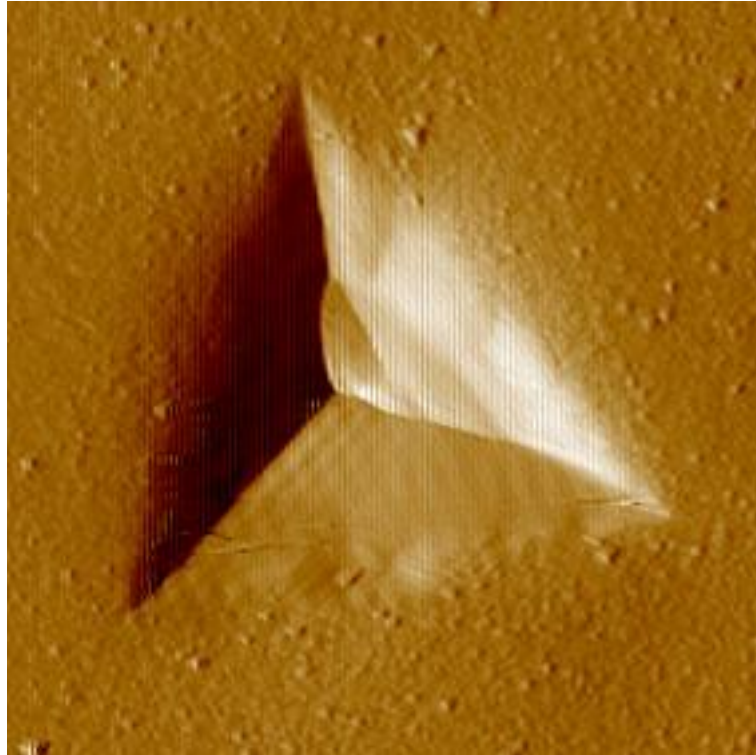
Øvelsen går ud på at beregne hårdheden ud fra billederne og oplysningerne om Max belastningen, der er kraften på nålen. Det er den samme overflade, de 3 målinger er udført på, og normalt forventes samme hårdhed uanset trykket, men da materialet er overfladebehandlet vil det påvirke hårdheden, så den her afhænger noget af trykket og dermed hvor langt spidsen presses ind i materialet.



Max belastning: 1 mN.  
Billedet måler  $3.44 \mu\text{m} \times 3.44 \mu\text{m}$



Max belastning: 2 mN.  
Billedet måler  $5.66 \mu\text{m} \times 5.66 \mu\text{m}$



Max belastning: 3 mN.  
Billedet måler  $6.64 \mu\text{m} \times 6.64 \mu\text{m}$

## PERSPEKTIVERING OG DISKUSSION

### Investering i teknologi

Forestil dig at du som finansminister har 10 milliarder kroner til rådighed. Du må anvende dem til tre af følgende muligheder:

1. Forskning i teknologi
2. Grundforskning bredt
3. Forskning i nanoteknologi
4. Forskning i vindmøller
5. Bedre ungdomsuddannelser
6. Bekæmpelse af AIDS
7. Bekæmpelse af fattigdom
8. Markedsføring af dansk design
9. Støtte til kultur

Hvordan vil du fordele pengene? Begrund dine valg.

## VIDERE LÆSNING

1. Link til beskrivelse af hårdhed:  
<http://www.gordonengland.co.uk/hardness/>

2. Link hvor hårdhed kobles til bestemte mineraler:  
<http://www.galleries.com/minerals/hardness.htm>
3. Tilsvarende metoder til bestemmelse af hårdhed af træ:  
[http://www.handyman.dk/goderaad/goderaad\\_raad.asp?id=32](http://www.handyman.dk/goderaad/goderaad_raad.asp?id=32)