

HVERDAGSFYSIK

Hvor hård er en kogt kartoffel?

Forfatter: Jens Christian Hansen
Redaktør: Søren Storm
Korrekturlæst og faktatjekket af:
Vibeke Axelsen (Egaa gymnasium)
Kim Vedel Pedersen (Nørre Gymnasium)
Margit From

Støttet af: **novo nordisk fonden**

OBS: Materialet retter sig primært mod STX/HTX B og A-niveau

Kære underviser!

Tak fordi du har lyst til at afprøve dette materiale med dine elever. Du kan altid skrive forslag til forbedringer til hverdagsfysik@undervisningsfysik.dk.

I denne undervisningspakke finder du:

- Elevhæftet, med en guide til at udføre en naturvidenskabelig undersøgelse indenfor pakkens emne, samt opgavesæt med facit
- Teorihæftet, der indeholder teoretisk baggrund for undervisningspakken
- Lærervejledningen (den du læser i nu), med niveaubeskrivelser, forslag til strukturering og forslag til flere eksperimenter.

Om niveau og relevant indhold fra læreplanerne

I boksen til højre ses uddrag fra læreplanerne for STX og HTX B/A-fysik. Det overordnede emne for denne video er "Hvor hård er en kogt kartoffel?". Eneste fysiske begreber der indgår i undersøgelsen, er *temperatur* og *kraft*.

B/A-niveau:

Kernestof:

- Tryk og kraft.
- indre energi og energiforhold ved temperatur- og faseændringer.

Vi anbefaler, at eleverne orienterer sig i materialet "Teori". Desuden anbefaler vi, at du som lærer, efter eleverne har set videoen og arbejdet med elevmaterialet, lader eleverne komme med forslag til eksperimenter. Eventuelt kan de forsøg der vises i videoen gentages. Der er projektforslag i slutningen af hæftet.

Selvom kraftbegrebet ikke direkte er nævnt i læreplanen for C-niveau, er det dog som regel omtalt i de fleste lærebøger for C-niveau. Vi mener derfor nemt man kan undersøge tilberedning af kartofler i en C-niveau klasse.

Forslag til struktur af moduler

Opdelingen kunne fx være:

1. Eleverne ser videoen, og arbejder med hypotesedannelse samt eksperimentdesign i elevhæftet. Målet er at de skal nå frem til en hypotese og tilhørende eksperimentdesign, som kan bruges til at teste hypotesen.
2. Eksperimenter og databehandling. Hypotese be- eller afkræftes efter databehandling.

Opsamling:

- Hvilke hypoteser har grupperne testet og hvad er deres konklusion
- Giver det mening at samle resultaterne fra de forskellige hypoteser?
- Diskussion af overordnede spørgsmål der vedrører fysikken bag tilberedning af kartofler

Opgavesæt (og facitliste)

Der er udarbejdet en række regneopgaver, der findes i slutningen af elevhæftet, under overskriften "ekstraopgaver". De er overvejende målrettet B/A-niveau.

Opgaverne har stigende progression.

Opgaverne kan fx løses gruppevis og efterfølgende fremlægges eller være en del af en skriftlig individuel aflevering.

Vi har valgt at inkludere facit til opgavesættet.

STX: "Det skriftlige arbejde... omfatter" .

Specifikt for B-niveau:

- Eleverne skal præsenteres for de krav til løsning af skriftlige opgaver, som gælder ved den skriftlige prøve i fysik på A-niveau.

Specifikt for A-niveau:

- Arbejdet med problemløsning skal tydeliggøre kravene til elevernes beherskelse af de faglige mål i forbindelse med den skriftlige prøve i fysik A.

HTX:

Specifikt for B-niveau:

- Eleven arbejder løbende, og specielt i den sidste del af forløbet, med et antal simple fysikopgaver, der tager afsæt i konkrete, anvendelsesorienterede fysiske situationer.

Specifikt for A-niveau:

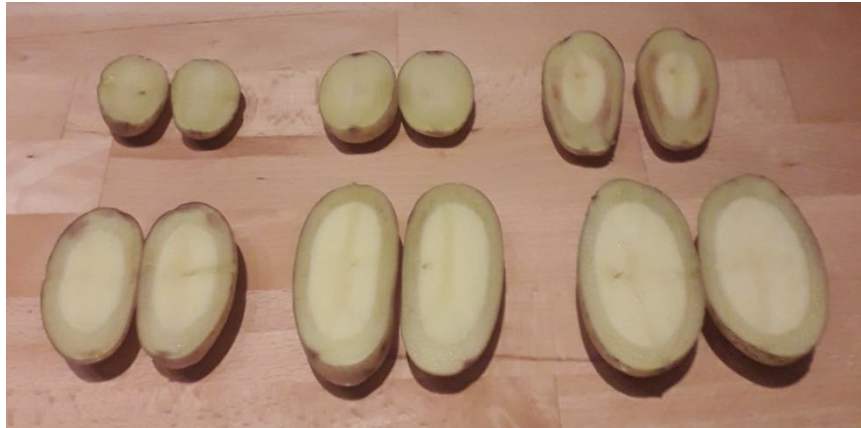
- Det skriftlige arbejde skal medvirke til at sikre elevernes fordybelse i faget og omfatter skriftlig problemløsning

Forslag til andre eksperimenter

Geleringsdybden efter et bestemt tidsrum for forskellige kartoffelmasser

På billedet ses, at afstanden fra kartofflernes overflade til den "rå" del af kartoflerne er den samme for de fire største kartofler. For de to små kartofler ses grænsen ikke tydeligt.

Kartoflerne på billedet har været i vandet ved 100 °C i 6 minutter.



- Bestem geleringsdybden som funktion af tiden (tag løbende kartofler op af vandet).
- Vurder eventuelt dybden ud fra videoens eksperiment.

Hvor langt ned i temperatur kan man tilberede kartofler?

Nemmest med en Sous Vide stav (vi købte vores i Harald Nyborg, for ca. 200 kr)

- Delegér målingerne ud på flere forsøgsgrupper.
- Tilbered kartofler af samme størrelse i fx 25 minutter ved konstant temperatur (50 °C, 60 °C, 70 °C, ...)
- Efter fx 25 min. tages kartoflerne op, skæres over og hårdheden måles i centrum, og der smages på kartoflerne (spiselige/ikke spiselige).
- Hvis mange grupper er i gang, kan man også variere på fx tilberedningstiden eller kartoffelstørrelserne

Konstruér en hårdhedsmåler

Enten som vist i videoen eller find selv på en måde at måle hårdheden på.

Spredningen i hårdheden af rå kartofler

Vælg 4 - 5 kartofler af samme type og størrelse/masse

- For hver kartoffel måles hårdheden udvendigt fx 10 gange over hele kartofflens overflade.
- Gentages med de øvrige kartofler.
- Beregn gennemsnit og spredning for hver kartoffel og sammenligner.
- Diskussion af usikkerheden på disse hårdhedsmålinger.
- På B og A-niveau kan eleverne undersøge om hårdheden ved mange målinger er normalfordelt (normalfordelingsplot)?

Hårdheden i rå kartofler som funktion af afstand fra centrum

Vælg nogle mellemstore kartofler og halvér dem på den lange led



- Mål hårdheden i 'centrum' og i spring på fx 0,5 cm fra centrum både 'lodret' og 'vandret'
- Analysér data og undersøg om der evt. kan opstilles en matematisk sammenhæng mellem afstand og hårdhed.

Hårdheden i centrum af rå kartofler som funktion af massen/kartoflens volumen

Vælg 5 - 6 kartofler af samme type men forskellig størrelse/masse og halvér dem på den lange led.

- Kartofflernes masser m bestemmes.
- For hver kartoffel måles hårdheden i og tæt på centrum 4 – 5 gange i begge halvdele.
- For hver kartoffel beregnes gennemsnittet af de målte hårdheder.
- Der laves et (m , gennemsnitlig hårdhed)-plot af data, og det undersøges, om der kan opstilles en matematisk model for sammenhængen. Herunder er det vigtigt, at sikkerheden på målingerne inddrages (spredning).

Hårdheden af forskellige kartoffelsorter

Måske ikke helt nemt, da udvalget af kartoffelsorter i de fleste fødevarekæder varierer med årstiden. Benyt kartofler af samme masse, og mål hårdheden flere gange.

For kartoffeltyper følg linket: <http://danskekartofler.dk/DK/Forbruger/Sorter.aspx>

Specifik varmekapacitet for kartofler

Kan lettest udføres med kolde mellemstore kartofler, der har ligget i køleskab 'natten over', så de har samme starttemperatur. Kartofflernes temperatur måles i kartoflens midte, kartofflen vejes og placeres i et kalorimeter med lunkent vand. Ligevegtstemperaturen måles og $c_{kartoffel}$ bestemmes.

Tilsvarende forsøg kan udføres med andre grøntsager eller madvarer. Link til tabelværdier for forskellige madvarer: https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-food-d_295.html

Vejledning til videoens forsøg

Kartofler varierer i størrelse, derfor er kogetiden også forskellig. Vi vælger derfor at udstikke kartoflerne i cylindre af samme masse. Herfra kaldes cylindrene blot 'kartofler'. Bemærk kartoflers hårdhed kan være afhængig af kartoflens oprindelige størrelse. Så vælg kartofler af sammenlignelig størrelse.

Der udstikkes i alt 22 kartofler. Der måles hårdhed på 21 af dem, mens temperaturen måles i den sidste.

- 1) Udstik kartoflerne og skær top og bund af mens de er i udstikkeren, så de bliver helt cylindriske, og har samme højde
- 2) Der benyttes 2 'Go Direct' temperatursensorer. Sensor 1 sættes fast i en kartoffel, så føleren måler temperaturen i en af kartoflernes midte, mens sensor 2 måler vandets temperatur.
- 3) De to termometre samt kraftmåleren tilsluttes datalogger eller computer. Kraftmåleren nulstilles og dataloggeren indstilles til at måle 'trykkraften' positivt, når man trykker den ned i en kartoffel (En samplerate på 25 samples per sekund fungerede for os. Vi brugte 2 dataloggere, da temperaturen kunne logges med lavere samplerate)
- 4) Termometeret der måler temperaturen af vandet, anbringes i gryden så føleren befinder sig midt i vandet. Termometeret der måler vandets temperatur, fæstnes som vist i videoen med elastikker
- 5) Hårdheden af den rå kartoffel måles. Kartofflen deles på midten. I videoen delte vi på den høje led, men det er muligvis smartere at dele kartofflen, så man får to cylindre af halv højde, da de så står stabilt når man prikker dem. Dette er dog ikke testet. Hårdheden måles med kraftmåleren. Der foretages tre målinger omkring midten af hver halvdel; altså i alt 6 målinger
- 6) 20 kartofler samt kartofflen med termometeret, anbringes så samtidigt som muligt i kogende vand. Et stopur samt dataopsamling startes. Det er vigtigt at fæstne kartofflen med termometeret som i videoen, da termometeret ellers risikerer at glide ud når kartofflen bliver blød. Der skrues op for opvarmningen af vandet, da der kommer et temperaturfald
- 7) Efter 1 minut tages første kartoffel op af det kogende vand og hårdheden måles, på samme måde som ved den rå kartoffel
- 8) Herefter gentages ovenstående, hvert minut, indtil alle 20 kartofler er blevet undersøgt
- 9) Dataopsamlingen stoppes

Databehandling:

- Data fra forsøget gemmes, og eksporteres til Excel
- For hvert tidspunkt (0 - 20 min) bestemmes den gennemsnitlige hårdhed af de seks målingers størsteværdi. Tidspunkt, kernetemperatur og hårdhed indskrives i tre søjler. Hvis du har mange datapunkter, kan du sortere søjlerne efter hårdheden, og slette de værdier der er under en fx. 0,5 N. Da vil antallet af datapunkter mindskes markant. [Et eksempel kan hentes her.](#)
- Grafisk analyse af data