**Design en håndvarmer**

|  |
| --- |
| **Et inspirationsforløb til matematik, fysik, kemi B/C Lærervejledning** |

**OM FORLØBET**

**Fag og niveau:** Matematik, fysik, kemi B/C

**Antal lektioner:** 10 lektioner à 50 minutter

**Kernestof:**

Kemi:

* Redoxprocesser
* Uorganisk kemi: stofkendskab, herunder opbygning, egenskaber og anvendelse for udvalgte uorganiske stoffer, herunder ionforbindelser
* Exoterne og endoterme processer.

Fysik:

* Energi
* Varme
* Effekt

Matematik:

* Modellering

**Udarbejdet af:** Gert Husum, Hjørring Gymnasium STX & HF, [ghu@hj-gym.dk](mailto:ghu@hj-gym.dk) og og Jens Kristian Mikkelsen, Hjørring Gymnasium STX og HF, [jm@hj-gym.dk](mailto:jm@hj-gym.dk).

**INTRODUKTION TIL FORLØBET**

I dette forløb skal eleverne selv udvikle, fremstille og teste små prototyper af kemiske håndvarmere på grundlag af en oxidationsproces af jern. Herunder skal de undersøge håndvarmerens temperaturudvikling og brugbarhed.

Inden forløbet skal eleverne i kemi have lært om redoxprocesser. I fysik skal de kende grundlæggende begreber inden for varmelære som energi, varme, varmefylde og effekt. I matematik skal eleverne have arbejdet med matematiske modeller og regression, herunder gerne polynomiel regression. Man kan også inddrage differentialregning og væksthastighed.

**Om elevarbejdet**

Forløbet indledes med en præsentation af nedenstående narrativ og problem, der fungerer som introduktion til selve udfordringen. Eleverne præsenteres også for de kriterier, der er til håndvarmeren, og rammen for deres arbejde.

Ligeledes introduceres de til engineering designprocessen og de enkelte delprocesser (se første lektion i lektionsplanen). Forløbet kan justeres, alt efter hvor meget tid der er til rådighed. Forløbet er struktureret efter de enkelte delprocesser, men man kan vælge at tage eleverne igennem delprocesserne i en anden rækkefølge og tilpasse materialet og lektionsplanen herefter.

**Elevopgaven**

**Narrativ og problem**

En murer eller tømrer arbejder både inde og ude året rundt, og det kan være udfordrende, når det er rigtig koldt. Her er det selvfølgelig nødvendigt med varmt tøj, men store tykke vanter eller luffer er ikke praktisk, da det besværliggør håndteringen af værktøjet.

En løsning på dette problem kan være en håndvarmer, som kommes ned i vanterne og giver behagelig varme til hænderne i flere timer. Håndvarmere er små poser med en blanding af jernpulver, salt og vand. Varmen udvikles gennem en simpel oxidationsproces, som svarer til, at jernet ruster.

Et billede, der indeholder handske, handsker, hånd

AI-genereret indhold kan være ukorrekt.

|  |
| --- |
| **Udfordring**  I er ansat i en udviklingsafdeling i en ingeniørvirksomhed. En kunde har henvendt sig for at få hjælp til udvikling af en kemisk håndvarmer.   * I skal i mindre grupper undersøge forskellige blandinger af jern, salt og vand for at finde en god kemisk kombination, der giver en komfortabel og stabil varmeudvikling. * Resultaterne skal bruges til at udvælge en blanding til en prototype, som I skal fremstille. * Prototypen skal anvendes i en realistisk afprøvning. |

**Rammer og kriterier**

Kunden er interesseret i spørgsmål som:

Hvilken kombination af jern, salt og vand giver en komfortabel og stabil varmeudvikling?

Hvordan skal håndvarmeren designes?

Hvilke praktiske udfordringer er der?

* I skal undersøge/vurdere, hvilke krav der er til en komfortabel og stabil varmeudvikling.
* I skal undersøge temperaturudviklingen i en blanding af jern, salt og vand.
* I skal bruge engineering designprocessen til gennem en række forsøg at optimere processen.
* I skal til sidst fremstille en håndvarmer, som I skal lave en realistisk afprøvning af.
* Hvor det er relevant, skal I lave en matematisk model og/eller matematiske beregninger.

Til sidst skal resultatet præsenteres for de andre i klassen. Hver gruppe skal til deres præsentation fremvise deres håndvarmer. Derefter skal klassen i fællesskab diskutere, hvor godt metoden virker, og komme med anbefalinger til det endelige design til kunden.

**Naturvidenskabelige undersøgelser**

Et billede, der indeholder person, tøj, indendørs, Job

Automatisk genereret beskrivelse

*En gruppe laver dataopsamling på temperaturudviklingen i en blanding af jern og salt.   
Kilde: Jens Kristian Mikkelsen*

Eleverne skal undersøge temperaturudviklingen i forskellige blandinger af jern, salt og vand.

De planlægger selv, hvilke blandinger der undersøges (gerne en forsøgsmatrix).

Til hvert enkelt forsøg bruges der tilsammen 10 gram jern og salt med forskellige fordelinger.

Jern og salte blandes i et reagensglas, og der tilsættes vand. Eleverne har tre salte at vælge imellem: calciumchlorid, natriumchlorid, kaliumnitrat samt jernspåner og jernpulver.

De kan kun bruge saltene nævnt under temperaturlisten.

Med en termosonde måles temperaturen fx hvert halve minut i 20 minutter.

Temperaturen stiger meget hurtigt til den maksimale temperatur og aftager derefter langsomt.

Grafen herunder viser et eksempel på temperaturudviklingen.

Temperatur i

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

Automatisk genereret beskrivelseTid i minutter

*Kilde: Jens Kristian Mikkelsen*

Eleverne vurderer og sammenligner resultaterne, fx den maksimale temperatur og temperaturfald ved de enkelte forsøg. Der kan laves polynomiel regression, og væksthastigheder til udvalgte tidspunkter kan udregnes. Hvis ligningen som ovenfor laves i Excel og efterfølgende overføres til et CAS-værktøj, er det vigtigt at medtage rigeligt med decimaler på koefficienterne.

Grafen kan omregnes til energi som funktion af tid vha. opvarmningsformlen, hvilket kræver kendskab til varmefylderne for de indgående materialer jern, salte og vand. Hvis tiden omregnes til sekunder, så bliver væksthastighederne dE/dt lig med effekten.

**INDDRAGELSE AF Engineering-didaktikKEN**

I forløbet arbejder eleverne med de syv delprocesser. Læreren tydeliggør processerne for eleverne ved at starte lektionerne med præsentationer af timeplaner, hvor eleverne bliver gjort klart, hvilke delprocesser de skal arbejde med i dagens lektion.

Det, at eleverne arbejder med at forbedre prototypen, gør, at de tvinges til at reflektere over deres valg. Dette bliver især tydeligt i forbindelse med udveksling af erfaringer ved fremlæggelserne, med fokus på gruppernes anbefaling til kunden.

**APPARATUR OG MATERIALER TIL FORLØBET**

* Jernpulver
* Jernspåner
* Calciumklorid
* Natriumklorid
* Kaliumnitrat
* Termofølere til dataopsamling
* Reagensglas og måleglas til afmåling
* Vejeskeer
* Laboratorievægte
* Stativ til at holde termometer og reagensglas fast under målinger
* Materialer til opbygning af den færdige håndvarmer (fx plastposer, sous vide-plast og foliesmelter, vandkapsler, tape)
* Varmefordelere: sand, savsmuld, vermiculit etc.

Et billede, der indeholder indendørs, bord, plastik/plast, flaske

Automatisk genereret beskrivelse

*Udstyr og materialer til forsøgene.   
Kilde: Jens Kristian Mikkelsen*

**Lærerforberedelser OG GODE RÅD TIL UDFØRELSEN**

Indkøb eksempler på kemiske håndvarmere.

Indkøb materialer til opbygning af den færdige håndvarmer (se materialelisten ovenfor).

Jernspåner og jernpulver kan købes til rimelige priser ved fx Nidaros ([Handelshuset Nidaros sælger alt i kunstnerartikler, farvepigmenter, plantefarver (nidaros-handel.dk)](https://nidaros-handel.dk/))

Det anbefales at købe ind, så hver gruppe kan bruge maks. 300 g af jernpulver, jernspåner, calciumchlorid og natriumchlorid. Hver gruppe tildeles en skole-pc med et Pascosystem med termometer. Der er stillet reagensglas og måleglas til afmåling, vejeskeer, tragte, alufolie og laboratorievægte frem. Det kan være en god ide med et stativ til at holde termometer og reagensglas fast under målinger.

Eleverne skal bære kitler, sikkerhedsbriller og handsker under forsøget.

Hvis tiden er en begrænsende faktor, så kan design af håndvarmeren udelades og produktet være prototypen (jern-salt-blandingen). Så kan der skæres et par lektioner af projektet uden at ødelægge historien, jævnfør narrativet, hvor eleverne repræsenterer en udviklingsafdeling, der skal giver deres resultater videre til designafdelingen og derfor ikke nødvendigvis skal konstruere selve håndvarmeren. Man kan ligeledes vælge ikke at lade eleverne udvikle selve håndvarmeren, hvis eleverne finder den blanding, som de synes er den rigtige.

Hvis man vælger at konstruere selve håndvarmeren, kan der med fordel tages en klassediskussion om, hvordan håndvarmeren kan testes. Fx kan eleverne dyppe hænderne i isvand i nogle minutter og måle hændernes temperatur med et infrarødt termometer. Vanter tages i brug både med og uden håndvarmer, så man kan sammenligne. Mål igen temperatur efter nogen tid.

**LektionsplaN**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lektion** | **Engineering designproces** | **Aktiviteter** | **Lærernoter** | **Materialer** |
| **1** | Et billede, der indeholder tekst, cirkel, Font/skrifttype, logo  Automatisk genereret beskrivelse | * Ramme og narrativ præsenteres. * Engineering-processen repeteres/eller introduceres. * Introduktion til dataopsamling og forsøgsopstillinger. * Forstå kemien bag præsenteres kort i lektion 1 og anvendes nok mest, når eleverne laver deres præsentation i lektion 8-9. | * Inddele i grupper * Lektioner a 50 min | Dokument med narrativ, udfordring og rammer til eleverne  PPT: [Engineering-forløb - Introduktion til engineering](https://engineerthefuture.dk/undervisning/engineering-i-gymnasiet/undervisningsmaterialer/engineering-forloeb/engineering-introduktion/) |
| **2-5** | Et billede, der indeholder cirkel, skærmbillede, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder tekst, logo, skærmbillede, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse  Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, logo  Automatisk genereret beskrivelse | * Elevgrupper undersøger udfordringen, skriver deres ideer ned (fx en forsøgsmatrix/krydstabel med jernmængde vandret og saltmængde lodret), afprøver et antal prototyper. * Databehandling af målinger * Konkretisere og konstruere ønsket blanding af reagenser | * Skal foregå i et laboratorium * Læreropsamling på forståelse af udfordring og planlægning af forsøgene |  |
| **6-7** | Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, Font/skrifttype, logo  Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder cirkel, tekst, skærmbillede, logo  Automatisk genereret beskrivelse | * Konstruktion af en færdig håndvarmer |  |  |
| **8-9** | Et billede, der indeholder cirkel, Grafik, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse | * Forberede præsentation |  |  |
| **10** | Et billede, der indeholder cirkel, Grafik, logo, Font/skrifttype  Automatisk genereret beskrivelse | * Præsentationer, fælles feedback og opsamling (den endelige anbefaling til kunden) |  |  |

**RESSOURCERUM**

* [How to Make DIY Hand Warmers - instant hot hands with science! (homesciencetools.com)](https://learning-center.homesciencetools.com/article/how-to-make-homemade-hand-warmers-science-project/)
* Römpp, Hermann & Raaf, Hermann (1969). *Kemiske eksperimenter som lykkes*. Forlaget Notabene.



Et billede, der indeholder Font/skrifttype, Grafik, grafisk design, design

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, skærmbillede, logo

Automatisk genereret beskrivelse

Forløbet er udviklet af gymnasielærerne Gert Husum og Jens Kristian Mikkelsen, Hjørring Gymnasium STX & HF, i samarbejde med Engineer the Future og med støtte fra Villum Fonden, Novo Nordisk Fonden og Lundbeckfonden.