**Menneskets energiomsætning**

Formålet med forløbet er at få en forståelse af menneskets energiomsætning.

**Indhold**

Energi, energiomsætning, effekt, specifik varmekapacitet, brændværdi og evt. overgangsvarme med fokus på fordampningsvarme.

**Modulplan**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Energi  Sammenhæng mellem energi og effekt |
| 2 | Energimåler og enheden kWt  Forsøg: Sammenhæng mellem energi og tid for en dyppekoger |
| 3 | Specifik varmekapacitet |
| 4 | Forsøg: Bestemmelse af effekten af en hånd |
| 5 | Brændværdi  Forsøg: Bestemmelse af energiindholdet af en peanut (eller andet) |
| 6 + 7 | Helst dobbeltmodul  Forsøg: Bestemmelse af et menneskes hvilestofskifte vha. en stor flamingokasse.  Et lidt tidskrævende forsøg, så derfor er godt med et dobbeltmodul, men det kan godt lade sig gøre med to enkelt moduler, så skal man bare sikre, at eleverne bliver færdige med at udføre forsøget i første modul.  Kort forsøgsbeskrivelse:   1. Først skal der laves en standard kurve for flamingokassen.   Eleverne måler temperaturstigning for to elektriske pære med forskellig effekt. Det postuleres, at der er proportionalitet mellem temperaturstigning og effekt.   1. En elev sættes ind i flamingokassen og temperaturstigningen måles.   Effekten kan så bestemmes ved brug af standardkurven, og herefter kan energien (hvilestofskiftet) bestemmes.  Grunden til at forsøget er tidskrævende er, at flamingokassen helst skal afkøle ned til nogenlunde samme starttemperatur, og tiden for hvert forsøg er sat til 10 min.  Det bestemte hvilestofskifte passer meget dårligt med tabelværdien (ca. kun halvdelen af tabelværdien). Det skyldes at vi for at forsimple udregningerne for at forløbet er mere velegnet til C-niveau ikke har medtaget bidraget fra fordampning. |

**Energi og effekt: Kroppen**

**Effekt**

Når man slapper af og er i hvile, omsætter kroppen mindre energi end når man bevæger sig. Kroppen omsætter i gennemsnit ca. 80 J hvert sekund, det vil sige at hvile effekten er på 80 W (). I biologi kaldes det hvilestofskiftet, her angiver man det dog typisk angiver i en anden enhed. Kroppen omsætter ca 370 J pr sekund, altså en arbejdseffekt på 370 W (). Arbejdseffekten afhænger meget af hvad man laver.

|  |  |
| --- | --- |
| Aktivitet | Effekt (W) |
| Sidde i hvile | 120 |
| Stå i hvile | 125 |
| Sidde til timer | 210 |
| Gå 5 km/t | 280 |
| Cykle (13-18 km/t) | 400 |
| Cykle (21 km/t) | 700 |
| Cykle professionel racer | 1855 |
| Svømme bryst | 475 |
| Skøjte (14,5 km/t) | 545 |
| Basket | 800 |

**Energi og effekt: Opgaver**

Kilde: https://phys.libretexts.org/Bookshelves/College\_Physics/Book%3A\_College\_Physics\_(OpenStax)/07%3A\_Work\_Energy\_and\_Energy\_Resources/7.08%3A\_Work\_Energy\_and\_Power\_in\_Humans

**Opgave – Tiden en el-kedel er tændt**

En familie skal lave te. Effekten af en el-kedel er på 2000 W. El-kedlen omsætter 360000 J. Hvor lang tid tager det at opvarme vandet.

**Opgave – Energi af støvsugning**

Effekten af en støvsuger er 1600 W. Hvor meget energi omsætter man ved 30 minutters støvsugning?

**Opgave – effekten af en el-kedel**

En familie har en lyskæde som er tændt 1 døgn. Energien kæden omsætter på den tid er 691200 J. Beregn effekten af kæden.

**Opgave – Energi ved forskellig aktivitet**

1. Find effekten ved en given aktivitet (se tabellen). Beregn hvor meget energi du omsætter i løbet af 1 time.
2. Brug tabellen og beregn hvor meget energi du ca. omsætter på et døgn.

**Journalforsøg: Dyppekoger**

**Apparatur**

En Dyppekoger

En energimåler

Evt stativ

**Formål**

Formålet med dette forsøg er at måle, sammenhængen mellem energi og tid.

**Udførelse**

1. Tag et glas eller bæger, fyld så meget vand i at dypkogeren kan være dækket.
2. Placer dypkogeren i vandet brug evt et stativ til at holde den.
3. Forbind dypkogeren med en energimåler med roterende skive.
4. Få stregen til at være lige for ved forsøgets start – det kan gøres ved at tænde dypkogeren.
5. Start et stopur samtidig med dypkogeren, og notér tiden hver gang dypkogeren foretager en omgang

**Resultater og beregninger**

Notér målinger af antal omgang og tid i måleskemaet.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Antal omgang  Målt |  |  |  |  |  |  |  |
| Tiden (s)  Målt |  |  |  |  |  |  |  |
| Energien (J)  Beregnet |  |  |  |  |  |  |  |

Først bestemmes den energi dypkogeren omsætter.

Hvert skiveomløb på elmåleren svarer til en energi på 6000 J. Hvis vi kalder det samlede antal omløb for *n*, vil den tilførte energi kunne udregnes som

*E*tilført= *n* ⋅ 6000 J,

Lav en (*t*, *E*)-graf, dvs en graf med tiden ud af x-aksen og energien ud af y-aksen. Husk enheder

Lav en tendenslinje. Giv en fortolkning af hældningskoefficienten.

**Journalen** skal indeholde egne resultater og beregninger. Desuden en (*t*, *E*)-graf, med fortolkning af hældningskoefficienten. Husk symboler og enheder.

Opvarmning af et stof

I det følgende skal vi kigge hvordan man kan beregne den energi som bruges til at opvarme et stof som forbliver i den samme tilstand (tilstand vil sige om stoffet er fast, flydende, gas).

**Energien til opvarmning:** Er givet som . Her er er den omsatte energi, er massen, er den specifikke varmekapacitet, det er en materialekonstant som angiver hvor meget energi der skal bruges til at opvarme et kg af stoffet en grad, er sluttemperaturen på det man varmer op, er start temperaturen af det man varmer op.

Passende opgaver fra den lærebog i læser efter.

**Forsøg: Hånd i vand**

**(En hånds effektafgivelse)**

**Formål**

Formålet med dette forsøg er at måle, hvor stor effekt en varmblodet (?) skoleelevs hånd afgiver, når den holdes nede i koldt vand. Ud fra temperaturstigningen i vandet kan man beregne, hvor meget energi, hånden har afgivet.

**Udførelse**

Tag et glas eller bæger, der er så stort, at du kan få hånden ned i det. Hæld så meget vand i glasset, at hånden er dækket. Du skal vide, hvor meget vand der er! Vej eller mål vandets masse *mvand* og mål dets begyndelsestemperatur *t*1. Start et stopur samtidig med at en hånd stikkes ned vandet. Tag hånden op igen efter 3-4 minutter, stop uret og notér tiden samt sluttemperaturen *t*2.

Alle klassens elever skal måles!

**Resultater**

Notér målingerne på en overskuelig måde – lav et måleskema.

**Beregninger**

Først bestemmes den energi vandet har modtaget ved hjælp af formlen

*E = mvand ·cvand ·Δt*, hvor *Δt = t2 – t1* og *cvand* = 4,18 

Derefter beregnes den effekt *P*, som hånden har opvarmet vandet med ved hjælp af formlen

hvor *t* er tiden målt i sekunder

Lav et skema på tavlen, hvor drengenes effekt skrives i en kolonne, og pigernes i en anden. Udregn gennemsnittet af de to kolonner. Er der forskel på piger og drenge?

**Journalen** skal indeholde egne resultater og beregninger. Desuden gennemsnittet af pigernes og af drengenes effekter.

**Energi og brændværdi: Baggrund**

Ved forbrændings reaktioner reagerer brændstoffet med ilt (O2) og frigiver energi. Vi finder forbrænding i en bil moter, ved afbrænding af naturgas eller i kroppen når føden omsættes til energi.

Der er stor forskel på hvor meget energi forskellige brændstoffer/mad indeholder. For at kunne sammenligne brændstoffer/mad indeholder indfører vi stoffet specifikke brændværdi *B* (eller *L*B ).

Brændværdien angiver hvor meget energi der omsættes ved afbrænding af 1 gram af stoffet, og den er givet ved formlen

Her er energien der frigives ved afbrændingen, *m* er den masse der afbrændes.

Brændværdien svarer til energiindholdet i biologien. Energien i maden kommer hovedsageligt fra protein, kulhydrat, fedt og alkohol. Vand, vitaminer og mineraler indeholder ikke energi, men er også vigtige for kroppen. Der er ikke lige meget energi pr. gram i disse fire hovedgrupper. Fedt stof indeholder dobbelt så meget energi pr gram som kulhydrat og protein.

Brændværdien af forskellige stoffer kan typisk findes i en tabel.

|  |  |
| --- | --- |
| **Energiindhold i forskellige stoffer** | |
| **Energikilde** | Energiindhold pr gram  **Brændværdi** (kJ/g) |
| kul | 29 |
| Tørt træ | 20 |
| Tørt halm | 18 |
| Benzin | 46 |
| Olie | 45 |
| Ethanol (95%) | 28 |
| Butan | 50 |
| Protein | 17 |
| kulhydrat | 17 |
| Fedt | 38 |
| Letmælk | 1,9 |
| agurk | 0,3 |
| appelsin | 1,5 |
| Bacon, rå | 28 |
| sodavand | 2,6 |
| Hvidvin | 2,6 |
| youghurt | 3,6 |
| Kakaomælk | 3,1 |
| Kalkun | 5,3 |

**Brændværdi: Opgaver**

**Opgave – Energien af et bål**

En gruppe af spejdere laver et bål ud af 15 kg tørt træ. Hvor meget energi afgiver bålet?

**Opgave – Afbrænding af campinggas**

En familie på camping varmer deres mad med en gasbrænder. Maden tilføres 18000J. Brændværdien af campinggas er på 50 kJ/g. Hvor meget gas brænder familien af?

**Opgave – Brændværdi franskbrød**

Ved at spise en bestemt skive franskbrød på 25 gram afgiver en energi på 300 kJ. Beregn brændværdien for franskbrødet.

**Opgave – Afbrænding af fedt**

En ung man har et energibehov på 11500 kJ pr dag. Han beslutter han vil tabe sig og indtager i en uge kun 9000 kJ pr dag. Antag at manden når op på sit normale energibehov ved at afbrænde kropsfedt. Hvor meget reduceres mandens fedtmængde?

**Opgave – Energien i mad**

Vælg en fødevare du holder meget af (fx Sneakers, Cult, mv). Brug varedeklarationen og bestem hvor meget energi, fødevaren indeholder pr gram. Antag at dit energibehov er på 10 MJ (10000 kJ). Beregn, hvor mange gram du skal spise af fødevaren for at opfylde dit daglige energiforbrug.

**Opgave – Energien i mad**

Find tre fødevarer og tag et billede af varedeklarationen. Varedeklarationen viser hvor energien kommer fra i en given vare.

1. Aflæs hvor meget energi man får pr 100 gram i de tre tilfælde.
2. Beregn, hvor meget man skal spise af de tre fødevarer, hvis den pågældende fødevare skal udgøre hele dagens energiforbrug. Et dagsforbrug er på 10 MJ = 10000 kJ skal dækkes (MJ = mega Joule = 1 million Joule = 1000.000 J = 106J = 1000 kJ).

**Forsøg: Brændværdi af chips/peanut**

I dette eksperiment gælder det om at bestemme brændværdien for en chips/peanut.

A can with a camera attached to it

Description automatically generatedChips/peanuts har et højt indhold af olie og kan derfor nemt antændes. Energien, som frigives ved forbrænding af en chips/peanut. Ved at lade peanutten opvarme en dåse af vand kan man beregne hvor meget energi der bliver frigivet.

**Apparatur**

1) En dåse.

2) En vægt.

3) 0,1 kg koldt vand.

4) Et termometer.

5) En chips/peanut

6) papirklips/tegnestift til at holde chips/peanut

7) Stavtiv/bunsenbrænder fod til at holde dåsen

**Udførelse**

1. Afvej massen af en peanut *m*chips/peanut i gram.
2. Afvej præcis 0,1 kg vand koldt vand.
3. Mål start-temperaturen *t*1 for vandet.
4. Tænd chipsen/peanutten med en lighter. (start evt et stopur samtidigt)
5. Varm vandet op ind til chipsen/peanutten er helt brændt væk. (sluk stopuret)
6. Rør lidt rundt i vandet og noter slut temperaturen *t*2

**Resultater**

Notér målingerne på en overskuelig måde.

**Beregninger**

Først bestemmes den energi vandet har modtaget ved hjælp af formlen

*E*vand *=* 0,418 *·Δt*, hvor *Δt = t2 – t1*

Antag at alt energien fra chipsen/peanutten er gået til at opvarme vandet (dvs ). Derefter beregnes brændværdien for chipsen/peanutten ved hjælp af formlen.

⬄

Her er massen af chipsen/peanutten, *B* er brændværdien.

Evt kan den gennemsnitlige effekt chipsen/peanutten afgiver energi til vandet beregnes.

Under beregninger skal I også bestemme afvigelsen i procent på energiindholdet i chips/peanuts pr. mellem jeres målte værdi og værdien angivet i varedeklarationen. Aflæs på pakken hvor meget energi chipsen/peanutten indeholder og omregn til enheden

Den procentuelle afvigelse kan nu findes ved at benytte følgende formel

Afvigelse i % =

Aflæs på pakken hvor meget energi chipsen/peanutten indeholder

**Journalen** skal indeholde en beskrivelse egne resultater og beregninger. Samt en diskussion af hvor velegnet forsøget er til at bestemme energiindholdet i en chips/peanut. I skal forklare hvilke måleusikkerheder/fejlkilder, der er i udførelsen af forsøget – hvilke antagelser har I gjort i jeres beregninger, som måske ikke er helt opfyldt.

I skal kommentere på afvigelsen i procent og forklare hvilke faktorer i forsøgets udførelse, der kan forklare afvigelsen i procent.

**Forsøg: Bestemmelse af hvilestofskiftet**

Hvilestofskiftet er er mål for hvor meget energi din krop minimalt forbruger for at holde sig i live, dvs. den energi din krop forbruger, når du er i total hvile.

Hvilestofskiftet varierer en del fra person til person og afhænger af mange faktorer, såsom køn, alder, kondition, muskelmasse og en hel række andre faktorer.

Idéen i forsøget er at en person lukkes inde i flamingokassen i 10 minutter. Ud fra måling af temperaturstigningen kan effekten, hvormed personen omsætter energi, beregnes.

**Apparatur**

1) Flamingokasse.

4) Et termometer.

5) to forskellige glødepærer

**Udførelse**

1. Mål start-temperaturen i kassen *t*1 i kassen.
2. Lad en glødepære være tændt 10 min inde i kassen.
3. Noter slut temperaturen *t*2
4. Lad kassen afkøle til den ca. får den oprindelige start-temperaturen. Åbn gerne vinduerne i lokalet mens kassen afkøler.
5. Gentag forsøget for en anden pære.
6. Lad igen kassen afkøle. Åbn gerne vinduerne i lokalet mens kassen afkøler.
7. Gentag forsøget med en person fra gruppen inde i kassen.

**Resultater**

Notér jeres resultater for pæren i skemaet.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Skema til notering af resultater of forsøg med glødepære** | | |
|  | Pære 1 | Pære 2 |
| *P* (W) |  |  |
| *t*start (oC) |  |  |
| *t*slut (oC) |  |  |
| Δ*t*(oC) |  |  |

Notér jeres resultater for personen i skemaet.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Skema til notering af resultater of forsøg med person** | | |
| *t*start (oC) |  |  |
| *t*slut (oC) |  |  |
| Δ*t*(oC) |  |  |

**Beregninger**

Først det bestemmes hvilken temperaturstigning en given effekt svarer til. Det gøres ved at lave en såkaldt standardkurve, hvor temperaturstigningen måles for to pærer med forskellig effekt. Det antages, at effekten og temperaturstigningen er proportionale.

Indtast tallene i LoggerPro med *P* ud ad x-aksen og Δ*t* (temperaturændringen) op ad y-aksen. Lav proportional regression. Den proportionale regression er jeres standardkurve.

Derefter beregnes den effekt personen har afgivet. Det gør I ved at bruge den beregende Δt til at aflæse effekten *P* på jeres standardkurven.

Nu har I effekten af hvilestofskiftet ved opvarmning målt i W = J/s.

Tabelværdien for hvilestofskiftet ligger på ca 80 W. Overvej hvilket energibidrag vi ikke har taget med i vores beregninger.

**Journalen** skal indeholde en beskrivelse egne resultater og beregninger. Samt en diskussion af hvilke antagelser har I gjort i jeres beregninger samt hvilket energibidrag vi ikke medtager i vores beregninger.