

Bestemmelse af hvilestofskifte

1 Brug måleresultaterne fra kasseforsøget til at tegne en kalibreringskurve for kassen

- a) aflæs på grafen og i tabellen på side 3, hvad forskellen på inde- og ude-temperaturen er ved 0W, 40W, 75W og 115W, og udfyld skemaet til højre
- b) Lav et koordinatsystem med effekten på førsteaksen og temperaturforskellen på andenaksen, og indtegn de målte punkter i koordinatsystemet. Lad 1 cm på førsteaksen svare til 10W, og lad 1 cm på andenaksen svare til 1°C.

Effekt / W	$t_{\text{inde}} - t_{\text{ude}} / ^\circ\text{C}$
0	
40	
75	
115	

- c) Tegn *én ret linje*, der så godt som muligt går gennem de målte punkter. Nogle punkter kommer til at ligge lidt over linjen, andre lidt under...

2 Find en persons varme-hvilestofskifte ud fra den målte temperaturkurve og kalibreringskurven

- a) Aflæs forskellen på inde- og ude-temperaturen, når inde-temperaturen ikke stiger mere. Så har personen i kassen opvarmet kassen – på samme måde som elpærerne gjorde det, da vi lavede kalibrerings-målingerne.
- b) Brug kalibreringskurven til at finde personens varme-hvilestofskifte (aflæs den effekt, der svarer til den temperaturforskel, du fandt i 2a)

3 Find fordampningens bidrag til hvilestofskiftet

- a) Bestem mængden af vanddamp i kassen ved forsøgets start. Det gør du ved at
- finde starttemperaturen inde i kassen
 - aflæse antal g H₂O pr m³ i tabellen på side 3 (i søjlen under $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$)
 - beregne startmængden af vanddamp som
$$m_{\text{vand, start}} = \text{antal g H}_2\text{O pr m}^3 * \text{kassens volumen} * \text{luftfugtighedsprocenten}$$
- b) Bestem mængden af vanddamp i kassen ved forsøgets afslutning. Det gør du ved at
- finde starttemperaturen inde i kassen
 - aflæse antal g H₂O pr m³ i tabellen på side 3 (i søjlen under $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$)
 - beregne slutmængden af vanddamp som
$$m_{\text{vand, slut}} = \text{antal g H}_2\text{O pr m}^3 * \text{kassens volumen} * \text{luftfugtighedsprocenten}$$
- c) Beregn, hvor meget vanddamp der er produceret
$$m_{\text{vand}} = m_{\text{vand, slut}} - m_{\text{vand, start}}$$
- d) Beregn, hvor meget energi der er brugt til fordampning. Der skal 2430kJ til at fordampe 1kg vand, så energiforbruget er.
$$E_{\text{vand}} = m_{\text{vand}} * 2430\text{kJ/kg}$$
- e) Omregn til effekt. Aflæs, hvor mange sekunder personen sad i kassen, og divider:

$$\text{Effekt} = \frac{\text{Energi}}{\text{tid}}$$

Hermed er fordampningens bidrag til hvilestofskiftet fundet.

4 Det samlede hvilestofskifte bestemmes som summen af de to bidrag, du fandt i 2) og 3). Find det samlede hvilestofskifte for de fire, der sad i kassen: Nanna, Stephanie, Kristian og Svenne.

5 Nyttevirkning ved arbejde ("Den mekaniske nyttevirkning") bestemmes ved at lade personen inde i kassen udføre arbejde, fx løfte en vægtstang 30 gange pr. minut i et antal minutter, og bestemme den tilsvarende temperaturstigning og fordampning. Bestem som før stofskifte og fordampning. Den effekt, du nu har fundet, er summen af personens hvilestofskifte og det stofskifte, der har med muskelarbejdet at gøre, så du kan finde effekten af muskelarbejdet som:

$$P_{\text{muskelarbejde}} = P_{\text{samlet}} - P_{\text{hvile}}$$

Denne effekt kan omregnes til energi ved at gange med den tid, det tager at udføre muskelarbejdet, idet der gælder, at $\text{effekt} = \text{energi}/\text{tid}$ eller $\text{energi} = \text{effekt} \cdot \text{tid}$. Altså er

$$E_{\text{muskelarbejde}} = P_{\text{muskelarbejde}} \cdot \Delta t,$$

hvor Δt er den tid der bruges på at løfte vægtstangen.

Men hvor meget energi er der brugt på at løfte vægtstangen? Det finder du ud af ved at se på, hvor meget *potentiell energi* der skal tilføres, når vægtstangen skal løftes. Potentiell energi er defineret således:

Den potentielle energi af et legeme med masse m , der er løftet op i højden h (i forhold til et valgt 0-niveau, fx gulvet i et fysiklaboratorium), beregnes som

$$E_{\text{potentiell}} = m \cdot g \cdot h,$$

hvor $g = 9,82 \text{ N/kg}$ er tyngdeaccelerationen.

Den samlede potentielle energi bliver så $E_{\text{potentiell}} = m \cdot g \cdot \text{højden pr. løft} \cdot \text{antal løft}$.

Nu kan nyttevirkningen ved muskelarbejdet, "Den mekaniske nyttevirkning", findes som

$$\text{Nyttevirkning} = \frac{E_{\text{potentiell}}}{E_{\text{muskelarbejde}}} \cdot 100\%$$

Det vil være naturligt at sammenligne den fundne nyttevirkning med eventuelle tabelværdier. Men der er uenighed om, hvor høj den mekaniske nyttevirkning kan blive. I "Fysisk Aktivitet – håndbog om forebyggelse og behandling", udarbejdet af Bente Klarlund Pedersen og Bengt Saltin, skriver man

Relationen mellem det mekanisk udførte arbejde og energiomsætningens størrelse angiver den mekaniske nyttevirkning. Den mekaniske nyttevirkning ved cykelarbejde er mellem 20% og 25%, dvs. 1/5-1/4 af omsat energi bliver til mekanisk arbejde og resten til varme. I aktiviteter som f.eks. løb, roning og svømning er det ikke let at bestemme den mekaniske nyttevirkning nøjagtigt. Beregninger viser dog, at i bedste fald kan 30% af energiomsætningen udnyttes til mekanisk arbejde, men 15-20% er mere almindeligt. Jo mindre energi, et vist givet arbejde kan udføres med, desto bedre teknik.

(www.sst.dk/faglige_omr/sundhed/Motion/del_1_ps.pdf), medens man på Institut for Medicinsk Biokemi og Genetik ved Københavns Universitet skriver

Endvidere er det bl.a. ved at sammenholde sådanne resultater med direkte målinger af musklens varmeproduktion vist, at den mekaniske nyttevirkning er omkring 50 % under den initiale del af kontraktionen og ikke kun 20-30 % som normalt antaget.

(www.ku.dk/aarbog/97/3/3500.html).

Ud fra de to kilder må man forvente en mekanisk nyttevirkning mellem 15-20% (den første kilde) og 50% (den anden kilde).

Overvej, hvilke fejlkilder der kan være. Hvilke faktorer kan gøre den fundne nyttevirkning for høj, og hvilke faktorer kan gøre den for lav?

tid s	t _{inde} °C	t _{ude} °C	t _{inde} - t _{ude} °C
0	23,0	22,3	0,7
60	23,2	22,5	0,7
120	23,2	22,4	0,8
180	23,7	22,5	1,2
240	24,2	22,6	1,6
300	24,8	22,6	2,2
360	25,3	22,7	2,6
420	25,6	22,6	3,0
480	26,1	22,7	3,4
540	26,5	22,7	3,8
600	26,6	22,7	3,9
660	26,8	22,8	4,0
720	27,2	22,8	4,4
780	27,4	22,8	4,6
840	27,5	22,9	4,6
900	27,8	22,8	5,0
960	27,9	22,8	5,1
1020	28,1	22,9	5,2
1080	28,2	22,9	5,3
1140	28,4	22,9	5,5
1200	28,4	22,9	5,5
1260	28,6	22,9	5,7
1320	28,7	23,0	5,7
1380	28,6	22,9	5,7
1440	28,7	22,9	5,8
1500	28,9	22,9	6,0
1560	28,8	22,9	5,9
1620	29,0	23,0	6,0
1680	29,0	23,0	6,0
1740	29,0	23,0	6,0
1800	29,2	22,9	6,3
1860	29,3	23,0	6,3
1920	29,1	23,0	6,1
1980	29,2	23,1	6,1
2040	29,2	23,1	6,1
2100	29,3	23,1	6,2
2160	29,4	23,1	6,3
2220	29,7	23,1	6,6
2280	29,9	23,1	6,8
2340	30,1	23,1	7,0
2400	30,5	23,1	7,4
2460	30,9	23,0	7,9
2520	31,1	23,0	8,1
2580	31,3	22,9	8,4
2640	31,4	22,9	8,5
2700	31,5	22,8	8,7
2760	31,7	22,8	8,9
2820	31,8	22,7	9,1
2880	31,9	22,7	9,2
2940	31,9	22,7	9,2
3000	32,2	22,8	9,4
3060	32,4	22,9	9,5

tid s	t _{inde} °C	t _{ude} °C	t _{inde} - t _{ude} °C
3120	32,2	22,9	9,3
3180	32,4	23,0	9,4
3240	32,5	23,0	9,5
3300	32,7	23,1	9,6
3360	32,6	23,1	9,5
3420	32,7	23,2	9,5
3480	32,8	23,2	9,6
3540	32,9	23,2	9,7
3600	32,9	23,2	9,7
3660	32,9	23,2	9,7
3720	33,0	23,3	9,7
3780	33,0	23,3	9,7
3840	33,0	23,3	9,7
3900	33,0	23,4	9,6
3960	32,9	23,2	9,7
4020	33,0	23,3	9,7
4080	33,1	23,3	9,8
4140	33,5	23,5	10,0
4200	34,1	23,4	10,7
4260	34,7	23,4	11,3
4320	35,1	23,4	11,7
4380	35,6	23,4	12,2
4440	36,1	23,4	12,7
4500	36,3	23,5	12,8
4560	36,6	23,4	13,2
4620	36,9	23,4	13,5
4680	37,1	23,4	13,7
4740	37,5	23,4	14,1
4800	37,5	23,4	14,1
4860	37,6	23,5	14,1
4920	38,0	23,5	14,5
4980	38,1	23,4	14,7
5040	38,2	23,3	14,9
5100	38,3	23,2	15,1
5160	38,4	23,2	15,2
5220	38,4	23,1	15,3
5280	38,6	23,0	15,6
5340	38,7	22,9	15,8
5400	38,7	22,9	15,8
5460	38,7	22,9	15,8
5520	38,8	22,9	15,9
5580	38,7	22,7	16,0
5640	38,8	22,7	16,1
5700	38,7	22,6	16,1
5760	38,8	22,7	16,1
5820	38,8	22,7	16,1
5880	38,8	22,6	16,2
5940	38,8	22,6	16,2
6000	38,8	22,5	16,3
6060	38,9	22,5	16,4
6060	38,9	22,5	16,4
6120	38,9	22,5	16,4

