

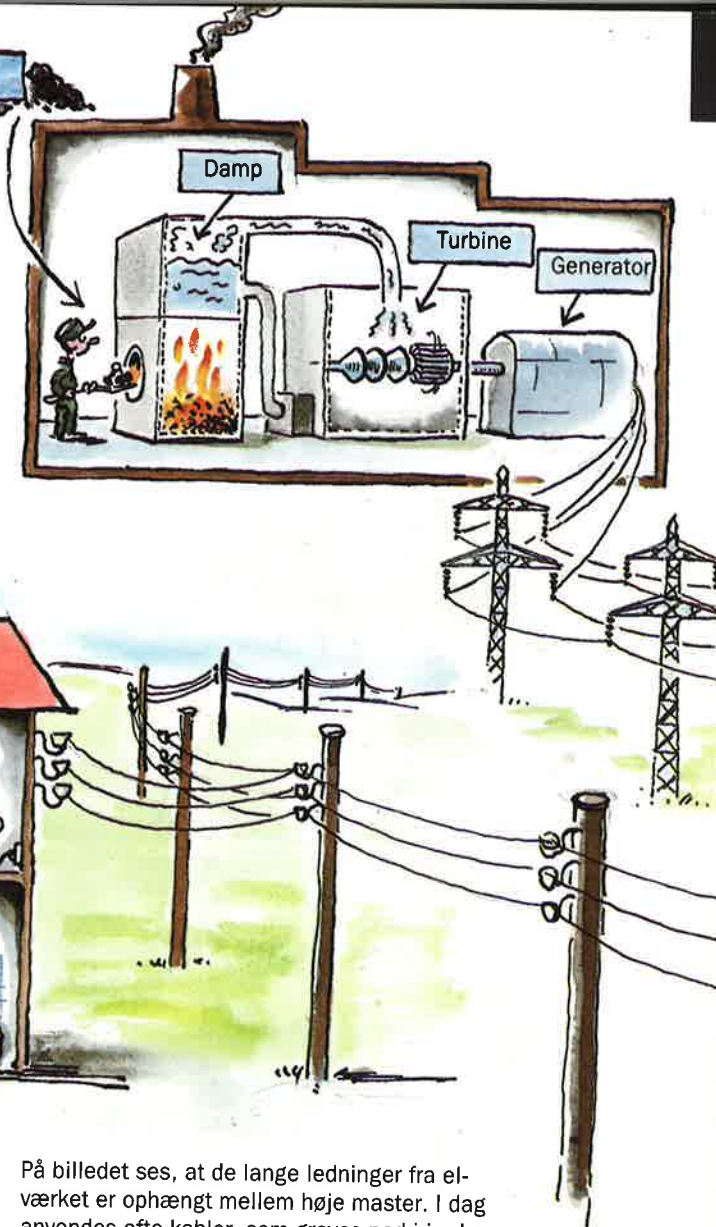
2 Strøm og el-energi



Før i tiden måtte man lave bål for at få lys og varme

Energiforbrug

I dag kan vi meget let frembringe lys og varme. Vi behøver blot at trykke på en kontakt, så lyser de elektriske pærer op, eller en elektrisk varmeovn begynder at varme. På samme måde kan vi få mange andre elektriske apparater til at virke, bl.a. el-motorer, som vi kan få til at udføre arbejde for os.



Når de forskellige apparater gennemløbes af strøm, skyldes det, at kontakten med lange ledninger er forbundet med et el-værk, hvor nogle store maskiner, såkaldte *generators*, leverer strøm. De trækkes af dieselmotorer eller dampturbiner, som kræver brændstof for at fungere. Dieselmotoren bruger *dieselolie*, og dampen til dampturbinen kommer fra store kedler, hvorunder man fyrer med *kul* eller *olie*.

Jo mere strøm vi bruger, jo mere brændstof må man anvende for at holde generatorerne igang.

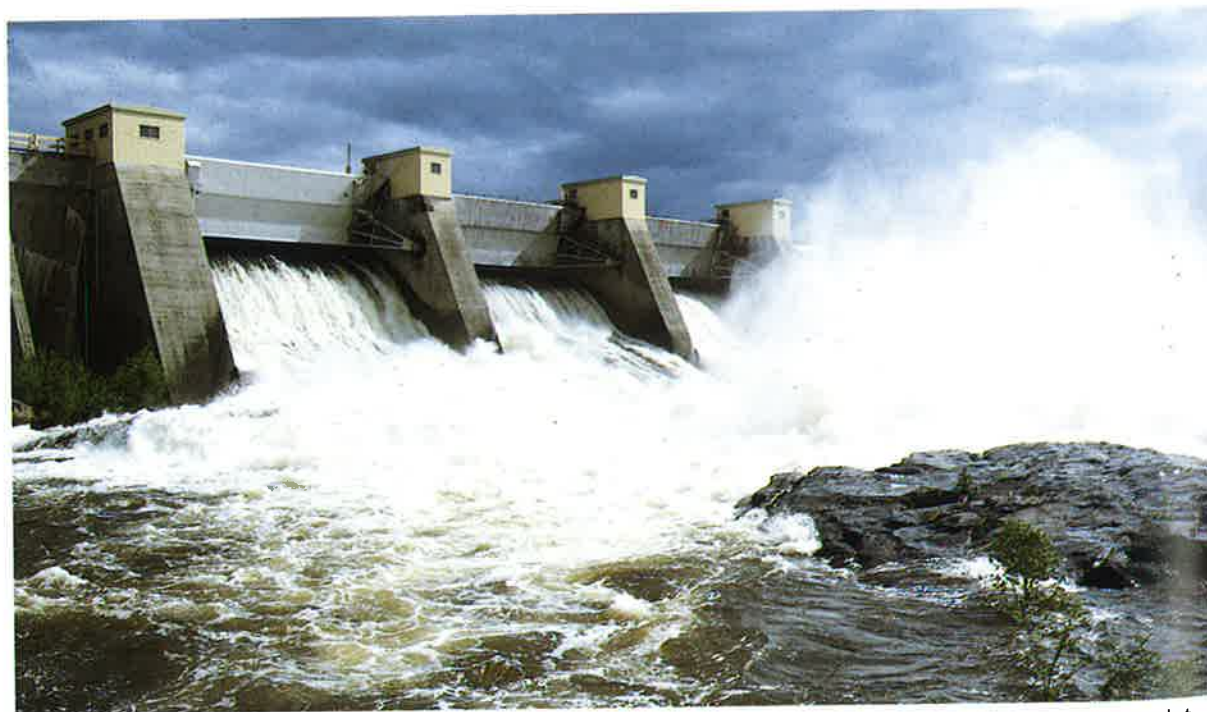
Når man afbrænder kul og olie, siger vi, at man bruger *energi*. Både når vi opvarmer en bolig med et oliefyr, og når vi tænder for en elektrisk varmeovn, bruger vi altså energi.

På billedet ses, at de lange ledninger fra el-værket er ophængt mellem høje master. I dag anvendes ofte kabler, som graves ned i jorden.





I Danmark drives el-værkerne hovedsagelig ved afbrænding af kul eller olie. I mange andre lande, som f.eks. på dette kernekraftværk ved Barsebäck i Sverige, udnytter man den energi, der er bundet i grundstoffet urans atomkerner. Et kernekraftværk forurener ikke luften nær så meget som et kul- eller oliefyret værk. Til gengæld kan radioaktivt udslip volde stor skade, hvis der sker uheld på et sådant værk.



I bjergrige lande som f.eks. Norge har man bygget vandkraftværker op omkring store vandfald. Man dæmmer vandet op og tvinger det til at løbe gennem nogle store rør, hvor det får turbinehjul, som er forbundet til el-generatoren, til at dreje rundt. Man er på denne måde i stand til at producere forholdsvis billig elektricitet.

Strømstyrke

Den energi, vi får leveret gennem det elektriske ledningsnet, kalder vi *el-energi*.

Jo større strøm, der løber gennem de apparater, vi tænder for, jo mere el-energi bruger vi.

Vi vil nu se nærmere på sammenhængen mellem strøm og el-energi. Vi må da først have et mål for strømstyrke.

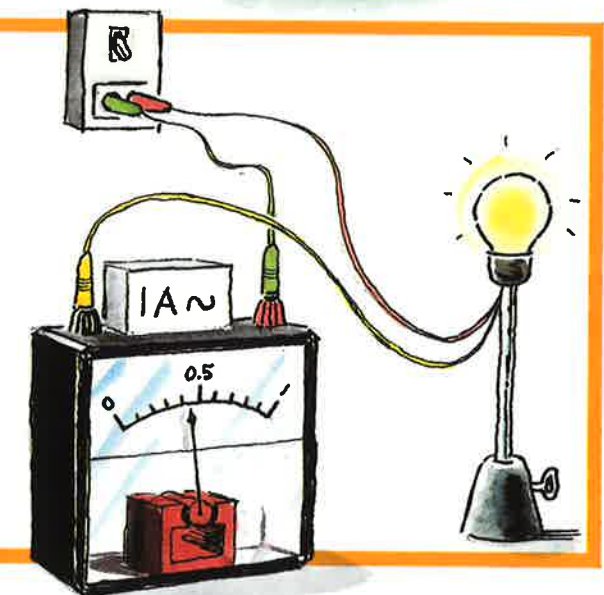
FÆLLESFORSØG

Måling af strømstyrke

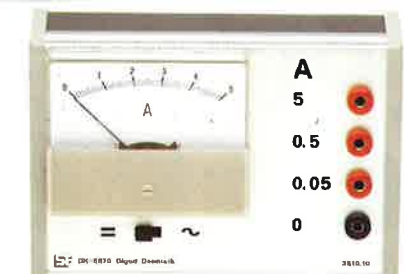
Vi forbinder en 220 volt pære (100W) til en stikkontakt og ser, at pæren lyser.

For at finde ud af, hvor stærk strøm der går igennem pæren, indskyder vi i strømkredsen et måleinstrument, som kaldes et *amperemeter*.

Strømstyrken viser sig at være ca. 0,44 ampere, idet enheden for strømstyrke kaldes ampere efter en fransk fysiker, der levede for ca. 150 år siden.



Nogle forskellige typer amperemetre.



Ampere betegnes forkortet med A. Små strømstyrker angives i milliampere (mA), idet $1A = 1000 \text{ mA}$.

De fleste amperemetre er indrettet, så de både kan måle jævnstrøm og vekselstrøm. Nogle amperemetre angiver strømstyrken ved hjælp af en viser, der slår ud og peger på en skala. Andre amperemetre angiver direkte strømstyrken med et tal (digital-amperemetre).

Watt-forbrug

Du ved sikkert, at jo højere watt-tal der står stemplet på en pære, jo kraftigere lyser den. Men det betyder også, at den bruger mere strøm og mere energi. Antallet af watt er et mål for, hvor meget el-energi der skal tilføres hvert sekund, når pæren lyser normalt.

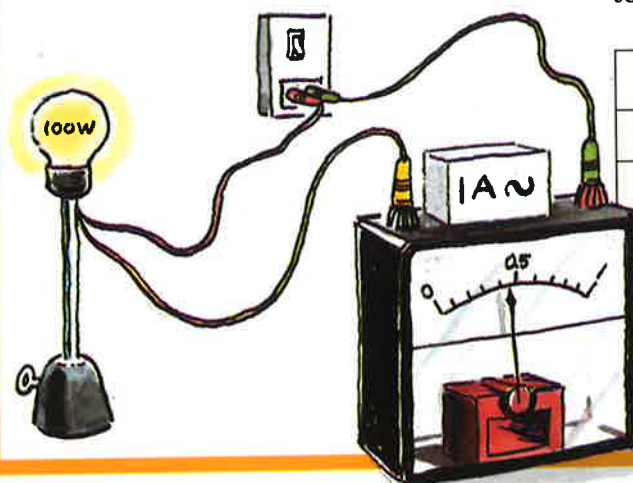
Watt er et mål for energiforbrug pr. sekund

Vi vil nu se nærmere på, hvordan en pæres watt-forbrug afhænger af strømstyrken.

FÆLLESFORSØG

Watt-forbrug og strømstyrke

Vi måler strømstyrken for nogle 220 volt pærer, som er påstemplet forskellige watt-tal.



På en elektrisk pære er med store typer stemplet et watt-tal, som fortæller noget om pærens energiforbrug. Med mindre typer er angivet, hvilken spænding, den er beregnet til, f.eks. 220V-230V.

I skemaet er anført resultaterne af et forsøg, hvor stikkontaktens spænding var 226 volt. Skriv jeres egne resultater på tavlen.

Watt-forbrug	Strømstyrke
100 W	0,44 A
60 W	0,26 A
40 W	0,18 A
25 W	0,11 A

Af forsøgsresultaterne kan vi se, at strømstyrken aftager i samme takt som watt-tallene. F.eks. er 25 W 1/4 af 100 W, ligesom 0,11 A er 1/4 af 0,44 A.

Watt-tallene er dog langt større end de tal, som angiver strømstyrken. For at finde ud af, hvor mange gange så store de er, kan vi dividere strømstyrke-tallene op i watt-tallene:

Watt-forbrug	Strømstyrke	
100 W	0,44 A	$100:0,44 = 227$
60 W	0,26 A	$60:0,26 = 230$
40 W	0,18 A	$40:0,18 = 222$
25 W	0,11 A	$25:0,11 = 227$



Vi får hver gang tal, der ligger mellem 220 og 230 – hvilket jo netop er den spænding, der er stemplet på pærene.

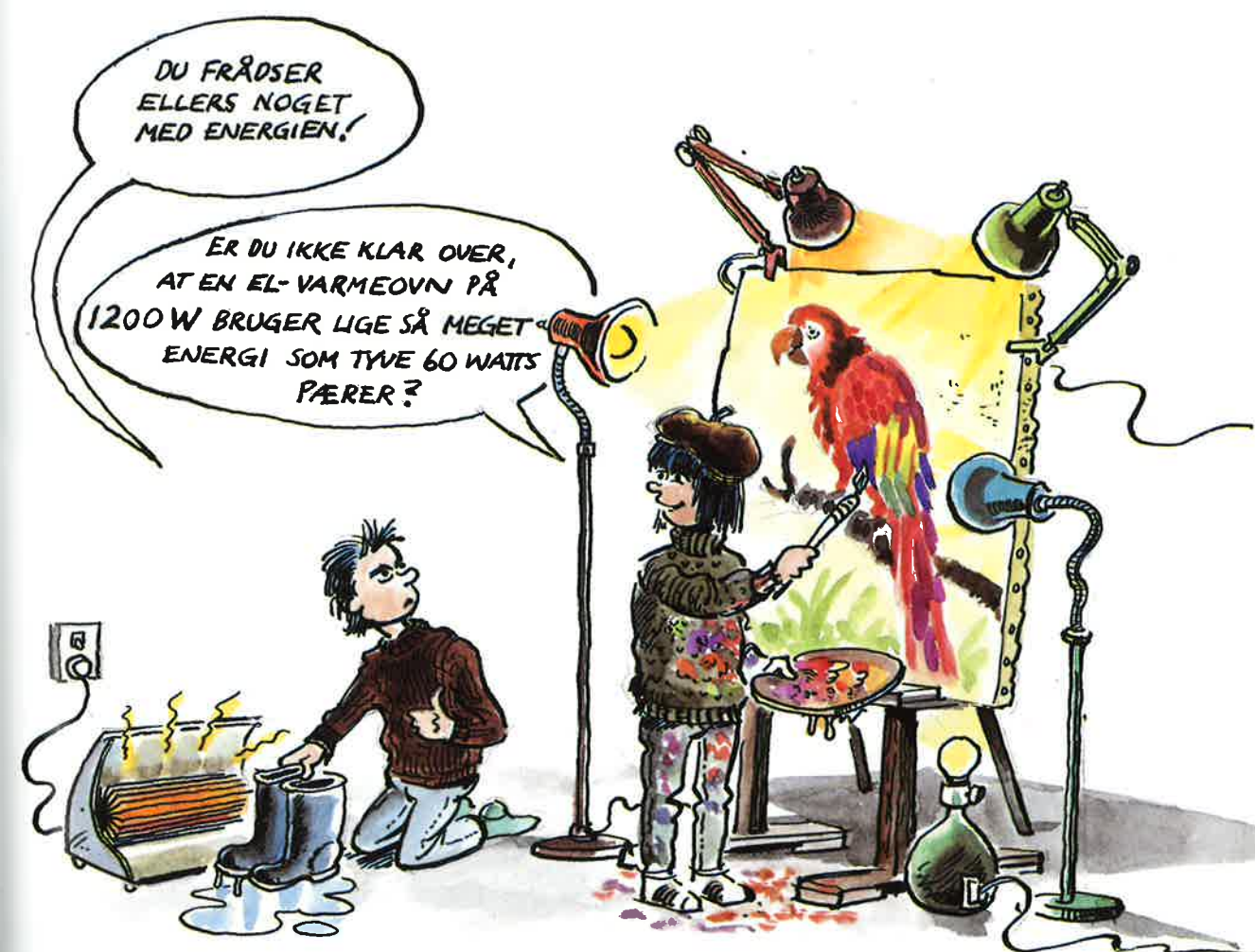
Det tal, vi skal gange strømstyrken med for at finde watt-forbruget, er åbenbart det tal, der angiver den spænding, som pæren er beregnet til.

Det gælder derfor, at watt-forbruget er lig med strømstyrke gange spænding.

Watt-forbrug = strømstyrke · spænding

100 W pære: $0,44 \cdot 226 \text{ W} = 99,4 \text{ W}$
 60 W pære: $0,26 \cdot 226 \text{ W} = 58,8 \text{ W}$
 40 W pære: $0,18 \cdot 226 \text{ W} = 40,7 \text{ W}$
 25 W pære: $0,11 \cdot 226 \text{ W} = 24,9 \text{ W}$

Heraf ser vi, at det beregnede watt-forbrug ikke svarer helt til den påstemplede værdi. Det skyldes dels, at det er vanskeligt at fremstille pærer med et ganske bestemt watt-forbrug, dels at stikkontaktens spænding ikke altid er præcis 220 volt.



Små pærers watt-forbrug

På nogle lommelampepærer er der stempet: 6V – 3W. Vi vil nu prøve at kontrollere en sådan pæres watt-forbrug.



FÆLLESFORSØG

En lommelampepæres watt-forbrug

Vi indstiller først en jævnstrømskilde til ca. 6 volt. Derefter tilsluttes pæren (6V-3W) og et amperemeter.

Til sidst reguleres spændingen til nøjagtig 6 volt.

Strømstyrken viser sig f.eks. at være 0,47 A.

Den korrekte værdi for watt-forbruget er da:

$$6 \cdot 0,47 \text{ W} = 2,82 \text{ W}$$

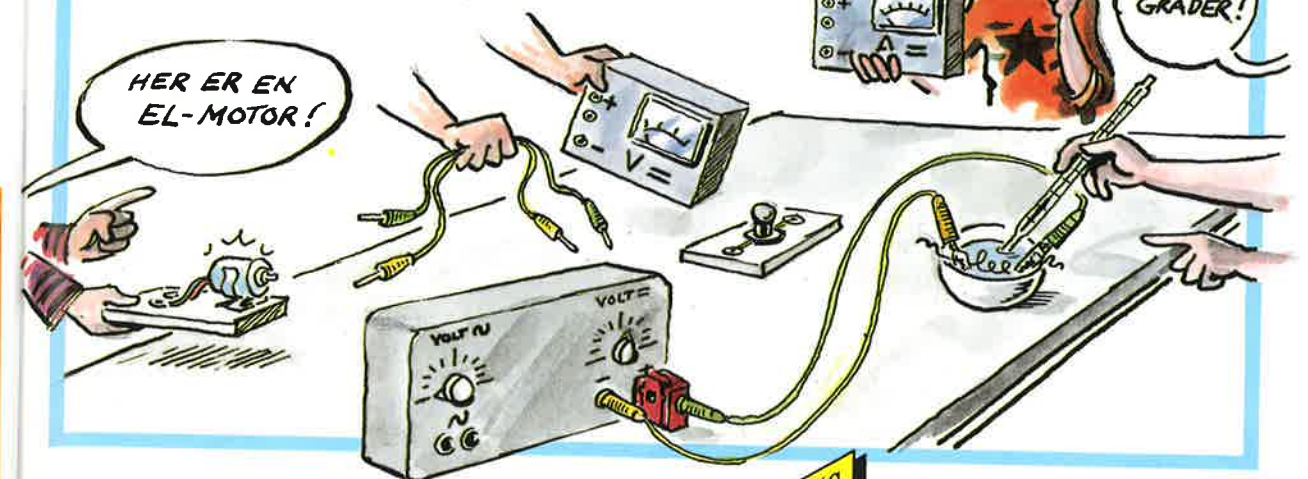


På nogle lommelampepærer angiver man ikke watt-forbruget, men i stedet spænding og strømstyrke. F.eks. kan der stå 1,5V-0,09A. Watt-forbruget må da være ca. $1,5 \cdot 0,09 \text{ W} = 0,135 \text{ W}$.

Laboratorieopgave 2

Vi måler watt-forbrug

Ved at lave laboratorieopgave 2 i arbejdshæftet kommer du selv til at måle watt-forbruget, dels for forskellige typer lommelampepærer, dels for en elmotor og en hjemmelavet glødetråd.

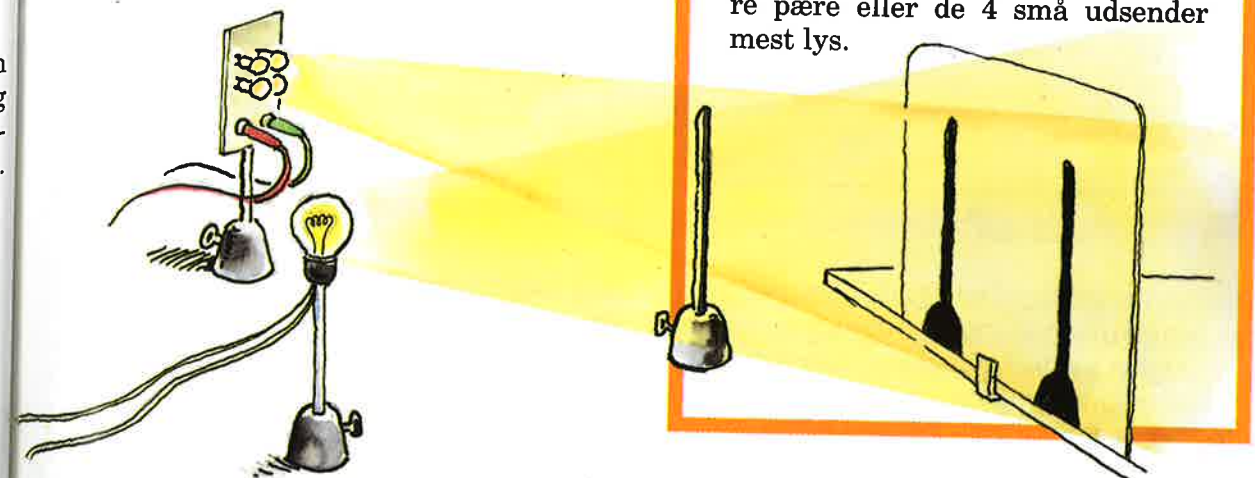


Lysstyrke og watt-forbrug

En tændt el-pære afgiver både lys og varme.

Men da det kun er pærens lys, man er interesseret i, prøver man at konstruere pærer, så de afgiver mindst mulig varme og mest muligt lys. Man vil gerne have så meget lys for pengene som muligt.

4 stk. 6 watt pærer har ca. samme watt-forbrug som én 25 watt pære. Udsender de også lige så meget lys? Det kan vi undersøge ved et forsøg.



FÆLLESFORSØG

Pærens lysstyrke

4 lommelampepærer (6V-1A) anbringes så tæt sammen som muligt (se lærervejledningen).

En klar 25 watt pære anbringes ved siden af, som tegningen viser, så både den og de små pærer belyser en pind og kaster hver sin skygge på en hvid skærm bag pinden.

Ved at se, hvilken skygge der er kraftigst, kan vi afgøre, om den store pære eller de 4 små udsender mest lys.

Hvilke apparater er dyrest i brug ?

Nogle af de el-apparater, vi bruger til daglig, er meget energi-krævende, andre mindre.

Hvilke apparater der er dyre i drift, og hvilke der er billige, kan vi få et indtryk af ved at måle deres watt-forbrug.

FÆLLESFORSØG

El-apparaters watt-forbrug

Vi anvender en forlængerledning, hvor den ene ledning er klippet over og påmonteret 2 bananstik. Disse forbinder vi til et amperemeter.

Først måler vi stikkontaktens spænding med et voltmeter. Den er f.eks. 222 volt.

Derefter forbinder vi forlængerledningen til stikkontakten og tilslutter efter tur forskellige elektriske brugsgenstande.

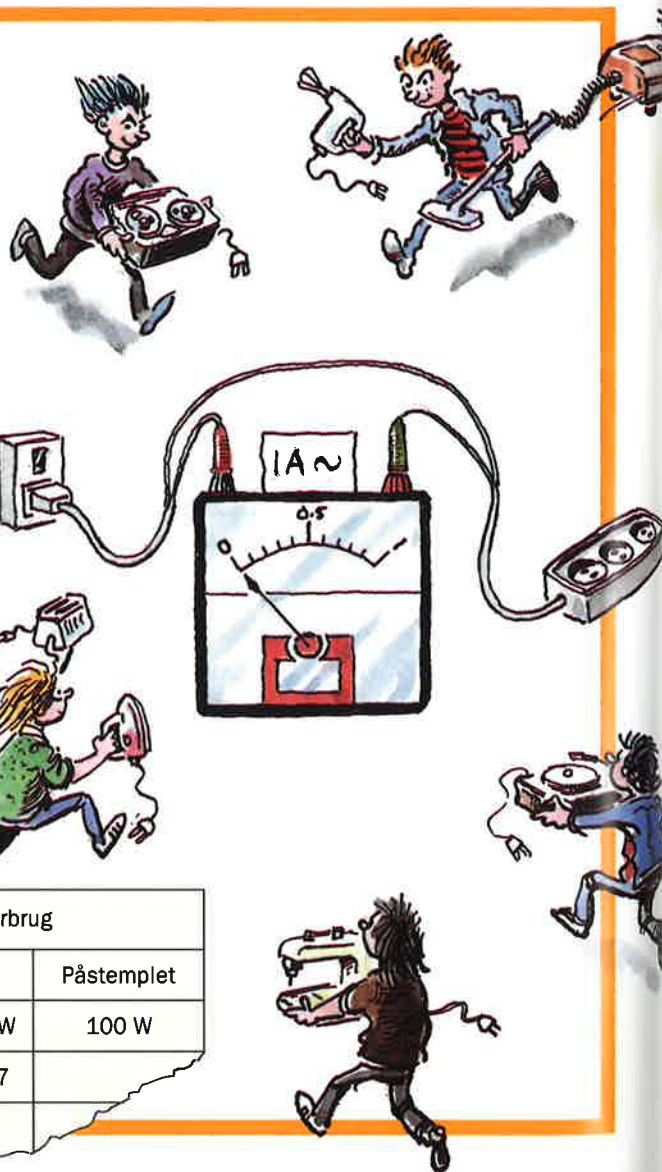
Vi aflæser i hvert tilfælde strømstyrken og beregner watt-forbruget.

Resultaterne skal du skrive i skemaet på den tilhørende udfyldningsside i arbejdsheftet.

Hvis apparaterne er påstemplet watt-forbrug, skal du også notere dette i skemaet.

Apparat	Strømstyrke	Watt-forbrug	
		Beregnet	Påstemplet
100W-pære	0,44 A	$222 \cdot 0,44 \text{ W} = 98 \text{ W}$	100 W
Strygejern	4,4 A	$222 \cdot 4,4 \text{ W} = 977$	
Støvsuger	4,9 A		

Forsøget viser tydeligt, at de el-apparater, der bruger mest energi, er dem, som på en eller anden måde anvendes til opvarmning (strygejern, kogeplade, m.v.), mens f.eks. el-pærer er forholdsvis billige i drift.



Ved nogle apparater viser det sig måske, at det påstemplede watt-forbrug er en del mindre end det beregnede. Hvad det skyldes, skal vi nu se nærmere på.

Wattmeteret

Man har lavet måleinstrumenter, der direkte kan måle watt-forbruget. Et sådant instrument kaldes et *wattmeter*.

Til skolebrug kan man købe wattmetre, der kan anvendes ved små spændinger (op til ca. 20 volt). Wattmetrets 2 indgangsbøsninger forbindes direkte til strømkildens poler. Det apparat, hvis wattforbrug man vil måle, forbindes til udgangsbøsningerne.



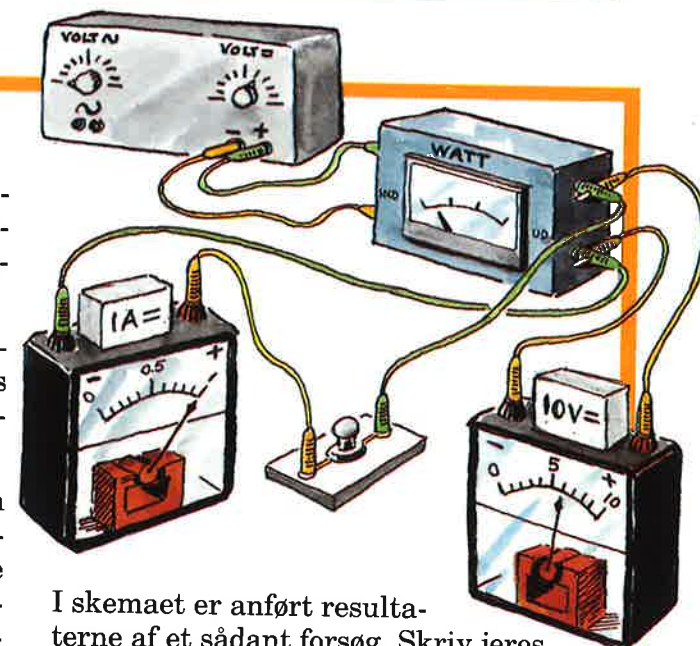
FÆLLESFORSØG

Måling med wattmeter

Vi laver denne opstilling, hvor vi samtidig kan måle både spænding, strømstyrke og watt-forbrug for den tilsluttede lommelampepære (6V-1A).

Vi prøver med både jævnstrøm og vekselstrøm. I begge tilfælde reguleres strømkilden, til voltmeteret viser præcis 6 volt.

Derefter udskifter vi pæren med en spole (300 vindinger) på en lukket jernkerne og gentager forsøget, idet vi både ved jævnstrøm og vekselstrøm regulerer på strømkilden, til vi får en passende strømstyrke.



I skemaet er anført resultaterne af et sådant forsøg. Skriv jeres egne resultater på tavlen.

Forsøg nr.	Apparat	Spænding	Strømstyrke	Watt-forbrug	
				Beregnet	Målt
1	Pære	6 V =	0,9 A	5,4 W	5,5 W
2	Pære	6 V ~	0,9 A	5,4 W	5,5 W
3	Spole på jernkerne	2,6 V =	3 A	7,8 W	7,8 W
4	Spole på jernkerne	13 V ~	0,1 A	1,3 W	0,7 W

Det ses, at der i de 3 første forsøg er god overensstemmelse mellem det beregnede watt-forbrug og det forbrug, man måler. Det er derimod ikke i forsøg 4. Her angiver wattmeteret det rigtige watt-forbrug.

Heraf ser vi, at den simple regel, at man blot skal gange strømstyrken med spændingen for at få watt-forbruget, ikke altid gælder for apparater, der tilsluttes *vekselstrøm*. Regelen gælder for elektriske pærer,

g den gælder også for kogeplader og varmeapparater, hvor strømmen blot skal bringe varme.

Men den gælder ikke for vekselstrøms-apparater, der indeholder spoler på jernkerner. Og det gør mange apparater, f.eks. radioer, fjernsyn, barbermaskiner, vaske- og opvaskemaskiner. Her vil watt-forbruget almindeligvis være noget mindre end den værdi, man finder ved at gange strøm med spænding.

Vi skal betale for elektriciteten

Jo større watt-forbrug et apparat har, des dyrere er det i drift.

Men når vi skal betale vores el-regning, betyder det naturligvis også noget, hvor lang tid de forskellige apparater har været i brug.

Hvis en 25 W pære er tændt i 4 timer, bruger den lige så meget energi som en 100 W pære, der er tændt i 1 time.

Som mål for energiforbruget anvender man en enhed, der kaldes en watt-time, forkortet: Wh (engelsk: h = hour).

Hvis en 1 W pære er tændt i 1 time, er energiforbruget 1 Wh. Er den tændt i 2 timer, er energiforbruget 2 Wh. Er en 100 W pære tændt i 1 time er energiforbruget 100 Wh. Er den tændt i 5 timer, er energiforbruget 500 Wh.

Det elektriske energiforbrug kaldes i daglig tale blot for el-forbruget.

El-forbruget kan altså findes ved at gange watt-tallet med det antal timer, apparatet har været tændt.

$$\text{Wh} = \text{watt} \cdot \text{timer}$$

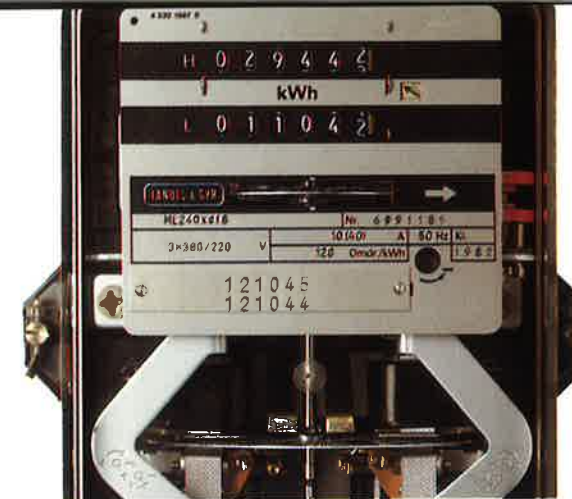
Da mange apparater har et stort watt-forbrug, løber el-forbruget hurtigt op i mange tusinde watt-timer. Man har derfor indført betegnelsen kWh (kilo-watt-time), idet 1 kWh = 1000 Wh.

Dette apparat kan indskydes mellem en stikkontakt og et 220 volt apparat. Det virker både som wattmeter og som el-måler.



El-måleren

Hvert hjem i Danmark er forsynet med en el-måler, hvor en skive løber langsomt eller hurtigt rundt, alt efter hvor stort det samlede watt-forbrug er i øjeblikket.



El-måler.

På måleren står anført, hvor mange omdrejninger skiven skal foretage, før der er brugt 1 kWh. Et tælleværk registrerer antallet af kWh. Mindst 1 gang om året bliver måleren aflæst, og man betaler så for det el-forbrug man har haft. 1 kWh koster i dag (1990) ca. 90 øre.

Laboratorieopgave 3

El-måleren

Laboratorieopgave 3 i arbejdshæftet er en hjemmeopgave, som du kan lave, hvis du har adgang til jeres el-måler.

Du skal tænde og slukke for forskellige apparater og måle, hvor hurtigt skiven drejer rundt.



ELAPPARAT	STØRRELSE	BRUGSTID				EL-FORBRUG
		daglig	ugentlig	kvarter	kvarter	
Akvarie: lys, varme, pumpe	130 W	12 timer		1080 timer		140 kWh
Barbermaskine	20 W	10 min.		15 timer		*)
Blender	300 W			18 min.		*)
Boremaskine	500 W			10 timer		5 kWh
Brødrister	850 W	10 min.		15 timer		13 kWh
Båndoptager	20 W		4 timer	52 timer		1 kWh
Emhætte	125 W	1 time		90 timer		10 kWh
Film-/lysbilledfremviser	125 W			4 timer		*)
Fryser (250 l ny model)	85 W	16 timer		1450 timer		125 kWh
Grill/bordgrill	1500 W		1 time			20 kWh
Højfaldssol	450 W		1 time	13 timer		6 kWh
Håndmixer	150 W	5 min.		8 timer		1 kWh
Hårtører	600 W		1 time	13 timer		8 kWh
Kaffemaskine: 12 koppr. pr. dag	800 W	15 min.		23 timer		18 kWh
Kogekande/elkedel	850 W	10 min.		15 timer		13 kWh
Kølelarm	20 W	10 min.		15 timer		*)
Køleskab (150 l ny model)	75 W	9 timer		800 timer		60 kWh
Lampe	60 W	5 timer		450 timer		27 kWh
Mikrobølgeovn	1300 W	10 min.		15 timer		20 kWh
Oliefyr (m. cirkulationspumpe)	200 W			675 timer		135 kWh
Opvaskemaskine**) 2 kWh pr. opvask			4 gange			100 kWh
Pladespiller	5 W	1/2 time		45 timer		*)
Røremaskine	425 W		1/2 time	7 timer		3 kWh
Solarium	1500 W	1 time		13 timer		20 kWh
Stereoradio	100 W	3 timer		270 timer		27 kWh
Strygejern	1000 W		1/2 time	7 timer		7 kWh
Strygerulle	1500 W		1/2 time	7 timer		11 kWh
Støvsuger	600 W	2 timer		26 timer		16 kWh
Symaskine	75 W	1 time		13 timer		1 kWh
TV	100 W	3 timer		270 timer		27 kWh
Tørreskab**) 3,5 kWh pr. tørring			5 gange			228 kWh
Tørretumbler**) 2,5 kWh pr. tørring			4 gange			125 kWh
Varmepumpe m/blæser	1000 W	1 time				90 kWh
Varmepumpe/-tæppe	75 W		3 timer	39 timer		3 kWh
2,6 kWh pr. kogevaske			1 gang			34 kWh
Vaskemaskine**) 1,5 kWh pr. kullet vask			2 gange			39 kWh
1 kWh pr. finvask			2 gange			26 kWh
Elvarme pr. m ²	80 kWh pr. m ² pr. år					20 kWh
Komfur**) 2 kWh pr. dag						180 kWh
Vandvarmer**) 1 kWh pr. 15 liter vand opv. til 60°, 120 liter pr. døgn						750 kWh
Video	45 W	3 timer		270 timer		12 kWh

*) Elforbrug mindre end 1 kWh. **) Ved husstand på 4 personer.

I denne tabel kan du se, hvor stort watt-forbrug forskellige el-apparater har, samt hvor lang tid de ca. er i brug i en dansk gennemsnitsfamilie.



Undervisningsprogram 1

El-forbrug

I undervisningsprogram 1 i arbejdshæftet er der en række opgaver, som kan give dig indblik i, hvor dyre forskellige apparater er i drift – og hvordan du kan være med til at spare på el-energien.