

VAD ÄR ENERGI EGENTLIGEN?

Eftersom energi är ett så centralt och viktigt begrepp, borde det väl vara lätt att förklara och förstå, eller? Tyvärr inte. Slår man upp sin fysikbok, står det att "energi är förmågan att utföra arbete". Även om vi har en uppfattning av vad ordet "arbete" betyder i detta sammanhang, så leder det inte nödvändigtvis till en djupare förståelse av begreppet energi. Låt oss i stället för att försöka förstå en definition, studera hur ordet "energi" används.

Energi kan vara kinetisk eller potentiell

Rörelseenergi, eller kinetisk energi som det också heter, är kanske den enklaste formen av energi att förstå. Allt som rör sig har kinetisk energi och ju snabbare det rör sig och massivare det är, desto mer rörelseenergi har det. Men även föremål som står stilla har energi. Ett utdraget gummiband, ett stenblock högt uppe på ett berg, ett batteri, eller två magneter som dras till varandra, har också energi. I alla dessa fall är energin mera dold och hänger samman med föremålets form eller läge (formen på gummibandet och läget hos stenblocket). Denna form av energi kallas lägesenergi, eller potentiell energi. Alla former av energi, värmeenergi, ljusenergi, kemisk energi, kärnenergi, etc., är antingen av typen kinetisk eller potentiell.

Energi bevaras

Det som gör energibegreppet så användbart, är att vi har formler som gör det möjligt för oss att beräkna mängden energi i olika situationer. När något sker i naturen omvandlas energi från en form till en annan, men våra formler gör det möjligt att följa med hur energin byter form och inse att trots att formen ändras så förblir den totala mängden energi alltid densamma. Denna centrala lag kallas "lagen om energins bevarande". Här är det viktigt att påpeka att för att energin skall bevaras, så måste systemet vi studerar vara slutet, dvs. ingen energi får strömma ut eller in till systemet från omgivningen. Trots att inte ens en termos är ett helt slutet system (lite värmeenergi läcker alltid ut), så är begreppet "slutet system" mycket användbart när vi försöker analysera och förutsäga olika processer.

Arbete-energiteoremet

Hur kopplar allt detta till definitionen av energi som "förmågan att utföra arbete"? Svaret ligger i det sk. arbete-energiteoremet:

Totala arbetet som utförs på ett föremål = ändringen i föremålets kinetiska energi

Om vi använder fysikerns definition av arbete, kan vi om vi känner krafterna som verkar på ett föremål, använda teoremet för att härleda de uttryck vi behöver för att beräkna de olika formerna av energi (formler som $\frac{1}{2}mv^2$, mgh och $\frac{1}{2}kx^2$ kommer alla från en sådan beräkning). Läser vi teoremet från höger till vänster, så ser vi att ett föremål som har kinetisk energi (rullande boll) kan utföra arbete (slå omkull ett hinder), m.a.o. energi är lika med förmåga att utföra arbete.

Energi och effekt

De flesta energiomvandlingar i naturen sker spontant utan att människan behöver blanda sig i leken. Vi vill däremot styra omvandlingarna för att tjäna våra egna syften (värma våra hus, köra bil, titta på TV). I detta sammanhang införs ofta ett nytt begrepp som kallas "effekt". Effekten (P) beräknas som hastigheten med vilket ett visst arbete utförs eller hastigheten med vilken energin ändras:

$$P = \frac{\text{Utfört arbete}}{\text{Tiden det tog}} = \frac{\text{Ändringen i energi}}{\text{Tiden det tog}}$$

eller uttryckt med symboler

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t}$$

Orsaken till att vi inför begreppet effekt, är att det i praktiken är viktigt att veta hur snabbt ett arbete utförs: att klättra upp för trapporna i ett höghus kräver lika mycket energi, oberoende av om du gör det på 1 eller 10 minuter, men effekten är betydligt högre i det första fallet. I praktiken är man därför mer intresserad av hur mycket energi som kan omvandlas från en form till en annan per sekund, än totala mängden energi som kan omvandlas. Enheten för energi är Joule (J) och för effekt Watt (W).

Några jämförelsetal

AKTIVITET	EFFEKT (typiska värden)	Effekt relativt en människas effekt
Mobiltelefon	1 - 2 W	1/500
Mänskliga hjärnan	20 - 40 W	1/10
Glödlampa	60 W	1/10
Person (lugnt arbete)	100 W	1/5
Person (hårt arbete)	500 W	1
En "hästkraft" (hp)	745,7 W	1,5
Toppcyklist (kort spurt)	< 2,0 kW	< 4,0
Kokplatta	1 – 2 kW	2 – 4
Vanlig bil	40 – 200 kW	80 - 400
Disel-lokomotiv	3 MW	6000
Boeing 747	140 MW	280000
Kärnkraftverk	1 GW	2000000
Finlands elförbruk.	10 GW	

1 kW = 1000 W, 1 MW = 1000 000 W (10^6 W), 1 GW = 10^9 W

FORDONSBRÄNSLEN: EN KORT ÖVERSIKT

De flesta fordon kräver ett energirikt bränsle som enkelt kan fraktas och lagras. I dag är det bensin och diesel som helt dominerar denna marknad. Dessa bränslen har alla ett högt energiinnehåll (en liter diesel innehåller ca. 40 MJ energi, nog för att hålla en 40 W lampa lysande i nästan två veckor). Trots att råolja idag är den naturliga utgångspunkten för att framställa bensin och diesel, så kan man med den sk. Fischer-Tropsch-processen framställa bensin ur t.ex. stenkol eller ved. Nedan ges en kort sammanfattning av för- och nackdelar hos de traditionella, icke-förnyelsebara bränslena [1].

Bränsle	Fördelar	Nackdelar
Bensin	Motorerna billigare eftersom de inte behöver tåla lika högt tryck som dieselmotorer	Lägre verkningsgrad än dieselmotorer
Diesel	Hög verkningsgrad	Förbränningen skapar kväveoxider och sotpartiklar Hög bullernivå (knackljud)
Naturgas	Ren förbränning. Lite kväveoxider (NO _x) och sotpartiklar	Stora tankar krävs för lagring Motorerna har lägre verkningsgrad

Vad finns det för alternativ till bränslena ovan? För att inse omfattningen i vad vi vill ersätta, kan vi tänka oss att vi vill använda etanol producerad från sockerrör. Vi låter sockerrören växa i Brasilien för att få en optimal tillväxtmiljö. Enligt IEA så slukade världens transporter $1,5 \cdot 10^{20}$ J energi år 2007. Brasilien uppgavs samma år producera $1,8 \cdot 10^7$ m³ etanol utvunnet ur sockerrör. Odlingarna upptog nästan 1% av Brasiliens yta och resulterade i nästan 25% av världsproduktionen av etanol. Eftersom en liter etanol innehåller $2,35 \cdot 10^7$ J energi, så producerar Brasilien årligen etanol motsvarande en energimängd på $4,2 \cdot 10^{17}$ J. Det skulle alltså krävas (minst) 350 stycken Brasilien för att täcka jordens bränslebehov med etanol! Det som gäller sockerrör och etanol, gäller i ännu högre grad andra landbaserade biobränslen, varför dessa alternativ endast förväntas ha en marginell betydelse som drivmedel i framtidens fordon. I tabellen nedan sammanfattas andra, möjliga biobränslen [1].

Bränsle	Fördelar	Nackdelar
Etanol	Välbeprövat och svavelfritt Liten sotbildning Kan blandas med bensin (vid låga halter kan samma motorer användas)	Lågt energiinnehåll. En liter etanol innehåller 2/3 av energin i en liter bensin/diesel Ökar utsläpp av kväveoxid och flyktiga kolväten Korrosivt
Metanol	Mindre lättantändligt än bensin Kan blandas med bensin	Mycket giftig Lågt energiinnehåll. En liter bensin motsvarar 2 liter metanol.

Vätgas	Brinner mycket rent, enda biprodukten vatten Kan tillverkas med hjälp av elektrisk energi och vatten	Volymkrävande om inte den komprimeras kraftigt Luktfri och osynlig Stora nyinvesteringar krävs för distribueringsnätverk
DME*(dimetyleter)	Ren förbränning, liten sotbildning Fungerar bra i dieselmotorer Högt energiinnehåll	Måste bevaras under tryck för att hållas flytande Kan inte blandas i fossil diesel
Biogas	Förnyelsebar till skillnad från naturgas Har betydligt lägre utsläpp av kol- och kväveoxid än bensin och diesel	Skrymmande tank Motorerna svaga vid låga varvtal
Biodiesel	Befintliga dieselmotorer kan användas Biologiskt nedbrytningsbar Låga utsläpp av kolväten, kolmonoxid och sotpartiklar jämfört med vanlig diesel	Löser upp gummipackningar i äldre fordon Problem vid användning i kyla Kan öka kväveoxidutsläppen jämfört med fossil diesel.

*Kan göras från svartlut, en restprodukt från pappersindustrin.

[1] Nya tider – nya fordon, Jonas Hellgren.