

Opgaver i fysik - ellære

- fra www.borgeleo.dk

Indhold

E1	Strømstyrke.....	1
E2	Strømstyrke.....	2
E3	Strømforgrening	2
E4	Strømforbrug	2
E5	Elementarpartikler og elektrisk ladning.....	3
E6	Elektriske kræfter (kræver kendskab til Coulombs lov og Newtons 3. lov)	3
E7	Elektriske kræfter (kræver kendskab til Coulombs lov og Newtons 2. og 3. lov)	3
E8	Ohms 1. lov	4
E9	Ledningselektroners hastighed i metaller	4
E10	Specifik resistans	4
E11	El-søkel mellem Island og Europa.....	5
E12	Resistansens temperaturafhængighed.....	6
E13	Resistanstemperaturkoefficient	6
E14	Serieforbindelse.....	7
E15	Parallelforbindelse.....	7
E16	Resistorkoblinger.....	7
E17	Resistorkoblinger.....	8
E18	Karakteristik for element.....	9
E19	Karakteristik for solcelle	10
E20	Et batteris kapacitet og oplagrede energi	11
E21	Energiproduktion med solceller	12

E1 Strømstyrke

Strømstyrken i en metallisk leder er 10,0 A

- Beregn størrelsen af den elektriske ladning, der passerer et tværsnit af denne leder i løbet af 5,0 sekunder.
- Beregn hvor mange elektroner der passerer et tværsnit af denne leder pr. sekund

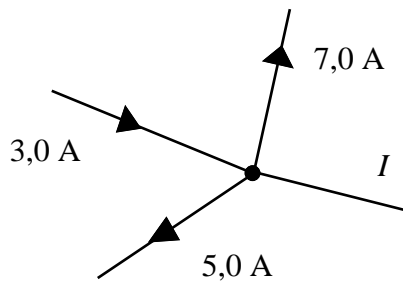
E2 Strømstyrke

I et tværsnit af en ionstråle passerer $2,4 \cdot 10^{10}$ Al^{3+} - ioner pr. sekund

- a) Beregn strømstyrken i denne ionstråle

E3 Strømforgrening

Betragt nedenstående strøm-knudepunkt (se figur).



- a) Beregn strømstyrken I i den forgrening, hvor strømstyrken ikke er angivet. Hvilken retning har denne strøm?

E4 Strømforbrug

I daglig tale siger man, at et elektrisk apparat bruger strøm

- a) Vil det sige, at den strøm, der løber ud af apparatet, er mindre end strømmen, der løber ind?
- b) Kunne du foreslå en bedre talemåde end at apparatet bruger strøm?

E5 Elementarpartikler og elektrisk ladning

Elektrisk ladning er en egenskab ved (elementar-)partikler. Fx er den elektriske ladning for en proton $+1e$ (en elementarladning), og den elektriske ladning for en neutron $0e$ (neutronen er elektrisk neutral).

- Kan du forklare disse ladninger ved hjælp af u- og d-kvarker, som protoner og neutroner siges at bestå af?

E6 Elektriske kræfter (kræver kendskab til Coulombs lov og Newtons 3. lov)

To knappenålshoveder oplades hver med den elektriske ladning $1,0 \mu\text{C}$. De to knappenålshoveder anbringes i en afstand af $1,0 \text{ cm}$.

- Beregn den elektriske frastødningskraft mellem knappenålshovederne
- Vil du kunne holde de to knappenålshoveder op mod hinanden i den omtalte afstand, når du har en knappenål i hver hånd?
(hjælp: skal du løfte et 1 kg 's lod kræver det at du yder en kraft på ca. 10 N – hvor mange kg kan du løfte?)

E7 Elektriske kræfter (kræver kendskab til Coulombs lov og Newtons 2. og 3. lov)

Når en urankerne henfalder ved et såkaldt alfa-henfald, omdannes den til en alfapartikel (Helium-4 atomkerne) og en thoriumkerne.

Størrelserne af disse to atomkerner kan beregnes til:

Thorium-kernen: $\text{radius} = 7,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Alfapartiklen: $\text{radius} = 1,9 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Den elektriske ladning er for Thorium-kernen $+90 e$, mens den for alfapartiklen er $+2 e$.

- Beregn den elektriske frastødningskraft mellem de to kerner, når de ligger helt tæt op ad hinanden
- Vil du med dine armkrafter kunne holde dem sammen?
- Beregn alfapartiklens acceleration i denne situation, når alfapartiklen har massen $4,0 u$ ($u =$ den atomare masseenhed)
- Accelerationer måles ofte i enheden g , dvs. sammenlignes med tyngdeaccelerationen, som er $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Hvor mange g er alfapartiklens acceleration?

E8 Ohms 1. lov

Over en resistor lægges spændingsforskellen 2,00 V. Strømstyrken gennem resistoren måles til 230 mA.

- a) Beregn resistorens resistans

En såkaldt sikkerhedsmodstand med resistansen $2,0 \text{ M}\Omega$ placeres i udgangen af en spændingskilde med maksimal spænding på 10 kV.

- b) Beregn den maksimale strømstyrke, spændingskilden kan levere gennem denne resistor. Hvorfor mon det kaldes en sikkerhedsmodstand?

E9 Ledningselektroners hastighed i metaller

De elektroner, der deltager i den elektriske strøm i en leder, kaldes ledningselektroner. Man kan regne med, at der i metalliske ledere er ca. 1 ledningselektron pr. metalatom.

En elektrisk leder fremstillet af metallet kobber har tværsnitsarealet 1 mm^2 . Kobbers densitet er $8,93 \text{ g/cm}^3$ og kobbers atommasse er 63,55 u.

- a) Beregn den elektriske ladning af ledningselektronerne i 1 mm^3 af metallet
- b) Hvilken hastighed har disse elektroner, hvis strømstyrken i lederen er 1 A? 2A? 13,56 A?

E10 Specifik resistans

Den specifikke resistans ρ måles i forskellige enheder, nemlig fx

$\Omega \cdot \text{m}$ og $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

- a) Beregn omsætningsfaktoren mellem disse to enheder

Den specifikke resistans for metallet kobber er $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ved temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

- b) Omregn denne til enheden $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Et kobberkabel med tværsnitsarealet 300 mm^2 har længden 40,0 km

- c) Beregn resistansen af dette kabel

- d) Beregn kablets samlede masse og masse pr. km, idet densiteten for kobber er $8,93 \text{ g/cm}^3$

E11 El-søkabel mellem Island og Europa

Der er planer om at forbinde Island med Europa med et søkabel til overførelse af elektrisk energi. Det vil gøre det muligt for Island i højere grad at udnytte den geotermiske energi, idet denne kan bruges til frembringelse af elektrisk energi.

Vi forestiller os i denne opgave, at der er to kobberkabler (returstrøm via det andet kabel) - hver med tværsnitsarealet 2500 mm^2 . Længden – hvis kablerne skal nå England – antager vi her er 1000 km.

- a) Beregn resistansen i hvert kabel, idet kobbers specifikke resistans er $0,016 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Island ønsker at kunne overføre op til 2000 MW elektrisk energi til Europa, og spændingsforskellen mellem de to ledere er på den islandske side transformeret til 400 kV.

- b) Beregn den maksimale strømstyrke i søkablerne
- c) Beregn effekttabet i de to søkabler ved maksimal strømstyrke, og angiv også denne i procent af den overførte effekt
- d) Beregn massen af den anvendte kobber – kablernes masse er større end dette, fordi kablerne er godt isolerede! Se figur nedenfor



Et godt isoleret søkabel udlægges (nkt-cables)

E12 Resistansens temperaturafhængighed

Resistansen i en leder er temperaturafhængig. Sammenhængen mellem resistans og temperatur er givet ved følgende formel:

$$R = R_0(1 + \alpha(t - t_0))$$

Her er R_0 resistansen ved temperaturen t_0 , og R er resistansen ved temperaturen t . α er den såkaldte temperaturkoefficient, der er afhængig af materiale og referencetemperaturen t_0 .

Eksempel:

Kobber har temperaturkoefficienten $\alpha = 0,039 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ved $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Er en kobbertråds resistans fx $1,5 \text{ } \Omega$ ved $20 \text{ }^\circ\text{C}$, vil denne leder have følgende sammenhæng mellem resistans R og temperatur t :

$$R = 1,5\Omega \cdot (1 + 0,039^\circ\text{C}^{-1}(t - 20^\circ\text{C}))$$

- a) Beregn denne leders resistans ved temperaturen $50 \text{ }^\circ\text{C}$

Metallet platin har temperaturkoefficienten $0,0039 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ved $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

En platintråd har resistansen $25,0 \text{ } \Omega$ ved $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Den anbringes i en ovn, hvor resistansen måles til $46,5 \text{ } \Omega$. Man kan regne med, at tråden og ovnen har samme temperatur.

- b) Beregn temperaturen i ovnen

E13 Resistanstemperaturkoefficient

Temperaturen af en leder kan f.eks. kontrolleres ved, at lederen (i isoleret form) neddyppes i et vandbad. Ved at måle vandbadets temperatur, måles også lederens temperatur. Med et Ohmmeter (resistansmåler) måles også resistansen ved forskellige temperaturer. Herved fremkommer følgende måleskema (nedenfor):

$t/^\circ\text{C}$	19	43	75	100
R/Ω	4,52	4,91	5,45	5,86

- a) Afbild R som funktion af temperaturen t (altså t på x-aksen og R på y-aksen)
- b) Bestem ved hjælp af grafen (bedste rette linje!) resistansen ved $0 \text{ }^\circ\text{C}$
- c) Beregn desuden temperaturkoefficienten α_0 ved $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ud fra grafen, og prøv at finde ud af, hvilket materiale, det kunne dreje sig om.

E14 Serieforbindelse

En serieforbindelse af to resistorer med resistanserne $R_1 = 10,0\Omega$ og $R_2 = 20,0\Omega$ pålægges en spændingsforskel på $15,0\text{ V}$.

- Beregn erstatningsresistansen og strømstyrken i serieforbindelsen
- Beregn dernæst spændingsfaldet over R_1 og R_2
- En serieforbindelse kaldes ofte en spændingsdeler. Hvordan er det samlede spændingsfald delt i dette tilfælde - i forhold til resistansernes størrelse?
- Kunne man også kalde serieforbindelsen er effekt-deler, efter samme princip?

E15 Parallelforbindelse

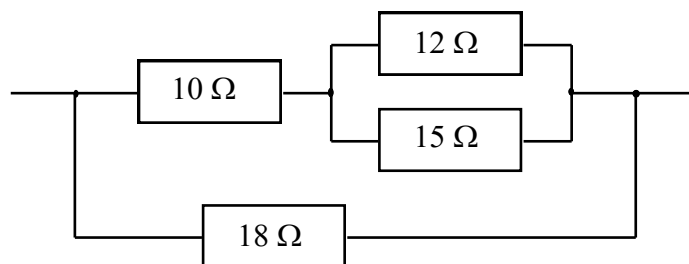
Der laves en parallelforbindelse af to resistorer med resistanserne $R_1 = 10,0\Omega$ og $R_2 = 20,0\Omega$. Forbindelsen pålægges en spændingsforskel på $50,0\text{ V}$.

- Beregn erstatningsresistansen
- Beregn strømstyrken gennem hver resistans og gennem parallelforbindelsen

E16 Resistorkoblinger

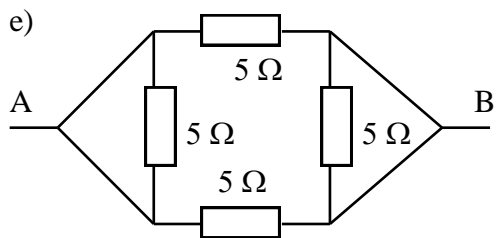
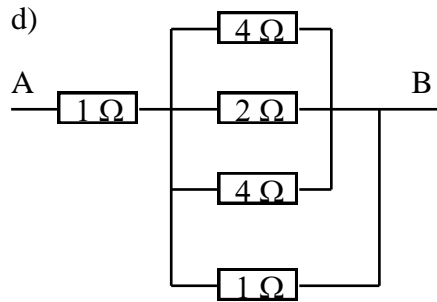
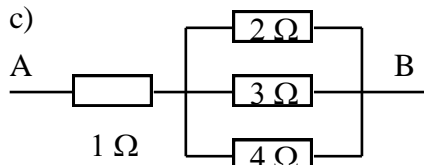
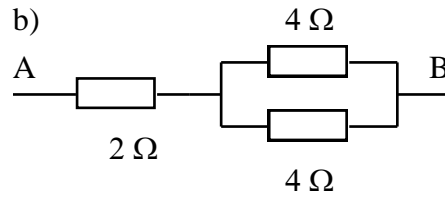
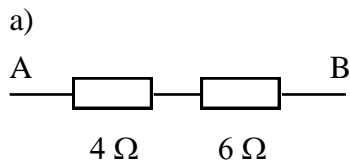
Den herunder viste kobling af resistorer kan opfattes som en blanding af serie- og parallelkoblinger.

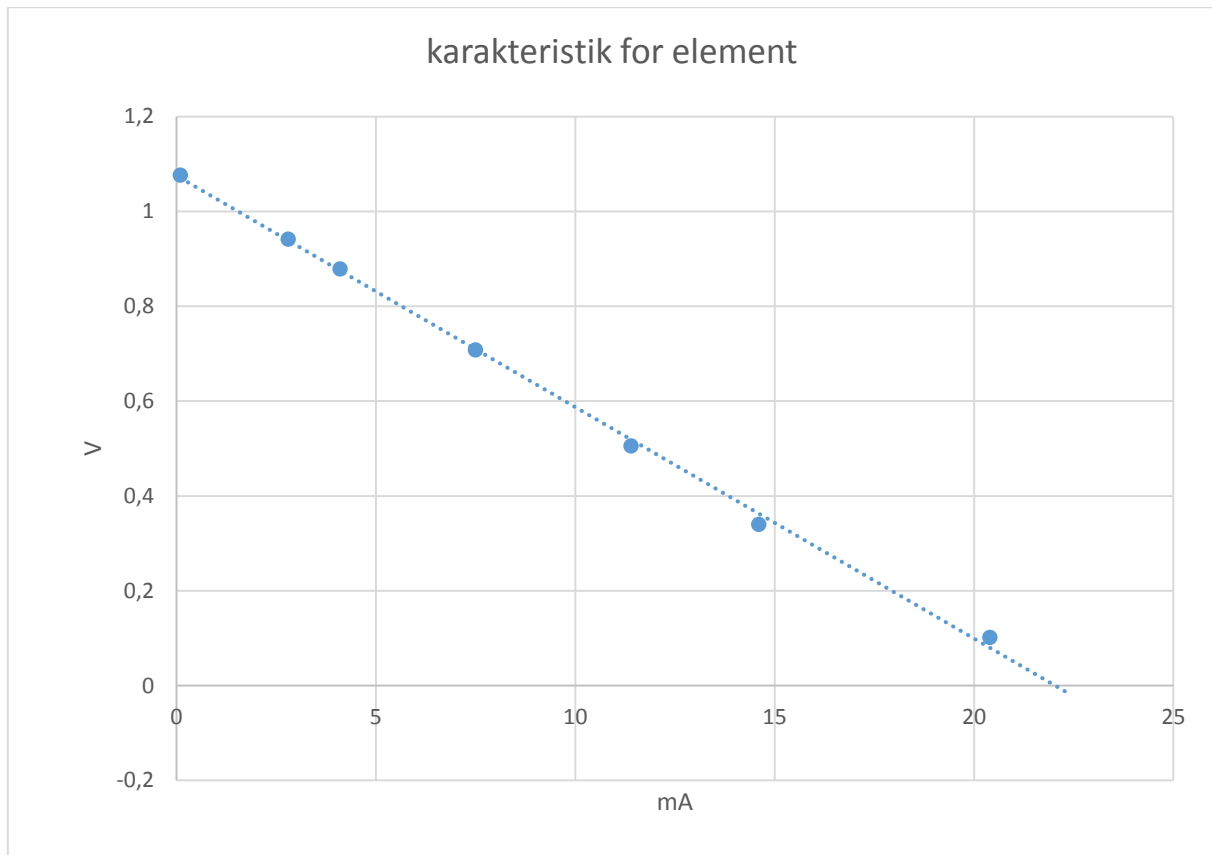
- Beregn erstatningsresistansen for hele koblingen
- Kan du opskrive en færdig formel for erstatningsresistansen, udtrykt ved de 4 resistanser?



E17 Resistorkoblinger

Beregn erstatningsresistanserne mellem punkterne A og B for følgende resistorkoblingerne a) – e)





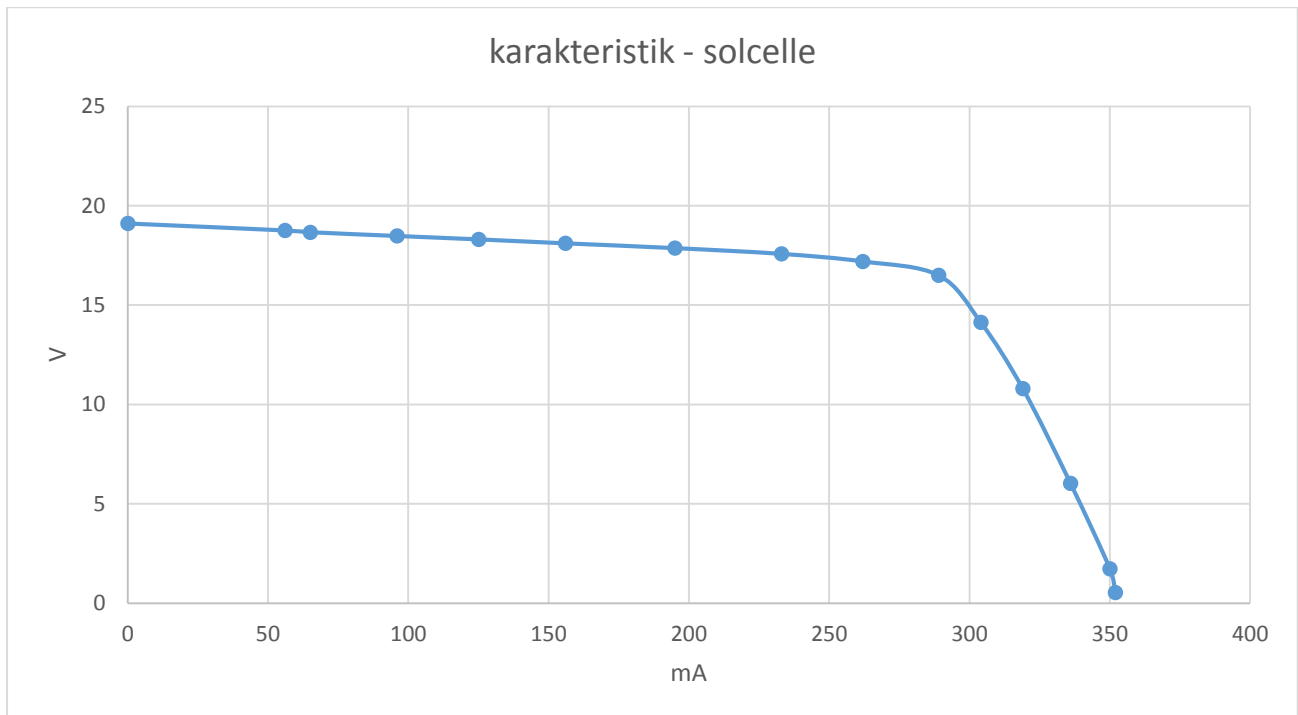
(I, U) - graf for element

På figuren ovenfor ses karakteristikken for et såkaldt Daniell-element. På y-aksen er elementets polspænding, og på x-aksen strømstyrken gennem elementet. Benyt denne karakteristik til at svare på følgende:

- a) Hvilken værdi har elementets hvilespænding? Og kortslutningsstrøm?
- b) Bestem elementets indre resistans
- c) Opskriv forskriften for polspændingen U_{pol} som funktion af strømstyrken I

Elementet forbindes til en ydre modstand med resistansen 100Ω .

- d) Bestem strømstyrken i kredsløbet, og bestem også elementets polspænding ved denne strømstyrke
- e) Beregn effekten, der afsættes i den ydre modstand ('forbrugeren')



(I, U) - graf for solcelle

På figuren ovenfor ses karakteristikken for en solcelle. På y-aksen er polspændingen i enheden V, og på x-aksen er strømstyrken i enheden mA.

Brug karakteristikken til at besvare de følgende spørgsmål:

- a) Hvilken værdi har solcellens hvilespænding?
- b) Bestem solcellens maksimale strømstyrke
- c) Giv et skøn over den maksimale effekt, solcellen kan levere (med den belysning, solcellen var udsat for i eksperimentet).
- d) Solcellen var belyst med en 1000 W lampe i eksperimentet. Hvilken andel af denne lampes effekt-forbrug omdannes maksimalt til solcelleenergi?
- e) Solcellen forbindes til en ydre modstand. Hvilken resistans skal denne ydre modstand have, for at solcellen afsætter den maksimale effekt i den?

E20 Et batteris kapacitet og oplagrede energi

Et batteris kapacitet måles ofte i enheden Ah (Ampere gange timer) eller mAh (milliampere gange timer).

Et genopladeligt 1,5 V batteri (element) kan fx have kapaciteten 2800 mAh. Eller et 36 V elcykelbatteri kan have kapaciteten 10 Ah.

Batteriets kapacitet er et mål for den elektriske ladning, der 'trækkes gennem' batteriet inden batteriet er afladet.

Bruger vi betegnelserne Q for den elektriske ladning (kapacitet), I for strømstyrke og t for afladetid, har vi

$$Q = I \cdot t$$

Et batteris maksimale kapacitet afhænger af antal opladninger og temperaturen. Ved lave temperaturer falder kapaciteten.

Ganges kapaciteten med batterispændingen, fås den oplagrede energi i batteriet.

- Omregn de to nævnte batteri-kapaciteter til enheden C (Coulomb)
- Beregn den oplagrede energi i de to batterier, både med enheden Wh (kWh) og enheden kJ

Antag, at strømstyrken i el-cykelbatteriet er 3,0 A.

- Beregn den effekt, elcykelbatteriet yder ved denne strømstyrke
- Hvor lang tid kan elcykelbatteriet holde inden det er afladet ved denne belastning?

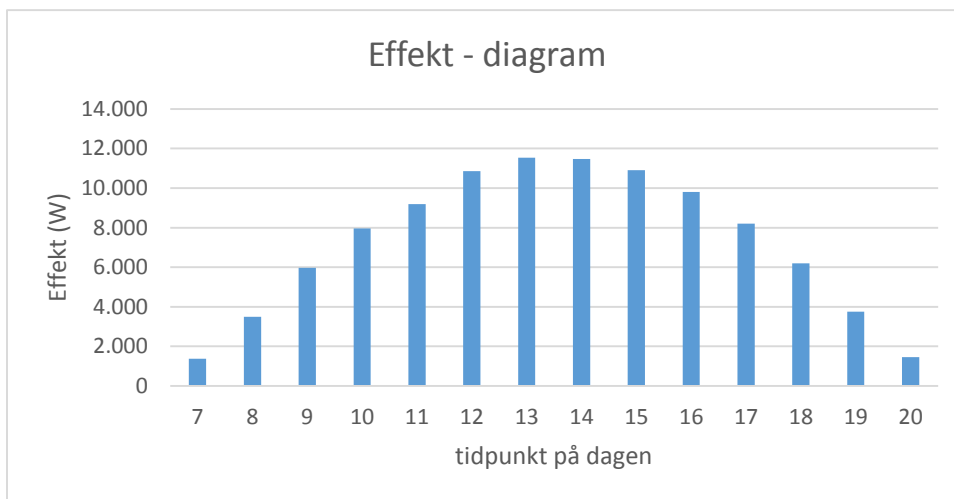


Elcykler giver medvind på cykelstien!
(<http://www.biltema.dk/da/Elcykel/>)

E21 Energiproduktion med solceller

Solceller producerer elektrisk energi ved at omdanne en del af energien i solstrålingen til elektrisk energi. Hvis vi opfatter Solens stråler som fotoner (energipakker) så kan den enkelte foton tilføre energi til en elektron i solcellen og herved kan elektronen flyttes til minuspolen, og det det positive 'hul', elektronen efterlader, vandrer til pluspolen. Solens energi adskiller altså plus- og minusladning og vi har en strømkilde!

Et solcelleanlæg på 100 m² solcelleareal producerer elektrisk energi. Dagen d. 09-06-2014 var en smuk solskinsdag, som det fremgår af effekt-diagrammen nedenfor.



Gennemsnitseffekt pr. time forud for klokkeslæt

I tabelform ser diagrammets data således ud:

kl.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
effekt (kW)	1,4	3,5	6,0	8,0	9,2	10,9	11,5	11,5	10,9	9,8	8,2	6,2	3,8	1,5

Antag først, at solcellerne leverer en konstant effekt på 8,0 kW i 4,0 timer

- a) Beregn den frembragte elektriske energi i perioden (enhed: kWh)

Vi antager, at prisen for 1 kWh er 2,50 kr.

- b) Hvor meget er sparet på elregningen, hvis energien beregnet i a) er til eget forbrug?
- c) Hvorfor varierer solcellernes elektriske effekt så meget i løbet af dagen d. 09-06-2014?
- d) Hvor meget elektrisk energi er leveret af solcellerne i løbet af dagen d. 09-06-2014, og hvad er sparet på elregningen?
- e) Solindstrålingen var ca. 1100 W pr. m² på dagen. Hvor mange % af solens indstrålede effekt blev omsat til elektrisk effekt?