

Varmetransport i satellitter

På Jorden kan varme transporteres på tre måder:

- Varmeledning (overførsel gennem direkte kontakt mellem stoffer)
- Konvektion (overførsel gennem bevægelse i væsker eller gasser)
- Stråling (overførsel via elektromagnetiske bølger)

I rummet er forholdene helt anderledes, fordi der er vakuum – og dermed næsten ingen molekyler.

Opgave 1

- a) Forklar, hvorfor ledning og konvektion ikke virker som varmeafgivelsesmetode i det ydre rum.
- b) Hvilken form for varmetransport kan en satellit stadig bruge til at komme af med varme?
- c) Satellitter bevæger sig ofte mellem områder med fuld sol og totalt mørke (skygge). Hvilke konsekvenser har det for temperaturen på satellittens overflade?

Opgave 2

Forestil dig, at en satellit har en ydre flade på $2,0 \text{ m}^2$, som fungerer som radiator og udsender varme i form af infrarød stråling. Temperaturen på fladen er 310 K .

Brug Stefan-Boltzmanns lov for stråling:

$$P = \sigma \cdot A \cdot T^4$$

Hvor

- P er den udstålede effekt i W
- σ er Stefan-Boltzmanns konstant på $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$
- A er arealet i m^2
- T er temperaturen i K

- a) Beregn, hvor meget varmeeffekt satellitten afgiver gennem stråling ved 310 K .
- b) Hvad sker der med den udstrålede effekt, hvis temperaturen stiger til 360 K (beregnet og sammenlign)
- c) Hvorfor er det vigtigt, at satellitter kan regulere deres temperatur aktivt?

Opgave 3

Forestil dig, at satellittens ene side vender direkte mod Solen. Den energi, der rammer en flade vinkelret på sollyset uden for Jordens atmosfære er:

$$E_{sol} = 1361 \text{ W/m}^2$$

Arealet af satellittens solbelyste overflade er $1,2 \text{ m}^2$, og overfladen absorberer 80 % af den indkomne stråling (resten reflekteres).

Sammenhængen mellem den absorberede effekt (P), den indkomne energi og overfladearealet kan beskrives ved:

$$P = E_{sol} \cdot A \cdot \text{absorptionsfaktor (i \%)}$$

- Beregn, hvor stor en effekt (i watt) satellitten absorberer fra Solen.
- Hvis satellitten samtidig udsender varme ved en temperatur på 330 K via samme areale ($1,2 \text{ m}^2$), beregn den udstrålede effekt via Stefan-Boltzmanns lov, der også blev anvendt i opgave 2.
- Vurder, om satellitten varmer op, køler ned eller er i termisk balance. Forklar med udgangspunkt i dine beregninger.

Opgave 4

I rummet afgiver satellitten udelukkende varme via stråling.

- Beregn, hvilken temperatur satellittens overflade skal have, for at den er i termisk ligevægt – dvs. den energi, den modtager fra Solen, er lig med den energi, den udsender som varmestråling.