

Kookstenen

In de prehistorie kookten mensen water met behulp van kookstenen. Deze stenen werden in hete as opgewarmd en daarna in een eikenhouten pot met koud water gedaan. Na enige tijd begon het water te koken. Zie figuur 1.

figuur 1



Archeologen van de Universiteit Leiden experimenteerden met deze methode. De stenen die zij gebruikten waren van graniet. Met behulp van een infrarood-thermometer kon de temperatuur van zo'n steen in de as bepaald worden omdat een hete steen infraroodstraling uitzendt. Zie figuur 2.

figuur 2



De temperatuur van de steen is $384\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 3p **13** Bereken de golflengte van de straling die het meest door de steen wordt uitgezonden.

In figuur 3 staat een tabel met een aantal stoffeigenschappen van materialen die in deze opgave een rol spelen.

figuur 3

	dichtheid	warmtegeleidings-coëfficiënt	soortelijke warmte
	10^3 kg m^{-3}	$\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$	$10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
graniet	2,7	3,5	0,82
basalt	3,0	1	0,88
eikenhout	0,78	0,4	2,4

De steen van graniet heeft een massa van 2,3 kg en een begintemperatuur van 384 °C. De steen koelt af in het water. Door de vrijgekomen energie wordt het water verwarmd van 18 °C tot het kookpunt van 100 °C. Verwaarloos het opwarmen van de houten pot en warmteverlies naar de omgeving.

- 4p **14** Bereken de massa van het water dat met deze steen tot het kookpunt verwarmd kan worden.

Het experiment wordt herhaald onder dezelfde omstandigheden. Nu wordt een kooksteen van basalt gebruikt in plaats van de kooksteen van graniet. De begintemperatuur van beide kookstenen is even hoog.

- 2p **15** Leg uit of de kooksteen van basalt zwaarder, lichter of precies even zwaar moet zijn als de kooksteen van graniet om dezelfde hoeveelheid water te verwarmen.

De eikenhouten pot met water verliest in werkelijkheid wel warmte aan de omgeving.

De opwarmtijd van een bepaalde hoeveelheid water zal variëren onder verschillende omstandigheden. Op de uitwerkbijlage staat een tabel met vijf verschillende situaties waarin steeds één omstandigheid verschilt. Alle overige omstandigheden blijven gelijk.

- 3p **16** Geef in de tabel bij iedere gegeven situatie met een kruisje aan of de opwarmtijd langer of korter wordt.

De warmtestroom door de wand van de eikenhouten pot is het grootst als het water aan de kook is. De archeologen hebben de oppervlakte van de wand van de pot geschat op $1 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$ en de dikte van de wand op 3 cm. De temperatuur van de buitenlucht is 20 °C.

- 3p **17** Bereken de warmtestroom door de wand van de pot als het water aan de kook is.

uitwerkbijlage

- 16 Geef in de tabel bij iedere gegeven situatie met een kruisje aan of de opwarmtijd langer of korter wordt.

situatie	opwarmtijd water wordt langer	opwarmtijd water wordt korter
De kooksteen heeft een groter oppervlak bij gelijke massa.		
De kooksteen heeft een hogere begintemperatuur.		
De houten pot wordt afgedekt met een deksel.		
De houten pot is breder en minder diep. De pot is gevuld met dezelfde hoeveelheid water.		
De bodem waar de houten pot op staat is bevroren.		