

# ribNat0a

## natuurkunde - bijspijker

Huiswerkopdracht week 03

Naam Student:

Studienummer:

# Opdracht 01

Gegeven: Zie fig. 19-49.

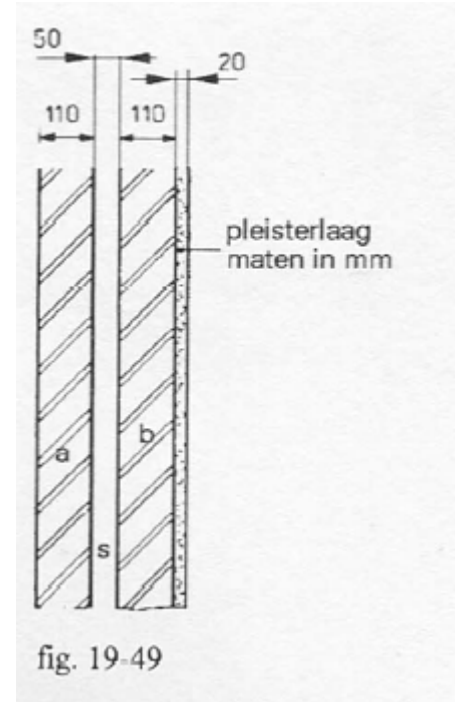
$$\lambda_{\text{baksteen}} = 0,7 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}};$$

$$\lambda_{\text{pleister}} = 1,2 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}; T_i = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

en  $T_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$

Gevraagd:

- Bereken en teken het temperatuurverloop voor de muur.
- Bereken de  $k$ -waarde van de muur.



# Oplossing opdracht 01

$$\begin{aligned} \text{a } R_l &= r_c + r_a + r_s + r_b + r_{pl} + r_i = \\ &= \left\{ 0,04 + \frac{0,110}{0,7} + 0,17 + \frac{0,110}{0,7} + \frac{0,020}{1,2} + \right. \\ &\quad \left. + 0,13 \right\} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = (0,04 + 0,157 + 0,17 + 0,157 + \\ &\quad + 0,017 + 0,13) \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = 0,671 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \end{aligned}$$

Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten is 28 °C (zie figuur volgende pagina)

Temperatuur op oppervlak 1:

$$23 \text{ °C} - \frac{0,13}{0,671} \times 28 \text{ °C} = 18 \text{ °C (afgerond)}$$

# Oplossing opdracht 01 (vervolg)

Temperatuur op oppervlak 2:

$$23 \text{ °C} - \frac{0,13 + 0,017}{0,671} \times 28 \text{ °C} = 17 \text{ °C (afgerond)}$$

Temperatuur op oppervlak 3:

$$23 \text{ °C} - \frac{0,13 + 0,017 + 0,157}{0,671} \times 23 \text{ °C} = 10 \text{ °C}$$

(afgerond)

Temperatuur op oppervlak 4:

$$23 \text{ °C} - \frac{0,13 + 0,017 + 0,157 + 0,17}{0,671} \times 28 \text{ °C} = 3 \text{ °C}$$

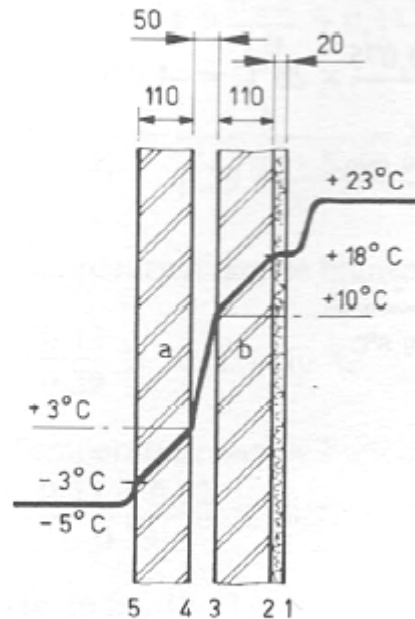
(afgerond)

# Oplossing opdracht 01 (vervolg)

Temperatuur op oppervlak 5:

$$23\text{ °C} - \frac{0,13 + 0,017 + 0,157 + 0,17 + 0,157}{0,671} \times 28\text{ °C} =$$

$$= -3\text{ °C (afgerond)}$$



$$b \quad k = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{0,671 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}} = 1,49 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

# Opdracht 02

*Gegeven:* Voor een materiaal (fig. 19-46) met  $\lambda = 0,24 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$  is  $R_t$  bij een bepaalde dikte gelijk aan  $1,0 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$ .

De overgangsweerstanden zijn

$$r_e = 0,04 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$\text{en } r_i = 0,13 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}.$$

*Gevraagd:* Bereken de dikte  $d$  van het materiaal.

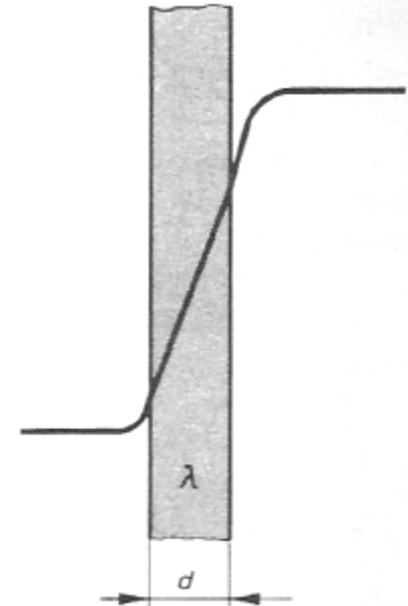


fig. 19-46

# Oplossing opdracht 02

$$R_1 = r_e + R_c + r_i$$

$$1,0 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = 0,04 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} + \frac{d}{0,24 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}} + 0,13 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$\frac{d}{0,24 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}} = 0,83 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$d = 0,2 \text{ m}$$

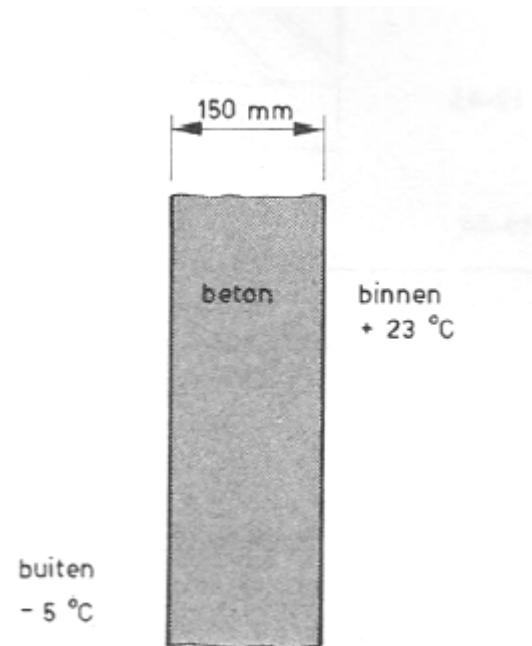
# Opdracht 03

*Gegeven:* Zie fig. 19-47.

$$\lambda_{\text{beton}} = 2 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

*Gevraagd:*

- Bereken en teken het temperatuurverloop voor de betonmuur.
- Bereken de  $k$ -waarde van deze muur.



# Oplossing opdracht 03

$$a \quad r_{\text{beton}} = \frac{d}{\lambda} = \frac{0,150 \text{ m}}{2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}} = 0,075 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$R_l = r_e + r_{\text{beton}} + r_i = 0,04 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} + 0,075 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$+ 0,13 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = 0,245 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

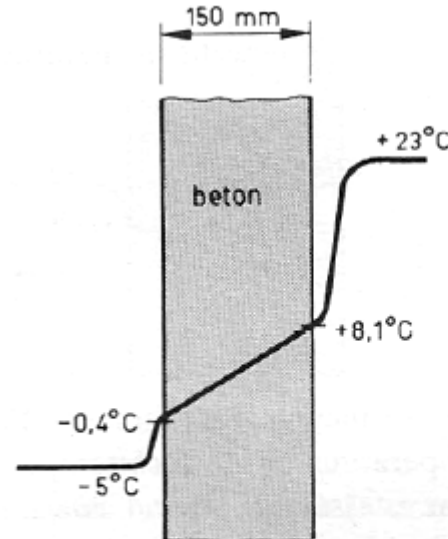
$$T_i - T_e = 23 \text{ }^\circ\text{C} - (-5 \text{ }^\circ\text{C}) = 28 \text{ }^\circ\text{C}$$

Temperatuur binnenkant van de muur:

$$23 \text{ }^\circ\text{C} - \frac{0,13}{0,245} \times 28 \text{ }^\circ\text{C} = 8,1 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (afgerond)}$$

Temperatuur buitenkant van de muur:

$$23 \text{ }^\circ\text{C} - \frac{0,13 + 0,075}{0,245} \times 28 \text{ }^\circ\text{C} = -0,4 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (afgerond)}$$



$$k = \frac{1}{R_l} = \frac{1}{0,245 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}} = 4,1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

# Opdracht 04

*Gegeven:* Dezelfde betonmuur als in opdracht 6, maar nu met 50 mm dik isolatiemateriaal (zie fig.

$$19-48). \lambda_{\text{isolatie}} = 0,06 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}};$$

$$T_i = 23 \text{ }^\circ\text{C} \text{ en } T_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

*Gevraagd:*

- Bereken en teken het temperatuurverloop voor deze muurconstructie.
- Bereken ook de  $k$ -waarde van de muurconstructie.

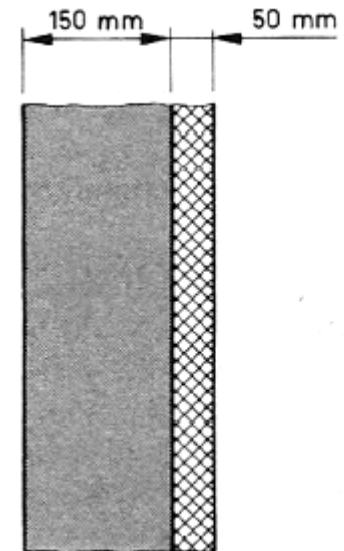


fig. 19-48

# Oplossing opdracht 04

$$\begin{aligned} \text{a } R_l &= r_e + r_{\text{beton}} + r_{\text{isolatie}} + r_i = \\ &= \left\{ 0,04 + \frac{0,150}{2} + \frac{0,05}{0,06} + 0,13 \right\} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = \\ &= (0,04 + 0,075 + 0,833 + 0,13) \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = \\ &= 1,078 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \end{aligned}$$

Het temperatuurverschil tussen binnen en buiten is 28 °C.

Temperatuur op oppervlak A:

$$23 \text{ °C} - \frac{0,13}{1,078} \times 28 \text{ °C} = 19,6 \text{ °C}$$

# Oplossing opdracht 04 (vervolg)

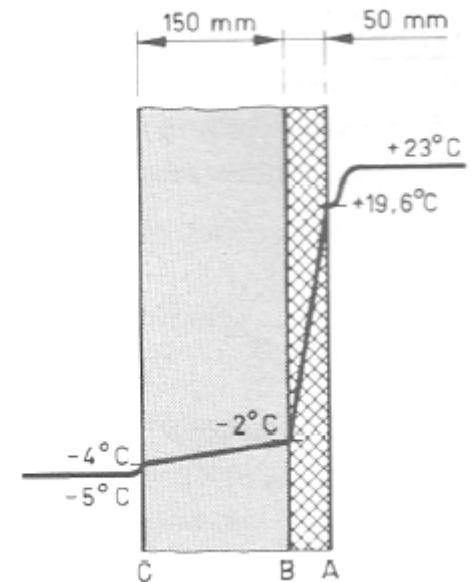
Temperatuur op oppervlak B:

$$23\text{ °C} - \frac{0,13 + 0,833}{1,078} \times 28\text{ °C} = -2,0\text{ °C}$$

Temperatuur op oppervlak C:

$$23\text{ °C} - \frac{0,13 + 0,833 + 0,075}{1,078} \times 28\text{ °C} = -4,0\text{ °C}$$

$$b \quad k = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{1,078 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}} = 0,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$



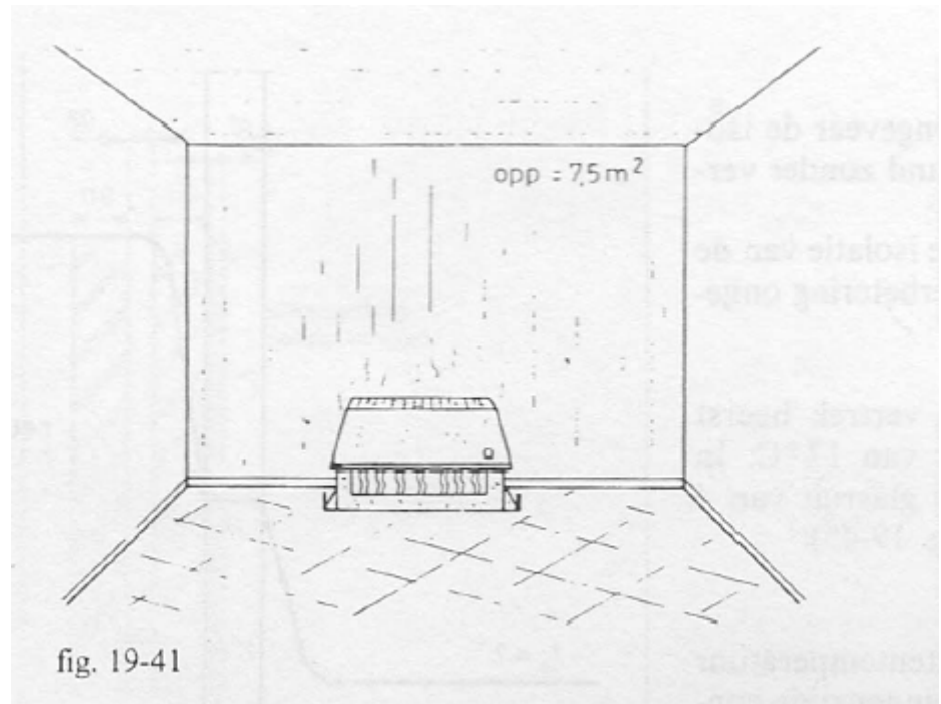
# Opdracht 05

*Gegeven:* In een vertrek (fig. 19-41) staat een gaskachel die in staat is om bij een buiten-temperatuur van  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  een binnentemperatuur van  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  te onderhouden. De oppervlakte van de steens buitenmuur, waartegen de gaskachel staat is  $7,5\text{ m}^2$ . Deze buitenmuur is gemetseld van hardgrauw, waarvoor geldt:  
warmtegeleidingscoëfficiënt:

$$\lambda = 1,0 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

*Gevraagd:*

- Bereken de  $k$ -waarde van deze muurconstructie.
- Controleer het temperatuurverloop, aangegeven in fig. 19-42.



# Opdracht 5 (vervolg)

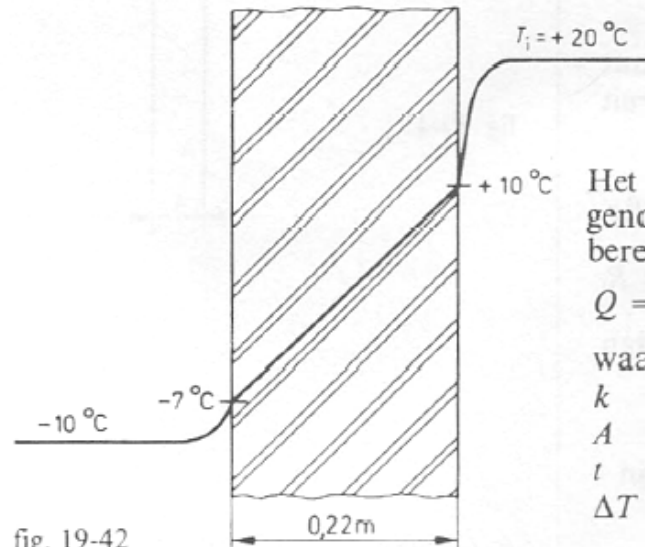
Als het aardgas ongeveer  $f$  1,50 per  $m^3$  kost, dan is dat in energie omgerekend ca.  $f$  0,30 per kWh.

Op een dag blijven de temperaturen 10 uur lang constant.  
c Hoeveel geld verdwijnt er door de muur?

Nu wordt tegen de muur een isolatielaag van schuimbetonsteen aangebracht (fig. 19-43). De warmtegeleidingscoëfficiënt hiervan is:

$$\lambda = 0,2 \frac{W}{m \cdot K}$$

d Hoeveel geld verdwijnt er nu door de muur?



Het in de figuren 19-5 en 19-6 genoemde warmteverlies  $Q$  wordt berekend met de formule:

$$Q = k \cdot A \cdot t \cdot \Delta T$$

waarin:

$k$  = warmtedoorgangscoefficiënt;

$A$  = oppervlakte;

$t$  = tijd (aantal uren);

$\Delta T$  = temperatuurverschil

( $1^\circ C \cong 1 K$ ).

# Oplossing opdracht 05

$$R_l = r_e + R_c + r_i.$$

$$a \quad R_l = \left\{ 0,04 + \frac{0,22}{1,0} + 0,13 \right\} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = 0,39 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$k = \frac{1}{R_l} = \frac{1}{0,39 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}} = 2,56 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

b Temperatuur aan de binnenzijde van de wand:  $20 \text{ }^\circ\text{C} -$

$$- \frac{0,13}{0,39} \times 30 \text{ }^\circ\text{C} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

Temperatuur aan de buitenzijde van de wand:  $20 \text{ }^\circ\text{C} -$

$$- \frac{0,13 + 0,22}{0,39} \times 30 \text{ }^\circ\text{C} = -7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Het in fig. 19-42 getekende temperatuurverloop is dus goed.

c Verloren energie is:

$$k \cdot A \cdot t \cdot \Delta T =$$

$$= 2,56 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \times 7,5 \text{ m}^2 \times 10 \text{ h} \times 30 \text{ }^\circ\text{C} = 5760 \text{ Wh}$$

$$= 5,76 \text{ kWh}$$

$$\text{Kosten daarvan: } 5,76 \text{ kWh} \times f 0,30 = f 1,75.$$

# Oplossing opdracht 05 (vervolg)

d (fig. 19-43)

$$\begin{aligned} R_l &= r_c + r_{\text{steen}} + r_{\text{schuim}} + r_i = \\ &= \left\{ 0,04 + \frac{0,22}{1,0} + \frac{0,10}{0,2} + 0,13 \right\} \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} = \\ &= 0,89 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \end{aligned}$$

$$k = \frac{1}{R_l} = 1,12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Verloren energie is nu na 10 h:

$$k \cdot A \cdot t \cdot \Delta T =$$

$$= 1,12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \times 7,5 \text{ m}^2 \times 10 \text{ h} \times 30 \text{ }^\circ\text{C} =$$

$$= 2\,520 \text{ Wh} = 2,52 \text{ kWh}$$

$$\text{Kosten daarvan: } 2,52 \text{ kWh} \times f\,0,10/\text{kWh} = f\,0,25$$