

Darbs Nr. 2

Siltuma vadīšana

Darba mērķis:

Darba mērķis ir iepazīties ar vienu no siltuma pārnešanas veidiem - siltuma vadīšanu, sildot metāla stieni un veicot temperatūras mērījumus dažādos laika brīžos līdz iestājas līdzsvara stāvoklis.

Saprast, kāda ir temperatūras atkarība no attāluma stienī stacionārā gadījumā, kā arī saprast formulas $dQ = -k \frac{dT}{dx} S dt$ pielietojamības robežas.

Teorētiskais apskats:

Anna V. Priede

Siltuma vadīšana

Karsts $\xrightarrow{\text{siltums}}$ auksts

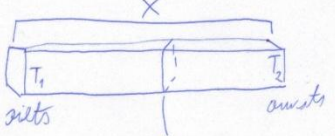
Konvekcija - pārnešana uzpūstā un vācā.

Siltumtēniņums - EMV

Siltuma vadīšana

apvērstošās un pārvērstošās

siltumvadītspējas koeficients $[k] = \frac{W}{K \cdot m}$



mits

mits

s

siltumvadītspējas koeficients

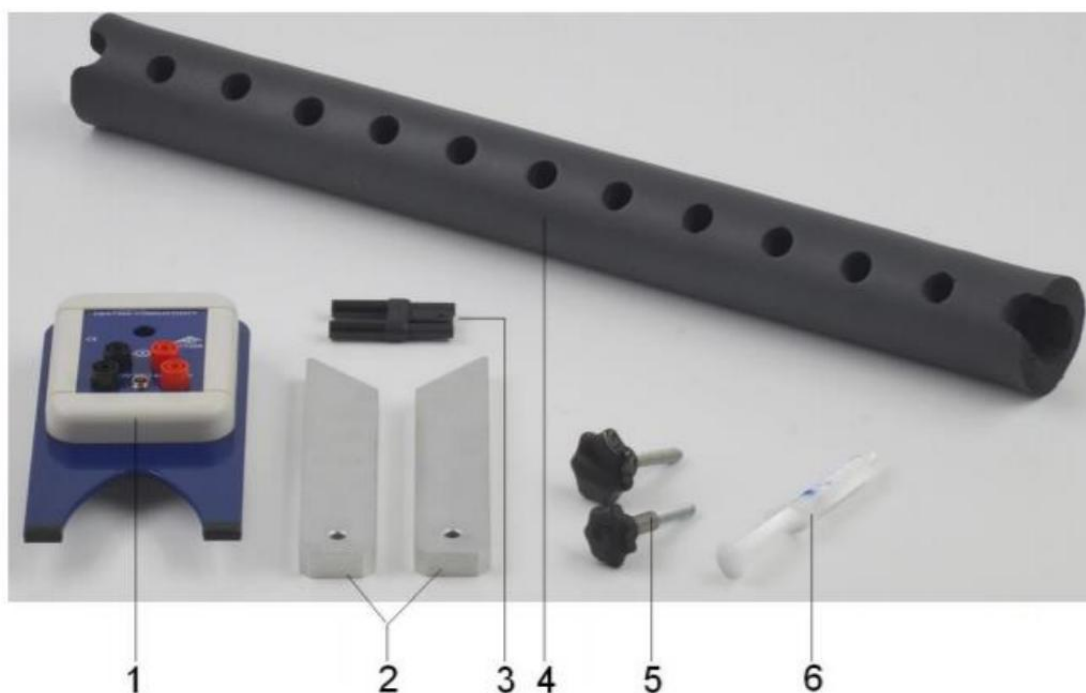
$$dQ = -k \frac{dT}{dx} S dt$$

Pārbauda

Am

1. att. Teorētiskais apskats

Darba piederumi:



2. att. Darba piederumi

1 – sildelements, 2 – statīvs, kas kalpo arī kā plāksnes dzesēšanai, 3 – kontaktu savienotājs (jumper), 4 – siltuma izolācija stienim, 5 – skrūves ar ko nostiprināt stieni pie sildelementa un statīva, 6 – termopasta, vara stienis, temperatūras sensori, trauks ar ūdeni un ledu, vadi, līdzstrāvas avots, bīdmērs (0-500 mm, $\pm 0,1$ mm), PASCO Capstone programma.

Darba uzdevumi:

1. Noteikt un grafiski attēlot, kā mainās temperatūra stienī atkarībā no attāluma stienī, tā vienu galu sildot, un atkarībā no laika. Attēlot šīs sakarības dažādiem laika momentiem no sildīšanas sākuma, līdz brīdim, kad $\frac{dT}{dx}$ vairs nemainās.
2. Noteikt vara siltumvadītspējas koeficientu.

Tabulas, grafiki un aprēķini:

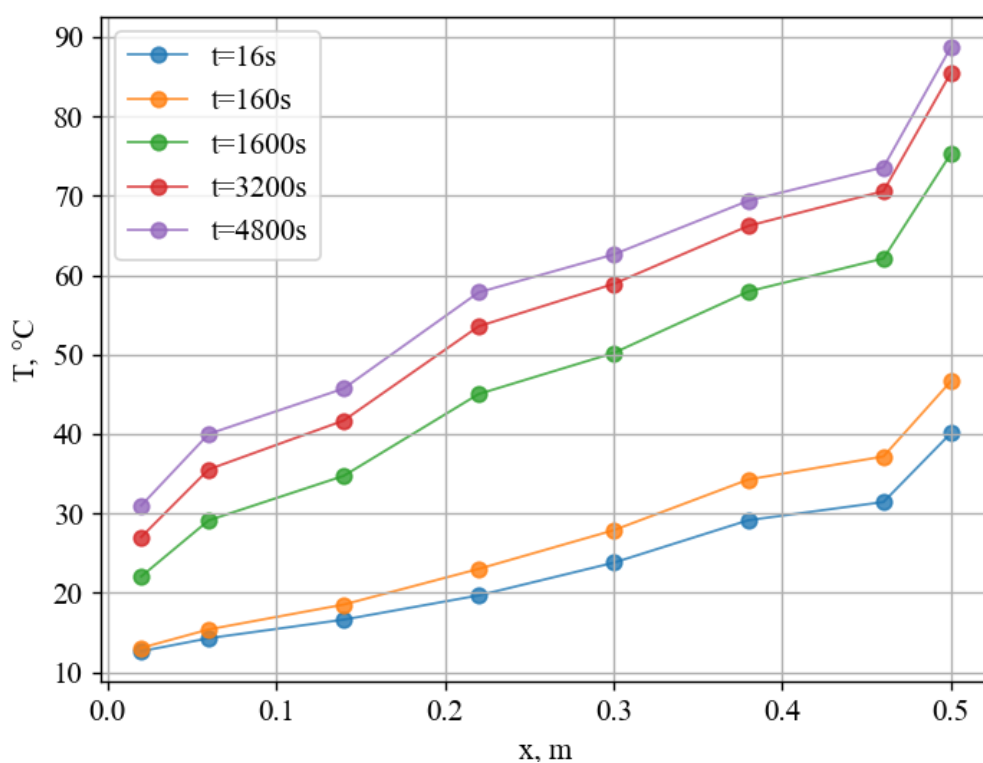
1. tabula **Izmērītie attālumi starp caurumiem stienī**

[illegible]

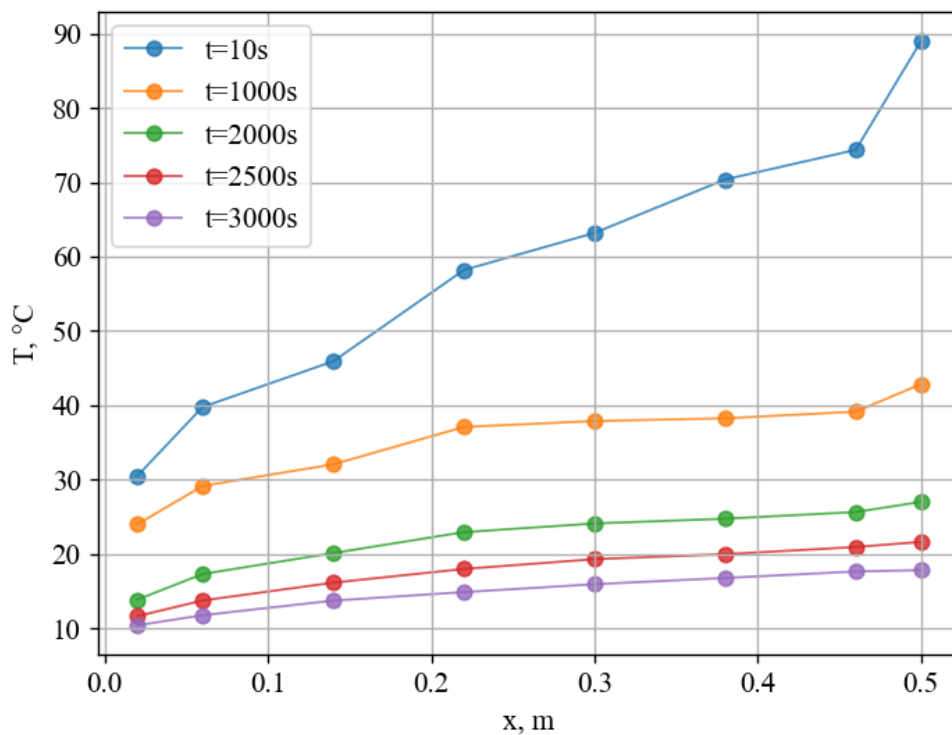
1. tabula Stieņa temperatūra 8 dažādos punktos pie dažādiem laikiem t

N.p.k.	t, s	$T_1, ^\circ\text{C}$ (N= 1)	$T_2, ^\circ\text{C}$ (N= 3)	$T_3, ^\circ\text{C}$ (N=5)	$T_4, ^\circ\text{C}$ (N= 7)	$T_5, ^\circ\text{C}$ (N=9)	$T_6, ^\circ\text{C}$ (N= 10)	$T_7, ^\circ\text{C}$ (N= 12)	$T_8, ^\circ\text{C}$ (N= 13)
1.	0	12,65	14,21	16,44	19,25	23,22	28,46	30,61	39,11
2.	800	19,72	24,51	28,67	36,51	41,37	48,75	52,69	64,19
3.	1411	20,97	27,89	33,51	43,49	48,58	56,15	60,32	73,34
4.	2104	25,17	32,19	37,57	48,33	53,71	61,03	65,24	79,14
5.	2898	25,91	34,93	41,41	52,95	58,41	65,51	69,75	84,57
6.	4243	29,26	38,00	44,03	56,28	61,42	68,56	72,85	87,85
7.	5361	30,54	40,02	46,10	58,36	63,20	69,94	74,16	89,21

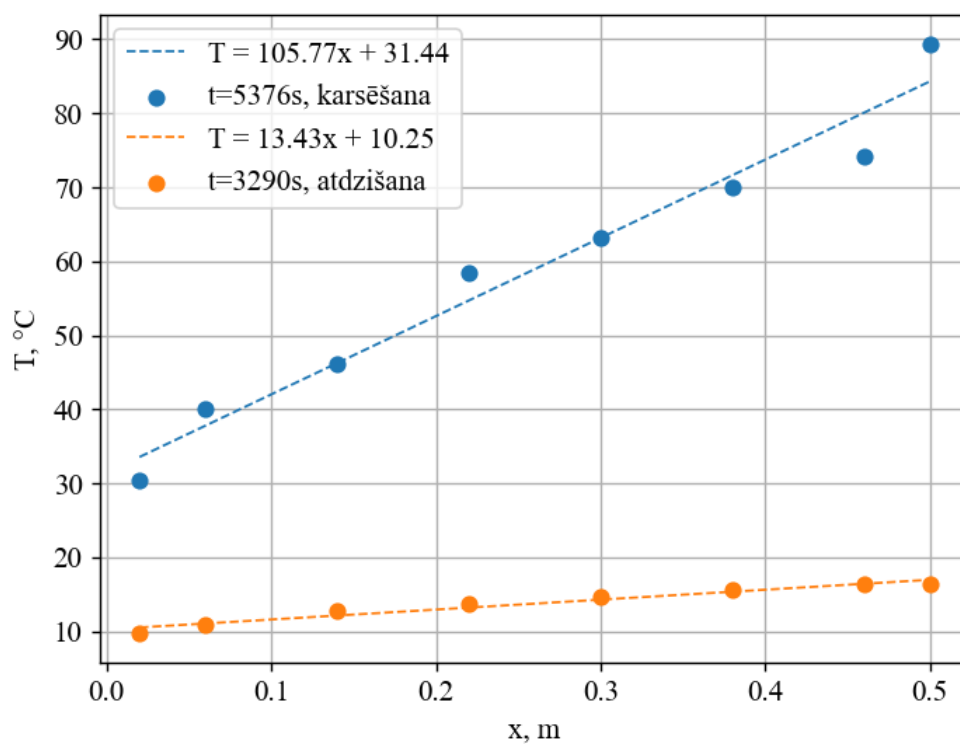
Stieņa diametrs $d = (25,0 \pm 0,1)mm$



3. att. Temperatūras atkarība no attāluma stienī pie dažādiem sildīšanas laikiem t



4. att. Temperatūras atkarība no attāluma stienī pie dažādiem dzišanas laikiem t



5. att. $T(N)$ līknes salīdzinājums

Vara siltumvadītspējas koeficienta κ aprēķins un precizitātes novērtējums:

$$dQ = -k \cdot S \cdot \frac{dT}{dx} \cdot dt$$

$$dQ = P \cdot dt = I \cdot U \cdot dt$$

$$I \cdot U \cdot dt = -k \cdot S \cdot \frac{dT}{dx} \cdot dt$$

$$I \cdot U = -k \cdot S \cdot \frac{dT}{dx}$$

$$k = -\frac{I \cdot U}{S \cdot \frac{dT}{dx}} = -\frac{I \cdot U}{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \frac{dT}{dx}} = -\frac{3,5 \cdot 5,5}{\pi \cdot \left(\frac{0,025}{2}\right)^2 \cdot (-105,77)} = 370,76 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\Delta k_I = k - \left(\frac{(I + \Delta I) \cdot U}{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \frac{dT}{dx}} \right) = 370,76 - \left(\frac{(3,5 + 0,01) \cdot 5,5}{\pi \cdot \left(\frac{0,025}{2}\right)^2 \cdot 105,77} \right) = -1,06 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\Delta k = \sqrt{\Delta k_U + \Delta k_I + \Delta k_{\frac{dT}{dx}} + \Delta k_d} = 39,11 \frac{W}{m \cdot K}$$

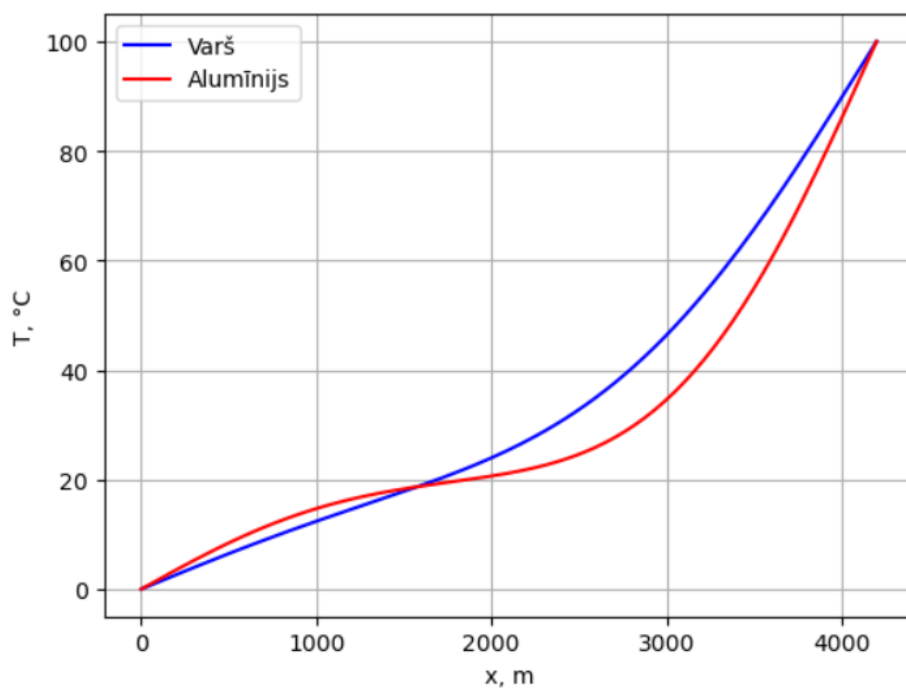
$$r_{\%} = \frac{\Delta k}{k} \cdot 100\% = \frac{39,11}{370,76} \cdot 100\% = 10,5\%$$

Rezultāti.

$$\kappa = (371 \pm 39) \frac{W}{m \cdot K}, r_{\%} = 10,5\%$$

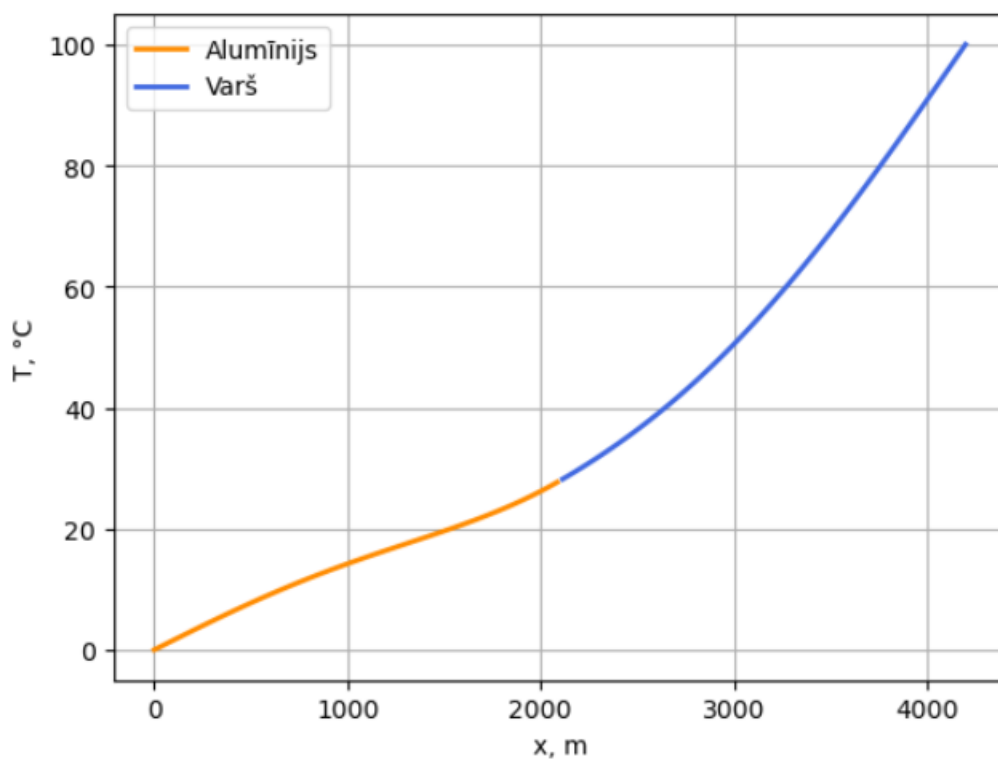
Atbildes uz darba aprakstā uzdotajiem jautājumiem 1-7 un secinājumi:

3. Siltumvadītspējas koeficients kļūdu robežās sakrīt ar literatūrā rakstīto $380 \frac{W}{m \cdot K}$ [1]. Stienis bija pietiekami labi izolēts un salīdzinoši vienmērīgi uzsila.
4. Alumīnija siltumvadītspējas koeficients ir $200 \frac{W}{m \cdot K}$ [1], kas nozīmē tas siltumu vada sliktāk, kā vara stienis, kas nozīmē, ka tam būs stāvākas temperatūras izmaiņas tuvāk pie galiem.



6. att. T(N) līknes salīdzinājums dažādiem materiāliem izmantojot Eilera metodi (t=8000s)

5.



7. att. T(N) līknes salīdzinājums dažādiem savienotiem materiāliem izmantojot Eilera metodi (t=2500s)

6. Stienis dzistu, bet gals, kas būtu saskarsmē ar gaisu, pilnībā neatdzistu, un stienim visā garumā nebūtu viena temperatūra, jo gaiss ir apkārtējās vides temperatūrā un to sildītu.
7. Dzišanas gadījumā temperatūra visā stienī ir izlīdzinājusies un atbilst lineārai sakarībai, bet sildīšanas gadījumā temperatūra dažādos punktos atšķiras no vidējās taisnes.

Literatūras saraksts:

[1] D. C. Giancoli, *Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics*, 3rd ed.
Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson, 2000.