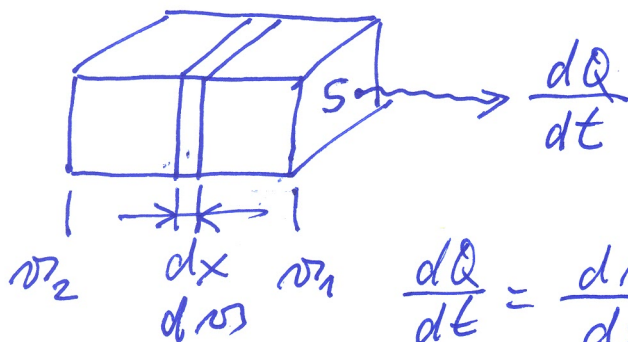


Chlazení elektronických zařízení ⁵⁰

- přenos tepla vedením
- přenos tepla prouděním
- přenos tepla zářením

1. Přenos tepla vedením

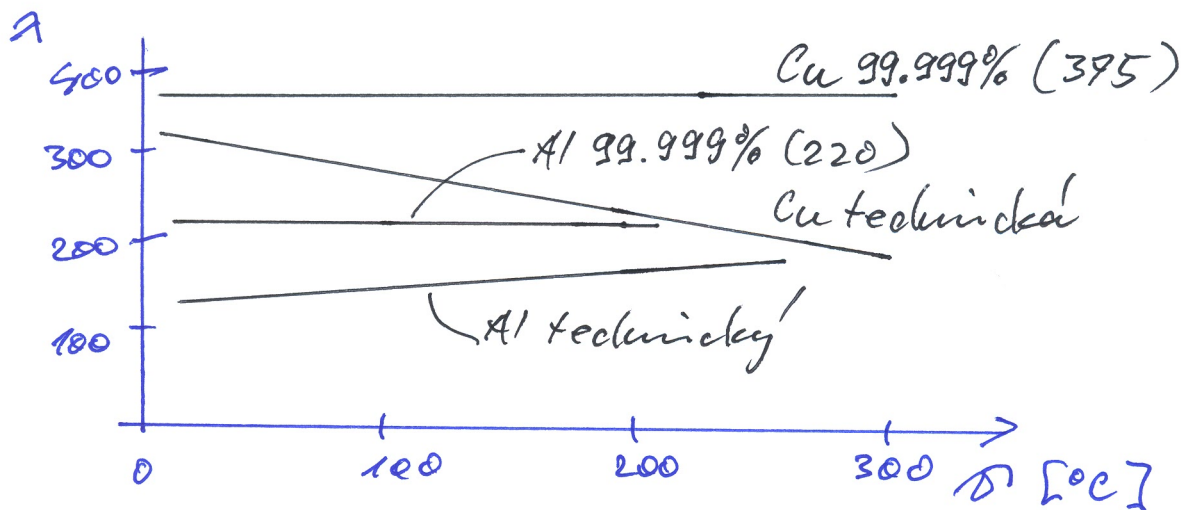


$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dT}{dx} \cdot S \cdot \lambda \dots$$

... λ ... tepelná vodivost
[W m⁻¹ · deg⁻¹]

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{T_2 - T_1}{l} \cdot S \cdot \lambda$$

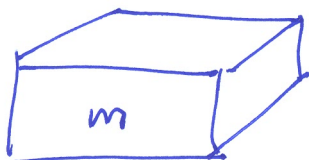
λ ... materiálová konstanta



$$\frac{dQ}{dt} = \frac{T_2 - T_1}{l} \cdot S \cdot \lambda - \frac{1}{R_{\text{ov}}}$$

$R_{\text{ov}} \dots$ tepelný odpor $[\text{deg W}^{-1}]$

$$\frac{dQ}{dt} = (T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{R_{\text{ov}}}$$



$C_m \dots$ tepelná kapacita

$$C_m = m \cdot c \quad [\text{J/deg}]$$

Analogie s elektrickými obvody



R_{ov}



R



C_m



C

$\frac{dQ}{dt}$

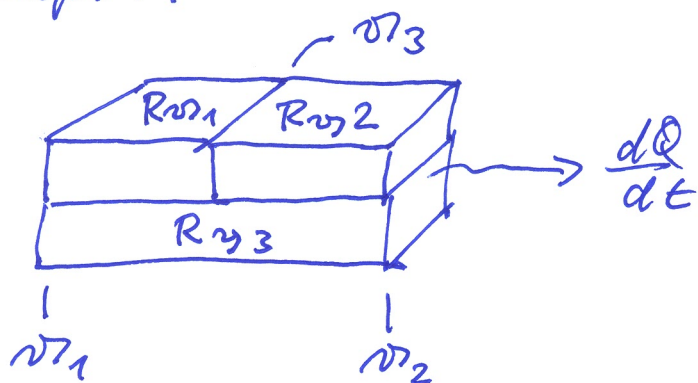


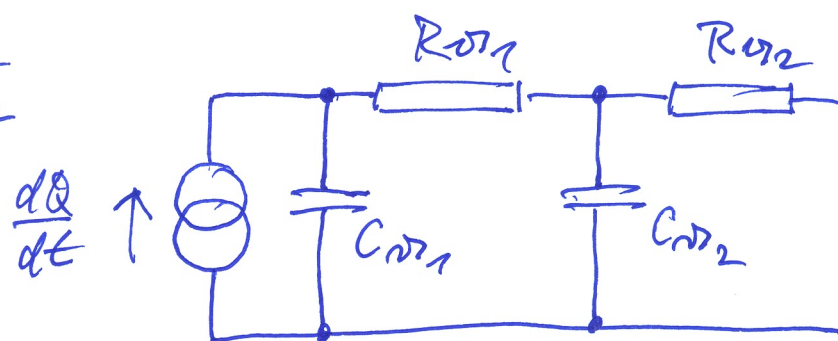
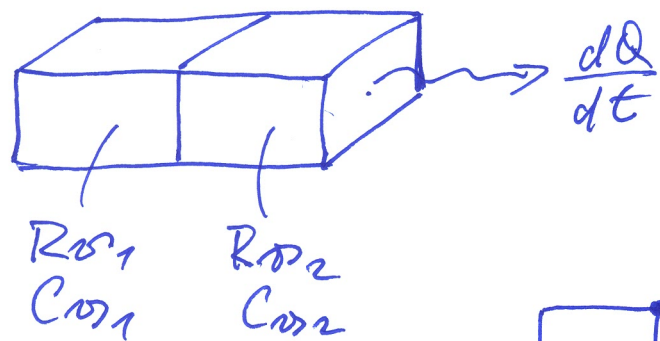
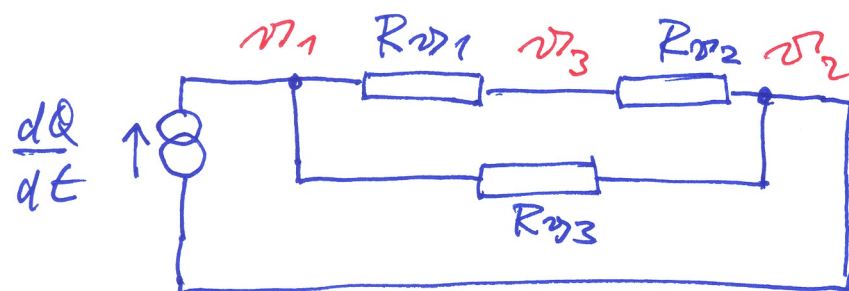
i

$T_2 - T_1$

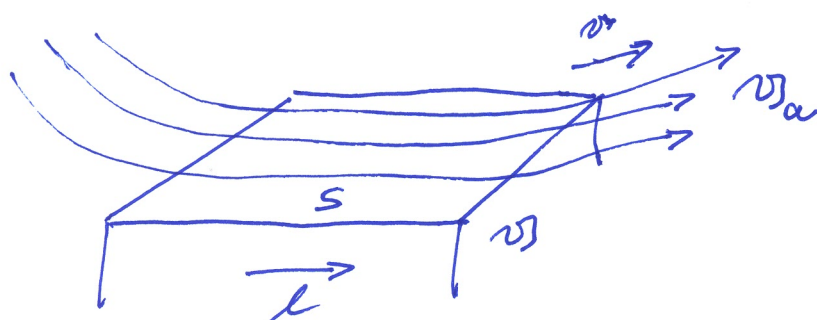
u

např.:





2. Pāreiss tēpla praudēnū



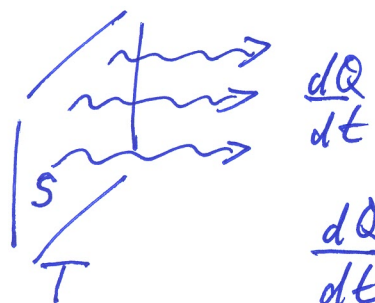
$$\frac{dQ}{dt} = \alpha \cdot s \cdot (T - T_a)$$

pro turbulentū praudēnū :

$$\alpha = 0.055 \cdot \frac{\lambda}{\sqrt[4]{l}} \left(\frac{v}{\nu} \right)^{\frac{3}{4}}$$

ν ... kinematiskā viskozitāte

3. Pāreiss tēpla zārcēnū



$$\frac{dQ}{dt} = \sigma \cdot T^4 \cdot s \quad [W]$$

σ ... St. Bolz. konstanta

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} [W m^2 K^{-4}]$$

Pro obecný materiál povrchu :

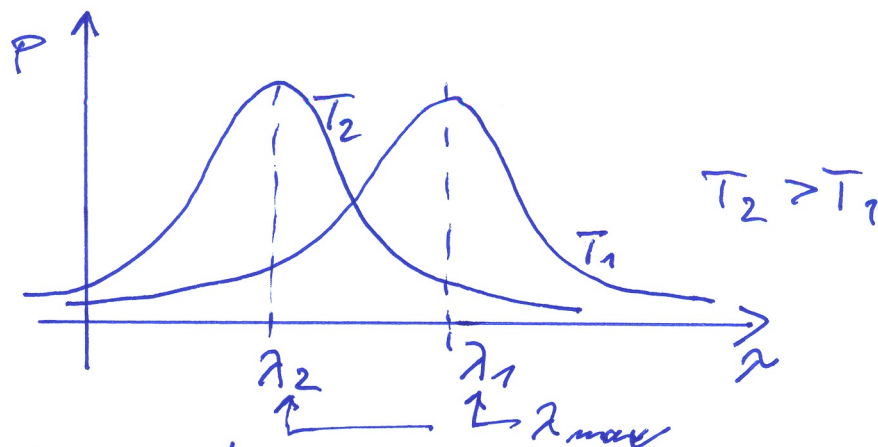
$$\frac{dQ}{dt} = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot S \quad [\text{W}]$$

$\epsilon \dots$ sálavost

materiál	ϵ
leštěný Al	0.04 - 0.09
oxidovaný Al	0.2 - 0.3
elektrovaný Al	0.7
papír	0.93
bovený náter	0.92 - 0.96 (různé barvy)

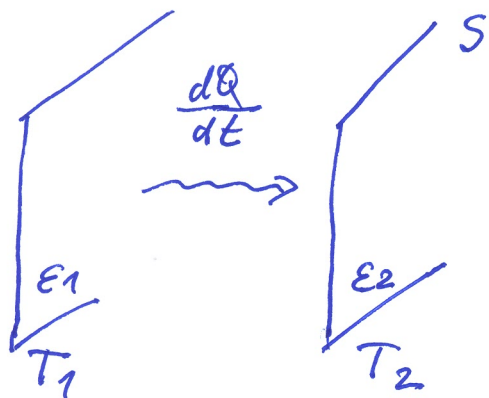
příklad závislosti ϵ na teplotě :

Al :	λ	ϵ
	25°C	0.04
	100°C	0.06
	500°C	0.1



$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \quad [\text{m}]$$

$$b = 2.898 \cdot 10^{-3} \quad [\text{m} \cdot \text{K}]$$

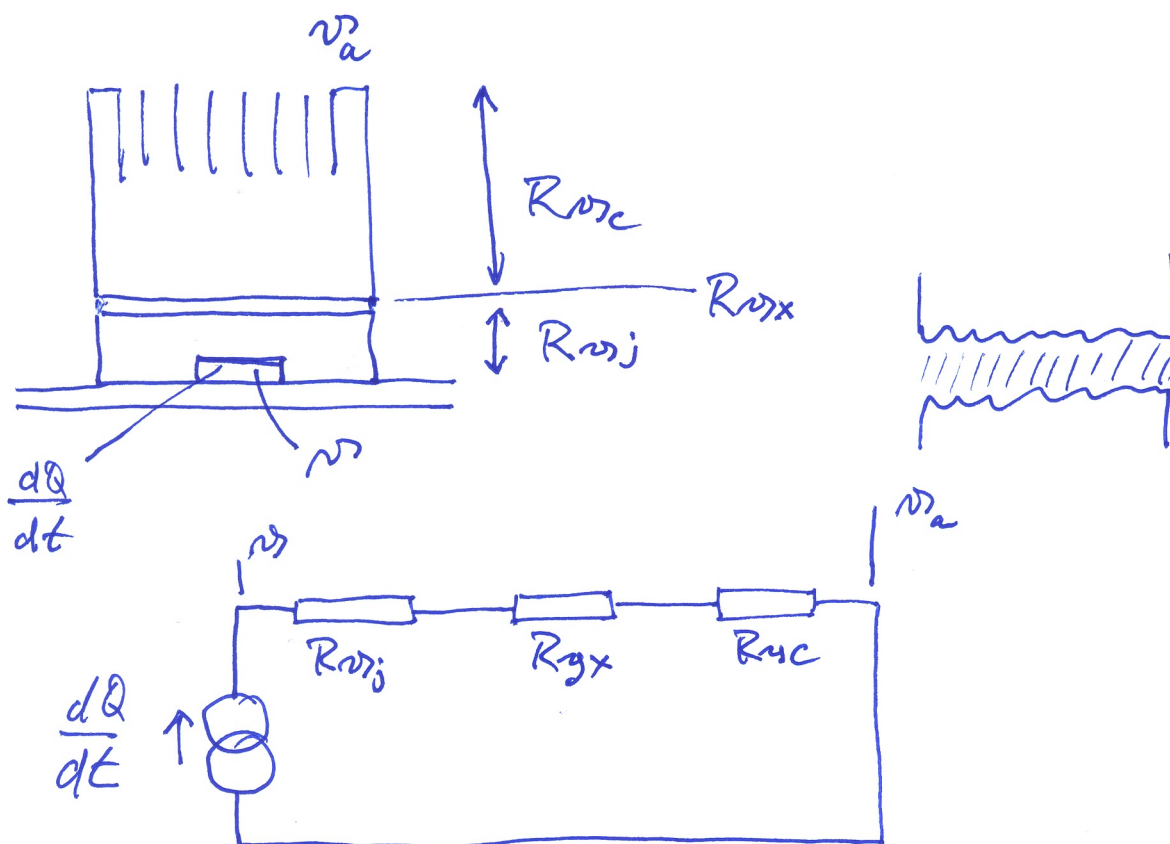


$$\frac{dQ}{dt} = \sigma \cdot S \cdot F_E \cdot (T_1^4 - T_2^4)$$

$$F_E = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \quad ; \quad \text{je-li } \epsilon = a$$

(a = absorpční koef.)

bílý uhlík	$\epsilon = 0.92 - 0.96$	$a = 0.2$
černý uhlík	$\epsilon = 0.92 - 0.96$	$a = 0.79$



$$R_{\text{nj}} = R_{\text{nj}} + R_{\text{nx}} + R_{\text{nc}}$$

$$\text{Pro 7805: } R_{\text{nj}} = 5^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{nc}} = 11^\circ\text{C/W}$$

$$R_{\text{nx}} = 2^\circ\text{C/W}$$

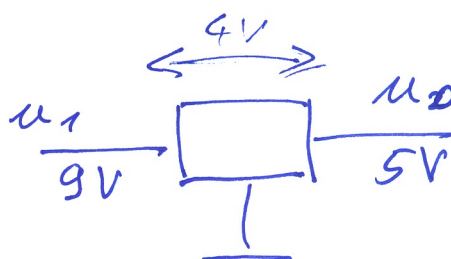
$$R_{\text{nj}} = 5 + 11 + 2 = 18^\circ\text{C/W}$$

$$\vartheta_a = 30^\circ\text{C}$$

$$I = 1\text{A}$$

$$\Delta u = 4\text{V}$$

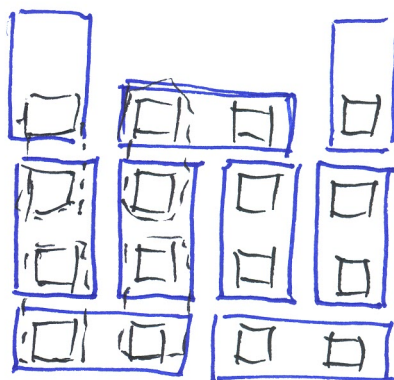
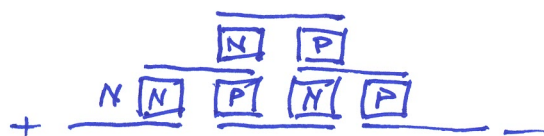
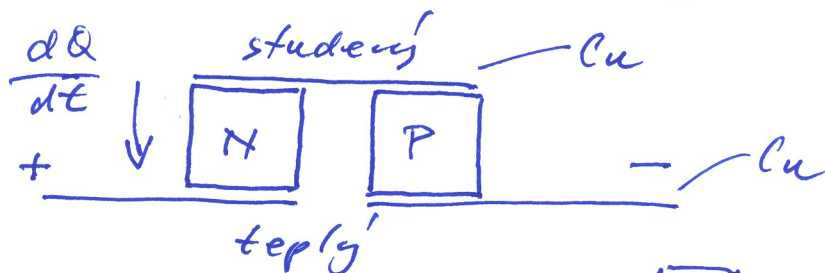
$$\frac{dQ}{dt} = 4\text{W}$$



$$-\vartheta_a + \vartheta = 4 \cdot 18 = 72^\circ\text{C}$$

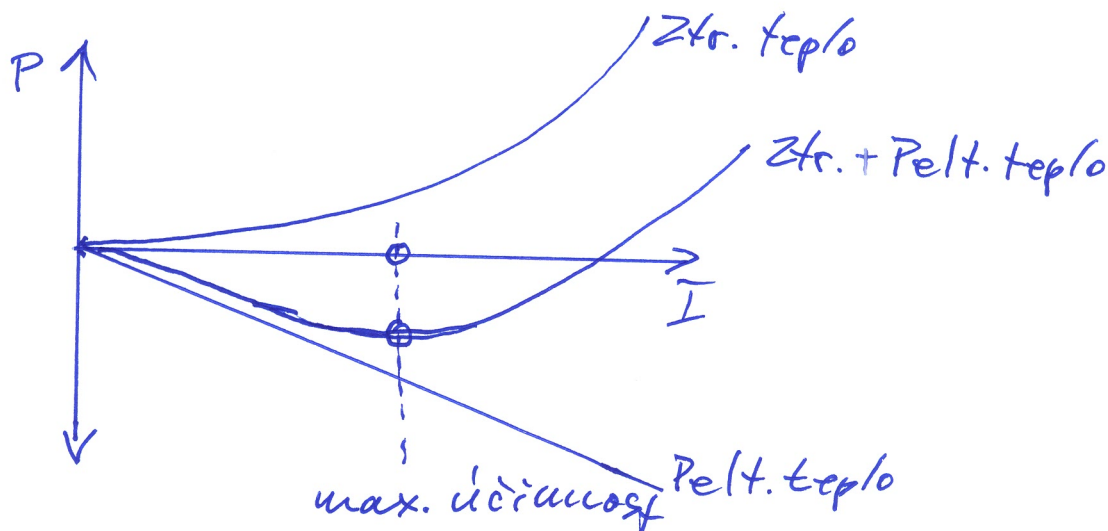
$$\vartheta = 72^\circ\text{C} + 30^\circ\text{C} = \underline{\underline{102^\circ\text{C}}}$$

- Používá Peltierův jev



Pelt. teplo závisí na I

Ztrátové teplo závisí na I^2 ($P_{ztr} = R \cdot I^2$)



Pelt. clady Ferro tee:

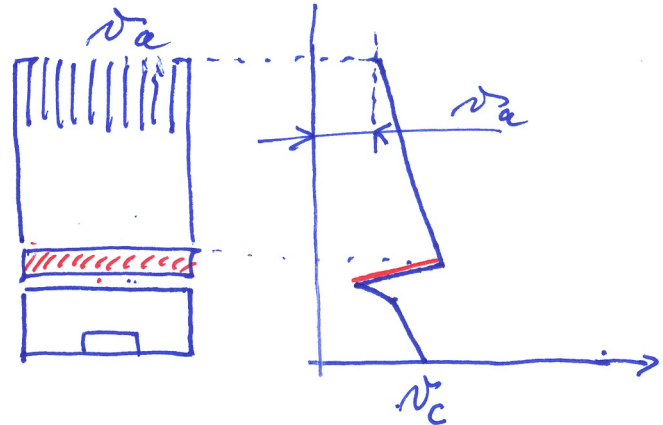
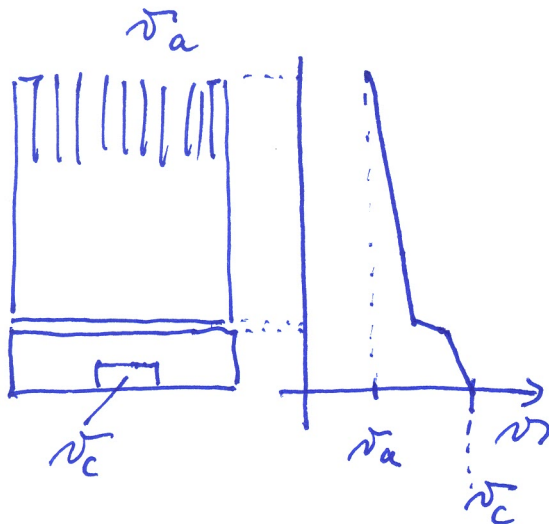
58

t_{yp}	$I [A]$	$U [V]$	$\Delta T [^{\circ}C]$	$P [W]$
9502	1.2	8.9	70	5.8
72001	11	18.1	83	104
9500	10	46.4	72	252
9530	4.5	16.4	111	18

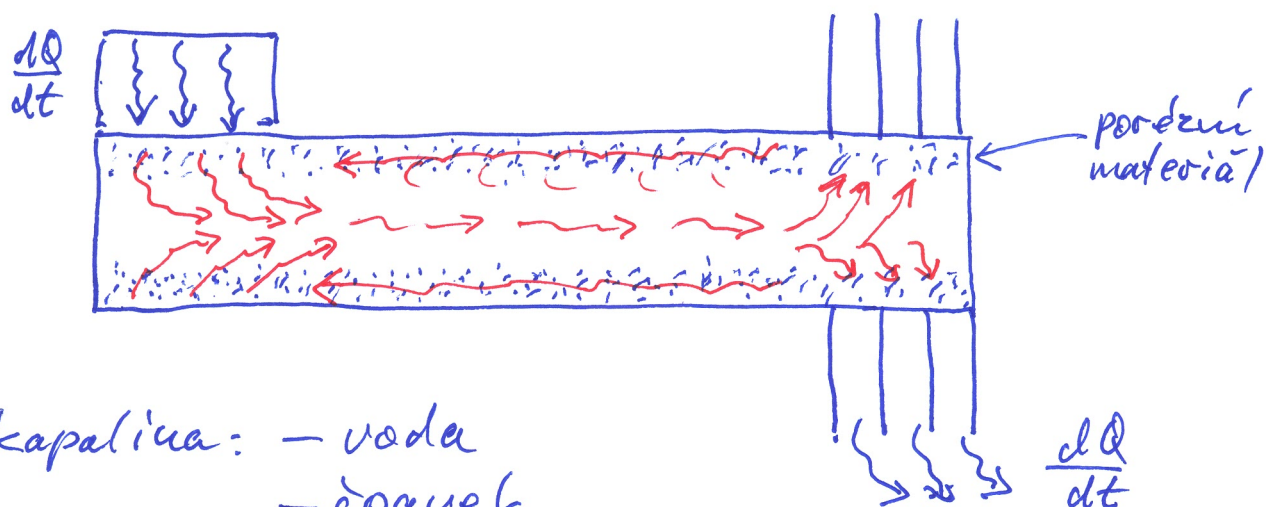
high power
deep cooling
2 step down

$p_{Ti} P=0$

$p_{Ti} \Delta T=0$



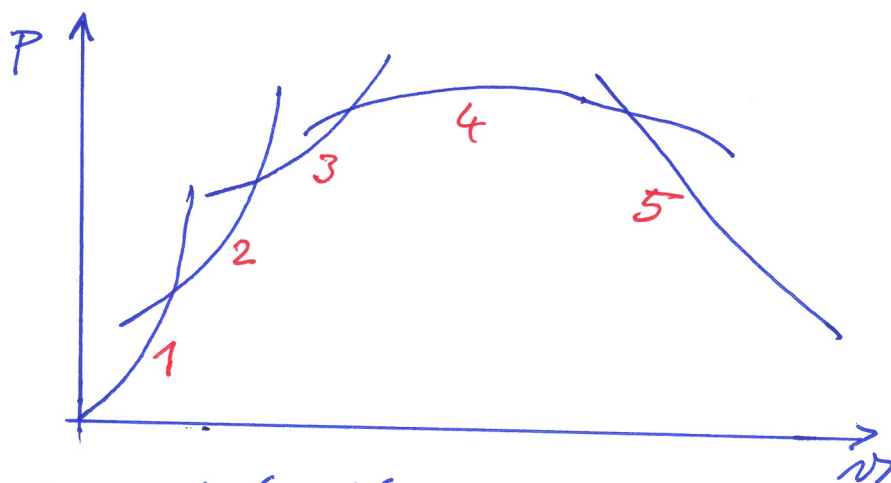
Teplotná trubice



kapalina: — voda
— čpavek
— sodík

trubice — Cu
— uverz. ocel

porézní mat. — skelná vata
— drážkovaný mat. trubice
— porézní keramika
— sítovaný povrch



1. ... viskozita
2. ... ultrazvukové omezení
3. ... kapilární omezení
4. ... stohování kapaliny
5. ... var kapaliny

Příklad tepelné trubice :

materiál : Cu

vnitřní povrch : sítňovaná Cu

pracovní látka : voda

Ø trubice : 5 mm

délka : 200 mm

přenesené teplo : 30 W

tepelný odpor : 0.2 - 0.4 °C/W