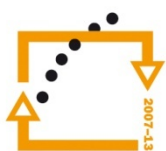




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Měření fyzikálních a technických veličin

Téma: **Měření teploty – dotykové teplotoměry**

Autor: Ing. Smolek Jan

Číslo: VY_32_INOVACE_22-03

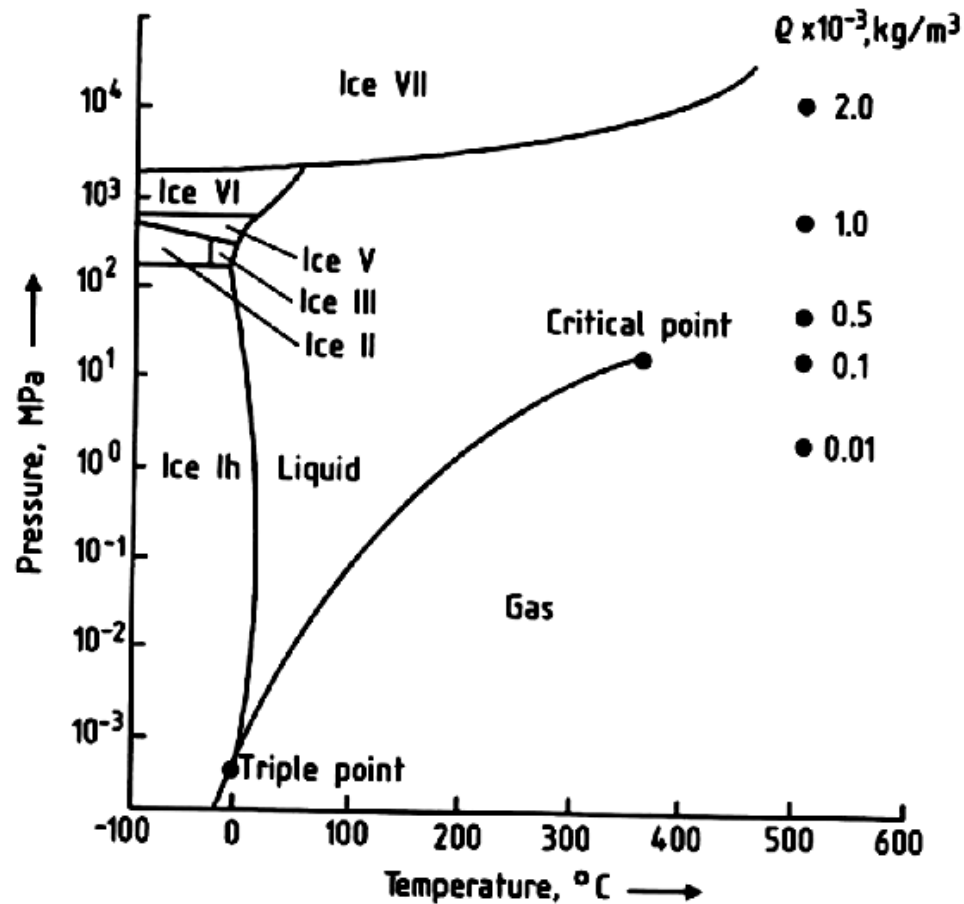
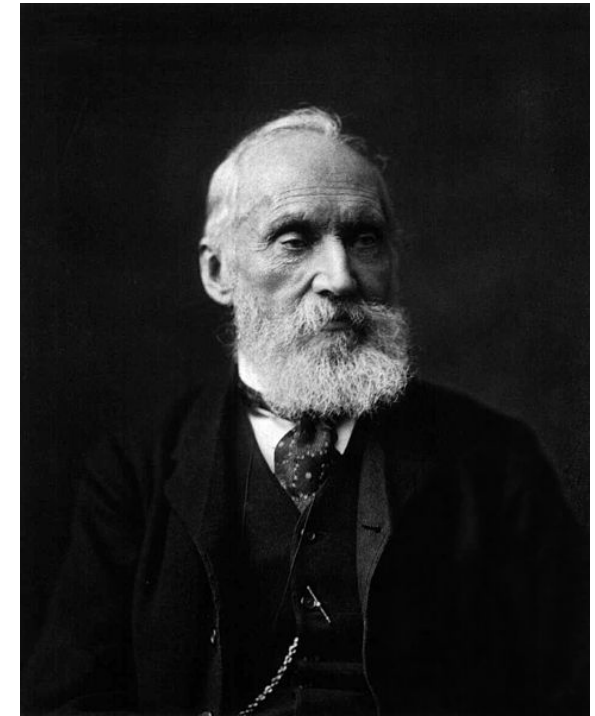
Anotace: Prezentace jako podpora k výkladu způsobů dotykového měření teploty ve Strojních a technologických laboratořích středních průmyslových škol. DUM je určen pro čtvrté ročníky Technického lycea a třetí ročníky všech ostatních oborů.
Tento materiál byl vytvořen červnu 2012

Teplota:

- = míra kinetické energie pohybujících se částic látky (molekul, atomů,...);**
- = stavová veličina určující tepelný stav tuhého tělesa, kapaliny, nebo plynu;**

Stupeň Kelvina:

- Je $1/273,15$ díl termodynamické teploty trojného bodu vody.



- Praktická realizace je pomocí mezinárodní stupnice ITC-90.

Teplotní body:

ITS 90 (The International Temperature scale of 1990)

- ...
- **Bod varu kyslíku $-182,97$**
- **Trojný bod vody $0,01^{\circ}\text{C}$**
- **Bod varu vody $100,00^{\circ}\text{C}$**
- **Bod varu síry $444,60^{\circ}\text{C}$**
- **Bod tání stříbra $961,28^{\circ}\text{C}$**
- **Bod tání zlata $1064,18^{\circ}\text{C}$**
- ...

Stupeň Celsia, 1742:



- vytvořil švédský astronom Andres Celsius (100°C tání ledu, 0°C var vody);
- Carl Linné ji otočil do dnešní podoby;

Stupeň Fahrenheitův:

- V britsko-americké soustavě dodnes používaný. G.D. Fahrenheit (1686-1736) rozdělil interval mezi teplotou chladicí směsi led-voda-salmiak ($-17,78^{\circ}\text{C}$) a teplotou lidského těla na 96 dílů (původně na 24 a pak každý ještě na 4).
- Vztah mezi stupnicí Rankinovou a Fahrenheitovou je podobný jako mezi Kelvinovou a Celsiovou.
- $0^{\circ}\text{K} = 0^{\circ}\text{R} = -273,15^{\circ}\text{C} = -459,67^{\circ}\text{F}$



Stupeň Reamurův 1730:

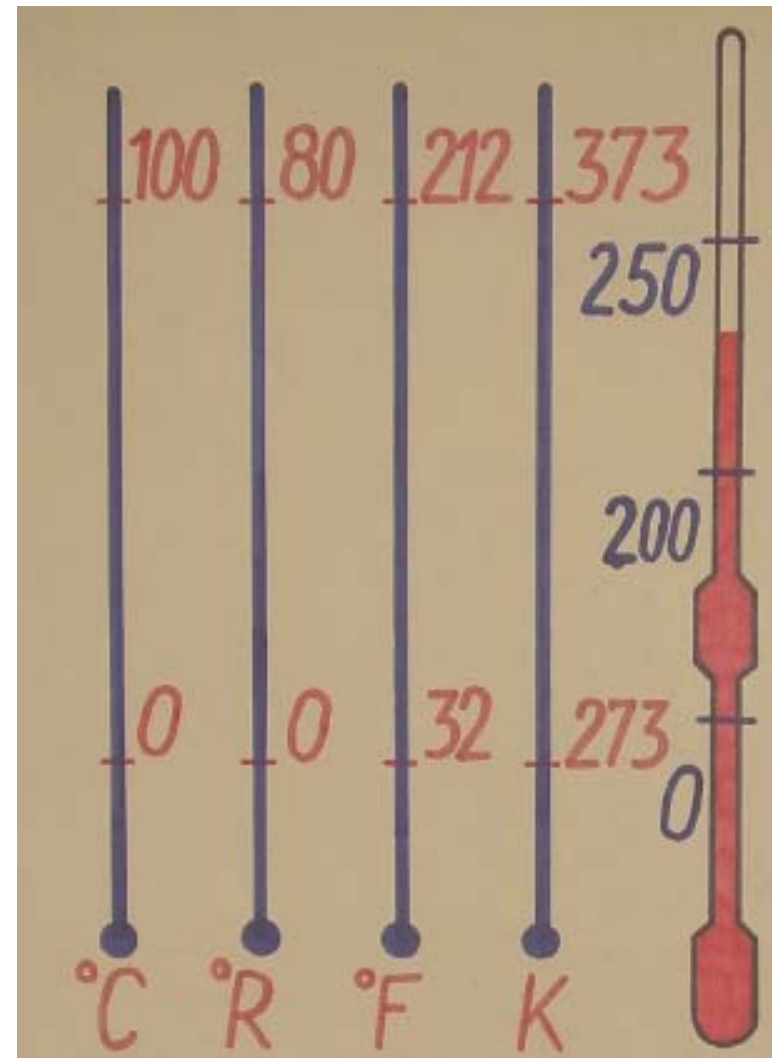
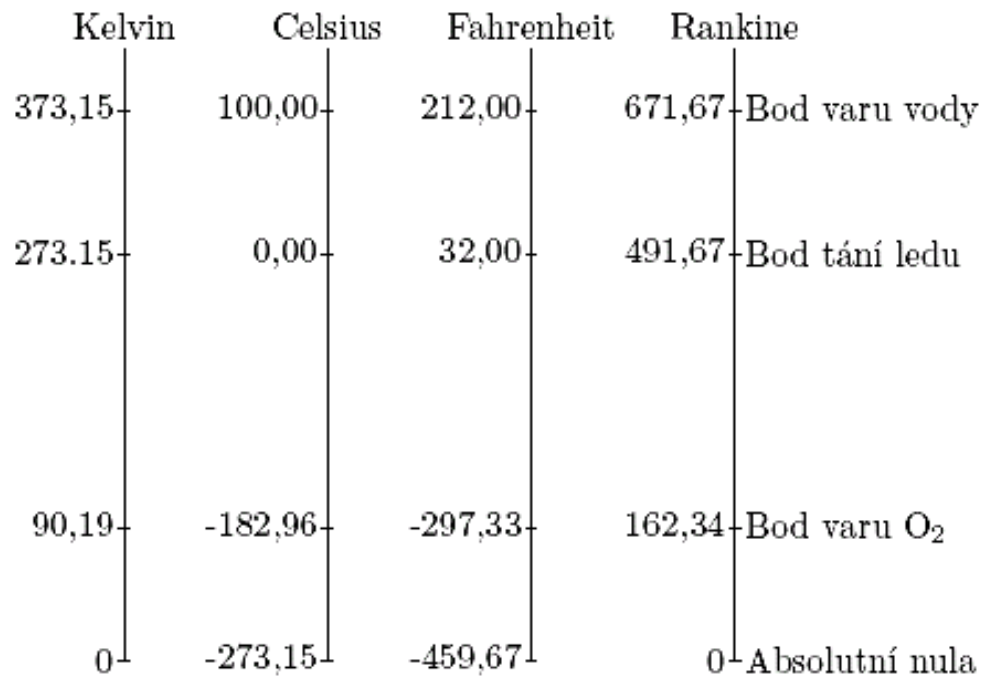
(prakticky se nepoužívá)

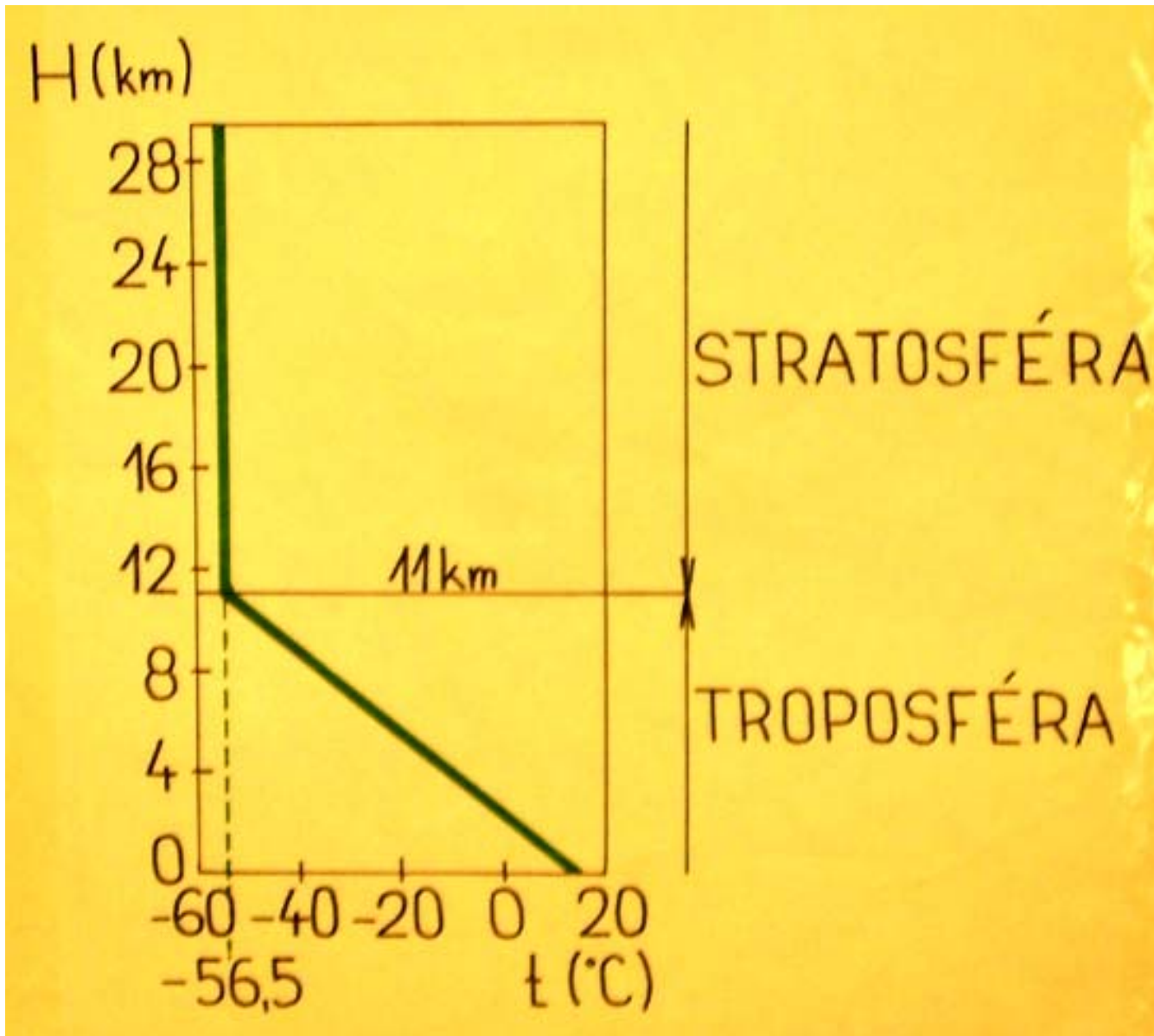


- 0 °R bylo definováno jako bod mrznutí vody, přičemž přírůstek teploty $\Delta 1$ °R odpovídal zvětšení objemu 80% lihu v lihovém teploměru o 1/1000. Shodou okolností z této definice vyplývá, že teplota 80 °R odpovídá bodu varu vody při normálním atmosferickém tlaku.
- Stupně Rankinovy a Reamurovy se zpravidla nepletou, Reamurovy se ve Velké Británii ani USA nikdy nepoužívali.

Teplotní stupnice:

(Teplotoměr s potlačenou částí stupnice)





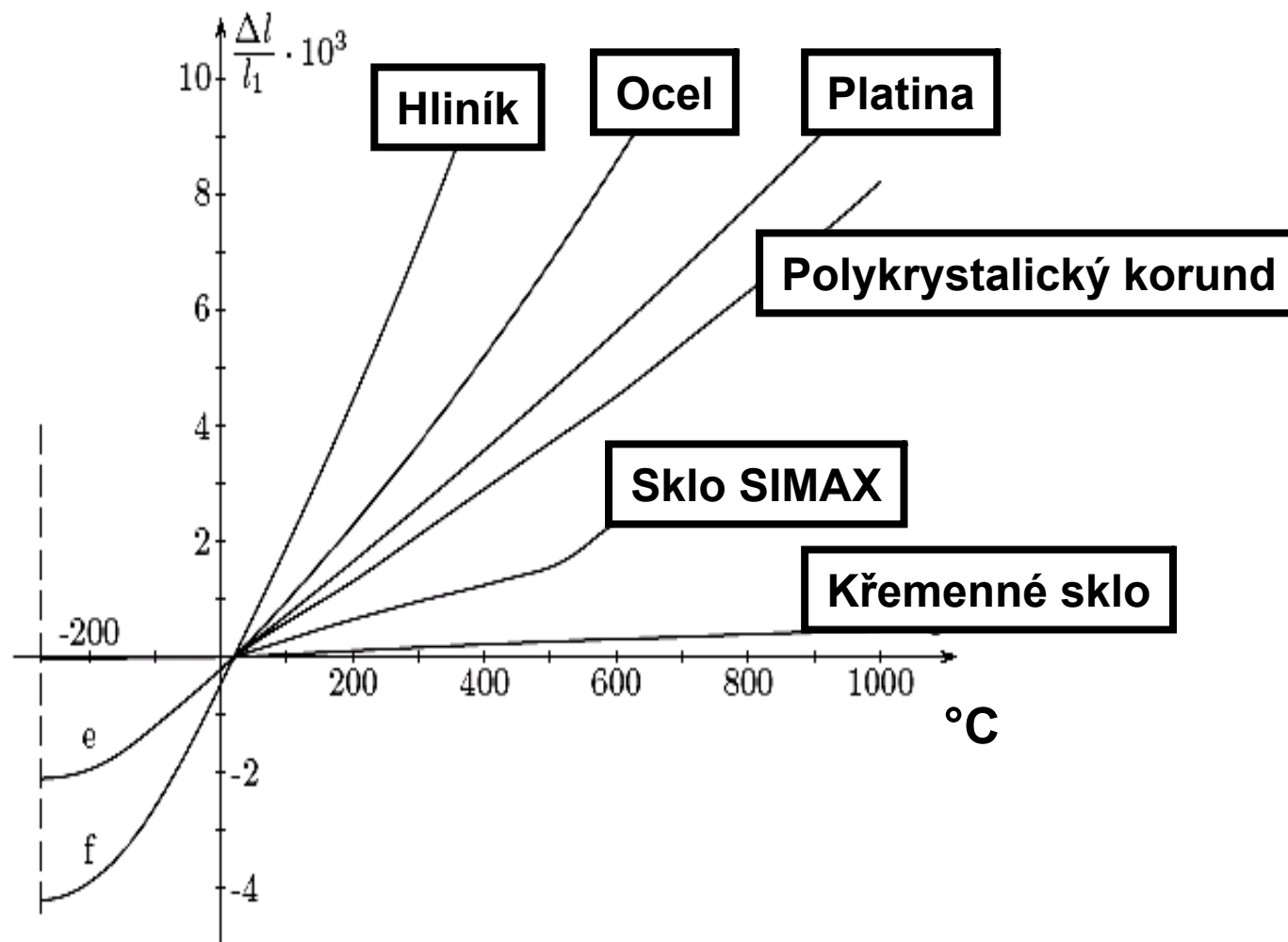
Závislost teploty na nadmořské výšce:

Dotykové teplotoměry:

- Dilatační tyčové –30 až 1000°C
- Bimetalické –30 až 350°C
- Skleněné s organickou kapalinou +200 až 100°C
- Skleněné s kovovou náplní –30 až 630 (1000)°C
- Tlakové kapalinové 0 až 850°C
- Tlakové parní –580 až 200°C
- Tlakové plynové –260 až 800°C
- Odporové platinové –270 až 850 (1000)°C
- Odporové niklové 0 až 180°C
- Termoelektrické Cu-CuNi –200 až 400°C
- Termoelektrické Fe-CuNi –200 až 760°C
- Termoelektrické NiCr-NiAl –200 až 1300°C
- Termoelektrické PtRh-Pt 0 až 1600°C
- Termoelektrické ...
- Se světlovody –10 až 200°C
- S kapalnými krystaly –20 až 250°C
- Iontové 200 až 720°C
- Krystalové –80 až 250°C
- Barevné nátěry a tužky 40 až 1400°C
- Tavná tělíska a tablety 100 až 1650°C
- Keramické žároměrky 600 až 2000°C

Teplotoměry dilatační:

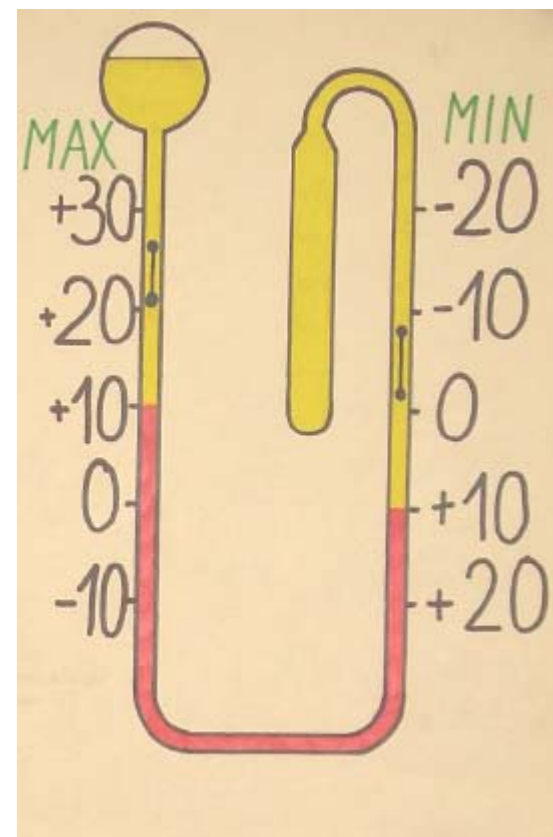
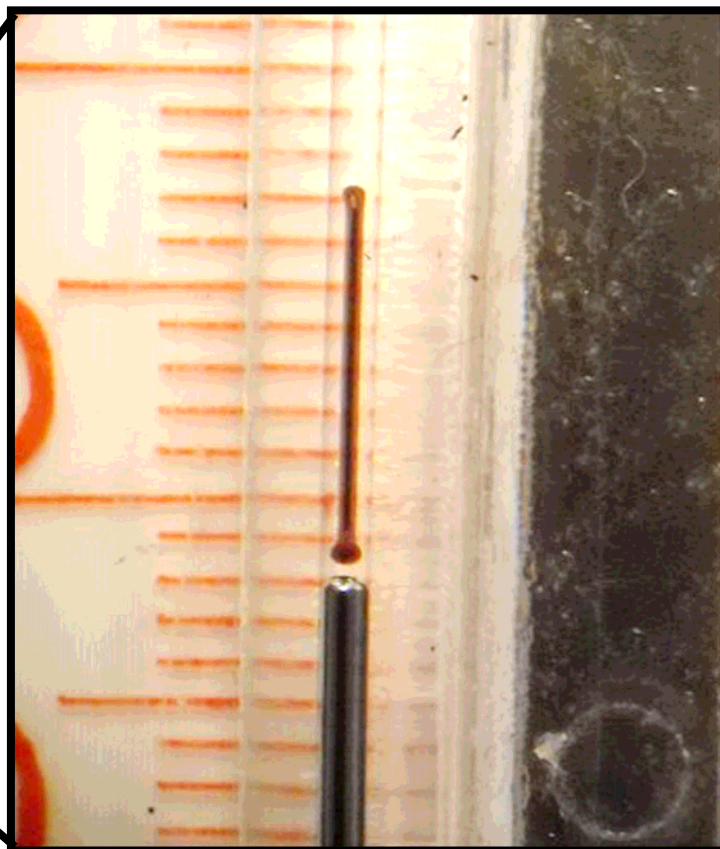
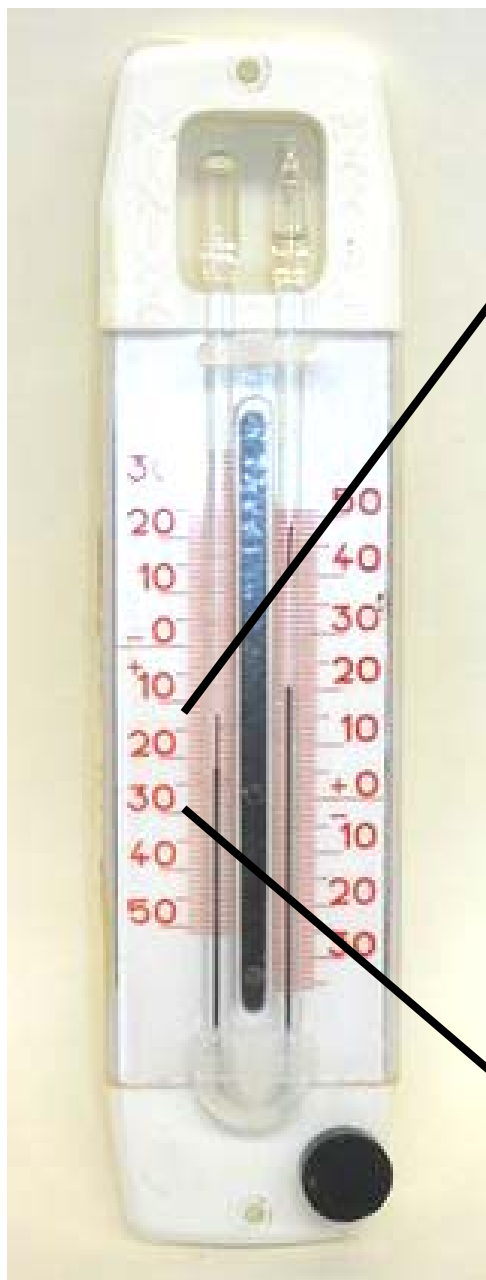
(teplotní závislost relativního prodloužení různých materiálů při vztažné teplotě 20°C)



Teplotoměry dilatační kapalinové:

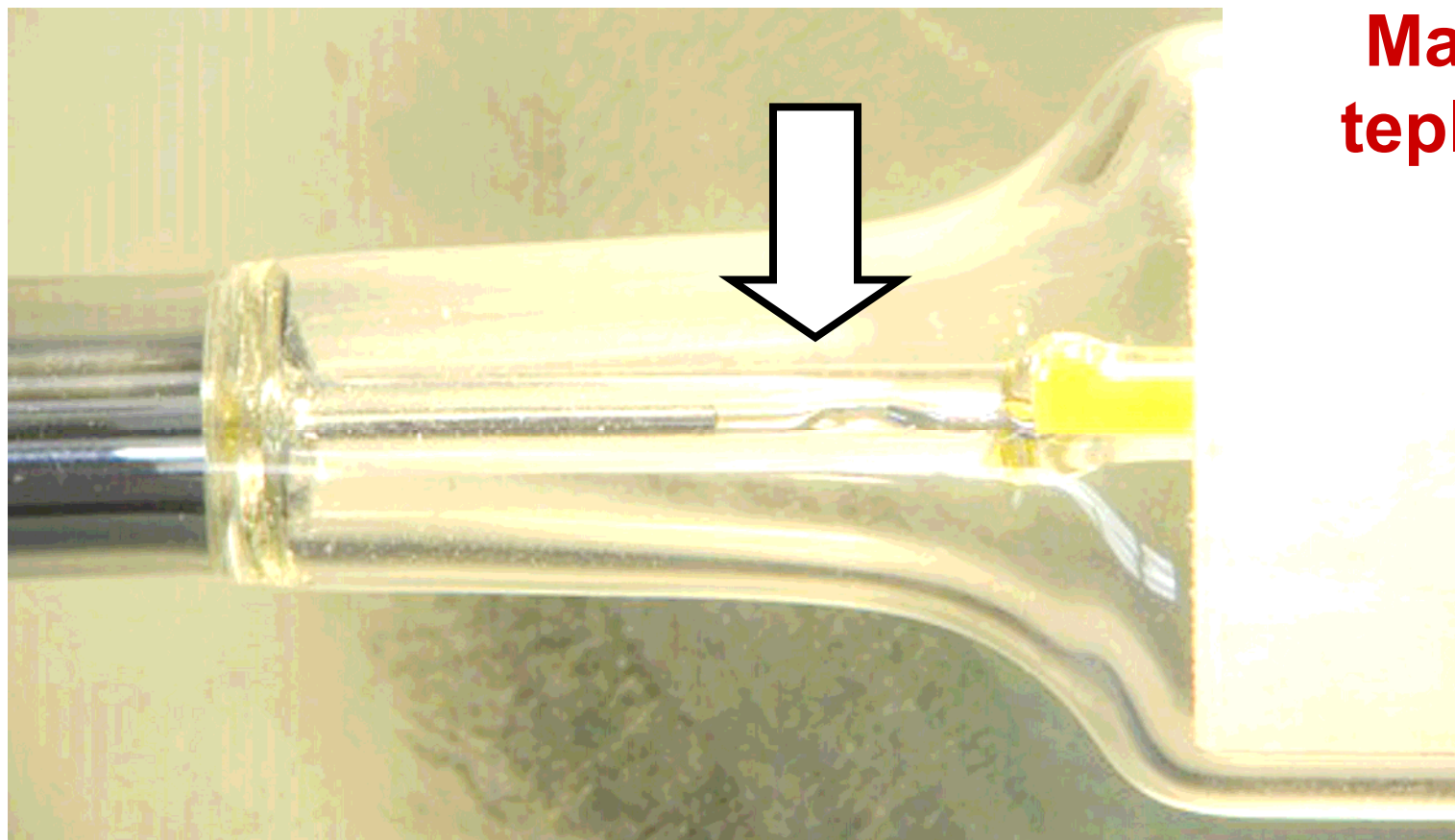
- **Líh/6 = rtuť = 8 x sklo;**
- **Rtuť- dobře vodivá, nelne ke sklu;**
- **Tření rtuti => poklepat, cejchovat při rostoucí teplotě;**
- **Dosmrštivost – reakce skla je pomalejší než rtuti (pokles nulového bodu po vyhřátí);**

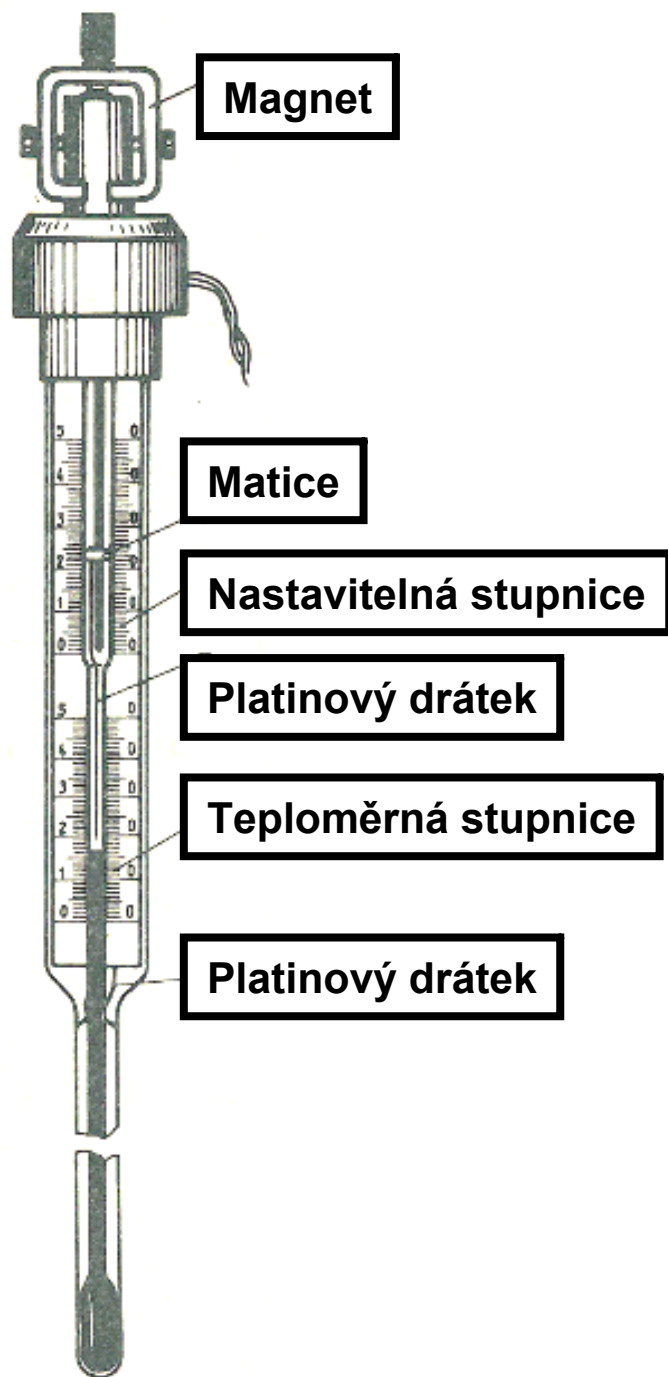
Maximo-minimální teplotoměr:



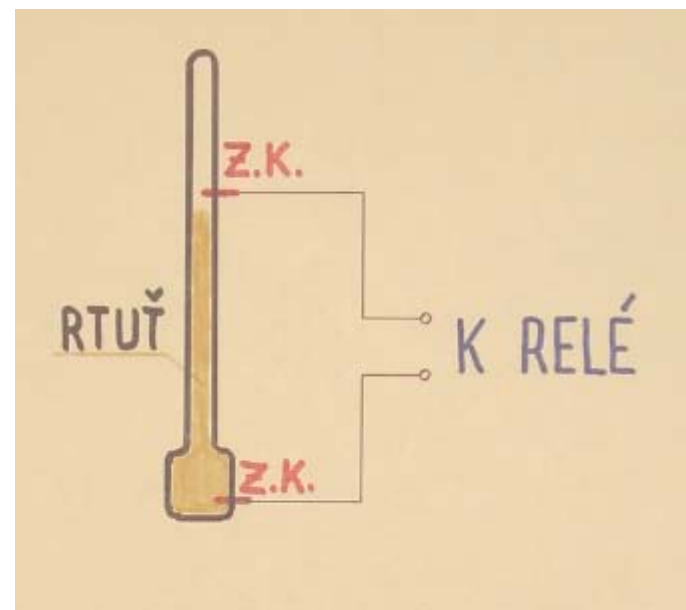
- je konstruován stejně jako teplotoměr lékařský, tzn. Se zúženým průřezem kapiláry nad nádobkou s teplotoměrnou tekutinou (rtuť). Ta proniká průřezem pouze při zvyšování teploty.
- Při poklesu teploty dojde ve zúženém místě k přetržení rtuťového sloupce a jeho délka v kapiláře pak určuje dosažené teplotní maximum.
- Po přečtení údaje se teplotoměr nastaví sklepaním.

**Maximální
teplotoměr:**

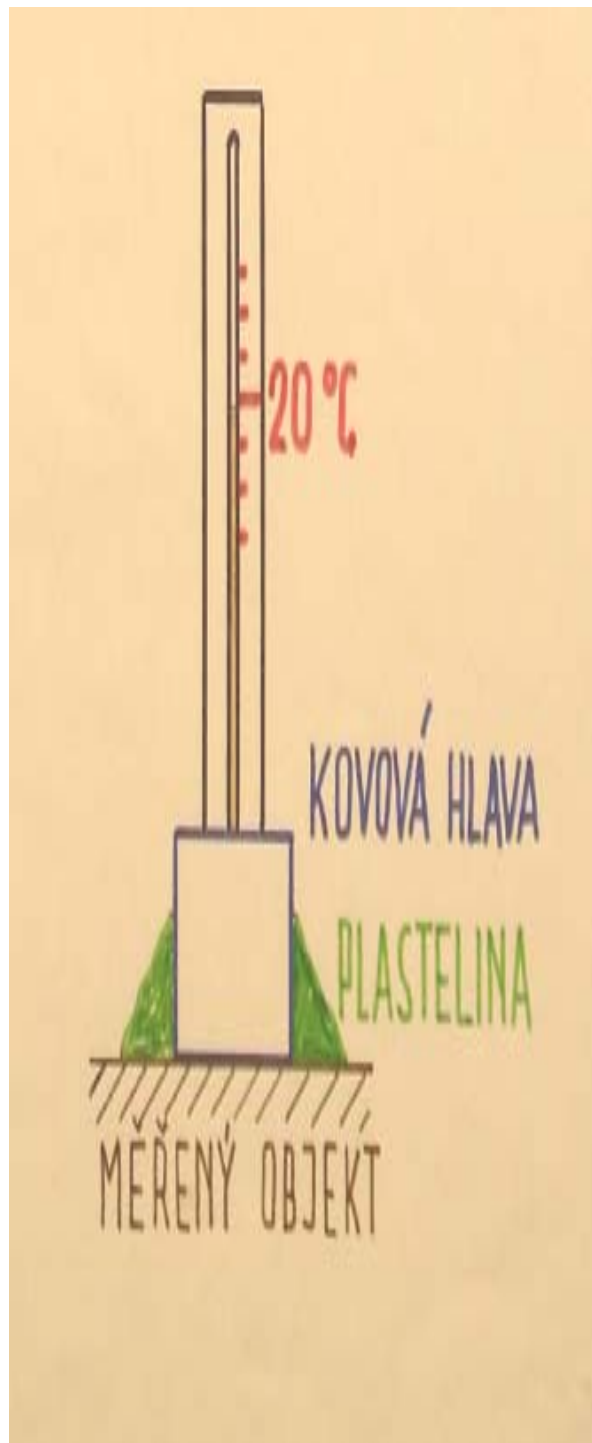




Teplotoměr kontaktní:



Teplotoměr hlavový:

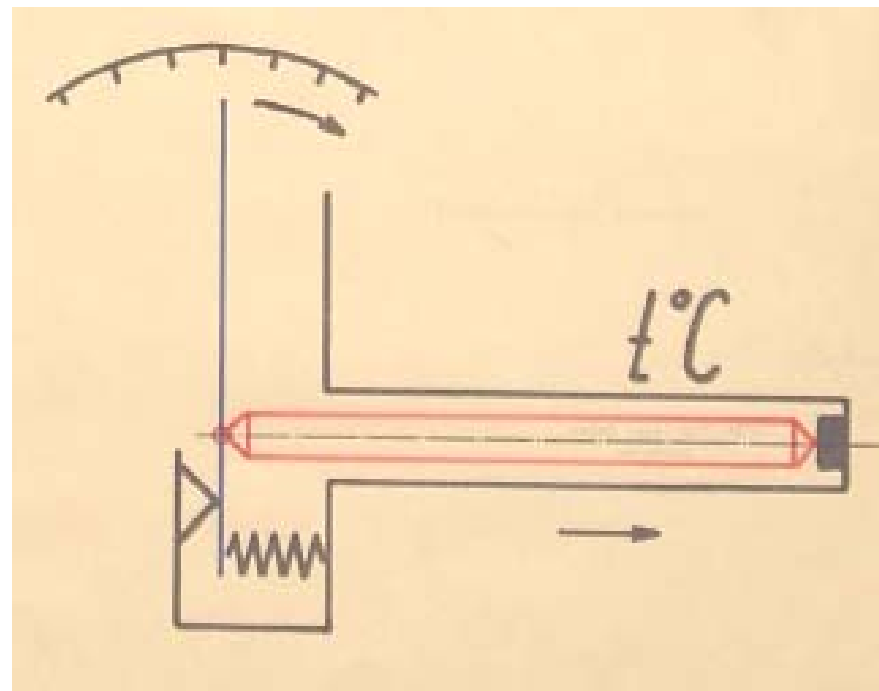
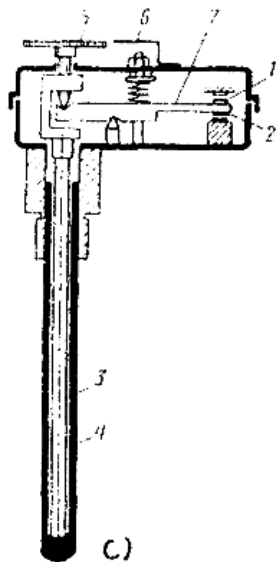
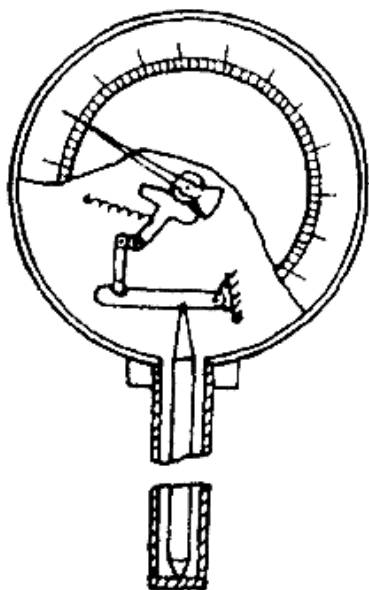


Teplotoměry dilatační kovové:

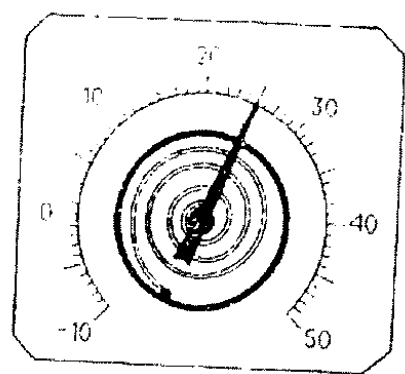
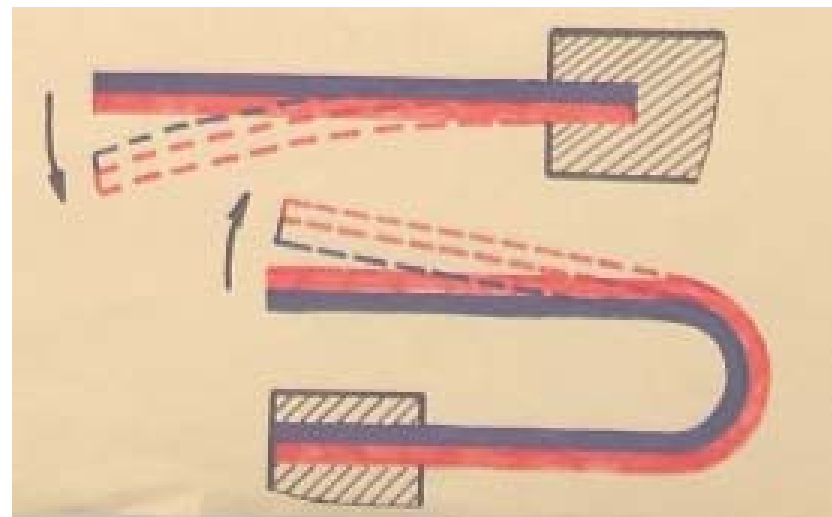
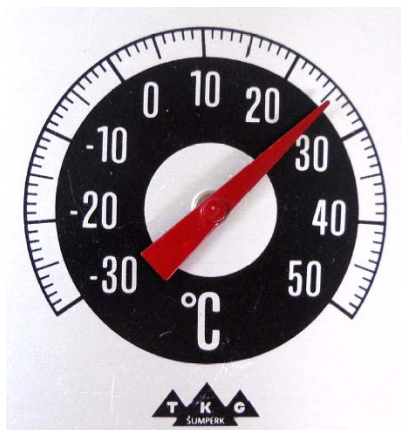
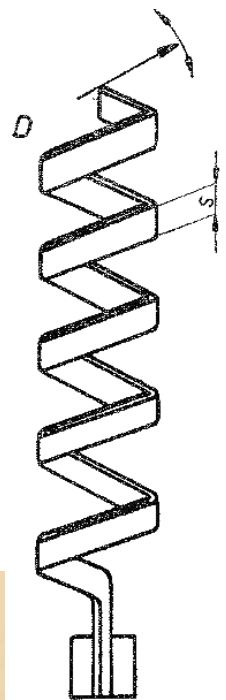
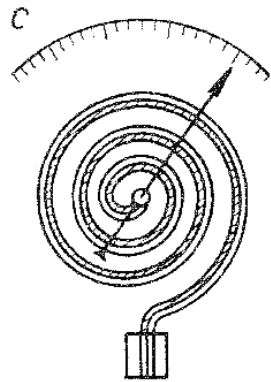
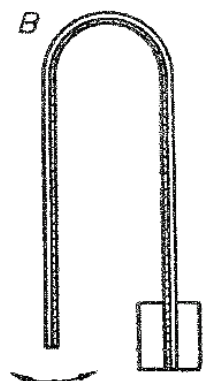
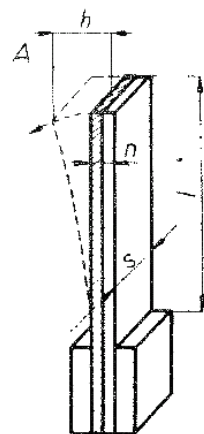
- **Součinitel délkové roztažnosti pevných látek není konstantní (mění se s teplotou), udává se obvykle stř. hodnota pro určitý interval.**

Teplotoměry dilatační kovové - monometalické:

- Válcové pouzdro (mosaz, ocel,...)-velká roztažnost;
- Tyč-invar (17536, 0,1%C, 35%Ni)-malá roztažnost;



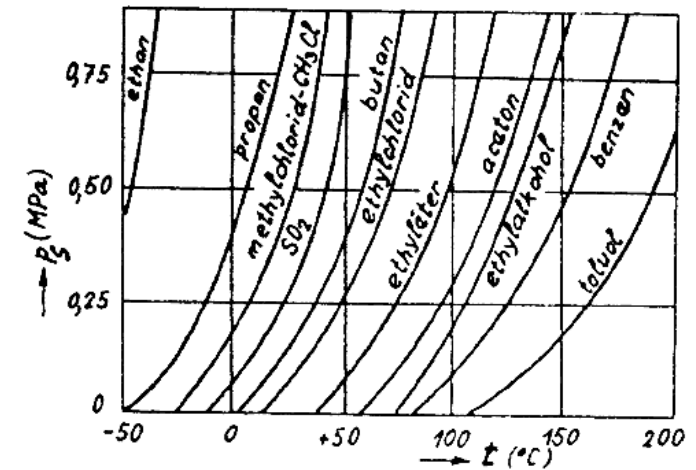
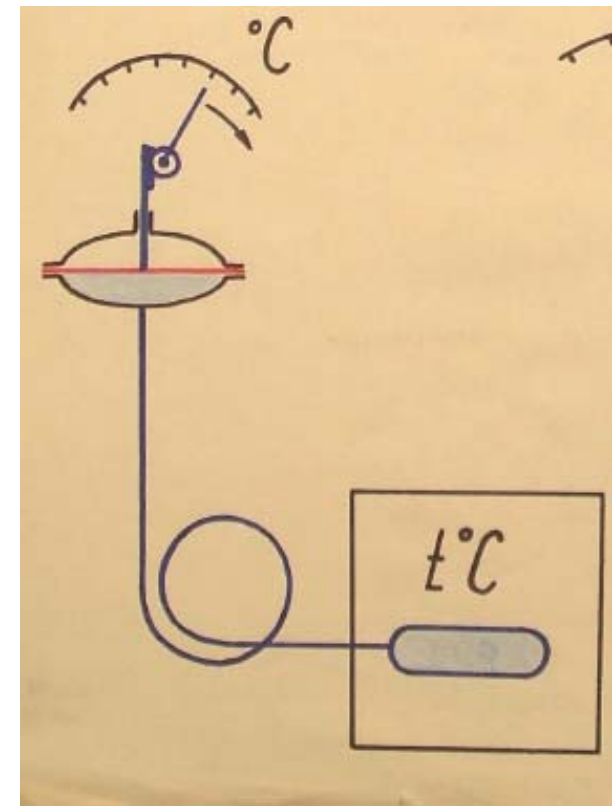
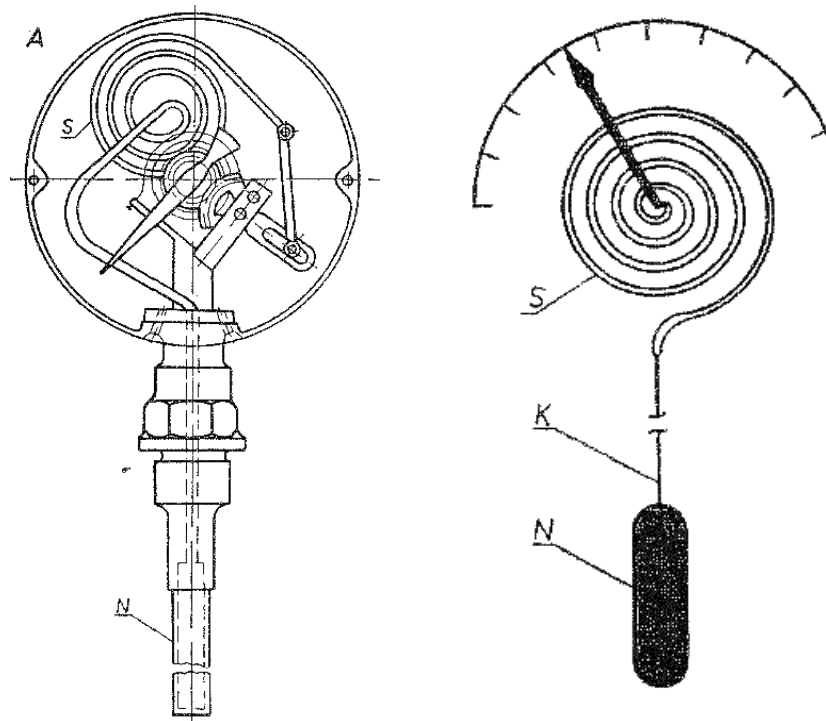
Teplotoměry dilatační kovové-bimetalové (dvojkovové):



Označení	Složina se součinitelem		Specif. zdvih k_t	Používá se do
	menším	větším		
2036	36 % Ni-Fe	20 % Ni-Fe + 6 % Mn	0,156	250 °C
2038A	38 % Ni-Fe	20 % Ni-Fe + 6 % Mn	0,140	300 °C
2042	42 % Ni-Fe	20 % Ni-Fe + 6 % Mn	0,110	400 °C

Teplotoměry dilatační plynové (tlakové teplotoměry):

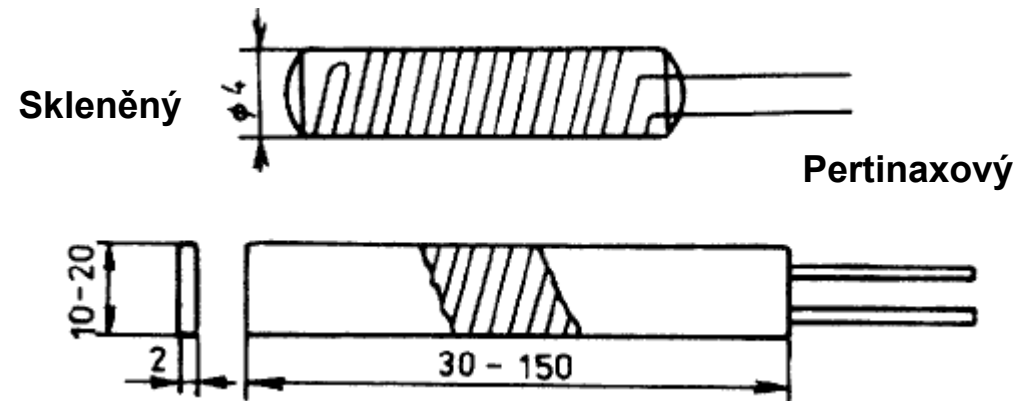
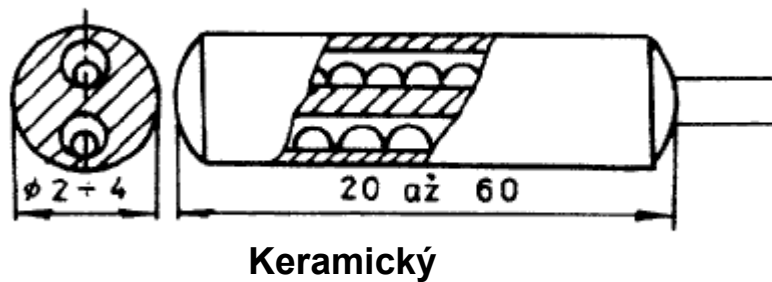
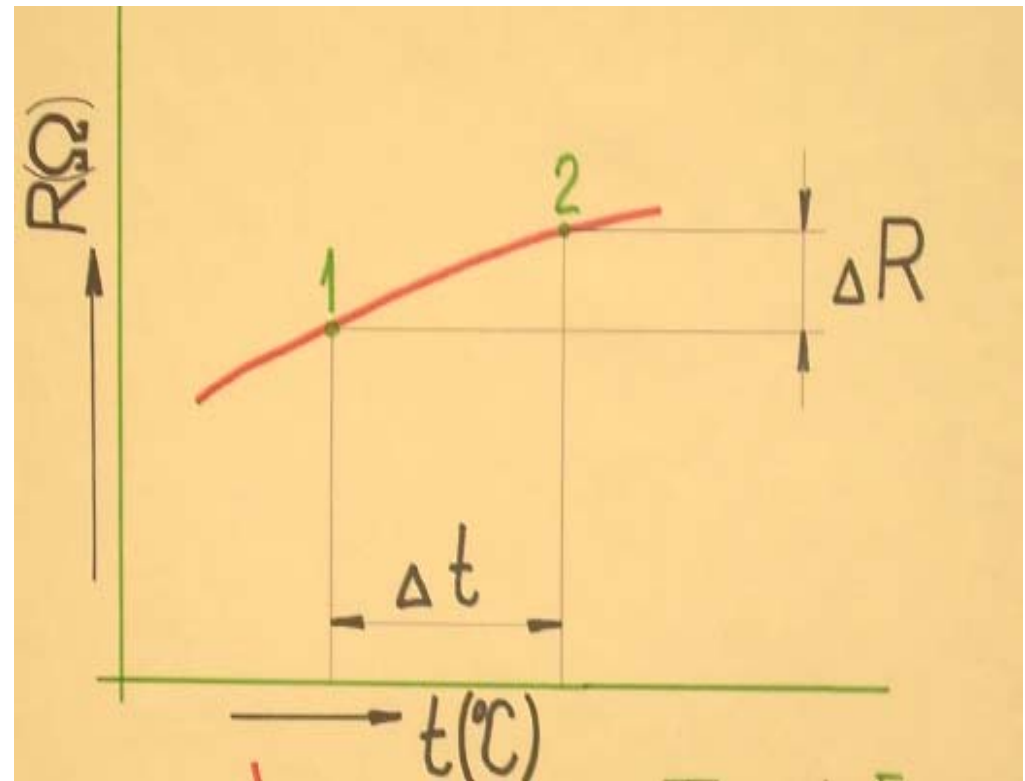
- Stejnotlakové (měříme změnu objemu);
- Tlakové (měříme změnu tlaku)-častější;



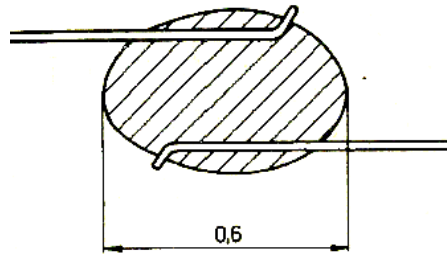
Teplotoměry elektrické-odporové:

Látka	$\frac{\rho}{10^{-8} \Omega \cdot m}$	$\frac{\alpha}{10^{-3} K^{-1}}$
měď	1,56	4,33
hliník	2,45	4,5
wolfram	4,89	4,83
platina	9,81	3,92
konstantan(55% Cu, 44% Ni, 1% Mn)	49	0,04
manganin(86% Cu, 12% Mn, 2% Ni)	43	0,01

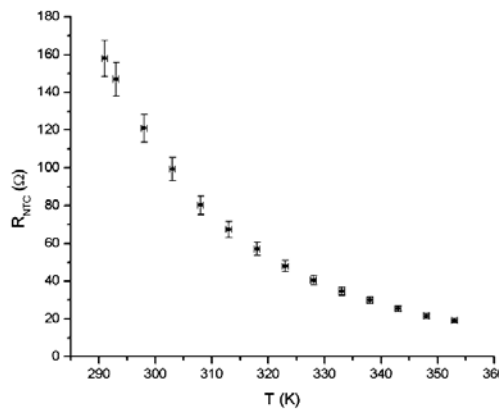
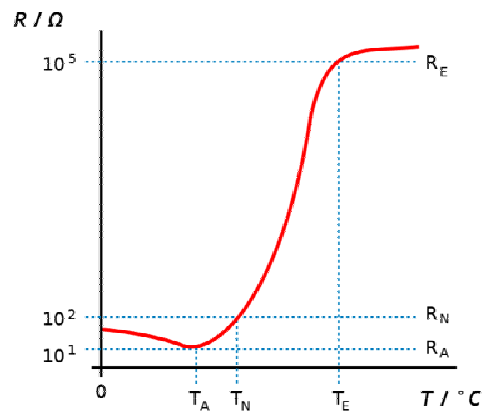
Měrný odpor a teplotní roztažnost



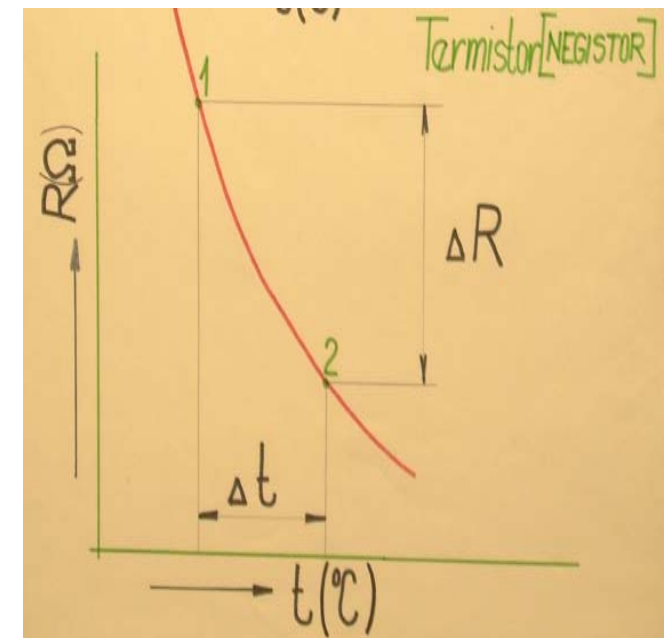
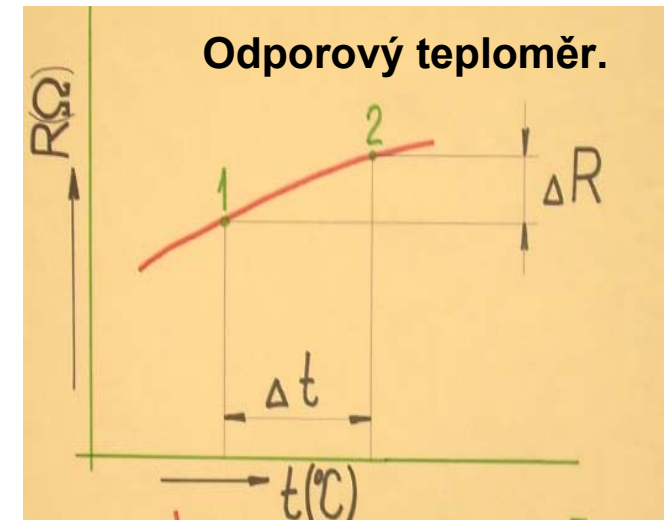
Termistory:



Perličkový termistor.

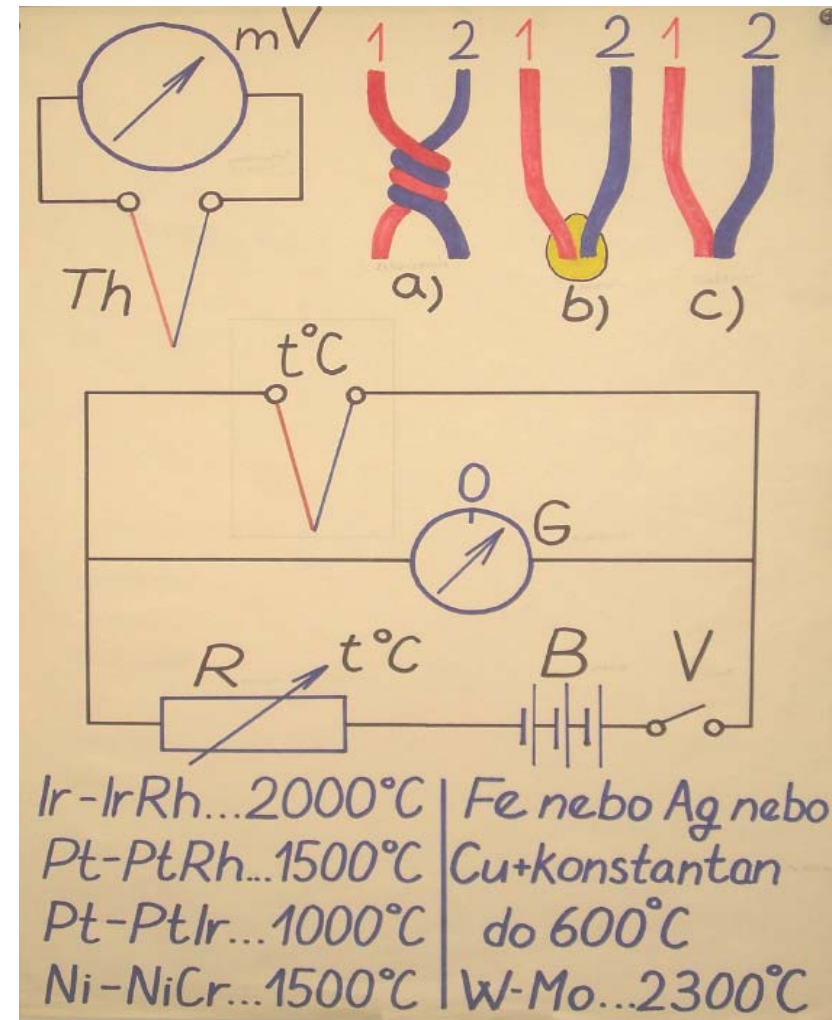
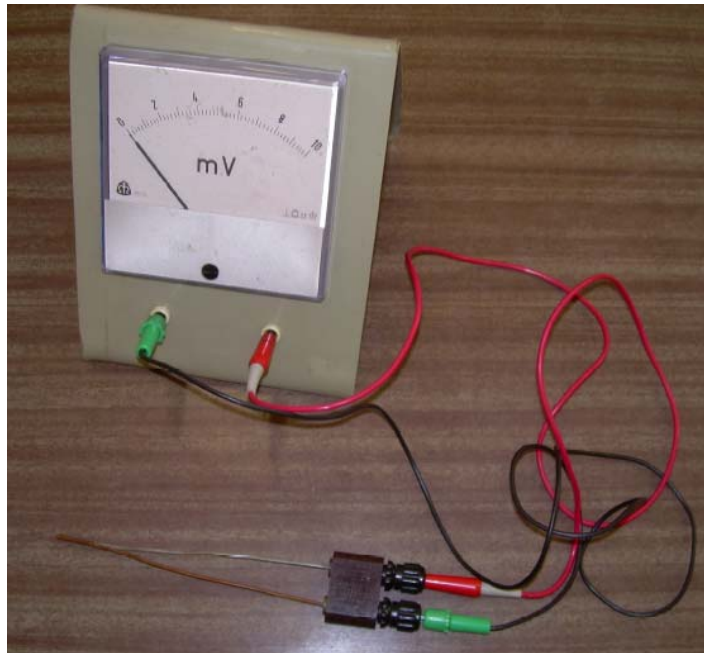


- PTC termistor (z angl. *Positive Temperature Coefficient* – pozitivní teplotní koeficient) tzv. pozistor, kterého odpor při zahřívání roste.
- NTC termistor (z angl. *Negative Temperature Coefficient* – negativní teplotní koeficient) tzv. negastor, kterého odpor při zahřívání klesá.

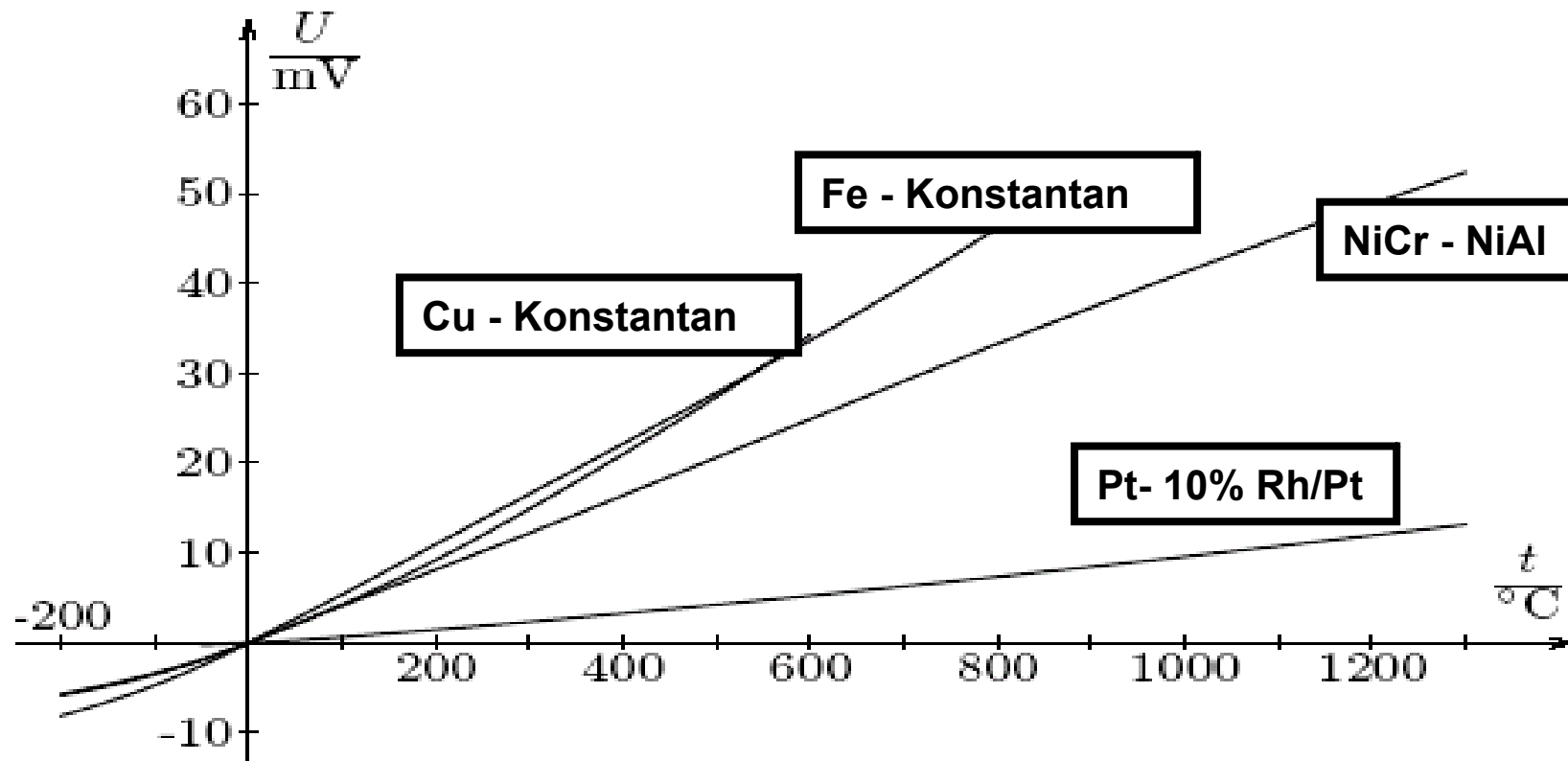


Teplotoměry elektrické-termočláanky:

- Dva různé kovy, vodivě na obou koncích spojené dávají vznik elektromotorické síle, jestliže jsou tyto spoje udržovány na různé teplotě.



Závislost termoelektrického napětí na teplotě t měřicího spoje při teplotě srovnávacích spojů $t_0=0^\circ\text{C}$:



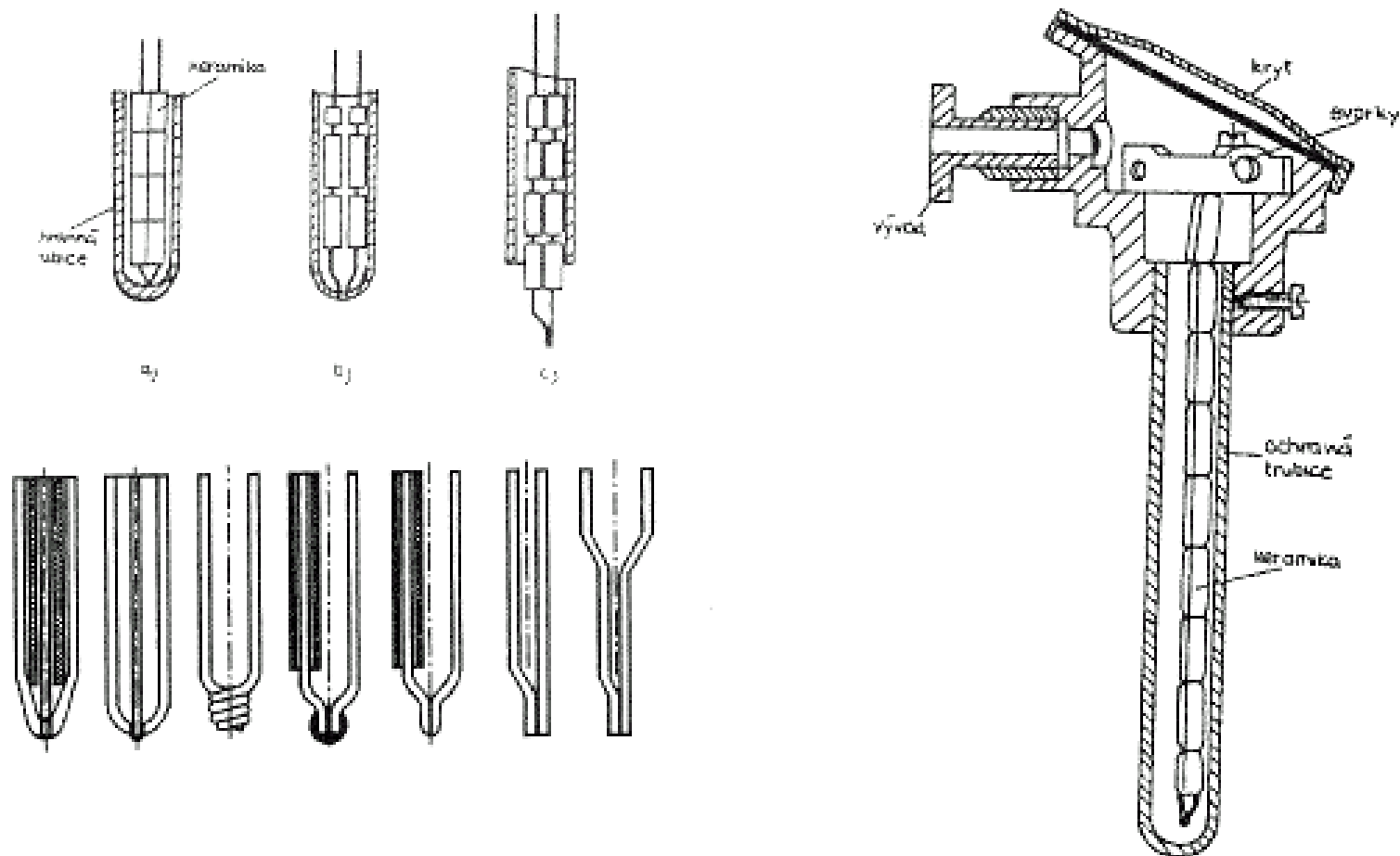
Termoelektrická napětí:

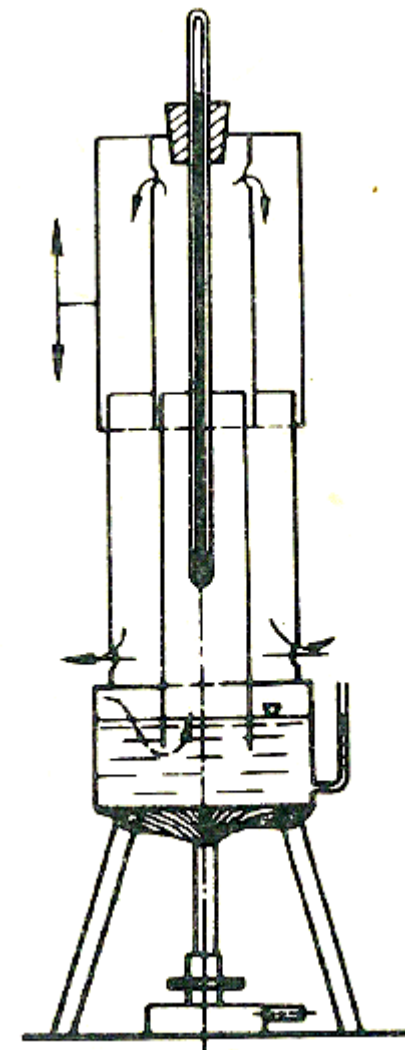
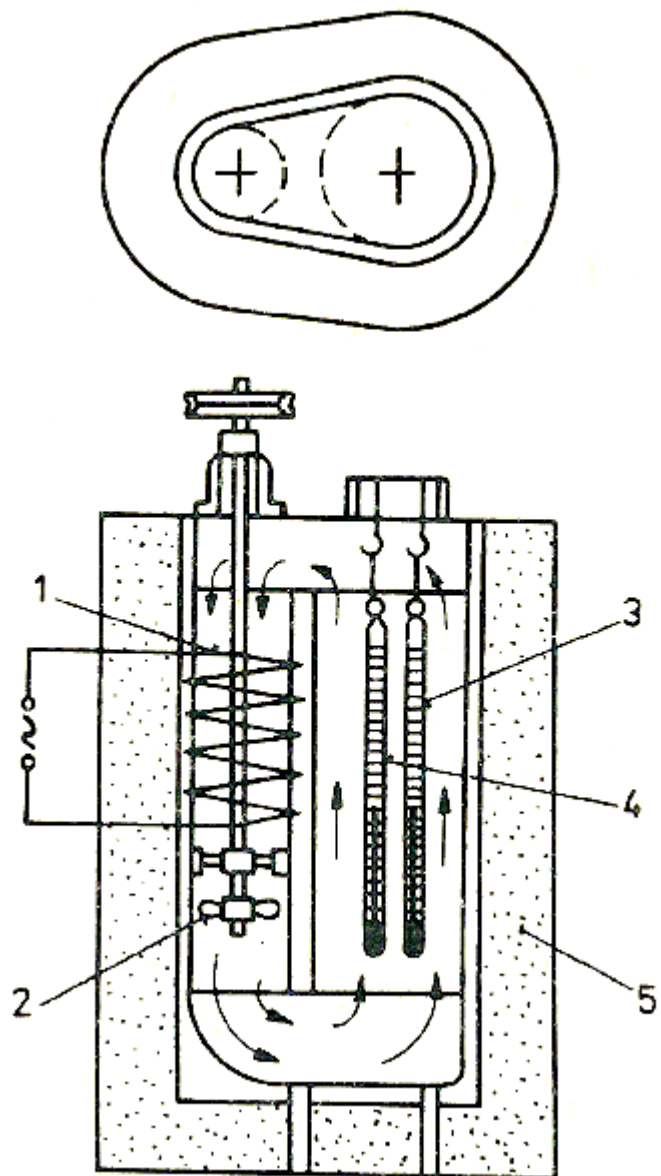
Elektromotorická napětí U termočlánků, jejichž druhý vodič je platinový, při teplotách stykových míst $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Znaménko $+$ značí, že u teplejšího spoje má platina vyšší potenciál.) Elektromotorické napětí termočlánku ze dvou různých vodičů při teplotách spojů $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ dostaneme jako rozdíl v tabulce uvedených hodnot.

Příklad: Termočlánek Fe–Cu: $1,8\text{ mV} - 0,75\text{ mV} = 1,05\text{ mV}$; termočlánek Fe – konstantan: $1,8\text{ mV} - (-3,4\text{ mV}) = 5,2\text{ mV}$.

Kov	$\frac{U}{\text{mV}}$	Kov	$\frac{U}{\text{mV}}$	Kov	$\frac{U}{\text{mV}}$
Křemík	+45	Rhodium	+0,65	Grafit	+0,2
Antimon	+4,7	Iridium	+0,65	Rtuť	0,0
Železo	+1,8	Manganin	+0,6	Platina	0,0
Molybden	+1,2	Tantal	+0,5	Sodík	-0,2
Kadmium	+0,9	Cesium	+0,5	Palladium	-0,3
Wolfram	+0,8	Cín	+0,45	Draslík	-0,9
Měď	+0,75	Olovo	+0,45	Nikl	-1,5
Zlato	+0,7	Hořčík	+0,4	Kobalt	-1,6
Stříbro	+0,7	Hliník	+0,4	Konstantan	-3,4
Zinek	+0,7	Uhlík	+0,3	Bismut	-7,0

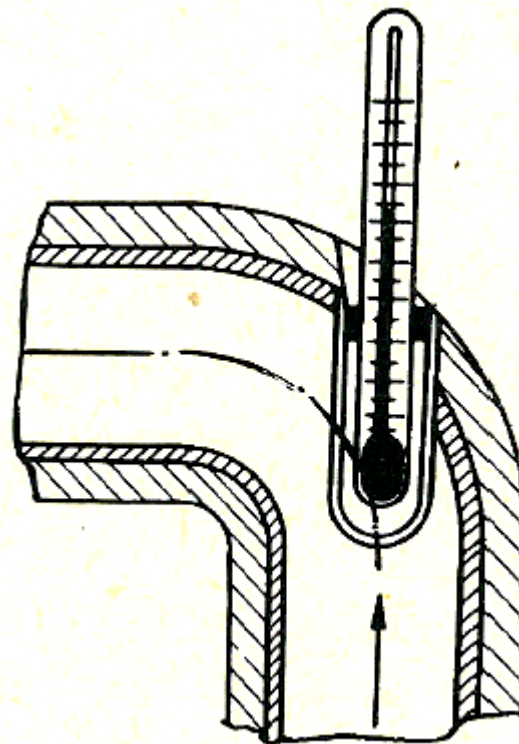
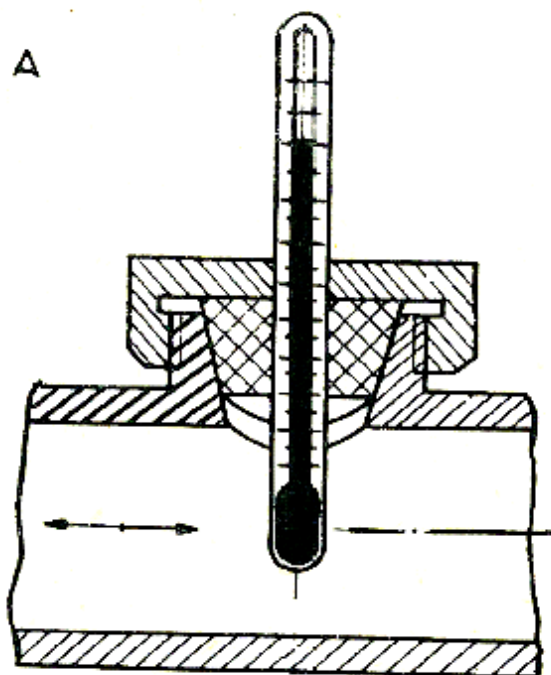
Konstrukce termočlánků:



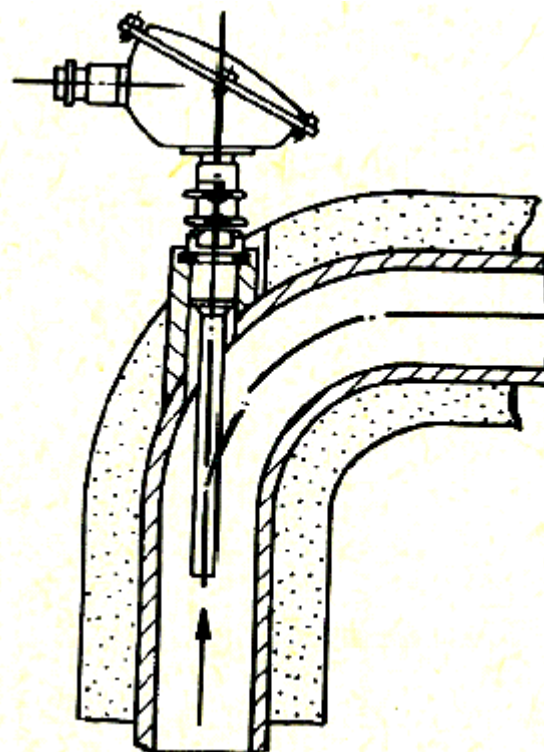
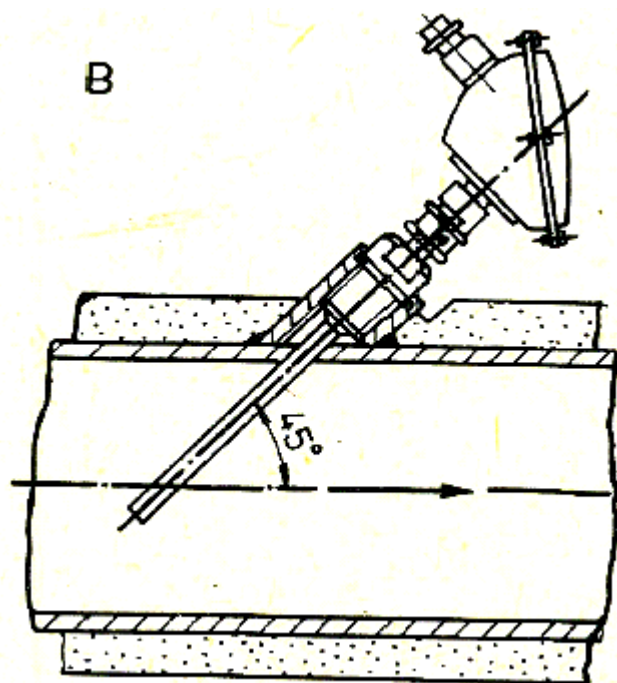


Cejchování kontaktních teplotoměrů:

Montáž kapalinových teplotoměrů: (v místě nejvyšší rychlosti)



Montáž elektrických teploměrů:



Interaktivní prvky:

- **Překreslete si vyučujícím určená schémata;**
- **Popište vlastními slovy jednotlivé snímky (vysvětlete funkci, atp.);**
- **Pokuste se nalézt v právě probrané prezentaci nepřesnosti;**

Použitá literatura:

- **ANONYMUS.** *Plakáty pro výuku předmětu Kontrola a měření.* SPŠS Sokolská 1. Brno nedatováno.
- **CHOCHOLA K., SLACH J., ŠULC J.** *Laboratorní cvičení.* Praha: STNL 1961.
- **MARTINÁK, M.** *Kontrola a měření.* Praha: STNL 1989.
- **MIKULČÁK J. et al.** *Matematické, fyzikální a chemické tabulky.* Praha: SPN, 1970.
- **ŠULC, J.** *Technologická a strojnická měření.* Praha: STNL 1982.
- **ŠULC, J., VYSLOUŽIL, Z.** *Laboratorní cvičení technologická a strojní.* Praha: STNL 1970.
- **TEYSSLER, V.,** *Technická měření ve strojnictví – tlak, teplota vlhkost.* Praha SNTL 1954.
- **VÁCLAVOVIČ A.,** *Měření a kontrola ve strojírenství.* Praha: SNTL, 1967.
- **VYSLOŽIL Z., ZELKO J.** *Meranie v strojárstve.* Bratislava: SVTL 1962.
- **VYSLOUŽIL Z., KOVAL J.** *Technologické a strojnické merania.* Bratislava: Alfa, 1978.