



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 zvláštní a bezdotykové**

Autor: Ing. Smolek Jan

Číslo: Smolek Jan_32_INOVACE_22-04

Anotace: Prezentace jako podpora k výkladu způsobů bezdotykového měření teploty ve Strojních a technologických laboratořích středních průmyslových škol. DUM je určen pro čtvrté ročníky Technického lycea a třetí ročníky všech ostatních oborů. Materiál byl vytvořen v červenci 2013.

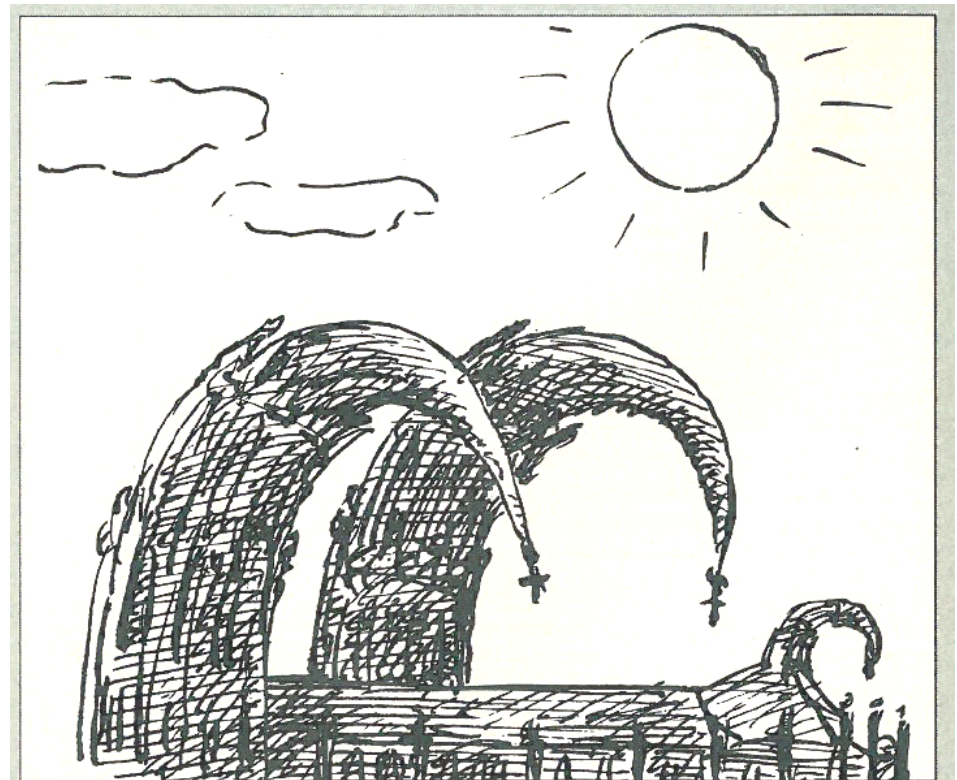
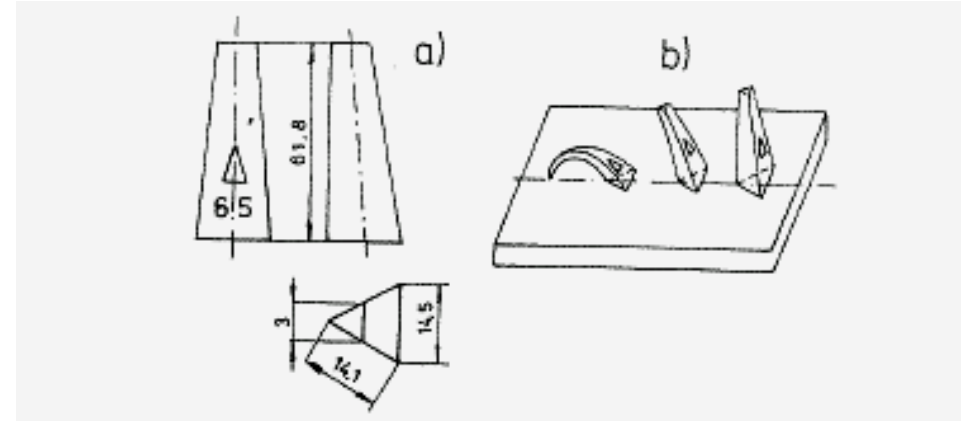
- **Žároměrky**
 - keramické (Segerovy) jehlánky
- **Barevná indikace teploty:**
 - termokřídly (VUSKy)
 - chemické barevné indikátory
 - teplotoměrné nátěry (thermocolory)
 - teplotoměrné tablety
 - teplotoměrné tužky
 - teplotoměrné nálepky
 - luminiscenční barevné indikátory teploty
 - kapalné krystaly
 - „popuštěcí“ barvy
 - „žárové“ barvy
- **Bezdotykové (bezkontaktní) měření teploty:**
 - pyrometry
 - jasové
 - pásmové
 - barvové
 - radiační
 - fototermometrie
 - termovize
- **Měření teploty kalolimetrické**

Měření teploty zvláštní a bezdotykové:



Žároměrky - Segerovy jehlánky:

600°C až 2000°C



S růstem globálního oteplování budou některé gotické katedrály fungovat jako Segerovy jehlany

Segerovy jehlánky (žároměrky):

Označení	°C	Označení	°C	Označení	°C
21	650	1a	1100	20	1530
20	670	2a	1120	26	1580
19	690	3a	1140	27	1610
18	710	4a	1160	28	1630
17	730	5a	1180	29	1650
16	750	6a	1200	30	1670
015a	790	7	1230	31	1690
014a	815	8	1250	32	1710
013a	835	9	1280	33	1730
012a	855	10	1300	34	1750
011a	880	11	1320	35	1770
010a	900	12	1350	36	1790
09a	920	13	1380	37	1825
08a	940	14	1410	38	1850
07a	960	15	1435	39	1880
06a	980	16	1460	40	1920
05a	1000	17	1480	41	1960
04a	1020	18	1500	42	2000
03a	1040	19	1520		
02a	1060				
01a	1080				

Indikovaná teplota při rychlosti ohřevu			
Označení	60°C/hod	150°C/hod	300°C/hod
20	625	635	666
18	696	717	752
16	764	792	825
14	834	838	870
12	866	884	900
10	887	894	919
8	945	955	983
6	991	999	1023
4	1050	1060	1098
3	1086	1101	1131
2	1101	1120	1148
1	1117	1137	1178
1	1136	1154	1179
2	1142	1162	1179
3	1152	1168	1196
4	1168	1186	1209
5	1177	1196	1221
6	1201	1222	1255
7	1215	1240	1264
8	1236	1263	1300
9	1260	1280	1317
10	1285	1305	1330
11	1294	1315	1336
12	1306	1326	1355

Termokřídy (Vusky):



40°C až 1400°C

Chemické barevné indikátory:

se světlovody	-11 až 200
s kapalnými krystaly	-20 až 250
iontové	200 až 720
krystalové	-80 až 250
barevné nátěry a tužky	40 až 1400
tavná tělíska a tablety	100 až 1650
keramické žároměrky	600 až 2000
Bezdotykové teploměry:	
pyrometry jasové	650 až 3500
pyrometry pásmové	300 až 2000
pyrometry barvové	700 až 2000
pyrometry radiační	50 až 2300
fototermometrie	-50 až 650
termovize	-50 až 1000 (1500)

Měření teploty pomocí barevných nátěrů:



např.: Termocolor č.41

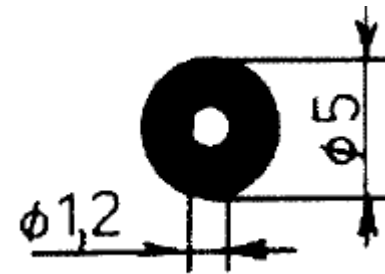
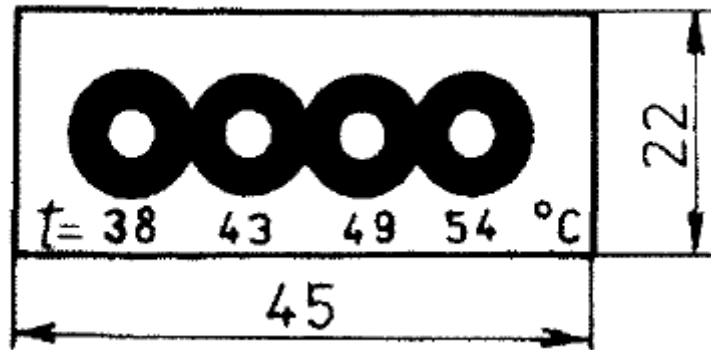
40°C až 680°C

°C	Základní barva	Změněná barva
65	světlezelená	světlemodrá
145	světlemodrá	žlutá
220	žlutá	černá
340	černá	hnědá

Teplotoměrné tablety:

-20°C až 250°C

Teplotoměrné nálepky:



-20°C až 250°C

Teplotoměrné tužky -(zápustek, svařenců) pomocí čar
spec. tužkou (Termochromy):

-20°C až 250°C

Luminiscenční barevné indikátory teploty:

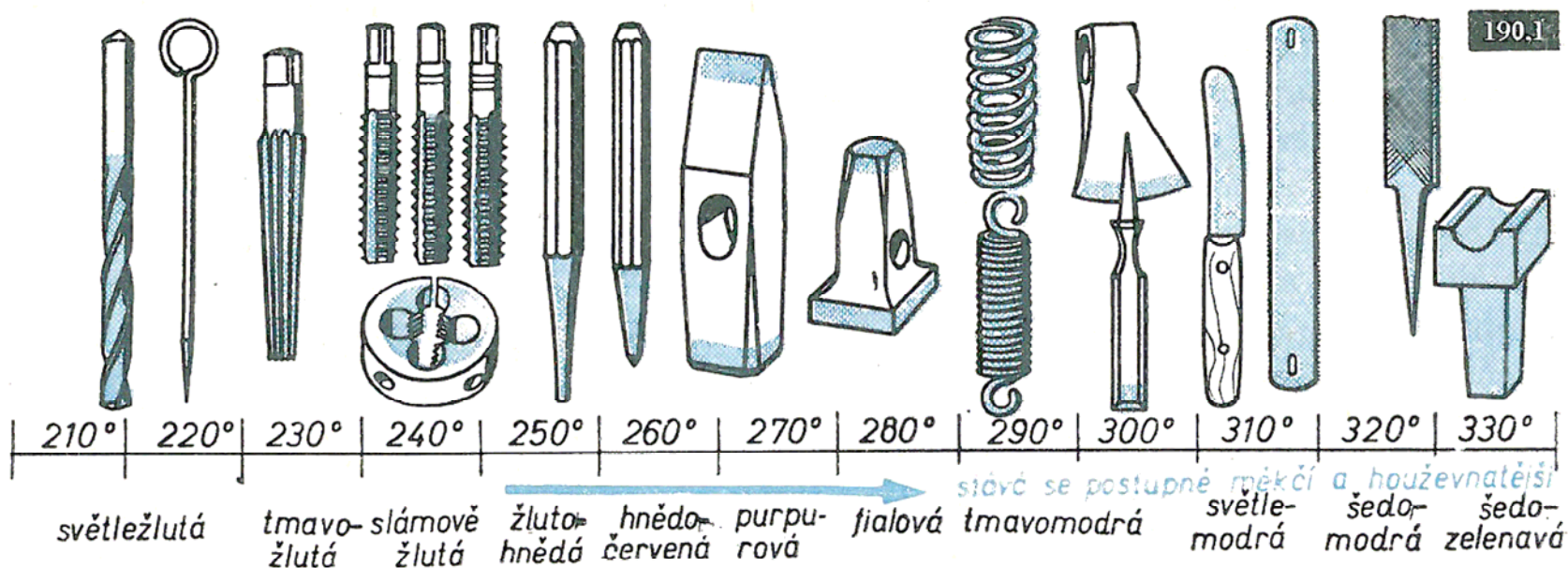
-20°C až 250°C

Kapalné krystaly:

-20°C až 250°C

Barvy při popouštění:

- Na vyčištěném povrchu oceli se ukazují postupně barvy (slabá vrstva kyslíčků).
- Použitelné pro uhlíkové a slabě slitinové oceli a spíše jen pro malé součásti.



200°C až 350°C

Tzv. Popouštěcí barvy:

Barvy odpovídají přibližně těmto teplotám:

kovově čistý povrch do	200 °C,
žlutobílá	210 °C,
světle slámová žlutá	220 °C,
žlutá	230 °C,
tmavožlutá	240 °C,
žlutohnědá	250 °C,
červenohnědá	260 °C,
červená	270 °C,
fialová	280 °C,
tmavomodrá	290 °C,
chrpově modrá	300 °C,
světle modrá	310 °C,
šedomodrá	320 °C,
šedá až šedozelená	330 °C.



Barva:		Stupňů Celsia:
Světle žlutá		200°
Slámově žlutá		220°
Žlutá		230°
Hnědožlutá		240°
Hnědočervená		250°
Červená		260°
Purpurově červená		270°
Fialová		280°
Tmavě modrá		290°
Chrpově modrá		300°
Světle modrá		320°
Šedomodrá		340°
Šedá		360°

Tabulka platí pouze pro uhlíkové a méně legované oceli!

Bezdotykové měření teploty:

- Všechna tělesa okolo nás vyzařují tepelné elektromagnetické záření, převážně v infračervené oblasti spektra v rozmezí vlnových délek od $0,76\text{ }\mu\text{m}$ do $40\text{ }\mu\text{m}$.
- Při teplotách nad $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ (rozpálená plotýnka vařiče, žhavé vlákno žárovky) vnímáme část tohoto záření jako viditelné světlo o vlnových délkách $0,4\text{ }\mu\text{m}$ až $0,76\text{ }\mu\text{m}$. Vnímáme však i intenzivnější infračervené záření, například z rozpálených kamen.

Žárové barvy:

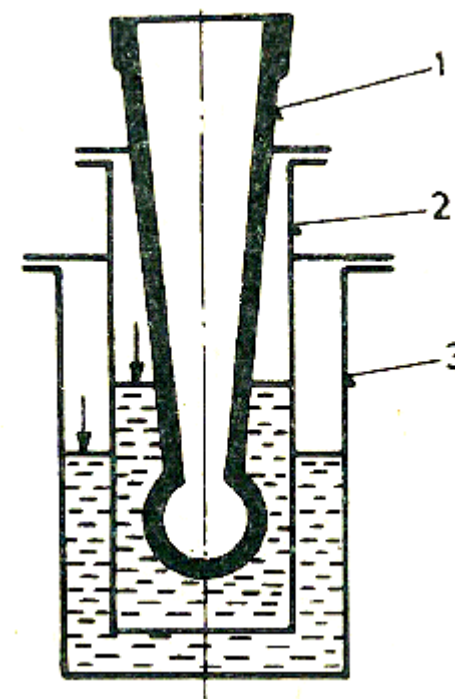


černohnědá	520 až 580 °C,
červenohnědá	580 až 650 °C,
tmavočervená	650 až 750 °C,
tmavě třešňově červená	750 až 780 °C,
třešňově červená	780 až 800 °C,
světle třešňově červená	800 až 830 °C,
světle červená	830 až 880 °C,
žlutočervená	880 až 1 050 °C,
tmavožlutá	1 050 až 1 150 °C,
světle žlutá	1 150 až 1 250 °C,
bílá	1 250 až 1 320 °C.

550°C až 1300°C

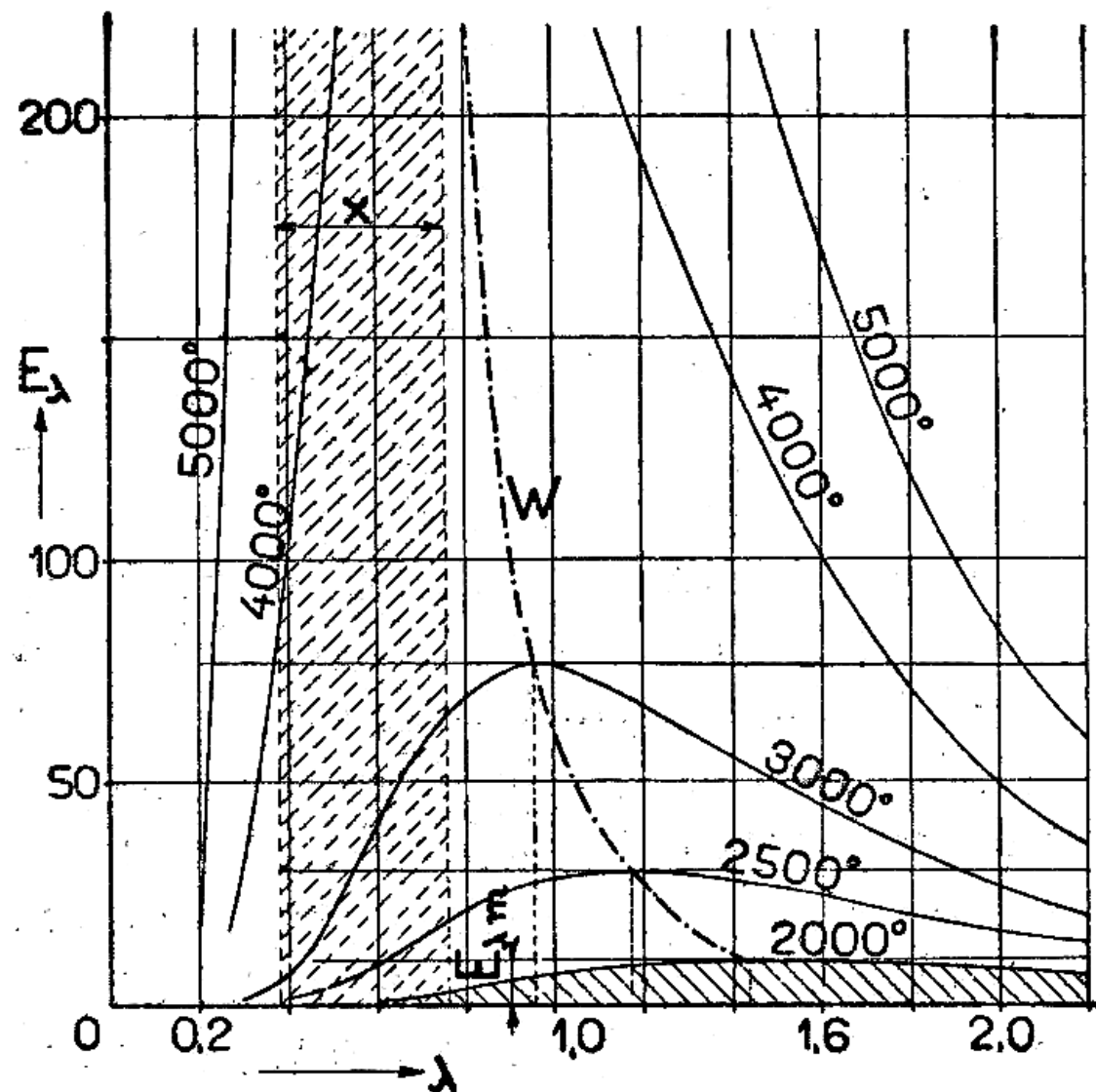
Barva:	Stupňů Celsia:	16
Tmavě hnědá	550°	
Hnědočervená	630°	
Tmavě červená	680°	
Tmavá třešňově červená	740°	
Třešňově červená	780°	
Světlá třešňově červená	810°	
Světle červená	850°	
Jasná světle červená	900°	
Žlutočervená	950°	
Světlá žlutočervená	1000°	
Žlutá	1100°	
Světle žlutá	1200°	
Žlutobílá	1300° a výše	

tzv. černé těleso:

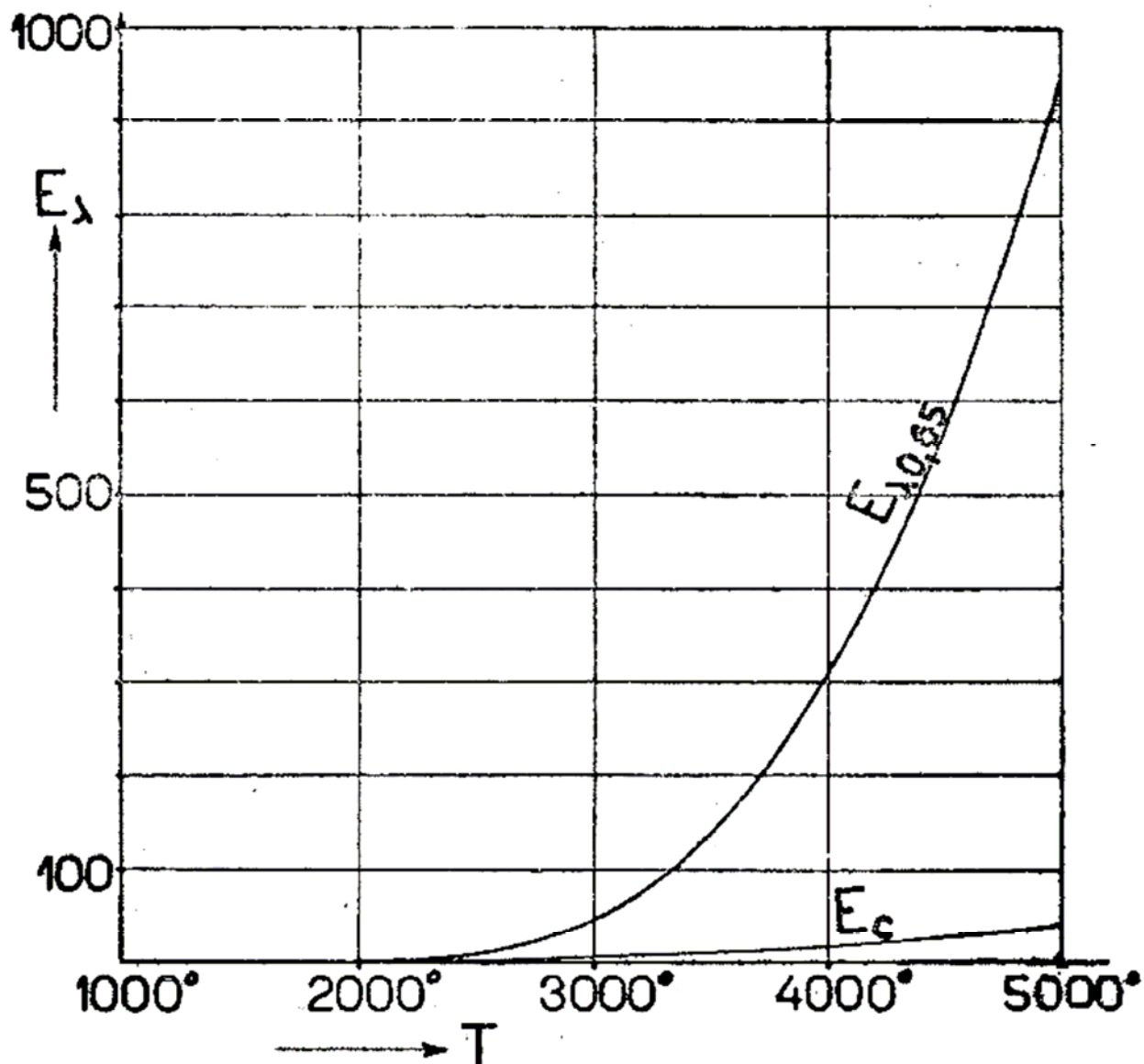


Materiál:	ϵ_λ	Materiál:	ϵ_λ
hliník neoxidovaný	0,12 - 0,18	zinek	0,25 - 0,40
železo lesklé	0,32 - 0,42	grafit, uhlí	0,65 - 0,97
nikl	0,31 - 0,45	porcelán	0,26 - 0,51
wolfram	0,37 - 0,48	struska	0,71 - 0,98
měď	0,10 - 0,35	dinasové cihly	0,92 - 1,00

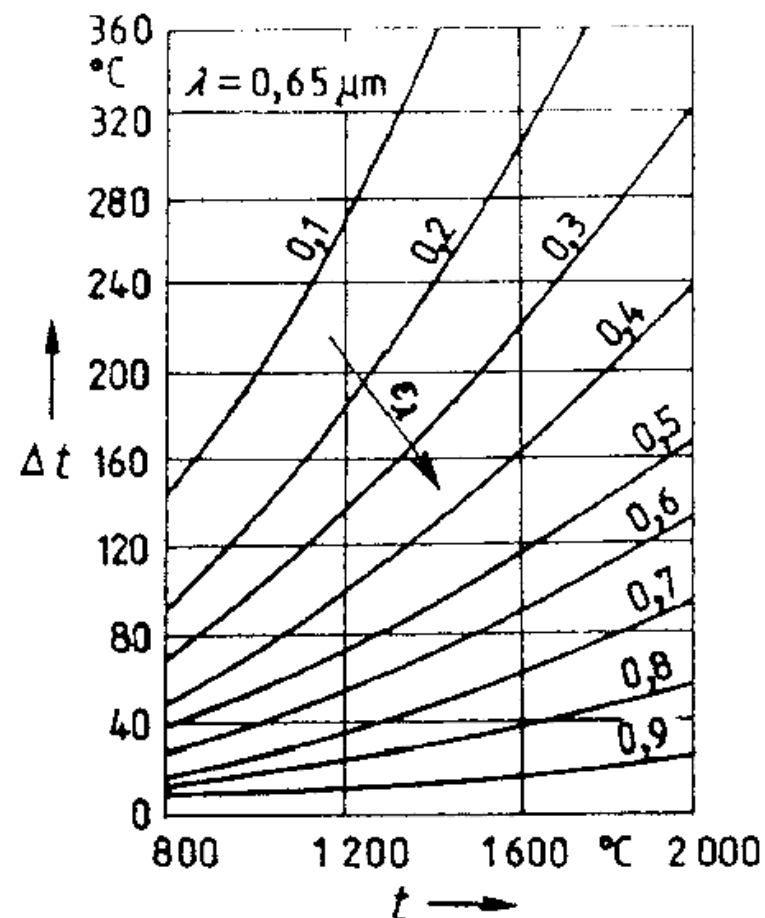
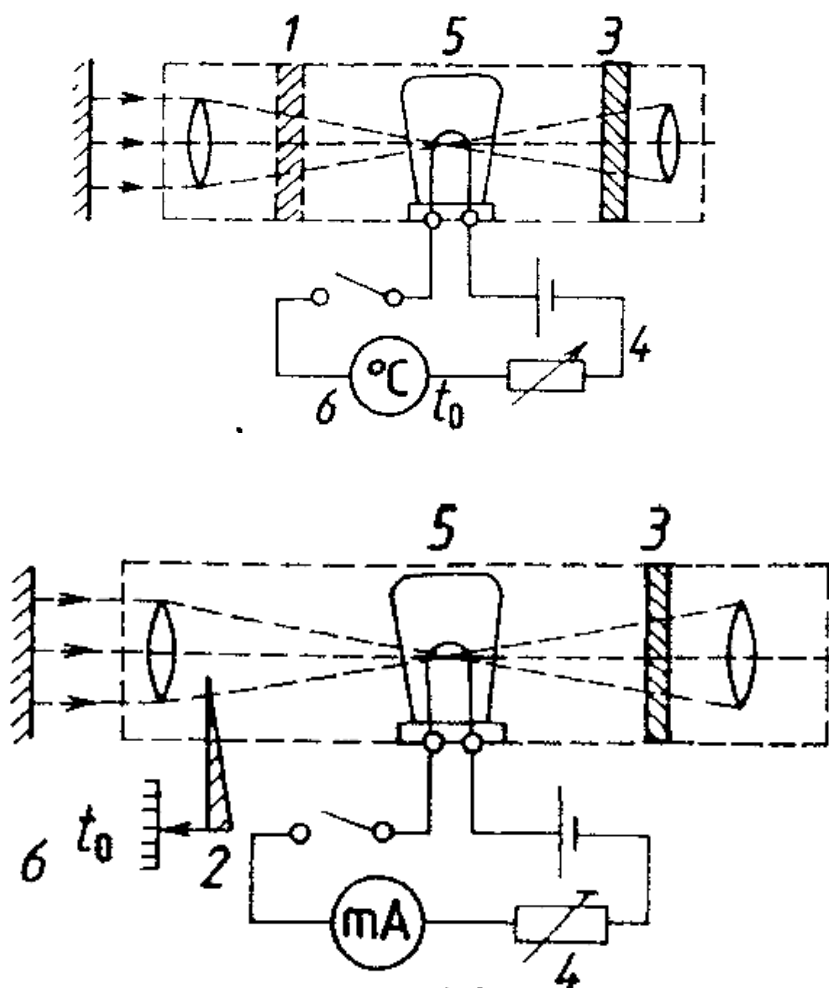
Energie záření černého tělesa



Energie záření černého tělesa

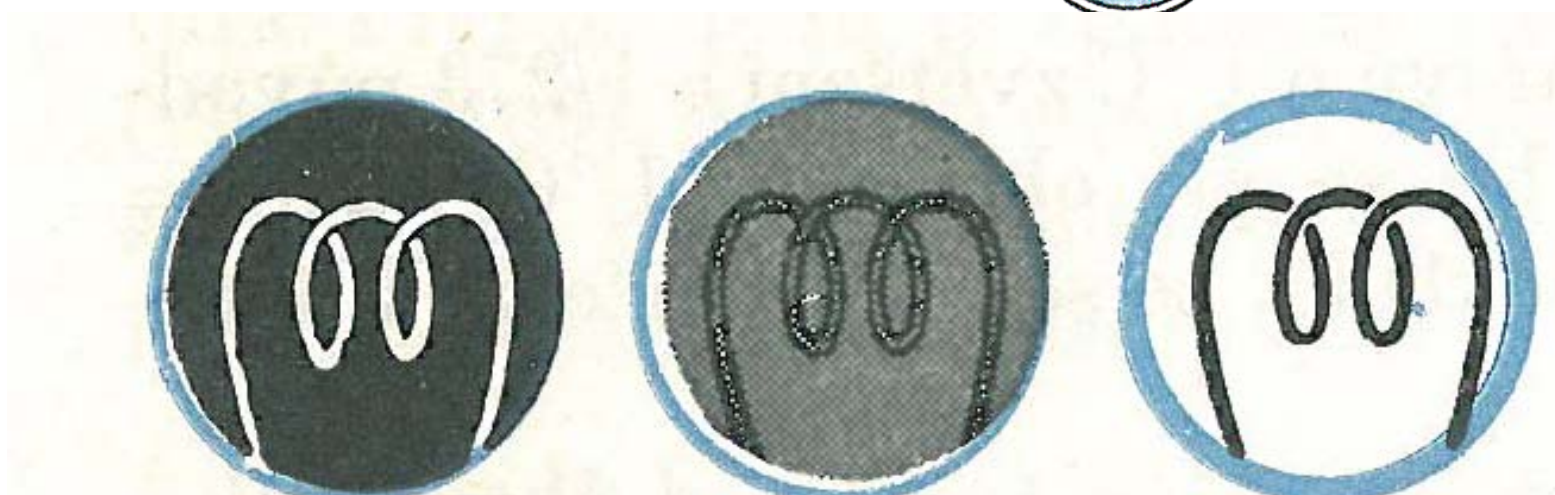
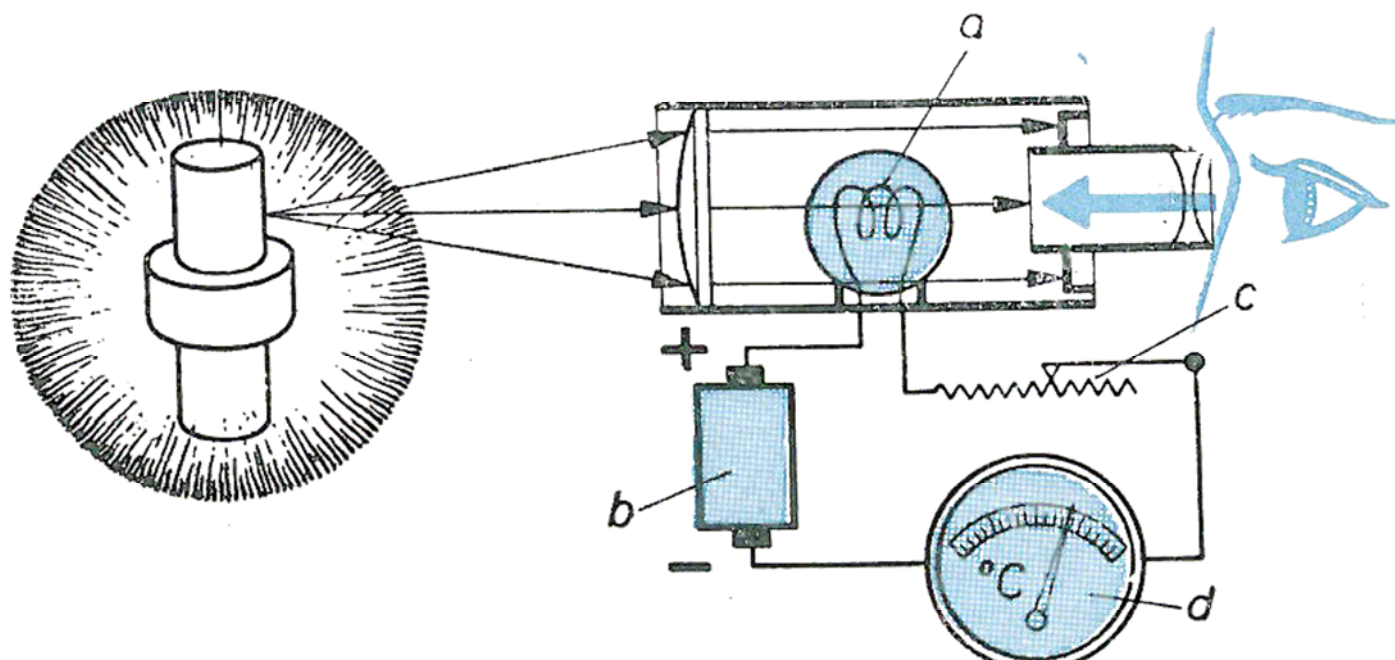


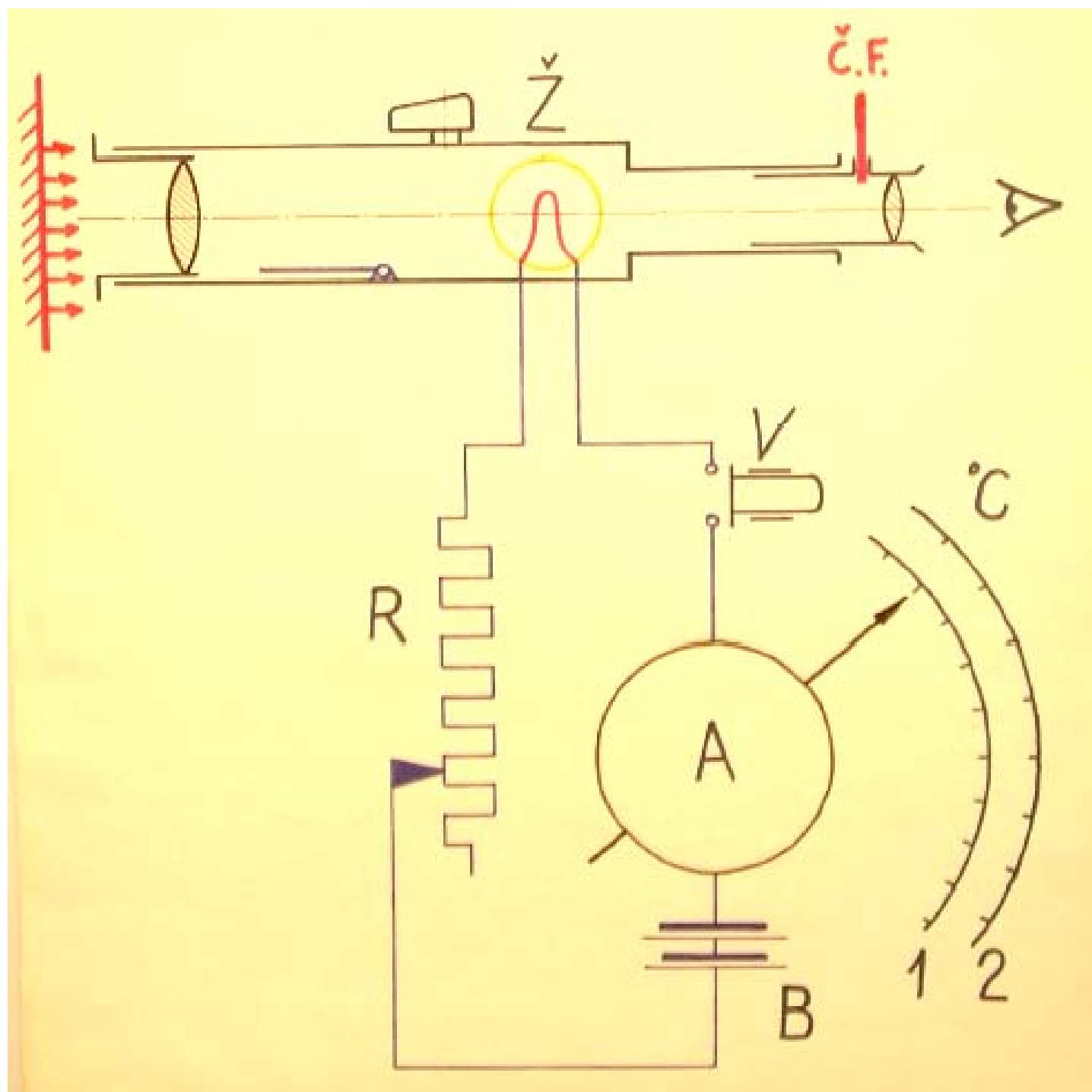
Pyrometry monochromatické (jasové): (S mizejícím vláknem, s šedým klínem)



650 $^{\circ}\text{C}$ až 3500 $^{\circ}\text{C}$

Radiační optický pyrometr se srovnávacím zdrojem proměnné teploty:



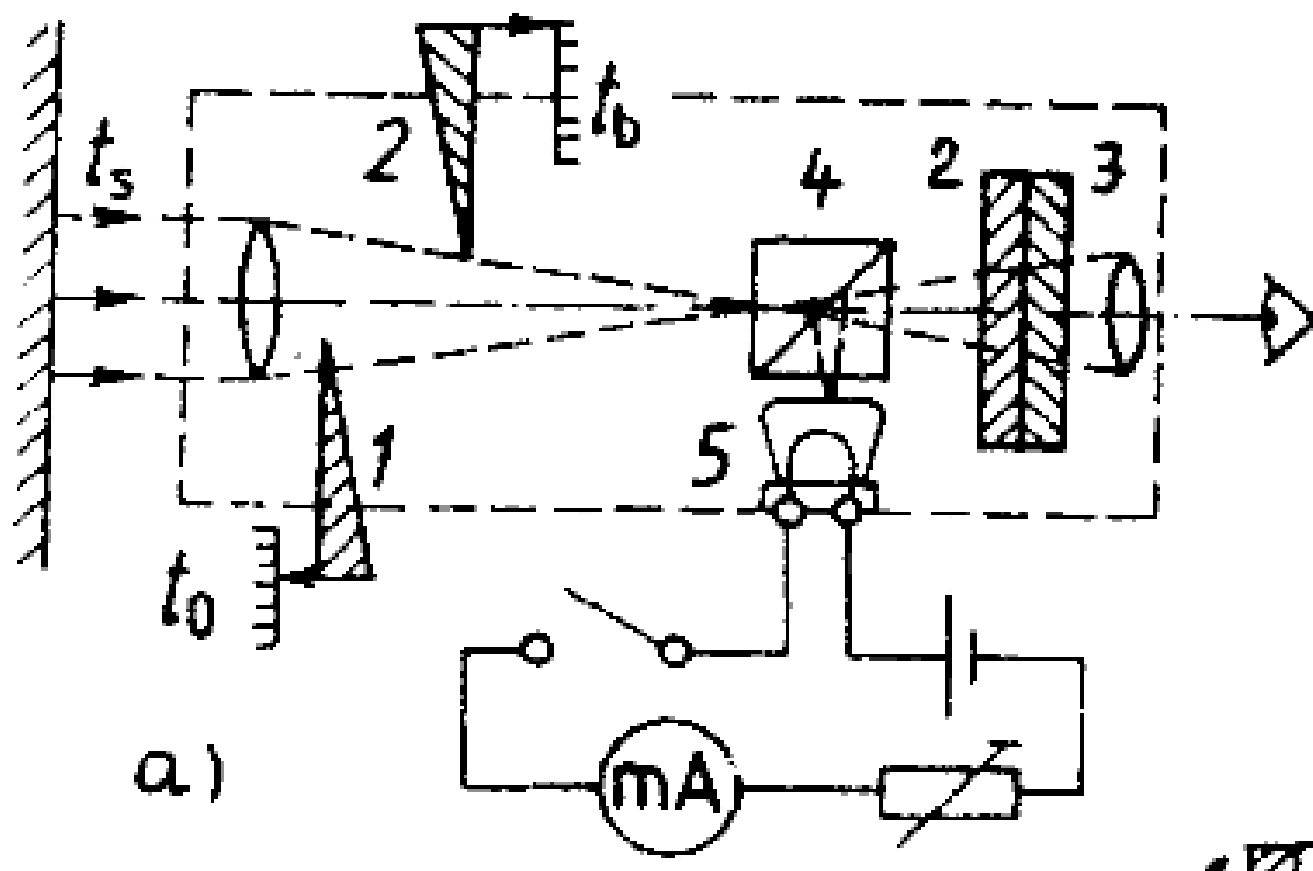


**Radiační
pyrometr**

Cejchování pyrometrů:



Pyrometry založené na částečném záření:

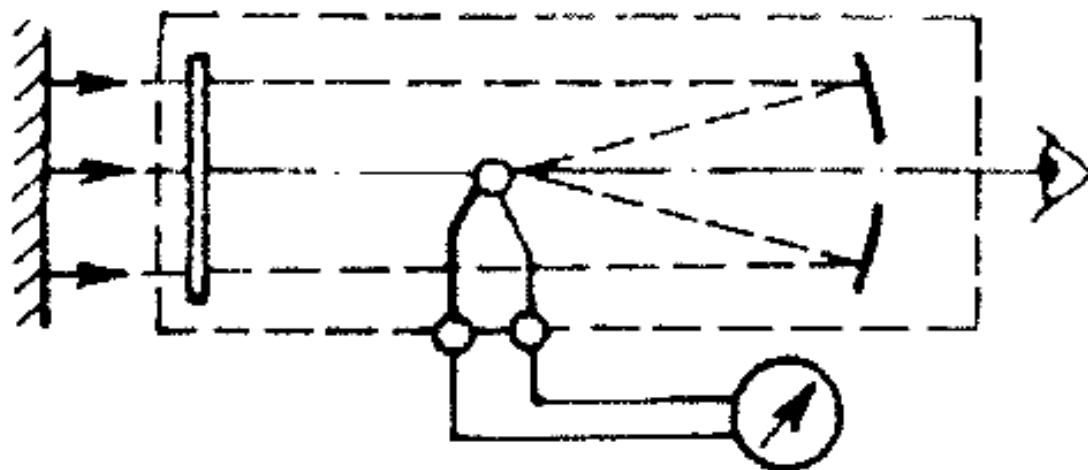
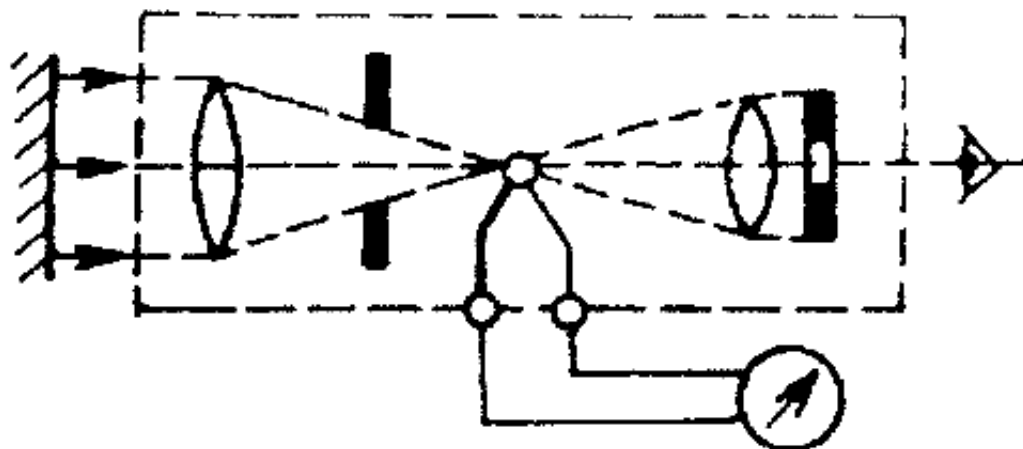


-20°C až 250°C

Radiační optický pyrometr se srovnávacím zdrojem stálé teploty:



Pyrometry založené na celkovém záření:



-20°C až 250°C

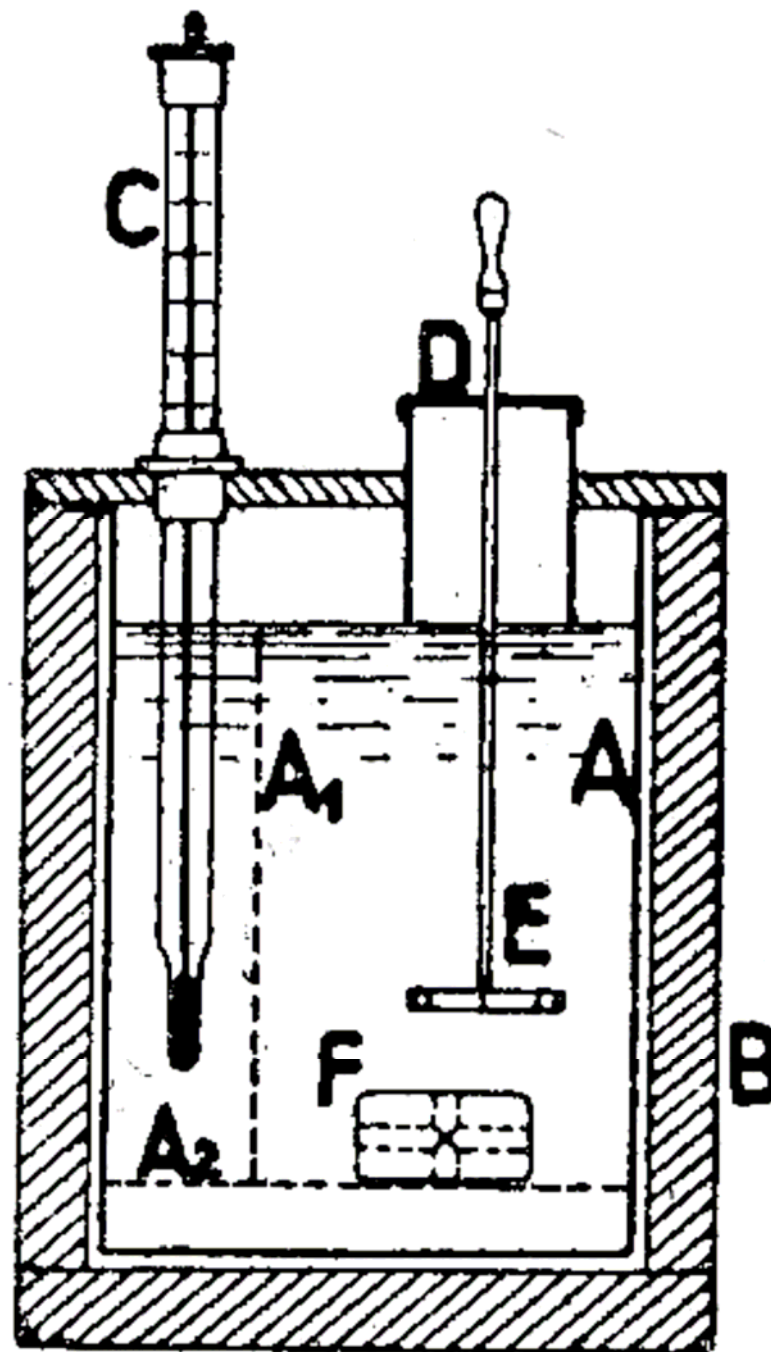
Fototermometrie:

Termovize:



-50°C až **1500°C**

**Měření teploty
kalolimetrické:**



„Interaktivní prvky“:

- **Překreslete si vyučujícím určená schémata atp.;**
- **V průběhu výkladu si poznamenávejte klíčové informace;**
- **Popište vlastními slovy jednotlivé snímky (vysvětlete funkci, atp.);**
- **Pokuste se nalézt v právě probrané prezentaci nepřesnosti, pro svůj názor formulujte argumenty;**

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.
- **JAHS, J.** Fyzika. Praha: SPČR 2008.
- **JENCIK J., VOLF J.,** *Technická měření.* CVUT 2003.
- **MARTINÁK, M.** *Kontrola a měření.* Praha: STNL 1989.
- **MIKULČÁK J. et al.** *Matematické, fyzikální a chemické tabulky.* Praha: SPN, 1970.
- **SLÍVA, J.,** Divné zprávy. Věda technika my 1999 č.1, s.60.
- **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.