

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

S. Rykov

Infračervené paprsky

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 1 (1956), No. 1, 73--76

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137269>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1956

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Znameníť způsob využití Peltierova jevu pro vyhřívání místností navrhl po prvé akademik A. F. Joffe. Jeho myšlenka je založena jednak na přesných zákonech termodynamiky, jednak obráží výborné thermoelektrické vlastnosti polovodičů.

V rámci krátkého článku není možno úplně vyčerpat thema, věnované nejnovějšímu použití polovodičů. Proto byly jen stručně popsány některé nejnovější a nejdůležitější polovodičové elementy, které se objevily v posledních deseti letech. Polovodiče jsou jednou z nejmladších oblastí fyziky, jejíž tempo rozvoje se stále více urychluje. Čím dále tím větší počet pracovníků věnuje svůj čas a svoje znalosti polovodičové technice. Každý den přináší něco nového, důležitého nebo zajímavého v této oblasti, která je jednou z nejmodernějších oblastí fyziky a techniky v naší době.

Přeložil M. Razím

#### Literatura.

- A. F. Joffe, *Polovodiče v současné fyzice*, »Priroda« 1952, č. 12.  
A. F. Joffe, *Polovodiče*, Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1955.  
A. F. Joffe, *Thermoelektrina v polovodičích*, Žurnal techn. fiziki, sv. 25, 1953, č. 8.  
A. F. Joffe, *Polovodiče v současné fyzice*, Izdat. Akademii nauk SSSR, 1954.  
J. Ja, Pumper, *Krystalové diody a triody*, Gosenergizdat, 1953.  
*Elektronické přístroje s polovodiči*. Sborník překladů pod redakcí A. V. Ržanova, Izdatel'stvo inostrannoj literatury, 1953.  
*Vliv záření na polovodiče a izolatory*, Sborník překladů pod redakcí S. M. Ryvkina, Izdatel'stvo inostrannoj literatury, 1954.

S. RYKOV

## INFRAČERVENÉ PAPRSKY ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНЫХ ЛУЧЕЙ

(Radio, 1955, č. 10, str. 49—51.)

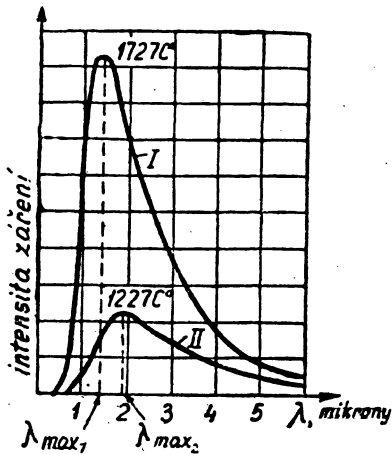
Spektrum infračervených paprsků je poměrně široké. Rozkládá se mezi červenými viditelnými paprsky a nejkratšími radiovými vlnami (délka vlny infračervených paprsků se pohybuje od 0,76 do 500 mikronů; 1 mikron =  $10^{-3}$  mm). Hranici mezi infračervenými paprsky a viditelným světlem je možno určit lidským okem. Není však možno určit přesně mezní frekvenci, která by oddělovala pásmo infračervených paprsků od radiových vln. Neexistuje kritérium, které by umožnilo tuto frekvenci stanovit. Nejdelsí infračervené vlny a nejkratší radiové vlny je možno získat stejně a spektrální oblasti infračervených paprsků a nejkratších radiových vln se vzájemně překrývají.

Zdrojem infračervených paprsků jsou všechna ohřátá tělesa. Spektrum infračervených paprsků, které vysílá ohřáté těleso, je spojitě. Celková intenzita infračerveného záření je dána velikostí tepelné energie, kterou těleso získalo, t. j. závisí na teplotě tělesa. Graficky je tato závislost zobrazena na obr. 1; křivka I odpovídá teplotě  $T_1$  a křivka II jiné nižší teplotě  $T_2$ . Obě křivky mají jasné maximum, jehož dosahují při délkách vlny  $\lambda_{1\max}$  a  $\lambda_{2\max}$ , které jsou při různých teplotách ohřátých těles různé. Čím je nižší teplota tělesa, tím je větší délka vlny maxi-

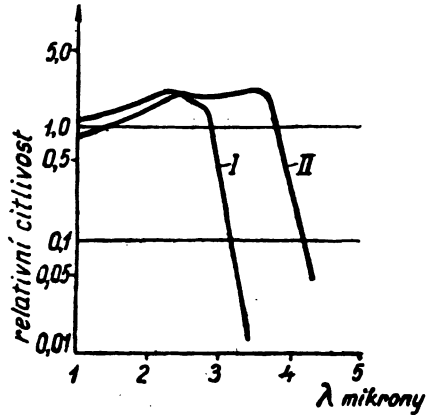
má nízkou intenzitu záření. Známe-li teplotu tělesa, je možno přibližně určit délku vlny, odpovídající maximální intenzitě vyzařování. Z obr. 1 je také vidět, že při zvýšení teploty tělesa se intenzita vyzařování v celém spektru frekvencí zvyšuje.

Jako zdroj infračerveného záření je možno použít též doutnavky, u které se vyzařování viditelných a infračervených paprsků děje na úkor elektrického výboje. Soustava spektra infračervených paprsků je zde ovlivněna mimo jiné také plynem v doutnavce.

Vlastnosti infračervených paprsků jsou v podstatě stejné jako vlastnosti viditelného světla. Paprsky infračerveného záření se lámou a odrážejí, jejich vlnové vlastnosti se projevují v jevech interference, difrakce a polarisace. Jsou však též



Obr. 1.



Obr. 2.

I — při teplotě 17° C;  
II — při teplotě -183° C.

rozdíly ve vlastnostech infračervených paprsků a viditelného světla. Infračervené paprsky na příklad procházejí poměrně snadno tak neprůhlednými materiály, jako je černá fotografická deska, tenká vrstva ebonitu, karton a při větší vlnové délce procházejí dokonce i asfaltem. Na druhé straně ne všechny složky spektra infračervených paprsků stejně dobře procházejí tímž prostředím. Na příklad sklo propouští pouze krátké tepelné paprsky o vlně kratší než 3,5 mikronu; křemen propouští paprsky o délce vlny do 5 mikronů. Tyto vlastnosti infračervených paprsků umožňují použít různé látky jako filtry, které zadrží úplně viditelné, světlo a propustí infračervené paprsky jen určité vlnové délky.

Infračervené paprsky procházejí snadněji než viditelné světlo atmosférou, zvláště za mlhy, sněžení, zadýmovaným prostorem a podobně. Při správném výběru délky vlny infračervených paprsků jsou vzdálenosti, kterými paprsky projdou, podstatně větší než u viditelného světla. Tak na příklad infračervené paprsky o délce vlny 0,8—1,2 mikronu projdou ve slabé mlze skoro dvojnásobnou vzdálenost než světelné paprsky.

Velmi výkonným přirozeným zdrojem infračervených paprsků je Slunce, u kterého 50 % energie připadá na infračervené záření. Jako umělých zdrojů infračervených paprsků se v praxi nejčastěji používá elektrických žárovek, jejichž vlákno má teplotu 2000—2500° C. Maximum vyzařování se u nich nachází v oblasti infračervených paprsků a kolem 95 % energie záření těchto žárovek se spotřebuje na energii těchto paprsků. Všechny objekty mající teplotu desítky a sta stupňů jsou

zdroji značného tepelného (infračerveného) záření. Patří mezi ně na př. tepelné elektrárny, vysoké pece, parní a spalovací motory a jiné. Takové objekty je možno pomocí speciálních přístrojů, které zachycují jejich infračervené záření nejen objevit, ale také dostatečně přesně určit směr, ve kterém se nacházejí. Tyto přístroje nazýváme tepelnými kompasy. Jejich předností je jednoduchost, použitelnost i tehdy, kdy tělesa, vysílající infračervené záření, mají nízkou teplotu, skrytost působení a také poměrně malá závislost na meteorologických podmínkách.

Jako indikátorů infračervených paprsků se v těchto přístrojích užívá fotoelektrických odporů z polovodivých materiálů. Základní fyzikální vlastnosti, charakterisující tyto indikátory je to, že působením infračervených paprsků se mění velikost jejich vnitřního elektrického odporu. Tato vlastnost se nazývá fotoelektrická vodivost a je podmíněna vnitřním fotoelektrickým jevem, který vzniká působením infračervených paprsků na polovodič. Fotoelektrické odpory jsou citlivé na infračervené paprsky ve velmi širokém rozsahu frekvencí.

Jak je vidět ze spektrálních charakteristik fotoelektrického odporu typu PbS, uvedených na obr. 2, je maximum citlivosti tohoto fotoelektrického odporu při normální pokojové teplotě u paprsků vlnové délky asi 2,5 mikronu, což odpovídá teplotě zdroje záření kolem 879° C. Z uvedených charakteristik je také vidět, že při ochlazení fotoelektrického odporu na teplotu -183° C se posune maximum citlivosti do oblasti delších vln — nachází se přibližně na vlnové délce kolem 3,7 mikronu. Při ochlazení se však vedle tohoto zjevu začíná projevovat fotoelektrickým odporům vlastní setrvačnost. Z toho vyplývá, že při snížené teplotě může být fotoelektrického odporu PbS použito jen v té aparatuře, kde je ozařování dostatečně dlouhé.

Vedle fotoelektrického odporu PbS existují také fotoelektrické odpory  $Tl_2S$  a PbSe. Jejich spektrální charakteristiky jsou podobné charakteristikám PbS, avšak tyto fotoelektrické odpory jsou citlivé i na záření o vlnové délce do 7 mikronů. Je tedy možno pomocí fotoelektrických odporů indikovat velmi široké spektrum infračervených paprsků vlnové délky do 10 mikronů. V poslední době se objevily v literatuře zmínky o vypracování fotoelektrických odporů, které indikují infračervené paprsky, mající délku vlny až 25 mikronů a větší.

K vyhledávání objektů, které nejsou zdrojem infračerveného záření, se užívá přístroje, konstruovaného na tomto principu: na objekt se zaměří světlomety, zakryté speciálními infračervenými filtry. Elektronový optický měnič převádí v temnotě neviditelný předmět na viditelný na stínítku. Pomocí optické soustavy přístroje se obrysy objektu i s detaily odraženými infračervenými paprsky promítají na fotokatodu elektronového optického měniče, odkud tyto paprsky vyrážejí elektrony. Tyto elektrony letí k stínítku, na které udeří a způsobí viditelné světélkování. Na své cestě jsou urychlovány elektrostatickým polem. Ty části stínítka, kam dopadají velké množství elektronů, budou zářit velmi jasně. Obraz vzniklý na stínítku je přesnou kopií obrazu objektu na fotokatodě. Pro zesílení jasnosti obrazu a pro zvýšení citlivosti přístroje se užívá elektronového optického měniče, který se skládá ze dvou soustav výše popsaných. Zesílení jasnosti obrazu se dosahuje tím, že na stínítku první elektronové optické soustavy vzniknuvší obraz způsobuje fotoelektrickou emisi fotokatydy druhé soustavy a obraz objektu na stínítku této soustavy je velmi jasný.

Ve srovnání s tepelnými kompasy mají zmíněné měniče tu výhodu, že umožňují rozpoznat nepatrné detaily pozorovaného předmětu i v úplné temnotě. Tepelné kompasy obraz siluety předmětu nedají. Nedostátkem měničů je okolnost, že foto-

katody jsou citlivé pouze v úzké oblasti infračervených paprsků (vlnové délky menší než 1,2—1,3 mikromu) a užití infračervených světlometů demaskuje pozorovatele.

Zařízení využívajících infračervených paprsků se používá v armádě, letectví, námořní plavbě a pod. Je též známé použití infračervených paprsků pro skryté telegrafní a telefonní spoje. V komplexu infračervené spojovací aparatury — optickém telefonu i v normálním telefonu je mikrofon, který přemění zvukové kmity ve střídavý elektrický proud. Tento mikrofonní proud moduluje ve zvláštním zařízení záření infračerveného světlometu. V přijímači se optickou soustavou zachytí záření světlometu a koncentruje se paprskový tok na fotoelektrický článek. Působením měnicího se paprskového toku vzniká v obvodu fotočlátku pulsuující proud, který po zesílení rozechvívá membránu telefonu. Díky malému rozptylu paprskového toku světlometu je zde zabezpečena oproti radiovému spojení utajenost rozhovorů. Může tedy toto spojení na krátké vzdálenosti konkurovat radiovému spojení.

Uvedené příklady ovšem zdaleka nevyčerpávají všechny možnosti použití infračervených paprsků; mají na tyto možnosti jen upozornit.

*Stanislav Kubík*

R. ŠTROMBERG

## **TELEWISE V NÁRODNÍM HOSPODÁŘSTVÍ**

### **ТЕЛЕВИДЕНИЕ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

(Radio, 1955, č. 3, str. 45—47.)

Televise se používá v různých odvětvích národního hospodářství — v průmyslu, v dopravě, při vědeckých výzkumech, ve filmové technice, v obchodě atp. Charakteristickou zvláštností těchto televizních soustav je, že pracují pro omezený počet přijímacích zařízení. Proto se často nazývají uzavřenými televizními soustavami. V těchto soustavách se jedna nebo několik vysílacích kamer spojuje koaxiálním kabelem s jedním nebo několika přijímacími zařízeními. Je možné také radiové spojení vysílacích kamer s přijímacími zařízeními, ale i v tomto případě použitím velmi krátkých radiových vln a speciálních směrových aterních zařízení je příjem televizního vysílání možný jedině tam, kam je dané televizní vysílání určeno. V mnoha případech se používá kodování televizních přenosů, jež vylučuje možnost jejich příjmu bez speciálních dekodujících zařízení.

Pro takové soustavy není nutno dodržet standardy, existující v televizním vysílání. Podle funkce mohou být tato televizní zařízení jednodušší nebo složitější. Jednodušší soustavy bývají bez prokládaného řádkování, s rozkladem obrazu na menší počet řádků, se synchronisujícími impulsy jednoduššího tvaru. Složitější soustavy mohou být barevné a dokonce stereoskopické, rozklad obrazu se v nich může provádět na větší počet řádků.

První experimentální práce s použitím televise v různých odvětvích národního hospodářství se prováděly většinou s televizními vozy, pracujícími na základě vysoce citlivých trubíc typu superortnikon. Taková aparatura nemohla být používána v širokém měřítku pro příliš vysoké ceny, velké rozměry a složitou obsluhu.