

Vzdělávací soustředění studentů projekt KOSOAP
Slunce, projevy sluneční aktivity a využití spektroskopie v astrofyzikálním výzkumu

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKOU UNIÍ, Z PROSTŘEDKŮ FONDU MIKROPROJEKTŮ
SPRAVOVANÉHO REGIONEM BÍLÉ KARPATY



TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVANÝ EURÓPSKOU ÚNIOU, Z PROSTRIEDKOV FONDU MIKROPROJEKTOV
SPRAVOVANÉHO TRENČIANSKYM SAMOSPRÁVNÝM KRAJOM

Stručný úvod do spektroskopie



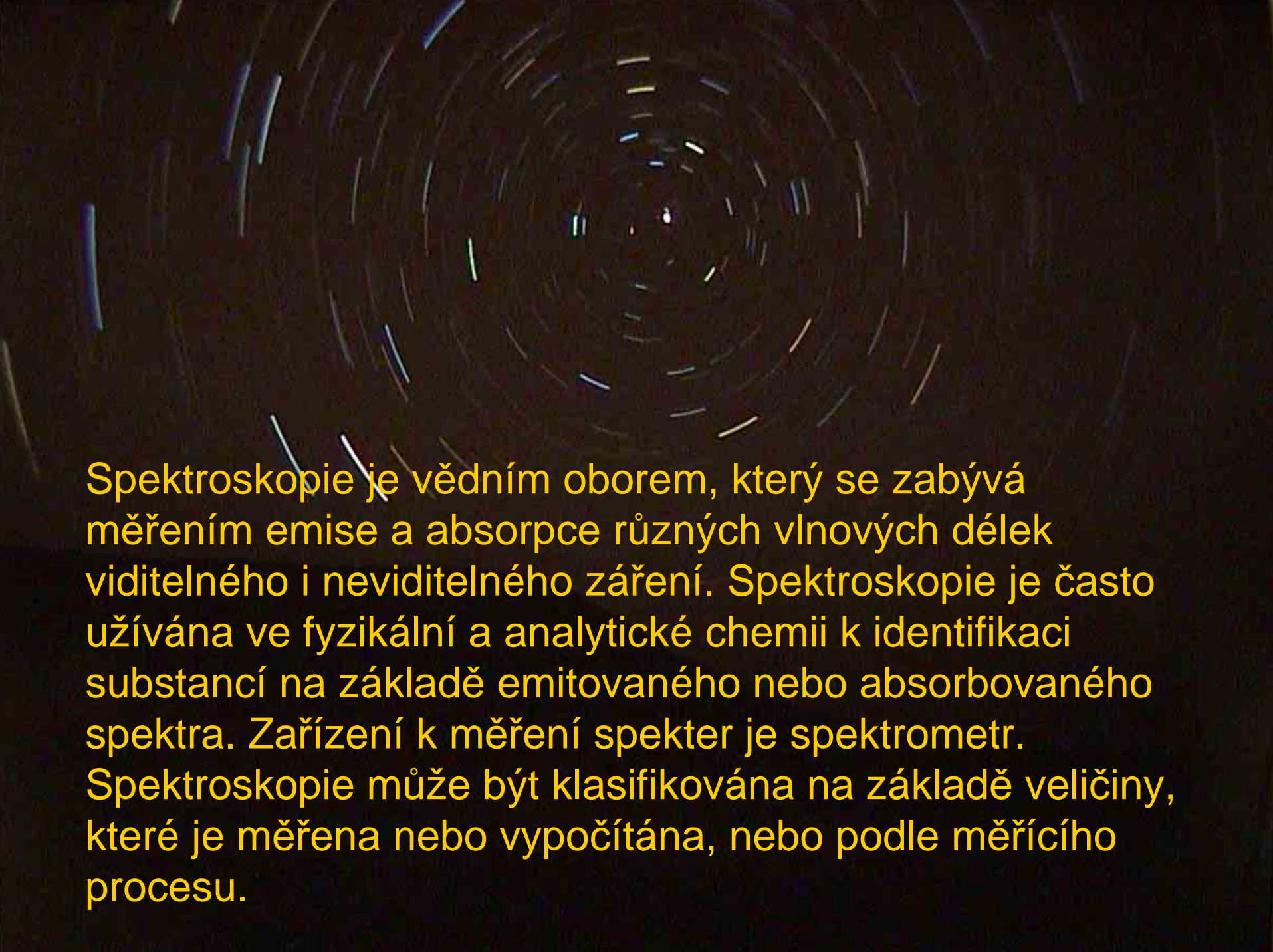
Ing. Libor Lenža, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.



Stručný úvod do SPEKTROSKOPIE



Libor Lenža



Spektroskopie je vědním oborem, který se zabývá měřením emise a absorpce různých vlnových délek viditelného i neviditelného záření. Spektroskopie je často užívána ve fyzikální a analytické chemii k identifikaci substancí na základě emitovaného nebo absorbovaného spektra. Zařízení k měření spekter je spektrometr. Spektroskopie může být klasifikována na základě veličiny, které je měřena nebo vypočítána, nebo podle měřícího procesu.

Světlo a záření

Veřejnost

To co „vidím“.

UV záření, rentgenové záření

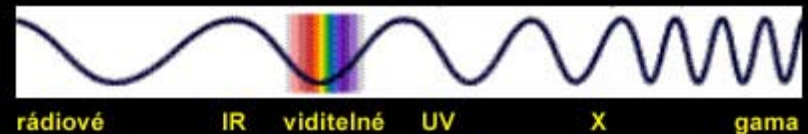


Vědci

Světlo = úzká oblast elektromagnetického spektra

Záření = elektromagnetické vlnění v celém rozsahu.

Elektromagnetické záření - spektrum

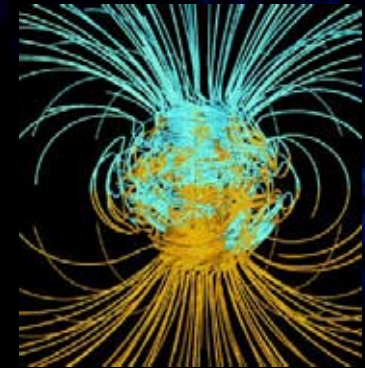
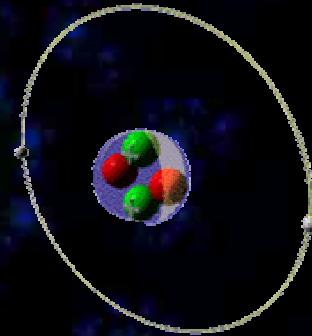


Světlo x záření

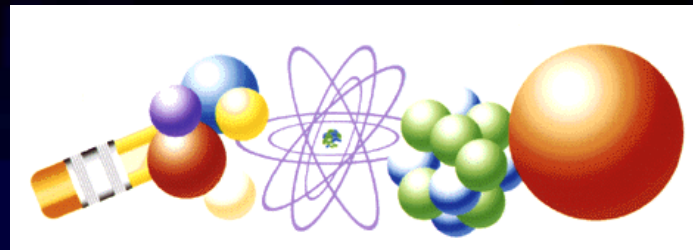


Jak vzniká „světlo“ (záření)?

Existují dva základní mechanismy vzniku elektromagnetického záření



TEPELNÉ - NETEPELNÉ



Jak vzniká záření

Změnou hybnosti nabitých částic!

Čím je částice lehčí, tím lépe mění svou hybnost. Proto se bavíme většinou jen o záření elektronů.

- Záření:
- volných elektronů;
 - vázaných v atomu;
 - při anihilaci;
 - při některých jaderných reakcích.

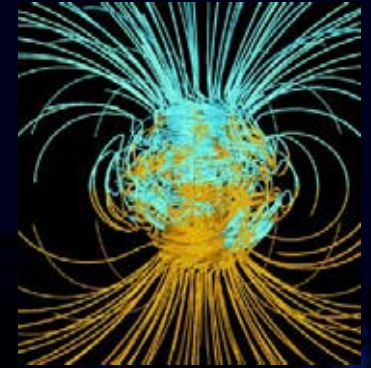
Tepelné záření

Elektromagnetické záření vzniká přeměnou energie tepelného pohybu částic na energii záření.



Tepelné záření vyzařuje každé těleso s teplotou nad 0 K (-273 °C).

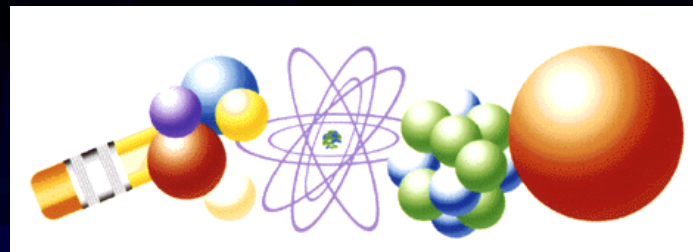
Neteplelné záření



Brzdné záření

Magnetické brzdné záření

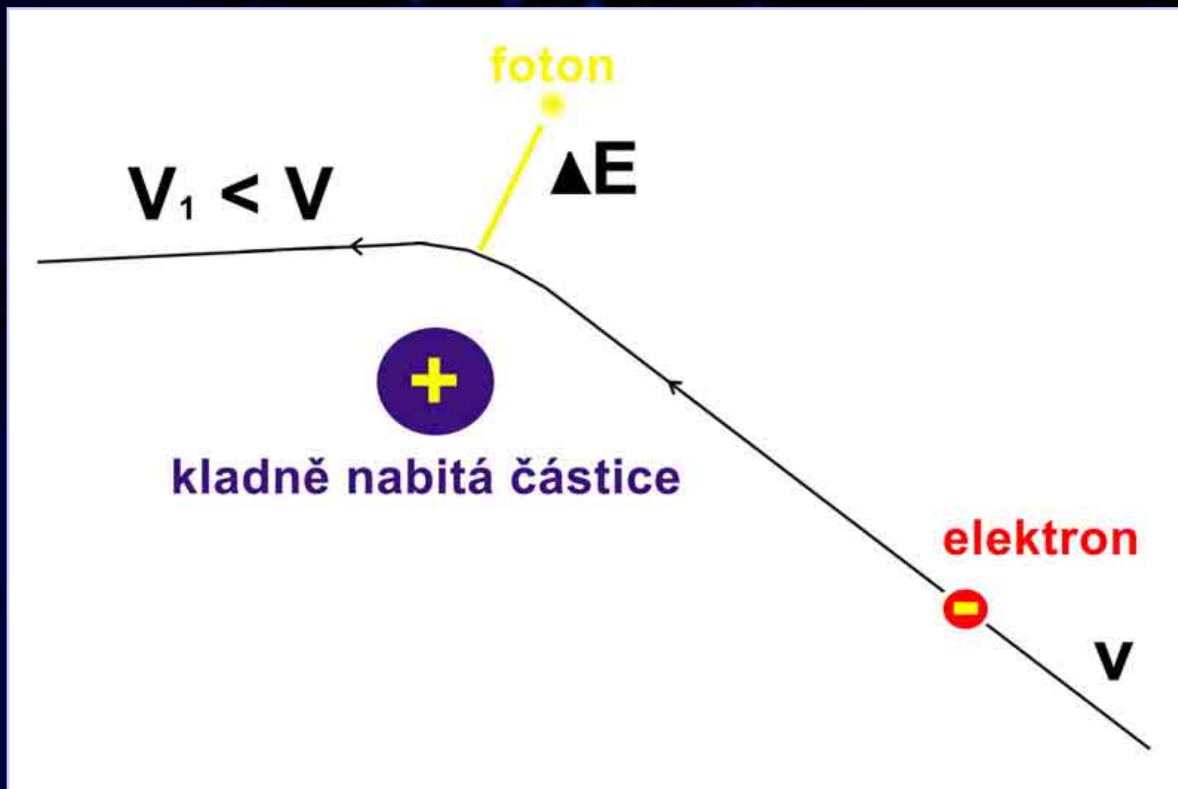
Comptonovy jevy



Brzdné záření

Změna hybnosti částic je vyrovnána vyzářením fotonového kvanta (fotonu).

Nabitá částice jejíž hybnost se mění.



Magnetické brzdné záření

Působením Lorentzovy síly se dráha elektronu v magnetickém poli zakřivuje, elektron mění hybnost – musí vyzařovat.

Záření je polarizované.

Cyklotronové $v \ll c$

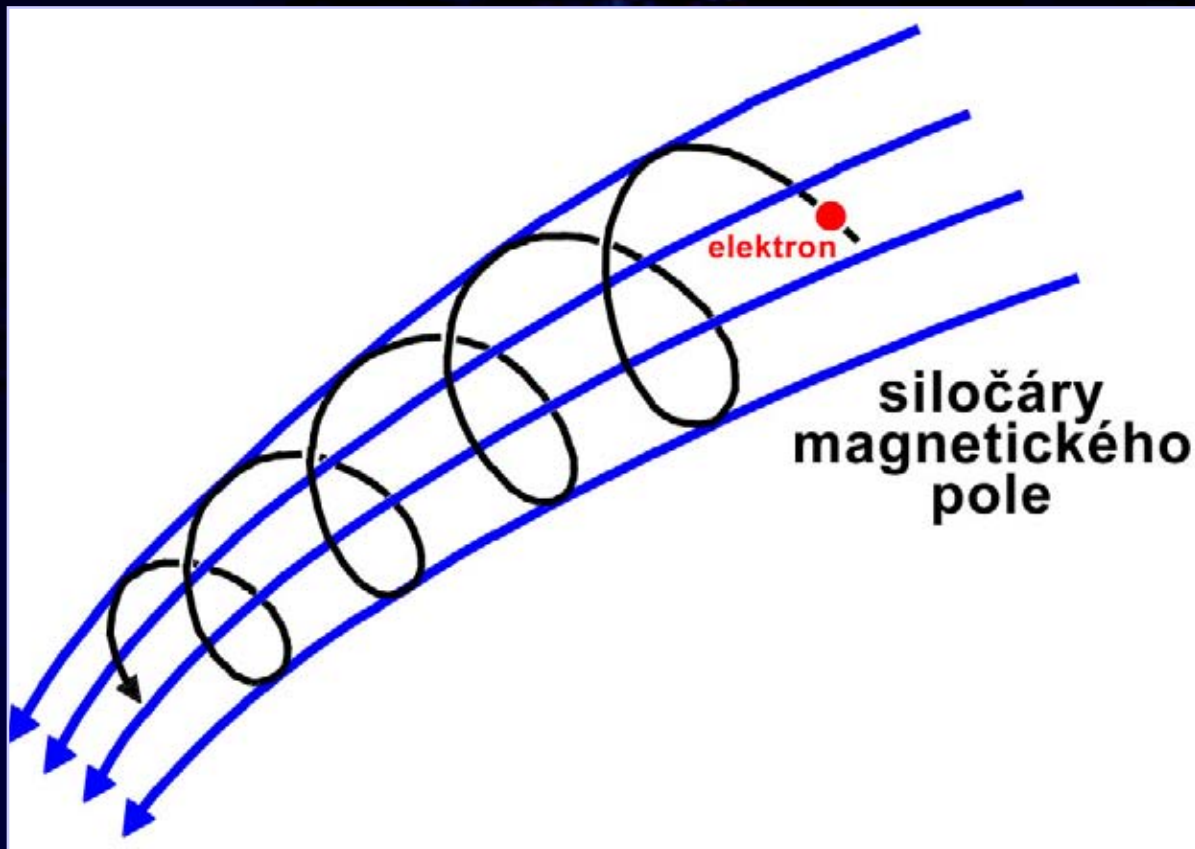
Synchrotronové $v \approx c$

Magnetické brzdné záření

Cyklotronové

$$v \ll c$$

- Elektron září všesměrově.
- Kmitočet je roven frekvenci jeho oběhu.

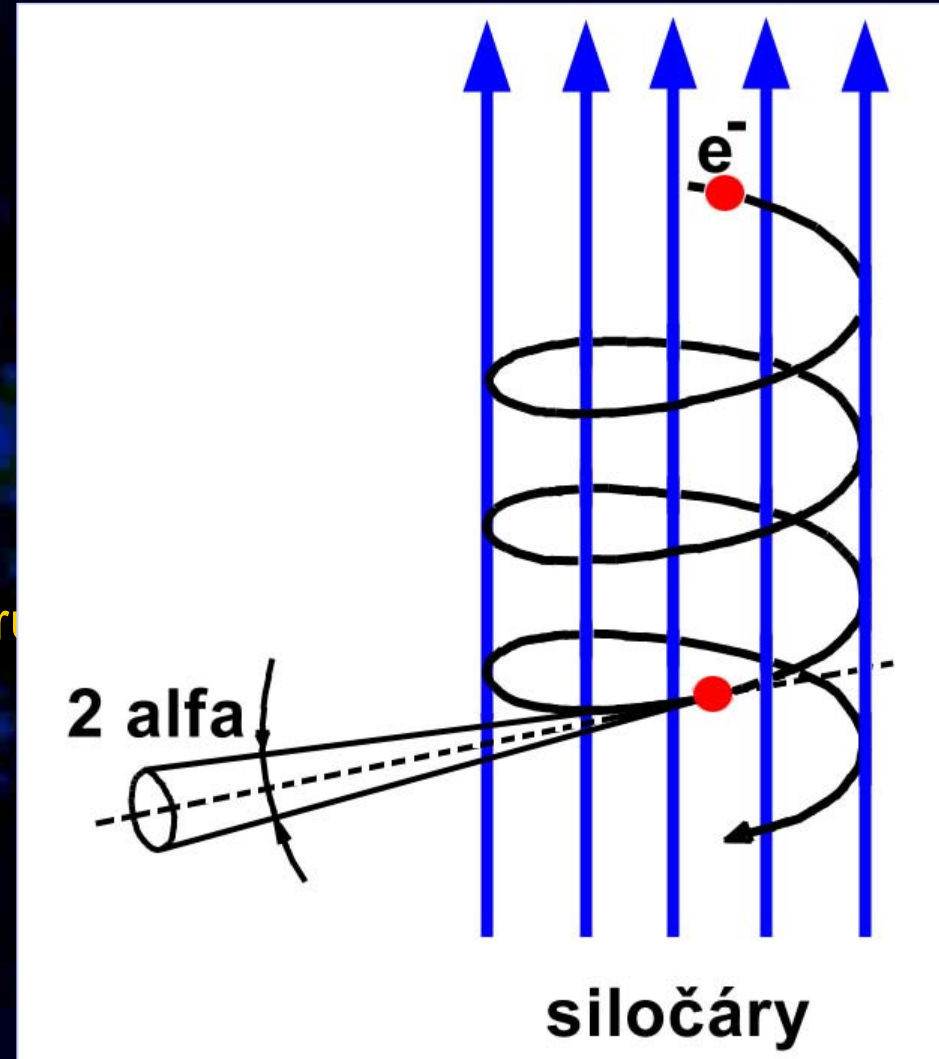


Magnetické brzdné záření

Synchrotronové

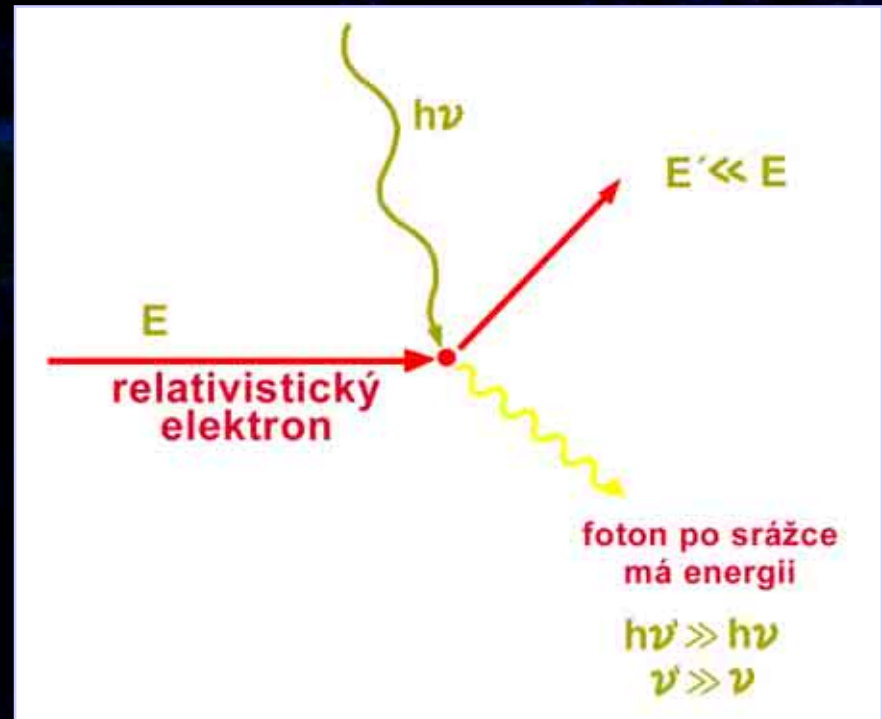
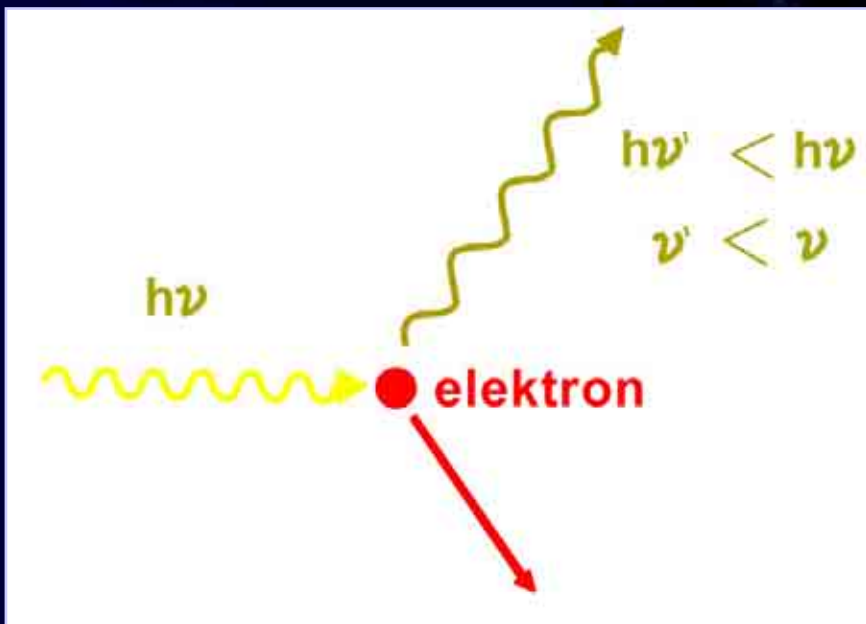
$$v < c$$

- E_k elektronu $> E_0$
- Elektron září úzce směrově (ve směru pohybu).
- Vrcholový úhel kuželu je tím menší čím větší je energie elektronu.
- Vliv relativistických efektů.
- Základní frekvence, násobky frekvence, spojité spektrum (s růstem energie).



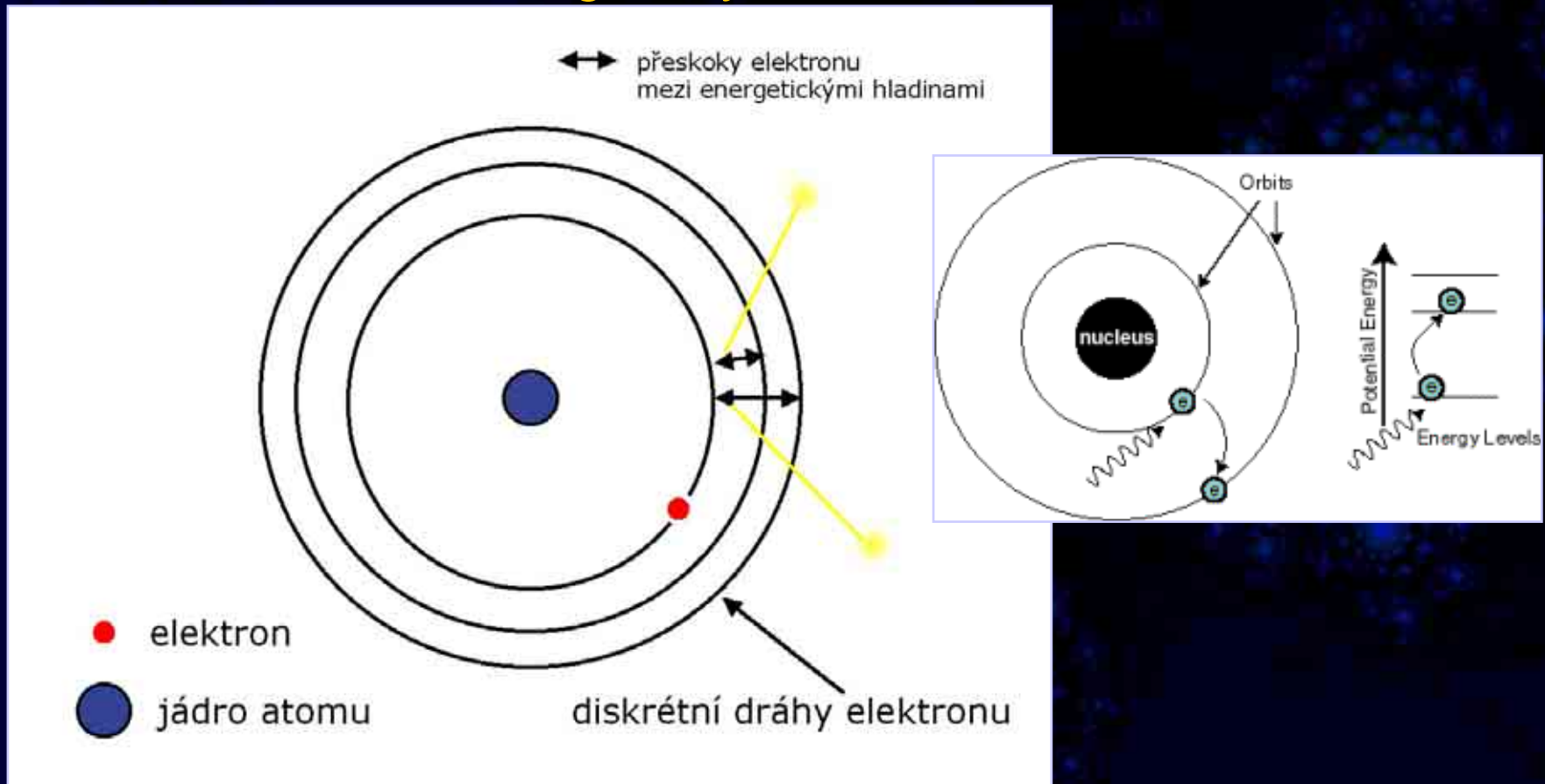
Comptonovy jevy

Comptonův jev versus inverzní Comptonův jev

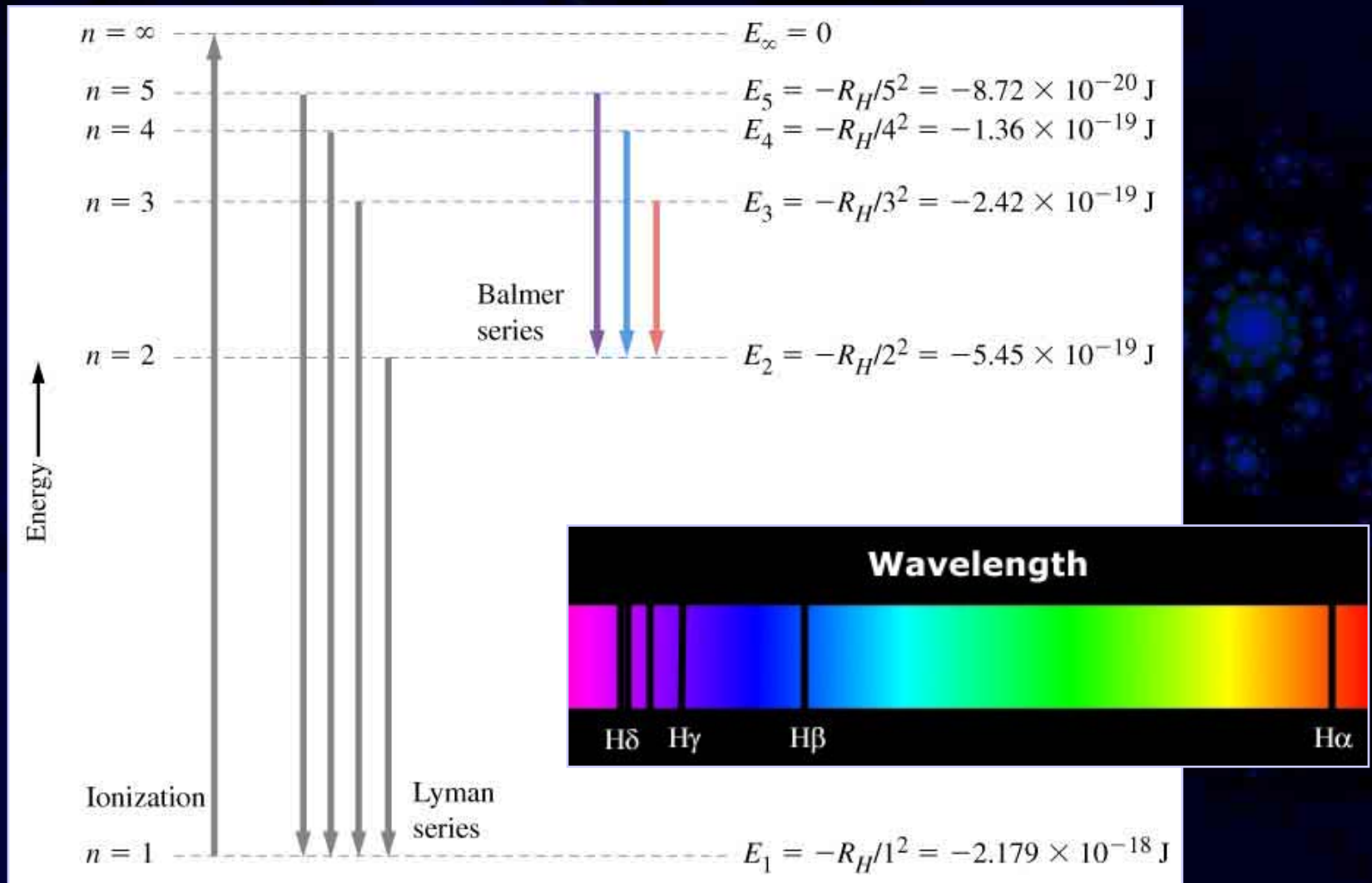


Atomy a záření, spektra atomů

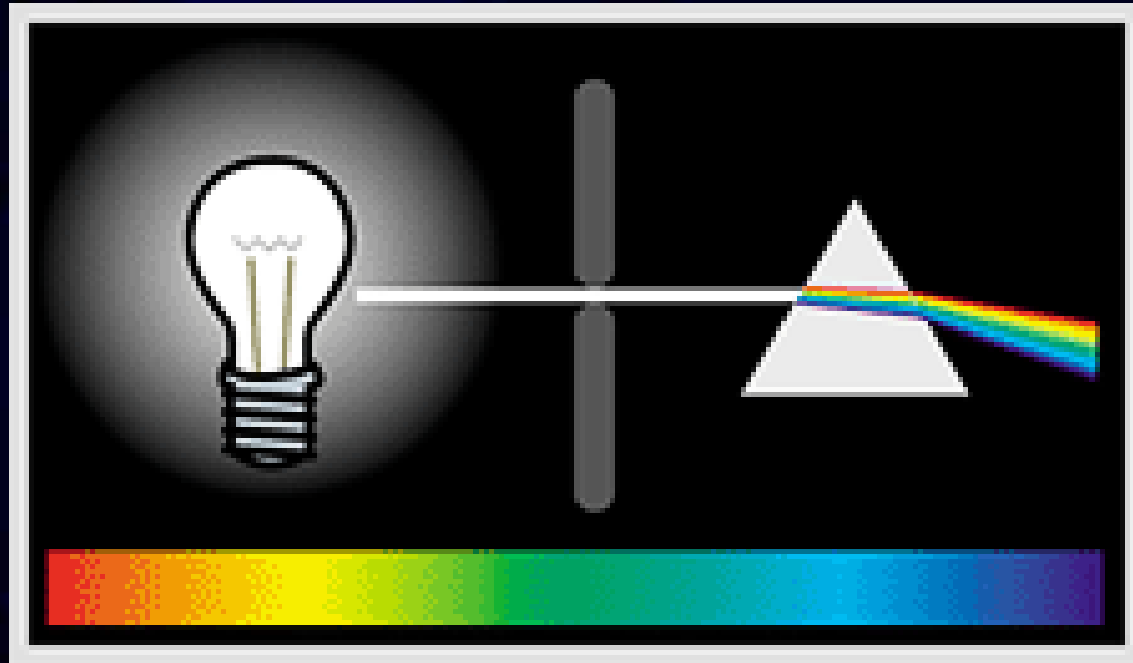
Elektrony září při přeskoku mezi jednotlivými energetickými hladinami (drahami). Impulsy pro přechod do vyšších energetických hladin – různé.



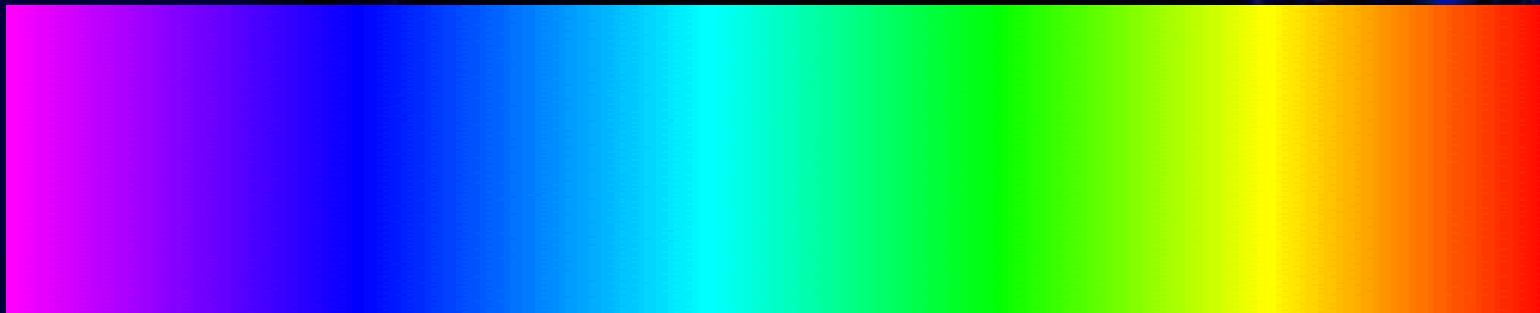
Série spektrálních čar prvků



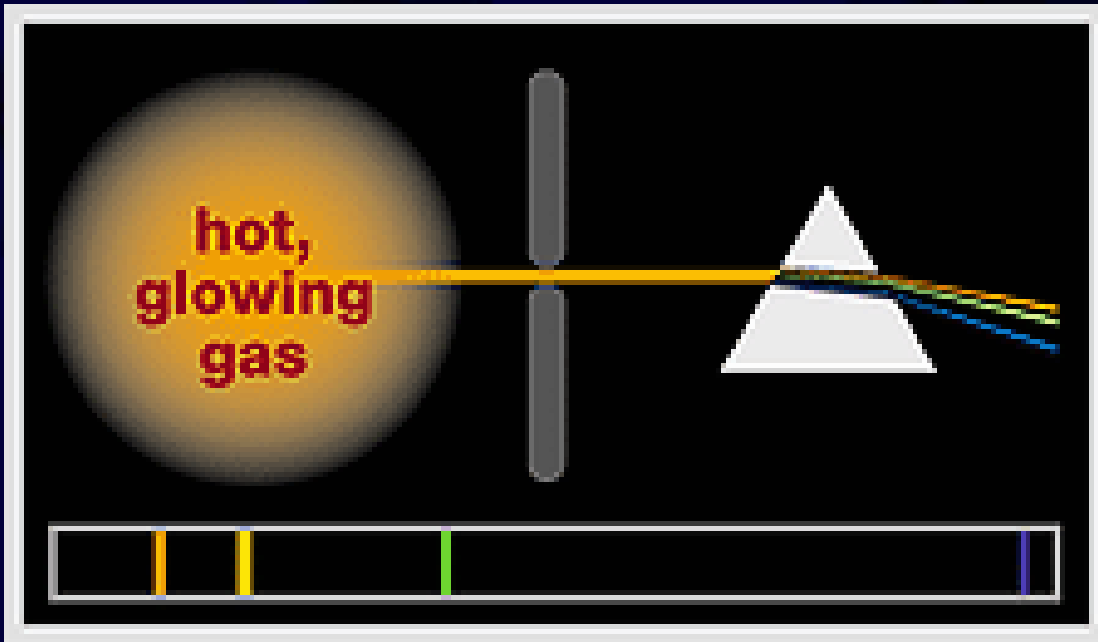
Spojité spektrum



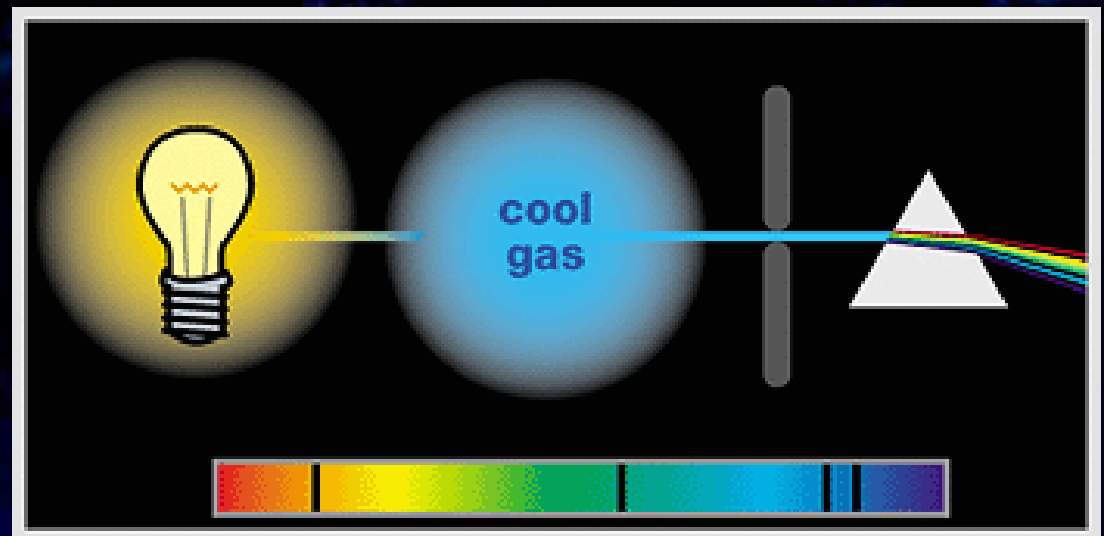
Uplatňuje se zde Planckův zákon



Emisní...



...a absorpční
spektrum



Emisní a absorpční spektrum

Typy spektra

emisní

absorpční

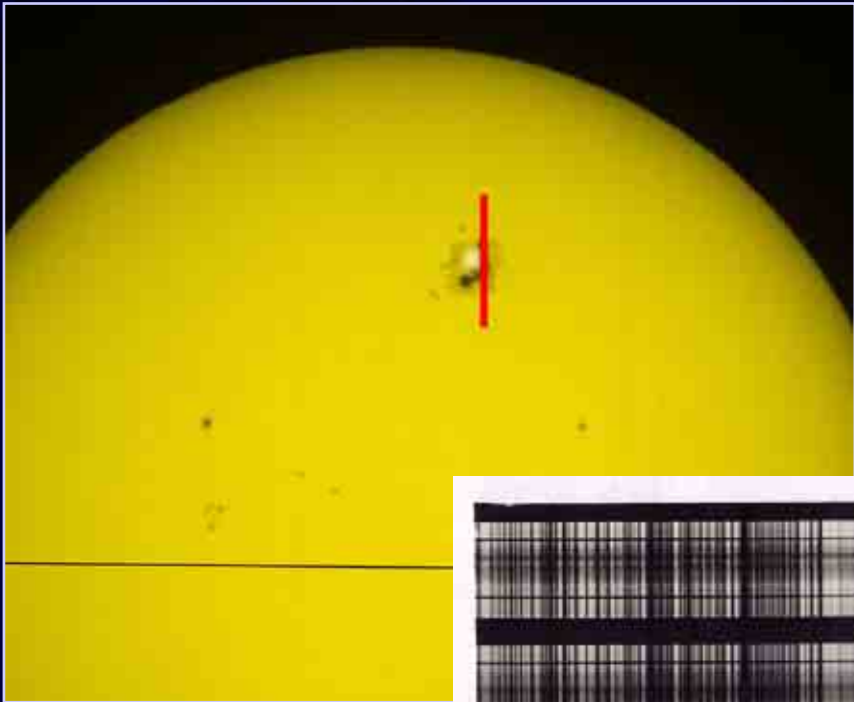
Emise zářivého plynu v trubicích



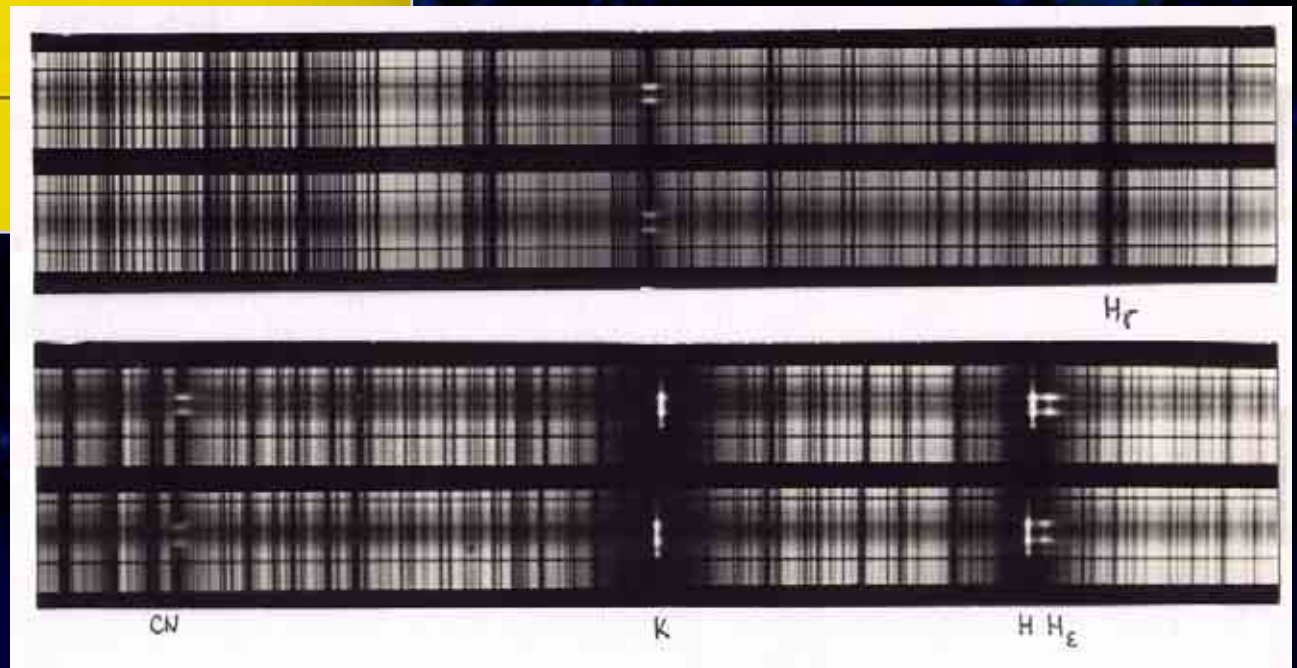
emisní spektrum



Sluneční spektrum



Pozorování
nejrůznějších jevů
ve sluneční
atmosféře.



Opakování – zdroje záření

Tepelné

Netepelné

- brzdné záření
- magnetické brzdné záření
 - * cyklotronové (nerel.)
 - * synchrotronové (rel.)
- Comptonovy jevy
 - * normální
 - * inverzní

Specifika záření atomů!!



Proměny světla

Světlo prochází různými typy prostředí a setkává se s různými překážkami.

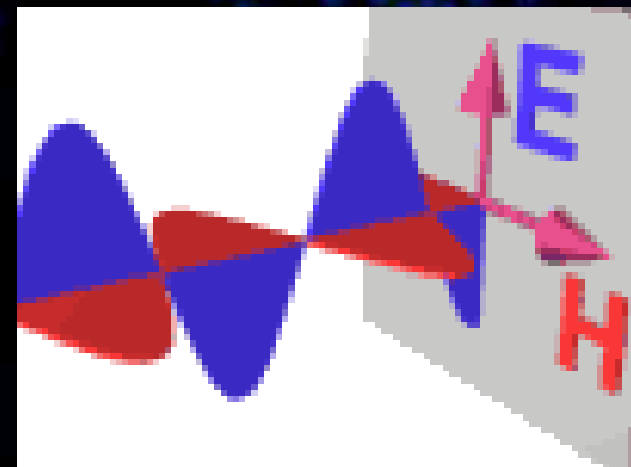
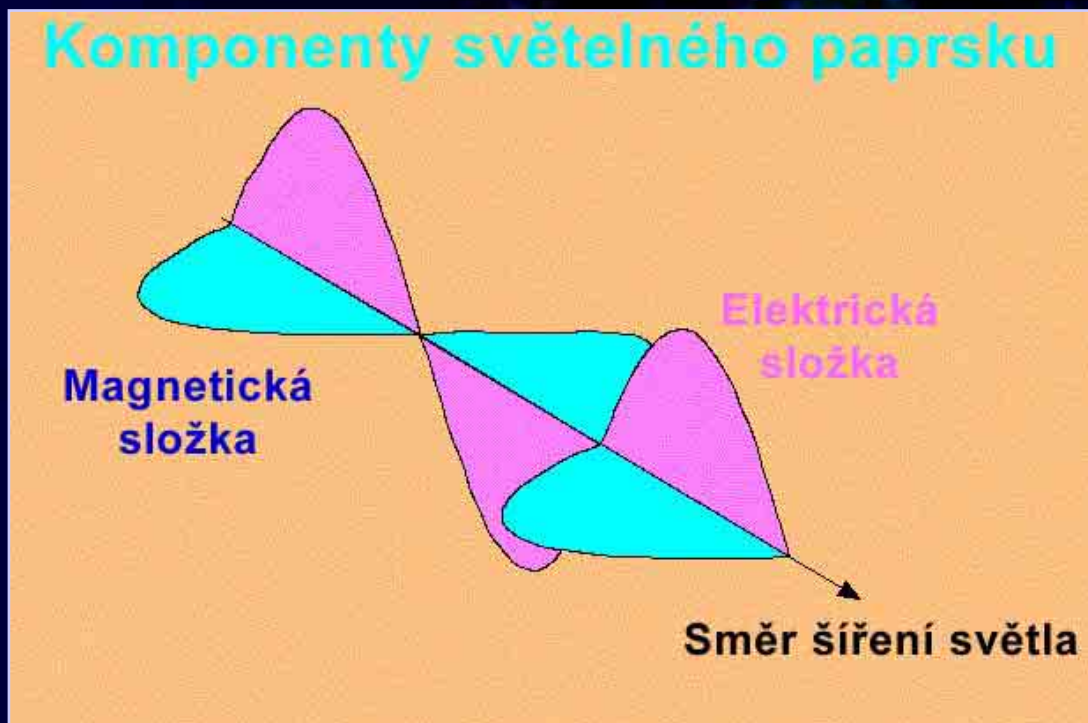
Mění se jeho charakteristiky: množství, energie, směr apod.

- Stínění
- Odraz
- Excitace
- Ionizace
- Deexcitace
- (Re)Emise
- Rekombinace
- Rozptyl
- Ohyb
- Polarizace
- Brzdné záření



Co je to elektromagnetické záření?

Světelný paprsek – částice (kvantum) má dvě složky: elektrickou a magnetickou



Složky jsou na sebe kolmé!

Stopy proměn

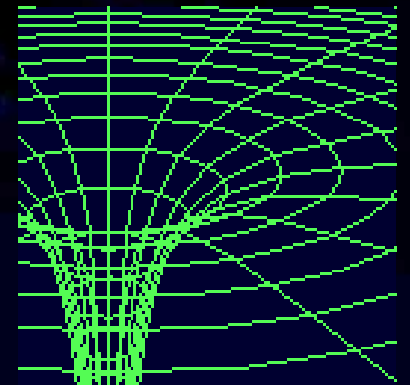
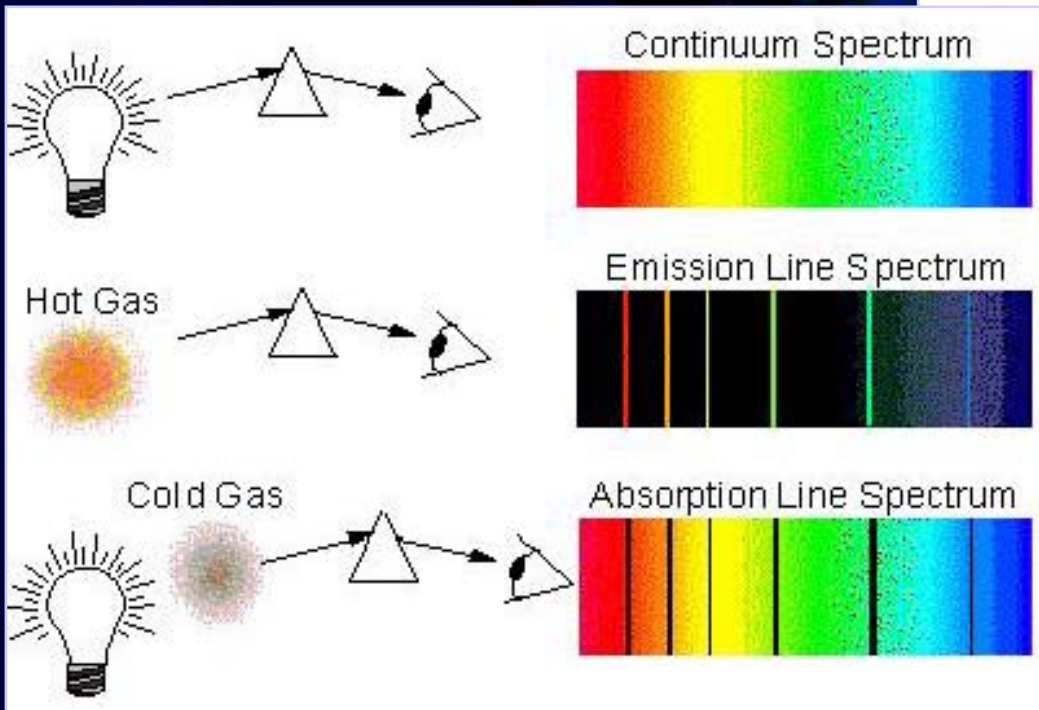
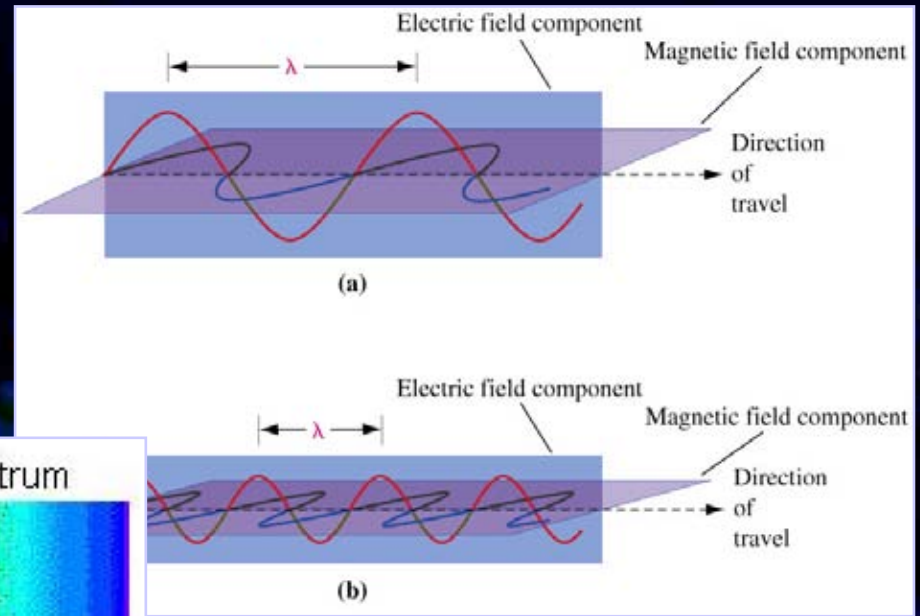
Různorodost optického prostředí zanechává své otisky v procházejícím či odraženém světle.



Stopy prvků a podmíněk

Spektrální čáry – intenzita kontinua

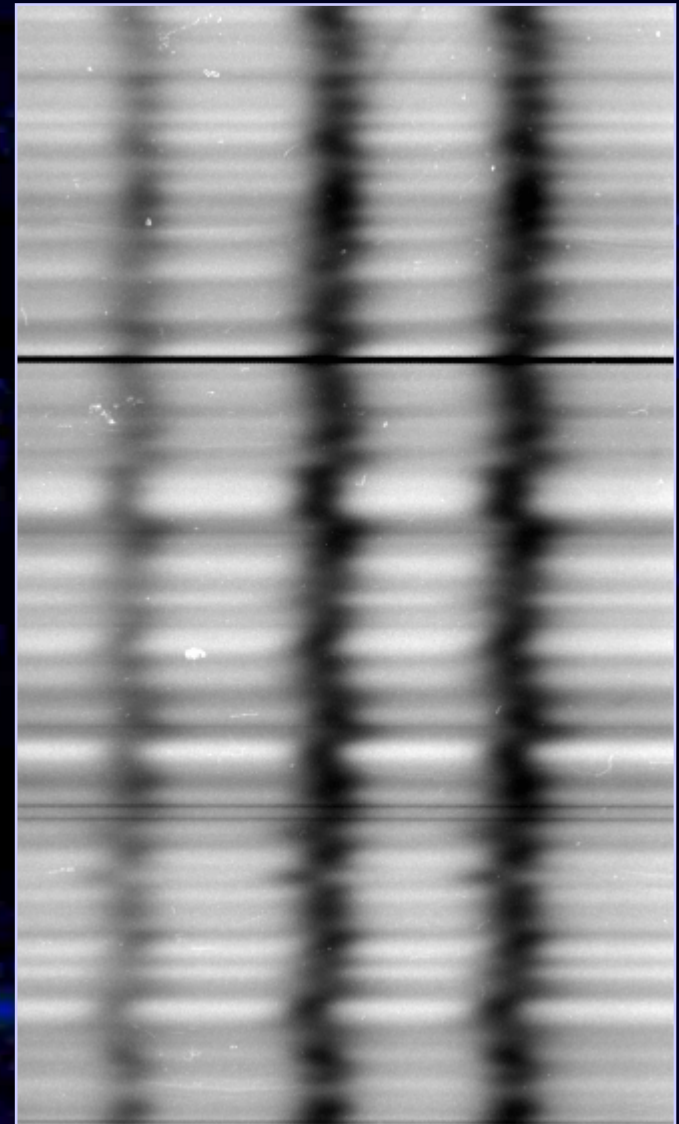
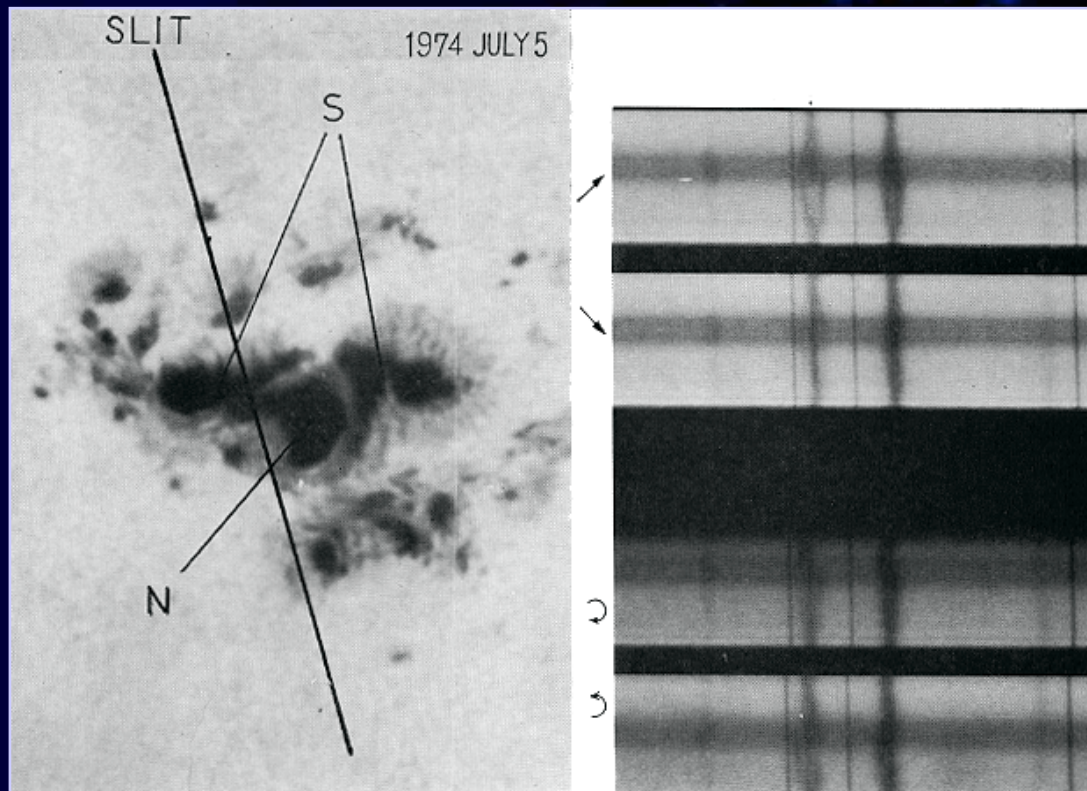
Polarizace, energie, gravitační pole apod.



Stopy prvků a podmínek

Radiální rychlosti

Přítomnost magnetických polí

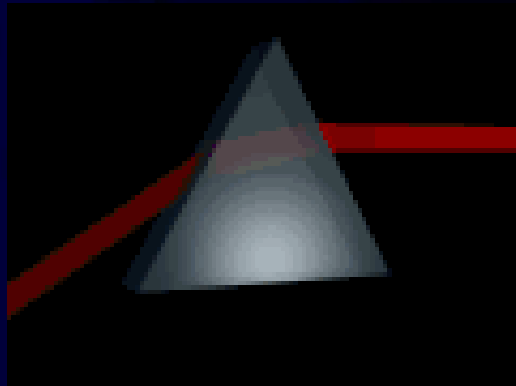


Světlo – zdroj našeho poznání

Lom a ohyb světla – spektroskopie.

Možnost chemické a fyzikální analýzy zářících těles na dálku (analýza záření).

Potřebná teorie.

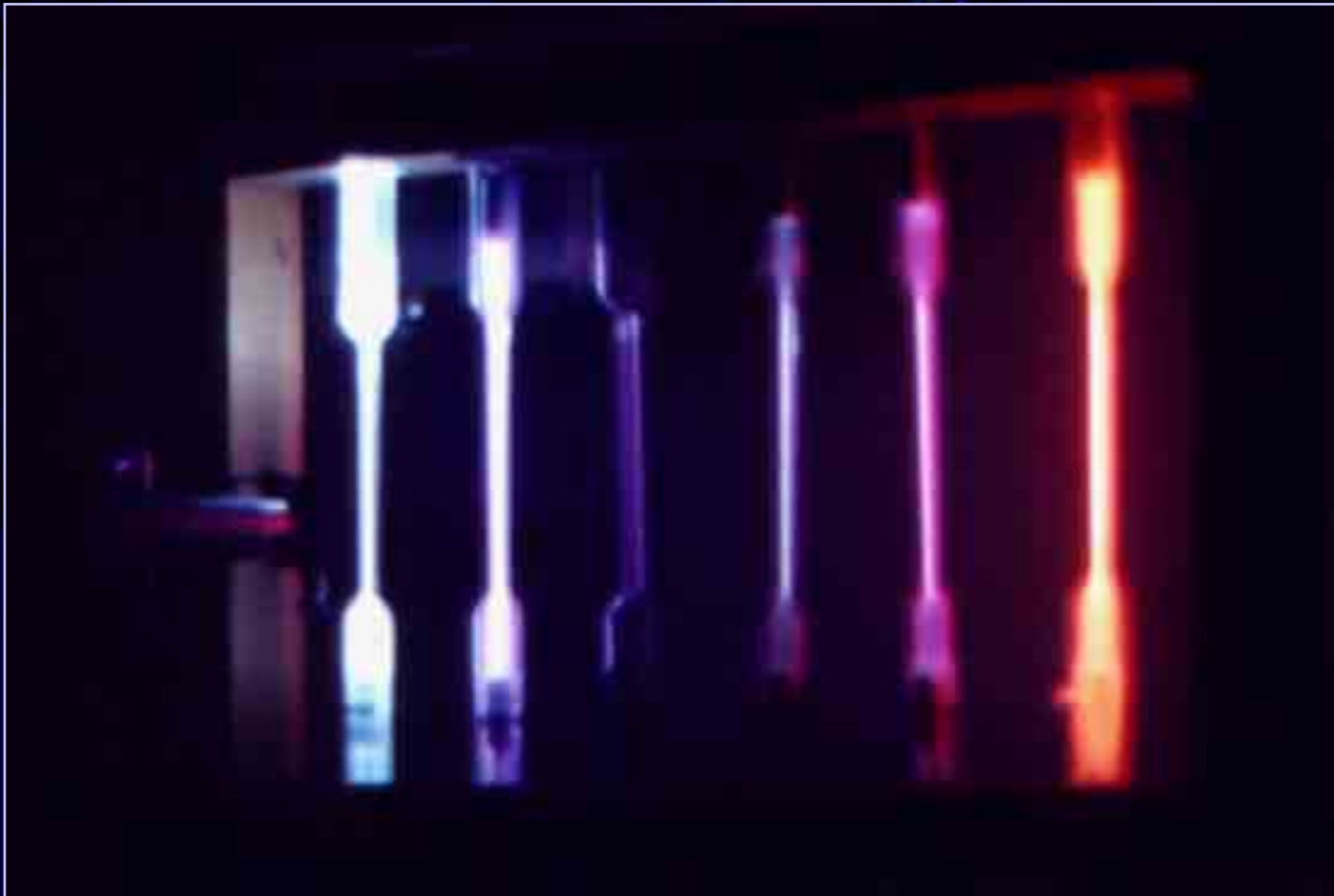


Periodic Table of Elements

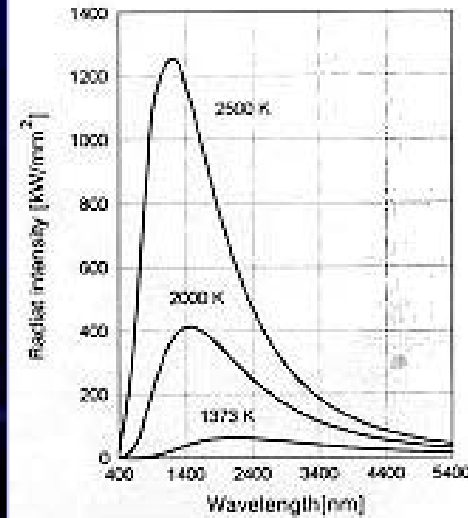
1																	2
H																	He
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12	13	14	15	16	17	18							19	20		
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar							K	Ca		
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	Y	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110								
Fr	Ra	Ac*	Rf	Ha	106	107	108	109	110								

*Lanthinide Series	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	Lu
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
*Actinide Series	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	Lr
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Spektroskopie – studna poznání

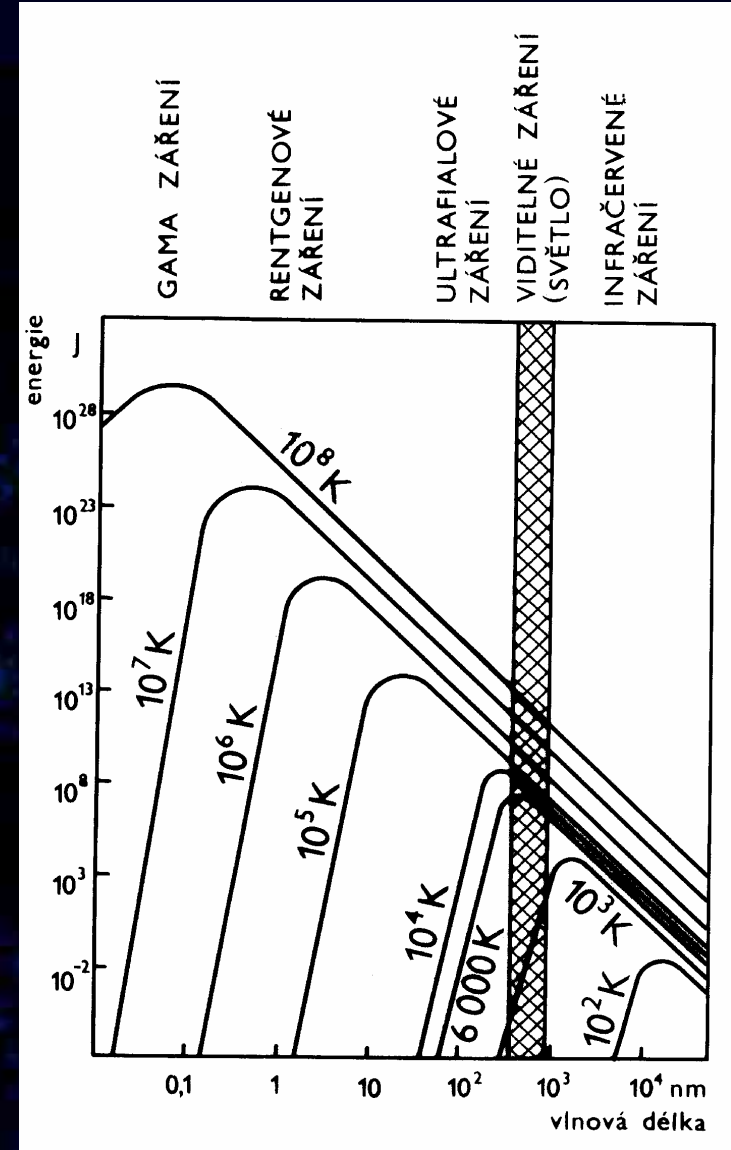


Spektroskopie – studna poznání



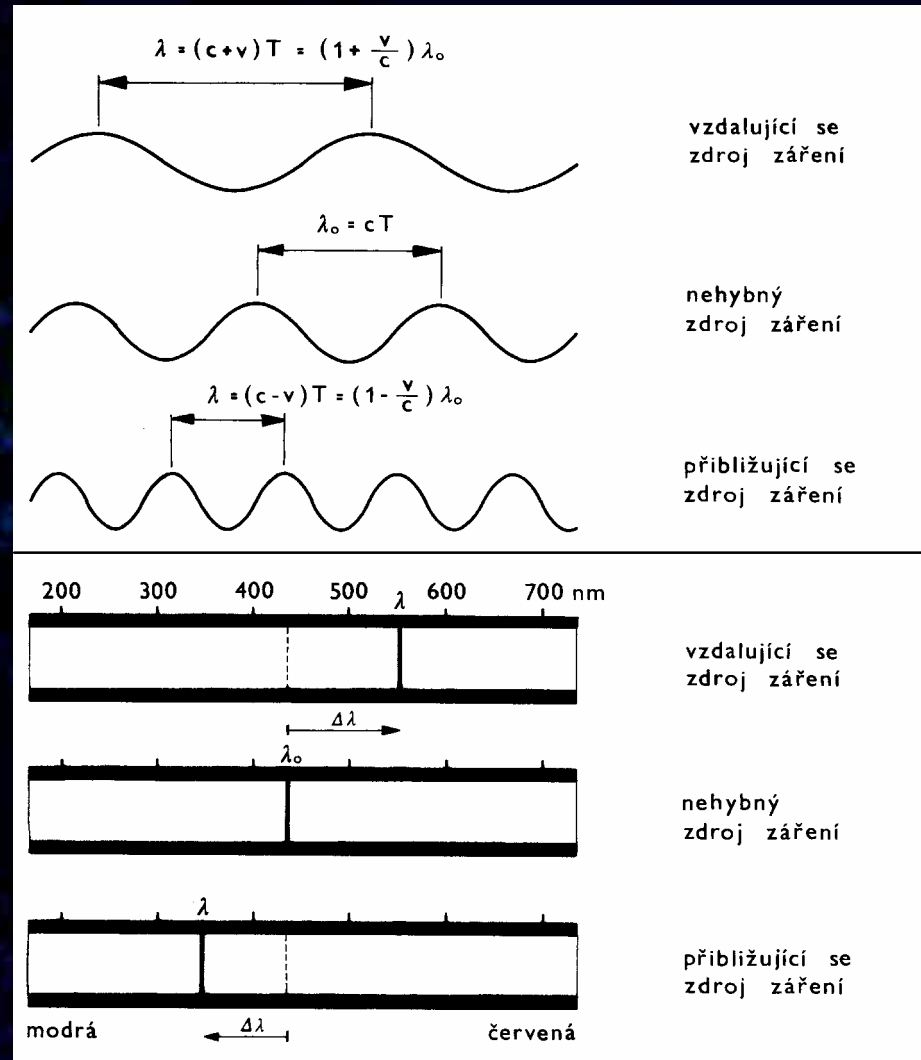
Planck's curves
for blackbody
radiation

U tepelně zářících těles je maximum záření dáno povrchovou teplotou (Planckovo rozdělení).



Spektroskopie – studna poznání

Dopplerův jev nám odhaluje radiální rychlosti těles.

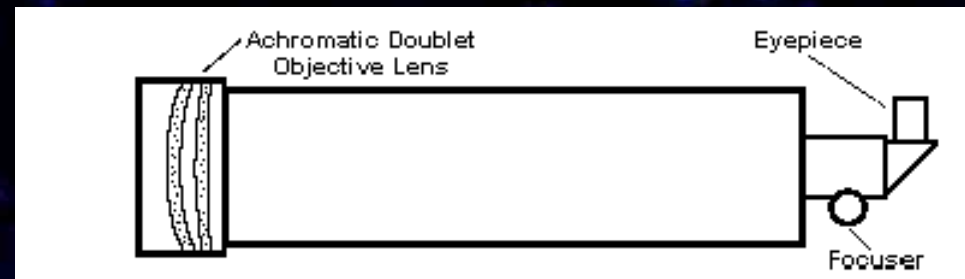
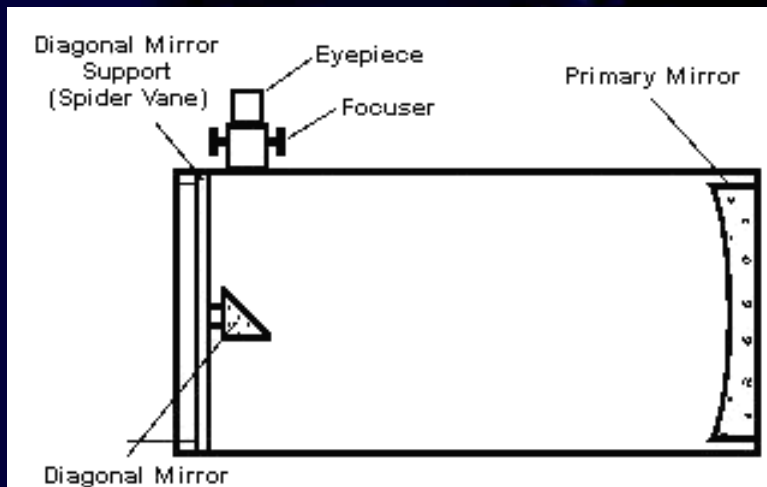


Spektroskopie – studna poznání

Rozbor spektra:

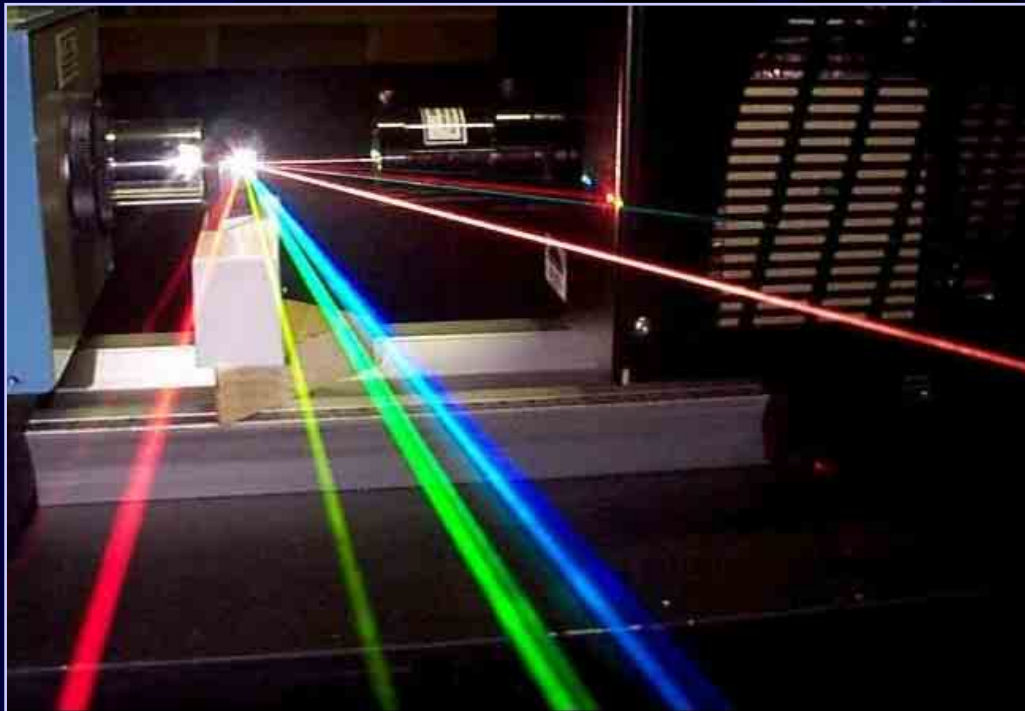
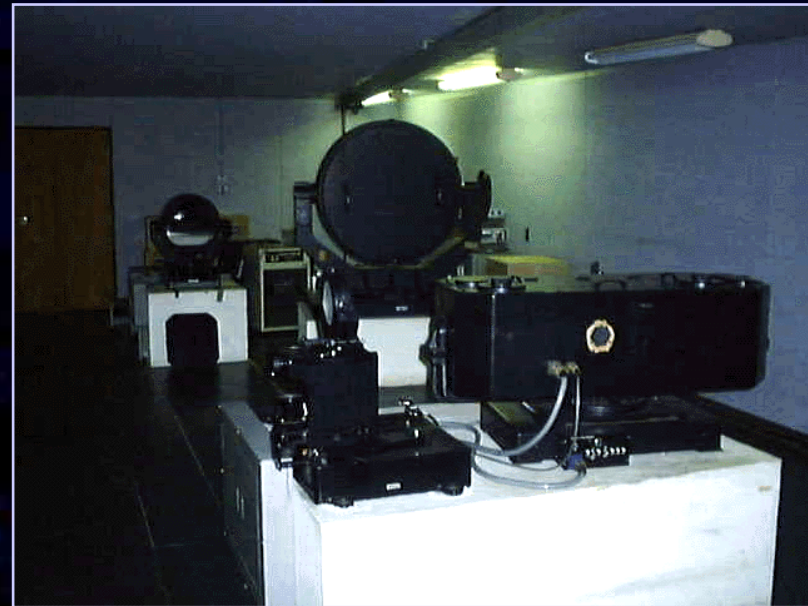
-zjištění fyzikálních a chemických podmínek

- na zářícím tělese,...
- ale i v prostředí mezi zdrojem a pozorovatelem

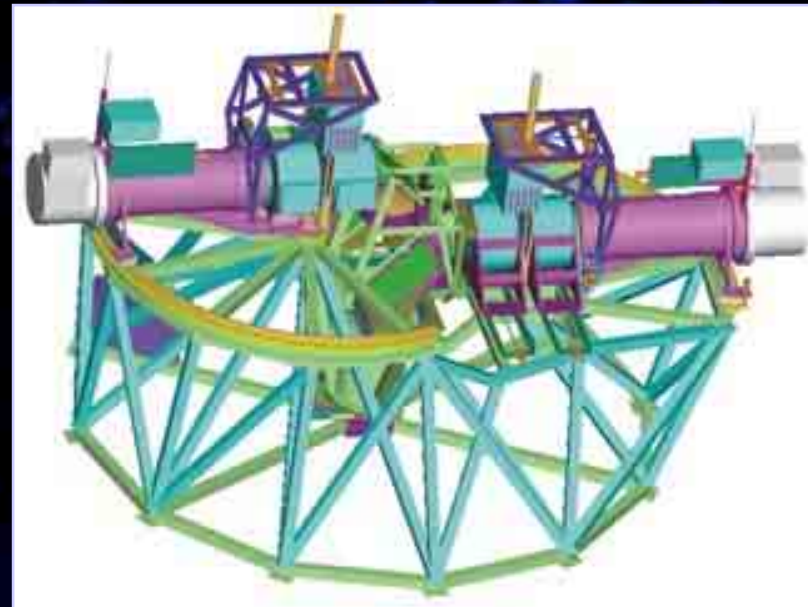


Spektroskopy

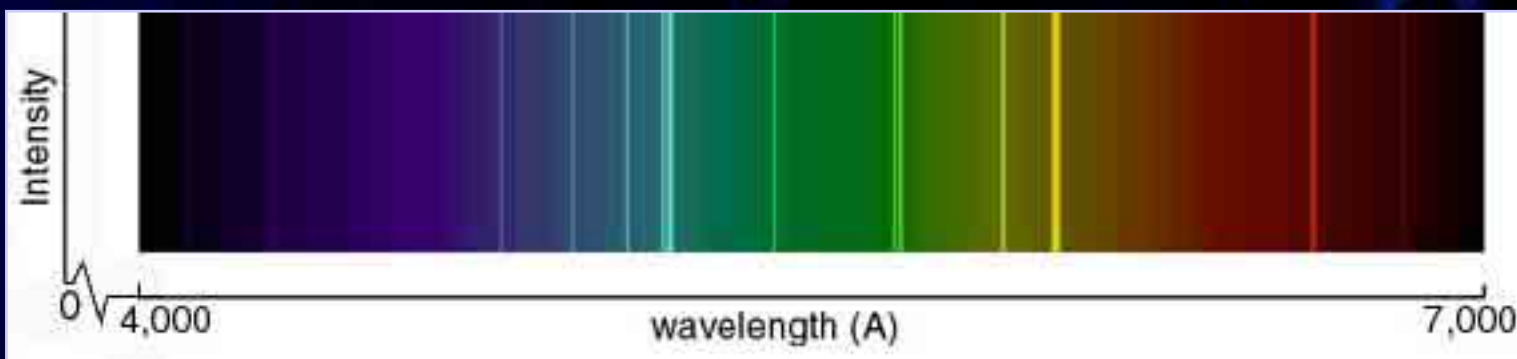
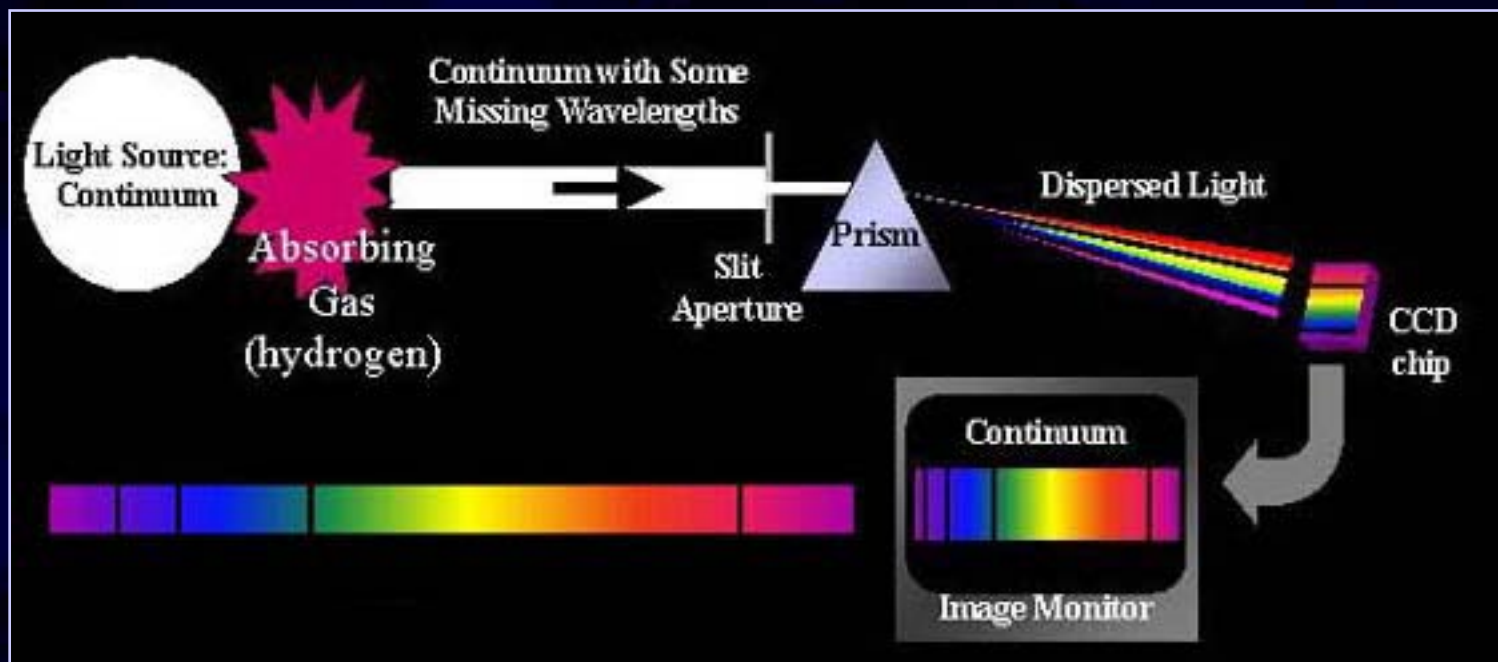
Složité a nákladné zařízení.
Různé velikosti a možnosti.



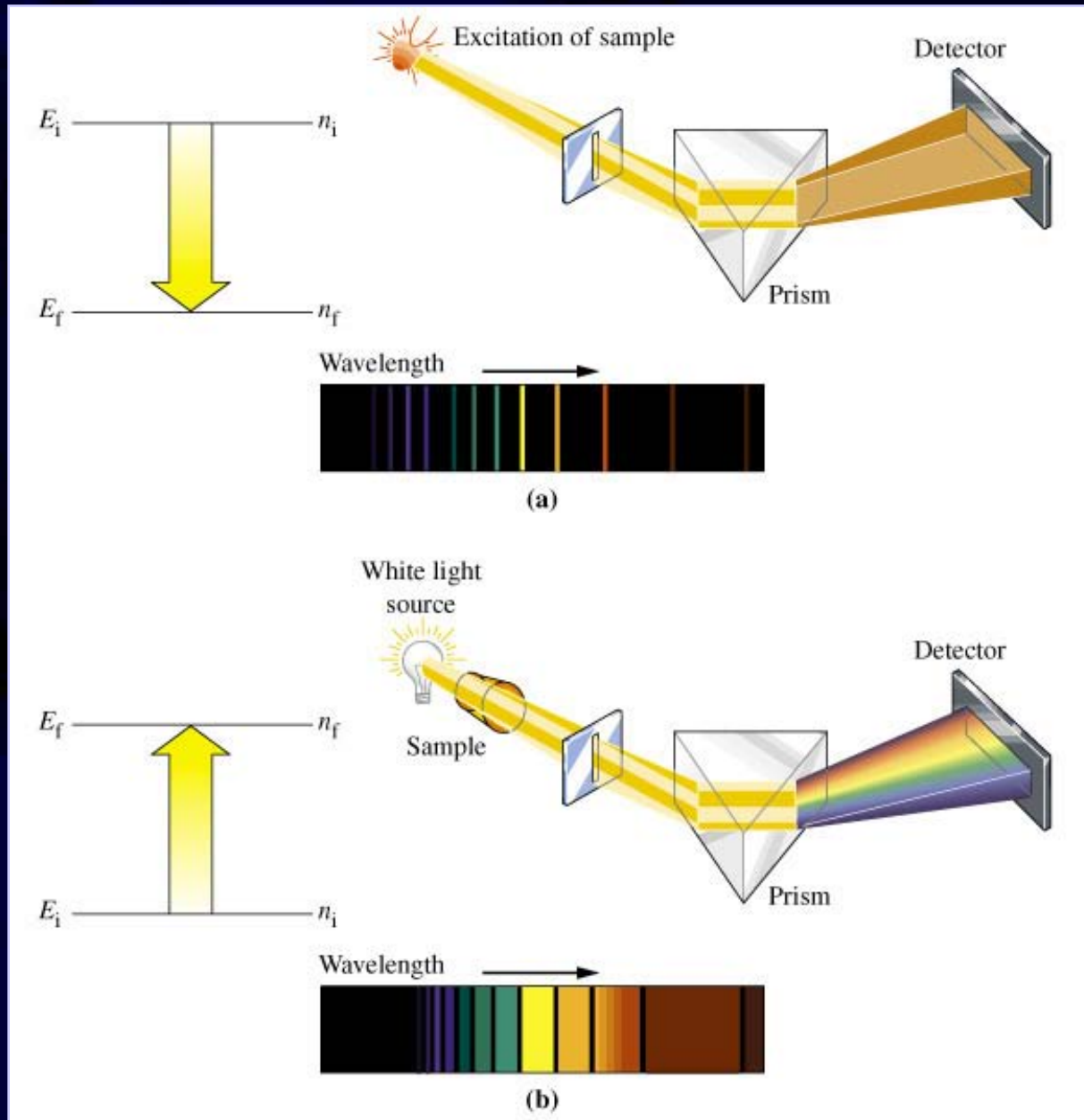
Whitelight Ar/Kr Ion Laser Spectral Lines



Výzkum spektra

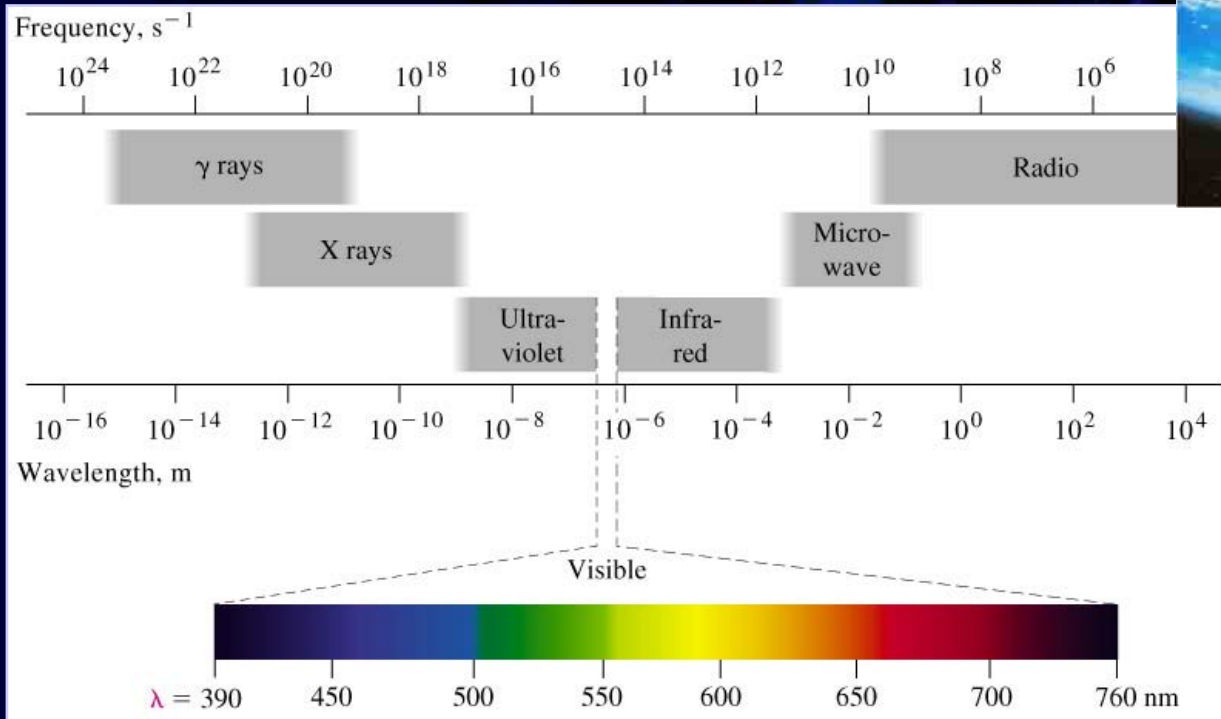


Princip detekce a vzniku emisních a absorpčních čar



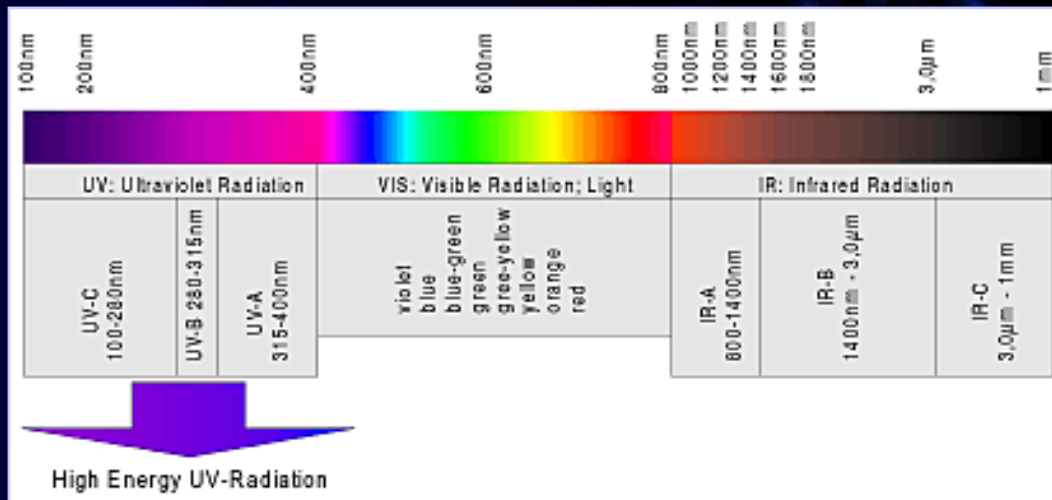
Omezení atmosféry

Pro výzkum a měření v celém rozsahu spektra nutno mít přístroje i nad zemskou atmosférou

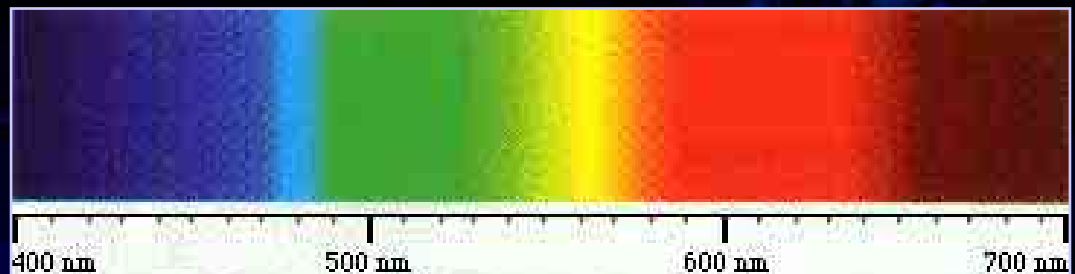


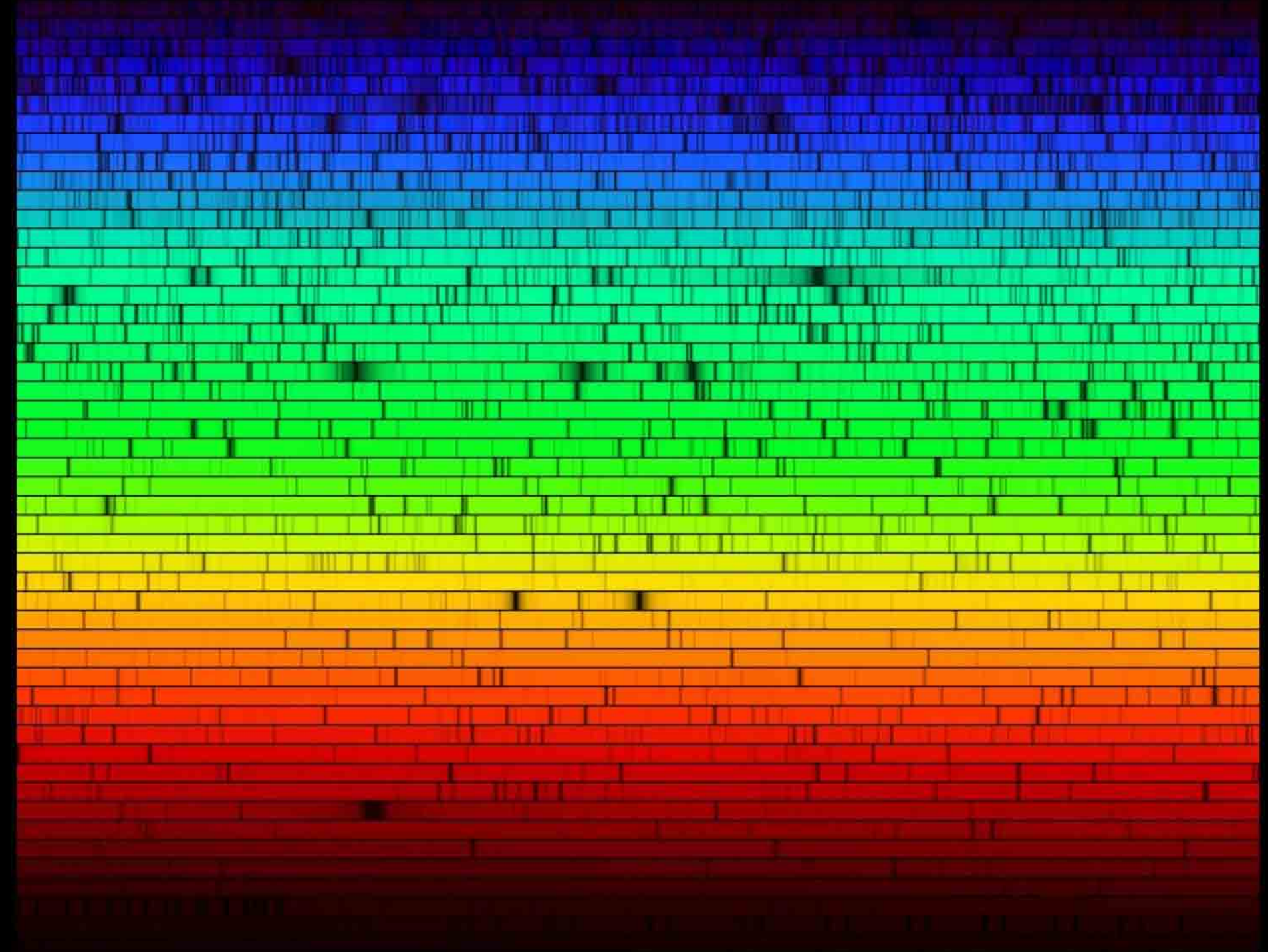
Spektroskopie

Počátky spektroskopie byly logicky spojeny se Sluncem.



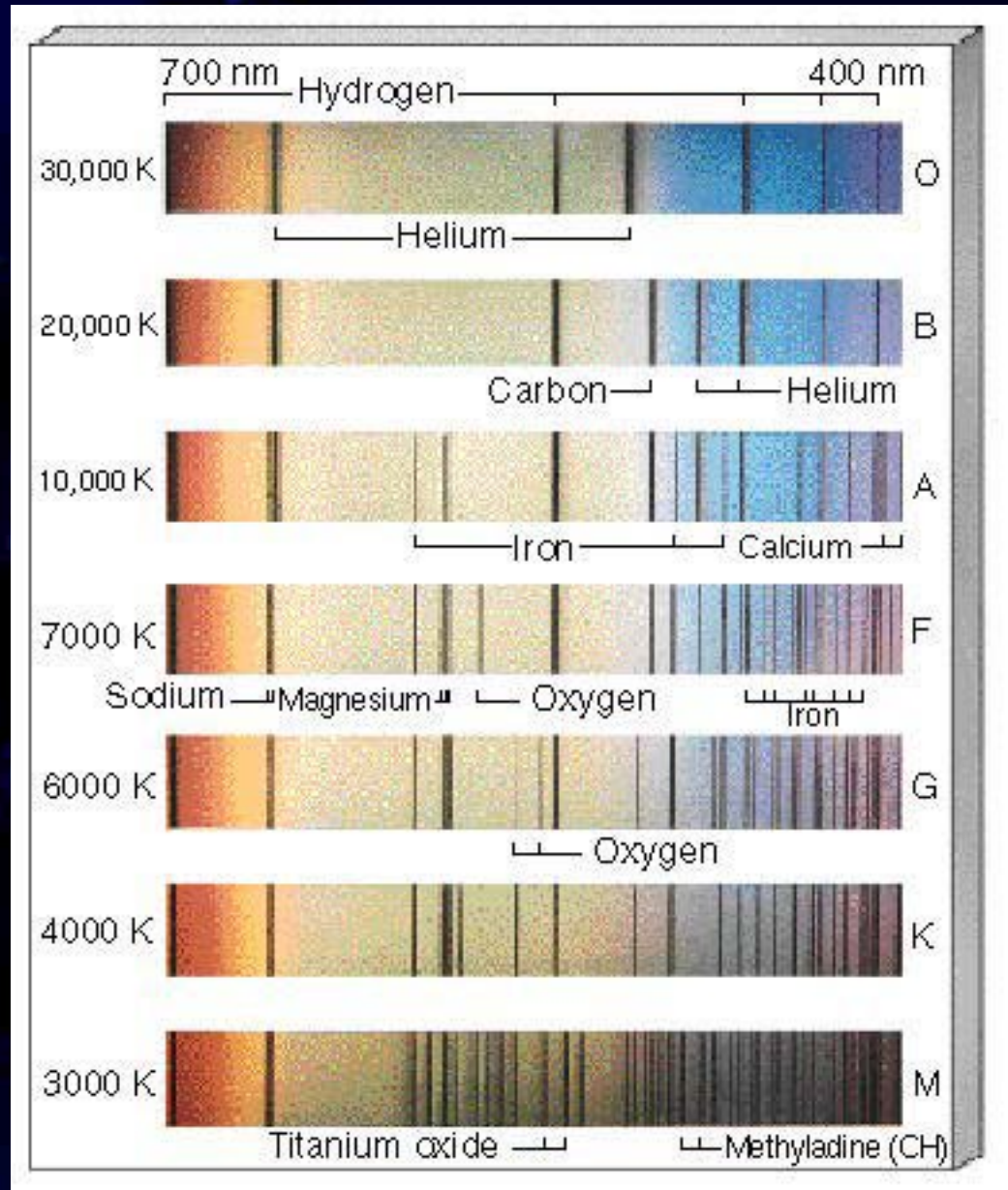
Sluneční spektrum.



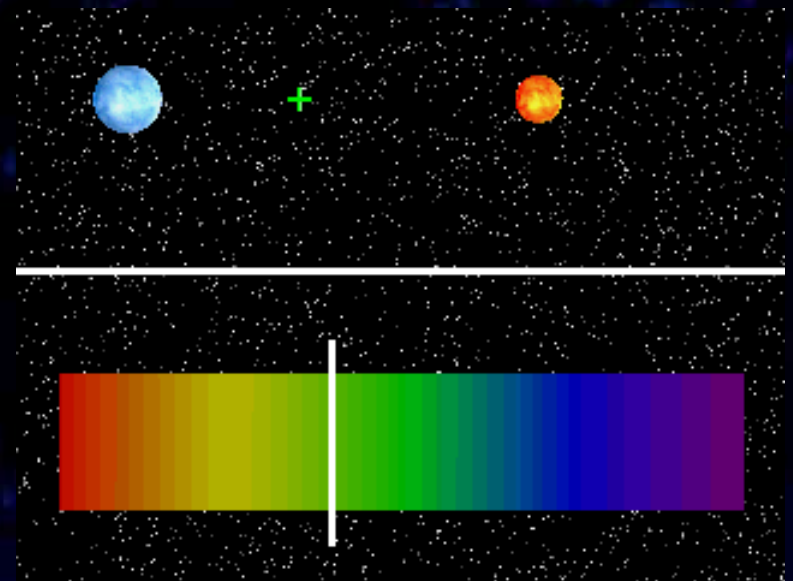
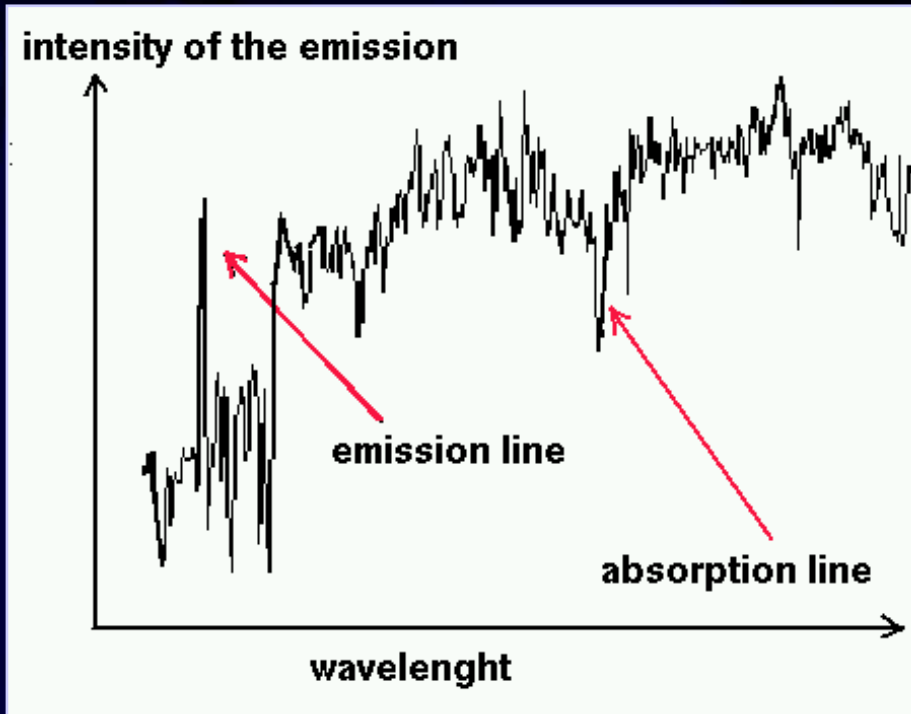


Spektrální klasifikace hvězd

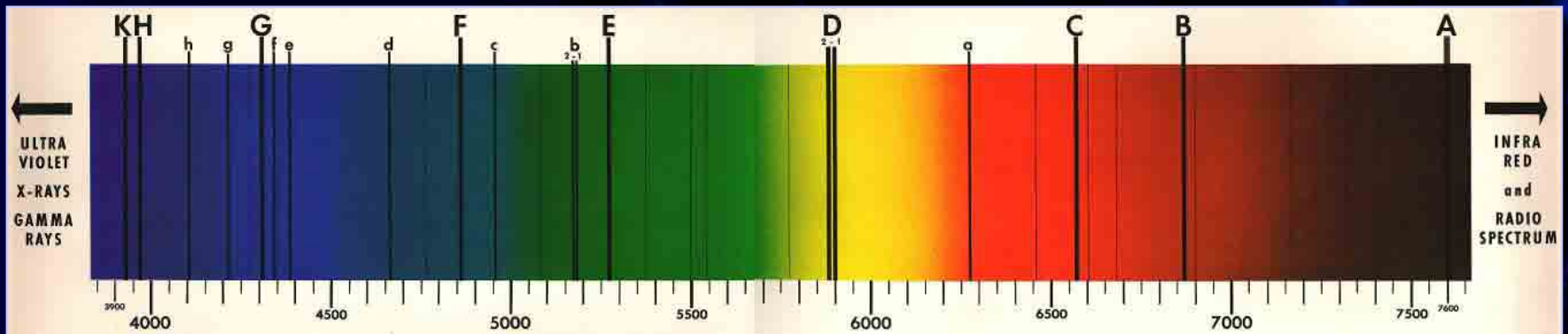
Jeden ze
základních
kamenů
moderní
astrofyziky!



Spektrální výzkum



Světlo prozrazuje tajemství přírody



Spektroskopie přinesla ojedinělý rozvoj vědy, techniky a našeho poznání.

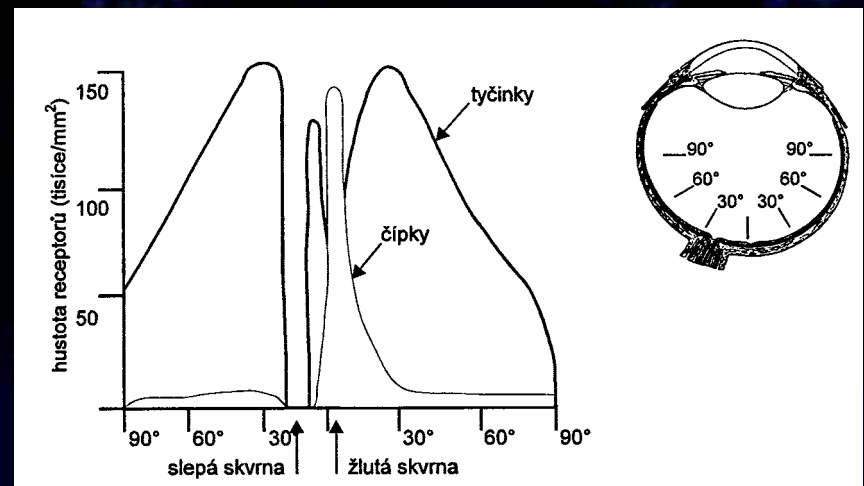
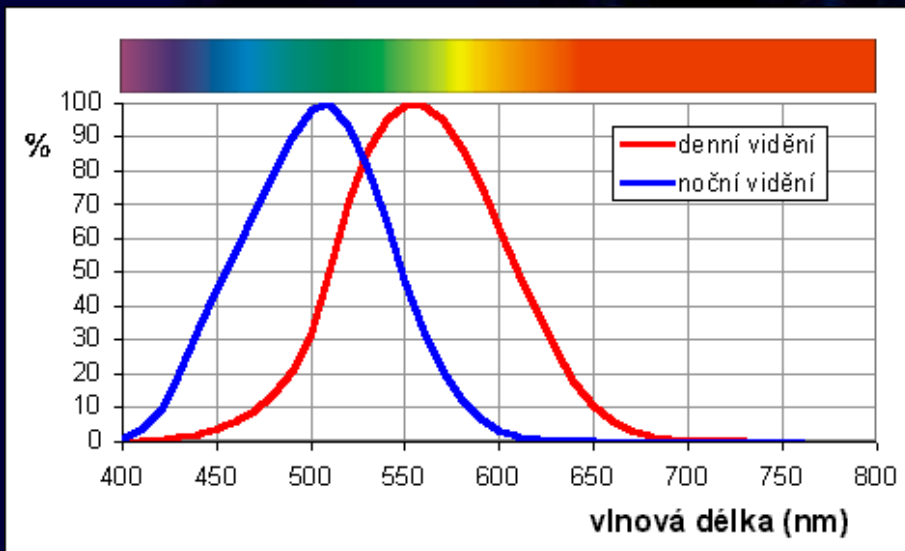
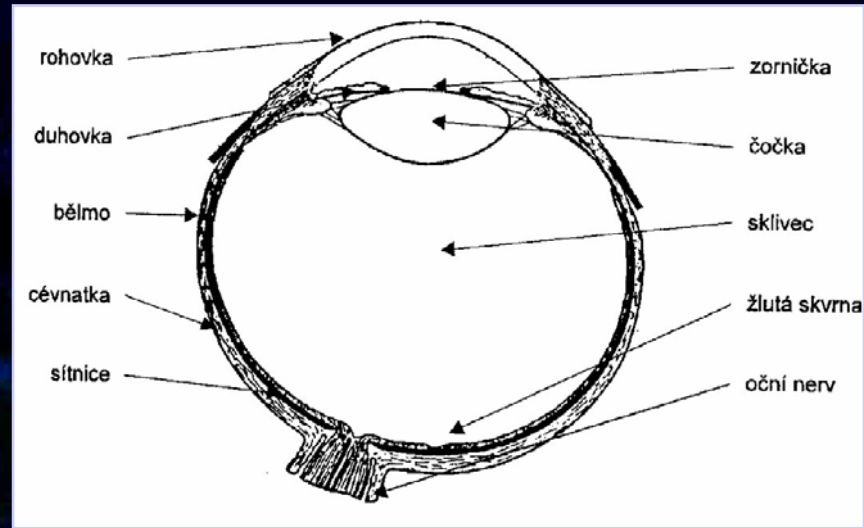
Elektromagnetické spektrum

<u>Český název</u>	<u>Frekvence</u>	<u>Vlnová délka</u>
extrémně dlouhé vlny	0,3 - 3 kHz	$10^3 - 10^2$ km
velmi dlouhé vlny	3 - 30 kHz	$10^2 - 10$ km
dlouhé vlny (DV)	30 - 300 kHz	10 - 1 km
střední vlny (SV)	0,3 - 3 MHz	1 - 0,1 km
krátké vlny (KV)	3 - 30 MHz	100 - 10 m
velmi krátké vlny (VKV)	30 - 300 MHz	10 - 1 m
ultra krátké vlny (UKV)	0,3 - 3 GHz	1 - 0,1 m
mikrovlny	3 - 30 GHz	100 - 10 mm
mikrovlny	30 - 300 GHz	10 - 1 mm
infračervené záření	$10^{10} - 10^{14}$ Hz	1 mm - 1 mm
viditelné záření	10^{14} Hz	400 - 900 nm
ultrafialové záření	$10^{14} - 10^{16}$ Hz	400 - 10 nm
rentgenovo záření	$10^{16} - 10^{19}$ Hz	10 - 0,1 nm
gama záření	$10^{19} - 10^{24}$ Hz	$10^{-10} - 10^{-14}$ m

Oko – brána do lidské mysli

Složení oka.

Rozdíl denního a nočního vidění.



Světlo nepřátelské..

Jeden z problémů civilizace – světelné znečištění noční přírody.



Světlo inspirující



Děkuji za pozornost!



Dotazy, komentáře, připomínky...