

4.

15. Kolik vyšle fotonů za sekundu světelný zdroj monochromatického záření s vlnovou délkou $\lambda = 560 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, když celková energie fotonů vyslaných za tuto dobu je $E = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$.

Vsuvka: Zopakujte si co je to foton a jakou nese energii (kvantum dané Planckovým vztahem). Jaký je vztah mezi vlnovou délkou a frekvencí světelné elektromagnetické vlny.

16. Vysílač elektromagnetických vln s výkonem $P = 1 \text{ kW}$ pracuje na kmitočtu 880 kHz. Kolik fotonů emituje za sekundu? (Návod: vyjděte ze vztahu mezi energií a výkonem).
-

17. Odvoďte Comptonův vztah pro posun vlnových délek v závislosti na rozptylovém úhlu, vztah pro frekvenci výsledného záření a Comptonovu vlnovou délku elektronu. (Návod: Jedná se o rozptyl fotonu s energií danou Planckovým vztahem, hybností dle Comptona na volném elektronu. Nakreslete si schéma rozptylu s vyznačením charakteristik fotonu a elektronu před rozptylem a po rozptylem a vyznačením úhlu rozptylu. Vyjádřete si zákony zachování energie a hybnosti, v nichž používáme relativistické vztahy, zákon zachování hybnosti vynásobte rychlostí světla, v obou rovnicích převed'te na pravou stranu pouze členy obsahující relativistickou hmotnost elektronu, kterou vyjádříme v závislosti na rychlosti, z.z.e umocněte na druhou, z.z.h. vynásobte skalárně sám se sebou, odpovídá to formálně rovněž umocnění na druhou, obě rovnice odeč'tete, vyjádřete rozdíl vlnových délek, resp. frekvenci po rozptylem jako funkci rozptylového úhlu, definujte a vyjádřete Comptonovu vlnovou délku elektronu).

Vsuvka: Rozmyslete si jak správně přepočítat vlnovou délku a frekvenci fotonu a jak rozdíly frekvencí a vlnových délek. Jak určíte hmotnost, energii a hybnost fotonu před rozptylem a po rozptylem.

18. Napište vlnovou rovnici pro elektromagnetické vlny a tvar rovinné monochromatické elektromagnetické vlny (charakterizována úhlovou frekvencí ω a vlnovým vektorem). Ověřte že taková rovinná vlna je řešením této vlnové rovnice. (Návod: Dosad'te řešení do rovnice a po úpravách spočívajících v provedení parciálních derivací porovnejte levou a pravou stranu obdržené rovnice). Na základě podmínky řešitelnosti rovnice odvoďte disperzní vztah pro elmg. vlny.
-