

Atmosféra

Složení, stratifikace, přenos energie

Sluneční záření: $1,34 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$

Průměrná teplota: $15 \text{ }^\circ\text{C}$

Vedení tepla – přenos sousedními molekulami

Proudění tepla – pohyb celé hmoty atmosféry

„Citlivé“ teplo – energie ve formě kinetické energie molekul

Latentní teplo – teplo odpařování

Záření – elektromagnetické záření, jediná cesta, jak je energie přenášena vakuem

Počasí – krátkodobé změny v atmosféře

Klima – dlouhodobé průměrné počasí

Vlhkost – obsah vody ve vzduchu

Relativní vlhkost – procento nasycení vodní parou

Rosný bod – teplota, při které začíná kondenzovat vodní pára

Kondenzační jádra – povrch jader poskytuje místo pro kondenzaci vodní páry

Interakce záření se hmotou

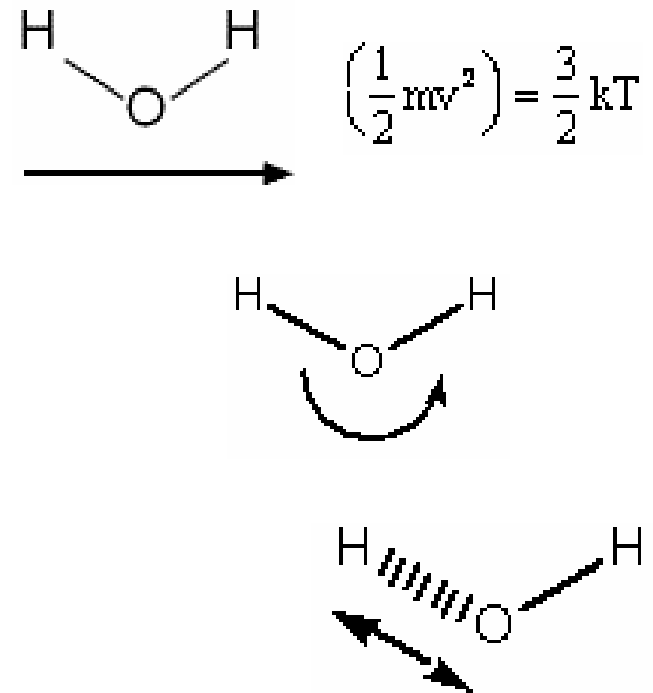
Energie

Translační

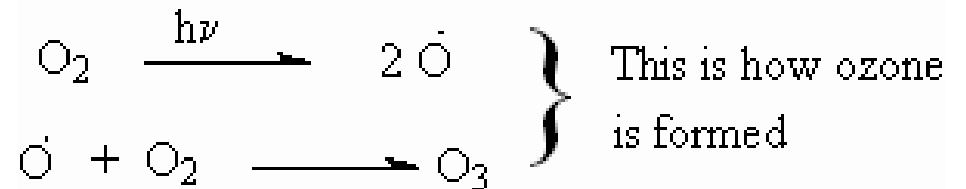
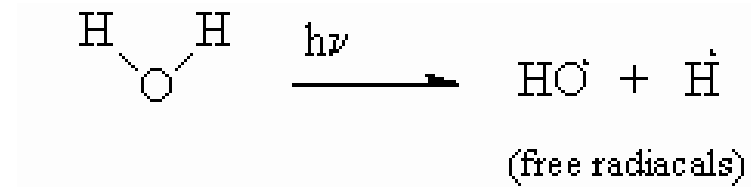
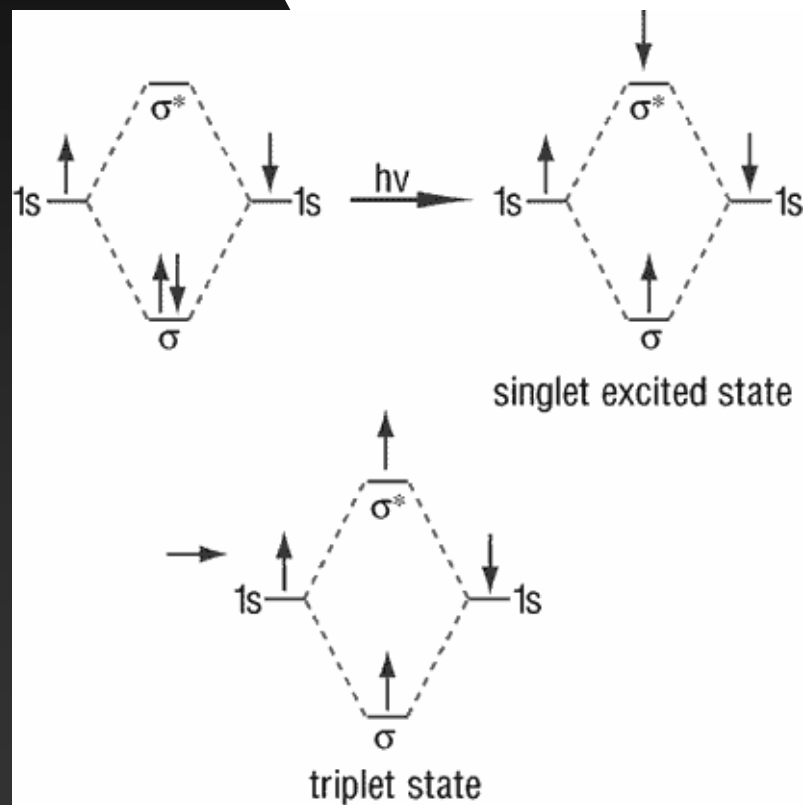
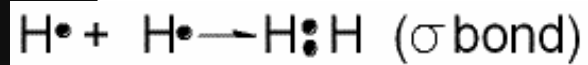
Rotační

Vibrační

Elektronů



Interakce záření s molekulami



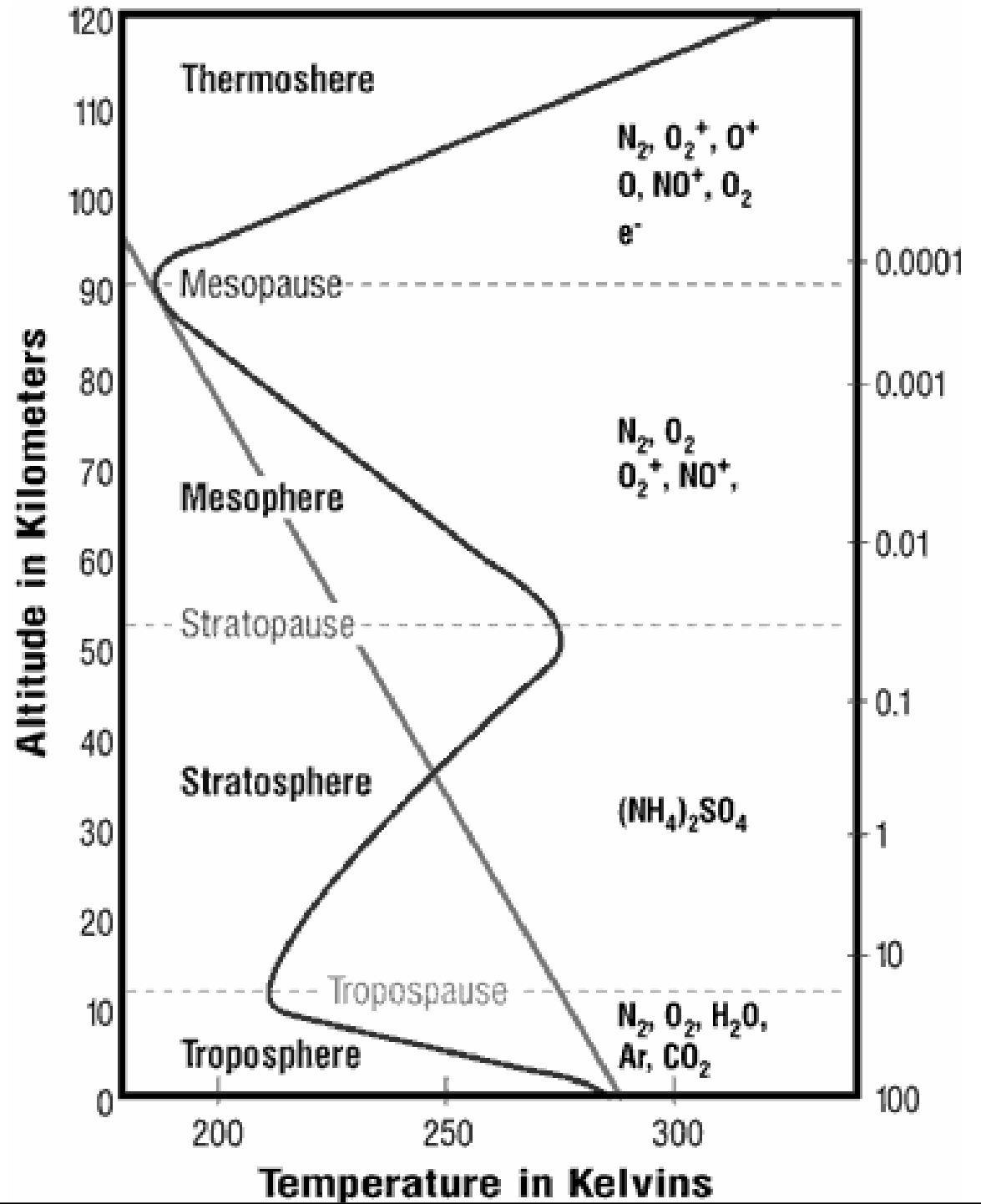
Složení čisté atmosféry

Plyn	Koncentrace (ppm)	Doba zdržení	cyklus
Ar	9340	---	Žádný
Ne	18	---	Žádný
Kr	1.1	---	Žádný
Xe	0.09	---	Žádný
N ₂	780,840	10 ⁶ let	Bio&mikrobiol
O ₂	209,460	10 let	Bio&mikrobiol
CH ₄	1.65	7 let	Bio&mikrobiol
CO ₂	332	15 let	Antropogenní&bio
CO	0.05-0.2	65 dnů	Antropogenní&chemický
H ₂	0.58	10	Bio&chemický
N ₂ O	0.33	10 let	Bio&chemický
SO ₂	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁴	40 dnů	Antropogenní&chemický
NH ₃	10 ⁻⁴ – 10 ⁻³	20 dnů	Bio&chemický
NO + NO ₂	10 ⁻⁶ – 10 ⁻²	1 den	Antropogenní&chemický
O ₃	10 ⁻²	?	chemický
HNO ₃	10 ⁻⁵ – 10 ⁻³	1 den	chemický
H ₂ O	různá	10 dnů	Fyz.-chemický
He	5.2	10 let	Fyz.-chemický

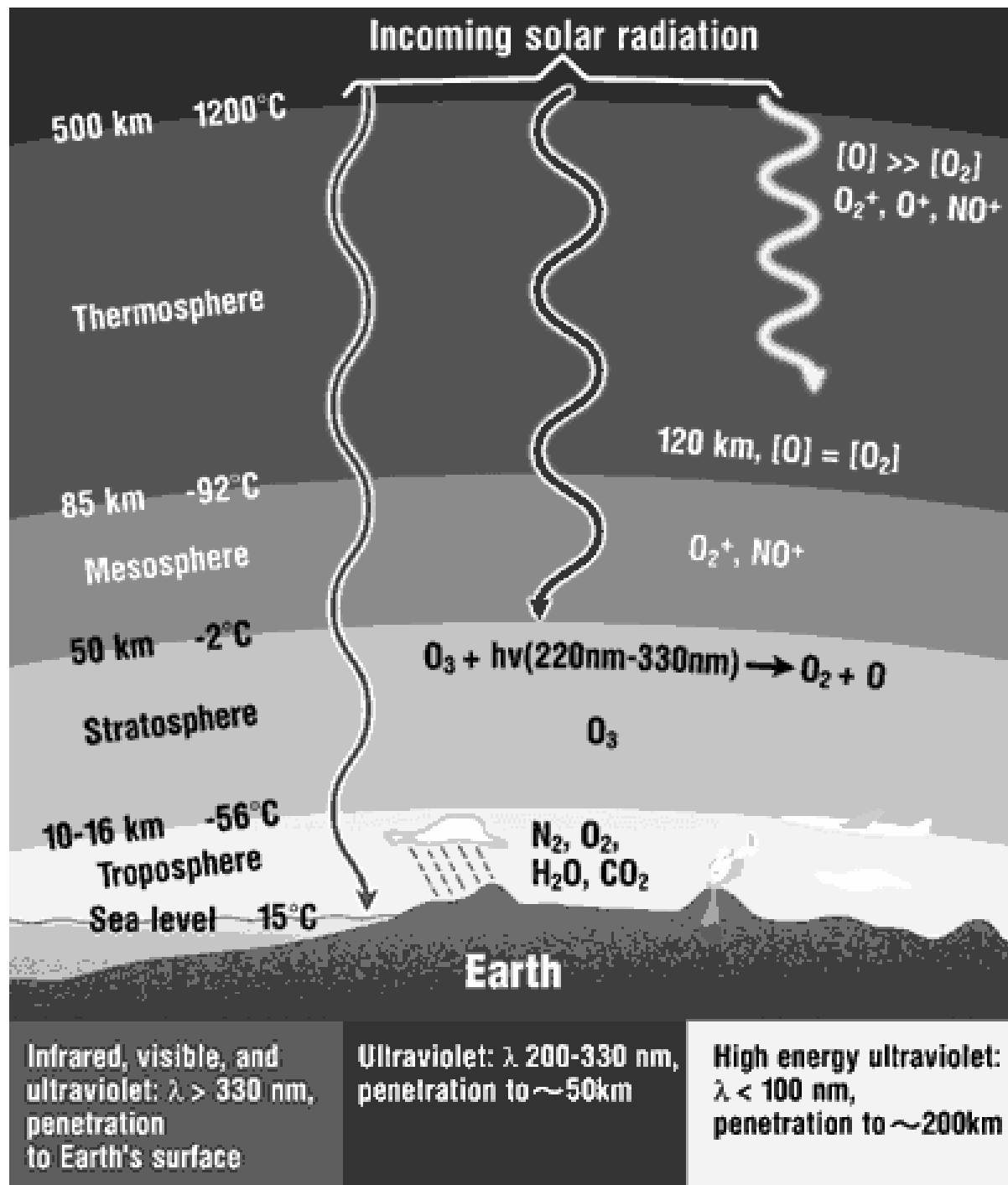
Koncentrace stopových látek v čisté a znečištěné troposféře

Látka	Čistá troposféra	Znečištěná troposféra
SO ₂	1 – 10	20 – 200
CO	120	1000 – 10,000
NO	0.01 – 0.05	50 – 750
NO ₂	0.1 – 0.5	50 – 250
O ₃	20 – 80	100 – 500
HNO ₃	0.02 – 0.3	3 – 50
NH ₃	1	10 – 25
HCHO	0.4	20 – 50
HCOOH		1 – 10
HNO ₂	0.001	1 – 8
CH ₃ C(O)O ₂ NO ₂		5 – 35
nemethanové uhlovodíky		500 - 1200

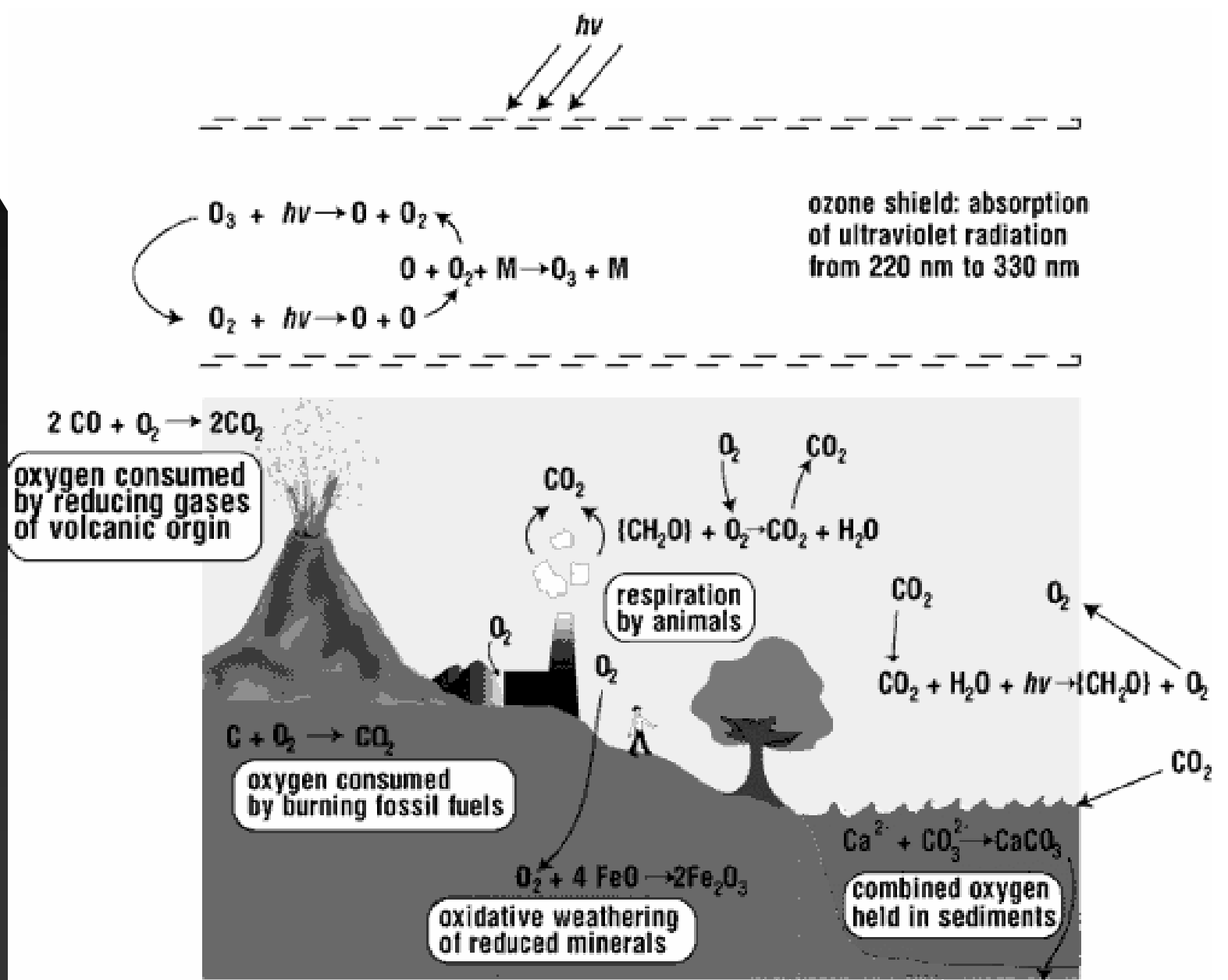
Struktura atmosféry



Absorbce Slunečního záření v atmosféře



Atmosférický cyklus kyslíku



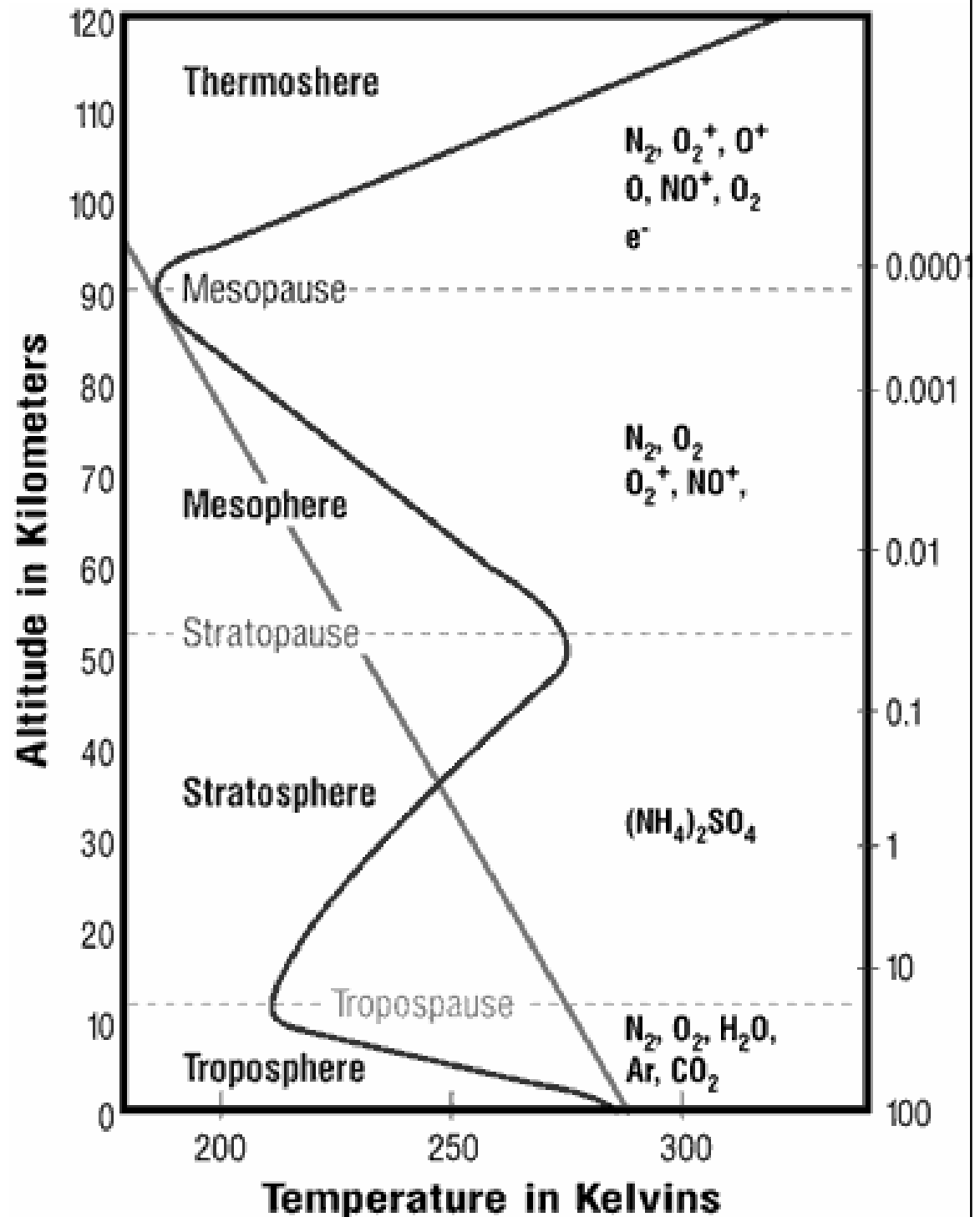
Chemické reakce v atmosféře

V zemské kůře dochází
k redukčním reakcím
V atmosféře a v kontaktu
s atmosférou dochází k oxidaci
Biota obnovuje s pomocí
slunečního záření oxidant (O_2)

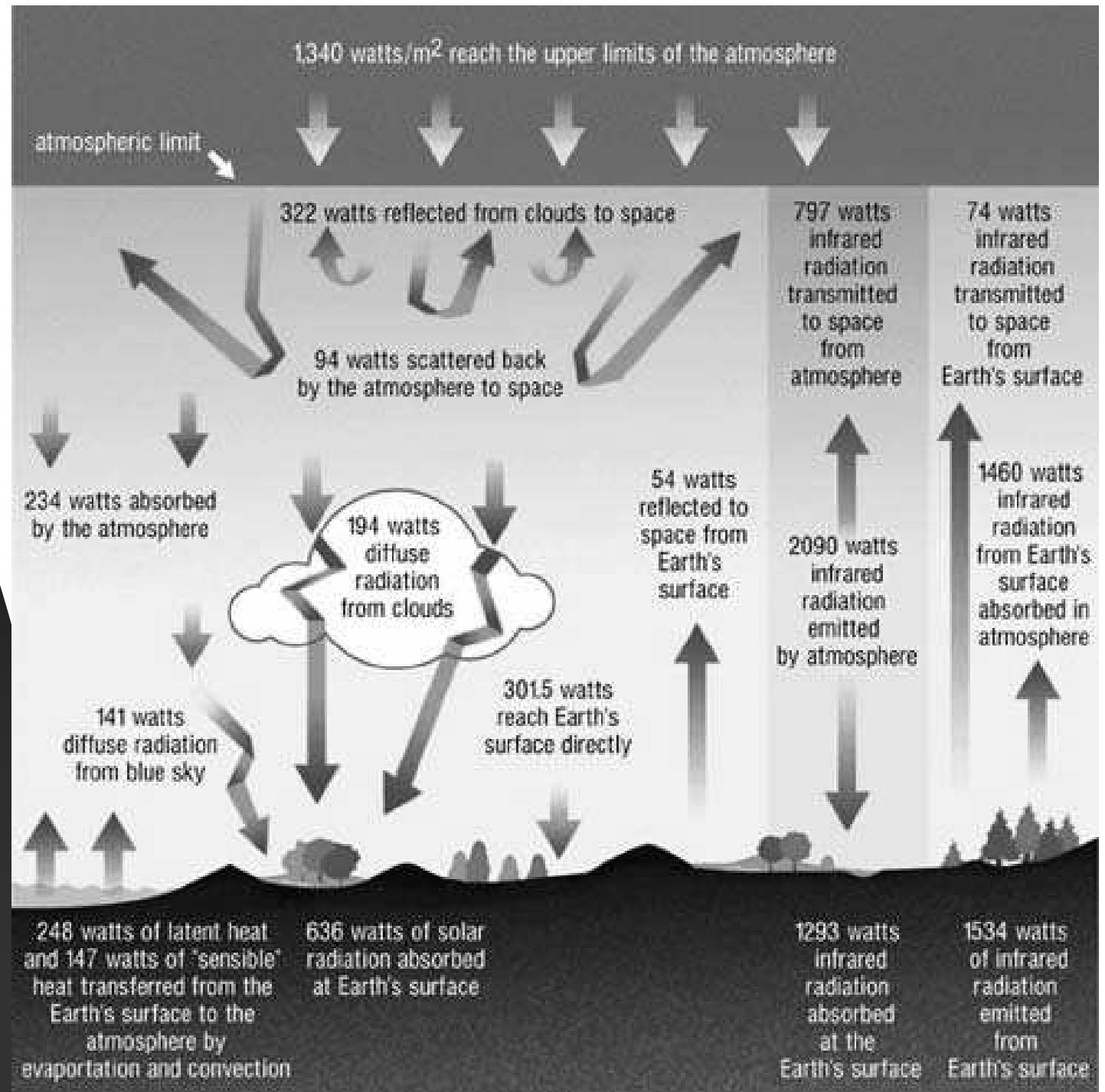
Většina reakcí se odehrává
v troposféře
Produkty jsou „vymyty“ srážkami

Stratosféra – dusík, kyslík – ozon
(absorbuje většinu UV záření)

Vyšší části – vysoce nabitě iony a
radikály



Energetická bilance



Chemické reakce v atmosféře

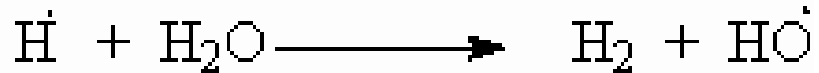
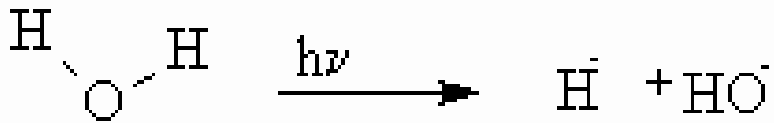
plynné fázi

na povrchu prachových částic (malý význam, krátká doba zdržení)

ve vodných roztocích (kapky vody; acidobazické)

Nejdůležitější

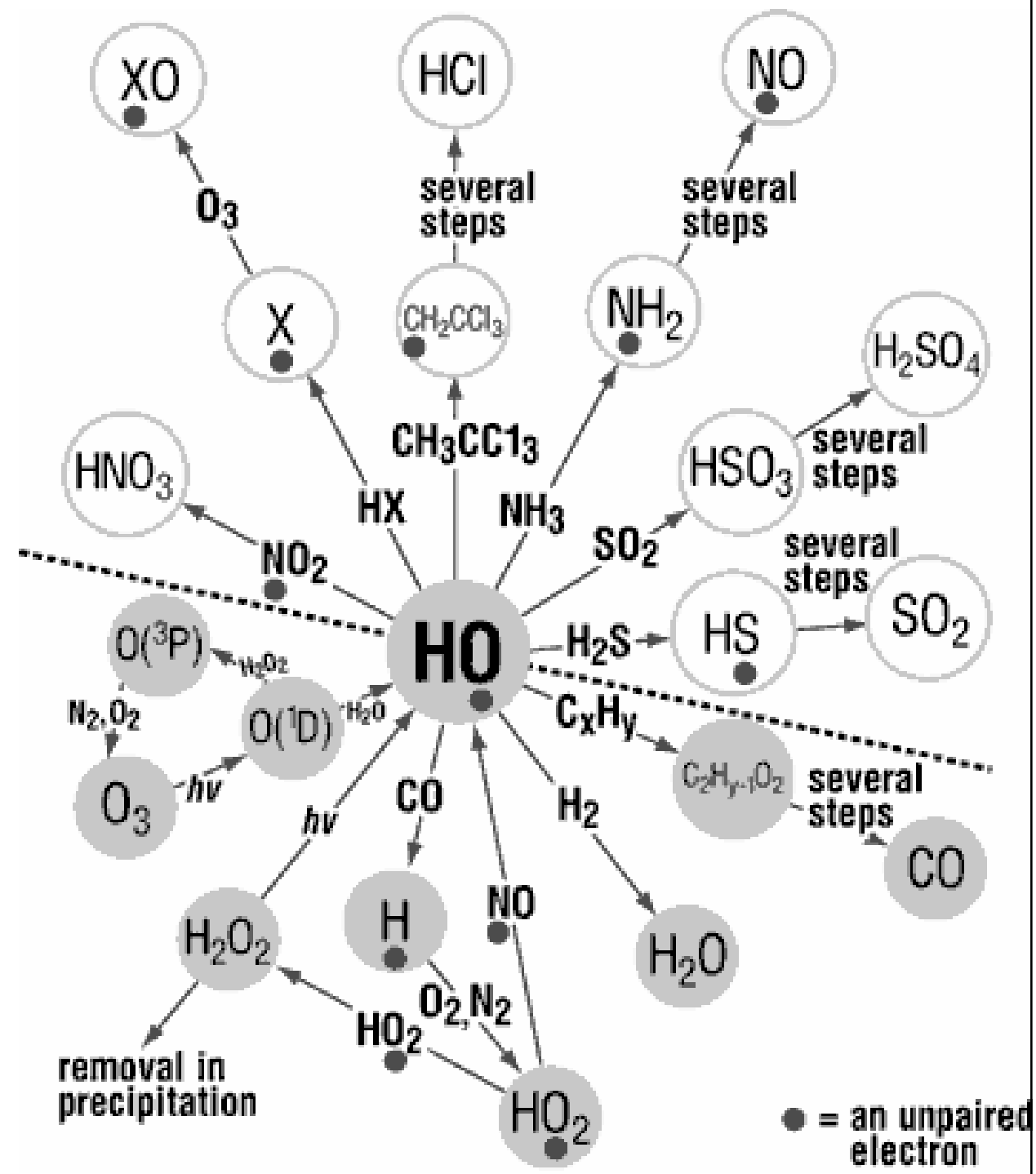
Hydroxylový radikál



Výsledek procesů: konstantně 10 milionů hydroxylových radikálů/cm³ v povrchové vrstvě

OH•	Molekul/cm ³
Léto - den	5-10 × 10 ⁶
Zima - den	1-5 × 10 ⁶
Noc	< 2 × 10 ⁵

Reakce v atmosféře
zahrnující
hydroxylový radikál



Důležité reakce

Oxidace CO a NO



Methan -> formaldehyd

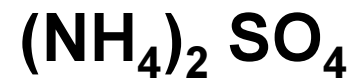


Oxidace C, S, N



Ionové sloučeniny

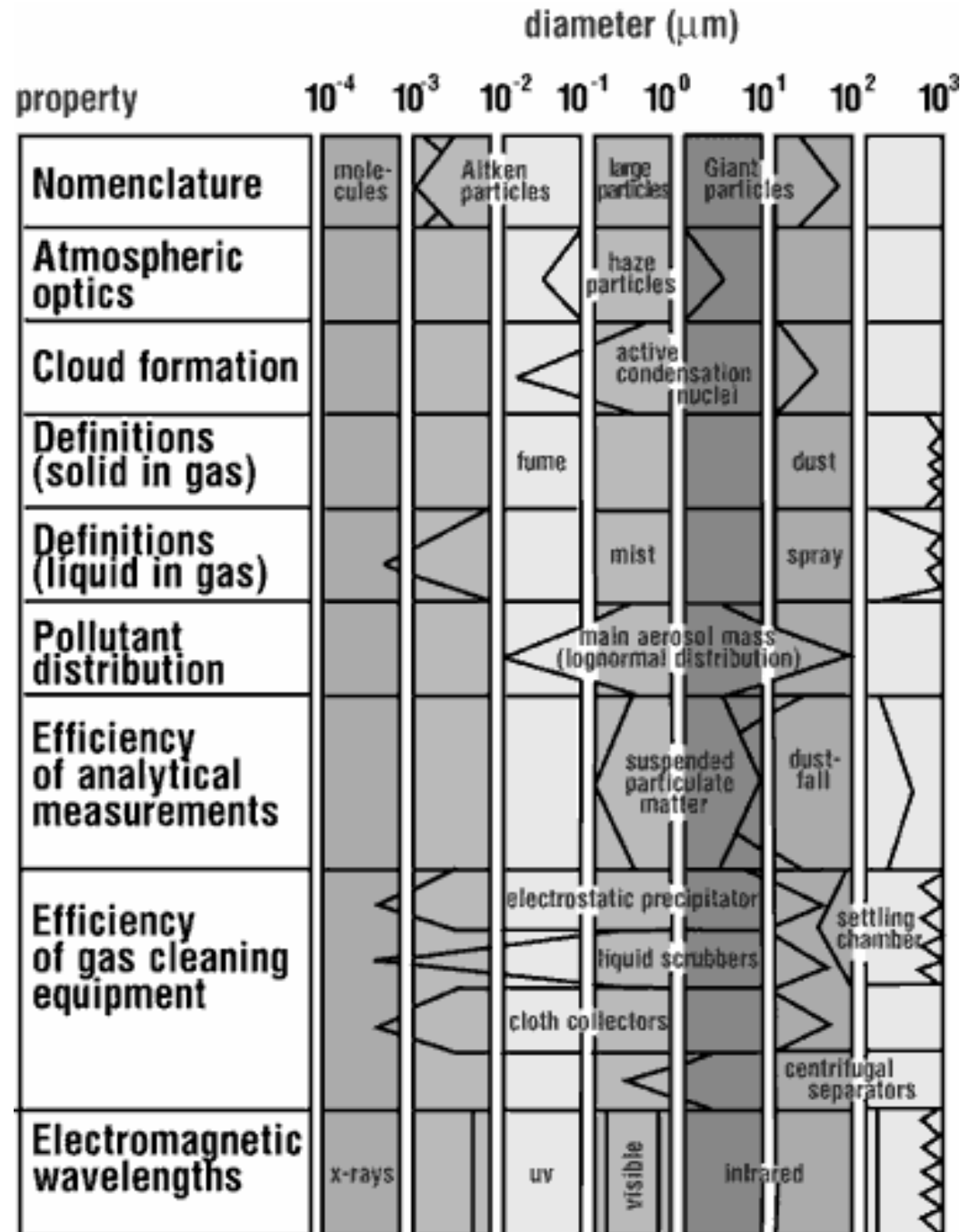
Vznik síranu amonného



Hlavní část chování částic v atmosféře – velikost částic

Částice v atmosféře

- Mechanicky - > 100 μm
- Opalování, exhalace - < 10 μm
- Reakce v atmosféře – 50 až 10 000 molekul (voda + produkty oxidace)
- Aerosol – pevné nebo kapalné částice < 100 μm
- Kondenzační aerosol – vzniká kondenzací páry nebo chemickými reakcemi
- Disperzní aerosol – vzniká dělením větších částic (prachových, kapalných)
- Zamlžení – velký počet kapiček vody
- Opar – snížená viditelnost v důsledku velkého počtu částic
- Mlha – kapalné částice
- Kouř – částice vznikající při spalování
- Aerosol – několik molekul síranu amonného až 10 000 molekul H_2SO_4 při 30% relativní vlhkosti – 0,01 μm

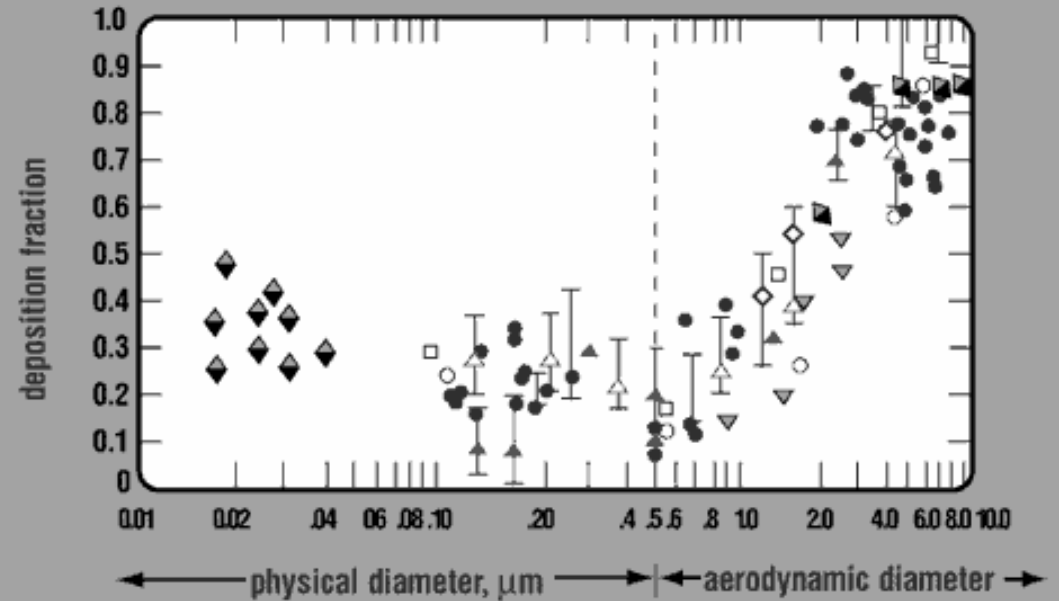


Zdravotní vlivy

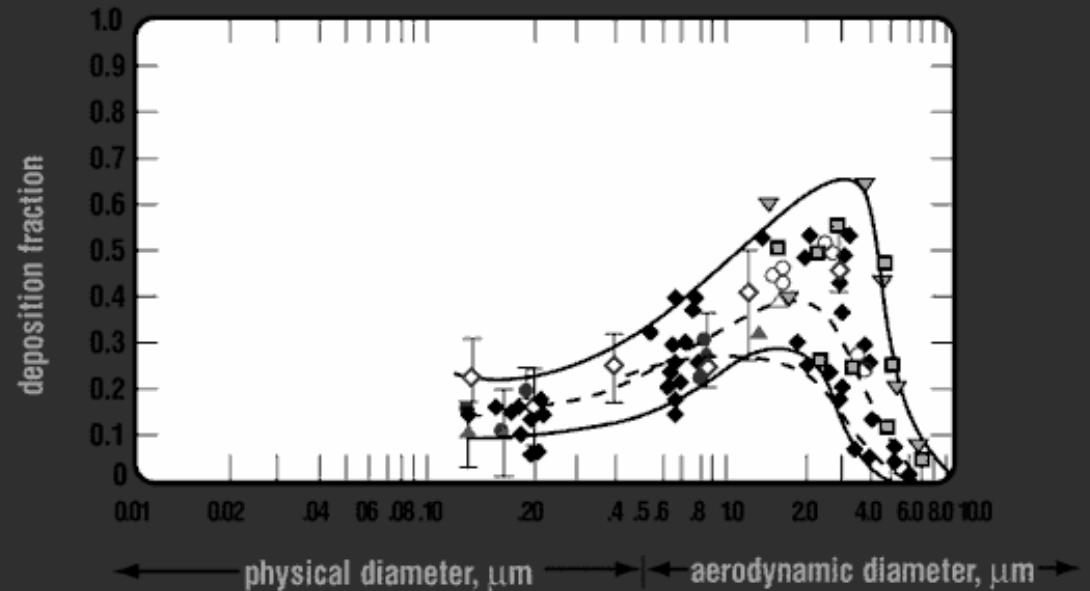
částice přenášejí do těla
toxické látky (Pb, Cd,
Be, PAH)

Efektivita zachycování
v dýchacím ústrojí

Dýchání
ústy

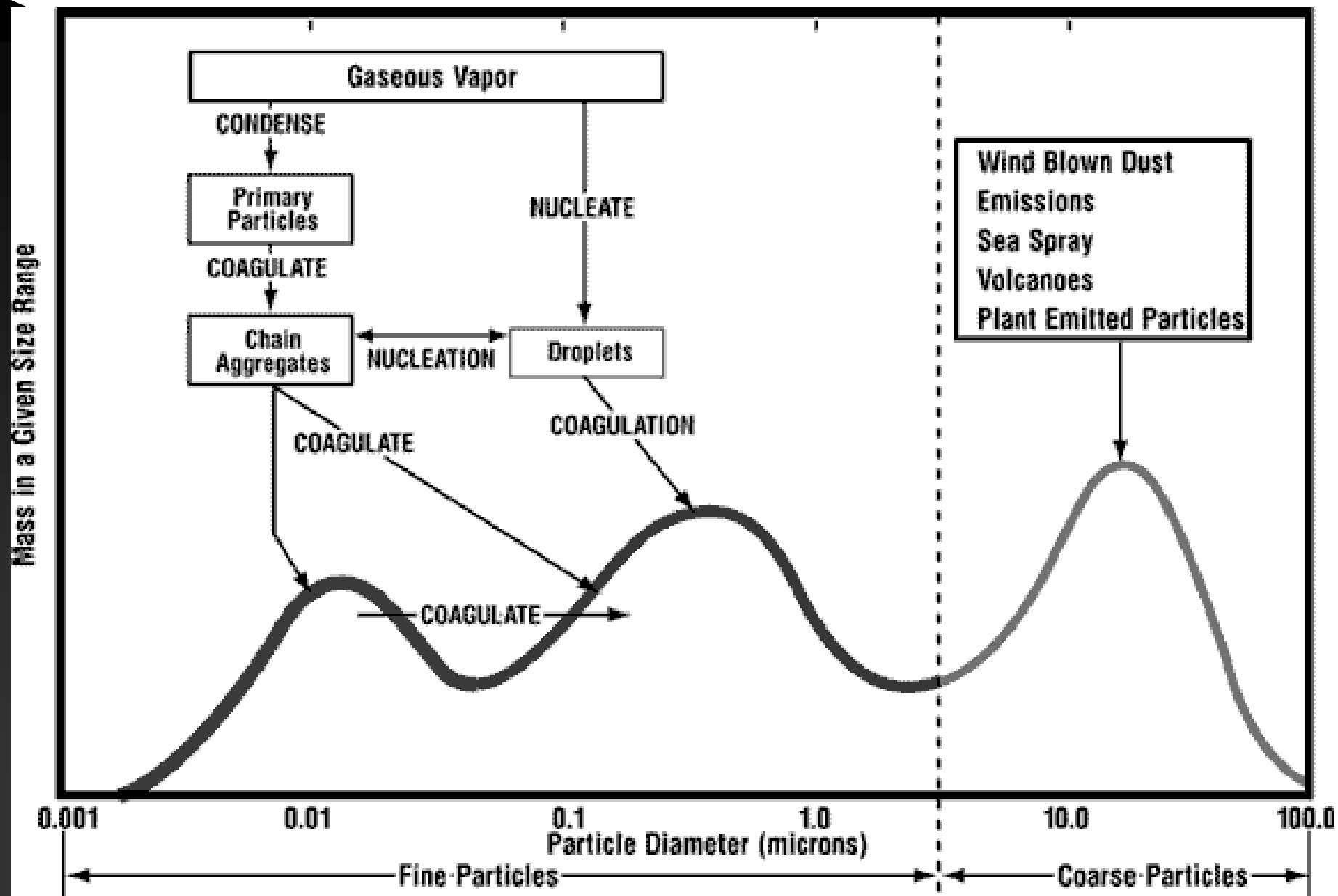


Dýchání
nosem

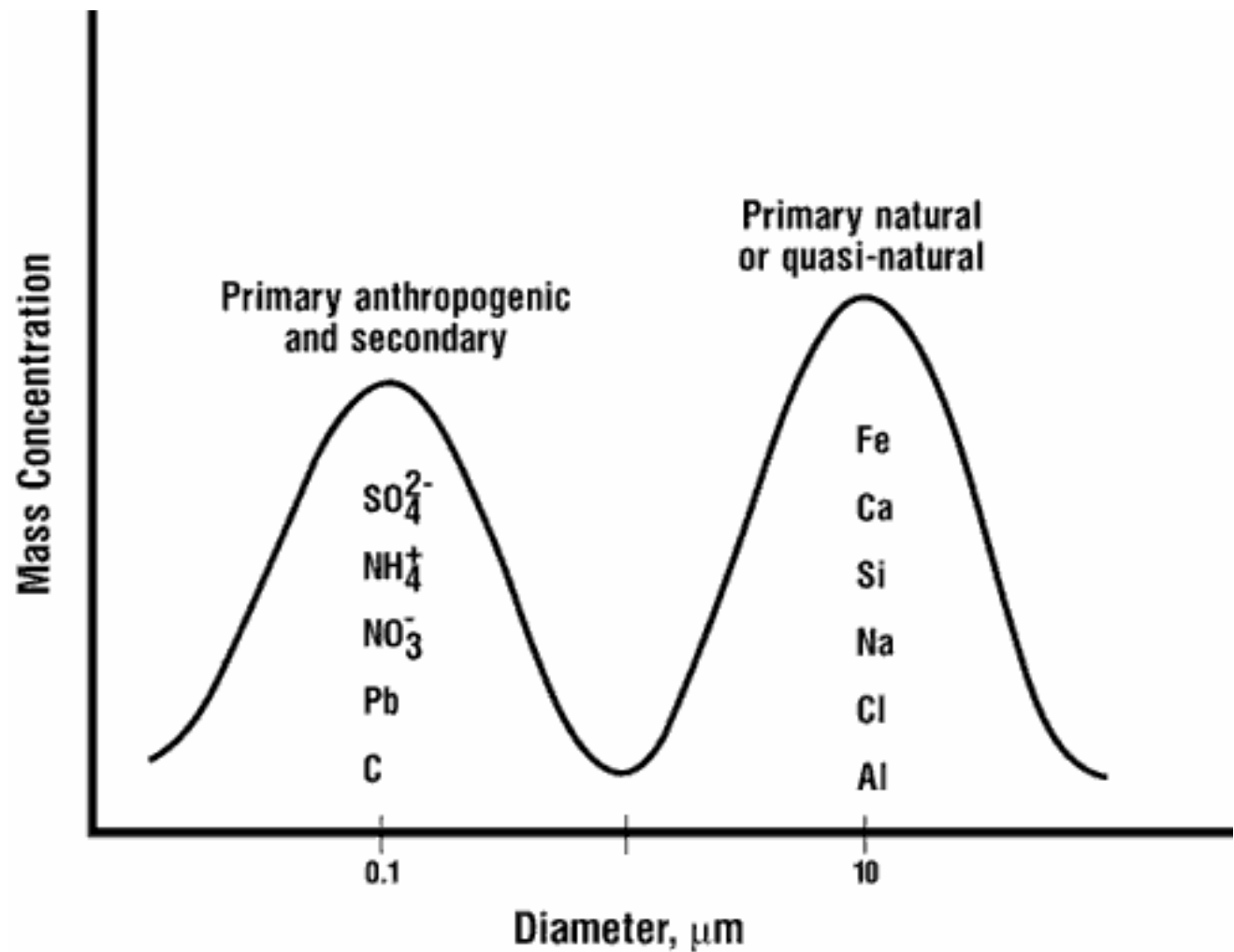


Viditelnost a rozptyl světla v atmosféře

Vznik aerosolů



Bimodální rozdělení

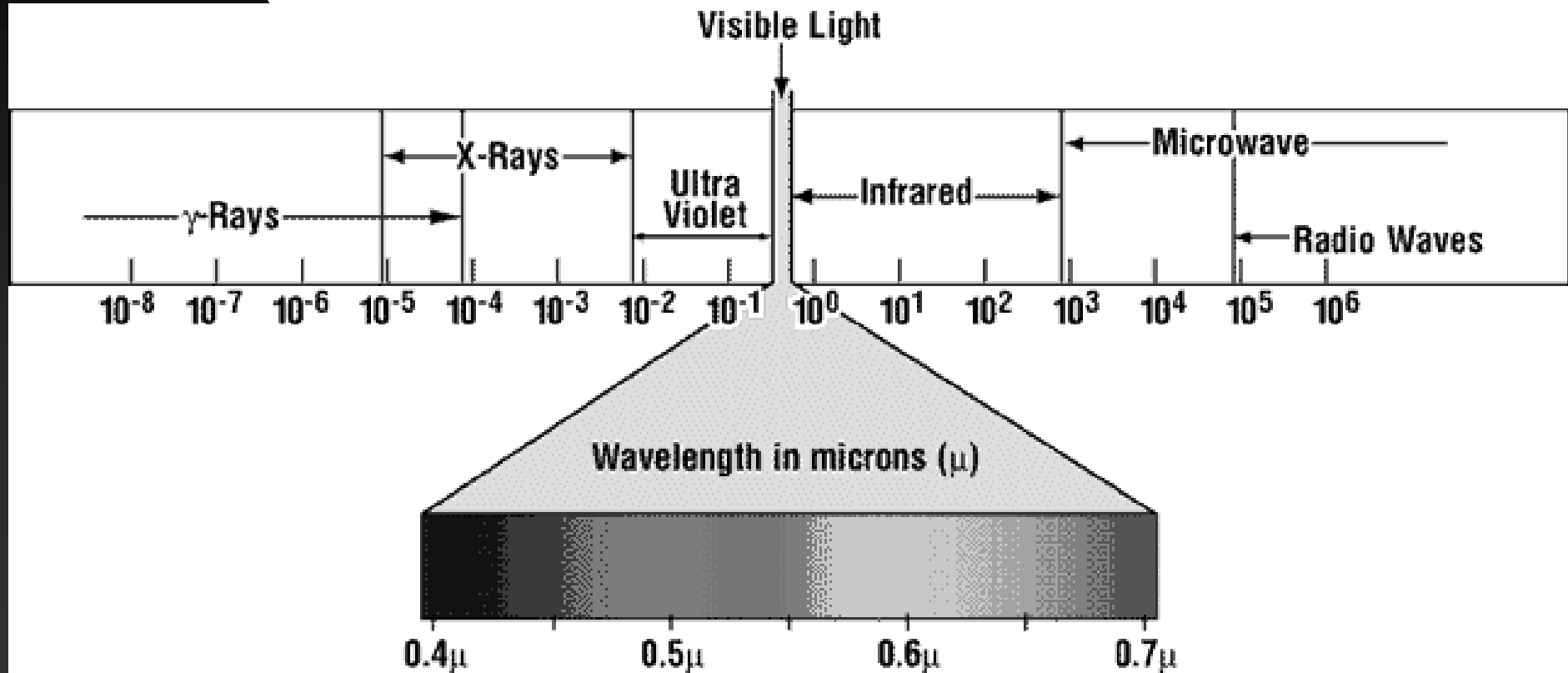


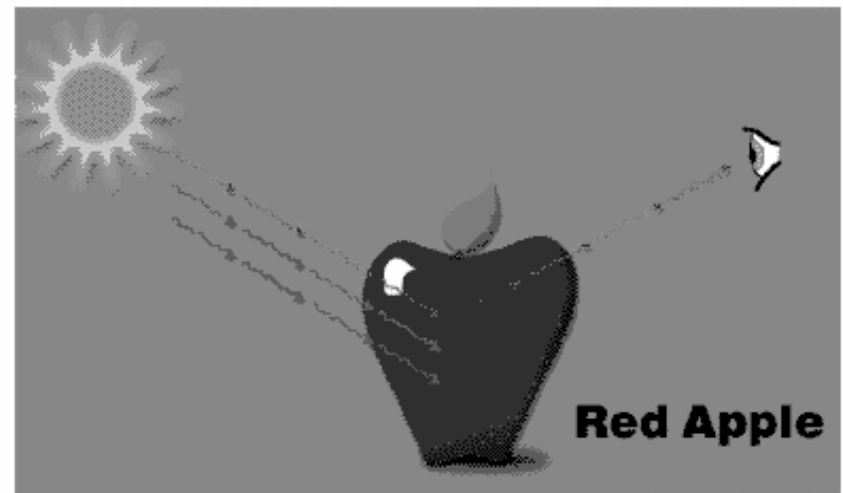
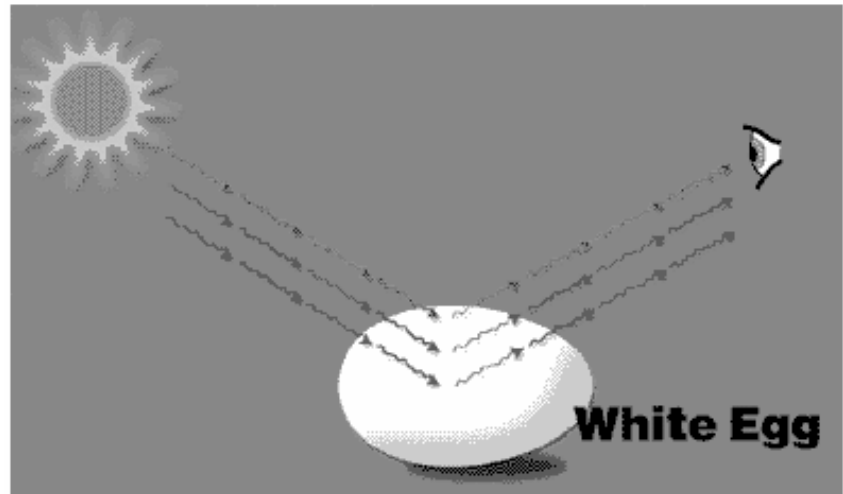
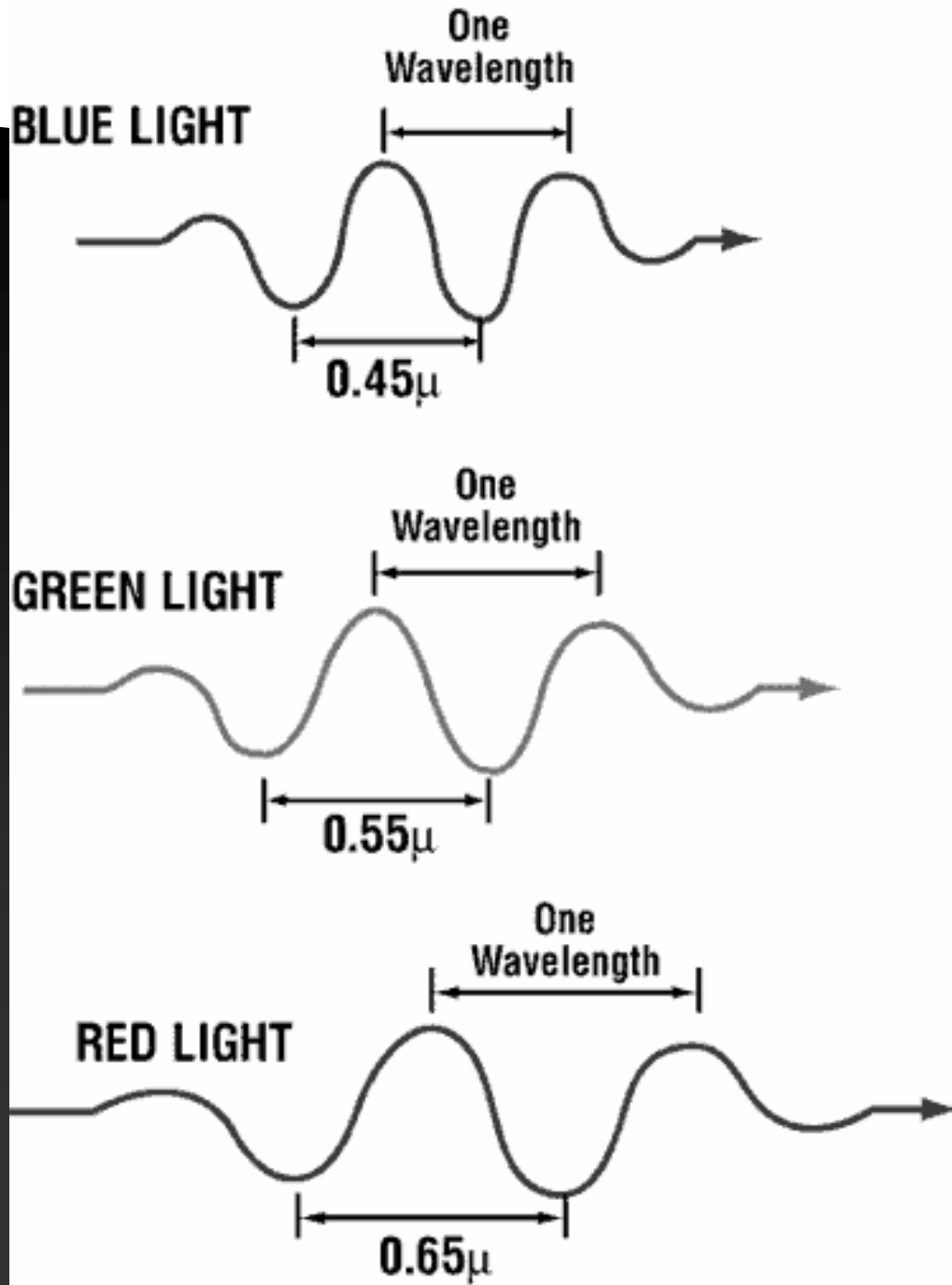
Chování částic závisí na meteorologických podmínkách – rychlosti větru a stabilitě atmosféry.

Dobře míšená nestabilní atmosféra \times stabilní nemíšená atmosféra (inverze)

Podstata světla

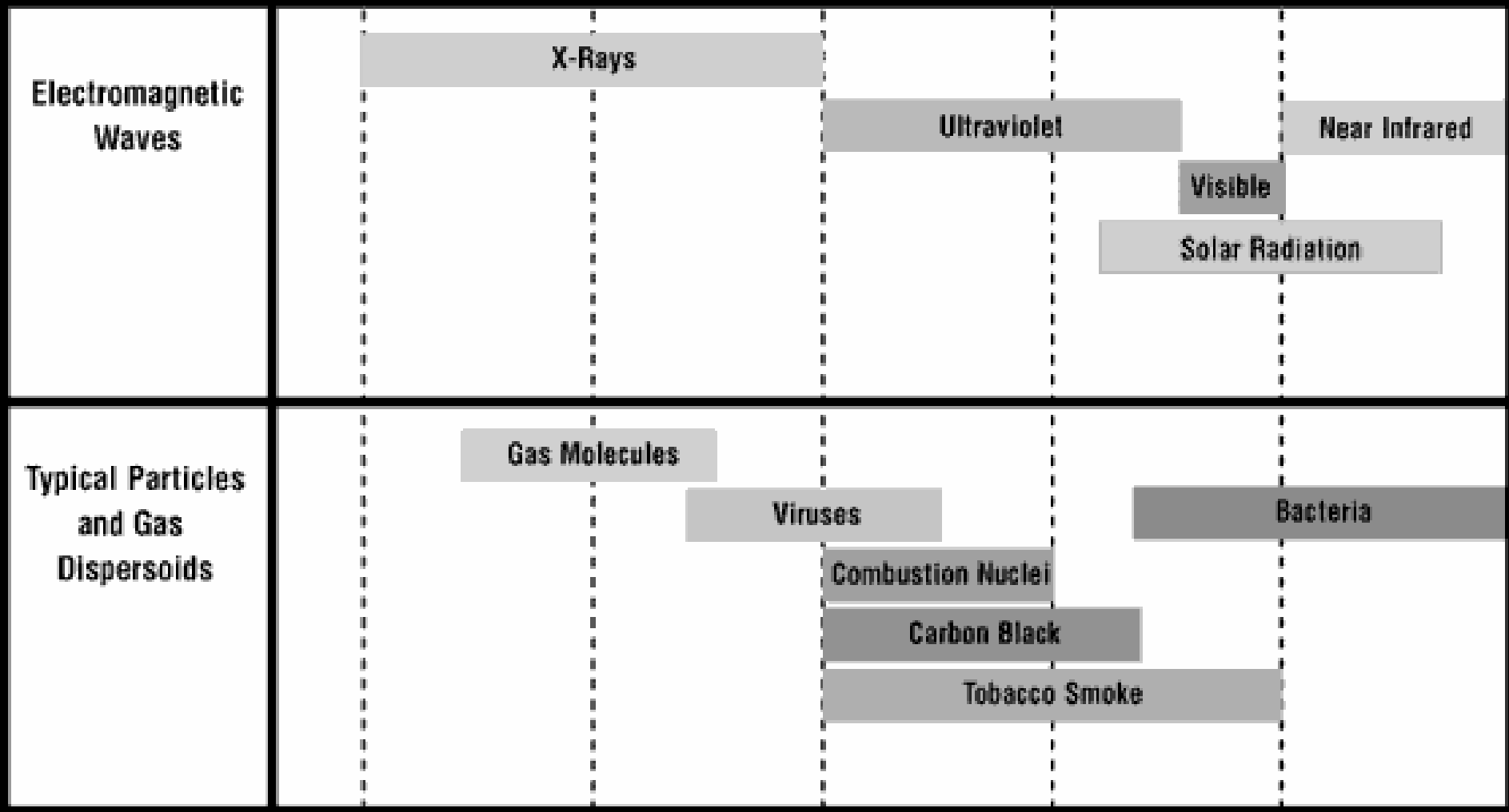
interakce světla s částicemi
Efektivita rozptylu





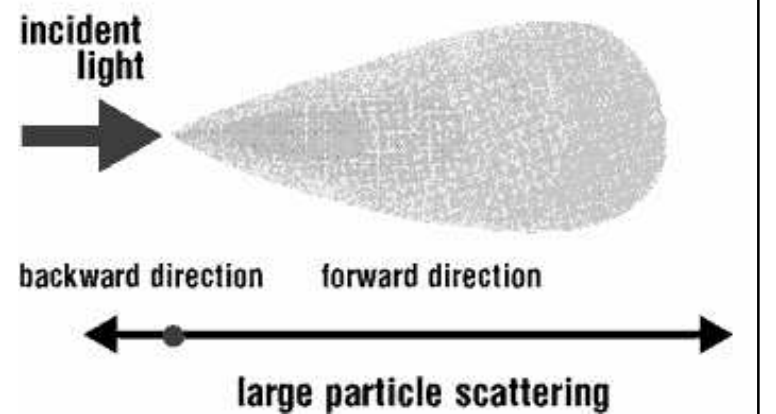
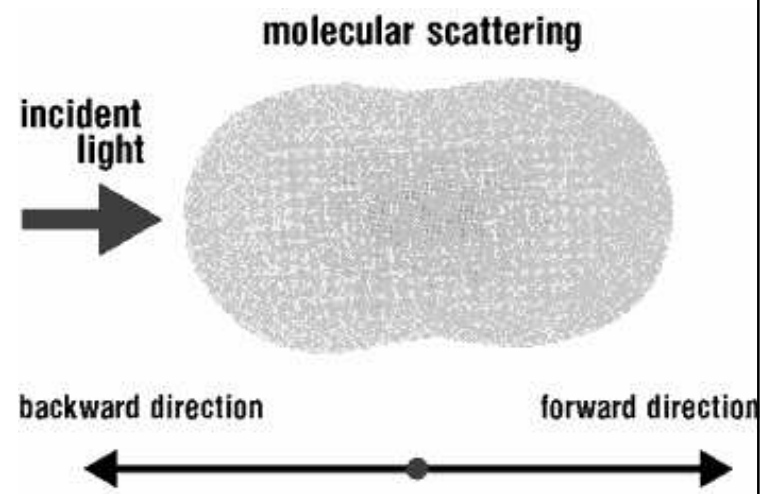
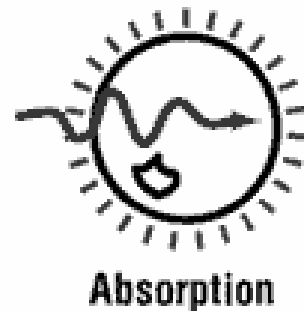
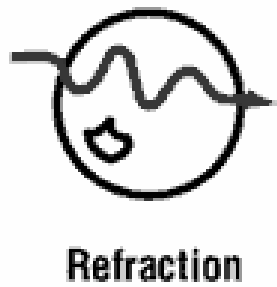
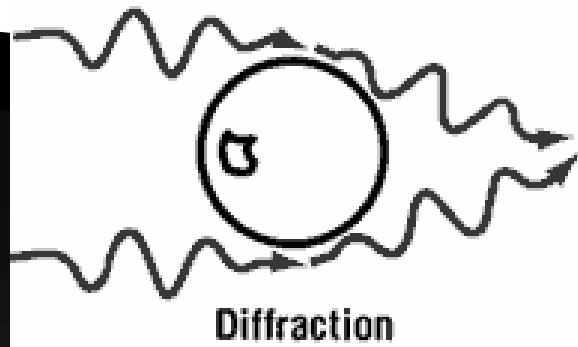
PARTICLE SIZES 0.0001 μ m 0.001 0.01 0.1 1 10

1 λ 10 100 1,000 10,000

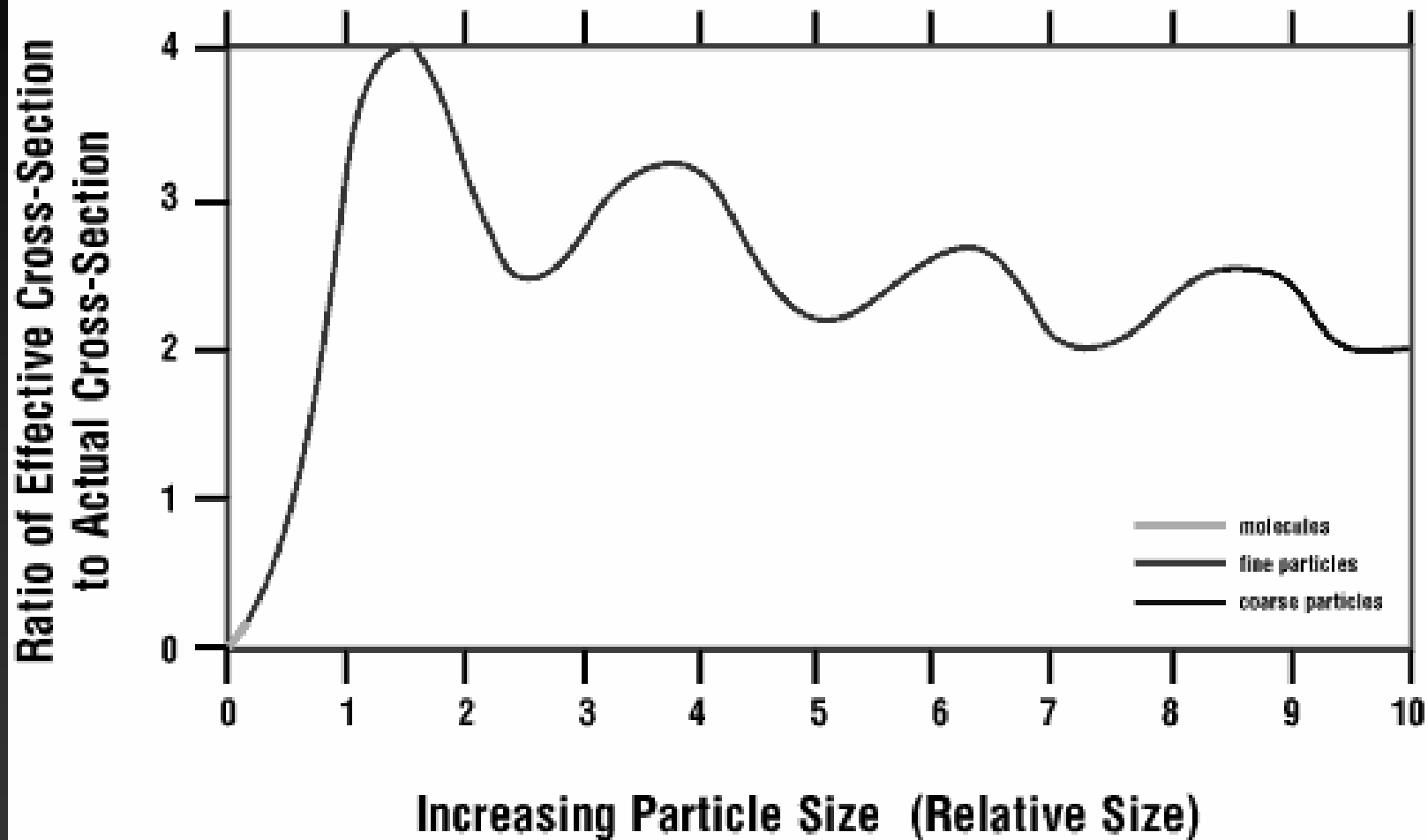


Characteristics of atmospheric particles

Interakce světla s částicemi

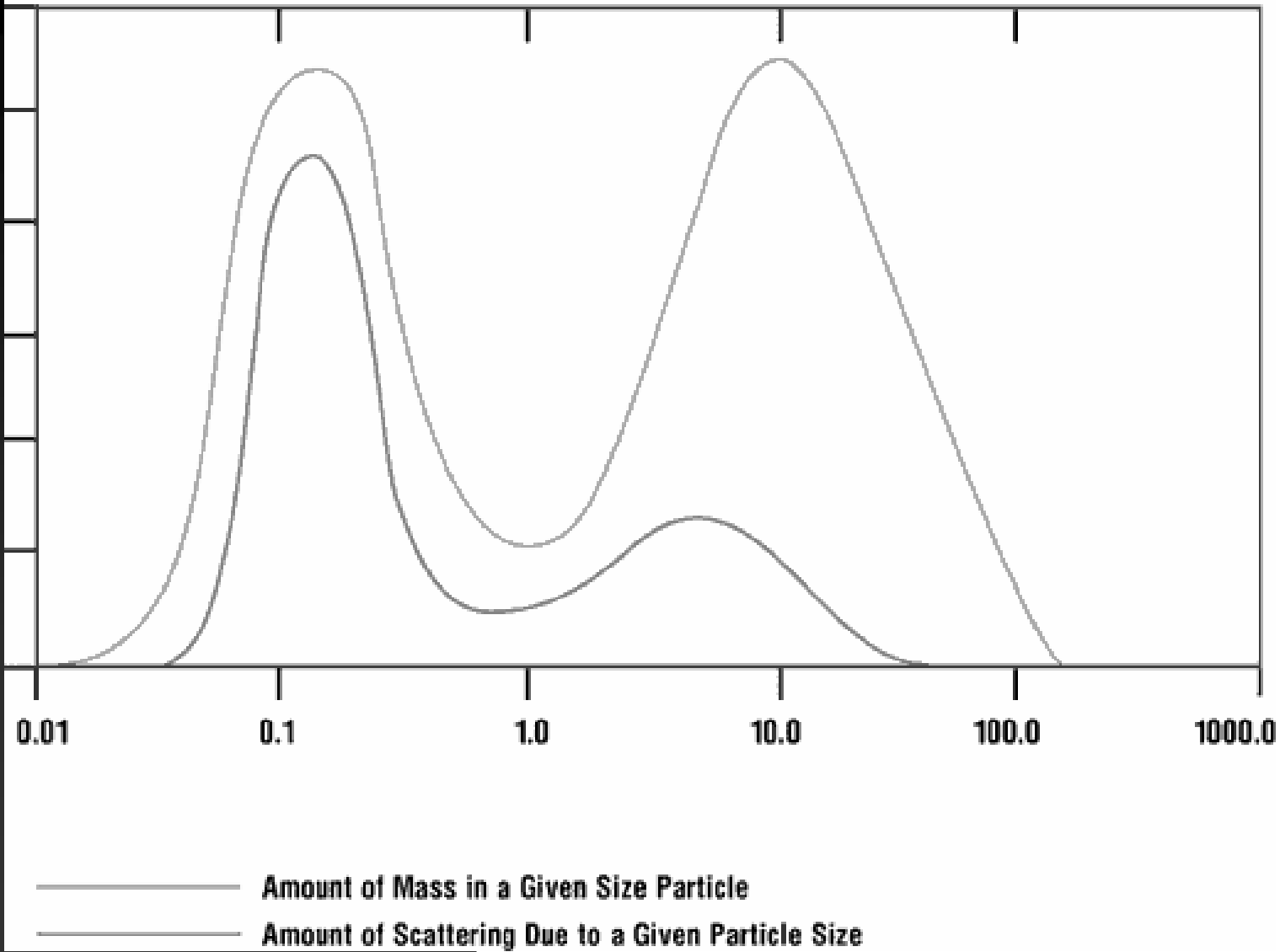


Efektivita rozptylu světla v závislosti na velikosti částic



Efektivita rozptylu světla v atmosféře

Particle Diameter (microns)



**Rozptyl „modrých“,
„zelených“ a
„červených“ fotonů
na malých a velkých
částicích v atmosféře**

