

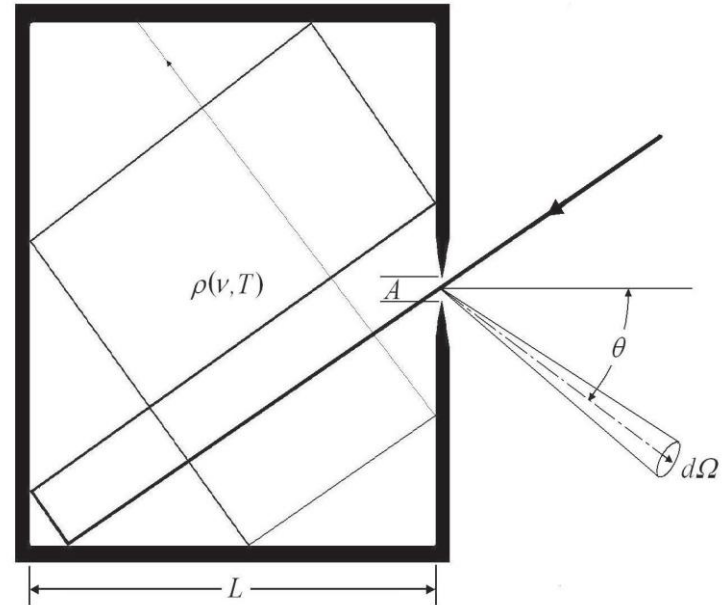
# Disperzivni izvori napajanja

Zracenje – zracenje crnog tela,  
fotoelektricni efekat, koncept fotona.

Interakcije sunčeve svetlosti

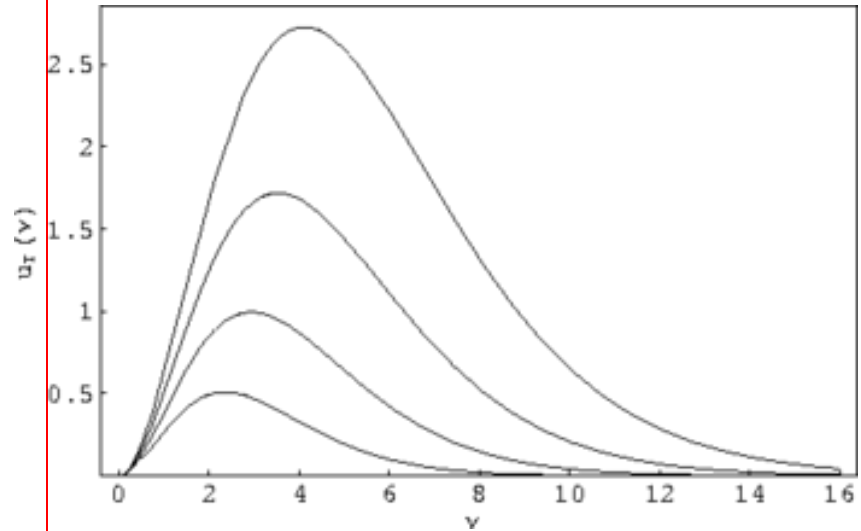
# Crno telo

- Toplotno Zracenje – heat radiation
- XIX vek
- Max. kolicina zracenja na datoj temperaturi
- Stanje ravnoteze
- **Abosrb. kol = emit. Kolicini**
- posebno pripravljena unutrastnost
- Vistruka refleksija



# Zakoni zracenja

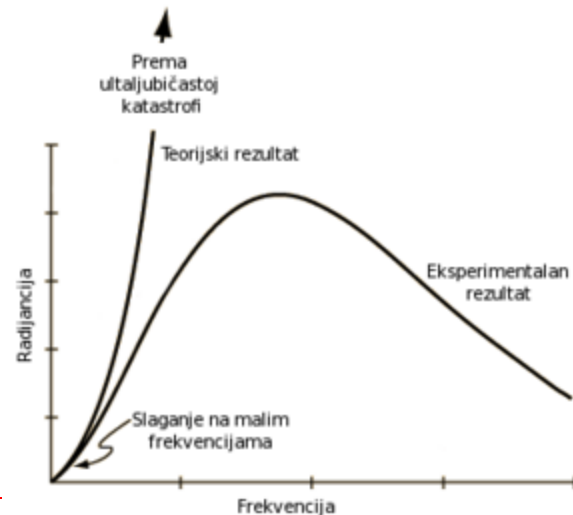
- Zracenje EM talas
- $E=f(\lambda)$
- Radijansa (spektralna) je ukupna energija emitovana u jedinici vremena po jedinici površine na apsolutnoj temperaturi  $T$ .
- Kolika je gustina energije u supljini?



# Rayleigh-Jeansov zakon

- Raspodela energije zracenja
- šupljina dozvoljava postojanje samo EM talase određenih talasnih duzina

$$\rho_T(\nu)d\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^3}d\nu$$



# Stefan-Boltzmannov zakon

- 1879. na temelju eksperimentalnih podataka zračenja crnog tela konstatovano:
- $R_T = \sigma T^4$

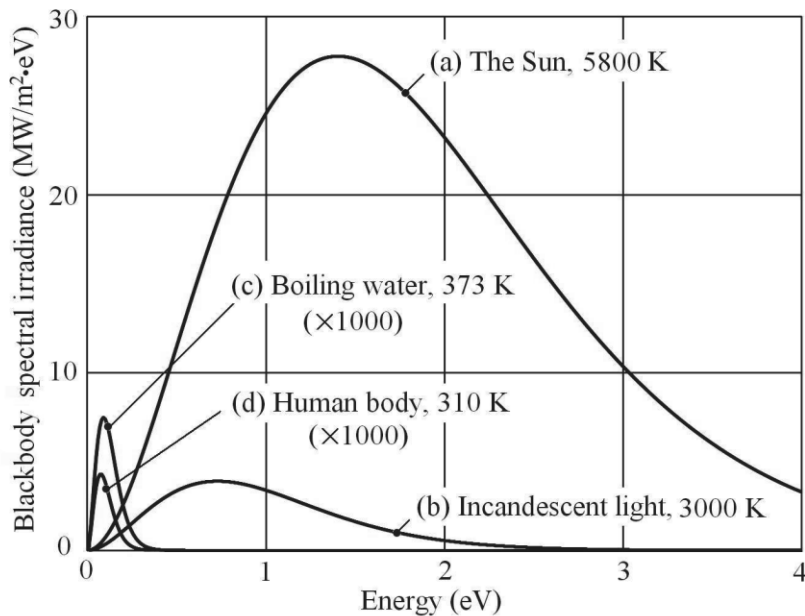
$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2 \text{K}^4$$

# Wienov zakon zracenja

$$\nu_{max} \propto T$$

- $\nu_{max}$  frekvencija na kojoj je radijansa najveća za određenu temperaturu  $T$ . Vidljivo je iz grafa \*3: kako raste temperatura tela, tako se i pomiče i maksimum krive prema višim frekvencijama.

# Planckov Zakon



- **Planckov zakon** opisuje intenzitet (specifičnu snagu) zračenja nepolariziranog EM zračenja u celom rasponu talasnih dužina, koje emituje idealno crno telo

$$I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Postotak	1%	10%	20%	<b>25,0%</b>	30%	40%	<b>41,8%</b>	50%	60%	<b>64,6%</b>	70%	80%	90%	99%	99,9%	99,99%
Sunce (nm)	251	380	463	<b>502</b>	540	620	<b>635</b>	711	821	<b>882</b>	967	1188	1623	3961	8933	19620
Zemlja (μm)	5,03	7,62	9,29	<b>10,1</b>	10,8	12,4	<b>12,7</b>	14,3	16,5	<b>17,7</b>	19,4	23,8	32,6	79,5	179	394

Temperatura pov. Sunca 5778K  
 Zemlja 288 K!



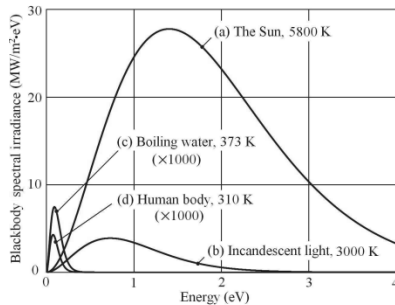
# REZIME!

- Planckov zakon

$$E(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

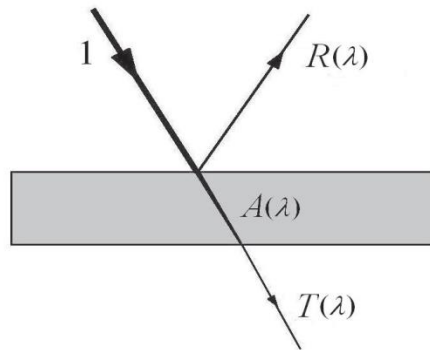
$$E(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

- $E$  - energija
- - frekvencija [Hz]
- - talasna dužina [m]
- $T$  - temperatura [K]
- - Plankova konstanta [Js]
- $c$  - brzina svetlosti [m/s]
- $k$  - Bolcmanova konstanta [J/K]



- 99 % sunčevog zračenja se odnosi na talasne dužine iz opsega 0,275 – 4,6  $\mu\text{m}$ .
- tri oblasti zračenja
  - ultraljubičasta ( $0,01 \text{ mm} < \lambda < 0,39 \text{ mm}$ ) 10%,
  - vidljiva ( $0,40 \text{ mm} < \lambda < 0,76 \text{ mm}$ ) 40%
  - infracrvena ( $0,76 \text{ mm} < \lambda < 4,0 \text{ mm}$ ) 50%
- Maksimum energije zračenja je na talasnoj dužini od  $\lambda = 0,476 \text{ mm}$ .

- Absorpcija, transmisija, refleksija



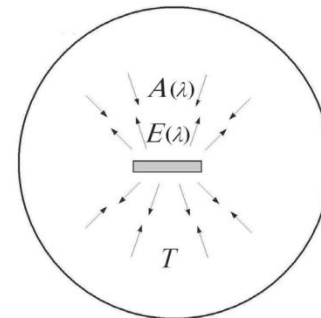
$$A(\lambda) + R(\lambda) + T(\lambda) = 1.$$

- Za slučaj kada je  $T=0$  imamo  $A(\lambda) + R(\lambda) = 1$ .

- Emisivnost vs apsorptivnost

- Emisivnost predstavlja sposobnost tela da emituje energiju na odgovarajućoj talasnoj dužini
- Apsoptivnost je sposobnost tela da primi određenu količinu energije kada je izloženo zračenju određene talasna dužine

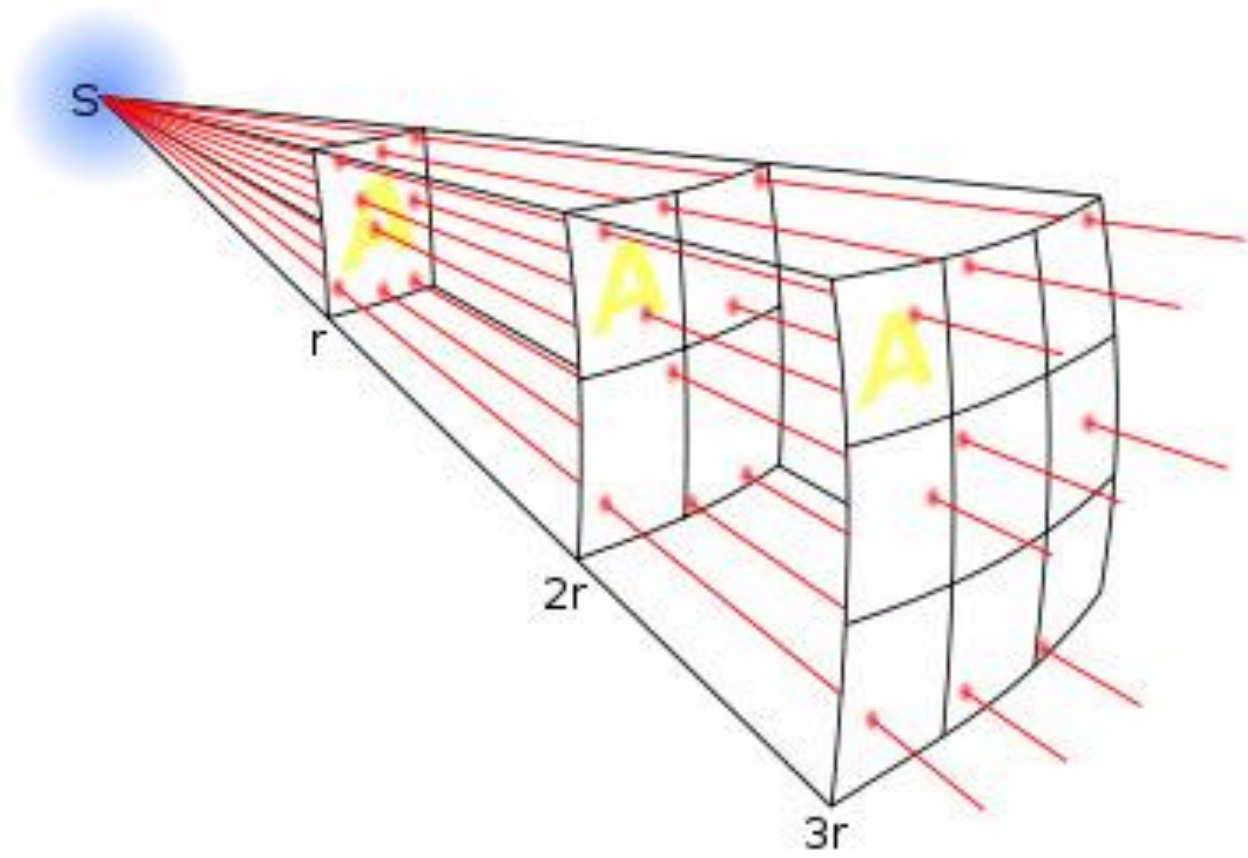
Zračenje je rezultat unutrašnjih promena i procesa preraspodela tokom koji se energija tela pretvara u energiju koja se putem EM talas prostire i prenositi na druga tela

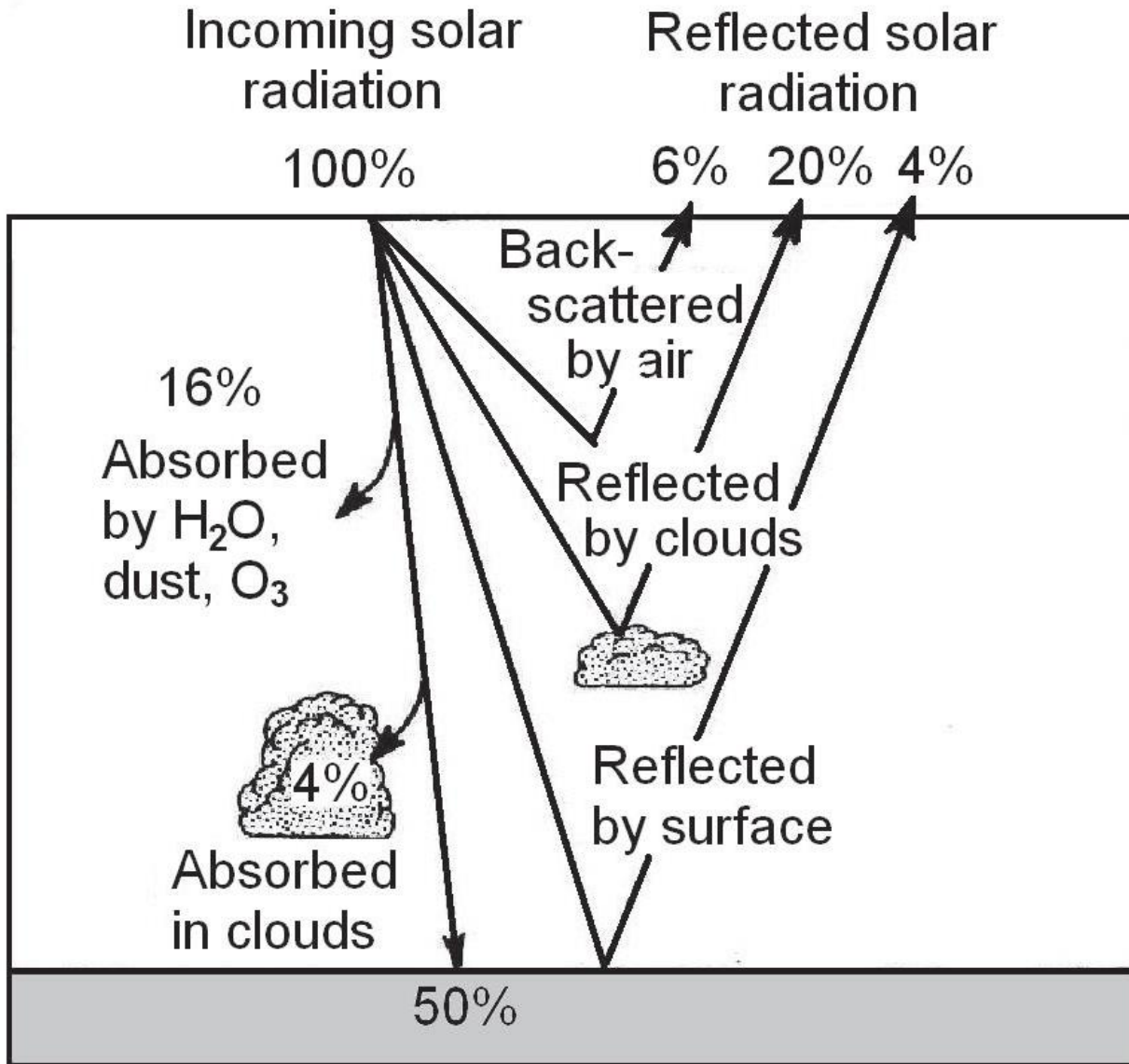


# Priroda interakcije

- Sunčevo zračenje – snop EM talasa
- Interakcija sa gasovima i česticama u atmosferi
- Apsorpcija sunčevog zračenja,
  - $x$  i  $y$  zruci - jonosfera,
  - UV u ozonskom omotaču
  - IC u nižim slojevima atmosfere.
- Rasejavanje na suvom vazduhu, vodenoj pari i česticama nečistoća koje se nalaze u vazduhu.
- Stepenn ovog slabljenja zavisi od fizičkih i hemijskih karakteristika atmosfere, kao i od dužine puta
- Put svetlosti kroz atmosferu za neku lokaciju ekvivalentan je masi zraka **AM** (od *Air Mass*) sunčevog zračenja kroz Zemljinu atmosferu

Na putu kroz atmosferu izgubi se oko 25 % – 50 % intenziteta sunčevog zračenja od onog koje je dospelo na rub atmosfere!!!!





# Vrste zračenja

- **Difuziono**
  - raste sa povećanjem oblačnosti, vodene pare i čestica nečistoća u atmosferi.
- **Direktno zračenje**
  - kratkotalasnog je karaktera, manifestuje se kao kombinacija svetlosnog snopa i toplote. ne utiče na povišenje temperature vazduha
- koeficijent refleksije ili **albedo**
- Ukupna količina sunčevog zračenja na horizontalnu površinu naziva se ukupno ili globalno zračenje.
- **Globalno zračenje**
  - direktno
  - difuzno
  - odbijeno sunčevo zračenje
- Jedinica globalnog zračenja je  $W/m^2$ .

- Insolacija gustina sunčevih zraka na određenoj površini, uz određenu orijentaciju, kroz određeno vrijeme. Wh/m<sup>2</sup> ili kWh/m<sup>2</sup>.
- Energija sunčevog zračenja koja dopire do površine Zemlje zavisi u prvom redu od trajanja insolacije (broju sunčanih sati), dok trajanje insolacije zavisi od geografske širine i od godišnjeg doba.
- Iradijacija vs Insolacija

Totalna iradijacija se definiše kao količina dolazne **zračene energije** od strane bilo kog izvora i bilo kojih talasnih dužina, ne samo vidljive svetlosti koja u jedinici vremena padne normalno na jedinicu površine.

**Maksimum insolacije se dešava kada Sunce ima najveću visinu tj. kada ima najmanji zenitni ugao**

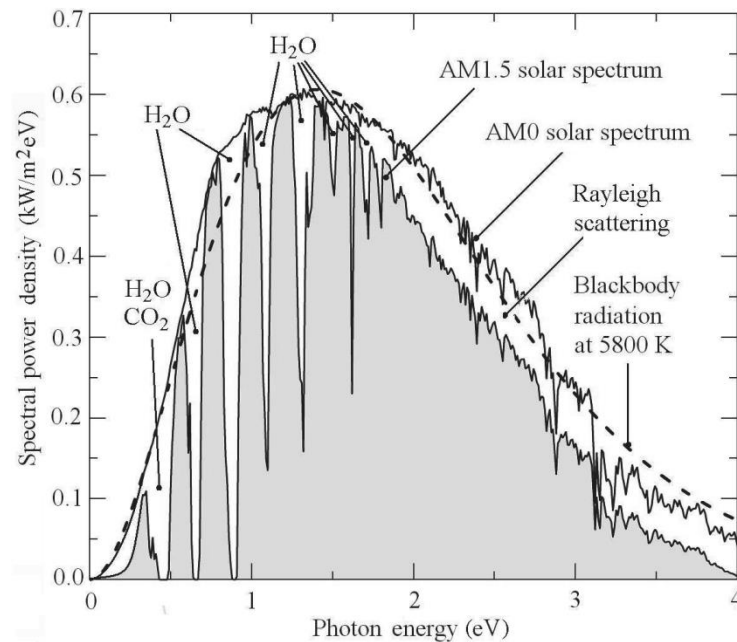


# AM1.5 Referentna Solarna Spectralna Iradijacija

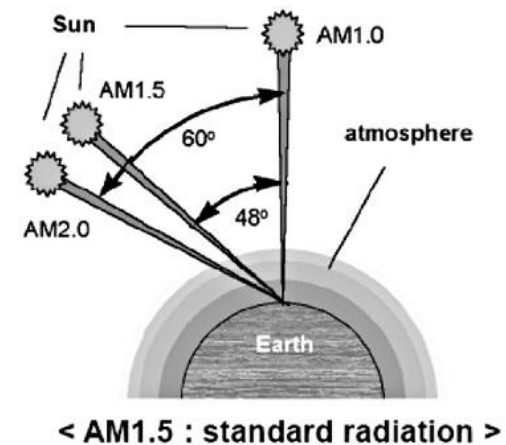
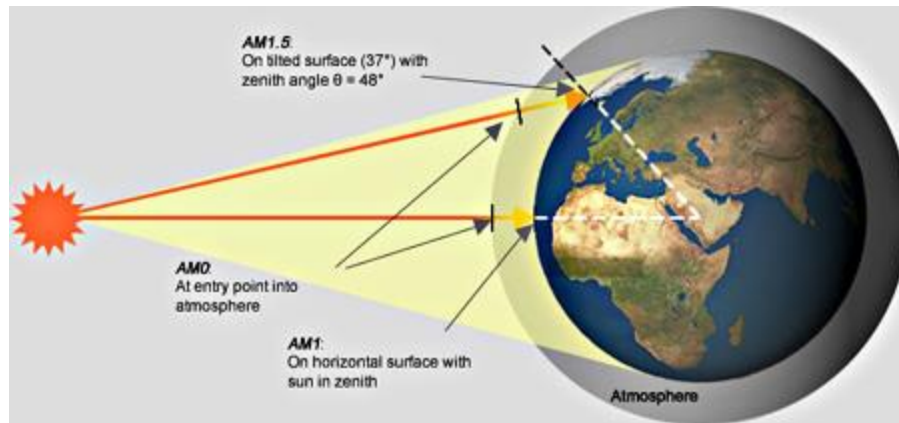
- 1982, (ASTM) *Standard Tables of Reference Solar Spectral Irradiance at Air Mass 1.5.*
- *AM je parametar koji opisuje karakteristike solarne ćelije pod standardnim uslovima*
- AM0 spektar izvan atmosfere,
- AM1,5 spektar na površini mora, pod određenim uslovima koji će biti kasnije definisani.
- Bitni pojmovi
  - **Intenzitet spektralnog zračenja** – energija koju je primila jedinica površine u zavisnosti od talasne dužine
  - **Intenzitet zračenja** – integral spektralnog zračenja u rasponu svih talasnih dužina koje su od interesa
  - **Količina zračenja (radijacija)** – vremenski integral zračenja koje se ostvaruje u datom periodu vremena.



- Kao referentan, usvaja se spektar na površini Zemlje dat Zenitnim uglom od  $\Theta = 48,19^\circ$ , čemu odgovara odnosno AM1,5 spektar) sa intenzitetom zračenja od  $844 \text{ W/m}^2$ .
- Spektar koji se dobija na Zemlji, na površini nagnutoj pod uglom od , okrenutoj ka Suncu, nazvan je spektrom globalnog nagiba



- AM0 izvan atmosfere
- AM1.5 oblast srednjih geog. Širina  $z = 48,2^\circ$
- AM2-3 –  $z = 60-70^\circ$  severna Evropa
- AM38 vrednost AM fakotra za horizontalan pravac u nivou mora  $z=90^\circ$



$$AM = \sqrt{(r + c)^2 \cos^2 z + (2r + 1 + c)(1 - c)} - (r + c) \cos z$$

# ➤ Važno!!!!

- Kada se analizira solrana energija pri uglu zenita većeg od  $0^\circ$ , optička vazдушna masa se menja.
- Sa povećanjem geografske širine put koji svetlost pređe do površine je duži, te je i njeno slabljenje i rasejanje veće.
- jasno pozicioniranje inteziteta svetlosti i njene spektralne raspodele!!!!
- Zračenje sunca je uzeto kao izvor referntnog jedinstvenog zračenja!!!!

# Merenja

- Pirometar – merni instrument za beskontaktno merenje emisije zračenja iz hemisfere!!
- Direktno zračenje - Primarni interes!!!
- Difuziono bitno za pouzdanost!!
- Direktno zračenje vs. Difuziono

