



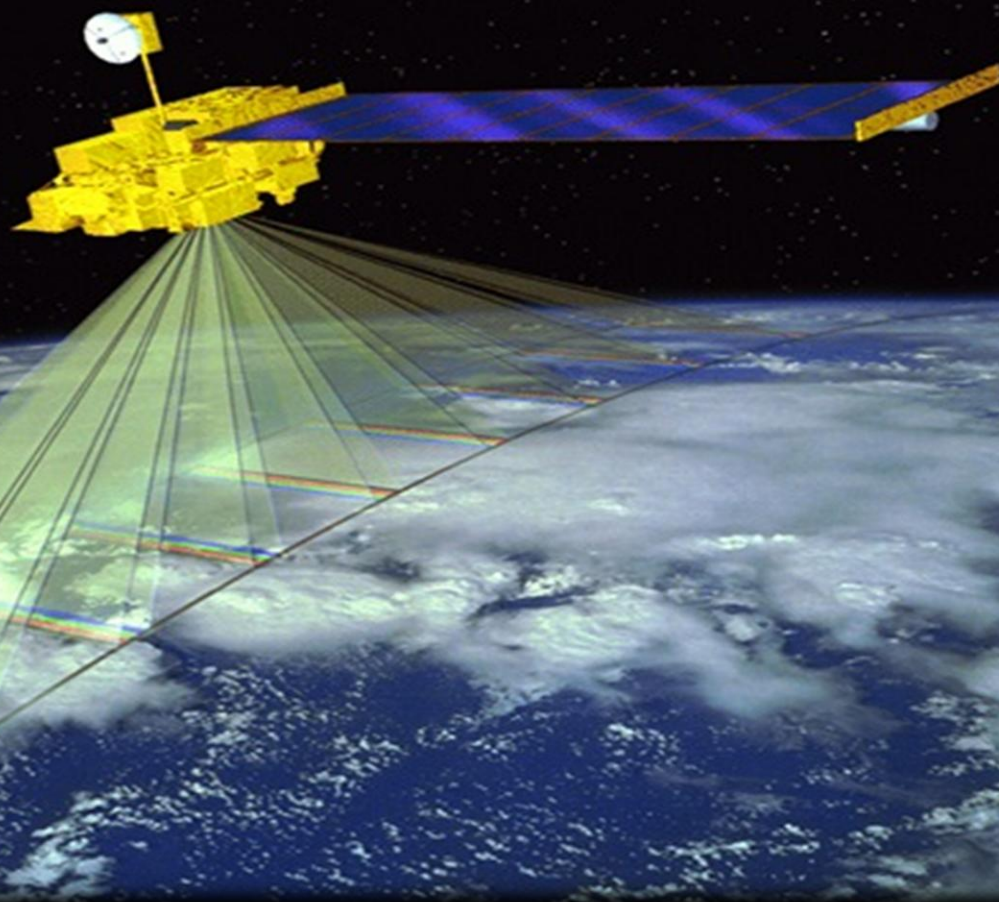
REMOTE SENSING

سنجش از دور

مبحث دوم (۱)

انرژی الکترومغناطیسی

Electromagnetic Radiation



دکتر صالح عبدالهی

Research Gate: Saleh Abdullahi

Google Scholar: Saleh Abdullahi

دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان

عناوین:

1. انرژی الکترومغناطیس

2. طیف الکترومغناطیس

3. تعامل انرژی با سطح اشیاء و زمین

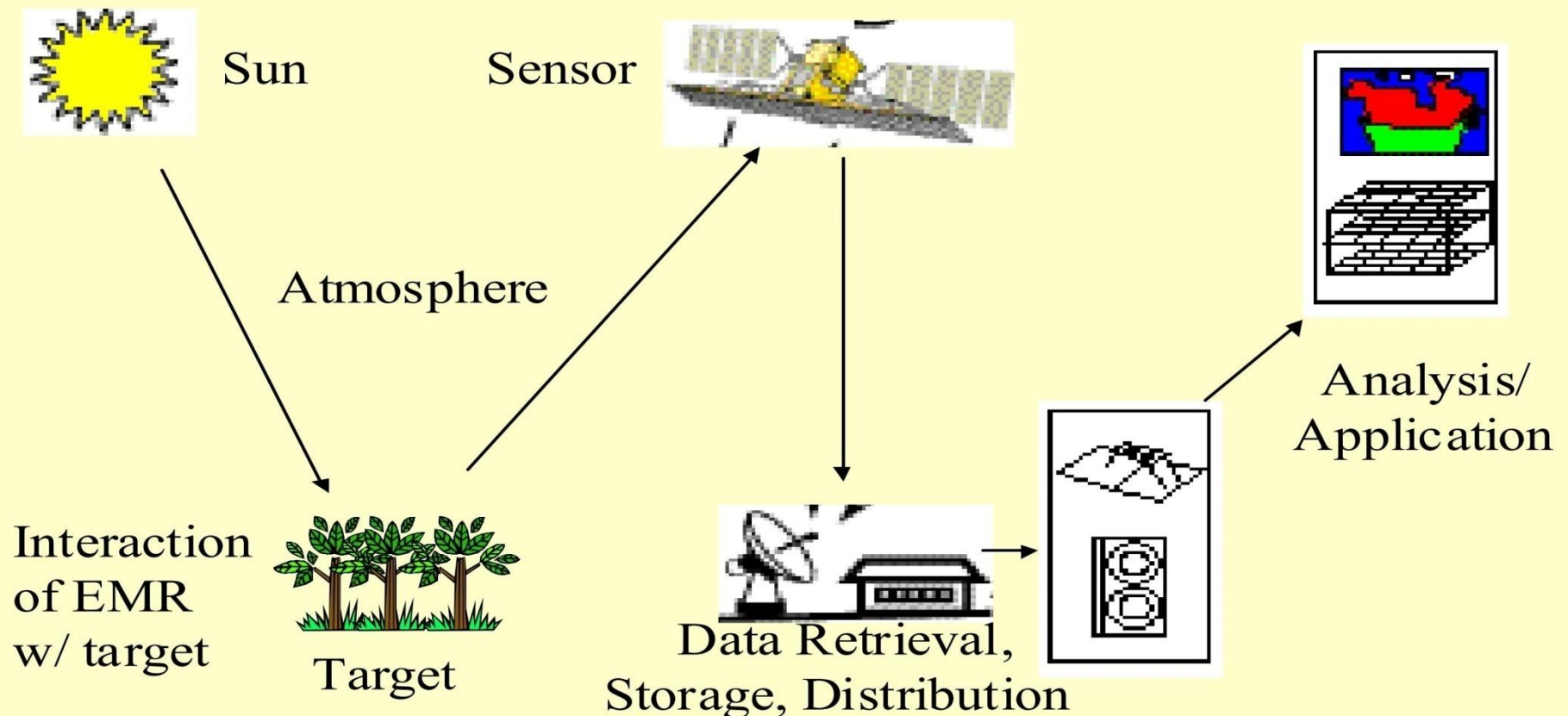
4. منحنی رفتار طیفی



مقدمه:

• یادآوری: سیستم سنجش از دور

Elements of Remote Sensing System



مقدمه:



• اساس سیستم های سنجش از دور : بر اندازه گیری نوعی از انرژی

انرژی الکترومغناطیس (Electromagnetic Radiation)

What is EMR?

Remote sensing requires a medium of transmission (i.e., something must convey information from the target to the sensor).

In environmental remote sensing, that something is electromagnetic radiation (EMR).

• انرژی الکترومغناطیس از طرف اشیا ؛ حرکت به سمت سنجنده ؛ دریافت، ثبت و اندازه گیری توسط سنجنده

• بنابراین، داشتن دانش درباره این انرژی باعث درک و پردازش بهتر تصاویر و داده های سنجش از دوری

مقدمه:



- شناخته ترین نوع انرژی الکترومغناطیس = نور = از طرف خورشید
- خورشید: ارسال انرژی الکترومغناطیس با طول موج های مختلف به اطراف
- زمین دریافت انرژی الکترومغناطیس: بخشی انعکاس و بخشی جذب (تبدیل به گونه های دیگر انرژی)

□ انرژی الکترومغناطیس:

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

جداسازی انرژی های الکترومغناطیس در طول
موج های مختلف

2. نظریه ذره ای بودن (Particle Theory)

درک بهتر واکنش میان انرژی الکترومغناطیس و
سطح زمین یا اتمسفر

What is EMR?

EMR is the transfer of "light" energy on a wave or stream of particles at a speed of $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ($186,282 \text{ mi s}^{-1}$).

It is the only type of energy transfer that readily takes place in a vacuum such as outer space.



□ انرژی الکترومغناطیس

○ هر عارضه ای با دمای بالاتر از منفی 273° درجه سانتیگراد سلسیوس یا صفر کلوین انرژی الکترومغناطیس ساعت یا منتشر می کند.

○ اکثر اشیاء انرژی الکترومغناطیس ساعت شده از اشیاء اطراف را انعکاس می کنند.

What is EMR?

☞ All objects with a temperature above absolute zero (-273° C or 0 K) emit EMR.

☞ Most objects also reflect EMR emitted by other objects.



□ انرژی الکترومغناطیس

○ نور مرئی از شناخته ترین فرم انرژی الکترومغناطیس

○ انواع مختلف دیگر: امواج رادیویی، مایکروویو، گرما،

امواج فرا بنفش و ...

What is EMR?

Most of us are familiar with the visible form of EMR.

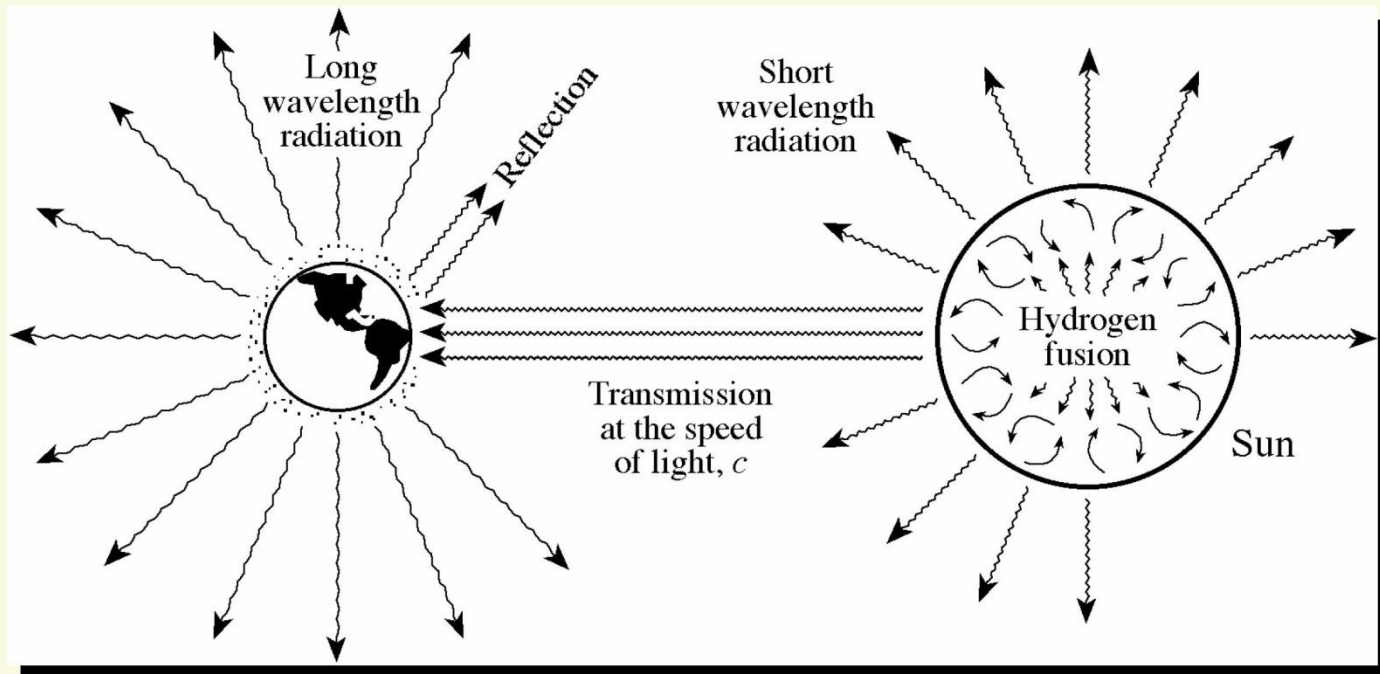
However, it exists in many forms besides visible light.

Among these are:

- radio waves, microwaves, heat, ultraviolet rays, X-rays, and gamma rays.

What is EMR?

Natural Sources of EMR:



Jensen (2000)



□ انرژی الکترومغناطیس

○ شباهت ذاتی انواع مختلف امواج

○ پارامترهای مهم امواج الکترومغناطیس : طول موج، دامنه، فرکانس و سرعت

Wave definitions:

Whether in the form of radio waves or visible light, all EMR is inherently similar.

Electromagnetic waves are characterized by wavelength, amplitude, frequency, and velocity.

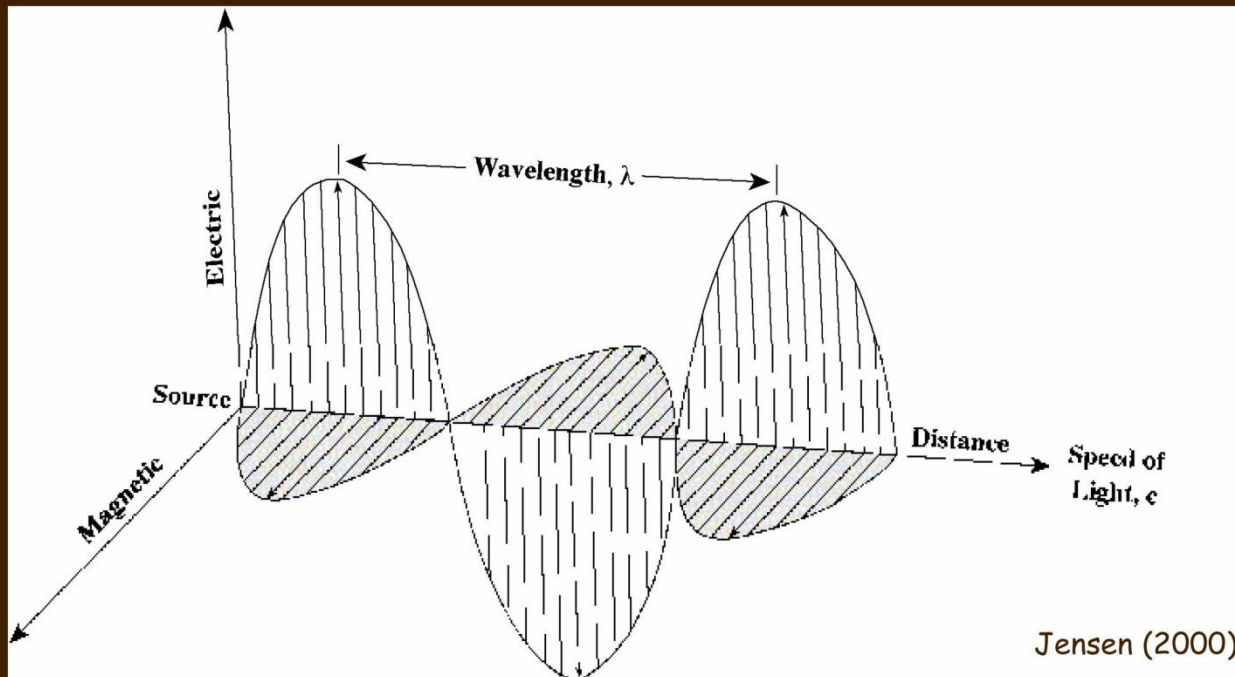


انرژی الکترومغناطیس

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- حرکت انرژی الکترومغناطیس به شکل امواج سینوسی در فضا
- دو میدان عمود برهم : میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی (هر دو عمود بر مسیر انتقال)

Wave Model of Electromagnetic Energy



An electromagnetic wave is composed of electric and magnetic vectors that are orthogonal to one another and travel from the source at the speed of light ($3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$).

□ یادآوری:

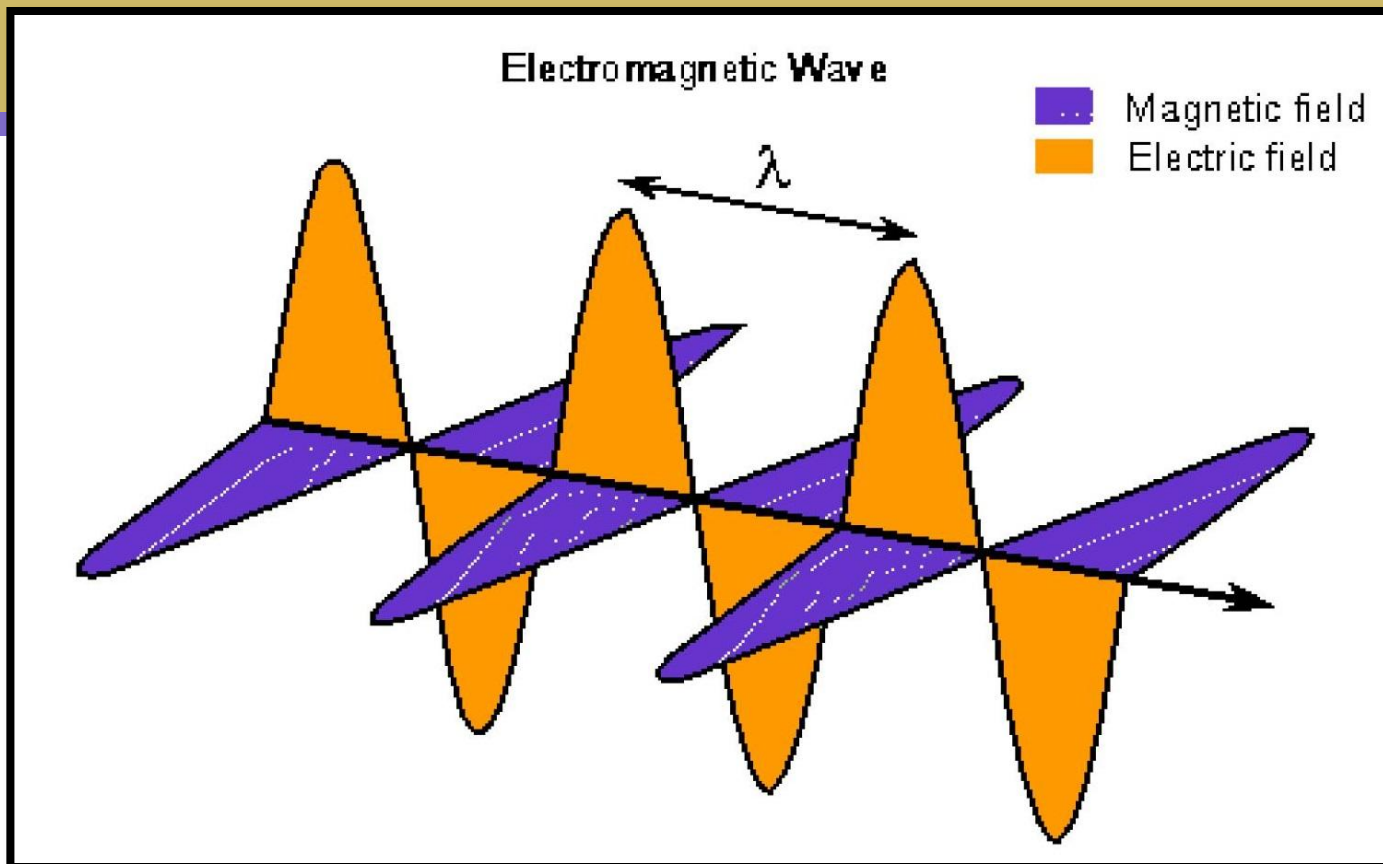
□ انرژی الکترومغناطیس:

1. نظریه موجی بودن

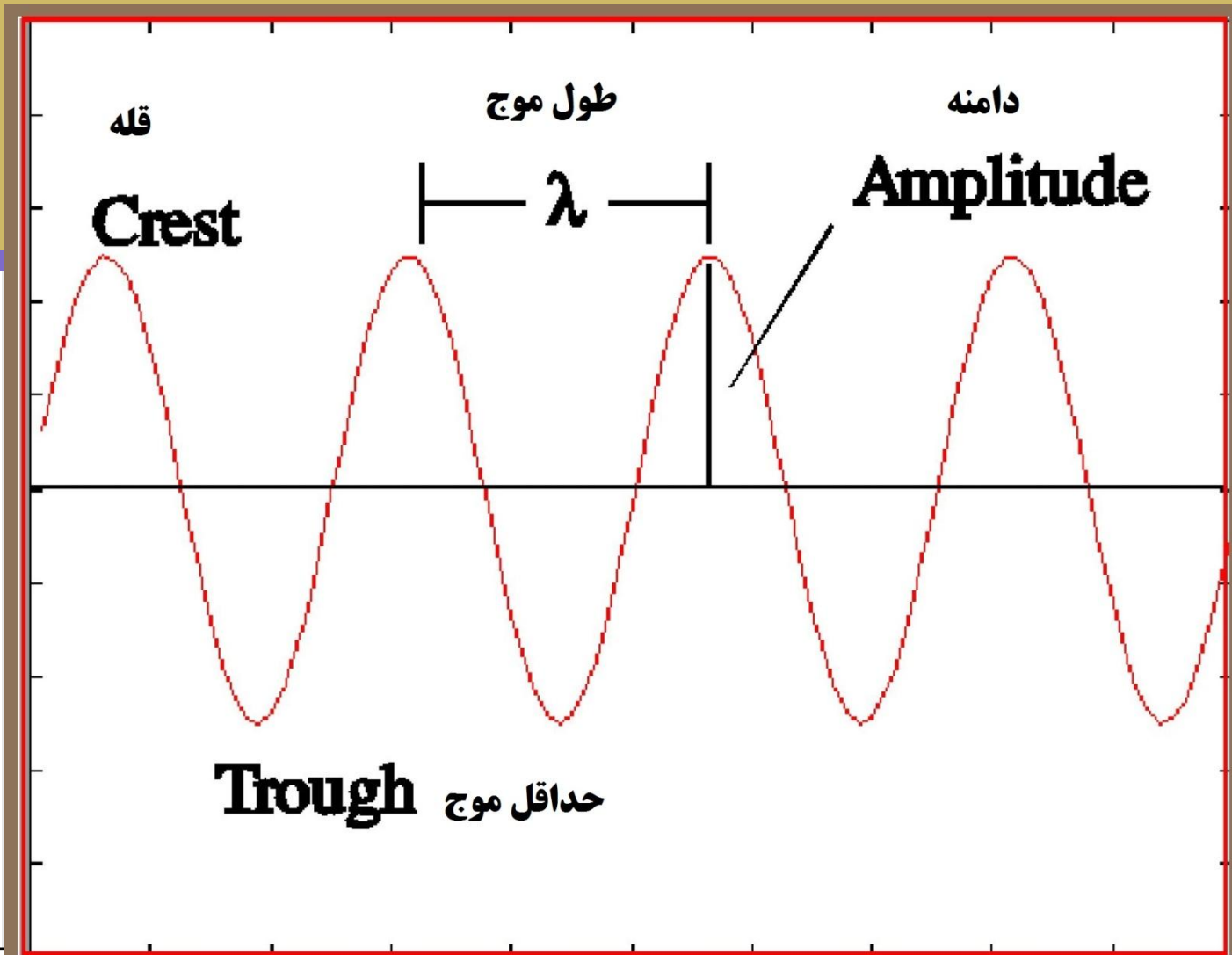
2. نظریه ذره ای بودن

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- حرکت انرژی الکترومغناطیس به شکل امواج سینوسی در فضا
- دو میدان عمود برهم : میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی (هر دو عمود بر مسیر انتقال)



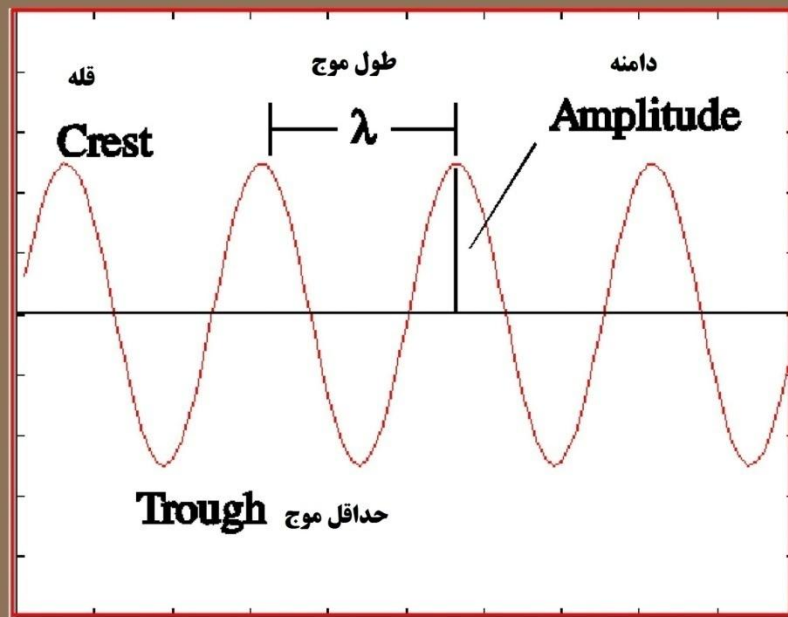
1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)



انرژی الکترومغناطیس

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- قله : بالاترین نقطه موج
- حداقل موج : پایین ترین نقطه موج
- دامنه : ارتفاع موج بین قله و محور حرکت
- طول موج : فاصله بین دو نقطه مشابه در موج (متر)
- فرکانس (بسامد) : تعداد طول موج عبور کننده از یک نقطه مشخص در واحد زمان (هرتز)



- Crest : The highest point of the wave.
- Trough : The lowest point of the wave.
- Amplitude : The height of the wave as measured between the trough and the crest.
- Wavelength : The distance between two identical points on the wave in meters.
- Frequency : The number of wavelengths that pass a point in a set period of time.

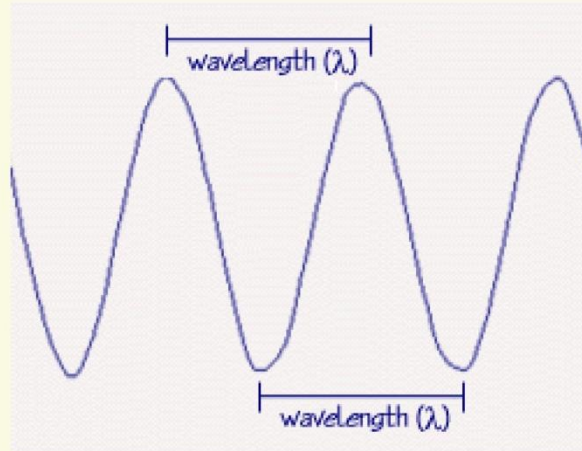


1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- طول موج : فاصله بین دو نقطه مشابه در موج (متر)
- دو قله یا دو حداقل طول موج

Wave definitions:

 Wavelength (λ) is the distance between the *crests* or *troughs* of a wave.





انرژی الکترومغناطیس

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- واحد اصلی طول موج : متر
- امواج فرابنفش، مرئی و مادون قرمز : میکرو متر و یا نانو متر
- امواج رادیویی : سانتی متر

Wave definitions:

- ☞ The basic unit of wavelength measurement is the meter (m) ($1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$).
- ☞ Ultra-violet, visible and infrared wavelengths are measured in micrometers (a.k.a. "microns") (μm) or nanometers (nm).
 - $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ or 0.000001 m
 - $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ or 0.000000001 m
- ☞ Radar wavelength is usually measured in centimeters (cm)

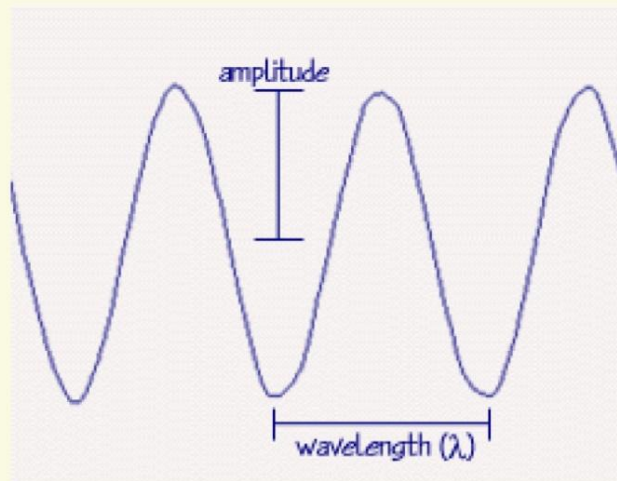


1. نظریہ موجی بودن (Wave Theory)

o دامنه : فاصله میانی بین قله یا حداقل موج

Wave definitions:

 Amplitude is the distance from a wave's midpoint to its crest or trough.



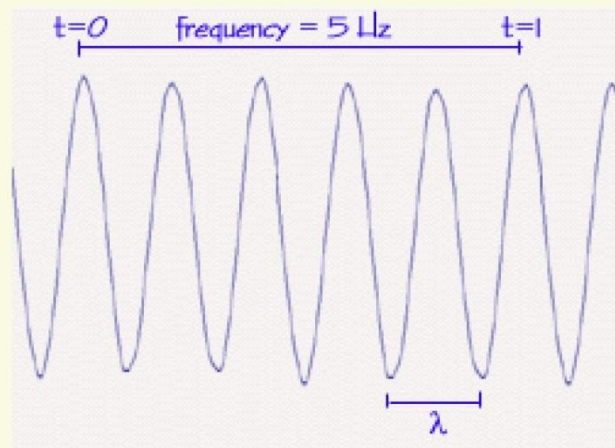


1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

○ فرکانس (بسامد) : تعداد طول موج عبوری از یک نقطه مشخص در واحد زمان (هرتز)

Wave definitions:

 Frequency (ν) is the number of crests (cycles) passing a given point in one second. Measured in *hertz* (Hz).



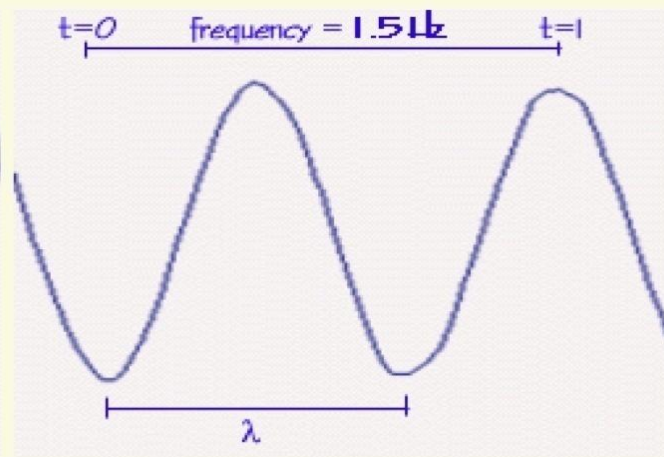
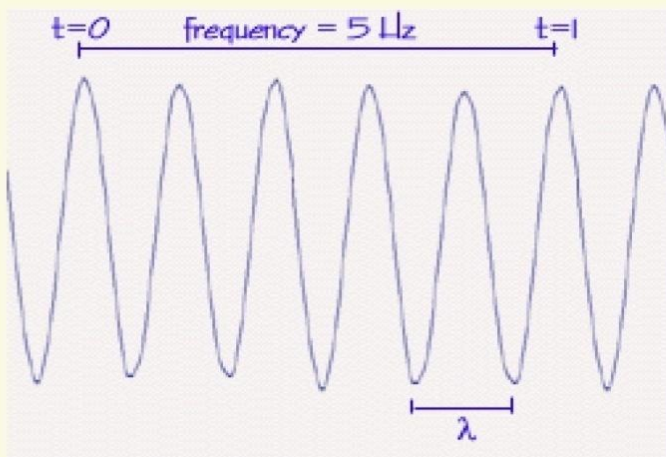


1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- فرکانس (بسامد): تعداد طول موج عبوری از یک نقطه مشخص در واحد زمان (هرتز)
- فرکانس بالا
- فرکانس پایین

Wave definitions:

High Frequency vs. Low Frequency



Radiation equations:

- It is clear, then, that wavelength and frequency are *inversely proportional*.
- MAIN POINT:** The longer the wavelength, the lower the frequency. The shorter the wavelength, the higher the frequency.

انرژی الکترومغناطیس

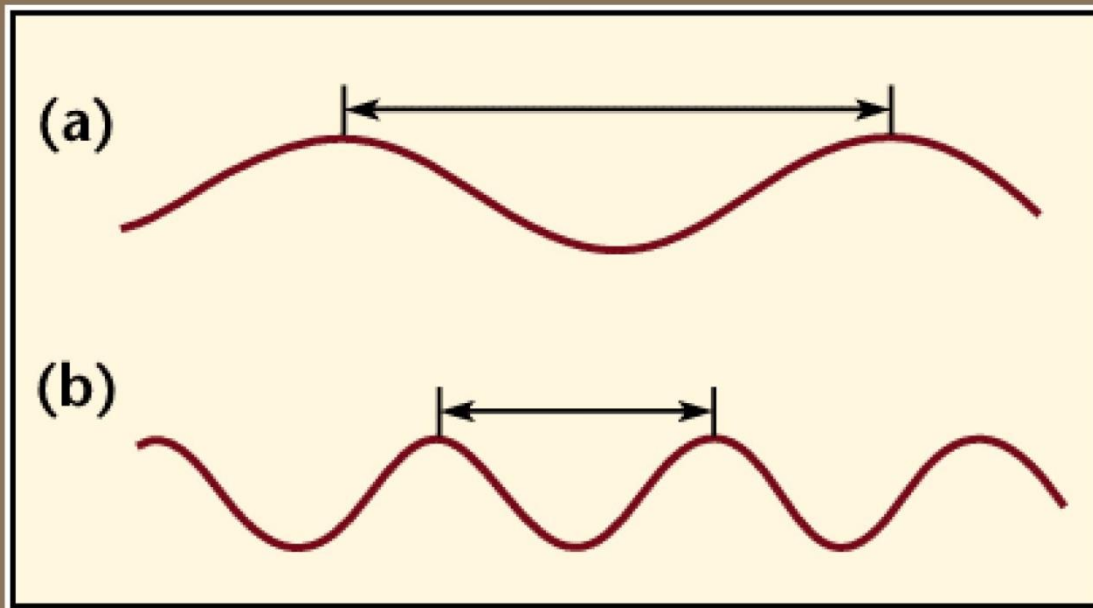
1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

- طول موج : فاصله بین دو نقطه مشابه در موج (متر)
- فرکانس (پسامد) : تعداد طول موج عبوری از یک نقطه مشخص در واحد زمان (هرتز)

❖ رابطه طول موج و فرکانس

Wavelength/Frequency

Long
↓
Short

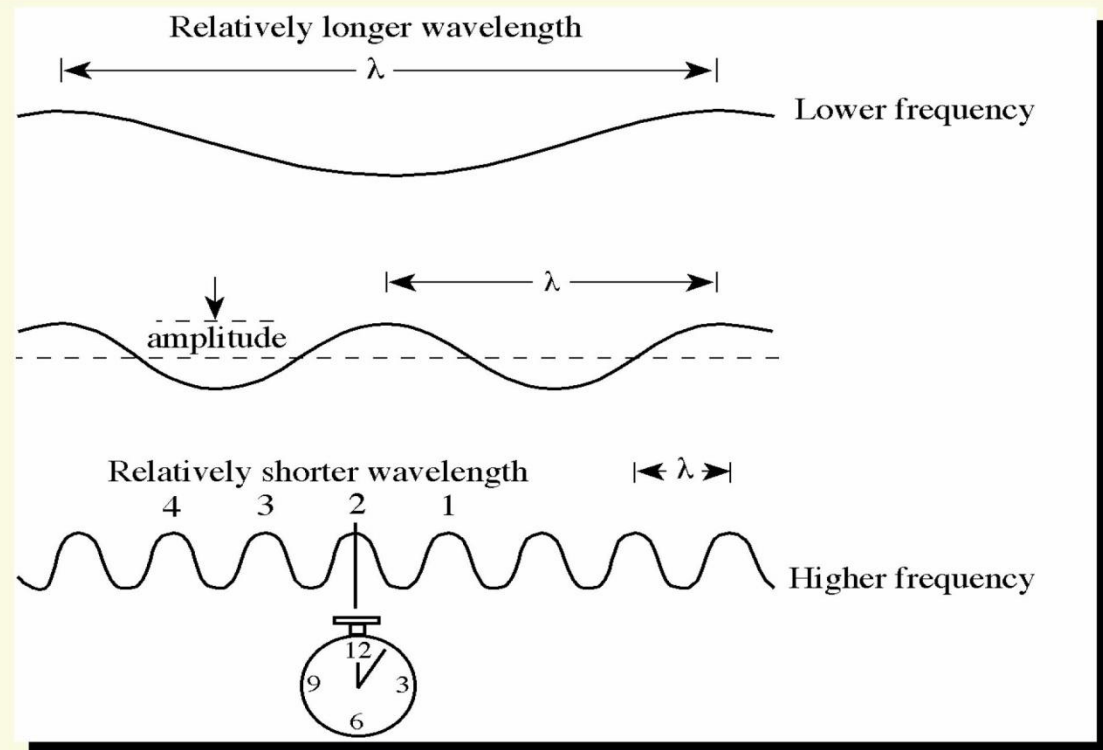


Low
↑
High



♦ رابطہ طول موج و فرکانس

Radiation equations:



Jensen (2000)



انرژی الکترومغناطیس

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

♦ سرعت : فاصله طی شده یک موج در واحد زمان

♦ سرعت ثابت انرژی الکترومغناطیس

Wave definitions:

☞ Velocity (v) is the distance a wave travels in a given period of time.

☞ The velocity of electromagnetic waves (c) is essentially constant.

- They travel at the speed of light:
 $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ($186,282 \text{ mi s}^{-1}$).



انرژی الکترومغناطیس

1. نظریه موجی بودن (Wave Theory)

♦ سرعت برابر طول موج ضرب در فرکانس

Radiation equations:

📄 Velocity always equals wavelength times frequency:

$$c = \lambda \nu$$

Thus ...

$$\nu = c / \lambda$$

and

$$\lambda = c / \nu$$

$$C = \lambda \cdot F$$

$$C = \text{سرعت نور}$$

$$\lambda = \text{طول موج}$$

$$F = \text{فرکانس}$$



انرژی الکترومغناطیس (منبع انرژی)

◆ یادآوری؛

- هر عارضه ای با دمای بالاتر از منفی ۲۷۳ درجه سانتیگراد سلسیوس یا صفر کلوین انرژی الکترومغناطیس ساعت یا منتشر می کند.
- محاسبه انرژی الکترومغناطیس ساعت شده توسط هر عارضه، توسط قانون استفان بولتزمن

Radiation equations:

- As discussed, all objects with a temperature above absolute zero emit EMR.
- The total amount of EMR emitted by an object can be calculated using the *Stefan-Boltzmann Law*.



○ قانون استفان بولتزمن : ارتباط انرژی الکترومغناطیس ساطع شده از اشیا با دمای موجود اشیا

Radiation equations:

📄 The *Stefan-Boltzmann Law* states that emitted radiation (M_λ) from an object, measured in Wm^{-2} , is proportional to the fourth power of its temperature, measured in degrees K:

$$M_\lambda = \sigma T^4$$

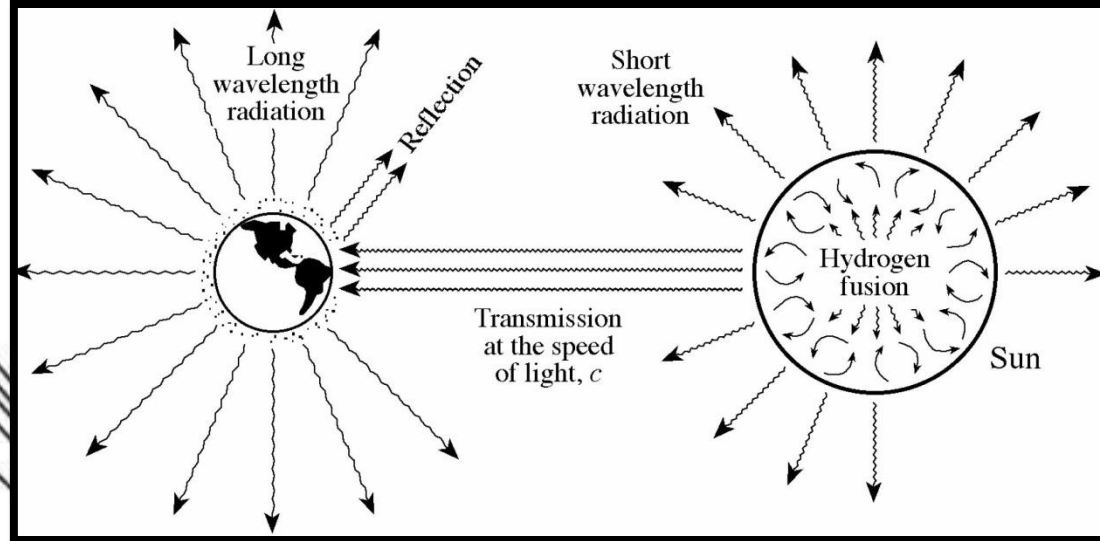
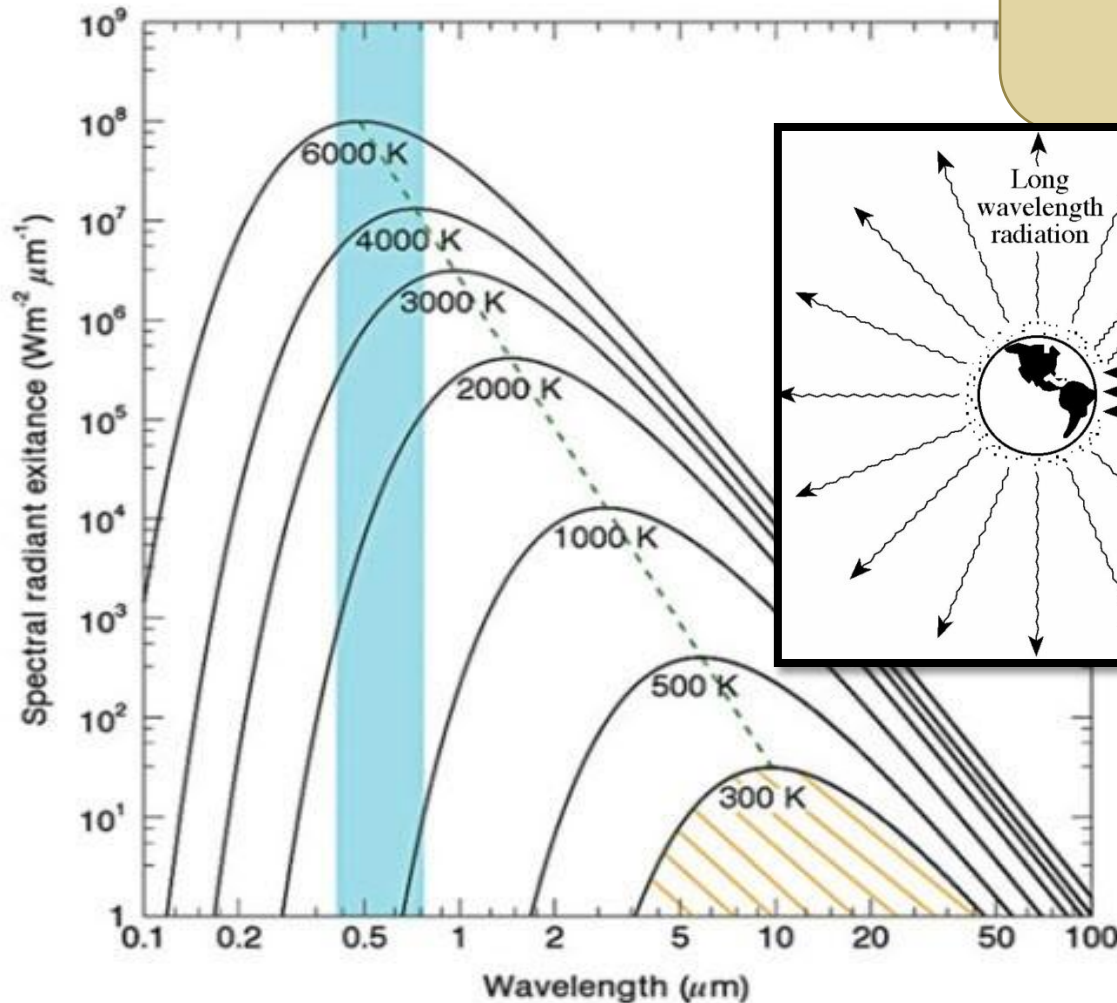
where σ is the *Stefan-Boltzmann constant*:
 $5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$



انرژی الکترومغناطیس

♦ قانون استفان بولتزمن :

- اشیا گرم تر: تابش بیشتر: طول موج کوتاه تر
- اشیا سردتر: تابش کمتر: طول موج بلندتر
- ۶۰۰۰ کلوین : خورشید
- ۳۰۰ کلوین : زمین





انرژی الکترومغناطیس

- قانون جابجایی وین: ارتباط طول موج انرژی تابیده شده اشیاء با دمای اشیاء
- اهمیت این موضوع در طراحی سنجده ها و باندها

Radiation equations:

■ We also can determine the dominant wavelength (λ_{max}) radiated from an object based on *Wien's Displacement Law* :

$$\lambda_{max} = k / T$$

where k is a constant equal to $2898 \mu\text{m K}$,
and T is the object's temperature in degrees K.

$$\lambda_{max} = k / T$$

یادآوری؛

انرژی الکترومغناطیس

where k is a constant equal to $2898 \mu\text{m K}$,
and T is the object's temperature in degrees K.

○ قانون جابجایی وین: ارتباط طول موج انرژی تابیده شده اشیاء با دمای اشیاء

Radiation equations:

Examples:

1) Sun = 6000 K

So, $\lambda_{max} = 2898 \mu\text{m K} / 6000 \text{ K}$

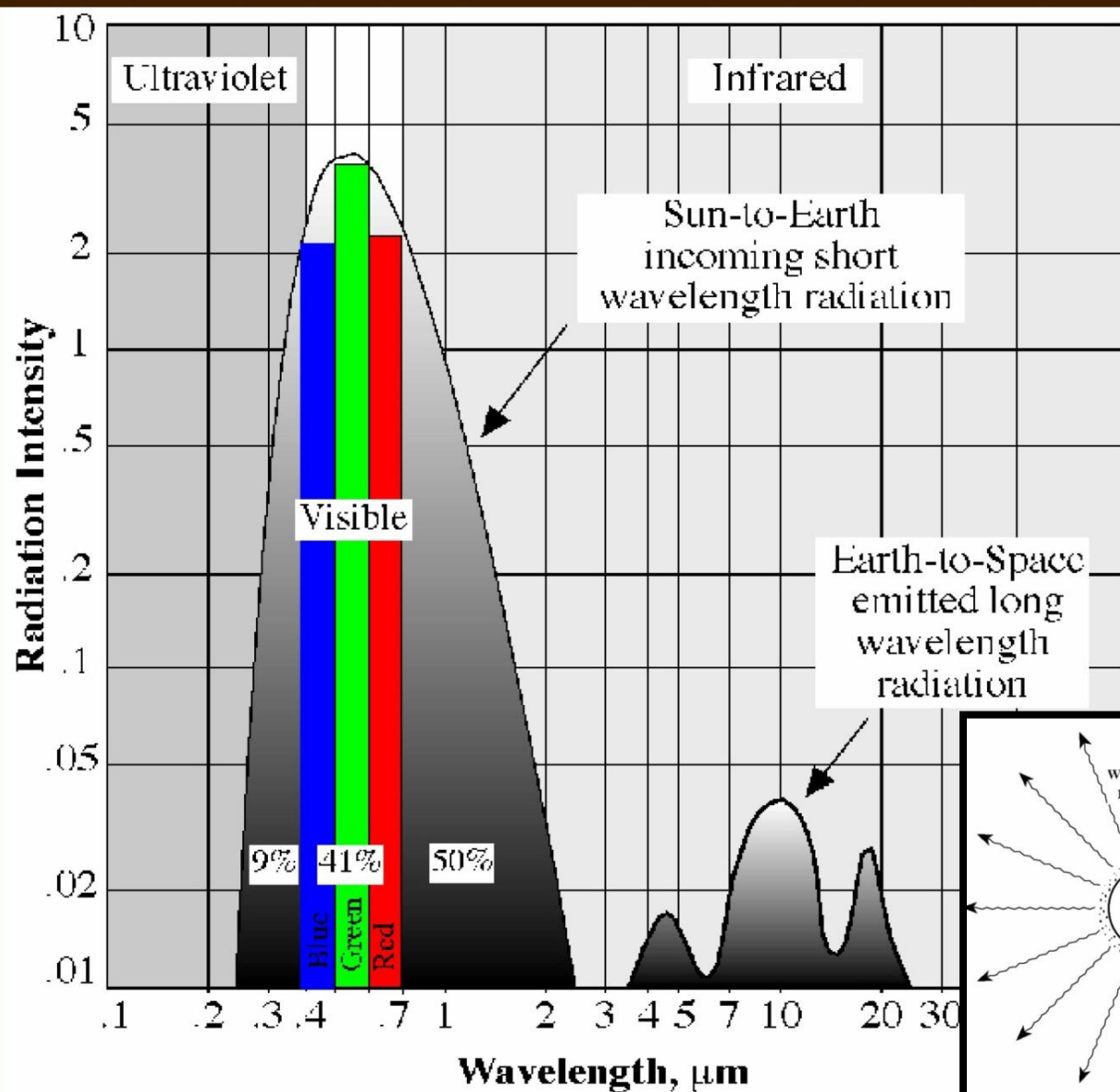
Thus, $\lambda_{max} = 0.483 \mu\text{m}$

2) Earth = 300 K

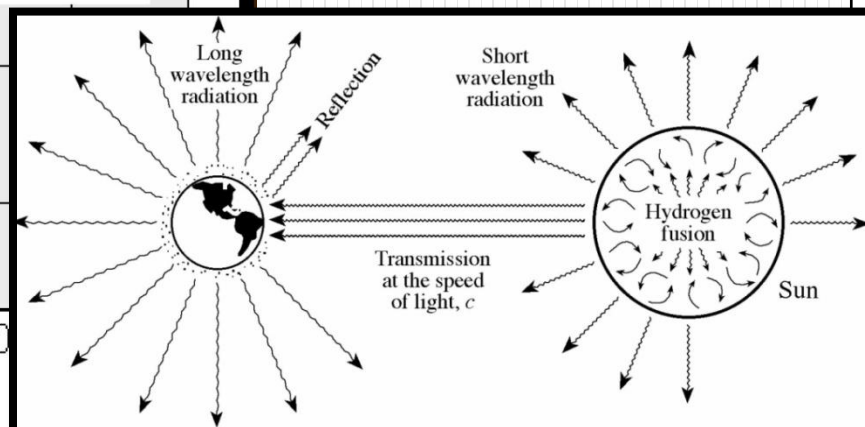
So, $\lambda_{max} = 2898 \mu\text{m K} / 300 \text{ K}$

Thus, $\lambda_{max} = 9.66 \mu\text{m}$

انرژی الکترومغناطیس



اشیا گرم تر: تابش بیشتر:
طول موج کوتاه تر





◦ واحد ها و ابعاد در سیستم SI

Units and Dimensions

The SI System

<i>Dimension</i>	<i>Unit</i>	<i>Symbol(s)</i>
Length	Meter/Micrometer	(m, μm)
Area	Square meter	(m^2)
Volume	Cubic meter	(m^3)
Mass	gram	(g)
Time	second	(s)
Temperature	Kelvin	(K)
Energy	joule	(j)
Velocity	meter/second	(m/s)
Power	Joule/second (watt)	(j/s)
Energy Flux Density	watt/square meter	(W/ m^2)



ادامه مطلب در اسلاید بعد...