

**Kunthavai Naacchiyaar Government Arts College(W)**

**(Autonomous), Thanjavur-613 007.**

**Department of Physics**



**SOLAR ENERGY**

(18K4PEL02)

- **Mrs. M.Suganthi (UNIT-I)**  
**Dept.ofPhysics,**  
**KNGAC,TNJ.**
- **Mrs. A.Velumani (UNIT-III & V)**  
**Dept.of Physics,**  
**KNGAC,tanj.**

## UNIT-1

### STRUCTURE OF THE SUN

#### **Thermo nuclear reaction :**

Thermonuclear reaction, fusion of two light atomic nuclei into a single heavier nucleus by a collision of the two interacting particles at extremely high temperatures, with the consequent release of a relatively large amount of energy.

#### ***Structure Of The Sun :***

The sun has an interior consisting of the core, radiative zone, and convective zone. It has a visible surface called the photosphere, then the chromosphere, which usually isn't visible, and the very outer layer called the corona.

It is composed of seven layers: three inner layers and four outer layers. The inner layers are the core, the radiative zone and the convection zone, while the outer layers are the photosphere, the chromosphere, the transition region and the corona.

The inner layers are the Core, Radiative Zone and Convection Zone. The outer layers are the Photosphere, the Chromosphere, the Transition Region and the Corona.

The Sun's temperature, which reaches around 15 million degrees Celsius in its core, steadily decreases with distance from the core, falling to 6000°C at its 'surface'.

#### ***Photosphere:***

The photosphere is the visible "surface" of the Sun. The Sun is a giant ball of plasma (electrified gas), so it doesn't have a distinct, solid

surface like Earth. The photosphere is much cooler than the Sun's core, which has a temperature well above 10 million degrees.

### ***Chromosphere :***

The chromosphere is the second most outer layer of the Sun. Several thousand kilometres thick, it resides above the photosphere and beneath the corona. Due to its low density, it is relatively transparent, resulting in the photosphere being regarded as the visual surface of the Sun.

### ***Convective zone :***

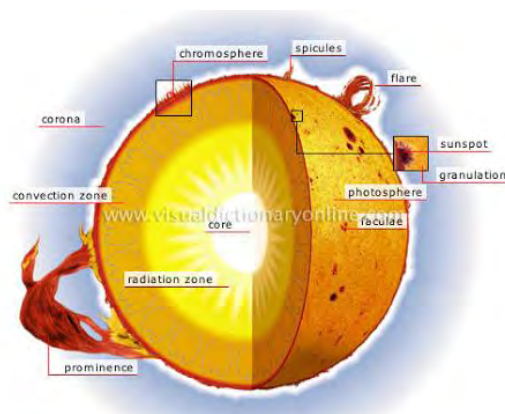
The convection zone is the outer-most layer of the solar interior. It extends from a depth of about 200,000 km right up to the visible surface. At the base of the convection zone the temperature is about 2,000,000° C.

### ***Radiative zone :***

The Sun. In the Sun, the region between the solar core at 0.2 of the Sun's radius and the outer convection zone at 0.71 of the Sun's radius is referred to as the radiation zone, although the core is also a radiative region.

### ***Corona :***

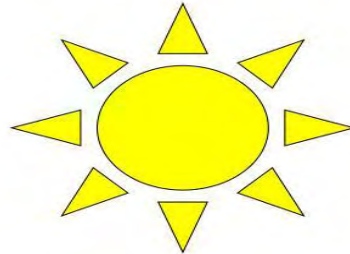
The Sun's corona is the outermost part of the Sun's atmosphere. The corona is usually hidden by the bright light of the Sun's surface. That makes it difficult to see without using special instruments. However, the corona can be viewed during a total solar eclipse.



# Solar constant

The solar constant is the amount of incoming solar radiation per unit area, measured on the outer surface of Earth's atmosphere, in a plane perpendicular to the rays.

- Solar constant for Earth,  
 $S = 1350 \text{ W/m}^2$



## Solar constant ( $I_{SC}$ )

- **Solar constant ( $I_{SC}$ )** : Total energy received from the sun per unit time on a surface of unit area kept perpendicular to the radiation in space just outside the earth's atmosphere when the earth is at its mean distance from the sun.
- a standard value of solar constant is  $1353 \text{ W/m}^2$ .
- The earth is closet to the sun in the summer and furthest away in the winter. This variation in distance produces a nearly sinusoidal variation in the intensity of solar radiation  $I$  that reaches earth.
- The value on any day can be calculated from the equation ,

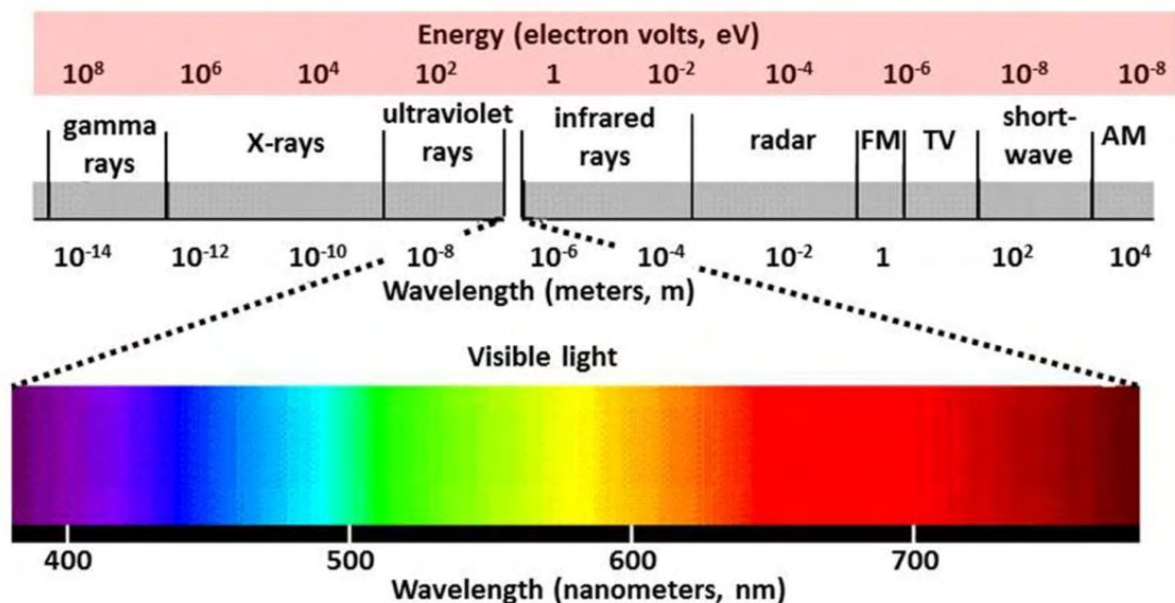
$$\frac{I}{I_{SC}} = 1 + 0.33 \cos \left[ \frac{360n}{365} \right]$$

Where,  $n$  = the day of year

## ***Electromagnetic Energy Spectrum :***

The EM spectrum is generally divided into seven regions, in order of decreasing wavelength and increasing energy and frequency. The common designations are: radio waves, microwaves, infrared (IR), visible light, ultraviolet (UV), X-rays and gamma rays.

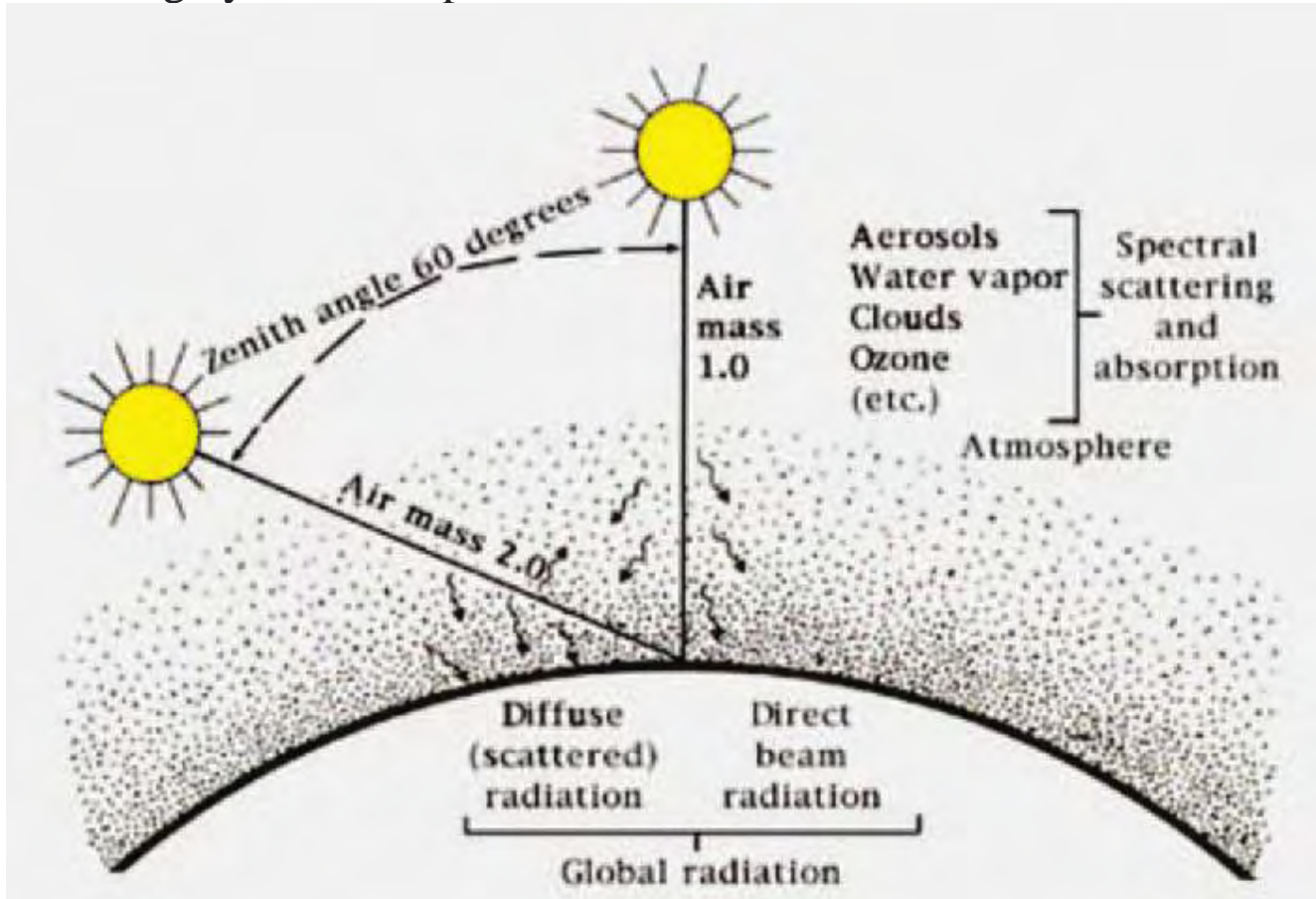
The electromagnetic spectrum covers electromagnetic waves with frequencies ranging from below one hertz to above  $10^{25}$  hertz, corresponding to wavelengths from thousands of kilometers down to a fraction of the size of an atomic nucleus. This frequency range is divided into separate bands, and the electromagnetic waves within each frequency band are called by different names; beginning at the low frequency (long wavelength) end of the spectrum these are: radio waves, microwaves, infrared, visible light, ultraviolet, X-rays, and gamma rays at the high-frequency (short wavelength) end. The electromagnetic waves in each of these bands have different characteristics, such as how they are produced, how they interact with matter, and their practical applications. The limit for long wavelengths is the size of the universe itself, while it is thought that the short wavelength limit is in the vicinity of the Planck length. Gamma rays, X-rays, and high ultraviolet are classified as ionizing radiation as their photons have enough energy to ionize atoms, causing chemical reactions.





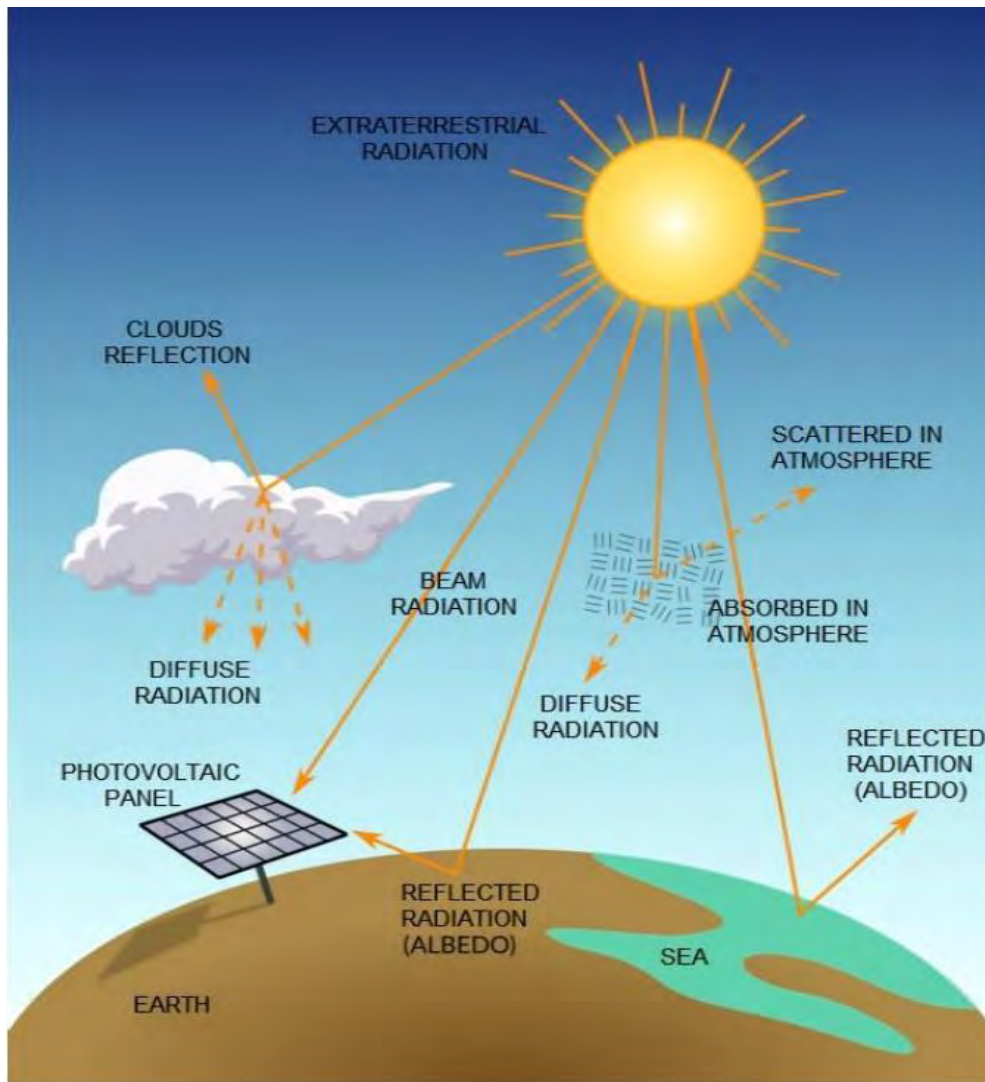
## ***Direct Radiation Or Beam Radiation :***

Beam radiation is the solar radiation received from the Sun without having been scattered by the atmosphere. Diffuse radiation is that received from the Sun after its direction has been changed by scattering by the atmosphere.



## ***Diffuse Radiation:***

Diffuse sky radiation is solar radiation reaching the Earth's surface after having been scattered from the direct solar beam by molecules or particulates in the atmosphere. Also called sky radiation, diffuse skylight, or just skylight, it is the determinative process for changing the colors of the sky.



### ***Basic Earth Sun Angles:***

The two angles that completely describe the sun position are the solar altitude  $b$ , measured from  $0^\circ$  to  $90^\circ$  above the horizon, and the solar azimuth  $f$ , measured from  $0^\circ$  to  $180^\circ$  from the south with positive sign eastwards and negative sign westwards.

### ***Hour Angle :***

The hour angle is the angular displacement of the sun east or west of the local meridian due to rotation of the earth on its axis at  $15^\circ$  per hour with morning being negative and afternoon being positive. For example, at 10:30 a.m. local apparent time the hour

angle is  $-22.5^\circ$  ( $15^\circ$  per hour times 1.5 hours before noon).

### ***Azimuth Angle And Zenith Angle :***

The solar azimuth is the angle of the direction of the sun measured clockwise north from the horizon. The solar zenith is the angle measured from the local zenith and the line of sight of the sun.

### ***Solar Time :***

Solar time is a calculation of the passage of time based on the position of the Sun in the sky. The fundamental unit of solar time is the day. Two types of solar times are apparent solar time (sundial time) and mean solar time (clock time).

The apparent sun is the true sun as seen by an observer on Earth.<sup>[4]</sup> Apparent solar time or true solar time is based on the apparent motion of the actual Sun. It is based on the apparent solar day, the interval between two successive returns of the Sun to the local meridian.<sup>[5][6]</sup> Solar time can be crudely measured by a sundial. The equivalent on other planets is termed local true solar time (LTST).<sup>[7][8]</sup>

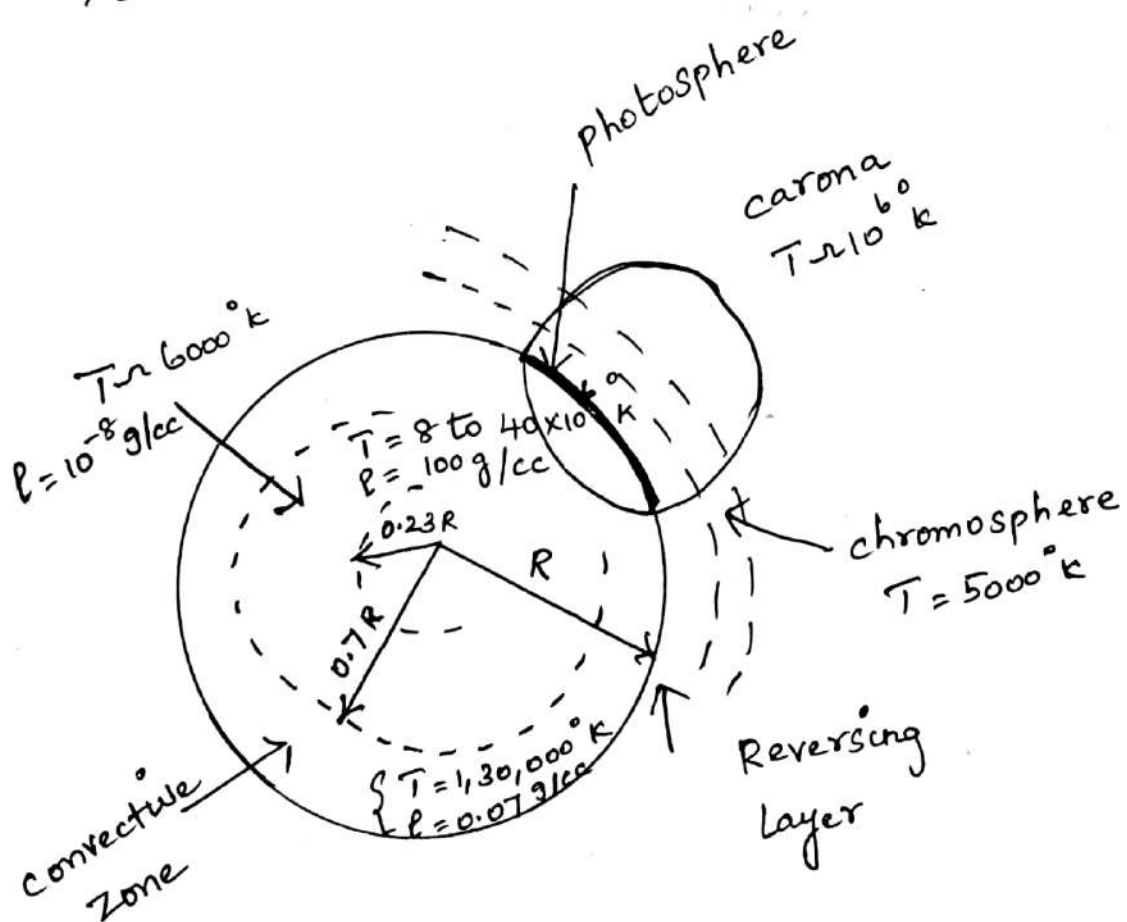
The length of a solar day varies through the year, and the accumulated effect produces seasonal deviations of up to 16 minutes from the mean. The effect has two main causes. First, due to the eccentricity of Earth's orbit, the Earth moves faster when it is nearest the Sun (perihelion) and slower when it is farthest from the Sun (aphelion) (see Kepler's laws of planetary motion). Second, due to Earth's axial tilt (known as the *obliquity of the ecliptic*), the Sun's annual motion is along a great circle (the ecliptic) that is tilted to Earth's celestial equator. When the Sun crosses the equator at both equinoxes, the Sun's daily



shift (relative to the background stars) is at an angle to the equator, so the projection of this shift onto the equator is less than its average for the year; when the Sun is farthest from the equator at both solstices, the Sun's shift in position from one day to the next is parallel to the equator, so the projection onto the equator of this shift is larger than the average for the year (see tropical year). In June and December when the sun is farthest from the celestial equator a given shift along the ecliptic corresponds to a large shift at the equator. So apparent solar days are shorter in March and September than in June or December.

# சூரிய கோளத்தின் அமைப்பு :-

சூரியன் எண்பது கதிரவ அமைப்பின் மையத்தில் உள்ள ஒரு விண்மீன் ஆகும். இதன் நிறை (3,32,900) 4-வது நிறைகள்) கதிரவ அமைப்பின் மொத்த நிறையின் 99.86 சதவிகிதத்தைக் கொண்டுள்ளது. கி.மு. 7-ம் நூற்றாண்டில் கிரேக்கம் ஜி.ரகன் அணுகூலா எ. லியத்தலன் கண்காணும் மீளம் மாமமும் ஆற்றலை வெளியிடுகிறது. அந்த ஆற்றல் மெம்பாயும் மின்காந்த கதிர்வீச்சு மீளம் விண்வெளிக்குள் கதிர் வீசும்படுகிறது.





பின்னோக்கே படலம் ( Reversing Layer )

கிப்பலமாதது ஒளிச்சோதத்திலிருந்து பல 100 km தூரத்திற்கு பரவியுள்ளது. கிப்படுதியன் குறைந்த அடிக்சன் அடங்கியுள்ளது. இதன் அடர்த்தி  $10^{-30}$  g/cm<sup>3</sup> அளவு கிப்படுதியன் அடர்த்தியானது பின்னோக்கே எடுக்கிறது.

நிறக் கோளம் ( chromosphere )

நிறக் கோளமாதது 10,000 km அளவு அமைந்து உள்ளது. இதன் அடர்த்தியானது மிக குறைவு ( $10^{-2}$  g/cm<sup>3</sup>). வெப்பநிலை 10<sup>4</sup> K. சூரியன் பல கோளங்களையும் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளையும் ஆற்றலை உட்கவந்து எதிர்ப்புகிறது.

மேலும் பல்வேறு அலைநீளங்களை ஆற்றல் கொண்டுள்ளது எனினும் நன் முறையன் சூரியனை ஒரு கரும் பெருள் கதிர் வீச்சு கொண்டதாகவும் அதனிடையே வெப்பநிலை 5762 K ஆகவும் இருக்கிறது.

மேலும் பல்வேறு அலைநீளங்களை ஆற்றல் கொண்டுள்ளது. எனினும் நன் முறையன் சூரியனை ஒரு கரும் பெருள் கதிர் வீச்சு கொண்டுள்ளதுவும் அதனிடையே வெப்பநிலை 5762 K ஆகவும் இருக்கிறது.

**ELECTROMAGNETIC ENERGY SPECTRUM :-**

மின் காந்த கதிர்வீச்சு நிறமாணவைய பின்வரும்

அலைநீள படலகொளப பிரிக்கலாம்

$$\lambda < 10^{-8} \text{ m}$$

காஸ்மிக் கதிர்கள்

$$10^{-8} < \lambda < 10^{-4} \text{ m}$$

காமா கதிர்கள்

$$10^{-5} < \lambda < 10^{-2} \text{ m}$$

X-ray கதிர்கள்

$$2 \times 10^{-2} < \lambda < 0.38 \text{ m}$$

4722222 கதிர்கள்

$$0.38 \text{ m} < \lambda < 0.78 \text{ m}$$

கண்ணாடு ஒளி கதிர்கள்

$$0.78 \text{ m} < \lambda < 10^2 \text{ m}$$

அகச்சிவப்பு கதிர்கள்

$$10^2 \text{ m} < \lambda < 10^{10} \text{ m}$$

ரேடியோ கதிர்கள்

அவ்வாறு கிடைக்கக் கூடிய எல்லா அலைநெளியும்

அதாவது காஸ்மிக் கதிர்கள், காமா கதிர் போன்றவை  
பூமியை அந்தடைவதில்லை.

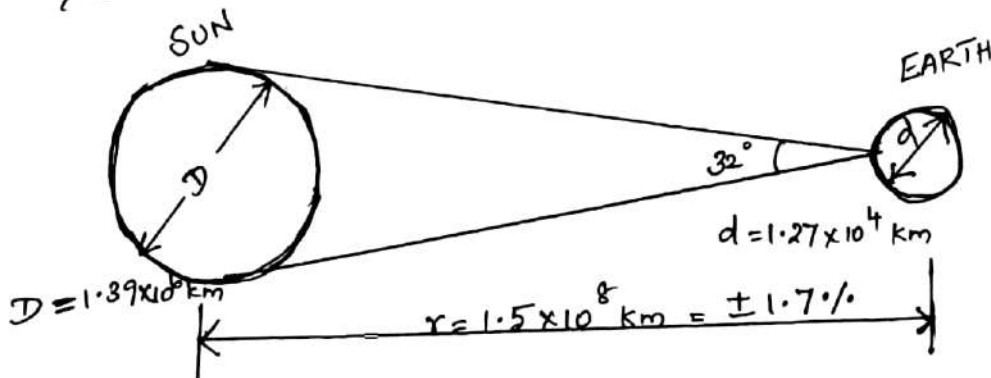
சூரிய மாற்றி :- (Solar constant)

சூரியனாண்டது  $1.39 \times 10^6 \text{ km}$  விட்டத்தையும்,

5762 K வெப்பநிலையையும் கொண்டிருக்கிறது. இக்கொள்தை

சூரிய பூமியாண்டது ஒரு நீள்வட்டப் பாதையால் சூழ்ந்து

சுழல்கிறது.





சூரியனுக்கும், பூமிக்கும் இடையே உள்ள தூரமானது

$1.5 \times 10^8$  km ஆகும். சூரியனின் பரப்பளவு  $6.03 \times 10^{26}$  m<sup>2</sup> ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

$I_{SC} = 1322 \text{ W/m}^2$  - by Abbot.

$I_{SC} = 1393 \text{ W/m}^2$  - Johnson.

$I_{SC} = 1533 \text{ W/m}^2$  - Thalchackwa.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும். கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

$$\frac{I}{I_{SC}} = 1 + 0.033 \left( \frac{\cos \left( \frac{360(n-2)}{365} \right)}{365} \right) \text{ ஆகும்}$$

கிந்த  $32^\circ$  கோணம்  $32^\circ$  ஆகும்.

ஒளிவகற்றையும் விரிவடைதல் ஆகிய கதிர்வீச்சம் :-

## (Beam and Diffuse Solar Radiation)

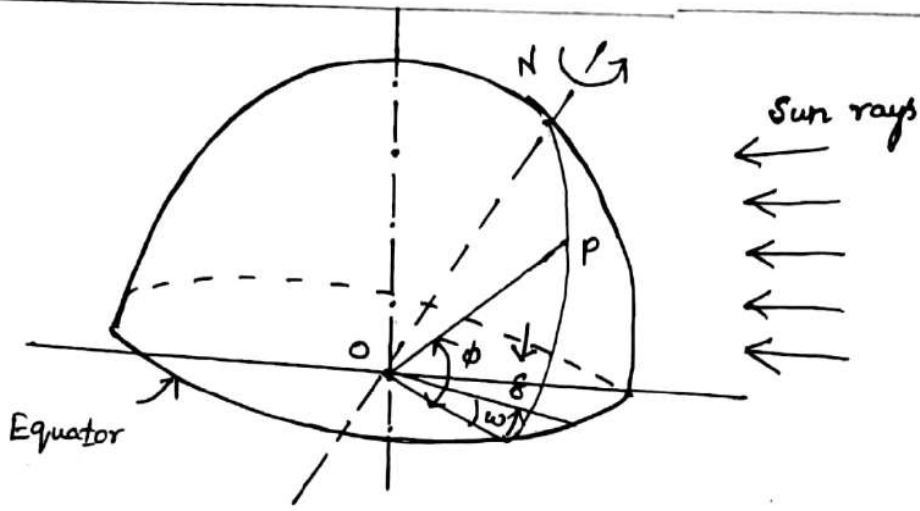
கூடுதலான மேற்பரப்பில் அதிகம் ஆகிய கதிர்வீச்சு ஒளி உடனடியாக சூரிய வட்டத்திலிருந்து நேராகப் பிற பரப்புகளில் எதிரொளிக்கப்படுகிறது. அவ்வாறு எதிரொளிக்கப்பட்டு வந்தால் அக்கதிர்கள் நேர் கதிர்வீச்சு (அம்ச) கற்றை கதிர்வீச்சு ஆகும். இக்கதிர் வீச்சுக்கள் சூரியனிலிருந்து எந்த வித திசைமாற்றமும் இல்லாமல் நேராக விரிகின்றன.

## விரிவடைந்த கதிர்வீச்சு :- (Diffuse Radiation)

இக்கதிர்வீச்சுக்கள் சூரியனிலிருந்து வரும்போது பிற பரப்புகளின் மீது எதிரொளிக்கப்பட்டு, பின்னர் சிதறடிக்கப்படும் வகையில் அது மாற்றமடைகிறது. இந்த மொத்த சூரிய கதிர்வீச்சிலிருந்து சூரிய கதிர்வீச்சு நேராகவும், சிதறடிக்கப்படும் எதிரொளிக்கப்பட்டு வரும் கதிர்களும் இதில் அடங்கும். 3μm க்கு மேல் அளவிற்கு நீண்ட அலைநீளங்களை கொண்ட கதிர்கள் மீண்டும் உமிழப்படுகின்றன.

## அடிப்படை சூரியக் கோணங்கள் :- (Basic Earth Sun Angles)

சூரியக் கதிர்களைப் பற்றித் தகவல் மேற்பரப்பில் உள்ள ஒரு புள்ளியின் இடத்தினை அறிவதற்கு அச்சக் கோணம் ( $\phi$ ) மணிக்கோணம் ( $\omega$ ) மற்றும் சூரிய ( $\delta$ ) ஆகிய மூன்றும் எதிர்த்திடுக்காக வேண்டும்.



அட்சக்கோணம் :- (Latitude) ( $\phi$ )

பூமியின் மேற்பரப்பில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியின் அட்சக் கோணமானது, பூமியின் எல்லைத் தாண்டி புள்ளியையும் கிணைக்கும் கோட்டிற்கும், பூமத்திய ரேகை தளத்தில் அக்கோணத்தால் அக்கோட்டின் வீழ்ச்சி திசைக்கும் கிடைசு உள்ளதாகும். அந்நேரது பூமியின் எல்லை உறை பூமத்திய ரேகையால் எதற்கு (or) உட்க்கில் உள்ள கோணத் தொகையைப்படும். அந்நேரது படத்தில் OP மீறும் பூமத்திய ரேகை தளத்தில் OP ன் வீழ்ச்சி திசைக்கும் கிடைசு உள்ள கோணமாகும்.

மணிக்கோணம் :- ( $\omega$ )

ஒரு புள்ளியின் தீர்க்க ரேகையை சூரியன் கடிகாசுடன் நோக்கக்கோட்டின் அளவுபடிமையாக எக்சவதற்கு பூமியை சிறுது வரையாக கோணமே மணிக்கோணம் எனப்படும். (Hour Angle).

பூமத்திய ரேகை தளத்தில் OP இன் வீழ்ச்சி திசைக்கும் சூரியனின் எல்லை சூரியவற்றை கிணைக்கும். கோட்டின் வீழ்ச்சி திசைக்கும் கிடைசு உள்ள கோணம் அது.

$$\frac{2\pi}{24} = 262 \text{ rad} \quad \frac{360}{24} = 15^\circ$$

## **UNIT-III**

### **PHOTOVOLTAIC GENERATION:**

Photovoltaics (PV) is the conversion of light into electricity using semiconducting materials that exhibit the photovoltaic effect, a phenomenon studied in physics, photochemistry, and electrochemistry.

A photovoltaic system employs solar panels, each comprising a number of solar cells, which generate electrical power. PV installations may be ground-mounted, roof top mounted or wall mounted. The mount may be fixed, or use a solar tracker to follow the sun across the sky.

Solar PV has specific advantages as an energy source: once installed, its operation generates no pollution and no greenhouse gas emissions, it shows simple scalability in respect of power needs and silicon has large availability in the Earth's crust.

PV systems have the major disadvantage that the power output works best with direct sunlight, so about 10-25% is lost if a tracking system is not used. Dust, clouds, and other obstructions in the atmosphere also diminish the power output. Another important issue is the concentration of the production in the hours corresponding to main insolation, which do not usually match the peaks in demand in human activity cycles. Unless current societal patterns of consumption and electrical networks adjust to this scenario, electricity still needs to be stored for later use or made up by other power sources, usually hydrocarbons.

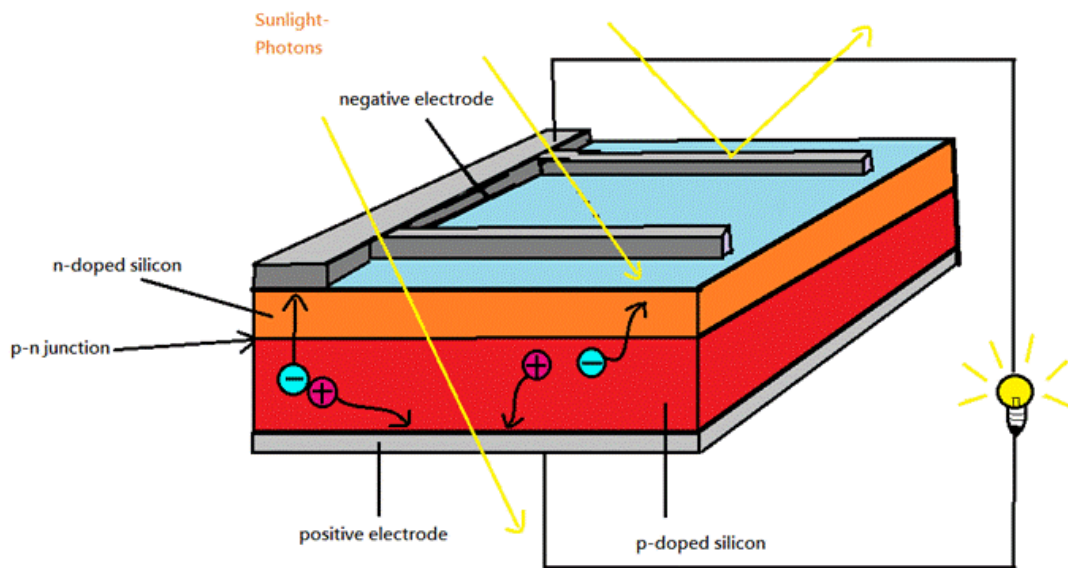
Photovoltaic systems have long been used in specialized applications, and stand-alone and grid-connected PV systems have been in use since the 1990s. They were first mass-produced in 2000, when German environmentalists and the Euro solar organization got government funding for a ten-thousand roofs program.



Advances in technology and increased manufacturing scale have in any case reduced the cost, increased the reliability, and increased the efficiency of photovoltaic installations. Net metering and financial incentives, such as preferential feed-in tariffs for solar-generated electricity, have supported solar PV installations in many countries. More than 100 countries now use solar PV.

### ***Principles Of Photovoltaic Generation:***

**Photovoltaic (PV)** effect is the conversion of sunlight energy into electricity. In a **PV** system, the **PV** cells exercise this effect. ... When sunlight hit the cell, the photons in light excite some of the electrons in the semiconductors to become electron-hole (negative-positive) pairs.



## ***Solar Cell:***

A **solar cell** is a sandwich of n-type silicon (blue) and p-type silicon (red). It generates electricity by using sunlight to make electrons hop across the junction between the different flavors of silicon: When sunlight shines on the **cell**, photons (light particles) bombard the upper surface.

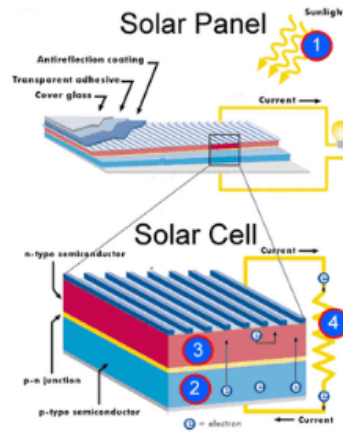
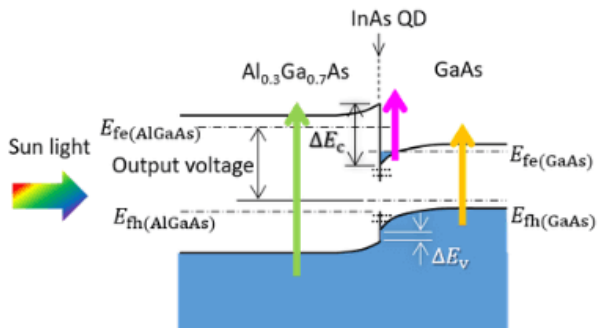
A solar cell is made of two types of semiconductors, called p-type and n-type silicon. The p-type silicon is produced by adding atoms—such as boron or gallium—that have one less electron in their outer energy level than does silicon. Because boron has one less electron than is required to form the bonds

with the surrounding silicon atoms, an electron vacancy or “hole” is created.

The n-type silicon is made by including atoms that have one more electron in their outer level than does silicon, such as phosphorus. Phosphorus has five electrons in its outer energy level, not four. It bonds with its silicon neighbor atoms, but one electron is not involved in bonding. Instead, it is free to move inside the silicon structure.

A solar cell consists of a layer of p-type silicon placed next to a layer of n-type silicon (Fig. 1). In the n-type layer, there is an excess of electrons, and in the p-type layer, there is an excess of positively charged holes (which are vacancies due to the lack of valence electrons). Near the junction of the two layers, the electrons on one side of the junction (n-type layer) move into the holes on the other side of the junction (p-type layer). This creates an area around the junction, called the depletion zone, in which the electrons fill the holes.

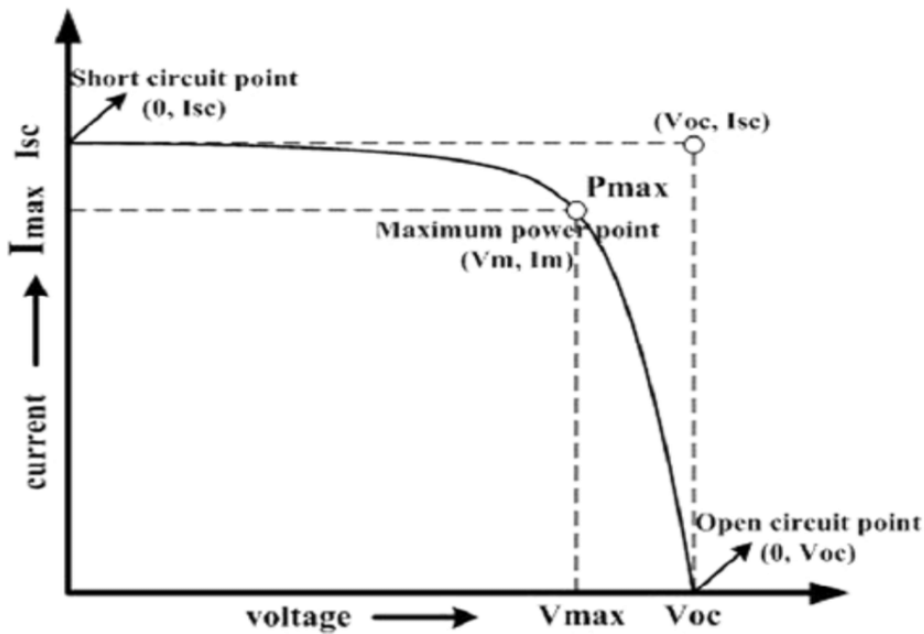
# What is a Solar Cell?



Electrical 4 U

## ***Current - Voltage Characteristics:***

The solar cell produce electricity while light strikes on it and the **voltage** or potential difference established across the terminals of the **cell** is fixed to 0.5 volt and it is nearly independent of intensity of incident light whereas the **current** capacity of **cell** is nearly proportional to the intensity of incident Light.



## TYPES OF SOLAR CELLS

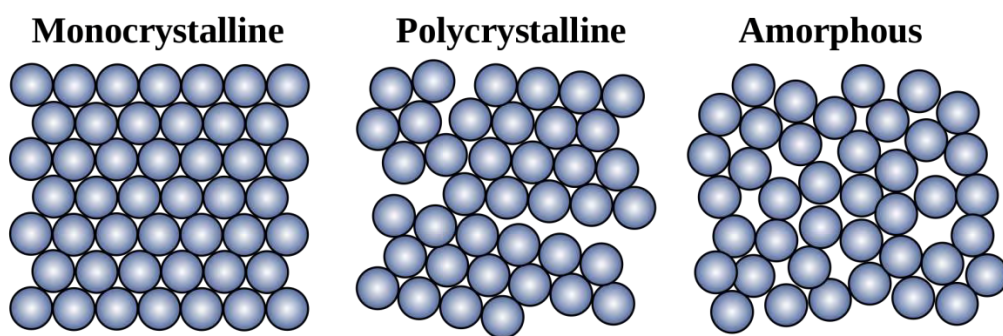
### 1.P-N HOMOJUNCTION CELL:

A **homojunction** is the region between an n-layer and a p-layer in a single material, **photovoltaic cell**. **Solar cells** that use crystalline silicon, for example, are examples of **homojunction** devices. Some **homojunctions cells** have also been designed with the positive and negative electrical contacts on the back of the **cell**.

As a second-generation thin-film solar cell technology, amorphous silicon was once expected to become a major contributor in the fast-growing worldwide photovoltaic market,

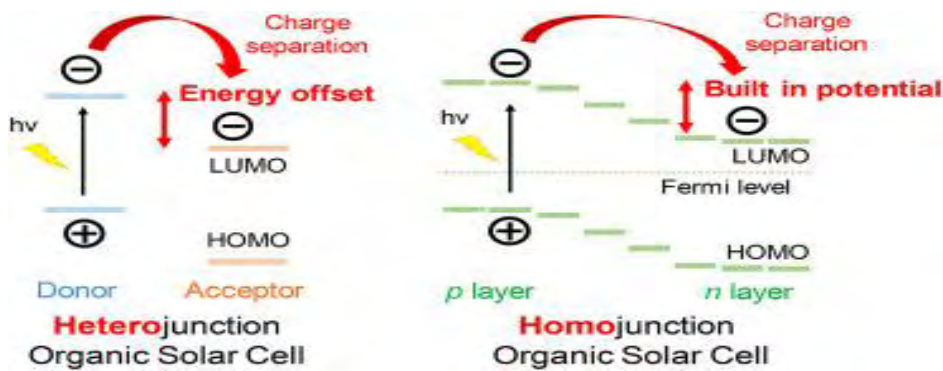


but has since lost its significance due to strong competition from conventional crystalline silicon cells and other thin-film technologies such as CdTe and CIGS. Amorphous silicon is a preferred material for the thin film transistor elements of liquid crystal displays and for x-ray imagers.



## 2.P-N HETRO JUNCTION CELL:

**What is heterojunction solar?** Heterojunction solar cells combine two different technologies into one cell: a crystalline silicon cell sandwiched between two layers of amorphous “thin film” silicon. Used together, these technologies allow more energy to be harvested compared to using either technology alone.



### 3. GALLIUM ARSENIDE SOLAR CELL:

**Gallium arsenide** is an important semiconductor material for high-cost, high-efficiency **solar cells** and is used for single-crystalline thin film **solar cells** and for multi-junction **solar cells**.

The first known operational use of GaAs solar cells in space was for the Venera 3 mission, launched in 1965. The GaAs solar cells, manufactured by Kvant, were chosen because of their higher performance in high temperature environments. GaAs-based devices hold the world record for the highest-efficiency single-junction solar cell . This high efficiency is attributed to the extreme high quality GaAs epitaxial growth, surface passivation by the AlGaAs, and the promotion of photon

recycling by the thin film design. Complex designs of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ -GaAs devices using quantum wells can be sensitive to infrared radiation .

**NOTE :** GaAs diodes can be used for the detection of X-rays.

#### **4.INDIUM PHOSPHIDE SOLAR CELL:**

**Indium phosphide (InP)** is a binary semiconductor composed of indium and phosphorus. It has a face-centered cubic ("zincblende") crystal structure, identical to that of GaAs and most of the III-V semiconductors.

The application fields of InP splits up into three main areas. It is used as the basis

- for **optoelectronic components**
- for **high-speed electronics.**
- for **photovoltaics**

There is still a vastly under-utilized, yet technically exciting zone in the electromagnetic spectrum between

microwaves and infrared, often referred to as “Terahertz”.

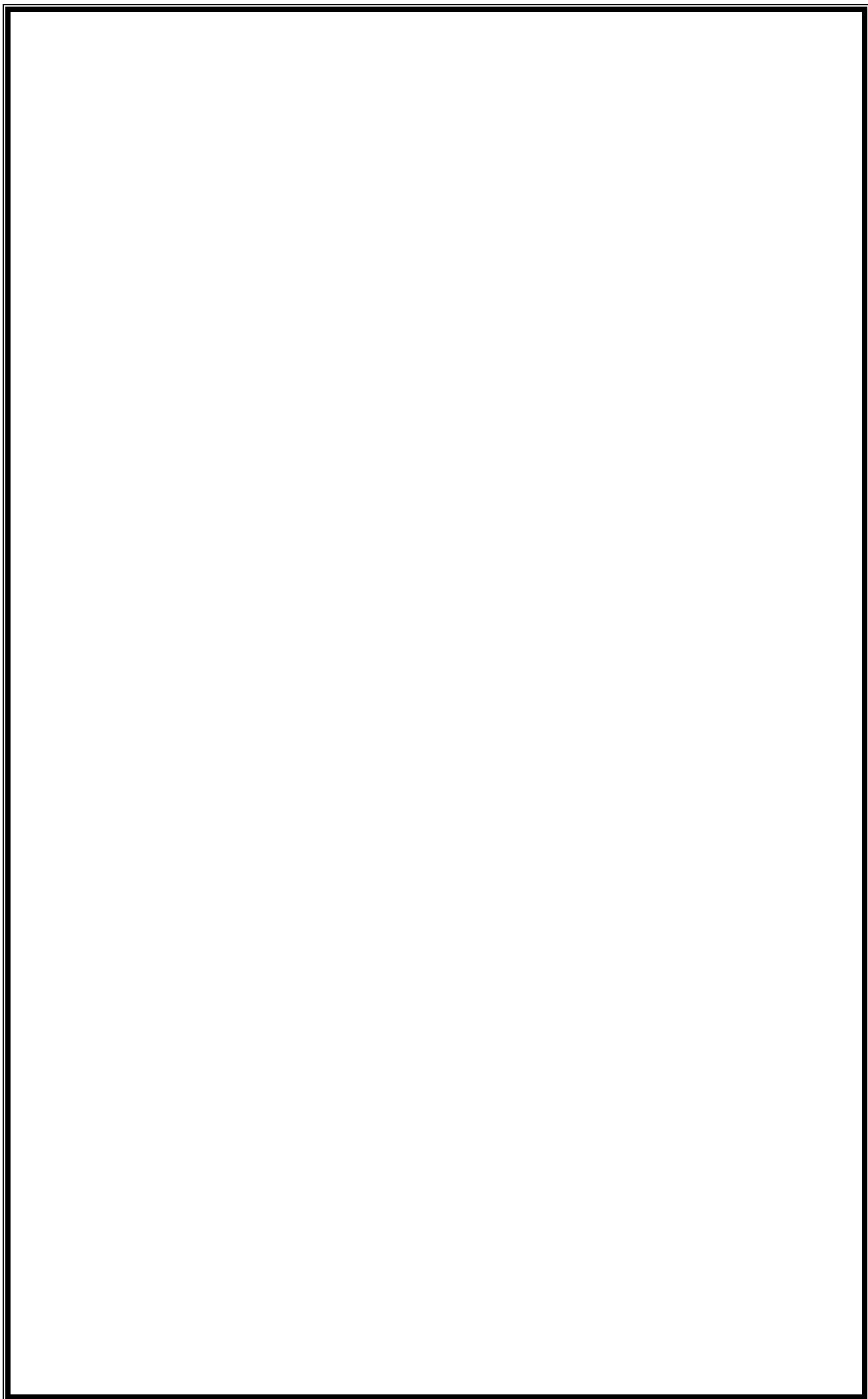
Electromagnetic waves in this range possess hybrid properties they show high-frequency- and optical characteristics simultaneously. InP based components unlock this spectral range for important new applications.

### ***Advantage Of Solar Cell:***

- Renewable Energy Source. Among all the benefits of solar panels, the most important thing is that solar energy is a truly renewable energy source. ...
- Reduces Electricity Bills. ...
- Diverse Applications. ...
- Low Maintenance Costs. ...
- Technology Development

### ***Disadvantages Of Solar Cell:***

- Cost. The initial cost of purchasing a solar system is fairly high. ...
- Weather-Dependent. Although solar energy can still be collected during cloudy and rainy days, the efficiency of the solar system drops. ...
- Solar Energy Storage Is Expensive. ...
- Uses a Lot of Space. ...
- Associated with Pollution.



## Unit-III Photo Voltaic Power

### Principle of photo voltaic :

ஒளிமின்னழுத்தியம் (photo voltaics அல்லது PV) எனப்படும் சூரியக் கதிரை உரடியாக மின்சாரமாக மாற்றும் ஒளிமின்கலங்களைப் பற்றியும் அவற்றை இணைத்து மின்னாற்றலை உடிகும் கலை, தொடரில், ஆய்வைப் பற்றியும் குறிக்கும். கதிர்வலகருந்து சூரிய ஒளி நாதம் கிடைப்பதால், வற்றாத ஆற்றல்வாயாக கிடைக்கப்படுகிறது.

நகரும் பொருள்கள் ஏதும் கிணியும், சூடியக்துக் ககடுகும் வெளிக் கடியுகள் ஏதும் கிலாமலும் உரடியாக மின்னாற்றல் உருவாக்கப்படுவதால் இவை வரவற்றப்படுகின்றன.

மின்னாற்றலை சூரியாக ஒளிதீதில் உருவாக்கி மற்ற இடங்களுக்கு கம்ப உடியாக சசுத்தி உடிக வேண்டிய தேவை கிலாமல் எந்த வேண்டுகோ அந்து தனித்து கியங்கி மின்னாற்றல் பெற முடியும். அதையால் கிவற்றின் பயன்பாடு, படகுகளியும், கீதுகளியும் கூடக் காணக்கூடியது. மின் ஆற்றல் பற்றாக்குறை கூடுவதால், அண்மைக் காலமாக கதிராணி மின்கலங்கினிள் உற்பத்தியும், கதிராணி படல்களின் உற்பத்தியும் உயர்ந்துள்ளது.

ஒளி மின்னழுத்தியத் தயாரிப்பு வவ்வாரு இரண்டு ஆண்டுகளும் இருமடங்காக உயர்வகினால், அதில் 2002 ஆம் ஆண்டு முதல் வவ்வாரு ஆண்டும் சராசரியாக 48% உயருவதால், கிதுவ உலகின் மக உயர்ந்த மின்னாற்றல்



சிதாழில் நுட்பமாக உருவாகி உள்ளது.

Photovoltaic Effect : ஒளிமின்னழுத்திய மாணாறு :

குறிப்பிட்ட அலைநீளம் கொண்ட ஒளி ஒரு குறைகடத்தியின் மீது அழிந்தால் அக்குறைகடத்தியில் உள்ள அணுக்களைப் பிணைந்து கிடுகீகும் எதிர்மின்னிகள் உட்பட மின்னோட்டம் அல்லது மின்னழுத்தம் ஏற்படும். ஒருவகை - எதிர்வகைக் குறைக்கடத்தி இணைப்பால் உருவான கிருமுனையம் என்சும் எரி ஒளிநல் ஒளிக்கதிர் அழிந்தால், அக்கருவியல் மின்னழுத்தம் ஏற்படுகின்றது.

ஒளியின் ஆற்றலால் அக் குறைகடத்தி எரியல் உட்படும் எதிர்மின்னிகளும் (holes) அந்த எரியல் இணைப்பு முகத்தை வடிக் கிடுகீகும் பகுதியில் உள்ள மின்னடி பகுதியை அடைந்து அங்கே மரிக்கப்படுகின்றன. ஆகவே கிருமுனைகளுக்கும் இடையே மின்னழுத்தம் ஏற்படுகின்றது. இவ்வாறு

ஒளிமின்னழுத்திய மாணாறு (Photovoltaic effect) எனப்படுகிறது.

ஒளியால் தூண்டப்படும் ஒர் எரியல் மின்னோட்டம் மாயம் கருவியை ஒளிமின்எரி அல்லது ஒளிமின் கிருமுனையம் (photodiode) எனும் அடையுமா. ஆனால் அந்த ஒளிமின் எரிகள்க்க தனியாக வெளியடருந்து மின்னழுத்தம் ஏதும் தரவேண்டியது இல்லை. ஒளியின் தூண்டுதலாக தோன்றும் மின்னழுத்தமும் அக்கருவியை கியக்கி மின்னோட்டம் தருகின்றது. இதனால் சில கருவிகளில் கதிஎராணி மின்னகத்தை புற மின்னழுத்தம் சாய்வுதராத ஒளிமின் எரி (கிருமுனையம்) என்பர்.

## சூரிய மின்கலங்கள் ; (solar cell)

சூரிய மின்கலங்களின் மீது சூரிய ஒளிக்கற்றை விசும் போது சிதை நேரடியாக மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. சிவ்வாறு சூரிய மின்கலம் செயல்படுகிறது. மின்கலங்கள் பொதுவாக சிலிக்கானால் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

### உணக்கியூரை :

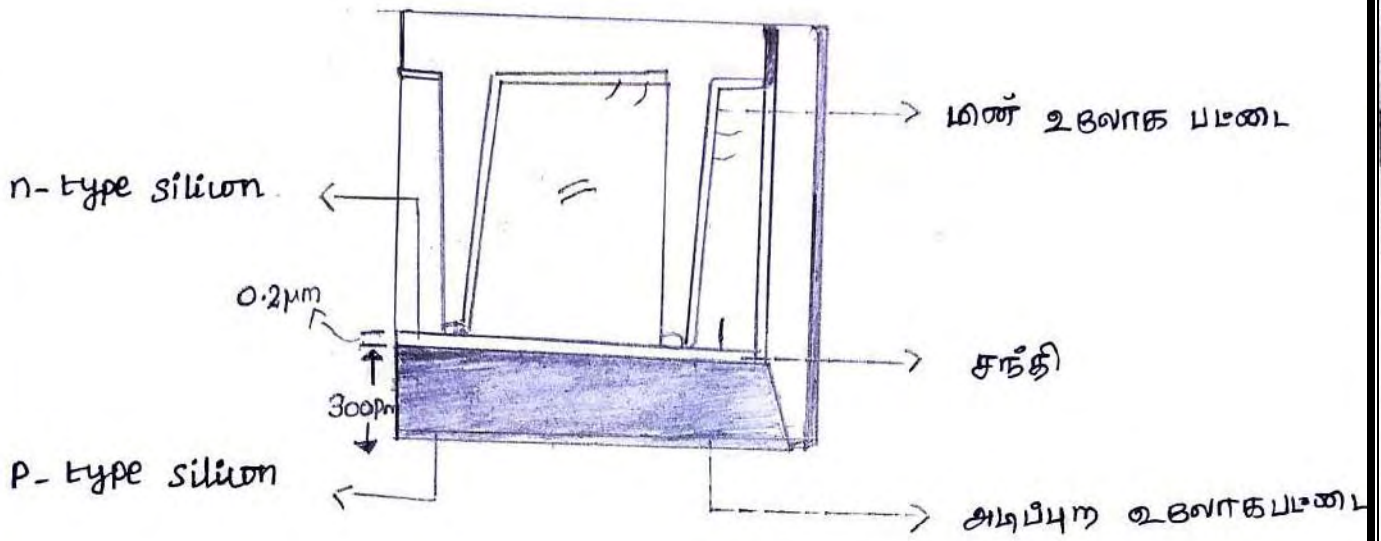
சிலிக்கானால் ஆன சூரியக் கூடுகள் என்பது ஒரு மெல்லிய படலங்களால் ஆனது. சிதை கிடைசு 300µm தடிமனும், 3-6 cm அடல் மும் கொண்டுள்ளது. அதில் P ஊக மாசு கலந்துள்ளது, ஒரு படிகத்திலிருந்து அடல் படலவையாகும்.

அதன் மேல் பகுதியில் n-ஊக சிலிக்கான் அரவல் மூலம் ஒரு சாத்தி உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. சிதை உலாக கம்பிகளால் மேலும் கீழுமாக இணைக்கப்படுகின்றன.

மேல் முகப்பில் அரவிகள் போன்ற அமைப்புள்ள உலாகப்படல பொருத்தப்பட்டு ஒரு மண்முனை இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சூரிய ஒளிக்கற்றை அதன் மீது அழும்படி அடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.



### Solar cell



மறுபுறத்தில் அதன் பரப்பு முழுதும் மற்றொரு மின் உலோகப்படையால் பொருத்தப்பட்டு ஒரு மின்முனை கிணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்கலன்களின் மேற்பரப்பு SiO<sub>2</sub> போன்ற பரதியலப்பில்லாத பொருட்களால் பூசப்பட்டுள்ளது.

#### செயல்பாடும் உதும் :

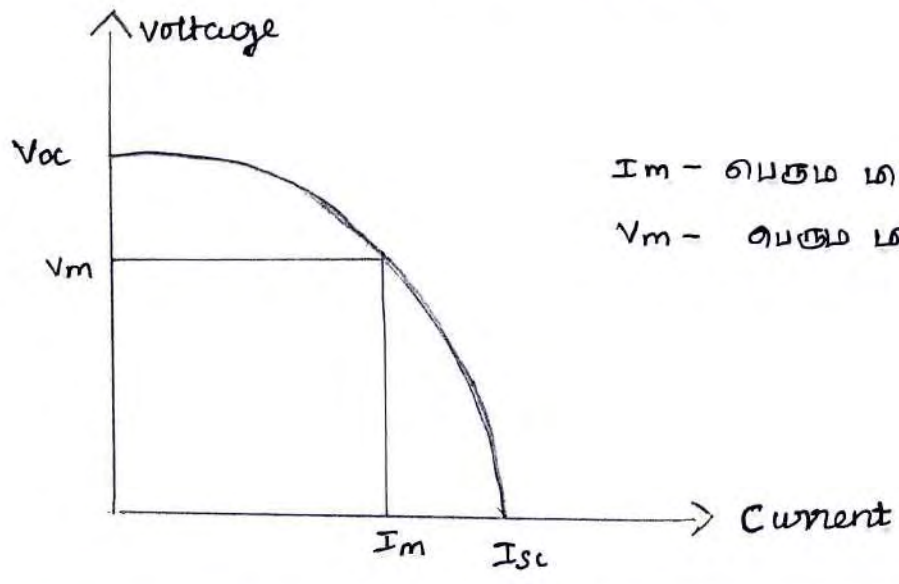
சூரிய மின்கலன்களின் மிகு சூரிய ஒளிக்கதிர் அடிப்படையில் சிதைவடைவதாக உட்கவரப்படுகிறது. கிணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்முனைகளும் எதிர்மணி எலக்ட்ரான்கள் உருவாகின்றன. இதில் P-N சந்திகள் கிடைப்பதால் நேர்மின்கலன்களும் எதிர் மின்கலன்களும் மாறிக் கொடுக்கின்றன. கிணைக்கப்பட்டிருக்கும் [D.C] உருவாகிறது. அது உலோக மின்முனை மூலம் கவரப்பட்டு புறப்படை வழியாகச் செல்கிறது.

பயனுறுதியும் + பண்புகளும் [ Efficiency + characteristics ]

சூரிய மின்கலங்களுக்கு ஆற்றல் மாற்றும் சக்தி மிகவும் குறைவு. [ அதாவது, கிட்டக்கூட 15% ], கிதுனால் அங்கப் பொருட்களின் பட்டை கிடைவெளி ஆற்றல் [ $E_g$ ] ண்பது மிகக் குறைவு ஆகும். [ எ.கா: சிலிக்கானின் ஆற்றல் = 1.2 eV ]  $E > E_g$  அதிகமாகப் பெற்றுள்ள  $\therefore$  போட்டான்கள் மட்டுமே ஆற்றல் மாற்றம் அடைகின்றன அல்லது மின்னாற்றலாக மாறுகின்றன.

சூரிய மின்கலத்தின் மின்னோட்ட - மின்னழுத்த சிறப்பியல்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படத்தில்  $V_{oc}$  - ண்பது சிறந்த சுற்று மின்னழுத்தம் அதாவது டிறப்பை இல்லாத மின்னழுத்தம்.



$I_m$  - பெரும் மின்னோட்டம்  
 $V_m$  - பெரும் மின்னழுத்தம்



$I_{sc}$  - எண்பது தரை சிணைய மிண்டொட்டம்,  
 [அதாவது] மின்ன முத்தம் சுழி, சுக இருக்கும்போது  
 தரை சிணைய மிண்டொட்டம்.

$\therefore I_{sc} \times V_{oc}$  எண்பது உயர்ந்த ஆற்றலன் சரிய  
 மின்கலத்தின் பெருமசக்தி.

செய்முறையில் பயன்படும் பெருமசக்தி -  $I_m V_m$

$I_m \rightarrow$  பெரும மிண்டொட்டம்

$V_m \rightarrow$  பெரும மின்ன முத்தம்.

பெரும பயனுறு சக்திக்கும், உயர்ந்த சக்திக்கும்  
 உள்ள வாகிதம் " நிரம்புகாரணி" ண அடக்கப்படுகிறது.

அதாவது, நிரம்புகாரணி =  $\frac{\text{பெரும பயனுறுசக்தி}}{\text{உயர்ந்த சக்தி}}$

$$= \frac{I_m \cdot V_m}{I_{sc} \cdot V_{oc}}$$

பொதுவாக சிலிக்கான் கூட்டிற்கு

$$V_{oc} = 450 - 600 \text{ mV}$$

$$I_{sc} = 30 - 50 \text{ m}$$

P-N சந்தியின் தரத்தைய அளவட சிலிக்கான் கூடு எண்பது  
 பயன்படுகிறது.

Types of solar cell :

காலியம்      ஆர்சினைடு      சூரிய      மின்கலங்கள் :

( Gallium Arsenide cell )

சிலிகாண் கூடுகளை உட அதிக் கதய கூடுகள் அதிக ஆற்றல் மாற்றம் திறன் கொண்டவை .

காலியம் ஆர்சினைடு கூடுகள் சூரிய வுனிக் கற்றகளை நேரடியாக உடகொள்ளம். அதனை மெலும் மெல்லிய மென்பலவங்களாக மாற்றலாம். அது சூரிய கூடுகள் தயாரிக்கும் தொழில் நுட்பமாகும் . அதிக் உறை காலியம் ஆர்சினைடு கூடுகள் வெப்ப ஆற்றலை, மின்னாற்றலாக மாற்ற கூடிய அளவு அதிக திறன் கொண்டவை .

அது சிலிகாண் கூடுகளை உட அதிகம் ஆற்றல் மாற்றம் திறன் கொண்டது. அதிக பயனுறு திறனும், அதிக வெப்பநிலையை தாங்கிக் கொள்ளும் திறனும்

காலியம் ஆர்சினைடு கூடுகளுக்கி் உள்ளதால் அதை பெருமளவில் பயன்படுகிறது. எனவே

காலியம் ஆர்சினைடு மிகவும் பயனுள்ள ஒரு சூரிய மின்கலம் ஆகும்.

பயன்பாடு:

- i) சூரிய மின்கலங்களைத் தொகுப்பு நீர் பாசனக் கிண்கு பயன்படுத்தலாம்.
- ii) சில சூர் எளிமையான அமைப்பு
- iii) பராமரிப்பு செலவு குறைவு, எளிதாக அமைக்கலாம்.
- iv) மாசுக்களை ஏற்படுத்தாது
- v) நம்பகத்தன்மை வாய்ந்தது.
- vi) நீண்டநாள் உட்கொள்ளலாம்.

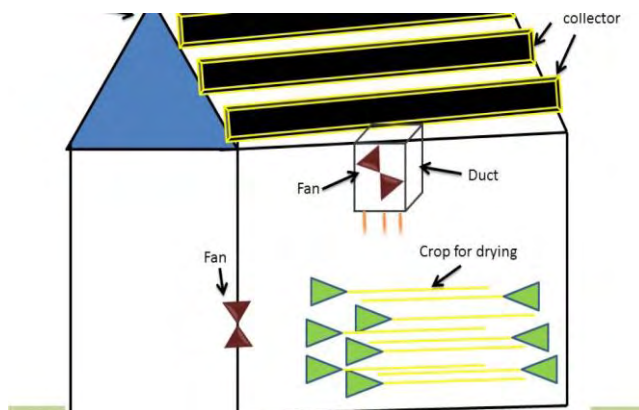


## UNIT - v

### APPLICATIONS OF SOLAR ENERGY UTILIZATION

#### *Crop Dryers:*

A solar crop dryer is used to reduce crop losses during in-season harvesting periods. A solar-dried crop is hygienic and preserves nutritional value. A solar crop dryer reduces drying time with protection from external disturbances such as rain and strong wind.



#### *Advantages Of Crop Dryers:*

##### 1. **FOOD PRESERVATION**

- Food spoilage is caused due to molds, yeast, bacteria and enzymes.
- Preservation can Reduce wastage and facilitate export to high-value markets.
- Methods of Preservation are : canning, freezing, pickling, curing and drying.

##### 2. **NATURAL DRYING**

- Drying was done by open Sun under the open sky.
- Slow process.
- Reduction in product quality due to insects and micro-organisms growth.
  - Spoilage of product due to rain, wind, moist, dust ,birds & animals, fungal growth.
- Time consuming.
- Requires large area.

### 3. ***SOLAR DRYERS***

- Useful from energy conservation point of view
- Occupies less area.
- Improves quality of product.
- Protects environment.

### 4. ***SOLAR DRYERS USEFUL FOR***

- Agricultural crop drying
- Food processing industries for dehydration of fruits and vegetables
- Fish and meat drying
- Dairy industries for the production of milk powder
- Seasoning of wood and timber
- Textile industries for drying of textile materials

### 5. ***SOLAR DRYING ESSENTIALS.***

- A drying Chamber in which Food is dried.
- A Solar collector that heats the air .
- Air flow system. Airflow Drying Chamber  
Solar Collector.

## ***Water Desalination***

Solar distillation mimics the natural water cycle, in which the sun heats sea water enough for

evaporation to occur. After evaporation, the water vapor is condensed onto a cool surface. There are two types of solar desalination. The former one is using photovoltaic cells which converts solar energy to electrical energy to power the desalination process. The latter one utilises the solar energy in the heat form itself and is known as solar thermal powered desalination.

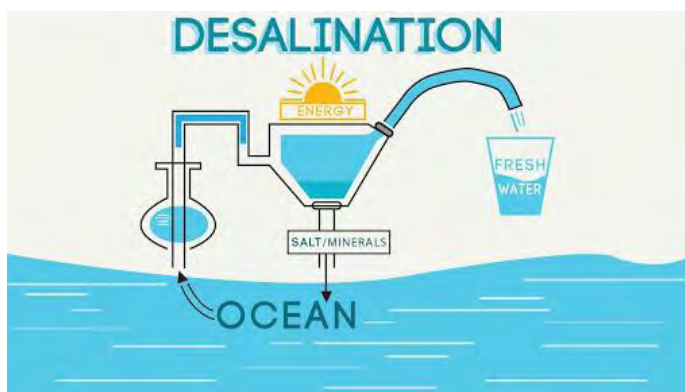
It can be defined as any process which removes excess salts and minerals from water (or) the chemical process of changing seawater into potable water are called desalination. These processes may be used for municipal, industrial or any commercial uses. In major desalination methods the feed water is treated and two streams of water are obtained

- Treated potable fresh water that has less amounts of salt and minerals (treated water or product water)
- Concentrate or brine that has salt and mineral concentrations higher than that of original feed water or saltwater

Salt water or feed water sources may include sea water, brackish, wells, surface (rivers and streams), wastewater, and industrial feed and process waters. With advancements in technology, desalination processes are becoming cost effective compared to other methods of producing usable water to meet the growing demands. The water that is obtained after desalination should be remineralised to be fit for human consumption. The concentrated brine obtained in desalination process must be disposed of in a proper manner.

Water desalination processes separate dissolved salts and other minerals from water. Feedwater sources may include brackish, seawater, wells, surface (rivers and streams), wastewater, and industrial feed and process waters. Membrane separation requires driving forces including pressure (applied and vapor), electric potential, and concentration to overcome natural osmotic pressures and effectively force water through membrane processes. As such, the technology is energy intensive and research is continually evolving to improve efficiency and reduce energy consumption.

Seawater desalination has the potential to reliably produce enough potable water to support large populations located near the coast. Numerous membrane filtration seawater desalination plants are currently under construction or in the planning stages up and down California's parched coast, with the 50 million gallons per day (mgd) Carlsbad Desalination plant scheduled to be operational by 2016.



# Advantages and Disadvantages of Desalination

## General advantages and disadvantages of desalination

### Advantages

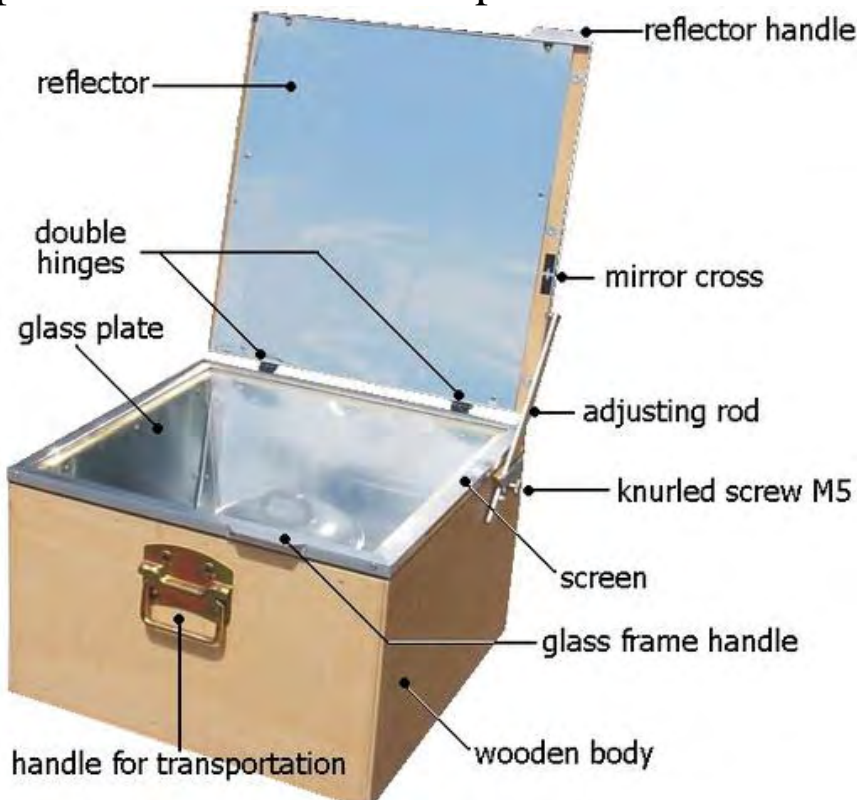
- Sea water is an "unlimited" source
- Many large cities are located next to the sea
- For some countries it is the only excess to fresh water
- Migration from country site due to fresh water scarcity can be reduced

### Disadvantages

- Desalination is an energy intensive process
- Investment and operation costs are very high
- Brine discharge can effect the environment
- Brine discharge of brackish water desalination inside the country is difficult

## ***Box Type Solar Cooker:***

In the year 1767, the basic concept of cooking of food in solar cookers started by a “Swiss scientist”. Nevertheless the solar cooker was designed in the year 1950. To know about what is a solar cooker and its working, let’s have a look into how to make a solar cooker, various advantages and disadvantages of a solar cooker. Solar energy is the most essential renewable energy which we can get from the sun. Solar energy is available with free of cost and it is used for many purposes like residential, commercial, etc. One of the applications of solar energy is solar cooker that is used to heat and cook the food. This solar cooker directly uses the solar energy from the sun to cook the food just like the plants use sun’s energy to prepare their food. Solar cookers don’t use fuel and very cheap, so many developed countries make use of it. Solar cookers are mainly used in outdoor places and it reduces the pollution and deforestation.





## ***How to Make a Solar Cooker***

Solar cooker making can be done using a cardboard box with less cost in a few hours. This solar cooker works very well. Solar cookers are classified into three types such as solar panel cooker, solar parabolic cooker and solar box cooker. From these three kinds of cookers, parabolic cooker is most used advanced cooker and it is more efficient to use.

### ***The Required Supplies***

- Two cardboard boxes (one bigger and one smaller) and the dimensions of the smaller box must be 38cmX38cm whereas bigger box must be 1.5cm bigger than the smaller one. These two boxes can be adjusted by cutting & gluing it. But, the distance between these two boxes shouldn't be equal.
- 4 to 8cms cardboard sheet one for the lid, that should be larger all the way than the outer box.
- A reflective external to trap such as a mirror, one aluminium foil roll, white gum, box knife and scissors.
- One can of flat black spray paint used as a nontoxic when it gets dry.
- Plastic bag to seal the closing or opening the cooker from all sides
- A newspaper for proper insulation inside the cardboard box

### ***Solar Cooker Working***

A solar cooker is a device that works with solar energy for heating and cooking food. The solar cooker works mainly on three principles such as retention, absorption and concentration. A solar cooker consists of a mirror, that helps in allowing the ultra violet rays of the sun and converts it into IR light rays. The IR rays have the power to make the protein & water molecules present in the food to shake forcefully to heat up the food. Actually, the sun's energy doesn't heat the food, but the rays which comes from the sun changes into heat



energy to cook the food. A lid is used to protect the food kept inside a bowl so that the heat doesn't escape. Thus, the solar cooker helps in cooking the food using UV rays from the sun.

### *Advantages of Solar Cooker*

- Solar cookers are generally used in places where there is no electricity and people those who cannot buy the electrical cookers to prepare their daily food. This type of solar cooker is used in many developed countries to conserve energy as well as to cook their food.
- Solar cookers help in protecting the forests and it doesn't cause any pollution to the environment.
- These cookers doesn't need any electricity for its working, decreases the global warming and cost less
- Solar cookers doesn't produce smoke while cooking food

### *Disadvantages of Solar Cooker*

- These types of cookers only used only in the day time and cannot be used in the cloudy time.
- They cannot maintain heat for a long period of time.
- If the device is not built properly, it may not work properly and burns.
- When the UV rays of the sunlight get reflected in your eyes, your eyesight can destroy.
- It takes more time to cook.

### *Green House Effect:*

The **greenhouse effect** is a natural process that warms the Earth's surface. When the Sun's energy reaches the Earth's atmosphere, some of it is reflected back to space and the rest is absorbed and re-radiated by **greenhouse** gases. The absorbed energy warms the atmosphere and the surface of the Earth.

The **greenhouse effect** is the process by which radiation from a planet's atmosphere warms the planet's surface to a temperature above what it would be without this atmosphere.

Radiatively active gases (i.e., greenhouse gases) in a planet's atmosphere radiate energy in all directions. Part of this radiation is directed towards the surface, thus warming it.<sup>[3]</sup> The intensity of downward radiation – that is, the strength of the greenhouse effect – depends on the amount of greenhouse gases that the atmosphere contains. The temperature rises until the intensity of upward radiation from the surface, thus cooling it, balances the downward flow of energy.

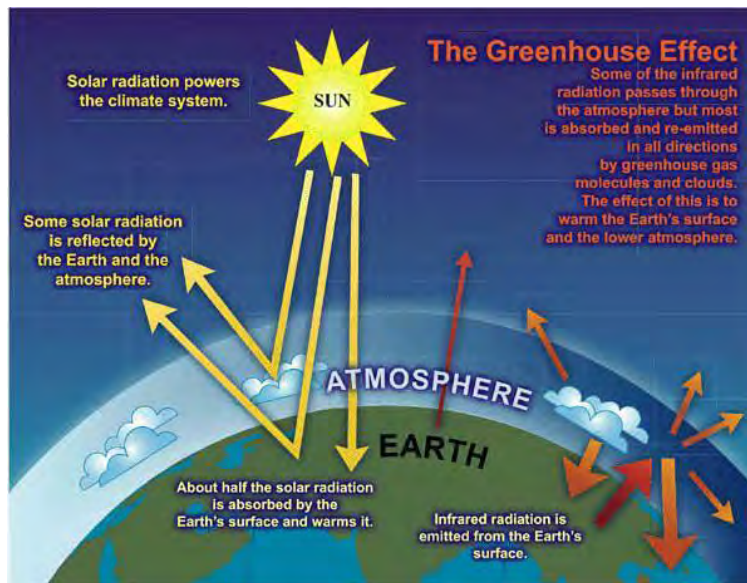
Earth's natural greenhouse effect is critical to supporting life, and initially was a precursor to life moving out of the ocean onto land. Human activities, mainly the burning of fossil fuels and clearcutting of forests, have increased the greenhouse effect and caused global warming.

The planet Venus experienced a runaway greenhouse effect, resulting in an atmosphere which is 96% carbon dioxide, and a surface atmospheric pressure roughly the same as found 900 m (3,000 ft) underwater on Earth. Venus may have had water oceans, but they would have boiled off as the mean surface temperature rose to the current 735 K (462 °C).

The term *greenhouse effect* is a slight misnomer, in the sense that physical greenhouses warm via a different mechanism. The greenhouse effect as an atmospheric mechanism functions through radiative heat loss<sup>[9]</sup> while a traditional greenhouse as a built structure blocks convective heat loss.<sup>[2]</sup> The result, however, is an increase in temperature in both cases.

## *How does the greenhouse effect work?*

As you might expect from the name, the greenhouse effect works ... like a greenhouse! A greenhouse is a building with glass walls and a glass roof. Greenhouses are used to grow plants, such as tomatoes and tropical flowers.



A greenhouse stays warm inside, even during the winter. In the daytime, sunlight shines into the greenhouse and warms the plants and air inside. At nighttime, it's colder outside, but the greenhouse stays pretty warm inside. That's because the glass walls of the greenhouse trap the Sun's heat.

The greenhouse effect works much the same way on Earth. Gases in the atmosphere, such as carbon dioxide, trap heat just like the glass roof of a greenhouse. These heat-trapping gases are called greenhouse gases.

During the day, the Sun shines through the atmosphere. Earth's surface warms up in the sunlight. At night, Earth's surface cools, releasing heat back into the air. But some of the heat is trapped by the greenhouse gases in the atmosphere. That's what keeps our Earth a warm and cozy 58 degrees Fahrenheit (14 degrees Celsius), on average.

### ***How are humans impacting the greenhouse effect?***

Human activities are changing Earth's natural greenhouse effect. Burning fossil fuels like coal and oil puts more carbon dioxide into our atmosphere.

NASA has observed increases in the amount of carbon dioxide and some other greenhouse gases in our atmosphere. Too much of these greenhouse gases can cause Earth's atmosphere to trap more and more heat. This causes Earth to warm up.

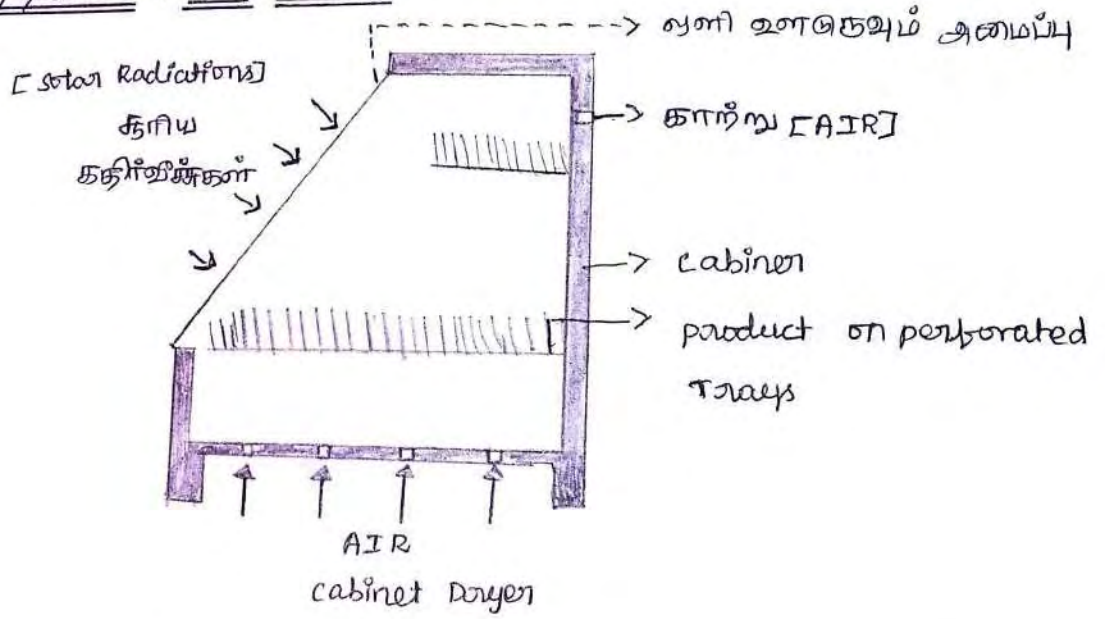
### ***What reduces the greenhouse effect on Earth?***

Just like a glass greenhouse, Earth's greenhouse is also full of plants! Plants can help to balance the greenhouse effect on Earth. All plants — from giant trees to tiny phytoplankton in the ocean — take in carbon dioxide and give off oxygen.

The ocean also absorbs a lot of excess carbon dioxide in the air. Unfortunately, the increased carbon dioxide in the ocean changes the water, making it more acidic. This is called ocean acidification.

More acidic water can be harmful to many ocean creatures, such as certain shellfish and coral. Warming oceans — from too many greenhouse gases in the atmosphere — can also be harmful to these organisms. Warmer waters are a main cause of coral bleaching.

சூரிய உவர்த்திகள் : (Crop drier)



சூரிய ஆற்றலின் பயன்பாடுகளில் ஒன்று விவசாயப் பொருட்களை உவர்த்தும் சூரிய உவர்த்திகள் ஆகும். சிந்த உதையான உவர்த்தி முறையில் நரம்பகம் நீக்கப்படுகிறது. மேலும் பொருட்களை பாதுகாக்கவும் உபயுகிறது.

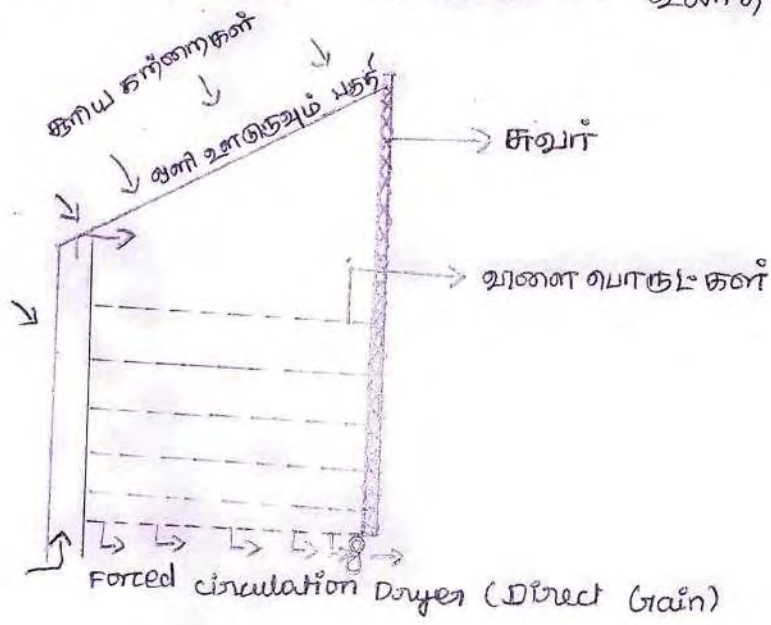
பொதுவாக திறந்தவெளியில் காண்பொருட்களை உவர்த்த முடியும். அதன் தீமைகள் ஆகன (i) உவர்த்தும் முறை பொதுவாக நடைபெறும். ii) பூச்சிகளும் தூசுகளும் உதையொருங்குடன் கவர்த்தி உடுகின்றன. ஆனால் உவர்த்திகளை பயன்படுத்துவதன் மூலம் சிந்த உதையான தீமைகளை குவர்த்தி முடியும். பொருட்கள் உவர்த்தல் உதகுஉதையாக நடைபெறுகிறது. மேலும் உதறுபடுத்ப்பட்ட முறையில் உவர்த்தப்படுகிறது. சிதனால் நல்ல தரமான உதையொருங்குடன் கிடைக்கப் பெறுகிறது.

படத்தில் சிறிய அளவில் படபடி உதய சூரிய உவர்த்தி காலப்படி உள்ளது. சிது ஒளி உதகுஉதம் கதையுடன் கதய ஒடு அறைய கொண்டுள்ளது. உவர்த்திய பட உதைய உதையொருங்குடன் துளைகளுடன் உள்ள தடுகளில் தடுக்கப்படுகின்றன.

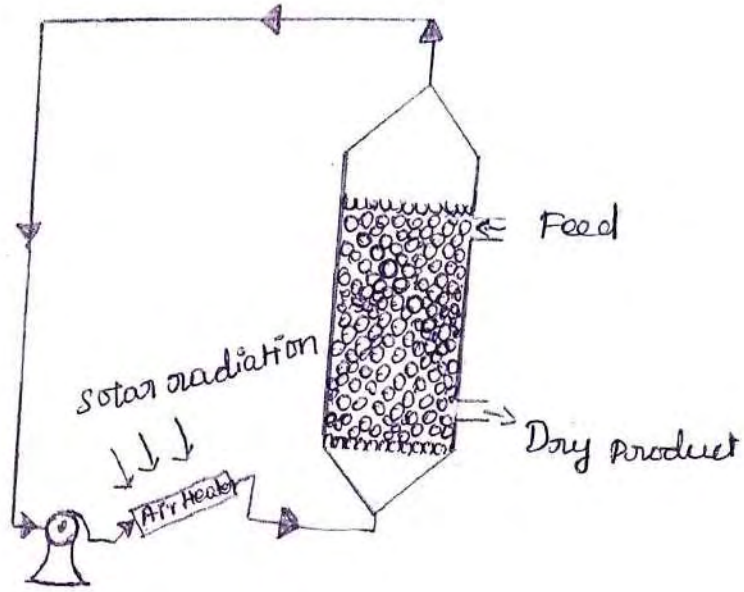


கூரை வடிவம் எல்லாம் கற்றைகளை உணைப்பாடுகள் உட்கவர்ச்சின்தன. அந்நாள் ஈரப்பதம் அப்பாடுகளிடைந்து வெளியேறுகிறது. அந்நாள் உள் காற்றும் சூடாகிறது. அந்நாள் மேலேயும் கீழேயும் சேறையாண அளவு திறப்புகள் உள்நாள் காற்றின் சடிநீசி அயந்தையாகவ நடைபெறும். அதில்

50° - 80° C உரை வெப்பம் ஏற்படுகிறது. 2-4 நாட்களுக்குள் உணைப்பாடுகள் உவர்த்து விடுகின்றன. பேரீச்சை, அவர்த்தை, மிளகாய், திராட்சை போன்ற பொருட்களை உவர்த்த அல்லவழைப்பி பயன்படுகிறது.



மிகப் பெரிய அளவில் உயரமான வினை பொருட்களை உவர்த்த அயந்தையான காற்று சூடநீச்சிக்கு பதிலாக உரை சூடநீசி பயன்படுத்தப்படுகிறது. அல்லவழைப்புகளை மரத்தூண்டுகள் உவர்த்தப் பயன்படுகின்றன. மேற்கூறிய அரு அழைப்புகளிலும் சூரிய சூளிக்கற்றைகள் உணைப் பொருட்கள் மிகு சேறியையாக அழைப்பும் வெப்பநிலை பற்றாக் குறையாக அருக்கம்போது (அ) அதை சேறியப்படுத்த வேண்டாம் போது மறைமுக வெப்ப வாய முறையைய பயன்படுத்தலாம்.

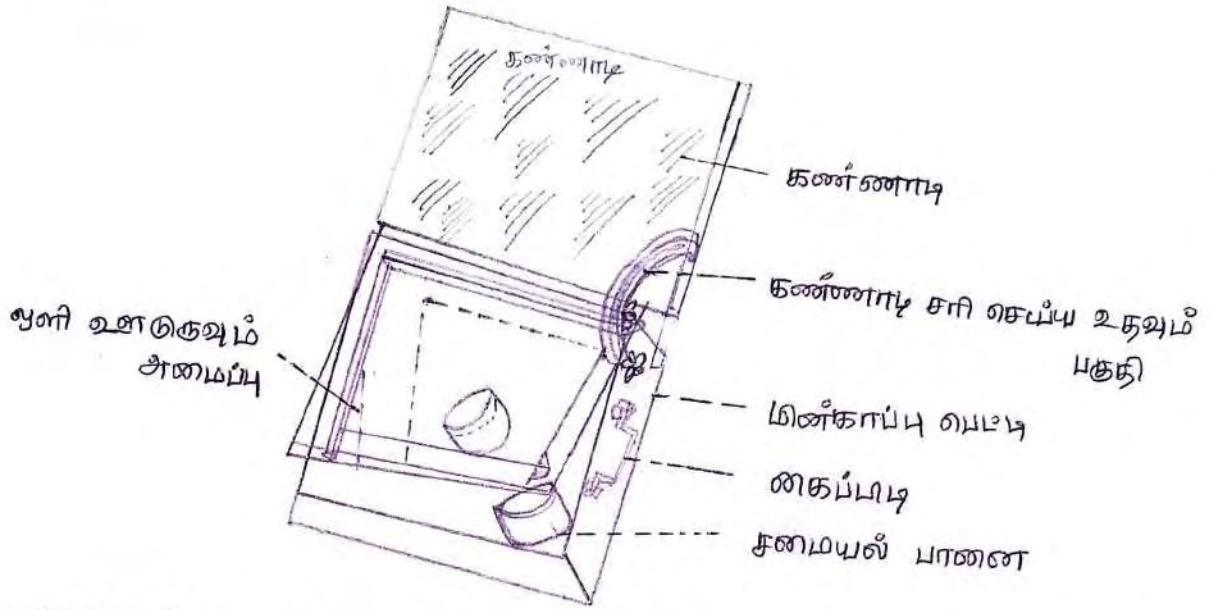


மறைமுகமாக வெப்ப லாப முறையில் ஒரு சூரிய காற்றூச் சுட்டீறி தொடரில் காற்றினை தனித்து சுட்டீறி, மணீனர் அறைக்குக் கடத்தப்படுகிறது. இதனால் அறையிலுள்ள உணவுப்பொருள்கள் மிகு உரைவாக உலர்கின்றன. அம்மாதிரியான சூரிய உலர்க்கிகள் உணவு தானிய உடைகளையும், டீ, முதலியவை போன்றவற்றை உலர்க்கப் பயன்படுகின்றன.

நம் நாட்டில் கடந்த 20 ஆண்டுகளில் பெருமளவில் மரக் துண்டுகள் மற்றும் பல்வகை தானியங்கள் உலர்க்க 500-க்கும் மேற்பட்ட ஆலையங்கள் செயல்பட்டுவருகின்றன.



சூரிய சமைப்பான் (solar cooker):



படத்தில் சிறிய மெட்டியுள்ள சூரிய சமைப்பான் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடிப்பாகம் மற்றும் பக்க பாகங்கள் காப்புறை செய்யப்பட்டுள்ளது. சமைப்பானின் மேல் பாகத்தில் ஆளிநிரண்டு கண்ணாடிக் கூறைகள் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேற்பரப்பு உடியாத சூரியக் கதிர்கள் உள்ளே சென்று, மெட்டி உடலு அமைப்பானது சூடேறுகிறது. குறைந்த ஆற்றல் உள்ள பாத்திரங்களில் அரிசி (அ) பருப்பு வகைகள் வைத்து முடிவடடால் ஒரு சில மணி நேரங்களில் உணவு தயாராகிவிடும்.

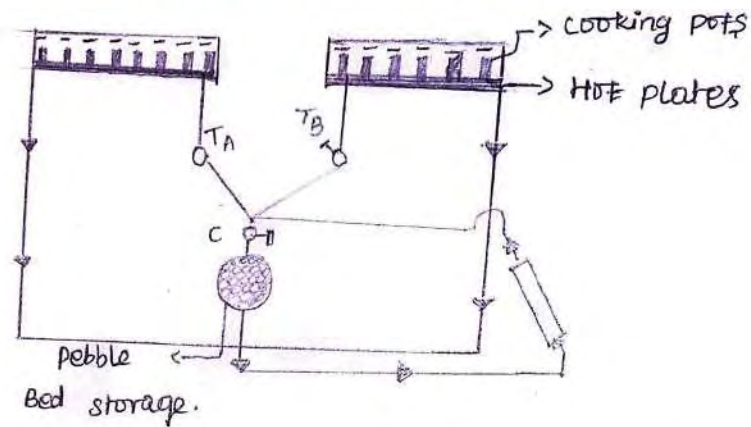
கிவ்வகை சமைப்பான்கள் 50cm x 50cm குறுக்கு வெட்டு பரப்பும் 12 cm அகலம் கொண்டது. 100°C வெப்பநிலை கிவ்வகை சமைப்பான்களில் மெறமுடியும்.

தானியங்கள், அரிசி, காய்கறிகள் ஆகியவற்றை உடனுக்குடன் சமைக்க முடியும். சூப்பாத்தி, தூரி வகைகளை கிந்த சமைப்பான்கள் மூலம் சமைக்க முடியாது. ஏனெனில் கிவ்வகை உணவு கடுக்கு அதிக வெப்பநிலை தேவைப்படுகிறது.



கூடுதலாக ஒரு சில குடிநீரும் கண்ணாடிகள் மேற்கூறியல்  
 பொருத்தப்படால் 15-20° C வெப்பநிலை கூடுதலாக பெற முடியும். நான்கு  
 புறங்களிலும் பலவகை பிரதியலப்பு கண்ணாடிகள் பொருத்தப்பட  
 சமைப்பான்கள் உபயோககரமாகப் போனது. ஆய்வெண்ணின் உறை  
 நு. 500 - 600 உரை ஆகும்.

சூழக உட்களங்களில் பயன்படுத்தப்படும் சூரிய சமைப்பான்கள் :



இவ்வகை சமைப்பான்கள் எண்ணெய்களை சூடேற்றுவதற்கும் குடி  
 கண்ணாடிகளுடன் தட்டையான தகடு அளிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.  
 மேலும் இவ்வமைப்பின் வெப்பத்தை தேக்கி வைத்துக் கொள்ளும்  
 கூடியாங்கின்கள் நிரப்பப்பட்ட வெப்பக் கட்டுகனம் 3 அல்லது கனம் கூடிய  
 உள் இணைப்பு குடியை கனம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பு  
 வெப்ப உபயுக குடியை தடுத்துவிடின் கீழ் செயல்படுகிறது. அமை  
 3 அகமான இயக்கங்களில் செயல்படுகிறது.

i) வால்வ A மற்றும் B திறக்கப்படும், உட்படப்படும் கிருக்தல் :

இம்முறையில் சூரிய ஆற்றலை நேரடியாக சமைப்பதற்கு பயன்படுத்த  
 சூரிய வெப்ப அளி உலம் சூடேற்றப்பட்ட திரவம் நேரிடையாக  
 வெப்பத்தட்டுகளை அடைந்து வெப்பத்தட்டுகளுக்கு வெப்பத்தை  
 கொடுத்து பின் வெப்ப அளிகளின் அடிப்பாகத்திற்கு திரும்புகல்.



ii) A மற்றும் B ஆட்பட்ட நிலையையும் C கிறந்தும் இருக்கல்:

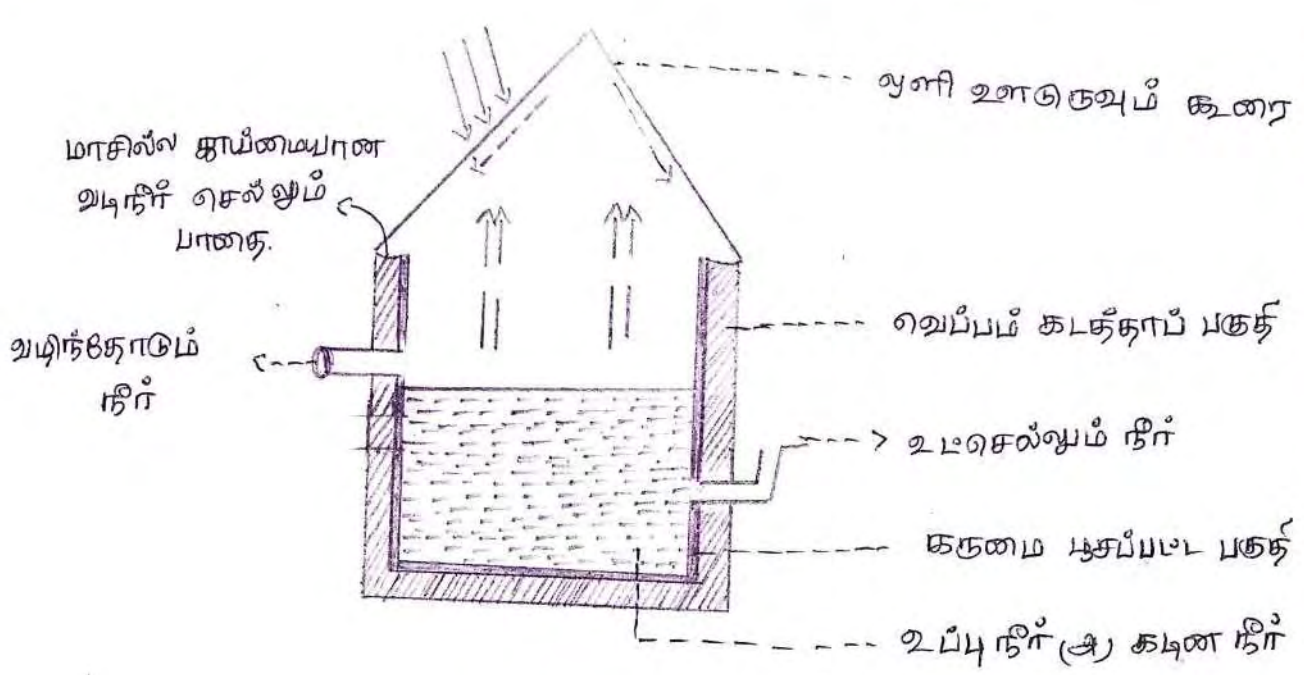
கிந்த உடனடியாக சமைப்பதற்கு சூரிய ஆற்றல் தேவையானால், எண்ணெய் சூரிய ஆற்றல் கூடாங்கற்கள் நிரப்பப்பட்ட வெப்பக் கட்டுகளில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது.

iii) A, B, C ஆகியவை கிறந்த நிலையால் இருக்கல்:

கிந்த சூரிய ஆற்றல் கிடைப்பதில்லை. எண்ணெய் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள வெப்ப ஆற்றலை சமைப்பதற்கு பயன்படுத்துகல். கிண்டை அமைப்புகளில் 200°C வெப்பநிலை கிடைக்கும்.

2) சூரிய வடிக்கட்டி (Solar Distillator)

சில கிடங்குகளில் உப்பு நீர் (அ) கண்ணாடி மட்டுமே கிடைக்கும். குடிப்பதற்கு ஏற்றவாறு போதுமான அளவு கிடைப்பதில்லை. கிந்த மாதிரி கிடங்குகளுக்கு சூரிய வடிக்கட்டி பயன்படுத்துவது சாஸ்சீ சிறந்தது. சூரிய வடிக்கட்டி செயல்படும் அதன் மிக எளிதானவாறு கிண்டை கட்டிக்காணும் படத்தின் மூலம் அளக்கலாம்.





ஒரு தொட்டியில் சூரிய உட்கட்டியை அமைப்பது மிகவும் கடினமாக உள்ளது. அந்த தொட்டியானது, அதன் குறைந்த கருமைப் பூச்சியை கசியவில்லாத மென்மையான உட்கட்டியை உபயோகித்து உயர்நீர் தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளது.

தொட்டியின் மேற்பகுதியில் மூன்று மீட்டர் அகலம் குறைந்த சாய்வாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சூரியக் கதிர்கள் அகற்றப்படாமல் மீதுப் பட்டு மூன்று மீட்டர் அகலம் குறைந்த சாய்வாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கருமைப் பூச்சியை சுவரால் உட்கட்டப்படுகிறது. அதனால் நீரானது  $30^{\circ} - 40^{\circ}C$  உறைந்துவிடுகிறது. அதன் காரணமாக நீர் ஆவியாகிறது. அந்த நீரானது மேலே சென்று குறைந்த அகலப்பகுதியில் பட்டு குளிர்ச்சியடைந்து சூரிய நீராக மாறுகிறது. அந்த நீர் அங்குக்கு மேலே அங்குக்குப் பற்றுவதற்குள் உள்ள குடியின் மூலம் வெளியேறுகிறது. நன்றாக உட்கட்டப்பட்டுள்ள சூரிய உட்கட்டியை - மூன்று நாளைக்கு, ஒரு சதுர அங்கு 3 மீட்டர் உட்கட்டி மூன்று சதுர மீட்டர் அகலம்.

மேலேயுள்ள சூரிய உட்கட்டியின் செயல்திறன் எண்பது நாளைக்கு ஒரு தொட்டியின் 1 சதுர மீட்டருக்கு உற்பத்தியாகும் சூரிய குடிநீரின் அளவைப் பொருத்ததாகும்.

தற்காலத்தில் உலகின் பல பாகங்களில் அது போன்ற தொட்டியை சூரிய உட்கட்டி நிலையங்கள் கிட்டகட்ட 100 ச. மீ. பரப்பளவு கொண்ட நிலையங்கள் நன்றாக செயல்படுகின்றன. குறிப்பாக ஆஸ்திரேலியா மற்றும் சீனில் நாடுகளில் மிக அதிக எண்ணிக்கையில் அந்த நிலையங்களைக் கட்டுகின்றனர்.



இந்தியாவில் 1978-ல் கிருஷ்ண குஜராட் மாநிலத்தில் வனநகர் பகுதியிலுள்ள அலாநியா என்ற கிராமத்தில் நான்கு மாதங்களுக்கு 5000 மட்டும் திறன் கொண்ட பல சூரிய வடிகட்டி நிண்டயங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

பச்சை வீடு அமைப்பு : (Green House effect)

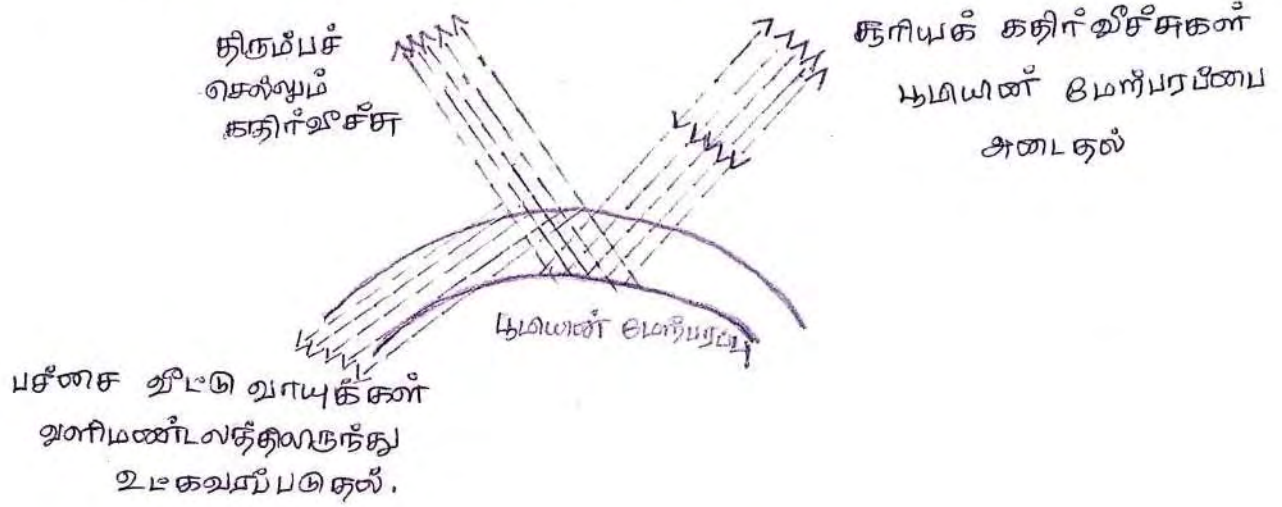
அது அயர்நாக யல் நிகழும் முறையாகும். அளிமண்டலத்திலுள்ள அகிசுபிடியான வெப்ப ஆற்றலை சேகரிக்கி வைத்து மறுபடி வெப்ப நிலையை உயர்த்துகிறது. பச்சை வீடு வாயுக்கள் சூரிய அளியை உட்கிரகித்து வெப்பத்தை சேகரிக்கி வைத்துக் கொள்கின்றன. இதனால் வெப்ப ஆற்றல் அளிமண்டலத்திற்காக மீளையுள்ள அகாயத்திற்கு செல்லாமல் தடுக்கப்படுகிறது.

பச்சை வீடு அமைப்பில் பூமியில் உயர்வாழ்கல் எதற்கு அயலாகும். ஏனெனில் உயர்வாழ்கலுக்கு சராசரி வெப்பம் சேகரிக்கப்படுகிறது. பச்சைவீடு அமைப்பு காலியையையில் பூமியின் மேற்பரப்பு உயர்வாழ அயலாகும் மிகவும் குளிர்நீதுவாகும்.

கிட்டத்தட்ட 52% சூரிய கதிர்வீச்சுகள் பூமியின் மேற்பரப்பை அந்தை கின்றன. அவை பூமியின் மேற்பரப்பை சூடாக்குவதற்கும் நீரை நீராடியக்குவதற்கும், காற்றுக்களில் அளிச்சீசுக்கை நடைபெறுவதற்கும், பனிக்கட்டி உருவதற்கும் பயன்படுகின்றன.

பச்சை வீடு அமைப்பு மூலம் அளிமண்டலத்தில் அதிகரிக்கப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல் வாயுமண்டலத்திலுள்ள பச்சை வீடு வாயுக்களின் செறிவுகளால் ஏற்படுகின்றன. தொடர்ந்து நிகழ்கிறது.

காலகீதிலிருந்து அனைத்து வகை பசுமை தில்ல வாயுக்களின்  
செறிவு அதிகரிக்கும் கொண்டு இருக்கின்றன.



முதி வெப்பமடைவதால் ஏற்படும் உணர்வுகள்:

- i) வெப்ப அமைகின்றன அதிகரிப்பு
- ii) பாண்டவன பகுதிகள் அதிகரிக்கும்
- iii) காட்டு தீ
- iv) பெருங்கடல் நீராடியாதல் அதிகரிக்கும்
- v) ஆர்வக் மரீநும் அண்டாட்டகா பகுதிகளில் பனிமலை உருகுதல்
- vi) உரிமண்டலத்தில் அதிகப்படியான மேகங்கள் உருவாகல்.
- vii) வெப்பமான மரீநு குறுகிய மடைக்காலங்கள், மேலும் சூடான அசிக நாட்களாக வெயல் காலங்கள்.
- viii) மடைப்பொழிவுகளில் மாற்றங்கள்.
- ix) கடல் மட்டம் உயருதல்.
- x) கடற்கரை மட்டத்திற்கு சீழான பகுதிகள் மூடிக்குதல், வெள்ளம் பெருக்கெடுக்கவும்.
- xi) உய்சாயத்தில் தொல்லகீதும் பரச்சணைகள்.
- xii) உருச்சி அதிகரிக்கும்.
- xiii) மனிதன், மிருகம் மரீநும் காழரங்கள், அசிகப்பாதிப்படைதல்.



மரலுறையங்கள், பவுளவளர்ச்சி, பணிக் கட்டி மலையகன் சிவநிறை ஆராய்ந்து கட்டி 1000 ஆண்டுகளில் 1990-1999 ஆண்டுகளை மிக உயர்ந்த வெப்பமண்டல ஆண்டுகளாகும் என ஆராய்ச்சியாளர்கள் கணக்கில் உள்ளனர். மேலும் கட்டி 1998-ஆம் ஆண்டு மிக அதிகபட்ச வெப்பநிலை கொண்ட ஆண்டாக இருந்துள்ளது.

உலக வரலாற்று மரீகம் வரலாற்றுண்ட சமூக அமைப்புகள் கட்டி 33 ஆண்டுகளில் ஏற்பட்ட சிவநிறை சீர் அடிப்படை ஆராய்ந்து பார்க்கும்போது அன்றில் 90% சிவநிறை சீரடிப்படை கட்டி வெப்பநிலை தொடர்புள்ளவை. கட்டி 30 ஆண்டுகளில் சிந்திக்கடிக்கள் அதிகரித்துக் கொண்ட உந்துள்ளவை எனிய கண்டறிந்துள்ளனர்.

முது வெப்பமண்டலவாதுவாது கடுகிதலம், கடுப்பு நடவடிக்கைகளும்:

- i) நிலக்கரி, மெலேராலயம் போன்ற படிம எரிமபகுட்களின் பயன்பாடுகளை குறைக்கல்.
- ii) உயர்வாயு நிலையங்கள் பயன்படுத்துதல்.
- iii) அணுசக்தி நிலையங்கள், அணு ஆற்றல் நிலையங்களைப் பயன்படுத்துதல் / உலக அன்றல் நிலையங்களைப் பயன்படுத்துதல்.
- iv) வாகனங்களில், ஈயமலிவாத மெலேராலயம் பயன்படுத்துதல்.
- v) காடுகளை அதிக அளவில் வளர்க்கல்.
- vi) தொடர்ச்சியானகளிலும், எல்லா வாகனங்களிலும் மரக கடுப்பு உபகரணங்களை விரைக்தல் போன்றவைகளால் கடுகிக முடியும்.



**Books for reference:**

1.G.D.RAI ,SOLAR ENERGY UTILISATION, KHANNA PUBLISHERS,New Delhi, 110 002.

2. S.ANAND, R.DUGA, ENERGY PHYSICS ,(Tamil copy), Priya Publications, Karur – 2.

3. K.KARUPPANNAN, N.SUGANTHI, ENERGY PHYSICS , Priya Publications, Karur -2