श्री. अमोलक जैन विद्या प्रसारक मंडळाचे

श्रीमती शां. कां. गांधी कला, अमोलक विज्ञान व प. हि. गांधी वाणिज्य महाविद्यालय कडा,

ता. आष्टी जिल्हा बीड ४१४२०२

भूगोल विभाग

प्रा. उध्दव एकनाथ चव्हाण

हवामानशास्त्र

भाग-०७

सौरउर्जा

प्रस्तावना:

- वातावरणाला प्रामुख्याने विकिरणाद्वारे ऊर्जा मिळते व ही ऊर्जा मिळण्याचे एकमेव स्त्रोत माणजे सूर्य होय.
- सूर्य हा सौरशक्ती प्रदान करणारा एकमेव घटक मानला जातो. सूर्यापासून उर्जा सतत उत्सर्जित होत असते.
- वातावरणाला मिळणारी सुमारे ९९.९७% ऊर्जा सूर्यापासून उत्सर्जित होणारया सौरउर्जेपासून मिळते. म्हणून उष्णतेचे मुख्य उत्पती स्थान सूर्य आहे.
- पृथ्वीच्या भूकवचात, पृथ्वीवरील सागरभागात ज्या नैसर्गिक घटना एकसारख्या घडून असतात, त्याचे सर्व श्रेय सूर्यापासून मिळणाऱ्या सौरशक्तीलाच दिले जाते.
- पृथ्वीच्या सभोवतालचे बातावरण सूर्यापासून मिळणारी सौरउर्जा ग्रहन केली जात असल्याने तिचे रूपांतर गतिज उर्जेत (Kinetic Energy) होते व हवा गतिमान होते. म्हणजेच वा-याची निर्मीती होते.
- सूर्याचा व्यास १३,८३,००० कि.मी. आहे, पृथ्वीपेक्षा तो सुमारे १०९ पट मोठा आहे.
- सूर्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान ६०००° से. आहे.

सौरउर्जेचे स्वरूप:

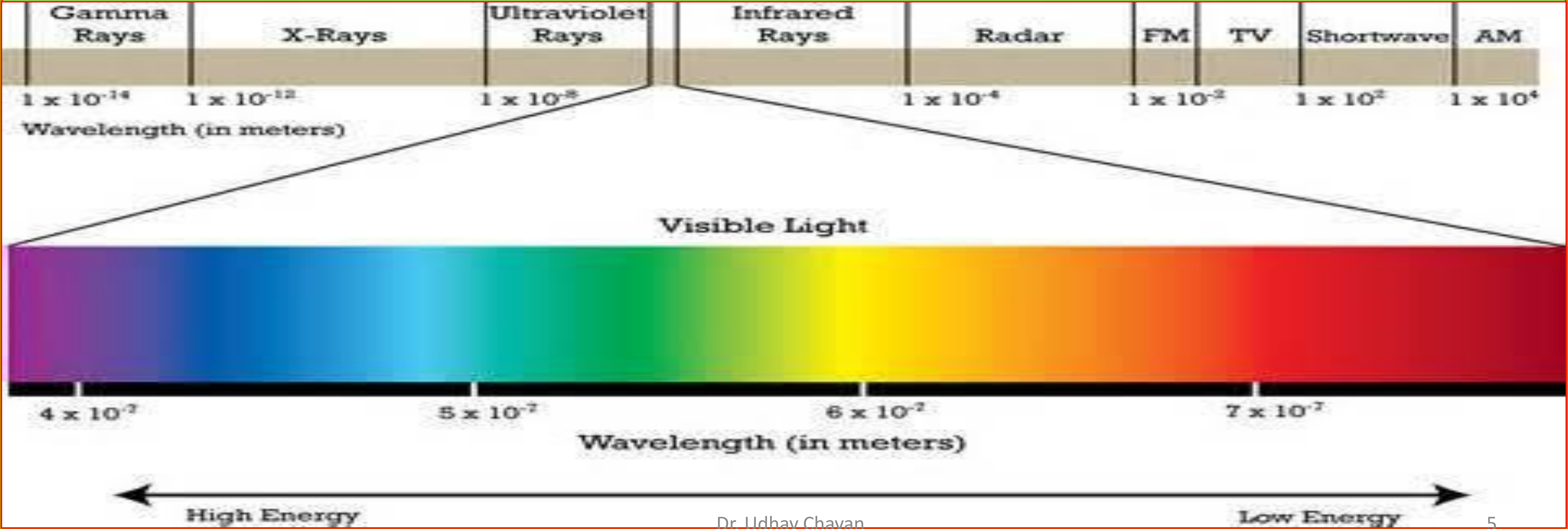
- सूर्याच्या प्रत्येक चौरस यार्ड भागातून एक लाख अश्वशक्तीच्या बरोबरीची सौरउर्जा बाहेर पडते.
- सुर्यापासून फेकल्या जाणाऱ्या एकूण सौरउर्जेच्या फक्त एक-दोन अब्जांश इतकीच सौरउर्जा पृथ्वीला प्राप्त होते.
- ही मिळणारी सौरउर्जा फारच कमी असते. तरीदेखील ती सुमारे २३,००० अब्ज अश्वशक्तीच्या बरोबरीची असते.

सौरउर्जा (Radiant Energy)

व्याख्या:

- "दर सेकंदाला ३,००,००० कि. मी. वेगाने प्रवास करणाऱ्या विद्युत चुंबकीय लघु लहरींच्या व्दारे सूर्याच्या पृष्ठभागापासून उत्सर्जित होणाऱ्या ऊर्जेला सौरउर्जा' असे म्हणतात."
- सर्व पदार्थापासून विद्युत चुंबकीय लहरीद्वारे उष्णता बाहेर पडते.
- या लहरी दर सेकंदाला ३,००,००० कि. मी. वेगाने उष्णता वाहून नेतात.
- उष्णता उत्सर्जित करणाऱ्या पदार्थांच्या उष्णतेवर लहरींची लांबी अवलंबून असते.
- सूर्य उच्च तापमानाचा तारा आसल्याने सूर्यापासून उत्सर्जित होणाऱ्या लहरी लघुलहरींच्या स्वरूपात असतात.
- पृथ्वी कमी तापमानाचा ग्रह असल्याने पृथ्वीपासून उत्सर्जित होणारी उष्णता दीर्घ लहरीच्या स्वरूपात असते.
- पदार्थांचे उष्णतामान कमी झाल्यास लहरींची लांबी वाढते.
- यावरून अतिवोष्णता असलेल्या सूर्यापासून लघु लहरींच्याव्दारे उष्णता बाहेर पडते.

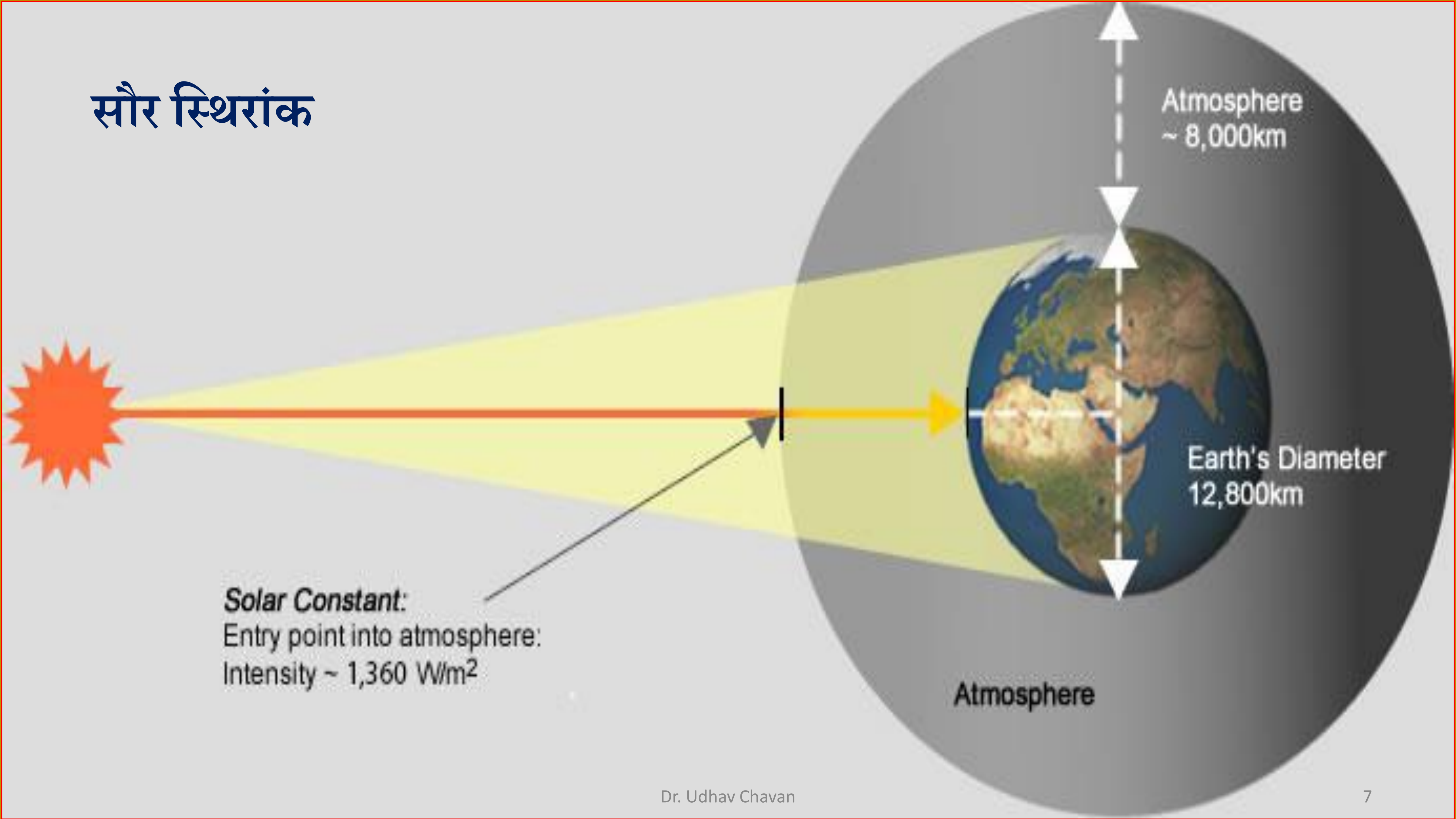
- ..पृथ्वीपासून बाहेर पडणाऱ्या लहरी सुमारे २० पटीने सूर्यलहरीपेक्षा लांब असतात. सूर्यापासून फेकल्या गेलेल्या २० टक्के सौरउर्जेचा प्रकाशउर्जेच्या रूपाने पृथ्वीला फायदा मिळतो. सूर्यापासून आणखी काही लहरी बाहेर पडतात: जंबुपार (Ultraviolet Rays) या लहरी लघु लहरी असतात.
- उपारूण **(Infrared Rays)** या लहरी दीर्घ लहरी असतात. या दोन्ही लहरी डोळ्याने दिसत नाहीत. या दोन्ही लहरींच्या दरम्यान प्रकाशाचा दृश्यमान पट्टा (Visible light) असतो.



सौर स्थिरांक (Solar constant):

- सूर्यापासून पृथ्वीला फारच कमी सौरशक्ती मिळते.
- पृथ्वी व सूर्य यांच्यात १५ कोटी कि.मी. अंतर असल्यामुळे सौरउर्जेचा अगदी अल्प भाग पृथ्वीपर्यंत येऊन पोहोचतो.
- पृथ्वीच्या दर चौरस सेंटिमीटर क्षेत्रफळाच्या भागात प्रत्येक मिनिटाला सुमारे १.९४ कैलरी उर्जा मिळते. दर चौरस सेटिमीटर क्षेत्रफळ जागेला प्रत्येक मिनिटाला सुमारे २ कॅलरी उर्जा मिळते,या उर्जेला **'सौर स्थिरांक'** असे म्हणतात.
- १ कैलरी उष्णता म्हणजे १ ग्रॅम पाण्याला १४.५° सेटिग्रेडपासून १५.५° सेटियेडपर्यंत तापविण्याचे प्रमाण होय.
- पृथ्वीला सूर्यापासून खुप कमी सौरउर्जा मिळत असली तरी तेवढया सौरउर्जेमुळे पृथ्वीवर भौतिक बदल घडून, जीवसृष्टीची निर्मिती करण्यास ही उर्जा पुरेशी होते आणि म्हणूनच आज जेवढी सौरउर्जा पृथ्वीला मिळते तेवढीच उर्जा पृथ्वीला वरदान ठरली आहे.

सौर स्थिरांक


Atmosphere
~ 8,000km
Earth's Diameter
12,800km
Solar Constant:
Entry point into atmosphere:
Intensity ~ 1,360 W/m2
Atmosphere

पृथ्वीचे परावर्तन गुणोत्तर (The Earth's Albedo)

- सूर्यापासून वातावरणाला मिळालेल्या सौरउर्जेचा काही भाग विकिरण व परावर्तन या क्रियांद्वारा अवकाशात विलीन होतो. त्यामुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग तापण्यासाठी ती उर्जा उपयोगी पडत नाही. पृथ्वीकडे येणारया सौरउर्जेच्या परावर्तनामुळेच (भूधवलता) पृथ्वी प्रकाशित होते.
- **व्याख्या:** "सर्वसाधारणपण सौरउर्जेचा ३५ टक्के भाग परावर्तित केला जातो. तो पृथ्वीच्या दृष्टीने निरुपयोगी असतो. याला ‘पृथ्वीचे परावर्तन गुणोत्तर’ असे म्हणतात.
- अक्षांश नुसार भूधवलतेत फरक पडतो, उष्णकटिबंधीय प्रदेशात सुमारे ३०% सौरउर्जेचे परावर्तन अवकाशात होते, परंतु धृवीय प्रदेशात उन्हाळयातील घनदाट मेघ, वातावरणातून येणारे तिरपे किरण व बर्फाच्छादित भूपृष्ठ यांमुळे भूधवलतेचे प्रमाण ५० % पर्यंत वाढत जाते.

भूधवलतेवर निरनिराळ्या भूपृष्ठभागाचा कसा परिणाम होतो तै पुढील तक्यात दर्शविले आहे.

पृथ्वीचे परावर्तन गुणोत्तर

सुमारे ३०% सौरउर्जेचे परावर्तन

तक्ता क्र. १ भूपृष्ठ व भूधवलतेचे प्रमाण

भूपृष्ठ	भूधवलतेचे प्रमाण %	भूपृष्ठ	भूधवलतेचे प्रमाण %
विषुववृत्तीय जंगले	२१	खंडांतगत जलविभाग	२-७८
सुचीपर्णी अरण्ये	१३	बर्फ	४०-९०
पानझडी अरण्ये	१८	वाळू	३०-३५
सॅव्हाना गवताळ प्रदेश	१५	खडकाळ प्रदेश	१०-१२
वाळवंटी प्रदेश	२८	पिके (crops)	१०-१५
महासागरी विभाग	७-२३	हिरवे गवत	८-२७

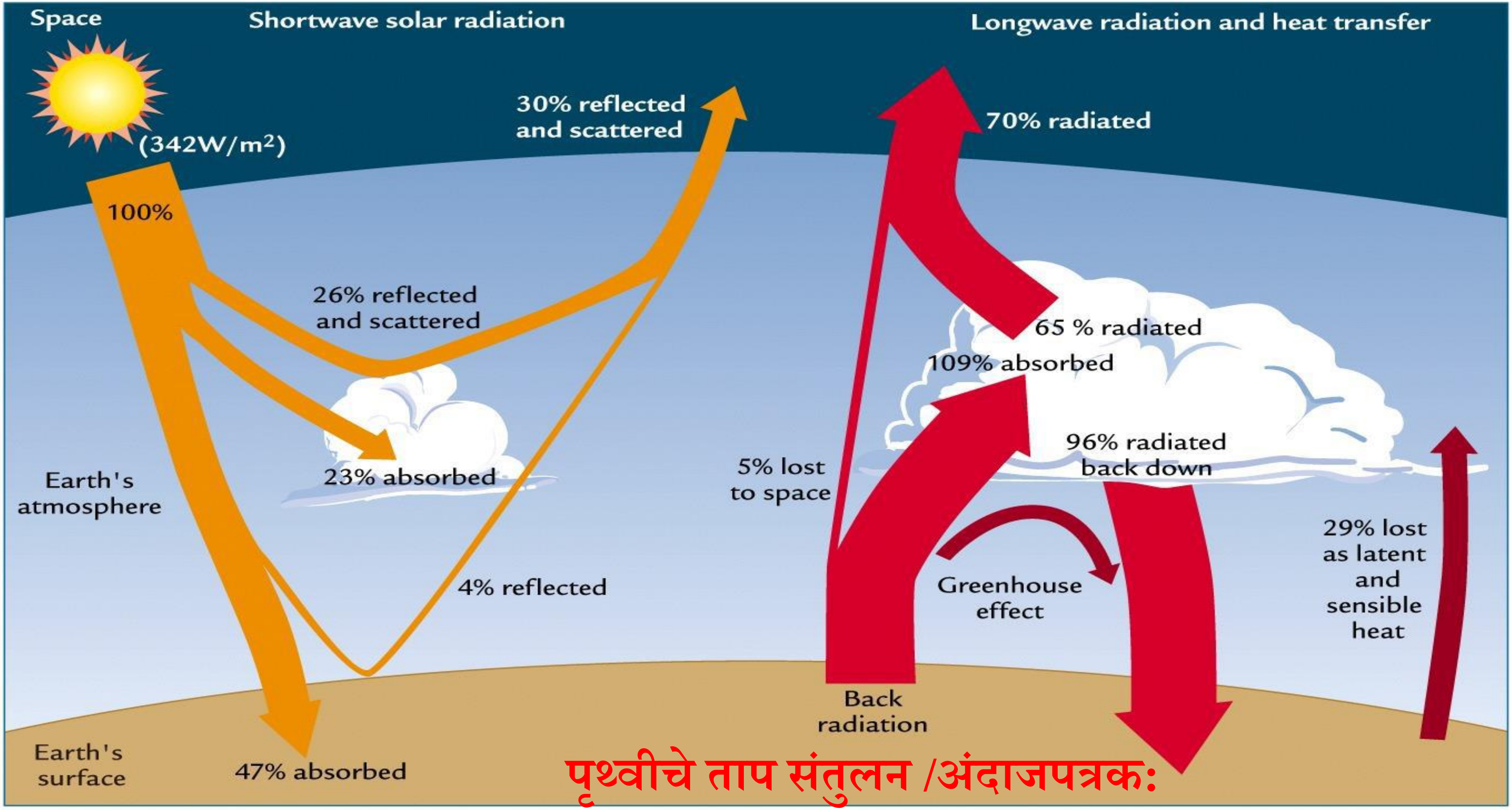
प्रसारित दिन प्रकाश (Diffuse Daylight):

- **व्याख्या:** काही सौरउर्जा विकिरण व परावर्तन या क्रियाद्वारे वातावरणात परत जाते. परंतु ती संपूर्णपणे अवकाशात नष्ट होत नाही, तर ती उर्जा परत पृथ्वीला मिळते. याला '**प्रसारित दिनप्रकाश**' असे म्हणतात.
- **प्रत्यक्ष भूपृष्ठावर या सौरउर्जेचे रूपांतर उष्णतेत व इतर प्रकारच्या ऊर्जेत होते.**
- **प्रसारित दिनप्रकाशामुळेच मेघाने दाटलेल्या दिवसी देखील संपूर्ण अंधार न राहता थोडा उजेड असतो तसेच सूर्याची किरणे प्रत्यक्ष जेथे पोहोचत नाहीत अशा ठिकाणी (उदा: सावली, घरे वगैरे) दिनप्रकाश पोहोचतो.**
- **अशा प्रकारे जी ऊर्जा पृथ्वीकडे पोहोचते तिचे प्रमाण एकूण सौरउर्जेच्या २५ ते ३०% असते, लंबरूप सूर्यकिरणे जेवढ्या जाडीच्या वातावरणाच्या थरातून जातात.**
- **त्यापेक्षा सूर्य क्षितिजावर ४०° वर असताना सूर्यकिरणांना १२ पट जाडीच्या बातावरणाच्या परातून जावे लागते आणि म्हणूनच सूर्योदय व सूर्यास्त यावेळी आपण सहजपणे सूर्याकडे पाहू शकतो.**
- **पृथ्वीला मिळणारा प्रसारित दिन प्रकाश हा सौरउर्जेचा एक मोठा स्त्रोत आहे.**

पृथ्वीचे ताप संतुलन /अंदाजपत्रक:

(Heat Balance/Heat Budget of The Earth)

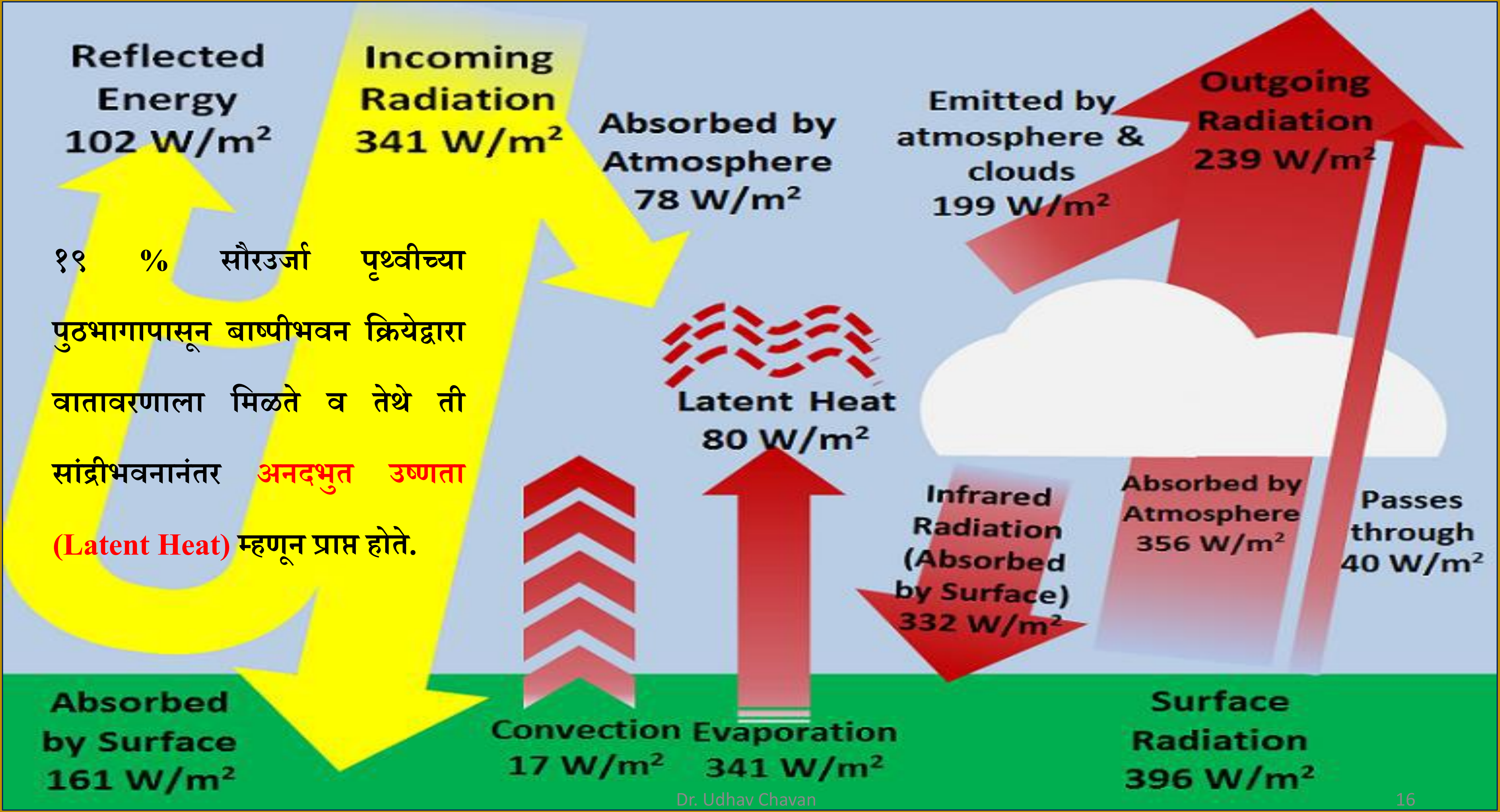
- विकिरण, परावर्तन व शोषण या तीन क्रियांद्वारा सौरशक्तीचे होणारे विभाजन वातावरणाची जाडी, पारदर्शकता व सूर्यकिरणांचा कोन यावर अवलंबून असते. वातावरण किती स्वच्छ आहे यावर वातावरणाची पारदर्शकता अवलंबून असते.
- सूर्यापासून उत्सर्जित होणाऱ्या एकूण १००% सौरउर्जेपैकी ३५% सौरउर्जा मेघ, सूक्ष्म धूलिकण इत्यादी घटकांच्या विकिरण व परावर्तन क्रियांमुळे परत अवकाशात निघुन जाते.
- ही ३५% सौरउर्जा 'भू-धवलता' या नावाने ओळखली जाते. या सौरशक्तीचा वरच्या थरातून विकिरण क्रियेतून परावर्तित होते.
- याशिवाय १४ % सौरशक्तीचा उपयोग वातावरण अथवा भूपृष्ट तापविण्यासाठी होत नाही. या ३५% सौरउर्जेची २% सौरउर्जा पृथ्वीच्या पृष्टभागापासून, २७% सौरउर्जा मेघांपासून, ६% सौरउर्जा वातावरणाच्या वरच्या थरातून विकिरण क्रियेने परावर्तित होते.



पृथ्वीचे ताप संतुलन /अंदाजपत्रक:

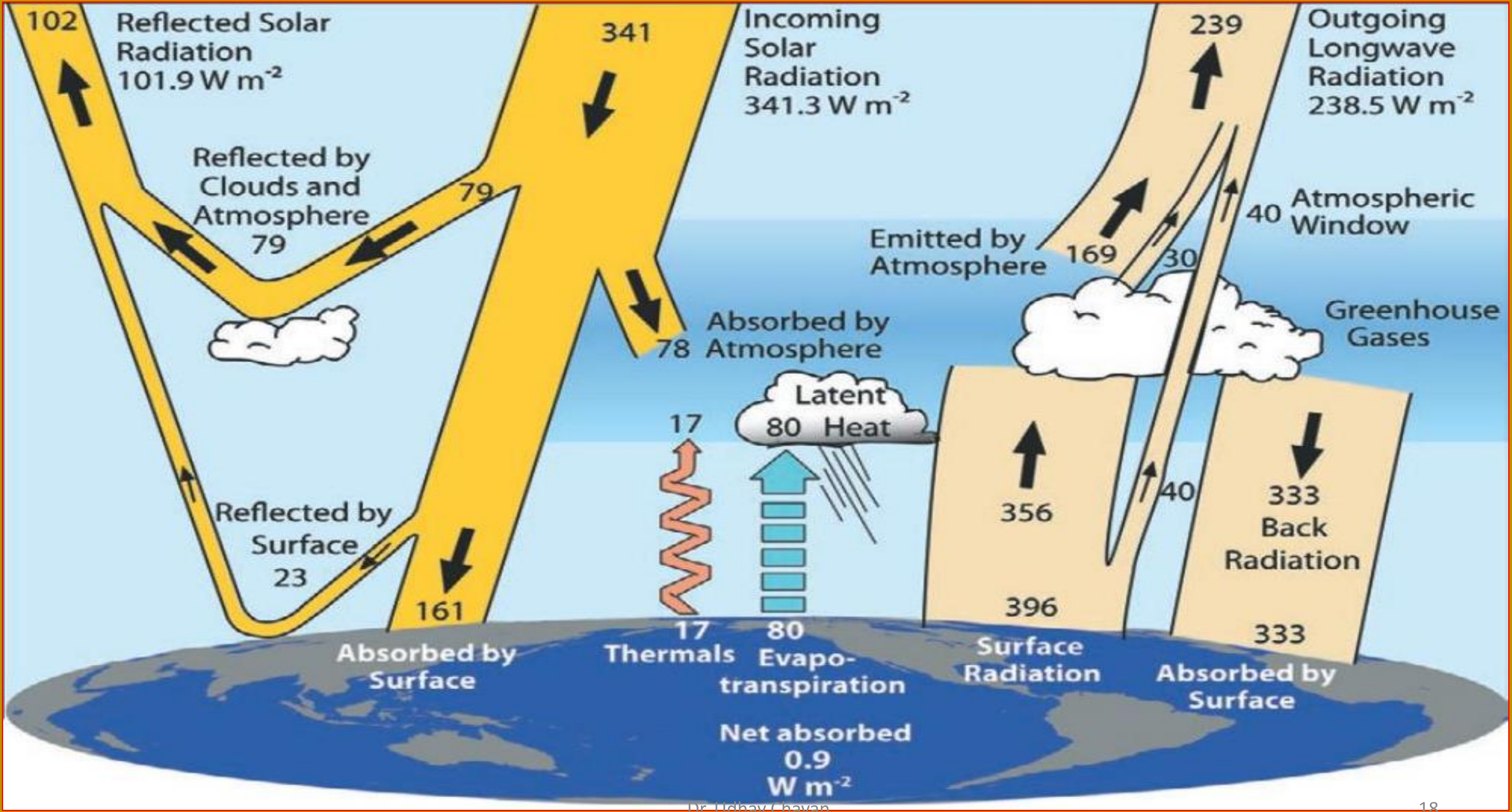
- या शिवाय १४% सौरउर्जा वातानरणात शोषली जाते. म्हणजेच ३५ % अवकाशात नष्ट झालेली व १४ % वातावरणाने शोषलेली सौरउर्जा अशी मिळून ४९ % सौरउर्जा पृथ्वीपर्यंत पोहचू शकत नाही.
- म्हणजेच (१०० - ४९) = ५१ % सौरउर्जा पृथ्वीवर पोहोचते व तिचे रूपांतर उष्णतेत होते व या उष्णतेने वातावरण खालून वर तापविले जाते.
- पृथ्वीला मिळणाऱ्या ५१ % सौरउर्जे पैकी ३४ % सौरउर्जा सूर्यप्रकाशाच्या स्वरूपात प्राप्त होते व उरलेली १७ % सौरउर्जा आकाशातून होणारया सौरउर्जेच्या उत्सर्जनाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला मिळते.
- यावरून, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला मिळालेली ५१ टक्के व प्रत्यक्ष वातावरणाने शोषलेली १४ टक्के अशी मिळून ६५ % सौरउर्जा वातावरणाला मिळते.
- अशा प्रकारे बातावरणाला मिळालेली ६५ % सौरउर्जा परत आवकाशात उत्सर्जित व परावर्तित केली जाते. ही सौरउर्जा दीर्घ लहरीव्दारे परत पाठवली जाऊन समतोल राखला जातो.
- यालाच भूमीचे ताप संतुलन (Terrestrial Heat Balance) असे म्हणतात. या ताप संतुलनामुळेच पृथ्वीवरील सर्वसाधारण वार्षिक तापमानात फरक पडत नाही.

- पृथ्वीला मिळालेल्या ५१ % सौरउर्जेपैकी २३ % सौरउर्जेचे भूपृष्ठापासून उत्सर्जन होते.
- या उत्सर्जित होणाऱ्या २३ % सौरउर्जेपैकी ६ % सौरउर्जा वातावरणात शोषली जाते आणि उरलेली १७% सौरउर्जा उत्सर्जनाने अवकाशात जाऊन नाहीशी होते.
- या सौरउर्जेचा वातावरण तापविण्यासाठी काहीही उपयोग होत नाही.
- वातावरणाने शोषलेल्या ६% सौरउर्जेला परिणामकारक उत्सर्जन (Effective Radiation) असे म्हणतात.
- उरलेली ४८ % उष्णता वातावरणापासून अवकाशात उत्सर्जित होते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून वातावरणाला ९% सौरउर्जा अभिसरण क्रियेने प्राप्त होते.
- याशिवाय १९ % सौरउर्जा पृथ्वीच्या पुठभागापासून बाष्पीभवन क्रियेद्वारा वातावरणाला मिळते व तेथे ती सांद्रीभवनानंतर अनदभुत उष्णता (Latent Heat) म्हणून प्राप्त होते.



१९ % सौरउर्जा पृथ्वीच्या पुठभागापासून बाष्पीभवन क्रियेद्वारा वातावरणाला मिळते व तेथे ती सांद्रीभवनानंतर अनदभुत उष्णता (Latent Heat) म्हणून प्राप्त होते.

- अशा प्रकारे १७% उत्सर्जनाने अवकाशाला मिळालेली व ४८% वातावरणातून उत्सर्जित होणारी अशी एकूण ६५% सौरउर्जा वातावरणातून बाहेर अवकाशात निघुन जाते.
- यावरून सूर्यांपासून लघु लहरींच्या स्वरूपात येणाऱ्या व शोषण केलेल्या सौरउर्जेचे प्रमाण ६५% व पृथ्वीपासून दीर्घ लहरींच्या स्वरूपात उत्सर्जित होणाऱ्या सौरउर्जेचे प्रमाण ६५% असे समसमान राहून उष्णतेचे संतुलन राखले जाते.
- यालाच 'पृथ्वीचे ताप संतुलन किंवा औष्णिक संतुलन (Heat Balance of the Earth) असे म्हणतात.
- ३७° उत्तर व ३७° दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान लघुलहरींद्वारे येणारी सौरउर्जा, दीर्घ लहरीद्वारे जाणारया सौरशक्तीपेक्षा जास्त असते, म्हणून या भागात तापमान जास्त आढळते.
- या पट्ट्याच्या उत्तरेकडे व दक्षिणेकडे दीर्घ लहरींव्दारे जाणारी सौरउर्जा लहरीद्वारे येणाऱ्या सौरशक्तीपेक्षा जास्त असते.
- म्हणजेच विषुववृत्तापासून धृवाकढे गेल्यास सौरउर्जेचे प्रमाण कमी कमी होत जाते.
- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सौरउर्जे मधील तफावत वारे व समुद्र प्रवाह यांच्यामुळे कमी करण्याचा प्रयत्न केला जातो.



102
Reflected Solar Radiation 101.9 W m⁻²
341
Incoming Solar Radiation 341.3 W m⁻²
239
Outgoing Longwave Radiation 238.5 W m⁻²
Reflected by Clouds and Atmosphere 79
79
40
Atmospheric Window
Emitted by Atmosphere
169
30
Greenhouse Gases
Absorbed by Atmosphere
78
17
80
Latent Heat
356
40
333
Back Radiation
Reflected by Surface 23
161
396
333
Absorbed by Surface
17 Thermals
80 Evapo-transpiration
Surface Radiation
Absorbed by Surface
Net absorbed 0.9 W m⁻²

धन्यवाद !