उद्याची ऊर्जा सौर ऊर्जा

गिरीश सोहनी

लोक विज्ञान प्रकाशन

सौर - ऊर्जा

भर उन्हाळचात सूर्याच्या प्रखर उष्णतेने जिकीरीला येणे आणि कडाक्याच्या थंडीत उन्हाची आतुरतेने वाट पाहणे या आपल्या नेहमीच्या अनुभवाच्या गोष्टी आहेत. सूर्यापासून मिळणाऱ्या उष्णतेचे प्रमाण, त्यात होणारे बदल, या सर्वांमागची कारणे ही देखील आपल्याला सर्वसाधारणपणे माहीत असतात. या उष्णतेचा थोडाफार उपयोग आपण पिढचान् पिढचा करत आलो आहोत — कपडे वाळवण्यापासून ते पापड वाळवण्यापर्यंत– इतकेच काय तुम्ही लहानपणी खेळताना गंमत म्हणून काचेचे भिंग वापरून आगपेटीतल्या काडचा देखील पेटवून पाहिल्या असतील.

पण या सूर्याच्या उष्णतेचे आणखी कितीतरी उपयोग होऊ शकतील ही जाणीव हल्लीपर्यंत फार थोडचा लोकांना होती, आणि असली तरी व्यवहारात उतरली नव्हती, आणि उतरली तरी टिकली नव्हती.

त्याला कारणेही तशी महत्त्वाची आहेत — भरपूर लाकूडफाटा होता; कोळसा स्वस्त होता; रॉकेलची, पेट्रोलची, डिझेलची चणचण नव्हती. पण आता परिस्थिती बदलली आहे — लाकडासाठी खेडचातील लोकांना वणवण हिंडावे लागते, रॉकेलसाठी शहरात तुम्हा-आम्हाला लांब लांब रांगा लावाव्या लागतात आणि कधी पेट्रोल / डिझेल संपेल याची खात्री नसते — आणि मिळाले तरी परवडत नाही. एकूण काय इंधनाची व जळणाची परिस्थिती दिवसेंदिवस बिकट होत चालली आहे. म्हणूनच पर्यायी इंधन व जळण शोधण्यासाठी जगभर जोरदार प्रयत्न चालू आहेत.

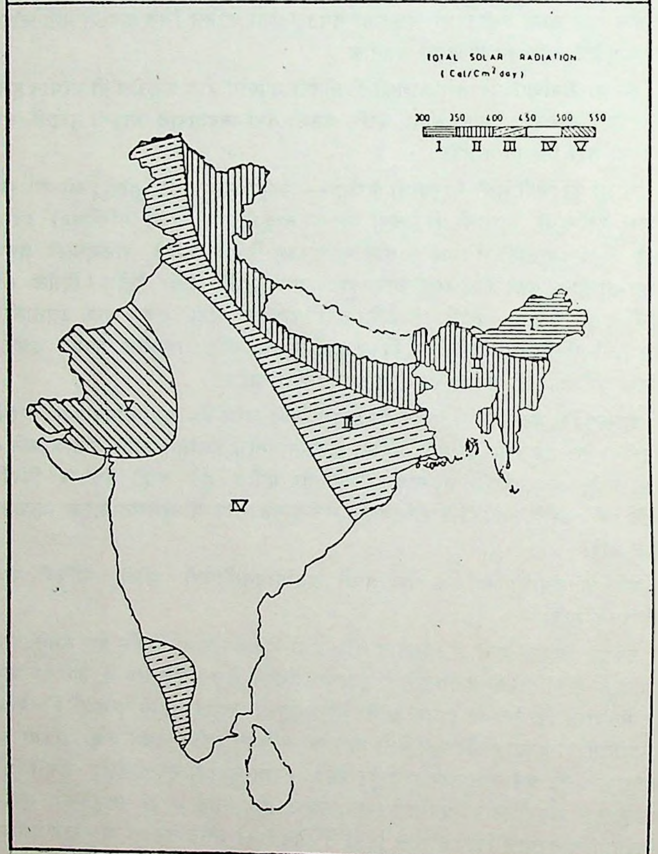
प्रयत्नपूर्वक जरुरीप्रमाणे नवीन तंत्रज्ञान निर्माण करणे ही तर मानवाच्या शास्त्रीय प्रगतीमागील प्रमुख प्रेरणा आहे. पर्यायी ऊर्जा-साधनांचे संशोधन आता कोठे जोमाने सुरू झाले आहे. आज देखील ही साधने राबविता येतील असे काही तंत्रज्ञान विकसित झाले आहे. आणि त्यांपैकी काही तंत्रज्ञान तर अत्यंत सोपे व तुमच्या-माझ्या आवाक्यातील आहे.

पण या तंत्राची माहिती घेण्याआधी ऊर्जासाधनांविषयी थोडी माहिती पाहणे आवश्यक आहे.

प्रकाश, उष्णता इत्यादी स्वरूपात सौर ऊर्जा दिवस-रात्र पृथ्वीपर्यंत येत असते. प्रत्यक्ष सूर्यात ही ऊर्जानिर्मिती कशी होते ? सूर्याच्या अंतरंगातील प्रचंड दाब व उष्णता यामुळे दर सेकंदाला कित्येक टन हायड्रोजनचे हेलियममध्ये रूपांतर होत असते. ही प्रक्रिया हायड्रोजन बॉम्बच्या स्फोटाच्या वेळी होणाऱ्या प्रक्रियेसारखीच असते व ही प्रक्रिया चालू असताना प्रचंड प्रमाणात उष्णता बाहेर पडते. (मात्र सूर्याची गुरुत्वाकर्षण शक्ती प्रचंड असल्यामुळे हायड्रोजन बॉम्बप्रमाणे त्याचा स्फोट होत नाही) या उष्णतेमुळे सूर्याच्या अंतरंगातील तपमान कित्येक लाख डिग्री सेंटिग्रेड एवढे असते तर पृष्ठभागावर देखील ते

६०००° सें. असते. या तपमानामुळे सूर्यात तयार होणारी ऊर्जा चहू दिशांना प्रकाश, उष्णता, अल्ट्राव्हायोलेट किरण इत्यादी स्वरूपात विखुरली जाते. पृथ्वीच्या हवापटलाच्या बाहेर दर चौ. मिटरला १ किलोवॅट एवढ्या प्रचंड प्रमाणांत सौर उर्जा उपलब्ध असते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर मात्र हवेत ऊर्जा शोषली गेल्यामुळे कमी होऊन सुमारे २५०-५०० वॅट / चौ. मीटर एवढी उरते. तरी हे प्रमाणदेखील फार कमी नाही व या प्रमाणातील सौर ऊर्जेचा देखील अनेक तऱ्हेने उपयोग करता येणे शक्य आहे. (भारतात वेगवेगळ्या ठिकाणी किती सौर ऊर्जा उपलब्ध असते ते खालील नकाशात दाखवले आहे.)

FIGURE 2.5.1.



EJ10

हवेत शोषली गेलेली सौर ऊर्जा काही वाया जात नाही. उलट ती अन्यप्रकारे प्रकट होते. पृथ्वीवर रोज वाहणारे किंवा ठराविक मोसमात वाहणारे वारे हे सौर उर्जा शोषल्यामुळेच उद्भवतात. या वाऱ्यांचा पवनचक्क्यांद्वारे शक्तीचे साधन म्हणून वापर करणे हे एक प्रकारे सौर ऊर्जेचा वापर करणेच आहे. त्याचप्रमाणे वाहते पाणी हेदेखील सूर्याच्या उष्णतेने वितळलेल्या बर्फाचे किंवा बाष्पीभवन झालेल्या पाण्यापासून पडणाऱ्या पावसाचेच असते, म्हणजे वाहते पाणी हे केवळ सौर ऊर्जेमुळेच उपलब्ध होते. पृथ्वीवर उपलब्ध होणारी बरीच सौर उर्जा वनस्पती आपल्या वाढीसाठी शोषून घेतात. प्रकाशाशिवाय झाडे वाढू शकणार नाहीत हे आपल्याला माहीत आहेच. म्हणजेच लाकडाचा जळणासाठी उपयोग करणे म्हणजेदेखील एका प्रकारे प्रकाशाचा किंवा सौर ऊर्जेचा उपयोग करणे आहे.

पण वरील सर्व मार्गांमध्ये सौर ऊर्जेचा वापर करण्यासाठी हवा, पाणी किंवा झाडे यांसारख्या मध्यस्थांची गरज भासते. म्हणूनच वारा, वाहते पाणी किंवा जळाऊ लाकूड यांचा वापर हा सौरउर्जेचा अप्रत्यक्ष वापर आहे. अशा तऱ्हेने सौर उर्जा राबवण्याच्या अनेक महत्त्वाच्या शक्यता आहेत. परंतु या पुस्तिकेत मात्र आपण सौर ऊर्जेच्या थेट (direct) वापरासंबंधीच विचार करणार आहोत.

सौर ऊर्जेचे फायदे

सौर ऊर्जेच्या अधिकाधिक वापरासाठी — मग तो वापर थेट असो किंवा अप्रत्यक्ष — प्रयत्न करण्यामागे एक महत्त्वाचे कारण आहे.

तुमच्या लक्षात आले असेलच की सौरऊर्जा ही रोज पृथ्वीवर येत असते. कोळसा, खनिज तेल किंवा खनिज वायूप्रमाणे सौर ऊर्जेचा काही पृथ्वीवर कोठे साठा नाही. त्यामुळेच कोळसा, खनिज तेल इत्यादींप्रमाणे सौर ऊर्जा संपुष्टात येण्याची भीती नाही.

याशिवाय सौर ऊर्जेच्या वापराचा आणखी एक फायदा आहे. सौर ऊर्जा वापरली काय किंवा न वापरली काय, ती पृथ्वीवर येत राहाणारच. आणि अशा तऱ्हेने ती पृथ्वीच्या जन्मापासून येत राहिली असल्यामुळे पृथ्वीवरील सर्व जीवसृष्टी ही या ठराविक प्रमाणातील ऊर्जेच्या भरीशी संतुलित राहील या स्वरूपातच विकसित झाली आहे. याउलट प्रचंड प्रमाणात कोळसा, खनिज तेल वगैरे वापरल्यास फार मोठ्या प्रमाणात कार्बन-डाय-ऑक्साइड, धूर, सल्फर, उष्णता इत्यादी वातावरणात फेकले जातात. त्यामुळे निसर्गाचे संतुलन बिघडून पर्यावरणावर त्याचा गैर परिणाम होण्याची दाट शक्यता असते. अशा तऱ्हेचे परिणाम अनेक ठिकाणी (मुख्यतः औद्योगिक शहरात) दिसूही लागले आहेत. या उलट सौर ऊर्जेचा उष्णतेसाठी किंवा वीजनिर्मितीसाठी वापर केल्यास अशा तऱ्हेचे काहीच परिणाम होण्याची शक्यता नसते.

सौर उर्जेच्या वापराला प्राधान्य देण्याचे तिसरे महत्त्वाचे कारण म्हणजे भारतासारख्या उष्ण कटिबंधातील देशात ही ऊर्जा विपुल प्रमाणात सर्वत्र उपलब्ध असते. त्यामुळे तिचा

विकेंद्रित पद्धतीने वापर करणे सहज शक्य आहे. याउलट कोळसा, खनिज तेल किंवा त्यापासून तयार केलेली वीज फार मोठ्या अंतरावर नेण्यात फार श्रम व पैसा यांची जरुर पडते. इतकेच नाही तर वीज वाहून नेताना विजेचा बराच अपव्यय होतो.

बहुगुणी अशा सौर ऊर्जेचा थेट वापर कशा तऱ्हेने होऊ शकतो ते आपण पाहू.

सौर ऊर्जेचा थेट वापर

सौर ऊर्जा पृथ्वीवर येते ती मुख्यत: उष्णता व प्रकाशीकिरण या स्वरूपात. उष्णतेचा वापर तर आपल्याला परिचित आहेच — उबेसाठी, अन्न शिजवण्यासाठी, पाणी तापवण्यासाठी, पदार्थ वाळवण्यासाठी, पाण्याची वाफ करून त्यावर इंजिन चालवण्यासाठी — अशा अनेक प्रकारे उष्णतेचा आपण उपयोग करतो. त्यातही पदार्थ वाळवण्यासाठी तर आपण सौर उष्णतेचाही उपयोग करतो. तो काही नवीन शिकण्याची जरूर नाही. पण वरील इतर कामांसाठी सौर उष्णता वापरता येईल का ? तसे करण्यासाठी कोणकोणत्या गोष्टींचे विचार करायला हवेत ?

उष्णतारोधन : पाणी तापवणे किंवा उकळवणे व अन्न शिजवणे या कामांसाठी पदार्थ वाळवण्यापेक्षा अधिक उष्णता लागते हे तर आपल्याला अनुभवाने माहीत आहे. पण त्यातही थोडी उष्णतेची काटकसर केली तर उपलब्ध सौर उष्णतेच्या वापराने देखील ही कामे करणे कदाचित शक्य होईल. ही उष्णतेची काटकसर कशी करायची ? अर्थात, उपलब्ध उष्णता वाया जाणे थोपवून.

त्यासाठी उष्णता कोणत्या प्रकारे वाया जाते ते पाहू.

१) **वहनाने** : उष्ण वस्तूच्या संपर्कातील इतर वस्तू देखील गरम होतात हे आपल्याला माहीत आहे. यासाठी उष्ण वस्तुभोवती एखादे उष्णतारोधक पदार्थाचे (उदा. लाकूड, भाताचे तूस, लाकडी भूसा, थर्मोकोल इत्यादी) आवरण असेल तर उष्णता त्या वस्तुत टिकून राहील.

२) **अभिसरणाने** : वाऱ्यामुळे गरम पदार्थ थंड होतात हे आपण पहातोच. हे टाळायचे असेल तर गरम वस्तू एखाद्या हवाबंद वेष्टणात ठेवावी लागते.

३) **उत्सर्जनाने** : उष्णता वाया जाण्याचा तिसरा मार्ग म्हणजे उष्णतेच्या किरणांचे उत्सर्जन होऊन. सौर उष्णता पृथ्वीपर्यंत येते ती याच मार्गाने. उत्सर्जन टाळायचे असेल तर उष्णतेचे किरण आरपार जाऊ शकणार नाहीत असे पदार्थ वापरणे जरुर असते (उदा. काच, चकचकीत पृष्ठभाग)

अशा तऱ्हेने वेगवेगळ्या गुणधर्माचे पदार्थ वापरून व वाया जाणारी उष्णता थोपवून सौर ऊर्जेचा अन्न शिजवणे, पाणी तापवणे यासारख्या कामांसाठी वापर करणे शक्य आहे.

उष्णतावाहकतेचे काही पदार्थांचे गुणधर्म परिशिष्ट १ मध्ये दिले आहेत.

सौर ऊर्जेचे एकत्रीकरण : उष्णतारोधनाच्या मार्गाने उष्णतेचा अपव्यय टाळण्याची शक्यता आपण पाहिली पण याशिवाय उपलब्ध उष्णता वाढवणे शक्य आहे का ?

सूर्यापासून निघणारी उष्णता वाढवणे काही आपल्या हातात नाही. तेव्हा एका ठराविक जागेतील उपलब्ध उष्णता वाढवण्याचा एकच मार्ग आहे — तो म्हणजे अनेक ठिकाणची उष्णता एकत्र करून एका जागी आणणे ! पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोचलेली सौर उर्जा दर चौ. मीटरला सुमारे २५० ते ५०० वॅट एवढी असते. जर चार चौरस मीटरमधील ऊर्जा एकत्र करता आली तर उपलब्धता दर चौरस मीटरला १००० – २००० वॅट एवढी वाढेल. हे करण्याचे काही मार्ग तुम्हाला सुचतात का ? लहानपणी भिंग वापरून कागद किंवा आगकाडी पेटवण्याचा प्रयोग तुम्ही केला असेल तर तुमच्या लक्षात येईल की भिंगावर पडलेली सर्व सौर ऊर्जा एका बिंदूत केंद्रित केल्यावर जाळ निर्माण होण्याएवढी उष्णता उपलब्ध होऊ शकते. पण हे करण्याचे आणखी साधे मार्ग आहेत का ?

सौर उर्जेपासून ऊब : ऊब मिळवण्यासाठी काही जाळ करण्याएवढी उष्णता लागत नाही. पण ऊब मिळवण्याची पद्धत काय असावी ? जेव्हा सौर ऊर्जा सर्वात अधिक उपलब्ध असते तेव्हा तर आपल्याला थंडावा हवा असतो. याउलट जेव्हा रात्री थंडी वाजते तेव्हा सौरऊर्जा उपलब्धच नसते. गरज आणि उपलब्धता यांची जर सांगड घालायची असेल तर आपल्याला सौर उष्णता साठवून ती हवी तेव्हा वापरण्याचा मार्ग शोधला पाहिजे. म्हणजे दिवसा उष्णता साठवून उकाडा टाळता येईल व रात्री तीच उष्णता वापरून थंडीचा कडाका कमी करता येईल.

सौर ऊर्जेपासून वीज : सौर ऊर्जेचा वापर उष्णतेसाठी करता येतोच पण आणखी काही वापर शक्य आहे का ? अशी कल्पना करा की या सौर ऊर्जेचे आपण सरळ विजेत रूपांतर केले. हे शक्य झाले तर सौर ऊर्जेचा वापर कितीतरी सुटसुटीत होईल. विजेवर चालणारी कितीतरी उपकरणे आपण आज शहरात वापरतोच. पण ही वीज आज प्रचंड धरणे किंवा मोठमोठे कोळशावर चालणारे प्रकल्प यांमध्ये तयार होते. याउलट सौर ऊर्जेपासून सरळ वीज करता आली तर प्रत्येक घराला-इमारतीला स्वत:पुरती वीज-देखील तयार करता येईल. पण हे सर्व शक्य आहे का ?

शास्त्रीय दृष्ट्या शक्य असणाऱ्या गोष्टी प्रत्यक्षात आणणे हे तर तंत्रज्ञानाचे कौशल्य आहे. आणि सौर ऊर्जेच्या वापराचे तंत्रज्ञान विकसित करणे हे वीसाव्या शतकातील उत्तरार्धात भारतासारख्या उष्ण कटिबंधातील देशातल्या तंत्रज्ञाचे एक मुख्य काम असले पाहिजे.

सौर ऊर्जेचे तंत्रज्ञान

उष्णतारोधनासाठी वेगवेगळे पदार्थ वापरून सौर उष्णता उपयोगात आणणे, सौर उष्णता साठविण्यासाठी वेगवेगळे मार्ग शोधणे, सौर ऊर्जेचे एकत्रीकरण करून प्रचंड प्रमाणात उष्णता उपलब्ध करणे आणि सौर उर्जेचे सरळ विजेत रूपांतर करून तिच्या वापरात सुटसुटीतपणा आणणे हे सर्व सौर ऊर्जेचे तंत्रज्ञान होय. या तंत्रज्ञानाच्या विकासासाठी गेल्या अनेक वर्षांपासून जगभर प्रयत्न चालू आहेत आणि या प्रयत्नांना

बऱ्याच अंशी फळदेखील आले आहे.

काही वेळापूर्वी आपण विचार केलेल्या वापरांसाठी सौर ऊर्जेचे कोणते तंत्रज्ञान विकसित झाले आहे ते पाहू :

उष्णतारोधन : उष्णतेच्या रोधनासाठी अनेक मार्ग अवलंबिता येतात. लाकूड, भाताचे तूस, ग्लासवूल, थर्मोकोल इत्यादींचा वापर केल्याने थंड वस्तूंच्या संपर्कामुळे वाया जाणारी उष्णता रोखता येते. हवाबंद केलेल्या जागेत हवेचा संचार नसल्यामुळे व वाफ कोंडली गेल्यामुळे उष्णतादेखील रोधली जाते. त्याचप्रमाणे काचेचा गुणधर्म असा आहे की त्यातून प्रकाशकिरण जरी आरपार गेले तरी उष्णतेचे किरण मात्र अडवले जातात. त्यामुळे एखाद्या द्रव्यास जर काचेचे झाकण असेल तर प्रकाशकिरणांद्वारा सौर उर्जा आत शिरते व शोषता येते पण आतील उष्णता मात्र बाहेर जाऊ शकत नाही. (याला Greenhouse Effect म्हणतात.) मात्र काच तापून ती हवेने थंड होणे थांबविण्यासाठी काही खास काळजी घ्यावी लागते.

सौर उष्णता कशी साठवाल ?

सौर उष्णतेची उपलब्धता आणि गरज यांची सांगड घालायची असेल तर सौर उष्णता मोठ्या प्रमाणात साठवता आली पाहिजे.

थोड्या प्रमाणात उष्णता साठवायची असेल तर विशेष अडचणी येत नाहीत. एकत्रित केलेली उष्णता वापरून हवा / पाणी तापवले आणि ते उष्णतारोधक पदार्थांद्वारे साठवून ठेवले म्हणजे बराच काळ गरम राहू शकते. अशा तऱ्हेने अहोरात्र गरमपाणी मिळू शकेल किंवा घरातील तपमान हे बाहेरील तपमानापेक्षा दिवसा कमी व रात्री जास्त राहील अशी व्यवस्था करता येते. त्याविषयी माहिती पुढे आलीच आहे.

घरात रात्री ऊब मिळण्यासाठी किंवा दिवसा थोडा थंडावा निर्माण करण्यासाठी दगड, रेती इत्यादींचा उपयोग देखील उष्णता साठविण्यासाठी केला जातो. एका मोठ्या पोकळ भिंतीत दगड, रेती इत्यादी भरून ठेवले तर दिवसभर ही भिंत उष्णता शोषून घेते व रात्री हीच उष्णता बाहेर टाकते. अशा तऱ्हेच्या भिंतींना 'ट्रॉम्ब वॉल' (Trombe Wall) असे म्हणतात.

मोठ्या प्रमाणात उष्णता साठवायची असेल तर मात्र काही अडचणी उद्‌भवतात. (१) एक तर उष्णतारोधन फार चांगले करावे लागते (जेवढी साठवलेली उष्णता अधिक तेवढा थंड होण्याचा वेग जास्त असतो) आणि, (२) उष्णता साठवण्यासाठी फार मोठी जागा लागते.

यातून मार्ग काढण्यासाठी दोन तंत्रांवर संशोधन चालू आहे.

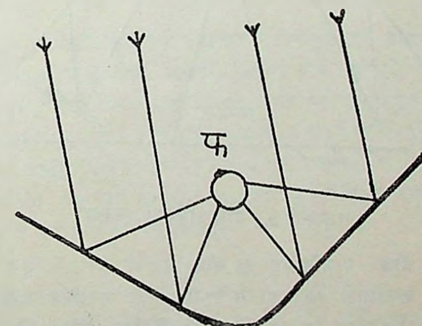
(अ) सोलर पाँड (Solar Pond) किंवा सौर तलाव : यामध्ये वेगवेगळ्या घनतेच्या द्रावणांचा वापर करून अभिसरणाद्वारे वाया जाणारी उष्णता थोपविली जाते. याची अधिक माहिती पुढे दिली आहे.

(ब) सहज वितळणाऱ्या पदार्थांचा वापर : एखाद्या पदार्थात उष्णता साठवू लागताच त्या पदार्थाचे तपमान वाढू लागते. जसजसे तपमान वाढते तसतसे अभिसरणाद्वारे उष्णता वाया जाण्याचे प्रमाणदेखील वाढते व उष्णतारोधन कठीण होऊ लागते. यावर एक उपाय असा आहे की तपमान न वाढवता उष्णता साठवणे. हे कसे शक्य होईल ?

तुम्हाला अनुभव असेलच की एखादा बर्फाचा खडा वितळत असताना तो संपूर्ण वितळेपर्यंत थंडच रहातो व संपूर्ण वितळल्यावर मग ते पाणी गरम होऊ लागते. थोडक्यात वितळण्याची क्रिया चालू असताना उष्णता तर शोषली जाते पण तपमान मात्र वाढत नाही. हे तत्त्व वापरून आपल्याला वरील अडचण दूर करता येईल. मात्र यासाठी बर्फ वापरता येणार नाही. कारण सर्व सामान्यपणे पाणी द्रवरूप स्थितीतच असते.

परंतु मेण किंवा सोडियम हायड्रॉक्साइड सारखे पदार्थ हे मात्र साधारण तपमानाला घनरूप असतात. परंतु थोडी उष्णता मिळताच ते वितळू लागतात व या वितळण्याच्या क्रियेत तपमान न वाढता प्रचंड उष्णता साठवून ठेवता येते. अशा प्रकारचे प्रयोग सध्या अनेक ठिकाणी चालू आहेत.

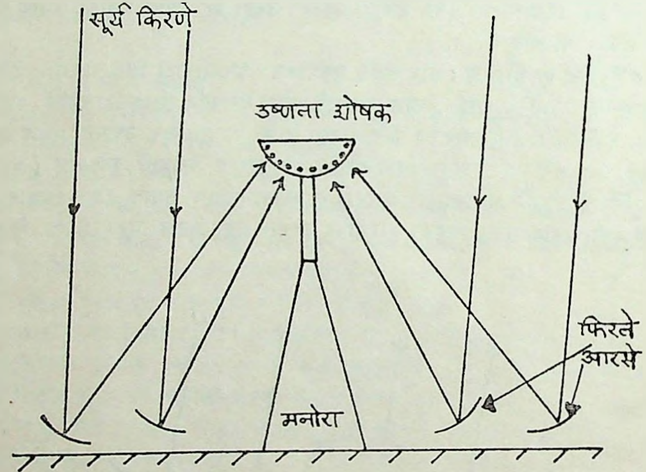
सौरऊर्जेचे एकत्रीकरण : सौर ऊर्जेचे एकत्रीकरण करण्यासाठी भिंग वापरात येते हे आपण पाहिले आहेच. तसेच प्रकाश किरणांचे केवळ परावर्तन करूनसुद्धा त्यांचे एकत्रीकरण करता येते. हे एकत्रीकरण फार थोड्या जागेत केल्यास खूप उष्णता एकत्र होऊ शकते. अशा तऱ्हेने एकत्रीकरणासाठी ठराविक आकाराचे परावर्ती पृष्ठभाग (आरसे, ॲल्युमिनाइझ्ड प्लॅस्टिक इत्यादी) वापरावे लागतात. यातील सर्वात योग्य आकार हा 'पॅराबोला' होय. पॅराबोलाकृती आरशावर पडणारे सर्व किरण एका बिंदूत केन्द्रित होतात.



आकृती १ : पॅराबोला

आकृती १ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे पॅराबोलाच्या आकाराची सुमारे १ मीटर व्यासाची टोपली घेतल्यास फ या बिंदूपाशी तपमान ६००° सें. पर्यंत वाढू शकते. अशा तपमानाला अन्न तर शिजू शकतेच, शिवाय पोळ्या भाकऱ्या भाजणे, पाण्याची वाफ करणे हे देखील शक्य होते. पण अशा आकाराचा गैरफायदा असा की या आकाराचे 'तोंड' हे सदैव सूर्याकडे असावे लागते. त्यामुळे सूर्याच्या मार्ग क्रमणाशी सुसंगत असे या पॅराबोलाला देखील फिरवावे लागते.

असे आकार फार मोठ्या प्रमाणावर वापरण्याचे प्रयोग अनेक ठिकाणी चालू आहेत. फ्रान्समध्ये एका मोठ्या टेकडीजवळ असा आकार तयार होईल असे अनेक छोटे आरसे वापरून एवढ्या प्रचंड प्रमाणात उष्णता एकत्रित केली गेली आहे की त्यापासून वाफ तयार करून वीजनिर्मिती होऊ शकते किंवा त्या प्रचंड उष्णतेच्या वापराने धातू देखील वितळवता येतात. अशा सौरभट्टीचे तत्त्व खालील आकृतीत दाखवले आहे.



आकृती २ : सौरभट्टीचे तत्व

सौर ऊर्जेपासून वीज : वीजनिर्मिती हा सौर उर्जेचा आणखी एक खास उपयोग. प्रकाशकिरणांच्या शक्तीमुळे सिलिकॉनसारख्या काही ठराविक पदार्थांच्या अणूतील 'इलेक्ट्रॉन' ही ऊर्जा संपादन करतात व त्यामुळे विजेचा प्रवाह मिळू शकतो. अशा तत्त्वावर चालणारे 'सोलर सेल' बाजारात मिळू देखील लागले आहेत.

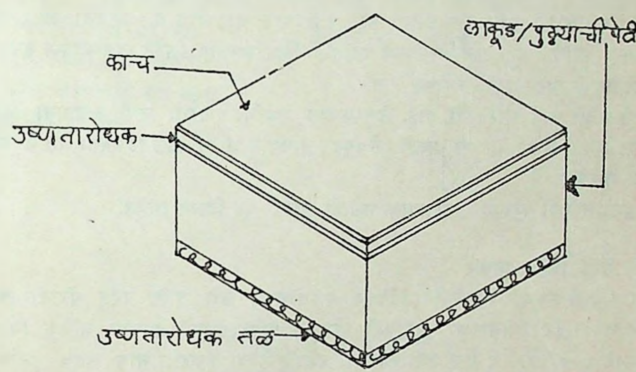
विकेंद्रित स्वरूपात घरे, गावे, टेलीफोन इत्यादींसाठी अशा तऱ्हेच्या वीजनिर्मितीचा

खूप उपयोग होऊ शकेल. सध्या याचा उपयोग मुख्यतः उपग्रहामध्ये केला जातो. दैनंदिन वापरासाठी मात्र हे तंत्र अजून खर्चिक आहे.

वरील तत्वे व तंत्रे वापरून वेगवेगळ्या कामासाठी तयार केलेल्या काही उपकरणांची माहिती खाली दिली आहे.

सौर ऊर्जेच्या वापरासाठी उपकरणे–

(१) साधा 'बॉक्स' सोलर कुकर (सौर पेटी)



आकृती 3 : सौरपेटी

एका साध्या लाकडी किंवा पुठ्ठ्याच्या पेटीपासून हा बनविता येतो. याचा तळ उष्णतारोधक पदार्थाचा बनलेला असतो. पेटीवर दोन काचांचे एक झाकण असते. या दोन काचांच्यामध्ये अंतर ठेवण्यासाठी उष्णतारोधक पदार्थाच्या पट्ट्या असतात. (लाकडी पट्ट्यादेखील चालतात.) दोन काचांमधील जागा व संपूर्ण पेटी हवाबंद केलेली असते. असते. पेटीच्या आतील पृष्ठभागावर उभ्या बाजूंना परावर्ती आवरण (tin foil) व तळास काळा रंग लावलेला असतो. पेटीमध्ये बाहेरून काळा रंग लावलेल्या डब्यांमध्ये अन्न ठेवल्यास ते सुमारे २ तासात शिजते.

(२) परावर्ती झाकणाची सौरपेटी

या सौरपेटीची रचना वरीलप्रमाणेच असते. परंतु पेटीच्या काचेच्या वर चारही बाजूंना परावर्ती पृष्ठभाग जोडलेले असतात त्यामुळे या सर्व पृष्ठभागांवर पडलेले सूर्यकिरण देखील पेटीत एकत्र होतात. त्यामुळे अन्न शिजण्यास कमी वेळ लागतो.

(टीप : यामागील कारण समजून घेणे महत्त्वाचे आहे. उष्णता वाढू लागली की पेटीतील तपमान वाढू लागते व त्याचबरोबर उष्णतेचा व्ययदेखील अधिक जलद होऊ लागतो. कालांतराने जेव्हा पेटीतील उष्णतेच्या एकत्रीकरणाचा वेग व उष्णता वाया जाण्याचा वेग सारखा होतो तेव्हा तपमान स्थिर होते. जेवढे उष्णतारोधन चांगले तेवढे हे स्थिर तपमान अधिक. अन्न शिजण्यासाठी स्थिर तपमान १००° च्या वर ठराविक काळ असणे आवश्यक असते.

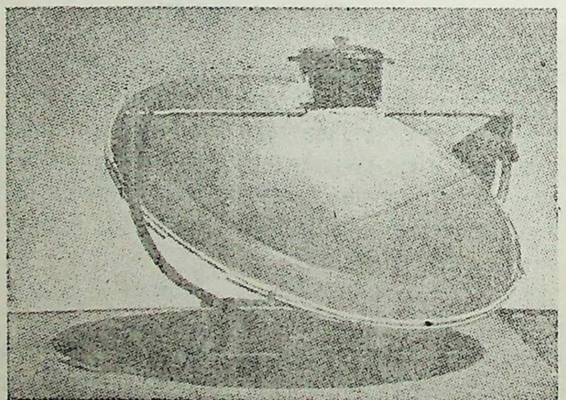
पेटी व पेटीमधील पदार्थ उष्णता शोषून घेतात त्यामुळे पेटीत जेवढे अधिक पदार्थ तेवढी अधिक उष्णता शोषून घेतली जाते व तपमान वाढण्यास वेळ लागतो. अशा परिस्थितीत परावर्ती पृष्ठभाग असलेल्या पेटीत अधिक उष्णता शिरत असल्यामुळे तपमान वाढण्यास लागणाऱ्या वेळेत बचत होते.

ही बचत फार महत्त्वाची आहे. हिवाळ्यात सूर्याची प्रखरता कमी असताना किंवा ढगाळ असताना या वेळेच्या बचतीमुळे स्थिर तापमान जास्त काळ टिकवता येते व अन्न शिजू शकते.)

अशा तऱ्हेची परावर्ती पेटी बसवण्यासाठी सूचना पुढे दिल्या आहेत.

(३) पॅराबोलिक कूकर

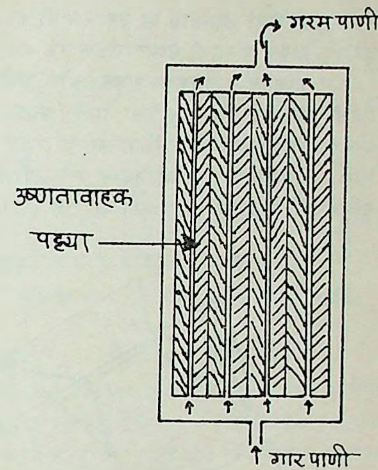
यात देखील सूर्यकिरणांचे परावर्तन व एकत्रीकरण केले जाते. परंतु पॅराबोलाच्या आकाराच्या (टोपलीसारखा) परावर्ती पृष्ठभाग वापरल्यामुळे तपमान अधिक मिळते (सुमारे ६००° सें.) व वेळ कमी लागतो. अशा तऱ्हेच्या कूकरला मात्र सतत सूर्याच्या दिशेने तोंड करून ठेवावे लागते.



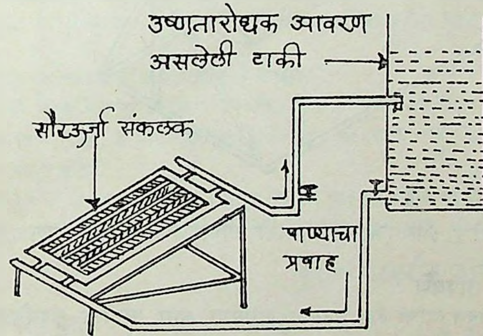
आकृती : ४ पॅराबोलिक कूकर

(४) पाणी तापवणे

सौर उष्णतेचा वापर करून पाणी तापवण्यासाठी 'बॉक्स' कूकरचे तत्त्वच वापरले जाते. मात्र तंत्रात थोडा फरक आहे. पाण्याचा प्रवाह मिळविण्यासाठी पाणी फिरते ठेवणे आवश्यक असते. यासाठी छोटा पंप वापरता येतो किंवा गरम झालेले पाणी हलके झाल्यामुळे वर चढते हे तत्त्व वापरता येते.



सौरऊर्जा संकलक



आकृती ५: पाणी तापवणे

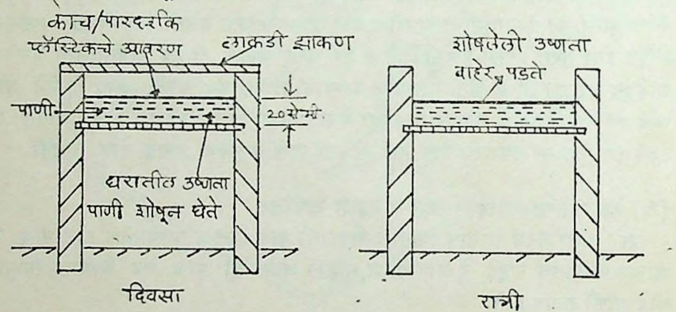
उष्णतावाहक पट्ट्या बसवलेल्या अनेक छोट्या नळ्यांद्वारे पाणी गरम होऊन वर चढते व टाकीत जाते. तेथून हेच पाणी गुरुत्वाकर्षणाने खाली येऊन परत नलिकांमध्ये शिरून त्याचे तपमान आणखी वाढते. या उष्णतावाहक पट्ट्या तांब्याच्या व काळ्या

1147
COMMUNITY HEALTH CELL
47/1. (First Floor), St. Marks Road,
Bangalore - 560 001

'अ' हा कोन अक्षांश अधिक १५° एवढा ठेवल्यास कार्यक्षमता सर्वात अधिक असते असे आढळले आहे.

(७) घर समशीतोष्ण करणे :

तुम्ही नवे घर बांधण्याचा विचार करत असाल तर छपरावर पाण्याची पसरट टाकी देखील बांधा. मात्र ही टाकी सिमेंट-कॉंक्रीटचीच असवी व संपूर्ण छप्परभर पसरलेली असावी. त्याचप्रमाणे त्या टाकीत सुमारे २० सेंटीमीटर पर्यंत पाणी साठवता आले पाहिजे. टाकीवर प्लॅस्टिकचे आवरण असले पाहिजे. ती हवी तेव्हा एका उष्णतारोधी झाकणाने (उदा. लाकूड) झाकता येईल अशी सोय हवी. अशा टाकीमुळे उन्हाळ्यात घर साधारण ५° – ७° सें. ने थंड ठेवता येते तर हिवाळ्यात ५°–७° सें. ने गरम ठेवता येते. टाकी झाकण्यासाठी नियम एकच : हिवाळ्यात घर गरम ठेवायचे असेल तेव्हा टाकी रात्री झाकून घ्यावी व दिवसा उघडी ठेवावी. या उलट उन्हाळ्यात घर थंड ठेवायचे असेल तेव्हा टाकी दिवसा झाकून घ्यावी व रात्री उघडी ठेवावी.



आकृती ९ : उन्हाळ्यात घर थंड ठेवणे

सौर ऊर्जेवरील इतर संशोधन

वर दिलेल्या तंत्राशिवाय इतर अनेक तंत्रांवर संशोधन चालू आहे. ती अशी :

(१) सौर तलाव : एखाद्या उथळ तलावात वेगवेगळ्या घनतेचे क्षारयुक्त द्रावण भरल्यास सर्वात घन द्रावण तळात व सर्वात कमी घनतेचे द्रावण सर्वात वर अशा तऱ्हेने द्रावणाची विभागणी करावी लागते. अशा परिस्थितीत गरम झालेले घन द्रावण थोडे हलके झाले तरी अंगीभूत जास्त घनतेमुळे तळाच्या तळाशीच राहते व त्याचे तपमान सारखे वाढतच राहते. हा उष्णतेचा साठा नंतर सोयीनुसार जरूरीप्रमाणे वापरता येतो.

(२) उष्णतेपासून थंडावा : सौर उष्णतेचा सर्वात विरोधाभासी उपयोग म्हणजे थंडावा निर्माण करण्यासाठी ! सूर्यापासून मिळणारी उष्णता व 'अमोनिया व्हेपर ॲब-सॉर्पशन' हे तत्त्व वापरून सौर शक्तीवर चालणारे रेफ्रिजरेटर बनवता येतात. अनेक

ठिकाणी प्रायोगिक स्वरूपात व काही कंपन्यांनी विक्रीसाठी हे बनवले देखील आहेत. पूर्वी रॉकेलच्या दिव्यावर चालणारे रेफ्रिजरेटर मिळत असत. तत्त्व तेच आहे. फक्त रॉकेलच्या दिव्याच्या उष्णतेऐवजी सौरउष्णता वापरायची.

(३) सौर ऊर्जेपासून वीज : सौर ऊर्जेपासून वीज कशी बनवता येते ते आपण पाहिले आहे. या तत्त्वावर अनेक परदेशी कंपन्यांनी सोलर सेल बनवून ते विक्रीसाठी देखील काढले आहेत. भारतात देखील सेंट्रल इलेक्ट्रॉनिक्स लॅबॉरेटरी (CEL) मध्ये असे सोलर सेल बनवले जातात. एका सोलर सेल मधून वैयक्तिकरीत्या फार कमी वीज मिळते. त्यामुळे सर्वसाधारण वापरासाठी अनेक सोलर सेल विशिष्ट पद्धतीने जोडलेले सोलर मॉड्यूल वापरावे लागतात. सध्या मात्र या सोलर सेलची किंमत फार आहे. ४० वॅटचा एक घरगुती दिवा लावण्यासाठी लागणारी वीज निर्माण करण्यास लागणाऱ्या सोलर सेलची किंमत आज सुमारे ४००० ते १०००० रुपये एवढी आहे. (अर्थात या सोलर सेलचे आयुष्य भरपूर असते) नवनवीन उत्पादनपद्धती वापरून ही किंमत कमी करण्याचे प्रयत्न सध्या चालू आहेत.

(४) रात्रीदेखील सूर्यप्रकाश : ही काय चमत्कारिक कल्पना असे तुमच्या मनात यईल. पण विचार करून पहा, रात्री सूर्यप्रकाश नसल्यामुळे सौरऊर्जेचा अहोरात्र वापर करणे कठीण होते व त्यासाठी ही ऊर्जा साठवण्यासाठी मार्ग शोधावे लागतात. यामुळे कार्यक्षमता बरीच कमी होते.

परंतु उपग्रहांच्या साह्याने पृथ्वीच्या वातावरणापलीकडे सौर ऊर्जेचे वीजेत रूपांतर करून ती ऊर्जा किरणांच्या साहचाने पृथ्वीवर पाठविणे शक्य आहे. आणि उपग्रह पृथ्वी-पासून बऱ्याच अंतरावर अशा तऱ्हेने स्थिर करता येतील की पृथ्वीवर दिवस असो वा रात्र उपग्रह सदैव सूर्यप्रकाशात राहतील.

हे सर्व तंत्रज्ञान अजून पूर्ण विकसीत झालेले नाही. किंवा जी तंत्रे विकसित झाली आहेत ती अजून बरीच महागडी आहेत. परंतु पुढील १५–२० वर्षात या तंत्रांचा दैनंदिन वापर होऊ लागेल अशी लक्षणे आज दिसत आहेत.

घरच्या घरी सौर पेटी बनवा : साहित्य व कृती

मूळ सांगाडा–

(१) सुमारे $2\frac{1}{2}$ फूट × $2\frac{1}{2}$ फूट × 1 फूट आकाराचा एक पुठ्ठ्याचा किंवा लाकडी खोका (आकृती १०) हा हवाबंद करून घ्यावा, याची वरची बाजू मात्र उघडी असावी.

(२) या खोक्याच्या तळाशी उष्णतारोधक पदार्थाचा एक थर द्यावा (थर्मोकोल किंवा भाताचे तूस किंवा लाकडी भुसा किंवा ग्लास वूल)

(३) खोक्याचा आत तळाशी या उष्णतारोधक पदार्थावर खोक्याच्या आकाराहून थोडा लहान एक पत्रा ठेवावा (सुमारे $2\frac{1}{4}$ फूट × $2\frac{1}{4}$ फूट) हा वरील बाजूस काळ्या रंगाने रंगवावा.

(४) या खोक्याच्या उभ्या बाजूंना आतून चकचकीत परावर्तीत कागद डकवावा (ॲल्युमिनाइज्ड प्लॅस्टिक वापरावे)

उष्णतेचे उत्सर्जन थांबवणे

(५) खोक्यापेक्षा थोडी मोठी (सुमारे $2\frac{1}{2}$ फूट × $2\frac{1}{2}$ फूट × $\frac{3}{4}$ इंच) अशी अशी लाकडी चौकट बनवा (आकृती ११)

(६) या चौकटीच्या दोन्ही बाजूंनी एक पारदर्शक प्लॅस्टिक ताणून बसवा, किंवा चौकटीच्या दोन्ही बाजूंना प्रत्येकी एक काच बसवून घ्या.

पाळणा

(७) खोक्याला दोन विरुद्ध उभ्या बाजूंना सारख्या उंचीवर व वरून सुमारे १ इंच खाली चार खिळे पक्के बसवा. यांपैकी दोन खिळ्यांवर एक जाड पत्र्याचा पाळणा अडकवायचा आहे व या पाळण्यात अन्न भरलेले डबे ठेवायचे आहेत. हे लक्षात ठेवा.

(८) आकृती १२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे जाड पत्र्याचा एक पाळणा बनवा. हा पाळणा वर सांगितल्याप्रमाणे खिळ्यांमध्ये अडकवावा. पाळणा काळ्या रंगाचा हवा.

झाकण

(९) खोक्यापेक्षा थोड्या मोठ्या आकाराची (खोक्यावर चपखल बसवता येईल अशी) लाकडाची किंवा जाड पुठ्ठ्याची सुमारे २ इंच उंचीची एक चौकट बनवा (आकृती १३) या चौकटीच्या आत प्लॅस्टिक/काच लावलेली आधीची चौकट अधांतरी ठेवता यावी यासाठी आतून सर्व बाजूंना सारख्या अंतरावर व उंचीवर प्रत्येक बाजूस तीन खिळे पक्के बसवा या खिळ्यांवर आधी तयार केलेली चौकट ठेवली म्हणजे झाकण तयार झाले.

परावर्ती पृष्ठभाग

(१०) सौर पेटीची कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी वरील झाकणास परावर्ती पृष्ठभाग जोडणे आवश्यक आहे. $2\frac{1}{2}$ फूट × $1\frac{1}{2}$ फूट आकाराचे चार चौकोनी व $1\frac{1}{2}$ फूट × $1\frac{1}{2}$ फूट × 1 फूट आकाराचे चार त्रिकोणी जाडपुठ्ठे घ्या.

यातील चौकोनी तुकडे बाहेरील बाजूस खळ लावलेल्या कापडाने वरील झाकणास पक्के जोडून घ्या.

त्रिकोणी तुकड्यांना बाहेरच्या बाजूस खळ लावलेले कापड वापरून पुठ्ठ्याच्या दोन्ही बाजूस सुमारे १ इंच बाहेर येईल अशा तऱ्हेने बांबूच्या काड्या डकवून घ्या. (आकृती १४)

या बांबूच्या काड्या अडकवता येतील अशा आकाराची भोके चौकोनी तुकड्यांना पाडून घ्या. ही भोके अशा ठिकाणी पाडावीत की सर्व बांबूच्या काड्या अडकवून झाल्या-

वर हे चौकोनी व त्रिकोणी पुठ्ठे मिळून झाकणाभोवती एक अखंड पृष्ठभाग तयार होईल. त्रिकोणी पुठ्ठे पडू नयेत म्हणून बांबूच्या काडी भोवती एक रबर बँड लावा.

या अखंड पृष्ठभागाच्या आतील बाजूस (प्रत्येक तुकड्यास वेगळे) ॲल्युमिनाइज्ड प्लॅस्टीक डकवून घ्या.

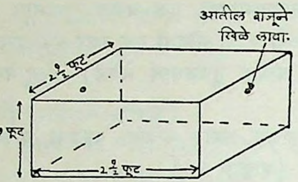
परावर्ती पृष्ठभाग लावलेले हे झाकण आधी तयार केलेल्या पाळणा बसवलेल्या खोक्यावर ठेवले की सौर पेटी तयार झाली. (आकृती १५)

वापरण्याची रीत

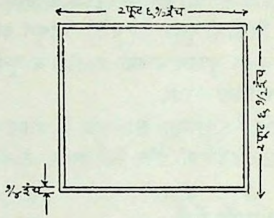
ॲल्युमिनियम किंवा स्टीलचे झाकण असलेले डबे बाहेरून काळे रंगवून घ्यावेत या डब्यांमध्ये शिजवण्याचे पदार्थ ठेवून हे डबे सौरपेटीतील पाळण्यावर ठेवावेत. डबे उघडे असल्यास त्यावर छोटी काच ठेवावी. झाकण लावून सौरपेटी उन्हात ठेवावी.

ऊन पेटीत शिरत नसेल तर पेटी टेकू लावून थोडी कलती ठेवावी. (पाळण्यामुळ डब्यातील पदार्थ सांडणार नाहीत) सकाळी ९ ते दुपारी ४ या वेळात फार ढग नसल्यास दोन तासात अन्न शिजू शकते.

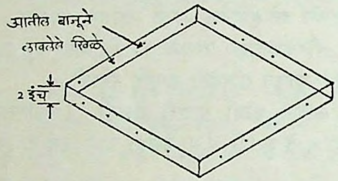
भात, डाळ इत्यादी पदार्थ शिजवणे व अंडी, कांदे, बटाटे भाज्या, ढोकळा, केक उकडणे/वाफवणे सौरपेटी वापरून करता येते.



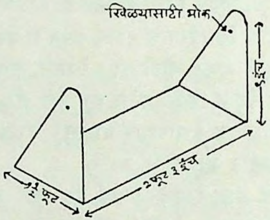
आकृती १०



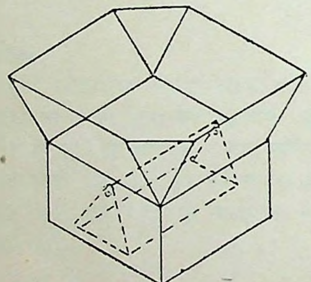
आकृती ११



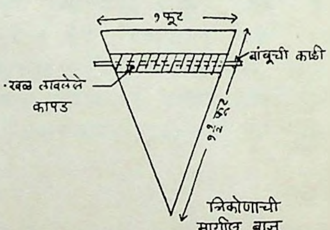
आकृती १३



आकृती १२



आकृती १५



आकृती १४

परिशिष्ट १ : उष्णता वाहकता

पदार्थ	उष्णतावाहकता (चांदीच्या तुलनेत)
चांदी	१.००
तांबे	०.९३
ॲल्युमिनियम	०.४८
टिन	०.१५
स्टील	०.११
हवा	०.००००५८
दगड	०.००४२
काच	०.००२८
वीट	०.००२०
माती	०.००२३
पाणी	०.००१४४
लाकूड	०.०००३
लाकडाचा भुसा	०.०००१४४
बूच	०.०००१

परिशिष्ट २ : काही उत्पादकांचे पत्ते व त्यांची उत्पादने

• आडवानी ऑर्लिकॉन लि. चिंचवड, पुणे,	१. चपटा सौर ऊर्जा संकलक २. वॉटर हिटर
• ॲग्रिकल्चरल टूल्स् रिसर्च सेंटर सुरुची कॅंपस्, पो. ऑ. बॉक्स ४ बारडोली ३९४६०१	१. सोलर कुकर (सूर्य चूल)
• सेंट्रल इलेक्ट्रॉनिक्स् लि. ४, इंडस्ट्रियल एरिया साहिबाबाद, २०१०१०	१. 'सूर्यमापी' सूर्यकिरणांची शक्ती मोजण्याचे यंत्र २. सोलर सेल्स् व मॉड्यूल्स ३. सिंचन व पिण्याच्या पाण्यासाठी सोलर सेल्स्वरील पंप
• कॉन्टिनेंटल डिव्हायसेस् (इंडिया) लि. सी–१२०, नरायणा इंडस्ट्रियल एरिया दिल्ली	१. सोलर सेल्स्
• ज्योती लि. एनर्जी डिव्हिजन, टन्डाल्जा, वाडोदरा, ३९१४१०	१. वॉटर हिटर २. सोलर कुकर
• रोपलास (इंडिया) लि. १४५, मुंबई पुणे रस्ता, पिंपरी, पुणे ४११०१८	१. वॉटर हिटर

E110.

● नॅशनल रिसर्च डेव्हलपमेंट कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया, ६१, महात्मा गांधी मार्ग, लाला लजपत नगर ३, नवी दिल्ली	१. वॉटर हिटर २. सोलर कुकर
● रोहतास इलेक्ट्रॉनिक्स, १५/२६८, सिव्हिल लाईन्स् कानपूर, २०८००१	१. वॉटर हिटर २. सोलर कुकर
● इन्स्टिटयूट ऑफ इंजिनियरिंग अँड रूरल टेक्नॉलॉजी, २६, छातम लाईन्स्, (प्रयाग रेल्वे स्टेशन जवळ) अलाहाबाद २११००२	१. सोलर कुकर २. इमारती लाकूड वाळवण्यासाठी सौर भट्टी ३. ड्रायर्स (सौर ऊर्जेवर धान्य, इ. वाळवणे)
● इंडियन फॉरेस्ट रिसर्च इन्स्टिटयूट डेहराडून	१. इमारती लाकूड वाळवण्यासाठी सौरभट्टी.
● डॉ. एस. डी. गोमकाळे सेंट्रल सॉल्ट अँड मरीन रिसर्च इन्टिटयूट भिजू भॉय वढेका मार्ग भावनगर, ३६४००२	१. सोलर डिस्टिलेशन प्लँण्ट खाऱ्या पाण्यापासून गोडे पाणी करण्याचे सौरशक्तिवरील यंत्र.
● श्री पी, के. कुलकर्णी, (गांधी स्मारक ट्रस्ट) 'मोहोर,' इन्कमटॅक्स ऑफिस रस्ता, एरंडवणा, पुणे, ४११००४	१. सोलर कुकर
● गुलशन कपूर, अॅडव्हान्स इलेक्ट्रॉनिक सिस्टीम्स् ४०, न्यू ओखला इंडस्ट्रियल कॉम्प्लेक्स PHI नवी दिल्ली-११००२०	१. सोलर सेल्स्
● सोलारेन टेक्नॉलॉजी प्रा. लि. (आनंद मेनन) ३२५ टी. व्ही. इंडस्ट्रियल इस्टेट, ६२, पांडुरंग वुधकर मार्ग, वरळी, मुंबई ४०००१८	१. निर्वात सौर उष्णता संकलक नलिका २. पॅरेबोलिक आरसे, ३. वाफ निर्मिती ४. विद्युत् निर्मिती.

परिशिष्ट ३ : काही उपयुक्त पुस्तके

1) Direct Use of The Sun's Energy : Farrington Daniels (Ballantine Books)
2) Solar energy– An awakning science : Daniel Beherman
3) Sun Power, an introduction to the applications of Solar Energy : J. C. McVeish

खनीज तेलांचे भाव कडाडल्यापासून उर्जासमस्या प्रकर्षाने जाणवू लागली. रॉकेल, पेट्रोल, डिझेलची टंचाई किंवा भाववाढ असे तिचे रोज जाणवणारे स्वरूप. परंतु याशिवाय लाकूडफाटयाच्या टंचाईच्या रूपाने आपल्या खेडयां-मध्ये एक वेगळीच उर्जा समस्या चोर पावलांनी आली आहे. अफाट जंगल तोडीचे तर इतरही अनिष्ट परिणाम दिसू लागले आहेत.

अशा या देशव्यापी उर्जासमस्येवर तातडीचा व लांब पल्याचा तोडगा काढण्यासाठी अनेक प्रयत्न चालू आहेत. पण या प्रयत्नांची, नवीन तंत्र-ज्ञानाची, त्यामागील शास्त्रीय तत्त्वांची माहिती अधिकाधिक लोकांपर्यंत पोचल्याशिवाय या तंत्राचा प्रसार होणे शक्य नाही. अशा तऱ्हेच्या माहितीचा प्रसार करण्याच्या उद्देशाने लोकविज्ञान संघटनेने उर्जा समस्येवरील ही पुस्तिकामाला प्रकाशित करण्याचे योजले आहे. त्यातील ही पहिली पुस्तिका आहे.

सौर उर्जेवरील ही पुस्तिका या विषयातील जिज्ञासूंना प्रारंभिक माहिती पुरविण्याच्या हेतूने लिहिली आहे. शास्त्राची विशेष पार्श्वभूमी नसताना-देखील या विषयात कुतुहल वाटावे अशा हेतूने ही पुस्तिका लिहिली आहे. त्यामुळे फार तांत्रिक माहिती टाळली आहे. परंतु जिज्ञासूंसाठी काही उपयुक्त पत्ते व पुस्तकांची नावे दिली आहेत.

घरच्या घरी बनवता येण्यासारख्या सोलर कूकरची कृती पुस्तिकेत दिली आहे.

या पुस्तिकेवरील अभिप्राय आपण लोकविज्ञान संघटनेला कळविल्यास पुस्तिका अधिक उपयुक्त आणि रंजक करण्यास आपली मदत होईल.

लोक विज्ञान प्रकाशन

किंमत रु. ~~१-२५~~ २/८०