१ सूर्यप्रकाश

सौरशक्ती म्हणजे सूर्यप्रकाशातील ऊर्जा आणि सजीव तिचा कायमच उपयोग करत आले आहेत. सौरशक्ती ही आपल्याकडे असणारी जवळ जवळ एकमेव ऊर्जा आहे.

हिरवी झाडे सूर्यप्रकाशातील ऊर्जा वापरून पाण्यातील हायड्रोजन आणि प्राणवायू या दोन घटकांचे विघटन करतात. हवेतील कर्बद्धिप्राणील वायु (कार्बन डायॉक्साइड) , हायड्रोजन आणि पाण्यातील खनिजे यापासून वनस्पतींमधील सर्व घटक बनतात. याचा मनुष्यप्राण्यांसहित सर्व प्राण्यांना अन्न म्हणून उपयोग होतो. आपण वापरत असलेले सर्व लाकूडही यातूनच मिळते.

पाण्याचे विघटन झाल्यावर निर्माण झालेला प्राणवायू हवेत मिसळला जातो. मानवासकट सर्वच प्राणी जिवंत रहाण्यासाठी श्वासातून याचा वापर करतात.

लक्षावधी वर्षांपूर्वी अस्तित्वात असणारी हिरवी झाडे जमिनीखाली गाडली जाऊन त्यापासून कोळसा तयार झाला. समुद्रातील अतिसूक्ष्म हिरव्या वनस्पतींवर जगणारे समुद्रातील जे सूक्ष्म जीव जमिनीखाली गाडले गेले, त्यांचे खनिज तेल आणि नैसर्गिक वायूत रूपांतर झाले. अशा तऱ्हेने, ऊर्जेसाठी आपण वापरत असलेले खनिज तेल, वायु आणि कोळसा हे सर्व पुरातन काळातील सूर्यप्रकाशापासूनच बनलेले आहे.

सूर्यप्रकाशातील उष्णतेमुळे हवा गरम होते, पण हवेच्या निरनिराळ्या थरांना दिवसाच्या आणि वर्षाच्या निरनिराळ्या वेळी कमी अधिक सूर्यप्रकाश मिळतो म्हणून तिचे तापमानही सर्वत्र एकसारखेच नसते. याचाच अर्थ गरम आणि थंड हवेचे मोठमोठे विभाग असतात. गरम हवा ही थंड हवेपेक्षा वजनाने हलकी असते, म्हणून गरम हवा वर चढते आणि थंड हवा तिची खालची जागा घेते. म्हणजे अशा प्रकारे सूर्यप्रकाशामुळेच वारा निर्माण होतो आणि त्यापासून आपल्याला ऊर्जा मिळू शकते.

सूर्यप्रकाशाने सागरातील पाण्याची वाफ होते आणि ती ढगांच्या स्वरूपात हवेत जमते. योग्य परिस्थितीत ढगातील द्रवाचे पाण्याचे मोठे बिंदू बनतात आणि पावसाच्या रूपात खाली येतात. जमिनीवरून पावसाचे पाणी परत सागराला जाऊन मिळते. वहाणाऱ्या नद्या आणि धबधबे यामधूनही आपल्याला ऊर्जा मिळते.

यावरून, आपल्याला मिळणाऱ्या जवळ जवळ सर्वच ऊर्जेचा उगम सूर्यापासूनच झाला आहे हे तुमच्या लक्षात येईल.

परंतू आजकाल आपण जेव्हा सौर शक्तीबद्दल बोलतो, तेव्हा आपण या सर्वाचा विचार मांडत नसतो. पृथ्वीवर पोचणारा सूर्यप्रकाश आणि सूर्याची उष्णता याबद्दल आपण बोलत असतो. यावेळी पाऊस, वारा, कोळसा, खनिज तेल किंवा जिवंत वनस्पती यांचा विचार आपल्याला अभिप्रेत नसतो. फक्त सूर्यप्रकाश- म्हणजे सूर्याची मूळस्वरूपातील ऊर्जा असाच याचा अर्थ असतो.

सूर्याकडून पृथ्वीकडे मोठ्याप्रमाणावर ऊर्जा येत असते. दर वर्षी सूर्यप्रकाशाच्या स्वरूपात पृथ्वीला सूर्याकडून मिळणारी ऊर्जा, ही संपूर्ण पृथ्वीवरील कोळसा, खनिज तेल आणि वायु यांच्यातील एकत्रित ऊर्जेच्या १३० पट असते.

शिवाय सूर्याकडून एवढी ऊर्जा आपल्याला दरवर्षी मिळत असते, इतकेच नव्हे तर अनेक वर्षांपासून ती आपल्याला मिळतच आहे. शास्त्रज्ञांचा याबाबतचा अंदाज खरा असेल तर यापुढील ५० ते ६० कोटी वर्षांपर्यंत सूर्याकडून असा पुरवठा होतच राहील.

अर्थात, यापैकी काही सौरऊर्जा वातावरणाचे तापमान वाढून त्यामुळे वारा आणि वादळे निर्माण होण्यासाठी खर्ची पडते. सागराच्या पाण्याची वाफ बनवण्यासाठीही यातील काही ऊर्जेचा वापर होतो. वनस्पती याचे काही प्रमाणात शोषण करतात. या सर्वांसाठी सूर्यप्रकाशाच्या एका लहानशा अंशाचाच उपयोग केला जातो. बहुतेक सर्व सूर्यप्रकाश पृथ्वीच शोषून घेते.

अर्थात, पृथ्वी जो सूर्यप्रकाश शोषून घेते तो काही वाया जात नाही. त्यामुळे पृथ्वीचे तापमान वाढते. सूर्यप्रकाशाशिवाय पृथ्वी फारच थंड राहिली असती. सर्वच गोष्टी मग गोठल्या असत्या आणि जीवसृष्टी अशक्य झाली असती.

जर सूर्याची ऊर्जा कायम शोषली जात राहिली असती, तर पृथ्वीचे तापमान कायम वाढत जाऊन सर्व गोष्टी वितळून, उकळू लागल्या असत्या आणि जीवसृष्टी नष्ट झाली असती. सुदैवाने, दिवसा शोषून घेतलेली ऊर्जा पृथ्वी रात्रीच्या वेळी अवकाशात सोडून देते.

दिवसा आलेली ऊर्जा आणि रात्री बाहेर टाकलेली ऊर्जा यातील समतोलामुळे सबंध पृथ्वीचे तापमान योग्य तेवढेच राखले जाते.

आपण सूर्याकडून येणाऱ्या या ऊर्जेपैकी काही ऊर्जेचा वापर केला अशी कल्पना करा. त्यामुळे हा समतोल ढासळून त्यापासून काही हानी होईल का?

नाही. त्याने ही ऊर्जा संपणार नाही. ऊर्जा कधीच संपत नाही. आपण केवळ तिचे स्वरूप बदलतो, आणि तिची अखेर नेहमी उष्णतेतच होते. आपण सूर्याकडून येणाऱ्या काही ऊर्जेचा वापर केला, तरी त्यामुळे पृथ्वीचे तापमान वाढेलच- पण त्याआधी आपण तिचा उपयोग केला असेल.

हे एखाद्या धबधब्याखाली आंघोळ केल्यासारखे होईल. आपण साबण लावू आणि धबधब्याच्या पाण्याने ते धुतले जाईल. आपली आंघोळ झाली तरी देखील ते पाणी खालच्या नदीत वहात जाईलच. त्या पाण्याने नदी पूर्वीप्रमाणेच वहात राहील- पण त्या आधी आपण पाणी वापरले असेल इतकेच.

अर्थात, तसा आपण सूर्याचा उपयोग करून घेतोच. थंडीच्या दिवसात आपण सूर्यप्रकाशात जाऊन बसतो, आणि रस्त्याच्या ऊन्हाच्या बाजूने चालतो. त्यामुळे आपल्याला उष्णता मिळून छान उबदार वाटते.

थंड प्रदेशातील घरे पुरातन कालापासून दक्षिणेकडे तोंड करून बांधलेली असत, म्हणजे त्यांना अधिक सूर्यप्रकाश मिळे. हिवाळ्यात, सूर्य जेव्हा आकाशात कमी ऊंचीवर असतो, आणि ऊब मिळवणे फारच मोलाचे असते, तेव्हा घरांच्या दक्षिणेकडून सूर्यप्रकाश चांगल्या तऱ्हेने पकडता येई.

सूर्यप्रकाश येण्यासाठी म्हणून घर जर उघडे असेल, तर त्यातून थंड वारा, पाऊस आणि बर्फ देखील आत येईल. रोमन साम्राज्याच्या काळात घराच्या उघड्या भागांना पारदर्शक काच लावण्याची प्रथा सुरू झाली. यातून सूर्यप्रकाश आत येत असे , पण धूळ, वारा आणि खराब हवामान बाहेरच राखले जाई.

रोममधील ज्या लोकांना अशी काच लावणे परवडत असे, त्यांची घरे हिवाळ्यात अधिक उबदार रहात असत. सूर्यप्रकाश आत येऊन त्याने आतली हवा गरम होई, पण ती गरम हवा परत बाहेर मात्र जाऊ शकत नसे.

गरम हवेतील उष्णता इन्फ्रारेड लहरींच्या स्वरूपात बाहेर टाकली जाते. या लहरी थोड्याफार प्रकाश किरणांसारख्याच असतात. (वर्णपटातील लाल रंगाच्या खालील रंगाला इन्फ्रारेड असे म्हणतात.) या इन्फ्रारेड लहरी लांब असतात आणि त्यांचा आपल्या डोळ्यांवर परिणाम होत नाही म्हणून त्या आपल्याला दिसत नाहीत. सूर्यापासून येणाऱ्या, डोळ्याला दिसणाऱ्या, कमी लांबीच्या लहरी काचेतून घरात येऊ शकतात, पण अधिक लांबीच्या इन्फ्रारेड लहरी काचेतून बाहेर जाऊ शकत नाहीत. त्यामुळेही घरातील ऊब टिकून रहाते.

रोमच्या लोकांनी वनस्पतींची वाढ होण्यासाठीही काचेची घरे बांधली होती. बाहेरचे वातावरण जरी थंड असले तरी सूर्याची ऊष्णता आत रोखली गेल्यामुळे या घरात त्यांची चांगली वाढ होत असे. अशा काचेच्या घरांना 'हरित गृह' असे नाव आहे कारण, बाहेरच्या वातावरणातील थंडीमुळे बाहेर फारशी झाडे झुडपे नसली , तरीही आतील झाडांमुळे ही घरे छान हिरवी दिसतात.

काचेत (किंवा अशा प्रकारच्या काही इतर पदार्थात) ज्या प्रकारे उष्णता रोखून धरली जाते त्याला 'हरित गृहासारखा परिणाम' (ग्रीन हाऊस इफेक्ट) असेच नाव आहे.

रोमन साम्राज्याच्या अस्तानंतर हरितगृहेही विस्मरणातच गेली, पण आता आधुनिक काळात त्यांचा परत एकदा वापर सुरू झाला आहे.

२ आरसे आणि सौर कुकर

सूर्याचे किरण एकत्रित करून त्यांना लहानशा जागेत कोंबण्याचे काही मार्ग आहेत का? म्हणजे त्या लहानशा जागेत अधिक ऊर्जा एकवटेल, तिथले तापमान वाढेल आणि त्या ऊर्जेचा अधिक फायदेशीर वापर करता येईल.

प्राचीन ग्रीक आणि प्राचीन चिनी लोकांनी असा शोध लावला होता की, एखाद्या चकचकीत धातूच्या अंतर्वक्र तुकड्यातून प्रकाश परावर्तित केला, तर सूर्याचे किरण एकत्रित करता येतात. एरवी सूर्याचे किरण एकमेकांना समांतर अशा पद्धतीने येतात, पण यात प्रत्येक किरण केंद्रबिंदूकडे परावर्तित केला जाऊन ते सर्व एकत्रित येतात. हे परावर्तित किरण ज्या एका विशिष्ठ ठिकाणी एकत्रित होतात, त्याला 'फोकस' असे म्हणतात (या लॅटिन शब्दाचा अर्थ आहे 'फायरप्लेस' किंवा शेगडी). या ठिकाणचे तापमान इतके वाढते, की चटकन जळणाऱ्या म्हणजे ज्वालाग्राही पदार्थांना सहज आग लागू शकते.

यासाठी पहिल्याने वापरण्यात आलेले आरसे अर्धगोलाकार होते. यात सूर्यकिरण एकाच बिंदूपाशी एकवटत नव्हते. इसवी सनापूर्वी सुमारे २३० च्या सुमारास, डोसिथियूस नावाच्या ग्रीक गणितज्ञाने असे दाखवून दिले की अर्धगोलाकाराऐवजी अर्धलंबवर्तुळाकार (पॅराबोलॉइड) आरसा यासाठी अधिक उपयोगी ठरतो.

अर्धलंबवर्तुळाकार आरशाच्या अंतर्भागातून परावर्तित झालेले सूर्यकिरण 'फोकस'च्या बिंदूपाशी तीव्रतेने एकवटतात. अशा बिंदूचे तापमान खरोखरच खूप उच्च असते.

जर अर्धलंबवर्तुळाकार आरशाची वक्रता बिनचूक असेल आणि त्यातून सर्व प्रकाश परावर्तित झाला तर त्याच्या केंद्रबिंदूचे तापमान सूर्याच्या पृष्ठभागावरील तापमानाइतके असते हे आता आपल्याला माहित आहे. हे तापमान ६,००० अंश सेल्शियस (१०,००० अंश फॅरनहाइट) असेल. या तापमानात जळण्यासारखे सर्वकाही जळून जाईल, आणि जे जळण्यासारखे नसेल ते वितळून उकळू लागेल. अशा आरशांना 'सौर भट्ट्या' (सोलर फर्नेस) असे म्हणतात.

प्राचीन ग्रीक लोक असे आरसे बनवू शकले नाहीत; अगदी अलीकडच्या काळापर्यंत कोणालाच ते बनवता आले नव्हते. तरीही आर्किमिडीज हा ग्रीक गणितज्ञ उत्कृष्ठ आरसे बनवत असे, असे म्हणत असत. सिरॅक्युज या सिसिलीच्या किनाऱ्यावरील त्याच्या शहराला इ.स.पूर्व २१४ साली जेव्हा रोमच्या जहाजांनी वेढा घातला होता, त्यावेळी त्याने आरशांच्या सहाय्याने प्रकाश परावर्तित करून रोमच्या जहाजांना आग लावली होती असे सांगितले जाते.

आर्किमिडीज बद्दलची ही कथा कदाचित खरी नसेलही, पण युद्धात सौर शक्तीचा वापर करण्याच्या शक्यतेसंबंधी लोकांनी त्या सुमारास विचार सुरू केला होता हे यावरून दिसून येते.

इ.स.१००० च्या सुमारास, अल् हाझेन नावाचा अरबी मुसलमान शास्त्रज्ञ इजिप्तमधे रहात असे. त्याने प्रकाशासंबंधी एक पुस्तक लिहिले होते आणि त्यात त्याने प्रकाश किरणांच्या एकत्रीकरणासाठी अर्धलंबवर्तुळाकार आरशांचे वर्णन केले होते. इ.स.१२५० च्या सुमारास रॉजर बेकन या इंग्लंडमधील विद्धानाने अल् हाझेनचे पुस्तक वाचले होते आणि अशा प्रकारचे अर्धलंबवर्तुळाकार आरसे, मुसलमान सैन्य ख्रिश्चन सैन्याविरुद्ध अस्त्रे म्हणून वापरण्याची शक्यता त्याने निदर्शनास आणली होती. ख्रिश्चनांनी ते त्याअगोदरच विकसित करावेत असेही त्याने सुचवले होते. युद्धासाठी असे आरसे कधीच बनवण्यात आले नाहीत, पण असे लहान आरसे मात्र बनवण्यात आले. धातुचे लहान तुकडे वितळवण्यासाठी त्यांचा उपयोग केला जात असे. दूर अंतरावरून देखील नुकसान करू शकतील अशा तऱ्हेचे मोठे आरसे तयार करणे हे फारच कठिण काम होते.

परंतू, सूर्यप्रकाशातील उष्णता एकत्रित करण्याचे अन्य मार्गही होते. रोमच्या हरितगृहांचा नव्याने शोध लावल्यानंतर त्या कल्पनेचा उपयोग करून घेण्यात आला.

१७६७ साली होरॅस द सोस्युर या स्विस शास्त्रज्ञाने एकात एक बसणाऱ्या काचेच्या डब्यांचा आराखडा बनवला. बाहेरच्या प्रत्येक डब्यापेक्षा आतल्या डब्यात अधिक उष्णता टिकून राही, आणि सर्वात आतल्या डब्यात पाणी उकळू शकेल इतके त्याचे तापमान असे.

अशा डब्यांकडे बऱ्याच वेळा 'एक नवलाईची वस्तू' म्हणूनच पाहिले जात असे. १८३० साली जॉन हर्षल नावाचा इंग्लंडमधील खगोलशास्त्रज्ञ दक्षिण आफ्रिकेतील एका ठिकाणी ताऱ्यांचा अभ्यास करत होता. तिथे रहात असताना, त्याने अशा तऱ्हेचा केवळ सूर्यप्रकाशावर चालणारा एक सौर कुकर बनवला होता आणि त्यात तो आपला स्वयंपाक करत असे.

अर्थात, असे वक्र आरसे किंवा सौर कुकर बनवणे हे एक गुंतागुंतीचे काम होते. त्यापेक्षा जेव्हा स्वयंपाकासाठी किंवा धातू वितळवण्यासाठी उष्णतेची गरज भासेल त्यावेळी लाकूड किंवा कोळसा जाळणे हे अधिक सोयीचे होते आणि बहुतेक जण तेच करत असत.

१७६१ साली जेम्स वॅट या स्कॉटिश इंजिनियरने एक चांगल्यापैकी वाफेचे इंजिन बनवले. या इंजिनात लाकूड किंवा कोळसा जाळून निर्माण झालेली उष्णता एका धातूच्या पात्रातील पाणी उकळण्यासाठी वापरली जात असे. मग तयार झालेली वाफ प्रसरण पावत असे. या प्रसरणामुळे धातूचे दांडे इकडे तिकडे हलवले जात. या दांड्यांमुळे चाके फिरत आणि यंत्रे चालत.

अशा वाफेच्या इंजिनात वरचेवर बदल करून त्यात बऱ्याच सुधारणा करण्यात आल्या. १८०० सालापर्यंत इंग्लंडमधे सुमारे ५०० वाफेची इंजिने काम करत होती. हळू हळू त्यांचा युरोपमधे आणि अमेरिकेतही प्रसार झाला.

आतापर्यंत जे काम मनुष्यांना आणि इतर प्राण्यांना आपली शक्ती वापरून करावे लागे ते अनेक प्रकारचे काम ही वाफेची यंत्रे करू लागली. बोटींची वल्ही आणि चाके फिरवून ही वाफेवर चालणारी जहाजे वारा आणि प्रवाहांच्या उलट दिशेने देखील प्रवास करू शकत. तसेच चाके फिरवल्याने आगगाड्या रुळांवरून धावू शकत.

वाफेच्या इंजिनांनी औद्योगिक क्रांती घडवून आणली आणि मनुष्याच्या आयुष्यात मोठाच बदल झाला.

वाफेची इंजिने चालण्यासाठी लाकूड अगर कोळसा सारखाच जाळावा लागे. परंतू काही ठिकाणी जवळपास पुरेसे लाकूड अथवा कोळसा उपलब्ध नसे. मग बराच खर्च करून लाकूड आणि कोळसा दूरवरून आणावा लागे. वाफ बनवण्याचा दुसरा काही सोयीचा मार्ग असेल का?

पाणी उकळण्यासाठी सूर्यप्रकाशातील ऊर्जा वापरून वाफेची निर्मिती करता येईल का? अशा तऱ्हेने एखादे सौर इंजिन बनवता आले तर सूर्यप्रकाशाचा उपयोग करून घेता येईल. सूर्यप्रकाश सर्वत्र असतो आणि त्यासाठी काही खर्चही येत नाही म्हणून ते फारच फायदेशीर वाटते.

प्राचीन काळी देखील सूर्याचा अशा प्रकारे उपयोग केला जात असे. हिरो नावाच्या ग्रीक इंजिनियरने रोमन साम्राज्याच्या काळात एका नळीने जोडलेल्या दोन पात्रांचा आराखडा तयार केला होता. एका पात्राच्या तळाशी पाणी होते, आणि त्या तळातून निघालेली नळी दुसऱ्या पात्राच्या वरच्या भागाला जोडलेली असे. पाणी असलेले पात्र जर उन्हात ठेवले, तर आतली हवा प्रसरण पावे आणि त्यामुळे आतील पाणी नळीतून वरच्या दुसऱ्या पात्रात ढकलले जाई.

या प्रकारे, सूर्यप्रकाशाचा वापर करून पाणी वर चढवले जाई. अर्थात, हिरोचे हे यंत्र म्हणजे केवळ एक खेळणे होते.

त्याचप्रमाणे सूर्यप्रकाशाने हवा प्रसरण पावून ती ऑर्गनच्या नळ्यांमधून गेल्याने त्यातून संगीताचे सूर निघू शकत. प्राचीन काळातील काही पुतळ्यांवर उगवत्या सूर्याचे किरण पडले की त्यातून सूर ऐकू येत असत. भाविकांना हा चमत्कार वाटत असे, पण खरे म्हणजे ही प्रसरण पावणारी हवाच होती.

ऑगस्टिन मुशो नावाचा फ्रेंच गृहस्थ हा सौर इंजिनात स्वारस्य असणारा पहिला आधुनिक शास्त्रज्ञ ठरतो. १८६१ साली सौर कुकरच्या डब्यांवर वक्र आरशांच्या वापराने एकत्रित केलेले सूर्यकिरण एकवटून पाठवण्याने या डब्यांचे तापमान आणखी वाढवण्यात त्याला यश आले.

हिरोप्रमाणेच पाणी वर चढवण्यासाठी त्याने या उपकरणाचा वापर केला, मात्र हे तो मोठ्या प्रमाणावर आणि अधिक गतीने करू शकला. हर्षलप्रमाणेच अन्न शिजवण्यासाठी आणि दारू उकळून त्यातून अल्कोहोल मिळवण्यासाठीही त्याने याचा उपयोग केला.

वाफेचे इंजिन चालवण्यासाठी पुरेसे पाणी चटकन उकळता येईल असे सौर डबे बनवण्यात मुशोला यश येईपर्यंत १८६६ साल उजाडले.

त्याचे हे यंत्र खूप मोठे आणि अवजड तर होतेच शिवाय फ्रान्समधे सूर्य काही नेहमीच तळपत नसे. विशेषत: हिवाळ्यात बरेच दिवस ढगाळ असत. त्यामुळे बहुतेक वेळा मुशोला हे सौर इंजिन वापरण्याची संधीच मिळत नसे.

म्हणून मग मुशो उत्तर आफ्रिकेतील अल्जिरिया या फ्रेंच वसाहतीत गेला. तिथे खूपच चांगला सूर्यप्रकाश होता. आणि महत्वाचे म्हणजे तिथे कोळसा नव्हता, म्हणून सौर इंजिने तिथे अधिकच उपयोगी झाली असती. उत्तर आफ्रिकेत त्याने अनेक सौर इंजिने बनवली आणि त्यांचा वेगवेगळ्या कारणांसाठी वापर केला गेला.

ही सौर इंजिने वापरणे जरी शक्य होते तरी नेहमीच्या वाफेच्या इंजिनांच्या मानाने ती बरीच महाग होती.

सूर्यप्रकाश मोफत मिळतो म्हणून हे तसे आश्चर्यकारक वाटते ना? परंतू या इंजिनाचे भाग काही मोफत मिळत नाहीत. सूर्यप्रकाश एकवटण्यासाठी आवश्यक असणारा वक्र आरसा खूपच महाग असतो आणि तो सहज खराब होऊ शकतो. शिवाय, त्याचे तोंड सूर्याकडे रहावे यासाठी तो कायम फिरवावा लागे आणि हे त्रासदायक काम होते.

सूर्यप्रकाश एकवटावा लागणार नाही असे काही करता येईल का? सूर्यकिरण एकवटण्याऐवजी नेहमीच्या सूर्यप्रकाशातून मिळणाऱ्या कमी तापमानाचा उपयोग करून घेता आला तर?

पाण्यापेक्षा कमी तापमानाला उकळेल असे एखादे द्रव उकळण्यासाठी असे कमी तापमान उपयोगी ठरू शकेल. उदाहरणार्थ, अमोनिया -३३ अंश सेल्शियसला (-२८ अंश फॅरनहाइट) उकळतो. तो वायुरूपातच असतो, पण दबावाखालील वायुचे द्रवरूप होऊ शकते. मग नेहमीच्या सूर्यप्रकाशात थोडेसे तापवल्यावर देखील तो परत वायुरूप होईल. अमोनिया वायुचे प्रसरण होऊन त्यामुळे वाफेचेच काम होईल.

चार्ल्स ए. ए. तेलिये या फ्रेंच इंजिनियरने सर्वप्रथम असे कमी तापमानाचे सौर इंजिन तयार केले. फ्रान्सच्या हवामानात त्याचा फारसा उपयोग होणार नाही हे ही त्याच्या लक्षात आले, आणि अशी इंजिने आफ्रिकेत चांगल्या प्रकारे काम करू शकतील असे दाखविणारे एक पुस्तक त्याने १८९० साली प्रसिद्ध केले.

विसाव्या शतकाच्या सुरवातीला नैऋत्य अमेरिकेच्या वाळवंटी प्रदेशात अशाच तऱ्हेची कमी तापमानावर चालणारी सौर इंजिने बनवण्यात आली. या प्रकारचे सर्वात मोठे आणि सर्वोत्तम इंजिन फ्रँक शुमन नावाच्या अमेरिकन

इंजिनियरने आफ्रिकेत तयार केले होते. अशा इंजिनांचे भवितव्य उज्वल आहे असे वाटत असतानाच १९१४ साली पहिले जागतिक युद्ध सुरू झाले आणि त्याच्या आशा धुळीला मिळाल्या. हे युद्ध संपण्यापूर्वीच शुमन मरण पावला. नेहमीच्या वाफेच्या इंजिनात सुधारणा करण्यात येऊन ती अधिक चांगली होत होती ही सौर इंजिनांपुढील खरी समस्या होती. शिवाय, इंधनाचे नवे स्त्रोतही सापडले होते.

पहिल्या जागतिक युद्धानंतर इंधन म्हणून खनिज तेलाचा वापर अधिकाधिक वाढला होता. हे कोळशाहून खूप अधिक सोयीचे होते आणि त्याच्या तुलनेत वापरण्यास याहून बरीच कठिण असणारी सौर इंजिने बनवण्याचा प्रयत्न करण्यात फारसा अर्थ दिसत नव्हता.

३ गरम पाणी

पाण्याचा वापर करण्यासाठी दरवेळी ते उकळण्याची गरज नसते. काही वेळा पाणी केवळ कोमट असणे पुरेसे असते. उदाहरणार्थ, अगदी थंड पाण्यात आंघोळ करणे फारसे सुखाचे नसले, तरी अतिशय गरम पाण्यात आंघोळ करणे त्याहून त्रासदायक होते. आंघोळीला सर्वसाधारण गरम पाणी सर्वात चांगले वाटते. हे फक्त आंघोळीसाठीच खरे आहे असे नव्हे तर हाताने भांडी घासण्यासाठी आणि कपडे धुण्यासाठीही ते योग्य ठरते.

तरीही, धुण्यासाठी जरी कोमट पाणी हवे असले, तरी ते कोणत्या तरी प्रकारे तापवावे लागतेच. धुण्यासाठी बरेच पाणी वापरावे लागते, म्हणून यासाठी मोठीच चूल पेटवून ती बराच वेळ चालू ठेवावी लागते.

आता ही चूल पेटती ठेवण्यासाठी लाकूड तोडणे किंवा कोळसा आणणे हे कष्टाचेच काम आहे आणि त्याचा खर्चही बराच असतो. याच कारणासाठी गेल्या शतकात 'धुण्यासाठी' म्हणून आठवड्यातला एक दिवस ठरवण्यात येत असे आणि अशा प्रकारचे कष्टाचे सर्व काम त्या एका दिवशीच उरकून घेण्यात येत असे. शिवाय लोक आठवड्यातून एक दिवसच गरम पाण्याची आंघोळ करत असत.

पण जर हे काम सूर्याने केले तर? सूर्यप्रकाशात ठेवलेले टाकीभर पाणी कोमट होईलच, नाही का?

होय, पण त्याला बराच वेळ -जवळ जवळ अर्धा दिवस- लागेल, आणि ढग आले, किंवा विशेषत: रात्र पडली तर पाणी लगेच थंड होईल.

यासाठी क्लॅरेन्स एम् केंप नावाच्या अमेरिकन संशोधकाने आतून मऊ, उबदार कापड लावलेल्या एका डब्यात पाण्याची उंच नळकांड्यासारखी भांडी ठेवली ज्यामुळे उष्णता चटकन बाहेर जाण्यास अटकाव होईल. या डब्याच्या वरच्या बाजूला काच होती. हा एक प्रकारचा सौर बंबच होता असे म्हणायला हरकत नाही.

काचेतून आत आलेल्या सूर्यप्रकाशाने पाणी गरम होई, आणि उबदार कापडामुळे ही उष्णता सहजासहजी बाहेर पडत नसे. आतली बाजू लवकर गरम होई आणि अधिक वेळ तशीच राही. अशा तऱ्हेचे सौर बंब लोकांनी आपल्या घराच्या छतावर, सूर्यप्रकाश मिळेल अशा ठिकाणी ठेवायला सुरवात केली. नळातून हे पाणी घरात आणले जाई, जसजसे गरम पाणी वापरले जाई तसतसे वरच्या टाकीत आणखी थंड पाणी तापवण्यासाठी भरले जाई.

तरीही, काचेमुळे रात्रीच्या वेळी, थंड हवेत हे पाणी चटकन थंड होई आणि सकाळच्या वेळी कधीच गरम पाणी मिळत नसे.

१९०९ साली विल्यम जे बेली या अमेरिकन इंजिनियरने यावर एक उपाय शोधून काढला. छतावरच्या टाकीत वेटोळे करून बसवलेल्या नळात थोडेसेच पाणी राहील अशी त्याने व्यवस्था केली. हे थोडेसेच पाणी असल्याने ते

चटकन तापत असे. त्यानंतर दुसऱ्या नळाने ते स्वयंपाकघरातील टाकीत आणून साठवले जात असे. या टाकीला, ज्यातून उष्णता चटकन बाहेर पडणार नाही, अशा प्रकारचे वेष्टण, सर्व बाजूंनी लावलेले असे.

दिवसभरात अधिकाधिक गरम पाणी स्वयंपाकघरातील टाकीत साठवले जाई. रात्रीच्या वेळी त्यात भर पडत नसे, पण टाकीत असलेले पाणी खूपच संथगतीने थंड होई, म्हणून सकाळच्या वेळी आंघोळीसाठी आणि धुण्यासाठी गरम पाणी मिळे. दिवस वर येईल तसे आणखी गरम पाणी या टाकीत येऊन पडे.

अर्थातच, ज्याठिकाणी खूप सूर्यप्रकाश असतो आणि तापमानही बरेच असते, अशा ठिकाणी याचा चांगला उपयोग होई. अधिक सूर्यप्रकाश म्हणजे अधिक गरम पाणी आणि अधिक तापमानात पाणी अधिक काळ गरम राही. याच कारणाने दक्षिण कॅलिफोर्नियासारख्या प्रदेशात सौर बंब विशेष लोकप्रिय झाले. हीच कल्पना ॲरिझोना,न्यु मेक्सिको आणि नंतर फ्लॉरिडातही प्रसारित झाली.

पण तरीही, इतर प्रगत साधनांमुळे सौर बंबांची मागणी कमीच झाली.

उदाहरणार्थ, नैसर्गिक वायुचे नवे साठे शोधण्यात आले. त्यामुळे अधिक नैसर्गिक वायु, पूर्वीपेक्षा बऱ्याच स्वस्त किमतीला उपलब्ध झाला. पाणी तापवण्यासाठी लाकूड तोडण्याची किंवा कोळसा वाहून नेण्याची आता आवश्यकता नव्हती. पाण्याच्या टाकीखाली एक गॅसची शेगडी बसवली की काम झाले. गॅस सुरू करून पेटवला की पाणी तापे. या पद्धतीने, रात्रीच्या वेळी, ढग असताना, हिवाळ्यात – जेव्हा जेव्हा गरम पाणी हवे असेल त्यावेळी ते मिळे.

शिवाय, या गरम पाण्याच्या टाकीला एक तापमान नियंत्रक (थर्मोस्टॅट) ही बसवता येई. ही यंत्रणा तापमानातील बदलांवर आधारित असते.   टाकीतील पाण्याचे तापमान पुरेसे कमी झाले, तर ही यंत्रणा गॅसची शेगडी आपोआप सुरू करे. तापमान पुरेसे वाढले की ते अशा तऱ्हेने कार्य करे की त्यामुळे गॅस आपोआप बंद होई. अशा प्रकारे, पाण्याचे तापमान कधीच फार थंड किंवा अति गरम न होता योग्य तेवढेच राखले जाई.

कालांतराने, विजेचे बंब आल्यावर, गॅस गळतीचा किंवा गॅसच्या स्फोटाचाही धोका न राहता, गरम पाणी मिळू लागले.

शिवाय मग गरम पाणी सहजपणे मिळू लागल्यावर, लोकांनी भांडी आणि कपडे धुण्याची स्वयंचलित यंत्रे विकत घेतली आणि घरात आणखी न्हाणीघरे बांधली. त्यामुळे त्यांची गरम पाण्याची गरज आता सौर बंबांनी भागण्यासारखी राहिली नाही.

१९४५ साली थांबलेल्या दुसऱ्या जागतिक युद्धानंतर खनिज तेल आणि नैसर्गिक वायु यांच्या वापरात एकदम खूपच मोठी वाढ झाली. युद्धाच्या काळात लोकांनी लष्कराच्या वापरासाठी इंधनाची बचत करणे महत्वाचे मानले होते, पण युद्धबंदीनंतर आपण याबाबत चैन करायला हरकत नाही अशी त्यांची मानसिकता झाली.

तशातच, मध्यपूर्वेच्या परिसरात खनिज तेलाच्या मोठ्या साठ्याचा शोध लागला आणि आवश्यकतेपेक्षा कितीतरी अधिक प्रमाणात खनिज तेल आणि नैसर्गिक वायु उपलब्ध असल्याचे चित्र दिसू लागले. खनिज तेलाच्या या नव्या भट्ट्या घरात बसवल्यामुळे लोकांना हवी तेवढी उष्णता मिळण्यात आता काहीच अडचण नव्हती. कोळसा आणायला

नको आणि राखही उचलून टाकायला नको. एकदा का टाकीत खनिज तेल भरले की तापमान नियंत्रक पुढचे सर्व काम करत असे.

१९५० आणि १९६० च्या दशकात खनिज तेल जितके स्वस्त होते तितके ते एरवी कधीच नव्हते, मग सौर ऊर्जेत कोणालाच स्वारस्य उरले नाही. आता त्याची गरजच राहिली नव्हती.

४ अणु शक्ती आणि खनिज तेल

दुसऱ्या जागतिक युद्धानंतर, मध्य पूर्वेतील खनिज तेलाचे साठे हे सौर ऊर्जेची जगातील गरज नाहीशी होण्याचे काही एकमेव कारण नव्हते.

काही वर्षांपूर्वी, म्हणजे १८९६ सालीच असा शोध लागला होता की युरेनियम आणि थोरियम यासारख्या पदार्थांच्या अणूतून अतिसूक्ष्म कण बाहेर टाकले जातात. याला 'किरणोत्सर्ग' असे म्हणतात. त्याकाळी माहित असलेल्या अणूंपैकी हे सर्वात जास्त गुंतागुंतीचे अणू होते. हे कण अणूंहून बरेच लहान होते म्हणून त्यांना 'परमाणू' (सब ॲटॉमिक पार्टिकल्स) असे नाव दिले गेले.

या प्रक्रियेत युरेनियम आणि थोरियमच्या प्रत्येक अणूतून आश्चर्य वाटेल इतक्या मोठ्या प्रमाणावर उष्णता बाहेर फेकली जाते. खनिज तेल, कोळसा किंवा लाकूड यांच्या प्रत्येक अणूचा हवेतील प्राणवायुशी संयोग होऊन होणाऱ्या ज्वलनातून जितकी उष्णता निर्माण होईल त्याहून ही उष्णता कितीतरी अधिक होती.

किरणोत्सर्गातून निर्माण होणारी उष्णता ही अणूच्या गाभ्यात (न्युक्लीयस), म्हणजे अणूच्या केंद्रस्थानी असणाऱ्या सूक्ष्म घटकात होणाऱ्या बदलांमुळे उत्पन्न होते. म्हणून याला 'अणूऊर्जा' असेच म्हंटले जाते.

बरीच वर्षे अणूऊर्जा महत्वाची आहे असे वाटत नसे, कारण जरी प्रत्येक अणूत ती आश्चर्य वाटण्याएवढ्या प्रमाणात असली तरी एका वेळी फारच थोड्या अणूत असे बदल घडत असत. यामुळे थोडेसे लाकूड जाळल्याने मिळणारी **एकूण** ऊर्जा ही थोड्याशा युरेनियम मधून मिळणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा अधिक असे.

परंतू १९३१ साली शास्त्रज्ञांना आश्चर्य वाटेल असा एक शोध लागला की, न्युट्रॉन नावाच्या अणूहूनही लहान अशा एका कणाची जर युरेनियमच्या अणूंशी टक्कर झाली तर वेगळ्याच प्रकारच्या घटना घडतात. युरेनियम च्या अणूने जर तो न्युट्रॉन कण शोषून घेतला तर त्याचे जवळ जवळ दोन सारखेच भाग होतात. याला युरेनियमचे विभाजन (फिशन) असे म्हणतात.

या विभाजनाच्या प्रक्रियेत अनेक न्युट्रॉन बाहेर पडतात. यापैकी प्रत्येक न्युट्रॉन युरेनियमच्या आणखी एका अणूवर आपटू शकतो आणि त्याने होणाऱ्या विभाजनाने आणखी अनेक न्युट्रॉन कण बाहेर पडतात. हे अतिशय जलद गतीने होते आणि क्षणार्धात युरेनियमच्या अब्जावधी अणूंचे विभाजन होऊ लागते.

अशा तऱ्हेने विभाजन झालेल्या युरेनियमच्या अणूतून, केवळ न्युट्रॉन बाहेर टाकणाऱ्या अणूपेक्षा अधिक ऊर्जा मिळते. जर युरेनियमच्या अनेक अणूंचे विभाजन होत असेल तर त्यातून प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा निर्माण होते.

हे विभाजन 'युरेनियम २३५' या नावाच्या विशिष्ठ आणि सहज न मिळणाऱ्या युरेनियम मधेच घडून येते. दुसऱ्या जागतिक युद्धाच्या काळात अमेरिकेने 'युरेनियम २३५' कशा प्रकारे एकवटला असता ही विभाजनाची शृंखला कार्यान्वित होईल हे शोधून काढले. विभाजित होणारे अणू केवळ क्षणार्धासाठीच, त्यांच्यातील ऊर्जा मोठ्या प्रमाणात वाढेपर्यंत, घट्टपणे एकत्रित ठेवले. त्या एका क्षणार्धानंतर, 'अणू बॉम्ब' चा स्फोट होईल इतकी प्रचंड ऊर्जा त्यात जमा झाली. १९४५ साली अशा अणू बॉम्बचा प्रथम स्फोट केला गेला.

दुसऱ्या जागतिक युद्धानंतर अमेरिका (आणि इतर देशांनीही) स्फोट न होऊनही युरेनियम चे विभाजन कसे घडवून आणता येईल हे शोधून काढले. युरेनियमच्या अणूंचे व्यवस्थित रितीने विभाजन होत गेले, त्यातून खूप मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा निर्माण झाली आणि ती अनेक कारणांसाठी वापरणे शक्य झाले.

१९५० आणि १९६० च्या दशकात जगभर सर्वत्र अणू ऊर्जेचे प्रकल्प बांधण्यात आले आणि २००० सालापर्यंत, युरेनियमचे विभाजन हा जगातील ऊर्जा मिळवण्याचा एक महत्वाचा मार्ग ठरेल असे बऱ्याच लोकांना वाटू लागले.

पण त्यानंतर युरेनियम आणि खनिज तेल या दोन्ही बाबतीत अनेक अडचणी येऊ लागल्या.

युरेनियमच्या विभाजनाच्या संदर्भात किरणोत्सर्गाच्या अडचणी होत्या. परमाणू धोकादायक होते. तसेच विभाजन होणाऱ्या अणूंमधून निघणारे क्ष किरण आणि गामा किरण ही धोकादायक होते. (या प्रकाशलहरीं प्रमाणेच,पण कमी लांबीच्या आणि त्याहून खूपच अधिक धोकादायक लहरी होत्या)

अर्थात, या धोकादायक विभाजनाची नीट काळजी घेता येते आणि अणू ऊर्जा प्रकल्पातील कोणाचाच किरणोत्सर्गाने मृत्यु झालेला नाही. तरीही सुरक्षेच्या दृष्टीने हे प्रकल्प बांधताना बरीच काळजी घ्यावी लागते आणि त्यात अनेक सुरक्षा यंत्रणा बसवाव्या लागतात. यामुळे अणू ऊर्जेचे प्रकल्प खूपच महागडे ठरतात आणि ते बांधायला बराच वेळ लागतो.

तरी देखील बऱ्याच लोकांना त्यांची भीती वाटते आणि ते अणू ऊर्जा प्रकल्प बांधण्याच्याच विरुद्ध आहेत.

तसेच युरेनियमच्या अणूचे दोन भाग झाल्यानंतर त्यातून शिल्लक रहाणारे अणूचे लहान भागही किरणोत्सर्गी असतात आणि त्यातून अनेक वर्षांपर्यंत धोकादायक परमाणूंचे कण बाहेर पडतच रहातात. हा 'किरणोत्सर्गी कचरा' कोणत्याही मार्गाने, कधीही जमिनीत, नदीत किंवा हवेत मिसळला जाणार नाही अशा तऱ्हेने पुरून त्याची विल्हेवाट लावावी लागते. जसजसा अधिकाधिक किरणोत्सर्गी कचरा निर्माण होत जातो त्याप्रमाणे त्याची सुरक्षितपणे विल्हेवाट लावता येणार नाही असे काही लोकांचे मत आहे. अखेर एक दिवस हे किरणोत्सर्गाचे विष जगभर पसरेल अशी त्यांना भीती वाटते.

खनिज तेलाबाबतची सर्वात मोठी अडचण म्हणजे हे साठे संपण्याच्या मार्गावर आहेत.

१९५० आणि १९६० च्या दशकात जेव्हा मुबलक प्रमाणात ऊर्जा उपलब्ध असण्याचा काळ होता त्यावेळी याचा विचार करायला बहुतेक लोकांची तयारीच नव्हती, वास्तविक पाहता जमिनीखाली आता फारसे खनिज तेल शिल्लक नाही. दरवर्षी जगात खनिज तेलाचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होत गेला आणि दरवर्षी हे प्रमाण वाढतच गेले. ज्या दराने खनिज तेल वापरले जात आहे, त्यावरून २००० सालानंतर फार काळ ते उपलब्ध राहील असे दिसत नाही.

अमेरिकेने इतर कोणत्याही देशापेक्षा अधिक खनिज तेल खोदून काढले होते आणि तसेच ते इतर कोणत्याही देशापेक्षा अधिक प्रमाणात वापरलेही होते. पण त्यांनाही १९७० पासून खनिज तेलाची कमतरता भासू लागली. त्यांनी मिळवलेल्या खनिज तेलाची कमाल मर्यादा गाठल्यानंतर दरवर्षी त्याचा पुरवठा कमी कमी होऊ लागला. परंतू त्यांचा खनिज तेलाचा वापर मात्र वाढतच गेला, आणि त्यांना मध्यपूर्वेतील देशांकडून खनिज तेल आयात करण्यास सुरवात करावी लागली.

काही काळपर्यंत हे सर्व ठीक चालले होते, परंतू मध्यपूर्वेत अशांतता होती. १९२० सालापासून हे देश मुख्यत्वे इंग्लंड आणि फ्रान्स या देशांच्या अधिपत्याखाली होते, पण दुसऱ्या जागतिक युद्धानंतर मध्यपूर्वेतील देश स्वतंत्र झाले. त्यांनी आपल्या खनिज तेलाच्या विहिरी ताब्यात घेतल्या आणि आपला संघ बनवून तेलाच्या किमती वाढवल्या.

१९७३ च्या अखेरीस काही काळ मध्यपूर्वेतील देशांनी अमेरिका आणि इतर काही देशांवर बहिष्कार घालून त्यांना तेलाचा पुरवठा करण्यास मनाई केली. अमेरिकेत लगेचच पेट्रोलसाठी रांगा लागल्या आणि अत्यावश्यक अशा ऊर्जेसाठी ते परक्या देशांवर किती अवलंबून आहेत हे अमेरिकेतील लोकांच्या लक्षात आले. शिवाय आणखी महत्वाची गोष्ट म्हणजे, या बहिष्कारानंतर खनिज तेलाची किंमत जलद गतीने वाढू लागली आणि ते खरोखरच फार महाग झाले.

आता स्वस्त किमतीला मुबलक ऊर्जा मिळण्याचे दिवस संपुष्टात आले होते आणि खनिज तेल काही दशकांनंतर फार काळ उपलब्ध रहाणार नाही हे अधिकाधिक लोकांच्या लक्षात येऊ लागले. पण पुढे काय?

अणूऊर्जा प्रकल्पांची निर्मिती करत रहाणे हा एक मार्ग होता. परंतू अमेरिकेतील पेन्सिल्व्हानिया राज्यातील थ्री माइल आयलंड या ठिकाणच्या अणूऊर्जा केंद्रात १९७९ साली झालेल्या एका अपघातानंतर (या अपघातात मनुष्यहानी झाली नव्हती, तरीही) बऱ्याच लोकांना अशा प्रकल्पांची आणखीच भीती वाटू लागली.

अद्याप मुबलक कोळसा उपलब्ध असल्याने त्याचा वापर वाढवणे हा आणखी एक मार्ग होऊ शकतो. परंतू कोळसा खाणीतून काढणे आणि हव्या त्या ठिकाणी वाहून नेणे हे तसे कठिण काम आहे. तो जाळल्याने हवेचे प्रदूषण होते (तसेच ते खनिज तेल जाळण्यानेही होते). शिवाय, कोळसा आणि खनिज तेल जाळले असता, यातून कर्बद्विप्राणील वायु (कार्बन डायॉक्साइड) हा वायु उत्पन्न होतो. हवेतील कर्बद्विप्राणील वायुचे प्रमाण काही अंशाने जरी वाढले, तरी त्यामुळे पृथ्वीच्या हवामानात वाईट तऱ्हेचे बदल घडून येतील असे अनेक शास्त्रज्ञांचे मत आहे.

वारा, नद्यांचे प्रवाह, सागराची भरती-ओहोटी, पृथ्वीच्या खोल अंतरंगातील उष्णता हे ऊर्जेचे इतरही काही स्त्रोत आहेत. प्रत्येकात काहीतरी उणिवा आहेतच आणि ते सर्व मिळूनही पुरेसे पडणार नाहीत.

अणूचे एकीकरण किंवा संयोग ही भविष्यातील एक शक्यता आहे. युरेनियमची आवश्यकता नसणारी ही एक वेगळ्या प्रकारची अणू ऊर्जा आहे. हायड्रोजनचे लहान अणू फोडून त्यातून हेलियमचे त्यामानाने मोठे अणू बनताना ही निर्माण होते. अति शक्तिशाली हायड्रोजन बॉम्ब बनवताना या एकीकरणातील ऊर्जेचा वापर केला जातो.

विभाजनापेक्षा एकीकरणातून अधिक ऊर्जा आणि कमी किरणोत्सर्ग निर्माण होतो. हायड्रोजन मिळवणे आणि तो हाताळणेही सोपे असते, शिवाय, यासाठी आपल्याकडे अब्जावधी वर्षे पुरेल इतका, आवश्यक तो हायड्रोजन उपलब्ध आहे.

एकीकरणातून आपण प्रचंड बॉम्ब तयार करू शकतो, पण या एकीकरणावर नियंत्रण ठेवून त्यातून सुरक्षितपणे आणि संथगतीने ऊर्जा मिळवणे आपल्याला जमलेले नाही. कदाचित लवकरच आपण ते ही शिकून घेऊ, परंतू गेली तीस वर्षे शास्त्रज्ञ या प्रश्नाचा अभ्यास करत आहेत आणि अद्याप तरी त्यांना यात यश आलेले नाही.

एकीकरणाचा हा प्रश्न उलगडण्याची वाट पहात असताना, अन्य काही मार्ग आहे का?

हो, सूर्याची शक्ती तर आहेच. सूर्य कायम तळपत असतो, आणि स्वस्तातील खनिज तेल मिळेपर्यंत ही सौरशक्ती वापरण्यासंदर्भात बरीच प्रगति करण्यात आली होती. आता त्याकडे परत जावे का?

पाणी तापवण्यासाठी आणि घरे उबदार ठेवण्यासाठी, तसेच काही यंत्रे चालवण्यासाठी जर आपण सौर ऊर्जेचा वापर केला, तर आपली खनिज तेलाची गरज निश्चितच कमी होईल.

आपण त्यापेक्षाही अधिक काही करू शकू. आजकाल ऊर्जेच्या बहुतेक सर्व गरजांसाठी आपण विजेचा वापर करतो, करण वीज सर्वच दृष्टींनी वापरण्यास सर्वात सोपी असते.

सामान्यत: चुंबकाच्या दोन ध्रुवांदरम्यान प्रचंड मोठी चाके फिरवून विजेची निर्मिती केली जाते. नायगाराच्या धबधब्याप्रमाणे जलद गतीने पडणाऱ्या पाण्याने अशी चाके फिरवली जाऊ शकतात. पण बऱ्याच वेळा कोळसा किंवा खनिज तेल जाळून तापवलेल्या पाण्याच्या वाफेच्या शक्तीने हे केले जाते.

वीज निर्मितीसाठी, वाफेने चाके फिरावीत म्हणून पाणी उकळण्यासाठी, सौर शक्तीचा उपयोग करता येईल का? कदाचित याची आवश्यकता भासणार नाही. कदाचित यापेक्षा सोपा आणि चांगला मार्ग असू शकेल.

५ सौर घट

अणूच्या केंद्रस्थानातील गाभ्याबाहेर 'इलेक्ट्रॉन' नावाचे (ऋण विद्युतभार असणारे अणूमधील सूक्ष्म बिंदू, विद्युतपरमाणू) एक किंवा अनेक सूक्ष्म कण असतात. हे 'इलेक्ट्रॉन' जेव्हा मोकळे होतात आणि एका अणूकडून दुसऱ्या अणूकडे प्रवास करतात, तेव्हा विजेचा प्रवाह तयार होतो.

विशिष्ठ प्रकारच्या अणूंमधील 'इलेक्ट्रॉन' मोकळे व्हावेत यासाठी आवश्यक असणारी ऊर्जा सूर्यप्रकाशात पुरेशा प्रमाणात असते. मग त्या प्रकारचे अणू असणाऱ्या पदार्थातून सूर्यप्रकाशात विजेचा प्रवाह उत्पन्न होऊ शकेल.

इलेक्ट्रॉन संबंधी काही माहिती होण्यापूर्वीच शास्त्रज्ञांनी प्रकाश आणि विद्युत यातील संबंधाचा शोध लावला होता. १८७३ साली विलबी स्मिथ या रसायनशास्त्रज्ञाने योगायोगाने असा शोध लावला होता की सेलेनियम या धातूवर उजेड पडला असता त्यातून विद्युत प्रवाहाचे वहन होते. अंधारात मात्र यातून विद्युतप्रवाहाचे वहन होऊ शकत नाही. या विजेचे प्रमाण अगदी कमी असल्याने केवळ एक मजेची गोष्ट म्हणूनच त्याकडे पाहिले गेले. कालांतराने मात्र याचे वेगवेगळे उपयोग सापडले.

उदाहरणार्थ, नियंत्रक उपकरणात (इलेक्ट्रिक आय) सेलेनियमचा उपयोग करता येतो. या उपकरणात एका छोट्या डबीतून सर्व हवा काढून घेतलेली असते म्हणजे ती निर्वात केलेली असते. यातील धातूच्या पृष्ठभागावर सेलेनियमचा एक थर दिलेला असतो. जेव्हा यावर प्रकाश पडतो तेव्हा सेलेनियम मधून इलेक्ट्रॉन बाहेर पडतात आणि त्यातून एक छोटासा विद्युत प्रवाह बाहेर पडतो. या विद्युतप्रवाहाने अशी एखादी मोठी विजेची यंत्रणा सुरू होऊ शकते की ज्यामुळे दार उघडण्यासाठी स्प्रिंगसारखी योजना असताना देखील ते दार बंद राहू शकते.

अशा तऱ्हेचा एखादा नियंत्रक एखाद्या दालनाच्या एका बाजूला, प्रवेशद्वाराजवळ बसवला आहे, आणि दालनाच्या दुसऱ्या बाजूने एका लहानशा दिव्याने नियंत्रकावर उजेड पडतो आहे, अशी कल्पना करा. जोपर्यंत हा उजेड येतो तोपर्यंत दरवाजा बंद रहातो. पण एखादी व्यक्ती जर त्या दरवाजाकडे येत असेल, तर त्याच्या शरीराने हा विजेचा प्रवाह अडवला जातो. मग या नियंत्रकातील विजेचा प्रवाह थांबतो आणि ती व्यक्ती तेथून जाताना दरवाजा उघडतो.

असा नियंत्रक हे 'फोटो इलेक्ट्रिक सेल' चे एक उदाहरण आहे; यातील 'फोटो' या ग्रीक शब्दाचा अर्थ आहे 'प्रकाश'. जर अशा नियंत्रकाचे कार्य त्यावर सूर्यप्रकाश पडल्याने होत असेल तर त्याला सौर घट असे म्हणतात.

बराच काळपर्यंत अशा तऱ्हेच्या यंत्रणा केवळ 'मॅजिक आय' सारख्या लहानशा नियंत्रकांसाठीच वापरल्या जात असत, कारण त्यातून लहानसा विजेचा प्रवाहच निर्माण होत असे. उदाहरणार्थ, सेलेनियमवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशातील ऊर्जेपैकी एक टक्याहूनही कमी प्रकाशाचे विजेत रूपांतर होते.

दरम्यान, विजेच्या प्रवाहांचे नियंत्रण करणे आणि त्याची क्षमता व स्वरूप शीघ्र गतीने आणि सूक्ष्म रूपात बदलणे या प्रश्नावर शास्त्रज्ञ बराच काळ संशोधन करत होते.

जवळ जवळ शतकभर निर्वात केलेले विजेचे दिवे वापरात होते. या दिव्यांमधे धातूच्या सूक्ष्म तारा असतात, आणि जेव्हा यातील एकच तार तापवली असेल तेव्हा अशा निर्वात पोकळीतील इलेक्ट्रॉन एका धातूकडून दुसऱ्या धातूच्या तारेकडे पाठवता येत असत. या धातूच्या तारांचे गुणधर्म बाहेरून बदलून त्यामुळे इलेक्ट्रॉनचा प्रवाह जलद किंवा संथ करता येत असे. अशा तऱ्हेने इलेक्ट्रॉनच्या प्रवाहात अतिजलद गतीने बदल घडवून आणण्यानेच रेडियो,

टेलिव्हिजन (दूरदर्शन) आणि इतर इलेक्ट्रॉनिक यंत्रणा बनवणे शक्य झाले. काचेच्या विजेच्या दिव्यांना (बल्ब) सामान्यपणे 'रेडियो ट्युब' असेच म्हंटले जाते.

१९४८ साली असा शोध लावण्यात आला की, एरवी विजेचा प्रवाह वाहून न नेणाऱ्या काही पदार्थांमधील इलेक्ट्रॉन काढून टाकता येतात आणि त्यानंतर मात्र यातून विजेचा प्रवाह चांगल्या तऱ्हेने वाहून नेला जातो, म्हणून त्यांना 'सेमी-कंडक्टर' असे नाव देण्यात आले.

असे सेमी-कंडक्टर जर अतिशय शुद्ध अशा पदार्थांचे, त्यात अतिशय लहान प्रमाणात इतर काही अणू मिसळून बनवले असतील, तर त्यातील इलेक्ट्रॉन सहजपणे, चटकन मोकळे होतात आणि त्यांच्यावर नियंत्रणही ठेवता येते. रेडियो ट्युबमधील इलेक्ट्रॉनप्रमाणेच यांची गतीही सहज बदलता येते. अशा सेमीकंडक्टरच्या उपकरणांना 'ट्रॅन्झिस्टर' असे म्हणतात. हळू हळू ट्युबची जागा या ट्रॅन्झिस्टरनी घेतली.

ट्युबप्रमाणे हे ट्रॅन्झिस्टर गरम करण्याची गरज नव्हती, त्यामुळे ही उपकरणे चटकन सुरू होत असत. ट्रॅन्झिस्टर कणखर होते, ते मोडत नसत तसेच झिजतही नसत. सर्वात महत्वाचे म्हणजे ते ट्युबपेक्षा बरेच लहानही होते.

ज्या उपकरणात असे ट्रॅन्झिस्टर वापरले जात ती उपकरणे पूर्वीहून खूपच लहान आकारात बनवता येऊ लागली. खिशात मावणारे रेडियो किंवा संगणक (कॉम्प्युटर) छोट्याशा बॅटरीवर चालतात कारण ट्युबपेक्षा ट्रॅन्झिस्टर चालण्यासाठी खूपच कमी विद्युतप्रवाहाची गरज असते.

१९५० सालापर्यंत बऱ्याच शास्त्रज्ञांना ट्रॅन्झिस्टरमधे खूपच स्वारस्य निर्माण झाले होते.

ज्यापासून ट्रॅन्झिस्टर बनवता येतात त्यापैकी एक पदार्थ म्हणजे 'सिलिकॉन'. हा सर्वत्र नेहमी आढळणारा पदार्थ आहे, उपलब्धतेच्या बाबतीत याचा पृथ्वीवर दुसरा क्रमांक लागेल. आपल्या आजुबाजूच्या खडकात आणि वाळूमधे सुमारे एक चतुर्थांश भाग सिलिकॉन असते.

१९५४ साली अमेरिकेतील 'बेल टेलिफोन लॅबोरेटरी'त (सिलिकॉन येथेच प्रथम बनवण्यात आले) काही शास्त्रज्ञ सिलिकॉनच्या कार्यात आणखी सुधारणा करण्याच्या प्रयत्नात होते. सिलिकॉनवर प्रकाश पडला असता, विजेचा प्रवाह उत्पन्न होतो असे योगायोगानेच त्यांच्या लक्षात आले.

सेलेनियमपेक्षा सिलिकॉन याबाबतीत सरस होता. सिलिकॉनवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशातील ऊर्जेपैकी सुमारे ४ टक्क्यांचे विजेत रूपांतर होत होते. सेलेनियमच्या मानाने ही कार्यक्षमता ५ पट अधिक होती.

शास्त्रज्ञांनी सिलिकॉनसंबंधीचे संशोधन चालूच ठेवले, त्यात सूक्ष्म प्रमाणात इतर पदार्थांचे मिश्रण करून बनवलेल्या एका नमुन्यातून सूर्यप्रकाशाच्या ऊर्जेपैकी १६ टक्के भागाचे विजेत रूपांतर होत होते.

अर्थात यात एक अडचण होतीच.

जगातील एक चतुर्थांश खडक आणि वाळूत असणारे सिलिकॉनचे अणू प्राणवायुच्या अणूंशी घट्टपणे बांधलेले असतात. हे बंध सोडवून केवळ सिलिकॉनचे अणू मोकळे करणे हे खूपच कठिण काम आहे, त्यासाठी बराच काळ, बराच प्रयत्न आणि बरीच ऊर्जाही लागते.

या पद्धतीने मिळवलेले सिलिकॉन खूपच महाग असते. मग एकदा असे एकगठ्ठा सिलिकॉन उपलब्ध झाले की त्याचे अतिशय पातळ असे पापुद्रे काढून त्यात योग्य त्या प्रमाणात इतर पदार्थ मिसळावे लागतात. त्याला आणखी खर्च

येतो. अखेर, सिलिकॉनच्या एका सौर घटातून, सेलेनियमपेक्षा अधिक असली तरी, लहान प्रमाणात वीज उत्पन्न होते. आपल्या बहुतेक गरजांसाठी पुरेशी वीज मिळण्यासाठी असे अनेक सौरघट एकत्रितपणे कार्यरत असावे लागतील.

अंतराळात मात्र सिलिकॉनच्या सौरघटांची उपयुक्तता सिद्ध झाली आहे.

१९५७ पासून रशिया आणि अमेरिकेने अंतराळात पृथ्वीभोवती फिरणारे कृत्रिम उपग्रह सोडण्यास सुरवात केली. त्यानंतर त्यांनी चंद्रावर आणि इतर ग्रहांकडे शोधयाने पाठवण्यास सुरवात केली; शनि या पृथ्वीपासून ८० कोटी मैल दूर असणाऱ्या ग्रहाकडे देखील असे शोधयान पाठवण्यात आले.

या कृत्रिम उपग्रहांना व शोधयानांना त्यावरील उपकरणांचे काम चालू ठेवण्यासाठी, तसेच पृथ्वीच्या संपर्कात रहाण्यासाठी रेडियो चालू रहावेत म्हणूनही ऊर्जेची आवश्यकता होती. असा ऊर्जेचा पुरवठा करणाऱ्या उपकरणाचे वजन कमी असणे गरजेचे होते, शिवाय एकदा अवकाशात गेल्यावर त्यातून अनेक वर्षे ऊर्जा मिळणेही जरूर होते. सौर घट हे याचे नेमके उत्तर दिसत होते. अमेरिकेने कृत्रिम उपग्रहांना ऊर्जा मिळण्यासाठी यांचा उपयोग केला आणि हा प्रयोग चांगल्या तऱ्हेने यशस्वी झाला.

अर्थात उपग्रहांसाठी मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जेची गरज नव्हती हे एक कारण होते आणि दुसरे म्हणजे अंतराळात चालू शकेल असा ऊर्जेचा दुसरा कोणता स्त्रोतही नव्हता.

पृथ्वीवरील परिस्थिती मात्र निराळी होती. सौर घट, इतर ऊर्जा स्त्रोतांच्या चढाओढीत जिंकू शकत नव्हते. इतर मार्गांनी निर्माण केलेली वीज याहून पुष्कळच स्वस्त होती. १९६० आणि १९७० च्या दशकात सूर्यप्रकाशापासून मिळणारी वीज हे एक स्वप्नच राहिले.

६ वाळवंटे आणि अंतरिक्ष

११८० च्या दशकापासून दोन प्रकारांनी परिस्थिती बदलू लागली.

एक म्हणजे, खनिज तेलाच्या किमती सातत्याने वाढू लागल्या, आणि गरज वाढेल त्याप्रमाणात इतर इंधनही अधिकाधिक महाग होऊ लागले, हे स्वाभाविकच आहे.

त्याचबरोबर, शास्त्रज्ञ कमी किमतीत अधिक चांगले सौर घट बनवण्याचे मार्ग शोधून काढतील अशा शक्यताही वाढल्या. वीस वर्षांच्या काळात एका डॉलरला मिळणाऱ्या सौर ऊर्जेत जवळ जवळ २०० पटीने वाढ झाली आहे. तरीही इंधन जाळून मिळणाऱ्या पारंपारिक ऊर्जेशी तुलना करता ती शेकडो पटींनी महाग आहे. परंतू सौर ऊर्जा अधिकाधिक स्वस्तात मिळण्याची शक्यता आहे आणि पारंपारिक ऊर्जाही नक्कीच आणखी महाग होत जात आहे. अखेर एक दिवस सौर ऊर्जा वापरणे अधिक फायद्याचे ठरेल.

अर्थात सूर्यप्रकाशात मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा असली तरी ती सर्वत्र कमी प्रमाणात विखुरलेली आहे. पारंपारिक इंधनाशी तुलना करता सूर्यप्रकाशाची ही सर्वात मोठी अडचण आहे.

इंधनापासून जर मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा निर्माण करायची असेल, तर लाकूड, कोळसा किंवा खनिज तेल एका जागी साठवून ठेवता येते. सूर्यप्रकाशाच्या बाबतीत मात्र असे करता येत नाही. सूर्यप्रकाश एका लहानशा जागी जमा करून ठेवता येत नाही. खूप मोठ्या परिसरात तो जमवावा लागेल.

अमेरिकेच्या वापरासाठी पुरेशी वीज निर्माण करण्यासाठी हजारो चौरस मैल जमिनीवर सौर घट बसवावे लागतील. सर्व जगाला पुरेल एवढी वीज निर्माण करण्यासाठी तर त्याच्या दसपटीहून अधिक चौरस मैल प्रदेशात असे सौर घट असावे लागतील.

सुदैवाने पृथ्वीवर पुरेशी जमीन आहे. जगात लाखो चौरस मैल पसरलेली खूप सूर्यप्रकाश असणारी वाळवंटे आहेत, त्यांचा फारसा काही उपयोग केला जात नाहीच. सहारा वाळवंट संपूर्ण अमेरिकेएवढे मोठे आहे. सौदी अरब देश, इराण, पश्चिम ऑस्ट्रेलिया, नैऋत्य अमेरिका या आणि इतर काही भागात देखील मोठी वाळवंटे आहेत.

तरीही, या सर्व भागात सौर घट तयार करून बसवण्यासाठी पुष्कळच कष्ट, पैसा, आणि वेळ लागेल. जंगली जनावरे, आतंकवादी, आणि चोर लुटारूंपासून तसेच धुळीची वादळे आणि इतर नैसर्गिक आपत्तींपासूनही या सर्वांचे रक्षण करावे लागेल.

विशेष म्हणजे, सूर्यप्रकाशाचा विचार करता पृथ्वीच्या पृष्ठभागासंदर्भात इतरही काही अडचणी आहेत. काही परिस्थितीत सूर्याचा प्रकाश कमी होतो. वाळूच्या वादळांमुळे केवळ सौर घटांचे नुकसान होईल एवढेच नव्हे, तर त्यामुळे सूर्यप्रकाशही झाकला जाईल. ढग, दव, धुके, धूर या सर्वांमुळे सूर्यप्रकाश अडवला जाईल आणि त्यामुळे सौर ऊर्जेच्या उत्पादनात घट होईल.

ऊष्ण वाळवंटी प्रदेशात ढग वगैरेंची फारशी अडचण होणार नाही, आणि कदाचित वाळूची वादळेही वरचेवर होत नसतील. बहुतेक वेळा आकाश निरभ्र असेल आणि स्वच्छ सूर्यप्रकाश असेल अशी अपेक्षा करायला हरकत नाही.

तरीही, अगदी स्वच्छ हवेतही बराचसा सूर्यप्रकाश शोषून घेतला जातो. सूर्य जेव्हा डोक्यावर किंवा अधिक उंचीवर असतो, तेव्हा शोषणाचे प्रमाण कमी असते, पण जेव्हा तो आकाशात कमी उंचीवर असतो तेव्हा सूर्यप्रकाश जमिनीपर्यंत पोचण्यासाठी प्रथम तो हवेच्या जाड थरातून जावा लागतो, आणि तो अधिक प्रमाणात हवेत शोषून घेतला जातो. आणि अर्थात, रात्रीच्या वेळी तर सूर्यप्रकाश नसतोच.

बहुतेक वेळा दररोज दुपारच्या काही तासातच विजेची निर्मिती होऊ शकेल.

याहून अधिक काही करता येईल का?

काही लोकांना वाटते की याबाबत काहीतरी करता येईल.

समजा, आपण अवकाशात पृथ्वीच्या विषुववृत्तावर येईल अशा एखाद्या ठिकाणी खूप मोठ्या भागावर सौर घट लावले. असे एखादे अवकाशातील सौर ऊर्जा केंद्र सुमारे २२,००० मैल ऊंचीवर बसवले, तर ते २४ तासात पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा करेल. पृथ्वी देखील आपल्या आसाभोवती २४ तासात एक प्रदक्षिणा करते, म्हणजे नेमक्या या केंद्राच्या खाली असणाऱ्याच्या ते कायमच डोक्यावर असेल.

अवकाशातील असे सौर ऊर्जा केंद्र कायम सूर्यप्रकाशात राहील, कारण ते जरी सूर्याच्या संदर्भात पृथ्वीच्या विरूद्ध बाजूला गेले, तरी पृथ्वीचा आस कललेला असल्याने त्याच्यावर पृथ्वीची सावली पडणार नाही. फक्त २० मार्च आणि २३ सप्टेंबर या दिवस रात्रीचा काळ समान असणाऱ्या दोन दिवशीच रात्रीचे काही तास याच्यावर सावली असेल. संपूर्ण वर्षात केवळ दोन टक्के वेळच या केंद्राला सूर्यप्रकाश मिळणार नाही.

आणखी एक विशेष बाब म्हणजे अवकाशात वातावरण नसल्याने सूर्यप्रकाश शोषला जाणार नाही. तसेच तिथे जंगली प्राणी किंवा चोर लुटारू यांच्यापासूनही सौर घटांना धोका असणार नाही. तिथे जर काही धोका असलाच तर तो कधी काळी येणाऱ्या एखाद्या लहानशा उल्केपासून असू शकतो, पण ही अगदी क्वचित घडणारी घटना असेल.

सामान्यत: पृथ्वीवर एखाद्या सौरघटातून जेवढी ऊर्जा एका वर्षात मिळू शकेल त्याच्या सुमारे ६० पट ऊर्जा अशा अवकाशातील सौर ऊर्जा घटातून तेवढ्याच काळात मिळू शकेल.

अर्थात, अवकाशात निर्माण केलेली ऊर्जा पृथ्वीवर आणता आली तरच पृथ्वीवर त्याचा काही उपयोग होईल. एक मार्ग म्हणजे या विजेचे, रडारमधे वापरल्या जातात तशा प्रकारच्या लघु रेडियो लहरीत , म्हणजे 'मायक्रोवेव्हज' नावाच्या लघुलहरीत रूपांतर करणे. या लहरी पृथ्वीकडे पाठवता येतील, त्या एका विशिष्ठ प्रकारच्या 'रिसीव्हर' यंत्रणेत गोळा करून त्यांचे परत विजेत रूपांतर करता येईल. या लघुलहरी विशिष्ठ पद्धतीने एकत्रित केलेल्या किरणाच्या स्वरूपात पाठवण्यात आल्या तर त्या पकडण्याची यंत्रणा (रिसीव्हर) ही सूर्यप्रकाश पकडण्यासाठीच्या यंत्रणेपेक्षा आकाराने बरीच लहान करता येईल.

यापैकी काही ऊर्जा ही सूर्यप्रकाशाचे लघुलहरीत रूपांतर करण्यात आणि त्यांचे परत विजेत रूपांतर करण्यासाठी खर्ची पडेल, परंतू एका विशिष्ठ आकाराच्या रिसीव्हर यंत्रणेतून तेवढ्याच आकाराच्या पृथ्वीवरील सौरघटांपेक्षा कितीतरी अधिक प्रमाणात ऊर्जा मिळू शकेल.

या लघुलहरी धोकादायक असतील असे काही लोकांचे मत आहे. परंतू दाट लोकवस्तीपासून खूप दूरच्या प्रदेशात त्या एकत्रित करता येतील. तसेच, या लघुलहरी विरळ स्वरूपात आणता येतील किंवा एखादे विमान अनवधानाने त्यांच्या मार्गात आल्यास त्यांचे प्रक्षेपण पूर्णपणे थांबवताही येईल. पृथ्वीवरील ऊर्जा पूर्णपणे संपून जाण्याच्या धोक्यापेक्षा या लघुलहरींचा धोका निश्चितच कमी असेल.

अर्थात, असे थोडेसेच सौरघट बनवून काहीच फायदा होणार नाही. अवकाशातील प्रत्येक सौरघटाचे क्षेत्रफळ प्रचंड असावे लागेल. कदाचित ते अनेक चौरस मैलांइतके प्रचंडही असेल. आणि तरीही अशा एकट्या दुकट्या सौर ऊर्जा केंद्रामुळे पृथ्वीची ऊर्जेची गरज भागणार नाहीच. अशा डझनावारी ऊर्जाकेंद्रांची एक मोठी साखळीच पृथ्वीच्या विषुववृत्तावरील अवकाशात तयार करावी लागेल.

त्यासाठी अब्जावधी डॉलरचा खर्च करावा लागेल. पृथ्वीवरील लोक युद्धोपयोगी सामग्रीसाठी दरवर्षी अब्जावधी डॉलर सहजपणे खर्च करतात आणि मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा वापरली जाण्याशिवाय यातून दुसरे काहीच निष्पन्न होत नाही. कदाचित, पृथ्वीवर शांतता नांदण्याचा काही मार्ग जर आपण शोधून काढू शकलो, तर तोफा, रणगाडे, युद्धनौका आणि लष्करी विमाने या युद्धोपयोगी सामग्रीसाठी वाया जाणाऱ्या रकमेपैकी काही रक्कम खर्च करून आपणा सर्वांना पुरेशी ऊर्जा मिळण्याची तजवीज करता येईल.

अर्थात आपण केवळ सौर ऊर्जेवर अवलंबून रहावे असा याचा अर्थ नाही. अवकाशातील पहिले सौरऊर्जा केंद्र अंतराळात जाईपर्यंत कदाचित शास्त्रज्ञांना अणूच्या नियंत्रित एकीकरणाचा शोध लागला असेल. किंवा आपण वारा, भरती–ओहोटी, आणि असेच काही नवे सुधारित इतर मार्ग ऊर्जेसाठी वापरत असू.

आणि जर या सर्व ऊर्जास्त्रोतांपासून विजेची निर्मिती करता आली तर इतर सर्व काही मिळवता येईल. उदाहरणार्थ, आपल्याकडील इंधन कधीच संपणार नाही. विजेचा वापर करून पाण्यातील हायड्रोजन आणि प्राणवायुचे विभाजन करता येईल.

हायड्रोजन वस्तुत: एक चांगले इंधन आहे आणि जेव्हा ते जळते, तेव्हा त्याचा प्राणवायुशी संयोग होऊन परत पाणी तयार होते. यात केवळ वीजच खर्ची पडते, ती सूर्यप्रकाशातील ऊर्जेतून मिळते, आणि ती अब्जावधी वर्षे टिकेल.

हायड्रोजन निश्चितच स्फोटक आहे आणि वापरण्यास धोकादायकही. परंतू हायड्रोजन आणि हवेतील कर्बद्धिप्राणील वायुच्या (कार्बन डायॉक्साइड) संयोगातून 'मिथेन' नावाचा वायु बनवण्याचे मार्ग शोधून काढणे काही अशक्य नाही. हायड्रोजनपेक्षा याचे ज्वलन सुरक्षितपणे करता येते आणि याच्या ज्वलनातून, हे मुळात ज्यापासून बनले होते ते पाणी आणि कर्बद्धिप्राणील वायुच तयार होतो.

कायमच आपल्यासोबत असणाऱ्या सूर्याचा वापर करण्याचे धैर्य आणि दूरदृष्टी जर आपल्याकडे असेल, तर मानवजातीचे भवितव्य निश्चितच पूर्वी कधीच नव्हते इतके अधिक सुखावह असेल यात शंका नाही.