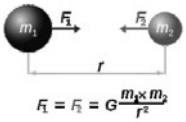
ब्रह्माण्ड की तेरह महत्वपूर्ण संख्याएँ

आशीष श्रीवास्तव

दैनिक जीवन में कुछ संख्याएं अत्यधिक महत्वपूर्ण होती हैं जिनका उपयोग हम प्रतिदिन करते हैं जैसे फोन नम्बर, आधार कार्ड संख्या, एटीएम पासवर्ड आदि। आपने कभी सोचा है कि कुछ गिनतियाँ ऐसी भी होंगी जो हमारे ब्रह्मांड से बावस्ता हैं। उनका ब्रह्मांड से गहरा संबंध है। ये संख्याएं हमारे ब्रह्मांड को पारिभाषित करती हैं। हमारे अस्तित्व को संभव बनाती है और ब्रह्मांड के अंत को भी तय करती है।

सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक

यह वर्ष 2014 एक महत्वपूर्ण वर्ष ना हो लेकिन 1665 इस वर्ष से बहुत बुरा था, विशेषत: लंदन वासियों के लिए। लंदन में बुबोनिक प्लेग फैला हुआ था, उस समय शहर से बाहर जाने के अतिरिक्त इस महामारी से बचने का कोई अन्य उपाय या औषधि ज्ञात नहीं थी। बादशाह चार्ल्स् द्वितीय (King Charles II) ने अपनी राजधानी लंदन से आक्सफोर्ड स्थानांतरित कर दी थी और कैंब्रिज विश्वविद्यालय बंद कर दिया गया था। कैंब्रिज विश्वविद्यालय के एक विद्यार्थी ने अपने गृहनगर वूल्सथोर्पे (Woolsthorpe) जाने का निश्चय किया और अपने अगले 18 महीने आधुनिक विज्ञान के लिये नये दरवाजे खोलने में बिताये, इस विद्यार्थी का नाम था आइजैक न्यूटन।



हम ऐसे तकनीकी युग में रह रहे है जिसमें संख्यात्मक(परिमाणात्मक) अनुमान नहीं लगाये जा सके तो जीना दूभर हो जाये और परिमाणात्मक अनुमान लगाने में शायद सबसे पहली सफलता न्यूटन के सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत(Universal Gravitation) से मिली थी। उनकी अवधारणा के अनुसार दो पिंडों में मध्य का गुरुत्वीय आकर्षण उनके द्रव्यमान के गुणनफल के आनुपातिक तथा उनके मध्य की दूरी के वर्ग के विलोमानुपातिक होता है। अपनी इस अवधारणा से न्यूटन ने पता लगाया कि किसी ग्रह की कक्षा एक दीर्घवृत्त (ellipse) के आकार की होती है जिसके एक केंद्र बिंदु (focus) पर सूर्य होता है। जोहानस केप्लर ने ग्रहों की कक्षा के बारे में यह अनुमान न्यूटन से पहले लगाया था लेकिन वह निरीक्षण पर आधारित था। न्यूटन ने यह अनुमान गणितीय गणनाओं और गुरुत्वाकर्षण के सिद्धांत के आधार पर लगाया था। उन्होंने इस गणना के लिये गणित की एक नयी शाखा कलन गणित(calculus) भी खोज निकाली थी। यह एक दिलचस्प तथ्य है कि इस लेख के तेरह स्थिरांकों में से गुरुत्वीय स्थिरांक (G) सबसे पहले खोजा गया है लेकिन इसका मान सबसे कम सटीक रूप से ज्ञात है। इसकी सटीकता में कमी का कारण यह है कि यह बल अन्य सभी मूलभूत बलों में सबसे कमजोर बल है। न्यूटन के लंदन छोड़कर जाने के तीन शताब्दियों बाद पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{24} किग्रा होने के बावजूद मानव इस बल को मात देते हुये एक रासायनिक राकेट के प्रयोग से प्रयोग द्वारा पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के बाहर एक उपग्रह स्पूतनिक कक्षा में भेजने में सफल हुआ था।

$$G=6.7\times10^{-11}(75)\ N.(m/kg)^2$$

प्रकाशगति

मध्ययुग में तोप के आविष्कार से यह सिद्ध हो गया था कि ध्वनि की गति सीमित है, तोप के गोले की रोशनी को, उसके विस्फोट की आवाज से पहले देखा जा सकता था। उसी के पश्चात बहुत से वैज्ञानिकों को जिनमें महान गैलीलियो भी शामिल थे लगने लगा था कि प्रकाशगति भी

सीमित होनी चाहिये। गैलीलियो ने इसे प्रमाणित करने के लिये दूरबीन और प्रकाश स्रोत लिये दूरी पर खड़े व्यक्तियों के साथ एक प्रयोग भी किया था लेकिन प्रकाश की अत्यधिक तेज गति और सत्रहवीं शताब्दी की तकनीकी सीमाओं के कारण यह प्रयोग असफल रहा था। उन्नीसवीं सदी के अंत तक तकनीक और प्रयोगविधियों में इतना विकास हो गया था कि प्रकाशगति को उसकी वास्तविक गति के 0.02 समीप मान तक माप लिया गया था। अलबर्ट मिशेलसन और एडवर्ड मार्ले ने दिखाया कि प्रकाशगति उसकी दिशा पर निर्भर नहीं करती है। इस प्रयोग के परिणामों में आइंस्टीन को उनके प्रसिद्ध कार्य सापेक्षतावाद के सिद्धांत के लिये मार्ग दिया जो कि 20 वीं सदी की सबसे महत्वपूर्ण खोज थी और शायद अब तक की भी। अक्सर यह कहा जाता है कि प्रकाश से तेज यात्रा असंभव है। यह सही है कि कोई भी भौतिक वस्तु प्रकाश से तेज यात्रा नहीं कर सकती लेकिन हमारे कम्प्यूटर प्रकाशगति के निकट गति से सूचना संसाधन करते हैं उसके बावजूद हम दस्तावेजों के डाउनलोड होने के लिये अधीरता से इंतजार करते हैं। प्रकाशगति तेज है लेकिन निराशा की गति उससे भी तेज है। C=299,792,458m/s

आदर्श गैस स्थिरांक

सत्रहवीं शताब्दी में वैज्ञानिकों को पदार्थ की तीन अवस्थाएँ ही ज्ञात थीं– ठोस, द्रव तथा गैस (चौथी अवस्था प्लाज्मा की खोज) इसके सदियों पश्चात हुई है। उस समय ठोस और द्रव के साथ प्रयोग करना गैस की तुलना में कठिन था क्योंकि ठोस या द्रव में किसी भी परिवर्तन को उस समय के उपकरणों से मापना आसान नहीं था। इसलिए अधिकतर प्रायोगिक वैज्ञानिक मूलभूत भौतिकी नियमों को खोजने के लिए प्रयोगों में गैस का प्रयोग करते थे। राबर्ट बायल शायद ऐसे पहले महान प्रायोगिक वैज्ञानिक थे और वे वर्तमान प्रायोगिक विधि की आधारशिला रखनेवालों में से हैं जिसमें किसी भी प्रयोग में एक या एकाधिक ही कारक में परिवर्तन कर अन्य कारकों पर परिवर्तन का मापन किया जाता है। पुनरावलोकन में यह प्रत्यक्ष दिखायी देता है लेकिन यह एक दूरदर्शिता भरा कदम था।

राबर्ट बायल ने गैस के दबाव और आयतन के मध्य संबंध को खोजा था, इसकी एक सदी बाद जैक्स चार्ल्स तथा जोसेफ गे लुसाक ने आयतन और तापमान के मध्य संबंध खोजा था। यह खोज सफ़ेद जैकेट पहनकर किसी वातानुकूलित प्रयोगशाला में आधुनिक उपकरणों के प्रयोग से नहीं हुई थी। इस प्रयोग के लिये गे–लुसाक एक गर्म हवा के गुब्बारे में तेईस हजार फ़ीट की ऊंचाई पर गये थे, जो कि उस समय का विश्व रिकार्ड था। बायल, चार्ल्स तथा गे–लुसाक के प्रयोगों के परिणामों को एक साथ सम्मिलित करने पर कहा जा सकता है कि किसी गैस की निश्चित मात्रा में तापमान, दबाव तथा आयतन के गुणनफल के अनुपात में होता है। इस अनुपात के स्थिरांक को आदर्श गैस स्थिरांक कहा जाता है। R=8.3144621(75) J/□K/□mol

परम शून्य

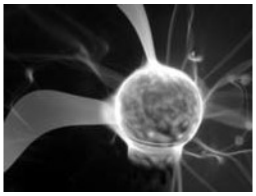
मानव प्रागैतिहासिक काल से ही अग्नि उत्पन्न कर उष्मा का प्रयोग कर रहा है लेकिन शीतलन आसान कार्य नहीं है। ब्रह्माण्ड को संपूर्ण रूप में लेने से पता चलता है कि ब्रह्माण्ड में यह कार्य बहुत ही सरलता से हुआ है, संपूर्ण ब्रह्माण्ड का औसत तापमान परम शून्य से कुछ ही डिग्री ज्यादा है। ब्रह्मांड का शीतलन भी उसी तरीके से हुआ है जो हम अपने घर के रेफ्रीजरेटर में करते हैं, गैस के विस्तार द्वारा। माइकल फैराडे जिन्हें विद्युत के अध्ययन के लिये जाना जाता है, ने गैस के विस्तार द्वारा शीतल तापमान की संभावना जतायी थी। फैराडे ने एक बंद परखनली में कुछ द्रव क्लोरीन का निर्माण किया था, जब इस परखनली को तोड़ा गया, क्लोरीन का दबाव कम हुआ और क्लोरीन तत्क्षण गैस में परिवर्तित हो गयी। फ़ैराडे ने पाया कि यदि दबाव कम करने पर द्रव गैस में परिवर्तित की जा सकती है तब गैस पर दबाव डाल कर गैस को द्रव में परिवर्तित किया जा सकता है जिसका तापमान कम होगा। यही प्रक्रिया रेफ्रीजरेटर में होती है, गैस को दबाव से संपीड़ित किया जाता है और उसे विस्तारित होने दिया जाता है जिससे वह अपने आसपास के पदार्थ को शीतल कर देती है। 20वीं सदी के प्रारंभ से ही वैज्ञानिक दबाव के द्वारा आक्सीजन, हायड्रोजन, हीलियम को द्रवित करने में सफल हो गये थे। इस प्रक्रिया में वे परम शून्य से कुछ डिग्री तक पहुंच गये थे। लेकिन गति से उष्मा प्राप्त होती है और लेजर तकनीक द्वारा परमाणुओं की गति रोकने से हम परम शून्य के पास एक डिग्री के लाखवें हिस्से पास तक शीतल तापमान प्राप्त कर चुके हैं जो कि –273.15°C से अल्पमात्रा में ही अधिक है। परम शून्य तक पहुंचना प्रकाशगति प्राप्त करने जैसा ही कठिन है। पदार्थ इस सीमा के समीप तक पहुंच सकता है लेकिन उसे कभी पा नहीं सकता है। परम शून्य न्यूनतम सम्भव ताप है तथा इससे कम कोई ताप संभव नहीं हैं । इस ताप पर गैसों के परमाणुओं की गति शून्य हो जाती हैं । इसे 0 केल्विन में दर्शाते हैं ।

एवेगाड्रो संख्या

रसायन शास्त्र के रहस्यों को उजागर करना किसी ताले को खोलने जैसा नहीं है। इस कार्य के लिये एक नहीं दो कुंजियाँ चाहिये होती है। प्रथम कुंजी है, परमाणु सिद्धांत, जिसे 19 वीं सदी के आरंभ में जान डाल्टन ने खोजी थी। प्रसिद्ध भौतिक वैज्ञानिक रिचर्ड फ़ेयनमैन

के अनुसार परमाणु सिद्धांत इतना महत्वपूर्ण है कि वह कहते हैं। ''किसी भी प्रलय की अवस्था में यदि समस्त वैज्ञानिक ज्ञान नष्ट होने वाला हो और अगली पीढ़ी के लिये उन्हें एक वाक्य में ज्ञान देना हो तो कौन सा वाक्य कम से कम शब्दों में अधिकतम ज्ञान रखेगा मुझे लगता है कि वह परमाणु सिद्धांत है, जिसके अनुसार सभी वस्तुएँ परमाणुओं से बनी है, ऐसे छोटे कण जो अविराम गतिमान रहते हैं।'' प्रकृति में 92 तत्व पाये जाते हैं जो कि ब्रह्मांड के समस्त साधारण पदार्थ का निर्माण करते हैं। लेकिन ब्रह्माण्ड का अधिकतर पदार्थ यौगिक है जिसमें भिन्न प्रकार के तत्वों का मिश्रण है। इस तरह से आधुनिक रसायन की दूसरी कुंजी है वह खोज है जिसके अनुसार हर यौगिक एक जैसे अणुओं से बना है। उदाहरण के लिये शुद्ध जल एक जैसे असंख्य H_2O अणुओं से बना है। लेकिन किसी आयतन में कुल कितने अणु हो सकते हैं हम किसी भी रासायनिक प्रक्रिया के परिणाम का अनुमान लगा सकते हैं, यह आधुनिक रसायनशास्त्र की एक बड़ी सफलता है। इटालयिन रसायन शास्त्री एमेडीओ एवेगाड्रो ने प्रस्ताव दिया कि समान तापमान और दबाव पर विभिन्न गैसों की समान मात्रा में समान संख्या में अणु होंगे। जब उन्होंने यह सिद्धांत प्रस्तावित किया तब उनकी काफी आलोचना हुई लेकिन इस सिद्धांत द्वारा रसायनशास्त्रियों को किसी रासायनिक प्रक्रिया के पहले और पश्चात में मात्रा के मापन द्वारा अणुओं की संरचना के अनुमान में सहायता मिली। एवेगाड्रो संख्या अर्थात 12 ग्राम कार्बन में परमाणुओं की संख्या को कहते हैं और यह लगभग 6 के पश्चात 23 शून्य है। इसे एक मोल में अणुओं की संख्या भी कहते हैंए रसायनशास्त्री इस इकाई का प्रयोग किसी पदार्थ की मात्रा के मापन में करते हैं। एवेगाड्रो संख्या : 6.022169×10^{23}

विद्युत और गुरुत्वाकर्षण की सापेक्ष क्षमता



शीतकालीन सुबह में जब आप किसी कालीन पर से गुजरते हैं तब आप इतनी स्थैतिक विद्युत ऊर्जा जमा कर लेते हैं कि छोटी छोटी वस्तुएँ आपके कपड़ों से चिपक जाती है या आपके शरीर के रोंये खड़े हो जाते हैं। यह दर्शाता है कि विद्युत ऊर्जा गुरुत्वीय ऊर्जा से कितनी ज्यादा शक्तिशाली है। पृथ्वी का समस्त द्रव्यमान आपके शरीर से चिपकी उन वस्तुओं को खींच रहा है लेकिन स्थैतिक विद्युत ऊर्जा का एक नन्हा सा भाग उसे मात दे रहा है, लेकिन यह भी अच्छा है कि विद्युत ऊर्जा गुरुत्वाकर्षण से इतनी ज्यादा शक्तिशाली होने से जीवन इस रूप में संभव है। जीवन रासायनिक और विद्युत प्रक्रियाओं का एक सम्मिश्रण है। रासायनिक प्रक्रियाएँ भी जो हमारी मांसपेशियों को ताकत देती है या हमारे भोजन की पाचन प्रक्रियाएँ भी अपने मूल में विद्युत ऊर्जा पर ही निर्भर है। रासायनिक प्रक्रियाएँ परमाणुओं की बाह्य सीमाओं पर स्थित इलेक्ट्रानों के एक परमाणु से दूसरे परमाणु के मध्य पाला बदलने से ही होती है। इस सारी प्रक्रियाओं में ही विभिन्न यौगिक बनते हैं क्योंकि इलेक्ट्रानों द्वारा पाला बदलने या एकाधिक परमाणुओं को साझा करने से वे परमाणु अब जुड़ गये हैं। हमारा तंत्रिका तंत्र मांसपेशियों को संकेत भेजता है जिससे हम चल–फ़िर पाते हैं, हमारा मस्तिष्क सूचना संग्रहण और निर्णय लेता है और हमारी चेतना का प्रादुर्भाव होता है। यदि विद्युत ऊर्जा गुरुत्वाकर्षण से कमजोर होती तो ब्रह्माण्ड वर्तमान रूप में संभव नहीं होता, ना ही वर्तमान स्वरूप में जीवन। हो सकता है कि उस स्थिति में भी जीवन अपने लिये मार्ग खोज लेता लेकिन हमें उसके लिये कोई दूसरा ब्रह्माण्ड खोजना होगा। विद्युत ऊर्जा गुरुत्वाकर्षण बल से 10^{36} ज्यादा शक्तिशाली है।

बोल्टजमैन स्थिरांक

हम जानते हैं कि जल का प्रवाह नीचे की ओर होता है, ऊपर की दिशा में नहीं क्योंकि गुरुत्वाकर्षण ऐसे ही कार्य करता है। गुरुत्वाकर्षण एक बल है और गुरुत्वीय आकर्षण इस तरह व्यवहार करता है कि वह पृथ्वी के केंद्र में स्थित हो और जल नीचे की ओर खींचता है लेकिन हमारे पास इस तथ्य का कोई सरल व्याख्या नहीं है कि क्यों किसी गर्म जल के पात्र में बर्फ़ के टुकड़े पिघल जाते हैं, और किसी शीतल जल के पात्र में बर्फ़ के टुकड़े क्यों अपने आप नहीं बनते हैं? इसका उष्मा की वितरण से संबंध है और इस समस्या का हल उन्नीसवीं सदी की सबसे बड़ी सफलता थी। इस समस्या का हल आस्ट्रियन भौतिक वैज्ञानिक लुडविग बोल्टजमैन ने पाया था, उन्होंने खोज की थी कि शीतल जल की तुलना में बर्फ़ के टुकड़ों के साथ गर्म जल में उष्मा वितरण के ज्यादा तरीके हैं। प्रकृति का खेल प्रतिशत में चलता है। वह अक्सर सबसे ज्यादा संभव तरीके को चुनती है और इस संबंध को बोल्टजमैन स्थिरांक परिभाषित करता है। अव्यवस्था व्यवस्था से ज्यादा सामान्य है, किसी कमरे को साफ करने की बनिस्पत उसे खराब करने के ज्यादा तरीके होते हैं। व्यवस्थित बर्फ के टुकड़े बनाने की अपेक्षा पिघले बर्फ़ के रूप में अव्यवस्थित स्थिति बनाना आसान है। बोल्टजमैन का एन्ट्रापी समीकरण जो बोल्टजमैन स्थिरांक को समाविष्ट करता है, मर्फ़ी के नियम की भी व्याख्या करता है : यदि कोई चीज गलत हो सकती है तो वह होगी ही। कोई दुष्ट शक्ति आपके साथ कुछ भी गलत होने के लिये जिम्मेदार नहीं है, गलत चीज होने के तरीके सही चीज होने के तरीके की संख्या में बहुत ज्यादा होते हैं।

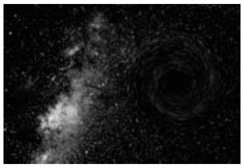
1.3807×10^{-23} joule/kelvin ($J \cdot K^{-1}$)

प्लैंक स्थिरांक

वैज्ञानिक हमेशा मानते आए हैं कि उनके सभी विश्लेषणें का अंतिम निर्णायक प्रकृति होती है और कभी–कभी प्रकृति को निर्णय लेने में लंबा समय लग जाता है। ऐसे ही एक दिन दोपहर के भोजन के समय मैक्स प्लैंक ने अपने पुत्र को भौतिक विश्व के बारे में एक नयी अवधारणा के संबंध में कहा, ''आज मेरे पास एक ऐसी अवधारणा है जो न्यूटन के सिद्धांतों के जैसे ही क्रांतिकारी और महान सिद्ध होगी।'' मैक्स प्लैंक का विश्वास इतना मजबूत था और समय ने उन्हें सही साबित भी किया। उनके चौंका देने वाले रहस्योद्घाटन के अनुसार ब्रह्माण्ड में ऊर्जा का वितरण छोटे–छोटे पैकेटों के रूप में होता है, यह परमाण्विक सिद्धांत से मेल खाता था जिसके अनुसार पदार्थ भी छोटे कणों अर्थात परमाणुओं से बना है। इन ऊर्जा के छोटे पैकेटों को क्वांटा कहा गया और इन पैकेटों के आकार को प्लैंक स्थिरांक (h) का नाम दिया गया।मैक्स प्लैंक के क्वांटम सिद्धांत ने ना केवल ब्रह्माण्ड की संरचना की व्याख्या की, उसके अतिरिक्त इसने 20 वीं और 21 वीं सदी में तकनीकी क्रांति को एक चिंगारी भी दी। इलेक्ट्रानिक्स में हर नयी खोज, लेजर से लेकर कम्प्यूटर, से चुंबकीय अनुनाद छवि निर्माण ये सभी क्वांटम सिद्धांत के आधार पर बने हैं। इसके अतिरिक्त क्वांटम सिद्धांत हमें वास्तविकता की सहज ज्ञान के विपरीत एक अनोखी तस्वीर दिखाता है। कुछ अवधारणाएँ जैसे समानांतर ब्रह्माण्ड जो कि विज्ञान फंतासी के भाग हुआ करते थे, अब उन्हें मान्यता मिल रही है। यह सब क्वांटम सिद्धांत की बदौलत संभव हुआ जो यह बताती है कि कोई भी स्थिति ऐसी क्यों है। यह सिद्धांत हर परिणाम या घटना की सुसंगत व्याख्या करने में सक्षम या संतोषजनक रूप से कर पाता है।

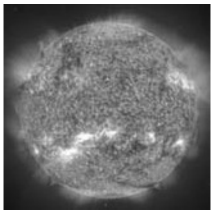
$$h=6.62606957 \times 10^{-34}\ m^2\ kg / s$$

स्कवार्जचाइल्ड त्रिज्या



श्याम विवर (ब्लैक होल) का अर्थ होता है, अंतरिक्ष में एक ऐसा क्षेत्र जिसमें पदार्थ का घनत्व इतना ज्यादा हो कि उससे उत्पन्न गुरुत्वाकर्षण खिंचाव से प्रकाश भी नहीं बच सकता है। श्याम विवर की संभावना आइन्सटाइन के साधारण सापेक्षतावाद के सिद्धांत से मजबूत हुयी थी। इस सिद्धांत ने न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत का विस्तार करते हुये नये आयाम दिये थे। प्रथम विश्वयुद्ध के दौरान इस सिद्धांत की एक प्रति जर्मन भौतिक वैज्ञानिक और खगोलशास्त्री कार्ल स्कवार्जचाइल्ड को मिली। आइन्सटाइन ने साधारण सापेक्षतावाद के सिद्धांत को कुछ समीकरणों के रूप में प्रस्तुत किया था। इन समीकरणों को हल करना अत्यधिक दुष्कर कार्य था लेकिन युद्ध कि विभीषिका के मध्य स्कवार्जचाइल्ड ने उनका हल खोज निकाला। यही नहीं उन्होंने प्रमाणित किया कि किसी भी मात्रा में पदार्थ को एक विशिष्ट त्रिज्या के गोले में संपीड़ित किया जाये तो वह श्याम विवर बन जायेगा। इस गोले की त्रिज्या स्कवार्जचाइल्ड त्रिज्या कहलाती है। स्कवार्जचाइल्ड त्रिज्या का कोई एक मान नहीं है, हर विशिष्ट द्रव्यमान के लिये एक विशिष्ट स्कवार्जचाइल्ड त्रिज्या है। अधिकतर व्यक्ति यह मानकर चलते हैं कि श्याम विवर कल्पनातीत रूप से लघु, घने और काले होना चाहिये। उदाहरण के लिये पृथ्वी के द्रव्यमान के लिये स्कवार्जचाइल्ड त्रिज्या केवल 1 सेमी है। अर्थात पृथ्वी को श्याम विवर बनाने के लिये उसके संपूर्ण द्रव्यमान को 1 सेमी त्रिज्या में संपीड़ित करना होगा। श्याम विवर खोखले(कम घनत्व के) भी हो सकते हैं। यदि किसी संपूर्ण आकाशगंगा के द्रव्यमान को उसके तुल्य स्कवार्जचाइल्ड त्रिज्या में समान घनत्व में फैलाया जाये तब उस श्याम विवर का घनत्व पृथ्वी के वातावरण का 0.0002 भाग ही होगा।

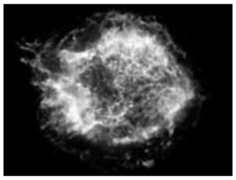
हायड्रोजन संलयन की कार्यक्षमता



'हम सब सितारों की धूल है' – कार्ल सगन ने बिलकुल सही कहा है और इसका कारण 'हायड्रोजन संलयन की कार्यक्षमता' है। ब्रह्माण्ड का सबसे बड़ा भाग हायड्रोजन का है। इससे अधिक जटिल तत्व निर्माण के लिये विशेषत: जीवन के लिये आवश्यक तत्वों के निर्माण के लिये किसी उपाय से हायड्रोजन से उन तत्वों का निर्माण आवश्यक है। ब्रह्माण्ड में इस कार्य के लिये ढेर सारे कारखाने हैं जिन्हें हम तारे कहते हैं जो कि हायड्रोजन गैस के विशाल गोले है और गुरुत्वाकर्षण से बंधे हुए हैं। इनका गुरुत्वाकर्षण इतना ज्यादा है कि इनके केंद्र में हायड्रोजन के केन्द्रक आपस में जुड़कर हीलियम बनाते हैं, इसी प्रक्रिया को हायड्रोजन संलयन कहते हैं। इस प्रक्रिया में उत्सर्जित ऊर्जा की गणना आइन्सटाइन के प्रसिद्ध समीकरण $E = mc^2$ से की जाती है। इस प्रक्रिया में हायड्रोजन का केवल 0.7 प्रतिशत भाग ही ऊर्जा में परिवर्तित होता है। यही संख्या 0.007 हायड्रोजन संलयन की कार्यक्षमता है और ब्रह्माण्ड में जीवन का अस्तित्व इसी संख्या पर निर्भर है इसमें थोड़ी कमी या बढ़ोत्तरी से जीवन वर्तमान स्वरूप में संभव नहीं होगा। हायड्रोजन संलयन प्रक्रिया के प्रथम चरण में ड्यूटेरीयम (हायड्रोजन का भारी समस्थानिक) का उत्पादन होता है, यदि हायड्रोजन संलयन की कार्यक्षमता 0.006 से कम होती है तो यह चरण सफल नहीं हो पायेगा। इस अवस्था में तारों का निर्माण होगा लेकिन वे सिर्फ एक बड़ी चमकती गेंद होंगे जिससे ऊर्जा का उत्सर्जन अल्प मात्रा में ही होगा जैसे हमारे ग्रह बहस्पति से होता है।

यदि हायड्रोजन संलयन की कार्यक्षमता 0.008 या उससे ज्यादा हो तो संलयन प्रक्रिया अत्यन्त कार्यक्षम होगी और हायड्रोजन से हीलियम का निर्माण अल्पावधि में होकर समस्त ब्रह्माण्ड की हायड्रोजन समाप्त हो जाती। जल के अणु में दो हायड्रोजन के परमाणु होते हैं इस अवस्था में जल का निर्माण असंभव होता और जैसा हम जीते हैं वैसा जीवन का अस्तित्व असंभव होता।

चंद्रशेखर सीमा



हम जीवन के जिस स्वरूप को जानते हैं वह कार्बन आधारित है लेकिन जीवन को और भी बहुत सारे भारी परमाणु वाले तत्वों की आवश्यकता होती है। ब्रह्माण्ड में भारी तत्वों के निर्माण की केवल एक ही प्रक्रिया है, जिसे सुपरनोवा कहते हैं, अर्थात किसी विशाल तारे की मृत्यु का प्रलयंकारी विस्फोट। सुपरनोवा विस्फोट में जीवन के लिये आवश्यक सभी भारी तत्वों का निर्माण होता है वे समस्त ब्रह्मांड में वितरित होते हैं, जिनसे ग्रहों का निर्माण होता है और उन ग्रहों पर जीवन का उद्भव। सुपरनोवा दुर्लभ किंतु भव्य होते हैं। 1987 में आकाश में दिखायी दिया सुपरनोवा पृथ्वी से 150,000 प्रकाशवर्ष दूरी पर था लेकिन उसे नंगी आखों से देखा जा सकता था। किसी तारे का भविष्य उसका द्रव्यमान तय करता है। सूर्य के जैसे तारों का जीवन अपेक्षाकृत लंबा होता है, सूर्य का अभी पाँच अरब वर्ष जीवन शेष है उसके पश्चात वह लाल महादानव बन कर पृथ्वी को भी निगल जायेगा। सूर्य से थोड़े बड़े तारे श्वेत वामन बनते हैं, जो कि अत्यंत उष्ण लेकिन छोटे होते हैं और धीमे—धीमे शीतल होकर मृत हो जाते हैं। तारे एक विशिष्ट द्रव्यमान, चन्द्रशेखर सीमा से ज्यादा द्रव्यमान पार करें तो उनका सुपरनोवा बनना तय होता है। चंद्रशेखर सीमा सूर्य के द्रव्यमान का लगभग 1.4 गुणा द्रव्यमान है। सुब्रमण्यण चंद्रशेखर ने इस सीमा की खोज उस समय की थी जब वे केवल 20 वर्ष के थे और उन्होंने भारत इंग्लैंड की भाप के इंजन से चलने वाले जहाज से यात्रा के दौरान खगोलीय संयोजन, सापेक्षतावाद और क्वांटम सिद्धांतों का एकीकरण करते हुए इस सीमा की खोज की थी।

हब्बल स्थिरांक

ब्रह्माण्ड के बारे में केवल दो ही संभावनाएं हैं: या तो ब्रह्मांड हमेशा से अस्तित्वमान है या कभी भूतकाल में किसी समय इसका जन्म हुआ था। इस दुविधा का हल 1960 के दशक में मिल गया था, जब बिग बैंग (महाविस्फोट) के निर्णायक प्रमाण मिल गये थे। इस महाविस्फोट का सारा विवरण किसी शोधपत्र में समाविष्ट करना एक दुष्कर तथा असंभव कार्य है। इस ब्रह्माण्ड का सारा पदार्थ, समस्त तारे और आकाशगंगाएँ एक ऐसे नन्हें से आयतन में समाये थे कि उसकी तुलना में एक अकेले हायड्रोजन परमाणु का आयतन विशालकाय महाकाय है। यदि ब्रह्माण्ड का जन्म एक महाविस्फोट में हुआ था तब यह घटना कितने समय पहले हुई थी और ब्रह्माण्ड का वर्तमान आकार कितना है। इन दोनों प्रश्नों में एक गहरा संबंध है, एक ऐसा संबंध जिसकी संभावना 1920 में एडवीन हब्बल के लास एन्जेल्स की माउंट विल्सन वेधशाला में किए निरीक्षणों से सामने आयी थी। हब्बल ने राडारगन में प्रयुक्त होने वाली तकनीक जो कि डाप्लर प्रभाव पर आधारित है, के प्रयोग से पाया था कि सारी आकाशगंगाएँ पृथ्वी से दूर जा रही हैं। ब्रह्माण्ड में पृथ्वी की स्थिति खगोलीय दृष्टि से महत्वहीन है, इसका अर्थ यह है कि आकाशगंगाओं का एक दूसरे से दूर जाना सारे ब्रह्माण्ड में हो रहा होगा। किसी आकाशगंगा के पृथ्वी से दूर जाने की गति और उस आकाशगंगा की पृथ्वी से दूरी के मध्य का अनुपात हब्ब्ल स्थिरांक से मिलता है। इससे यह ज्ञात होता है कि ब्रह्माण्ड का जन्म अब से लगभग 13.7 अरब वर्ष पहले हुआ था।

ओमेगा

हम जानते हैं कि ब्रह्माण्ड का जन्म कैसे हुआ था और उसकी आयु कितनी है। लेकिन हम नहीं जानते हैं कि उसका अंत कैसे होगा। ब्रह्माण्ड के अंत के निर्धारण के लिये कुछ उपाय हैं, लेकिन इसके लिए हमें एक स्थिरांक के मूल्य की गणना करनी होगी, यह स्थिरांक है ओमेगा। यदि आप किसी ग्रह से एक राकेट का प्रक्षेपण करें और आपको राकेट की गति ज्ञात हो तब उस राकेट के उसके गुरुत्वाकर्षण से मुक्त होने की संभावनाए ग्रह के द्रव्यमान पर निर्भर है। उदाहरण के लिये चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण से मुक्त होने के लिये आवश्यक गति(पलायन वेग—Escape Velocity) रखने वाला राकेट की गति पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण से मुक्त होने के लिये पर्याप्त ना हो। ब्रह्माण्ड का भविष्य का ज्ञान भी कुछ ऐसी ही गणनाओं पर आधारित है। यदि बिग बैंग ने आकाशगंगाओं को आवश्यक गति दे दी थी तब वे हमेशा एक दूसरे से दूर जाते रहेंगी। यदि उनके पास पर्याप्त गति नहीं हो तो उनका भविष्य भी पर्याप्त पलायन वेग ना होने वाले राकेट के जैसे होगा। सभी आकाशगंगाएँ वापस एक महासंकुचन की स्थिति में खिंचीं आयेंगी। यह सब ब्रह्माण्ड के कुल द्रव्यमान पर निर्भर करता है। हम जानते हैं कि यदि ब्रह्मांड का घनत्व 5 हायड्रोजन परमाणु प्रति वर्गमीटर हो तो वह सारी आकाशगंगाओं को वापस एक महासंकुचन की स्थिति में खीचने के लिये पर्याप्त होगा। इस शिरोबिंदु को ओमेगा कहा जाता है, यह ब्रह्माण्ड के कुल द्रव्यमान तथा महासंकुचन को रोकने के लिये आवश्यक न्यूनतम द्रव्यमान का अनुपात है। यदि ओमेगा का मूल्य 1 से कम है तो ब्रह्माण्ड का सतत विस्तार होते रहेगा। यदि यह 1 से ज्यादा है तब दूरस्थ भविष्य में कभी महासंकुचन प्रारंभ होगा। अब तक के हमारी गणना के अनुसार ओमेगा का मूल्य 0.98 तथा 1.1 के मध्य है । यानी ब्रह्माण्ड का भविष्य अभी भी अज्ञात है।

raviratlami@gmail.com

❑❑❑