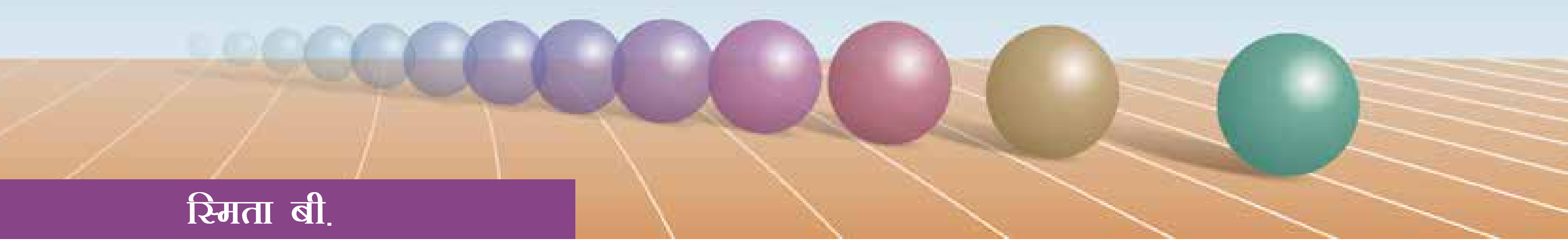
चीजें गति क्यों करती हैं?

गति की खोजबीन करने के अन्तर्विषयी रास्ते



स्मिता बी.

गति के बारे में मनुष्यों की अधिकांश समझ अपेक्षाकृत हाल ही में हासिल हुई है – चाहे वह पृथ्वी की गति हो, ब्रह्माण्ड का फैलना हो, परमाणुओं की अनवरत गति हो या जीवरूपों में गति करने की प्रक्रिया हो। विभिन्न विषयों से प्राप्त होने वाली इसकी समझ को समेकित करना, इस घटना के प्रति एक सर्वांगी दृष्टिकोण विकसित करने के लिए बेहद जरूरी है। यह लेख गति के उत्पन्न होने के कारणों का विभिन्न विषयों के माध्यम से अध्ययन करने का सुझाव देता है ताकि यह उनको जोड़ने वाले विषयसूत्र का काम कर सके।

"संसार सदैव गतिमान रहता है।" – वी.एस.नायपाल'

क्या आपको याद है जब आपने पहली बार रात को किसी टूटते तारे को आकाश में एक जलती हुई लकीर बनाकर गुम होते हुए देखा था? मुझे अब भी उस विस्मय का स्मरण हो आता है जो मुझे तब अनुभव हुआ था जब मैंने ऐसे एक टूटते तारे की चमकदार तेज गति को और फिर उसके एकाएक विलीन हो जाने का दृश्य देखा था। वह इतनी जरा–सी देर के लिए दिखाई दिया था कि ऐसा लगा कि वह शायद मेरे मन का भ्रम हो सकता है!

हमें प्रकृति में ऐसी बहुत–सी हलचलें दिखाई देती हैं जो जादुई लगती हैं। चाहे वह किसी साँप की सरसराती हुई गति हो, या सहलाती–सी लहरों का तट से टकराना या फिर किसी छुई–मुई के पौधे की पत्तियों का तेजी से बन्द होना, सभी गतियाँ बहुत चित्ताकर्षक होती हैं।

यहाँ तक कि जो चीजें स्थिर प्रतीत होती हैं, वे भी वास्तव में गतिमान होती हैं। पौधे भी महत्त्वपूर्ण रूप से गति करते हैं, हालाँकि उनकी जड़ें जमी रहती हैं। बस इतना है कि उनकी गति इतनी धीमी होती है कि हमें यह समझने में कई सप्ताह, महीने या साल लग जाते हैं। हमारे ग्रह की सतह, पहाड़ और हिमनद (ग्लेशियर), सभी सदियों के अन्तराल में कुछ इंचों की गति करते हैं। जब हमें आसपास की हवा रुकी हुई लगती है तब भी उसमें गति होती है। उसकी इस हलचल को हम तब देख पाते हैं जब किसी अंधेरे कमरे में रोशनी की किरण आती है और उसमें धूल के कण प्रकाशित होकर नाचते हुए दिखाई देते हैं। प्रकाश स्वयं भी गति करता है, हालाँकि उसकी गति इतनी तेज होती है कि हमारी आँखें उसे अनुभव नहीं कर पातीं।

चूँकि गति इतनी व्यापक रूप से घटने वाली घटना है, इसलिए हमारे स्कूलों में सभी विषयों के

अन्तर्गत उसका अध्ययन किया जाता है।

माध्यमिक स्कूल के बच्चों के साथ इस प्रसंग की छानबीन करना एक बहुत लाभदायक और रोचक अनुभव हो सकता है। बच्चों में तो वैसे ही गति करने की अदम्य इच्छा होती है – चाहें तो किसी भी शिक्षक से पूछकर देख लीजिए जिसने अपनी कक्षा को स्थिर रखने का प्रयास किया हो! इस प्रसंग को पढ़ाने में विद्यार्थियों की गति करने की इस लालसा को सवाल पूछने के उनके जोश से जोड़ा जा सकता है।

जीवविज्ञान की कुछ पाठ्यपुस्तकों में उल्लेख किया जाता है कि गति जीवन का लक्षण है। लेकिन भूगोल, भौतिकशास्त्र और रसायनशास्त्र बताते हैं कि महासागर, गैलेक्सियाँ और सभी अणु भी गति करते हैं! इसलिए गति केवल जीवन का विशेष लक्षण कैसे हो सकती है? क्या ब्रह्माण्ड में **कोई भी चीज** सचमुच में स्थिर है? और कौन–सी बात इन सबको गति करने के लिए बाध्य करती है? ऐसे प्रश्न वे साझे विषयसूत्र हो सकते हैं जिनका उपयोग हम अन्तर्विषयी दृष्टिकोण से गति के प्रसंग को समझने के लिए कर सकते हैं।[2]

गति क्या है?

"यह मानकर कि समय, आकाश, स्थान तथा गति से सभी लोग अच्छी तरह परिचित होते हैं, मैं उनकी परिभाषा नहीं करता। मैं सिर्फ इतनी टिप्पणी जरूर करूँगा कि कुछ लोग इन राशियों को अन्य किन्हीं दृष्टियों से न देखकर, उनके बारे में केवल स्थूल वस्तुओं से उनके सम्बन्ध की दृष्टि से ही देखते हैं। और तब कुछ पूर्वधारणाएँ उत्पन्न होती हैं...!" – सर आइजक न्यूटन[3]

एक अन्तर्विषयी पाठ्यक्रम तैयार करने में एक प्रारम्भिक चुनौती उस भाषा से परिचित होना है जिसका उपयोग विभिन्न विषयों में समान अवधारणाओं के लिए किया जाता है।[4] उदाहरण के लिए, 'मूवमेंट (हलचल)' और 'मोशन (गति)' में क्या अन्तर है? और 'लोकोमोशन (संचलन)' तथा 'डिस्प्लेसमेंट (स्थानान्तरण)' के बारे में क्या कहेंगे?

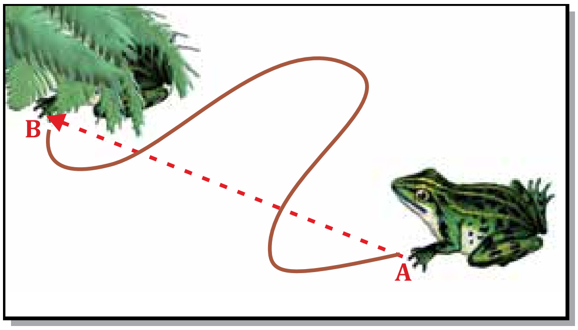
ऐसे अनेक शब्द होते हैं जो प्रत्येक विषय के लिए विशिष्ट होते हैं और जिन्हें जानना उपयोगी होता है। इस प्रसंग से सम्बन्धित भी ऐसे कुछ खास शब्द हैं, जैसे भौतिकशास्त्र में स्पीड (चाल), वैलोसिटी (वेग), ऐक्सीलरेशन (त्वरण), मूमेंटम (आवेग), भूगोल में रोटेशन (घूर्णन), रिवोल्यूशन (परिक्रमण), जीवविज्ञान में बोन (हड्डी), कार्टिलेज (लचीली हड्डी), मसल (मांसपेशी) और ज्वाइंट (जोड़)। हमें इसकी भी जाँच करना चाहिए कि क्या उन्हीं शब्दों के विभिन्न विषयों में भिन्न–भिन्न अर्थ होते हैं।

तो, क्या 'मूवमेंट (हलचल)' और 'मोशन (गति)' में अन्तर होता है? वास्तव में तो नहीं होता, हालाँकि इनमें से कोई एक शब्द प्रत्येक विषयक्षेत्र में बार–बार इस्तेमाल किया जाता है। उदाहरण के लिए, हमारी भौतिकशास्त्र की पाठ्यपुस्तकें 'मूवमेंट' शब्द के बजाय आमतौर पर 'मोशन' शब्द का उपयोग करती हैं। मूवमेंट (हलचल) और मोशन (गति), दोनों ही शब्द समय के साथ स्थान में परिवर्तन होना बताते हैं।

> हम कहते हैं कि हिमालय की भूगर्भीय परत हर साल लगभग दो सेंटीमीटर के स्थान परिवर्तन के कारण मध्य एशिया की दिशा में गति करती है।[5]

क्या 'मूवमेंट' का वही अर्थ होता है जो 'लोकोमोशन' या 'डिसप्लेसमेंट' का होता है? नहीं, क्योंकि बाद के दोनों शब्दों का अर्थ केवल 'स्थिति में परिवर्तन' की अपेक्षा ज्यादा विशिष्ट होता है।

जीवविज्ञान में, 'लोकोमोशन (संचलन)' का मतलब किसी जीवरूप के शरीर का किसी नए स्थान पर विस्थापित होना होता है। इसलिए, किसी जीवरूप के सभी मूवमेंट लोकोमोशन नहीं होते। उदाहरण के लिए, आपने यदि बैठे–बैठे अपना हाथ हिलाया तो आपने कोई लोकोमोशन नहीं किया होता। आपके हाथ ने हलचल तो की पर आपके शरीर का विस्थापन नहीं हुआ।



एक मेंढक की इस तस्वीर को देखिए जिसमें वह खुली हुई स्थिति 'ए' से पत्तों से ढँकी दूसरी स्थिति 'बी' पर जाता है। वह गहरे भूरे रंग से दर्शाए गए वक्रीय मार्ग से होकर वहाँ पहुँचता है।

परन्तु उसका विस्थापन इससे काफी कम है और वह 'ए' से 'बी' तक के बिन्दुवाले तीर से दर्शाया गया है। जब मेंढक 'ए' से 'बी' की ओर गया तब उसने संचलन (लोकोमोशन) किया। परन्तु बिन्दु 'बी' पर पहुँचकर जब वह उकड़ूँ बैठता है या अपनी पलकें झपकाता है, तब वह हलचल तो करता है लेकिन वह कोई संचलन या विस्थापन नहीं दर्शाता।

दूसरी ओर, विस्थापन भौतिकशास्त्र का शब्द है। वह किसी वस्तु की प्रारम्भिक और अन्तिम स्थितियों के बीच की सबसे कम दूरी बताता है। साथ ही, वह गति की दिशा भी बताता है। पिछले उदाहरण में, यदि आपका हाथ शरीर के दाहिनी ओर 10 सेंटीमीटर गया होता, तो उसका विस्थापन दाईं ओर 10 सेंटीमीटर होता।

हमारे आसपास होने वाली विभिन्न प्रकार की गतियाँ

माध्यमिक स्कूल की कक्षा में 'मूवमेंट' के प्रसंग का परिचय करवाने का एक उत्तम तरीका अलग–अलग विद्यार्थी के अवलोकनों से शुरुआत करना है। विद्यार्थियों से उनके आसपास की गतियों का अवलोकन करने और उनकी सूची बनाने के लिए कहें। उन्हें हर प्रकार की हलचलों (जानवरों की, हवा में हिलने–डुलने वाली चीजों की, स्वचालित मशीनों की गतियों की, यहाँ तक कि पानी के बहने की) को खोजने की याद दिलाएँ।

एकबारगी जब वे अपनी सूची तैयार कर लें, तो विद्यार्थियों से उन हलचलों की नकल उतारने और कक्षा में प्रदर्शन करने को कहें जिनका उन्होंने अवलोकन किया है। इस प्रसंग को पढ़ाने में *काइनैस्थेटिक लर्निंग (क्रियात्मक शिक्षण)* के करने के द्वारा सीखने की पद्धति का बार–बार इस्तेमाल किया जा सकता है। जैसा कि सूसन ग्रिस कहती हैं कि, "बच्चों को उनकी कुर्सियों से उठाकर सक्रिय कर देने भर से ही हम 'मैं वास्तव में यहाँ नहीं होना चाहता'– वाली शिक्षा" का नीरस ढाँचा तोड़ना शुरू कर देते हैं।'' विद्यार्थी जब गति के बारे में सीख रहे हों, तब उन्हें स्थिर बिठाए रखना तो एक अपराध जैसा है।[6]

इस गतिविधि के अन्त में विद्यार्थियों ने जिन विभिन्न प्रकार की गतियों का अवलोकन किया है, उनके प्रकार के आधार पर उन्हें वर्गीकृत करने के लिए कहना उपयोगी होगा। तो हमारे आसपास की विभिन्न प्रकारों की गतियाँ कौन–सी हैं? गतियों का वर्गीकरण भी विषयक्षेत्र के अनुसार बदलता है।

किसी भौतिकशास्त्री से इसके बारे में पूछिए तो वह ऐसे शब्दों का हवाला देगा जैसे 'ट्रांसलेशनल (स्थान परिवर्तन की गति)', 'पीरियोडिक (आवर्ती)', 'हार्मोनिक (लयबद्ध अनुकम्पित)' तथा 'रोटेशनल (चक्रीय)'। वहीं, दूसरी ओर, एक जीवविज्ञानी पहले तो ऐसे कठिन शब्द इस्तेमाल करेगा जैसे कि 'नैस्टिक (संकेत से उकसाया गया)' तथा 'ट्रॉपिक (प्रकाश अनुवर्ती)', और फिर ऐसे शब्दों की झड़ी लगा देगा जैसे 'क्राल (रेंगना), क्लाइंब (चढ़ना), हॉप (कुलाँचे भरना), ग्लाइड (सरकना), हॉवर (मँडराना), अनडुलेट (तरंगित होना)...'। एक भूवैज्ञानिक 'रोटेशन्स (घूर्णननों), रिवोल्यूशन्स (परिक्रमाओं), लहरों, ज्वार–भाटों और धाराओं' आदि का उल्लेख कर सकता है। एक रसायनशास्त्री 'कम्पनों, ब्राउनियन गति' आदि की बात करेगा। आप शब्दों के इस कोलाहल को कैसे समझेंगे?

एक गहरी साँस लीजिए और ध्यान रखिए कि ये सारे शब्द हमारी सुविधा के लिए यहाँ हैं। हमें केवल उतने विस्तार में जाना है जितना कि हमारे

विद्यार्थियों के लिए जरूरी है।

हम शुरुआत बुनियादी प्रकार की गतियों से करते हैं जैसी कि वे **मैकेनिक्स (यांत्रिकी)** द्वारा परिभाषित की गई हैं। जैसा कि आप जानते हैं, मैकेनिक्स, भौतिकशास्त्र की वह शाखा है जिसका सम्बन्ध वस्तुओं पर बलों की क्रिया के कारण होने वाली उनकी गति से होता है। मैकेनिक्स में गतियाँ चार प्रकार की हो सकती हैं।

ऐसी गति जिसके परिणामस्वरूप वस्तु के स्थान में परिवर्तन होता है, ***स्थानान्तरण गति (ट्रांसलेशनल मोशन)*** कहलाती है। आप पूछ सकते हैं कि क्या किसी और प्रकार की गति भी होती है? बिलकुल हो सकती है। उदाहरण के लिए, यदि कोई ट्रेन बेंगलुरु से दिल्ली जाती है और फिर वापिस बेंगलुरु आती है, तो उसने बहुत गति की होती है। लेकिन उसकी स्थिति में कुल मिलाकर कोई परिवर्तन नहीं होता। इसी प्रकार से यदि कोई वस्तु किन्हीं दो स्थितियों के बीच बार–बार गति करती है तो वह ***दोलन की गति (ऑसिलेटरी मोशन)*** दर्शाती है। परन्तु दूसरी ओर, यदि कोई वस्तु बिना कहीं गए अपने ही चारों ओर घूमती है, तो वह ***घूर्णन गति (रोटेशनल मोशन)*** दर्शाती है। और अन्त में, यदि किसी वस्तु की गति का पूर्वानुमान नहीं लगाया जा सकता तो वह ***अनियमित गति (रैंडम मोशन)*** करती है।

> एक इल्ली जो जमीन पर पहुँचने के लिए किसी पौधे पर नीचे की ओर रेंगती है, वह स्थानान्तरण गति दर्शाती है। किसी पैंडुलम की बार–बार दोहराई जाने वाली गति दोलन गति होती है। किसी सीडी प्लेयर में घूमती हुई सीडी की गति घूर्णन गति है। किसी गैस में उसके अणुओं की गति का पूर्वानुमान नहीं लगाया जा सकता इसलिए वह अनियमित गति है।

जानवरों की गतियाँ

"उड़ने वाले कीट और पक्षी अपने पंखों को ऊपर और नीचे फड़फड़ाते हैं, तैरती हुई मछलियाँ अपनी पूँछों को एक तरफ से दूसरी तरफ हिलाती रहती हैं, और दौड़ते हुए स्तनपाई जानवर अपने पैरों को आगे और पीछे की ओर चलाते हैं। इन सभी मामलों में, एक ऐसा ढाँचा जिसमें द्रव्यमान होता है किसी ऐसे तरल पदार्थ (या हवा या पानी) में दोलन करता है जो उसकी गति का प्रतिरोध करता है।" –आर. मैकनील एलैक्जेंडर[7]

अभी तक हमने चार प्रकारों की गति को देखा है। क्या यह हमारी कक्षाओं के लिए पर्याप्त नहीं है? अच्छा तो, यह कहने में कि "कंगारू कुलाँचें भरते (हॉप) हैं जबकि घोड़े चौकड़ी भरते हुए दौड़ते हैं (गैलप)" और यह कहने में कि "कंगारू और घोड़े स्थानान्तरण गति करते हैं" दिखाए जा रहे फर्क को देखें! जानवरों की लगभग समस्त गति स्थानान्तरण गति होती है, पर जब हम उस गति को बारीकी से सही–सही बताना चाहते हैं तो हम अन्य शब्दों का इस्तेमाल करते हैं।

जानवरों के स्थान परिवर्तन (लोकोमोशन) के प्रकार उस माध्यम पर निर्भर करते हैं जिसमें उनकी गति घटित होती है। पानी के अन्दर होने वाली समस्त गति ***तैरना (स्विमिंग)*** होती है, हालाँकि उसका आगे फिर ऐसी गतियों में वर्गीकरण किया जा सकता है जैसे कि ***लहराना (अनडुलेशन) और आगे को धक्का देना (प्रोपल्शन)***। हवा में होने वाली गति विविध प्रकार की उड़ना ***(फ्लाइंग)*** होती है –***तिरना (ग्लाइडिंग), मँडराना (हॉवरिंग) और फड़फड़ाना (फ्लैपिंग)***। जमीन के नीचे की गति आमतौर पर ***बिल खोदना (बरोइंग)*** होती है। जमीन पर होने वाली गति में सबसे अधिक विविधता होती है और वह ***चलना, दौड़ना, कुलाँचें भरना, चढ़ना, कूदना*** या ***रेंगना*** हो सकती है।

इन सभी हलचलों का परिणाम स्थानान्तरण गति होता है। लेकिन क्या जानवरों में अन्य प्रकार की गतियाँ भी देखी जाती हैं? जरा अपने हृदय के धड़कने के बारे में सोचिए – वह धड़कता तो रहता है, पर उसका धड़कना छाती के अन्दर एक ही स्थान पर होता है। यह दोलन गति का एक उदाहरण है, जिसमें हृदय दो स्थितियों के बीच में

आगे–पीछे गति करता है। अब अपने सिर को एक तरफ से दूसरी तरफ ले जाइए। आपकी गर्दन में धुरी का काम करने वाला जोड़, जो आपके सिर को इस तरह से हिलाने की आपको सुविधा देता है, इसके लिए घूर्णन गति पर निर्भर करता है। क्या आप जानवरों में दोलन और घूर्णन गति के और उदाहरणों के बारे में सोच सकते हैं?

पौधों की गति

"उन्हें एक–दूसरे से लड़ना पड़ता है, उन्हें सहवासी साथियों के लिए स्पर्धा करना पड़ती है, उन्हें नए क्षेत्रों में हमला करके घुसपैठ करना पड़ती है। पर हमें कतई इन नाटकीय घटनाओं का पता नहीं चलता। इसका कारण यह है कि पौधे, निश्चित रूप से, समय के एक अन्य पैमाने पर जीते हैं।" –सर डेविड ऐटिनबरो[8]

हम आमतौर पर पौधों के बारे में ऐसा नहीं सोचते कि वे गति करते हैं, लेकिन उनके जीवन में ढेरों प्रकार की गतिविधि होती हैं। उनकी जो हलचलें हमारी नजर में आती हैं वे ***रैपिड प्लांट मूवमेंट्स (त्वरित वनस्पति हलचल)*** होती हैं। ये हलचलें एक सेकेण्ड के भी छोटे से अंश में, या कुछ सेकेण्डों में घटित होती हैं। ऐसी त्वरित गतियों के उदाहरणों में वीनस फ्लाईट्रैप (भक्षी पौधे का मक्खी पिंजरा) का खट से अपने शिकार को बन्द कर लेना, छुई–मुई के पौधे तथा टैलीग्राफ पौधे की पत्तियों की गतियाँ शामिल हैं। पौधों में सबसे तेज गति से होने वाली ज्ञात गति सफेद मलबेरी के पेड़ों से पराग का फेंका जाना है। यह घटना ध्वनि की गति से आधी गति पर घटती है।[9]

परन्तु, पौधों की अधिकांश गतियाँ अकल्पनीय रूप से धीमी होती हैं और उनको घटित होने में कई सप्ताह और महीने लग जाते हैं। ये गतियाँ विभिन्न प्रकार के उकसाने वाले संकेतों जैसे कि प्रकाश, पानी, गुरुत्वाकर्षण,रसायनों और सूर्य आदि के कारण होती हैं। इन गतियों में सबसे प्रसिद्ध गति सूरजमुखी के फूलों के द्वारा "सन–ट्रैकिंग (सूर्य का पीछा करना)" है। कुछ अन्य उदाहरणों में प्राथमिक जड़ों का गुरुत्व की ओर बढ़ना और तने के सिरों का प्रकाश की ओर झुकना शामिल है।

पौधों की ये गतियाँ तब और ज्यादा रोचक लगती हैं जब उनको रुक–रुककर ली गई बहुत–सी क्रमिक तस्वीरों (टाइम–लैप्स फोटोग्राफी) द्वारा कैद किया जाता है और फिर तेज गति पर दिखाया जाता है। पौधों की गति के कुछ ऐसे मनोहर वीडियो इस वैबसाइट पर देखे जा सकते हैं जिसे रॉजर पी. हैंगार्टर ने निर्मित किया है: http://plantsinmotion.bio.indiana.edu[10]

आकाशीय पिण्डों की गतियाँ

"हमारी दृष्टि की इन्द्रिय हमारे सामने बृहस्पति का चक्कर लगाते हुए उसके चार उपग्रहों का दृश्य प्रस्तुत करती है, वैसे ही जैसे चन्द्रमा पृथ्वी का चक्कर लगाता है, साथ ही बृहस्पति का यह पूरा समूह 12 वर्षों की अवधि में सूर्य के चारों ओर एक विराट कक्षा की यात्रा पूरी करता है....।" –गैलीलियो गैलिली एवं जोहानस कैपलर[11]

ऊपर हमने ऐसे जीवनधारी प्राणियों की गतियों को देखा जो आकार के पैमाने पर लगभग हमारे समान होते हैं। अब हम गतियों को ज्यादा बड़े पैमाने पर देखें अर्थात ग्रहों और तारों और स्वयं ब्रह्माण्ड की गतियों को देखें।

इतिहास के अधिकांश दौर में मनुष्य सोचते रहे कि ब्रह्माण्ड पृथ्वी की परिक्रमा करता था। आखिरकार क्या सूर्य पूर्व में नहीं उगता था और पश्चिम में अस्त नहीं होता था? और क्या रात को तारे और चन्द्रमा पृथ्वी के इर्द–गिर्द नहीं घूमते थे? ब्रह्माण्ड में गतियों की हमारी मौजूदा, जबर्दस्त रूप से बदली हुई, समझ ऐसे कई साहसी वैज्ञानिकों के कार्य से हासिल हुई जिन्होंने तत्कालीन आधिकारिक सत्ता को चुनौती दी।

ब्रह्माण्ड का पृथ्वी–केन्द्रित सिद्धान्त यह दावा करता था कि सूर्य, चन्द्रमा, तारे और ग्रह सभी पृथ्वी का चक्कर लगाते थे। निकोलस कोपर्निकस ने इस सिद्धान्त को चुनौती देने वाली अपनी कृति अपनी मृत्यु के थोड़े समय पहले तक प्रकाशित नहीं की थी क्योंकि वह ईश–निन्दा मानी जाती

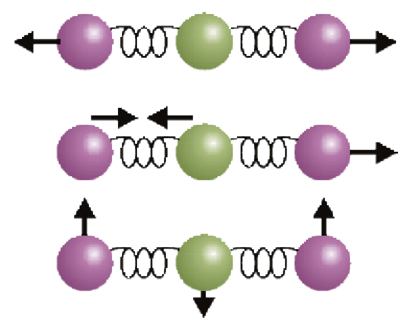
थी! गैलीलियो गैलिली को यह कहने के लिए चर्च द्वारा सताया गया कि वह पृथ्वी थी जो कि सूर्य का चक्कर लगाती थी, न कि इसका उलटा, जैसा कि माना जाता था। आधुनिक विज्ञान का प्रारम्भ तब हुआ जब मनुष्यों ने यह स्वीकार कर लिया कि पृथ्वी ब्रह्माण्ड का केन्द्र नहीं थी। बल्कि, पृथ्वी ही हर 24 घण्टे में अपने ही चारों ओर पश्चिम से पूर्व की ओर पूरी घूम जाती है, और इसीलिए आकाशीय पिण्ड हमें पूर्व से पश्चिम की ओर गति करते हुए प्रतीत होते हैं।

ग्रीक विद्वानों के बाद, कोपर्निकस वह पहला व्यक्ति था जिसने यह सुझाया कि दिखाई देने वाले पाँच ग्रह और पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करते हैं। गैलीलियो ने अपने टैलिस्कोप का उपयोग करते हुए विस्तृत अवलोकन किए और बृहस्पति के इर्द–गिर्द उसके उपग्रहों के मौजूद होने की खोज की। और जोहानस कैपलर ने प्रस्तावित किया कि ग्रहों तथा उपग्रहों की परिक्रमा कक्षाएँ वृत्ताकार न होकर अण्डाकार (इलिप्टिकल) थीं। बाद में, सौर मण्डल में अन्य ग्रहों (यूरेनस, नैपचून तथा प्लूटो) की खोज के साथ ही, आकाश में ग्रहों की गतियों को अधिकांश रूप से कैपलर के ***लॉज ऑफ प्लैनेटरी मोशन (ग्रहों की गति के नियम)*** के द्वारा समझा गया।

अब हम जानते हैं कि पृथ्वी अपनी धुरी पर अपने ही चारों ओर घूर्णन करती है और सूर्य की परिक्रमा करती है। ये किस प्रकार की गतियाँ हैं?

बीसवीं सदी के शुरुआती दौर तक, यह मान लिया गया कि सूर्य भी हमारी आकाशगंगा के केन्द्र में स्थित नहीं है। उसके बजाय, इस आकाशगंगा यानी मिल्की–वे आकाशगंगा, का केन्द्र उसकी एक छोटी भुजा में स्थित अनेक तारों में से एक तारा है। एडविन हबल यह सिद्ध करने में सफल हुए कि इस विराट ब्रह्माण्ड में ऐसी हजारों आकाशगंगाएँ हैं। इससे भी ज्यादा दिलचस्प बात है कि हबल के आँकड़ों ने दिखाया कि जो आकाशगंगा पृथ्वी से जितनी ज्यादा दूर थी, वह उतनी ही तेज गति से और दूर जा रही थी। इसका यह मतलब था कि अधिकांश आकाशगंगाएँ निरन्तर बढ़ती हुई गतियों से एक–दूसरे से दूर जा रही थीं। और, इसलिए यह अर्थ भी निकला कि ब्रह्माण्ड फैल रहा था!

अणुओं की गति



अणु कई अलग–अलग तरह से कम्पन करते हैं।
Ref: http://scied.ucar.edu/molecular-vibration-modes

अणु कई अलग–अलग तरह से कम्पन करते हैं।

"क्योंकि यहाँ तुम अनेक कणों को अदृश्य धक्कों के कारण अपना छोटा–सा रास्ता बदलते हुए,

और फिर वापिस पीछे धकेला जाते हुए,

सभी दिशाओं में इधर–उधर होते हुए देखोगे।

देखो, उनकी सभी बदलती हुई गतियाँ पुरानी हैं,

वे आदिकालीन परमाणु से चली आ रही हैं.... ।"

–टाइटस लूक्रीशस कैरस[12]

ग्रहों तथा आकाशगंगाओं से अब हम पैमाने के दूसरे छोर पर चलें और सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) से देखी जाने वाली चीजों से और भी सूक्ष्म स्तर पर झाँकें। अब हम तुरन्त मान लेते हैं कि समस्त पदार्थ परमाणुओं या अणुओं से मिलकर बना होता है। लेकिन सदियों तक परमाणु केवल एक काल्पनिक अवधारणा थे, जिनका कोई वास्तविक प्रमाण नहीं था। परन्तु लूक्रेटियस के उद्धरण, जो 2000 वर्षों से भी अधिक पुराना है, में उनके प्रमाण का बीज मौजूद था!

अपनी दार्शनिक कविता में लूक्रीशस ने सूजर्य की किरण में नजर आने वाले धूल के कणों की ध्यान आकर्षित करने वाली गति का वर्णन किया है। उसने अनुमान लगाया कि धूल कणों को वायु में मौजूद अदृश्य गतिमान परमाणुओं द्वारा धक्के दिए जा रहे थे। अब हम जानते हैं कि धूल के कणों की गति वास्तव में ऊष्मीय धाराओं (थर्मल करेंट्स) के कारण होती है। पर यह गति उल्लेखनीय रूप से ब्राउनियन मोशन के समान होती है जिसने परमाणुओं और अणुओं के अस्तित्व की पुष्टि करने में सहायता की।

रॉबर्ट ब्राउन ने अपने सूक्ष्मदर्शी से पराग का अध्ययन करते हुए कुछ कणों को पराग से उत्सर्जित होते हुए देखा। ये कण पानी में बेचैनी से इधर–उधर इस तरह से गति कर रहे थे, जैसे कि वे जीवित हों। किसी द्रव या गैस (तरल पदार्थ) में निलम्बित कणों की इस बेतरतीब अनियमित गति को अब ब्राउनियन मोशन के नाम से जाना जाता है। उसके दशकों बाद, अल्बर्ट आइंस्टीन ने समझाया कि ये कण, स्वयं उस तरल पदार्थ के निरन्तर गति करते हुए परमाणुओं और अणुओं से टकराने के कारण, बेचैनी भरी हलचलें दर्शाते थे। अदृश्य परमाणुओं की गति इस तरह उनके द्वारा उनसे बड़े दिखाई देने वाले कणों को गति देने के कारण प्रकट हुई।

हमने अभी देखा कि किसी तरल पदार्थ के अणु निरन्तर गति कर रहे होते हैं। पर किसी ठोस पदार्थ के अणुओं में क्या होता है? यह पता चला कि ठोस के अणु भी गति करते हैं। परन्तु, कणों के गति करने का ढंग जरूर पदार्थ की अवस्था पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, इसका मतलब है कि पानी के अणु, बर्फ में, द्रव पानी में और पानी की वाष्प में अलग–अलग प्रकार से गति करते हैं।

ठोस पदार्थों के कण एक नियमित व्यवस्था में सघन रूप से साथ–साथ जमाए गए होते हैं। फिर भी, ठोस अणु कम्पन करते हैं और अपनी नियत स्थिति पर घूर्णन करते हैं। कम्पन एक सन्तुलन बिन्दु के इर्द–गिर्द एक प्रकार का दोलन होता है। इन हलचलों के बावजूद, ठोस पदार्थ अपने अणुओं के बीच के कसे हुए बन्धों के कारण सख्त या अनम्य होते हैं।

द्रवों में, उनके कण ज्यादा ढीले तरीके से साथ होते हैं। द्रव कण पास तो होते हैं, लेकिन वे एक–दूसरे के इर्द–गिर्द स्वतंत्रतापूर्वक सरक सकते हैं। यही कारण है कि द्रव पदार्थ अपने पात्र का आकार ग्रहण कर पाते हैं। द्रव कणों में कम्पन, घूर्णन तथा स्थानान्तरण की गतियाँ प्रदर्शित होती हैं।

जहाँ हम जानवरों में होने वाली गतियों को आसानी से समझ लेते हैं, वहीं पौधों में गति की अवधारणा को समझने के लिए अधिक कल्पना शक्ति की आवश्यकता होती है। Sources for illustration (Animal): Garvie, Steve. The Great Trek. 2010. Wikimedia Commons. Web. 15 Apr. 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Great_Trek.jpg. Attribution-Share Alike 2.0 Generic License: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.en. Sources for illustration (plants sprouting): Favreau, Jean-Marie. Sprouter. 2006. Wikimedia Commons. Web. 15 Apr. 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sprouter.png. GNU Free Documentation License, Version 1.2 or later: https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Free_Documentation_License)

गैसों के कण भी ये सभी गतियाँ दर्शाते हैं। लेकिन द्रवों की अपेक्षा गैसों के कणों के बीच में ज्यादा बड़ी दूरी होती है। इसके अलावा, गैसों के अणु तेजी से सभी दिशाओं में गति करते हैं। यही कारण है कि गैसें जिस किसी भी पात्र में रखी जाती हैं उसे वे भर देती हैं।

गति के कारण

"क्या है वह आदि चालक, वह बुनकर जो तेजी से चलती हुई बुनाई भरनियों का मार्गदर्शन करता है?" —एडवर्ड ओ. विल्सन[13]

हमारे आसपास के संसार में विविध प्रकार की हलचलें होती हैं। इनमें से कुछ हमारी आँखों को दिखाई नहीं देती और कुछ एकदम हमारे पास के परिवेश में घटती हैं। अन्य हमसे इतने ज्यादा बड़े पैमाने पर होती हैं कि उन्हें समझना कठिन होता है। लेकिन ये सारी चीजें आखिरकार क्यों और कैसे गति करती हैं?

इस सवाल का उत्तर काफी जटिल है और उस सन्दर्भ पर निर्भर करता है जिसमें हम इस सवाल को उठाते हैं। पशु तथा पौधे जिन कारणों से गति करते हैं उनसे हम परिचित हैं। लेकिन किसी गैस के अणु या ग्रह तथा आकाशगंगाएँ क्यों गति करती हैं? यह एक अच्छा विचार है कि इन सवालों को माध्यमिक स्कूल में उठाना शुरू कर दिया जाए ताकि विद्यार्थी इन पर मनन कर सकें। और आरम्भ करने की सबसे अच्छी जगह है, परिचित से अर्थात जीवनधारी प्राणियों से शुरू करना।

पशु क्यों गति करते हैं?

यदि आप अपने विद्यार्थियों से यह प्रश्न करेंगे तो सम्भावना है कि वे आपको ऐसे उत्तर देंगे, जैसे कि 'खतरे से बचने के लिए' या 'भोजन और पानी की तलाश करने के लिए'। इस चर्चा को आगे बढ़ाने का एक तरीका विद्यार्थियों से यह पूछना है कि बदलते हुए मौसम के साथ जानवर दूसरी जगहों पर पलायन क्यों करते हैं? आप सहवासी साथियों की तलाश करने के लिए होने वाली जानवरों की गतियों, जैसे कि चींटियों तथा दीमकों की वैवाहिक उड़ानों, का भी वर्णन कर सकते हैं।

> इन बातों से हम देख सकते हैं कि भोजन, आश्रय, संगीसाथी आदि की जरूरत ही जानवरों में गति का प्रमुख कारण होती है।

इसके बाद, यह देखना उपयोगी है कि जानवरों में गति करने की प्रक्रिया कैसे होती है। अधिकांश जानवरों में गति पैदा करने का सबसे नजदीकी कारण मांसपेशियों का सिकुड़ना होता है।

कशेरूक प्राणियों में गति उत्पन्न करने के लिए मांसपेशियाँ तथा ऊतक एक साथ लीवरों की तरह काम करते हैं।[14] लीवर एक सरल मशीन होती है जो एक छोटा बल लगाकर एक बड़ा बल पैदा करने के लिए इस्तेमाल की जाती है। लीवर का सिद्धान्त ही रीढ़धारी प्राणियों में सक्षम रूप से गति पैदा करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। विद्यार्थियों से पूछें कि उनकी मांसपेशियाँ और हड्डियाँ लीवर की तरह कैसे काम कर सकती हैं।

एक अन्य रोचक तथ्य यह है कि शरीर की अधिकांश गतिविधियाँ मांसपेशियों के युग्मों (पेयर्स) में काम करने के द्वारा क्रियान्वित की जाती हैं। विद्यार्थियों से इस सवाल पर विचार करने को कहें कि मांसपेशियाँ जोड़ों के रूप में काम क्यों करती हैं। इस सवाल के उत्तर का संकेत यह है कि कोई भी मांसपेशी एक ही दिशा में गति करने के लिए सिकुड़ सकती है।

बाइसैप्स (द्विशिर पेशी) तथा ट्राइसैप्स (ढाँचे की त्रिमूलक पेशी) ऐसा ही मांसपेशियों का जोड़ा है, जब बाइसैप्स सिकुड़ती हैं तब ट्राइसैप्स ढीली हो जाती हैं और ऐसा ही विपरीत क्रिया में होता है। बाइसैप्स का सिकुड़ना कोहनियों को मोड़ता है, ट्राइसैप्स का सिकुड़ना कोहनियों को फिर से सीधा कर देता है। इस प्रकार शरीर के अंगों को दोनों दिशाओं में चलाने के लिए मांसपेशियाँ जोड़ों में काम करती हैं।

पौधे क्यों गति करते हैं?

इस बात पर गौर करना दिलचस्प होता है कि क्या

विद्यार्थी यह समझ पाते हैं कि पौधों के गति करने के कई कारण भी वही होते हैं जो जानवरों के होते हैं। हाँ, उनमें केवल यह अन्तर जरूर होता है कि पौधों में कोई वास्तविक लोकोमोशन (पूरे पौधे का स्थान परिवर्तन) नहीं होता। विद्यार्थियों से पौधों की गतियों के विशिष्ट नाम बताने के लिए कहें और फिर इस पर विचार करने के लिए कहें कि ये गतियाँ क्यों होती हैं।

उदाहरण के लिए, प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के द्वारा भोजन तैयार करने में पौधे की मदद करने के लिए उसका तना प्रकाश की ओर गति करता है तथा जड़ें पानी की ओर गति करती हैं। वीनस फ्लाइट्रैप की गति कीटों को फँसाने के द्वारा पौधे को कठिनाई से प्राप्त होने वाले पोषक तत्व (जैसे कि नाइट्रोजन) पाने में मदद करने के लिए होती है। छुई–मुई की पत्तियाँ, परभक्षियों से अपनी रक्षा करने के लिए, छुए जाने पर बन्द हो जाती हैं। फूल अपने परागण, निषेचन (फर्टिलाइजेशन) और बीज–निर्माण की सम्भावनाओं को अधिकतम बनाने के लिए खुलते तथा बन्द होते हैं।

पौधों में भी गति का प्रमुख कारण, भोजन, प्रतिरक्षा, प्रजनन तथा अन्य आवश्यकताएँ होती हैं।

लेकिन पौधे वास्तव में किस तरह गति पैदा करते हैं? आखिरकार उनमें कोई मांसपेशियाँ, कोई हड्डियाँ और सबसे महत्त्वपूर्ण, कोई तंत्रिका व्यवस्था नहीं होती। इस प्रश्न के उत्तर में जीवविज्ञान तथा रसायनशास्त्र का एक रोचक मिश्रण शामिल होता है। यदि आपके विद्यार्थी पौधे की बुनियादी कोशिका संरचना से और थोड़े–बहुत रसायनशास्त्र से परिचित हैं, तो आप पौधों की गतियों के एक या दो उदाहरणों का थोड़े विस्तार से अध्ययन कर सकते हैं।

पौधों में गतियों की धीमी दरें, उनके अलग–अलग अंगों के बढ़ने की अलग–अलग दरों के कारण होती हैं। उदाहरण के लिए, जब छोटे कोमल पौधों को एक कमरे के भीतर रखा जाता है तब उनके तने खिड़की की ओर प्रकाश की दिशा में मुड़ जाते हैं। यह गति तने के उस भाग के लम्बे हो जाने के कारण होती है जो प्रकाश से दूर होता है। इस असमान वृद्धि के कारण तना प्रकाश की ओर मुड़ जाता है। वृद्धि हार्मोन कहलाने वाले रसायन लम्बाई में इस बढ़त को पैदा करते हैं। वृद्धि हार्मोन कोशिकाओं की दीवारों को अधिक लचीला बना देते हैं और इसलिए पानी का संचय करने के द्वारा कोशिकाएँ ज्यादा लम्बी हो जाती हैं।[15] और कुछ अन्य रसायनों की क्रिया के द्वारा (जो प्रकाश के प्रति संवेदनशील होते हैं) इस वृद्धि हार्मोन को तने के अंधेरे भाग की ओर भेजा जाता है।

रैपिड प्लांट मूवमेंट्स (पौधों में त्वरित गतियाँ) कई घटनाओं के संयोजन के माध्यम से घटते हैं। इस तरह की एक घटना 'अम्ल वृद्धि' होती है जो वीनस फ्लाईट्रैप में पाई जाती है।[16] जब उसकी पत्तियों के रोमों को छुआ जाता है, तो पत्ती के विद्युतीय विभव में परिवर्तन होता है। इस परिवर्तन के कारण मिडरिब (पत्ती के बीच की नस) की कोशिकाओं की दीवारों में धनात्मक हाइड्रोजन आयनों (H^+) की बाढ़ आ जाती है। ये आयन उस क्षेत्र को अधिक अम्लीय बना देते हैं और कोशिकाओं की दीवारों के कुछ हिस्सों को घोल देते हैं। इसके परिणास्वरूप कोशिकाएँ पानी का संग्रह करने के द्वारा फैलने के लिए मुक्त हो जाती हैं। पत्ती का बाहरी भाग तेजी से फैलता है और इसलिए उसका फंदा खट से बन्द हो जाता है।

पौधों में गति के ऐसे कई नजदीकी कारण होते हैं। इन प्रक्रियाओं को बेहतर ढंग से समझने के लिए हम अभी भी उनकी खोजबीन कर रहे हैं।

पशुओं तथा पौधों, दोनों के मामले में हमने देखा कि उनके जीवन के लिए आवश्यक चीजों की तलाश करने के द्वारा, जीवन को बनाए रखने की जरूरत ही उनकी गतियों के उत्पन्न होने का कारण होती है। फिर भी हमें इसका पक्का पता नहीं है कि यह 'जीवन' क्या है जो अपने को सतत बनाए रखने का प्रयास करता है।

ग्रह, तारे तथा आकाषगंगाएँ क्यों गति करते हैं?

हमने आकाशीय पिण्डों के द्वारा प्रदर्शित की जाने

वाली विभिन्न प्रकार की गतियों को देखा है। वे अपने ही चारों ओर घूर्णन (स्पिन या रोटेट) करते हैं, दूसरे पिण्डों के चारों ओर चक्कर लगाते हैं और शेष ब्रह्माण्ड से तेज गति से दूर भागते हैं। लेकिन ये पिण्ड गति करते ही क्यों हैं, यह एक ऐसा सवाल है जिसने मनुष्यों को सदियों से परेशान और हैरान कर रखा है। ब्रह्माण्ड की रहस्यमय प्रकृति से सचमुच में विद्यार्थियों का परिचय करवाये जाने की जरूरत होती है। उन्हें इन गतियों के कारणों का अनुमान लगाने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकता है। कक्षा में इस सवाल की चर्चा करने से पहले वे स्वयं भी इसके बारे में पढ़ सकते हैं और इसके उत्तर खोज सकते हैं। यहाँ हम पहले उल्लेख की गईं तीन प्रकार की गतियों के सम्भावित कारणों पर एक संक्षिप्त नजर डालेंगे।

पृथ्वी के स्वयं के चारों ओर घूर्णन करने से ऐसा प्रतीत होता है जैसे कि सूर्य तथा तारे उसका चक्कर लगाते हैं। यह फोटोग्राफ रात्रि आकाश में 91 मिनिट की अवधि में लिए गए तारों की आभासी गति की तस्वीर को दिखाता है। Source: Lee, James Ronald. 91 Minutes of the Night Sky . 2010.Wikimedia Commons. Web. 15 Apr. 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:91_minutes_of_the_night_sky .jpg.

यह देखा गया है कि ब्रह्माण्ड में हर चीज (सौर मण्डल के ग्रह, सूर्य, अन्य तारे, सभी आकाशगंगाएँ) **सभी चीजें** घूर्णन करती हैं।[17] और एक व्यवस्था (जैसे कि मिल्की–वे आकाशगंगा या सौर मण्डल) के भीतर स्थित सभी वस्तुएँ पृथ्वी के जैसी ही दिशा में घूर्णन करते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि यह घूर्णन स्वयं इन व्यवस्थाओं के निर्मित होने के फलस्वरूप विकसित हुआ प्रतीत होता है।

उदाहरण के लिए, मिल्की–वे के भीतर सौर मण्डल लगभग 4.5 अरब वर्ष पहले किसी ऐसे बल के परिणामस्वरूप निर्मित हुआ, जो सम्भव है कि पास में स्थित सुपरनोवा की शॉकवेव्स (उच्च दबाव का तेज गति से आ रहा क्षेत्र) का रहा हो।[18] इस बल ने हाइड्रोजन गैस के एक विराट बादल को गुरुत्व के कारण अपने अन्दर ही ढह जाने पर बाध्य किया। जिन भिन्न–भिन्न आवेगों से हाइड्रोजन के कण एक–दूसरे की ओर आए, उन्होंने संयुक्त होकर पूरी व्यवस्था के लिए घूर्णन को उत्पादित किया। जिन घटनाओं के परिणामस्वरूप आकाशगंगाओं का निर्माण हुआ, वे ही उनके घूर्णन करने का कारण बनीं।

अब, पृथ्वी तथा अन्य ग्रह सूर्य की परिक्रमा क्यों करते हैं? गुरुत्वाकर्षण बल के कारण ग्रह सूर्य की ओर उसी तरह खींचे जाते हैं जिस तरह एक सेब जमीन पर गिरता है। पर, पृथ्वी सूर्य में क्यों नहीं गिर जाती, इसका कारण है कि पृथ्वी का एक पार्श्ववेग (साइडवेज वेलोसिटी) भी होता है, जिसकी दिशा सूर्य से समकोण (90 डिग्री का कोण) बनाती है।[19] यह पार्श्ववेग उस समय से चला आ रहा है जब आरम्भ में पृथ्वी सौर मण्डल में निर्मित हुई थी। यह पार्श्ववेग पृथ्वी को सूर्य से दूर धकेलने का प्रयास करता है, जबकि गुरुत्वाकर्षण का बल उसे सूर्य की ओर खींचता है। ये दोनों परिपूर्ण सन्तुलन में होते हैं, और इसीलिए पृथ्वी न तो सूर्य में गिरती है और न ही उससे दूर जाती है। उसके बजाय, वह निरन्तर अपनी कक्षा में सूर्य की परिक्रमा करती रहती है।

और अन्त में, ब्रह्माण्ड की आकाशगंगाएँ क्यों तेजी से एक–दूसरे से दूर भाग रही हैं? इस प्रश्न का उत्तर बिग बैंग (महाविस्फोट)[20] में निहित है। जब आकाशगंगाओं की गति को समय में पीछे की ओर ले जाया जाता है, तो वे सभी एक ही मूल बिन्दु से उत्पन्न हुई प्रतीत होती हैं।

बिग बैंग का सिद्धान्त ऐसे एक मात्र मूल बिन्दु (जो अत्यन्त ही छोटा, अत्यन्त गरम, अनन्त रूप से सघन बिन्दु है) से ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति को समझाने के लिए प्रस्तावित किया गया था। हमें यह नहीं मालूम कि यह एक मात्र मूल बिन्दु कहाँ से या कैसे आया।

महाविस्फोट के सिद्धान्त का दावा है कि 13.7 अरब वर्ष पहले यह एक मात्र बिन्दु एक विस्फोट के परिणामस्वरूप फूला, फैलता गया और बाद में ठण्डा होने पर उसने वर्तमान विस्तृत होते हुए ब्रह्माण्ड को निर्मित किया।[21]

सारांश में हम देख सकते हैं कि आकाशीय पिण्डों की गति का एक प्रमुख कारण गुरुत्वाकर्षण बल है। लेकिन उनकी गति के अन्य कारण वास्तव में हमें ज्ञात नहीं हैं, और इसीलिए हम सुपरनोवा या बिग बैंग जैसी घटनाओं का अनुमान लगाते हैं। महत्त्वपूर्ण बात ब्रह्माण्ड के बारे में एक विस्मय और रहस्य की अनुभूति को अपने विद्यार्थियों को सम्प्रेषित करना है।

परमाणु तथा अणु क्यों गति करते हैं?

हमने पहले देखा कि परमाणुओं तथा अणुओं की गति पदार्थ की अवस्था के साथ बदलती है। लेकिन ये कण गति करते ही क्यों हैं? क्या कोई ऐसे अणु भी होते हैं जो पूरी तरह गतिहीन या स्थिर हों?

इन सवालों के उत्तर में, विद्यार्थियों से उनके अनुमान जानने का तरीका, उनसे यह पूछना है कि पानी के मामले में पदार्थ की अवस्थाओं का परिवर्तन कैसे होता है। निश्चित रूप से, हम जानते हैं कि बर्फ को गर्म करने पर वह पानी में बदल जाता है, और उसे आगे गर्म करने पर वह वाष्प में बदल जाता है। ठण्डा करने पर यह घटना उलटे रूप में घटित होती है।

अगला काम हमारे विद्यार्थियों को इन घटनाओं में अन्तर्सम्बन्ध खोजने के लिए प्रेरित करना है। उनसे पूछिए कि जिस तरह पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन होता है और जिस तरह पदार्थ की अलग–अलग अवस्थाओं में उनके कणों की गति अलग–अलग होती है, इन दोनों बातों के बीच में क्या सम्बन्ध हो सकता है। उन्हें यह देख सकना चाहिए कि गर्म करने पर कण ज्यादा तेज गति करते हैं और ठण्डा करने पर उनकी गति धीमी हो जाती है। यहाँ गति की ऊर्जा के रूप में **गतिज ऊर्जा (काइनैटिक एनर्जी)** का परिचय करवाया जा सकता है। कोई वस्तु जितनी तेजी से गति करती है, उसकी गतिज ऊर्जा उतनी ही अधिक होती है।

फिर विद्यार्थियों से पूछें कि किसी पदार्थ को गरम करने पर उसका **तापमान** कैसे बदलता है। उन्हें कोशिश करके तापमान को परिभाषित करने दें। निश्चित रूप से, तापमान किसी वस्तु की ऊष्मा की तीव्रता को नापता है। लेकिन यहाँ सम्बन्ध यह है कि तापमान किसी वस्तु में मौजूद कणों की औसत गतिज ऊर्जा की माप होता है। किसी वस्तु के कण जितनी अधिक तेज गति करते हैं, उतना ही अधिक उसका तापमान होता है।[22]

हमने देखा है कि पदार्थ के कण गर्म करने पर ज्यादा तेजी से गति करते हैं। तो, क्या कणों को पर्याप्त ठण्डा करने के द्वारा उनकी गति को रोका जा सकता है? तापमान का कैल्विन पैमाना इसी विचार पर आधारित है, क्योंकि वैज्ञानिकों ने सिद्धान्त रूप में यह निष्कर्ष निकाला कि किसी गैस का आयतन– 273.15°C (डिग्री सैल्सियस) पर शून्य हो जाता है। यह – 273.15°C का तापमान **चरम शून्य (ऐब्सोल्यूट जीरो)** या 0 डिग्री कैल्विन माना जाता है।[23] परिभाषा के अनुसार, माना जाता है कि चरम शून्य पर समस्त आणविक गति को बन्द हो जाना चाहिए।

लेकिन इसके साथ कई समस्याएँ हैं। पूरे ज्ञात ब्रह्माण्ड में कोई भी ऐसा स्थान नहीं है जो चरम शून्य तापमान पर हो। हमारे लिए एक चरम शून्य निर्मित कर पाना सैद्धान्तिक रूप से असम्भव है, हालाँकि हम उसके बहुत नजदीक तक पहुँचने में सफल हुए हैं।[24] अन्त में, क्वाण्टम मैकेनिक्स का तर्क है कि चरम शून्य पर कण गतिमान हैं या नहीं, यह माप सकना असम्भव है। और यदि हम

किसी प्रकार उस तापमान पर गति को माप भी सकते, तब भी कणों में थोड़े परिमाण में कम्पन और घूर्णन तो होगा।[25] इसलिए ब्रह्माण्ड में प्रत्येक कण गति कर रहा होता है। और हमें सचमुच में पता नहीं है कि ऐसा क्यों है।

निष्कर्ष

हम फिर से उस सवाल को दोहराएँ जिससे हमने शुरुआत की थी – क्या हम कह सकते हैं कि गति जीवन का लक्षण है? आखिरकार, ब्रह्माण्ड में हर चीज गति करती है। इसलिए जीवनधारी प्राणियों के द्वारा विभिन्न प्रकार के **उकसावों के प्रतिउत्तर** के रूप में, उद्देश्यपूर्ण गति प्रदर्शित करने की बात करना अधिक उपयुक्त प्रतीत होता है। आदर्श रूप में अन्तर्विषयी अध्ययन इसी प्रकार की बारीक भेद वाली समझ को बढ़ावा देता है।

हमने यहाँ कई दृष्टिकोणों से गति के प्रसंग का अध्ययन एक खास कारण से किया है, ताकि कोशिश करके हम अलग–अलग दृष्टिकोणों का एकीकरण कर सकें। जहाँ हम विषय क्षेत्रों के एक कृत्रिम विभाजन के माध्यम से संसार के बारे में समझते हैं, वहीं अन्तर्विषयी पाठ्यक्रम समग्र को देखने का प्रयास करता है। आशा की जानी चाहिए कि अब हमें गति की एक ऐसी समझ हासिल हुई है जिसमें विभिन्न विषय क्षेत्रों की अवधारणाएँ समाहित हैं।

निश्चित रूप से, चीजें क्यों गति करती है, इस प्रश्न की हम जितनी गहरी खोजबीन करेंगे, हमारे मन में उतने ही अधिक प्रश्न उठेंगे। हमारे अध्ययन के समस्त विस्तार के बावजूद, ब्रह्माण्ड में गति का अन्तिम कारण हमारी पकड़ से बाहर है। यह बोध कि बहुत कुछ है जो अज्ञात है, एक ऐसी अन्तर्दृष्टि है जो हमें अपने विद्यार्थियों तक सम्प्रेषित करना जरूरी है। क्योंकि केवल तभी परिचित और ज्ञात की सीमाओं के पार जाने की उत्कट इच्छा पैदा होती है।

Reference

1. "V.S. Naipaul - Nobel Lecture: Two Worlds". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 11 Apr 2015. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/literature/laureates/2001/naipaul-lecture-e.html.
2. "What Is Interdisciplinary Teaching?" Goldsmith, Arthur H., Darrick Hamilton, Karen Hornsby, and Dave Wells. Interdisciplinary Approaches to Teaching. National Science Foundation, 09 Feb. 2010. Web. 11 Apr. 2015. http://serc.carleton.edu/sp/library/interdisciplinary/what.html.
3. "Scholium to Definitions." Newton, Sir Isaac. The Mathematical Principles of Natural Philosophy. Trans. Andrew Motte. Vol. I. London: Benjamin Mott, 1729. 9. Print.
4. The Logic of Interdisciplinary Studies. Review. Mathison, Sandra, and Melissa Freeman. Centre on English Learning and Achievement, 25 Oct. 2006. Web. 11 Apr. 2015. http://www.albany.edu/cela/reports/mathisonlogic12004.pdf
5. "Himalayas on the Move." Adhya, Tiasa. Down to Earth 15 Feb. 2010: n. pag. Down To Earth. Web. 11 Apr. 2015. http://www.downtoearth.org.in/node/943.
6. "Everybody, Stand Up! The Power of Kinesthetic Teaching and Learning." Griss, Susan. Independent Teacher. National Association of Independent Schools, May 2013. Web. 11 Apr. 2015. http://www.nais.org/Magazines-Newsletters/ITMagazine/Pages/Everybody-Stand-Up.aspx.
7. "Energy Requirements for Locomotion." Alexander, R. McNeill. Principles of Animal Locomotion. Princeton, NJ: Princeton UP, 2003. 48. Print.
8. "Travelling." Attenborough, Sir David. The Private Life of Plants. BBC One. United Kingdom, 11 Jan. 1995. Television.
9. "Rapid Plant Movement." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 17 Nov. 2014. Web. 11 Apr. 2015. https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_plant_movement.
10. Plants-In-Motion. Hangarter, Roger P. Roger P. Hangarter and Indiana University, 27 Sept. 2011. Web. 11 Apr. 2015. http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/.
11. The Sidereal Messenger of Galileo Galilei and a Part of the Preface to Kepler's Dioptrics Containing the Original Account of Galileo's Astronomical Discoveries. Galilei, Galileo, and Johannes Kepler. Trans. Edward Stafford Carlos. London: Rivington's, 1880. Print.
12. Of the Nature of Things. Trans. Carus, Titus Lucretius. William Ellery Leonard. New York: E. P. Dutton, 1916. Project Gutenberg. 31 July 2008. Web. 11 Apr. 2015.

http://www.gutenberg.org/files/785/785-h/785-h.htm.

13. "Emergence." Wilson, Edward O.On Human Nature. Cambridge: Harvard UP, 1978. 75. Print.

14. "What Levers Does Your Body Use?" Science Learning Hub RSS. The University of Waikato, 21 June 2007. Web. 11 Apr. 2015. http://sciencelearn.org.nz/Contexts/Sporting-Edge/Looking-closer/What-levers-does-your-body-use.

15. "How Do Plants Grow toward the Light?" Wankerl, Barbara. TechnischeUniversitätMünchen, 27 May 2013. Web. 11 Apr. 2015. https://www.tum.de/en/about-tum/news/press-releases/short/article/30854/.

16. "Exactly How Does a Venus Flytrap's Leaves Close so Fast?" Rice, Barry. The Carnivorous Plant FAQ. International Carnivorous Plants Society, 13 Mar. 2011. Web. 11 Apr. 2015. http://www.sarracenia.com/faq/faq2800.html.

17. "Why Does Everything in the Universe Spin?" Dominguez, Trace. TestTube. Discovery Digital Networks, 13 Feb. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://testtube.com/dnews/why-does-everything-in-the-universe-spin/.

18. "Why Does the Earth Spin?"Cain, Fraser. Universe Today. Fraser Cain, 12 Sept. 2013. Web. 11 Apr. 2015. http://www.universetoday.com/14491/why-does-the-earth-rotate/.

19. "Why Do the Planets Orbit the Sun? (Beginner)." Jordan, Cathy.Ask an Astronomer. The Curious Team, n.d. Web. 11 Apr. 2015. http://curious.astro.cornell.edu/about-us/57-our-solar-system/planets-and-dwarf-planets/orbits/243-why-do-the-planets-orbit-the-sun-beginner.

20. "Big Bang." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 7 Apr. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang.

21. "Big Bang Theory - An Overview." Big Bang Theory. AllAboutScience.org, 2 Jan. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://www.big-bang-theory.com/.

22. "Kinetic Theory of Matter." Kurtus, Ron. School for Champions. Ron Kurtus, School for Champions LLC, 26 Nov. 2011. Web. 11 Apr. 2015. http://www.school-for-champions.com/science/matter_kinetic_theory.htm.

23. "Absolute Zero." Wikipedia Contributors. Wikipedia. Wikimedia Foundation, 5 Apr. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Absolute_zero.

24. "Why Can't We Get to Absolute Zero?" Reid, Alastair.MrReid.org. Mr. Reid, 3 July 2014. Web. 11 Apr. 2015. http://wordpress.mrreid.org/2014/07/03/why-cant-we-get-to-absolute-zero/.

25. "Zero-point Energy." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 10 Apr. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Zero-point_energy.

स्मिता बी. *ने स्कूलों में जीवविज्ञान तथा पर्यावरण विज्ञान का शिक्षण किया है। उन्हें विद्यार्थियों को प्रायोगिक कार्य करने के कौशल सिखाने में विशेष रूप से आनन्द आता है। एक पारिस्थितिकी विज्ञानी (इकोलोजिस्ट) की तरह प्रशिक्षित होने के कारण, वे वनों के पुनरुद्धार के तरीकों का अध्ययन करने वाली एक निजी परियोजना को साकार करने का प्रयास कर रही हैं। वे अपने आसपास मौजूद लोगों से ज्यादा व्यापक स्तर पर पाठकों तक पहुँचने के लिए लिखने का कठिन श्रम करती हैं। उनसे* bsmitha.work@gmail.com *पर सम्पर्क किया जा सकता है।* ***अनुवाद*** *: भरत त्रिपाठी*