सरल प्रयोगों से भौतिकी को समझना

जी. एस. रोतेला

स्थानीय स्तर पर उपलब्ध और कम लागत वाली सामग्री का उपयोग करके, घर पर किए गए सरल प्रयोगों के द्वारा विज्ञान को काफ़ी हद तक समझाया जा सकता है। इसी प्रकार, किसी परिदृश्य या घटना पर सवाल करके भी विज्ञान की खोजबीन की जा सकती है। इस लेख में ऐसे कुछ सरल परन्तु रोमांचक प्रयोग प्रस्तुत किए गए हैं जिनकी मदद से भौतिकी के कुछ आधारभूत सिद्धान्तों को समझा जा सकता है।

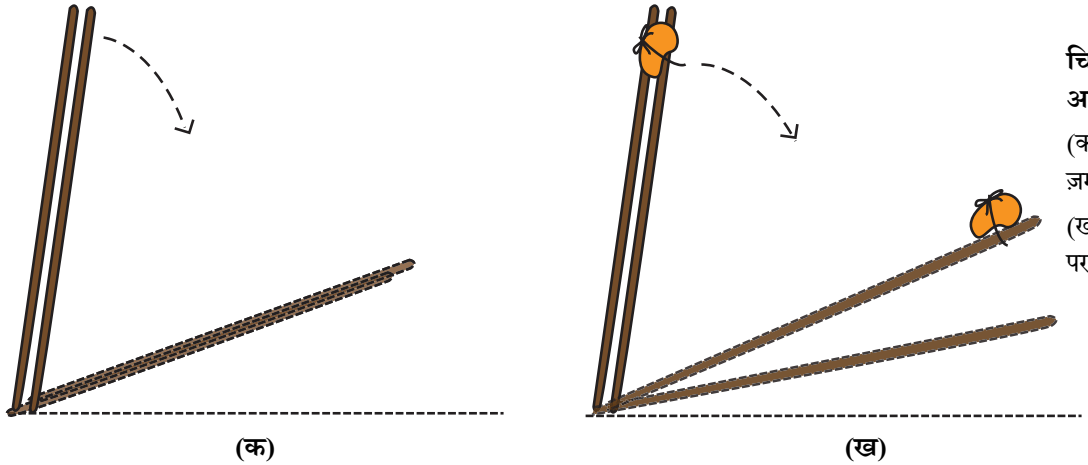
विज्ञान मज़ेदार है

हम अकसर ऐसी घटनाओं से रूबरू होते हैं जो हमें हैरानी या आश्चर्य के भाव में डाल देती हैं। उनके पीछे के विज्ञान के बारे में सवाल करें, तो इन घटनाओं के हमारे अवलोकन और अधिक आनन्ददायक और सीखने में भी मददगार हो सकते हैं। इसी तरह, विज्ञान पाठ्यपुस्तकों में दी गई अवधारणाओं को स्थानीय स्तर पर उपलब्ध, कम लागत की सामग्रियों का उपयोग करके सरल प्रयोगों के माध्यम से कक्षाओं में जीवन्त किया जा सकता है। इस तरह के सीखने-सिखाने के अनुभव विद्यार्थियों में उत्साह पैदा करते हैं, उनकी रुचि बढ़ती है और अवधारणाओं की समझ बनती है।

हम यहाँ कुछ ऐसे प्रयोग प्रस्तुत कर रहे हैं, जिन्हें आप कक्षा में कर सकते हैं या विद्यार्थियों को घर पर करने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं। प्रत्येक प्रयोग विद्यार्थियों को उसके पीछे के विज्ञान पर सोच-विचार करने में मदद करेगा और इस दौरान वे ख़ुद से बहुत कुछ विज्ञान भी सीखेंगे।

प्रयोग 1 : आलसी छड़ी

दो एक-जैसी लकड़ी की छड़ियाँ (या एल्यूमीनियम/ पीवीसी पाइप) लें, प्रत्येक 1 मीटर लम्बी और 2 सेमी चौड़ी हों। दोनों छड़ियाँ एक साथ पकड़ें, धरती के लम्बवत परन्तु थोड़ी-सी झुकी हुई हों (**चित्र-1 क देखें**)। इन्हें एक साथ छोड़ दें। आप देखेंगे कि दोनों छड़ियाँ एक साथ फ़र्श पर गिरती हैं।



चित्र-1 : वज़न बँधी छड़ी आलसी छड़ी क्यों है?

(क) दोनों छड़ियाँ एक ही साथ ज़मीन पर गिरती हैं।

(ख) वज़न वाली छड़ी ज़मीन पर बाद में गिरती है।

अब एक छड़ी के ऊपरी छोर पर लगभग 250 ग्राम का वज़न या एक छोटा पत्थर बाँधें। वज़न को ऊपरी छोर पर रखते हुए, उन्हें पकड़कर रखें और एक साथ छोड़ दें (**चित्र-1 ख देखें**)।

आपने शायद सोचा होगा कि वज़न वाली छड़ी पहले ज़मीन पर गिरेगी। लेकिन असल में इसके बिल्कुल विपरीत होता है। क्यों?

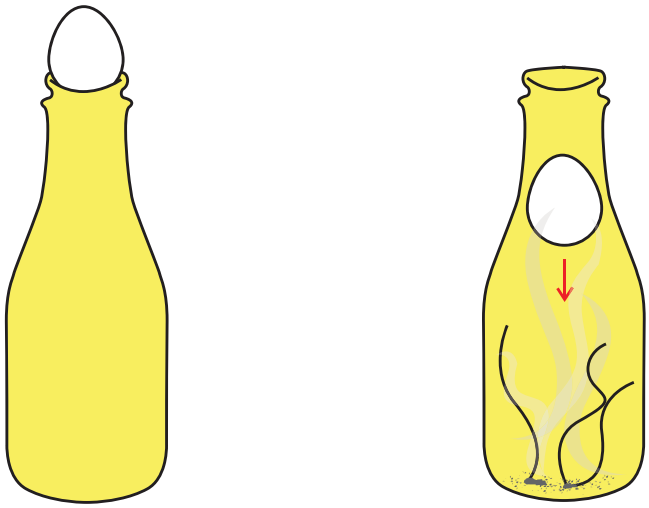
क्या हो रहा है?

इस असामान्य अवलोकन को पदार्थ के एक गुणधर्म द्वारा समझाया जा सकता है जिसका नाम 'जड़त्व' है। जड़त्व किसी वस्तु की अपनी स्थिर अवस्था या गति की स्थिति में किसी भी बदलाव का विरोध करने की प्रवृत्ति को कहते हैं।

प्रयोग में, प्रत्येक छड़ी चक्रीय गति (घूर्णन) कर रही है, जो छड़ी के फ़र्श पर टिके बिन्दु पर घूम रही है। प्रत्येक छड़ी की गतिज ऊर्जा और संवेग जिससे वह ज़मीन पर गिरेगी, उसके जड़त्व आघूर्ण (Moment of inertia) पर निर्भर करेगा और स्वयं जड़त्व आघूर्ण, छड़ी में द्रव्यमान के वितरण और उसकी धुरी, जिस पर वह घूम रही है, की स्थिति पर निर्भर करता है।

हम प्रत्येक छड़ी के जड़त्व आघूर्ण की गणना कैसे करते हैं? मानक सूत्र का उपयोग करके : $I = \Sigma mr^2$, जहाँ I = जड़त्व आघूर्ण, m = छड़ी के प्रत्येक कण का द्रव्यमान, r = उस कण और उस बिन्दु के बीच की दूरी जिस पर घूम रही है और Σ पूरी छड़ी के लिए प्राप्त mr^2 के प्रत्येक मान के योग को दर्शाता है।

सूत्र से स्पष्ट है कि छड़ी जिसके साथ वज़न बँधा है, उसका जड़त्व आघूर्ण बिना वज़न वाली छड़ी की तुलना में ज़्यादा होगा। जड़त्व आघूर्ण को घूर्णन गति में कोणीय वेग के विरुद्ध छड़ी के प्रतिरोध का द्योतक माना जा सकता है। इसलिए, जड़त्व आघूर्ण के बड़े मान का मतलब गति के विरुद्ध अधिक प्रतिरोध होगा या दूसरे शब्दों में, घूर्णन गति धीमी होगी – जो बताती है कि वज़न बँधी छड़ी, दूसरी छड़ी की तुलना में धीमी गति से क्यों गिरती है।



चित्र-2 : अण्डा क्यों सिकुड़ जाता है? (क) उबला छिला हुआ अण्डा बोतल के मुँह पर टिका रहता है। (ख) काग़ज़ की लौ बुझने के तुरन्त बाद अण्डा बोतल में फिसल जाता है।

इस अवधारणा की और खोजबीन!

यदि आप इस प्रयोग को दो अलग-अलग लम्बाई की छड़ों के साथ दोहराएँ तो क्या होगा? या वज़न को ऊपरी सिरे की बजाय बीच में या नीचे बाँधें? क्या आप उन स्थितियों की भविष्यवाणी कर सकते हैं जब दो छड़ियाँ (किसी एक से वज़न बँधा हुआ है) एक ही साथ ज़मीन से टकराएँगी?

प्रयोग 2 : सिकुड़ता अण्डा

काँच की एक बोतल लें जिसके मुँह का व्यास (लगभग 4 सेमी) एक अण्डे के व्यास (लगभग 4.5 सेमी) से थोड़ा कम हो। एक उबले अण्डे को छीलें। अब, इस अण्डे को बोतल के ऊपर रखें। अपेक्षा के अनुरूप, अण्डा वहाँ मुँह पर टिका रहेगा और बोतल में नहीं गिरेगा (**चित्र-2 क देखें**)।

अब अण्डे को बोतल के ऊपर से हटा दें और बोतल के अन्दर जलता हुआ काग़ज़ का एक टुकड़ा डालें। लौ के बुझते ही, अण्डे को फिर से बोतल के मुँह पर रखें (**चित्र-2 क देखें**)।

आप सोच रहे थे कि अण्डा बोतल के ऊपर टिका रहेगा, लेकिन वह धीरे-धीरे फिसलकर बोतल में चला जाता है! ऐसा क्यों होता है?

क्या हो रहा है?

जब बोतल के अन्दर काग़ज़ का जलता हुआ टुकड़ा डाला जाता है, तो वह अन्दर की हवा गर्म करता है। गर्म हवा फैल जाती है और कुछ हवा बोतल से बाहर निकल जाती है। इससे बोतल के अन्दर हवा की मात्रा कम हो जाती है। लौ बुझने के तुरन्त बाद जब अण्डे को बोतल के मुँह पर वापस रखा जाता है, तो वह बोतल को सील कर देता है, और हवा को बोतल से बाहर निकलने या प्रवेश करने से रोक देता है।

आगे क्या होता है इसे गैस के एक नियम के माध्यम से समझाया जा सकता है, जिसे गे-लुसाक का नियम कहते हैं। इसमें कहा गया है कि स्थिर आयतन पर गैस के तापमान का इसके दबाव से सीधा सम्बन्ध होता है। इस बात से क्यों फ़र्क़ पड़ता है? समय के साथ, बोतल में हवा ठण्डी होना शुरू हो जाती है। चूँकि सीलबन्द बोतल में हवा का आयतन स्थिर है, इसलिए तापमान में गिरावट से वायु दाब में कमी आती है।

बोतल में कम वायु दाब, चारों और दीवारों पर और अण्डे की सतह के उस हिस्से पर भी काम करता है जिससे बोतल का मुँह सील हुआ है। लेकिन अण्डे का बाक़ी हिस्सा, जो बाहर हवा के सम्पर्क में है, उस पर सामान्य वायुमण्डलीय दबाव पड़ता रहता है। इस असन्तुलन के परिणामस्वरूप, उच्च वायुमण्डलीय दबाव

नीचे की ओर कुछ अतिरिक्त बल डालता है जो अण्डे को बोतल में धक्का देता है। अण्डा अब बोतल को सील नहीं रख पाता है। बाहर से हवा बोतल में चली जाती है और अन्दर व बाहर के दबाव का सन्तुलन बना देती है।

इस अवधारणा की और खोजबीन करें!

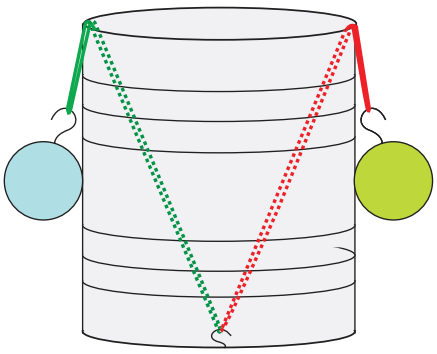
क्या होगा यदि आप इस प्रयोग को दोहराएँ लेकिन जलते हुए काग़ज़ की बजाय, बोतल में कुछ गर्म या ठण्डा पानी डालें?

प्रयोग 3 : छुपने वाली गेंदें

एक खुले ढक्कन वाला एक टिन कैन लें। इस कैन के नीचे तली में दो अत्यधिक लचीले और छोटे-छोटे इलास्टिक रबर बैंड बाँधें। दोनों रबर बैंड के खुले सिरों पर एक-एक स्टील की गेंद (वज़न लगभग 100 ग्राम) बाँध दें। दोनों गेंदों को कैन के बाहर लटकने दें (**चित्र-3 देखें**)।

आप देखेंगे कि जब तक आप कैन को पकड़े हैं, तब तक गेंदें बाहर लटकती रहती हैं। लेकिन यदि आप अचानक गेंदों के साथ कैन को खाली जगह में गिरा दें तो क्या कुछ बदलाव होगा?

आप शायद उम्मीद कर रहे होंगे कि गेंदें



चित्र-3 : गेंदें स्वतंत्र गिरते कैन के भीतर क्यों छिपती हैं?

कैन के बाहर ही रहेगीं, पर आप देखेंगे कि इलास्टिक रबर बैंड अचानक खिंच जाते हैं और गेंदें कैन के अन्दर चली जाती हैं। ऐसा क्यों होता है?

क्या हो रहा है?

जब कैन हाथ में थी, तो प्रत्येक गेंद पर लग रहे गुरुत्वाकर्षण बल के कारण दोनों सिरों पर इलास्टिक रबर बैंड खिंच रही थी। इसकी वजह से गेंदें कैन के बाहर लटकती रहती हैं। लेकिन जब आप कैन को छोड़ देते हैं, गिरता हुआ कैन और गेंदें दोनों भारहीन हो जाते हैं। गिरती हुई भारहीन गेंदें अब इलास्टिक रबर बैंड को तना हुआ रखने के लिए आवश्यक बल नहीं लगा पाती हैं। इलास्टिक रबर बैंड वापस ढीली पड़ जाती हैं और परिणामस्वरूप, गेंदें कैन के अन्दर चली जाती हैं।

उपसंहार

प्राकृतिक घटना को समझने की तलब एक स्वाभाविक जिज्ञासा से उत्पन्न होती है जो हम सभी में होती है। हमने देखा कि इन सरल प्रयोगों के माध्यम से, कैसे रोज़मर्रा की घटनाओं को, उनके पीछे के विज्ञान को जानकर, बेहतर समझा जा सकता है। इसी चीज़ को विज्ञान कक्षाओं में भी लाया जा सकता है। शिक्षक इन प्रयोगों का उपयोग करके रोमांचक और ख़ुद करके सीखने के अनुभव दे सकते हैं। विज्ञान, अन्ततः कुछ करके और खोज करके ही सही तरीक़े से सीखा जा सकता है। विद्यार्थियों को वैज्ञानिक विधि का उपयोग करने के लिए प्रोत्साहित करने (जिसमें शामिल हैं अवलोकन करना, सवाल करना, प्रयोग करना और निष्कर्ष निकालने के लिए डेटा का विश्लेषण करना) से ही अवधारणाओं की बेहतर समझ बन सकती है। इसलिए, विज्ञान शिक्षाविद के रूप में, हमारी भूमिका सबसे महत्वपूर्ण हो जाती है। आगे बढ़ें और इस तरह की अन्य घटनाओं के विज्ञान का पता लगाएँ!

Note: Credits for the image used in the background of the article title: Light tracing a pattern reminiscent of a spinning top. Creativity103, Flickr. URL: https://www.flickr.com/photos/creative_stock/5157525141. License: CC-BY.

जी. एस. रोतेला राष्ट्रीय विज्ञान संग्रहालय परिषद के पूर्व महानिदेशक; नेहरू विज्ञान केन्द्र, मुम्बई के निदेशक; साइंस सिटी, कोलकाता के निदेशक; और भारतीय मानव विज्ञान सर्वेक्षण के निदेशक (आई/ सी) हैं। वे पेशे से विज्ञान कम्यूनिकेटर हैं। वे विद्यार्थियों के लिए हाथों से करने योग्य प्रदर्शन वस्तुओं, टिंकरिंग लैब, किट और इंटरैक्टिव विज्ञान गतिविधियों को विकसित करने में लगे हुए हैं। उन्होंने विज्ञान शिक्षकों के पेशेवर विकास में भी योगदान दिया है। उनसे gsr.rautela@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रमोद मैथिल **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय