



रहस्य ऊपर उठते गुब्बारे का

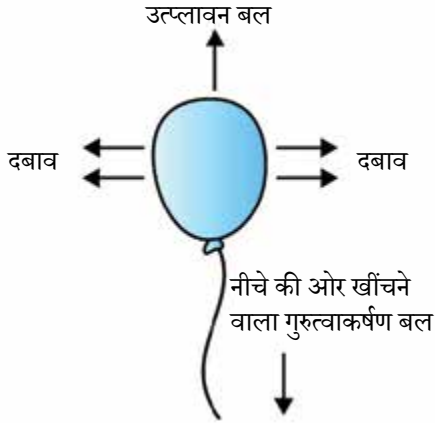
माधव केलकर

गुब्बारे हवा में ऊपर क्यों उठते हैं? वे कितना ऊपर जा सकते हैं? वे ज़मीन पर वापस कब आते हैं? हम इन सम्भावनाओं की जाँच कैसे करेंगे?

हवा में उड़ते गुब्बारे का नज़ारा हम में से कई लोगों के लिए बचपन की यादें ताज़ा कर सकता है। जैसे विविध आयोजनों के दौरान गैस गुब्बारों के गुच्छों की डोर को काटकर उन्हें आज़ाद करते हुए देखना। डोर टूट जाने या छूट जाने पर हवा में ऊपर जाता गुब्बारा कई बार रुला भी देता था। मुझे याद पड़ता है, मैं बचपन में ऊपर जाते गुब्बारों के पीछे दौड़ा भी हूँ, क्योंकि मुझे लगता था कि ये कुछ दूर जाकर नीचे टपकेंगे ज़रूर। लेकिन हर बार मुए नज़रों से ओझल हो जाते थे।

क्या आपने कभी सोचा है कि गैस से भरे गुब्बारे हवा में ऊपर क्यों जाते हैं? पाठ्यपुस्तकें आपको बताएँगी कि कोई वस्तु जो हवा से घिरी हो ऊपर की ओर तब उठती है, जब ऊपर उठाने वाला बल (उत्प्लावन बल) वस्तु द्वारा

हटाई गई हवा के भार के कारण लगने वाले बल के बराबर होता है। लेकिन आखिर इस गूढ़ व्याख्या का मतलब क्या है? सामान्य तापमान और वायुमण्डलीय दबाव पर एक घन मीटर हवा का भार 1250 ग्राम होता है। यानी कोई भी एक घन मीटर की वस्तु हवा में तैरगी (buoyed), जब उसे ऊपर उठाने वाला बल 1250 ग्राम भार के बराबर हो। यदि वस्तु का भार 1250 ग्राम से ज़्यादा हुआ तो वस्तु को हवा में छोड़ते ही वह नीचे गिरेगी। यदि वस्तु का भार 1250 ग्राम से कम हुआ तो वस्तु हवा में ऊपर की ओर उठती जाएगी। यानी कि हम कह सकते हैं कि कोई भी वस्तु जिसका भार उतने ही आयतन की हवा के भार से कम हो, वह हवा में ऊपर उठेगी। जैसा कि हम दूसरी सबसे हल्की गैस हीलियम से भरे गुब्बारे में देखते हैं। इसका मतलब यह कि गुब्बारे, गैस



चित्र-1 : हीलियम गैस से भरा गुब्बारा उस ऊँचाई तक ऊपर जाता है जहाँ उत्प्लावन बल वस्तु को नीचे की ओर खींचने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के बराबर होता है। यह जितना ऊपर जाता है, इसके बाहर का वायुदाब कम होता जाता है। जब बाहरी वायुदाब गुब्बारे के अन्दर के वायुदाब से कम हो जाता है तो गुब्बारे के अन्दर की हवा फैलने लगती है।

और धागे का कुल वजन गुब्बारे द्वारा हटाई गई हवा के भार से कम है और यही कारण है कि गैस से भरे गुब्बारे हवा में उड़ते हैं।

गैस का गुब्बारा कितने ऊपर तक जा सकता है? ये ऊपर तब तक जाएगा जब तक गुब्बारे द्वारा हटाई गई हवा का भार गुब्बारे के भार से ज्यादा हो। जैसे-जैसे गुब्बारा ऊपर जाता है, उसके चारों तरफ़ की हवा का घनत्व कम हो जाता है। जब हटाई गई हवा का भार गुब्बारे में भरी हीलियम के बराबर हो जाएगा तो गुब्बारा और ऊपर नहीं जाएगा (पृथ्वी से लगभग 32 किलोमीटर ऊपर)। इस जगह गुब्बारे को ऊपर खींचने वाला उत्प्लावन बल उसे नीचे खींचने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के समान हो जाएगा (**चित्र-1** देखें)।

इस ऊँचाई पर पहुँचने के बाद गुब्बारे का क्या होगा? एक सम्भावना यह है कि गुब्बारे में भरी हुई गैस धीरे-धीरे रिसने लगे। ऐसा तब हो सकता है जब गुब्बारे का मुँह कसकर नहीं बँधा हो या फिर फूले हुए गुब्बारे की रबर की खिंची हुई पतली परत में सूक्ष्म छिद्र हो सकते हैं। इस स्थिति में गुब्बारा धीमी गति से ऊपर जाएगा। जब यह उस ऊँचाई

बॉक्स-1 : गुब्बारे उछालने का खेल

जब मैंने दूसरे गुब्बारे को अपने कमरे में छोड़ा तो मुझे एक खेल याद आया। इसके बारे में मैंने कहीं पढ़ा था। इस खेल में गैस से भरे दो-तीन गुब्बारों को कमरे में छोड़ देते हैं। गुब्बारे कमरे की छत से चिपक जाएँगे। अब इंजेक्शन की सीरिंज में पानी भरकर निशाना साधकर गुब्बारों पर पानी की फुहार छोड़नी है। गुब्बारों पर पानी की कुछ बूँदें पड़ते ही वे नीचे आने लगते हैं। गुब्बारे ज़मीन पर तब तक रहते हैं जब तक उन पर मौजूद पानी की बूँदें सूख नहीं जातीं। उसके बाद वे फिर ऊपर उठने लगते हैं। कम या ज्यादा पानी छिड़ककर उनका रास्ता भी बदला जा सकता है। वे ऊपर उठ सकते हैं या फिर त्रिशंकु की तरह हवा में भी लटक सकते हैं। यह सोचते हुए, अगले कुछ मिनट मैं अपने कमरे में गुब्बारे से यही खेल खेलता रहा। मुझे इतना मज़ा आ रहा था कि मैंने उस सवाल पर ध्यान ही नहीं दिया जिसकी वजह से यह प्रयोग हुआ। लेकिन आप समझ ही गए होंगे कि जब तक गुब्बारे पर पानी की बूँदें रहती हैं, गुब्बारे का वजन उसके द्वारा हटाई गई हवा के भार से ज्यादा होता है। जैसे ही पानी वाष्पित होता है या बूँदें टपककर नीचे गिर जाती हैं, गुब्बारे का वजन कम हो जाता है और वह छत की तरफ़ उठने लगता है।

पर पहुँच जाएगा जहाँ उत्प्लावन बल और गुरुत्वाकर्षण बल बराबर हो जाएँगे, तब यह रुक जाएगा। हवा में कुछ देर डोलता रहेगा और फिर नीचे आने लगेगा। इस सम्भावना को देखने के लिए, मैंने एक गुब्बारे में तीन फीट लम्बा धागा जोड़कर उसे छत की रेलिंग से बाँध दिया। गुब्बारे से बँधा धागा तना हुआ था। गुब्बारा थोड़ा यहाँ-वहाँ डोलता था, लेकिन सिर ताने खड़ा था। मैंने दूसरे गुब्बारे को घर के कमरे में छोड़ दिया (**बॉक्स-1** देखें)। जैसे ही उसे छोड़ा, गुब्बारा छत से जा चिपका। मैंने तय किया कि इन्हें एक दिन के लिए यँ ही रहने दिया जाए, कुछ समय बाद फिर अवलोकन करना चाहिए। अगले दिन तक, दोनों गुब्बारे नर्म हो गए थे यानी कि उनके अन्दर से गैस रिस गई थी। इससे पहली सम्भावना की पुष्टि होती है।

एक और सम्भावना यह है कि गुब्बारा ऊपर आसमान में जाकर फूट जाएगा। ऊपर की ओर जाने के साथ-साथ गुब्बारे के भीतर और बाहर के दबाव में अन्तर बढ़ता जाएगा,

क्योंकि बाहरी वातावरण का दबाव ऊँचाई बढ़ने के साथ लगातार कम होता जाता है। यानी कि गुब्बारे के भीतर का दबाव गुब्बारे के बाहर के दबाव से ज्यादा होगा। ऐसी स्थिति में गुब्बारे के भीतर की गैस बाहर आने की कोशिश करेगी और गुब्बारा थोड़ा कमज़ोर हुआ तो फूट जाएगा। गुब्बारा मोटी-मज़बूत रबर का हुआ तो फूटने की नौबत तुरन्त नहीं आएगी। यह इस बात पर भी निर्भर करेगा कि गुब्बारे की ऊँचाई बढ़ने के साथ दबाव में अन्तर कितना बढ़ता है। इस सम्भावना का जायज़ा लेने के लिए मुझे ऊँचाई से एक गुब्बारा आसमान में छोड़ना होगा। मैंने एक गुब्बारे को धागे समेत समुद्र के स्तर से 300 मीटर की ऊँचाई पर छोड़ दिया। गुब्बारा पहले कुछ दूर ऊपर की ओर उठता हुआ जाता रहा, फिर शायद हवा के बहाव के कारण मुझसे दूर जाने लगा। कुछ देर मैंने खिलौना दूरबीन की मदद से गुब्बारे पर अपनी नज़र गड़ाए रखी। जब तक मैं उसे देख पाया, वह फूटा नहीं था। दूसरी बात जो मेरा एहसास भी हो सकता है, एक हद के

बाद गुब्बारा और ऊपर उठता महसूस नहीं हुआ।

अभी भी मैं ऐसा कोई तरीका नहीं सोच पा रहा हूँ जिसमें गुब्बारे को खुद ऊँचाई तक लेकर जाऊँ और इस बात को देख सकूँ कि गुब्बारा कम दबाव के हालात में फूटता है या नहीं। जिस जगह मैं गुब्बारे सम्बन्धी प्रयोग करके देख रहा हूँ उसकी ऊँचाई समुद्र सतह से लगभग 300 मीटर है। यहाँ हवा

का दबाव 734 मिमी पारे के बराबर है। यदि गुब्बारा 50 मीटर ऊँचाई तक जाता है यानी 350 मीटर की ऊँचाई पर चला जाए तो इस ऊँचाई पर हवा का दबाव 730 मिमी पारे के बराबर होगा। (इन ऊँचाइयों के लिए हवा के दबाव की गणना मैंने : <http://www.altitude.org> वेबसाइट पर मौजूद कल्कुलेटर की मदद से की है। इसमें किसी जगह के अक्षांश-देशान्तर, हवा के तापमान, हवा

में नमी आदि को ध्यान में रखा है या नहीं, मालूम नहीं।)। यानी अन्तर तो है लेकिन इस अन्तर से गुब्बारा फूटेगा या नहीं इसे जानने का फ़िलहाल मुझे कोई तरीका नहीं सूझ रहा है। यदि आप मेरी कुछ मदद कर पाएँ तो प्रयोग को आगे बढ़ाने में मदद मिलेगी।

मुख्य बिन्दु

- हीलियम गैस से भरा गुब्बारा ऊपर उठता है। क्योंकि गुब्बारा जिस रबर से बना है उसका भार, उसमें भरी गैस और उससे बँधी डोरी का मिला-जुला भार फूले हुए गुब्बारे द्वारा हटाई गई वायु के भार से कम होता है।
- गुब्बारा हवा में तब तक ऊपर उठता रहेगा जब तक गुब्बारे द्वारा हटाई गई हवा का भार गुब्बारे के भार के बराबर न हो जाए।
- जैसे-जैसे गुब्बारा ऊपर जाता है, उसके बाहर का वायुदाब अन्दर के वायुदाब की तुलना में कम होता जाता है। गुब्बारा ज़मीन पर नीचे आएगा या ऊपर ही फूट जाएगा यह इस पर निर्भर करता है कि समुद्रतल से उसकी ऊँचाई कितनी है, गुब्बारे की रबर की गुणवत्ता कैसी है और वह कितना कसकर बँधा है।



Notes:

1. This article was first published in response to a Sawaliram question in Sandarbh, Issue 88, pg 21-25. URL: <https://www.eklavya.in/magazine-activity/sandarbh-magazines/250-sandarbh-from-issue-81-to-90/sandarbh-88/978-sawaliram-88>.
2. Source of the image used in the background of the article title: Helium Balloons. Credits: stux, Pixabay. URL: <https://pixabay.com/photos/balloon-helium-air-flying-bright-3360126/>. License: CC0.

माधव केलकर शैक्षणिक संदर्भ पत्रिका की सम्पादकीय टीम का हिस्सा हैं। वे एकलव्य के होशंगाबाद, मध्य प्रदेश स्थित केन्द्र के केन्द्र प्रभारी भी हैं। उनसे madhav.kelkar@eklavya.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अनमोल जैन पुनरीक्षण : प्रतिका गुप्ता कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय