

गुब्बारा आगे की ओर

पिछली बार आपसे यह सवाल पूछा था – एक कार के सभी खिड़की दरवाज़े और हवा आने के सभी छेद बंद हैं। कार की पिछली सीट पर एक बच्चा हवा से हल्की गैस से भरा गुब्बारा लिए बैठा है। गुब्बारा हवा में तैर रहा है। अचानक कार स्टार्ट होकर आगे की ओर चल पड़ती है। आपको बताना था कि गुब्बारा अपनी जगह बना रहेगा, या पीछे जाएगा, या आगे की ओर जाएगा।

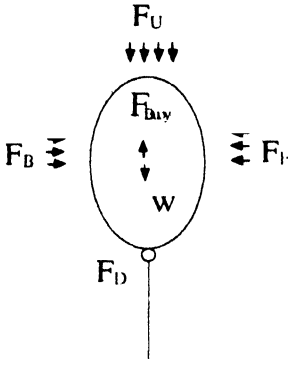
इस सवाल का कोई भी सही जवाब नहीं मिला। तर्क का इस्तेमाल करते हुए भी इस सवाल का जवाब ढूँढा जा सकता है, परन्तु यहां पर गुब्बारे पर लग रहे बलों का विश्लेषण करते हुए जवाब खोजने का प्रयास किया गया है।

इस किस्म की समस्याओं का हल ढूँढने का कारगर तरीका यही होता है कि सबसे पहले वस्तुओं पर लगने वाले बलों का विस्तृत अध्ययन कर लिया जाए। क्योंकि अगर किसी वस्तु की अवस्था में बदलाव (प्रत्याशित या अप्रत्याशित) होता है तो यकीनन, इसका कारण उस वस्तु पर लगने वाले बलों में असंतुलन होता है।

तो पहले देखते हैं कि जब कार खड़ी हुई है उस समय फुगों पर कौन-कौन से बल लग रहे होते हैं। हम यह मान कर चल रहे हैं कि कार के सभी शीशे चढ़े हुए हैं। यानी कार पूरी तरह से बंद है ताकि बाहर की हवा के कारण फुग्गा हिले-डुले नहीं। ऐसी स्थिति में फुगों पर हवा का दबाव चारों तरफ से लगता है। (देखें चित्र क)

कार में बंद हवा, पानी की ही तरह एक तरल पदार्थ है। और तरल पदार्थों की यह विशेषता होती है कि उनके द्वारा अन्य वस्तुओं पर लगाया जाने वाला दबाव, गहराई के साथ बढ़ता जाता है। यानी फुगों के निचले हिस्से पर (ऊपर की दिशा में) लगने वाला हवा का दबाव, फुगों के ऊपरी भाग पर (नीचे की दिशा में) लगने वाले दबाव से अधिक होगा। फुगों के साइड में लगने वाले दबाव समान गहराई के कारण बराबर (किंतु विपरीत दिशा में) होंगे। इसलिए फुगों पर एक परिणामी दबाव ऊपर की दिशा में लगता है। यही दबाव उत्पलावन बल (Buoyant Force) को जन्म देता है।

चूंकि फुगों में हवा से हल्की गैस भरी है, फुगों का भार (w), उत्पलावन



चित्र-क: कार स्थिर होने पर गुब्बारे पर लगने वाले बल

बल (F_{Buoyant}) से कम होता है। इसलिए अगर ऐसे फुगों को एक धागे से बांधकर न रखा जाए तो वह ऊपर उड़ जाता है।

$$F_{\text{Buoyant}} > w$$

$$F_{\text{Buoyant}} - w = T$$

$$F_{\text{Buoyant}} - w - T = 0$$

यहां पर 'टी' धागे का तनाव है जो नीचे की दिशा में लगता है। और जिसके कारण कार जब रुकी हुई होती है तो फुगों पर लगने वाले सभी बलों का संतुलन बना रहता है।

आइए अब देखते हैं कि परिस्थिति में क्या बदलाव आता है जब कार स्टार्ट होकर आगे की ओर चल पड़ती है। जैसा कि आम अनुभव है गाड़ी के चलते ही उसमें मौजूद यात्री और वस्तुएं पीछे की ओर ढकेली जाती हैं मानो कि उन सब पर पीछे की दिशा में एक बल लग रहा हो। ऐसा इसलिए

होता है क्योंकि गाड़ी के चलने से उसकी गति और उसमें बैठे लोगों और चीजों की गति में अंतर आ जाता है। गाड़ी तो चलने लगती है पर उसमें मौजूद बाकी सब चीजें अपने जड़त्व के कारण कुछ पल के लिए उस दर से गति नहीं पकड़ पाती हैं। फलस्वरूप कार के सापेक्ष अन्य चीजें कुछ देर के लिए पीछे रह जाती हैं।

ऐसे में अगर कार में कोई व्यक्ति अपने आंख-कान बंद करके बैठा है तो उसे यह मालूम नहीं पड़ सकेगा कि गाड़ी चलने लगी है, पर उसे अचानक पीछे की दिशा में एक क्षणिक बल लगता महसूस होगा। यह कोई वास्तविक बल नहीं है। यह तो दरअसल एक छद्म बल (Pseudo Force) है जिसे परिस्थितियों में बदलाव को समझने के लिए ईजाद करना पड़ेगा बशर्ते, हम यह मान लें कि गाड़ी अभी भी खड़ी है।

यानी पूरी समस्या को आप दो फर्क नज़रिए से देख सकते हैं। पहले नज़रिए में आप यह स्वीकारते हैं कि गाड़ी चलने लगी है। इस नज़रिए में किसी छद्म बल का कोई स्थान नहीं है। दूसरे नज़रिए में आप यह मान लेते हैं कि गाड़ी अभी भी खड़ी है, पर उसमें मौजूद चीजें तो पीछे की ओर ढकेली जाती हैं। इस तथ्य को चूंकि नज़रअंदाज़ नहीं किया जा सकता, इसलिए परिस्थितियों को

समझने के लिए हम एक बल के अस्तित्व को स्वीकार कर लेते हैं।

इस समस्या को समझने के लिए दूसरा नज़रिया ज़्यादा सुगम पड़ता है। इसलिए दूसरे नज़रिए के हिसाब से कार में सभी वस्तुओं पर अचानक पीछे की ओर एक बल लगने लगता है। इस छद्म बल को जड़त्व बल (Inertial Force) भी कहा जाता है। लगभग उसी तरह जिस तरह से गुरुत्व बल सभी वस्तुओं पर नीचे की ओर लगता है, यह जड़त्व बल फुगगे पर भी लगता है और कार में मौजूद हवा के कणों पर भी।

हवा के कण जड़त्व बल के कारण पीछे ढकेले जाते हैं। पर कार के पिछले हिस्से से टकराने पर हवा के कण, कार के पिछले भाग में अगले भाग की तुलना में, कुछ पल के लिए अधिक इकट्ठे हो जाते हैं। यानी फुगगे के पीछे की हवा का घनत्व आगे की तुलना में कुछ समय के लिए ज़्यादा हो जाता है। अब अन्य गैसों की तरह हवा का दबाव भी उसके घनत्व पर निर्भर करता है। घनत्व जितना अधिक होगा, हवा का दबाव भी उतना ही अधिक होगा।*

यानी हवा के दबाव के कारण फुगगे

* पहाड़ों पर हवा समुद्र तल की तुलना में विरल होती है। तभी तो समुद्र तल पर वायुमंडलीय दबाव पहाड़ों की अपेक्षा अधिक होता है।

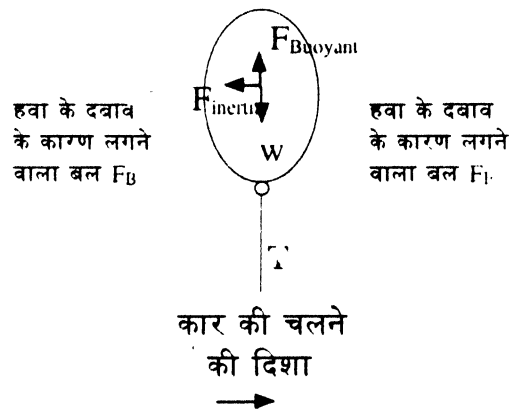
पर पीछे से लगने वाला बल (F_B), आगे से लगने वाले बल (F_F) से अधिक होगा। आइए अब फुगगे पर लगने वाले बलों का लेखा-जोखा कर लेते हैं। फुगगे पर ऊपर और नीचे की दिशा में लगने वाले बल:

- उत्प्लावन बल (F_{Buoyant})
- फुगगे का भार (w)
- धागे का तनाव (T)

जैसा कि हम देख चुके हैं, ये सभी बल एक-दूसरे को संतुलित किए हुए हैं।

फुगगे पर आगे और पीछे की दिशा में लगने वाले बल:

- हवा के दबाव के कारण फुगगे के पीछे (आगे की ओर) लगने वाला बल (F_B)
- हवा के दबाव के कारण फुगगे के आगे (पीछे की ओर) लगने वाला बल (F_1)
- जड़त्व बल (F_{Inertia})



चित्र-ख: कार के चलना शुरू करने पर गुब्बारे पर लगने वाले बल

चित्र (ख) में गुब्बारे पर लग रहे इन सब बलों को देखा जा सकता है। अब

$$F_B > F_I$$

$$F_B - F_I = \text{air pressure}$$

यानी हवा के दबाव के कारण फुगों पर आगे की दिशा में बल लगता है।

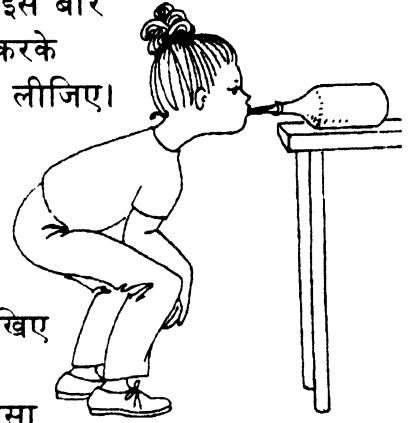
अब, चूंकि फुगों में भरी गैस हवा से हल्की है, जाहिर है इस गैस के

कणों का जड़त्व, हवा के कणों के जड़त्व से कम होगा। अतः फुगों पर लगने वाला जड़त्व बल $F_{\text{air pressure}}$ से कम ही रहता है। यानी $F_{\text{air pressure}} > F_{\text{inertia}}$

फलस्वरूप, फुगों पर कुछ पल के लिए एक परिणामी बल आगे की दिशा में लगता है जिसके प्रभाव में फुगों अन्य वस्तुओं की तरह पीछे जाने के बजाए, आगे की ओर धकेला जाएगा।

इस बार का सवाल: जरा सिर खुजलाइए में इस बार सवाल का हल बताने के लिए आपको एक प्रयोग करके देखना होगा। एक संकरे मुँह वाली कांच की बोतल लीजिए। उसे किसी समतल जगह पर रखिए। फिर किसी रद्दी कागज़ के छोटे से टुकड़े को मोड़कर एक गोली बना लीजिए। ध्यान रहे कि गोली बोतल के मुँह से छोटी हो।

इस गोली को बोतल के मुँह के थोड़ा-सा भीतर रखिए और बोतल के मुँह में जोर से फूंक मारिए। फूंक मारने पर गोली अंदर चली गई क्या? और ऐसा क्यों हुआ? यही इस बार आपको बताना है।



सवालिराम:

सवालिराम जी, बताइए कि सर्दी-जुकाम क्यों होता है?

— कुंती परते, होशंगाबाद

यदि आपके पास इन दोनों सवालों के या इनमें से किसी भी एक सवाल का जवाब हो तो हमें इस पते पर अपना जवाब भेजिए।

संदर्भ

द्वारा एकलव्य

कोठी बाजार, होशंगाबाद म. प्र.

पिन 461001