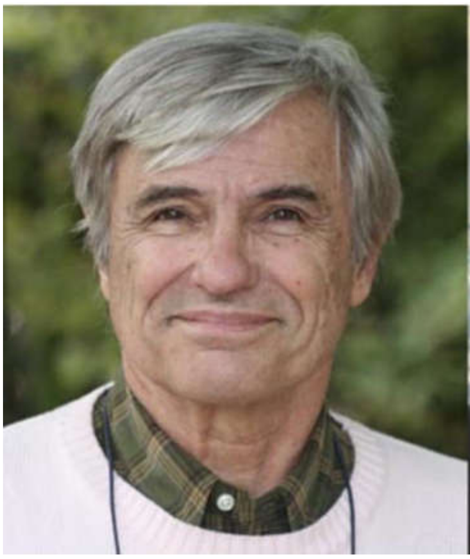
उड़ान का आनंद

लेखकः ज्यां पियरे पेती

हिन्दी अनुवादः अरविन्द गुप्ता

सीमाओं के बिना ज्ञान

गैर-लाभकारी संगठन एसोसिएशन 2005 में बनाई गई और दो फ्रांसीसी वैज्ञानिकों द्वारा प्रबंधित की गई। उद्देश्य: मुफ्त डाउनलोड करने योग्य पीडीएफ के माध्यम से तैयार किए गए बैंड का उपयोग करके वैज्ञानिक ज्ञान का प्रसार करना। 2020 में: 40 भाषाओं में 565 अनुवाद इस प्रकार हासिल किए गए थे। 500,000 से अधिक डाउनलोड के साथ।



Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

एसोसिएशन पूरी तरह से स्वैच्छिक है। धन पूरी तरह से अनुवादकों को दान कर दिया।

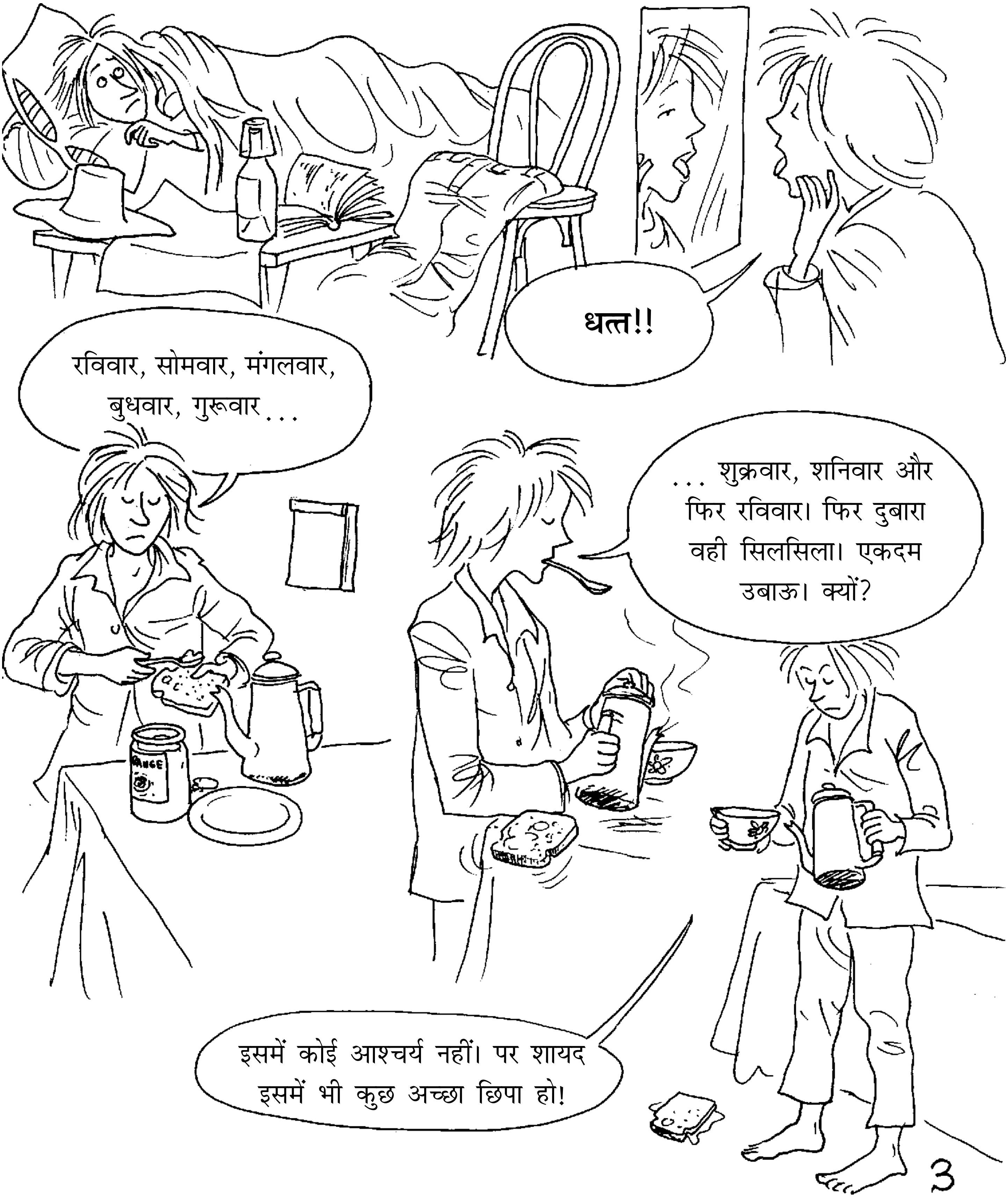
दान करने के लिए, होम पेज पर पेपाल बटन का उपयोग करें:

http://www.savoir-sans-frontieres.com

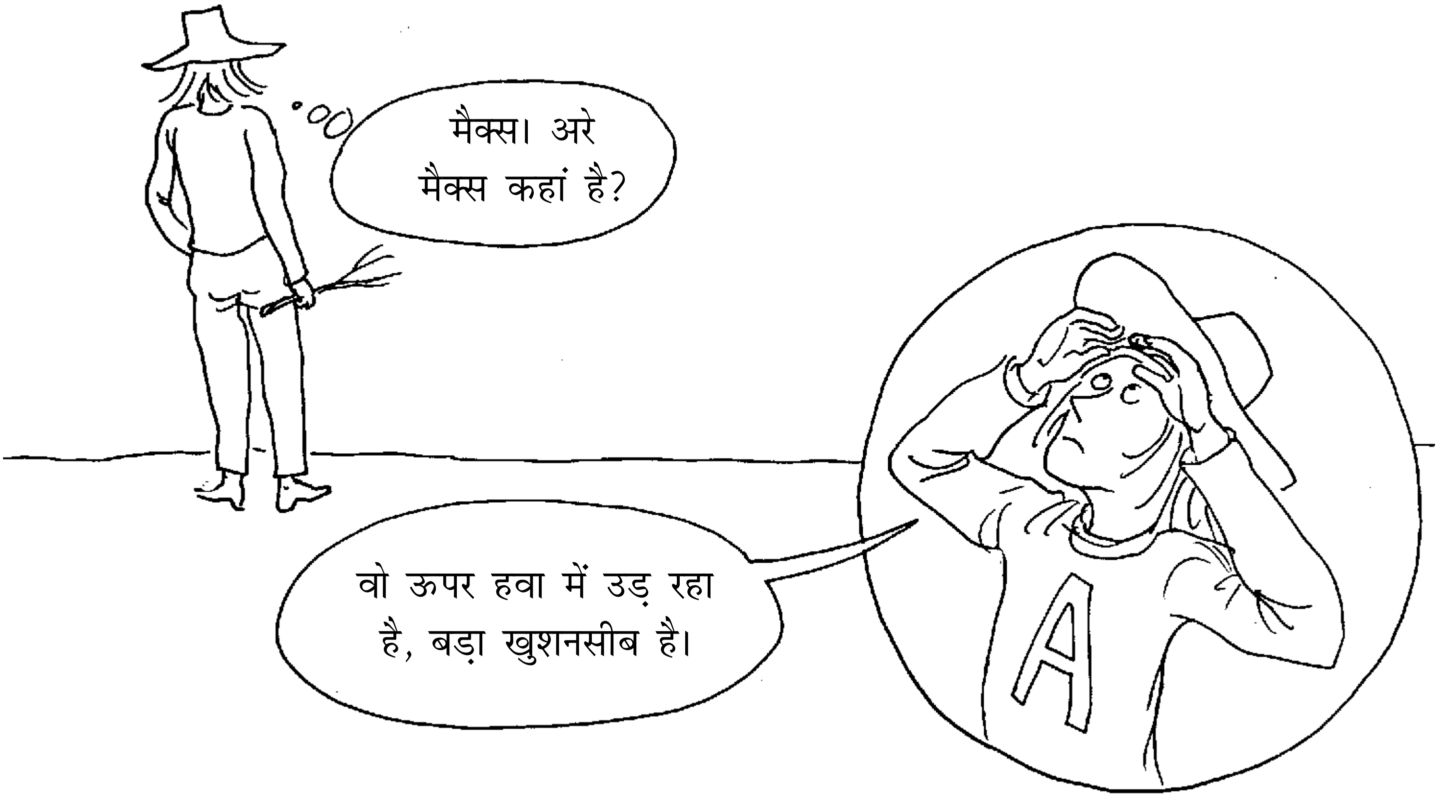
PayPal
FAIRE UN DON

पहले शब्द

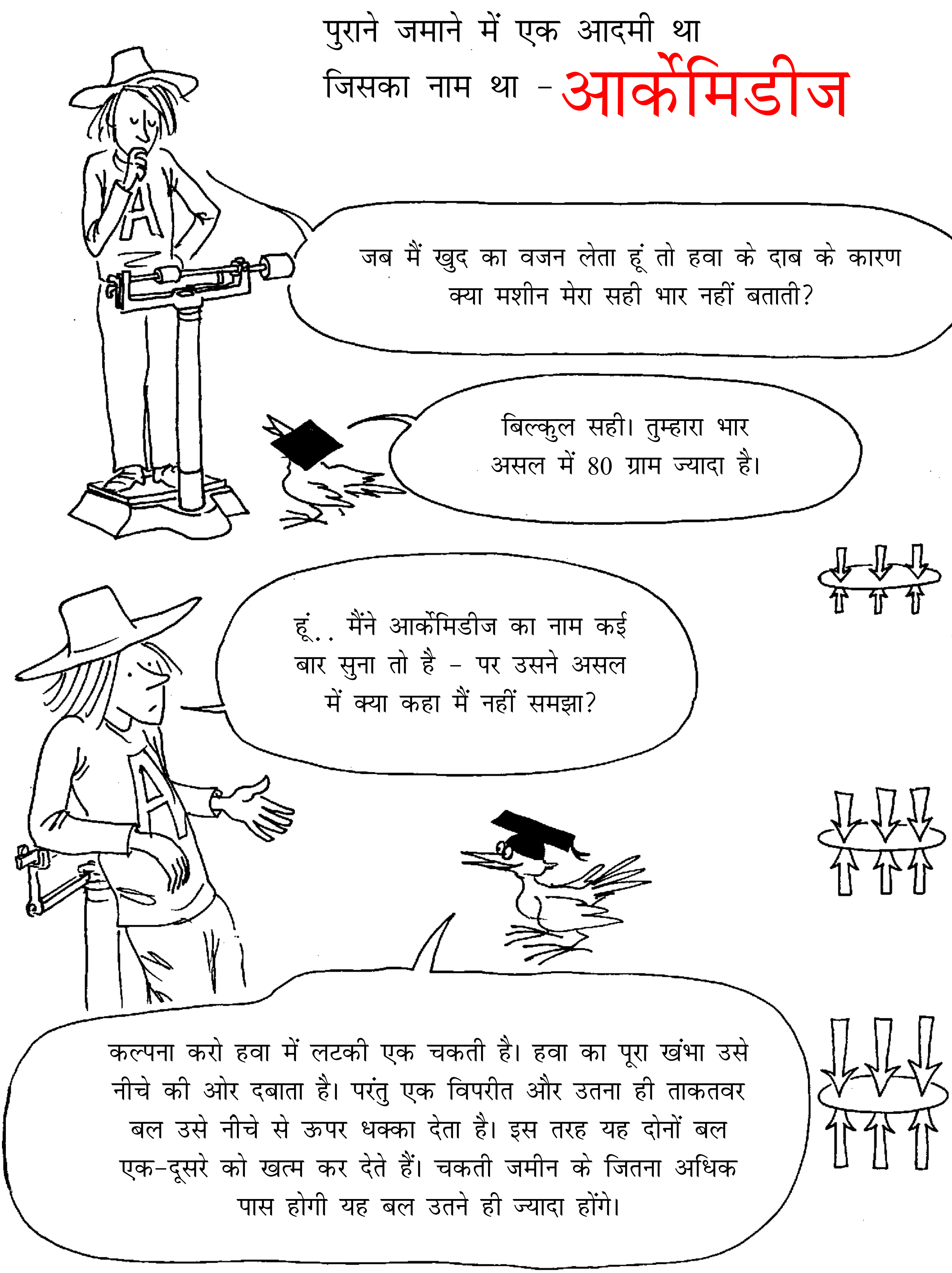
एक दिन आर्चीबाल्ड हिगिंज जब सुबह को उठा तो उसका मूड काफी खराब था।

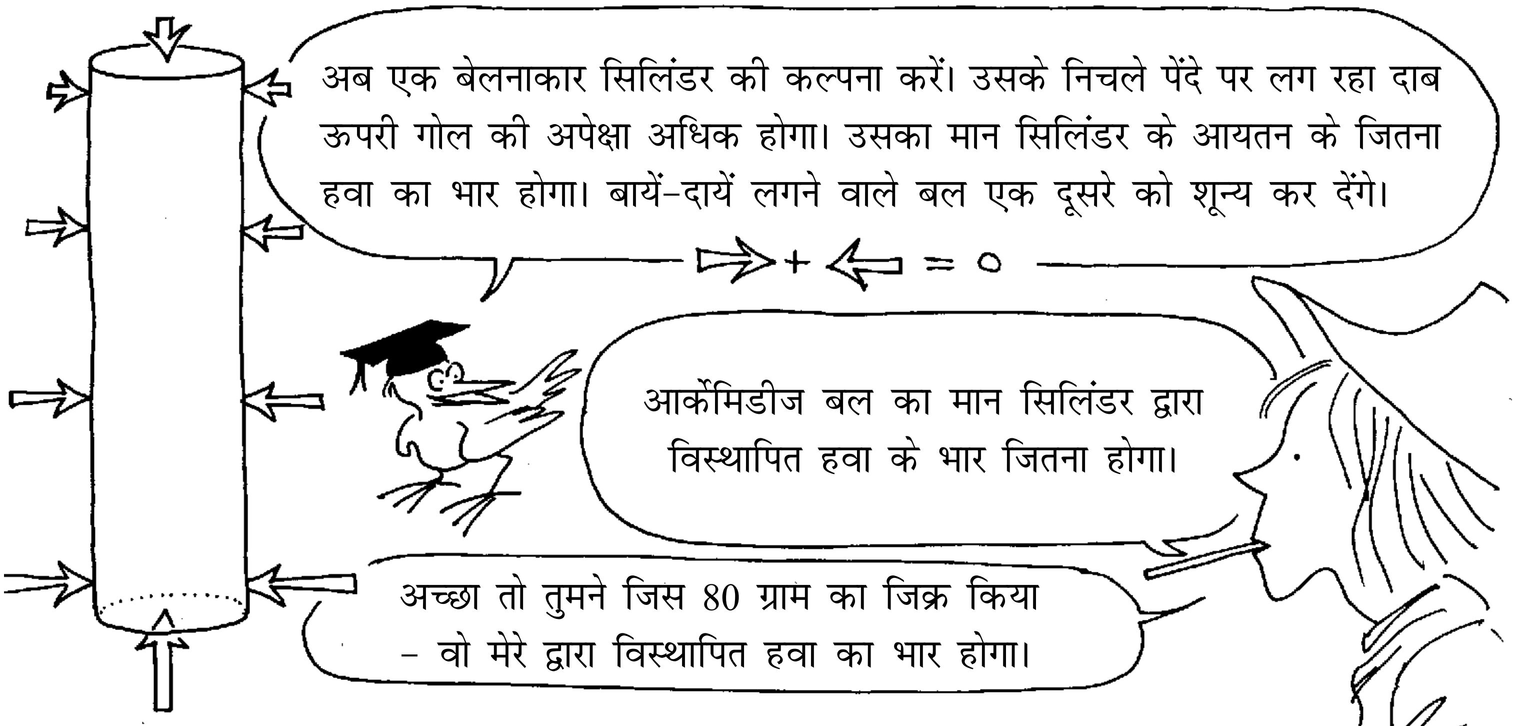


आर्ची दुखी था और एकदम सूना महसूस कर रहा था। उसे सारी दुनिया एकदम सपाट नजर आ रही थी। दिन बीतते गए समय गुजरता गया।



तुम? उड़ोगे?
होश में तो हो?
मैक्स, तुम्हें मुझे उड़ना सिखाना ही होगा। थोड़ा सा जरूर। देखो, मैं यहां धरती पर पड़े-पड़े सड़ रहा हूं।
देखो - मैं **एक** पैर उठाता हूं। अगर मैं अपने दूसरे पैर को तेजी से ऊपर उठा सकूं तो शायद मैं...
लगता है हवा का भार मुझे नीचे की ओर धकेल रहा है।
पर असलियत इससे बिल्कुल अलग है! आर्कमिडीज के सिद्धांत के अनुसार हवा का दाब दरअसल तुम्हारे भार को 80 ग्राम और कम करेगा।

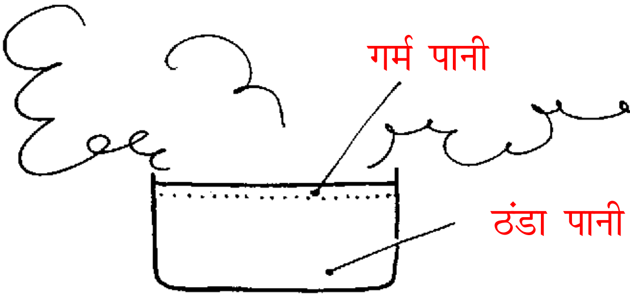

पुराने जमाने में एक आदमी था
जिसका नाम था - आर्कमिडीज
जब मैं खुद का वजन लेता हूं तो हवा के दाब के कारण क्या मशीन मेरा सही भार नहीं बताती?
बिल्कुल सही। तुम्हारा भार असल में 80 ग्राम ज्यादा है।
हूं.. मैंने आर्कमिडीज का नाम कई बार सुना तो है - पर उसने असल में क्या कहा मैं नहीं समझा?
कल्पना करो हवा में लटकी एक चकती है। हवा का पूरा खंभा उसे नीचे की ओर दबाता है। परंतु एक विपरीत और उतना ही ताकतवर बल उसे नीचे से ऊपर धक्का देता है। इस तरह यह दोनों बल एक-दूसरे को खत्म कर देते हैं। चकती जमीन के जितना अधिक पास होगी यह बल उतने ही ज्यादा होंगे।

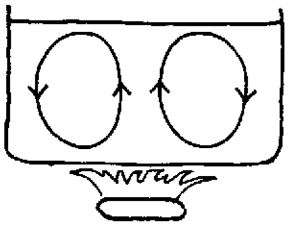


आर्कमिडीज के बल प्रकृति में एक महत्वपूर्ण रोल निभाते हैं।

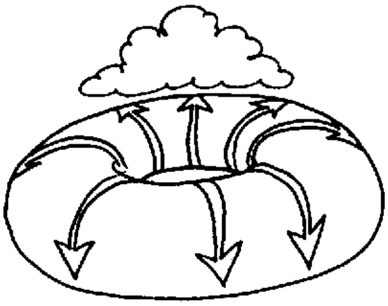
अभिसरण धाराएं

बाप रे! यह तो मेरे अनुमान की अपेक्षा कहीं अच्छी चल रही है! देखो, पानी उबलना भी शुरू हो गया।
THE
पर मेरी चाय तो एकदम ठंडी है!
और भगोने का पानी भी एकदम ठंडा है!
मुझे अपनी आंखों पर यकीन नहीं हो रहा है! यह पानी तो एक मिनट पहले उबल रहा था!
तुम्हारी अंगीठी केवल ऊपरी तह को ही गर्म करती है। और क्योंकि पानी की गर्म परत हल्की होती है इसलिए वो ऊपर ही तैरती है। बस यही हुआ।

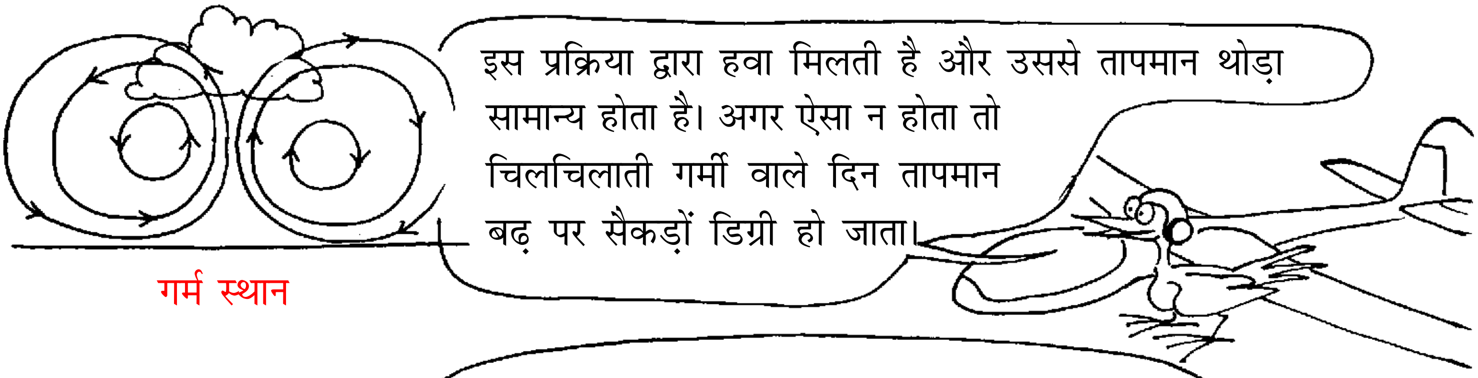




अगर तुम पानी को नीचे से गर्म करोगे तो पानी की निचली परत गर्म होगी और उसका भार भी हल्का होगा और वो ऊपर की ओर उठेगी। ऊपर पहुंच कर वो ठंडी होगी, सिकुड़ेगी और नीचे की ओर आएगी। इसको प्राकृतिक संवहन कहते हैं।

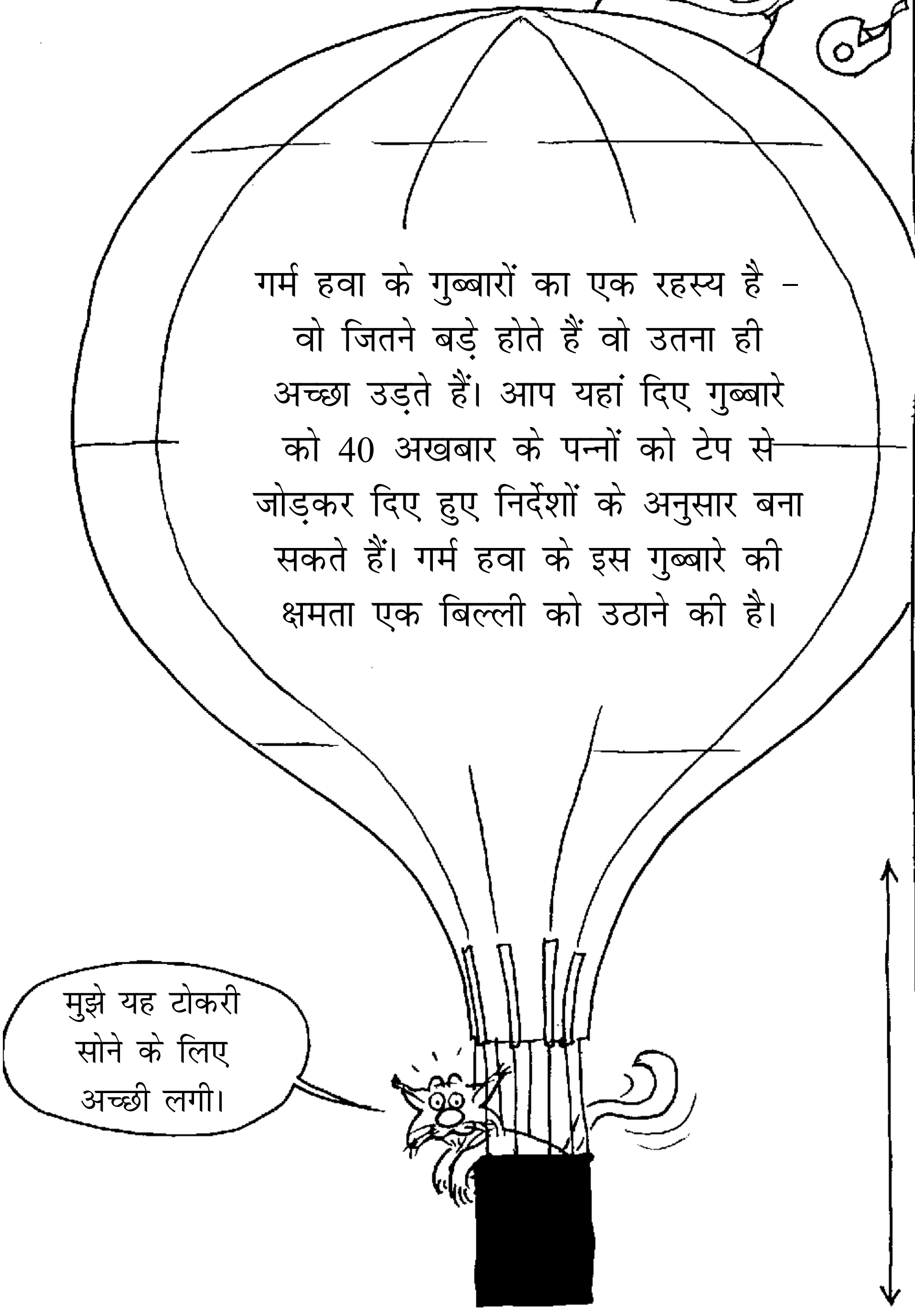


यही प्रक्रिया वातावरण में भी होती है। नमी से लदी गर्म हवा, किसी गर्म स्थान से ऊपर उठती है। ठंडी होने पर नमी, भाप में परिवर्तित हो जाती है जिससे सुंदर बादल बनते हैं।

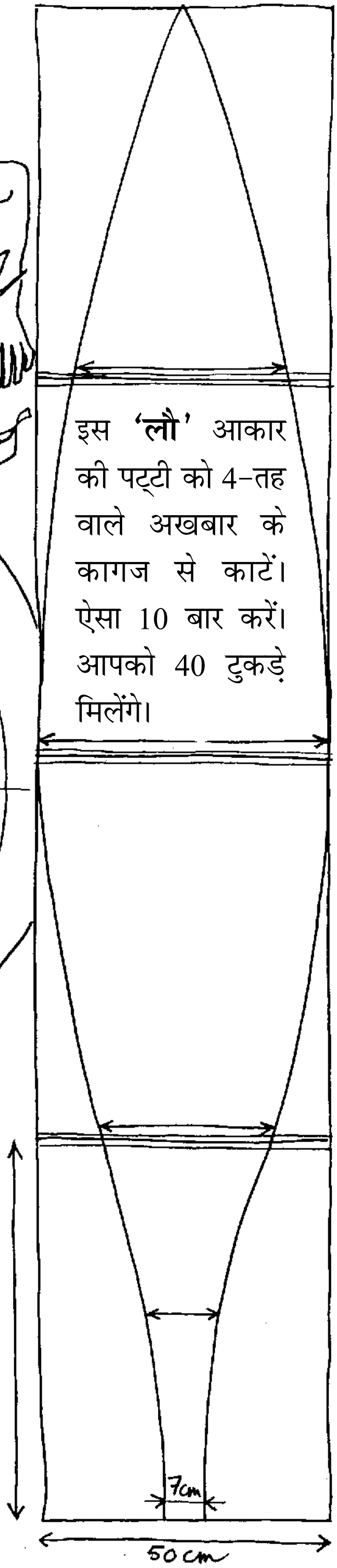


यह किसने कहा?
बेवकूफ! अपना सोच-विचार कहीं और करो।
तुमने यहां पर कई चीटिंयों के घरों को कुचल डाला है।
मुझे माफ करो।
उड़ना? जैसे जिंदगी और कम परेशानियां हों!
हमारे वैज्ञानिक गणित के तर्कों के आधार पर इंसान के उड़ पाने की संभावना को पहले ही यह रद्द कर चुके हैं।
जरा सोचो मित्र, उड़ने के अलावा भी कई महत्वपूर्ण काम हैं?
जरा रुको! यही तो मैं हमेशा करता हूं!
यूरेका! मैं कुछ गर्म हवा को एक खोल में बंद करूंगा . . .

हवा से हल्की मशीनें

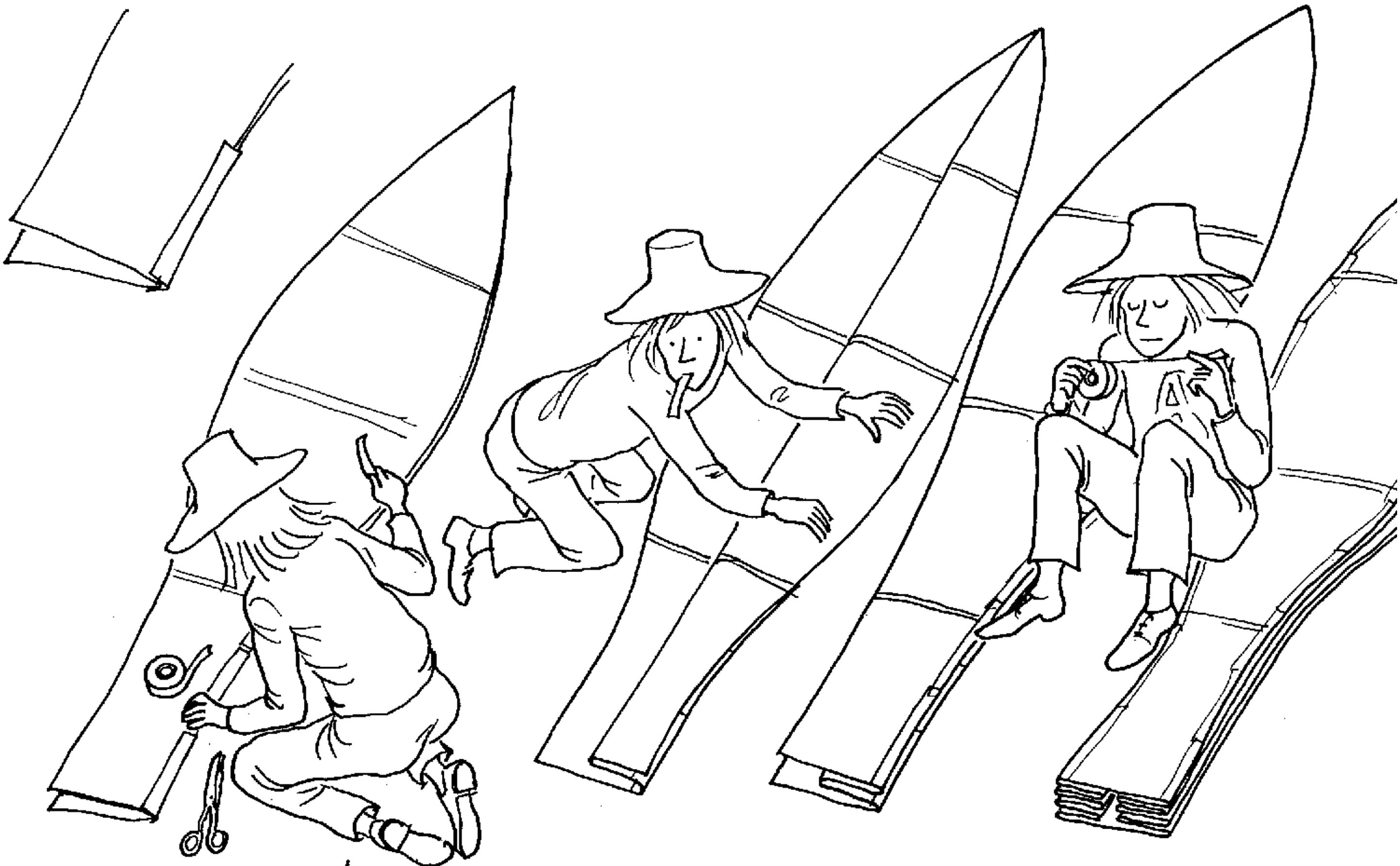


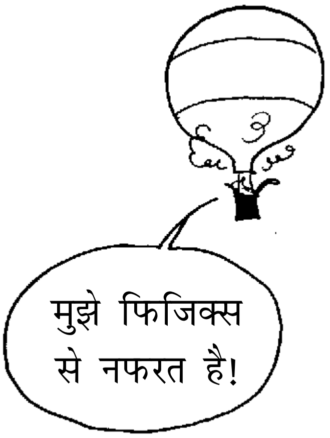
गर्म हवा के गुब्बारों का एक रहस्य है – वो जितने बड़े होते हैं वो उतना ही अच्छा उड़ते हैं। आप यहां दिए गुब्बारे को 40 अखबार के पन्नों को टेप से जोड़कर दिए हुए निर्देशों के अनुसार बना सकते हैं। गर्म हवा के इस गुब्बारे की क्षमता एक बिल्ली को उठाने की है।

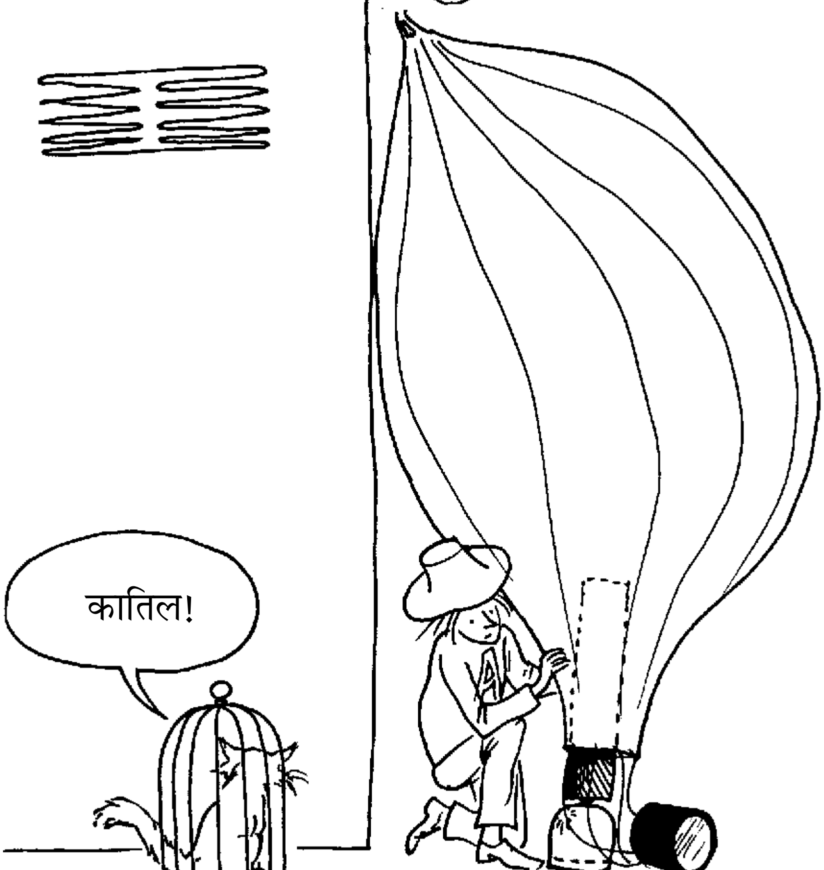


इस **'लौ'** आकार की पट्टी को 4-तह वाले अखबार के कागज से काटें। ऐसा 10 बार करें। आपको 40 टुकड़े मिलेंगे।

इस प्रकार आर्ची ने अपने आप गर्म हवा का गुब्बारा बनाया।







गुब्बारे में स्टोव से गर्म हवा भरें। धातु के पॉइप द्वारा आग से कागज की सुरक्षा करें। बिल्ली को बिल्कुल अंत में ही टोकरी में रखें, पहले नहीं।

मेरा मिशन पंच-वर्षीय है। मैं वहां जाऊंगी जहां पहले कभी कोई बिल्ली नहीं गई होगी!
वहां से हमें कुछ फोटो जरूर भेजना! मुझे लगता है कि मैं अपने मुहिम में सफल नहीं होऊंगा। दुनिया के सारे अखबार मिल कर भी मुझे हवा में उड़ने लायक 'लिफ्ट' या उछाल नहीं दे पाएंगे।
मैक्स, उड़ने का रहस्य बताओ?
चुप रहो आर्ची! मैं थक गया हूं!

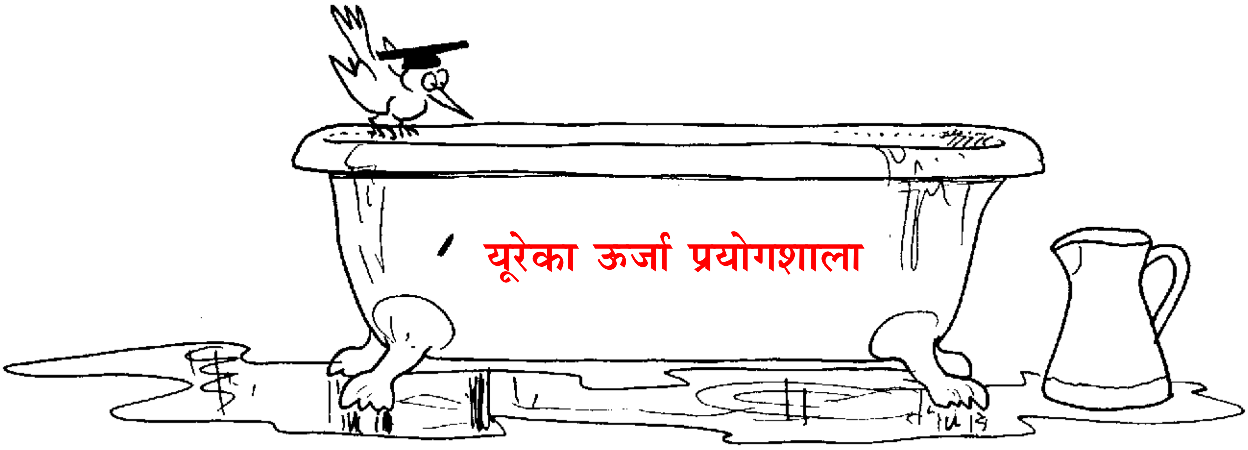
यह बेकार है! एकदम बेवकूफी। यह काम नहीं करेगा। मैंने शायद कुछ गल्ती की हो...
शायद!
आर्ची, हवा में उड़ने के लिए तुम्हें तरल-यात्रिंकी (फ्लूइड डॉयनामिक्स) के बारे में कुछ मालूम होना चाहिए। तुम जो कुछ कल्पना कर रहे हो वो इतना सरल नहीं है।
ठीक है - परंतु यह 'तरल' क्या बला है? क्या कोई भी बहने वाली चीज तरल होती है?
हां इतना तो ठीक है। पर जो तुम सोच रहे हो मामला उससे कहीं अधिक जटिल है।

दरअसल **रेत** भी पानी जैसी ही बहती है। क्या इन दोनों के बीच कोई रिश्ता है?
क्या रेत भी तरल है?
सोफी, क्या आर्कमिडीज का सिद्धांत **रेत** पर भी लागू होता है?
यह तुम्हें **करके** देखना होगा।
देखो, यह एक सिक्का और एक टेबिल-टेनिस की गेंद है। पास में रेत से भरी एक ट्रे भी है। अगर रेत एक तरल है तो आर्कमिडीज के सिद्धांत के अनुसार रेत में धंसी इन चीजों पर एक ऊपरी बल लगेगा जो इन वस्तुओं द्वारा विस्थापित रेत के भार के बराबर होगा।
हां! हां!

मैंने गेंद को रेत के अंदर दफन कर दिया है और सिक्के को रेत के ऊपर रखा है। तार्किक रूप से तो सिक्के को रेत में डूबना चाहिए और गेंद को ऊपर आना चाहिए...
मामला रुका है!
लगता है इसमें कुछ और **समय** लगेगा...
क्या तुम्हारा मित्र बिल्कुल पगला गया है?
भौतिकी विषय वैसी ही काफी कठिन है।
दिमाग सठिया सकता है। कुछ हो भी रहा है या नहीं?
भौतिकी फेंको - मुझे उससे कोई वास्ता नहीं!

अरे वाह! गेंद तैर कर ऊपर आ गई!
और सिक्का धीरे-धीरे डूबता हुआ ट्रे के पेंदे पर जा पहुंचा। जब आर्ची ने रेत को हिलाया तो रेत के कण एक-दूसरे पर फिसले - जैसे रेत एक **तरल** हो।
सोफी के अनुसार रेत के कण जितने अधिक बारीक होंगे उतना ही कम समय लगेगा।
क्यों, तो इसका मतलब **तरल** एक तरह का रेत है जिसके कण एक-दूसरे पर फिसल सकते हैं?
सोफी के अनुसार तुम्हारे इस मत में काफी कुछ सच्चाई है। इसी तरह पहली शताब्दी में ल्यूक्रिटस ने पहली बार **अणुओं** की कल्पना की थी।
सोफी हमेशा ही बाकी लोगों से ज्यादा जानती है।

अच्छा अब तुमने देखा दोस्त, बत्तख कि मीठी लप्सी भी एक प्रकार का तरल ही होती है। और **कांच** भी एक तरह का तरल ही होता है।
तुम्हारे कहने का मतलब आर्कमिडीज का सिद्धांत..
मेरे मुंह में शब्द मत डालो, समझीं!!

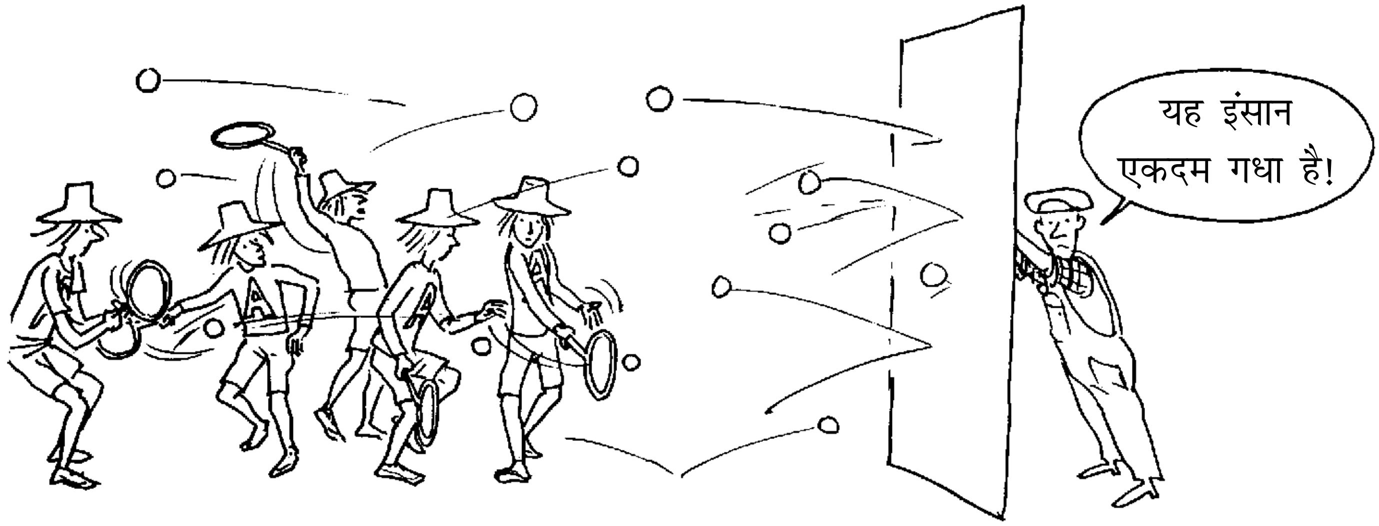

यूरेका ऊर्जा प्रयोगशाला

देखो आर्ची, तरल क्या होता है यह जानने के लिए तुम कुछ चीजें अच्छी तरह समझो। हरेक तरल परमाणुओं का एक जमघट होता है – जिसमें असंख्यों छोटी–छोटी गेंदें होती हैं जो एक बड़े बिलियर्ड के खेल में लगातार एक–दूसरे से टकराती और फिसलती हैं। इस अव्यवस्था को **पागल–परमाणु** कहें तो कुछ गलत नहीं होगा!
चलें, इस अव्यवस्था पर प्रयोग करें।
प्रत्येक घन सेंटीमटर हवा में इस प्रकार की 20 ट्रिलियन छोटी गेंदें होती हैं। गेंदे इतनी छोटी होती हैं कि उन्हें सबसे शक्तिशाली सूक्ष्मदर्शी से भी देख पाना संभव नहीं होता है।

घनत्व की अवधारणा समझना कठिन है इसलिए हमने उसका जिक्र नहीं किया है।
मुझे कुछ समझ में नहीं आया।
यह इकाई आयतन में परमाणुओं की संख्या है।

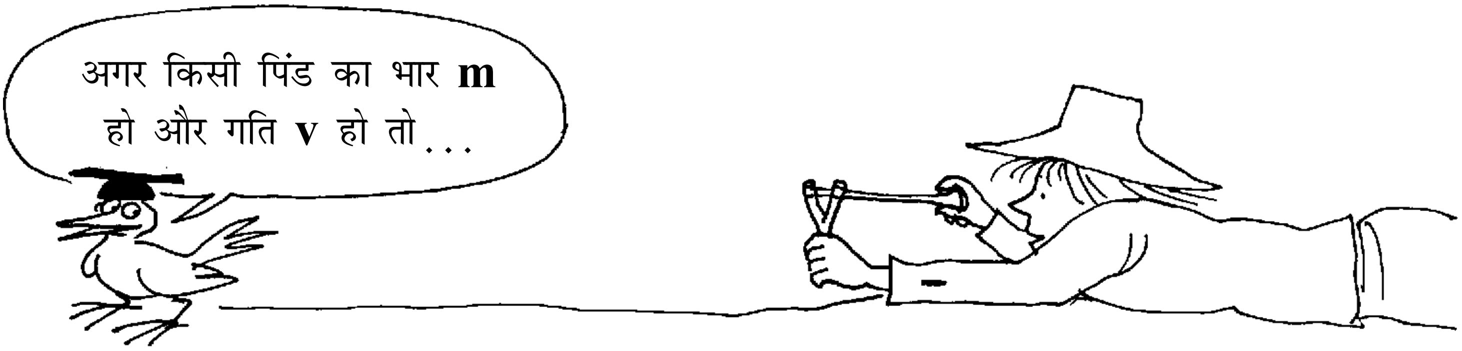
दाब:

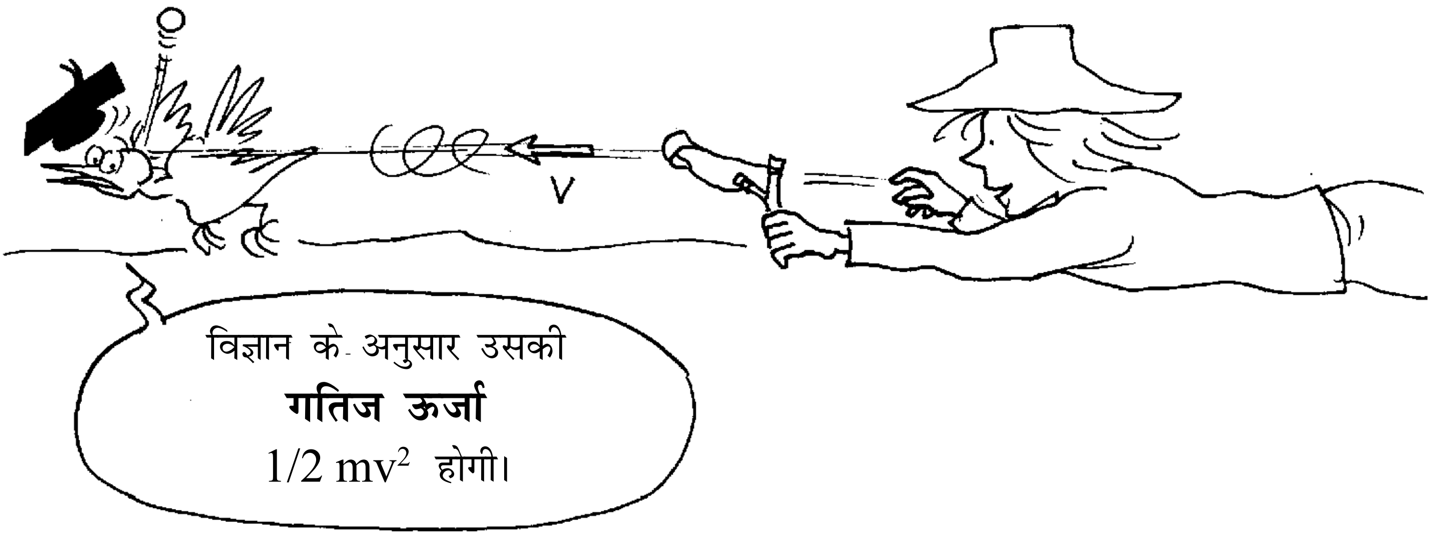
यह अभ्यास के लिए अच्छी जगह लगती है।
मैंने इस बोर्ड को संतुलित करके रखा है। मैं कुछ देर आराम करने के बाद फिर इसे पक्का करके ठोकूंगा।
ठक्क!!
अरे!!
मैं फिर प्यार में डूबा, क्यों गल्ती की, क्यों गड्ढे में कूदा...
इस सब से भला हम क्या नया समझेंगे।
जल्द सब समझ आ जाएगा।



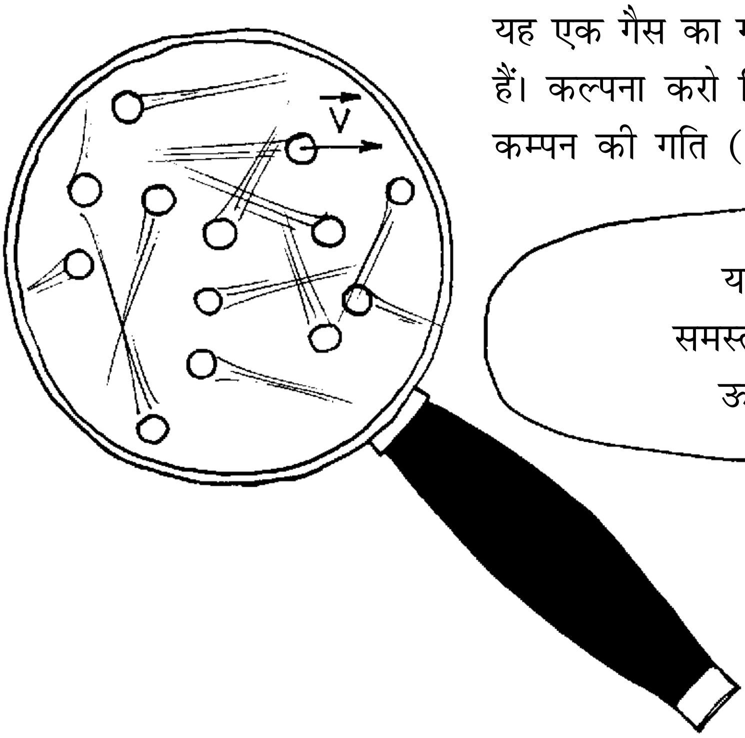
परमाणु जैसे यह सैकड़ों छोटी गेंदे जब लकड़ी के बोर्ड से टकराती हैं तो **दाब** पैदा होता है।

गतिज ऊर्जा:





ताप ऊर्जा (थरमल एनर्जी):



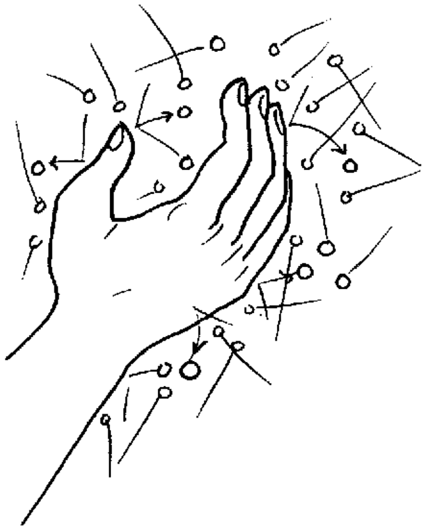
यह एक गैस का गोला है। इसमें परमाणु इधर-उधर कूद रहे हैं। कल्पना करो कि एक परमाणु का भार **m** है। उसकी कम्पन की गति (या ताप उर्जा की गति) **v** है।

तापमान:

गैस का **पूर्ण तापमान** T = 1/2 mv^2 होगा जो
उसके कम्पन कर रहे परमाणुओं की गतिज उर्जा होगी।

– बॉस

ऊष्मा



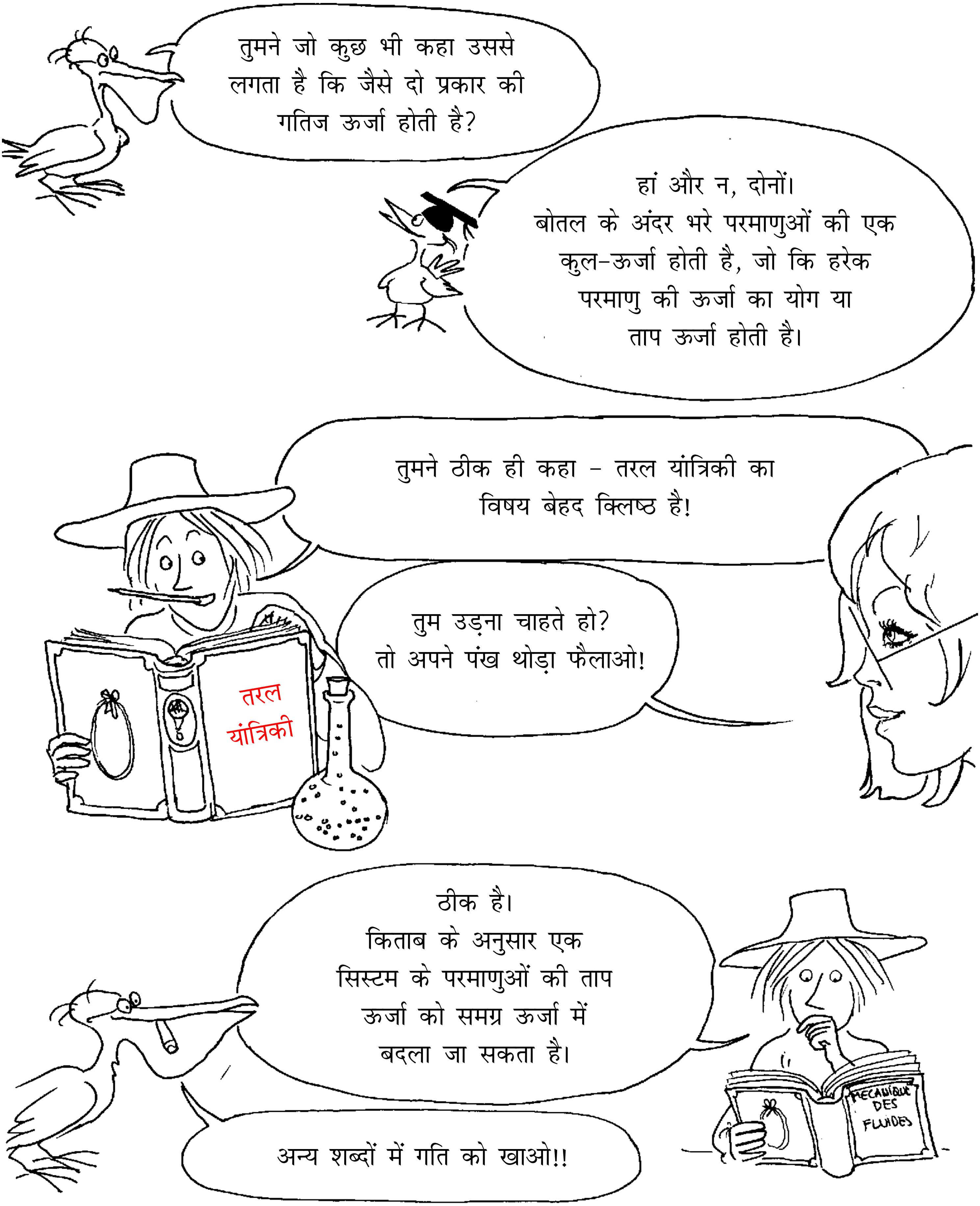
जब किसी वस्तु को तरल में रखा जाता है तो वो अनेकों छोटे-छोटे झटके (माइक्रो-शॉक) झेलता है। इस प्रकार परमाणु ऊर्जा यानी ऊष्मा का आदान-प्रदान होता है। ऊष्मा के आदान-प्रदान की क्षमता तरल के घनत्व के साथ-साथ बढ़ती है।

इसी कारण हवा की तुलना में पानी ऊष्मा का बेहतर परिचालक (कंडक्टर) है।

जब अंतरिक्ष यात्री स्पेस में चलता है तो वहां बहुत विरल वातावरण होता है (प्रति घन-मीटर केवल 10 परमाणु ही होते हैं)। परमाणुओं का कम्पन लगभग 2500 डिग्री तापमान की ओर इंगित करता है। परंतु हवा बहुत विरल होने के कारण अंतरिक्ष यात्री को कोई नुकसान नहीं पहुंचता। यात्री तक पहुंची गर्मी नगण्य होती है।

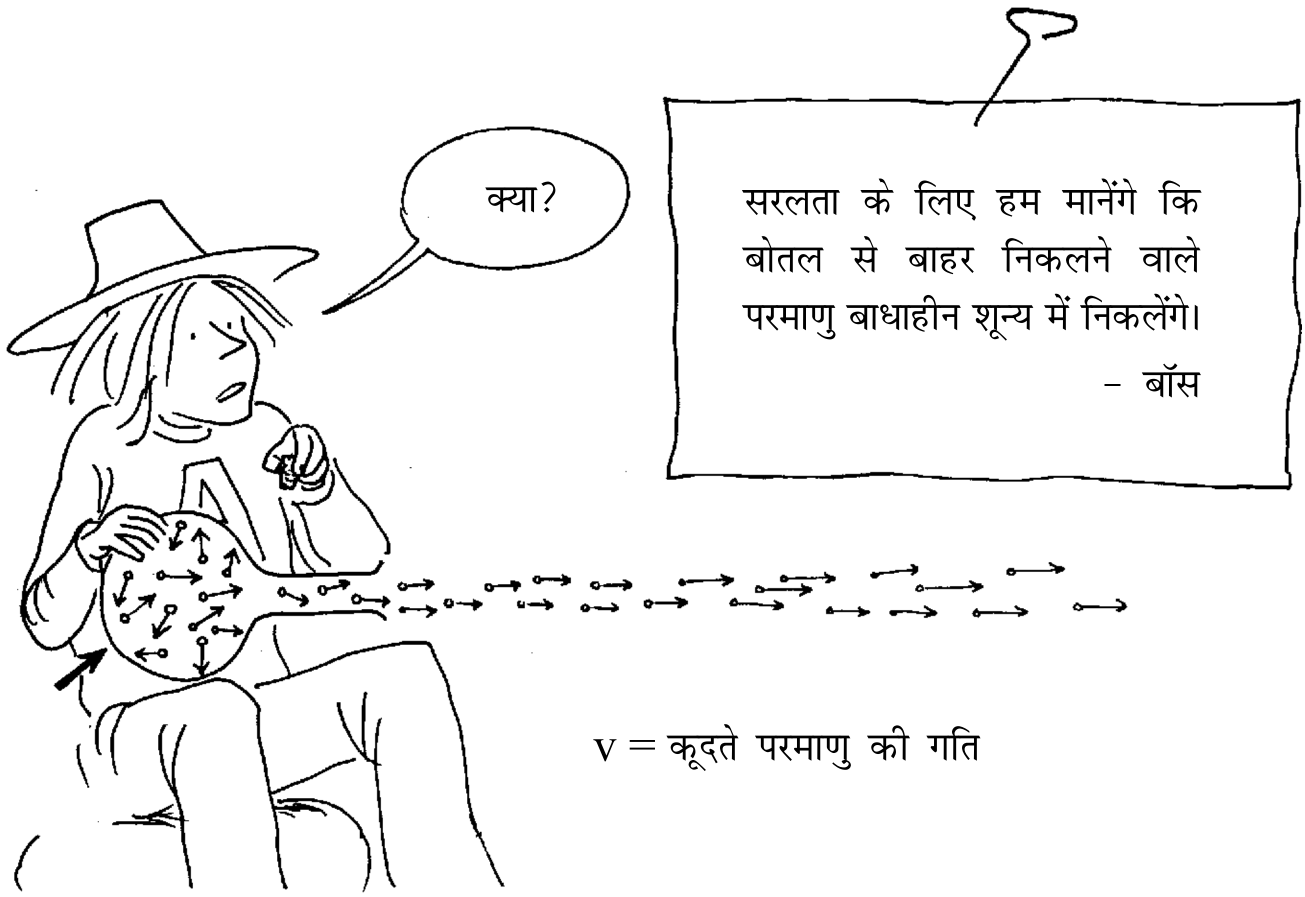
समग्र ऊर्जा

गति v से जुड़ी गतिज ऊर्जा $1/2\ Mv^2$ होगी। यहां पर M बोतल में भरी गैस का भार होगा।

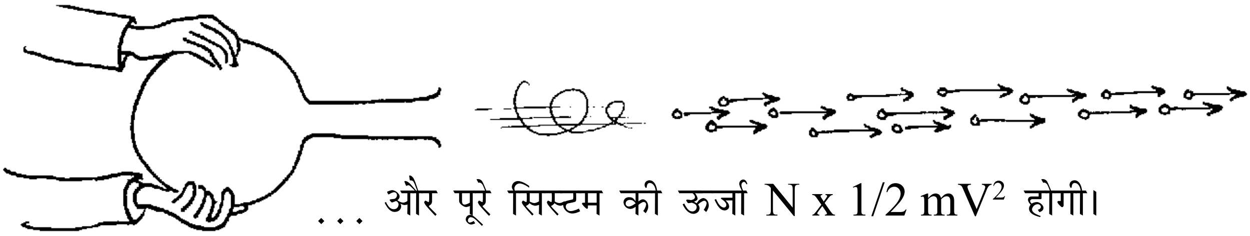


तुम्हें बस इतना करो।
सिर्फ कार्क को निकालो।
परमाणुओं का जमघट:
ताप ऊर्जा = 1/2 mv²
अब आगे बढ़ो!

ऊर्जा का संरक्षण


क्या?
सरलता के लिए हम मानेंगे कि बोतल से बाहर निकलने वाले परमाणु बाधाहीन शून्य में निकलेंगे।
– बॉस
v = कूदते परमाणु की गति

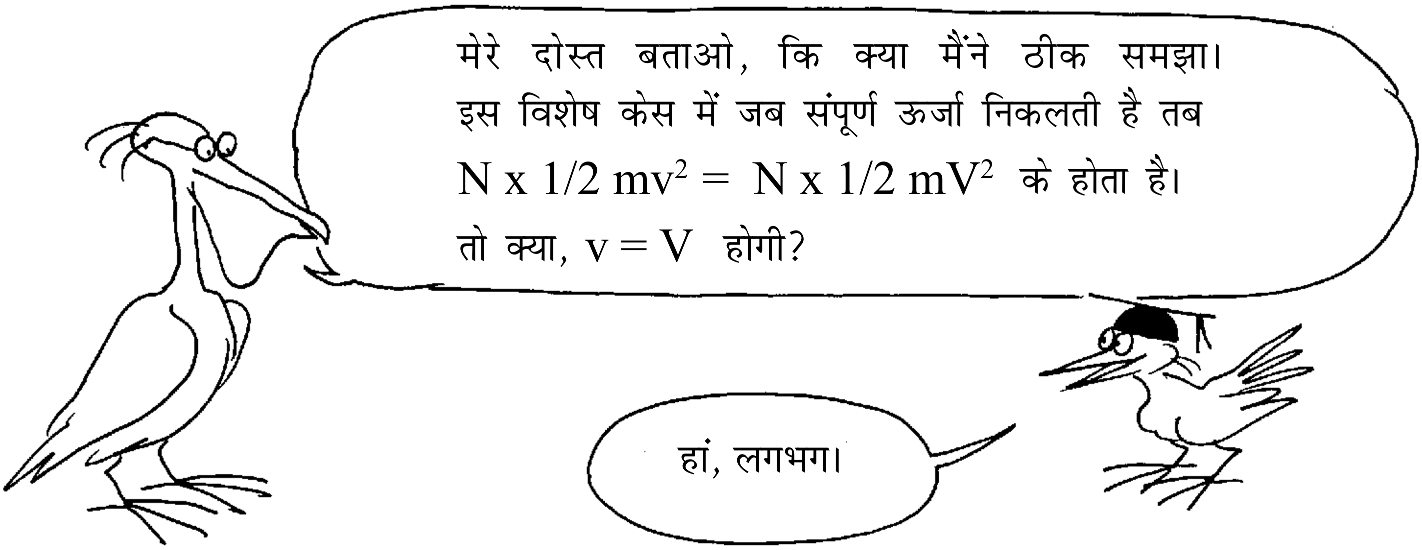
अगर सारी ऊष्मा को गति में बदला जा सकता, तो सभी परमाणुओं की भी वही v गति होती।



. . . और पूरे सिस्टम की ऊर्जा $N \times 1/2\, mV^2$ होगी।

ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुसार सिस्टम की कुल ऊर्जा यानी कुल ऊर्जा का योग और ताप ऊर्जा की मात्रा निश्चित रहेगी।

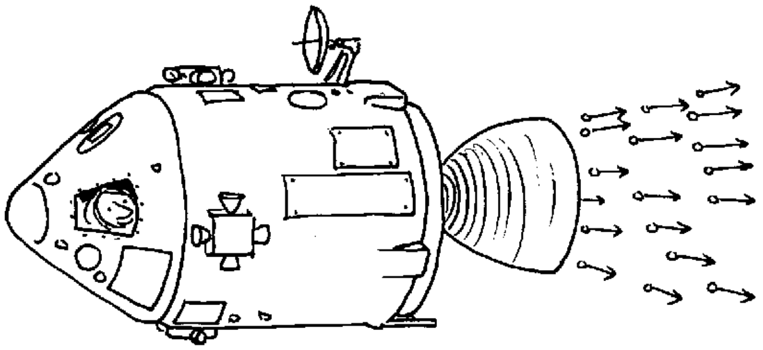
– बॉस



ऊष्मा के गति में बदलने का एक कामकाजी रूप हमें इस प्रक्रिया में दिखता है:

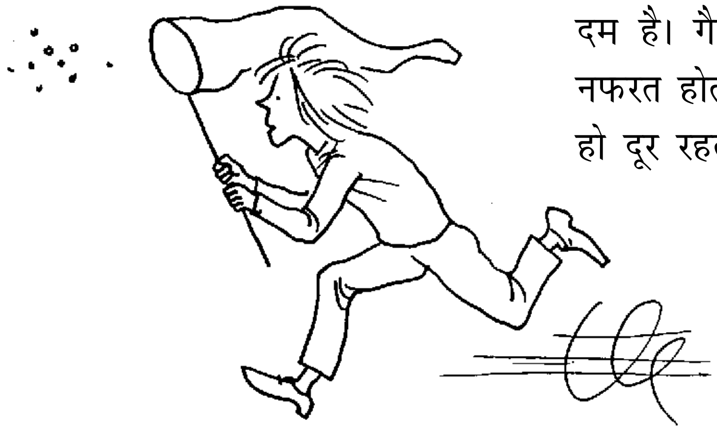
प्रतिक्रिया – प्रोपल्शन (धक्का)

रॉकेट मोटर का छिद्र (नॉजिल) बिल्कुल अंडे के कप जैसा दिखता है। उसके आकार के कारण ऊष्मा बेहद कुशलता से गति में बदलती है। जैसे-जैसे गैस एक दिशा में बाहर निकलती है वो दूसरी दिशा में रॉकेट को प्रोपल्शन यानी धक्का मिलता है।

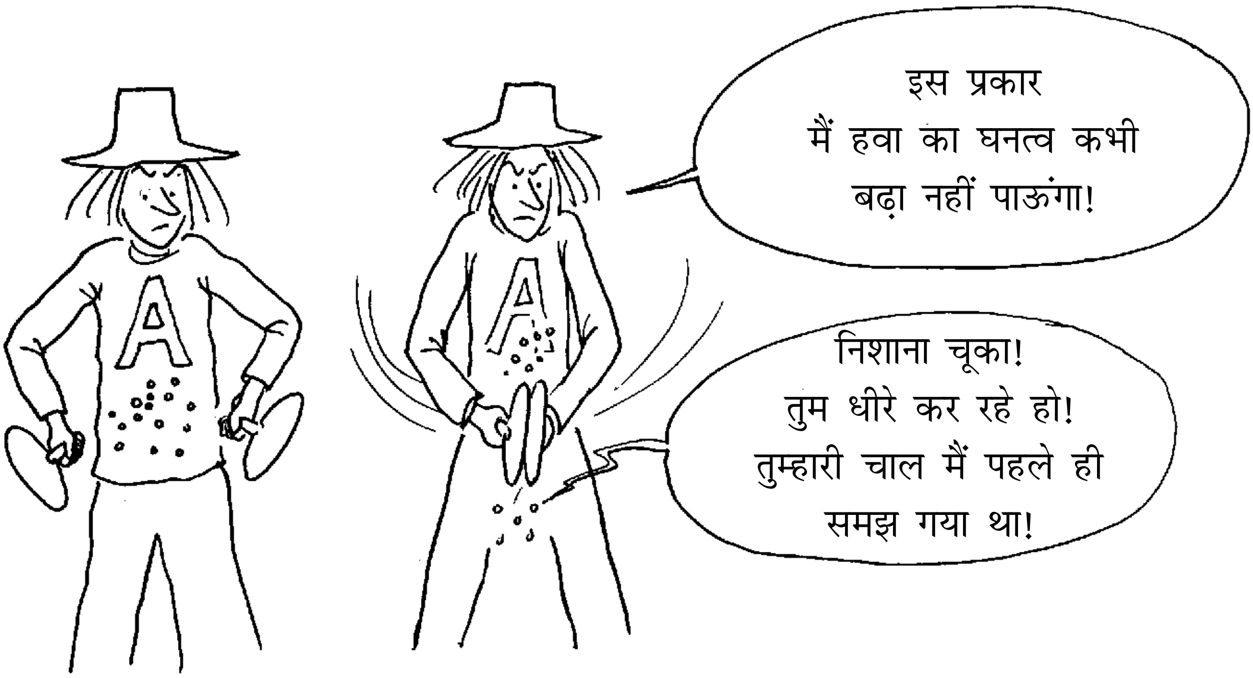


समझा...
उड़ने के लिए तुम्हें सिर्फ एक काम करना है – हवा को बस नीचे की ओर ढकेलना है...
चलो, जरा करके देखें।
ज्यादा प्रभावशाली नहीं है!
देखो आर्ची – पक्षियों का आकार छतरी जैसा नहीं होता है! फिक्र न करो, तुम जल्द ही सब कुछ समझ जाओगे। बस लगे रहो...
हां...
तुमने ठीक ही कहा था सोफी!

न दबनेवाला बहाव

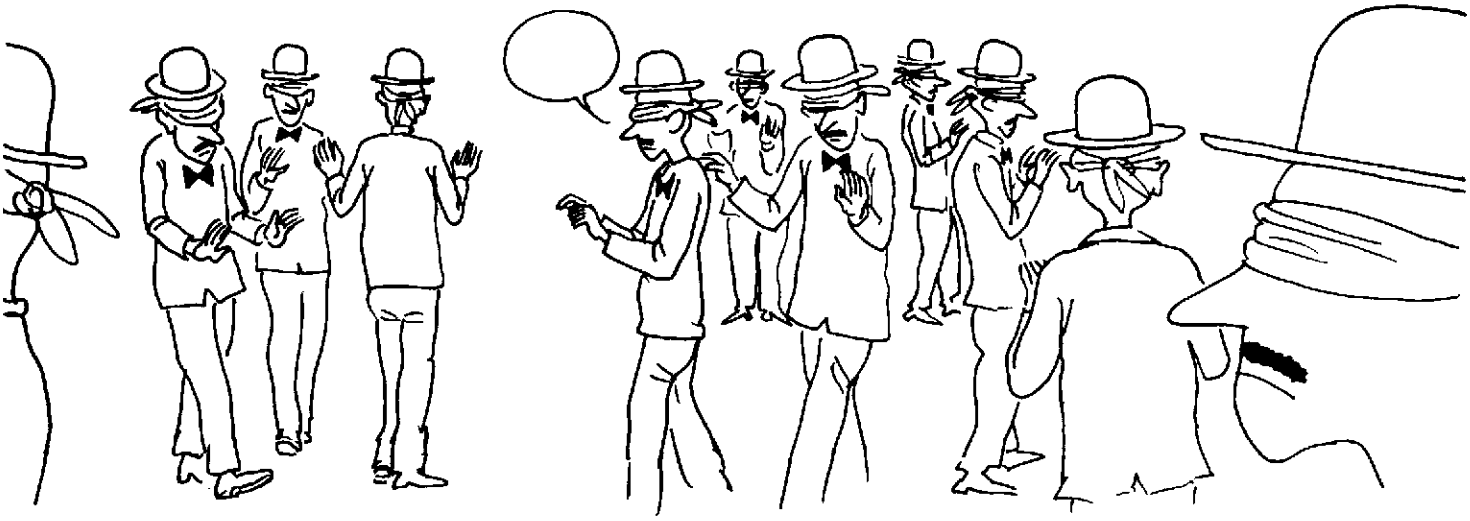


अक्सर लोग **'हवा की तरह मुक्त'** वाक्य का उपयोग करते हैं। यह थोथा नहीं है, इसमें काफी दम है। गैस के परमाणुओं को भीड़ से सख्त नफरत होती है। वो एक-दूसरे से जितना संभव हो दूर रहते हैं।



जैसे ही मैं दोनों चापुओं को तेजी से पास लाता हूं वैसे ही यह हवा के परमाणु भाग क्यों जाते हैं?

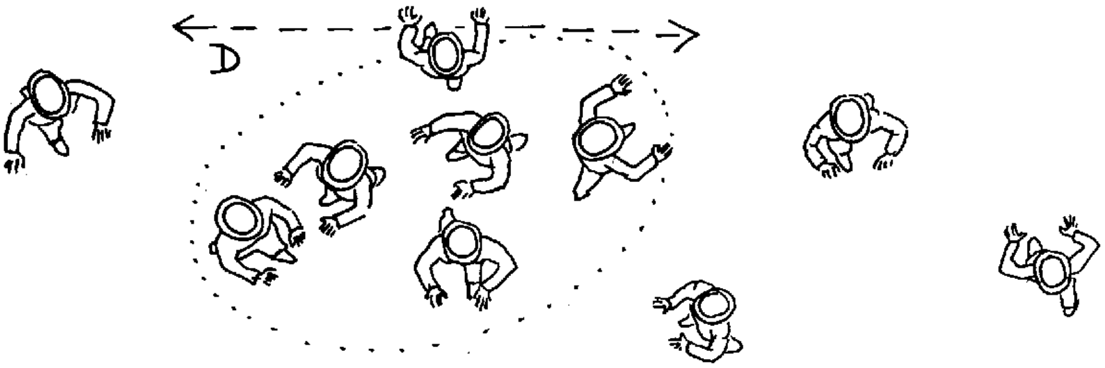
परमाणु क्या करते हैं इसे समझने के लिए कल्पना करें एक ऐसी जगह की जहां सभी लोग आंखों पर पट्टी बांधे चलते हों। यहां लोग, परमाणुओं की भूमिका निभाएंगे। और जिस गति या रफ्तार से वो इधर-उधर घूमेंगे वो ताप ऊर्जा (V) दर्शाएगी।



वो लोग दरअसल कहीं जाते नहीं हैं। हरेक t सेकंड के बााद, औसतन l दूरी तय करने के बाद वो टकराते हैं। यहां पर l औसतन मुक्त पथ और t औसतन मुक्त काल होगा।

हवा में ताप उर्जा की गति V की मात्रा 340 मीटर प्रति सेकंड होगी। किसी परमाणु की औसतन मुक्त दूरी एक हजारवें सेंटीमीटर जितनी होगी। इसलिए किसी परमाणु के अपने पड़ोसी से टकराने का अंतराल बहुत ही कम होगा।

जिन लोगों की आंखों पर पट्टी बंधी है उन्हें एक-साथ इकट्ठा करने का कोई तरीका नहीं है। अपनी बेतरतीब गतियों के कारण ऐसा कोई D व्यास का समूह D/V समय में बिखर जाएगा।

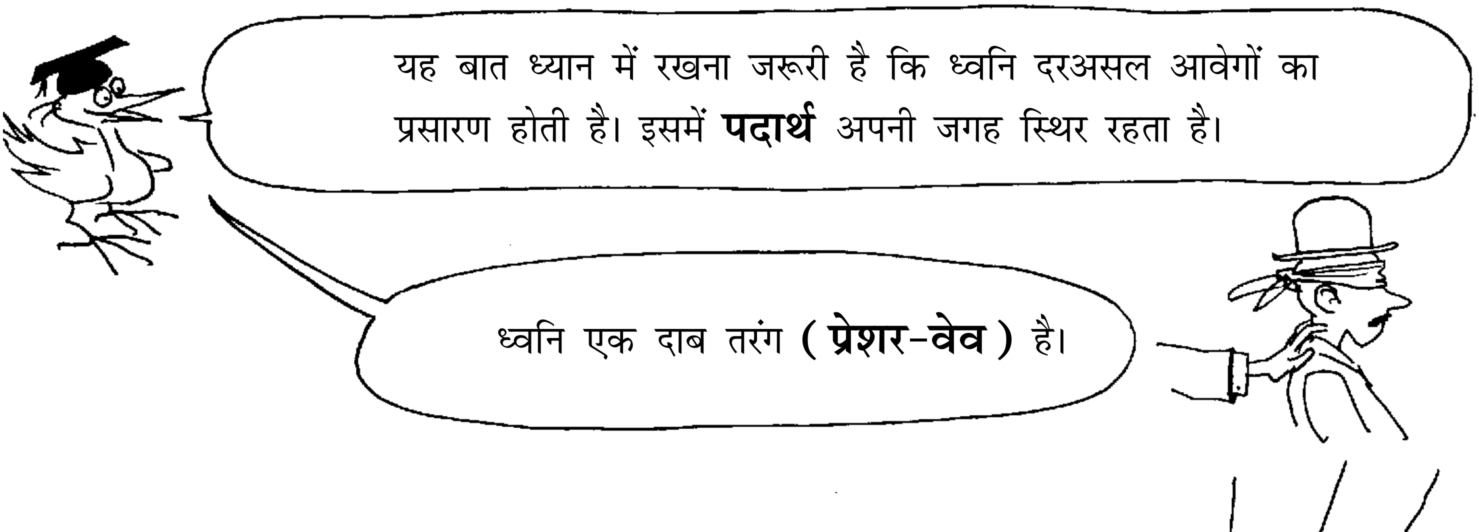


यह वो समय है जो एक व्यक्ति D दूरी तय करने में और समूह को छोड़ने में लगाता है।

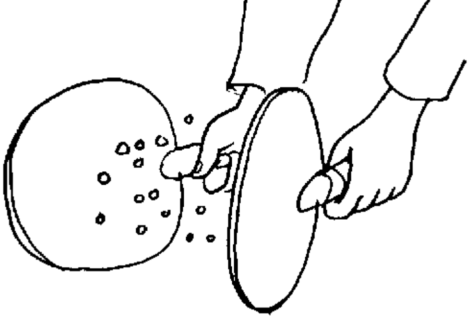
यह लोग (हम इन्हें मूक समझेंगे) अब केवल अपने हाथ की दूरी तक ही 'देख' पाएंगे। अगर कोई वस्तु इस भीड़ में गति v से आएगी जो भीड़ की गति V से कम होगी तब लोग एक-दूसरे से टकराने के बाद ही उस वस्तु के बारे में एक-दूसरे को बता पाएंगे। तब वो वस्तु के पथ में से हट जाएंगे जिससे कि वो उनसे न टकराए। यह जानकारी भी उन व्यक्तियों की गति V की ही तीव्रता से फैलेगी।

ध्वनि

ध्वनि असल में एक यूनीफार्म घनत्व पर एक दाब-तरंग का प्रसारण है। यह तरंग V गति से आगे बढ़ती है।

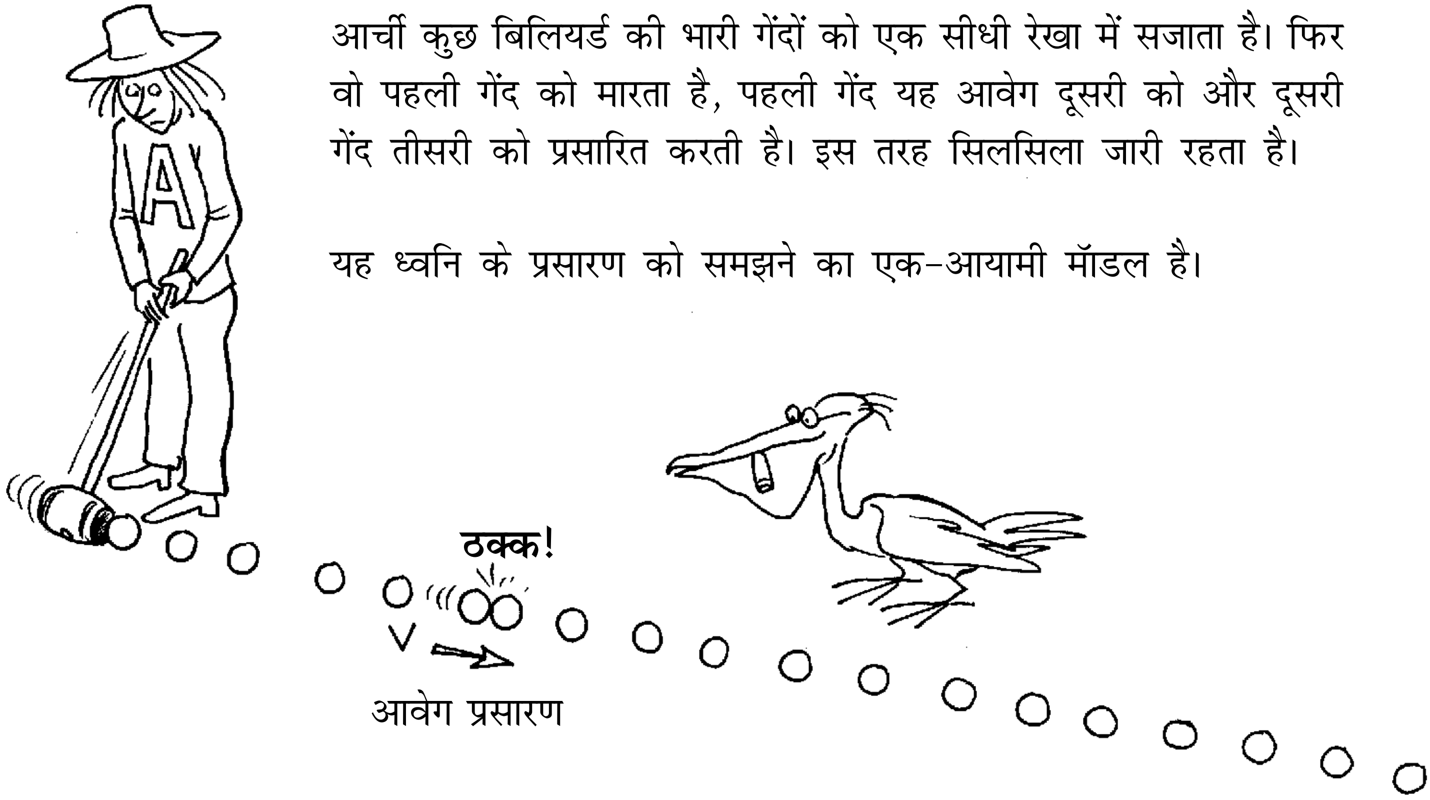


आर्ची के चापुओं के बीच से परमाणुओं ने ध्वनि की गति से पलायन किया। वो एक निश्चित घनत्व बनाए हुए भी इस काम को आसानी से इसलिए कर सके क्योंकि चापुओं की रफ्तार ध्वनि की गति से कहीं कम थी।

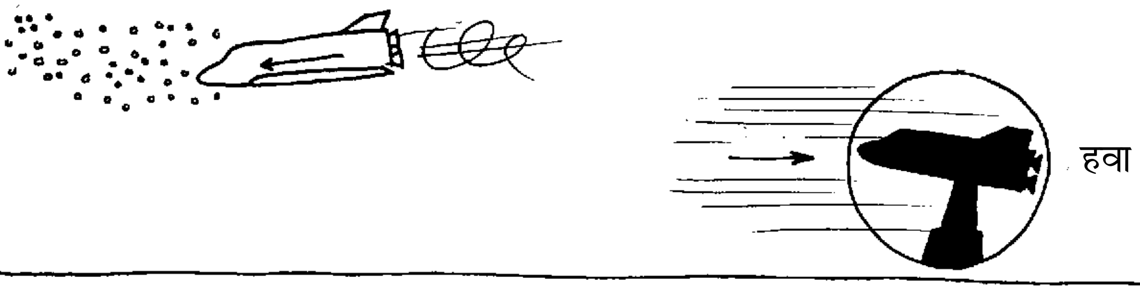


आर्ची कुछ बिलियर्ड की भारी गेंदों को एक सीधी रेखा में सजाता है। फिर वो पहली गेंद को मारता है, पहली गेंद यह आवेग दूसरी को और दूसरी गेंद तीसरी को प्रसारित करती है। इस तरह सिलसिला जारी रहता है।

यह ध्वनि के प्रसारण को समझने का एक-आयामी मॉडल है।



गति की अवधारण **सापेक्षिक** है। इसलिए v कसी वस्तु की गति भी हो सकती है जो किसी स्थिर द्रव्य से टकराती है। वो किसी स्थिर वस्तु से टकराने वाली गैस की गति भी हो सकती है।



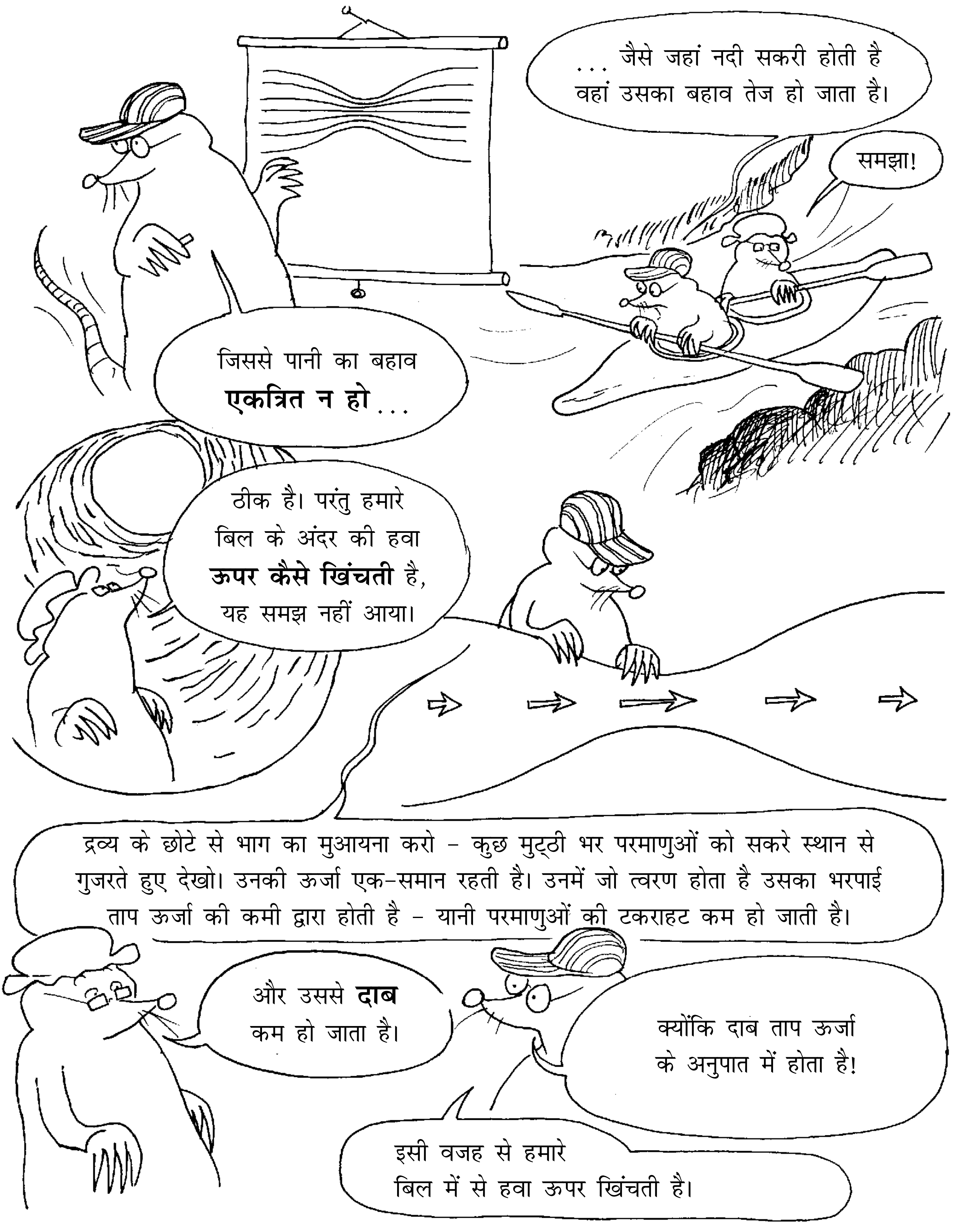
यहां अनुपात $M = v/V$ को **मैक नम्बर** कहेंगे। यहां पर V ध्वनि की गति है। अगर v की मात्रा V से कम होगी, यानी अगर मैक नम्बर M का मान 1 से कम होगा तो द्रव्य **सब-सॉनिक** होगा। तब बहाव एक निश्चित घनत्व पर होगा और उसे **दबा पाना संभव नहीं** होगा।

– बॉस

बरनौली का नियम

यहां कुछ बदबू आ रही है!
यह बिल्कुल छछूंदरों की खुशबू है। तुम क्या अपेक्षा कर रहे थे?
जरा देखो, यह हैं डेनियल बरनौली – स्विस भौतिकशास्त्री (1700–1782) . . .
?
बिल्कुल ठीक। इसे काम करना चाहिए।
वो ऊपर किस चीज से खेल रहा है?

वहां,
बिल्कुल वहां।
क्या
कह रहे हो?
मेरा ऑटोमैटिक वेंटीलेटर!
तेज हवा बह रही है! नीचे की हवा ऊपर खिंच रही है - सक्शन हो रहा है।
?!?
पर हमारे बिल में से हवा ऊपर की ओर **क्यों** खिंच रही है?
क्योंकि पहाड़ी बीच में है इसलिए उसके ऊपर से बह रही हवा की **रफ्तार तेज** हो जाती है।
रफ्तार तेज? क्यों?



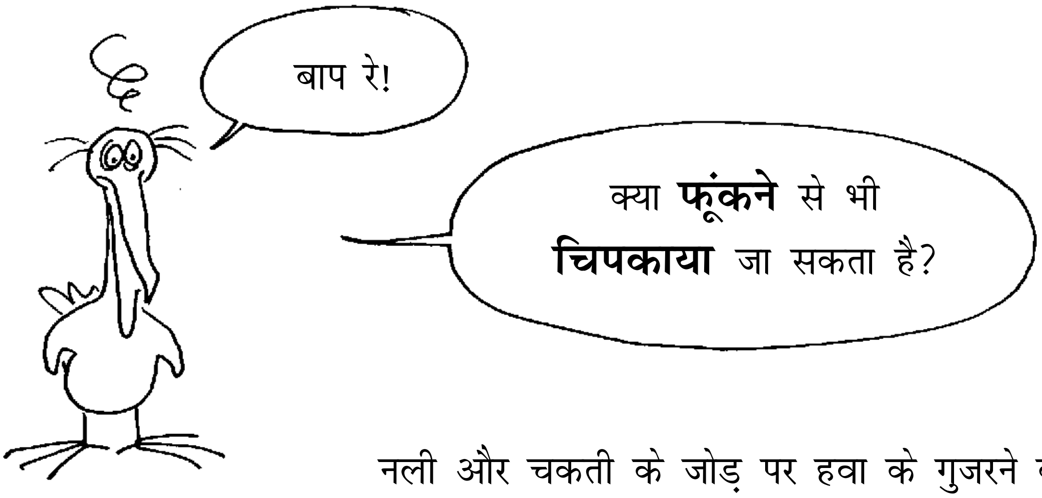
... जैसे जहां नदी सकरी होती है वहां उसका बहाव तेज हो जाता है।
समझा!
जिससे पानी का बहाव **एकत्रित न हो** ...
ठीक है। परंतु हमारे बिल के अंदर की हवा **ऊपर कैसे खिंचती** है, यह समझ नहीं आया।
द्रव्य के छोटे से भाग का मुआयना करो - कुछ मुट्ठी भर परमाणुओं को सकरे स्थान से गुजरते हुए देखो। उनकी ऊर्जा एक-समान रहती है। उनमें जो त्वरण होता है उसका भरपाई ताप ऊर्जा की कमी द्वारा होती है - यानी परमाणुओं की टकराहट कम हो जाती है।
और उससे **दाब** कम हो जाता है।
क्योंकि दाब ताप ऊर्जा के अनुपात में होता है!
इसी वजह से हमारे बिल में से हवा ऊपर खिंचती है।

तुमने इतना सारा ज्ञान कहां से प्राप्त किया?
मैं तमाम विषयों का अध्ययन किया है!
बड़ी अजीब बात है - जब गाड़ी रुकी होती है तो उसकी छत ढीली-ढाली, नीचे को लटकी होती है, परंतु जब गाड़ी तेज रफ्तार से चलेगी तब छत **बाहर की ओर फूली** होगी!
हवा छत पर बाहर से बह कर उसे दबा रही है।
यहां बिल्कुल छछूंदरों के बिल जैसा हो रहा है। हमारी कार की छत भी बाहर की ओर फूल गई है।
निश्चित घनत्व पर कार की छत पर बहने के लिए हवा को त्वरित होना पड़ता है। तब उसका तापमान गिरता है और दाब भी। और इसी वजह से कार की छत फूलती है।

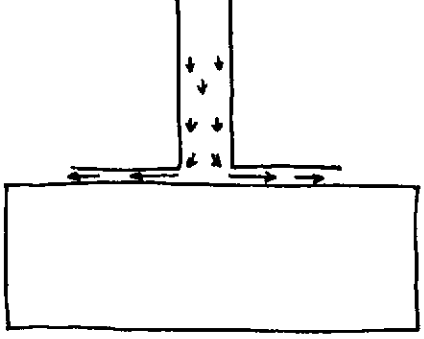
इसी प्रभाव के कारण मेरे स्प्रे में से सुगंधित सेंट बाहर आती है।
. . . और बहती हुई हवा के कारण ही धुंआ चिमनी में ऊपर की ओर खिंचता है।
मुझे चिमनी का रहस्य पहले नहीं पता था!
धत्त! मुझे हमेशा लगता था कि मेरी कार इस प्रभाव के कारण कहीं फंस न जाए। यहां पर एक सूचना है:
बरनौली का नियम:
दाब और गति हमेशा विपरीत अनुपात में होते हैं।
– बॉस
यह सच है – द्रव्य यांत्रिकी सामान्य समझ और ज्ञान को नकारती है।

बरनौली के नियम को लेकर एक

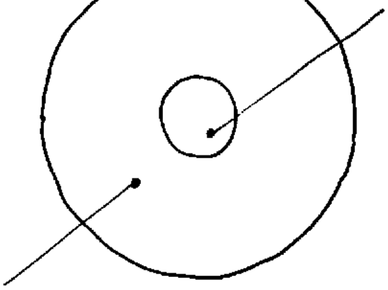
विरोधाभास . . .



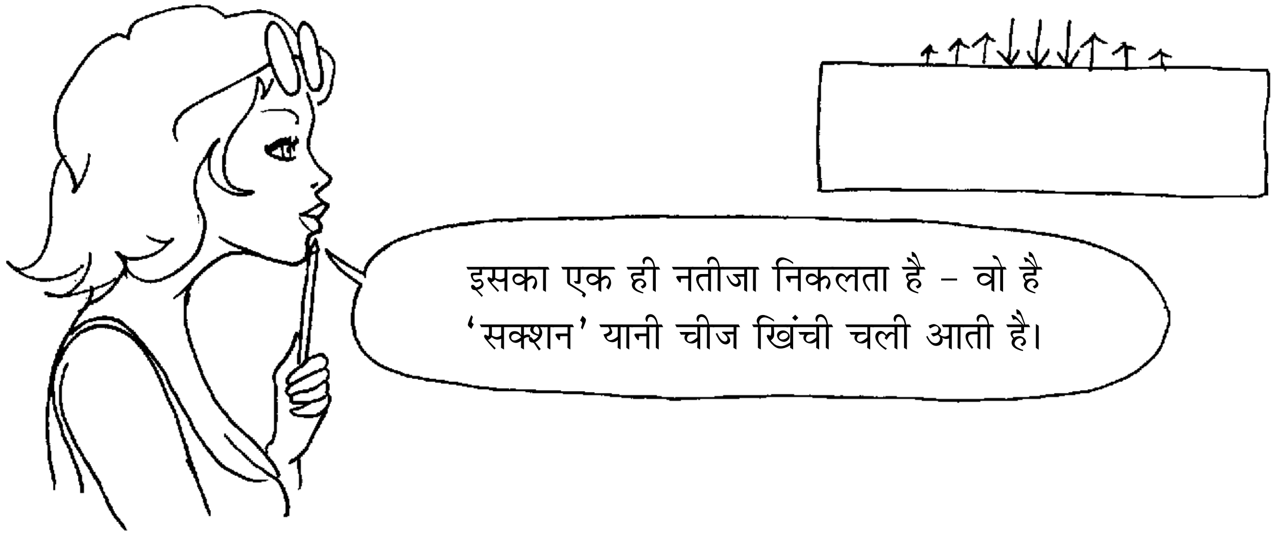
नली और चकती के जोड़ पर हवा के गुजरने की चौड़ाई बहुत कम हो जाती है जिसकी वजह से हवा बहुत तेज रफ्तार से बाहर निकलती है। इससे वहां पर दाब सामान्य हवा के दाब से कम हो जाता है।



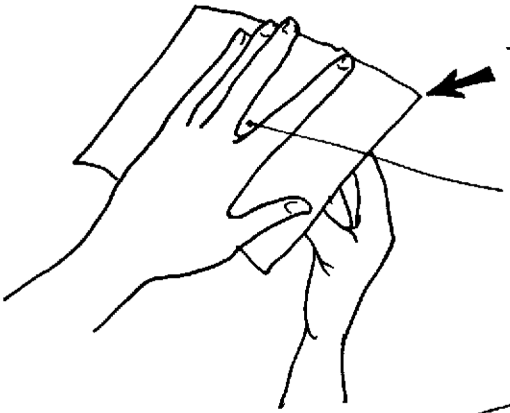
... बाहरी हिस्से का दाब आसपास के हवा के दाब से कम होता है।



नली के छेद के सामने माचिस की डिब्बी वाला हिस्से पर अपने आसपास से ज्यादा हवा का दाब होता है।

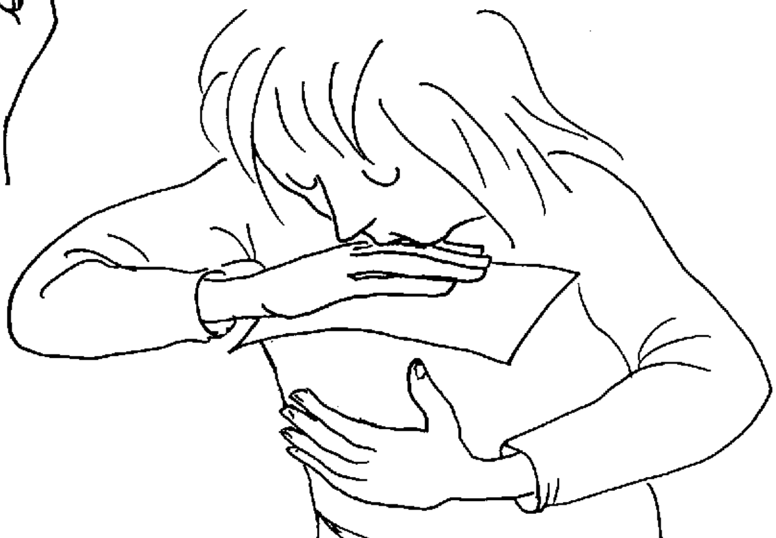


इस तरह का प्रभाव कागज के एक कागज के पन्ने से भी पैदा किया जा सकता है।

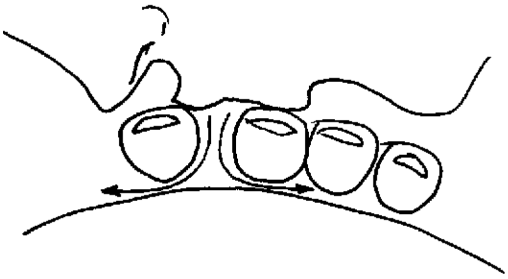


पहले कागज के पन्ने को दोनों
हाथों से इस तरह पकड़ें

और फिर इस स्थान पर बहुत जोर से फूंकें...



फूंकते समय नीचे
वाले हाथ को हटा लें।



नोट:

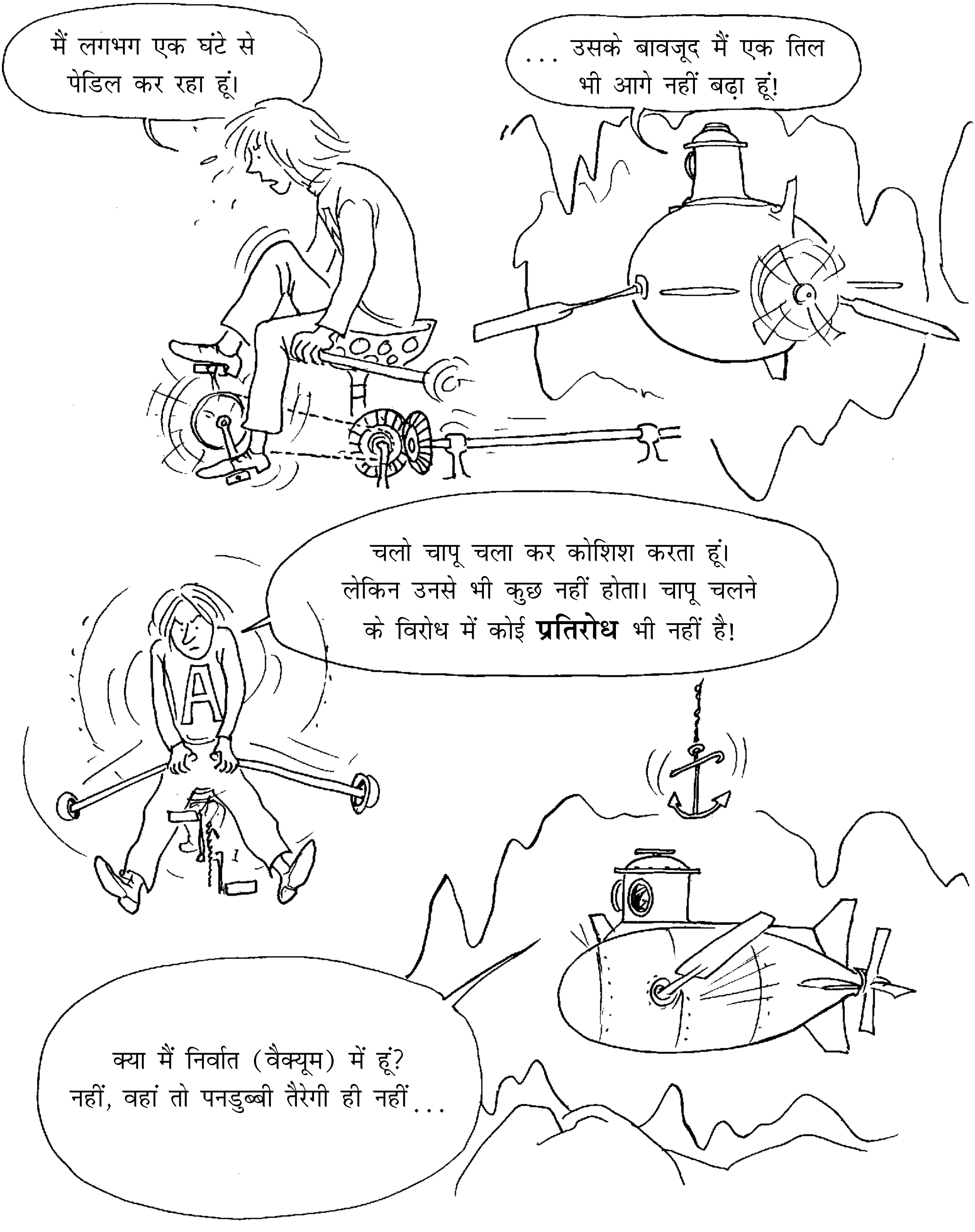
जरा जोर से फूंकें!

– बॉस

चलो हम दोनों मिल कर एक उड़ान भरें?
आज मैंने जो भी देखा है उसके बाद मैं उड़ने की बजाए पैदल **चलना** ही बेहतर होगा!!!
द्रव्य, घनत्व, दाब, तापमान, प्रतिक्रिया, बरनौली – मुझे जमीन से उठने और हवा में उड़ने के लिए इन सभी शब्दों की जरूरत होगी।
तापमान
प्रतिक्रिया
बरनौली
दाब
इसमें अभी भी एक जरूरी शब्द गायब है।
कौन सा?

आर्चीबॉल्ड का सपना

बाप रे!
मैं कहां हूं?
लगता है मैं नीचे गोता लगाती पनडुब्बी में हूं। मुझे **डूबने** का आभास हो रहा है...
मुझे यहां से **फौरन** निकलना चाहिए!
इस मशीन को चलाने के दो तरीके हैं – चापू से या फिर पेडिल द्वारा चलने वाले प्रोपेलर से।

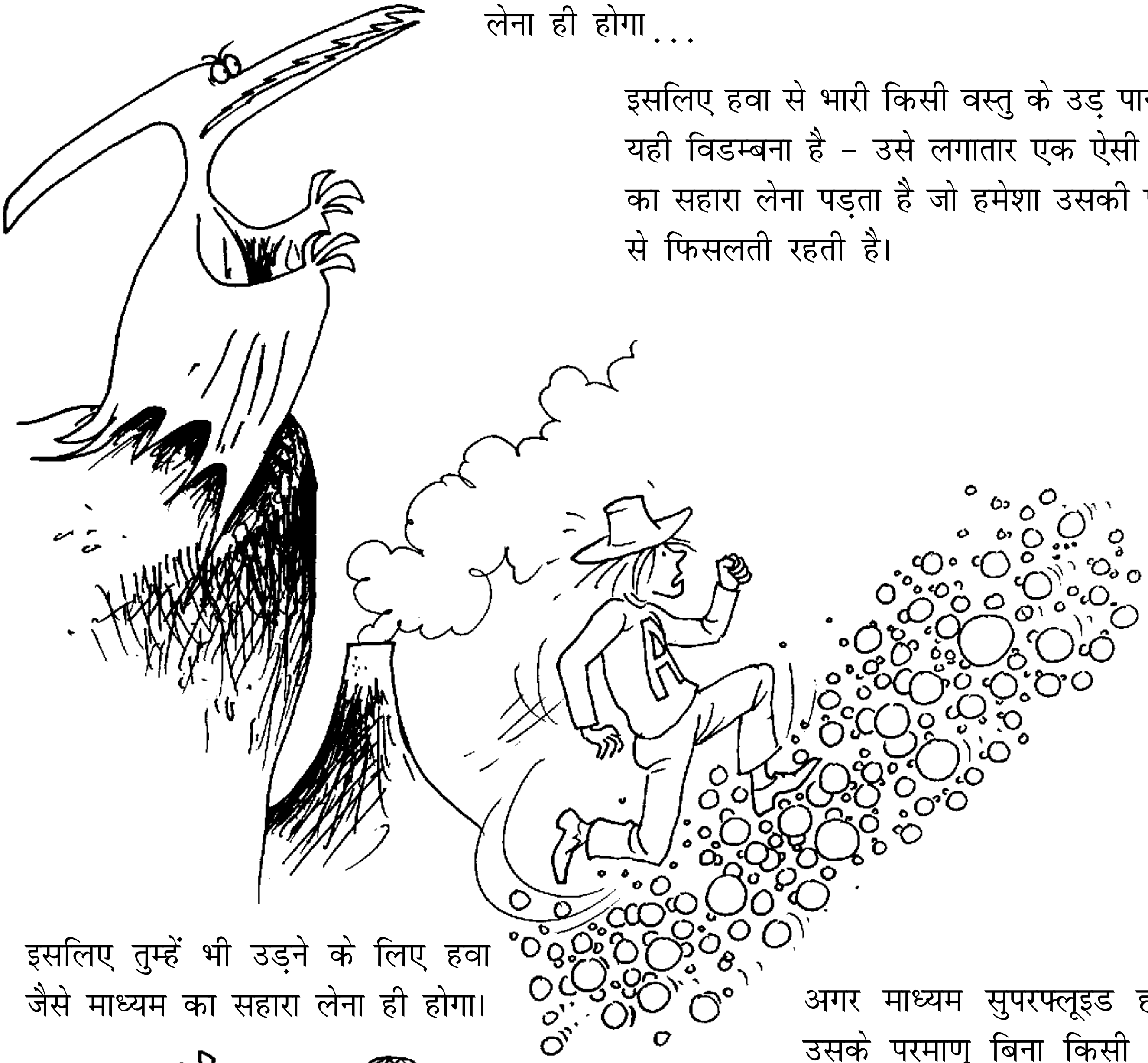

मैं लगभग एक घंटे से पेडिल कर रहा हूं।
... उसके बावजूद मैं एक तिल भी आगे नहीं बढ़ा हूं!
चलो चापू चला कर कोशिश करता हूं। लेकिन उनसे भी कुछ नहीं होता। चापू चलने के विरोध में कोई **प्रतिरोध** भी नहीं है!
क्या मैं निर्वात (वैक्यूम) में हूं? नहीं, वहां तो पनडुब्बी तैरेगी ही नहीं...

ऐसा लग रहा है जैसे मैं सतह पर आ रहा हूं!
!..
शायद इसके पीछे नरक की प्रचंड हवाएं हैं! सोफी तुम ही बताओ कि यह सब क्या हो रहा है?
सुपरफ्लूइड हीलियम

लगता है तुम **सुपरफ्लूइड** हीलियम में थे। रेत के डिब्बे में जो हुआ था वो तुम्हें याद होगा? रेत के कणों का एक-दूसरे के सापेक्ष इतना अधिक घर्षण था कि रेत बहुत मुश्किल से बह पा रही थी।
यहां उसका बिल्कुल उल्टा हो रहा है। बहुत कम तापमान के कारण हीलियम की द्रव्यता लगभग अनंत हो जाती है और उससे घर्षण लगभग गायब हो जाता है।
परंतु इस घर्षण का नाव खेने, उड़ने या प्रोपेलर द्वारा आगे बढ़ने से क्या लेना-देना?
तुम्हें अपनी छतरी से प्रयोग करने का विचार आया था। हवा का सहारा लेने के लिए तुम्हें छतरी के डंडे को पकड़ना होगा।
अगर हवा **सुपरफ्लूइड** होती तो तुम्हारी पैराशूट बिल्कुल नाकाम होती। पहली बात तो छतरी खुलती तक नहीं और तुम पत्थर की तरह से गिरते।

पहले जीव जिन्होंनें आसमान में उड़ने के प्रयास किया उन्हें जल्द ही समझ में आया कि उड़ने के लिए हवा का सहारा लेना ही होगा . . .

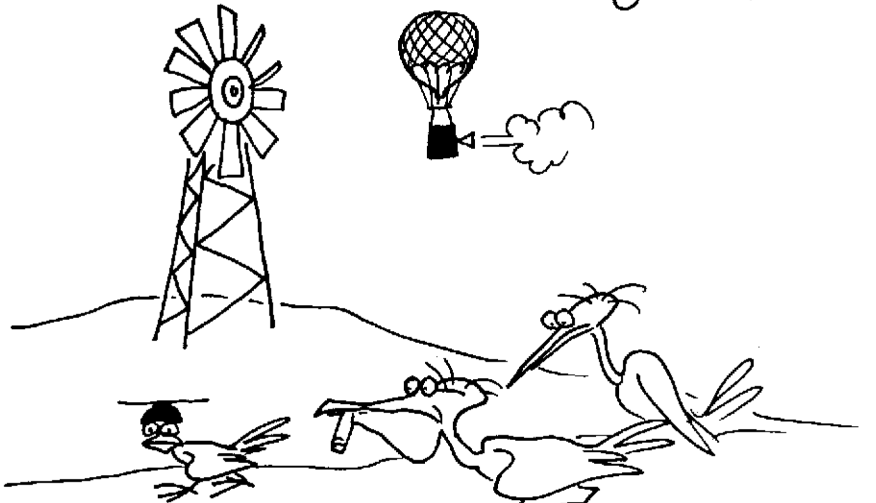
इसलिए हवा से भारी किसी वस्तु के उड़ पाने की यही विडम्बना है – उसे लगातार एक ऐसी चीज का सहारा लेना पड़ता है जो हमेशा उसकी पकड़ से फिसलती रहती है।



इसलिए तुम्हें भी उड़ने के लिए हवा जैसे माध्यम का सहारा लेना ही होगा।

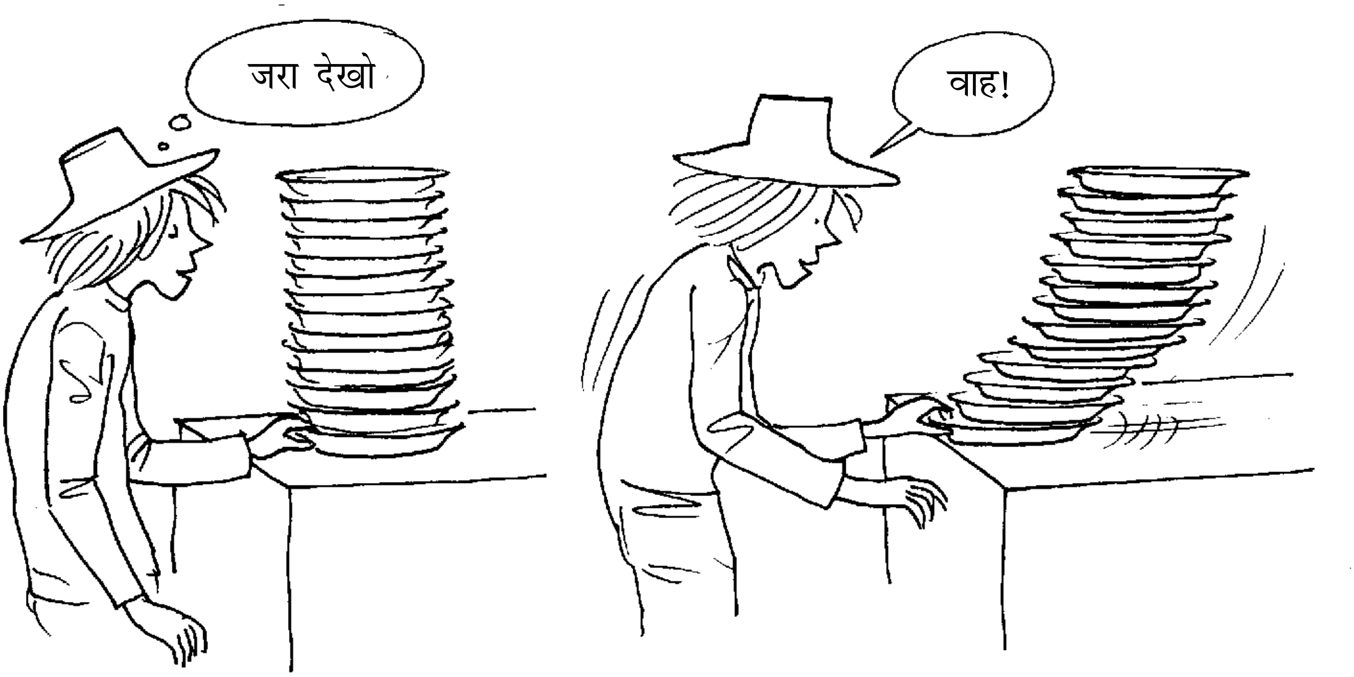
अगर माध्यम सुपरफ्लूइड हो तो उसके परमाणु बिना किसी घर्षण के एक-दूसरे से रगड़ते हुए फिसलते चले जाते हैं।

अगर माध्यम सुपरफ्लूइड होता तो पक्षियों को चलना पड़ता, पवनचक्कियां रुक जातीं और हवाई यात्रा गुब्बारों और प्रतिक्रिया (रीएक्शन) मोटर्स द्वारा ही संभव होती।

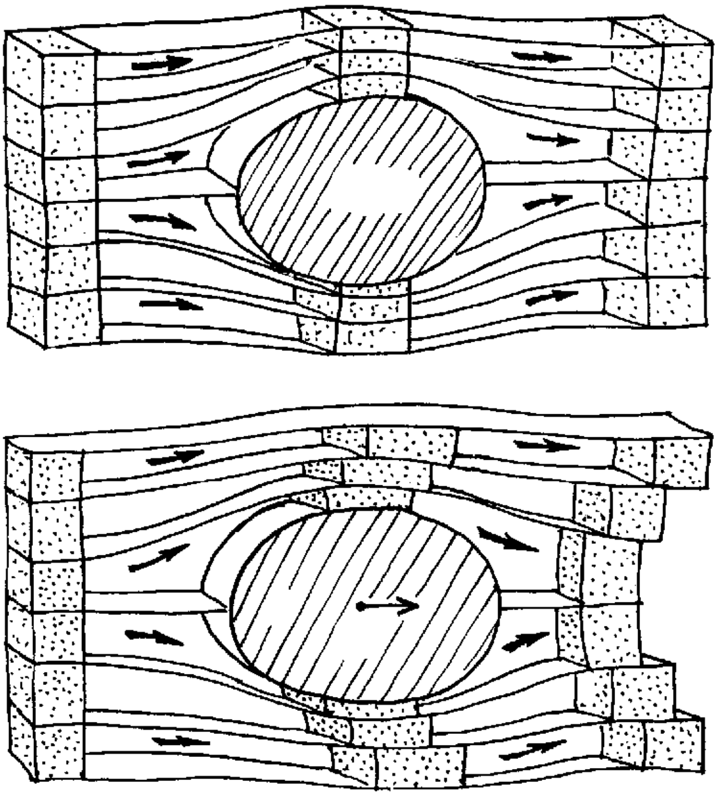


इसलिए उड़ना हवा के घर्षण पर निर्भित है।

गाढ़े द्रव्य



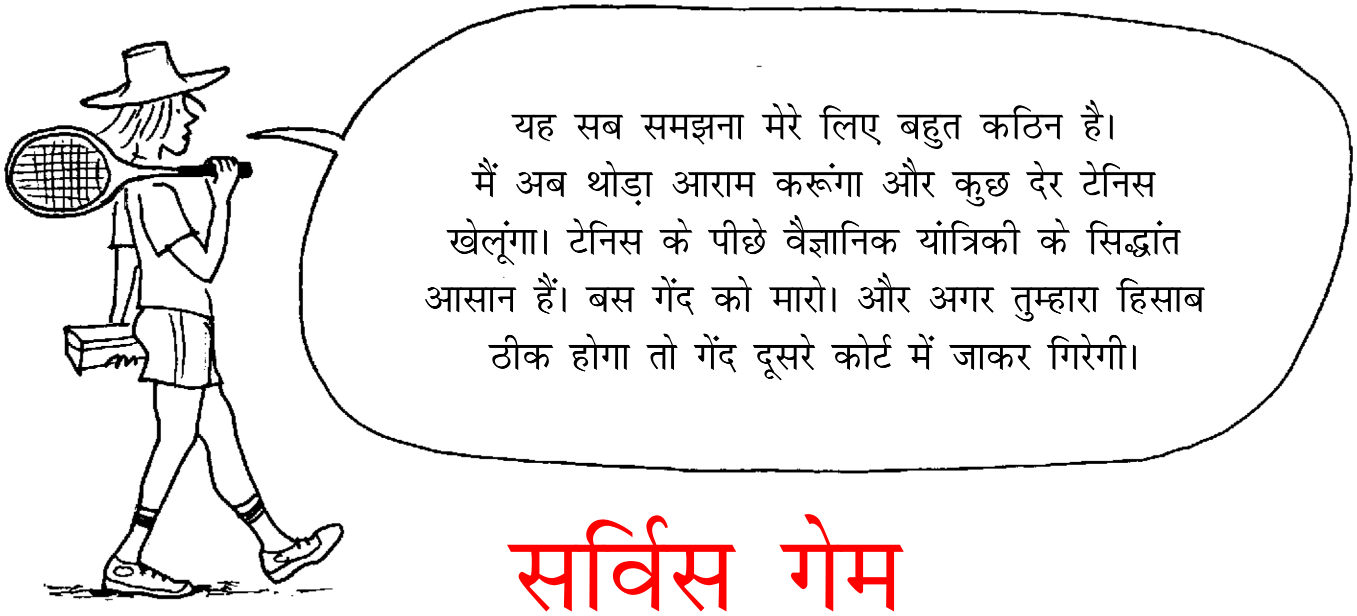
इन प्लेटों की तरह गैस की तहें भी जब एक-दूसरे पर फिसलती हैं तो उनके बीच घर्षण होता है।



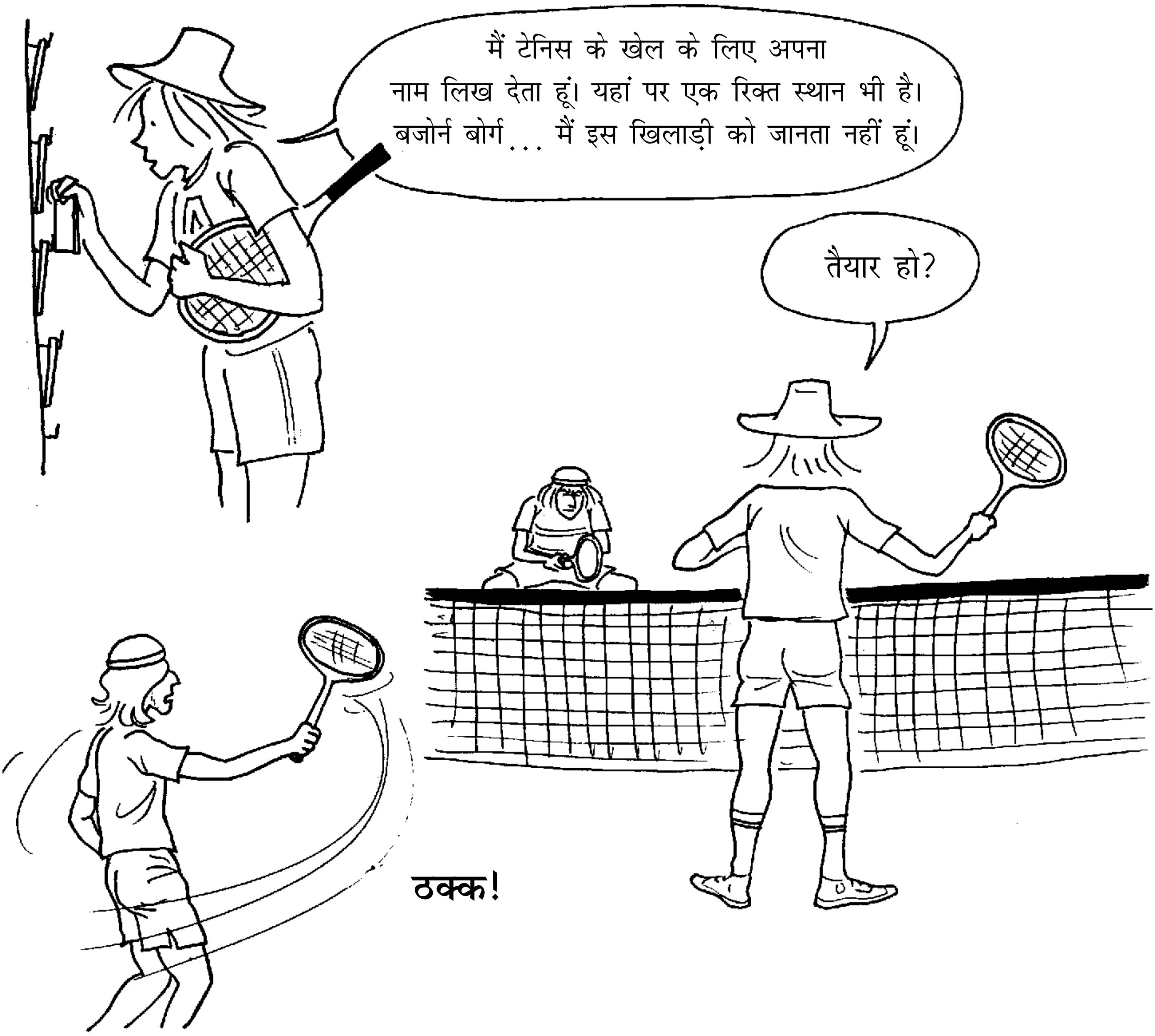
कल्पना करें एक स्थिर वस्तु की जो गैस के बहते परमाणुओं की धारा के बीच स्थित हो। इन परमाणुओं को छोटे घनाकार डिब्बों से दर्शाया गया है।

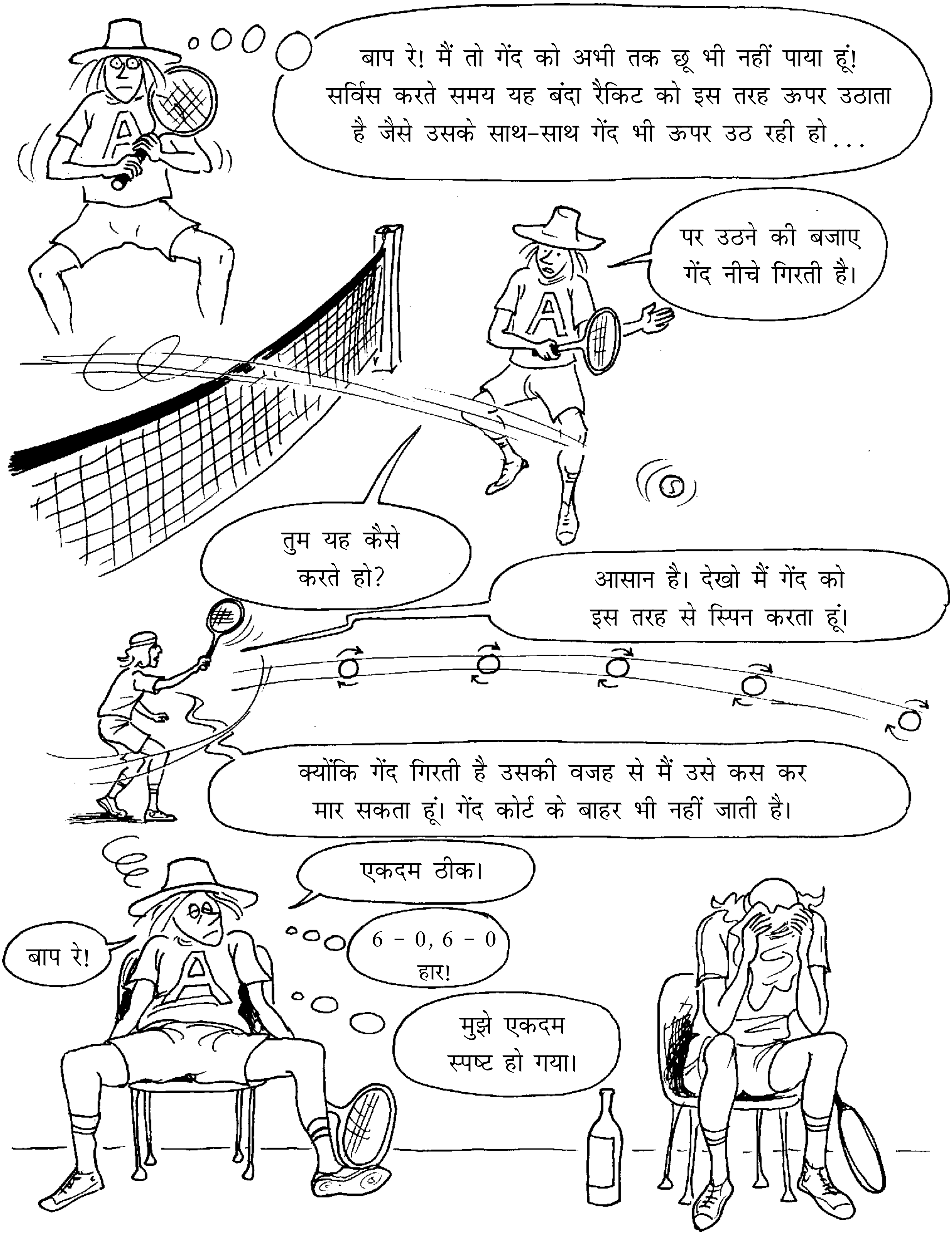
घर्षण रहित स्थिति में ये परमाणु वस्तु की परिक्रमा लगाकर दूसरी ओर पहले जैसे ही एक-दूसरे पर एकत्रित हो जाएंगे।

इसके विपरीत जो परमाणु वस्तु के पास से गुजरते हैं उनकी गति घर्षण द्वारा धीमी हो जाती है और दूसरे सिरे पर डिब्बे थोड़े शिफ्ट हो जाते हैं। वस्तु के कारण गैस की गति धीमी हो जाती है और इससे गैस अब वस्तु पर F बल लगाती है। इसको घर्षण द्वारा खिंचाव (Frictional Drag) कहते हैं।

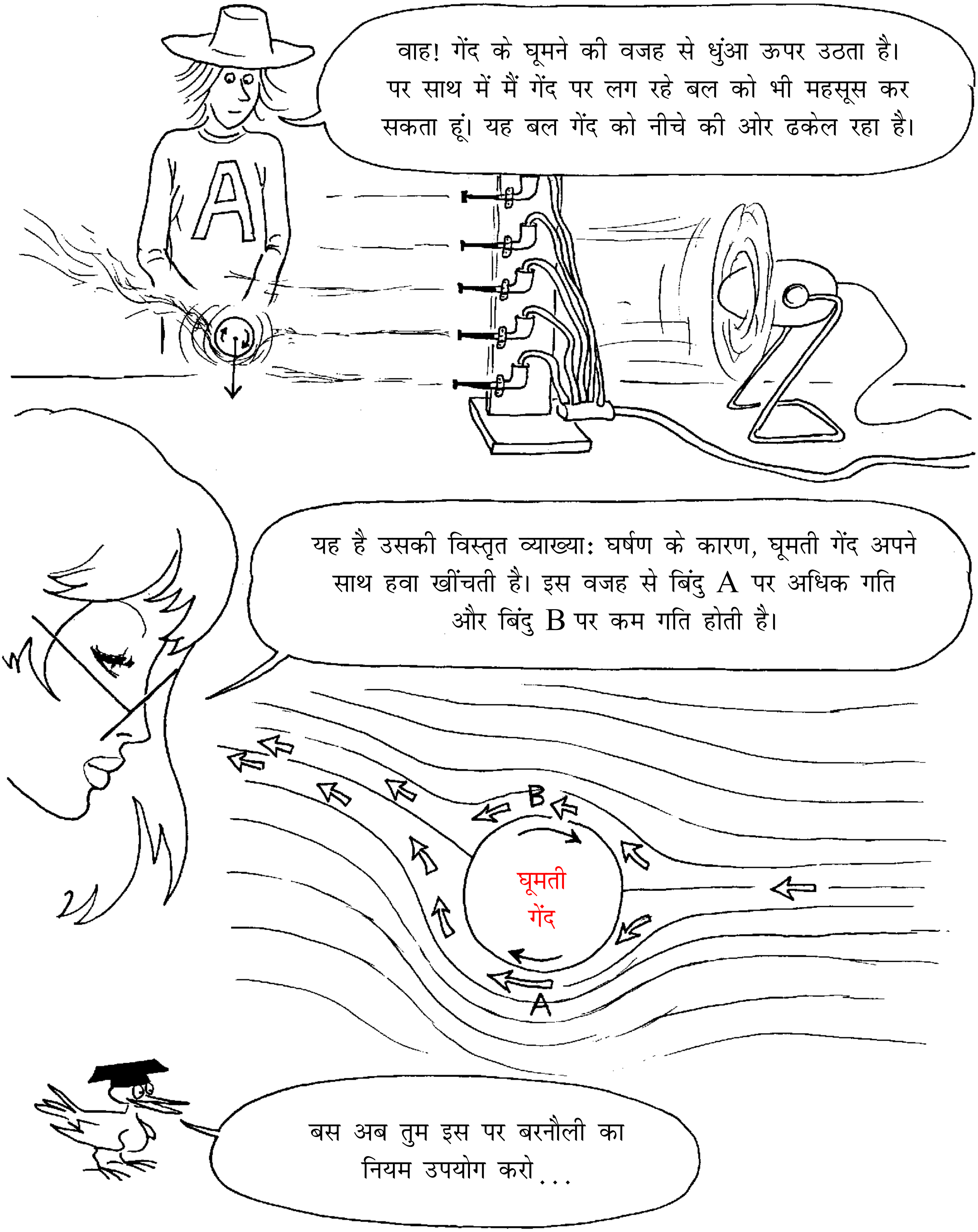

यह सब समझना मेरे लिए बहुत कठिन है। मैं अब थोड़ा आराम करूंगा और कुछ देर टेनिस खेलूंगा। टेनिस के पीछे वैज्ञानिक यांत्रिकी के सिद्धांत आसान हैं। बस गेंद को मारो। और अगर तुम्हारा हिसाब ठीक होगा तो गेंद दूसरे कोर्ट में जाकर गिरेगी।

सर्विस गेम...


मैं टेनिस के खेल के लिए अपना नाम लिख देता हूं। यहां पर एक रिक्त स्थान भी है। बजोर्न बोर्ग... मैं इस खिलाड़ी को जानता नहीं हूं।
तैयार हो?
ठक्क!

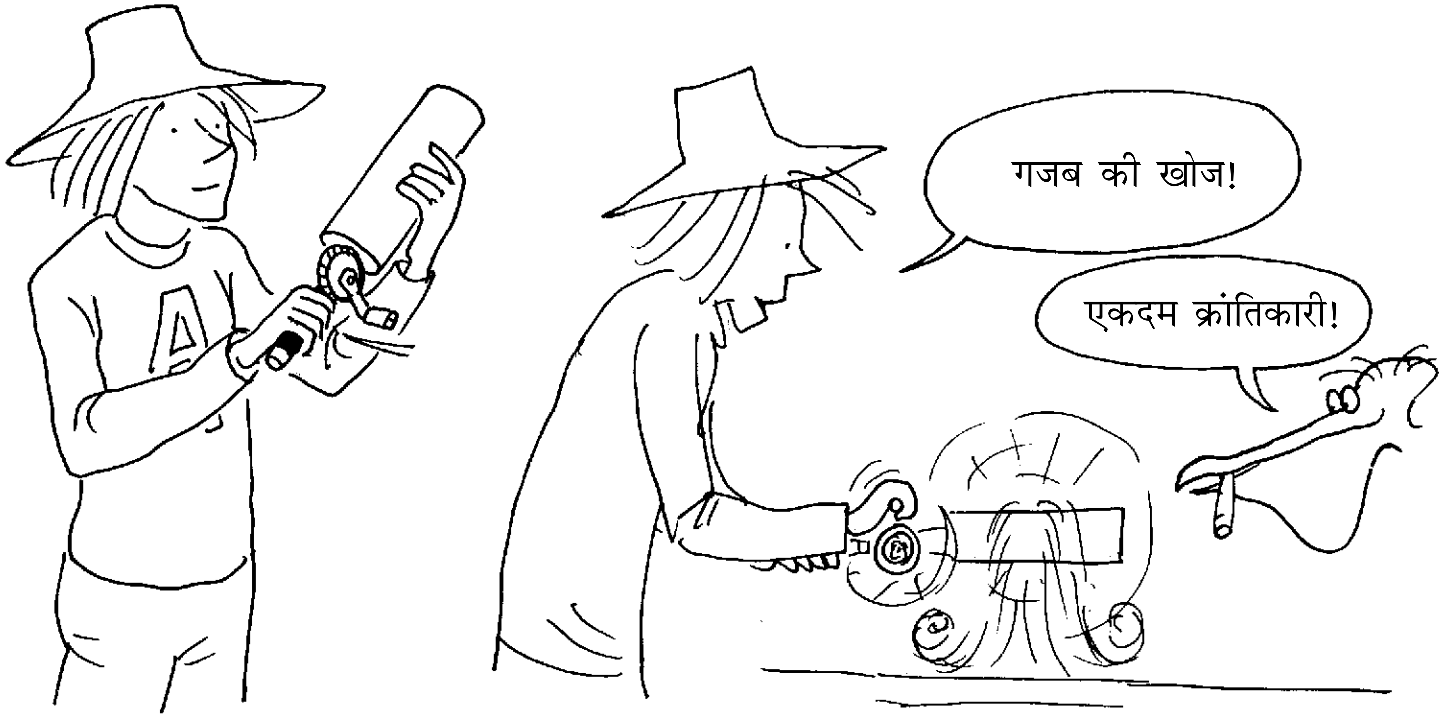

बाप रे! मैं तो गेंद को अभी तक छू भी नहीं पाया हूं! सर्विस करते समय यह बंदा रैकिट को इस तरह ऊपर उठाता है जैसे उसके साथ-साथ गेंद भी ऊपर उठ रही हो...
पर उठने की बजाए गेंद नीचे गिरती है।
तुम यह कैसे करते हो?
आसान है। देखो मैं गेंद को इस तरह से स्पिन करता हूं।
क्योंकि गेंद गिरती है उसकी वजह से मैं उसे कस कर मार सकता हूं। गेंद कोर्ट के बाहर भी नहीं जाती है।
एकदम ठीक।
बाप रे!
6 - 0, 6 - 0 हार!
मुझे एकदम स्पष्ट हो गया।

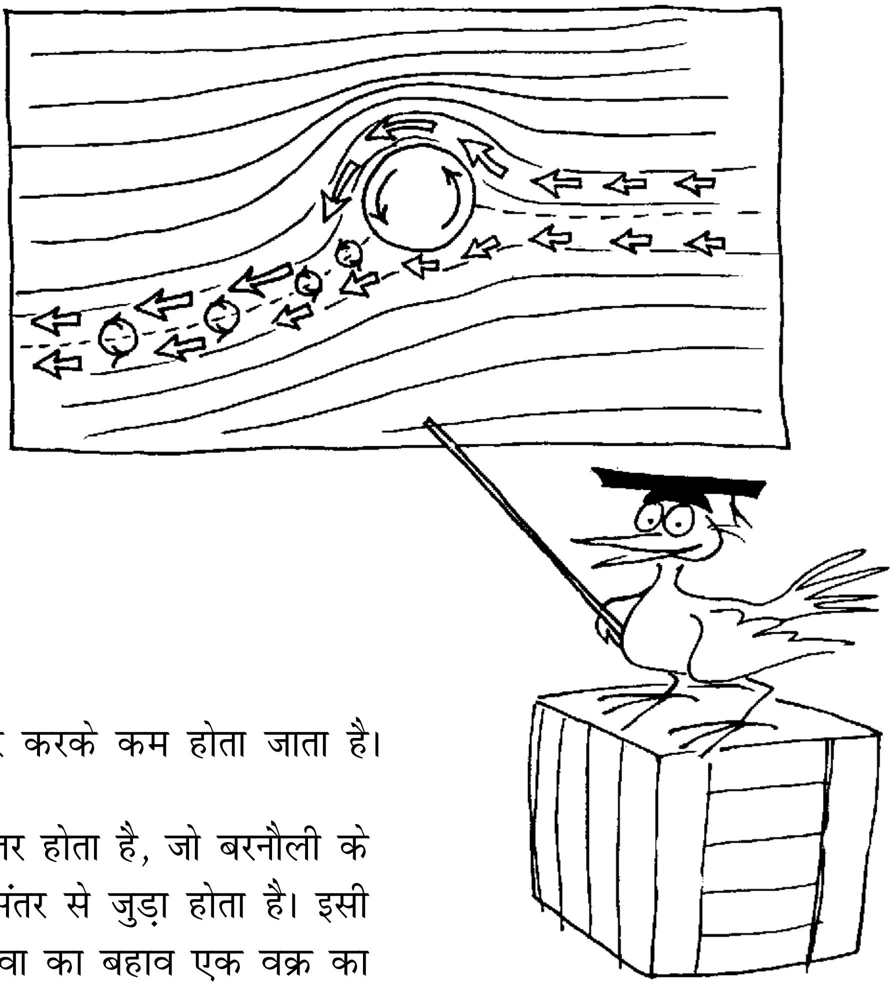
जरा देखो। बोर्ग ने पिछले पन्ने पर किस तरह गेंद को बाएं से दाएं भेजा। अब मैं हवा द्वारा गेंद को दाएं से बाएं मारूंगा और उससे भी मुझे वही नतीजा मिलेगा।
आर्ची ने एक विंड-टनॅल (हवा-सुरंग) का निर्माण किया।
जरा देखो सोफी, पॉइप में से निकलते धुएं की वजह से हवा का बहाव स्पष्ट दिखाई देता है।
अब मुझे बस यह सुनिश्चित करना है कि गेंद स्पिन करे यानी घूमें। मथनी से मैं यह कर पाऊंगा।
हां, मथनी (ड्रिल)से गेंद तेजी से स्पिन होती है।


वाह! गेंद के घूमने की वजह से धुंआ ऊपर उठता है। पर साथ में मैं गेंद पर लग रहे बल को भी महसूस कर सकता हूं। यह बल गेंद को नीचे की ओर ढकेल रहा है।
यह है उसकी विस्तृत व्याख्या: घर्षण के कारण, घूमती गेंद अपने साथ हवा खींचती है। इस वजह से बिंदु A पर अधिक गति और बिंदु B पर कम गति होती है।
B
घूमती गेंद
A
बस अब तुम इस पर बरनौली का नियम उपयोग करो...

कम गति का मतलब होगा उच्च दाब
बल
हवा की गति
उच्च गति से कम दाब होगा
दाब और गति के बीच में उल्टा सम्बंध है। गेंद के ऊपर दाब कम है परंतु उसके नीचे दाब अधिक है। इससे किस दिशा में ऐरोडॉयनामिक बल लग रहा है वो एकदम स्पष्ट होगा।
इसके होने का कारण गेंद और हवा के बीच का घर्षण है। सुपरफ्लूइड के घर्षणहीन वातावरण में टेनिस की गेंद की दिशा को बदल पाना संभव नहीं होगा।
देखो, जब मैं गेंद को उल्टी दिशा में घुमाता हूं तो धुंए की दिशा नीचे की ओर हो जाती है। अब गेंद पर लग रहे बल की दिशा पलट जाती है और मुझे ऊपर की ओर उछाल या **लिफ्ट** महसूस होती है।
A
जैसा गेंद के साथ होता है क्या वही बेलनाकार सिलेंडर के साथ भी होगा?
हां!

फ्लेटनर रोटर





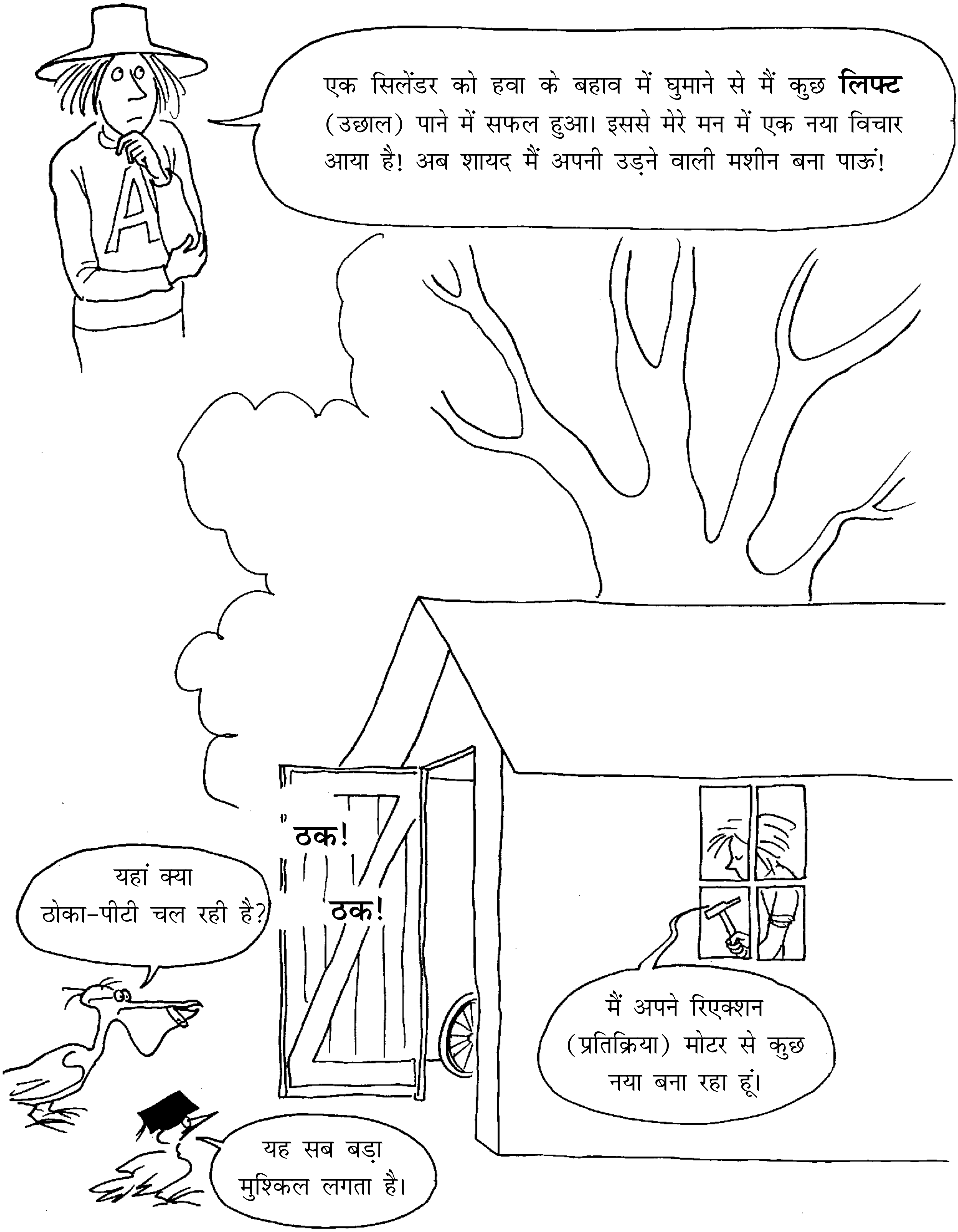
मित्रों, इस नई खोज की रोशनी में हम इस प्रक्रिया का दुबारा मुआयना करें। सिलेंडर के घूमने के कारण उसकी ऊपरी और निचली सतहों पर बहाव की अलग-अलग गतियां पैदा होती हैं।

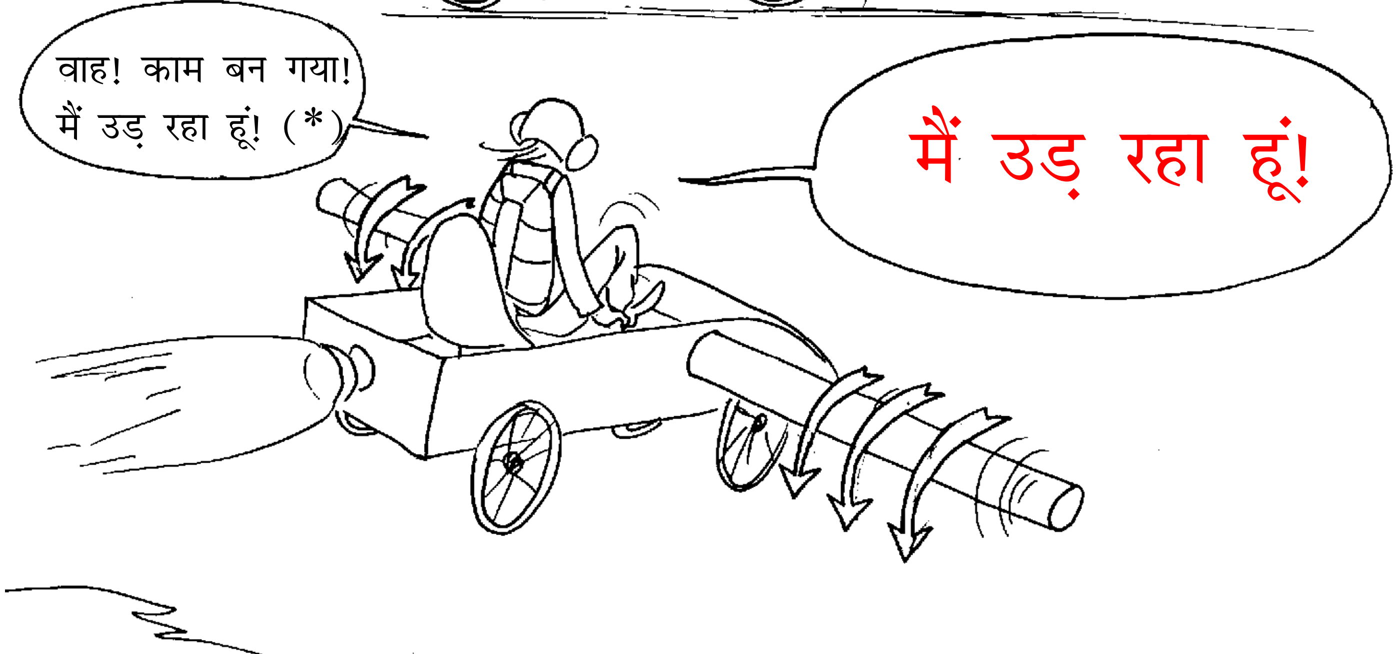
सिलेंडर पर बहने के बाद हवा की दोनों तहें आगे जाकर जुड़ती हैं और एक-दूसरे से रगड़ती भी हैं। इससे दो नतीजे होते हैं:

1 छोटी-छोटी भंवरें बनती हैं।

2 गतियों के बीच का अंतर धीरे-धीरे करके कम होता जाता है।

ऊपरी और निचली तह के दाब में अंतर होता है, जो बरनौली के नियम के अनुसार उनकी गतियों के अंतर से जुड़ा होता है। इसी वजह से सिलेंडर से गुजरने के बाद हवा का बहाव एक वक्र का आकार लेता है।

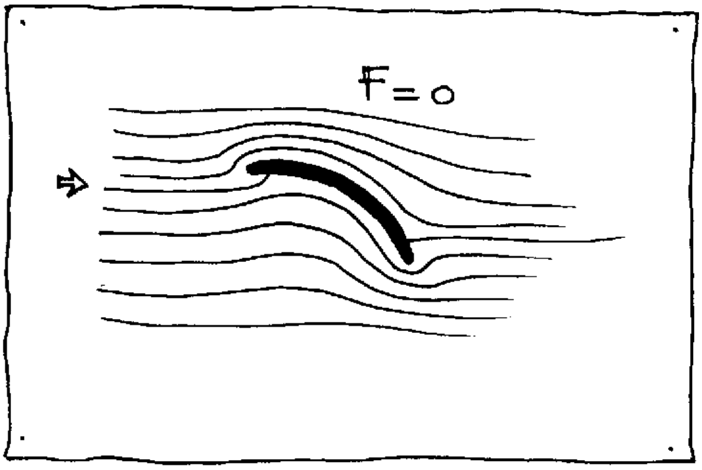

एक सिलेंडर को हवा के बहाव में घुमाने से मैं कुछ **लिफ्ट** (उछाल) पाने में सफल हुआ। इससे मेरे मन में एक नया विचार आया है! अब शायद मैं अपनी उड़ने वाली मशीन बना पाऊं!
ठक!
ठक!
यहां क्या ठोका-पीटी चल रही है?
मैं अपने रिएक्शन (प्रतिक्रिया) मोटर से कुछ नया बना रहा हूं।
यह सब बड़ा मुश्किल लगता है।



(*) अगर पॉवर खूब शक्तिशाली हो तो यह वाकई में अच्छा काम करता है।

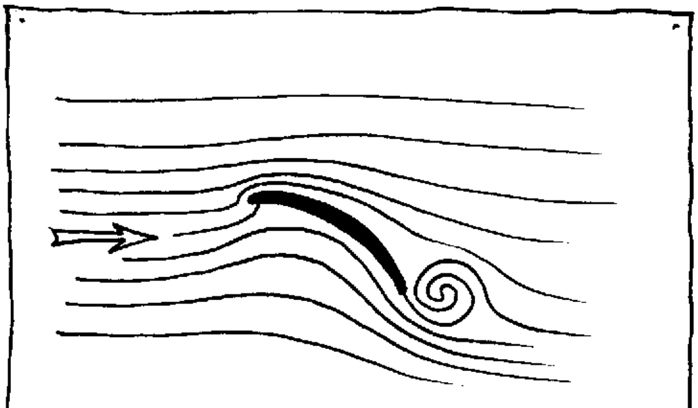
बाप रे! यह क्या हो रहा है? लगता है मैं नीचे टकराने जा रहा हूं! **कूदो !**
यह तो होना ही था आर्ची। तुमने हवा को घुमाया और उससे तुम्हारी मशीन उल्टी दिशा में घूमी।
यह पुराना सिद्धांत है **क्रिया-प्रतिक्रिया** का।
कौन सा सिद्धांत?
आर्ची, काश तुमने इस सफर से पहले मुझसे सलाह ली होती! इसका एक बहुत सरल हल है पर तुम हर चीज को खुद प्रयोग करके देखना चाहते हो। क्यों ठीक कह रही हूं? अब चलो, कॉफी तैयार है।

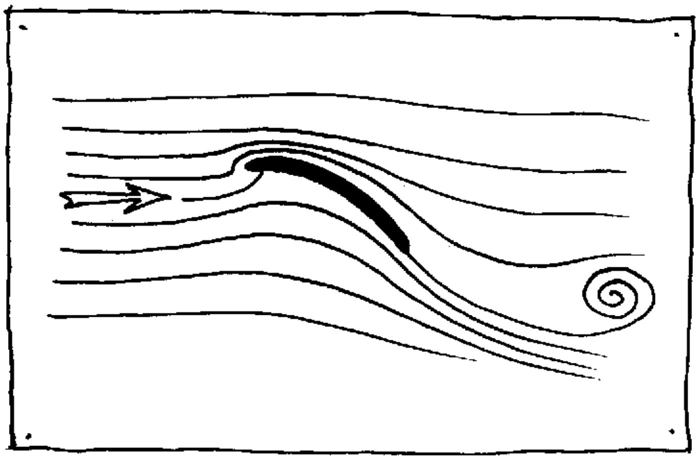
जरा देखो इन मर्दों और इनकी मशीनों को!
कॉफी के कप में जो दिख रहा है वो काफी मजेदार है।
अगर मैं चम्मच को धीरे-धीरे घुमाता हूं तो मुझे घर्षण का बहुत हल्का सा प्रतिरोध महसूस होता है...
... परंतु तेजी से चलाने पर उसमें एक भंवर टूट कर अलग चली जाती है।

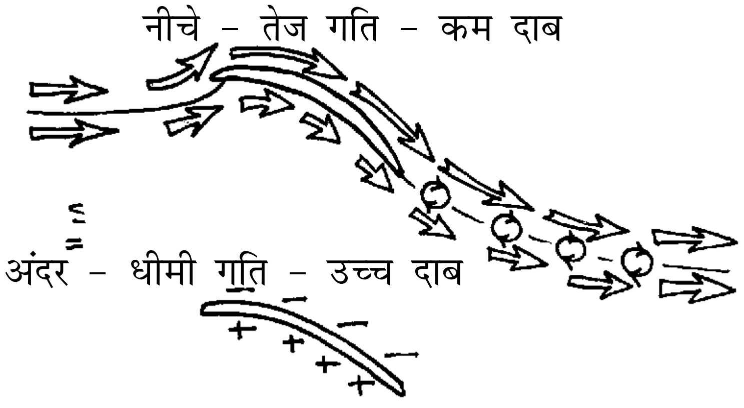


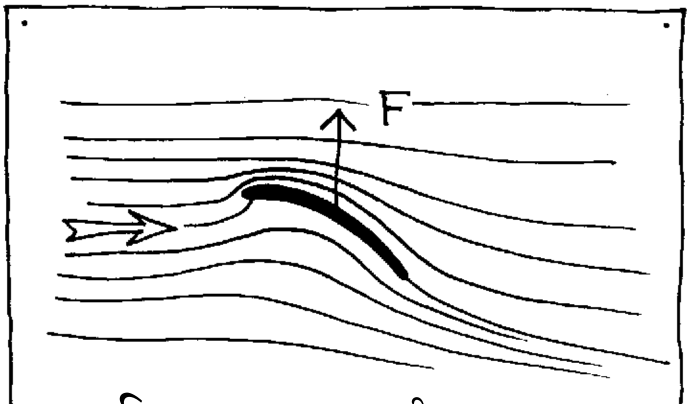
इन चित्रों में आप चम्मच की धीमी या तेज चाल के अनुसार उसके चारों ओर बदलते बहाव को देख सकते हैं।

एक भंवर टूट कर अलग हो जाती है जिसमें ऊपर तेज गति और नीचे हल्की गति होती है।

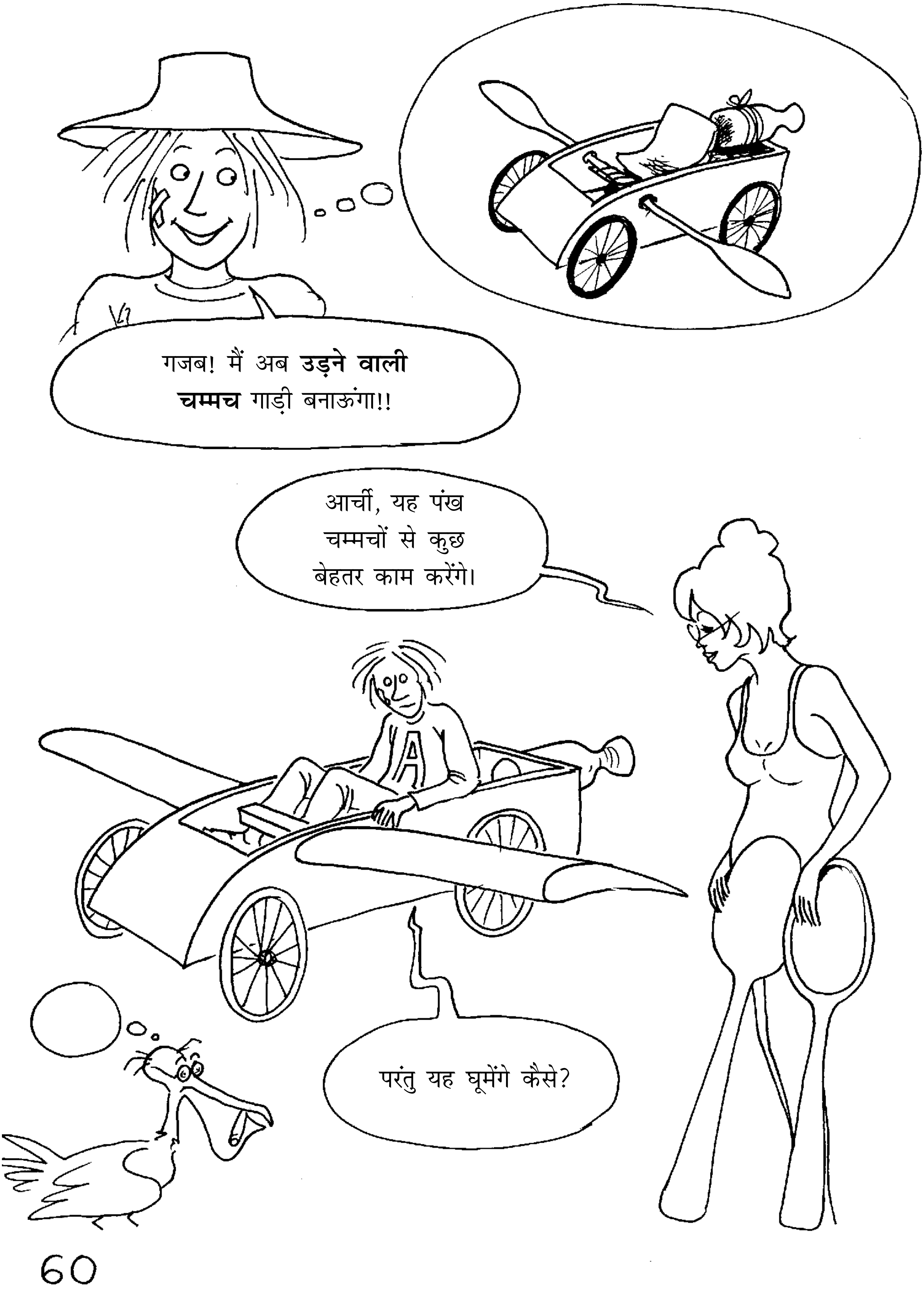

कम रफ्तार का बहाव



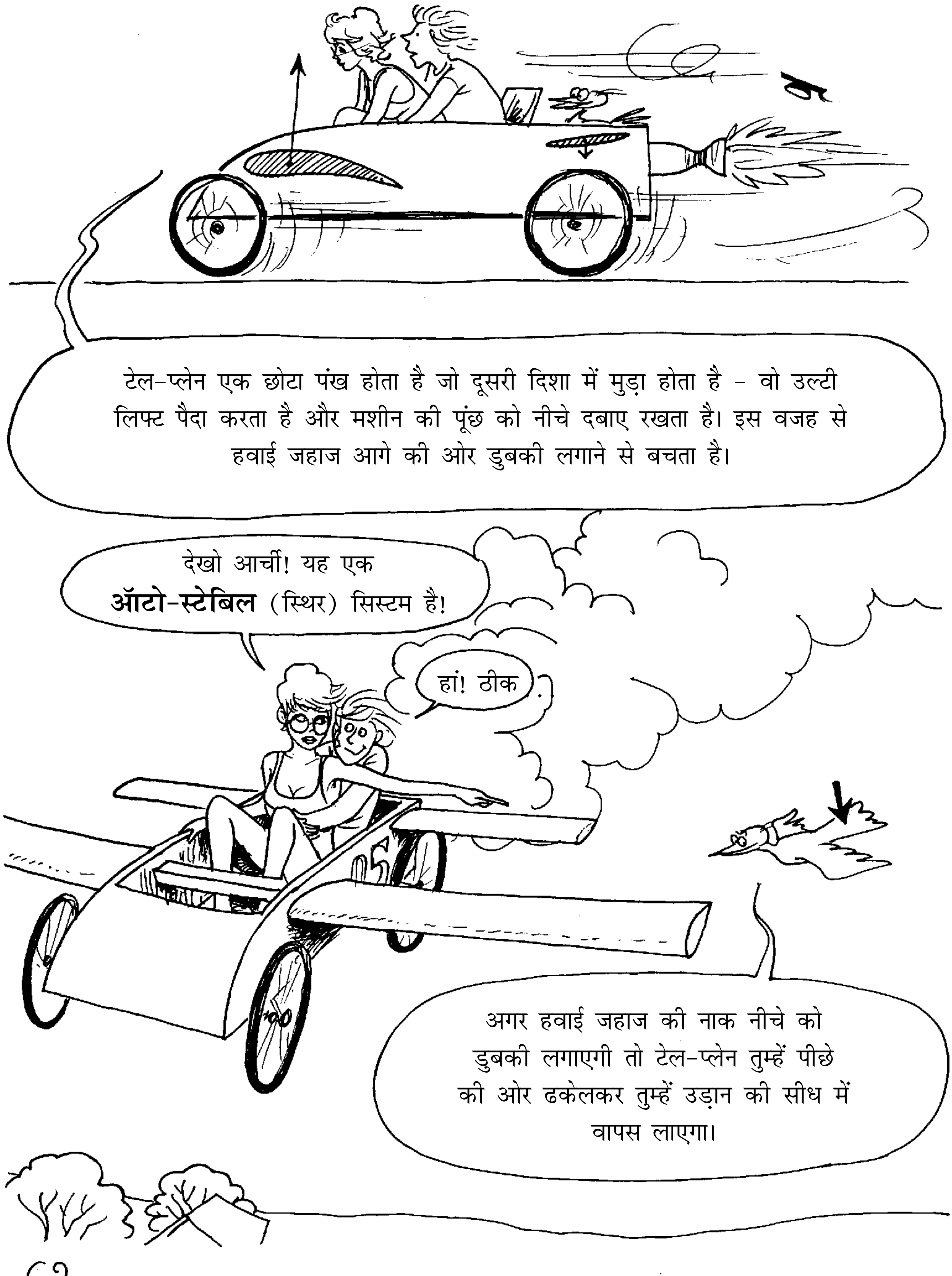




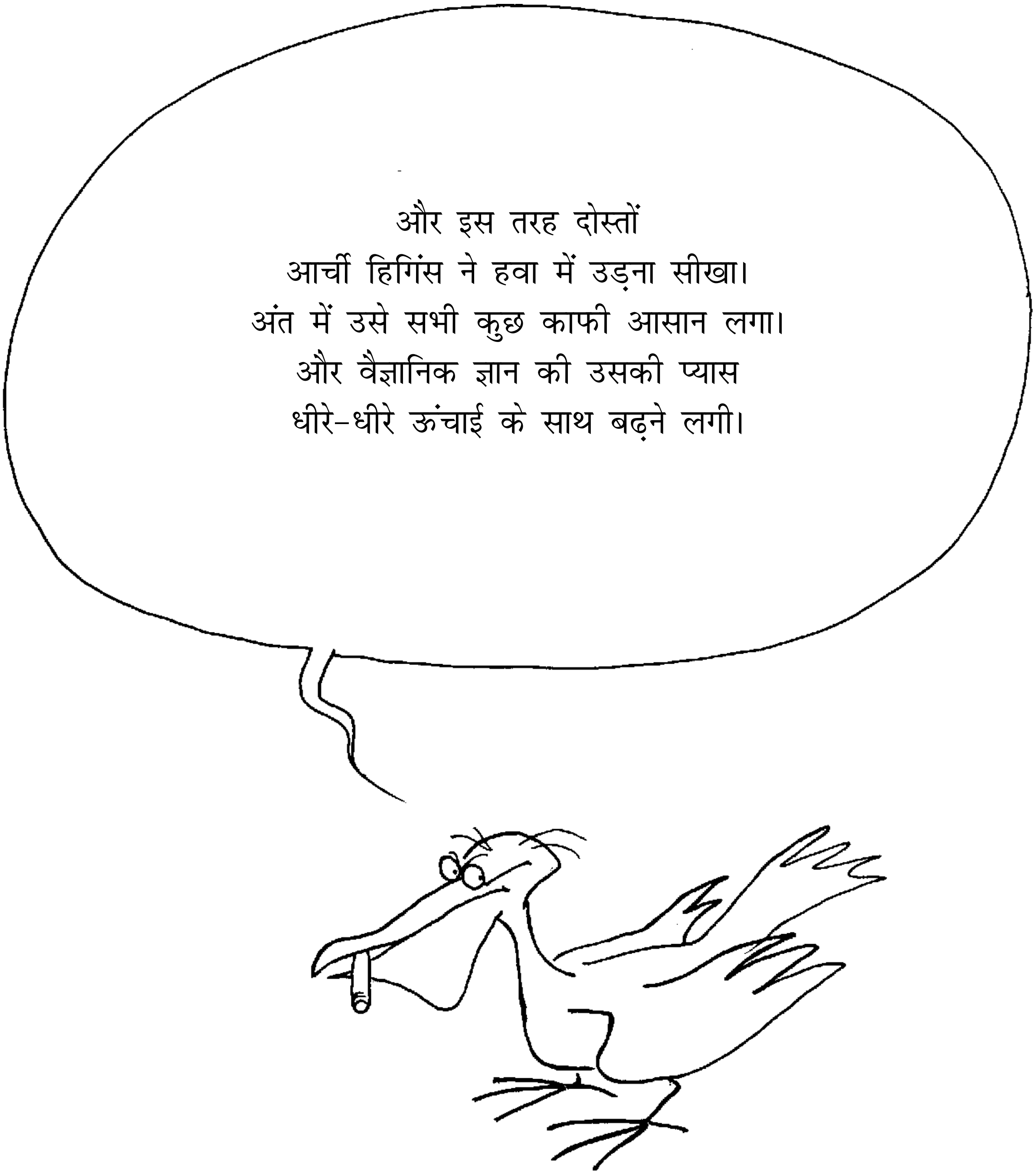
लिफ्ट या उछाल की शुरुआत


गजब! मैं अब **उड़ने वाली चम्मच** गाड़ी बनाऊंगा!!
आर्ची, यह पंख चम्मचों से कुछ बेहतर काम करेंगे।
परंतु यह घूमेंगे कैसे?

पंख के सकरे छोर पर तुम्हें घूमते सिलेंडर जैसी ही छोटी भंवरे दिखेंगी। तुम पंख को एक अचल रोटर या **फिक्स्ड रोटर** मान सकते हो।
पंख या घूमने वाला सिलेंडर
दोनों का हवा पर समान प्रभाव होगा
04
A
रुको! फिर तुम अपनी हड्डी-पसली तोड़ोगे! पिछली बार जैसे अभी भी वही समस्या मौजूद है। क्योंकि तुम्हारी मशीन हवा को घुमाती है इसके कारण वो नीचे को **डुबकी** लगाती है।
इसके लिए तुम्हें एक टेल-प्लेन यानी पूंछ में एक पंख लगाना होगा।


टेल-प्लेन एक छोटा पंख होता है जो दूसरी दिशा में मुड़ा होता है - वो उल्टी लिफ्ट पैदा करता है और मशीन की पूंछ को नीचे दबाए रखता है। इस वजह से हवाई जहाज आगे की ओर डुबकी लगाने से बचता है।
देखो आर्ची! यह एक **ऑटो-स्टेबिल** (स्थिर) सिस्टम है!
हां! ठीक
अगर हवाई जहाज की नाक नीचे को डुबकी लगाएगी तो टेल-प्लेन तुम्हें पीछे की ओर ढकेलकर तुम्हें उड़ान की सीध में वापस लाएगा।

अगर तुम ऊंचाई चढ़ रहे हो
तो भी यही होगा।
आर्ची! तुम बिल्कुल
ध्यान नहीं दे रहे हो!
मैं एक-एक शब्द ध्यान
से सुन रहा हूं।
मेरे शब्द लगता है
कहीं खो गए हैं।
ऑटो-स्टेबिल वाली बात
उसे दुबारा समझानी होगी।


और इस तरह दोस्तों
आर्ची हिगिंस ने हवा में उड़ना सीखा।
अंत में उसे सभी कुछ काफी आसान लगा।
और वैज्ञानिक ज्ञान की उसकी प्यास
धीरे-धीरे ऊंचाई के साथ बढ़ने लगी।

अंत