ख़ामोशी का बैरियर

जीन पियरे पेटिट

THE SILENCE BARRIER

JEAN PIERRE PETIT

हिंदी: अरविंद गुप्ता

http://savoir-sans-frontieres.com

प्रोफेसर जीन-पियरे पेटिट पेशे से एक एस्ट्रो-फिजिसिस्ट हैं. उन्होंने "एसोसिएशन ऑफ़ नॉलेज विदआउट बॉर्डर्स" की स्थापना की और वो उसके अध्यक्ष भी हैं. इस संस्था का उद्देश्य वैज्ञानिक और तकनीकी ज्ञान और जानकारी को अधिक-से-अधिक देशों में फैलाना है. इस उद्देश्य के लिए, उनके सभी लोकप्रिय विज्ञान संबंधी लेख जिन्हें उन्होंने पिछले तीस वर्षों में तैयार किया और उनके द्वारा बनाई गई सचित्र एलबम्स, आज सभी को आसानी से और निशुल्क उपलब्ध हैं. उपलब्ध फाइलों से डिजिटल, अथवा प्रिंटेड कॉपियों की अतिरिक्त प्रतियां आसानी से बनाई जा सकती हैं. एसोसिएशन के उद्देश्य को पूरा करने के लिए इन पुस्तकों को स्कूलों, कॉलेजों और विश्वविद्यालयों के पुस्तकालयों में भेजा जा सकता है, बशर्ते इससे कोई आर्थिक और राजनीतिक लाभ प्राप्त न करें और उनका कोई, सांप्रदायिक दुरूपयोग न हो. इन पीडीएफ फाइलों को स्कूलों और विश्वविद्यालयों के पुस्तकालयों के कंप्यूटर नेटवर्क पर भी डाला जा सकता है.

जीन-पियरे पेटिट ऐसे अनेक कार्य करना चाहते हैं जो अधिकांश लोगों को आसानी से उपलब्ध हो सकें. यहां तक कि निरक्षर लोग भी उन्हें पढ़ सकें. क्योंकि जब पाठक उन पर क्लिक करेंगे तो लिखित भाग स्वयं ही "बोलेगा". इस प्रकार के नवाचार "साक्षरता योजनाओं" में सहायक होंगे. दूसरी एल्बम "द्विभाषी" होंगी जहां मात्र एक क्लिक करने से ही एक भाषा से दूसरी भाषा में स्विच करना संभव होगा. इसके लिए एक उपकरण उपलब्ध कराया जायेगा जो भाषा कौशल विकसित करने में लोगों को मदद देगा.

जीन-पियरे पेटिट का जन्म 1937 में हुआ था. उन्होंने फ्रेंच अनुसंधान में अपना करियर बनाया. उन्होंने प्लाज्मा भौतिक वैज्ञानिक के रूप में काम किया, उन्होंने एक कंप्यूटर साइंस सेंटर का निर्देशन किया, और तमाम सॉफ्टवेयर्स बनाए. उनके सैकड़ों लेख वैज्ञानिक पत्रिकाओं में प्रकाशित हुए हैं जिनमें द्रव यांत्रिकी से लेकर सैद्धांतिक सृष्टिशास्त्र तक के विषय शामिल हैं. उन्होंने लगभग तीस पुस्तकें लिखी हैं जिनका कई भाषाओं में अनुवाद हुआ है.

निम्नलिखित इंटरनेट साइट पर एसोसिएशन से संपर्क किया जा सकता है:
http://savoir-sans-frontieres.com

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

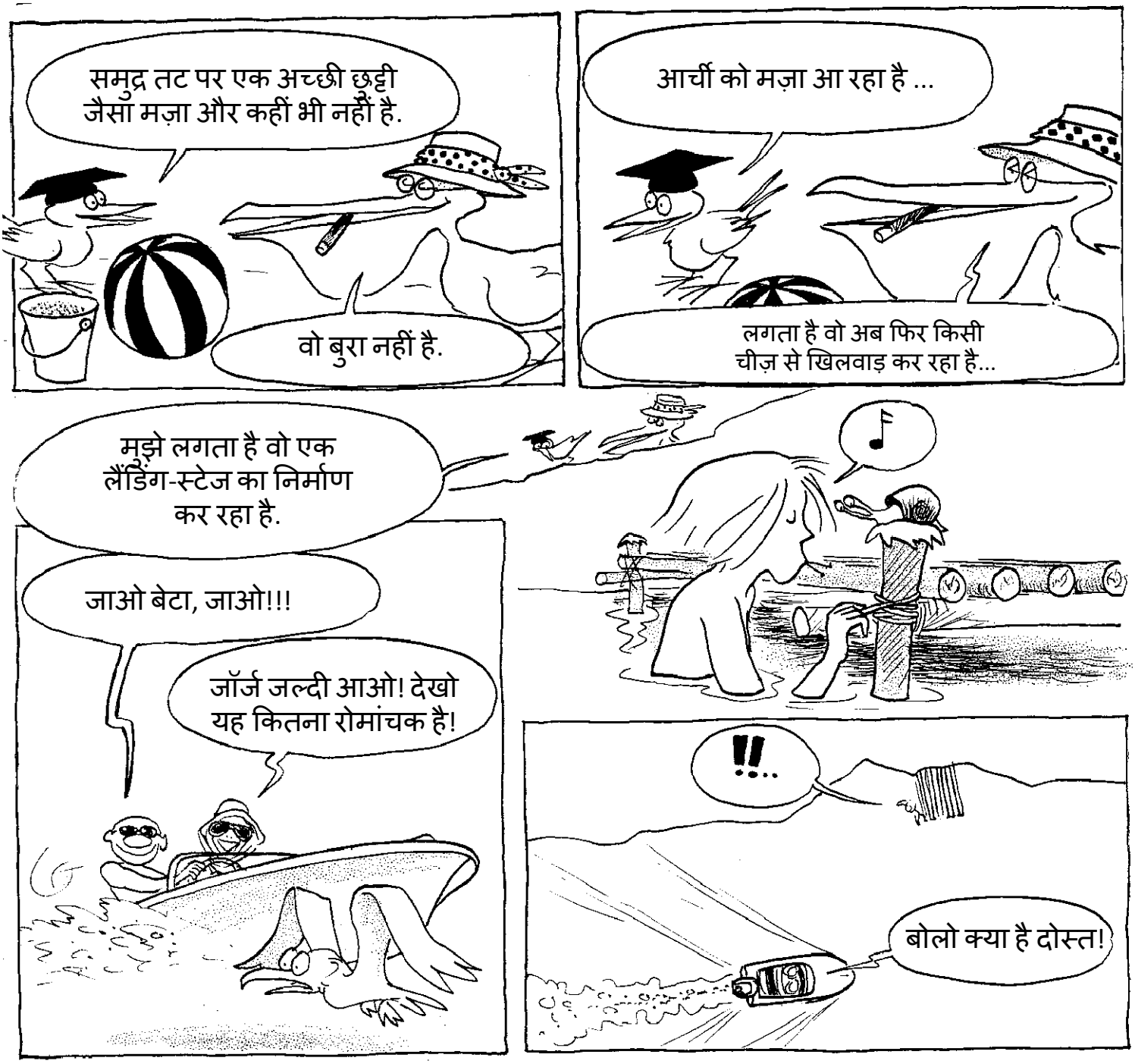
एसोसिएशन पूरी तरह से स्वैच्छिक है। धन पूरी तरह से अनुवादकों को दान कर दिया।

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

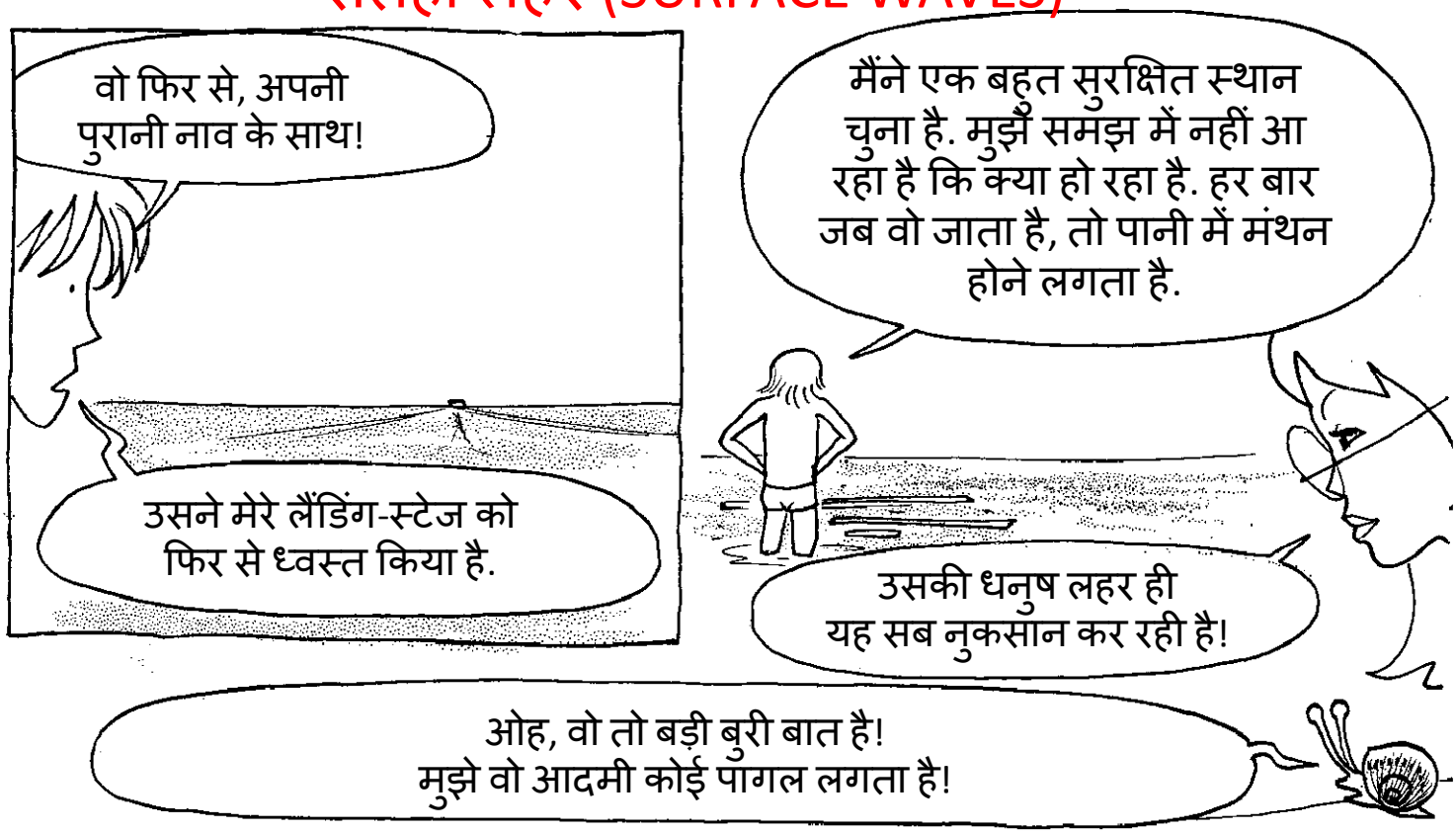
http://www.savoir-sans-frontieres.com

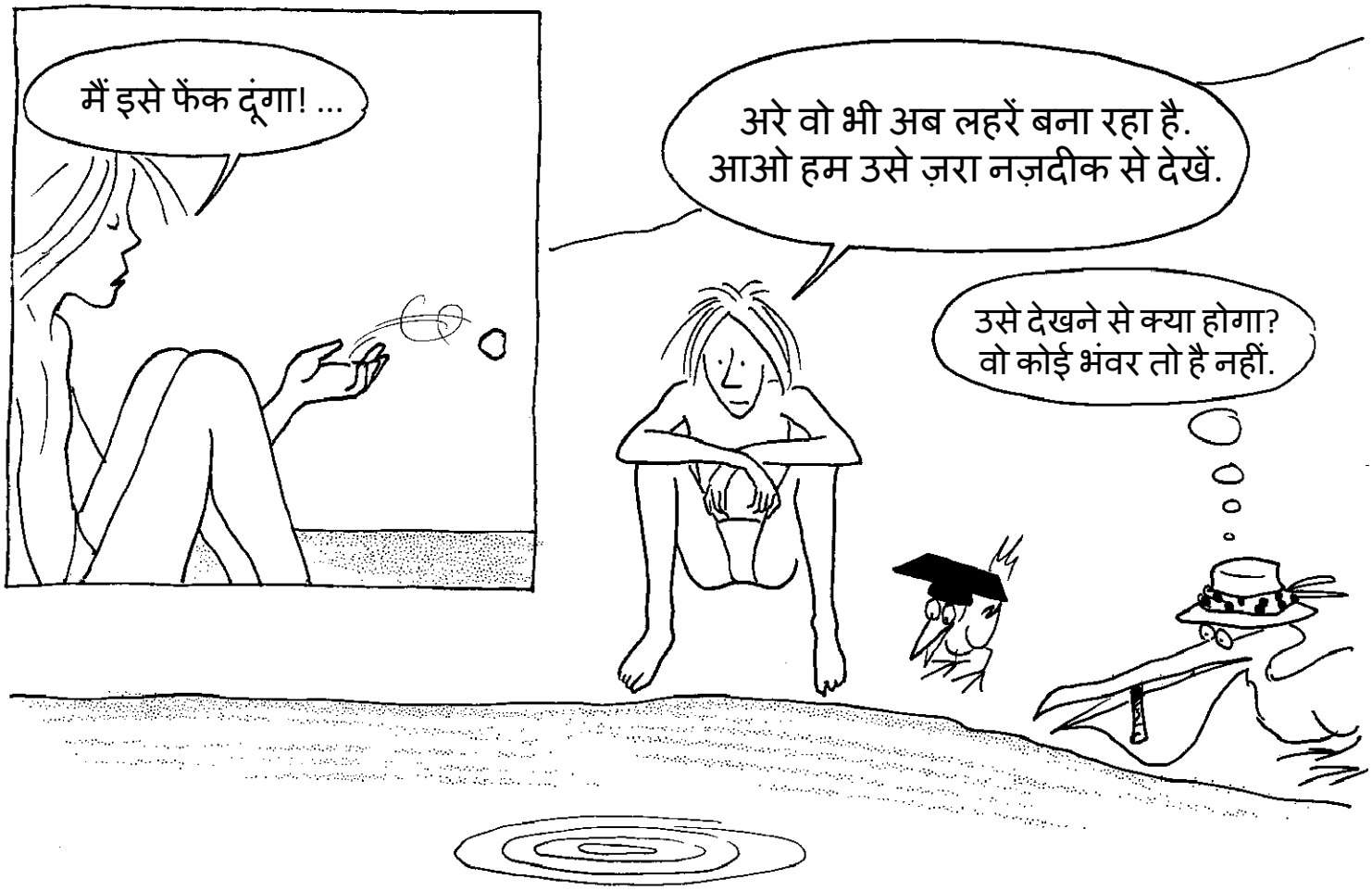
PayPal
FAIRE UN DON

प्रस्तावना PREFACE

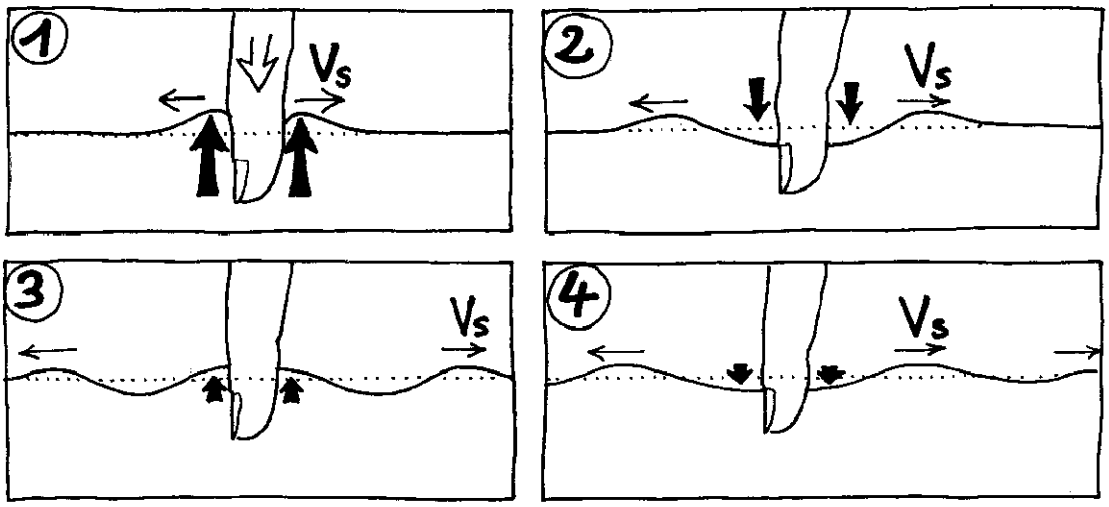


सतही लहरें (SURFACE WAVES)

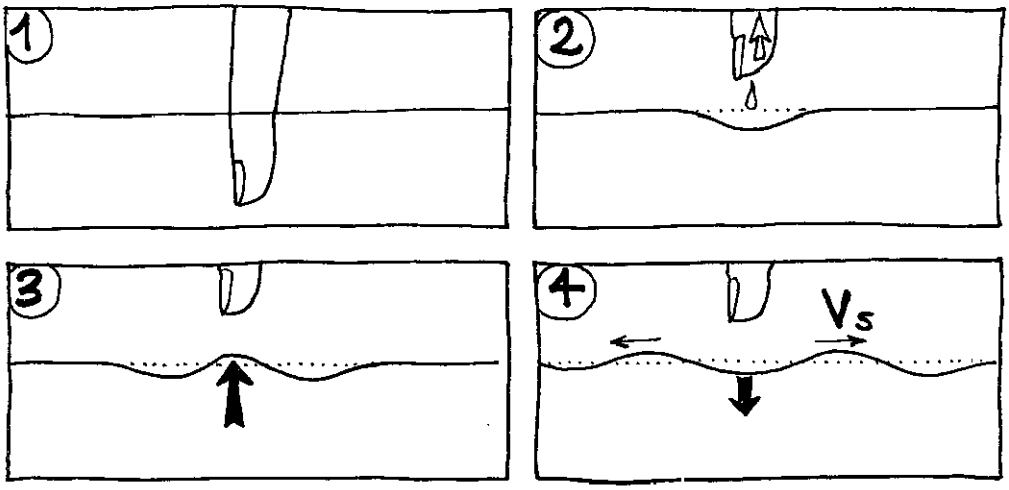




अगर मैं अपनी उंगली को अचानक से पानी में डालूं, तो वो पानी को एक "स्पेयर टायर" की तरह उठाती है. अतिरिक्त मोटाई के कारण दोलन होते हैं और उसके बाद समान-केंद्र वाली सतही लहरें बनती हैं. यह लहरें एक निश्चित गति से यात्रा करती हैं, जिसे मैं Vs बुलाऊंगा. वे लहरें आगे जाकर धीरे-धीरे करके मर जाएंगी.

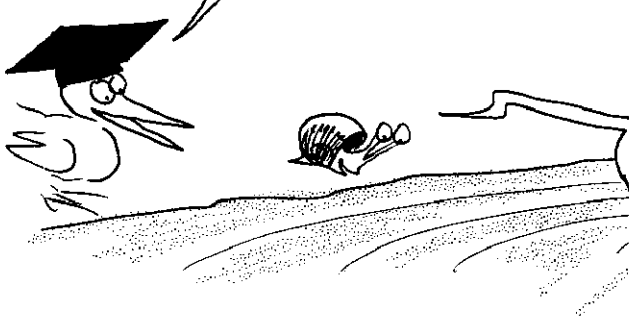


वैसा ही समान प्रभाव तब होता है, जब आप उंगली को पानी में डालने के बजाए उसे बाहर निकालते हैं. उसके नतीजतन, तरल एक मुक्त सतह की ओर झुकता है.



शराबखाने की भौतिकी!

जैसे-जैसे लहरें फैलती हैं, वे एक बढ़ते हुए क्षेत्र में अपनी ऊर्जा फैलाती हैं.



और चूंकि लहरों की ऊर्जा संरक्षित होती है, इसलिए तरंगों की ऊंचाई और उनका आयाम (एम्पलीटियूड) धीरे-धीरे कम होता है.

जब कोई वस्तु पानी में घूमती है, तो वह इस प्रकार की तरंगे बनाती हैं, जिससे पानी की सतह खुरदुरी बनती है.

तरंगें, तरल पदार्थ पर कार्य करती हैं, और वे अणुओं को ऊपर की ओर अलग करना शुरू करती हैं, जिससे तरल पदार्थ वस्तु की ओर बढ़ता है.

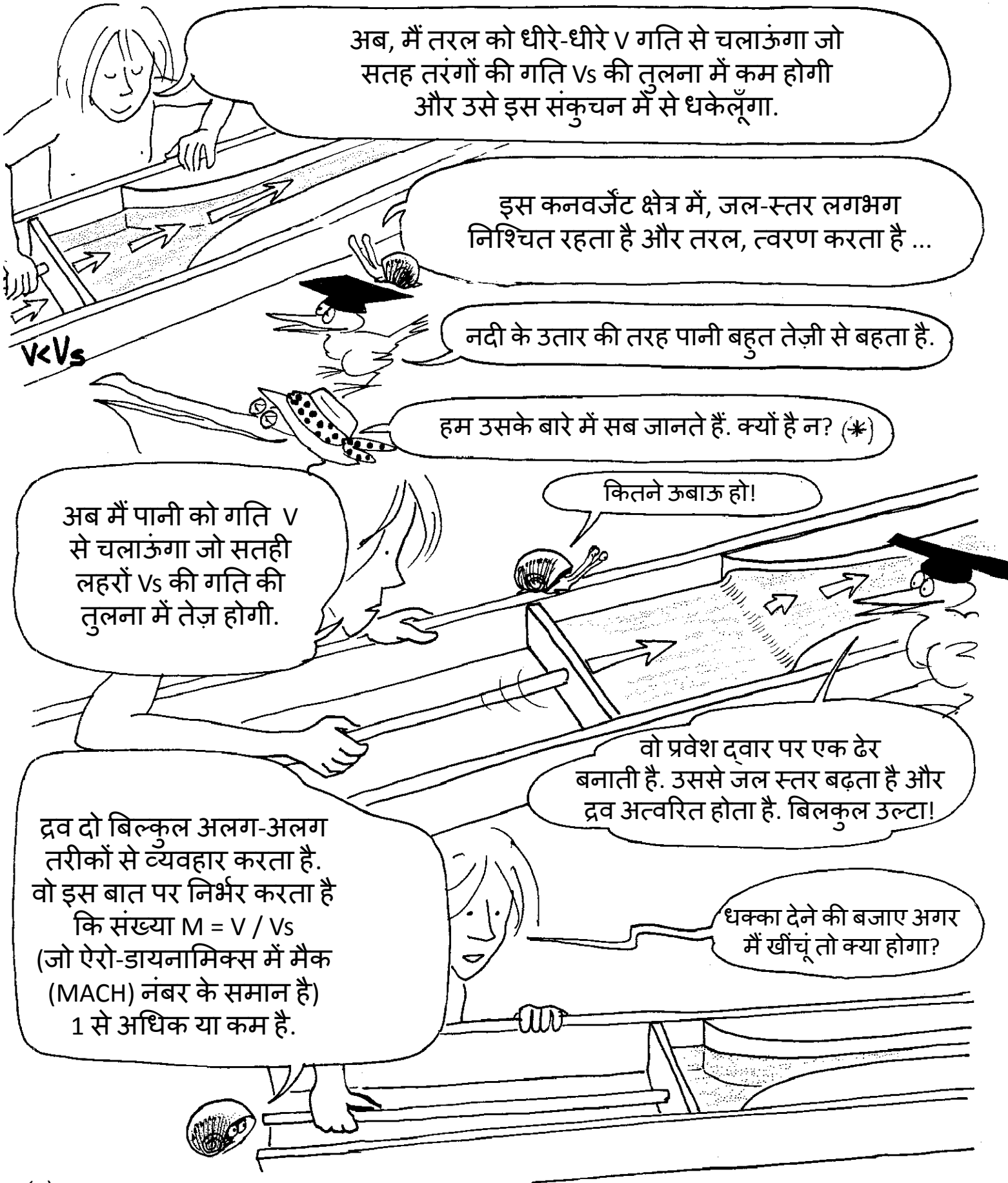
यदि मैं उसे देखना चाहता हूं, तो मुझे तरल पदार्थों को चलते देखने का एक बेहतर तरीका ढूंढना होगा.

क्या तुम्हें वो प्रणाली, जटिल नहीं लगती? वस्तु को चलाने की बजाए, मेरा सुझाव होगा कि तुम उसे स्थिर रखो और तरल को चलाओ.

अच्छा विचार है. पर यह कैसा रहेगा? यह एक नहर का छोटा स्केल मॉडल है. इसमें एक तरफ एक प्लंजर लगा है जो पानी को चलाएगा.

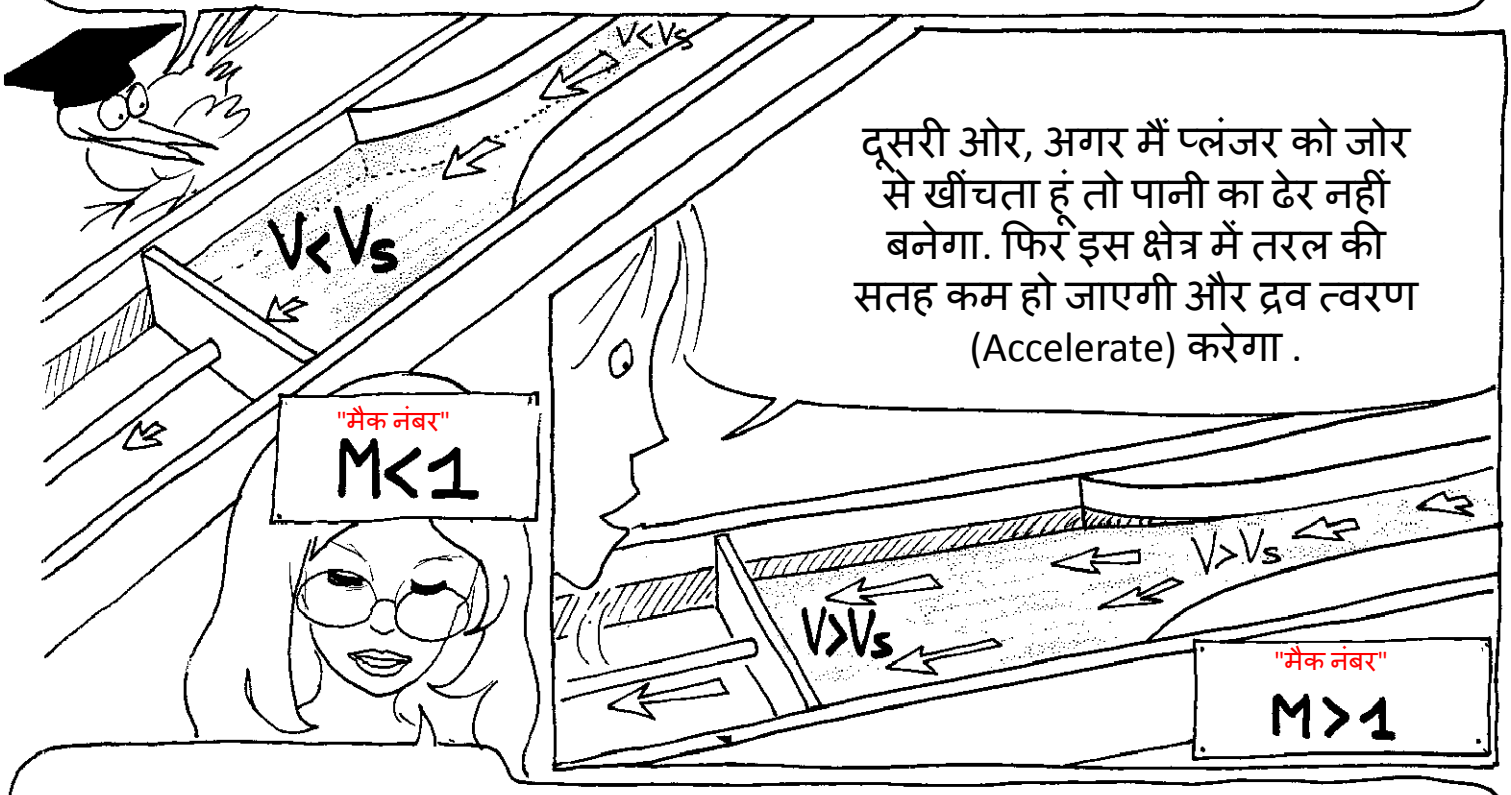
यदि आप गति V से प्लंजर को चलाएंगे, तो उसके पास का पानी भी V गति से चलेगा.

ह्यूगोनियोट संबंध
(HUGONOIT'S RELATION)



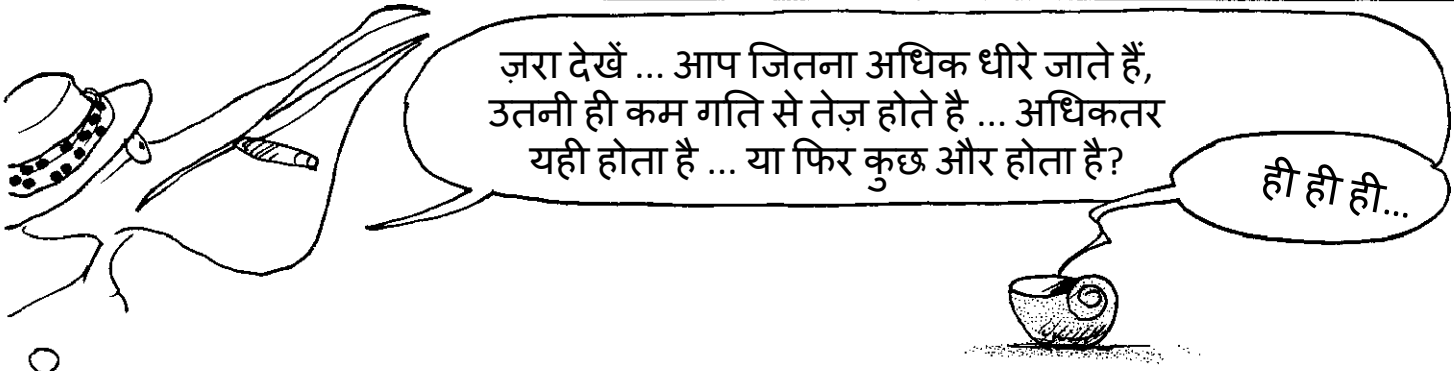
(*) इसी श्रृंखला में देखें पुस्तक "फ्लाइट ऑफ़ फैंसी".

यदि आप धीरे से खींचें और तरल की गति V हमेशा सतही तरंगों की गति Vs तुलना में कम रहे, तो इस क्षेत्र में पानी अवत्वरण (Decelerate) करेगा और पानी की ऊंचाई लगभग स्थिर रहेगी.



ये दो अलग-अलग तरह के व्यवहार फ्रांस के भौतिकशास्त्री ह्यूगोनियोट की प्रमेय में सम्मिलित हैं:

Hugoniot	गति V जो सतही गति Vs से कम (मैक नंबर M <1)	गति V जो सतही गति Vs से अधिक (मैक नंबर M >1)
कनवर्जेंट क्षेत्र में : तरल स्तर	त्वरण (एक्सेलरेट) करता है और स्थिर रहता है.	डेसेलेरेट करता है और ऊपर उठता है.
डाईवर्जेन्ट क्षेत्र में : तरल स्तर	अत्वरण (डेसेलेरेट) करता है और स्थिर रहता है.	एक्सेलरेट करता है और नीचे गिरता है.

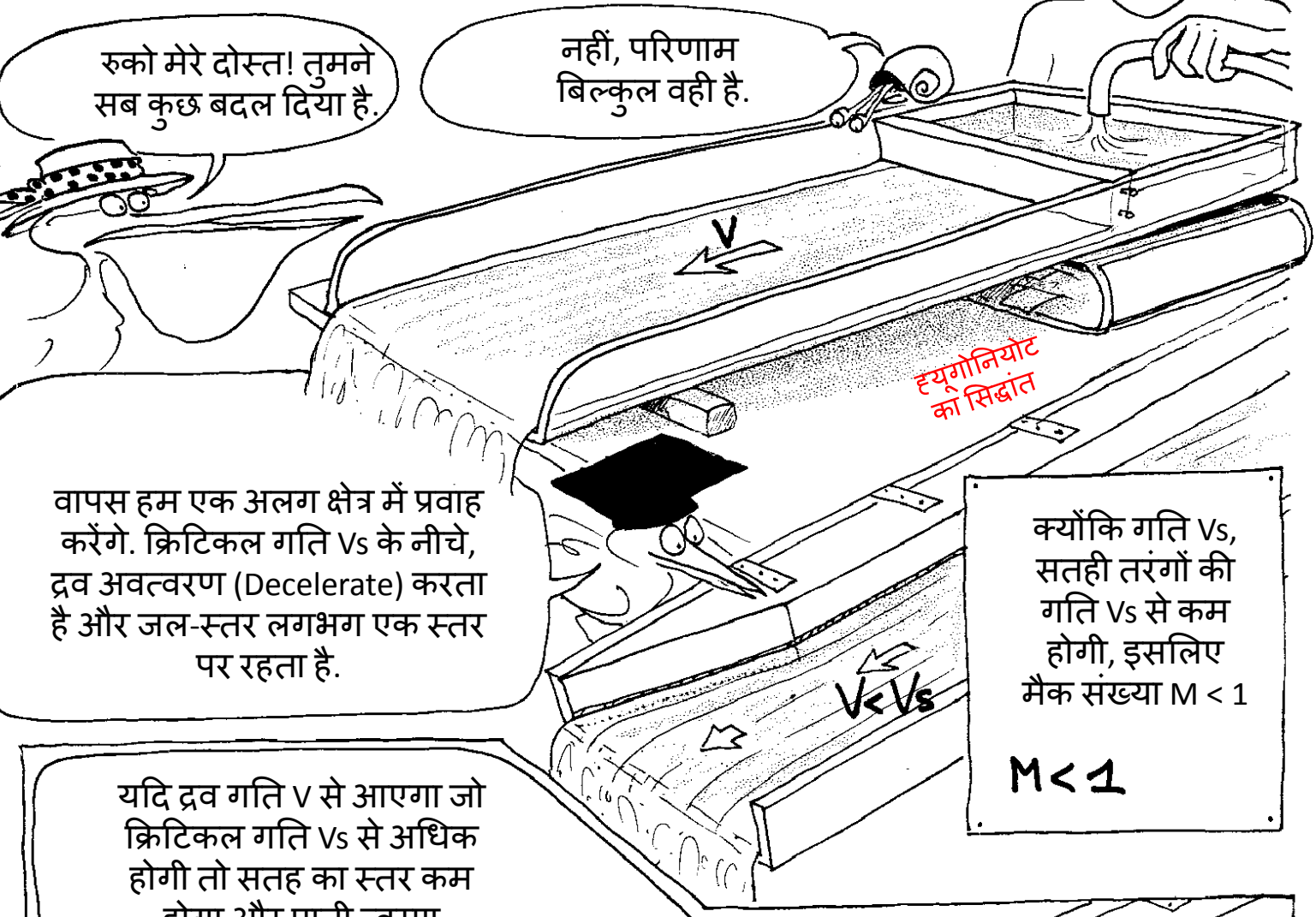


अरे! प्लंजर से हटाने के लिए यह सब पानी मेरे लिए बहुत ज़्यादा है.
ज़रूर इससे कोई बेहतर तरीका होगा...

मेरे दिमाग में एक अच्छा विचार आया है!
चैनल के कोण में फेरबदल करके मैं पानी के बहने की गति V को नियंत्रित कर सकता हूं.

रुको मेरे दोस्त! तुमने सब कुछ बदल दिया है.

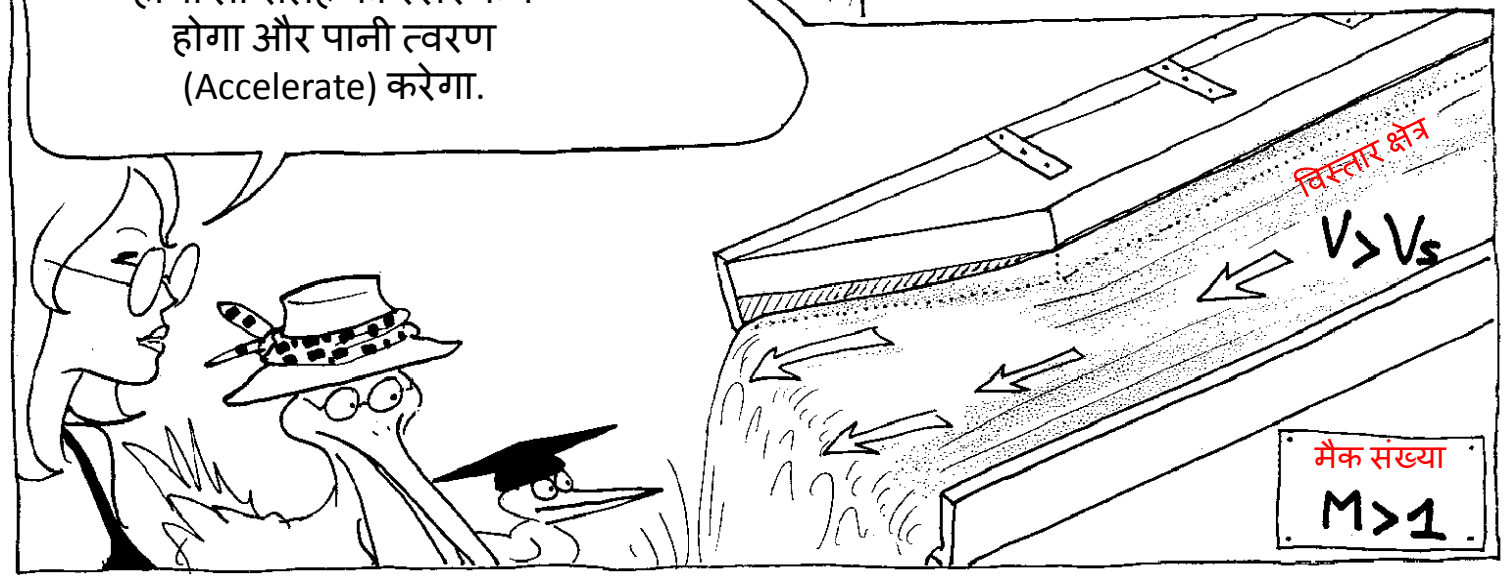
नहीं, परिणाम बिल्कुल वही है.



वापस हम एक अलग क्षेत्र में प्रवाह करेंगे. क्रिटिकल गति Vs के नीचे, द्रव अवत्वरण (Decelerate) करता है और जल-स्तर लगभग एक स्तर पर रहता है.

क्योंकि गति Vs, सतही तरंगों की गति Vs से कम होगी, इसलिए मैक संख्या M < 1

यदि द्रव गति V से आएगा जो क्रिटिकल गति Vs से अधिक होगी तो सतह का स्तर कम होगा और पानी त्वरण (Accelerate) करेगा.



वेव-फ्रंट
(WAVE FRONTS)

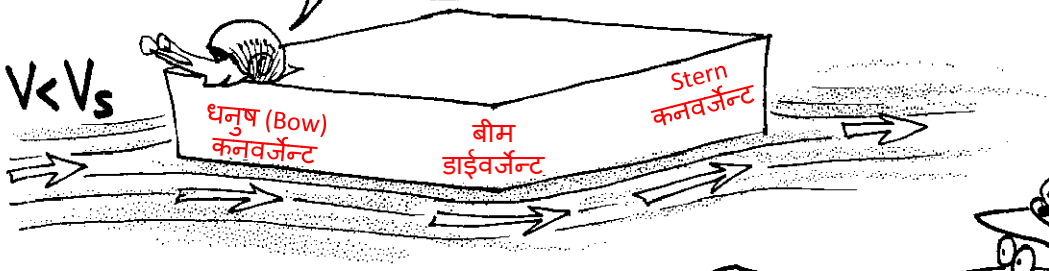
गोलाकार रूपरेखा के चारों ओर बहना

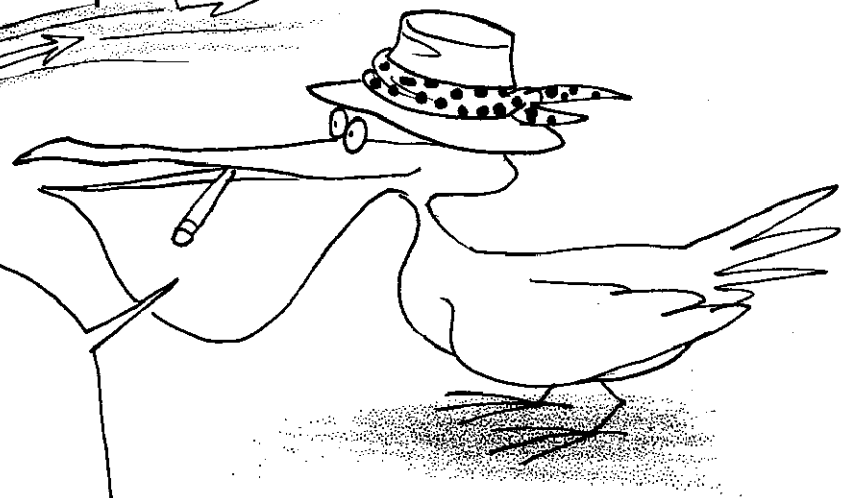
(FLOW ROUND A CONTOUR)

ठीक है, अभी तक हम कई चीज़ें समझ चुके हैं. अब मैं एक गोलाकार रूपरेखा के चारों ओर तरल के प्रवाह का अध्ययन करूंगा. मैं ऐसी व्यवस्था से शुरू करूंगा जहां द्रव की गति Vs, सतही तरंगों की गति Vs से कम होगी.

उसके लिए मैं तीन कोनों वाली एक नाव बनाऊंगा.

तरल, नाव के धनुष पर त्वरण करेगा जो एक कनवर्जेंट क्षेत्र बनाएगा.





अच्छा! तो उसका यह नतीजा निकला. सबसे तेज गति दूसरे कोने की बीम में है. इसलिए तरल, नाव के पिछले भाग (Stern) तक पहुंचते समय धीमा हो जाता है. पानी का स्तर एक-समान रहता है जब तक कि वो नाव के धनुष (Bow) तक नहीं पहुँचता है.

सतही तरंगें, गति Vs से यात्रा करते हुए, ऊपर की ओर बढ़ सकती हैं और द्रव को ऊर्जा दे सकती हैं. तब द्रव को पता चलता है कि कोई वस्तु आ रही है और वो उससे मिलने की तैयारी करता है. फिर वो वस्तु के आने से पहले ही अलग हटना शुरू कर देता है.

V<Vs

Vs

ऊपर वालों ज़रा सुनों! देखो हम आ रहे हैं!

अब मैं चैनल को थोड़ा और झुका रहा हूं ताकि द्रव की गति V, सतह तरंगों की गति Vs से अधिक हो जाए.

ह्यूगोनियोट की प्रमेय द्वारा, हम जानते हैं कि द्रव, धनुष (Bow) पर धीमा, बीम पर तेज़ होता है और नाव के पिछले भाग (Stern) पर फिर से धीमा हो जाता है.

V>Vs

धनुष (Bow)

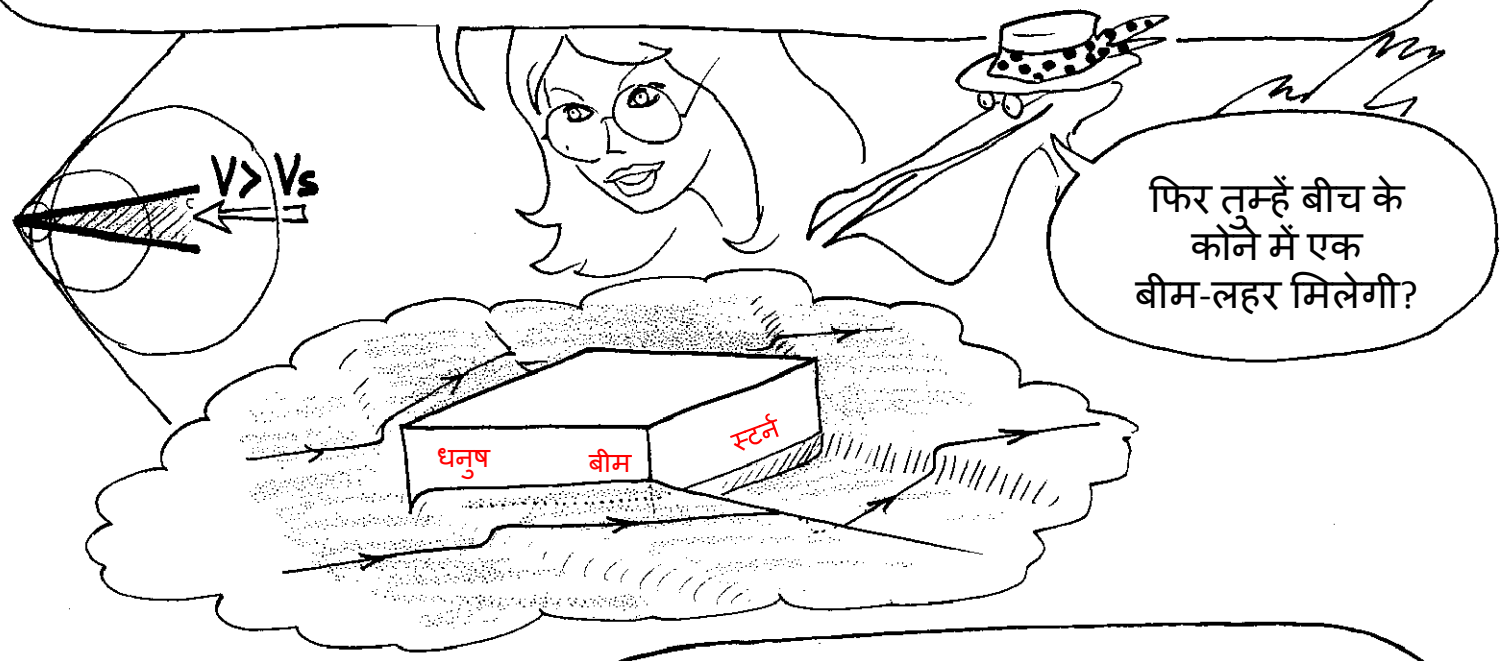
बीम

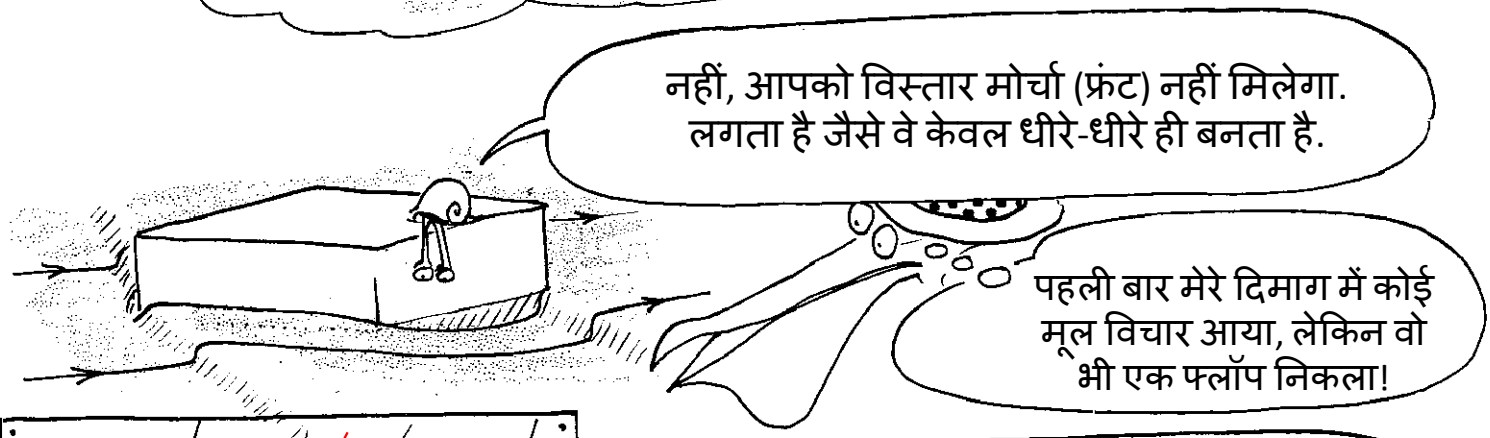
स्टर्न

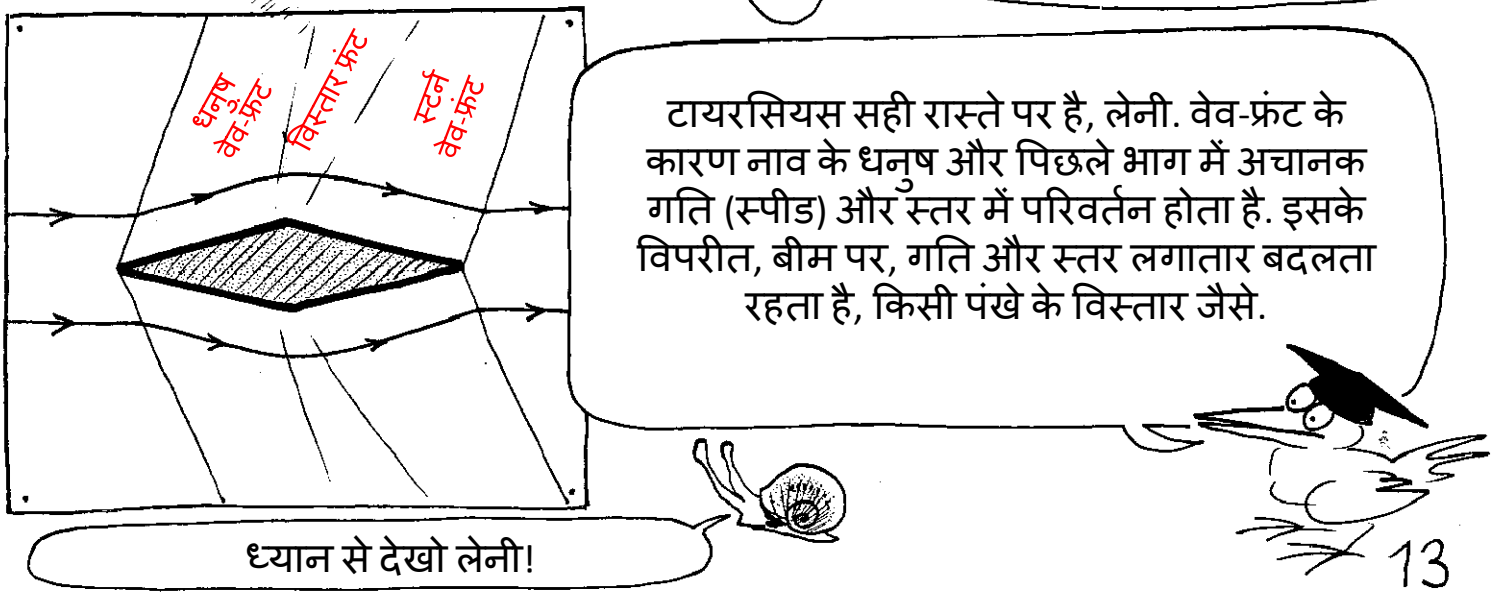
धनुष (Bow) के स्तर पर पानी अचानक धीमा हो जाता है और उसका स्तर, मूल जलस्तर से बढ़ जाता है. दूसरे कोने से गुजरने पर, पानी फिर से तेज़ी पकड़ता है, यहां तक कि वो सुपर-त्वरण पकड़ता है और उसकी गति "फ्री-फ्लो" यानि मुक्त-बहाव से ज़्यादा हो जाती है. उस समय जलस्तर, मूल जलस्तर के नीचे गिर जाता है. नाव के पिछले भाग (Stern) के पास आने पर पानी की गति और स्तर अचानक अपने मूल स्तरों पर वापिस आ जाते हैं.

धनुष तरंग
(BOW WAVE)

इस व्यवस्था में, जब गति V, सतह की तरंग गति Vs से अधिक होती है, तब हम वेव-फ्रंट पाते हैं. उदाहरण के लिए, धनुष (Bow) सतही लहरें पैदा करता है जो ऊपर की ओर बहुत धीरे-धीरे बढ़ती हैं और इसलिए वहां वे एक के ऊपर एक इकट्ठा होकर तरल का एक ढेर या टीला बनाती हैं, जिसे हम धनुष (Bow) तरंग कहते हैं.







टायरसियस सही है.

क्या हो रहा है उसे समझना आसान नहीं है ...

आह, अब यह स्पष्ट है!

बाहर किनारे का ध्यान रखना!..

विज्ञान के नाम पर एक और बलिदान!

किसी असली नाव के खोल (hull) की बीम, बहुत सारे छोटे-छोटे कोनों से बनती है.

अपस्ट्रीम

डाउनस्ट्रीम

और नाव के स्टर्न (पिछले भाग) से निकली लहर, नीचे की धार के तरल के साथ सहजता से जुड़ती है - यही कारण है कि नाव के पीछे "हल-रेखाएं" नहीं होती हैं.

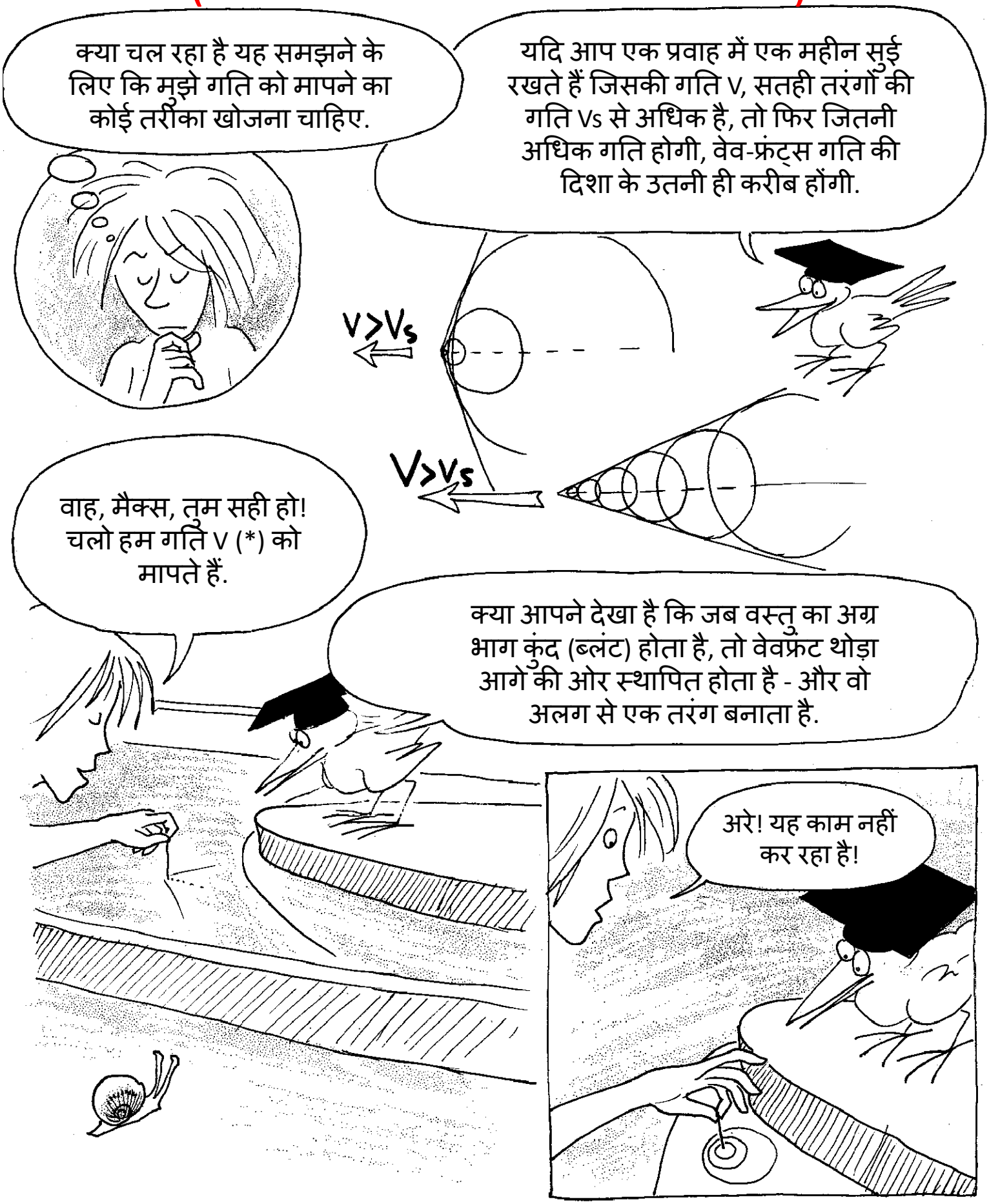
टायरसियस, तुम मुझे बार-बार चकित करते हो. क्यों?

इसी तरह गति में अंतर का कारण नाव के साथ-साथ जा रहे पानी का घर्षण है जो नाव की लहरों की अशांति (टर्बुलेन्स) से रद्द हो जाता है.

अरे! मैंने "फ्लूइड मैकेनिक्स" के एक सुंदर सिद्धांत की खोज की है!!

आप जिस स्थिति में तरल को पाना चाहते हैं, उसी स्थिति में तरल को छोड़ें.

गति मापन
(MEASUREMENT OF SPEED)



(*) देखें परिशिष्ट A (पेज 71).

यह अपेक्षित नतीजा है.
इस क्षेत्र में, कुंद धनुष के पास,
गति V, क्रिटिकल गति Vs से नीचे आती है.

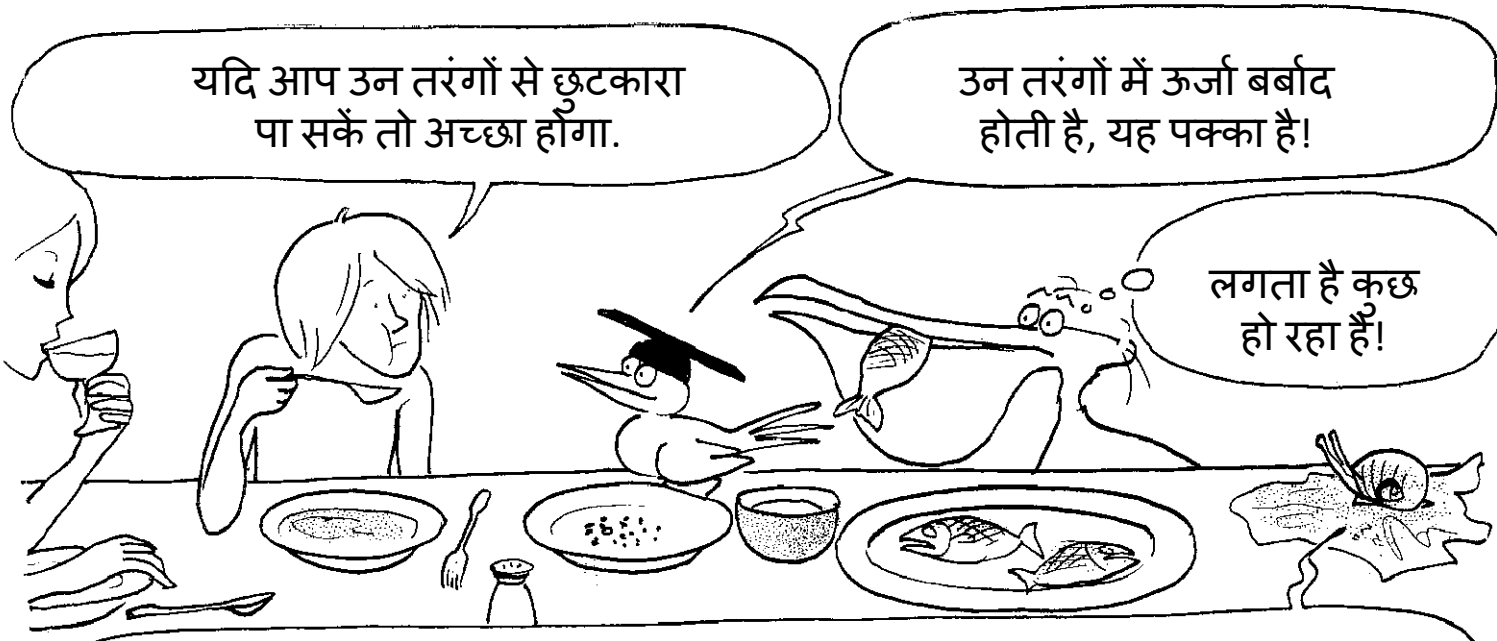
यह लगभग वैसा ही है जैसे कि वस्तु अपने आप ही धनुष तरंग का उपयोग करके एक क्षेत्र निर्माण करती है जहां V, Vs से कम होती है और उससे उसका चलना आसान हो जाता है.

लेकिन फिर पानी को यह कैसे पता चलेगा कि उसकी गति इतनी कम है?

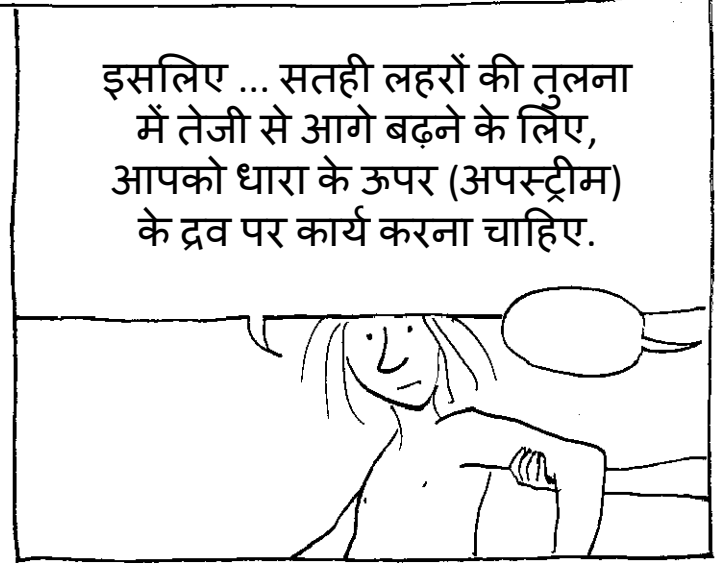
यह बहुत आसान है प्रिय पेलिकन: जहां पर द्रव धीमा होता है, वहां पर उसका स्तर बढ़ता है, और इसका उल्टा भी होता है.

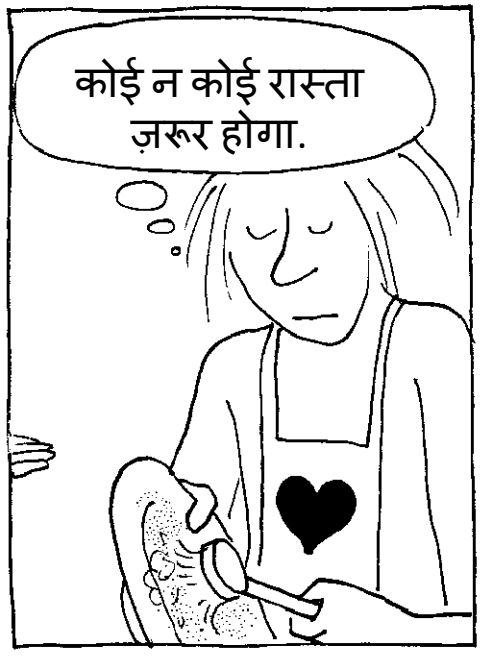
मुझे अब कुछ-कुछ समझ में आ रहा है.

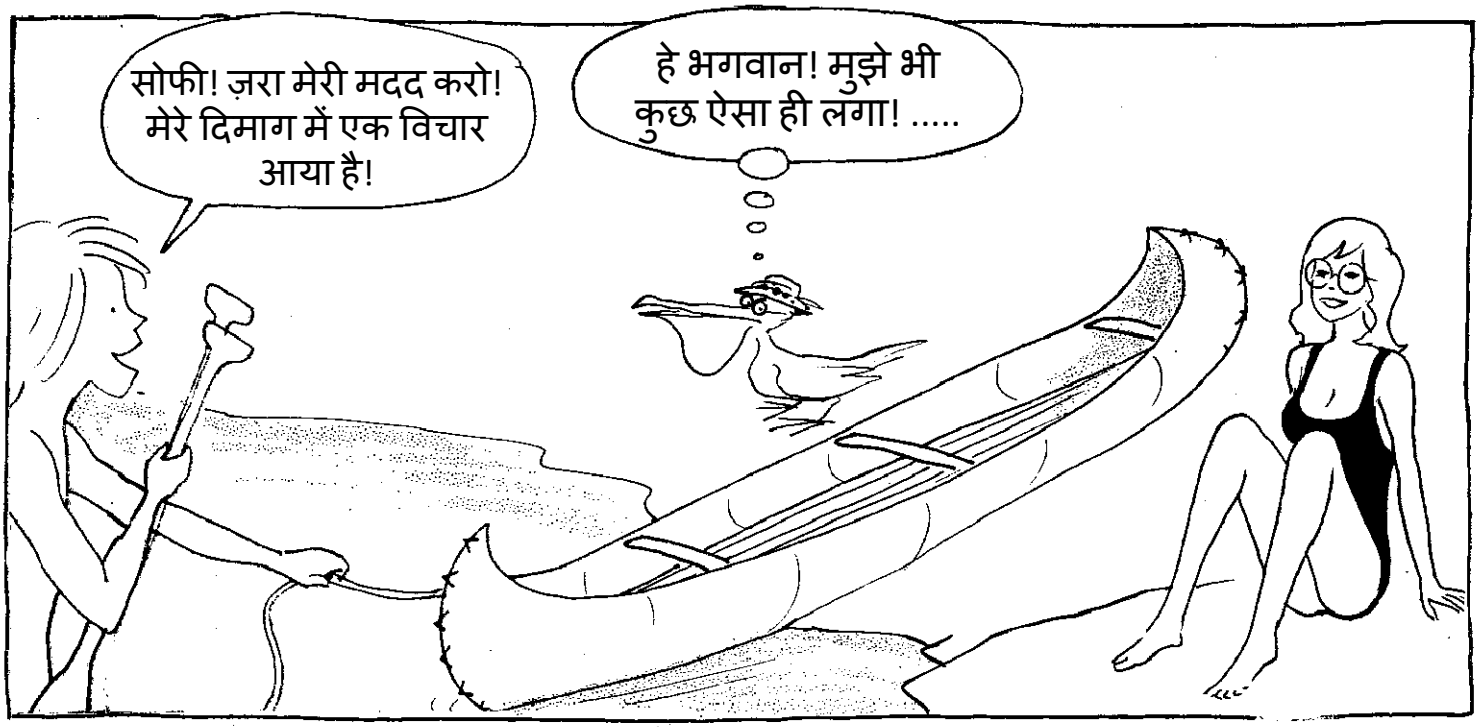
अब चलो ज्ञान के साधकों! अब खाने का समय हो गया है!

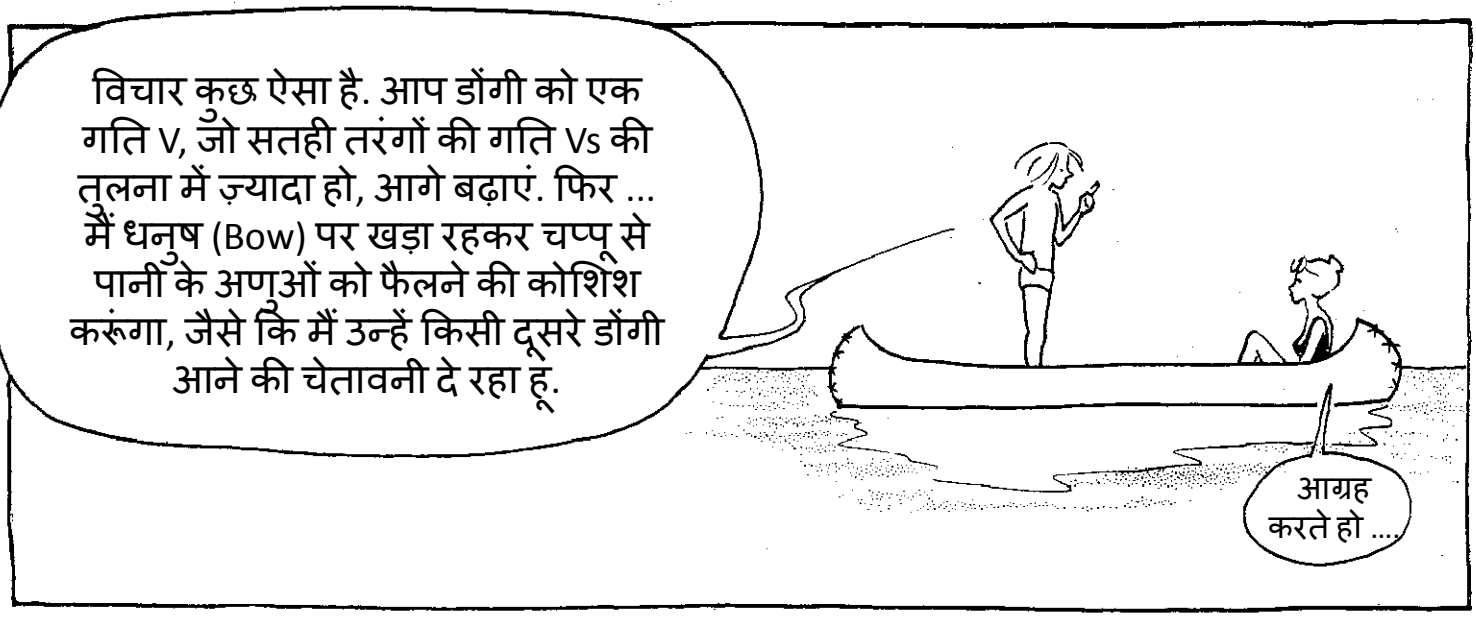


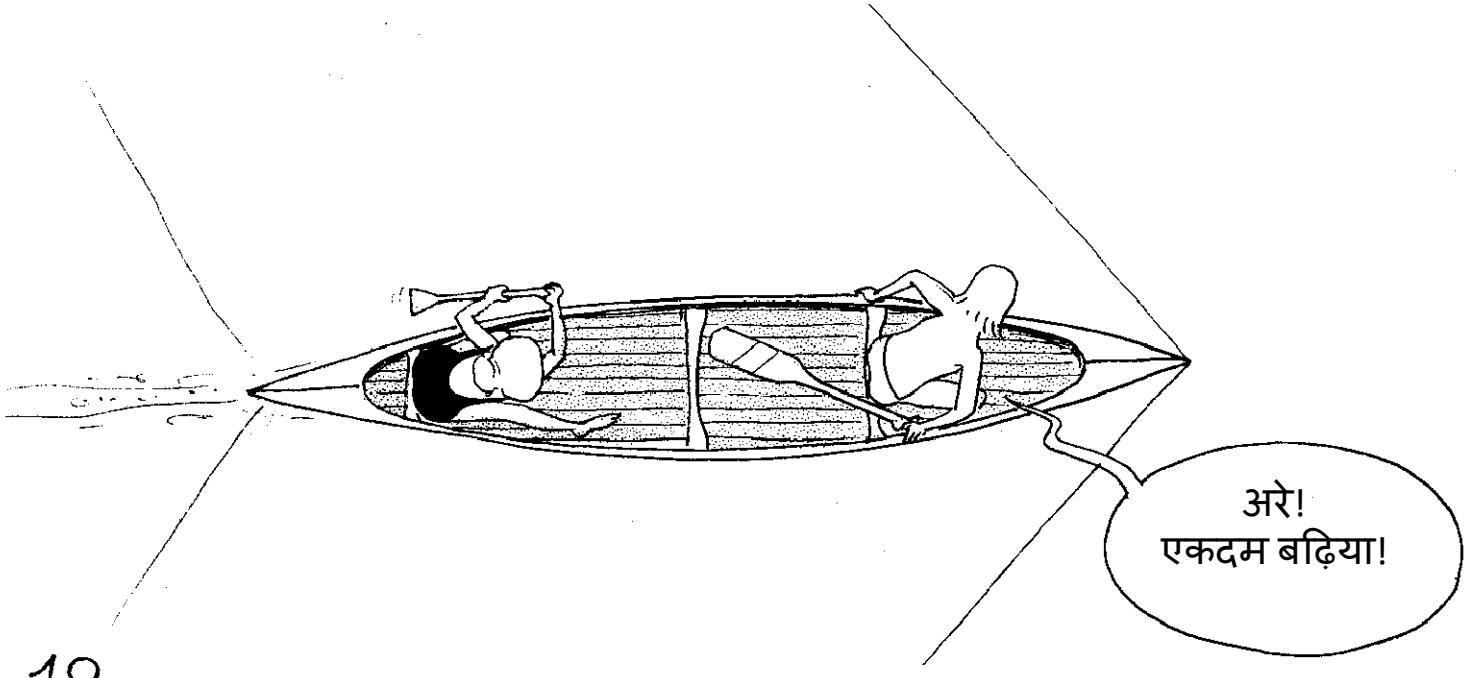
हां, वहां पर ऊर्जा ज़रूर है. उसका प्रमाण यह है कि स्पीडबोट पर सवार लड़का हमारा लैंडिंग-स्टेज ध्वस्त कर पाया.

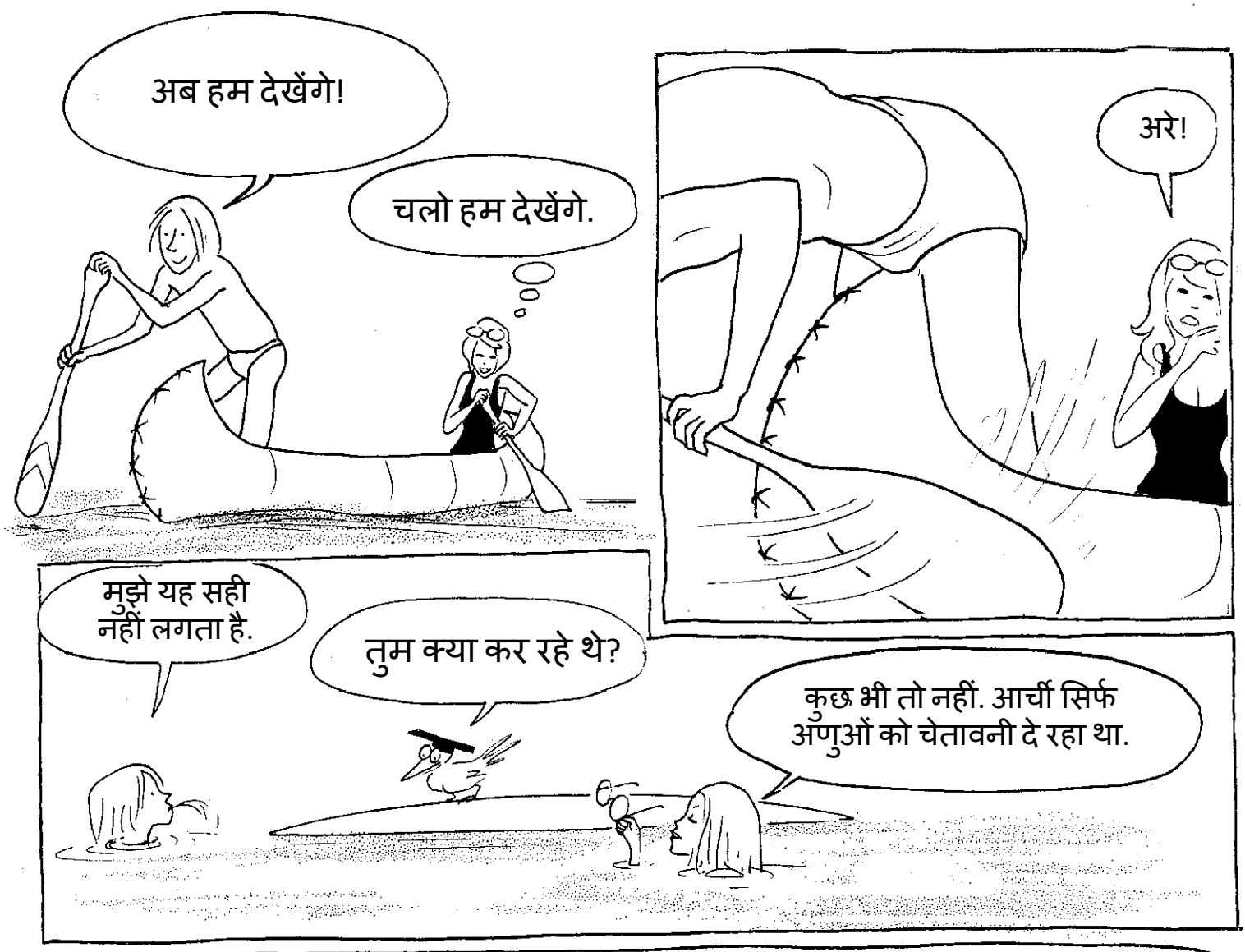




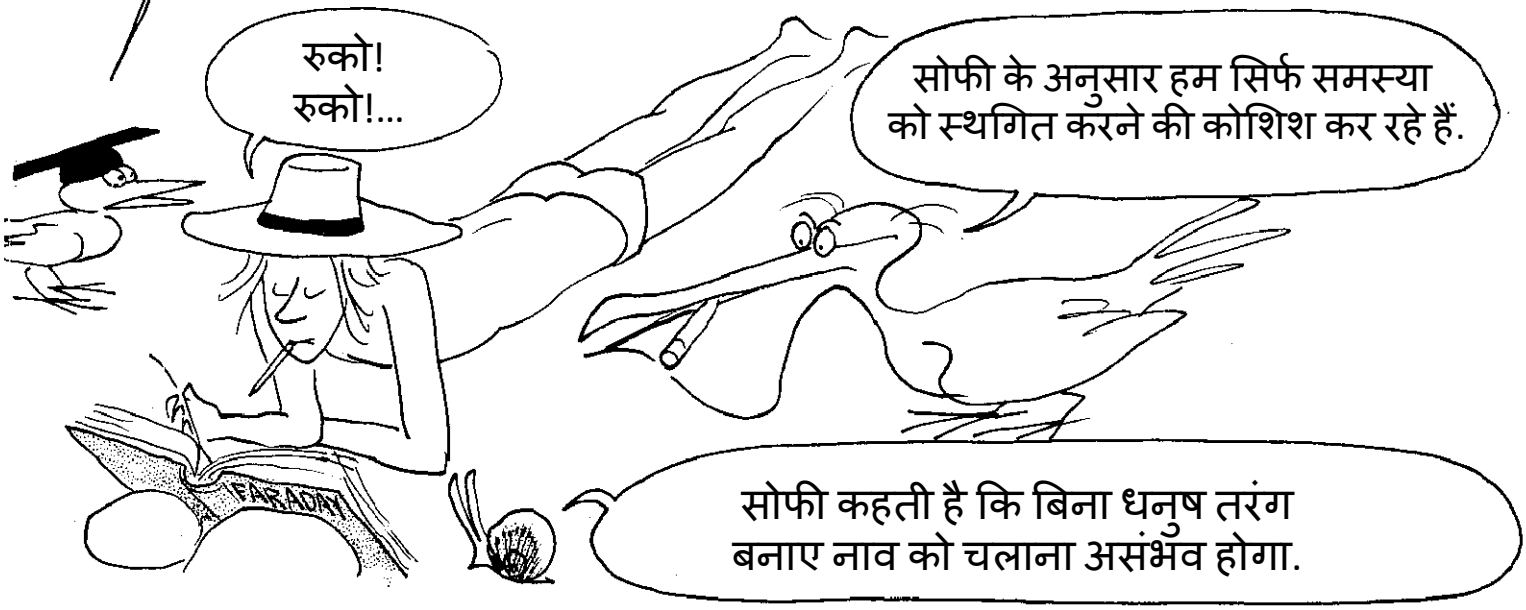

सोफी! ज़रा मेरी मदद करो! मेरे दिमाग में एक विचार आया है!
हे भगवान! मुझे भी कुछ ऐसा ही लगा! .....


विचार कुछ ऐसा है. आप डोंगी को एक गति V, जो सतही तरंगों की गति Vs की तुलना में ज़्यादा हो, आगे बढ़ाएं. फिर ... मैं धनुष (Bow) पर खड़ा रहकर चप्पू से पानी के अणुओं को फैलने की कोशिश करूंगा, जैसे कि मैं उन्हें किसी दूसरे डोंगी आने की चेतावनी दे रहा हू.
आग्रह करते हो ....


अरे! एकदम बढ़िया!



यह संभवतः काम नहीं करेगा, आपको यह अच्छी तरह पता है! यदि आप अणुओं को चेतावनी देना चाहते हैं, तो आपको कुछ अन्य सामग्री को पानी में ऊपर की ओर रखना होगा ... और वे बस अपनी खुद की तरंगें बनाएंगे. यह एक दुष्चक्र है.



आर्ची ने मैग्नेटो-हाइरोडायनामिक्स की खोज कैसे की?

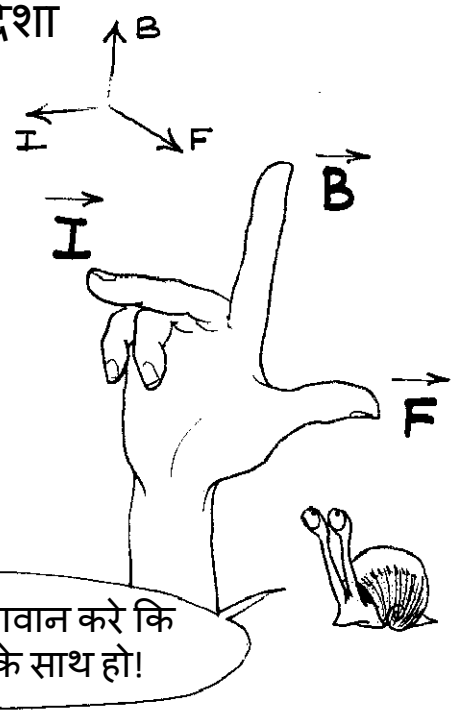
(IN WHICH ARCHIE DISCOVERED MAGNETO-HYDRODYNAMICS)

यदि, एक तरल पदार्थ में, आप एक मैग्नेटिक फील्ड (चुंबकीय क्षेत्र) B और एक विद्युत करंट I बनाते हैं, जो एक-दूसरे के लंबवत हों, तो तरल पदार्थ तीव्रता लाप्लास बल F का अनुभव करेगा, जिसकी दिशा

दाएं हाथ वाले नियम द्वारा निर्धारित होगी:

दाहिने हाथ के अंगूठे, तर्जनी, और मध्य उंगली को दिखाए अनुसार पकड़ें. मान लें कि करंट मध्य उंगली की दिशा में बह रहा है और मैग्नेटिक फील्ड तर्जनी उंगली की दिशा में है. तब बल अंगूठे की दिशा में कार्य करेगा.

- बॉस

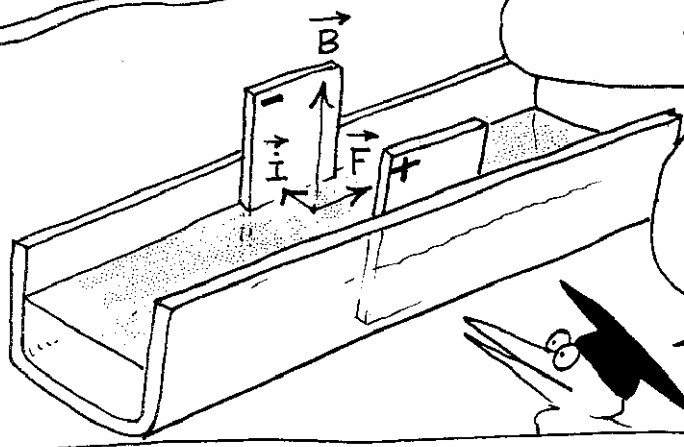


यह कैसी हाथ की सफाई है?

1860 में अंग्रेज भौतिकशास्त्री फैराडे द्वारा आविष्कार किए गए मैग्नेटो-हाइड्रो-डायनामिक कन्वर्टर जैसा ही मैंने भी एक यंत्र बनाया है.

कनवर्टर? क्यों?

क्योंकि वो विद्युत-ऊर्जा को, गतिज-ऊर्जा में परिवर्तित करता है.



चुंबकीय क्षेत्र वेक्टर B और करंट वेक्टर I, एक साथ नहर की धुरी की सीध में, एक ओर्थोगोनल फ्रेम बनाते हैं.

कुंडली (कोइल) एक चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करती है, और मैंने विद्युत चालकता बढ़ाने के लिए उस पानी में नमक डाला है. मैं इस रिओस्टेट (प्रतिरोध) का उपयोग करके पानी में बहने वाले करंट की मात्रा को बदल सकता हूं.

करंट I और चुंबकीय क्षेत्र B को बदलकर आप तरल पदार्थ को अपनी इच्छा से तेज़ (एक्सेलरेट) या धीमा (डीसेलेरेट) कर सकते हैं.

बातचीत की कसौटी
(INTERACTION CRITERION)

... लेकिन अभी हम इसके बारे में चिंता न करें. तार्किक रूप से, अगर लाप्लास बलों द्वारा प्रसारित ऊर्जा, द्रव की गतिज-ऊर्जा से अधिक होगी तो हम प्रवाह को पूरी तरह से नियंत्रित करने में सक्षम होंगे.

क्या?!?! मैक्स, तुम बिल्कुल पगला गए हो!!!

खैर, मैं यह मानती हूँ कि आज हम सभी बड़े मज़े से खेल रहे हैं. क्यों है न?

अब कुछ मत कहो. तुम्हें पता ही है हिग्गिन्स का हाल. ढील दी तो वो खुद को लटका लेगा.

काश सोफी यहाँ होती! वो अभी समुद्र तट पर धूप सेंक रही है.

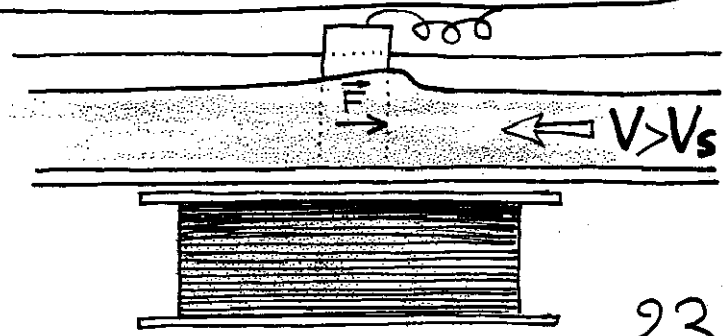
वैसे भी यह सब बकवास है. यह फालतू की मैग्नेटो-हायरडायनामिक ...

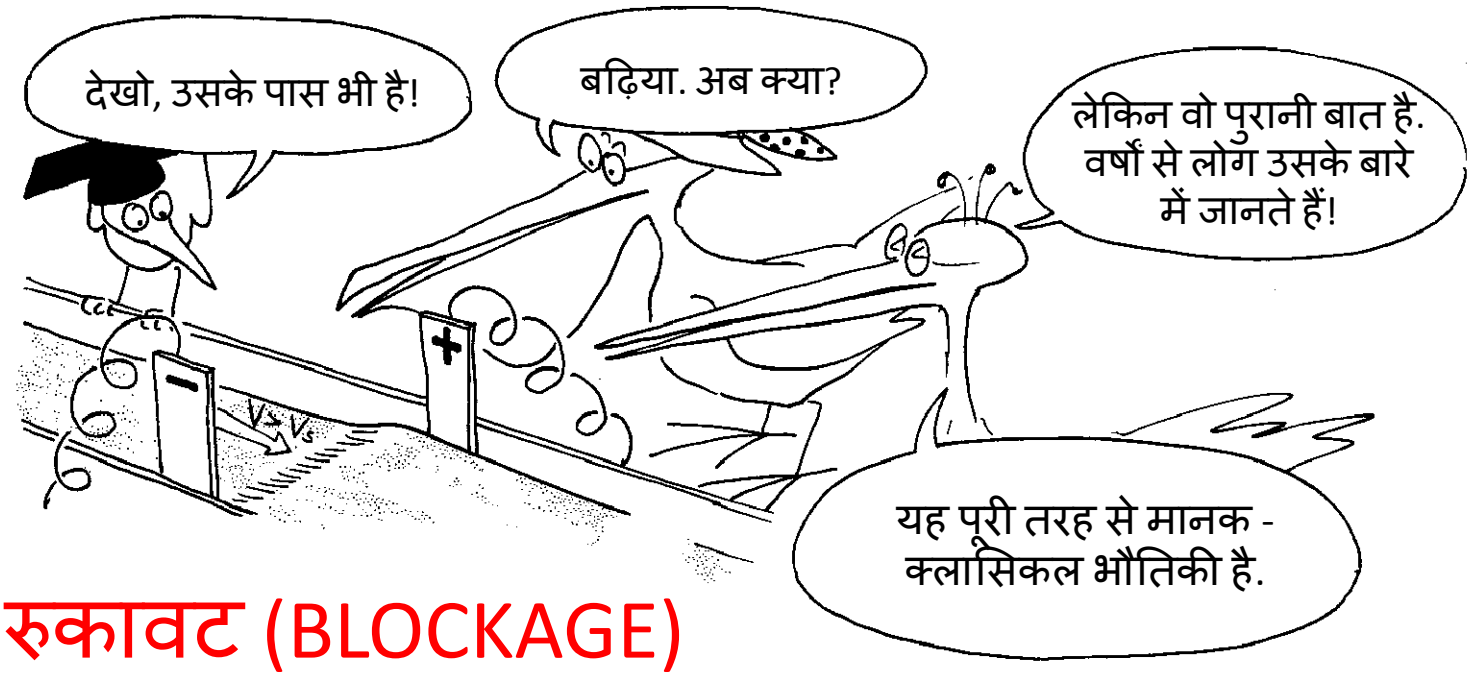
अरे, तुम अपनी ही परछाई से डरते हो! यह वैसे भी कम वोल्टेज का मामला है. सिर्फ 40-वोल्ट और 10,000 गॉस से आसमान, ज़मीन पर आकर नहीं गिरेगा!

अब तो आओ ... मैग्नेटो-हाइड्रो-डायनामिक्स, संक्षिप्त रूप में MHD ... तुम्हें यह शब्दकोश में भी मिलेगा!

वाह! देखो!

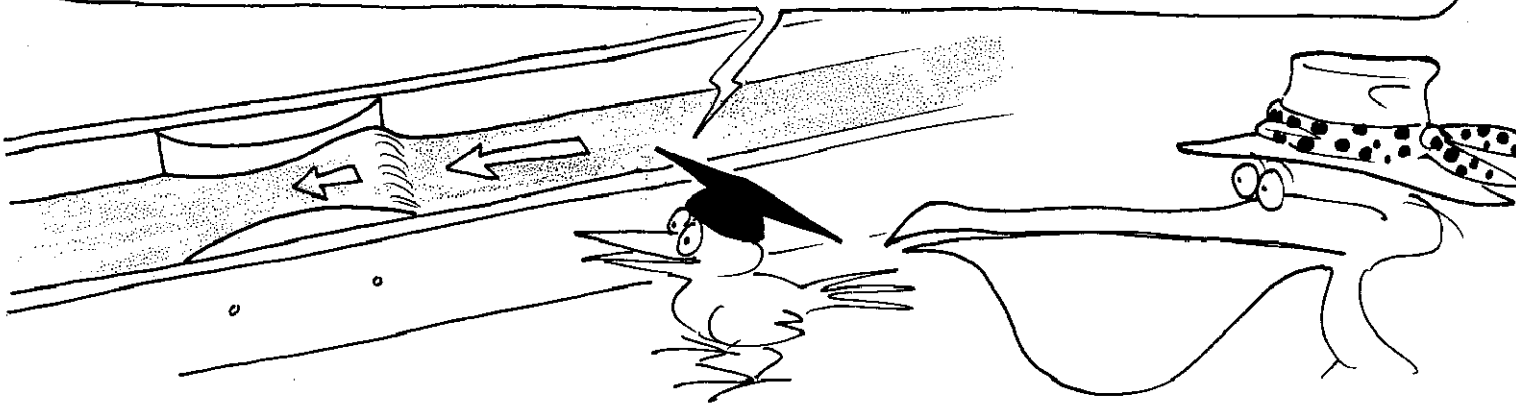
सिस्टम को एक डीसेलेरेटर जैसे उपयोग करके और सही मात्रा में ऊर्जा का उपयोग करके, मैं स्थिर वेव-फ्रंट बनाने में कामयाब रहा हूँ. उसमें लाप्लास के ।B के अलावा और कोई बाधा नहीं है.





रुकावट (BLOCKAGE)

लेकिन अगर बाधा काफी मुश्किल होगी, तो ये वेव-फ्रंट ऊपर की ओर पलायन करेंगी, जिससे एक ललाट (फ्रंटल) लहर बनेगी जो बाधा के प्रवेश द्वार पर स्थिर हो जाएगी. भले ही द्रव अभी भी बह सकता हो, हम इस घटना को एक "ब्लॉक" यानि रूकावट कहेंगे.



देखो उस होशियार प्रयोगकर्ता ने किस प्रकार चुम्बकीय फील्ड द्वारा "ब्लॉकेज" यानि रूकावट पैदा की है जिसे वो पहले संकुचन से करता था.

मैं देख रही हूं! बताओ उसमें क्या अजीब बात है?

आप उसके बारे में क्या सोचती हैं?

अगर तुम नौजवान लोग लाप्लास बलों से वेव-फ्रंट बनाकर अपना मनोरंजन करना चाहते हो तो बेशक करो. मैं उसमें क्यों दखल दूँ. जाओ मज़ा करो!

यदि आर्चीबाल्ड, लैप्लस बलों से वेव-फ्रंट बनाने की कोशिश करेगा, तो उसे और अधिक गंभीर रूकावट मिलेगी.

बस इतना ही...

ठीक. लेकिन ... अगर मैं लैप्लस बलों को पलट कर इस्तेमाल करूं तो...

?

रूकावट खोलना (UNBLOCKAGE)

पहले मैं कम संकुचन के साथ शुरु करूँगा. बल को पलटने के लिए, मैं या तो चुंबकीय क्षेत्र B को उल्टा कर सकता हूं या करंट I को उलटा कर सकता हूं. अरे वाह! यदि I.B का गुणनफल काफी बड़ा हुआ (*) तो त्वरण करता लाप्लास बल ऊपर की वेव-फ्रंट को गायब कर देगा!

V>Vs

V>Vs

V>Vs

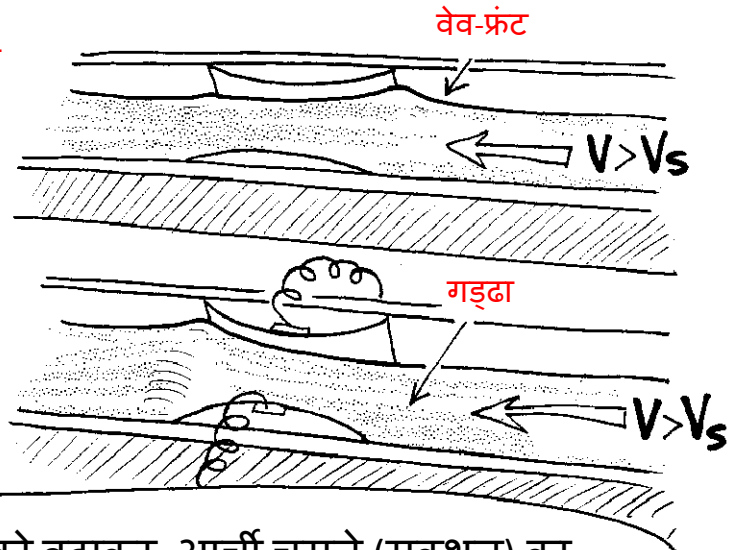
(*) देखें परिशिष्ट B (पेज 71).

अब देखते हैं कि अधिक संकुचन का क्या प्रभाव पड़ेगा?

अरे! वो भी काम करता है!

गज़ब! मैं सोफी को खोजने जा रहा हूं.

ललाट (फ्रंटल) तरंग का अब नाश हो गया है.



लाप्लास बलों को तेज करने से रुकावट खुल जाती है.

लाप्लास बलों को बढ़ाकर, आर्ची चूसने (सक्शन) का प्रभाव भी पैदा कर सकता है, जिससे अपस्ट्रीम का स्तर कम होगा और गड्ढा बनेगा.

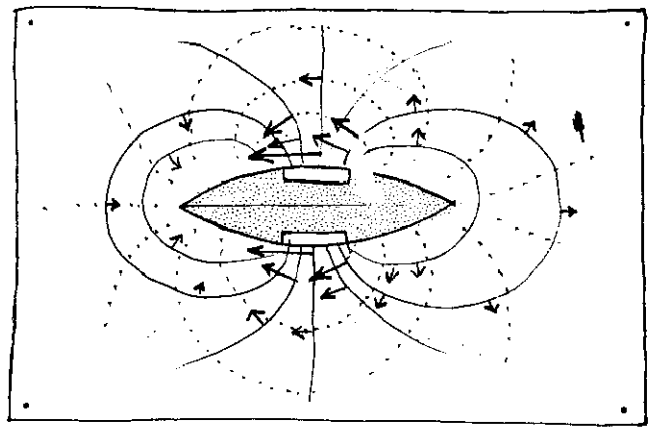
सोफी! आर्ची ने एक असंभव चीज़ की खोज की है!

टायरसियस! तुम्हारी सांस क्यों फूल रही है? क्या तुम दौड़ रहे थे?

धनुष तरंग का विनाश

(ANNIHILATION OF THE BOW WAVE)

दाएं हाथ वाले नियम को लागू करके मैं द्रव पर कार्य करने वाले बलों की गणना कर सकता हूं .



मुझे कंपकंपी आ रही है!

मैक्सवेल के आशीर्वाद से आर्ची ने धनुष (बो) तरंग का विनाश कर दिया है!

क्या?

$V > V_s$

क्या वो यह करने में कामयाब रहा?

ध्यान दें कि हालांकि उसने धनुष (बो) तरंग का विनाश किया है, लेकिन जहाज़ के पिछले भाग (स्टर्न) की तरंग अभी भी कायम है ...

लेकिन निश्चित रूप से उसके बारे में सबको पता है ... क्यों है न?

नहीं, यह निश्चित रूप से पता नहीं है! पर मैं जानना चाहती हूं, कि आखिर वो क्या खेल, खेल रहा है?

लेकिन तुम तो विज्ञान को लोकप्रिय बनाने में लगे थे?

मैं कुछ समझा नहीं...

जब आप उन चीजों को लोकप्रिय बनाते हैं जो लोग पहले से नहीं जानते हैं, तो पता है कि उसे क्या कहते हैं?

उसे वैज्ञानिक शोध कहते हैं.

वो सच है!

$V > V_s$

आइए देखते हैं ... मोटी वस्तु से आगे, ललाट (फ्रंटल) लहर अलग हो गई है.

खुद अपना MHD एक्सेलरेटर बनाओ
(A DO-IT-YOURSELF MHD ACCELERATOR)

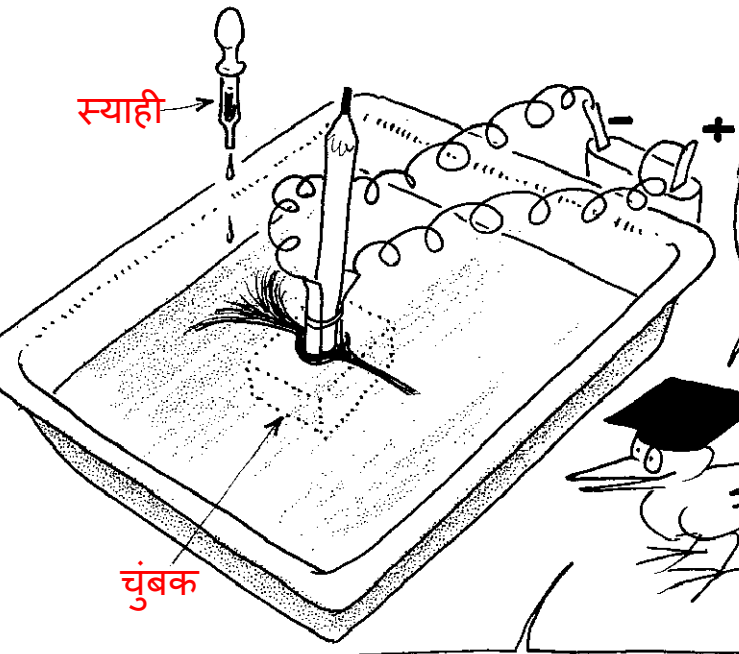
वो वस्तु सिलिंडर यानि बेलनाकार भी हो सकती है.

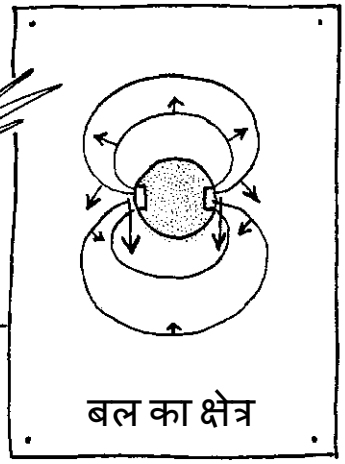
$V > V_s$

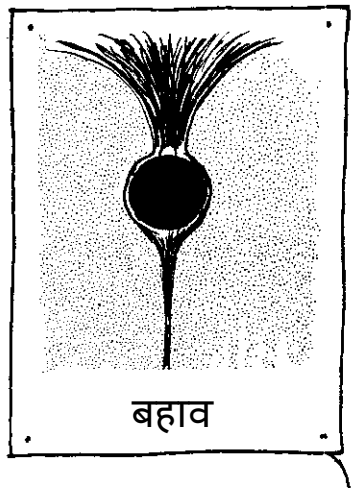
अब मुझे बस एक पेंसिल (*) पर दो तांबे के इलेक्ट्रोड को फिट करना होगा.

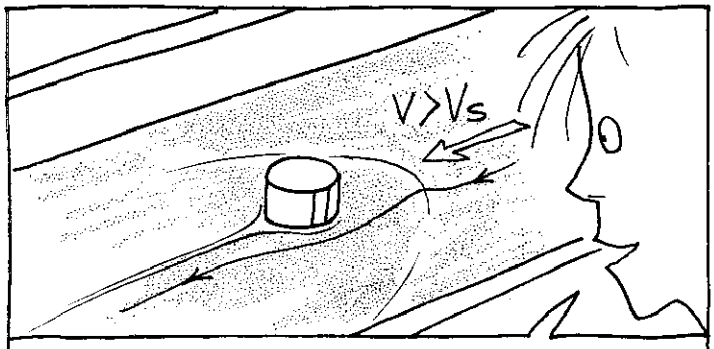
बेसिन में भरे नमकीन पानी और चुंबक का उपयोग करके, आप लाप्लास बलों के पंपिंग प्रभाव को दिखा सकते हैं.

(*) 1976 में मौरिस विटॉन द्वारा तैयार किए गए उपकरण के अनुसार.

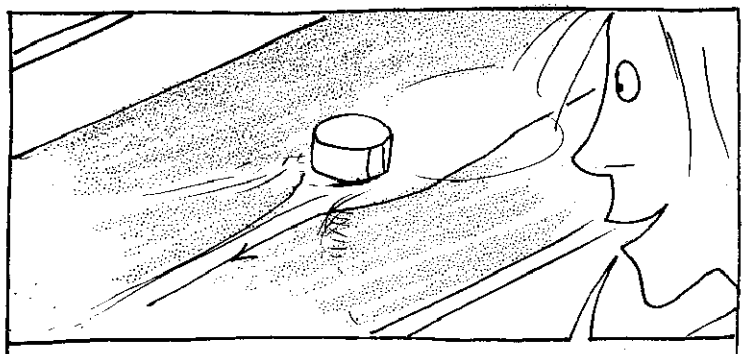


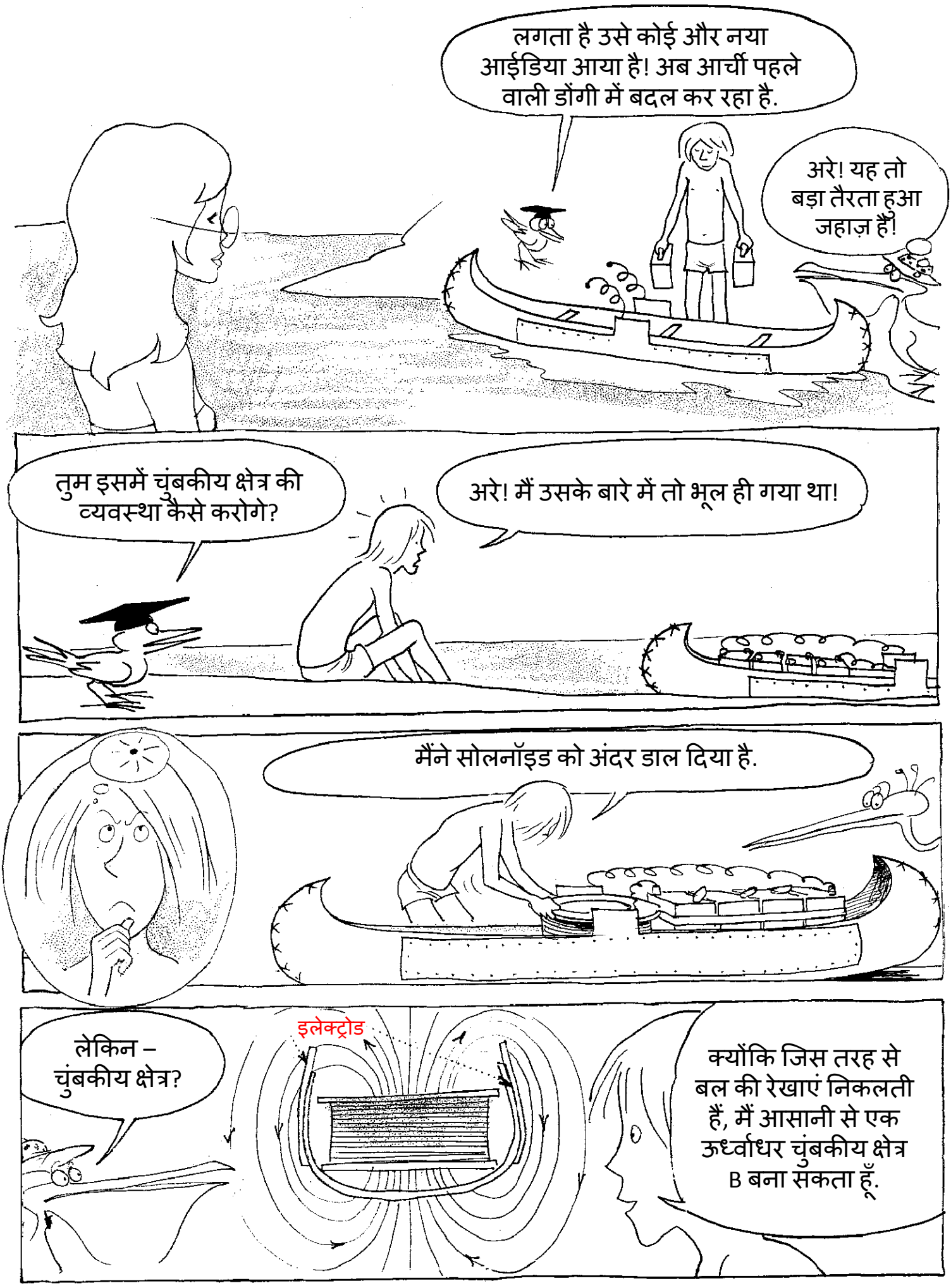






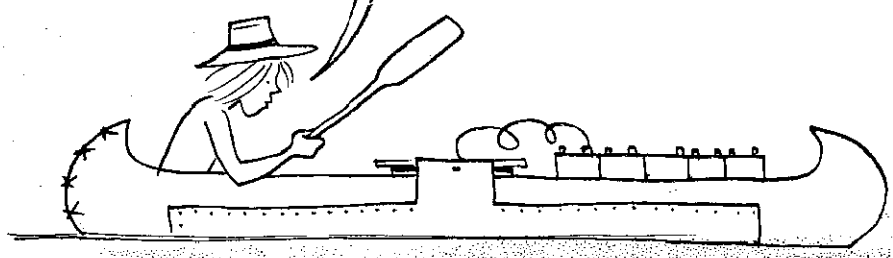
स्याही
चुंबक
बेसिन के नीचे रखा चुंबक एक ऊर्ध्वाधर चुंबकीय क्षेत्र B बनाता है. पंपिंग का प्रभाव, स्याही की एक बूंद डालकर देखा जा सकता है.
बल का क्षेत्र
बहाव
एक छोटे स्थायी चुंबक और बैटरी से आप पम्पिंग प्रभाव को देख सकते हैं. लेकिन वेव-फ्रट की संरचना बदलने के लिए, तरल पदार्थ पर कार्य करने वाले लाप्लास बलों को दस गुना अधिक होना चाहिए.
V>Vs
मैं इस मॉडल को परीक्षण चैनल में रखूंगा और फिर बल को बढ़ाऊंगा. शुरू में लहर शांत होगी, और उससे ललाट (फ्रंटल) लहर झुकेगी.
मैं बल को और बढ़ाऊंगा. फिर ललाट (फ्रंटल) लहर गायब हो जाएगी, और फिर तरल सतह पर एक गड्ढा बनेगा.
बढ़िया! अब उसके उपयोगों के बारे में!
तुम क्या सोचती हो सोफी?
मेरे लिए रुको, आर्ची!
लाप्लास बल एक निश्चित दूरी से काम करते हैं. मुझे लगता है कि आर्ची ने अपस्ट्रीम (ऊपर) के द्रव को चेतावनी देना सीख लिया है.

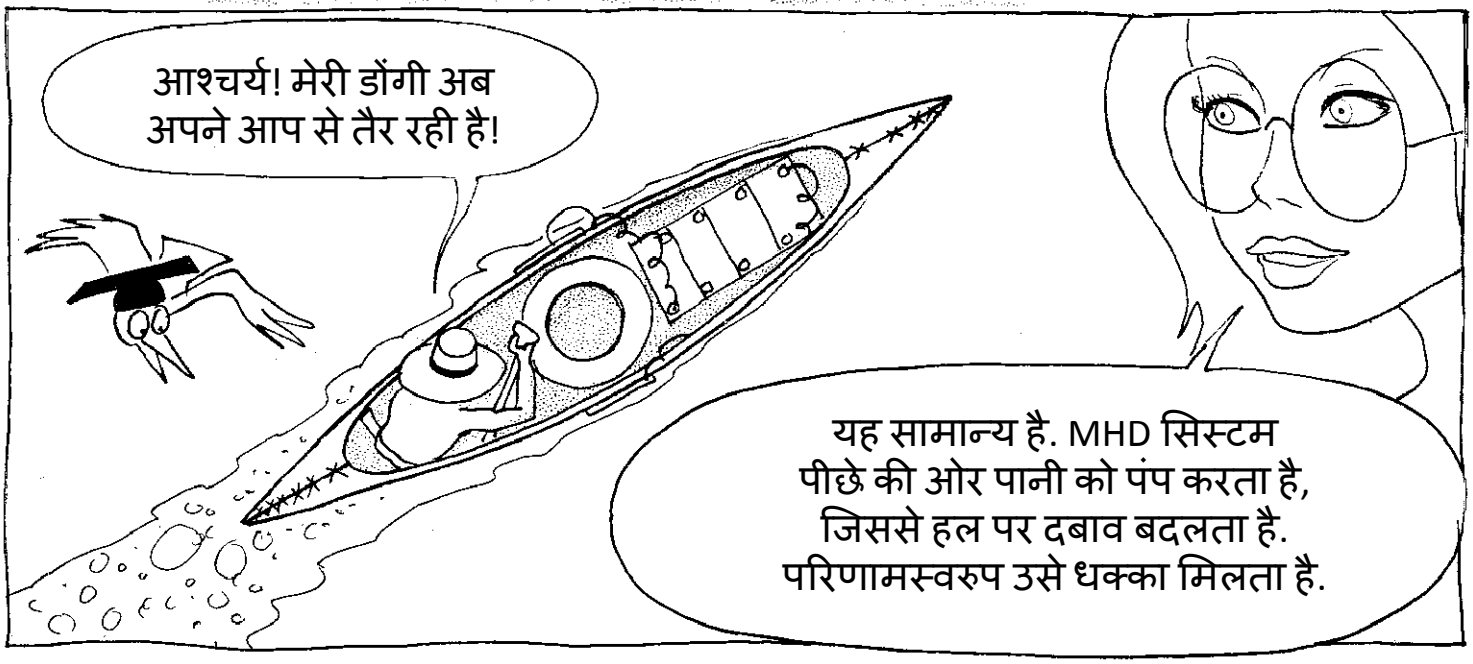



लगता है उसे कोई और नया आईडिया आया है! अब आर्ची पहले वाली डोंगी में बदल कर रहा है.
अरे! यह तो बड़ा तैरता हुआ जहाज़ है!
तुम इसमें चुंबकीय क्षेत्र की व्यवस्था कैसे करोगे?
अरे! मैं उसके बारे में तो भूल ही गया था!
मैंने सोलनॉइड को अंदर डाल दिया है.
लेकिन – चुंबकीय क्षेत्र?
इलेक्ट्रोड
क्योंकि जिस तरह से बल की रेखाएं निकलती हैं, मैं आसानी से एक ऊर्ध्वाधर चुंबकीय क्षेत्र B बना सकता हूँ.

MHD प्रोपल्शन (MHD PROPULSION)

चालाक प्रयोगकर्ता अब अपनी धनुष लहर नाश करने वाली नाव में अज्ञात स्थान की ओर जा रहा है. अब उसे बस इतना करना है - डोंगी को गति V से चलना है, जो सतही तरंगों की गति Vs से अधिक हो.





MHD दक्षता (MHD EFFICIENCY)

(*) देखें परिशिष्ट C (पृष्ठ 71).

बताओ? क्या मतलब है?

उसके प्रोपेलर के ब्लेड एक निश्चित कोण पर झुके हुए हैं.

आप ऐसे प्रोपेलर के बारे में क्या सोचेंगे जो एक डिग्री से कम के कोण पर झुका हो?

वो बहुत अक्षम होगा. वो आगे बढ़ने यानि प्रोपल्शन के लिए केवल थोड़ी ही शक्ति का उपयोग करेगा. उसकी शक्ति का अधिकांश भाग घर्षण और ऊष्मा में बर्बाद हो जायेगा.

और यही तुम्हारे MHD प्रोपल्शन के साथ हो रहा है. मान लें कि करंट। छल्लों की संख्या और क्षेत्र B ब्लेड का कोण दर्शाते हैं.

कोण बहुत छोटा है!
उससे सिर्फ पानी गर्म हो सकता है....

स्थायी चुम्बकों के साथ, एफिशिएंसी (दक्षता) बहुत कम - लाखवां हिस्सा होगी (*). समुद्री जल में, एक अच्छे MHD मोटर को 250-गुना अधिक शक्तिशाली चुंबकीय क्षेत्र की ज़रुरत होगी जिसकी मात्रा 20-25 टेसला जितनी हो.

हम एक मजबूत चुंबकीय क्षेत्र बनाना जानते हैं. क्यों है न?

मान लें कि आपको 25 टेसला का चुंबकीय क्षेत्र मिल जाए. तब आपकी नाव को बहुत बड़ा होना होगा और इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी भी. यदि यह दूरी दस मीटर होगी, तो जनरेटर को 10,000 वोल्ट लगाना पड़ेगा.

तुम्हारे यंत्र का नाम हाइड्रो-डाइन से बदलकर जिमनोटिड (**) करना चाहिए.

इसका मतलब वो सही काम नहीं कर रहा है?

(*) देखें परिशिष्ट C (पृष्ठ 71).

(**) जिमनोटिड एक मछली है जिसमें 300-वोल्ट का विद्युत डिस्चार्ज करने की क्षमता है.

पराईटल एक्सेलरेटर (THE PARIETAL ACCELERATOR)

सोफी, कम वोल्टेज पर काम कैसे करना है यह मैं समझ गया हूँ.

ओह! अरे ...

ज़रा इन दोनों चुम्बकों को देखो.

मैं एक सुपरग्ल्यू से दोनों चुम्बकों के चेहरों को चिपकाऊँगा, जिससे उनके चुंबकीय क्षेत्र विपरीत दिशाओं में रहें.

S N

1000 GAUSS गॉस

S N N S

2000 GAUSS गॉस

छड़ चुंबक एक तरह की ट्यूब होती है जिसमें से चुंबकीय रेखाएं बाहर निकलती हैं.

बेहद आकर्षक. क्योंकि चुंबकीय फील्ड जोड़ पर केंद्रित होती है, इसलिए फील्ड की शक्ति लगभग दोगुनी हो जाती है.

लेकिन क्यों?

इस तरह मैं बहुत से ढेर चुम्बकों को एक-दूसरे से चिपकाऊँगा. उत्तरी ध्रुव को उत्तरी ध्रुव से; दक्षिण ध्रुव को दक्षिण ध्रुव के साथ.

यदि आप पानी के दो पाइपों को एक-दूसरे के सामने रखें और दबाव को बढ़ाते जाएँ तो कतरनी क्षेत्र में से पानी हिंसक रूप से बाहर निकलेगा.

तब बल की रेखाएँ इस प्रकार दिखेंगी.

यदि चुम्बकों की मोटाई d होगी, तो प्रत्येक d सेंटीमीटर पर चुम्बकीय फील्ड इस प्रकार उलटेगी.

और दीवार से दूरी d पर चुम्बकीय क्षेत्र लगभग नगण्य होगा.

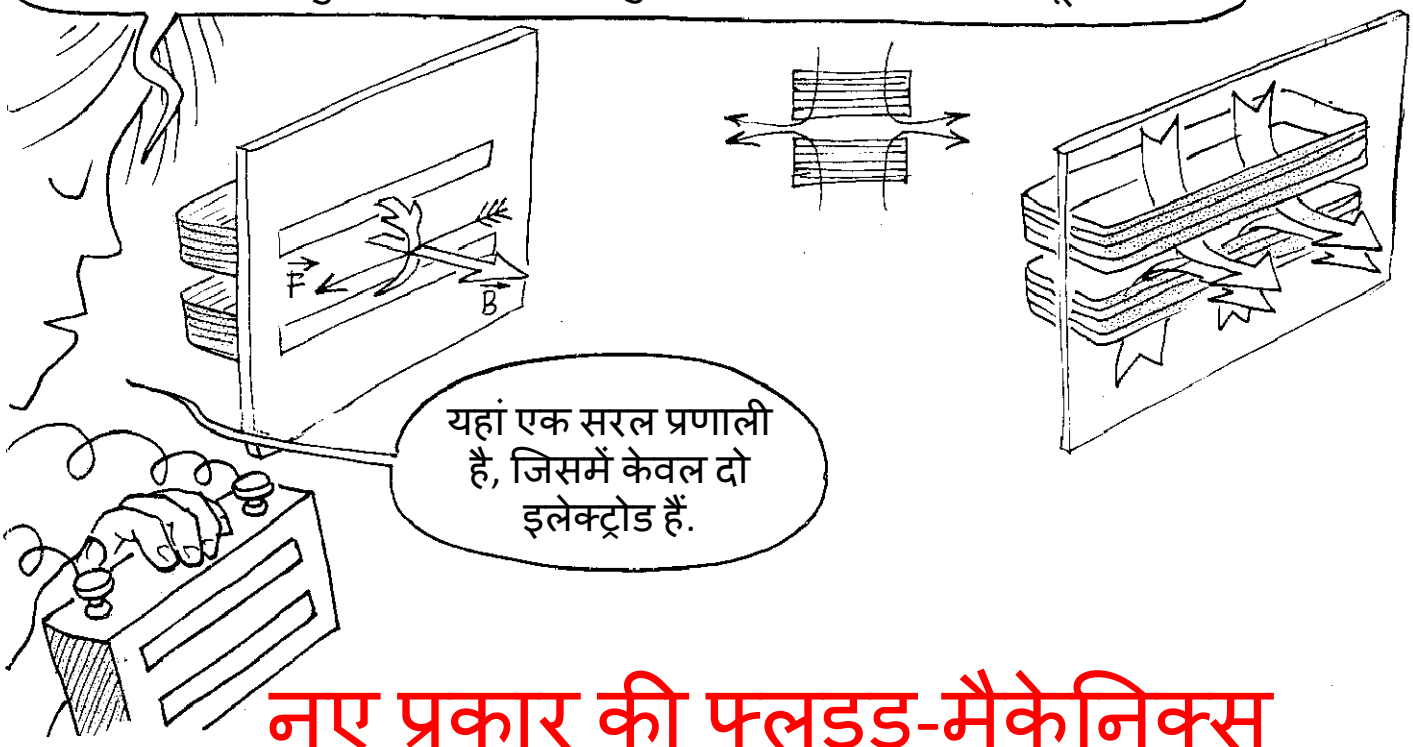
अब मैंने अलग-अलग ध्रुव वाले कुछ इलेक्ट्रोड जोड़े हैं. अब यदि मैं राइट-हैंड नियम लागू करता हूं, तो मैं देखता हूं कि मैंने बलों के क्षेत्र का निर्माण किया है जो समानांतर हैं और एक ही दिशा में हैं. वे दीवार के पास दूरी d पर स्थित हैं.

$\vec{F}$

बहुत खूब! यह भौतिकी और ज्यामिति का अच्छा समागम है!

चुंबकीय क्षेत्र बनाने के लिए, ऊर्जा की आवश्यकता होती है. दीवार के चारों ओर एक बहुत पतले क्षेत्र तक ही सीमित रहकर आप चुंबकित क्षेत्र के आयतन को बहुत कम करते हैं, इसलिए उसी अनुपात में ऊर्जा भी कम लगती है.

मैं कॉइल (कुंडली) की जगह पर चुम्बक इस्तेमाल कर सकता हूं.



यहां एक सरल प्रणाली है, जिसमें केवल दो इलेक्ट्रोड हैं.

नए प्रकार की फ्लूइड-मैकेनिक्स
(A NEW KIND OF FLUID MECHANICS)

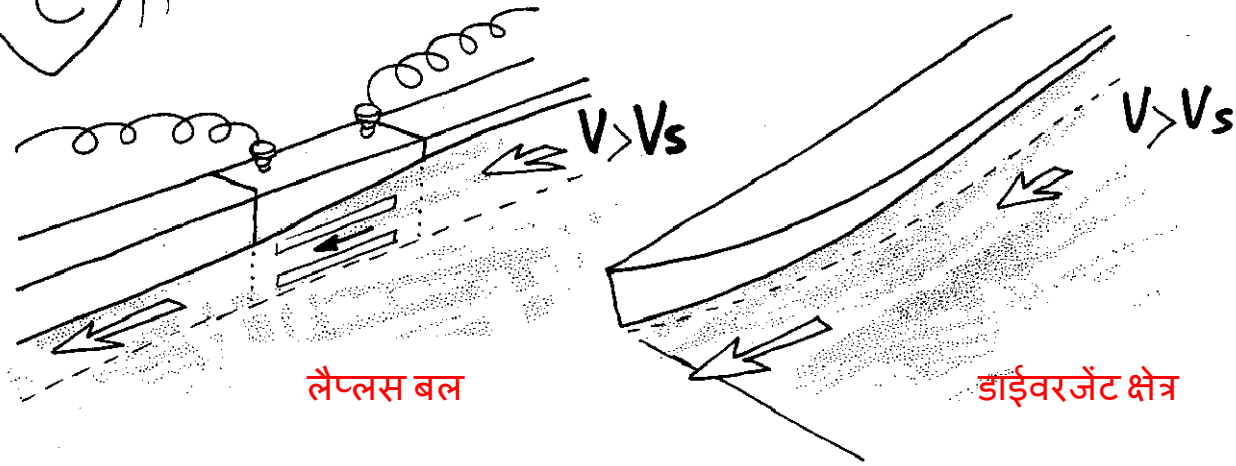
जब भी आप किसी तरल पदार्थ से कुछ काम करवाने की कोशिश करते हैं जिससे वो चले तो वो प्रतिक्रिया करता है. मिसाल के लिए, अगर आप उसे बहुत तेज़ी से मोड़ने की कोशिश करेंगे तो वो अस्थिर हो जायेगा.

यदि आप द्रव में किसी वस्तु को बहुत तेज़ी से आगे बढ़ाते हैं, जिससे उसे रास्ता बनाने के लिए खुद को तैयार करने का समय ही न मिले, तो लहरें (वेव-फ्रंट) दिखाई देंगी.

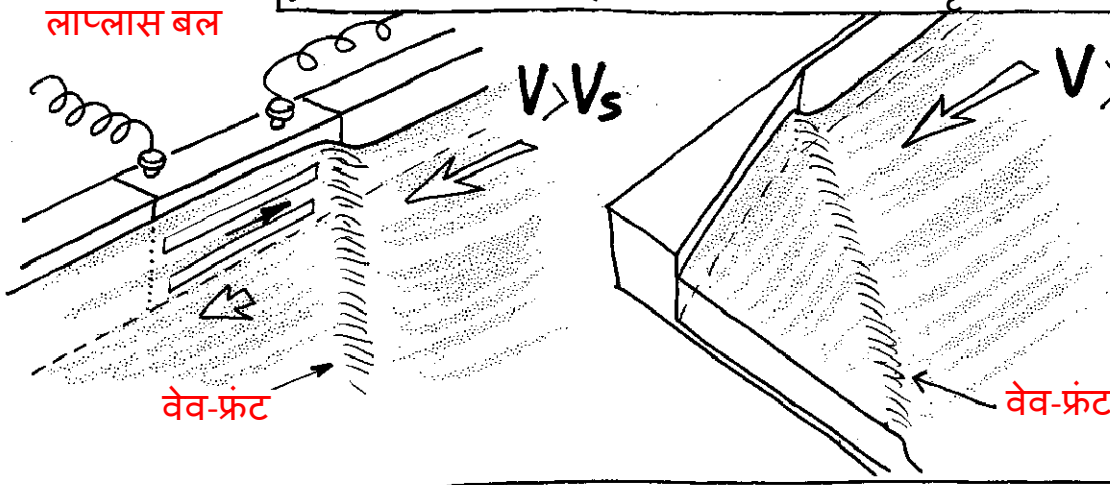
यदि आप तरल को उसकी मर्ज़ी के अनुसार करने देंगे तो फिर वैसा ही होगा. लेकिन MHD ने समस्या के सभी पैरामीटर्स (घटकों) को बदल दिया है.

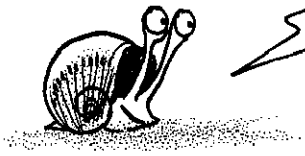
90°
उदाहरण के लिए: क्लासिकल फ्लूइड-मैकेनिक्स में,
एक नोकदार कोने से जुड़ाव घटता है,
जिससे टर्बुलेंस (अशांति) उत्पन्न होती है.
MHD का एक छोटा वर्णन,
बाकी सब ठीक है.
दोनों तरफ से
आपकी जीत पक्की!
लेकिन ... यह सब पागलपना है!
यह सब पहले से ही पता है!
इस कहानी में पगलाहट की खुशबू है ...
क्या आपको कोने वाली
वेव-फ्रंट (तरंग) की
कहानी याद है?
V>Vs
नहीं! वो कहीं
गायब हो गई!

संपीड़न तरंगें, विस्तार तरंगें
(COMPRESSION WAVES, EXPANSION WAVES)



MHD डीसेलरेटर या फिर एक कनवर्जेंट क्षेत्र,
नहर के पानी के स्तर में वृद्धि करता है.

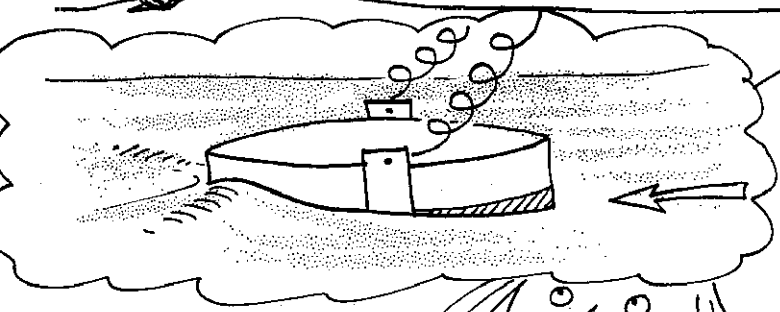




इसलिए संपीड़न और विस्तार की घटनाओं का आपसी विनाश संभव होगा. उसके लिए "प्राकृतिक" दीवारों को ख़त्म करके "कृत्रिम" लाप्लास बल स्थापित करने होंगे.

हल के चारों ओर प्रवाह का पता लगाने के लिए, आपको जलस्तर में किसी भी भिन्नता को कम-से-कम करना होगा. जहां एक वेव-फ्रंट बनती है, मैं वहां से तेजी से हटता हूँ और कुछ क्षेत्रों में जहाँ अति-विस्तार और अति-त्वरण हो रहा हो मैं उसे धीमा करता हूं.

यह मेरा मूल सिद्धांत है - शुद्ध और सरल :
तरल को आप उसी स्थिति में छोड़ें जिस स्थिति में आप उसे पाना चाहते हैं.



28 पृष्ठ पर अपने प्रयोग में मैं एक धनुष तरंग को नष्ट करने में सफल रहा था. लेकिन उससे स्टर्न (पतवार) पर तरंग बनी रही - वास्तव में वो और अधिक मज़बूत हुई.

स्टर्न (पतवार) पर तरंग इसलिए पैदा हुई क्योंकि पानी को त्वरित करते समय आपने उसके स्तर को बहुत कम कर दिया.

आप सही हैं. मुख्य उद्देश्य पानी की ऊंचाई को उसके प्राकृतिक स्तर पर स्थिर रखना होगा. वो करने के लिए, मुझे बहुत सारे इलेक्ट्रोड चाहिए होंगे, कुछ तेज़ होते हुए, कुछ धीमे होते हुए.

टायरसियस के सिद्धांत का एक अन्य उपयोग ...

ये सही है!
अब आप तरल को उस अवस्था में छोड़ें जिसमें आप उसे पाना चाहते हैं ...
तब स्टर्न (पिछले भाग) पर कोई तरंग नहीं होगी!

क्या गज़ब की बात है. सिर्फ बीस टेसला के चुंबीकरण से आर्ची की नाव आसानी से तैरती है बिना किसी वेव-फ्रंट के, और बिना किसी टर्बुलेन्स यानि अशांति के. लैंडिंग के समय भी कोई क्षति नहीं. अब आगे क्या होगा ?

क्या समुद्र में काफी दूरी पर रहना आसान नहीं होगा? क्या आप लोगों के पास कोई और अधिक महत्वपूर्ण काम करने को नहीं है?

मैं सहमत नहीं हूँ. मुझे लगता है कि हमें आर्ची के विचार, विशेष रूप से पराईटल एक्सेलरेटर पर एक अच्छी नज़र डालनी चाहिए. हल पर पानी के हाइड्रो-डायनामिक घर्षण के कारण सभी नावों को आगे बढ़ने में ड्रैग-प्रतिरोध झेलना पड़ता है. अब वेव-फ्रंट की उपस्थिति के कारण हल की गोलाई पर दबाव वितरण बदलता है. जिसके कारण वेव-ट्रेन बनती हैं जो गति के साथ तेजी से बढ़ती हैं और यह मुख्य कारक होगा जो नाव की गति निर्धारित करेगा.

(*) देखें एपेंडिक्स B (पृष्ठ 71).

चुंबकीय क्षेत्र B को यथासंभव बड़ा बनाना ही सबसे अच्छा होगा. यदि B छोटा हो तो I को बड़ा बनाकर क्षतिपूर्ति करें. पहले तो दक्षता कम होगी, और दूसरा, इलेक्ट्रोलिसिस होगा, जिससे बहुत सारी गैसें बाहर निकलेंगी.

रुकावट बेहद शानदार है!

बिजली काटो!

क्या आपको नहीं लगता कि यह ... विद्युत चुम्बकीय प्रोपल्शन तकनीक, वर्तमान समय के लिए काफी एडवांस्ड है?

बिना स्क्रू वाली पनडुब्बी (SCREWLESS SUBMARINE)

हमें बस नवाचार करने की ज़रुरत है!

मुझे लगता है कि हमारे नन्हें दोस्त को यहाँ रुकना अच्छा नहीं लगेगा.

यह एक पनडुब्बी है.

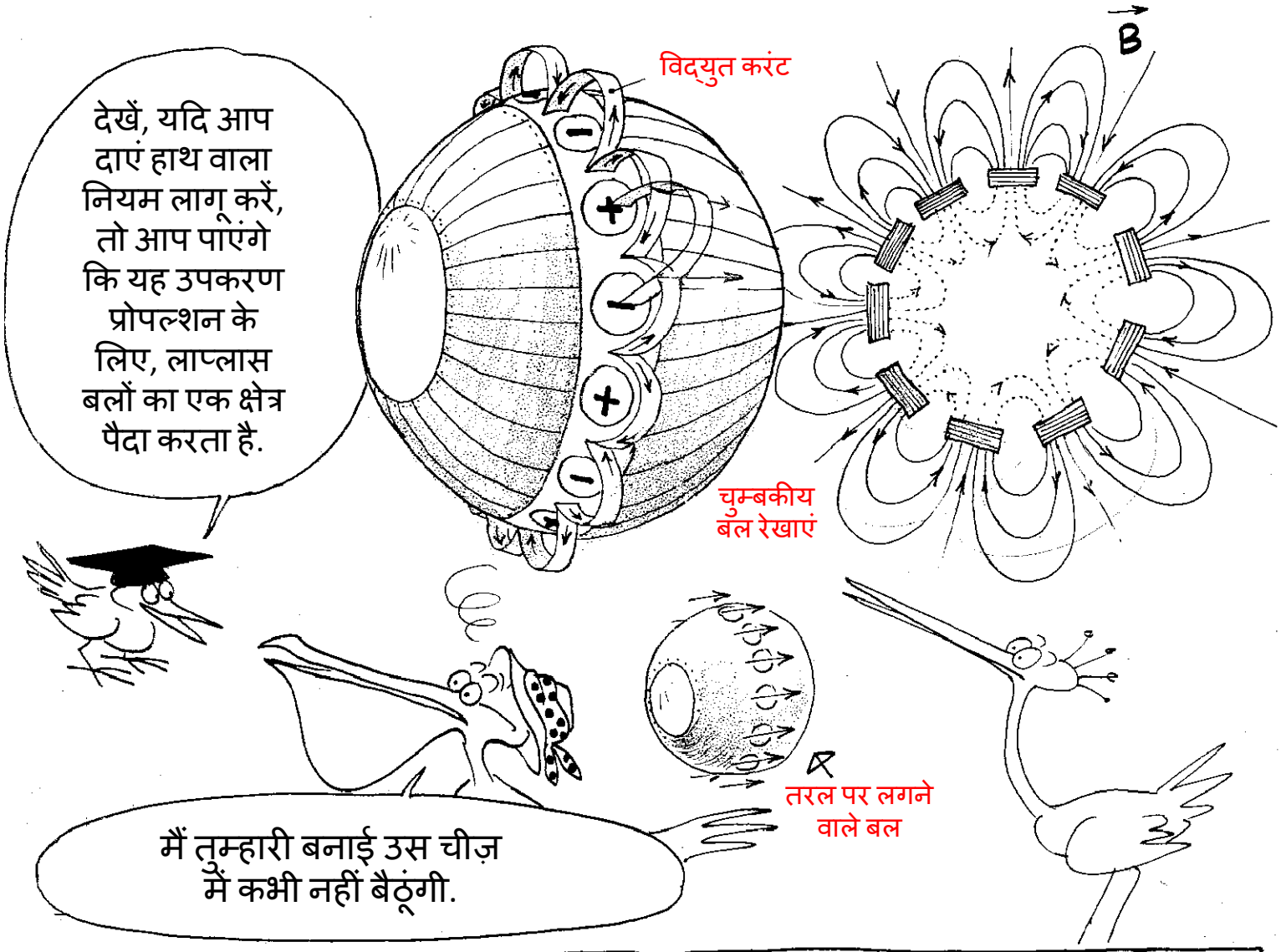
आर्ची - क्या वे छेद पोर्ट-होल हैं?

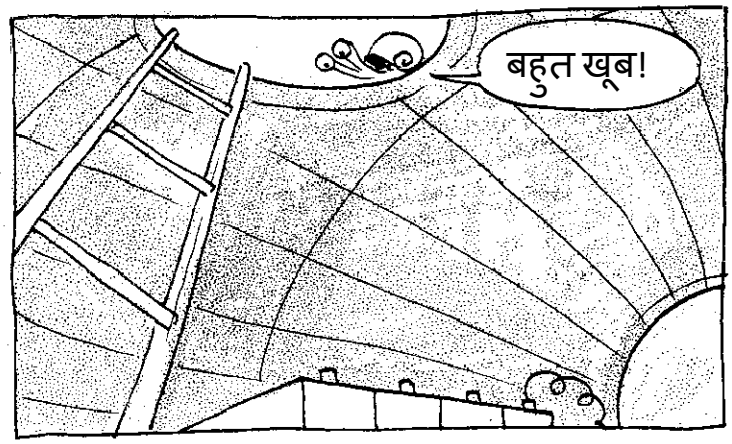
नहीं, टायरसियस - वे इलेक्ट्रोड हैं. अब मुझे सिर्फ कॉइल को फिट करना है.

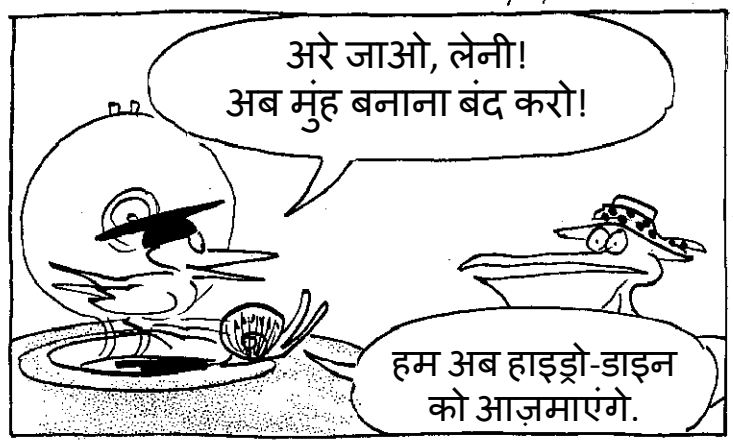
क्या उसकी हल ... लकड़ी की बनी है?

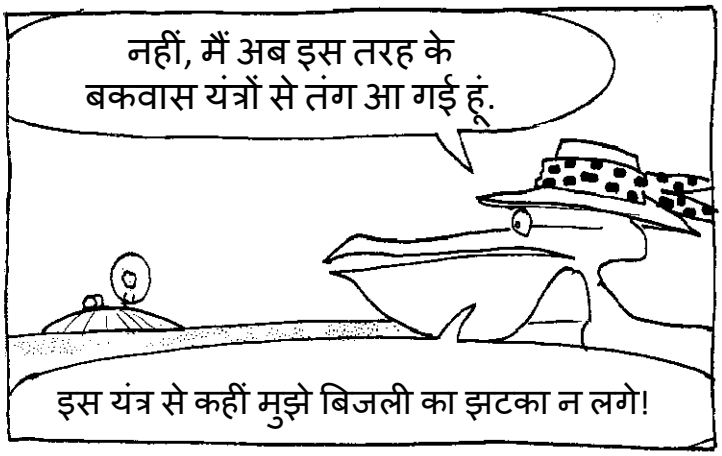
हाँ! हल बिजली का कुचालक होना चाहिए!

उसमें एक पोर्ट-होल भी है!


देखें, यदि आप दाएं हाथ वाला नियम लागू करें, तो आप पाएंगे कि यह उपकरण प्रोपल्शन के लिए, लाप्लास बलों का एक क्षेत्र पैदा करता है.
विद्युत करंट
B
चुम्बकीय बल रेखाएं
तरल पर लगने वाले बल
मैं तुम्हारी बनाई उस चीज़ में कभी नहीं बैठूंगी.


बहुत खूब!


अरे जाओ, लेनी! अब मुंह बनाना बंद करो!
हम अब हाइड्रो-डाइन को आज़माएंगे.


नहीं, मैं अब इस तरह के बकवास यंत्रों से तंग आ गई हूं.
इस यंत्र से कहीं मुझे बिजली का झटका न लगे!

लेनी आओ! यह कम वोल्टेज, निम्न तकनीक का यंत्र है!
जल्द मरेगा!

मुझे पता नहीं है कि तुम इस सबके बारे में क्या सोचते हो... पर मुझे इसके बारे में शक है ...

मुझे भी.

सरल: उसके लिए इलेक्ट्रोड की तीव्रता को बदलना पड़ेगा.

तुम इसे स्टीयर कैसे करते हो?

मोड़ो ...

... रुको...

... अच्छा अब रिवर्स करो.

एक MHD पनडुब्बी बहुत तेज़ स्पीड से और एकदम चुपचाप तरीके से आगे बढ़ सकती है.

अच्छा!

देखो यह ऐसे होता है, मेरी प्यारी लेनी. जब हमें प्रभावी सुपरकंडक्टिंग मैग्नेट (*) और अल्ट्राएक्टिव इलेक्ट्रिकल जनरेटर मिल जाएंगे, तो नाव लहरे बनाना बंद कर देगी, और पनडुब्बियों में से बुलबुले बाहर निकलेंगे.

(*)

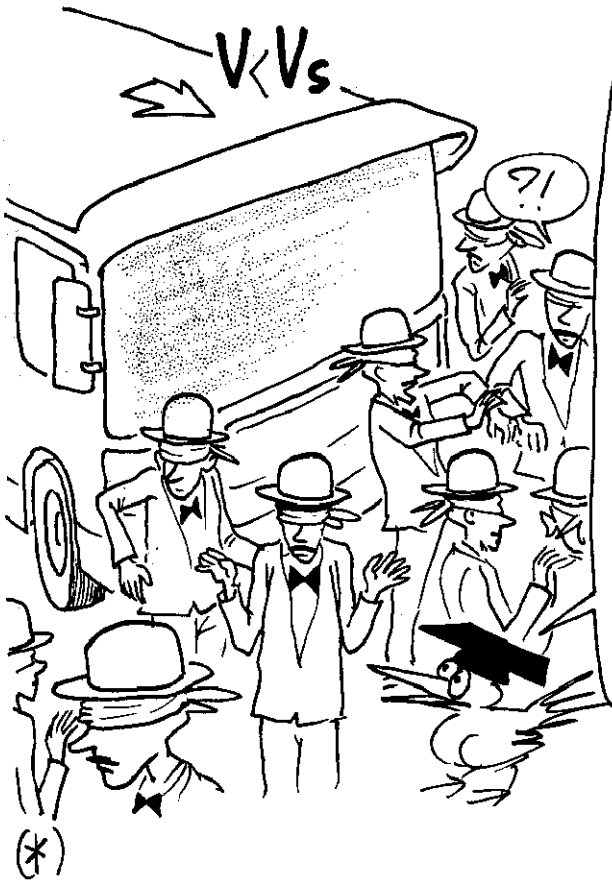
(*) एक सुपरकंडक्टिंग पदार्थ, बहुत कम तापमान (कुछ डिग्री केल्विन) तक ठंडा होता है, और वो बिना किसी नुक्सान के, बिना गर्म हुए करंट प्रवाहित करता है.

अगले दिन

गुड मॉर्निंग!
आपका दिन शुभ हो?
आपका युवा मित्र आज क्या कर रहा है?
उसे खोजो. आश्चर्य है कि वो इतना चुप क्यों है.
मुझे दिख रहा है. वो अभी सो रहा है.
हाँ, उसके साथ समय-समय पर ऐसा ही होता है.
अच्छा! कम-से-कम वो बाकी लोगों को सांस लेने का मौका तो दे रहा है!
सोफी! क्या हुआ! हमारी सभी खिड़कियों को किसने तोड़ा!
वो एक सोनिक-बूम था ... एक तरह की शॉक-वेव. वे सुपरसोनिक जेट विमान थे.
कम आबादी वाले क्षेत्रों में अक्सर ऐसा ही होता है.

सुपरसोनिक फ्लो
(SUPERSONIC FLOW)

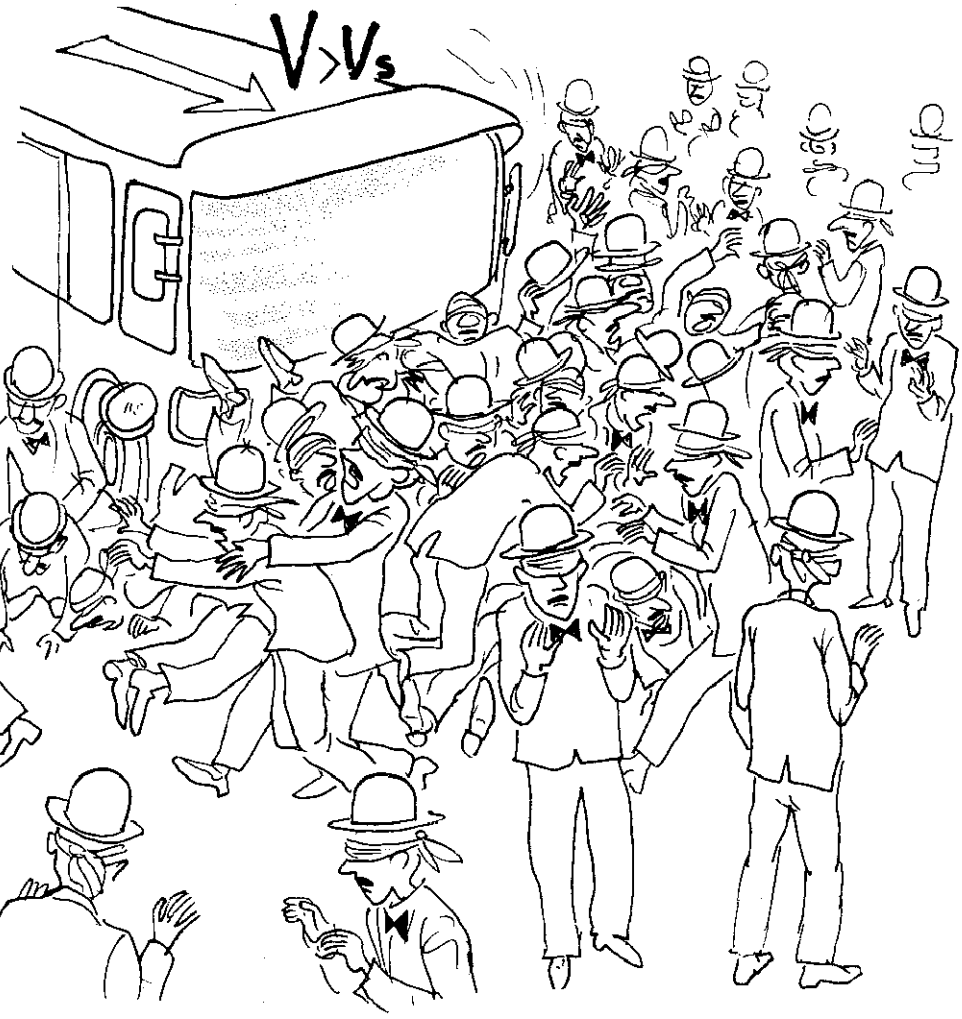
- शॉक-वेव जिन्होनें खिड़कियों को तोड़ा काफी कुछ तुम्हारी धनुष तरंगों जैसी ही हैं - जिन्होंने तुम्हारी लैंडिंग-स्टेज को तोड़ा था.
- आपका मतलब है कि हवाई-जहाज भी तरंगें बनाते हैं?
- हाँ, लेकिन वे सतही तरंगें नहीं बनाते हैं; वे ध्वनि तरंगें बनाते हैं, जो ध्वनि की गति Vs (*) से यात्रा करती हैं. जब एक नाव V (Vs से अधिक गति) से यात्रा करती है तो वो वेव-फ्रंट बनाती है. लेकिन जब कोई विमान ध्वनि से ज्यादा तेज़ी (Vs से अधिक) स्पीड से चलता है तो वो शॉक-वेव बनाता है.
- विमान यह कैसे करता है, क्योंकि वहाँ कोई मुक्त सतह तो होती नहीं है?
- वहां पर हवा का घनत्व, पानी की ऊंचाई की भूमिका निभाता है. सतही लहरें एक निरंतर ऊंचाई बनाए रखने की कोशिश करती हैं. इसी तरह, ध्वनि तरंगें एक निश्चित घनत्व बनाए रखने की कोशिश करती हैं. शॉक-वेव्स उनके सामने वाला भाग (फ्रंट) होती हैं जहाँ घनत्व, दबाव और तापमान बहुत अधिक होता है.



आप अणुओं की गति की तुलना बहुत सारे नेत्रहीन पैदल चलने वाले यात्रियों से कर सकते हैं, जो गति Vs से पूरी तरह अव्यवस्थित तरीके से, एक दूसरे से लगातार टकराते हैं (आणविक टकराव). किसी गैस को भेदने वाली वस्तु एक बस के समान होती है, जो V गति से भीड़ में चलती है. यदि उसकी गति Vs से कम होगी, तो जानकारी अपस्ट्रीम (आगे) तक पहुँच जाएगी. इससे पैदल चलने वालों को वाहन के आने की पूर्वसूचना मिल जाएगी, फिर वे बस के लिए रास्ता छोड़ देंगे. इस प्रकार आप सब-सोनिक फ्लो की कल्पना कर सकते हैं.

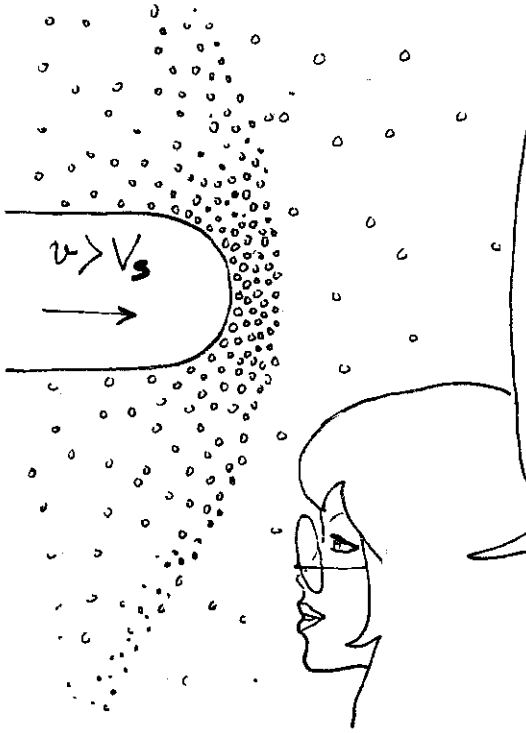
(*) इसी श्रंखला में "फ्लाइट ऑफ़ फैंसी" देखें.

लेकिन जब Vs > V हो, तब क्या होगा ?



तब पैदल चलने वाले - अणु - उन तक पहुंचने वाली वस्तु से बचने में सक्षम नहीं होंगे, इसलिए उनका घनत्व समान बना रहेगा. फिर गैस (भीड़) वस्तु के आगे जमा होगी, जिससे घनत्व में अचानक वृद्धि होगी.

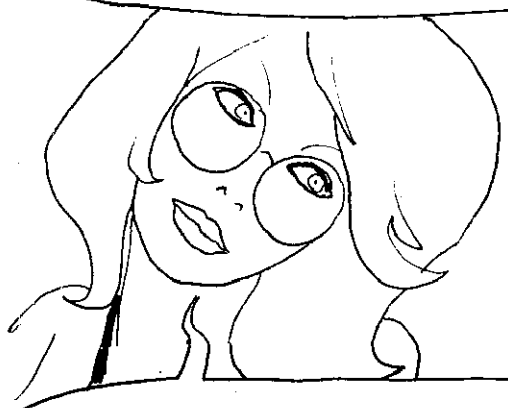
शॉक-वेव (SHOCK WAVES)

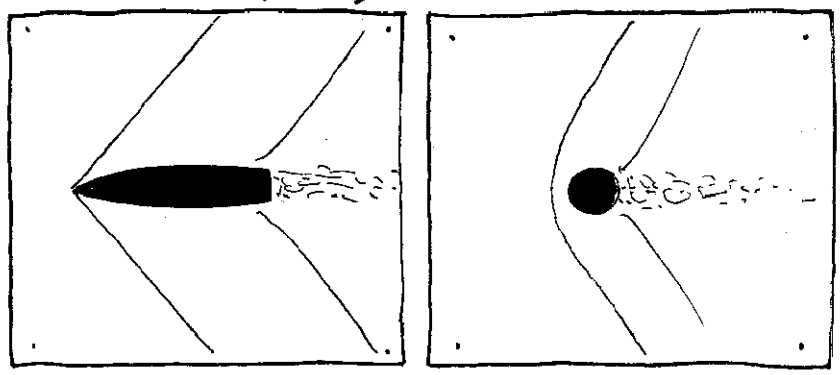


इस घटना को शॉक-वेव कहते हैं. यहाँ पर ध्वनि-तरंगें, सतही तरंगों की जगह लेंगी, अन्यथा वो धनुष लहरों जैसी ही होंगी. घनत्व, दबाव, और तापमान के फ्रंट अनिवार्य रूप से बनेंगे. शॉक-वेव तब बनेंगी जब प्रवाह की गति V ध्वनि की गति Vs से अधिक होगी.

तुम्हारे कहने का मतलब यह है कि हर बार वायु सेना अड्डे पर जब उच्च गति वाले एरोबेटिक्स के साथ मनोरंजन होगा तो मुझे अपने घर की सभी खिड़कियों के कांच बदलने पड़ेंगे!

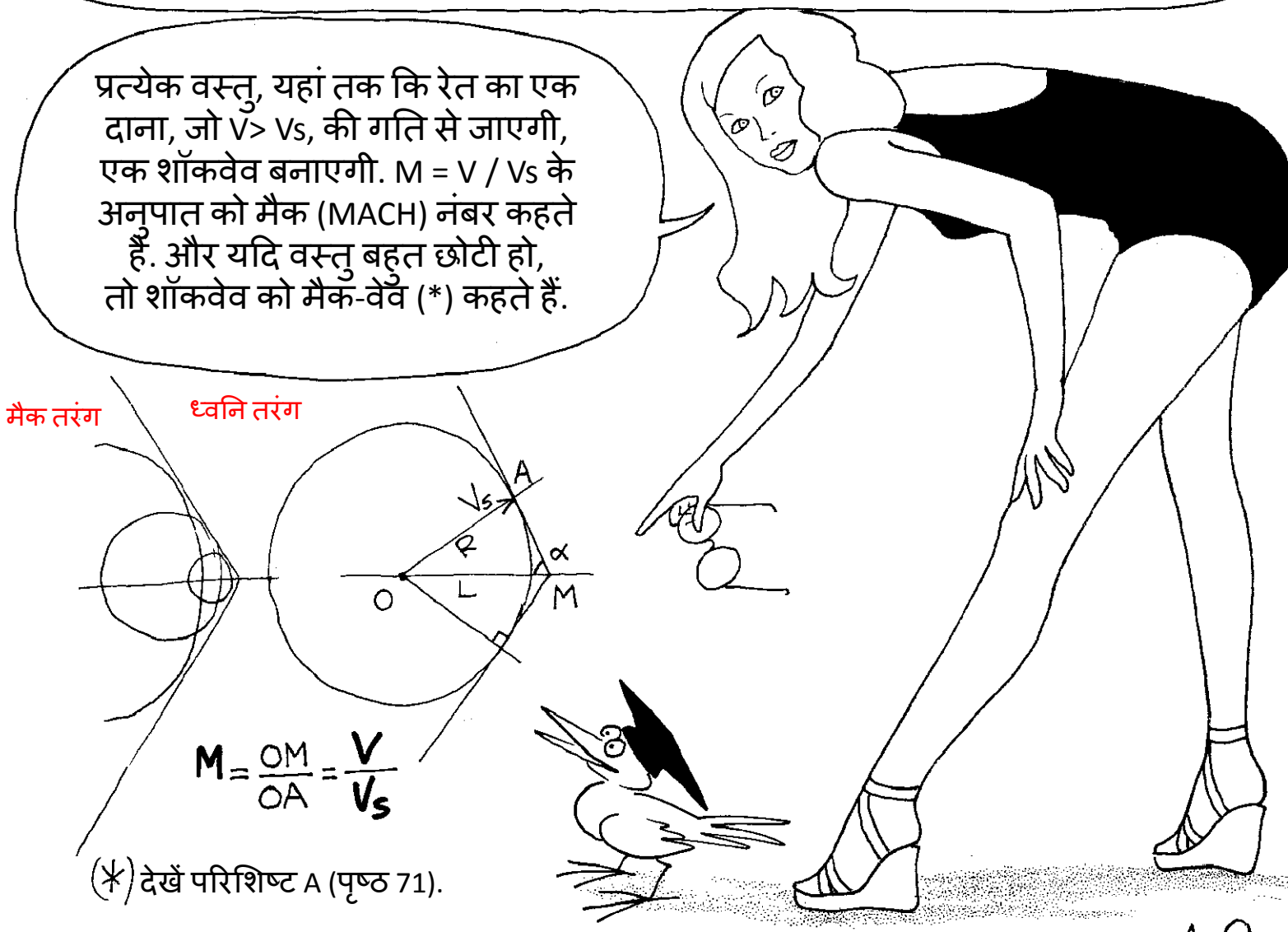
हाँ, वही होगा!





इसलिए सुपर-सोनिक (ध्वनि से तेज) गति से यात्रा करने वाली प्रत्येक वस्तु में एक फ्रंट (अगली) शॉकवेव और एक पिछली शॉकवेव होगी. बाईं ओर एक गोली; दाईं ओर एक गोला है.

प्रत्येक वस्तु, यहां तक कि रेत का एक दाना, जो V> Vs, की गति से जाएगी, एक शॉकवेव बनाएगी. M = V / Vs के अनुपात को मैक (MACH) नंबर कहते हैं. और यदि वस्तु बहुत छोटी हो, तो शॉकवेव को मैक-वेव (*) कहते हैं.



$$M = \frac{OM}{OA} = \frac{V}{V_s}$$

(*) देखें परिशिष्ट A (पृष्ठ 71).

सोफी ने ठीक ही कहा था, मैक्स. किसी तरल का स्वतंत्र सतह पर प्रवाह, किसी गैस के सुपर-सोनिक प्रवाह के समान ही होता है. मुझे लगता है कि धीमी या तेज़ गति के प्रभाव के शॉक को समझने के लिए हम पेज 15 को दुबारा पढ़ें.

युद्धों के बीच लोगों के पास कंप्यूटर नहीं थे, इसलिए उन्होंने हाइड्रोलॉजी का उपयोग करके शॉकवेव्स के आकार की गणना की.

क्या! जल-कंप्यूटर?

वास्तव में पानी की ऊंचाई और गैस के घनत्व का वर्णन करने वाली गणितीय समीकरणों के बीच बहुत समानता है.

वाह! अब, मुझे अपने अध्ययन करने के लिए केवल एक सुपरसोनिक विंड-टनल की आवश्यकता है.

ओह अद्भुत!

क्या तुम उसे अपने बाथरूम में नहीं बना पाओगे?

विंड-टनल, वो कुछ और चीज़ है.

उसके लिए बड़े शक्तिशाली कंप्रेसर और ढेर ऊर्जा की आवश्यकता होगी!

फिर तुम्हें राष्ट्रीय विज्ञान फाउंडेशन से एक अनुदान के लिए आवेदन करना चाहिए.

(*)

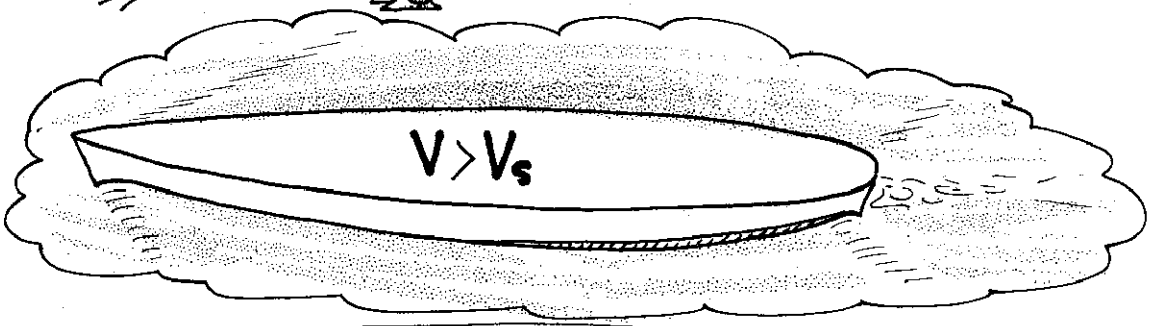
ध्वनि अवरोध/ ऊष्मा अवरोध
(THE SOUND BARRIER, THE HEAT BARRIER)

एक सुपरसोनिक विंड-टनल में कई अलग-अलग घटनाओं का अवलोकन करना संभव होगा. मुख्य रूप से आप ध्वनि अवरोध (V = Vs) को तरंग ट्रेन की उपस्थिति के साथ देख पाएंगे, जो घर्षण के ड्रैग के कारण ट्रेन पर सुपरइम्पोज्ड होगी.

ठोस शब्दों में उसका क्या मतलब होगा?

संपीडन (कम्प्रेशन)

विस्तार (एक्सपैंशन)



हाइड्रो-डायनामिक्स में, वेवफ्रंट्स की उपस्थिति हल पर दबाव के संतुलन को प्रभावित करती है, और उसकी दक्षता को कम करती है. सुपरसोनिक वायु-गतिकी में भी वही होता है.

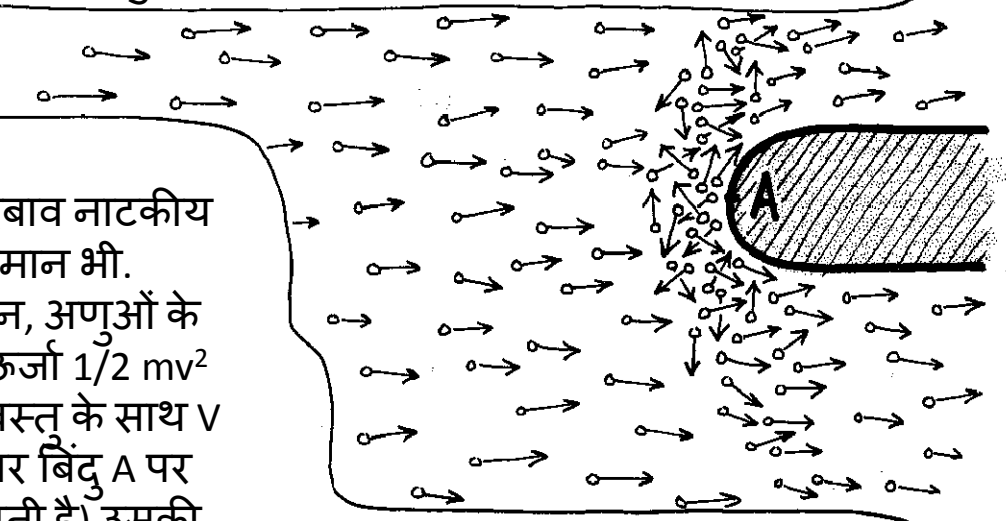
यह बस शोर है, और बेकार है, और उसमें ऊर्जा बर्बाद होती है.

अपने पतले और ऐरो-डायनामिक आकार के बावजूद, कॉनकॉर्ड (CONCORDE) विमान अपनी 40% ऊर्जा शॉक-वेव्स बनाने में खर्च करता है.

यदि आप मैक 5 या 6 की गति से कम ऊंचाई पर एक बसे हुए क्षेत्र पर उड़ान भरेंगे, तो हर वहां पर हर घर की छत उड़ जाएगी!

जैसे धनुष लहर ने लैंडिंग-स्टेज को ध्वस्त किया था!

एक शॉक-वेव में घनत्व और दबाव नाटकीय रूप से बढ़ता है, और तापमान भी. (ABSOLUTE) सम्पूर्ण तापमान, अणुओं के ऊष्मीय आंदोलन की गतिज ऊर्जा $1/2\ mv^2$ को दर्शाता है. यदि गैस किसी वस्तु के साथ V गति से "टकराती है", तो स्थिर बिंदु A पर (जहां गैस पूरी तरह से रुक जाती है) उसकी सभी ऊर्जा ऊष्मा में परिवर्तित हो जाती है. इसलिए बिंदु A पर अंतिम तापमान, गति V का वर्ग होगा.



क्या गर्म नाक अच्छी सेहत का संकेत है?

यह घटना, जो केवल मैक 2 के ऊपर नज़र आती है, विमान पर एक गंभीर बाधा पैदा करती है, जिसे ऊष्मा अवरोध कहते हैं.

दी गई गति के लिए, हवा जितनी सघन होगी, बाकी चीज़ें उतनी ही बेहतर होंगी.

इसका मतलब है कि कम ऊंचाई पर हाइपर-सोनिक गति असंभव होगी!

हां यकीनन! लेकिन कम ऊंचाई वाली सुपर-सोनिक उड़ान एकदम संभव हैं! क्या कोई ऐसा सुपर-सोनिक विमान आविष्कार नहीं हो सकता है जो खिड़कियां न तोड़े? ...

ऐसा करने के लिए, आर्ची, तुम्हें ऐसी मशीनें विकसित करनी होंगी जो सुपरसोनिक गति पर शॉकवेव नहीं बनाएं.

पर वैसा होना, मेरे मित्र बिलकुल असंभव होगा. यदि संभव होता, तो लोग उसे बहुत पहले ही उन्हें इज़ाद कर चुके होते!

संभव हो सकता है ... यदि कोई शॉक पैदा हो, तो वो एक धनुष तरंग की तरह होगा, क्योंकि आप तेज़ गति की ध्वनि तरंगों के कारण अपस्ट्रीम के अणुओं को प्रभावित नहीं कर पाएंगे. इसलिए वे आपस में इकट्ठे होकर एक शॉक-वेव बनाएंगे.

तार्किक रूप से, लाप्लास बलों द्वारा अग्रिम कार्यवाही की संभावना, शॉक-वेव्स की समस्या पर एक नया प्रकाश डालती है.

टायरसियस ज़रा पेज 30 पर MHD के प्रवाह को एक गोल सिलेंडर के चारों ओर घूमते हुए देखो. क्या वो सक्शन के प्रभाव जैसा नहीं है? हम्म...?

देखो! देखो!

यह सच है कि हाइड्रोलिक प्रयोगों में तुम अपस्ट्रीम (ऊपर वाले) पानी को चूसकर एक गड्ढा पैदा कर पाए थे.

समस्या यह है कि हम इस समानता को और आगे कैसे बढ़ाएं?

V>Vs

यदि हाइड्रोलिक वाली तुलना में कुछ दम है,
तो ऐसा लगता है जैसे उड़ान भरने के तीन तरीके हो सकते हैं.

कौन से?

उड़ान भरने के लिए, आप चाहें और जो भी करें,
आपको हवा के अणुओं को ऊपर से नीचे की
ओर ज़रूर ले जाना पड़ेगा.

पहली प्रणाली: मैं एक
ऐरो-फोइल का उपयोग
करके हवा के अणुओं को
गति दे सकता हूं.

कौन सी ऐरो-फ़ॉइल?
मुझे तो सिर्फ दो घूमने वाले
रोटर दिखाई दे रहे हैं.

बुद्धू घोंघे! रोटर
भी एक घूमने वाला
ऐरो-फ़ॉइल ही होता है.

वो मूर्ख है!

आप प्रेरित की गई
गति को इस प्रकार देख
सकते हैं.

दूसरी प्रणाली: जो गैस आपने खुद पैदा की हो उसमें त्वरण लाएं.

FFFFUSCHHHH

और तीसरी प्रणाली क्या है?

मेरी राय में उसमें लाप्लास बलों का उपयोग करके हवा को नीचे से चूसना होगा.

क्या तुमने वो बात ध्यान से सुनी?

सुनो ... आर्ची और टायरसियस. यह एक बेहद शर्म की बात है!

उन दोनों की जोड़ी पूरी तरह से पगला गई हैं. मैं इस बात की घोषणा करती हूं!

सोफी इसमें कोई संदेह नहीं है, वे समुद्र तट पर ...

कम-से-कम मैक्स में कुछ तो अकल है.

तुम क्या कर रहे हो, बताओ?

आर्ची ने उसके दिमाग में विद्युत् से उड़ने वाले कुछ पागलपन वाले विचार भरे हैं.

मैंने खुद लेनी को अभी बताया है कि वो असंभव है, क्योंकि हवा में बिजली का संचालन नहीं होती है.

वो एक इन्सुलुटर है.

ज़रा खुद को संभालो! परिणाम आपके द्वारा लगाए विद्युत क्षेत्र के आकार पर निर्भर करेगा. वो, इलेक्ट्रोड पर लगे तनाव और इलेक्ट्रोड के बीच की दूरी के बीच का अनुपात होगा!! यदि आप तीन हजार वोल्ट प्रति मिलीमीटर का उपयोग करेंगे, तो उसमें से खूब चिंगारियां और आवाजें निकलेगी!

फिर इलेक्ट्रिक कॉनकॉर्ड (विमान) कब आएगा?

इलेक्ट्रोड्स

सॉलोनोइड्स

I

B

F

आप देखेंगे कि 4-टेस्ला (40,000 गॉस) (*) के एक चुंबकीय क्षेत्र B और एक एम्पीयर प्रति वर्ग सेंटीमीटर (दस हजार एम्पीयर प्रति वर्ग मीटर) के करंट घनत्व के साथ, आपको प्रति घन मीटर 40,000 न्यूटन का लैप्लस बल मिलेगा. जो लगभग चार टन प्रति घन मीटर होगा. यदि मोटर का उपयोगी आयतन एक घन मीटर का हो, तो वो चार टन का थ्रस्ट (उछाल) प्रदान करेगा.

चार टन!

ज़रा रुको! तुम फिर से सपना देख रहे हो! तीन हजार वोल्ट प्रति मिलीमीटर ... यानि प्रति मीटर, दस लाख वोल्ट मिलेगा...!

लाप्लास बलों के लिए, वो अत्यधिक है!

मुझे लाप्लास बलों का एक क्रन्तिकारी उपयोग पता है.

वो क्या?

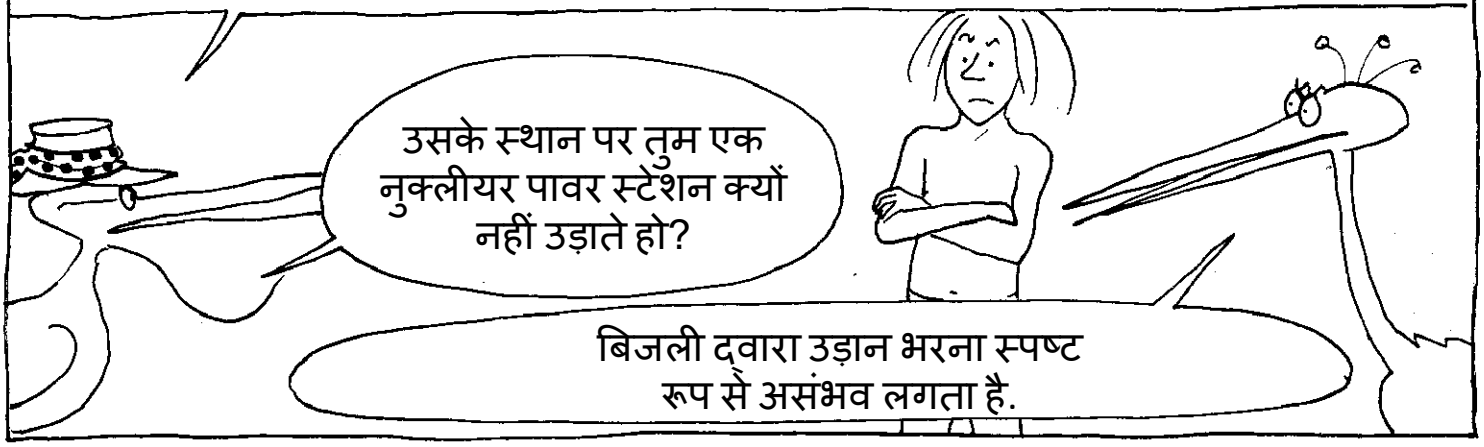
गर्जन.

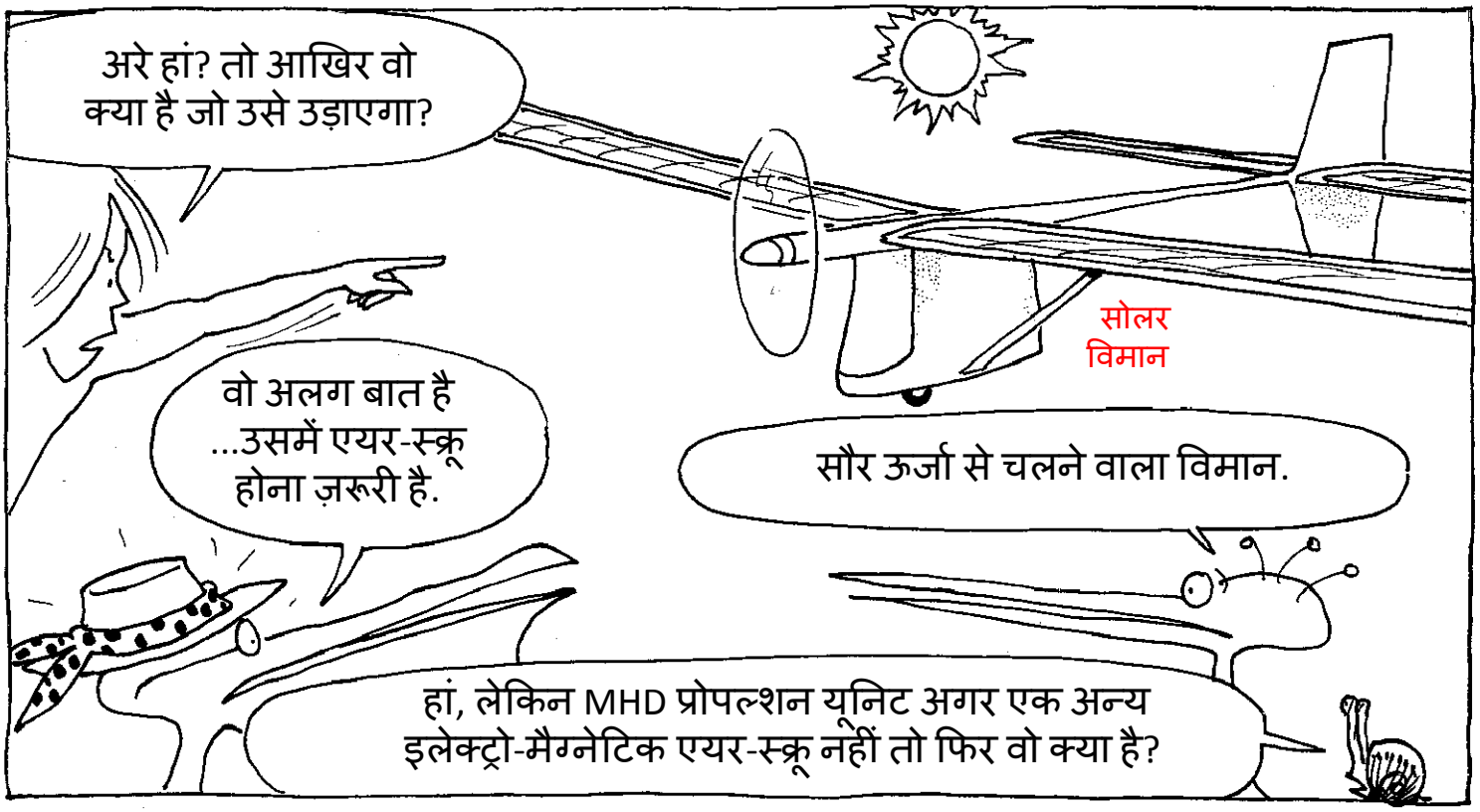
गर्जन?

मैं आशा करती हूँ तुम्हें वहां एक बड़ा धमाका मिलेगा!

(*) एक साधारण चुंबक की अपेक्षा लगभग 100 गुना अधिक.

क्या आपको कोई अंदाज़ है कि वो कितना जटिल होगा? उसमें सुपर-कंडक्टर्स को ठंडा करने के लिए एक कूलिंग सिस्टम चाहिए होगा, और एक शक्तिशाली जनरेटर जो सैकड़ों मेगावाट बिजली पैदा कर सके. ज़रा उसके भारी वजन की कल्पना करें!



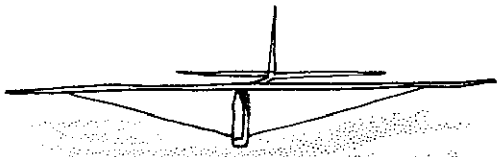


उड़ान के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है. इससे कोई फर्क नहीं पड़ता कि वो ऊर्जा - रासायनिक या विद्युत है पर वो पर्याप्त मात्रा में होनी चाहिए.

जब आप उड़ान के मूल सिद्धांतों को देखें तो उसमें एक निश्चित स्पीड के लिए शक्ति (पावर) और भार का अनुपात महत्वपूर्ण होता है.

40 km/h

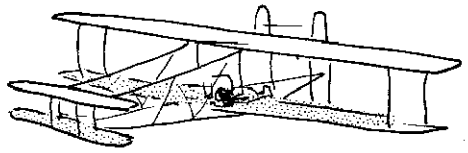
मनुष्य-चलित या बिजली चलित विमान



10 10-वाट प्रति किलोग्राम

60 km/h

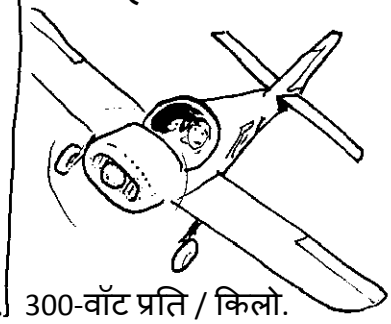
राइट बंधुओं का बाई-प्लेन



100 100-वॉट प्रति किलोग्राम

250 km/h

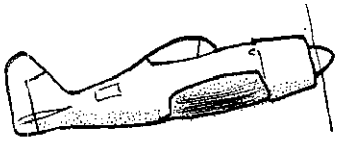
हल्के विमान



300 300-वॉट प्रति / किलो.

700 km/h

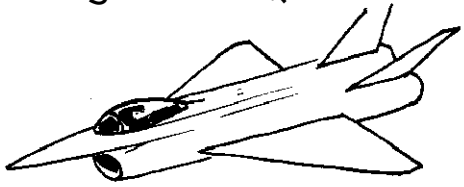
द्वितीय महायुद्ध के लड़ाकू विमान.



800 800-वॉट प्रति किलोग्राम

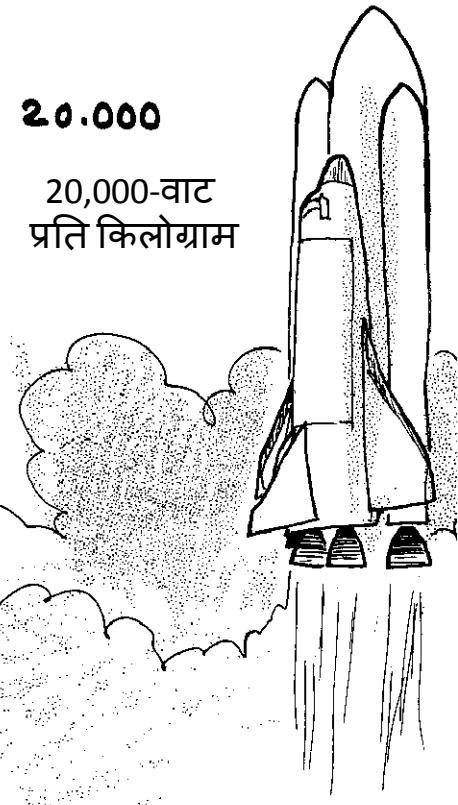
2700 km/h

अगले महायुद्ध (अंतिम महायुद्ध) के लड़ाकू विमान.



5000 5000-वॉट प्रति किलोग्राम

20.000 20,000-वाट प्रति किलोग्राम



अंतरिक्ष शटल!

ज़रा एक मिनट रुको. क्या न्यूक्लियर पावर स्टेशन एक किलोवाट प्रति किलोग्राम के हिसाब से विद्युत् ऊर्जा का उत्पादन नहीं करता है? तुम्हारे तर्क के अनुसार तो उसे खुद अपने आप उड़ जाना चाहिए था!

सौ मेगावाट बिजली के लिए दस टन - यह बिल्कुल असंभव है!

अच्छा? सोफी?

तुमने उलझन में डाल दिया हिगिंस! मुझे अंत में यह लगता है कि स्वतंत्र तरल सतह पर प्रवाह वाला तुम्हारा जो आईडिया था उसे तुम्हें गैस पर भी लागू करना चाहिए. इंटरेक्शन मापदंड का प्रभाव MHD की दक्षता या एफिशिएंसी पर भी पड़ेगा. मुझे कहीं कुछ गड़बड़ लग रही है - पर समझ नहीं आ रहा है वो क्या है?

अच्छा?

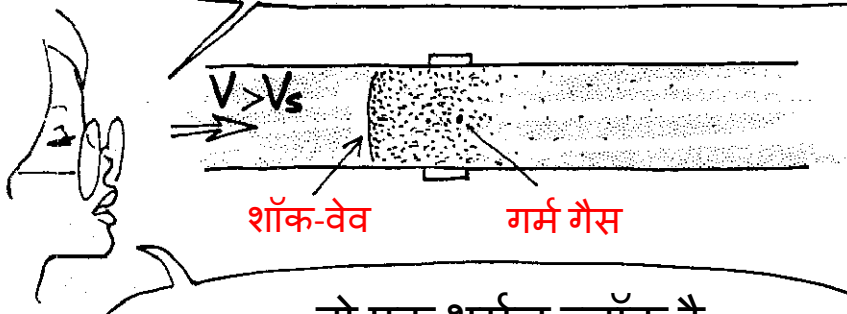
43 पृष्ठ पर दिए प्रयोग में, ऊर्जा के बहुत शक्तिशाली उत्पादन से एक रूकावट पैदा हुई थी.

$V > V_s$

तापीय रूकावट (THERMAL BLOCKAGE)

क्या यह संभव है कि गैस के साथ उसी प्रकार की समान घटना MHD कार्रवाई को रोक सके?

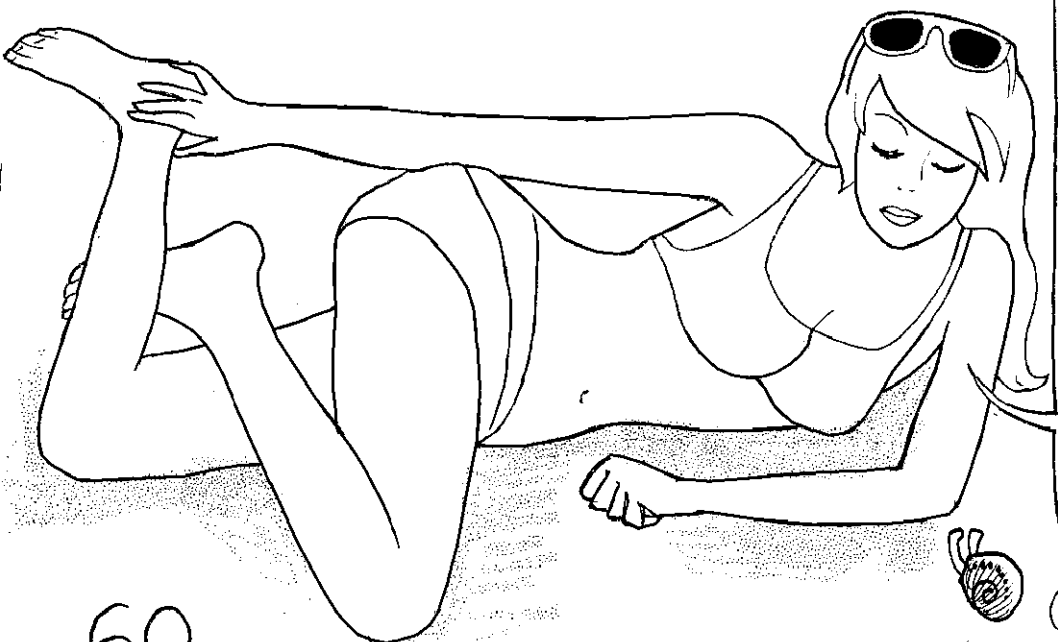
वास्तव में, आप गैस के सुपरसोनिक प्रवाह को ऊष्मा (जियूल प्रभाव) के माध्यम से ब्लॉक कर सकते हैं. एक विशुद्ध विद्युत डिस्चार्ज में (जिसमें कोई चुंबकीय क्षेत्र न हो) में गर्म गैस का बुलबुला एक ट्रैफिक जाम की तरह व्यवहार करता है, और तब शॉक-वेव बनती है.



वो एक थर्मल ब्लॉक है.

फिर आर्ची का प्रयोग ज़रूर असफल होगा?

यह इतना स्पष्ट नहीं है. वो सब हवा की विद्युत वाहक क्षमता (और उसे प्रभावित करने के विभिन्न तरीकों) पर निर्भर करता है. यदि वो ऊंची (*) होगी तो गर्मी का उत्पादन मध्यम स्तर का रहेगा, और तब उसमें कोई रुकावट नहीं होगी.



(*) देखें परिशिष्ट E (पृष्ठ 71).

ज़रा, आर्ची को देखो ...
फिर से सो गया ?
कितने आश्चर्य की बात है...
आप उस सबके बारे में क्या सोचते हैं?
यह MHD ऐरो-डाइन प्रौद्योगिकी शायद नए युग की टेक्नोलॉजी है जो अगली शताब्दी में संभव हो. लोग इस बात पर सवाल उठा सकते हैं कि क्या वो वाकई में करने योग्य है?
लेकिन बुनियादी विज्ञान के विकास के लिए वो महत्वपूर्ण हो सकती है?
विज्ञान के लिए ज़रूर है ....
भगवान ... क्या दिन था आज!
सो जाओ, मेरे प्यारे मित्र!

आर्चीबाल्ड का सपना (ARCHIBALD'S DREAM)

आपका ऐरो-डायन इतना चपटा क्यों है?

मैं ऊपर डी-कम्प्रेशन और नीचे कम्प्रेशन बनाऊंगा और यह आकार उसका उपयोग करने के लिए बेहतर होगा.

सबसे पहले ज़रा मैग्नेटिक फील्ड को देखें. सुपरकंडक्टिंग वायर (तार) का उपयोग करके, मैं करंट को वैकल्पिक दिशाओं में बहा सकता हूं.

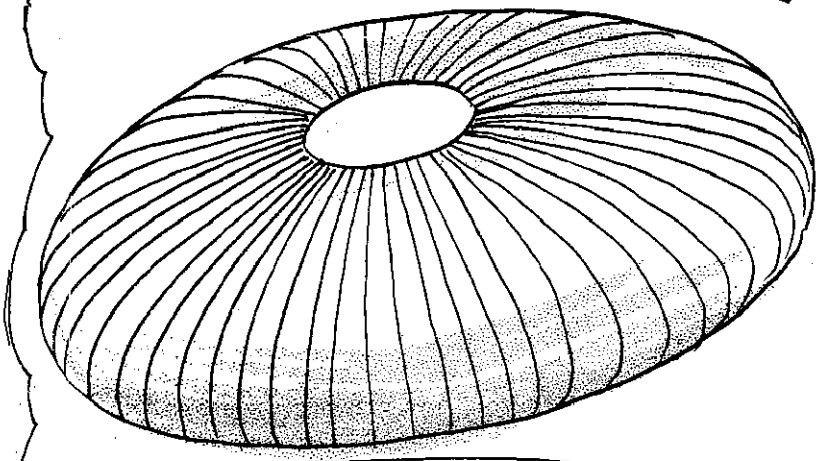
इन समानांतर तारों में, करंट एक से दूसरे में उलट जाता है.

तरल हीलियम, तारों को बहुत कम तापमान तक ठंडा करेगी. और वेक्टर्स ड्राइंग के लंबवत होंगे और पाठक की ओर इशारा करेंगे पर पाठक से दूर.

आपको एक चुंबकीय क्षेत्र मिलेगा जो हर d मिलीमीटर दूरी पर खुद को उलटेगा.

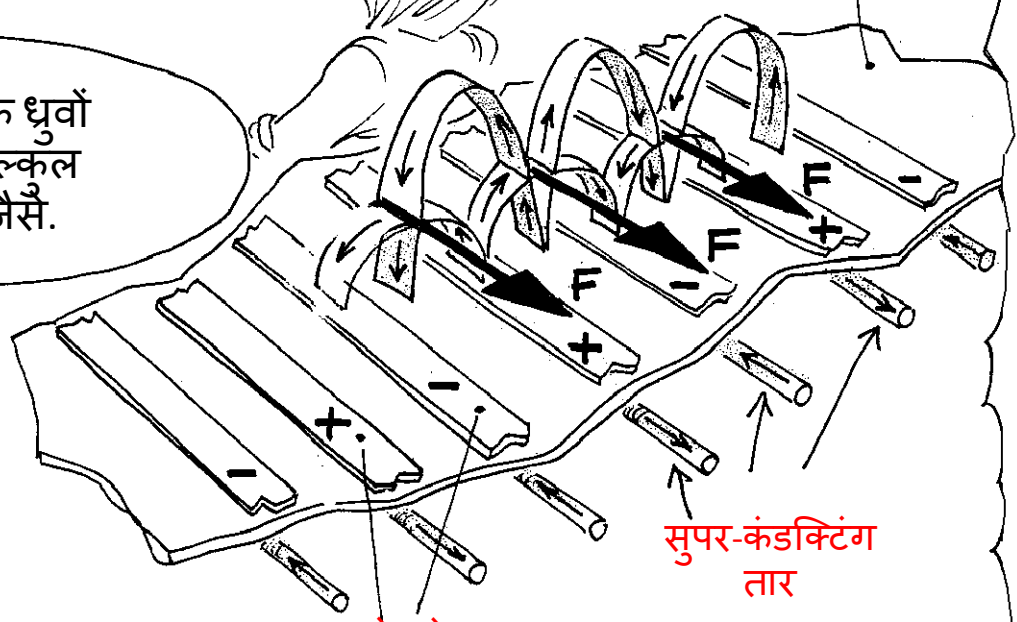
तार, वाहन के मेरिडियन के साथ-साथ चलेंगे.

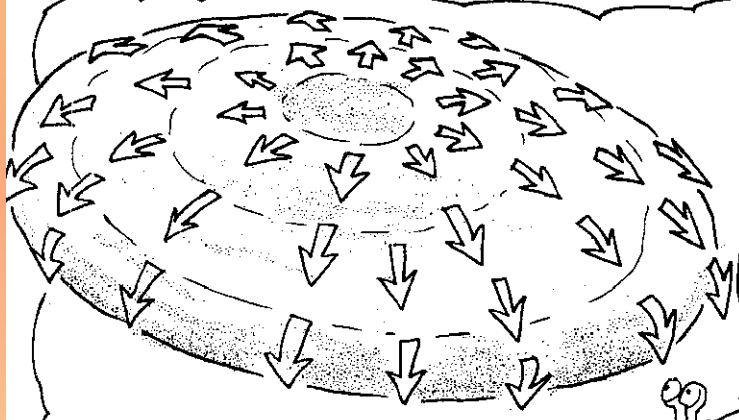
और मैं उन्हें पतली सिरेमिक टाइलों से कवर करूंगा.



मैं टाइलों के ऊपर इलेक्ट्रोड लगाऊंगा जो भी मेरिडियन की सीध में होंगे.

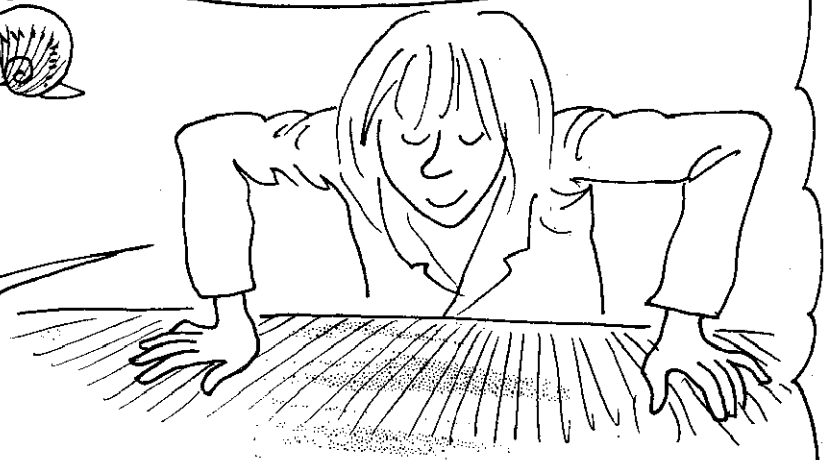
और फिर आप इलेक्ट्रोड के ध्रुवों में अदला-बदली करें - बिल्कुल पारिएटल एक्सेलरेटर जैसे.





इससे उपकरण के चारों ओर इस प्रकार के बल का निर्माण होगा.

मैं तारों और इलेक्ट्रोडों को एक-साथ, बहुत करीब रख सकता हूं, जिसके कई फायदे होंगे.

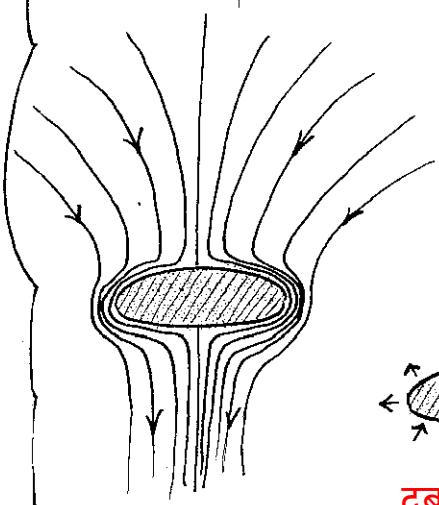


सबसे पहले, वो इलेक्ट्रोड पर लगने वाले वोल्टेज को नीचे रखता है.

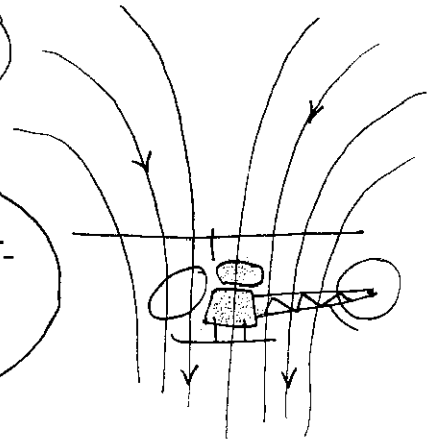
दूसरा, वो उस आयतन को कम करता है जिसमें चुंबकीय क्षेत्र बनता है. व्यावहारिक रूप से, वो मशीन की सतह का क्षेत्रफल और तारों के बीच रिक्त स्थान का गुणनफल होता है.

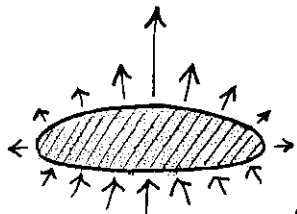
तीसरा, कार्यवाही एक पतली परत में होती है, जो आयनीकरण के बल को केंद्रित करती है.

और उससे गैसीय प्रवाह होता है.



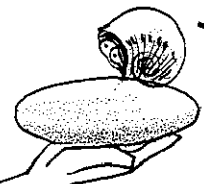
वो एक तरह के विद्युत-चुम्बकीय हेलीकाप्टर जैसे होता है.





दबाव वितरण

अब बस पर्याप्त आयनीकरण पैदा करना बचा है, अर्थात, गैस की परत में पर्याप्त मुक्त इलेक्ट्रॉन.

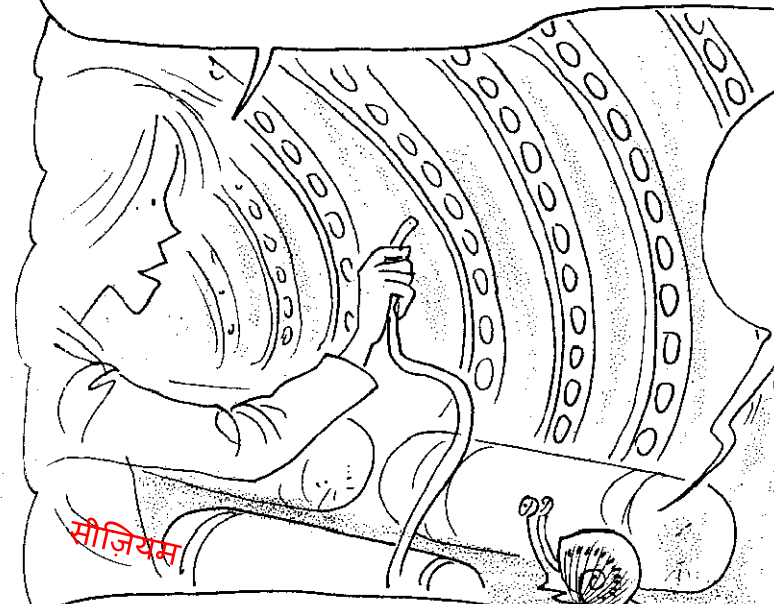


यदि आप इलेक्ट्रोडस को एक मिलीमीटर दूरी पर रखते हैं और एक हजार वोल्ट लगाते हैं, तो वो परमाणुओं में से इलेक्ट्रॉनस छीनने के लिए पर्याप्त होगा, और फिर उन मुक्त इलेक्ट्रॉन्स से करंट बहने लगेगा.

आयनीकरण की समस्या

(THE IONIZATION PROBLEM)

हवा का घटक जो मुक्त इलेक्ट्रॉन प्रदान करता है वो ऑक्सीजन या नाइट्रोजन नहीं वो नाइट्रस ऑक्साइड (NO) है. लेकिन उसका सरलतम उपाय है हवा को एक ऐसे पदार्थ से समृद्ध करना जिसमें बहुत सारे मुक्त इलेक्ट्रॉन बाहर फेंकने की क्षमता हो जैसे सीज़ियम या सोडियम.



तो हम सिरेमिक कवर में छेदों के माध्यम से डालते हैं, और उड़ान के दौरान कम मात्रा में सीज़ियम वाष्प का उत्सर्जन करते हैं.

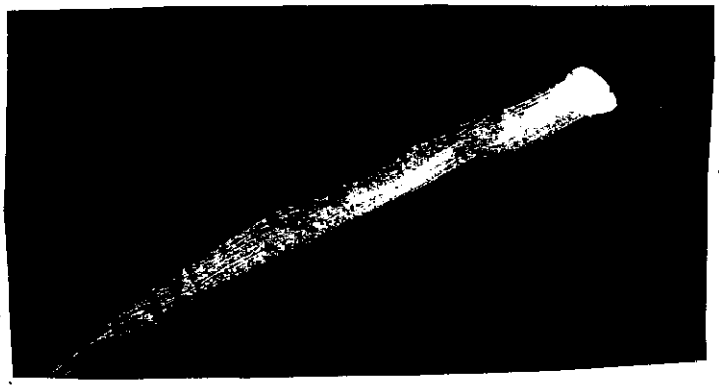
फिर आर्ची को एक ऐसा जनरेटर मिला जो आसपास की हवा में एक बहुत उच्च आवृत्ति का अल्टेरनेटिंग विद्युत क्षेत्र (तीन हजार मेगाहर्ट्ज़) का उत्पादन कर सकता था.

मशीन के आसपास हवा की परत में ये माइक्रोवेव तेजी से अवशोषित होते हैं और वे मुक्त इलेक्ट्रॉनों का भी उत्पादन करते हैं.

प्लाज्मा की परत
गैस के एक अणु का पथ
आयनीकरण
डी-आयनीकरण के साथ-साथ प्रकाश उत्सर्जन
ठीक है, मुझे लगता है कि यह बहुत है. एक आंतरिक टेलीविज़न सर्किट, जो सतह पर वितरित माइक्रो-कैमरों का उपयोग करके, बाहर के अच्छे दृश्य दिखाएगा.
चलो अब दस तक की गिनती गिनो ...
यह क्या उपकरण है?
आयनीकरण!
वो चमकदार है ... लाल रंग का ....
ज़रा उनको देखो!! लेनी और उसके दोस्तों को, वहाँ पर ...
उन्हें माइक्रोवेव के लिए बाहर देखना चाहिए!
हम जितनी जल्दी बाहर निकलें उतना ही अच्छा होगा!
लैंडिंग-गियर उठाओ

बाप रे!... यह तो हेलिकॉप्टर की तरह उड़ता है.
!?
सोफी!
सिवाय इसके कि रोटर ब्लेड के कोण को बदलने के बजाय, आप करंट को बदलते हैं.
इन दोनों को देखो! उनको क्या हुआ? लगता है जैसे उन्होंने किसी राक्षस को देखा हो.
बड़ा अजीब माहौल है. वे पूरी तरह से मदहोश हैं ...

MHD ऐरो-डायन अपने रास्ते पर अग्रसर है, और सीज़ियम वाष्प के उज्ज्वल निशान अपने पीछे छोड़ रहा है.



अंगारों का ढेर!

शक्ति बढ़ाने पर मशीन एक शूटिंग स्टार जैसे आगे बढ़ती है ...

वाह, गज़ब! हम ध्वनि की स्पीड से कम-से-कम चार गुना अधिक तेजी से जा रहे हैं!

अरे, आर्ची ... चूंकि हम गैस के प्रवाह को पूरी तरह से नियंत्रित कर रहे हैं, इसलिए हम बिना किसी अशांति (टर्बुलेन्स) या शॉकवेव के उड़ रहे हैं. क्यों है न?

बिल्कुल सही.

और... कोई शोर नहीं है.

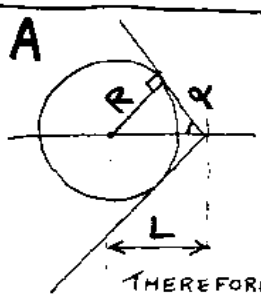
सबसे पहले हमने ध्वनि का अवरोध... फिर ऊष्मा का अवरोध... मुझे लग रहा है कि अब हमने तोड़ा है ...

समाप्त

वैज्ञानिक परिशिष्ट

SCIENTIFIC APPENDIXES

A



DURING A TIME t, AN EMITTED WAVE PROPAGATES RADIALLY TO A DISTANCE $R = V_s t$, WHILE THE OBJECT MOVES $L = Vt$.

THEREFORE $\frac{V}{V_s} = \frac{L}{R}$ $\sin\alpha = \frac{V_s}{V} = \frac{R}{L}$

B

IT IS POSSIBLE TO ACT ON THE WAVE SYSTEM IF THE ENERGY RECEIVED BY THE VOLUME ELEMENT **JBL** (WORK DONE BY THE LAPLACE FORCE ALONG THE INTERACTION LENGTH) IS GREATER THAN THE KINETIC ENERGY $\frac{1}{2}\rho V^2$. IN SALT WATER ELECTROLYSIS LIMITS J TO 1 A/CM² (10^4 A/M²). SUPPOSE V = 8 CM/SEC.

ASSUME THE CYLINDER GOES 8MM (8×10^{-3} M), WITH AN INTERACTION LENGTH EQUAL TO THE SIZE OF THE ELECTRODE: 2×10^{-3} M; AND $\rho = 10^3$ KG/M³. IF B = 1 TESLA (10,000 GAUSS) THE INTERACTION PARAMETER IS $S = \frac{2JBL}{V^2} = 10$. THE BOW WAVE IS ANNIHILATED....

C

THE BOAT HAS A THRUST OF 1 GRAM. OR 10^{-3} KG OR 10^{-2} NEWTONS. IT TRAVELS AT 0.1 M/SEC, CORRESPONDING TO A POWER OF 10^{-3} WATTS. THE GENERATOR SUPPLIES 25 VOLTS, 20 AMPERES, THAT IS, 500 WATTS. THE EFFICIENCY IS THUS $\eta = \frac{10^{-3}}{500} = 2 \times 10^{-6}$. FLUID PASSES THROUGH THE ACCELERATOR IN TIME t. SO THE PROPULSIVE POWER IS $\frac{JBL}{t}$. BUT $\frac{L}{t}$ IS THE SPEED V. MOREOVER, THE POWER DISSIPATED BY THE JOULE EFFECT IS J^2/σ, WHERE σ IS THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY. SO THE EFFICIENCY IS $\eta = \frac{JBV}{JBV + J^2/\sigma}$

WITH σ = 10 MHOS/M
B = 25 TESLAS
V = 20 M/SEC
$J = 10^4$ A/M²

WE GET $\eta = 0.33$

THE EFFICIENCY INCREASES WITH V.

D

THE EXCESS PRESSURE AT THE STATIONARY POINT WILL BE, IN ALL, $\frac{1}{2}\rho V^2$, WHERE ρ IS THE DENSITY OF THE AIR (1.3 KG/M³) AND V IS THE SPEED OF THE OBJECT. FOR A FRONTAL AREA OF 1 M², THE POWER P LOST IN THE WAVE TRAIN WILL BE $\frac{1}{2}\rho V^3$.

IF V = 600 M/S P = 200 MW
IF V = 1500 M/S P = 2000 MW

E

THE POWER ASSOCIATED WITH MHD ACCELERATION IS JBV. WITH $J = 10^4$ A/M², B = 4 TESLAS, V = 1000 M/SEC, WE HAVE JBV = 40 MW/M³. IF THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF THE AIR (AWAY FROM EQUILIBRIUM) REACHES 10 MHOS/M, THAT OF SALT WATER, THEN THE HEAT J^2/σ PRODUCED BY THE JOULE EFFECT, CORRESPONDS TO A POWER OF 10 MW/M³. IT'S ATTAINABLE. IT WOULD BE BEST TO WORK WITH B LARGE (20 TESLAS) AND TO INCREASE ARTIFICIALLY THE CONDUCTIVITY σ (BY EMITTING ALKALI THROUGH A POROUS WALL OR VIA THE ACTION OF MICROWAVES).