

Le domande sceme a volte hanno risposte per niente ovvie o banali

## perché se rovescio un bicchiere pieno d'acqua, l'acqua cade?

Pubblichiamo il testo integrale dei messaggi della mitica BBS "Sagredo", antenata della attuale Sagredo, mailing list dell'AIF, Associazione Insegnanti di Fisica.

*Quello che segue è il fitto scambio di messaggi, alla fine del 1994, tra un gruppo di fisici e docenti di fisica sparpagliati per l'Italia, dal Nord al Sud, che avevano messo su un Bulletin Board Service. Questa iniziativa era stata presa da Elio Fabri, professore ordinario di Astronomia del dipartimento di Fisica di Pisa e in quel momento era una iniziativa d'avanguardia. Erano tempi eroici. Discutevamo furiosamente di fisica e di didattica e di esperimenti da fare con gli studenti. Nessuno ci pagava per il nostro tempo impiegato, di mattina e di notte, e quindi eravamo felici, le cose che facevamo avevano un senso forte e ne eravamo coscienti. E poi si andava in classe e si lavorava con gli studenti. Crediamo che ci siano almeno due aspetti importanti nel resoconto che segue.*

*Il primo aspetto è che anche le cose più banali a volte richiedono una attenzione e una ricerca non indifferente. Ci sembrano banali perché siamo abituati alla quotidianità, perché ogni giorno vediamo che certe cose avvengono sempre nello stesso modo. E dunque perché farsi domande? Il problema è che senza indagine non c'è sviluppo, non c'è costruzione futura. E la domanda ingenua, la sorpresa (dicono infantile...) di fronte alle cose che succedono apparentemente ovvie è un motore che a volte porta assai lontano e con conseguenze assai inaspettate.*

*Pensate alla domanda: "ma perché il gecko riesce a stare attaccato al soffitto senza cascarci in testa? Perché chiederselo? Sta attaccato e basta, è successo sempre così e sempre succederà. Invece se uno indaga poi magari costruisce cose artificiali chiamate velcro e cose simili (il ramarro non sta incollato perché ha le zampe collose o munite di ventosa...).*

*Il secondo aspetto è la discussione in se stessa, il metodo usato. Niente di più lontano dal salotto televisivo in cui violenza e sopraffazione, ottusità e presunzione ne sono il fulcro. Qui la gente non discute per sentito dire, per luoghi comuni che si affrontano a spada sguainata. Osservate: molti di fronte a una ipotesi detta in rete vanno ... a fare l'esperimento a casa, mettendo a soqquadro la cucina. E' un misto continuo di teoria, di tentativi di spiegazione di possibili esperimenti di esperimenti concreti fatti che aprono altre idee.*

*E' questo che manca nella scuola di oggi con la perdita completa di fascino della cultura per i giovani, che questo istintivamente vorrebbero. Altro discorso.*

*La redazione de La Natura delle Cose è felice di poter pubblicare il resoconto esatto di quei messaggi (per quanto riguarda il bicchiere capovolto), in tempi di pubblicazione di intercettazioni di ben altro tipo. E se quelle procurano sconforto queste, crediamo, possono dare un filo di speranza.*

*(in base a questa discussione era stato a suo tempo scritto un originale radiofonico per Radio Base di Mantova, lo trovate in "[Perché si può colare la pasta?](http://www.lanaturadellecose.it)", link che porta all'articolo in <http://www.lanaturadellecose.it>)*

*Grazie, Elio, di questa esperienza indimenticabile in cui ci hai coinvolto.*

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 296, 15/12/94 00:55 [914] 3 Figli: Msg# 308..469 Da: MC6097  
Luigi Oliva (Genova)

-----  
Oggetto: Perché Acqua Cade Da Bicch. Da Nino Martino clandestino.

Alla fine dell'anno scolastico scorso (maggio 94?) mi e' stato posto da un insegnante di Fisica (Dassori del LS Cassini di Genova) il seguente quesito: perche', se rovescio un bicchiere pieno d'acqua, l'acqua cade? Il quesito non e' del tutto banale, non so se e' nuovo o se era stato orecchiato da qualche parte, ma per me e M. De Paz risultava nuovo. Attenzione: se io poggio un foglio di carta sul bicchiere pieno fino all'orlo e lo rovescio con delicatezza e poi levo la mano, l'acqua non cade e la carta rimane attaccata. Ohhh di meraviglia degli studenti e noi subito a pavoneggiarci con la pressione atmosferica che tiene su il tutto. E adesso? Per quale motivo l'acqua invece cade? Ve lo propongo per il momento senza dire che cosa ho risposto e poi vediamo. Certo che se fossi stato in Sagredo allora, l'avrei subito immesso.

Saluti acquosi.

Nino.

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 308, 17/12/94 17:26 [1203] Padre: Msg# 296, 2 Figli: Msg# 309,324 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----  
Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch

Prima di tutto replico con un altro problema. Visto che se non c'e' la carta e' piuttosto difficile capovolgere il bicchiere senza mettere in movimento l'acqua: trovare una procedura sperimentalmente realizzabile il cui esito finale consista in un bicchiere fermo capovolto con l'acqua dentro, anch'essa ferma, con la superficie libera orizzontale. (Poi non restera' ferma, ma occorre che lo sia a un certo istante.) La soluzione che ho in mente io e' assai istruttiva in materia di riferimenti non inerziali. Supposto di avere il bicchiere nello stato descritto sopra (capovolto, con acqua ferma e superficie orizzontale) mi sembra che il resto sia semplice: una qualsiasi perturbazione che alteri la forma della superficie libera dell'acqua ha per effetto di abbassare il centro di massa, e quindi di fornire all'acqua energia cinetica. Di conseguenza la perturbazione si esalta, ecc. Insomma sto affermando (e dimostrando, spero) che la configurazione e' \*instabile\*. Altri problemi: perche' la carta la rende stabile? Si potrebbe renderla stabile in altro modo? Per es. sostituendo all'acqua un liquido con tensione superficiale maggiore?

Saluti capovolti

Elio

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 309, 17/12/94 23:32 [3768] Padre: Msg# 308, 2 Figli: Msg# 310,311 Da: MC5940 Silvia Jona (Ivrea)

-----  
Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch

Cari amici, Sono stata impegnatissima negli ultimi giorni a scrivere lettere varie a vari enti per la Conferenza GIREP che si svolgerà a Udine il prossimo agosto. Perciò mi è stato impossibile partecipare alle vostre discussioni, per quanto mi sarebbe piaciuto farlo! Stasera mi sono finalmente letta con calma la "posta" di alcuni giorni e mi sono piaciuti molto gli interventi di Nino clandestino, di Gigi e di Mario che hanno spiegato la natura della rivista "Il Gioco" ed hanno dato, mi pare, un robusto (e pazienza se parzialmente clandestino) contributo! Di fronte a tanti stimoli, mi limito per ora a dire qualcosa a proposito dell'acqua nel bicchiere capovolto. Appena letta la risposta di Elio, sono andata nel laboratorio che ho più disponibile (la cucina) per riprovare l'esperimento con più attenzione. E mentre tiravo l'acqua dal rubinetto mi sono chiesta che differenza c'è tra un rubinetto chiuso (e rivolto in giù) e un bicchiere pieno d'acqua capovolto.

- 1) Se metto un dito nell'apertura del rubinetto chiuso sento che l'acqua è lì che affiora da sopra la griglia rompi getto. La pressione atmosferica aiuta a tenere su l'acqua, ma non c'è solo lei. La tensione superficiale (grazie Elio!, msg #308) ha buon gioco con dei fori così piccoli.
- 2) Un'idea ne chiama un'altra. Che cosa tiene su l'acqua in un contagocce rovesciato?
- 3) Si direbbe proprio che l'acqua starebbe su senza bisogno della carta, se l'imboccatura del recipiente rovesciato fosse sufficientemente piccola. Il bicchiere è troppo largo perché la tensione superficiale ce la faccia da sola: occorre aggiungere una pellicola solida (la carta). Perché la pressione atmosferica non tiene su l'acqua comunque? Mettiamoci nei panni di una molecola d'acqua che sta vicina alla superficie di separazione tra il liquido e l'aria. Come si manifesta per lei la pressione atmosferica? Come una sequenza discontinua di urti di altre molecole. Che fa la nostra molecola tra un urto e l'altro? La forza di gravità la tira giù; la forza di coesione delle altre molecole d'acqua non basta a tenerla su... ecc. Il problema di Gigi Oliva (Forza necessaria per aprire la bottiglia): immagino che tu ti riferisca a quei tappi a vite che sono sigillati da un anello attaccato al tappo da una serie di piccoli connettori di plastica. Quando sviti il tappo l'anello, il cui diametro è minore di quello della filettatura, resta giù e la trazione sui connettori li tira fino a romperli. Allora: qual è la forza che vuoi trovare? La forza di trazione necessaria per separare i due pezzi del tappo o la forza (la coppia di forze) che tua moglie e i tuoi figli non riescono ad esercitare per svitarlo? Nel primo caso mi pare che si debba per forza ricorrere a una prova distruttiva per recuperare un tappo ancora collegato all'anello e tirarlo fin che si rompe. Poi si può ragionare sull'inclinazione del passo della vite per trovare quanta della forza esercitata per svitare e` serve per staccare i due pezzi. Ma mi pare che in questo problema c'è anche da considerare l'attrito tra vite e madrevite (il collo della bottiglia), che non e` affatto trascurabile. Avendo tanto ragionato d'acqua, in bicchiere o in bottiglia,

vi mando un saluto assetato,  
Silvia

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 310, 18/12/94 11:23 [1112] Padre: Msg# 309 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----  
Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch

Sempre sul bicchiere: notate che anche la carta non basta se la bocca del recipiente e' troppo grande. Non ho fatto la prova, ma credo che succeda gia' con una tazza da caffelatte. (Se io provo ad andare in cucina per sperimentare, incontro una certa ostilita' da parte di mia moglie, che pure non si considera certo "donna di casa" :-| ). E se nel bicchiere c'e' un po' d'aria? (Questo e' il caso del contagocce). La pressione agisce anche dal di sopra, eppure nel contagocce l'acqua non cade lo stesso. Che succede con un bicchiere? Il foglio di carta "regge" ancora l'acqua se il bicchiere e' mezzo pieno? (O mezzo vuoto, a seconda ...) Se e' "quasi" pieno? Aggiungo un commento per Silvia, che non c'entra niente, ma non giustifica un messaggio a parte. Vedo che tu usi un editor che produce un'elegante impaginazione. Pero' il risultato sono 5 blank all'inizio di ogni riga di 65 caratteri, con spreco del 7.6% per tutti quelli che leggono. Per di piu' nel #309 c'erano pure 6 righe bianche, suppongo per fine pagina. Scusa l'inguaribile pignoleria :).

Saluti da cucina

Elio

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 319, 19/12/94 00:30 [2814] Padre: Msg# 296, Figlio: Msg# 321 Da: MC6097 Luigi Oliva (Genova)

-----

Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch Da Nino

Eh,eh. Sono soddisfatto per aver dato una spiegazione all'infernale Dassori del tipo di EF o di JP (la solitudine e' bella ma se si e' di piu' e' meglio, da "scampoli posticci di filosofia", anonimo del xx secolo). La spiegazione che io avevo dato era: Primo: non e' possibile trovare un modo per mettermi nelle condizioni iniziali di acqua ... cheta con il bicchiere rovesciato. Se io sperimentalmente cerco di rovesciare il bicchiere, o metto un foglio che poi levo o cose similari, imprimo comunque un moto all'acqua, una turbolenza all'acqua e ... l'acqua cade. Ma EF dice che ha studiato un apparato sperimentale per fare cio'. Grug! Sto scrivendo furiosamente tra una spesa natalizia ed un'altra (da che si vede che e' in circolazione un virus peggiore di quello che mi ha costretto a casa nei giorni scorsi, il virus Sagredo, che produce tremendi effetti assuefativi e che ingrassa la SIP) e allora mi prendo un poco di tempo per immaginare un apparato sperimentale per andare nella situazione di equilibrio iniziale. Secondo: se anche lo stato inizialmente fosse di equilibrio, basterebbe un niente per alterare in modo irreversibile la situazione, una bolla d'aria si infila e da quel momento il gioco e' fatto. La situazione e' precaria per via dell'agitazione termica delle molecole d'acqua e di aria, che localmente producono stati di turbolenza. Terzo: nei capillari l'acqua resta su per un problema di tensione superficiale. Vi ho riportato in sintesi le cose che avevo detto allora. Ma, ovviamente il dibattito (per il momento a tre), e' piu' ricco. L'apparato sperimentale ideato da EF e' una sfida da un teorico (sic!) ad uno sperimentale (sic!) e come ho detto adesso ci penso su'. Poi la definizione di equilibrio instabile. Poi la spiegazione a livello molecolare di JP. Il ruolo del foglio di carta e' quello di uniformare in qualche modo, di fare per es. una media degli urti molecolari distribuita su tutta una superficie. Tanto e' vero che se io perturbo troppo il foglio di carta dall'esterno (ci do' uno smastrussone (neologismo!)) ... splash! E mio figlio Dario (sei anni) si sganascia dalle risa perche' il papa' si e' bagnato. E' vero, non avevo pensato che un eventuale sostituto possa essere un liquido a tensione superficiale piu' elevata. La tensione superficiale dovrebbe essere pi' elevata mano a mano che crescono le dimensioni del foro di uscita dell'acqua. Ma

che liquido? Mercurio? Facendo attenzione all'altezza della colonna? Non mi viene in mente niente. Adesso la pianto li' perche' la famiglia preme per le spese natalizie. A presto sul test di Prometeo e sui tappi di bottiglia. E quando sapro' usare l'off-line sarò più preciso nei rimandi (a proposito voi usate un qualche tipo di off-line? Quale?)

Saluti sagredofebbrosti  
Nino

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 321, 19/12/94 22:28 [1976] Padre: Msg# 319 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----

Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch

Ho fatto un primo grossolano conto sull'effetto della tensione superficiale. Il calcolo piu' accurato ve lo racconterò se mi riesce di farlo :). Consideriamo la superficie orizzontale del liquido: voglio vedere se l'equilibrio e' stabile per effetto di una piccola deformazione. La deformazione dovra' ovviamente conservare il volume, per cui consistera' di un rigonfiamento e di un avvallamento, che per semplicita' suppongo uguali e di forma conica (qui sta la rozzezza del conto). Sia a il raggio di base e b l'altezza del cono. Il volume e'  $(\pi/3) a^2 b$ , e il c.d.m. sta a  $1/4$  dell'altezza: ne segue che una massa pari a  $(\pi/3) a^2 b$  ( $\rho$ ) si e' abbassata di  $b/2$ , diminuendo la sua e.pot. di  $(\pi/6) a^2 b^2$  ( $\rho$ ) g. Allo stesso tempo, l'area della superficie e' aumentata: infatti la base del cono (area  $(\pi) a^2$ ) e' sostituita dalla superficie laterale, che vale  $(\pi) a^2 + (\pi/2) b^2$  + termini di ordine superiore in  $b^2$ . Dunque l'area e' aumentata di  $(\pi) b^2$  (ci sono due coni) e l'energia della tensione superficiale di  $(\pi) b^2$  ( $\tau$ ). La condizione di stabilita' e' che la deformazione richieda in totale un aumento di energia: questo accade se  $a < \sqrt{6(\tau)/(\rho)g}$ . Mettiamo i numeri: per l'acqua a  $20^\circ\text{C}$  ( $\tau$ ) =  $7.3\text{E-}2$  N/m, da cui  $a < 6.7$  mm. Per avere i due coni, il diametro D del tubo deve essere almeno 4 volte maggiore, e si ha quindi stabilita' a se  $D < 27$  mm. Il risultato mi sembra ragionevole, ma un po' abbondante, forse per un fattore 2: forse potrei anche spiegare perche' viene abbondante, ma non mi sembra serio cercare una spiegazione a posteriori. Del resto, non sono sicuro di quale puo' essere il dato sperimentale: chi vuol fare l'esperimento? Ho idea che Mario sarebbe in grado di farlo in un batter d'occhio! Quanto al marchingegno per capovolgere il bicchiere, lascio che Nino ci pensi ancora un po' :->.

Saluti superficiali  
Elio

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 324, 19/12/94 23:31 [1018] Padre: Msg# 308, Figlio: Msg# 326 Da: MC5941 Maria Carla Maccario (Pordenone)

-----

Oggetto: Perché Acqua Cade Da Bicchie

Mi accingevo a lavare i piatti (non ho la lavastoviglie, ma un marito collaboratore), quando mi e' venuto in mente il problema del bicchiere rovesciato e l'ho provato. In effetti l'acqua cade, proprio perche' non si riesce a mantene- re la superficie del liquido perfettamente orizzontale. Silvia mi suggerisce di

facilitare l'azione di baluardo della tensione superficiale, così da impedire l'accerchiamento della povera molecola d'acqua, con un contenitore ad imboccatura stretta; ma stretta quanto? Ho provato con una bottiglietta ad imboccatura di un cm circa, ma niente da fare; a questo punto E.F. avrebbe preso carta e matita e avrebbe calcolato al milionesimo di milionesimo di ....millimetro la sezione dell'imboccatura atta allo scopo, io .....invece ho messo sull'imboccatura una tela abbastanza rada e la cosa ha empiricamente funzionato: l'acqua non cade! Saluti empirici

Mariacarla

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 326, 20/12/94 18:58 [358] Padre: Msg# 324, Figlio: Msg# 337 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----

Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch

Ho fatto il conto per bene: il diametro critico mi risulta 11 mm. Sono dolente di non saperlo fare MC> al milionesimo di milionesimo di ....millimetro ma a questo punto urge un esperimento controllato! Per il mercurio viene solo 7 mm. La ragione è che (tau) è 6 volte maggiore, ma (rho) oltre 13 volte. Saluti tubolari

Elio

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 334, 21/12/94 21:49 [3741] Figlio: Msg# 338 Da: MC5940 Silvia Jona (Ivrea)

-----

Oggetto: Acqua Cade Da Bicchiere

Ancora su acqua e bicchiere. Che succede se il bicchiere è mezzo vuoto, chiede EF. Mi permetto di tradurvi un pezzo da un libro delizioso, che vorrei vi faceste regalare per Natale... beh, per l'Epifania, se i fondi destinati ai regali non saranno stati tutti spesi: ha l'unico difetto di essere scritto in inglese. Il libro è: Colin Siddons, Experiments in Physics, Ed. Basil Blackwell, 1988, ISBN 0-631-90069-1.

*"Le istruzioni per l'esperimento del barattolo-e-cartoncino insistono che il barattolo dev'essere pieno fino all'orlo. Tuttavia il cartoncino resta al suo posto anche se il barattolo è pieno a 3/4, a metà o a 1/4. Forse le istruzioni vogliono solo evitare di dover dare spiegazioni complicate. Quando il barattolo è pieno .....l'atmosfera spinge in su e solo un piccolo strato d'acqua spinge in giù. Il cartoncino è tenuto al suo posto dalla maggiore entità della pressione atmosferica. Quando il barattolo non è pieno ..... qual è il contributo dell'aria intrappolata nel barattolo? La risposta potrebbe essere ovvia per un fisico ma non è facile dimostrarla utilizzando un recipiente piccolo. Quando si rovescia il barattolo, un angolo del cartoncino si apre lasciando uscire un po' d'acqua. L'aria contenuta nel barattolo si espande, la sua pressione decresce, il cartoncino torna a chiudersi. La perdita d'acqua è piccola e difficile da misurare accuratamente. Ho provato con un barattolo*

*da 300 cm<sup>3</sup>: la perdita era circa 1 cm<sup>3</sup>... I calcoli dicono che la perdita d'acqua è proporzionale al quadrato del volume dell'aria intrappolata. Non avendo altro a disposizione, utilizzai una bottiglia da vino da 1 l.*

*Feci un foro sottile in un tappo di plastica con cui "tappai" la bottiglia riempita a metà.*

*Quando la rovesciai l'acqua uscì:*

*prima a getto, poi sempre più lentamente. Raccolsi l'acqua uscita e la misurai."*

Seguono i calcoli, che non riporto, fatti nelle ipotesi di espansioni isoterma oppure adiabatica. Dato che la quantità d'acqua è sensibilmente diversa, l'acqua che fuoriesce permette di capire com'è la trasformazione subita dall'aria. Si afferma anche che la massima fuoriuscita d'acqua dovrebbe verificarsi quando la bottiglia è piena a metà. Ancora sulla tensione superficiale: leggo sul mio vecchio ma ancora caro Pancini, Misure ed Apparecchi di Fisica, le descrizioni delle misurazioni di questa grandezza. Si riporta la pressione dovuta alla tensione superficiale in un punto della superficie di un liquido:  $p = (\tau)(1/R + 1/R')$  dove R e R' sono i raggi di curvatura di due sezioni ortogonali alla superficie in quel punto ed ortogonali tra loro. (Questa legge me la sono sempre ricordata grazie a mio padre che era cardiologo: infatti ha a che vedere con lo spessore delle pareti del cuore in funzione della curvatura locale!). Si deduce che la tensione superficiale non può contribuire a tenere su l'acqua nel bicchiere se la sua superficie resta piana, ma contribuisce appena s'incurva (con il che si abbassa il CDM...). Due effetti contrastanti? Ancora sull'osservazione di EF: che wordprocessor uso? Uso WS5, poi trasformo in file testo. Perché aggiunge i 5 caratteri vuoti iniziali su ogni riga? Non lo so!

Saluti contrastati

Silvia

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 337, 22/12/94 15:22 [859] Padre: Msg# 326, Figlio: Msg# 367 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----  
Oggetto: Re:Perché Acqua Cade Da Bicch

Ho fatto un esperimento ... da cucina. Dopo aver tentato con varie bottigliette, senza successo per ragioni che sarebbe lungo spiegare (e con la prevista resistenza di mia moglie :-)), ho deciso che la situazione sperimentale più pulita è quella del rubinetto (senza griglia rompigitto, SJ #309 e senza tela, MC #324). Se il rubinetto non è perfettamente chiuso, si può vedere se si forma piano piano una grossa goccia, che occupa tutta l'apertura, o se le gocce cadono da una sola parte del bordo. Nel primo caso siamo nelle condizioni di stabilità. Risultato: il mio rubinetto ha un diametro interno di 10.5 mm, ed è risultato stabile. In un laboratorio più attrezzato (di chimica) si può ripetere la prova, usando acqua distillata, con tubi di vari diametri e decidere qual è quello critico. Saluti idraulici

Elio

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 338, 22/12/94 15:22 [1830] Padre: Msg# 334 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

Oggetto: Re:Acqua Cade Da Bicchiere

Divertente la citazione di Siddons; per di piu' mi torna :-). Invece non sono d'accordo con quello che dici sulla tensione superficiale. Con tutto il rispetto per Pancini (che per inciso ho conosciuto di persona, non solo in libro), che e' fuori causa, insieme con la formula che citi. Non si tratta dell'ulteriore pressione dovuta alla t.s.: stiamo assumendo che la pressione atmosferica basti a tenere su l'acqua, come infatti fa se c'e' la carta. Il problema e' solo di stabilita': in assenza di carta, come ho gia' spiegato al #308 l'equilibrio (con superficie orizzontale) e' instabile, perche' una deformazione qualsiasi abbassa il c.d.m. e quindi diminuisce l'energia potenziale di gravita'. Se pero' teniamo conto della t.s., la deformazione, comportando un aumento dell'area, porta a un aumento dell'energia associata: se ( $\tau$ ) e' abbastanza grande (o il foro abbastanza piccolo) questo aumento prevale, e l'equilibrio diventa stabile. Nota che la deformazione della superficie non deve modificare il volume: quindi non puo' essere a menisco, ma piu' complicata. Il conto al #321 era elementare, ma grossolano, perche' considerava una deformazione molto particolare; di conseguenza poteva dare solo un limite superiore al diametro critico. Bisogna invece studiare l'effetto di una deformazione \*arbitraria\*: ho dato al #326 il risultato, ma non posso spiegare il procedimento perche' non e' banale (e' un pezzo di fisica matematica dell'800, con tanto di funzioni di Bessel, ecc.) e comunque non potrei scrivere le formule necessarie. Se qualcuno proprio ci tiene a vederlo, provero' a scriverlo in TeX :-|. Al msg precedente ho dato il risultato di un piccolo esperimento. Insomma, su questo argomento ormai possiamo pubblicare un libro :-). E non e' ancora finito!

Saluti col menisco

Elio

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 367, 29/12/94 22:42 [1436] Padre: Msg# 337 Da: MC6099  
Riccardo Govoni (Mantova)

-----  
Oggetto: Re:Perché'Acqua Cade Da Bicch

Ho cercato di dare il mio contributo all'argomento di cui in oggetto, naturalmente in modo sperimentale. Il materiale utilizzato e' consistito in una bottiglia di plastica da 1,5 l con tappo a vite, un calibro ventesimale, un trapano, diverse punte ed un alesatoio. Per iniziare ho praticato un foro da 6,5 mm sul tappo della bottiglia: ovviamente capovolgendo la bottiglia non fuoriusciva nulla (in condizioni stazionarie). Evento curioso: avendo capovolto la bottiglia tenendo il foro tappato con un dito, al momento della liberazione del foro, si aveva una fuoriuscita a zampillo di circa una decina di centimetri cubici di acqua, poi l'arresto stabile. Questo fenomeno si e' ripetuto anche per il seguente foro da 8,0 mm. Esso e' poi cessato, o del tutto trascurabile, con fori di diametri maggiori. Procedendo con forature ed alesature seguenti, sono arrivato ad avere un foro di 12,0 mm e situazione sicuramente stabile! La bottiglia doveva essere praticamente piena, altrimenti alla minima perturbazione (con una bottiglia di plastica sono facili da avere) la situazione si portava rapidamente all'instabilità. Non sono riuscito a procedere per mancanza di mezzi adeguati. La differenza tra il valore calcolato da Fabri, e riferito in # 326, ed il mio e' di 1 mm. Puo' dipendere dall'acqua? La mia era quella del rubinetto.

Saluti forati

Riccardo



=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 409, 06/01/95 07:51 [2747] Figlio: Msg# 414 Da: MC6378  
Antonino Martino (Genova)

-----  
Oggetto: Acqua Che Cade

Dunque a proposito dell'acqua che cade ... Di fronte alla domanda di dassoriana memoria (nel senso che me l'ha rivolta Dassori) ho risposto sostanzialmente giusto ma agitando la clava. La discussione e' andata ben oltre ed e' diventata ricca anche di ... dati sperimentali. La sfida all'ingegno sperimentale credo l'abbia vinta EF. Non sono riuscito ad escogitare alcun apparato non inerziale per mettermi nelle condizioni iniziali di equilibrio. Ma ho molte scusanti: la febbre, l'ospedale, le preoccupazioni ... la famiglia, le feste natalizie, ecc ... A farla breve rilancio la palla a EF e vediamo fuori che cosa tira fuori. L'unico apparato sperimentale, macchinosissimo, che mi e' venuto in mente il seguente: avrete letto in giro (Le Scienze) che si puo' far diventare duro il semolino con olio attraverso una forte differenza di potenziale. L'altro anno ho fatto con i miei studenti un analogo con limatura di ferro, olio di lino, e campi magnetici. Quello con il campo magnetico, anche se spettacolare (gli studenti del biennio sperimentale del liceo scientifico l'avevano fatto a gruppetti per conto loro durante le vacanze di Natale), e' comunque un po' diverso da quello con le forti differenze di potenziale. Allora prendo un bicchiere d'acqua e la faccio magari bella salata (con la tipica patata che galleggia come per fare le olive), magari la salo con un sale diverso, mi serve il piu' alto peso specifico. Poi ci metto sopra uno straterello d'olio con semolino (quanto semolino? Una pappetta, ecco, una pappetta)(va a fondo o galleggia? Non lo so. Bisogna fare un po' di conto o l'esperimento, banalmente). Se il semolino galleggia siamo a posto. Poi via con le forti differenze di potenziale e zacchete il semolino diventa duro (per chi non avesse letto l'articolo sulle scienze diro' che stanno studiando dei freni ad olio di questo tipo). Rovescio il bicchiere e tutto e' fermo. L'apparato e' tale da tenere fermo il bicchiere e da non impartire vibrazioni iniziali. A questo punto si toglie la differenza di potenziale e si vede che cosa succede. Il semolino torna molle e non fa piu' barriera. Si puo' riprendere al rallentatore o altre diavolerie. Al di la' di tutto forse possiamo fare questo ed altri esperimenti collegati a Fisica. Un'altra pensata (forse banale) della Scuola di Genova e' che se un gruppo di insegnanti di SSS facessero un po' di ricerca di base, be', questo non farebbe male ne' a loro, ne' all'insegnamento della fisica nelle SSS. Ultima cosa: il dito sul buco nella bottiglia rovesciata non va tanto bene. Quando levo il dito non posso impedire un trascinarsi dell'acqua che bagnava il dito e che vi aderiva, questo puo' mascherare il fenomeno che osservo.

Saluti ormai inzuppati (speriamo non mi torni la febbre).

Nino

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 414, 06/01/95 23:02 [2121] Padre: Msg# 409, Figlio: Msg# 418 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----  
Oggetto: Re:Acqua Che Cade

Anch'io avevo pensato al semolino che diventa duro e poi ridiventa molle (parole tue, spero senza

riferimenti alla Lega :-) ). Per comodita' del lettore, ripeto il mio quesito (#308):

EF> trovare una procedura sperimentalmente realizzabile il cui esito  
EF> finale consista in un bicchiere fermo capovolto con l'acqua dentro,  
EF> anch'essa ferma, con la superficie libera orizzontale. (Poi non resterà  
EF> ferma, ma occorre che lo sia a un certo istante.)

Ed ecco la mia soluzione: Prendiamo un'asta rigida; a un estremo fissiamo una grossa massa, all'altro il bicchiere, in modo tale che quando l'asta e' orizzontale il bicchiere stia in posizione normale. Imperniamo l'asta a un terzo della lunghezza dalla parte del bicchiere, in modo che sia libera di ruotare in un piano verticale. Teniamo l'asta ferma in posizione orizzontale, e lasciamola andare: trascurando l'attrito, essa fara' mezzo giro prima di fermarsi di nuovo orizzontale, col bicchiere capovolto. A questo punto blocchiamola prima che ricominci a oscillare. Il resto sono conti: nel riferimento ruotante dell'asta, la forza apparente ha due componenti: - quella centrifuga compensa esattamente in ogni istante la componente radiale della gravita'; - la componente tangenziale si somma alla componente tangenziale della gravita', ma la loro risultante e' sempre perpendicolare alla superficie libera dell'acqua, e quindi non disturba. Piu' in dettaglio, la risultante (per unita' di massa) vale  $(3/2)*g*\cos(\alpha)$  se  $\alpha$  e' l'inclinazione dell'asta (da 0 all'inizio a  $\pi$  alla fine). Quindi tutto va come fossimo in un campo gravitazionale del 50% piu' intenso. Quando blocchiamo l'asta alla fine, g torna al valore normale. Obiezioni: a parte l'attrito, la compensazione non e' esatta in tutti i punti dell'acqua. L'effetto puo' essere reso piccolo a piacere ... prendendo l'asta sufficientemente lunga :->. Onestamente, dubito assai che si riuscirebbe a far funzionare una simile trappola. Pero' in linea di principio risolve il problema, ed e' un grazioso esercizio sui rif. non inerziali.

Saluti pendolari

Elio

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 418, 07/01/95 07:31 [497] Padre: Msg# 414 Da: MC6378  
Antonino Martino (Genova)

-----

Oggetto: Re:Acqua Che Cade

Se un uomo e' un uomo, allora e' un uomo. Non ha bisogno di dire che e' un uo- mo. Come quando uno e' votato dal popolo (e non da un complessivo 36%) non ha bisogno di dire che la maggioranza del popolo l'ha votato, perche' e' stato votato dalla maggioranza. Se e' duro e' duro, non c'e' bisogno di dire che e' duro, perche' e' evidente ... Ma, EF, in che cosa mi trascini con le punzecchiature! ... Per il resto, O.K., condivido le perplessita'. Ma e' ingegnoso.

Nino

=====

rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 469, 11/01/95 23:52 [3710] Padre: Msg# 296, Figlio: Msg# 475 Da:  
MC6099 Riccardo Govoni (Mantova)

-----

Oggetto: Re:Perché'Acqua Cade Da Bicch

Devo confessare che il problema dell'acqua che cade dal bicchiere aveva qualcosa di noto. Parlando con Maurizio Francesio ci siamo ricordati di averlo visto proposto su "Il luna park della fisica" di J. Walker (ed. Zanichelli nella versione italiana). Riporto di seguito i testi relativi al problema in questione (e' in due parti), la soluzione riportata e, cosa assai piu' importante la bibliografia.

4.13 11 bicchiere d'acqua capovolto Ponete un pezzo di cartoncino sopra un bicchiere d'acqua. (Il bicchiere non deve essere pieno). Capovolgete il bicchiere tenendo fermo il cartoncino. Ora togliete la mano dal cartoncino esso rimane al suo posto e, percio', l'acqua resta dentro il bicchiere. Perché? Provate a fare la stessa cosa con un lungo cilindro di vetro (lungo circa 60 cm e con un diametro di 3 o 4 cm) sigillato ad una estremità.

4.15 Stabilita' di un bicchiere d'acqua capovolto Se il cartoncino usato nel Problema 4.13 dovesse improvvisamente sparire quando il bicchiere d'acqua e' capovolto, perché l'acqua cadrebbe? So, si', che la gravita' fa cadere l'acqua, ma come inizia la caduta? Inizialmente la superficie dell'acqua non e' stabile? Non ci sono esattamente le stesse forze che la sostengono nonostante la gravita'? Una volta che avete deciso perche' la caduta ha inizio, potete valutare quanto tempo impieghera' il bicchiere a vuotarsi? RISPOSTE 4.13. Due forze tengono il cartoncino al suo posto: la pressione atmosferica e la tensione superficiale. Una volta che il bicchiere viene capovolto, la colonna d'acqua scende un po' lasciando l'aria rimasta nel bicchiere ad una pressione inferiore a quella dell'aria esterna. La differenza di pressione tra la parte superiore e quella inferiore della colonna d'acqua produce una forza che tiene l'acqua su nonostante il suo peso. Una forza supplementare viene fornita dalla tensione superficiale tra l'acqua ed il cartoncino e tra l'acqua ed il bicchiere.

4.15. A causa dell'instabilita' dell'insieme, qualsiasi piccola perturbazione della superficie dell'acqua, ogni piccola onda, crescerà rapidamente in ampiezza. Si forma una bolla che sale verso la cima del cilindro, facendo cadere l'acqua lungo le pareti del tubo. La velocita' verso l'alto della bolla, e quindi la velocita' con cui il bicchiere si vuota, dipende dalla radice quadrata della accelerazione di gravita (9,8 m/sec) e dal raggio della parte superiore della bolla.

#### BIBLIOGRAFIA

573 Fermi, E., Collected Papers, Vol II, Univ. Chicago Press, Chicago (1965)

574 Fermi, E., excerpt from a lecture on Taylor instability, given during the fall of 1951 at Los Alamos Scientific Lab, in Ref. 573, pp. 813-815.

575 Fermi, E., "Taylor Instability of an Incompressible Liquid" in Ref. 573, pp. 816-820.

576 Fermi, E., and J. von Neuman, "Taylor Instability at the Boundary of Two Incompressible Liquids" in Ref. 573, pp. 821-824.

577 Davies, R. M., and G. Taylor, "The Mechanics of Large Bubbles Rising through Extended Liquids and through Liquids in Tubes," Proc. Roy. Soc. Lond., A200, 375 (1950); see Part II.

578 Taylor, G., "The Instability of Liquid Surfaces When Accelerated in a Direction Perpendicular to Their Planes. I," Proc. Roy. Soc. Lond., A201, 192 (1950).

579 Lewis, D. J., "The instability of Liquid Surfaces When Accelerated in a Direction Perpendicular to Their Planes. II," Proc. Roy. Soc. Lond..A202.81 (1950).

Come dicevo la bibliografia mi pare molto interessante. Se qualche universitario o chi ha accesso a biblioteche universitarie, riuscisse a far arrivare qui a Mantova (a mie spese s'intende) copia di cio' che si riferisce a Fermi, io, Maurizio Francesio e altri soci mantovani gli saremmo riconoscenti.

Saluti bibliografici  
Riccardo

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 475, 12/01/95 07:42 [963] Padre: Msg# 469, Figlio: Msg# 479 Da: MC6378 Antonino Martino (Genova)

-----  
Oggetto: Re:Perché'Acqua Cade Da Bicch

Finalmente! Grazie RG! Ho sempre avuto l'impressione che il Dassori mi avesse provocato per vedere cosa rispondeva. Adesso l'impressione diventa sospetto ... :-) La discussione che ne e' seguita su Sagredo e' stata pero' piu' ampia e ricca. La risposta che avevo dato io e' simile a quella che tu riporti. Sulla bibliografia: Dovrei trovare qualche cosa a Genova, dove abbiamo uno scanner nuovo di zecca. Dovrebbe essere possibile riversare gli articoli (che tu citi) con un OCR in un file e spedirlo via filebox a chiunque ne faccia richiesta. L'OCR lo utilizzo abitualmente per la rivista, l'incertezza dipende dalla qualita' e dalla grossezza del carattere delle riviste citate. Ci stiamo comunque organizzando, ci vuole un po' di tempo per piegare la brutta materia ai nostri pensieri. Fra breve arrivera' a Fisica un modem, e diventera' molto piu' semplice fare tutto (nel gruppo di Genova, per es.). A presto.

Saluti OCR  
Nino

=====  
rubriche/clubs/SAGREDO Msg# 479, 12/01/95 18:12 [534] Padre: Msg# 475, Figlio: Msg# 485 Da: MC8827 Elio Fabri (Pisa)

-----  
Oggetto: Re:Perché'Acqua Cade Da Bicch

Non ho mai letto "Il luna park della fisica", e tanto meno sapevo del contributo di Fermi al problema. Vi siete chiesti come mai se ne sia interessato? E in collab. con von Neumann? Avete visto il riferimento a "Los Alamos" e le date? Ho cercato nella biblioteca del nostro Dip.: i "Collected Papers" di Fermi non

esistono. Però i teorici tengono appese in corridoio le fotocopie del tema che Fermi svolse per l'ammissione in Normale, e altre cose del genere. Siamo fatti così...

Saluti fermiani

Elio