



(<https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.beebe.com/@roberto-a-foglietta>)

Roberto A. Foglietta (<https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.beebe.com/@roberto-a-foglietta>) in Scientists and Research

([/web/20210421044124/https://www.beebe.com/producer/hive/researchers](https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.beebe.com/producer/hive/researchers)), Teachers

([/web/20210421044124/https://www.beebe.com/producer/hive/teachers](https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.beebe.com/producer/hive/teachers))

Freelance Consultant • www.roborto.foglietta.name

Sep 27, 2018 · 2 min read · 👁 3.3K

La termodinamica e la vellutata di zucca

Inizialmente pubblicato su Facebook, il 26 settembre 2018

(<https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.facebook.com/kr1zz/posts/10155759086372823>)

La vellutata di zucca

A cena due sorelle hanno preparato una vellutata di carote e zucca, ma quando è pronta scoprono che è troppo calda per riuscire a mangiarla subito. Così decidono di raffreddarla aggiungendo un po' di latte freddo, ciascuna nel proprio piatto.

La prima sorella lo aggiunge subito ed aspetta che si raffreddi, mentre la seconda sorella aspetta quasi lo stesso tempo ed aggiunge il latte solo all'ultimo. Le due sorelle assaggiano poi la zuppa nello stesso momento: quale sarà più fredda e perché?

I due piatti di zuppa sono scodellata nello stesso istante ed hanno la stessa temperatura. Le sorelle aspettano alcuni minuti (diciamo 5, per avere un'idea) prima di assaggiarla, e la seconda sorella versa il latte solo pochi secondi prima.

Le sorelle aggiungono esattamente la stessa quantità di latte, alla stessa esatta temperatura. Il latte e la zuppa vengono rimescolati assieme subito perfettamente e in un tempo trascurabile.

--**Cristiano Nattero**

(<https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.facebook.com/kr1zz>)

La termodinamica

L'intensità del flusso di calore dipende dalla differenza di temperatura fra il fluido e l'ambiente ma il calore trasferito dipende dall'integrale sul tempo, dalla superficie esposta e dalla capacità termica (isolante) del contenitore (quella dell'aria è nota). Quindi anche dalla forma e dalla composizione dei contenitori (anche se sono uguali, il volume cambia e questo implica un diverso rapporto di superfici aria/contenitore). Inoltre la capacità

termica del contenitore incide anche sulla temperatura delle due miscele.

Trascurando questi aspetti, in prima approssimazione possiamo dire che le due miscele avranno la stessa temperatura alla fine del periodo di osservazione ma sarebbe sbagliato affermarlo.

Le due scodelle

Aggiunge il latte dopo:

- 1. $(T_a - \Delta T_a) M_a C_a + T_b M_b C_b = T_c M_c C_c$

Aggiunge il latte subito:

- 2. $T_a M_a C_a + T_b M_b C_b = (T_d - \Delta T_d) M_d C_d$

inoltre $M_d C_d = M_c C_c$, perché sono la medesima quantità e mix, quindi:

- 2. $T_a M_a C_a + T_b M_b C_b = (T_d - \Delta T_d) M_c C_c$

Ora facciamo la sottrazione delle due equazioni 1. - 2. e otteniamo:

- $-\Delta T_a M_a C_a = (T_c - T_d + \Delta T_d) M_c C_c$

Ma se le due temperature finali fossero uguali, $T_c = T_d - \Delta T_d$, allora non ci sarebbe stato raffreddamento, $\Delta T_a = 0$. Perciò le due temperature non sono uguali e poiché $\Delta T_a > 0$ allora accade che

- $T_c - T_d + \Delta T_d < 0$

ovvero

- $T_c < T_d - \Delta T_d$

Quindi la temperatura finale di 1. sarà minore di quella di 2.

LEGENDA

- T: temperatura
- ΔT : variazione di temperatura
- M_x : massa della sostanza x
- C_x : calore specifico della sostanza x

Un po' di teoria

Sono tutte variabili a virgola mobile di valore positivo e il valore negativo viene esplicitato dal segno meno davanti.

In questa dimostrazione non entrano concetti di fisica salvo (temperatura T_x e massa calorica $M_x \cdot C_x$) perciò si può dire che si tratti di una mera applicazione del terzo principio

della termodinamica (teorema di Nest) nel senso che i primi due sono empirici-dogmatici ma il terzo si dimostra stante i primi due.

Questo é proprio un caso per il quale "a parità di altri fattori" ovvero "per semplice deduzione teorica" si dimostra che la temperatura finale di 2. non può essere minore di quella di 1. questo significa che l'entropia del sistema 2. non può essere minore di quella del sistema 1.

C'è un aspetto interessante di questa dimostrazione: se si attende abbastanza tempo affinché sia il contenuto della ciotola 1. e quello della 2. raggiungano la temperatura ambiente e poi si versa il latte a temperatura ambiente, sono arrivate alla stessa temperatura e la dimostrazione sopra diventa un'assurdità.

Per uscire da questa situazione bisogna scrivere $\Delta T(t) = dT/dt * \Delta t$. In questo modo si ha un variazione di temperatura come un coefficiente di variazione (derivata prima di T nel tempo t) per un intervallo di tempo che deve essere necessariamente piccolo abbastanza da rendere l'approssimazione in derivata prima (lineare) accettabile.

La cosa interessante è che tale coefficiente (dT/dt) dipende dalla differenza di temperatura del corpo caldo rispetto alla temperatura ambiente (quindi fissate le due dipende dal tempo). Perciò all'approssimarsi della temperatura del liquido caldo a quella dell'ambiente questo coefficiente (derivata) tende a zero.

Secondo questo schema il liquido non raggiungerà mai esattamente la temperatura ambiente se non in un tempo infinito.

Ecco quindi spiegato il paradosso apparente. Ovviamente, tutto quanto, salvo errori ovvero salvo confutazione da peer-review, come sempre.

Abbiamo, comunque, tralasciato ancora gli altri aspetti che prima ancora si erano discussi tipo isolamento, forma e capacità termica del contenitore. Questi aspetti, però, rivestono un interesse più ingegneristico che fisico. In termini di pura teoria dovrebbe essere sufficiente quanto detto sopra con un bell'asterisco che riporti alla dicitura: "considerando tutti gli altri aspetti come trascurabili".

Conclusione

La fisica anche di una situazione alquanto ordinaria risulta interessante e se andassimo ad esaminarla in ogni dettaglio anche abbastanza complessa. Questa seconda è la ragione per la quale gli esperimenti scientifici avvengono in laboratorio dove le condizioni al contorno possono essere strettamente controllate.

Indice di tutti gli articoli pubblicati

- Project Management, Decision Making, Technology Innovation, Leadership & Creativity, Economia, Cultura, Società e Costume, Progetti, Idee e di divulgazione (<https://web.archive.org/web/20210421044124/https://www.bebec.com/producer/@roberto-a-foglietta/indice-articoli>).

Condividi

(C) 2018, **Roberto A. Foglietta**,

(<https://web.archive.org/web/20210421044124/http://www.roberto.foglietta.name/>) testo licenziato con *Creative Common Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia* (CC BY-NC-SA 3.0 IT

(<https://web.archive.org/web/20210421044124/http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/deed.it>)).
