

## LA FORZA DELL'AEROSOL

Dal termosifone agli inceneritori, dall'inquinamento al clima: una disciplina della fisica determinante

Il Foglio Quotidiano · 7 gen 2023 · XVI · di Franco Prodi

Il baffo scuro sulla parete sopra il termosifone. La disperazione della padrona di casa. Un segnale fastidioso: bisogna disporre la tinteggiatura di tutto l'ambiente. Succede sopra i termosifoni di casa mia, ma sono sicuro che quel baffo è presente sulle pareti di tutti, in case e uffici, ovunque il termosifone sia acceso con regolarità. Non sono però sicuro che tutti sappiano perché il baffo scuro si forma: allora cerco di spiegarlo, perché questo ci porterà a riflettere su aspetti cruciali della nostra vita nei quali la fisica entra pesantemente. E ripercorreremo anche un momento importante della storia della fisica della seconda metà dell'ottocento.



L'aria calda che sale dal termosifone porta con sé le particelle di polvere sempre presenti nell'ambiente. Mettiamoci nei panni della particella che sale. Da una parte, quella della parete, avrà aria più fredda; dall'altra, quella dell'ambiente, avrà aria più calda. Diciamo che si trova in un gradiente di temperatura. Sarà colpita dalle molecole del gas-aria, che non vediamo, più veloci quelle che la colpiscono dall'ambiente di quelle che la colpiscono dalla parte della parete fredda. Nel disegno vedete, in a), freccette-velocità più lunghe a destra o più corte alla sinistra. Diversa è quindi l'energia cinetica comunicata alla particella dai due lati. La particella è soggetta quindi a una forza che chiamiamo termoforetica. Sapete dal liceo che una forza produce una accelerazione e vi aspettate che la particella acceleri. Ma mentre acquista velocità aumenta anche l'altra forza, che chiamiamo resistenza, quella resistenza che fa il gas-aria al movimento della particella stessa; tanto più grande quanto maggiore è la velocità. Naturale quindi che la particella si muova con velocità costante, di equilibrio quando la forza di resistenza uguaglia la forza termoforetica. E' lo schema b) nel disegno. Chiamiamo velocità termoforetica questa velocità costante di equilibrio, diretta verso la parete fredda; lettera c) nel disegno. Quando nel suo moto la particella toccherà la parete non rimbalzerà ma rimarrà aderente ad essa a motivo delle forze di adesione, (che chiamiamo di van der Waals). Particella catturata. Ecco spiegato il baffo scuro. Siamo così in grado di apprezzare i dettagli della foto e dare loro una spiegazione. Ai lati sopra il termosifone il baffo scuro inizia più in basso, in corrispondenza dei tubicini caldi di ingresso e di uscita dell'acqua calda. Le particelle devono percorrere una distanza più breve di quelle che si alzano dalla parte centrale del termosifone e devono percorrere distanza maggiore per arrivare alla parete. Il baffo nero parte pertanto da

un'altezza superiore.

Abbiamo fatto così una prima conoscenza della fisica dell'aerosol, intendendo con aerosol non la sola particella, ma la particella in quando ospitata dal gas (che viene chiamato carrier, in inglese: portatore, ospitante). Aerosol è tutto il sistema gas e particelle ospitate nel gas. Siamo nel campo della fisica classica ma è un corpo affascinante, una sottodisciplina della fisica, e, se mi seguirete, potete farvi una opinione vostra, al riparo delle fake news scientifico-tecniche che influenzano in maniera distorta e assai spesso negativa l'opinione pubblica, e portano il nostro paese e l'umanità intera a scelte alla fine deleterie. Pensiamo al problema dei rifiuti e della loro eliminazione con inceneritori (o termovalorizzatori che dir si voglia), allo stesso cambiamento climatico e scelte conseguenti, alla qualità dell'aria in aree urbane, ai trasporti, all'inquinamento in generale, alle scelte energetiche. In tutti questi ambiti la fisica dell'aerosol ha un ruolo determinante. Non è richiesta una preparazione universitaria in facoltà scientifiche per farsi un'idea corretta. Basta rinfrescare le nozioni apprese alle medie superiori. Sempre che siate stati attenti, e vogliate riflettere sulle applicazioni di quella fisica, appresa correttamente.

Mi muovo pensando a una continuità possibile del dialogo con voi lettori, a pillole di scienza, gradualmente e successive. Con l'aiuto del baffo nero sulla parete sovrastante il termosifone abbiamo fatto la conoscenza con una prima forza della fisica dell'aerosol, la termoforesi. Ne incontreremo altre e vedremo come esse siano strettamente connesse alla prima teoria di tutta la fisica, nata nella seconda metà dell'ottocento e che chiamiamo teoria cinetica dei gas. È la prima vera costruzione totalmente mentale, che porta alla spiegazione di fatti sperimentalmente osservati, capolavoro che porta i nomi illustri di Boltzmann e Maxwell.

La teoria cinetica dei gas è un soggetto non fenomenologico, che introduce lo studente a un approccio ipotetico e speculativo che lo porta alla spiegazione di fenomeni complessi. Quali sono questi elementi ipotetici alla base della teoria? Il principale è l'ipotesi molecolare, che la materia sia cioè composta da piccole unità discrete chiamate molecole, e che tutte le molecole di una data sostanza siano uguali e che nei tre stati, gas liquido e solido, siano semplice

Aerosol è il sistema gas e particelle ospitate nel gas. Che cos'è e che cosa produce la termoforesi

La teoria cinetica dei gas e l'approccio ipotetico che può portare alla spiegazione di fenomeni complessi

mente arrangiate in modo diverso. La bellezza di questa teoria è che richiede allo studente solamente un po' di familiarità con i principi base della meccanica, nulla più. Lo studente incontrerà poi la fisica quantistica e il calcolo avanzato nella fisica atomica, nucleare, nello stato solido, ma con la sola teoria cinetica ha l'approccio più semplice, naturale e fecondo a moltissimi concetti, fenomeni e metodi della fisica moderna.

Solo un altro paio di ipotesi sono necessarie in teoria cinetica oltre a quella dell'esistenza di queste molecole. La prima è che si comportino come palle da biliardo, secondo le leggi della

meccanica, e facciano quindi urti fra di loro e con le pareti conservando la loro quantità di moto e di energia. Infine si deve supporre che, essendo tantissime e non descrivibili individualmente, esse si possano trattare con i metodi della statistica.

A presto risentirci per la bella storia di come la fisica dell'aerosol sia nata sulle basi della teoria cinetica dei gas. L'esempio del baffo nero sulla parete sopra i termosifoni spero vi abbia invogliati a seguirmi su questo sentiero.

Il mio proposito è di proseguire in una divulgazione rigorosa su aspetti della fisica, e in particolare della fisica dell'aerosol e delle nubi, coinvolti nelle scelte di vita sia economica che sociale. Basti citare il caso delle prescrizioni per limitare il contagio del coronavirus fatte nella ignoranza del contagio per aerosol, ignoranza colpevole che ho denunciato in articoli fin dall'aprile del 2020. Nessun fisico è stato chiamato nel Comitato tecnico-scientifico, nessun campionamento ad alto volume per identificare il virus in aria.