

# Lichid



Substanțele plăcute și  
periculoase care curg  
prin viețile noastre

**Mark  
Miodownik**

Traducere  
din engleză de  
Anca  
Bărbulescu

CO-LECȚIA  
DE ȘTIINȚĂ

PUBLICA

Titlul și subtitlul originale:

*Liquid: The Delightful and Wonderful Substances  
That Flow through Our Lives.*

Autor: Mark Miodownik.

Copyright © 2018 Mark Miodownik

Ediția originală în limba engleză a fost publicată prima dată de Penguin Books Ltd, Londra, în 2018. Autorul își revendică drepturile morale. Toate drepturile rezervate.

Copyright © Publica, 2018, pentru ediția în limba română

Toate drepturile rezervate. Nicio parte din această carte nu poate fi reprodusă sau difuzată în orice formă sau prin orice mijloace, scris, foto sau video, exceptând cazul unor scurte citate sau recenzii, fără acordul scris din partea editorului.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

MIODOWNIK, MARK

*Lichid : substanțele plăcute și periculoase care curg prin viețile noastre / Mark Miodownik ; trad. din engleză de Anca Bărbulescu. - București : Publica, 2019*

Conține bibliografie  
ISBN 978-606-722-359-0

I. Bărbulescu, Anca (trad.)

62

EDITORI: Cătălin Muraru, Silviu Dragomir

DESIGN: Alexe Popescu

REDACTOR: Roxana Aneculăsefi

CORECTORI: Liliana Duță, Cătălina Călinescu

DTP: Florin Teodoru

# CUPRINS

<b>Introducere</b>	<b>7</b>
<b>1. Exploziv</b>	<b>17</b>
<b>2. Amețitor</b>	<b>41</b>
<b>3. Adânc</b>	<b>57</b>
<b>4. Lipicios</b>	<b>79</b>
<b>5. Fantastic</b>	<b>103</b>
<b>6. Visceral</b>	<b>121</b>
<b>7. Înviorător</b>	<b>137</b>
<b>8. Purificator</b>	<b>161</b>
<b>9. Răcoritor</b>	<b>183</b>
<b>10. Indelebil</b>	<b>203</b>
<b>11. Noros</b>	<b>219</b>
<b>12. Solid</b>	<b>239</b>
<b>13. Sustenabil</b>	<b>253</b>
<b>Epilog</b>	<b>267</b>
<b>Alte lecturi</b>	<b>277</b>
<b>Mulțumiri</b>	<b>281</b>
<b>Credite foto</b>	<b>285</b>



## Introducere

Mi s-au confiscat la controlul de securitate de la aeroport unt de arahide, miere, sos pesto, pastă de dinți și, ceea ce m-a durut cel mai tare, o sticlă de whisky single-malt. În astfel de situații, inevitabil îmi sare muștarul. Spun lucruri de genul „Vreau să vorbesc cu un superior” sau „Untul de arahide nu e lichid”, deși știi că este. Untul de arahide curge și capătă forma recipientului în care este pus – asta fac lichidele –, deci este lichid. Oricum, pur și simplu mă scoate din sărite că nici acum, într-o lume plină de tehnologie „smart”, controlul de securitate de la aeroport nu poate face diferența între o cremă lichidă și un exploziv lichid.

Trecerea a mai mult de 100 de mililitri de lichid prin controlul de securitate este interzisă din 2006, dar de atunci tehnologia noastră de detecție nu s-a îmbunătățit prea mult. Scanerele cu raze X detectează obiectele din bagaje. Mai precis, alertează agentul de securitate când întâlnește forme suspecte: deosebește pistoalele de uscătoarele de păr și cuțitele de stilouri. Dar lichidele nu au formă. Doar iau forma recipientului în care se află. Tehnologia de scanare din aeroport poate detecta și densitatea, și o serie de elemente chimice. Dar aici din nou apar probleme. Compoziția moleculară a

nitroglicerinei explozive, de exemplu, este asemănătoare cu a untului de arahide. Ambele sunt făcute din carbon, hidrogen, azot și oxigen – dar unul e un explozibil lichid, iar celălalt e doar... ce să mai, delicios. Există enorm de multe toxine, otrăvuri, oxidanți și patogeni periculoși, incredibil de greu de distins de lichide inofensive în mod rapid și sigur. Tocmai argumentul acesta, pe care l-am auzit de la mulți agenți de securitate (și de la superiorii lor) mă face, de obicei, să accept – fără chef – că untul meu de arahide, sau altul dintre lichidele pe care tot uit să mi le scot din bagajul de mână, prezintă un risc important.

Lichidele sunt alter ego-ul solidelor de încredere. În timp ce solidele sunt materialele de nădejde ale omenirii, fiindcă iau formă permanentă – de haine, încălțări, telefoane, mașini și, la o adică, chiar și aeroporturi –, lichidele sunt fluide; adoptă orice formă, dar numai atâta timp cât se află într-un recipient. De unele singure, sunt în continuă mișcare – se scurg, corodează, picură și se sustrag controlului nostru. Dacă pui un material solid într-un loc, rămâne acolo – dacă nu îl ia cineva cu forța – și, de obicei, face ceva foarte util, cum ar fi să susțină o clădire sau să asigure electricitate pentru o întreagă comunitate. Lichidele, pe de altă parte, sunt anarhice: au darul distrugerii. În baie, de exemplu, e o luptă continuă să împiedici apa să se strecoare prin crăpături și să se adune sub podea, producând astfel numai pagube, precum putrezirea și șubrezirea grinzilor de lemn; pe podelele netede cu gresie, apa întinde o capcană alunecoasă perfectă și provoacă extrem de multe accidente; iar când se adună prin colțuri în baie, hrănește ciuperci negre și mîzgoase și bacterii, care riscă să ne ajungă în organism și să ne îmbolnăvească. Și totuși, în ciuda purtărilor acestora mișelești, o iubim; ne place la nebunie să facem baie, să facem duș, să ne scaldăm tot corpul în apă.

Și ce baie ar fi completă fără un corn al abundenței cu sticle de săpun lichid, șampon și balsam, borcanele cu cremă și tuburi cu pastă de dinți? Ne încântă lichidele acestea miraculoase, dar ne și îngrijorează: nu cumva ne fac rău? Nu cumva provoacă și cancer? Nu cumva dăunează mediului? În cazul lichidelor, plăcerea și bănuiala merg mână în mână. Sunt duplicitate prin însăși natura lor – nici gaz, nici solid, ci ceva pe la mijloc, ceva insondabil și misterios.

Să luăm, de exemplu, mercurul, care încântă și otrăvește omenirea de mii de ani. În copilărie, mă jucam cu mercur lichid pe blatul mesei, fascinat de aura lui extraterestră, până când mi s-a spus cât de toxic este. Dar multe culturi străvechi considerau că prelungește viața, vindecă fracturile și întărește sănătatea. Nu este clar de ce se punea atâta preț pe el – poate pentru distincția de a fi singurul metal pur care există în formă lichidă la temperatura camerei. Primul împărat al Chinei, Qin Shi Huang, lua pastile de mercur pentru sănătate, dar a murit la 39 de ani, probabil tocmai de aceea. Cu toate acestea, a fost îngropat într-un mormânt plin de râuri de mercur. Grecii antici foloseau mercurul în unguente, iar alchimiștii credeau că, în combinație cu altă substanță elementară, sulful, constituia baza tuturor metalelor și că din echilibrul perfect între mercur și sulf se putea obține aur. De aici credința greșită că diferite metale puteau fi transformate în aur dacă erau amestecate în proporțiile corecte. S-a dovedit a fi doar o poveste, dar aurul se dizolvă, totuși, în mercur. Dacă încălzești lichidul după ce a absorbit metalul, se va evapora și va lăsa în urmă un bulgăraș solid de aur. Pentru cele mai multe popoare antice, procesul era imposibil de deosebit de magie.

Mercurul nu este singurul lichid care poate consuma și cuprinde în sine o altă substanță. Dacă adăugăm sare în apă,

va dispărea rapid – sarea se află undeva, dar unde și ce s-a întâmplat cu ea? Și totuși, dacă o turnăm în ulei, sarea rămâne acolo. De ce? Mercurul lichid absoarbe aurul solid, dar respinge apa. De ce? Apa absoarbe gaze, inclusiv oxigenul; dacă nu ar fi așa, am trăi într-o lume foarte diferită – oxigenul dizolvat în apă le permite peștilor să respire. Apoi, deși apa nu poate absorbi suficient oxigen pentru respirația umană, alte lichide pot. Există un tip de ulei – fluorocarbura – foarte nereactiv din punct de vedere chimic și electric. Este atât de inert că îți poți pune telefonul mobil într-un pahar cu această substanță și va funcționa normal în continuare. De asemenea, fluorocarbura poate absorbi oxigen în concentrație atât de mare încât devine respirabil pentru oameni – inspiri lichid în loc de aer –, având multe utilizări posibile, dintre care cea mai importantă este tratarea copiilor născuți prematur care suferă de sindromul de detresă respiratorie.\*

Dar tot apa lichidă are proprietatea supremă de a genera viață. Motivul este că în ea se dizolvă nu doar oxigenul, ci și multe alte substanțe, printre care moleculele pe bază de carbon; este deci mediul optim pentru apariția vieții – pentru generarea spontană de noi organisme. Cel puțin așa spune teoria. De aceea, când caută semne de viață pe alte planete, oamenii de știință caută apă lichidă. Dar apa în formă lichidă este rară în Univers. Este posibil ca pe Europa, una din lunile lui Jupiter, să se afle oceane de apă lichidă, sub stratul de gheață. Se poate să existe apă lichidă și pe Encelade, una din lunile lui Saturn. Dar Pământul este singurul corp din sistemul solar cu o cantitate mare de apă ușor accesibilă la suprafață.

Temperaturile și presiunile de suprafață care fac posibilă prezența apei în formă lichidă au rezultat dintr-un set de

împrejurări unice. Mai precis, dacă n-ar fi miezul lichid al Pământului, alcătuit din metale topite, sursa câmpului magnetic care ne protejează de vântul solar, probabil ne-ar fi dispărut toată apa cu miliarde de ani în urmă. Pe scurt, pe planeta noastră, lichidul s-a născut din lichid, iar din el – viața.

Dar lichidele sunt și distrugătoare. Spuma este moale, fiindcă se comprimă ușor; dacă sari pe o saltea de spumă, o simți cum cedează sub tine. Lichidele nu se comportă așa; dimpotrivă, curg – fiecare moleculă avansează în spațiul liberat de altă moleculă. Observăm fenomenul în râuri, când deschidem robinetul sau când amestecăm cafeaua cu lingurița. Când sărim de pe o trambulină și atingem apa, ea trebuie să se separe ca să-ți faci loc. Dar separarea aceasta necesită timp, iar dacă viteza la impact este prea mare, apa nu se va putea scurge suficient de repede și va exercita presiune asupra ta. De aici forța care îți înțeapă pielea când te arunci în piscină și care face contactul cu apa după o săritură de la mare înălțime să fie foarte asemănător cu aterizarea pe beton. Tot incompresibilitatea apei este și motivul pentru care valurile pot exercita o asemenea forță letală și pentru care un val tsunami poate demola clădiri și orașe, aruncând mașini de colo-colo ca pe niște crengi rupte. De exemplu, cutremurul din Oceanul Indian din 2004 a declanșat o serie de tsunami care au ucis 230 000 de oameni din paisprezece țări. Ca gravitate, a fost al optulea dezastru natural din istorie.

O altă proprietate periculoasă a lichidelor este capacitatea lor de a exploda. Când mi-am început doctoratul la Oxford, trebuia să prepar specimene mici pentru microscopul electronic. Procesul implica răcirea unui lichid numit soluție de lustruire electrochimică la temperatura de minus 20°C. Lichidul era un amestec de butoxietanol, acid acetic și acid percloric. Mi-a arătat cum se procedează alt doctorand din laborator,

\* Afecțiune în care alveolele pulmonare incomplet dezvoltate nu transferă suficient oxigen în sânge (n.t.).

Andy Godfrey, și mi se păruse că înțelesesem. Dar, după câteva luni, Andy a observat că de multe ori lăsăm soluția să se încălzească în timpul lustruirii electrochimice. „Eu n-aș face asta”, a spus el într-o zi, ridicând din sprâncene în timp ce privea peste umărul meu. Când l-am întrebat de ce, m-a îndrumat spre manualul pericolelor chimice din laborator:

*Acidul percloric este un acid coroziv care distruge țesuturile umane. Acidul percloric poate fi periculos pentru sănătate în caz de inhalare, ingerare sau în contact cu pielea sau ochii. Încălzit peste temperatura camerei sau folosit la concentrații de peste 72% (la orice temperatură), acidul percloric devine un acid oxidant puternic. Substanțele organice sunt deosebit de susceptibile la combustie spontană în amestec sau contact cu acidul percloric. Vaporii de acid percloric pot forma perclorați sensibili la șoc în conductele sistemelor de ventilație.*

Cu alte cuvinte, explodează.

Căutând prin laborator, am găsit multe lichide incolore, la fel de transparente, majoritatea imposibil de deosebit. Foloseam, de exemplu, acid fluorhidric, care, pe lângă faptul că face găuri în beton, metale și carne, este și toxic la contact, inhibând funcționarea nervilor. Efectul este subtil – mai precis, nu îl simți când te arde. Expunerea accidentală poate trece neobservată foarte ușor, în timp ce acidul îți roade pielea.

Și alcoolul intră în categoria otrăvurilor. Ce-i drept, nu se manifestă astfel decât în doze mari, dar a făcut mai multe victime decât acidul fluorhidric. Și totuși, are un rol enorm în societate și în culturile de pe tot globul; de-a lungul istoriei, a fost folosit ca antiseptic, antitusiv, antidot, tranchilizant și combustibil. Principala lui funcție atrăgătoare este aceea

de depresor al sistemului nervos: este un drog psihoactiv. Mulți nu sunt în stare să funcționeze fără paharul zilnic de vin, iar majoritatea evenimentelor de socializare se învârt în jurul localurilor care servesc alcool. Nu avem noi încredere în lichidele acestea (și pe bună dreptate), dar tot le iubim.

Simțim efectele fiziologice ale alcoolului când acesta se absoarbe în sânge. Bătăile inimii ne amintesc constant de rolul sângelui în organism și de nevoia lui de a circula constant: funcționăm mulțumită acțiunii unei pompe, iar când aceasta se oprește, murim. Dintre toate lichidele din lume, am putea spune că sângele este unul din cele mai importante. Din fericire, în ziua de azi ne putem înlocui inimile, putem face operații de bypass și le putem conecta la diverse puncte din organism și din afara lui. Chiar și sângele se poate transfuza și extrage, depozita, împărți, îngheța și readuce la viață. De fapt, fără băncile de sânge ar muri anual milioane de oameni care suferă intervenții chirurgicale sau accidente rutiere sau sunt răniți în zone de război.

Dar sângele poate fi infectat, de exemplu cu HIV sau virusul hepatitei, așa că poate face și rău. Trebuie deci să luăm în considerare natura duplicitară a sângelui, ca și a tuturor lichidelor. Întrebarea importantă nu este dacă putem avea încredere într-un lichid anume, dacă este bun sau rău, dacă este sănătos sau otrăvitor, delicios sau dezgustător, ci mai degrabă dacă îl înțelegem suficient cât să ne putem folosi de el.

Cel mai bun mod de a ilustra puterea și plăcerea pe care le obținem din controlul lichidelor este să observăm pasagerii dintr-un avion. Așadar, despre asta vorbește cartea de față: despre un zbor transatlantic și despre toate lichidele ciudate și minunate implicate în el. Eu am ajuns în avion pentru că am reușit să nu mă arunc singur în aer în timpul doctoratului, ci mi-am continuat cercetarea în domeniul științei

materialelor și am devenit director al Institute of Making de la University College, Londra. O parte din cercetarea noastră vizează modul în care se pot deghiza lichidele în solide. De exemplu, asfaltul de pe șosele este, la fel ca untul de arahide, un lichid, deși dă impresia că ar fi solid. Datorită studiilor noastre, am primit invitații la conferințe din întreaga lume, iar cartea aceasta povestește o astfel de călătorie cu avionul, de la Londra la San Francisco.

Zborul este descris în limbajul moleculelor, al bățăilor inimii și al valurilor oceanului. Scopul meu este să dezvălui proprietățile misterioase ale lichidelor și să arăt cum am ajuns să depindem de ele. Vom zbura peste vulcanii Islandei, peste întinderea înghețată a Groenlandei, peste lacurile din apropierea Golfului Hudson, apoi spre sud, către coasta Pacificului. Este un spațiu de desfășurare destul de mare cât să discutăm despre lichide de la scara oceanelor până la picăturile din nori, examinând și ciudatele cristale lichide din ecranele din avion, băuturile servite de personalul de zbor și, bineînțeles, combustibilul care ține avionul în stratosferă.

În fiecare capitol, tratez o etapă separată a zborului și calitățile lichidelor care au făcut-o posibilă: capacitatea lor de a arde, de a se dizolva sau de a se infuza, ca să numim doar câteva. Arăt cum ne permit să zburăm în jurul globului capilaritatea, condensarea, viscozitatea, solubilitatea, presiunea, tensiunea superficială și multe alte proprietăți ciudate ale lichidelor. Astfel, explic cum se face că lichidele urmează o direcție de curgere ascendentă în copaci, dar descendentă pe dealuri, de ce este uleiul lipicios, cum pot ajunge valurile atât de departe, de ce se usucă lucrurile, cum este posibil ca unele lichide să fie cristale, cum să nu te otrăvești când îți prepari băuturile alcoolice acasă și, poate cel mai important, cum se face un ceai perfect. Vă invit deci să zburați cu mine. Vă promit o călătorie stranie și minunată.





## Exploziv

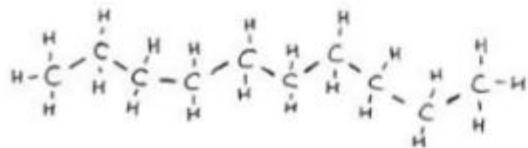
De cum s-au închis ușile avionului și ne-am pus în mișcare de la poarta de îmbarcare de pe aeroportul Heathrow, o voce a anunțat că va începe prezentarea instrucțiunilor de siguranță la bord.

„Bună ziua, doamnelor și domnilor, și bine ați venit la bordul zborului British Airways cu destinația San Francisco. Înainte de decolare, vă rugăm să acordați atenție personalului de zbor, care vă va prezenta instrucțiunile de siguranță de la bordul acestei aeronave.”

Dintotdeauna mi s-a părut că e un mod ciudat de a începe un zbor. Sunt convins că e fals și că instrucțiunile de siguranță nu țin câtuși de puțin de siguranță. Pentru început, nu menționează zecile de mii de litri de combustibil de la bord. Tocmai cantitatea enormă de energie pe care o conține lichidul acela ne permite să zburăm; natura lui inflamabilă alimentează motoarele cu reacție ca să poată transporta, în cazul nostru, 400 de pasageri într-o aeronavă de 250 de tone de la repausul complet de pe pista de decolare până la o viteză de croazieră de 800 km/h la o altitudine de 12 000 de metri în doar câteva minute. Puterea de-a dreptul redutabilă a acestui lichid ne alimentează cele mai fanteziste visuri. Ne permite

să ne înălțăm deasupra norilor și să ajungem oriunde pe planetă în câteva ore. Tot el l-a dus în spațiu cu racheta pe primul astronaut, Iuri Gagarin, și tot el alimentează următoarea generație de rachete SpaceX, care trimit sateliții pe orbită. Se numește kerosen.

Kerosenul este un fluid transparent și incolor care, în mod derutant, arată exact ca apa. Și atunci unde stochează atâta energie ascunsă, atâta putere secretă? Cum se face că atâta forță pură nu îi dă lichidului un aspect... nu știu, mai vâcos, mai periculos? Și de ce nu îl menționează instrucțiunile de siguranță la bord?



Structura moleculară a hidrocarburii numite kerosen.

Dacă te-ai apropia și ai privi kerosenul la scară atomică, ai vedea că are o structură de tip spaghete. Baza fiecărui șir se compune din atomi de carbon, fiecare legat de următorul. La scara aceasta, diferența dintre kerosen și apă se observă imediat. Structura apei nu este precum o farfurie cu spaghete, ci mai degrabă o încălceală haotică de molecule mici, în formă de V (un atom de oxigen legat de doi atomi de hidrogen, H<sub>2</sub>O). Dimpotrivă, văzut de atât de aproape, kerosenul seamănă mai mult cu uleiul de măsline, care se compune tot din molecule pe bază de carbon intercalate una în alta. Dar, dacă șirurile din kerosen arată mai degrabă a spaghete, cele din uleiul de măsline sunt ramificate și spiralate.

Pentru că moleculele uleiului de măsline au o formă mai complexă decât ale kerosenului, alunecă mai greu una pe lângă alta, iar lichidul curge mai greu – cu alte cuvinte, uleiul de măsline este mai vâcos decât kerosenul. Amândouă sunt uleiuri și, la nivel atomic, arată destul de asemănător, dar diferențele structurale fac ca uleiul de măsline să fie gros, în timp ce kerosenul curge aproape ca apa. Diferența nu determină doar viscozitatea celor două uleiuri, ci și gradul de inflamabilitate.

Fizicianul și alchimistul persan ar-Rāzi a scris despre kerosen, pe care l-a și descoperit, în volumul lui din secolul al IX-lea *Cartea tainelor*. L-au făcut curios izvoarele naturale din regiune, din care curgea nu apă, ci un lichid gros, negru, sulfuros. Pe atunci, materialul acesta asemănător cu smoala se folosea la construirea de drumuri – în esență, era o formă antică de asphalt. Ar-Rāzi a pus la punct procedee chimice speciale, numite în ziua de azi distilare, pentru a analiza uleiul negru. L-a încălzit și a colectat gazele rezultate. Apoi a răcit din nou gazele și a observat că se transformau în lichid. Primele lichide pe care le-a extras erau galbene și uleioase, dar, prin distilare repetată, deveneau o substanță limpede, transparentă și ușor curgătoare – ar-Rāzi descoperise kerosenul.

Pe atunci, fizicianul nu avea cum să înțeleagă ce impact urma să aibă lichidul respectiv asupra planetei, dar și-a dat seama că era inflamabil și că dădea o flacără fără fum. În zilele noastre, descoperirea pare mărunțică, dar iluminatul interior a fost o problemă importantă pentru toate civilizațiile străvechi. Cea mai complexă tehnologie de iluminat erau lămpile cu ulei, dar până atunci arderea lor producea, de obicei, pe câtă lumină, pe atâta funingine. Lămpile cu ulei care nu fumegau aveau să fie o inovație revoluționară, atât de

colosală încât importanța lor este immortalizată în povestea lui Aladin din *Cartea celor o mie și una de nopți*. În poveste, Aladin găsește o lampă cu ulei fermecată. Când o freacă, eliberează un djinn, un spirit puternic. Djinni apar adeseori în miturile vremii, care le descriu drept niște creaturi supranaturale apărute dintr-un foc fără fum, iar djinnul nostru este obligat să-i îndeplinească poruncile posesorului lămpii – o putere imensă. Este imposibil ca importanța noului lichid și capacitatea lui de a genera o flacără fără fum să-i fi scăpat alchimistului ar-Rāzi. Și atunci de ce nu au început să folosească persanii noul spirit magic? Răspunsul vine, în parte, din importanța măslinilor în economia și cultura lor.

În secolul al IX-lea, uleiul de măsline era combustibilul cel mai des folosit în lămpile cu ulei persane. Regiunea era prielnică pentru măslini, care rezistau bine la secetă și din ale căror măslini se putea extrage ulei. Era nevoie de vreo 20 de măslini pentru fiecare linguriță de ulei, care asigura o oră de lumină într-o lampă obișnuită. Așadar, dacă o gospodărie medie avea nevoie de cinci ore de lumină în fiecare seară, consuma 100 de măslini zilnic, sau vreo 36 000 pe an, pentru o singură lampă. Ca să producă suficient ulei cât să-și lumineze imperiul, persanii aveau nevoie de teren și de timp din belșug, pentru că măslinii rareori dau fructe în primii 20 de ani de viață. În plus, pământul trebuia apărat de cei care ar fi vrut să-și însușească prețioasa resursă, deci aveau nevoie de orașe organizate, care necesitau și mai multe măslini pentru a produce uleiul necesar gătitului și iluminatului deopotrivă. Pentru a susține armata, populația trebuia să plătească impozite, iar în Persia plata impozitelor presupunea, în general, cedarea unui procent din producția de ulei de măsline. Înțelegeți, deci, că uleiul acesta era crucial pentru societatea și cultura Persiei, cum a fost pentru toate civilizațiile



Replică a unui opaiț cu ulei antic, folosit pe vremea lui ar-Rāzi.

Orientului Mijlociu, până când au găsit o sursă alternativă de energie și de venituri fiscale. Experimentele lui ar-Rāzi au arătat că aceasta se găsea chiar sub picioarele lor, dar avea să rămână acolo încă o mie de ani.

Între timp, s-au dezvoltat lămpile cu ulei. Opaițul cu ulei din secolul al IX-lea pare simplu, dar este remarcabil de complicat. Să ne imaginăm un castron cu ulei de măsline. Dacă ai încerca pur și simplu să-i dai foc, ți-ai da seama că e destul de greu. Motivul e că uleiul de măsline are o temperatură de aprindere foarte ridicată. Mă refer la temperatura la care un lichid inflamabil va reacționa spontan cu oxigenul din aer și va izbucni în flăcări; pentru uleiul de măsline, aceasta este 315°C. De aceea, este atât de sigur gătitul cu ulei de măsline. Dacă îl verși prin bucătărie, nu ia foc. În plus, pentru prăjirea celor mai multe alimente nu avem nevoie decât de o temperatură în jur de 200°C, deci este ușor să gătim fără să aprindem uleiul.

Dar la 315°C tigaia cu ulei de măsline va lua foc și va genera multă lumină. Pe lângă faptul că e incredibil de periculos, flăcările nu vor dura mult; vor consuma tot uleiul foarte repede. Dar trebuie să existe o metodă mai bună de a obține lumină arzând ulei de măsline, vă gândiți voi probabil. Și chiar există. Dacă iei o sfoară, o cufunzi în ulei astfel încât să iasă la suprafață doar vârful, apoi o aprinzi, în capătul ei va apărea o flăcără luminoasă fără să fie nevoie să încălzești tot vasul cu ulei. Nu sfoara generează flăcără, ci uleiul care iese din ea. Ideea este deja ingenioasă, dar n-am terminat încă. Dacă o lași să ardă, flăcără nu coboară în ulei – dimpotrivă, uleiul urcă prin sfoară și nu se aprinde până nu ajunge la capătul ei. Astfel, focul poate arde ore întregi – de fapt, atâta timp cât ține uleiul din vas. Procesul se bazează pe caracteristica numită capilaritate și pare miraculos (uleiul reușește să sfideze gravitația și să se miște de unul singur), dar este un principiu elementar al lichidelor și este posibil pentru că acestea au o trăsătură numită tensiune superficială.

Lichidele curg datorită structurii lor – sunt o stare intermediară între structura haotică a gazului și cea statică precum o închisoare (pentru molecule) a solidelor. În gaze, moleculele au suficientă energie termică încât să se despartă unele de altele și să se deplaseze autonom. Așadar, gazele sunt dinamice (se extind până ocupă tot spațiul disponibil), dar nu au structură aproape deloc. La solide, forța de atracție dintre atomi și molecule este mult mai mare decât energia lor termică, așa că stau lipite unele de altele. De aceea, solidele au o structură fermă, dar prea puțină autonomie – dacă ridici un castron, toți atomii lui se deplasează ca un singur obiect. Lichidele sunt o stare intermediară între cele două. Atomii au suficientă energie termică pentru a rupe unele legături cu vecinii lor, dar nu suficientă încât să le distrugă pe toate și să

devină gaz. Așa că rămân prinși în lichid, dar se pot deplasa prin el. Asta este lichidul – o stare a materiei în care moleculele înoată, formând și rupând legături unele cu altele.

Pentru molecule, suprafața lichidelor este diferită de cea din interior. Moleculele de la suprafața lichidelor nu sunt complet înconjurate de alte molecule, așa că au, în medie, legături mai slabe decât cele din interiorul lichidului. Dezechilibrul acesta de forțe între suprafață și interior creează o forță numită tensiune superficială. Este foarte slabă, dar suficient de puternică încât să se opună forței gravitaționale în cazul obiectelor mici: de aceea, unele insecte pot merge pe suprafața lacurilor.



Un păianjen de apă mergând pe un lac.

Priviți cu atenție un păianjen de apă „mergând” pe lichid și veți vedea că apa îi respinge picioarele – motivul este că tensiunea superficială dintre apă și picioarele insectei generează o forță de respingere care se opune gravitației. Unele interacțiuni dintre lichide și solide provoacă situația inversă, creând o forță de atracție moleculară. Așa se întâmplă între