

Ur Galileo Galilei: Samtal och matematiska bevis om två nya vetenskaper

förtunningar, och nästan ögonblickliga, vilket gör dem ännu märkligare. Vilken gränslös förtunning är inte en smula krut som sprängs sönder till en väldig eld! Och dessutom, vilken utbredning, nästan obegränsad skulle jag säga, av dess ljus! Och om denna eld och detta ljus förenade sig på nytt – vilket ändå inte är omöjligt eftersom de strax innan befann sig i ett så litet utrymme – vilken förtätning skulle det inte bli! Medan ni diskuterar kommer ni att finna tusen sådana förtunningar, ty de är mycket lättare att observera än förtätningar, eftersom fasta ämnen är lättare att hantera och förnimma. Ty vi handskas ju med ved och ser hur den förvandlas till eld och ljus, men vi ser inte eld och ljus förtätas och bli ved. Vi ser frukter, blommor och tusen andra fasta kroppar till stor del lösas upp i lukter, men vi observerar inte luktatomer som samlas och bildar lukande fasta kroppar. Men där våra sinnens vittnesbörd fattas, måste vi ersätta dem med argument nog att förstå såväl rörelsen i förtunning och upplösning av fasta ämnen som lätta och ytterst tunna substansers förtätning. Dessutom skall vi försöka förstå hur förtätning och förtunning kan ske i kroppar som kan förtunnas och förtätas, och tänka ut på vilket sätt det kan ske utan att införa tomrum och genomträngande av kroppar. Detta utesluter inte att det i naturen kan finnas ämnen som saknar sådana egenskaper, och som därför inte ger upphov till vad ni kallar olämpligheter och omöjligheter.

Och till slut, herr Simplicio, har jag för er skull, Herrar filosofer, tröttat ut mig med att grubbla över hur förtunning och förtätning kan förklaras utan att man accepterar genomträngande av kroppar och införande av tomrum, fenomen som ni förnekar och avskyr. Om ni ville erkänna dem skulle jag inte säga emot så strängt. Därför får ni antingen acceptera dessa olägenheter eller godkänna mina funderingar, eller också får ni själva hitta på något bättre.

SAGR. Jag håller till fullo med peripatetikerna i fråga om att avvisa penetration. I fråga om tomrum skulle jag vilja höra er skärskåda Aristoteles demonstration, den där han angriper tomrummet och där ni, herr Salviati, bekämpar honom. Herr Simplicio får göra mig tjänsten att utförligt lägga fram Filosofens bevis, och ni, herr Salviati, får svara.

SIMP. Vad jag kan minnas angriper Aristoteles några som i gamla tider införde tomrummet som en nödvändighet för rörelse och sade att den senare inte kunde förekomma utan det förra. Aristoteles motsätter sig detta och bevisar att det tvärtom, vilket vi får se, är rörelsen själv som utesluter möjligheten av tomrum. Detta är hans tankegång: Han gör två antaganden, av vilka det ena gäller rörliga kroppar av olika tyngd som rör sig i samma medium. Det andra gäller en och samma kropp som rör sig i olika media. Vad beträffar den första antar han att kroppar av olika tyngd rör sig med olika stora hastigheter i samma medium och att dessa hastigheter står i samma förhållande till varandra som tyngderna. Så att, till exempel, en kropp som är tio gånger tyngre än en annan rör sig tio gånger snabbare. I det andra fallet antar han att hastigheterna hos samma kropp i olika media står till varandra i motsatt förhållande mot trögheten, eller tätheten, hos omgivande media. Om man till exempel förutsätter att vattnets täthet är tio gånger luftens, menar han att hastigheten är tio gånger större i luften än i vattnet. Och ur detta andra antagande får han fram följande bevis: Eftersom tunnheten i tomrummet oändligt mycket överträffar tätheten i ett vilket som helst fyllt medium, hur tunt det än är, borde varje kropp som rör sig en viss sträcka på en viss tid i ett fyllt medium röra sig ögonblickligt i tomrummet. Men att en rörelse kan vara ögonblicklig är omöjligt, alltså kan tomrum inte orsaka rörelse.

SALV. Det märks att argumentet är *ad hominem*, det vill säga

riktat mot dem som hävdade att tomrum var en nödvändig förutsättning för rörelse. Ty om jag erkänner argumentet som bevisande och samtidigt tillstår att rörelse inte kan förekomma i tomrummet, skulle detta inte utesluta existensen av tomrummet taget absolut och inte i förhållande till rörelse. Men genom att säga vad man i gamla tider kanhända kunde ha svarat, så att man lättare uppfattar hur bindande Aristoteles bevis är, tror jag att man kunde motsäga hans antaganden och bestrida dem båda. Beträffande det första tvivlar jag stort på att han någonsin prövade hur sant det är att två stenar, den ena tio gånger tyngre än den andra, som man låter falla i samma ögonblick från samma höjd, till exempel hundra alnar, skulle ha så olika hastighet att när den större når marken har den andra inte ens fallit tio alnar.

SIMP. Och ändå märks det av hans ord att han har prövat det, för han säger: *Vi ser den tyngre*. Det där *vi ser* visar ju att han gjort experimentet.

SAGR. Men jag, herr Simplicio, som har gjort det, försäkrar er att en kanonkula som väger hundra eller två hundra pund och till och med mer, inte stöter snabbare i marken ens med en tvärhand än en muskötkula som väger ett halvt, även om de faller från två hundra alnars höjd.

SALV. Men utan andra experiment kan vi med en kort och bindande demonstration klart bevisa att det inte är sant att en tyngre kropp rör sig snabbare än en lättare, jag menar kroppar av samma ämne, kort sagt sådana som Aristoteles talar om. Säg mig därför, herr Simplicio, om ni erkänner att varje fallande, tung kropp har en av naturen bestämd hastighet, så att man inte kan öka den eller minska den utom genom att bruka våld eller sätta något hinder i vägen för den.

SIMP. Man kan inte ifrågasätta att samma kropp i samma medium har en fastslagen och av naturen bestämd hastighet som

inte kan ökas annat än med att ge den en ny kraft, eller minskas utom med något hinder som försenar den.

SALV. Om vi då hade två rörliga kroppar, vilkas naturliga hastigheter vore olika, är det klart att om vi satte fast den långsammare vid den snabbare, skulle den senare delvis försenas av den långsammare, och den förra delvis skyndas på av den andra, snabbare. Håller ni inte med mig om denna åsikt?

SIMP. Det måste otvivelaktigt bli följd.

SALV. Men om det är så och det samtidigt är sant att en stor sten till exempel rör sig med en hastighet av åtta grader, och en mindre med fyra, skulle de alltså, om man binder ihop dem, tillsammans röra sig långsammare än åtta grader. Men de båda stenarna tillsammans utgör en tyngre sten än den första, som rörde sig med en hastighet av åtta grader. Denna sammansättning (som ändå är större än den första ensam) skulle röra sig långsammare än den första, mindre, gör ensam, vilket går emot ert antagande. Där ser ni: Om man förutsätter att en tyngre kropp rör sig snabbare än en lättare, drar jag slutsatsen att den tyngre rör sig långsammare.

SIMP. Jag finner mig insnärjd, för jag tycker ändå att den mindre stenen, lagd till den stora, ökar dess vikt, och om vikten ökar kan jag inte förstå varför inte också hastigheten ökar, eller åtminstone inte minskar.

SALV. Där gör ni ett annat misstag, herr Simplicio, för det är inte sant att den mindre stenen gör den större tyngre.

SIMP. Å, det här överstiger helt min fattningsförmåga.

SALV. Det kommer det inte längre att göra när jag en gång har visat er den villfarelse som håller er fången. Märk därför att man måste skilja på kroppar i rörelse och samma kroppar som befinner sig i vila. En stor sten som läggs på en våg får större vikt inte bara om man lägger på en annan sten. Också om man lägger till ett knippe blånor får dessa vikten att öka de sex eller

tio uns som blånorna väger. Men om ni binder fast blånorna vid stenen och låter den falla fritt från en viss höjd, tror ni då att blånorna ökar stenens vikt så att hastigheten ökar, eller tror ni i stället att de försenar den och delvis uppehåller den? Vi känner axlarna tyngas ned när vi försöker motverka rörelsen nedåt hos en börda vi bär på. Men om vi föll nedåt med lika stor hastighet som den med vilken vår börda naturligt skulle falla, hur menar ni då att den skulle trycka och tynga oss? Förstår ni inte att det skulle vara som om ni med ett spjut ville såra någon som springer framför er med lika stor hastighet, eller större, än den med vilken ni förföljer honom? Ni kan därför dra slutsatsen att den mindre stenen inte tynger ned den större i fritt och naturligt fall och att den följaktligen inte ökar dess vikt som den gör i vila.

SIMP. Men om någon lägger den större stenen på den mindre?
SALV. Då skulle tyngden ökas, förutsatt att den större rörde sig snabbare. Men vi har redan dragit slutsatsen att om den mindre vore långsammare, skulle den delvis försena den större, så att de båda stenarna tillsammans skulle röra sig långsammare, även om de är större än den förra, och det motsäger ert antagande. Vi drar därför slutsatsen att såväl stora som små rörliga kroppar rör sig med lika stor hastighet, när de har lika stor specifik vikt.

SIMP. Ert resonemang framskrider verkligen väl. Jag tycker ändå det är svårt att tro att ett blyhagel kan röra sig lika snabbt som en kanonkula.

SALV. Ni borde säga »ett sandkorn lika snabbt som en kvarnsten«. Jag skulle inte vilja, herr Simplicio, att ni gjorde som många andra, när de låter samtalet avvika från huvudfrågan och går till anfall mot mitt yttrande om det är en hårsman från sanningen, och under detta hårstrå försöker gömma en brist hos ett annat, vilken är stor som en segeltross. Aristoteles

säger: »En järnkula på hundra pund, som faller från en höjd av hundra alnar, når marken innan en kula på ett pund har fallit en enda aln«; jag säger att de når marken på samma gång. Om ni gör experimentet, får ni se att den större har ett försprång på två fingerbredder, alltså att när den större slår i marken, är den andra på två fingerbredders avstånd från den. Nu vill ni dölja Aristoteles nittionio alnar och tysta ned det andra, enorma felet, medan ni bara pratar om mitt ytterst lilla. Artistoteles förklarar att kroppar av olika tyngd rör sig i samma medium (i den mån rörelsen beror av tyngden) med hastigheter som är proportionella mot tyngderna och han ger exempel därpå med kroppar där man ser en ren och absolut verkan av tyngden, medan han inte räknar vare sig med formen eller med de minsta vikterna, som påverkas mycket av mediet, vilket ändrar den enkla verkan av tyngden ensam. Det är därför man ser guld, tyngre än alla andra ämnen, sväva i luften när det är hamrat till tunna blad. Samma sak sker med stenar som stötts till fint pulver. Men om ni vill behålla detta allmänna antagande, måste ni visa att den proportionella hastigheten gäller för alla tunga kroppar och att en sten på tjugo pund rör sig tio gånger snabbare än en på två. Jag säger att det är fel och att de når marken i samma ögonblick om de faller från en höjd av såväl femtio som hundra alnar.

SIMP. Vad man inte ser ske från de mindre höjderna, kanske inträffar från höjder av tusentals alnar.

SALV. Om Aristoteles hade menat det, skulle ni belasta honom med ytterligare ett misstag, vilket skulle vara en lögn. För eftersom det inte finns sådana rakt nedstigande höjder på jorden, är det självklart att Aristoteles inte kunde ha gjort experimentet. Och ändå vill han få oss att tro att han har gjort det, när han säger att man ser det ske.

SIMP. Aristoteles begagnar sig faktiskt inte av denna princip,

utan av den andra, som jag inte tror lider av samma besvär.

SALV. Den ena är lika falsk som den andra. Och det förvånar mig att ni inte själv lyckas se felet och att ni inte märker att om det vore sant att samma kropp – i olika tunna media och lättflytande i olika grad, kort sagt med olika motstånd, som till exempel vatten och luft – rörde sig med större hastighet i luften än i vattnet enligt förhållandet mellan tunnhetsgraden hos vatten och luft, skulle följden bli att varje kropp som faller i luft också skulle falla i vatten. Detta är helt falskt, eftersom många kroppar som faller i luft inte sjunker i vatten, utan rör sig uppåt igen.

SIMP. Jag förstår inte det nödvändigt bindande i er slutsats. Dessutom skulle jag säga att Aristoteles talar om de kroppar som faller både i ett medium och i ett annat, inte om dem som faller i luft och stiger i vatten.

SALV. Ni anför till försvar för Filosofen vad han absolut inte skulle göra själv, för att inte göra sitt första misstag värre. Säg mig därför om vattnets täthet, eller vad det nu är som försenar en rörelse, står i någon sorts förhållande till luftens täthet som försenar den mindre. Och om den gör det, ange den efter gottfinnande.

SIMP. Det gör den – vi antar att den står i förhållandet tio till ett och att en tung kropp som faller i båda elementen faller tio gånger långsammare i vatten än i luft.

SALV. Jag tar nu en av de kroppar som faller i luft men inte i vatten, till exempel en träkula, och ber er ge den den hastighet ni vill, medan den faller i luft.

SIMP. Vi antar att den rör sig med tjugo graders hastighet.

SALV. Utmärkt. Det är klart att denna hastighet kan stå i ett förhållande till en annan, mindre, som vattnets täthet till luftens, och då blir den bara två grader. Man borde dra slutsatsen helt logiskt, enligt Aristoteles antagande, att om träkulan fak-

tiskt faller med tjugo graders hastighet i luft, som är tio gånger tunnare än vatten, så borde den falla med två graders hastighet i vatten och inte flyta upp från botten som den gör. Såvida ni nu inte vill säga att det är samma sak att träet flyter upp i vatten som att det sjunker med två graders hastighet, fast det tror jag inte ni vill. Men eftersom träkulan inte sjunker till botten, tror jag också att ni håller med om att man kunde hitta någon annan kula av ett annat ämne, olikt trä, som sjunker i vatten med två graders hastighet.

SIMP. Det kunde man utan tvivel, men av ett betydligt tyngre ämne än trä.

SALV. Det är precis vad jag menar. Men denna andra kula som sjunker i vatten med två graders hastighet, med vilken hastighet faller den i luft? Ni måste (om ni vill behålla Aristoteles regel) svara att den rör sig med tjugo grader. Men en hastighet på tjugo grader har ni själv tillskrivit träkulan. Alltså faller denna och den andra, mycket tyngre kulan, genom luften med lika stor hastighet. Hur får nu Filosofen denna slutsats att stämma med sin andra, att rörliga kroppar av olika tyngd rör sig i samma medium med olika hastigheter, lika olika som tyngderna? Utan att gå på djupet i detta, hur har ni burit er åt för att inte observera ytterst vanliga och påtagliga fenomen och inte märka att det finns kroppar, av vilka den ena rör sig hundra gånger snabbare än den andra i vatten, medan den snabbare faller med en hastighet som inte ens är en hundradel större än den andras i luft? Som till exempel ett marmorägg, som faller hundra gånger snabbare än ett hönsägg i vatten, men som i luft från tjugo alnars höjd inte ens kommer före med fyra fingerbredder. Kort sagt, en tung kropp som faller till botten på tre timmar i tio alnar djupt vatten, faller genom luft från samma höjd på ett eller två pulsslag. Av denna erfarenhet följer att vattnets täthet skulle överskrida luftens två tusen gånger. Och motsatt skulle

en annan kropp (till exempel en blykula) sjunka samma tio alnar på en tid som kanhända skulle vara litet mer än hälften av den under vilken den faller samma sträcka i luft. Av denna andra erfarenhet borde man därför dra slutsatsen att vattnets täthet är litet mer än dubbelt så stor som luftens. Och här vet jag mycket väl, herr Simplicio, att ni förstår att det inte finns plats för något som helst hårklyveri eller genmäle. Vi drar därför slutsatsen att detta resonmang inte bevisar något mot tommumets existens. Och om det gjorde det, skulle det bara utesluta stora utrymmen, vilka jag inte tror finns och vilka jag inte heller tror att man i forna tider ansåg finnas i naturen, även om de kanske kan framkallas med våld, något som åtskilliga erfarenheter tycks visa, men som det skulle ta alltför lång tid att berätta om här.

SAGR. Jag ser att herr Simplicio tiger, så jag tar tillfället i akt att säga någonting. Eftersom ni helt klart har visat att det inte alls är sant att olika tunga kroppar i samma medium rör sig med en hastighet som står i proportion till deras tyngder, utan med lika stor, om man menar kroppar av samma ämne eller med samma specifik vikt, men alltså inte (som jag tror) om de har olika specifik vikt (för jag tror inte att ni vill dra slutsatsen att en kula av kork rör sig lika snabbt som en av bly). Och då ni dessutom mycket klart har visat att det inte är sant att samma kropp i media av olika motstånd behåller i sin hastighet och försening samma förhållande som motstånden, skulle jag vara mycket tacksam att få höra vilka förhållanden som observeras i det ena och det andra fallet.

SALV. Det är intressanta frågor, som jag har tänkt på många gånger. Jag skall berätta för er hur jag har resonerat och vilket resultat jag har kommit fram till. Jag förvissade mig först om att det inte är sant att en och samma kropp, som rör sig i media med olika motstånd, har en hastighet som är proportionell mot följ-

samheten hos dessa media och att det inte heller är sant att kroppar av olika tyngd i samma medium faller med hastigheter som är proportionella mot dessa tyngder (här talar jag också om kroppar som har olika specifik vikt). Jag började sedan kombinera dessa två omständigheter och undersöka vad som händer med kroppar av olika tyngd, som placeras i media med olika motstånd. Jag märkte att skillnaderna i hastighet var så mycket större i mer motståndskraftiga media än i mer följ-samma, att två kroppar, som när de faller i luft har hastigheter som skiljer sig ytterst litet från varandra, i vatten kan falla med en sådan skillnad i hastighet att den ena rör sig tio gånger snabbare än den andra. Det kan rent av hända att en kropp som faller snabbt i luft inte sjunker om man placerar den i vatten, utan stannar där helt stilla eller till och med rör sig uppåt. För man kan ibland hitta något slags trä, en knöl eller rot, som kan stå stilla i vatten, men som snabbt faller i luft.

SAGR. Jag har flera gånger med stort tålamod försökt att få en vaxkula, som i sig själv inte sjunker, att stå stilla i vattnet, genom att tillsätta sandkorn så att den skulle bli lika tung som vatten. Trots all min omsorg har jag dock aldrig lyckats utföra detta. Därför vet jag inte om det finns något fast ämne med en tyngd som till sin natur är så lik vatten att den, om den placeras i det, kan stå stilla var som helst.

SALV. Liksom i tusentals andra fall är många djur mycket skickligare än vi. Och i ert fall skulle kanske fiskarna kunnat ge er något vittnesbörd, eftersom de är så duktiga på att hålla sig i jämvikt, inte bara i samma slags vatten, utan också i vatten som sinsemellan är betydligt olika, antingen till sin natur eller på grund av någon tillfällig grumlighet, eller genom salthalten, vilken gör mycket stor skillnad. Jag menar att de håller jämvikten så exakt att de utan att alls röra sig står stilla var som helst. Och detta anser jag att de gör genom att använda det instrument

som naturen givit dem, nämligen den lilla blåsa de har i kroppen och som står i förbindelse med munnen genom en ytterst trång kanal. Och genom denna släpper de efter eget behag ut en del av den luft som de små blåsorna innehåller, eller också drar de i sig mer när de simmat upp till ytan. På så sätt blir de lättare eller tyngre än vatten och håller sig i jämvikt efter godtycke.

SAGR. Med ett annat trick lurade jag några vänner, inför vilka jag hade skrutit om att jag kunde få den där vaxkulan att hålla rätt jämvikt i vatten. Genom att hålla saltvatten i botten på kärlet och sötvatten ovanpå, visade jag dem hur kulan stannade upp mitt i vattnet och att den antingen man stötte den nedåt till botten eller uppåt mot ytan inte stannade utan kom tillbaka till mitten.

SALV. Detta experiment är inte utan nytta. Särskilt för läkare, som när de undersöker olika vattens egenskaper och framför allt hur mycket lättare eller tyngre det ena är än det andra. De skulle kunna använda en sådan kula, som så att säga tvekar om den skall sjunka eller stiga i ett visst vatten. Hur liten skillnaden i vikt än är mellan två slags vatten, kommer kulan att sjunka i det ena och flyta upp i det andra, tyngre. Detta prov är så exakt att om man sätter till så litet som två saltkorn i sex pund vatten, stiger kulan upp till ytan från botten, dit den strax innan hade sjunkit.

Som bekräftelse på hur exakt detta prov är och för att på samma gång klart bevisa vattnets brist på motstånd mot att delas, vill jag tillfoga att man kan åstadkomma denna märkbara skillnad i vikt, inte enbart genom att blanda i något tyngre ämne, utan också genom att värma eller kyla vattnet en aning. Man kan få kulan att sjunka eller stiga genom en sådan minimal åtgärd som att till ett vatten på sex pund tillsätta endast fyra droppar som är varmare eller kallare. Den sjunker om man

tillsätter varmt vatten och stiger om man tillsätter kallt. Nu ser ni hur de filosofer bedrar sig som vill tillskriva vatten en viskositet, eller någon annan sammanhållning av delarna, vilken skulle få det att göra motstånd mot att delas eller genomträngas. SAGR. Jag fann många övertygande argument i denna fråga i en traktat av vår Akademiker. Men jag lyckas ändå inte befria mig från ett starkt tvivel. För om det inte finns någonting av seghet eller sammanhållning mellan vattnets delar, hur kan då stora vattendroppar hålla sig så runda och höga, särskilt på kålblad, utan att flyta ut och plattas till?

SALV. Även om det är sant att den som vet sanningen kan bemöta alla motfrågor, vill jag inte göra anspråk på att kunna göra det. Min oförmåga får emellertid inte heller grumla sanningens renhet. Jag erkänner till att börja med att jag inte vet hur det går till att dessa stora vattenklot behåller sin form, trots att jag säkert vet att det inte beror på att det skulle finnas en sammanhållning mellan delarna. Denna verkan måste därför komma utifrån. Att den inte kommer inifrån kan jag, förutom i de framlagda experimenten, visa er med ett annat som är mycket övertygande. Om vattnets delar hade en inre orsak att hålla samman när det är omgivet av luft, skulle de så mycket lättare göra det i ett medium där de visar mindre tendens att röra sig nedåt än de gör i luft. Men varje fluidum som är tyngre än luft, som till exempel vin, skulle vara ett sådant medium. Om man därför hällde vin kring en sådan vattendroppe, skulle vinet höja sig runt omkring den utan att vattnets delar skingrades, eftersom de skulle hållas samman av en inre seghet. Detta händer emellertid inte. Utan att vänta på att vinet höjer sig mycket, löses droppen i stället upp och plattas till under vinet, om det är rött, så snart detta kommer intill droppen. Alltså kommer orsaken till denna verkan utifrån, kanske från den omgivande luften. Man ser faktiskt en stor motsättning mellan

"vår Akademiker"
— anspelning på Galileo sjötv

luft och vatten, vilken jag har observerat i ett annat experiment: Om jag fyller på vatten i en kristallkula, vars öppning är trång som ett halmstrå, och vänder den med öppningen nedåt när den är full, så bestämmer sig inte vattnet för att flyta ut genom hålet, eller luften för att stiga upp och komma in, utan de håller sig båda motsträviga och trilska, trots att vattnet är tungt och villigt att falla i luft och luften lika gärna stiger i vatten, eftersom den är så lätt. Om jag sedan i stället till öppningen sätter ett kärl med rödvin, som är nästan omärkbart lättare än vatten, ser vi genast vinet sakta stiga genom vattnet i rödaktiga strimmor, och vattnet lika långsamt sjunka genom vinet, utan att de alls blandas, tills slutligen kulan är helt fylld med vin och allt vattnet har sjunkit till botten av kärlet under den. Vad skall vi nu säga eller hur skall vi diskutera detta, om inte genom att tala om en oförenlighet mellan vatten och luft, vilken är fördold för mig, men kanske ...

SIMP. Jag får nästan lust att skratta när jag märker att herr Salviati har en så stor antipati för antipatin att han inte ens vill nämna den. Och ändå passar den så bra som förklaring på detta problem.

SALV. Nåväl, vi gör herr Simplicio nöjd och låter detta vara lösningen på vårt problem. Låt oss efter denna utvikning återgå till vårt ämne. Vi har sett att skillnaden i hastighet hos kroppar av olika tyngd visar sig vara mycket större i allt mer motståndskraftiga media. Vad mer? I kvicksilver sjunker guld snabbare än bly, men inte bara det, det är ensamt om att alls sjunka. Alla andra metaller och stenar stiger uppåt och flyter, medan i luften skillnaden i hastighet mellan kulor av guld, bly, koppar, porfyr och andra tunga ämnen är nästan helt omärkbar, eftersom en guldkula med säkerhet inte lämnar en kopparkula bakom sig med mer än fyra fingerbredder efter ett fall på hundra alnar. Det var när jag såg detta som det föll mig in att alla

ämnen skulle falla med samma hastighet i ett helt motståndslöst medium.

SIMP. Det var märkligt sagt, herr Salviati! Jag kommer aldrig att tro att ens i ett tomrum, förutsatt att rörelse vore möjlig där, en ulltuss faller lika snabbt som en blybit.

SALV. Sakta i backarna, herr Simplicio. Ni får inte tro att er invändning är så djupsinnig, eller att jag är så slarvig att jag inte har tänkt på det, och följaktligen hittat en utväg. För större klarhet och för er insikt, lyssna därför på vad jag har att säga.

Vi vill undersöka vad som skulle hända med fasta kroppar av högst olika vikt i ett helt motståndslöst medium, så att hela skillnaden i hastighet mellan dessa kroppar enbart måste hänföras till skillnaden i vikt. Endast ett rum som är helt tomt på luft och på vilket som helst annat ämne, även tunt och följsamt, kan ge oss den sinneserfarenhet vi söker. Eftersom vi inte har ett sådant rum, skall vi observera vad som händer i de tunnaste och minst motståndskraftiga media, jämfört med vad vi ser hända i andra, mindre tunna och mer motståndskraftiga. Om vi då verkligen finner att hastighetsskillnaden mellan kroppar av olika tyngd blir allt mindre när kropparna befinner sig i allt tunnare media och att slutligen, trots att skillnaden i vikt är mycket stor, skillnaden i hastighet är mycket liten och nästan omärkbar i det medium som, även om det inte är tomt, är tunnare än alla andra, då tror jag att vi kan anse det mycket sannolikt att deras hastigheter i tomrummet skulle vara fullständigt lika.

Låt oss därför tänka på vad som händer i luft, där vi använder oss av en luftfylld urinblåsa, för att få något som har en väl avgränsad form och är av mycket lätt material. Luften den innehåller väger litet eller intet i luften själv som medium, eftersom den kan sammanpressas ytterst litet. Tyngden är därför enbart själva hinnans, vilken inte borde vara ens en tusen-

del av vikten av en blyklump som har samma storlek som den luftfyllda blåsan. Med hur lång sträcka anser ni, herr Simplicio, att blyklumpen kommer före blåsan i ett fall från en höjd av fyra eller sex alnar? Var säker på att blyet inte skulle tillryggalägga en mer än tre gånger längre sträcka än blåsan, inte ens en dubbelt så lång, även om ni skulle ha trott att den var tusen gånger snabbare.

SIMP. Det kunde gå till som ni säger i början av rörelsen, det vill säga de första fyra eller sex alnarna. Men i längden tror jag blyet skulle lämna den bakom sig, inte bara med sex av tolv av sträckans delar, utan till och med åtta eller tio.

SALV. Jag tror detsamma och ifrågasätter inte att blyet på en mycket lång sträcka kunde ha tillryggalagt hundra mil innan blåsan hade färdats en enda. Men min käre herr Simplicio, just det här, som ni åberopar för att bestrida min tes, är vad som mest bekräftar den. Det är min avsikt att förklara – jag upprepar det – att olika tunga kroppars olika hastighet inte beror på olika tyngd, utan i stället på yttre omständigheter och framför allt på mediets motstånd. Om man därför undanröjde detta, skulle alla kroppar röra sig med samma hastighet. Det härleder jag framför allt ur vad ni själv nu erkänner och som är helt riktigt, nämligen att hastigheterna hos kroppar av mycket olika vikt skiljer sig allt mer från varandra ju längre sträckor de tillryggalägger. Detta skulle inte ske om de berodde på deras olika tyngd. Ty eftersom det alltid rör sig om samma kroppar, borde förhållandet mellan de tillryggalagda sträckorna alltid hålla sig lika. Vi ser i stället detta förhållande öka allt mer under rörelsens fortgång, eftersom en mycket tung kropp i en bana på en aln inte hinner före en mycket lätt med mer än en tiondel av denna sträcka, medan den i ett fall på tolv alnar kommer före med en tredjedel, på hundra med 90/100 och så vidare.

SIMP. Allt det där är bra, men om man fortsätter i era spår och

om skillnaden i vikt hos olika tunga kroppar inte kan förorsaka förändringen av proportionen mellan deras hastigheter – eftersom deras tyngd inte ändras – då kan inte heller mediet, vilket alltid antas förbli oförändrat, förorsaka någon som helst ändring i proportionerna mellan hastigheterna.

SALV. Er kritik mot mitt påstående är sinnrik och måste verkligen bemötas. Jag säger därför att en tung kropp har en inneboende tendens att röra sig mot tunga kroppars gemensamma medelpunkt, alltså vårt jordklots, med en rörelse som oavbrutet accelererar och som alltid accelererar likformigt, det vill säga att under lika långa tider nya lika stora moment och hastighetsgrader läggs till. Detta måste antas ske närhelst alla yttre och tillfälliga hinder avlägsnas. Av dessa finns det ett som inte kan undanröjas och det är det medium som måste genomträngas och skjutas åt sidan av den fallande kroppen. Även om detta medium är ett lugnt och följsamt fluidum, gör det motstånd, ibland mindre och ibland allt större, mot denna genomlöpande rörelse, beroende på om det måste öppna sig långsamt eller hastigt för att låta kroppen passera. Eftersom denna som sagt till sin natur hela tiden accelererar, möter den allt större motstånd hos mediet och följaktligen minskas och försenas dess förvärv av nya hastighetsgrader, till det ögonblick då hastigheten och mediets motstånd når en punkt där de väger upp varandra och där kroppen inte längre accelererar, så att den uppnår en jämn och likformig rörelse, i vilken den sedan för alltid fortsätter. Motståndet hos mediet växer alltså inte därför att dess väsen förändras, utan på grund av den förändring i hastigheten med vilken det måste öppna sig och skjutas åt sidan för att ge plats åt den fallande och ständigt accelererande kroppen.

(När jag nu ser hur starkt luftmotståndet är mot blåsans ringa moment och hur svagt det är mot blyets stora vikt, drar jag