HENRI BERGSON

TEMPOH DAN KESERENTAKAN

Tentang Teori Einstein

EDISI MALAYSIA

Falsafah Kosmik

Memahami Kosmos dengan Falsafah

Dicetak pada 4 Jun 2026

Penerbitan ini tersedia dalam 42 bahasa di CosmicPhilosophy.org.

e-Reader Dalam Talian PDF ePub

https://my.cosmicphilosophy.org/books/duration-and-simultaneity/

Tentang 🔭 CosmicPhilosophy.org

Projek CosmicPhilosophy.org bermula pada tahun 2025 dengan tujuan untuk mendedahkan hubungan antara konsep neutrino dalam fizik dan teori Monad ∞ tak terhingga oleh ahli falsafah Jerman Gottfried Wilhelm Leibniz.

Projek ini adalah lanjutan daripada projek 🦋 GMODebate.org yang mempersoalkan idea dan teori asas di sebalik saintisme dan eugenik.

CosmicPhilosophy.org menyiasat asas-asas fizik dan astrofizik dan secara umumnya memperjuangkan agar sains kembali kepada status asalnya *"Falsafah Semula Jadi"*.

Jadual Kandungan

1. Pengenalan
👩‍🎓 Profesor sejarah Jimena Canales
1.1. Percanggahan Einstein
1.2. Percanggahan Bergson
1.2.1. Bergson dan Yang Mutlak
1.3. Pengakuan
2. Tempoh dan Keserentakan
3. 📖 Prakata
4. Relativiti Separuh
4.1. Eksperimen Michelson-Morley
4.2. La relativité *"unilatérale"*
4.3. Dilatation du Temps
4.4. Pemisahan Keserentakan
4.5. Pengecutan Membujur
4.6. Makna Konkrit Istilah dalam Rumus Lorentz
5. Relativiti Lengkap
5.1. Mengenai Timbal Balik Gerakan
5.2. Pergerakan Relatif dan Pergerakan Mutlak
5.3. Daripada Descartes kepada Einstein
5.4. Penyebaran dan Pengangkutan
5.5. Sistem Rujukan
6. Tentang Sifat Masa
6.1. Kesinambungan dan Kesedaran
6.2. Asal Usul Idea Masa Sejagat
6.3. Durasi Sebenar dan Masa Terukur
6.4. Aliran dan Keserentakan Seketika
6.5. Mengenai Keserentakan yang Ditunjukkan oleh Jam
6.6. Masa yang Berjalan
6.7. Masa terungkai dan dimensi keempat
6.8. Dengan Tanda Apakah Suatu Waktu Dikenali sebagai Nyata
7. Kepelbagaian Masa
7.1. Masa Berganda dan Perlahan dalam Teori Relativiti
7.2. Bagaimana mereka serasi dengan Masa Tunggal dan Sejagat
7.3. Pemeriksaan paradoks berkaitan masa
7.4. Hipotesis pengembara terkurung dalam peluru meriam
7.5. Keserentakan *"Berilmu"*, Boleh Terpisah Menjadi Turutan
7.6. Bagaimana Ia Serasi dengan Keserentakan 'Intuitif'
7.7. Skema Minkowski
7.8. Kekeliruan yang Menjadi Punca Semua Paradoks
8. Figur Cahaya
8.1. *"Garis Cahaya"* dan *"Garis Tegar"*

8.2. "Rajah Cahaya" dan Rajah Ruang
8.3. Tiga Kesan Pemisahan
8.4. Sifat Sebenar Masa Einstein
8.5. Peralihan kepada Teori Ruang-Masa
9. Ruang-Masa Empat Dimensi
9.1. Bagaimana Idea Dimensi Keempat Diperkenalkan
9.2. Perwakilan Umum Ruang-dan-Masa Empat Dimensi
9.3. Bagaimana Kekekalan Dinyatakan dalam Istilah Pergerakan
9.4. Bagaimana Masa Kelihatan Bergabung dengan Ruang
9.5. Dua ilusi yang mungkin timbul
9.6. Ciri-ciri khusus perwakilan ini dalam teori Relativiti
9.7. Ilusi Khusus yang Mungkin Terhasil
9.8. Apa Yang Sebenarnya Diwakili oleh Penggabungan Ruang-Masa
10. Catatan Akhir

BAB 1.

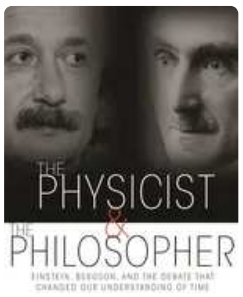
Pengenalan

Penerbitan edisi pertama buku Henri Bergson 1922 *"Tempoh dan Keserentakan"* ini adalah sebahagian daripada siasatan perbahasan Bergson-Einstein 1922 yang menyebabkan *"kemunduran besar untuk falsafah"* pada abad ke-20. Siasatan ini diterbitkan di blog kami:

Debat Einstein-Bergson: Albert Einstein Menentang Falsafah Mengenai Hakikat 🕑 Masa

Jimena Canales, profesor sejarah di Universiti Illinois yang menulis buku tentang perbahasan itu, menggambarkan peristiwa tersebut seperti berikut:

> *"Dialog antara ahli falsafah dan ahli fizik terhebat abad ke-20" telah ditulis dengan penuh dedikasi. Ia adalah skrip yang sesuai untuk teater. Pertemuan itu, dan kata-kata yang diucapkan mereka, akan dibincangkan sepanjang abad ini.*
>
> *Pada tahun-tahun selepas perbahasan, ... pandangan saintis tentang masa mula mendominasi. ... Bagi ramai, kekalahan ahli falsafah mewakili kemenangan "rasionaliti" terhadap "intuisi". ... Maka bermulalah "kisah kemunduran untuk falsafah", ... kemudian bermulalah tempoh apabila relevansi falsafah merosot berhadapan dengan pengaruh sains yang semakin meningkat.*



Ahli Fizik dan Ahli Falsafah

Buku Bergson *"Tempoh dan Keserentakan"* adalah respons langsung kepada perbahasan. Kulit bukunya secara khusus merujuk Einstein secara umum dan bertajuk *"Mengenai Teori Einstein"*.

Einstein memenangi perbahasan dengan secara terbuka menyatakan bahawa Bergson tidak memahami teori itu dengan betul. Kemenangan Einstein dalam perbahasan mewakili kemenangan untuk sains.

Bergson membuat *"kesilapan jelas"* dalam kritikan falsafahnya dan ahli falsafah hari ini mencirikan kesilapan Bergson sebagai *"kemaluan besar untuk falsafah"*.

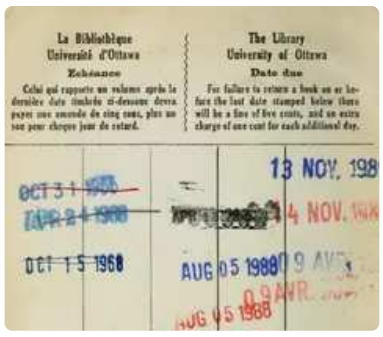
Sebagai contoh, ahli falsafah William Lane Craig menulis berikut tentang buku itu pada 2016:

> *Kejatuhan meteorik Henri Bergson dari panteon falsafah abad kedua puluh tidak diragukan lagi sebahagiannya disebabkan oleh kritikan atau salah fahamnya terhadap Teori Relativiti Khas Albert Einstein.*
>
> *Kefahaman Bergson tentang teori Einstein sememangnya **salah secara memalukan** dan cenderung membawa nama buruk kepada pandangannya tentang masa.*
>
> (2016) **Bergson Betul tentang Relativiti (ya, sebahagiannya)!**
> Sumber: Reasonable Faith

Penerbitan buku pada 🔭 CosmicPhilosophy.org telah diterjemahkan ke dalam 42 bahasa daripada teks Perancis asal edisi pertama pada 1922, menggunakan teknologi AI terkini 2025. Bagi banyak bahasa, penerbitan ini adalah yang pertama di dunia.

Teks sumber Perancis diperoleh melalui 🏛️ Archive.org yang mengimbas salinan fizikal buku dari perpustakaan Universiti Ottawa, 🇨🇦 Kanada dan menerbitkan teks yang diekstrak OCR. Walaupun kualiti teknologi OCR lama tidak optimum, teknologi AI moden telah cuba memulihkan teks Perancis asal sedekat mungkin sebelum diterjemahkan. Matematik ditukar kepada MathML.

Imbas buku fizikal Perancis asal yang digunakan untuk pengekstrakan teks boleh didapati dalam PDF ini.



Terjemahan baru yang tidak berat sebelah bagi edisi pertama buku ini mungkin membantu menyiasat catatan peribadi bercanggah Albert Einstein yang mendakwa Bergson telah *"memahaminya"*.

BAB 1.1.

Percanggahan Einstein

Walaupun Einstein menyerang Bergson secara terbuka kerana kegagalannya memahami teori itu, secara peribadi dia serentak menulis bahawa Bergson telah *'memahaminya'*, yang merupakan percanggahan.

Pada 6 April 1922, segar daripada kemasyhuran global untuk pencalonan Hadiah Nobel bagi teori kerelatifan, Einstein menyampaikan kuliah tentang teori tersebut di hadapan perhimpunan ahli falsafah terkemuka di 🇫🇷 Paris.

Dalam serangan pembukaan, Einstein mengisytiharkan pembebasan sains daripada falsafah:

> *Die Zeit der Philosophen ist vorbei.*
>
> ***Terjemahan:***
> *"Masa ahli falsafah sudah berakhir"*

Einstein mengakhiri kuliahnya dengan hujah berikut, menutup penolakannya terhadap falsafah:

> *"Hanya tinggal masa psikologi yang berbeza daripada ahli fizik."*

Buku Bergson adalah respons langsung kepada acara syarahan Paris dan menerangkan tajuk kulit *"Mengenai Teori Einstein"*.

Dalam diarinya semasa dalam perjalanan ke 🇯🇵 Jepun pada akhir 1922, berbulan-bulan selepas acara syarahan di Paris dan tidak lama selepas penerbitan buku Bergson, Einstein menulis catatan peribadi berikut:

> *Bergson hat in seinem Buch scharfsinnig und tief die Relativitätstheorie bekämpft. Er hat also richtig verstanden.*
>
> ***Terjemahan:***
> *"Bergson telah mencabar teori relativiti dengan bijak dan mendalam dalam bukunya. Oleh itu, dia telah memahaminya."*
>
> *Sumber: Canales, Jimena. Ahli Fizik & Ahli Falsafah, Princeton University Press, 2015. p. 177*

BAB 1.2.

Percanggahan Bergson

Falsafah Bergson mendapat kemasyhuran dunia khususnya kerana ia menggugat tanggapan Mutlak abadi (sama ada dalam metafizik, sains, atau teologi).

Ini membayangkan percanggahan:

- Di satu pihak, Bergson menegaskan dalam buku ini masa sejagat dikongsi semua kesedaran, realiti menyatukan merangkumi semua atau *'Mutlak'*.
- Sebaliknya, seluruh projek falsafahnya ialah kritikan terhadap Absolut—terhadap sebarang totaliti yang tetap, tidak berubah, atau semata-mata konseptual.

BAB 1.2.1.

Bergson dan Yang Mutlak

Ahli falsafah William James terlibat dalam apa yang dipanggilnya *"Pertempuran Mutlak"* menentang ahli idealis seperti F.H. Bradley dan Josiah Royce, yang berhujah untuk Mutlak abadi sebagai realiti muktamad.

James melihat Bergson sebagai ahli falsafah yang akhirnya menghalang idea Absolut. Seperti yang ditulis oleh James:

> *Sumbangan penting Bergson kepada falsafah adalah kritikannya terhadap intelektualisme. Pada pendapat saya beliau telah mengakhiri intelektualisme secara muktamad tanpa harapan untuk pulih.*

Paradoks: dengan memperkenalkan konsep Mutlak dan mendedahkan ketidaktepatannya dengan menyeret falsafah bersamanya ke dalam apa yang kemudian digambarkan oleh sejarawan sebagai *"kemunduran besar falsafah dalam sejarah"*, Bergson secara tidak langsung mengukuhkan mesej terasnya yang mana James menulis bahawa ia adalah *"sumbangan penting Bergson kepada falsafah"*.

BAB 1.3.

Pengakuan

Apabila membaca buku ini, ingatlah *'pengakuan'* oleh Jawatankuasa Nobel pada hari mereka menolak Hadiah Nobel untuk Teori Kerelatifan Einstein.

> *"Tidak akan menjadi rahsia bahawa ahli falsafah terkenal Bergson di Paris telah mencabar teori ini."*

Apa yang dirujuk oleh pengerusi Svante Arrhenius sebagai asas untuk menolak Hadiah Nobel, adalah buku ini *"Mengenai Teori Einstein"*.

Profesor sejarah Jimena Canales menggambarkan situasi seperti berikut:

> *Penjelasan Jawatankuasa Nobel pada hari itu pasti mengingatkan Einstein tentang [penolakannya terhadap falsafah] di Paris yang akan mencetuskan konflik dengan Bergson.*
>
> *Sumber: Canales, Jimena. Ahli Fizik & Ahli Falsafah, Princeton University Press, 2015. p. 177*

BAB 2.

Tempoh dan Keserentakan

Mengenai Teori Einstein

edisi pertama, 1922

Henri Bergson
daripada Akademi Perancis
dan Akademi Sains Moral dan Politik.

Paris
Perpustakaan Félix Alcan
108, Boulevard Saint-Germain
1922

BAB 3.

Prakata

Beberapa perkataan tentang asal-usul karya ini akan menjelaskan niatnya. Kami telah menjalankannya secara eksklusif untuk diri sendiri. Kami ingin mengetahui sejauh mana konsepsi kami tentang tempoh sesuai dengan pandangan Einstein tentang masa. Kekaguman kami terhadap ahli fizik ini, keyakinan bahawa beliau bukan sahaja membawa fizik baharu tetapi juga cara berfikir baharu, idea bahawa sains dan falsafah adalah disiplin berbeza tetapi saling melengkapi, semua ini mengilhami keinginan dan mewajibkan kami untuk melakukan konfrontasi. Tetapi penyelidikan kami segera menawarkan minat yang lebih umum. Konsepsi kami tentang tempoh menterjemahkan pengalaman langsung dan segera. Tanpa membawa sebagai akibat yang perlu hipotesis Masa Sejagat, ia selaras dengan kepercayaan ini secara semula jadi. Oleh itu, sedikit sebanyak idea semua orang yang akan kami konfrontasikan dengan teori Einstein. Dan aspek di mana teori ini nampaknya bertentangan dengan pendapat umum kemudian muncul ke hadapan: kami perlu menekankan *"paradoks"* teori Relativiti, tentang Pelbagai Masa yang mengalir lebih kurang cepat, tentang keserentakan yang menjadi turutan dan turutan yang menjadi keserentakan apabila sudut pandangan berubah. Tesis ini mempunyai makna fizikal yang jelas: ia menyatakan apa yang Einstein baca, melalui intuisi genial, dalam persamaan Lorentz. Tetapi apakah makna falsafahnya? Untuk mengetahuinya, kami mengambil formula Lorentz istilah demi istilah, dan kami mencari realiti konkrit apa, perkara yang dirasakan atau boleh dirasakan, setiap istilah sepadan. Pemeriksaan ini memberikan hasil yang agak tidak dijangka. Bukan sahaja tesis Einstein tidak lagi bertentangan, malah ia mengesahkan, mengiringi dengan permulaan bukti kepercayaan semula jadi manusia terhadap Masa tunggal dan sejagat. Mereka hanya berhutang penampilan paradoks mereka kepada salah faham. Kekeliruan seolah-olah telah berlaku, bukan pada Einstein sendiri, bukan pada ahli fizik yang menggunakan kaedahnya secara fizikal, tetapi pada sesetengah yang mengangkat fizik ini, begitu sahaja, menjadi falsafah. Dua konsepsi berbeza tentang relativiti, satu abstrak dan satu lagi berimej, satu tidak lengkap dan satu lagi selesai, wujud bersama dalam fikiran mereka dan saling mengganggu. Dengan menghapuskan kekeliruan, paradoks itu jatuh. Kami fikir berguna untuk mengatakannya. Dengan itu kami akan menyumbang untuk menjelaskan, di mata ahli falsafah, teori Relativiti.

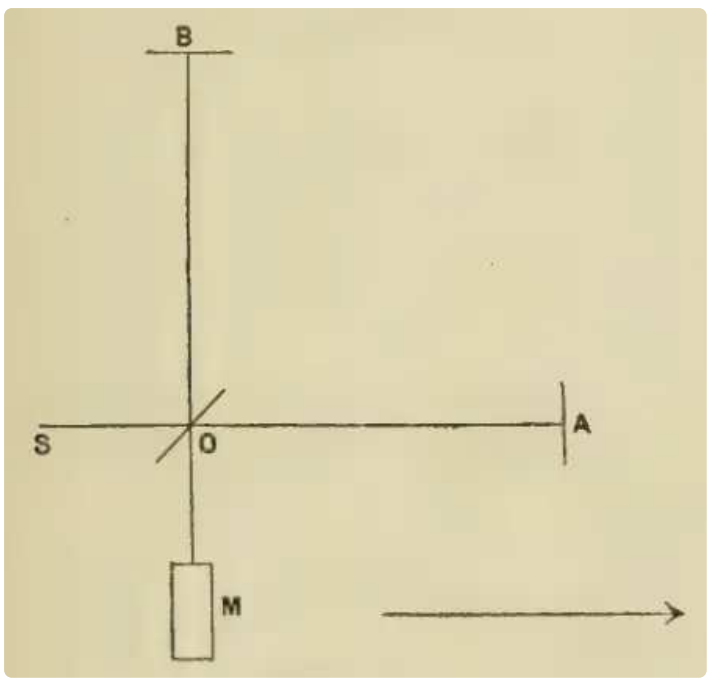
Inilah dua sebab yang mendorong kami untuk menerbitkan kajian ini. Ia membawa, seperti yang dapat dilihat, pada objek yang jelas terhad. Kami telah memotong dalam teori Relativiti apa yang berkaitan dengan masa; kami telah meninggalkan masalah lain. Oleh itu kami kekal dalam rangka Relativiti Khas. Teori Relativiti Umum juga akan meletakkan dirinya di sana, apabila ia mahu salah satu koordinat mewakili masa secara efektif.

BAB 4.

Relativiti Separuh

Eksperimen Michelson-Morley

Teori Relativiti, walaupun *"khas"*, tidak tepat berdasarkan eksperimen Michelson-Morley, kerana ia menyatakan secara umum keperluan untuk mengekalkan bentuk yang tidak berubah bagi hukum elektromagnetisme apabila beralih dari satu sistem rujukan ke sistem lain. Tetapi eksperimen Michelson-Morley mempunyai kelebihan besar untuk meletakkan masalah yang perlu diselesaikan dalam istilah konkrit, dan juga meletakkan elemen penyelesaian di hadapan mata kita. Ia mematerialkan, boleh dikatakan, kesukaran. Daripadanyalah ahli falsafah mesti bermula, kepadanyalah dia mesti sentiasa merujuk, jika dia mahu memahami makna sebenar pertimbangan masa dalam teori Relativiti. Berapa kalikah ia tidak digambarkan dan dikomentari! Namun kita mesti mengomentarinya, malah menggambarkannya lagi, kerana kita tidak akan menerima serta-merta, seperti yang biasa dilakukan, tafsiran yang diberikan oleh teori Relativiti hari ini. Kami ingin menyediakan semua peralihan antara sudut pandangan psikologi dan sudut pandangan fizikal, antara Masa akal sehat dan masa Einstein. Untuk itu kita mesti meletakkan diri kita dalam keadaan fikiran di mana seseorang boleh berada pada asalnya, ketika seseorang percaya pada eter tidak bergerak, rehat mutlak, dan namun perlu menjelaskan eksperimen Michelson-Morley. Dengan itu kita akan memperoleh konsepsi tertentu tentang Masa yang separuh relativistik, hanya pada satu sisi, yang belum lagi milik Einstein, tetapi yang kita anggap penting untuk diketahui. Teori Relativiti tidak mengambil kira dalam deduksinya yang betul-betul saintifik: namun ia mengalami pengaruhnya, kita percaya, sebaik sahaja ia berhenti menjadi fizik untuk menjadi falsafah. Paradoks yang begitu menakutkan sesetengah orang, begitu menggoda yang lain, nampaknya datang dari sana. Mereka bergantung pada kekaburan. Mereka lahir dari fakta bahawa dua representasi Relativiti, satu radikal dan konseptual, satu lagi terkurang dan berimej, menemani tanpa disedari dalam fikiran kita, dan dari fakta bahawa konsep mengalami pencemaran imej.



Rajah 1

Mari kita gambarkan secara skematik eksperimen yang ditubuhkan pada tahun 1881 oleh ahli fizik Amerika Michelson, diulang olehnya dan Morley pada tahun 1887, dimulakan semula dengan lebih berhati-hati oleh Morley dan Miller pada tahun 1905. Satu sinar cahaya SO (raj. 1) berasal dari sumber S dibahagikan, pada titik O, oleh kepingan kaca condong 45° pada arahnya, kepada dua sinar yang satu dipantulkan berserenjang dengan SO dalam arah OB manakala yang lain meneruskan perjalanannya dalam kesinambungan OA dari SO. Pada titik A dan B, yang kita anggap sama jarak dari O, terdapat dua cermin satah berserenjang dengan OA dan OB. Kedua-dua sinar, dipantulkan oleh cermin B dan A masing-masing, kembali ke O: yang pertama, melalui kepingan kaca, mengikuti garis OM, kesinambungan BO; yang kedua dipantulkan oleh kepingan mengikut garis OM yang sama. Mereka saling bertindih dan menghasilkan sistem pinggir interferens yang boleh diperhatikan, dari titik M, dalam teleskop diarahkan mengikut MO.

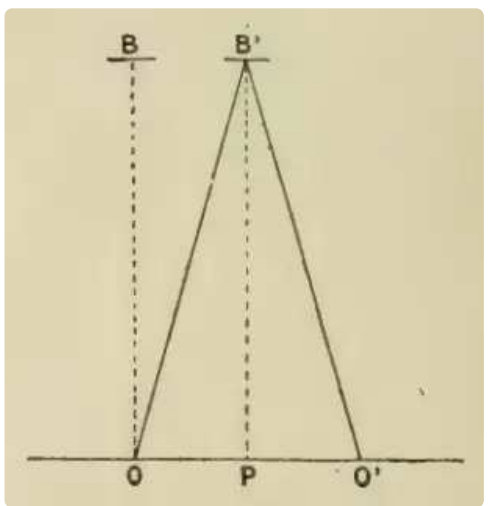
Mari kita andaikan seketika bahawa alat itu tidak dalam translasi dalam eter. Jelas sekali bahawa, jika jarak OA dan OB sama, masa yang diambil oleh sinar pertama untuk pergi dari O ke A dan kembali adalah sama dengan masa yang diambil oleh sinar kedua untuk pergi dari O ke B dan kembali, kerana alat itu tidak bergerak dalam medium di mana cahaya merambat dengan kelajuan yang sama dalam semua arah. Penampilan pinggir interferens akan kekal sama untuk sebarang putaran peranti. Ia akan sama, khususnya, untuk putaran 90 darjah yang akan menukar lengan OA dan OB antara satu sama lain.

Namun, pada hakikatnya, alat ini terlibat dalam pergerakan Bumi mengelilingi orbitnya[1]. Mudah dilihat bahawa dalam keadaan ini, perjalanan berganda sinar pertama tidak sepatutnya mengambil masa yang sama dengan perjalanan berganda sinar kedua[2].

[1] Pergerakan Bumi boleh dianggap sebagai translasi lurus dan seragam sepanjang tempoh eksperimen.

[2] Jangan lupa, dalam semua yang akan menyusul, bahawa radiasi yang dipancarkan oleh sumber S didepositkan serta-merta dalam eter pegun dan seterusnya bebas, dari segi penyebarannya, daripada pergerakan sumber.

Mari kita hitung, berdasarkan kinematik biasa, tempoh setiap perjalanan berganda. Untuk memudahkan penerangan, kita akan mengandaikan bahawa arah SA sinar cahaya telah dipilih untuk bertepatan dengan arah pergerakan Bumi melalui eter. Kita namakan v sebagai halaju Bumi, c sebagai halaju cahaya, l sebagai panjang sepunya bagi dua garis OA dan OB. Halaju cahaya relatif kepada alat, dalam perjalanan dari O ke A, akan menjadi $c - v$. Ia akan menjadi $c + v$ pada perjalanan balik. Masa yang diambil cahaya untuk pergi dari O ke A dan kembali akan sama dengan $\frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v}$, iaitu $\frac{2lc}{c^2 - v^2}$, dan laluan yang dilalui oleh sinar ini dalam eter ialah $\frac{2lc^2}{c^2 - v^2}$ atau $\frac{2l}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Sekarang mari kita pertimbangkan perjalanan sinar dari plat kaca O ke cermin B dan kembali. Cahaya bergerak dari O ke B dengan halaju c, tetapi alat itu sendiri bergerak dengan halaju v dalam arah OA berserenjang dengan OB; halaju relatif cahaya di sini ialah $\sqrt{c^2 - v^2}$, dan oleh itu tempoh perjalanan keseluruhan ialah $\frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}}$.



Rajah 2

Berikut adalah penjelasan yang dicadangkan oleh Lorentz, idea yang juga dimiliki oleh ahli fizik lain, Fitzgerald. Garis O' akan mengecut akibat pergerakannya untuk memulihkan kesamaan antara dua perjalanan berganda. Jika panjang O', yang pada asalnya B' dalam keadaan rehat, menjadi $OB'O'$ apabila garis ini bergerak dengan halaju OO', laluan yang dilalui oleh sinar dalam eter tidak lagi diukur oleh $B'P$, tetapi oleh $\frac{OB'O'}{c} = \frac{OO'}{v}$, dan kedua-dua perjalanan akan menjadi sama. Oleh itu, kita mesti menerima bahawa sebarang jasad yang bergerak dengan sebarang halaju OO' mengalami, dalam arah pergerakannya, pengecutan sedemikian rupa sehingga dimensi barunya berbanding yang lama dalam nisbah $\frac{OB'}{c} = \frac{OP}{v}$ · kepada unit. Pengecutan ini, secara semula jadi, turut mempengaruhi pembaris yang digunakan untuk mengukur objek itu dan objek itu sendiri. Ia dengan demikian tersembunyi daripada pemerhati di Bumi. Tetapi kita akan menyedarinya jika kita menggunakan cerapan pegun, iaitu eter[2].

BAB 4.2.

La relativité *"unilatérale"*

Berikut adalah penjelasan yang dicadangkan oleh Lorentz, idea yang juga dimiliki oleh ahli fizik lain, Fitzgerald. Garis OA akan mengecut akibat pergerakannya untuk memulihkan kesamaan antara dua perjalanan berganda. Jika panjang OA, yang pada asalnya l dalam keadaan rehat, menjadi $l\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ apabila garis ini bergerak dengan halaju v, laluan yang dilalui oleh sinar dalam eter tidak lagi diukur oleh $\frac{2l}{1-\frac{v^2}{c^2}}$, tetapi oleh $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, dan kedua-dua perjalanan akan menjadi sama. Oleh itu, kita mesti menerima bahawa sebarang jasad yang bergerak dengan sebarang halaju v mengalami, dalam arah pergerakannya, pengecutan sedemikian rupa sehingga dimensi barunya berbanding yang lama dalam nisbah $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ kepada unit. Pengecutan ini, secara semula jadi, turut mempengaruhi pembaris yang digunakan untuk mengukur objek itu dan objek itu sendiri. Ia dengan demikian tersembunyi daripada pemerhati di Bumi. Tetapi kita akan menyedarinya jika kita menggunakan cerapan pegun, iaitu eter[2].

[1] Ia juga mempunyai syarat ketepatan sedemikian rupa sehingga perbezaan antara dua lintasan cahaya, jika wujud, pasti akan kelihatan.

[2] Pada mulanya, mungkin kelihatan bahawa selain pengecutan membujur, seseorang juga boleh menganggap pengembangan melintang, atau kedua-duanya sekali, dalam perkadaran yang sesuai. Dalam hal ini, seperti banyak perkara lain, kita terpaksa meninggalkan penjelasan yang diberikan oleh teori Relativiti. Kami mengehadkan diri kepada apa yang berkaitan dengan penyelidikan semasa kami.

Secara lebih umum, mari kita namakan S sebagai sistem pegun dalam eter, dan S' sebagai salinan lain sistem ini, satu gandaan, yang pada mulanya bersatu dengannya dan kemudian terpisah dalam garis lurus dengan halaju v. Sejurus selepas berlepas, S' mengecut dalam arah pergerakannya. Semua yang tidak berserenjang dengan arah pergerakan turut mengalami pengecutan. Jika S adalah sfera, S' akan menjadi elipsoid. Melalui pengecutan ini, eksperimen Michelson-Morley memberikan keputusan yang sama seolah-olah cahaya mempunyai halaju malar dan sama dengan c dalam semua arah.

Tetapi kita juga perlu tahu mengapa kita sendiri, apabila mengukur halaju cahaya melalui eksperimen terestrial seperti Fizeau atau Foucault, sentiasa mendapat nombor c yang sama, tanpa mengira halaju Bumi relatif kepada eter[1]. Pemerhati pegun dalam eter akan menerangkannya seperti berikut. Dalam eksperimen sedemikian, sinar cahaya sentiasa membuat perjalanan berganda pergi dan balik antara titik O dan titik lain, A atau B, di Bumi, seperti dalam eksperimen Michelson-Morley. Di mata pemerhati yang turut serta dalam pergerakan Bumi, panjang perjalanan berganda ini ialah $2l$. Namun, kita katakan bahawa dia sentiasa mendapati halaju cahaya yang sama c. Oleh itu, jam yang dirujuk oleh eksperimenter di titik O sentiasa menunjukkan selang masa t yang sama, sama dengan $\frac{2l}{c}$, telah berlalu antara pemergian dan kepulangan sinar. Tetapi pemerhati yang berada dalam eter, yang mengikuti laluan yang dilalui oleh sinar dalam medium ini, tahu bahawa jarak yang dilalui sebenarnya ialah $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Dia melihat bahawa jam bergerak, jika ia mengukur masa seperti jam pegun yang disimpannya di sebelahnya, akan menandakan selang $\frac{2l}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Memandangkan ia hanya menandakan $\frac{2l}{c}$, ini bermakna Masanya mengalir lebih perlahan. Jika, dalam selang masa yang sama antara dua peristiwa, jam mengira bilangan saat yang lebih kecil, setiap saat itu lebih panjang. Saat jam yang terikat pada Bumi yang bergerak adalah lebih panjang daripada saat jam pegun dalam eter pegun. Tempohnya ialah $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Tetapi penduduk Bumi tidak menyedarinya.

[1] Memang penting untuk diperhatikan (sering diabaikan) bahawa pengecutan Lorentz sahaja tidak mencukupi untuk mewujudkan, dari sudut pandang eter, teori lengkap eksperimen Michelson-Morley yang dilakukan di Bumi. Ia mesti ditambah dengan pemanjangan Masa dan anjakan keserentakan, semua yang akan kita temui semula, selepas transposisi, dalam teori Einstein. Perkara ini telah diketengahkan dengan baik dalam artikel menarik C. D. Broad, Euclid, Newton and Einstein (Hibbert Journal, April 1921).

BAB 4.3.

Dilatation du Temps

Secara lebih umum, mari kita namakan S sebagai sistem pegun dalam eter, dan S' sebagai gandaan sistem ini, yang pada mulanya bertepatan dengannya dan kemudian terpisah dalam garis lurus dengan halaju v. Semasa S' mengecut dalam arah pergerakannya, Masanya mengembang. Seseorang yang terikat pada sistem S, melihat S' dan menumpukan perhatian pada saat jam S' pada saat tepat pemisahan, akan melihat saat S memanjang pada S' seperti benang elastik yang ditarik, seperti garis yang dilihat melalui kanta pembesar. Mari kita fahami: tiada perubahan berlaku dalam mekanisme jam, mahupun dalam fungsinya. Fenomena ini tidak ada kaitan dengan pemanjangan pendulum. Bukan kerana jam berjalan lebih perlahan maka Masa menjadi lebih panjang; tetapi kerana Masa menjadi lebih panjang, jam, yang kekal sama, didapati berjalan lebih perlahan. Akibat pergerakan, masa yang lebih panjang, terentang, melebar, memenuhi selang antara dua kedudukan jarum. Kelambatan yang sama, lebih-lebih lagi, untuk semua pergerakan dan perubahan dalam sistem, kerana setiap daripadanya juga boleh menjadi wakil Masa dan berfungsi sebagai jam.

Kita baru sahaja mengandaikan, memang benar, bahawa pemerhati di bumi mengikuti perjalanan pergi dan balik sinar cahaya dari O ke A dan dari A ke O, dan mengukur kelajuan cahaya tanpa perlu merujuk jam lain selain yang berada di titik O. Apa yang akan berlaku jika kita mengukur kelajuan ini hanya pada perjalanan pergi, dengan merujuk dua jam [1] yang diletakkan masing-masing di titik O dan A? Sebenarnya, dalam semua pengukuran terestrial kelajuan cahaya, yang diukur adalah perjalanan berganda sinar. Oleh itu, eksperimen yang kita sebutkan ini tidak pernah dilakukan. Tetapi tiada apa yang membuktikan ia tidak dapat dilaksanakan. Kami akan menunjukkan bahawa ia masih akan memberikan nombor yang sama untuk kelajuan cahaya. Tetapi untuk itu, mari kita ingat kembali apa yang dimaksudkan dengan keselarasan jam-jam kita.

[1] Sudah tentu kita maksudkan dengan jam, dalam perenggan ini, apa-apa peranti yang membolehkan pengukuran selang masa atau penentuan tepat dua detik berbanding satu sama lain. Dalam eksperimen berkaitan kelajuan cahaya, roda bergigi Fizeau, cermin berputar Foucault adalah jam. Lebih umum lagi, makna perkataan ini dalam keseluruhan kajian ini. Ia juga terpakai untuk proses semula jadi. Jam akan menjadi Bumi yang berputar.

Selain itu, apabila kita bercakap tentang sifar jam, dan operasi untuk menentukan kedudukan sifar pada jam lain untuk mendapatkan keselarasan antara keduanya, ini semata-mata untuk memudahkan pemahaman kita menggunakan dail dan jarum. Diberikan dua peranti, semula jadi atau buatan, yang digunakan untuk mengukur masa, dan oleh itu dua pergerakan, kita boleh memanggil sifar mana-mana titik, dipilih secara sewenang-wenangnya sebagai asal, pada trajektori objek bergerak pertama. Penetapan sifar pada peranti kedua hanya akan melibatkan penandaan, pada trajektori objek bergerak kedua, titik yang dianggap sepadan dengan detik yang sama. Pendek kata, *"penetapan sifar"* harus difahami dalam konteks berikut sebagai operasi sebenar atau ideal, dilakukan atau hanya difikirkan, di mana dua titik yang menunjukkan keserentakan pertama telah ditandakan pada dua peranti tersebut.

BAB 4.4.

Pemisahan Keserentakan

Bagaimana kita menyelaraskan dua jam yang terletak di tempat berbeza? Melalui komunikasi yang ditubuhkan antara dua orang yang bertanggungjawab untuk penyelarasan. Namun, tiada komunikasi seketika; dan kerana setiap penghantaran memerlukan masa, kita terpaksa memilih penghantaran yang berlaku dalam keadaan tidak berubah. Hanya isyarat yang dihantar melalui eter memenuhi keperluan ini: semua penghantaran melalui jirim bergantung pada keadaan jirim dan seribu keadaan yang mengubahnya setiap saat. Oleh itu, kedua-dua operator terpaksa berkomunikasi antara satu sama lain menggunakan isyarat optik, atau lebih umumnya elektromagnetik. Orang di O telah menghantar kepada orang di A seberkas cahaya yang bertujuan untuk kembali segera. Dan perkara itu berlaku seperti dalam eksperimen Michelson-Morley, dengan perbezaan bahawa cermin telah digantikan oleh orang. Telah dipersetujui antara kedua-dua operator di O dan A bahawa yang kedua akan menandakan sifar pada titik di mana jarum jamnya berada pada saat yang tepat ketika sinar itu tiba kepadanya. Sejak itu, yang pertama hanya perlu mencatat pada jamnya permulaan dan akhir selang yang ditempuh oleh perjalanan berganda sinar: di tengah-tengah selang itulah dia meletakkan sifar jamnya, kerana dia ingin kedua-dua sifar menandakan detik-detik *"serentak"* dan jam-jam itu seterusnya akan selaras.

Ini akan menjadi sempurna, jika laluan isyarat adalah sama pada pergi dan balik, atau dengan kata lain, jika sistem di mana jam O dan A dipasang tidak bergerak dalam eter. Malah dalam sistem bergerak, ini masih akan sempurna untuk menyelaraskan dua jam O dan B yang terletak pada garis yang berserenjang dengan arah perjalanan: kita tahu bahawa jika pergerakan sistem membawa O ke O', sinar cahaya menempuh laluan yang sama dari O ke B' seperti dari B' ke O', kerana segitiga $OB'O'$ adalah sama kaki. Tetapi tidak sama untuk penghantaran isyarat dari O ke A dan *sebaliknya*. Pemerhati yang berada dalam keadaan rehat mutlak dalam eter melihat dengan jelas bahawa laluan tidak sama, kerana dalam perjalanan pertama, sinar yang dilancarkan dari titik O mesti mengejar titik A yang melarikan diri, manakala dalam perjalanan balik sinar yang dipantulkan dari titik A menemui titik O yang datang ke arahnya. Atau, jika anda lebih suka, dia menyedari bahawa jarak OA, diandaikan sama dalam kedua-dua kes, dilalui oleh cahaya dengan kelajuan relatif $c - v$ pada yang pertama, $c + v$ pada yang kedua, sehingga masa perjalanan adalah dalam nisbah $c + v$ kepada $c - v$. Dengan menandakan sifar di tengah-tengah selang yang dilalui oleh jarum dail antara pelepasan dan kepulangan sinar, ia diletakkan, di mata pemerhati pegun kita, terlalu dekat dengan titik permulaan. Mari kita kira jumlah ralat. Kami katakan tadi bahawa selang yang dilalui oleh jarum pada dail semasa perjalanan berganda pergi dan balik isyarat adalah $\frac{2l}{c}$. Oleh itu, jika pada masa penghantaran isyarat, sifar sementara telah ditandakan pada titik di mana jarum berada, maka pada titik $\frac{l}{c}$ dail sifar pasti M akan diletakkan yang sepadan, menurut andaian, dengan sifar pasti jam di A. Tetapi pemerhati pegun tahu bahawa sifar pasti jam di O, untuk benar-benar sepadan dengan sifar jam di A, untuk menjadi serentak dengannya, sepatutnya diletakkan pada titik yang membahagikan selang $\frac{2l}{c}$ bukan kepada bahagian yang sama, tetapi kepada bahagian yang berkadar dengan $c + v$ dan $c - v$. Mari kita panggil x bahagian pertama daripada dua bahagian ini. Kita akan mempunyai

$$\frac{x}{\frac{2l}{c} - x} = \frac{c + v}{c - v}$$

dan oleh itu

$$x = \frac{l}{c} + \frac{lv}{c^2}.$$

Ini bermakna, bagi pemerhati pegun, titik M di mana sifar pasti ditandakan adalah $\frac{lv}{c^2}$ terlalu dekat dengan sifar sementara, dan jika kita mahu membiarkannya di situ, kita sepatutnya, untuk mempunyai keserentakan sebenar antara sifar pasti kedua-dua jam, melambatkan sifar pasti jam di A sebanyak $\frac{lv}{c^2}$. Pendek kata, jam di A sentiasa ketinggalan selang dail $\frac{lv}{c^2}$ daripada masa yang sepatutnya ditunjukkannya. Apabila jarum berada pada titik yang kita akan panggil t' (kita simpan penamaan t untuk masa jam pegun dalam eter), pemerhati pegun berkata pada dirinya bahawa, jika ia benar-benar selaras dengan jam di O, ia akan menunjukkan $t' + \frac{lv}{c^2}$.

Kemudian, apa yang akan berlaku apabila operator masing-masing ditempatkan di O dan A ingin mengukur kelajuan cahaya dengan mencatat, pada jam yang diselaraskan di kedua-dua titik, masa pelepasan, masa ketibaan, dan oleh itu masa yang diambil cahaya untuk menempuh jarak?

Kita baru sahaja melihat bahawa sifar kedua-dua jam telah diletakkan sedemikian rupa sehingga sinar cahaya sentiasa kelihatan, bagi sesiapa yang menganggap jam-jam itu selaras, mengambil masa yang sama untuk pergi dari O ke A dan kembali. Oleh itu, kedua-dua ahli fizik kita akan mendapati secara semula jadi bahawa masa perjalanan dari O ke A, dikira menggunakan dua jam yang diletakkan masing-masing di O dan A, adalah sama dengan separuh jumlah masa, dikira hanya pada jam di O, untuk perjalanan pergi dan balik penuh. Namun, kita tahu bahawa tempoh perjalanan berganda ini, dikira pada jam di O, sentiasa sama, tidak kira kelajuan sistem. Oleh itu, perkara yang sama akan berlaku untuk tempoh perjalanan tunggal, dikira dengan kaedah baru ini menggunakan dua jam: maka akan diperhatikan lagi ketekalan kelajuan cahaya. Pemerhati pegun dalam eter akan mengikuti apa yang berlaku titik demi titik. Dia akan sedar bahawa jarak yang dilalui oleh cahaya dari O ke A berbanding jarak yang dilalui dari A ke O adalah dalam nisbah $c + v$ kepada $c - v$, bukannya sama. Dia akan memerhatikan bahawa, kerana sifar jam kedua tidak sepadan dengan sifar jam pertama, masa pergi dan balik, yang kelihatan sama apabila membandingkan bacaan kedua-dua jam, sebenarnya dalam nisbah $c + v$ kepada $c - v$. Oleh itu, katanya, terdapat kesilapan pada panjang perjalanan dan kesilapan pada tempoh perjalanan,

tetapi kedua-dua kesilapan itu saling mengimbangi, kerana ia adalah kesilapan berganda yang sama yang dahulu mengawal pelarasan kedua-dua jam antara satu sama lain.

Oleh itu, sama ada kita mengira masa menggunakan satu jam di lokasi tertentu, atau menggunakan dua jam yang terpisah antara satu sama lain; dalam kedua-dua kes, kita akan memperoleh nombor yang sama untuk kelajuan cahaya di dalam sistem bergerak S'. Pemerhati yang terikat dengan sistem bergerak akan menyimpulkan bahawa eksperimen kedua mengesahkan yang pertama. Tetapi pemerhati pegun, duduk dalam eter, akan menyimpulkan bahawa dia perlu membuat dua pembetulan, bukan satu, untuk semua yang berkaitan dengan masa yang ditunjukkan oleh jam dalam sistem S'. Dia telah pun memerhatikan bahawa jam-jam ini berjalan terlalu perlahan. Sekarang dia akan berkata bahawa jam-jam yang tersusun sepanjang arah pergerakan juga ketinggalan antara satu sama lain. Mari kita sekali lagi mengandaikan bahawa sistem bergerak S' telah terpisah, sebagai salinan, dari sistem pegun S, dan pemisahan itu berlaku pada saat jam H'_0 dalam sistem bergerak S', yang bertepatan dengan jam H_0 dalam sistem S, menunjukkan sifar seperti jam itu. Sekarang pertimbangkan jam H'_1 dalam sistem S', diletakkan sedemikian rupa sehingga garis lurus $\overrightarrow{H'_0 H'_1}$ menunjukkan arah pergerakan sistem, dan mari kita namakan l sebagai panjang garis ini. Apabila jam H'_1 menunjukkan waktu t', pemerhati pegun kini berkata dengan alasan yang betul bahawa, kerana jam H'_1 ketinggalan selang kadran $\frac{lv}{c^2}$ berbanding jam H'_0 dalam sistem ini, sebenarnya telah berlalu $t' + \frac{lv}{c^2}$ saat dalam sistem S'. Tetapi dia telah pun tahu bahawa, disebabkan perlambatan masa akibat pergerakan, setiap saat ketara ini bernilai $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ saat sebenar. Oleh itu, dia akan mengira bahawa jika jam H'_1 memberikan bacaan t', masa yang sebenarnya berlalu ialah $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{lv}{c^2})$. Dengan merujuk jam dalam sistem pegunnya pada masa itu, dia akan mendapati bahawa masa t' yang ditandakan olehnya adalah tepat nombor itu.

Tetapi, sebelum menyedari pembetulan yang perlu dibuat untuk beralih dari masa t' ke masa t, dia akan melihat kesilapan yang dilakukan di dalam sistem bergerak dalam menilai keserentakan. Dia akan menyaksikannya secara langsung semasa menyaksikan pelarasan jam. Mari kita pertimbangkan, pada garis $H'_0 H'_1$ yang dipanjangkan tanpa batas dalam sistem ini, banyak jam H'_0, H'_1, H'_2 ... dsb., dipisahkan antara satu sama lain dengan selang sama l. Apabila S' bertepatan dengan S dan oleh itu pegun dalam eter, isyarat optik yang bergerak antara dua jam berturutan membuat perjalanan yang sama panjang dalam kedua-dua arah. Jika semua jam yang diselaraskan sedemikian menunjukkan waktu yang sama, ia benar-benar berlaku pada saat yang sama. Kini apabila S' telah terpisah dari S akibat pemisahan, individu dalam S', yang tidak sedar dia bergerak, membiarkan jam-jam H'_0, H'_1, H'_2 ... dsb. seperti sedia ada; dia percaya pada keserentakan sebenar apabila jarum menunjukkan nombor yang sama pada kadran. Lebih-lebih lagi, jika dia ragu-ragu, dia akan melaraskan semula: dia hanya mendapat pengesahan apa yang telah diperhatikannya dalam keadaan pegun. Tetapi pemerhati pegun, yang melihat bagaimana isyarat optik kini mengambil lebih banyak perjalanan untuk pergi dari H'_0 ke H'_1, dari H'_1 ke H'_2, dsb., daripada untuk kembali dari H'_1 ke H'_0, dari H'_2 ke H'_1, dsb., menyedari bahawa, untuk benar-benar berlaku keserentakan apabila jam menunjukkan waktu yang sama, sifar jam H'_1 perlu dilewatkan sebanyak $\frac{lv}{c^2}$, sifar jam H'_2 dilewatkan sebanyak $\frac{2lv}{c^2}$, dsb. Dari yang nyata, keserentakan menjadi nominal. Ia telah melengkung menjadi turutan.

BAB 4.5.

Pengecutan Membujur

Secara ringkas, kita baru sahaja menyelidiki bagaimana cahaya boleh mempunyai kelajuan yang sama untuk pemerhati pegun dan pemerhati bergerak: pendalaman perkara ini mendedahkan

bahawa sistem S', yang berasal dari penduaan sistem S dan bergerak dalam garis lurus dengan kelajuan v, mengalami perubahan yang pelik. Kita boleh merumuskannya seperti berikut:

1. Semua panjang dalam S' telah mengecut dalam arah pergerakannya. Panjang baru berbanding panjang lama adalah dalam nisbah $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ kepada unit.
2. Masa sistem telah mengembang. Saat baru berbanding saat lama adalah dalam nisbah unit kepada $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ · .
3. Apa yang merupakan keserentakan dalam sistem S secara amnya telah menjadi turutan dalam sistem S'. Hanya peristiwa yang serentak dalam S dan terletak pada satah yang sama berserenjang dengan arah pergerakan akan kekal sezaman dalam S'. Dua peristiwa lain, serentak dalam S, akan dipisahkan dalam S' sebanyak $\frac{lv}{c^2}$ saat sistem S', jika kita menandakan dengan l jarak mereka diukur dalam arah pergerakan sistem mereka, iaitu jarak antara dua satah, berserenjang dengan arah ini, yang masing-masing melalui setiap peristiwa.

Ringkasnya, sistem S', dilihat dalam Ruang dan Masa, adalah pendua sistem S yang telah mengecut dari segi ruang dalam arah pergerakannya; yang telah mengembang setiap saatnya dari segi masa; dan akhirnya, dalam masa, telah memecahkan sebarang keserentakan antara dua peristiwa yang jaraknya telah mengecut dalam ruang. Tetapi perubahan ini tersembunyi dari pemerhati yang merupakan sebahagian daripada sistem bergerak. Hanya pemerhati pegun yang menyedarinya.

BAB 4.6.

Makna Konkrit Istilah dalam Rumus Lorentz

Saya mengandaikan bahawa kedua-dua pemerhati ini, Pierre dan Paul, boleh berkomunikasi antara satu sama lain. Pierre, yang mengetahui keadaan sebenar, akan berkata kepada Paul: *"Pada saat kamu memisahkan diri dariku, sistemmu menjadi rata, Masamu mengembang, jam-jammu tidak selaras lagi. Inilah formula pembetulan yang akan membawamu kembali kepada kebenaran. Kamu yang tentukan apa yang perlu dilakukan"*. Sudah pasti Paul akan menjawab: *"Saya tidak akan melakukan apa-apa, kerana secara praktikal dan saintifik, segala-galanya akan menjadi tidak koheren dalam sistem saya. Panjang-panjang telah mengecut, katamu? Tetapi perkara yang sama berlaku pada meter yang saya bawa; dan kerana pengukuran panjang-panjang ini, dalam sistem saya, adalah nisbahnya kepada meter yang telah dialihkan, pengukuran ini mesti kekal seperti sedia kala"*. Masa, katamu lagi, telah mengembang, dan kamu mengira lebih daripada satu saat di mana jam saya hanya menandakan tepat satu? Tetapi jika kita mengandaikan bahawa S dan S' adalah dua salinan planet Bumi, saat bagi S', seperti S, adalah secara definisi pecahan tertentu masa putaran planet; dan walaupun tempohnya tidak sama, masing-masing tetap satu saat. Keserentakan menjadi turutan? Jam-jam di titik H_1', H_2', H_1' menunjukkan jam yang sama sedangkan terdapat tiga detik berbeza? Tetapi, pada detik berbeza ketika mereka menunjukkan jam yang sama dalam sistem saya, peristiwa berlaku di titik H_1', H_2', H_1' sistem saya yang, dalam sistem S, telah ditandakan secara sah sebagai sezaman: saya akan bersetuju untuk memanggilnya sezaman lagi, agar tidak perlu mempertimbangkan hubungan baru antara peristiwa-peristiwa ini antara satu sama lain, dan kemudian dengan semua yang lain. Dengan cara ini saya akan mengekalkan semua urutanmu, semua hubunganmu, semua penjelasanmu. Dengan menamakan turutan apa yang saya panggil keserentakan, saya akan mempunyai dunia yang tidak koheren, atau dibina berdasarkan pelan yang sama sekali berbeza darimu. Oleh itu, semua benda dan semua hubungan antara benda akan mengekalkan magnitudnya, kekal dalam rangka yang sama, sesuai dengan hukum yang sama. Oleh itu, saya boleh bertindak seolah-olah tiada panjang saya telah mengecut, seolah-olah Masa saya tidak mengembang, seolah-olah jam

saya selaras. Sekurang-kurangnya itulah yang berkaitan dengan jirim berat, yang saya bawa bersama dalam pergerakan sistem saya: perubahan mendalam telah berlaku dalam hubungan temporal dan spatial yang dikekalkan oleh bahagian-bahagiannya antara satu sama lain, tetapi saya tidak menyedarinya dan tidak perlu menyedarinya.

Sekarang, saya mesti menambah bahawa saya menganggap perubahan ini bermanfaat. Mari kita tinggalkan jirim berat. Apakah keadaan saya berhubung dengan cahaya, dan lebih umum dengan fenomena elektro-magnet, jika dimensi ruang dan masa saya kekal seperti dahulu! Peristiwa-peristiwa ini tidak dibawa bersama dalam pergerakan sistem saya. Gelombang cahaya, gangguan elektro-magnetik mungkin timbul dalam sistem bergerak: pengalaman membuktikan bahawa mereka tidak mengikut pergerakannya. Sistem bergerak saya meletakkannya ketika lalu, bagaikan, dalam eter pegun, yang kemudiannya menanggungnya. Malah, jika eter tidak wujud, ia akan dicipta untuk melambangkan fakta yang telah disahkan secara eksperimen, kebebasan kelajuan cahaya berbanding pergerakan sumber yang memancarkannya. Sekarang, dalam eter ini, di hadapan fenomena optik ini, di tengah-tengah peristiwa elektro-magnet ini, kamu berada, tidak bergerak. Tetapi saya melaluinya, dan apa yang kamu lihat dari balai cerap pegunmu dalam eter mungkin kelihatan berbeza bagi saya. Sains elektro-magnetisme, yang telah kamu bina dengan susah payah, perlu saya bina semula; saya perlu mengubah persamaan saya, setelah ditetapkan, untuk setiap kelajuan baru sistem saya. Apa yang akan saya lakukan dalam alam semesta yang dibina seperti ini? Dengan harga apakah pencairan seluruh sains akan dibayar untuk kestabilan hubungan temporal dan spatial? Tetapi berkat pengecutan panjang saya, pengembangan Masa saya, ketidakharmonian keserentakan saya, sistem saya menjadi, berhubung dengan fenomena elektro-magnet, tiruan tepat sistem pegun. Ia mungkin berlari secepat yang disukai di sebelah gelombang cahaya: yang terakhir akan sentiasa mempunyai kelajuan yang sama untuknya, ia akan seolah-olah tidak bergerak berbandingnya. Semuanya berjalan dengan baik, dan jin yang baik telah mengatur perkara sedemikian.

Walau bagaimanapun, terdapat satu kes di mana saya perlu mengambil kira petunjukmu dan mengubah ukuran saya. Iaitu apabila membina gambaran matematik menyeluruh alam semesta, saya maksudkan semua yang berlaku dalam semua dunia yang bergerak berbanding kamu dengan semua kelajuan. Untuk mewujudkan gambaran ini yang akan memberi kita, setelah lengkap dan sempurna, hubungan segala-galanya dengan segala-galanya, perlu ditakrifkan setiap titik alam semesta dengan jaraknya x, y, z ke tiga satah segi empat tepat tertentu, yang akan diisytiharkan pegun, dan yang akan bersilang di sepanjang paksi OX, OY, OZ. Selain itu, paksi OX, OY, OZ yang dipilih berbanding semua yang lain, satu-satunya paksi benar-benar dan bukan secara konvensional pegun, adalah yang akan diberikan dalam sistem pegunmu. Sekarang, dalam sistem bergerak di mana saya berada, saya merujuk pemerhatian saya kepada paksi $O'X'$, $O'Y'$, $O'Z'$ yang dibawa oleh sistem ini, dan titik mana-mana sistem saya ditakrifkan di mata saya dengan jaraknya x', y', z' ke tiga satah yang bersilang di sepanjang garis ini. Oleh kerana gambaran menyeluruh Alam Semesta mesti dibina dari sudut pandanganmu yang pegun, saya mesti mencari cara untuk merujuk pemerhatian saya kepada paksi kamu OX, OY, OZ, atau dengan kata lain, menetapkan formula sekali dan untuk semua yang membolehkan saya, mengetahui x', y' dan z', mengira x, y dan z. Tetapi ini akan mudah bagi saya, berkat petunjuk yang baru kamu berikan. Pertama, untuk memudahkan perkara, saya akan mengandaikan bahawa paksi saya $O'X'$, $O'Y'$, $O'Z'$ bertepatan dengan paksi kamu sebelum pemisahan dua dunia S dan S' (yang lebih baik, untuk kejelasan demonstrasi ini, dibuat berbeza antara satu sama lain kali ini), dan saya juga akan mengandaikan bahawa OX, dan oleh itu $O'X'$, menandakan arah pergerakan S'. Dalam keadaan ini, jelas bahawa satah $Z'O'X'$, $X'O'Y'$, hanya menggelongsor masing-masing pada satah ZOX, XOY, bahawa mereka sentiasa bertepatan dengannya, dan oleh itu y dan y' adalah sama, z dan z' juga. Tinggal kemudian untuk mengira x. Jika, sejak saat O' meninggalkan O, saya telah mengira pada jam di titik x', y', z' masa t', saya secara semula jadi membayangkan jarak titik x', y', z' ke satah ZOY sebagai sama dengan $x' + vt'$. Tetapi, disebabkan pengecutan yang kamu nyatakan,

panjang $x' + vt'$ ini tidak akan bertepatan dengan x kamu; ia akan bertepatan dengan $x\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. Dan oleh itu apa yang kamu panggil x adalah $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt')$. Masalah selesai. Saya tidak akan lupa bahawa masa t', yang telah berlalu untuk saya dan ditunjukkan oleh jam saya di titik x', y', z', berbeza dengan masa kamu. Apabila jam ini memberi saya bacaan t', masa t yang dikira oleh jam kamu adalah, seperti yang kamu katakan, $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})$. Inilah masa t yang akan saya tandakan untuk kamu. Untuk masa dan ruang, saya akan beralih dari sudut pandangan saya kepada sudut pandangan kamu.

Demikianlah Paul akan berkata. Dan sekaligus dia telah menetapkan *"persamaan transformasi"* terkenal Lorentz, yang, jika kita mengambil sudut pandang lebih umum Einstein, tidak mengandaikan sistem S benar-benar tetap. Kami akan menunjukkan sebentar lagi bagaimana, menurut Einstein, kita boleh menjadikan S sebagai sistem mana-mana, sementara dibekukan dalam pemikiran, dan bagaimana kita perlu memberikan kepada S', dilihat dari sudut pandang S, ubah bentuk ruang dan masa yang sama seperti yang Pierre berikan kepada sistem Paul. Dalam hipotesis, yang selalu diterima sehingga kini, tentang Masa Tunggal dan Ruang Bebas dari Masa, jelas bahawa jika S' bergerak berbanding S dengan halaju malar v, jika x', y', z' adalah jarak titik M' dalam sistem S' ke tiga satah yang ditentukan oleh tiga paksi bersudut tegak, diambil berpasangan, $O'X'$, $O'Y'$, $O'Z'$, dan akhirnya jika x, y, z adalah jarak titik yang sama ke tiga satah tegak tetap yang pada mulanya bertepatan dengan tiga satah bergerak, kita ada:

$$x = x' + vt'$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

Oleh kerana masa yang sama mengalir tanpa perubahan untuk semua sistem, kita ada:

$$t = t'.$$

Tetapi jika gerakan menentukan pengecutan panjang, perlambatan masa, dan menyebabkan, dalam sistem dengan masa yang mengembang, jam tidak lagi menunjukkan melainkan waktu tempatan, hasil pertukaran penjelasan antara Pierre dan Paul menunjukkan bahawa kita akan ada:

$$x = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(x' + vt')$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}(t' + \frac{vx'}{c^2})$$

①

Dari sini muncul formula baru untuk komposisi halaju. Mari kita anggap titik M' bergerak secara seragam, di dalam S', selari dengan $O'X'$, dengan halaju v', diukur secara semula jadi oleh $\frac{x'}{t'}$. Apakah halajunya bagi pemerhati yang duduk di S dan melaporkan kedudukan bergerak itu pada paksi OX, OY, OZ? Untuk mendapatkan halaju v'', diukur oleh $\frac{x}{t}$, kita perlu membahagikan ahli pertama dan keempat persamaan di atas, dan kita akan dapat:

$$v'' = \frac{v + v'}{1 + \frac{vv'}{c^2}}$$

sedangkan mekanik sebelumnya menyatakan:

$$v'' = v + v'$$

Jadi, jika S adalah tebing sungai dan S' adalah bot yang bergerak dengan halaju v berbanding tebing, seorang pengembara yang bergerak di geladak bot dalam arah gerakan dengan halaju v' tidak mempunyai, di mata pemerhati pegun di tebing, halaju $v + v'$, seperti yang dikatakan sebelum ini, tetapi halaju lebih rendah daripada jumlah dua halaju komponen. Sekurang-kurangnya itulah yang kelihatan pada mulanya. Sebenarnya, halaju paduan adalah jumlah dua halaju komponen, jika halaju pengembara di atas bot diukur dari tebing, seperti halaju bot itu sendiri. Diukur dari bot, halaju v' pengembara adalah $\frac{x'}{t'}$, jika kita panggil contohnya x' panjang bot yang ditemui pengembara (panjang tidak berubah baginya, kerana bot sentiasa pegun baginya) dan t' masa yang diambil untuk melaluinya, iaitu perbezaan antara waktu yang ditunjukkan jam di buritan dan haluan pada saat keberangkatan dan ketibaannya (kita anggap bot yang sangat panjang yang jamnya hanya boleh diselaraskan melalui isyarat jarak jauh). Tetapi bagi pemerhati pegun di tebing, bot telah mengecut ketika berpindah dari keadaan pegun ke gerakan, Masa mengembang, jam tidak lagi selaras. Ruang yang dilalui pengembara di atas bot di matanya bukan lagi x' (jika x' adalah panjang jeti yang bertepatan dengan bot pegun), tetapi $x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$; dan masa untuk melalui ruang ini bukan t', tetapi $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(t' + \frac{v x'}{c^2} \right)$. Dia akan menyimpulkan bahawa halaju yang perlu ditambah kepada v untuk mendapatkan v'' bukan v', tetapi

$$\frac{x' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(t' + \frac{v x'}{c^2} \right)}$$

iaitu

$$\frac{v' \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}{1 + \frac{v v'}{c^2}}$$

. Dia kemudian akan ada:

$$v'' = v + \frac{v' \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}{1 + \frac{v v'}{c^2}} = \frac{v + v'}{1 + \frac{v v'}{c^2}}$$

Dari sini kita lihat tiada halaju boleh melebihi cahaya, kerana sebarang komposisi halaju v' dengan halaju v diandaikan sama dengan c sentiasa menghasilkan halaju yang sama c.

Jadi, kembali ke hipotesis pertama kita, inilah formula yang akan diingati Paul jika dia ingin beralih dari sudut pandangnya ke sudut pandang Pierre dan dengan itu memperoleh — setelah semua pemerhati dalam semua sistem bergerak S'', S''', dsb. melakukan perkara yang sama — perwakilan matematik sejagat alam semesta. Jika dia dapat menetapkan persamaannya secara langsung, tanpa campur tangan Pierre, dia juga akan memberikannya kepada Pierre untuk membolehkannya, mengetahui x, y, z, t, v'', mengira x', y', z', t', v'. Mari kita selesaikan persamaan ① berkenaan x', y', z', t', v'; kita akan segera peroleh:

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{v x}{c^2}\right)$$

$$v' = \frac{v'' - v}{1 - \frac{v v''}{c^2}}$$

persamaan yang lebih biasa diberikan untuk transformasi Lorentz[1]. Tetapi itu tidak penting buat masa ini. Kami hanya ingin, dengan menemui semula formula ini sebutir demi sebutir, dengan mentakrifkan persepsi pemerhati dalam satu atau sistem lain, menyediakan analisis dan demonstrasi yang menjadi subjek karya ini.

(1) Perlu diperhatikan bahawa, jika kami baru sahaja membina semula formula Lorentz dengan mengulas eksperimen Michelson-Morley, ia adalah untuk menunjukkan makna konkrit setiap istilah yang menyusunnya. Kebenarannya ialah kumpulan transformasi yang ditemui Lorentz menjamin, secara umum, ketakubahan persamaan elektromagnetisme.

BAB 5.

Relativiti Lengkap

Kami telah tergelincir seketika dari sudut pandangan yang akan kami namakan "relativiti unilateral" kepada timbal balik, yang merupakan ciri Einstein. Marilah kami segera kembali ke kedudukan kami. Tetapi katakanlah sekarang bahawa pengecutan badan yang bergerak, pengembangan Masa mereka, kehancuran keserentakan menjadi turutan, akan dikekalkan seperti sedia ada dalam teori Einstein: tidak akan ada perubahan pada persamaan yang telah kami tetapkan, mahupun secara umumnya pada apa yang telah kami katakan tentang sistem S' dalam hubungan temporal dan spatialnya dengan sistem S. Hanya pengecutan keluasan, pengembangan Masa, keretakan keserentakan ini akan menjadi timbal balik secara eksplisit (ia sudah tersirat, berdasarkan bentuk persamaan itu sendiri), dan pemerhati dalam S' akan mengulangi tentang S semua yang telah ditegaskan oleh pemerhati dalam S tentang S'. Dengan itu, seperti yang akan kami tunjukkan juga, apa yang pada mulanya paradoks dalam teori Relativiti akan lenyap: kami mendakwa bahawa Masa tunggal dan Keluasan yang bebas daripada jangka masa kekal dalam hipotesis Einstein dalam keadaan tulen: ia tetap seperti yang selalu ada untuk akal sehat. Tetapi hampir mustahil untuk mencapai hipotesis relativiti berganda tanpa melalui relativiti sederhana, di mana seseorang masih meletakkan titik rujukan mutlak, eter yang tidak bergerak. Malah apabila seseorang memahami relativiti dalam pengertian kedua, seseorang masih melihatnya sedikit dalam pengertian pertama; kerana walaupun dikatakan bahawa hanya wujud gerakan timbal balik S dan S' antara satu sama lain, seseorang tidak mengkaji timbal balik ini tanpa mengamalkan salah satu daripada dua istilah, S atau S', sebagai "sistem rujukan": tetapi, sebaik sahaja sistem telah diimobilisasi dengan cara ini, ia menjadi sementara titik rujukan mutlak, pengganti eter. Pendek kata, rehat mutlak, dihalau oleh pemahaman, dipulihkan oleh imaginasi. Dari sudut pandangan matematik, ini tidak menimbulkan masalah. Sama ada sistem S, yang diambil sebagai sistem rujukan, berada dalam keadaan rehat mutlak dalam eter, atau hanya dalam keadaan rehat berbanding semua sistem yang akan dibandingkan, dalam kedua-dua kes pemerhati yang berada dalam S akan merawat ukuran masa yang dihantar kepadanya dari semua sistem seperti S' dengan cara yang sama; dalam kedua-dua kes dia akan menggunakan formula transformasi Lorentz. Kedua-dua hipotesis adalah setara untuk ahli matematik. Tetapi tidak sama untuk ahli falsafah. Kerana jika S berada dalam keadaan rehat mutlak, dan semua sistem lain dalam gerakan mutlak, teori Relativiti akan benar-benar membayangkan kewujudan pelbagai Masa, semua pada tahap yang sama dan semuanya nyata. Tetapi jika, sebaliknya, seseorang meletakkan diri dalam hipotesis Einstein, pelbagai Masa akan kekal, tetapi hanya satu yang nyata, seperti yang kami cadangkan untuk dibuktikan: yang lain akan menjadi fiksyen matematik. Itulah sebabnya, pada pandangan kami, semua kesukaran falsafah mengenai masa akan lenyap jika seseorang berpegang teguh pada hipotesis Einstein, tetapi semua keanehan juga yang telah mengelirukan begitu banyak minda. Oleh itu, kami tidak perlu menekankan makna yang harus diberikan kepada "deformasi badan", "perlambatan masa" dan "keretakan keserentakan" apabila seseorang percaya pada eter yang tidak bergerak dan sistem istimewa. Kami akan memadai dengan mencari cara untuk memahaminya dalam hipotesis Einstein. Kemudian, dengan melihat semula sudut pandangan pertama, seseorang akan mengakui bahawa ia perlu diletakkan terlebih dahulu, seseorang akan menganggap godaan untuk kembali kepadanya walaupun setelah menerima yang kedua sebagai semula jadi; tetapi seseorang juga akan melihat bagaimana masalah palsu timbul daripada fakta bahawa imej dipinjam dari satu untuk menyokong abstraksi yang sepadan dengan yang lain.

BAB 5.1.

Mengenai Timbal Balik Gerakan

Kami telah membayangkan sistem S dalam keadaan rehat dalam eter yang tidak bergerak, dan sistem S' dalam gerakan berbanding S. Namun, eter tidak pernah dilihat; ia diperkenalkan dalam fizik untuk menyokong pengiraan. Sebaliknya, pergerakan sistem S' berbanding sistem S adalah fakta pemerhatian bagi kami. Seseorang juga harus menganggap sebagai fakta, sehingga perintah baru, ketekalan kelajuan cahaya untuk sistem yang mengubah kelajuan sesuka hati, dan yang kelajuannya boleh turun kepada sifar. Marilah kita mengambil semula tiga penegasan yang kita mulakan: 1° S' bergerak berbanding S; 2° cahaya mempunyai kelajuan yang sama untuk kedua-duanya; 3° S berhenti dalam eter yang tidak bergerak. Adalah jelas bahawa dua daripadanya menyatakan fakta, dan yang ketiga adalah hipotesis. Tolak hipotesis: kita hanya mempunyai dua fakta. Tetapi kemudian yang pertama tidak akan dirumuskan dengan cara yang sama. Kami mengumumkan bahawa S' bergerak berbanding S: mengapa kami tidak mengatakan bahawa S bergerak berbanding S'? Hanya kerana S dianggap mengambil bahagian dalam ketakgerakan mutlak eter. Tetapi tidak ada lagi eter[1], tidak ada lagi ketakgerakan mutlak di mana-mana. Oleh itu, kita boleh mengatakan, sesuka hati, bahawa S' bergerak berbanding S, atau S bergerak berbanding S', atau lebih baik S dan S' bergerak antara satu sama lain. Pendek kata, apa yang benar-benar diberikan adalah timbal balik anjakan. Bagaimana mungkin sebaliknya, kerana pergerakan yang dilihat dalam ruang hanyalah variasi berterusan jarak? Jika seseorang mempertimbangkan dua titik A dan B dan anjakan "salah satu daripadanya", semua yang mata perhatikan, semua yang sains boleh catat, adalah perubahan panjang selang[2]. Bahasa akan menyatakan fakta dengan mengatakan bahawa A bergerak, atau B. Ia mempunyai pilihan; tetapi ia akan lebih dekat dengan pengalaman dengan mengatakan bahawa A dan B bergerak antara satu sama lain, atau lebih ringkasnya bahawa jurang antara A dan B mengecil atau membesar. "Timbal balik" pergerakan adalah oleh itu fakta pemerhatian. Seseorang boleh mengenalinya a priori sebagai syarat sains, kerana sains hanya beroperasi pada ukuran, ukuran umumnya pada panjang, dan apabila panjang bertambah atau berkurang, tidak ada sebab untuk mengutamakan salah satu hujungnya: semua yang boleh ditegaskan ialah jurang membesar atau mengecil antara kedua-duanya[3].

---

[1] Kami tidak bercakap, sudah tentu, melainkan tentang eter tetap, yang membentuk sistem rujukan istimewa, unik, mutlak. Tetapi hipotesis eter, dipinda dengan sewajarnya, mungkin boleh diambil semula oleh teori Relativiti. Einstein berpendapat demikian (Lihat ceramahnya pada tahun 1920 mengenai "Eter dan Teori Relativiti"). Sudah, untuk mengekalkan eter, seseorang telah cuba menggunakan beberapa idea Larmor. (Rujuk Cunningham, The Principle of Relativity, Cambridge, 1911, bab xvi).

[2] Mengenai perkara ini, dan mengenai "timbal balik" pergerakan, kami telah menarik perhatian dalam Matter and Memory, Paris, 1896, bab IV, dan dalam Introduction to Metaphysics (Review of Metaphysics and Morality, Januari 1903).

[3] Lihat perkara ini, dalam Matter and Memory, halaman 214 dan seterusnya.

BAB 5.2.

Pergerakan Relatif dan Pergerakan Mutlak

Sesungguhnya, tidak semua pergerakan dapat direduksikan kepada apa yang terlihat di ruang. Di samping pergerakan yang kita amati dari luar, terdapat juga pergerakan yang kita rasakan kita hasilkan. Ketika Descartes berbicara tentang timbal balik pergerakan[1], bukan tanpa alasan Morus menjawabnya: *"Jika aku duduk tenang, dan seorang lain, menjauh seribu langkah, menjadi merah letih, dialah yang bergerak dan akulah yang berehat*[2]*."* Segala yang dapat dikatakan sains tentang relativiti pergerakan yang dilihat oleh mata kita, diukur dengan pembaris dan jam kita, akan membiarkan perasaan mendalam kita tentang melaksanakan pergerakan dan memberikan usaha yang kita adalah pengeluarannya tetap utuh. Biarlah watak Morus, *"duduk dengan tenang"*, mengambil keputusan untuk berlari pula, bangun dan berlari: sia-sia berhujah bahawa lariannya adalah anjakan timbal balik tubuhnya dan tanah, bahawa dia bergerak jika pemikiran kita membekukan Bumi, tetapi Bumilah yang bergerak jika kita dekretkan pelari itu tidak bergerak, dia tidak akan pernah menerima dekret itu, dia akan sentiasa menyatakan bahawa dia merasakan

secara langsung tindakannya, bahawa tindakan itu adalah fakta, dan fakta itu sepihak. Kesedaran ini tentang pergerakan yang diputuskan dan dilaksanakan, dimiliki oleh semua manusia lain dan kebanyakan haiwan juga. Dan, kerana makhluk hidup melaksanakan pergerakan yang memang milik mereka, yang hanya berkaitan dengan mereka, yang dirasakan dari dalam, tetapi yang, dilihat dari luar, hanya muncul sebagai timbal balik anjakan, kita boleh membuat andaian bahawa demikianlah halnya dengan pergerakan relatif secara umum, dan bahawa timbal balik anjakan adalah manifestasi di mata kita tentang perubahan dalaman, mutlak, yang berlaku di suatu tempat dalam ruang. Kami telah menekankan perkara ini dalam karya yang kami beri judul Pengenalan kepada Metafizik. Demikianlah fungsi ahli metafizik pada pandangan kami: dia mesti menembusi ke dalam benda; dan hakikat sejati, realiti mendalam suatu pergerakan tidak pernah dapat lebih baik dinyatakan kepadanya daripada ketika dia melaksanakan pergerakan itu sendiri, ketika dia merasakannya dari luar seperti semua pergerakan lain, tetapi juga menangkapnya dari dalam sebagai suatu usaha, yang hanya kesannya yang kelihatan. Namun, ahli metafizik hanya memperoleh persepsi langsung, dalaman dan pasti ini untuk pergerakan yang dilakukannya sendiri. Hanya untuk pergerakan itu dia dapat menjamin bahawa ia adalah tindakan nyata, pergerakan mutlak. Untuk pergerakan yang dilakukan oleh makhluk hidup lain, bukan melalui persepsi langsung, tetapi melalui simpati, atas alasan analogi, dia akan mengangkatnya sebagai realiti bebas. Dan tentang pergerakan jirim secara umum, dia tidak dapat mengatakan apa-apa, kecuali bahawa kemungkinan terdapat perubahan dalaman, sama ada serupa atau tidak dengan usaha, yang berlaku entah di mana dan yang menjelma di mata kita, seperti tindakan kita sendiri, sebagai anjakan timbal balik jasad dalam ruang. Oleh itu, kita tidak perlu mengambil kira pergerakan mutlak dalam pembinaan sains: kita tidak tahu di mana ia berlaku kecuali secara luar biasa, dan, walaupun begitu, sains tidak akan mempedulikannya, kerana ia tidak dapat diukur dan fungsi sains adalah mengukur. Sains tidak boleh dan tidak harus mengekalkan dari realiti kecuali apa yang terhampar di ruang, homogen, terukur, visual. Pergerakan yang dikajinya sentiasa relatif dan hanya boleh terdiri daripada timbal balik anjakan. Sementara Morus berbicara sebagai ahli metafizik, Descartes menandakan dengan ketepatan muktamad sudut pandangan sains. Dia bahkan melangkaui sains zamannya, mekanik Newtonian, sains kita, merumuskan prinsip yang diserahkan kepada Einstein untuk memberikan demonstrasinya.

---

(1) Descartes, Prinsip, ii, 29.

(2) H. Morus, Scripta philosophica, 1679, jil. II, h. 218.

BAB 5.3.

Daripada Descartes kepada Einstein

Hakikat yang luar biasa ialah relativiti radikal pergerakan, yang diutarakan oleh Descartes, tidak dapat ditegaskan secara kategorikal oleh sains moden. Sains, seperti yang difahami sejak Galileo, sememangnya menginginkan pergerakan itu relatif. Dengan senang hati ia mengisytiharkannya sedemikian. Tetapi ia dilakukan dengan lemah dan tidak lengkap. Terdapat dua sebab untuk ini. Pertama, sains tidak mencabar akal sehat melainkan dalam had yang perlu. Sekarang, jika semua pergerakan linear dan tidak dipercepatkan jelas relatif, jika oleh itu, di mata sains, landasan juga bergerak relatif kepada kereta api seperti kereta api relatif kepada landasan, saintis tetap akan mengatakan bahawa landasan itu tidak bergerak; dia akan bercakap seperti orang lain apabila dia tidak mempunyai kepentingan untuk menyatakan sebaliknya. Tetapi itu bukan perkara utama. Sebab mengapa sains tidak pernah menekankan relativiti radikal pergerakan seragam adalah kerana ia merasa tidak mampu memperluaskan relativiti ini kepada pergerakan dipercepatkan: sekurang-kurangnya ia terpaksa melepaskannya buat sementara waktu. Berkali-kali dalam sejarahnya, ia telah mengalami keperluan sedemikian. Daripada prinsip yang wujud dalam kaedahnya, ia mengorbankan sesuatu kepada hipotesis yang boleh disahkan serta-merta dan yang memberikan hasil yang berguna dengan segera: jika kelebihan itu dikekalkan, itu kerana hipotesis itu benar pada satu segi, dan oleh itu hipotesis ini mungkin suatu hari nanti telah menyumbang secara muktamad untuk mewujudkan prinsip yang telah diketepikan buat

sementara waktu. Demikianlah dinamisme Newton seolah-olah memotong perkembangan mekanisme Cartesian. Descartes menyatakan bahawa semua yang berkaitan dengan fizik terhampar dalam pergerakan di angkasa: dengan itu dia memberikan formula ideal mekanisme sejagat. Tetapi berpegang pada formula ini akan mempertimbangkan secara global hubungan segala-galanya dengan segala-galanya; seseorang tidak dapat memperoleh penyelesaian, walaupun sementara, masalah tertentu melainkan dengan memotong dan mengasingkan bahagian secara buatan dalam keseluruhannya: tetapi sebaik sahaja seseorang mengabaikan hubungan, seseorang memperkenalkan daya. Pengenalan ini hanyalah penghapusan itu sendiri; ia menyatakan keperluan di mana kecerdasan manusia menemui dirinya untuk mengkaji realiti bahagian demi bahagian, tidak berupaya untuk membentuk konsepsi sintetik dan analitik keseluruhan sekaligus. Dinamisme Newton oleh itu boleh - dan ternyata dalam kenyataannya - menjadi langkah ke arah demonstrasi lengkap mekanisme Cartesian, yang mungkin telah direalisasikan oleh Einstein. Sekarang, dinamisme ini membayangkan kewujudan pergerakan mutlak. Seseorang masih boleh menerima relativiti pergerakan dalam kes translasi linear tidak dipercepatkan; tetapi kemunculan daya emparan dalam gerakan putaran seolah-olah membuktikan bahawa seseorang berhadapan dengan mutlak sebenar; dan seseorang juga harus menganggap mutlak mana-mana pergerakan dipercepatkan lain. Teori inilah yang kekal klasik sehingga Einstein. Walau bagaimanapun, ini hanya boleh menjadi konsepsi sementara. Seorang ahli sejarah mekanik, Mach, telah menunjukkan kekurangannya[1], dan kritikannya pasti menyumbang kepada mencetuskan idea baharu. Tiada ahli falsafah yang dapat berpuas hati sepenuhnya dengan teori yang menganggap mobiliti sebagai hubungan timbal balik semata-mata dalam kes pergerakan seragam, dan sebagai realiti yang wujud dalam objek bergerak dalam kes pergerakan dipercepatkan. Jika kita menganggap perlu, bagi kita, untuk mengakui perubahan mutlak di mana-mana pergerakan ruang diperhatikan, jika kita menganggapkan bahawa kesedaran usaha mendedahkan sifat mutlak pergerakan yang disertakan, kami menambah bahawa pertimbangan pergerakan mutlak ini hanya menarik minat pengetahuan dalaman kita tentang perkara, iaitu psikologi yang memanjangkan kepada metafizik[2]. Kami menambah bahawa untuk fizik, yang peranannya adalah untuk mengkaji hubungan antara data visual dalam ruang homogen, semua pergerakan *harus* relatif. Dan bagaimanapun beberapa pergerakan tidak *boleh* menjadi begitu. Mereka boleh sekarang. Jika tidak lebih daripada sebab ini, teori Relativiti umum menandakan tarikh penting dalam sejarah idea. Kami tidak tahu nasib muktamad apa fizik menyediakan untuknya. Tetapi, apa pun yang berlaku, konsep pergerakan spatial yang kita temui dalam Descartes, dan yang selaras dengan semangat sains moden, akan telah dibuat oleh Einstein secara saintifik boleh diterima dalam kes pergerakan dipercepatkan seperti dalam kes pergerakan seragam.

[1] Mach, Die Mechanik in ihrer Entwicklung, II. vi

[2] Matière et Mémoire, loc. cit. Cf. Introduction à la Métaphysique (Rev. de Métaphysique et de Morale, janvier 1903)

Memang benar bahawa bahagian karya Einstein ini adalah yang terakhir. Inilah teori Relativiti "*digeneralisasikan*". Pertimbangan tentang masa dan keserentakan tergolong dalam teori Relativiti "*terhad*", dan yang terakhir ini hanya menyangkut pergerakan seragam. Tetapi dalam teori terhad terdapat seperti keperluan teori umum. Kerana walaupun ia *terhad*, iaitu terhad kepada pergerakan seragam, ia tidak kurang *radikal*, kerana ia menjadikan mobiliti sebagai timbal balik. Sekarang, mengapa seseorang belum pergi secara eksplisit sejauh itu? Mengapa, walaupun kepada pergerakan seragam, yang diisytiharkan relatif, seseorang hanya menerapkan idea relativiti dengan lemah? Kerana seseorang tahu bahawa idea itu tidak lagi sesuai untuk pergerakan dipercepatkan. Tetapi, sejak seorang ahli fizik memegang relativiti radikal pergerakan seragam, dia harus berusaha untuk menganggap pergerakan dipercepatkan sebagai relatif. Jika tidak lebih daripada sebab ini juga, teori Relativiti terhad memanggil selepasnya teori Relativiti umum, dan tidak dapat meyakinkan ahli falsafah melainkan jika ia meminjamkan dirinya kepada generalisasi ini.

Oleh itu, jika semua pergerakan adalah relatif dan tiada titik rujukan mutlak, tiada sistem keistimewaan, pemerhati dalam sistem tidak akan mempunyai cara untuk mengetahui sama ada

sistemnya bergerak atau dalam keadaan rehat. Katakan lebih baik: dia akan salah untuk bertanya kepada dirinya sendiri, kerana soalan itu tidak lagi masuk akal; ia tidak timbul dalam istilah ini. Dia bebas untuk memutuskan apa yang dia suka: sistemnya akan tidak bergerak, mengikut definisi itu sendiri, jika dia menjadikannya *"sistem rujukan"* dan memasang balai cerapnya di sana. Dia tidak boleh berbuat demikian, walaupun dalam kes pergerakan seragam, apabila seseorang mempercayai eter tidak bergerak. Dia tidak boleh berbuat demikian, dalam apa jua cara, apabila seseorang mempercayai sifat mutlak pergerakan dipercepatkan. Tetapi sejak dua hipotesis diketepikan, mana-mana sistem berada dalam keadaan rehat atau bergerak, mengikut kehendak. Secara semula jadi, seseorang mesti berpegang pada pilihan yang dibuat sekali sistem tidak bergerak, dan merawat yang lain sewajarnya.

BAB 5.4.

Penyebaran dan Pengangkutan

Kami tidak ingin memanjangkan pengenalan ini secara berlebihan. Namun, kami perlu mengingatkan kembali apa yang pernah kami katakan dahulu mengenai idea badan, dan juga tentang pergerakan mutlak: dua siri pertimbangan ini membolehkan kami membuat kesimpulan tentang relativiti radikal pergerakan sebagai anjakan dalam ruang. Apa yang diberikan secara langsung kepada persepsi kami, seperti yang kami jelaskan, ialah kesinambungan yang meluas di mana kualiti-kualiti terhampar: lebih khusus, kesinambungan keluasan visual, dan oleh itu warna. Di sini tiada yang buatan, konvensional, semata-mata manusiawi. Warna mungkin kelihatan berbeza jika mata dan kesedaran kami dibentuk secara berbeza: namun, akan sentiasa ada sesuatu yang benar-benar kukuh yang fizik akan terus uraikan menjadi getaran asas. Pendeknya, selagi kami hanya bercakap tentang kesinambungan yang berkelayakan dan diubah secara kualitatif, seperti keluasan berwarna dan perubahan warna, kami menyatakan secara langsung, tanpa konvensi manusia yang diselitkan, apa yang kami lihat: kami tidak mempunyai sebab untuk menganggap bahawa kami tidak berada di hadapan realiti itu sendiri. Sebarang penampilan mesti dianggap realiti selagi ia tidak terbukti ilusi, dan bukti ini tidak pernah dilakukan untuk kes semasa: ada yang percaya mereka telah melakukannya, tetapi itu adalah ilusi; kami fikir kami telah membuktikannya[1]. Oleh itu, jirim disampaikan kepada kami secara langsung sebagai realiti. Tetapi adakah ini berlaku untuk badan tertentu, yang ditegakkan sebagai entiti yang lebih kurang bebas? Persepsi visual tentang badan adalah hasil pemecahan yang kami lakukan pada keluasan berwarna; ia telah dipotong oleh kami dalam kesinambungan keluasan. Sangat mungkin bahawa pemecahan ini dilakukan secara berbeza oleh pelbagai spesies haiwan. Ramai yang tidak mampu melakukannya; dan mereka yang mampu melakukannya mengikut, dalam operasi ini, bentuk aktiviti mereka dan sifat keperluan mereka. "Badan-badan, seperti yang kami tulis, dipotong daripada kain alam oleh *persepsi* yang guntingnya mengikuti garis putus-putus di mana *tindakan* akan berlaku"[2]. Itulah yang dikatakan oleh analisis psikologi. Dan fizik mengesahkannya. Ia menguraikan badan menjadi bilangan korpuskel asas yang hampir tidak terbatas; dan pada masa yang sama ia menunjukkan badan ini berkait dengan badan lain melalui ribuan tindakan dan reaksi timbal balik. Ia dengan demikian memperkenalkan begitu banyak ketakselanjaran ke dalamnya, dan sebaliknya mewujudkan begitu banyak kesinambungan antara badan itu dan seluruh benda, sehingga seseorang dapat meneka betapa buatan dan konvensionalnya pengagihan jirim kami kepada badan. Tetapi jika setiap badan, diambil secara berasingan dan dihentikan di mana kebiasaan persepsi kami menamatkannya, sebahagian besarnya adalah makhluk konvensional, bagaimana mungkin tidak sama dengan pergerakan yang dianggap mempengaruhi badan ini secara terpencil? Hanya ada satu pergerakan, seperti yang kami katakan, yang dirasakan dari dalam, dan yang kami tahu merupakan peristiwa itu sendiri: iaitu pergerakan yang menterjemahkan usaha kami. Di tempat lain, apabila kami melihat pergerakan berlaku, semua yang kami pasti ialah beberapa pengubahsuaian berlaku di alam semesta. Sifat dan juga tempat tepat pengubahsuaian ini terlepas daripada kami; kami hanya dapat melihat beberapa perubahan kedudukan yang merupakan aspek visual dan permukaannya, dan perubahan ini semestinya timbal balik. Sebarang pergerakan—walaupun pergerakan kami

sendiri seperti yang dilihat dari luar dan divisualisasikan—adalah relatif. Perlu difahami, lebih-lebih lagi, bahawa ia hanya berkaitan dengan pergerakan jirim berat. Analisis yang baru kami lakukan menunjukkan ini dengan mencukupi. Jika warna adalah realiti, begitu juga dengan ayunan yang berlaku di dalamnya: haruskah kami, kerana ia mempunyai sifat mutlak, masih memanggilnya pergerakan? Sebaliknya, bagaimana kami boleh menyamakan tindakan di mana ayunan sebenar ini, unsur kualiti dan mengambil bahagian dalam apa yang mutlak dalam kualiti, merambat melalui ruang, dan anjakan yang sepenuhnya relatif, semestinya timbal balik, dua sistem S dan S′ yang dipotong lebih kurang secara buatan dalam jirim? Seseorang bercakap, di sini dan di sana, tentang pergerakan; tetapi adakah perkataan itu mempunyai makna yang sama dalam kedua-dua kes? Katakanlah *perambatan* dalam kes pertama, dan *pengangkutan* dalam kes kedua: ia akan mengikuti daripada analisis lama kami bahawa perambatan mesti dibezakan secara mendalam daripada pengangkutan. Tetapi kemudian, teori pancaran ditolak, perambatan cahaya bukanlah terjemahan zarah, seseorang tidak akan mengharapkan kelajuan cahaya berbanding sistem berubah mengikut sama ada ia "dalam rehat" atau "dalam gerakan". Mengapa ia harus mengambil kira cara persepsi dan konsepsi manusia?

(1) Matter and Memory, p. 225 dan seterusnya. Cf. seluruh bab pertama

(2) Creative Evolution, 1907, p. 12-13. Cf. Matter and Memory, 1896, keseluruhan bab I; dan bab IV, p. 218 dan seterusnya

BAB 5.5.

Sistem Rujukan

Mari kita letakkan diri kita secara tegas dalam hipotesis timbal balik. Kita kini perlu mentakrifkan secara umum beberapa istilah yang maknanya kelihatan cukup ditunjukkan sehingga kini, dalam setiap kes tertentu, oleh penggunaan yang kita lakukan terhadapnya. Kita akan memanggil *"sistem rujukan"* trihedron segi empat tepat yang kita bersetuju untuk letakkan, dengan menunjukkan jarak masing-masing ke tiga muka, semua titik alam semesta. Ahli fizik yang membina Sains akan terikat dengan trihedron ini. Puncak trihedron biasanya akan berfungsi sebagai balai cerap baginya. Secara semulajadi, titik-titik dalam sistem rujukan akan berada dalam keadaan rehat antara satu sama lain. Tetapi perlu ditambah bahawa, dalam hipotesis Relativiti, sistem rujukan itu sendiri akan tidak bergerak sepanjang masa ia digunakan untuk merujuk. Apakah sebenarnya ketetapan trihedron dalam ruang jika bukan sifat yang diberikan kepadanya, situasi istimewa sementara yang dijamin kepadanya, dengan menggunakannya sebagai sistem rujukan? Selagi kita mengekalkan eter pegun dan kedudukan mutlak, ketetapan itu benar-benar milik benda; ia tidak bergantung pada dekri kita. Setelah eter lenyap bersama sistem istimewa dan titik-titik tetap, yang tinggal hanyalah pergerakan relatif objek antara satu sama lain; tetapi kerana seseorang tidak boleh bergerak relatif terhadap dirinya sendiri, ketetapan akan, mengikut definisi, menjadi keadaan balai cerap di mana kita meletakkan diri kita dalam pemikiran: di situlah tepatnya trihedron rujukan itu. Sudah tentu, tiada apa yang menghalang kita untuk menganggap, pada suatu masa tertentu, bahawa sistem rujukan itu sendiri sedang bergerak. Fizik sering mempunyai kepentingan untuk berbuat demikian, dan teori Relativiti dengan senang hati meletakkan dirinya dalam hipotesis ini. Tetapi apabila ahli fizik menggerakkan sistem rujukannya, itu kerana dia sementara memilih yang lain, yang kemudiannya menjadi pegun. Memang benar sistem kedua ini boleh digerakkan dalam pemikiran pula, tanpa pemikiran semestinya memilih kediaman dalam sistem ketiga. Tetapi kemudian ia berayun antara kedua-duanya, membekukan mereka secara bergilir-gilir melalui pergerakan keluar masuk yang begitu pantas sehingga ia dapat memberikan ilusi membiarkan kedua-duanya dalam pergerakan. Dalam pengertian tepat inilah kita akan bercakap tentang *"sistem rujukan"*.

Sebaliknya, kami akan memanggil *"sistem tidak berubah"*, atau sekadar *"sistem"*, sebarang set titik yang mengekalkan kedudukan relatif yang sama dan oleh itu tidak bergerak antara satu sama lain. Bumi adalah sebuah sistem. Sudah tentu pelbagai pergerakan dan perubahan berlaku di permukaannya dan tersembunyi di dalamnya; tetapi pergerakan ini berlaku dalam rangka yang tetap: maksud saya seseorang boleh menemui di Bumi seberapa banyak titik tetap yang

dikehendaki antara satu sama lain dan hanya memberi tumpuan kepada mereka, dengan peristiwa yang berlaku di antara mereka menjadi sekadar gambaran: ia tidak lagi menjadi apa-apa selain imej yang muncul secara berurutan dalam kesedaran pemerhati yang tidak bergerak di titik-titik tetap ini.

Kini, sebuah *"sistem"* secara amnya boleh dijadikan *"sistem rujukan"*. Ini bermakna kita bersetuju untuk meletakkan sistem rujukan yang kita pilih dalam sistem ini. Kadang-kadang perlu menunjukkan titik tertentu dalam sistem di mana puncak trihedron diletakkan. Selalunya ini tidak perlu. Oleh itu, sistem Bumi, apabila kita hanya mengambil kira keadaan rehat atau pergerakannya berbanding sistem lain, boleh dianggap oleh kita sebagai titik material mudah; titik ini kemudian akan menjadi puncak trihedron kita. Atau, dengan membiarkan Bumi mengekalkan dimensinya, kita akan mengandaikan bahawa trihedron terletak di mana-mana sahaja di atasnya.

Peralihan dari *"sistem"* ke *"sistem rujukan"* adalah berterusan jika kita mengikuti teori Relativiti. Memang penting untuk teori ini untuk menyebarkan bilangan jam yang tidak terbatas pada *"sistem rujukan"*nya, diselaraskan antara satu sama lain, dan oleh itu pemerhati. Sistem rujukan tidak lagi boleh menjadi sekadar trihedron dengan seorang pemerhati tunggal. Saya bersetuju bahawa *"jam"* dan *"pemerhati"* tidak mempunyai apa-apa material: di sini *"jam"* hanya bermaksud rekod ideal masa mengikut undang-undang atau peraturan tertentu, dan *"pemerhati"* bermaksud pembaca ideal masa yang direkodkan secara ideal. Namun, benar bahawa seseorang kini membayangkan kemungkinan jam material dan pemerhati hidup di semua titik sistem. Kecenderungan untuk bercakap secara bergantian tentang *"sistem"* atau *"sistem rujukan"* memang wujud dalam teori Relativiti sejak awal, kerana dengan menghentikan Bumi, mengambil sistem global ini sebagai sistem rujukan, seseorang menjelaskan ketidakubahan hasil eksperimen Michelson-Morley. Dalam kebanyakan kes, asimilasi sistem rujukan kepada sistem global seperti ini tidak menimbulkan masalah. Dan ia mungkin mempunyai kelebihan besar untuk ahli falsafah, yang akan mencari, sebagai contoh, sejauh mana Masa Einstein adalah Masa sebenar, dan yang untuk tujuan itu akan terpaksa meletakkan pemerhati yang hidup dan sedar di semua titik sistem rujukan di mana terdapat *"jam"*.

Inilah pertimbangan awal yang ingin kami kemukakan. Kami telah memberi banyak ruang kepada mereka. Tetapi ini kerana kami tidak mentakrifkan dengan ketat istilah yang digunakan, kerana kami tidak cukup membiasakan diri untuk melihat relativiti sebagai timbal balik, kerana kami tidak sentiasa hadir dalam fikiran hubungan antara relativiti radikal dan relativiti yang dilemahkan dan kerana kami tidak melindungi diri daripada kekeliruan antara mereka, akhirnya kerana kami tidak mengkaji dengan teliti peralihan dari fizikal ke matematik, maka kesilapan serius telah dibuat tentang makna falsafah pertimbangan masa dalam teori Relativiti. Tambahan pula, seseorang tidak begitu mengambil berat tentang sifat masa itu sendiri. Namun, di sinilah seseorang harus bermula. Marilah kita berhenti pada ketika ini. Dengan analisis dan perbezaan yang telah kami buat, dengan pertimbangan yang akan kami kemukakan tentang masa dan pengukurannya, akan menjadi mudah untuk mendekati tafsiran teori Einstein.

BAB 6.

Tentang Sifat Masa

Kesinambungan dan Kesedaran

Tidak diragukan bahawa masa pada mulanya bagi kita bertepatan dengan kesinambungan kehidupan dalaman kita. Apakah kesinambungan ini? Ia adalah aliran atau peralihan, tetapi aliran dan peralihan yang memadai dengan sendirinya, aliran tidak membayangkan sesuatu yang mengalir dan peralihan tidak mengandaikan keadaan yang dilalui: *perkara* dan *keadaan* hanyalah gambaran seketika yang diambil secara buatan daripada peralihan; dan peralihan ini, dialami secara semula jadi, adalah durasi itu sendiri. Ia adalah ingatan, tetapi bukan ingatan peribadi, luaran kepada apa yang dipegangnya, berbeza daripada masa lalu yang dijamin pemeliharaannya;

ia adalah ingatan dalaman kepada perubahan itu sendiri, ingatan yang memanjangkan sebelum ke selepas dan menghalangnya daripada menjadi gambaran seketika yang muncul dan hilang dalam masa kini yang dilahirkan semula tanpa henti. Melodi yang kita dengar dengan mata tertutup, hanya memikirkannya, hampir bertepatan dengan masa ini yang merupakan kelancaran kehidupan dalaman kita; tetapi ia masih mempunyai terlalu banyak kualiti, terlalu banyak penentuan, dan seseorang harus terlebih dahulu memadamkan perbezaan antara bunyi, kemudian menghapuskan ciri-ciri khas bunyi itu sendiri, hanya mengekalkan kesinambungan apa yang terdahulu dalam apa yang berikut dan peralihan tanpa gangguan, kepelbagaian tanpa pembahagian dan kesinambungan tanpa pemisahan, untuk akhirnya menemui semula masa asas. Inilah durasi yang dialami secara langsung, tanpanya kita tidak akan mempunyai sebarang idea tentang masa.

BAB 6.2.

Asal Usul Idea Masa Sejagat

Bagaimana kita beralih dari masa dalaman ini kepada masa benda-benda? Kita melihat dunia material, dan persepsi ini tampak bagi kita, betul atau salah, berada serentak dalam diri dan di luar diri: di satu sisi, ia adalah keadaan kesedaran; di sisi lain, ia adalah selaput material yang cetek di mana yang merasa dan yang dirasa bertemu. Setiap saat kehidupan dalaman kita bersamaan dengan saat tubuh kita, dan seluruh material sekitar, yang akan *"serentak"* dengannya: material ini tampak turut serta dalam durasi kesedaran kita[1]. Secara beransur-ansur kita perluas durasi ini ke seluruh dunia material, kerana kita tidak melihat alasan untuk membatasinya pada persekitaran terdekat tubuh kita: alam semesta tampak membentuk satu kesatuan; dan jika bahagian di sekitar kita berdurasi seperti kita, maka demikian juga, fikir kita, bahagian yang mengelilinginya, dan seterusnya tanpa batas. Maka lahirlah idea Durasi alam semesta, iaitu kesedaran tidak peribadi yang menjadi penghubung antara semua kesedaran individu, seperti antara kesedaran-kesedaran ini dan seluruh alam[2]. Kesedaran seperti ini akan menangkap dalam satu persepsi tunggal dan seketika, pelbagai peristiwa yang terletak di titik berbeza ruang; keserentakan tepatnya adalah kemungkinan dua atau lebih peristiwa memasuki persepsi tunggal dan seketika. Apa yang benar, apa yang ilusi dalam cara menggambarkan ini? Yang penting sekarang bukanlah menentukan bahagian kebenaran atau kesalahan, tetapi melihat dengan jelas di mana pengalaman berakhir, di mana hipotesis bermula. Tidak diragukan bahawa kesedaran kita merasa berdurasi, bahawa persepsi kita adalah sebahagian daripada kesedaran kita, dan bahawa sesuatu dari tubuh kita, dan material di sekitar kita, masuk ke dalam persepsi kita[3]: demikian, durasi kita dan penyertaan yang dirasakan, dialami, dari persekitaran material kita dalam durasi dalaman ini adalah fakta pengalaman. Tetapi pertama, seperti yang pernah kami tunjukkan, sifat penyertaan ini tidak diketahui: ia mungkin bergantung pada sifat yang dimiliki benda luar, tanpa berdurasi sendiri, untuk mewujud dalam durasi kita sejauh mereka bertindak ke atas kita dan dengan demikian menandai atau menjejaki perjalanan kehidupan sedar kita[4]. Kedua, dengan andaian bahawa persekitaran ini *"berdurasi"*, tiada yang membuktikan secara ketat bahawa kita menemui durasi yang sama ketika kita bertukar persekitaran: durasi berbeza, maksud saya berirama berbeza, boleh wujud bersama. Kami pernah membuat hipotesis seperti ini mengenai spesies hidup. Kami membezakan durasi dengan ketegangan lebih kurang tinggi, ciri pelbagai tahap kesedaran, yang berperingkat sepanjang kerajaan haiwan. Namun kami tidak melihat ketika itu, dan masih tidak melihat hari ini, alasan untuk memperluas hipotesis kepelbagaian durasi ini ke alam semesta material. Kami telah membiarkan terbuka persoalan sama ada alam semesta boleh dibahagikan kepada dunia bebas antara satu sama lain; dunia kami sendiri, dengan dorongan khusus yang ditunjukkan kehidupan di dalamnya, cukup bagi kami. Tetapi jika persoalan ini harus diputuskan, kami akan memilih, dengan pengetahuan semasa, hipotesis Masa material tunggal dan universal. Ini hanya hipotesis, tetapi ia berdasarkan penaakulan analogi yang kami anggap meyakinkan selagi tiada yang lebih memuaskan ditawarkan. Penaakulan hampir tidak sedar ini akan dirumuskan, kami percaya, seperti berikut. Semua kesedaran manusia adalah sama sifatnya, melihat dengan cara yang sama, berjalan seiring

dan hidup durasi yang sama. Tiada yang menghalang kita membayangkan seberapa banyak kesedaran manusia yang kita mahu, bertaburan di seluruh alam semesta, tetapi cukup dekat antara satu sama lain sehingga dua daripadanya yang berturutan, diambil secara rawak, mempunyai bahagian ekstrem pengalaman luar mereka yang sama. Setiap daripada dua pengalaman luar ini turut serta dalam durasi masing-masing daripada dua kesedaran. Dan kerana dua kesedaran mempunyai irama durasi yang sama, demikian juga dengan dua pengalaman. Tetapi dua pengalaman ini mempunyai bahagian yang sama. Dengan penghubung ini, mereka bergabung menjadi satu pengalaman tunggal, berlangsung dalam satu durasi tunggal yang akan, sesuka hati, menjadi milik salah satu daripada dua kesedaran. Penaakulan yang sama boleh diulangi langkah demi langkah, satu durasi yang sama akan mengumpulkan sepanjang laluannya peristiwa seluruh dunia material; dan kita kemudian boleh menghapuskan kesedaran manusia yang pada mulanya kita letakkan sebagai penyambung untuk pergerakan pemikiran kita: hanya akan tinggal masa tidak peribadi di mana semua benda mengalir. Dengan merumuskan kepercayaan manusia ini, kami mungkin meletakkan lebih ketepatan daripada yang sepatutnya. Setiap kita biasanya berpuas hati dengan memperluas tanpa batas, melalui usaha samar-samar imaginasi, persekitaran material terdekatnya, yang, kerana dilihatnya, turut serta dalam durasi kesedarannya. Tetapi sebaik sahaja usaha ini diperincikan, sebaik sahaja kita cuba mewajarkannya, kita dapati diri kita menggandakan dan menggandakan kesedaran kita, memindahkannya ke sempadan paling jauh pengalaman luar kita, kemudian ke hujung medan pengalaman baru yang ditawarkannya, dan seterusnya tanpa batas: ini adalah kesedaran berganda yang berasal daripada kita, serupa dengan kita, yang kita tugaskan untuk membuat rangkaian merentasi keluasan alam semesta dan membuktikan, melalui kesamaan durasi dalaman dan kesalinghubungan pengalaman luar mereka, kesatuan Masa tidak peribadi. Inilah hipotesis akal sehat. Kami mendakwa bahawa ini juga boleh menjadi milik Einstein, dan bahawa teori Relativiti sebenarnya dibuat untuk mengesahkan idea Masa bersama untuk semua benda. Idea ini, hipotesis dalam semua kes, bahkan nampaknya memperoleh ketegasan dan konsistensi khusus dalam teori Relativiti, difahami sebagaimana mestinya. Inilah kesimpulan yang akan timbul daripada analisis kami. Tetapi itu bukan perkara penting buat masa ini. Kita tinggalkan persoalan Masa tunggal. Apa yang ingin kita tegaskan ialah seseorang tidak boleh bercakap tentang realiti yang berdurasi tanpa memperkenalkan kesedaran. Ahli metafizik akan secara langsung melibatkan kesedaran universal. Akal sehat akan memikirkannya secara samar-samar. Ahli matematik, memang benar, tidak perlu mempedulikannya, kerana dia berminat dengan ukuran benda dan bukan sifatnya. Tetapi jika dia bertanya apa yang diukurnya, jika dia menumpukan perhatian pada masa itu sendiri, dia pasti akan membayangkan kejadian berurutan, dan oleh itu sebelum dan selepas, dan oleh itu jambatan antara keduanya (jika tidak, hanya akan ada salah satu daripadanya, seketika semata): namun, sekali lagi, mustahil untuk membayangkan atau memahami hubungan antara sebelum dan selepas tanpa unsur ingatan, dan oleh itu kesedaran.

---

[1] Untuk perkembangan pandangan yang dibentangkan di sini, lihat Essai sur les données immédiates de la Conscience, Paris, 1889, terutamanya bab II dan III; Matière et Mémoire, Paris, 1896, bab I dan IV; L'Évolution créatrice, passim. Cf. Introduction à la métaphysique, 1903; dan La perception du changement, Oxford, 1911

[2] Cf. karya kami yang telah kami sebutkan

[3] Lihat Matière et Mémoire, bab I

[4] Bandingkan dengan Essai sur les données immédiates de la conscience (khususnya halaman 82 dan seterusnya)

Mungkin ada yang keberatan menggunakan istilah ini jika mengaitkannya dengan makna antropomorfik. Namun tidak perlu mengambil ingatan sendiri dan memindahkannya, walau dilemahkan, ke dalam benda untuk membayangkan sesuatu yang bertahan. Sekalipun kita mengurangkan intensitinya, kita tetap akan meninggalkan kepelbagaian dan kekayaan kehidupan dalaman pada tahap tertentu; kita akan mengekalkan sifat peribadinya, dalam erti kata manusia. Pendekatan sebaliknya perlu diikuti. Kita harus mempertimbangkan satu saat dalam perkembangan alam semesta, iaitu gambaran seketika yang wujud bebas daripada sebarang kesedaran, kemudian cuba membayangkan saat lain sedekat mungkin dengannya, dan dengan itu memperkenalkan minimum masa ke dunia tanpa membiarkan secebis ingatan pun menyertainya. Kita akan lihat ini mustahil. Tanpa ingatan asas yang menghubungkan dua saat itu, hanya akan ada salah satunya, satu saat tunggal akibatnya, tiada sebelum dan selepas, tiada kesinambungan,

tiada masa. Kita boleh memberikan ingatan ini hanya sekadar untuk membuat sambungan; ia akan menjadi, jika anda mahu, sambungan itu sendiri, sekadar kesinambungan sebelum dalam selepas segera dengan kelupaan yang sentiasa diperbaharui terhadap apa yang bukan saat sebelumnya. Kita tetap telah memperkenalkan ingatan. Sejujurnya, mustahil untuk membezakan antara jangka masa, betapa singkatnya, yang memisahkan dua saat dan ingatan yang menghubungkannya, kerana jangka masa pada dasarnya adalah kesinambungan apa yang tidak lagi dalam apa yang ada. Inilah masa sebenar, maksudku yang dirasai dan dialami. Di sinilah juga sebarang masa yang difikirkan, kerana seseorang tidak dapat membayangkan masa tanpa mewakilkannya sebagai dirasai dan dialami. Durasi membayangkan kesedaran; dan kita meletakkan kesedaran di dasar segala sesuatu dengan semata-mata mengaitkan masa yang bertahan kepadanya.

BAB 6.3.

Durasi Sebenar dan Masa Terukur

Sama ada kita biarkan dalam diri atau letakkan di luar, masa yang bertahan tidak dapat diukur. Pengukuran yang bukan sekadar konvensional memerlukan pembahagian dan pertindihan. Namun mustahil untuk menindih jangka masa berturut-turut untuk mengesahkan kesamaannya; secara hipotesis, yang satu tidak lagi wujud apabila yang lain muncul; idea kesamaan yang boleh disahkan kehilangan semua makna di sini. Sebaliknya, jika durasi sebenar menjadi boleh dibahagikan, seperti yang akan kita lihat, melalui perpaduan yang terjalin antara dirinya dan garis yang melambangkannya, ia sendiri terdiri daripada kemajuan tidak terbahagi dan menyeluruh. Dengarkan melodi dengan mata tertutup, memikirkannya semata-mata, tanpa lagi menyusun nota yang anda simpan untuk satu sama lain secara khayalan di atas kertas atau papan kekunci, yang kemudiannya bersetuju menjadi serentak dan melepaskan kesinambungan kelancarannya dalam masa untuk membeku dalam ruang: anda akan menemui melodi atau bahagian melodi yang anda kembalikan ke durasi tulen sebagai tidak terbahagi, tidak terpisah. Sekarang, durasi dalaman kita, dilihat dari detik pertama hingga terakhir kehidupan sedar kita, adalah sesuatu seperti melodi ini. Perhatian kita mungkin dialihkan daripadanya dan oleh itu daripada ketakterbahagiaannya; tetapi apabila kita cuba memotongnya, seolah-olah kita melunakkan bilah melalui nyalaan api: kita hanya membahagikan ruang yang didudukinya. Apabila kita menyaksikan pergerakan pantas, seperti bintang jatuh, kita membezakan garis api yang jelas, boleh dibahagikan mengikut kehendak, daripada pergerakan tidak terbahagi yang disokongnya: pergerakan inilah yang merupakan durasi tulen. Masa Tidak Peribadi dan Sejagat, jika wujud, mungkin terbentang tanpa henti dari masa lalu ke masa depan: ia tetap utuh; bahagian yang kita bezakan hanyalah bahagian ruang yang melakar kesannya dan menjadi setara dalam pandangan kita; kita membahagikan yang terbentang, tetapi bukan pembentangan. Bagaimana kita beralih dari pembentangan kepada yang terbentang, dari durasi tulen kepada masa terukur? Mudah untuk membina semula mekanisme operasi ini.

Jika saya menggerakkan jari di atas sehelai kertas tanpa melihatnya, pergerakan yang saya lakukan, dirasai dari dalam, adalah kesinambungan kesedaran, sesuatu dari aliran saya sendiri, akhirnya durasi. Jika sekarang saya membuka mata, saya melihat jari saya meninggalkan kesan di atas kertas yang kekal, di mana semuanya bersebelahan dan bukan lagi berturutan; saya mempunyai yang terbentang, yang merupakan rakaman kesan pergerakan, dan yang juga akan menjadi simbolnya. Garis ini boleh dibahagikan, ia boleh diukur. Dengan membahagikan dan mengukurnya, saya boleh mengatakan, jika sesuai, bahawa saya membahagikan dan mengukur jangka masa pergerakan yang melakarkannya.

Memang benar bahawa masa diukur melalui perantaraan pergerakan. Tetapi harus ditambah bahawa jika pengukuran masa melalui pergerakan ini mungkin, itu terutama kerana kita mampu melakukan pergerakan sendiri dan pergerakan ini mempunyai aspek berganda: sebagai sensasi otot, mereka adalah sebahagian daripada aliran kehidupan sedar kita, mereka bertahan; sebagai persepsi visual, mereka menggambarkan trajektori, mereka memberikan diri mereka ruang. Saya

katakan "terutama", kerana secara teorinya mungkin untuk membayangkan makhluk sedar yang terhad kepada persepsi visual dan masih membentuk idea masa terukur. Kehidupannya perlu dihabiskan memerhatikan pergerakan luar yang berterusan tanpa henti. Dia juga perlu dapat mengeluarkan dari pergerakan yang dilihat dalam ruang, dan yang mengambil bahagian dalam kebolehbahagian trajektorinya, pergerakan tulen, maksud saya kesinambungan tidak terputus antara sebelum dan selepas yang diberikan kepada kesedaran sebagai fakta tidak terbahagi: kami membuat perbezaan ini tadi ketika kami bercakap tentang garis api yang ditinggalkan oleh bintang jatuh. Kesedaran sedemikian akan mempunyai kesinambungan hidup yang terdiri daripada perasaan tidak putus pergerakan luar yang terbentang tanpa henti. Dan kesinambungan pembentangan akan tetap berbeza daripada kesan boleh bahagi yang ditinggalkan dalam ruang, yang masih merupakan yang terbentang. Yang ini terbahagi dan terukur kerana ia adalah ruang. Yang lain adalah durasi. Tanpa pembentangan berterusan, hanya akan ada ruang, dan ruang yang, tidak lagi menyokong durasi, tidak lagi mewakili masa.

Sekarang, tiada yang menghalang untuk menganggap setiap kita meninggalkan kesan dalam ruang melalui pergerakan tidak putus dari awal hingga akhir kehidupan sedarnya. Dia boleh berjalan siang dan malam. Dia akan melaksanakan perjalanan yang selari dengan hidup sedarnya. Seluruh sejarahnya akan terbentang dalam Masa Terukur.

Adakah perjalanan seperti ini yang kita fikirkan ketika membicarakan Masa Impersonalis? Tidak sepenuhnya, kerana kita menjalani kehidupan sosial malah kosmik, sama banyaknya atau lebih daripada kehidupan individu. Secara semula jadi kita menggantikan perjalanan yang akan kita lakukan dengan perjalanan orang lain, kemudian dengan sebarang pergerakan berterusan yang sezaman dengannya. Saya memanggil "kontemporari" dua aliran yang bagi kesedaran saya boleh menjadi *satu* atau *dua* secara sambil lewa, kesedaran saya mempersepsikannya bersama sebagai aliran tunggal jika ia memilih untuk memberi satu tindakan perhatian tak terbahagi, membezakannya sepanjang masa jika ia lebih suka membahagikan perhatian antara mereka, malah melakukan kedua-dua sekali jika ia memutuskan untuk membahagikan perhatian tetapi tidak memotongnya menjadi dua. Saya memanggil "serentak" dua persepsi seketika yang ditangkap dalam satu tindakan minda yang sama, perhatian boleh menjadikannya satu atau dua, mengikut kehendak. Dengan ini, mudah dilihat bahawa kita mempunyai segala kepentingan untuk mengambil sebagai "aliran masa" suatu pergerakan bebas daripada tubuh kita sendiri. Sejujurnya, kita sudah menemukannya. Masyarakat telah menerimanya untuk kita. Ia adalah pergerakan putaran Bumi. Tetapi jika kita menerimanya, jika kita memahami bahawa ia adalah masa dan bukan sekadar ruang, itu kerana perjalanan tubuh kita sendiri sentiasa ada, secara maya, dan ia *boleh* menjadi aliran masa bagi kita.

BAB 6.4.

Aliran dan Keserentakan Seketika

Tidak kira sama ada kita memilih objek bergerak atau lain sebagai pengukur masa, sebaik kita mengeksternalkan durasi kita sendiri dalam pergerakan ruang, yang lain mengikuti. Kini masa akan muncul kepada kita sebagai aliran benang, iaitu laluan objek bergerak yang ditugaskan mengiranya. Kita akan mengukur, katakan, masa aliran ini dan oleh itu juga masa aliran sejagat.

Tetapi segala sesuatu tidak akan kelihatan mengalir bersama benang, setiap saat semasa alam semesta tidak akan menjadi hujung benang bagi kita, jika kita tidak mempunyai konsep keserentakan di tangan. Kita akan melihat sebentar lagi peranan konsep ini dalam teori Einstein. Buat masa ini, kita ingin menandakan asal psikologinya, yang telah kita sebut sepintas lalu. Teoretis Relativiti hanya bercakap tentang keserentakan dua saat. Sebelum itu, ada yang lain, lebih semula jadi: keserentakan dua aliran. Kita akan mengatakan bahawa ia adalah sifat asas perhatian kita untuk boleh berpecah tanpa terbahagi. Apabila kita duduk di tepi sungai, aliran air, luncuran bot atau penerbangan burung, bisikan berterusan kehidupan dalaman kita adalah tiga perkara berbeza atau satu, mengikut kehendak. Kita boleh menginternalisasikan keseluruhannya, berurusan dengan persepsi tunggal yang membawa ketiga-tiga aliran dalam perjalanannya; atau

kita boleh membiarkan dua yang pertama luaran dan membahagikan perhatian antara dalam dan luar; atau, lebih baik lagi, kita boleh melakukan kedua-dua sekali, perhatian kita menghubungkan namun memisahkan ketiga-tiga aliran, berkat keistimewaan unik yang dimilikinya untuk menjadi satu dan banyak. Inilah idea pertama kita tentang keserentakan. Kita kemudian memanggil serentak dua aliran luaran yang menduduki durasi yang sama kerana mereka berdua berada dalam durasi ketiga yang sama, milik kita: durasi ini hanya milik kita apabila kesedaran kita hanya melihat diri kita, tetapi ia juga menjadi milik mereka apabila perhatian kita merangkumi ketiga-tiga aliran dalam satu tindakan tak terbahagi.

Kini, kita tidak akan pernah beralih dari keserentakan dua aliran kepada keserentakan dua saat jika kita kekal dalam durasi tulen, kerana setiap durasi adalah tebal: masa sebenar tidak mempunyai saat. Tetapi kita secara semula jadi membentuk idea saat, dan juga saat serentak, sebaik kita membiasakan diri menukar masa kepada ruang. Kerana jika durasi tidak mempunyai saat, garis berakhir dengan titik[1]. Dan, sejak kita mengaitkan garis dengan durasi, bahagian garis mesti sepadan dengan "bahagian durasi", dan hujung garis dengan "hujung durasi": itulah saatnya—sesuatu yang tidak wujud sekarang, tetapi secara maya. Saat adalah apa yang akan mengakhiri durasi jika ia berhenti. Tetapi ia tidak berhenti. Masa sebenar tidak boleh menyediakan saat; ia berasal dari titik matematik, iaitu ruang. Namun, tanpa masa sebenar, titik itu hanya titik, tidak akan ada saat. Keseketikaan dengan itu membayangkan dua perkara: kesinambungan masa sebenar, maksud saya durasi, dan masa terspatialisasi, maksud saya garis yang, digambarkan oleh pergerakan, menjadi simbolik masa: masa terspatialisasi ini, yang mengandungi titik, melantun semula pada masa sebenar dan melahirkan saat. Ini tidak mungkin tanpa kecenderungan—subur dengan ilusi—yang membawa kita untuk menggunakan pergerakan *melawan* ruang yang dilalui, untuk memadankan trajektori dengan perjalanan, dan kemudian menguraikan pergerakan melintasi garis seperti kita menguraikan garis itu sendiri: jika kita memilih untuk membezakan titik pada garis, titik ini akan menjadi "kedudukan" objek bergerak (seolah-olah ia, bergerak, boleh *bertepatan* dengan sesuatu yang berehat! seolah-olah ia tidak akan serta-merta berhenti bergerak!). Kemudian, setelah menandakan kedudukan pada laluan pergerakan, iaitu hujung bahagian garis, kita mengaitkannya dengan "saat" kesinambungan pergerakan: hentian maya semata, pandangan minda semata. Kami telah menerangkan sebelum ini mekanisme operasi ini; kami juga menunjukkan bagaimana kesulitan yang dibangkitkan oleh ahli falsafah sekitar persoalan pergerakan lenyap sebaik seseorang melihat hubungan saat dengan masa terspatialisasi, masa terspatialisasi dengan durasi tulen. Di sini kami hanya akan menyatakan bahawa operasi ini, walau kelihatan canggih, adalah semula jadi untuk minda manusia; kami mengamalkannya secara naluri. Resepinya tersimpan dalam bahasa.

[1] Bahawa konsep titik matematik adalah semula jadi, diketahui oleh mereka yang pernah mengajar sedikit geometri kepada kanak-kanak. Minda yang paling enggan dengan unsur asas membayangkan serta-merta, dan tanpa kesukaran, garis tanpa ketebalan dan titik tanpa dimensi.

Keserentakan seketika dan keserentakan aliran adalah perkara yang berbeza, tetapi saling melengkapi. Tanpa keserentakan aliran, kita tidak akan menganggap ketiga-tiga istilah ini—kesinambungan kehidupan dalaman kita, kesinambungan pergerakan sukarela yang diperpanjangkan pemikiran kita tanpa batas, kesinambungan mana-mana pergerakan merentasi ruang—boleh saling menggantikan. Durasi sebenar dan masa terspatialisasi tidak akan setara, dan oleh itu tidak akan ada masa secara umum bagi kita; hanya akan ada durasi setiap individu. Namun, masa ini tidak boleh dihitung melainkan melalui keserentakan seketika. Keserentakan seketika diperlukan untuk 1) mencatat keserentakan fenomena dan detik jam, 2) menandakan sepanjang durasi kita sendiri keserentakan detik-detik ini dengan detik-detik durasi kita yang dicipta oleh tindakan penandaan itu sendiri. Daripada dua tindakan ini, yang pertama adalah penting untuk pengukuran masa. Tetapi tanpa yang kedua, kita hanya akan mendapat ukuran rawak, menghasilkan nombor yang mewakili apa sahaja, tanpa memikirkannya sebagai masa. Jadi, keserentakan antara dua detik dua pergerakan luar kitalah yang membolehkan kita

mengukur masa; tetapi keserentakan detik-detik ini dengan detik-detik yang ditandakan oleh mereka sepanjang durasi dalaman kitalah yang menjadikan ukuran ini sebagai ukuran masa.

BAB 6.5.

Mengenai Keserentakan yang Ditunjukkan oleh Jam

Kita perlu meneliti dua perkara ini. Tetapi mari kita buka kurungan dahulu. Kita telah membezakan dua *"keserentakan seketika"*: tiada satu pun daripadanya adalah keserentakan yang paling banyak dibincangkan dalam teori Relativiti, iaitu keserentakan antara petunjuk dua jam yang jauh antara satu sama lain. Kita telah membincangkannya dalam bahagian pertama karya ini; kita akan menumpukan perhatian khusus padanya nanti. Tetapi jelas bahawa teori Relativiti sendiri tidak dapat mengelak daripada menerima dua keserentakan yang telah kita huraikan: ia hanya akan menambah yang ketiga, bergantung pada penyelarasan jam. Kita mungkin akan menunjukkan bahawa petunjuk dua jam H dan H' yang jauh antara satu sama lain, diselaraskan antara satu sama lain dan menunjukkan waktu yang sama, adalah atau tidak serentak bergantung pada sudut pandangan. Teori Relativiti berhak mengatakan demikian—kita akan lihat pada syarat apa. Tetapi dengan itu ia mengakui bahawa peristiwa E yang berlaku di sebelah jam H, diberikan secara serentak dengan petunjuk jam H dalam erti kata yang berbeza sama sekali—erti kata yang diberikan oleh ahli psikologi kepada perkataan keserentakan. Begitu juga untuk keserentakan peristiwa E' dengan petunjuk jam *"berhampiran"* H'. Kerana jika kita tidak bermula dengan menerima keserentakan mutlak seperti ini, yang tiada kaitan dengan penyelarasan jam, jam-jam itu tidak akan berguna. Ia hanyalah mekanik yang kita bandingkan sesama sendiri; ia tidak digunakan untuk mengklasifikasikan peristiwa; pendek kata, ia wujud untuk diri mereka sendiri dan bukan untuk membantu kita. Ia kehilangan rasional kewujudannya bagi ahli teori Relativiti seperti juga untuk semua orang, kerana dia juga hanya menggunakannya untuk menandakan masa sesuatu peristiwa. Sekarang, adalah benar bahawa keserentakan yang difahami sedemikian hanya dapat diperhatikan antara detik dua aliran jika aliran-aliran itu melalui *"di tempat yang sama"*. Juga benar bahawa akal sehat, sains itu sendiri sehingga kini, telah memperluaskan konsep keserentakan ini secara *a priori* kepada peristiwa yang dipisahkan oleh jarak apa pun. Mereka mungkin membayangkan, seperti yang kita katakan sebelumnya, kesedaran yang meliputi seluruh alam semesta, mampu merangkumi dua peristiwa dalam persepsi tunggal serta-merta. Tetapi mereka terutama menerapkan prinsip yang wujud dalam semua perwakilan matematik perkara, dan yang juga dikenakan pada teori Relativiti. Di sana kita akan dapati idea bahawa perbezaan antara *"kecil"* dan *"besar"*, *"dekat"* dan *"jauh"*, tidak mempunyai nilai saintifik, dan jika kita boleh bercakap tentang keserentakan tanpa penyelarasan jam, tanpa mengira sudut pandangan, apabila berurusan dengan peristiwa dan jam yang berdekatan, kita juga berhak berbuat demikian apabila jarak jauh antara jam dan peristiwa, atau antara dua jam. Tidak akan ada fizik, astronomi, atau sains yang mungkin, jika kita menafikan hak saintis untuk mewakili secara skematik keseluruhan alam semesta pada sehelai kertas. Oleh itu, secara tersirat kita mengakui kemungkinan mengurangkan tanpa memesongkan. Kita menganggap dimensi bukan sebagai mutlak, hanya terdapat hubungan antara dimensi, dan semuanya akan berlaku sama dalam alam semesta yang dikecilkan sesuka hati jika hubungan antara bahagian dikekalkan. Tetapi bagaimana untuk menghalang imaginasi kita, malah akal kita, daripada memperlakukan keserentakan petunjuk dua jam yang sangat jauh antara satu sama lain seperti keserentakan dua jam yang berdekatan, iaitu terletak *"di tempat yang sama"*? Mikrob pintar akan mendapati jarak yang besar antara dua jam *"berhampiran"*; dan dia tidak akan mengakui kewujudan keserentakan mutlak, yang dilihat secara intuitif, antara petunjuk mereka. Lebih Einstein daripada Einstein, dia hanya akan bercakap tentang keserentakan di sini jika dia dapat mencatat petunjuk yang sama pada dua jam mikrob, diselaraskan antara satu sama lain melalui isyarat optik, yang dia gantikan untuk dua jam *"berhampiran"* kita. Keserentakan yang mutlak bagi kita akan relatif baginya, kerana dia akan melaporkan keserentakan mutlak kepada petunjuk dua jam mikrob yang dia lihat pada gilirannya (yang juga akan salah baginya untuk dilihat) *"di tempat yang sama"*. Tetapi tidak

penting buat masa ini: kita tidak mengkritik konsepsi Einstein; kita hanya ingin menunjukkan sebab di sebalik perluasan semula jadi yang selalu diamalkan terhadap idea keserentakan, setelah memperolehnya daripada pemerhatian dua peristiwa *"berhampiran"*. Analisis ini, yang jarang dicuba sehingga kini, mendedahkan fakta yang boleh dimanfaatkan oleh teori Relativiti. Kita melihat bahawa jika minda kita bergerak dengan mudah dari jarak kecil ke jarak besar, dari keserentakan antara peristiwa berhampiran ke keserentakan antara peristiwa jauh, meluaskan kesahihan mutlak kes pertama ke kes kedua, ini kerana ia terbiasa mempercayai bahawa dimensi semua perkara boleh diubah sesuka hati, asalkan hubungan dikekalkan. Tetapi sudah tiba masanya untuk menutup kurungan. Mari kita kembali kepada keserentakan intuitif yang kita bincangkan tadi dan dua proposisi yang kita nyatakan: 1) keserentakan antara dua detik dua pergerakan luar kitalah yang membolehkan kita mengukur selang masa; 2) keserentakan detik-detik ini dengan detik-detik yang ditandai oleh mereka sepanjang durasi dalaman kitalah yang menjadikan ukuran ini sebagai ukuran masa.

BAB 6.6.

Masa yang Berjalan

Perkara pertama adalah jelas. Telah dilihat sebelumnya bagaimana durasi dalaman mengeksternalisasi menjadi masa terspatialisasi dan bagaimana yang terakhir ini, lebih merupakan ruang daripada masa, boleh diukur. Melaluinyalah kita akan mengukur semua selang masa. Setelah membahagikannya kepada bahagian yang sepadan dengan ruang sama rata dan yang secara definisi adalah sama, kita akan mempunyai pada setiap titik pembahagian satu penghujung selang, satu detik, dan kita akan mengambil selang itu sendiri sebagai unit masa. Kita kemudian boleh mempertimbangkan sebarang pergerakan yang berlaku di samping model pergerakan ini, sebarang perubahan: sepanjang perkembangan ini kita akan menandakan *"keserentakan dalam detik"*. Sebanyak mana keserentakan yang kita perhatikan, sebanyak itulah unit masa yang kita hitung untuk durasi fenomena tersebut. Mengukur masa terdiri daripada menghitung keserentakan. Semua pengukuran lain membayangkan kemungkinan untuk menyusun secara langsung atau tidak langsung unit pengukuran pada objek yang diukur. Semua pengukuran lain melibatkan selang antara penghujung, walaupun secara praktikal kita hanya menghitung penghujung tersebut. Tetapi apabila berkenaan masa, kita hanya boleh menghitung penghujung: kita *akan bersetuju* semata-mata untuk mengatakan bahawa kita telah mengukur selang tersebut. Jika sekarang diperhatikan bahawa sains beroperasi secara eksklusif pada pengukuran, akan disedari bahawa berkenaan masa, sains menghitung detik, mencatat keserentakan, tetapi tidak dapat mengawal apa yang berlaku dalam selang. Ia boleh meningkatkan bilangan penghujung tanpa batas, mengecilkan selang tanpa batas; tetapi selang sentiasa terlepas daripadanya, hanya menunjukkan penghujungnya. Jika semua pergerakan alam semesta tiba-tiba dipercepatkan dalam kadar yang sama, termasuk yang berfungsi sebagai pengukur masa, akan ada perubahan untuk kesedaran yang tidak terikat dengan pergerakan molekul intra-serebral; antara terbit dan terbenam matahari ia tidak akan menerima pengayaan yang sama; ia akan melihat perubahan; malah, hipotesis percepatan serentak semua pergerakan alam semesta hanya masuk akal jika kita membayangkan kesedaran penonton yang durasi kualitatifnya membolehkan lebih atau kurang tanpa boleh diukur[1]. Tetapi perubahan hanya akan wujud untuk kesedaran ini yang mampu membandingkan aliran perkara dengan kehidupan dalaman. Dari sudut pandangan sains, tiada apa yang akan berubah. Mari kita pergi lebih jauh. Kelajuan perkembangan Masa luaran dan matematik ini boleh menjadi tidak terhingga, semua keadaan masa lalu, kini dan akan datang alam semesta boleh diberikan sekaligus, sebagai ganti perkembangan mungkin hanya ada yang terungkai: pergerakan perwakilan Masa akan menjadi garis; pada setiap pembahagian garis ini akan sepadan bahagian alam semesta terungkai yang sebelum ini sepadan dalam alam semesta yang sedang berkembang; tiada apa yang akan berubah dari sudut pandangan sains. Formulanya dan pengiraannya akan kekal seperti sedia ada.

[1] Jelas sekali hipotesis akan kehilangan maknanya jika kesedaran dianggap sebagai *"epifenomena"*, ditambahkan pada fenomena otak yang hanya hasil atau ekspresinya. Kami tidak dapat menekankan di sini teori kesedaran-fenomena ini, yang semakin dianggap

sebagai sewenang-wenangnya. Kami telah membincangkannya secara terperinci dalam beberapa karya kami, terutamanya dalam tiga bab pertama *Matter and Memory* dan dalam pelbagai esei dalam *L'Energie spirituelle*. Kami akan mengehadkan diri untuk mengingatkan: 1° bahawa teori ini tidak terlepas daripada fakta; 2° bahawa asal-usul metafiziknya mudah ditemui; 3° bahawa, jika diambil secara literal, ia akan bercanggah dengan dirinya sendiri (mengenai perkara terakhir ini, dan mengenai turun naik yang tersirat oleh teori antara dua penegasan yang bertentangan, lihat halaman 203-223 *L'Energie spirituelle*). Dalam karya ini, kami mengambil kesedaran seperti yang diberikan oleh pengalaman, tanpa membuat andaian tentang sifat dan asal-usulnya.

BAB 6.7.

Masa terungkai dan dimensi keempat

Memang benar bahawa pada saat tepat peralihan dari perkembangan kepada terungkai, perlu menambahkan dimensi tambahan pada ruang. Kami telah menunjukkan lebih tiga puluh tahun yang lalu [1] bahawa masa terspatialisasi sebenarnya adalah dimensi keempat ruang. Hanya dimensi keempat ini membolehkan kita menyusun secara bersebelahan apa yang diberikan secara berurutan: tanpanya, kita tidak mempunyai ruang. Sama ada alam semesta mempunyai tiga dimensi, atau dua, atau satu, atau tiada langsung dan merosot menjadi satu titik, sentiasa mungkin untuk menukar urutan tak terhingga semua peristiwanya kepada susunan segerak atau kekal dengan semata-mata memberinya dimensi tambahan. Jika ia tidak mempunyai sebarang dimensi, merosot menjadi titik yang berubah kualiti tanpa henti, kita boleh menganggap kelajuan perubahan kualiti menjadi tidak terhingga dan titik-titik kualiti ini diberikan sekaligus, dengan syarat garis disediakan di mana titik-titik disusun bersebelahan. Jika ia sudah mempunyai satu dimensi, jika ia linear, ia memerlukan dua dimensi untuk menyusun *garis kualiti*—masing-masing tidak terbatas—yang merupakan detik-detik berturut-turut dalam sejarahnya. Pemerhatian yang sama jika ia mempunyai dua dimensi, jika ia adalah alam semesta permukaan, kain tidak terbatas di mana imej rata dilukis tanpa henti masing-masing memenuhi keseluruhannya: kelajuan perubahan imej ini masih boleh menjadi tidak terhingga, dan dari alam semesta yang berkembang kita akan beralih kepada alam semesta terungkai, dengan syarat dimensi tambahan diberikan kepada kita. Kita kemudiannya akan mempunyai, ditumpuk satu sama lain, semua kain tanpa penghujung yang memberi kita semua imej berturut-turut yang membentuk seluruh sejarah alam semesta; kita akan memilikinya bersama; tetapi dari alam semesta rata kita akan terpaksa beralih kepada alam semesta berjisim. Oleh itu mudah difahami bagaimana semata-mata memberi masa kelajuan tidak terhingga, menggantikan terungkai dengan perkembangan, akan memaksa kita memberi alam semesta pepejal kita dimensi keempat. Dan oleh kerana sains tidak dapat menentukan "kelajuan perkembangan" masa, ia menghitung keserentakan tetapi semestinya meninggalkan selang, ia beroperasi pada masa yang kelajuannya boleh dianggap tidak terhingga, dan dengan itu secara maya memberikan ruang dimensi tambahan.

[1] Essai sur les données immédiates de la conscience, p. 83.

Oleh itu, wujud dalam pengukuran masa kita kecenderungan untuk mengosongkan kandungannya ke dalam ruang empat dimensi di mana masa lalu, kini dan akan datang akan disusun atau ditindih untuk selama-lamanya. Kecenderungan ini hanya menyatakan ketidakupayaan kita untuk menterjemahkan masa itu sendiri secara matematik, keperluan untuk menggantikannya dengan keserentakan yang kita hitung: keserentakan ini adalah keserentakan serta-merta; ia tidak mengambil bahagian dalam sifat masa sebenar; ia tidak bertahan. Ia hanyalah pandangan minda, yang menandakan dengan hentian maya durasi sedar dan pergerakan sebenar, menggunakan titik matematik yang telah dipindahkan dari ruang ke masa.

Tetapi jika sains kita hanya mencapai ruang, mudah untuk melihat mengapa dimensi ruang yang menggantikan masa masih dipanggil masa. Ini kerana kesedaran kita hadir di sana. Ia menyuntik semula tempoh hidup ke dalam masa yang telah dikeringkan menjadi ruang. Pemikiran kita, mentafsirkan masa matematik, mengulangi jalan yang berlawanan dengan yang telah dilaluinya untuk memperolehnya. Dari tempoh dalaman ia telah beralih kepada suatu pergerakan tidak terpisah yang masih berkait rapat dengannya dan yang menjadi model pergerakan, penjana atau pengira Masa; dari apa yang ada dalam pergerakan tulen ini, yang menjadi penghubung antara pergerakan dan tempoh, ia telah beralih ke trajektori pergerakan, yang merupakan ruang tulen:

membahagikan trajektori kepada bahagian yang sama, ia telah beralih dari titik pembahagian trajektori ini ke titik pembahagian sepadan atau *"serentak"* trajektori mana-mana pergerakan lain: tempoh pergerakan terakhir ini dengan itu diukur; kita mempunyai bilangan keserentakan yang ditentukan; ini akan menjadi ukuran masa; ini akan menjadi masa itu sendiri. Tetapi ini hanya masa kerana kita boleh merujuk kembali kepada apa yang telah kita lakukan. Dari keserentakan yang menandai kesinambungan pergerakan, kita sentiasa bersedia untuk kembali kepada pergerakan itu sendiri, dan melalui mereka kepada tempoh dalaman yang sezaman dengannya, dengan itu menggantikan satu siri keserentakan dalam seketika, yang kita hitung tetapi yang bukan lagi masa, keserentakan aliran yang membawa kita kembali kepada tempoh dalaman, kepada tempoh sebenar.

Sesetengah orang akan tertanya-tanya sama ada berguna untuk kembali kepadanya, dan sama ada sains tidak tepat membetulkan ketidaksempurnaan minda kita, menghapuskan batasan sifat kita, dengan menyebarkan *"tempoh tulen"* dalam ruang. Mereka akan berkata: *"Masa yang merupakan tempoh tulen sentiasa mengalir; kita hanya memahami masa lalu dan masa kini, yang sudah menjadi masa lalu; masa depan nampaknya tertutup kepada pengetahuan kita, tepat kerana kita percaya ia terbuka untuk tindakan kita - janji atau jangkaan kebaruan yang tidak dapat diramalkan. Tetapi operasi yang mana kita menukar masa kepada ruang untuk mengukurnya secara tersirat memberitahu kita tentang kandungannya. Pengukuran sesuatu kadangkala mendedahkan sifatnya, dan ungkapan matematik di sini mempunyai kuasa ajaib: dicipta oleh kita atau muncul atas panggilan kita, ia melakukan lebih daripada yang kita minta; kerana kita tidak boleh menukar masa yang telah berlalu kepada ruang tanpa merawat seluruh Masa dengan cara yang sama: tindakan yang mana kita memperkenalkan masa lalu dan masa kini ke dalam ruang memaparkan, tanpa berunding dengan kita, masa depan. Masa depan ini mungkin masih tersembunyi di sebalik tabir; tetapi kita kini memilikinya di sana, siap sepenuhnya, diberikan bersama selebihnya. Malah, apa yang kita panggil aliran masa hanyalah gelongsor berterusan tabir dan penglihatan yang diperoleh secara beransur-ansur tentang apa yang menunggu, secara keseluruhan, dalam keabadian. Marilah kita ambil tempoh ini untuk apa adanya, untuk satu penafian, untuk satu halangan yang sentiasa ditangguhkan untuk melihat segala-galanya: tindakan kita sendiri tidak lagi akan muncul sebagai sumbangan kebaruan yang tidak dapat diramalkan. Mereka adalah sebahagian daripada jaringan semesta benda, diberikan sekaligus. Kami tidak memperkenalkannya ke dunia; dunia memperkenalkannya siap sepenuhnya kepada kami, ke dalam kesedaran kami, semasa kami mencapainya. Ya, kamilah yang berlalu apabila kita mengatakan bahawa masa berlalu; ia adalah pergerakan ke hadapan penglihatan kita yang mengaktualisasikan, saat demi saat, satu sejarah yang secara maya diberikan sepenuhnya"* — Inilah metafizik yang wujud dalam perwakilan ruang masa. Ia tidak dapat dielakkan. Berbeza atau keliru, ia sentiasa menjadi metafizik semula jadi minda yang berspekulasi tentang menjadi. Kami tidak perlu membincangkannya di sini, apatah lagi meletakkan yang lain di tempatnya. Kami telah menyatakan di tempat lain mengapa kami melihat dalam tempoh itu bahan asas kewujudan kami dan segala sesuatu, dan bagaimana alam semesta dalam pandangan kami adalah kesinambungan penciptaan. Kami kekal sedekat mungkin dengan yang segera; kami tidak menegaskan apa-apa yang tidak boleh diterima dan digunakan oleh sains; baru-baru ini, dalam sebuah buku yang mengagumkan, seorang ahli matematik falsafah menegaskan keperluan untuk mengakui satu *"kemajuan Alam"* dan mengaitkan konsep ini dengan kami[1]. Buat masa ini, kami hanya menelusuri garis pemisah antara apa yang hipotesis, pembinaan metafizik, dan apa yang diberikan semata-mata oleh pengalaman, kerana kami ingin berpegang pada pengalaman. Tempoh sebenar dialami; kami memerhatikan bahawa masa berjalan, dan sebaliknya kami tidak boleh mengukurnya tanpa menukarnya kepada ruang dan menganggap keseluruhan apa yang kami ketahui tentangnya telah dibentangkan. Sekarang, mustahil untuk menspatialkan sebahagian daripadanya sahaja dalam pemikiran; tindakan, sekali dimulakan, di mana kami membentangkan masa lalu dan dengan itu memansuhkan kejadian sebenar, membawa kami kepada pembentangan keseluruhan masa; secara tidak dapat dielakkan maka kami terpaksa meletakkan ke atas ketidaksempurnaan manusia kejahilan kami tentang masa depan yang akan menjadi masa kini dan untuk memegang tempoh sebagai penafian tulen, satu *"kekurangan keabadian"*. Secara tidak dapat dielakkan kami kembali kepada teori Plato. Tetapi memandangkan

konsep ini *mesti* timbul daripada fakta bahawa kami tidak mempunyai cara untuk mengehadkan kepada masa lalu perwakilan ruang masa yang telah berlalu, adalah *mungkin* bahawa konsep itu salah, dan dalam apa jua keadaan *pasti* bahawa ia adalah pembinaan semata-mata minda. Marilah kita berpegang pada pengalaman.

---

[1] Whitehead, The Concept of Nature, Cambridge, 1920. Karya ini (yang mengambil kira teori Relativiti) pastinya antara yang paling mendalam pernah ditulis mengenai falsafah alam.

Jika waktu memiliki realitas positif, jika keterlambatan durasi terhadap kekinian mewakili suatu keraguan atau ketidaktentuan yang melekat pada bagian tertentu dari segala hal yang menggantungkan seluruh sisanya, akhirnya jika ada evolusi kreatif, saya memahami dengan baik bahwa bagian waktu yang telah terurai muncul sebagai penjajaran dalam ruang dan bukan lagi sebagai kesinambungan murni; saya juga memahami bahwa seluruh bagian alam semesta yang terikat secara matematis dengan masa kini dan masa lalu—yakni perkembangan masa depan dunia anorganik—dapat diwakili oleh skema yang sama (kami telah menunjukkan dahulu bahwa dalam hal astronomi dan fisika, *ramalan* pada hakikatnya adalah *penglihatan*). Dapat dirasakan bahwa suatu filsafat di mana durasi dianggap nyata dan bahkan aktif dapat menerima Ruang-Masa Minkowski dan Einstein (di mana dimensi keempat yang disebut waktu tidak lagi, seperti dalam contoh-contoh kita sebelumnya, merupakan dimensi yang sepenuhnya dapat disamakan). Sebaliknya, Anda tidak akan pernah memperoleh gagasan tentang arus waktu dari skema Minkowski. Bukankah lebih baik berpegang pada salah satu dari dua sudut pandang yang tidak mengorbankan pengalaman apa pun, dan akibatnya—untuk tidak prasangka—tidak pada penampakan apa pun? Bagaimana pula menolak sepenuhnya pengalaman internal jika seseorang adalah fisikawan, jika seseorang beroperasi pada persepsi dan dengan demikian pada data kesadaran? Memang benar bahwa suatu doktrin tertentu menerima kesaksian indera, yakni kesadaran, untuk memperoleh istilah-istilah di mana hubungan dapat dibangun, kemudian hanya mempertahankan hubungannya dan menganggap istilah-istilahnya tidak ada. Tetapi ini adalah metafisika yang dicangkokkan pada sains, bukan sains. Dan sejujurnya, melalui abstraksilah kita membedakan istilah-istilah, juga hubungan-hubungan: suatu kontinum yang mengalir di mana kita menarik baik istilah maupun hubungan dan yang, di luar semua itu, merupakan fluiditas, itulah satu-satunya data langsung dari pengalaman.

Tetapi kita harus menutup tanda kurung yang terlalu panjang ini. Kami yakin telah mencapai tujuan kami, yakni menentukan karakteristik waktu di mana benar-benar ada kesinambungan. Hapus karakteristik ini; tidak ada lagi kesinambungan, melainkan penjajaran. Anda dapat mengatakan bahwa Anda masih berurusan dengan waktu—seseorang bebas memberikan arti pada kata-kata sesuka hati, asalkan mendefinisikannya terlebih dahulu—tetapi kami akan tahu bahwa ini bukan lagi waktu yang dialami; kami akan berhadapan dengan waktu simbolis dan konvensional, besaran tambahan yang diperkenalkan untuk menghitung besaran nyata. Mungkin karena tidak menganalisis terlebih dahulu representasi kita tentang waktu yang mengalir, perasaan kita tentang durasi nyata, sehingga orang sulit menentukan makna filosofis teori Einstein, maksud saya hubungannya dengan realitas. Mereka yang terganggu oleh penampakan paradoks teori tersebut mengatakan bahwa Waktu Berganda Einstein adalah entitas matematis murni. Tetapi mereka yang ingin melarutkan segala hal menjadi hubungan, yang menganggap setiap realitas, bahkan milik kita, sebagai matematika yang samar-samar terlihat, akan dengan senang hati mengatakan bahwa Ruang-Masa Minkowski dan Einstein adalah realitas itu sendiri, bahwa semua Waktu Einstein sama-sama nyata, setidaknya dan mungkin lebih dari waktu yang mengalir bersama kita. Di kedua sisi, orang terlalu terburu-buru. Kami baru saja mengatakan, dan akan menunjukkan dengan lebih detail nanti, mengapa teori Relativitas tidak dapat mengungkapkan seluruh realitas. Tetapi mustahil teori itu tidak mengungkapkan realitas apa pun. Karena waktu yang terlibat dalam eksperimen Michelson-Morley adalah waktu nyata;—nyata pula waktu di mana kita kembali dengan penerapan rumus Lorentz. Jika seseorang mulai dari waktu nyata untuk sampai pada waktu nyata, mungkin telah menggunakan tipuan matematika di antaranya, tetapi tipuan ini harus memiliki hubungan tertentu dengan segala hal. Jadi, bagian

nyata, bagian konvensional, itulah yang perlu dilakukan. Analisis kami hanya dimaksudkan untuk mempersiapkan pekerjaan ini.

BAB 6.8.

Dengan Tanda Apakah Suatu Waktu Dikenali sebagai Nyata

Tetapi kami baru saja mengucapkan kata *"realitas"*; dan terus-menerus, dalam hal berikut, kami akan berbicara tentang apa yang nyata, apa yang tidak. Apa yang kami maksud dengan itu? Jika kami harus mendefinisikan realitas secara umum, mengatakan dengan tanda apa ia dikenali, kami tidak dapat melakukannya tanpa mengelompokkan diri ke dalam suatu aliran: para filsuf tidak sepakat, dan masalahnya telah menerima solusi sebanyak nuansa realisme dan idealisme. Kami juga harus membedakan antara sudut pandang filsafat dan sains: yang pertama menganggap yang nyata sebagai yang konkret, sarat dengan kualitas; yang terakhir mengekstrak atau mengabstraksikan aspek tertentu dari segala hal, dan hanya mempertahankan apa yang besaran atau hubungan antara besaran. Untungnya kami hanya perlu menangani satu realitas, waktu. Dalam kondisi ini, akan mudah bagi kami untuk mengikuti aturan yang kami tetapkan dalam esai ini: tidak mengajukan apa pun yang tidak dapat diterima oleh filsuf mana pun, ilmuwan mana pun—bahkan apa pun yang tidak tersirat dalam semua filsafat dan semua sains.

Semua orang akan bersetuju bahawa kita tidak dapat membayangkan masa tanpa *sebelum* dan *selepas*: masa adalah urutan. Kami baru sahaja menunjukkan bahawa di mana tiada ingatan, tiada kesedaran—sama ada nyata atau maya, diperhatikan atau dibayangkan, hadir secara fizikal atau diperkenalkan secara ideal—tidak mungkin ada *sebelum* dan *selepas*: hanya ada satu atau yang lain, tidak kedua-duanya; dan kedua-duanya diperlukan untuk mencipta masa. Oleh itu, dalam apa yang berikut, apabila kita ingin mengetahui sama ada kita berhadapan dengan masa nyata atau fiksyen, kita hanya perlu bertanya sama ada objek yang dipersembahkan kepada kita boleh atau tidak boleh dirasai, menjadi sedar. Kes ini istimewa; malah unik. Jika mengenai warna, misalnya, kesedaran memang campur tangan pada permulaan kajian untuk memberi ahli fizik persepsi tentang perkara itu; tetapi ahli fizik berhak dan wajib menggantikan data kesedaran dengan sesuatu yang boleh diukur dan dikira untuk dioperasikan seterusnya, hanya meninggalkan nama persepsi asal untuk kemudahan. Dia boleh melakukannya kerana, walaupun persepsi asal dihapuskan, sesuatu kekal atau sekurang-kurangnya dianggap kekal. Tetapi apa yang tinggal daripada masa jika anda menghapuskan urutan? Dan apa yang tinggal daripada urutan jika anda menolak kemungkinan merasai sebelum dan selepas? Saya akui hak anda untuk menggantikan masa dengan garis, misalnya, kerana ia mesti diukur. Tetapi garis hanya boleh dipanggil masa di mana penjajaran yang ditawarkannya boleh ditukar kepada urutan; jika tidak, anda secara sewenang-wenangnya dan konvensionalnya meninggalkan nama masa pada garis itu: anda mesti memaklumkan kami, agar kami tidak keliru. Bagaimana jika anda memperkenalkan dalam penaakulan dan pengiraan anda andaian bahawa perkara yang anda namakan "masa" tidak boleh, tanpa percanggahan, dirasai oleh kesedaran, nyata atau khayalan? Bukankah itu bermakna, mengikut definisi, anda beroperasi pada masa fiksyen, tidak nyata? Inilah kes bagi banyak masa yang akan kita temui dalam teori Relativiti. Kita akan menemui yang dirasai atau boleh dirasai; yang itu boleh dianggap nyata. Tetapi ada yang lain yang teori ini larang, secara tersirat, daripada dirasai atau menjadi boleh dirasai: jika ia menjadi boleh dirasai, ia akan berubah magnitud—sehingga pengukuran, tepat jika dilakukan pada apa yang tidak dilihat, akan menjadi salah sebaik sahaja dilihat. Yang ini, bagaimana tidak menyatakannya tidak nyata, sekurang-kurangnya sebagai "temporal"? Saya akui ahli fizik mungkin mendapati mudah untuk masih memanggilnya masa—kita akan lihat sebabnya sebentar lagi. Tetapi jika kita menyamakan Masa-masa ini dengan yang lain, kita jatuh ke dalam paradoks yang pasti merugikan teori Relativiti, walaupun ia membantu mempopularkannya. Oleh itu, tidak menghairankan jika sifat boleh dirasai atau boleh dirasai dikehendaki oleh kami, dalam kajian ini, untuk semua yang

dipersembahkan sebagai nyata. Kami tidak akan memutuskan persoalan sama ada semua realiti mempunyai ciri ini. Di sini hanya mengenai realiti masa.

BAB 7.

Kepelbagaian Masa

Masa Berganda dan Perlahan dalam Teori Relativiti

Marilah kita akhirnya tiba pada Masa Einstein, dan ulangi semua yang telah kami katakan dengan terlebih dahulu mengandaikan eter pegun. Inilah Bumi bergerak dalam orbitnya. Peranti Michelson-Morley ada di sana. Eksperimen dilakukan; diulang pada pelbagai masa tahun dan oleh itu untuk kelajuan berubah-ubah planet kita. Sinar cahaya sentiasa berkelakuan seolah-olah Bumi pegun. Inilah fakta. Di mana penjelasannya?

Tetapi pertama, mengapa bercakap tentang kelajuan planet kita? Adakah Bumi, secara mutlak, bergerak melalui ruang? Jelas tidak; kita dalam hipotesis Relativiti dan tiada lagi gerakan mutlak. Apabila anda bercakap tentang orbit yang dilalui Bumi, anda mengambil sudut pandang yang dipilih secara sewenang-wenangnya, iaitu penduduk Matahari (Matahari yang menjadi boleh dihuni). Anda memilih untuk menerima rangka rujukan ini. Tetapi mengapa sinar cahaya yang dilancarkan ke cermin peranti Michelson-Morley harus mengambil kira khayalan anda? Jika semua yang berlaku secara efektif ialah anjakan timbal balik Bumi dan Matahari, kita boleh mengambil Matahari atau Bumi atau mana-mana balai cerap lain sebagai rangka rujukan. Mari pilih Bumi. Masalah lenyap untuknya. Tidak perlu lagi bertanya mengapa pinggir interferensi mengekalkan penampilan sama, mengapa keputusan sama diperhatikan pada bila-bila masa tahun. Ringkasnya, Bumi pegun.

Memang benar masalah itu muncul semula di mata kita untuk penduduk Matahari, misalnya. Saya katakan "di mata kita" kerana bagi ahli fizik solar soalan itu tidak lagi mengenai Matahari: kini Bumi yang bergerak. Pendek kata, setiap ahli fizik akan masih mengemukakan masalah untuk sistem yang bukan miliknya.

Setiap daripada mereka akan mendapati diri mereka dalam situasi di mana Pierre tadi berhadapan dengan Paul. Pierre berada dalam eter pegun; dia mendiami sistem istimewa S. Dia melihat Paul, terseret dalam pergerakan sistem bergerak S', melakukan eksperimen yang sama dan menemui kelajuan cahaya yang sama seperti dia, sedangkan kelajuan itu sepatutnya berkurang akibat pergerakan sistem bergerak. Fakta ini dijelaskan oleh perlambatan masa, pengecutan panjang, dan keruntuhan keserentakan yang disebabkan oleh pergerakan dalam S'. Sekarang, tiada lagi pergerakan mutlak, dan akibatnya tiada lagi rehat mutlak: daripada dua sistem yang saling bergerak antara satu sama lain, setiap satu akan dihentikan bergilir-gilir oleh dekri yang mengangkatnya sebagai sistem rujukan. Tetapi, selama mana konvensi ini dikekalkan, seseorang boleh mengulangi tentang sistem yang dihentikan apa yang dikatakan tadi tentang sistem yang benar-benar pegun, dan tentang sistem yang digerakkan apa yang berlaku untuk sistem bergerak yang benar-benar melintasi eter. Untuk memudahkan pemahaman, mari kita namakan sekali lagi S dan S' sebagai dua sistem yang saling bergerak antara satu sama lain. Dan, untuk memudahkan perkara, mari kita anggap seluruh alam semesta terhad kepada dua sistem ini. Jika S adalah sistem rujukan, ahli fizik yang berada di S, mempertimbangkan bahawa rakannya di S' menemui kelajuan cahaya yang sama seperti dia, akan mentafsirkan hasilnya seperti yang kita lakukan sebelum ini. Dia akan berkata: *"Sistem ini bergerak dengan kelajuan v berbanding saya yang pegun. Namun, eksperimen Michelson-Morley memberikan hasil yang sama di sana seperti di sini. Oleh itu, akibat pergerakan, pengecutan berlaku dalam arah pergerakan sistem; panjang l menjadi $l\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$. Selain itu, pengecutan panjang ini dikaitkan dengan dilatasi masa: di mana jam di S' mengira bilangan saat t', sebenarnya telah berlalu $\frac{t'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ saat. Akhirnya, apabila jam di S', tersusun sepanjang arah pergerakannya dan dipisahkan antara satu sama lain dengan jarak l, menunjukkan waktu yang sama,*

saya melihat bahawa isyarat yang pergi dan balik antara dua jam berturutan tidak menempuh jarak yang sama dalam perjalanan pergi dan balik, seperti yang dipercayai oleh ahli fizik dalam sistem S' *yang tidak menyedari pergerakannya: di mana jam-jam ini menandakan keserentakan baginya, mereka sebenarnya menunjukkan detik-detik berturutan yang dipisahkan oleh* $\frac{lv}{c^2}$ *saat jamnya, dan akibatnya oleh* $\frac{lv}{c^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ *saat jam saya".* Demikianlah hujah ahli fizik di S. Dan, dalam membina representasi matematik menyeluruh alam semesta, dia hanya akan menggunakan ukuran ruang dan masa yang diambil oleh rakannya dalam sistem S' setelah mereka menjalani transformasi Lorentz.

Tetapi ahli fizik dalam sistem S' akan bertindak dengan cara yang sama persis. Dengan mengisytiharkan dirinya pegun, dia akan mengulangi tentang S semua yang rakannya di S katakan tentang S'. Dalam representasi matematik alam semesta yang akan dibinanya, dia akan menganggap ukuran yang diambilnya sendiri dalam sistemnya sebagai tepat dan muktamad, tetapi dia akan membetulkan mengikut formula Lorentz semua ukuran yang diambil oleh ahli fizik yang terikat dengan sistem S.

Dengan demikian akan diperoleh dua representasi matematik alam semesta, berbeza sama sekali antara satu sama lain jika dilihat daripada nombor-nombor yang terkandung di dalamnya, tetapi sama jika diambil kira hubungan yang ditunjukkan melalui nombor-nombor tersebut antara fenomena-fenomena - hubungan yang kita namakan hukum alam. Perbezaan ini sebenarnya adalah syarat bagi identiti tersebut. Apabila seseorang mengambil pelbagai foto objek dengan mengelilinginya, kepelbagaian butiran hanya mencerminkan ketakubahan hubungan antara butiran-butiran tersebut, iaitu ketekalan objek tersebut.

Kita kini kembali kepada idea Masa Berganda, keserentakan yang menjadi kejadian berturutan dan kejadian berturutan yang menjadi keserentakan, panjang yang perlu dikira secara berbeza bergantung sama ada ia dianggap dalam keadaan rehat atau bergerak. Tetapi kali ini kita berhadapan dengan bentuk muktamad teori Relativiti. Kita mesti bertanya dalam pengertian apakah perkataan-perkataan ini digunakan.

Pertimbangkan dahulu kepelbagaian Masa, dan mari kita ambil semula dua sistem kita S dan S'. Ahli fizik yang berada di S mengangkat sistemnya sebagai sistem rujukan. Jadi S kini dalam keadaan rehat dan S' sedang bergerak. Dalam sistemnya yang dianggap pegun, ahli fizik kita menjalankan eksperimen Michelson-Morley. Untuk tujuan khusus yang kita kejar sekarang, adalah berguna untuk membahagikan eksperimen kepada dua dan hanya mengambil separuh daripadanya, jika boleh dikatakan demikian. Oleh itu, kita akan menganggap bahawa ahli fizik hanya mengambil kira perjalanan cahaya dalam arah OB yang berserenjang dengan arah pergerakan saling dua sistem. Pada jam yang terletak di titik O, dia membaca masa t yang diambil oleh sinar untuk pergi dari O ke B dan kembali dari B ke O. Masa apakah yang dimaksudkan?

Jelas sekali ini adalah masa sebenar, dalam pengertian yang kita berikan sebelum ini kepada ungkapan ini. Antara pemergian dan kepulangan sinar, kesedaran ahli fizik telah mengalami tempoh tertentu: pergerakan jarum jam adalah aliran kontemporari dengan aliran dalaman ini dan berfungsi untuk mengukurnya. Tiada keraguan, tiada kesulitan. Masa yang dialami dan dikira oleh kesedaran adalah nyata secara definisi.

Sekarang mari kita lihat ahli fizik kedua yang berada di S'. Dia menganggap dirinya pegun, kerana dia biasa mengambil sistemnya sendiri sebagai sistem rujukan. Dia juga menjalankan eksperimen Michelson-Morley atau lebih tepat, dia juga menjalankan separuh eksperimen. Pada jam yang terletak di O' dia mencatat masa yang diambil oleh sinar cahaya untuk pergi dari O' ke B' dan kembali. Apakah masa yang dia kira? Jelas sekali masa yang dia alami. Pergerakan jamnya adalah kontemporari dengan aliran kesedarannya. Ini juga merupakan masa sebenar secara definisi.

BAB 7.2.

Bagaimana mereka serasi dengan Masa Tunggal dan Sejagat

Oleh itu, masa yang dialami dan dikira oleh ahli fizik pertama dalam sistemnya, dan masa yang dialami dan dikira oleh ahli fizik kedua dalam sistemnya, kedua-duanya adalah masa sebenar.

Adakah mereka, satu sama lain, satu Masa yang sama? Adakah ini Masa yang berbeza? Kami akan membuktikan bahawa ia adalah Masa yang sama dalam kedua-dua kes.

Sesungguhnya, dalam apa jua makna yang diberikan kepada perlambatan atau pecutan masa dan oleh itu Masa Berganda yang disebut dalam teori Relativiti, satu perkara pasti: perlambatan dan pecutan ini hanya bergantung pada pergerakan sistem yang dipertimbangkan dan semata-mata pada kelajuan yang diandaikan untuk setiap sistem. Oleh itu, kita tidak akan mengubah apa-apa pada sebarang Masa, sama ada nyata atau fiksyen, sistem S' jika kita mengandaikan sistem ini sebagai duplikat sistem S, kerana kandungan sistem, sifat peristiwa yang berlaku di dalamnya, tidak diambil kira: hanya kelajuan translasi sistem yang penting. Tetapi jika S' adalah duplikat S, jelas bahawa Masa Dihidupi dan dicatat oleh ahli fizik kedua semasa eksperimennya dalam sistem S', yang dianggapnya pegun, adalah sama dengan Masa Dihidupi dan dicatat oleh yang pertama dalam sistem S yang juga dianggap pegun, kerana S dan S', setelah dipegunkan, boleh dipertukarkan. Oleh itu, Masa yang dihidupi dan dikira dalam sistem, Masa Dalaman dan Immanen kepada sistem, Masa Nyata akhirnya, adalah sama untuk S dan S'.

Tetapi kemudian, apakah yang dimaksudkan dengan Masa Berganda, dengan kelajuan aliran tidak sekata, yang ditemui oleh teori Relativiti dalam pelbagai sistem mengikut kelajuan yang dimiliki sistem-sistem ini?

Mari kita kembali kepada dua sistem S dan S'. Jika kita mempertimbangkan Masa yang ahli fizik Pierre, terletak di S, atributkan kepada sistem S', kita melihat bahawa Masa ini memang lebih perlahan daripada Masa yang dikira oleh Pierre dalam sistemnya sendiri. Masa ini tidak dihidupi oleh Pierre. Tetapi kita tahu ia juga tidak dihidupi oleh Paul. Ia tidak dihidupi oleh Pierre mahupun Paul. Lebih-lebih lagi, ia tidak dihidupi oleh sesiapa pun. Tetapi ini belum cukup. Jika Masa yang diatributkan oleh Pierre kepada sistem Paul tidak dihidupi oleh Pierre, Paul, atau sesiapa pun, adakah ia sekurang-kurangnya dikonsepsikan oleh Pierre sebagai dihidupi atau boleh dihidupi oleh Paul yang hidup dan sedar, atau lebih umum oleh seseorang, atau lebih umum lagi oleh sesuatu? Apabila diperhatikan dengan teliti, kita akan melihat bahawa tidak. Sudah tentu Pierre melekatkan label pada Masa ini atas nama Paul; tetapi jika dia membayangkan Paul sedar, menghidupi durasinya dan mengukurnya, *dengan itu dia akan melihat Paul mengambil sistemnya sendiri sebagai sistem rujukan, dan kemudian berada dalam Masa tunggal, dalaman kepada setiap sistem, yang baru kita sebutkan: dengan itu juga, Pierre akan membuat pengabaian sementara sistem rujukannya, dan oleh itu kesedarannya; Pierre tidak akan melihat dirinya lagi kecuali sebagai penglihatan Paul*. Tetapi apabila Pierre mengatributkan kepada sistem Paul satu Masa yang perlahan, dia tidak lagi memandang Paul sebagai ahli fizik, atau bahkan sebagai makhluk sedar, atau bahkan sebagai makhluk: dia mengosongkan imej visual Paul dari dalamannya yang sedar dan hidup, hanya mengekalkan sampul luarnya (hanya ini yang menarik minat fizik): maka, nombor yang akan Paul catatkan untuk selang masa sistemnya jika dia sedar, Pierre darabkannya dengan $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ untuk memasukkannya ke dalam perwakilan matematik alam semesta dari sudut pandangnya sendiri, bukan lagi dari sudut pandang Paul. Oleh itu, ringkasnya, sementara masa yang diatributkan oleh Pierre kepada sistemnya sendiri adalah masa yang dihidupinya, masa yang Pierre atributkan kepada sistem Paul bukan masa yang dihidupi Pierre, bukan masa yang dihidupi Paul, bukan masa yang Pierre konsepsikan sebagai dihidupi atau boleh dihidupi oleh Paul yang hidup dan sedar. Apakah ia, jika bukan sekadar ungkapan matematik yang bertujuan untuk menandakan bahawa sistem Pierre, dan bukan sistem Paul, yang diambil sebagai sistem rujukan?

Saya seorang pelukis, dan saya perlu menggambarkan dua watak, Jean dan Jacques, di mana satu berada di sisi saya, manakala yang lain berada dua atau tiga ratus meter dari saya. Saya akan melukis yang pertama dalam saiz sebenar, dan mengurangkan yang lain kepada saiz kerdil. Salah

seorang rakan sekerja saya, yang berada berhampiran Jacques dan juga ingin melukis kedua-duanya, akan melakukan sebaliknya; dia akan menunjukkan Jean sangat kecil dan Jacques dalam saiz sebenar. Kami berdua akan betul. Tetapi, daripada fakta bahawa kami berdua betul, adakah kita berhak menyimpulkan bahawa Jean dan Jacques tidak mempunyai ketinggian normal mahupun ketinggian kerdil, atau mereka mempunyai kedua-duanya sekali, atau ia seperti yang dikehendaki? Sudah tentu tidak. Ketinggian dan dimensi adalah istilah yang mempunyai makna tepat apabila ia melibatkan model yang berpose: ia adalah apa yang kita lihat dari ketinggian dan lebar seseorang apabila kita berada di sebelahnya, apabila kita boleh menyentuhnya dan meletakkan pembaris di sepanjang badannya untuk pengukuran. Berada di sebelah Jean, mengukurnya jika saya mahu dan bercadang untuk melukisnya dalam saiz sebenar, saya memberinya dimensi sebenarnya; dan, dengan menggambarkan Jacques sebagai kerdil, saya hanya menyatakan ketidakmampuan saya untuk menyentuhnya—malah, jika dibenarkan untuk bercakap demikian, tahap ketidakmungkinan itu: *tahap ketidakmungkinan* itulah yang dipanggil jarak, dan jarak itulah yang diambil kira dalam perspektif. Begitu juga, di dalam sistem di mana saya berada, dan yang saya pegunkan dalam fikiran dengan menjadikannya sistem rujukan saya, saya mengukur secara langsung satu masa yang merupakan milik saya dan sistem saya; inilah ukuran yang saya catatkan dalam perwakilan saya tentang alam semesta untuk semua yang berkaitan dengan sistem saya. Tetapi, dengan memegangkan sistem saya, saya telah menggerakkan yang lain, dan saya telah menggerakkannya secara berbeza. Mereka telah memperoleh kelajuan yang berbeza. Semakin besar kelajuan mereka, semakin *jauh* ia dari keadaan pegun saya. Inilah yang lebih kurang *jarak* kelajuan mereka dari kelajuan sifar saya yang saya ungkapkan dalam perwakilan matematik saya tentang sistem lain apabila saya mengira Masa yang lebih kurang perlahan untuk mereka, lebih-lebih lagi semuanya lebih perlahan daripada saya, sama seperti pengurangan saiz Jacques dengan jarak, dalam satu siri kanvas di mana saya menggambarkan Jacques lebih kurang jauh, menunjukkan bahawa Jacques mengekalkan saiz yang sama.

BAB 7.3.

Pemeriksaan paradoks berkaitan masa

Dengan demikian terhapusnya bentuk paradoks yang diberikan kepada teori Kemajemukan Masa. *"Bayangkan, telah dikatakan, seorang pengembara yang terkurung dalam peluru meriam yang dilancarkan dari Bumi dengan kelajuan kurang kira-kira satu per dua puluh ribu daripada kelajuan cahaya, yang menemui sebuah bintang dan dipulangkan ke Bumi dengan kelajuan yang sama. Setelah menua dua tahun contohnya ketika dia keluar dari peluru meriamnya, dia akan mendapati bahawa planet kita telah menua dua ratus tahun."* — Adakah kita benar-benar pasti? Mari kita perhatikan lebih dekat. Kita akan melihat kesan bayangan lenyap, kerana ia bukanlah sesuatu yang lain.

BAB 7.4.

Hipotesis pengembara terkurung dalam peluru meriam

Peluru itu dilepaskan dari meriam yang terpasang pada Bumi yang tidak bergerak. Mari kita namakan Pierre sebagai orang yang tinggal dekat meriam, dengan Bumi sebagai sistem S kita. Pengembara yang terkurung dalam peluru $S^{'}$ menjadi watak kita Paul. Seperti yang kami katakan, kami berada dalam hipotesis di mana Paul akan kembali setelah dua ratus tahun berlalu bagi Pierre. Oleh itu, Pierre dianggap hidup dan sedar: memang dua ratus tahun aliran dalamannya telah berlalu bagi Pierre antara keberangkatan dan kepulangan Paul.

Sekarang mari kita beralih kepada Paul. Kami ingin mengetahui berapa lama dia hidup. Oleh itu, kita mesti merujuk kepada Paul yang hidup dan sedar, bukan imej Paul yang diwakili dalam kesedaran Pierre. Tetapi Paul yang hidup dan sedar jelas menjadikan pelurunya sebagai sistem rujukan: dengan itu dia menghentikannya. Sebaik sahaja kita merujuk kepada Paul, kita

bersamanya, kita mengadopsi sudut pandangnya. Tetapi kemudian, peluru itu berhenti: meriam beserta Bumi yang terpasang padanya melarikan diri melalui ruang angkasa. Segala yang kami katakan tentang Pierre, kini harus kami ulangi untuk Paul: kerana gerakan itu saling, kedua-dua watak boleh ditukar ganti. Jika tadi, melihat ke dalam kesedaran Pierre, kami menyaksikan aliran tertentu, aliran yang sama persis akan kami saksikan dalam kesedaran Paul. Jika kami mengatakan aliran pertama adalah dua ratus tahun, aliran yang satu lagi juga akan menjadi dua ratus tahun. Pierre dan Paul, Bumi dan peluru, telah hidup dalam jangka masa yang sama dan menua dengan sama.

Di manakah dua tahun masa perlahan yang sepatutnya berlalu dengan malas untuk peluru sementara dua ratus tahun berlalu di Bumi? Adakah analisis kami telah menghilangkannya? Tidak sama sekali! Kami akan menemuinya semula. Tetapi kami tidak akan dapat meletakkan apa-apa di dalamnya, sama ada makhluk atau benda; dan perlu mencari cara lain untuk tidak menua.

Kedua-dua watak kita muncul hidup dalam masa yang sama, dua ratus tahun, kerana kita meletakkan diri kita dari sudut pandang kedua-duanya. Ia perlu, untuk menafsirkan secara falsafah tesis Einstein, yang merupakan relativiti radikal dan oleh itu timbal balik sempurna gerakan rectilinear dan seragam [1]. Tetapi pendekatan ini khusus kepada ahli falsafah yang mengambil tesis Einstein secara menyeluruh dan melekat pada realiti—maksud saya perkara yang dirasakan atau boleh dirasakan—yang jelas dinyatakan oleh tesis ini. Ia membayangkan bahawa pada bila-bila masa kita tidak akan kehilangan pandangan idea timbal balik dan oleh itu akan sentiasa bergerak dari Pierre ke Paul dan dari Paul ke Pierre, menganggap mereka boleh ditukar ganti, menghentikan mereka secara bergilir-gilir, tidak menghentikan mereka melainkan seketika, terima kasih kepada ayunan perhatian yang pantas yang tidak mahu mengorbankan apa-apa daripada tesis Relativiti. Tetapi ahli fizik terpaksa meneruskan secara berbeza, walaupun dia menyokong sepenuhnya teori Einstein. Dia akan bermula, sudah tentu, dengan mematuhinya. Dia akan menegaskan timbal balik. Dia akan menyatakan bahawa seseorang boleh memilih antara sudut pandang Pierre atau Paul. Tetapi, setelah berkata demikian, dia akan memilih salah satu, kerana dia tidak boleh melaporkan peristiwa alam semesta, pada masa yang sama, kepada dua sistem paksi yang berbeza. Jika dia meletakkan dirinya di tempat Pierre, dia akan mengira untuk Pierre masa yang Pierre hitung untuk dirinya sendiri, iaitu masa yang benar-benar dialami oleh Pierre, dan untuk Paul masa yang Pierre pinjamkan kepadanya. Jika dia bersama Paul, dia akan mengira untuk Paul masa yang Paul hitung untuk dirinya sendiri, iaitu masa yang Paul hidup dengan sebenarnya, dan untuk Pierre masa yang Paul atributkan kepadanya. Tetapi, sekali lagi, dia semestinya akan memilih Pierre atau Paul. Katakan dia memilih Pierre. Maka dua tahun, dan hanya dua tahun, yang dia perlu kira untuk Paul.

[1] Gerakan peluru boleh dianggap sebagai rectilinear dan seragam dalam setiap dua perjalanan pergi dan balik yang diambil secara berasingan. Itu semua yang diperlukan untuk kesahihan penaakulan yang baru kami lakukan.

Sesungguhnya, Pierre dan Paul berurusan dengan fizik yang sama. Mereka memerhatikan hubungan yang sama antara fenomena, mereka menemui hukum yang sama untuk alam semula jadi. Tetapi sistem Pierre tidak bergerak dan sistem Paul bergerak. Selagi ia berkaitan dengan fenomena yang terikat pada sistem, iaitu ditakrifkan oleh fizik sedemikian rupa sehingga sistem dianggap membawanya bersama apabila ia dianggap bergerak, hukum fenomena ini mestilah sama untuk Pierre dan Paul: fenomena yang bergerak, kerana dirasakan oleh Paul yang digerakkan oleh gerakan yang sama seperti mereka, tidak bergerak di matanya dan kelihatan kepadanya sama seperti fenomena serupa dalam sistemnya sendiri kepada Pierre. Tetapi fenomena elektro-magnetik dibentangkan sedemikian rupa sehingga seseorang tidak boleh lagi, apabila sistem di mana ia berlaku dianggap bergerak, menganggapnya sebagai mengambil bahagian dalam gerakan sistem. Namun, hubungan fenomena ini antara satu sama lain, hubungan mereka dengan fenomena yang dibawa dalam gerakan sistem, masih sama untuk Paul seperti untuk Pierre. Jika kelajuan peluru adalah seperti yang kami andaikan, Pierre tidak boleh menyatakan ketekalan hubungan ini melainkan dengan mengatributkan kepada Paul suatu Masa seratus kali lebih perlahan daripada miliknya, seperti yang dilihat daripada persamaan Lorentz. Jika dia mengira sebaliknya, dia tidak akan mencatat dalam perwakilan matematik dunianya

bahawa Paul dalam gerakan menemui hubungan yang sama antara semua fenomena—termasuk fenomena elektro-magnetik—seperti Pierre dalam keadaan rehat. Dia dengan itu secara tersirat meletakkan bahawa Paul yang dirujuk boleh menjadi Paul yang merujuk, kerana mengapakah hubungan dikekalkan untuk Paul, mengapakah ia mesti ditandakan oleh Pierre kepada Paul seperti yang kelihatan kepada Pierre, melainkan kerana Paul akan mengisytiharkan dirinya tidak bergerak dengan hak yang sama seperti Pierre? Tetapi itu hanyalah akibat timbal balik yang dia catatkan, dan bukan timbal balik itu sendiri. Sekali lagi, dia telah menjadikan dirinya sendiri sebagai rujukan, dan Paul hanyalah dirujuk. Dalam keadaan ini, Masa Paul adalah seratus kali lebih perlahan daripada Pierre. Tetapi itu adalah masa yang diatributkan, bukan masa yang dialami. Masa yang dialami oleh Paul akan menjadi Masa Paul yang merujuk dan bukan dirujuk: ia akan menjadi masa yang sama yang baru ditemui oleh Pierre.

Oleh itu, kami sentiasa kembali ke titik yang sama: terdapat satu Masa Nyata, dan yang lain adalah fiksyen. Apakah sebenarnya Masa Nyata, jika bukan Masa yang dialami atau boleh dialami? Apakah Masa tidak nyata, tambahan, fiksyen, jika bukan yang tidak boleh dialami secara nyata oleh apa-apa atau sesiapa?

Tetapi kita melihat asal-usul kekeliruan. Kami akan merumuskannya seperti berikut: hipotesis timbal balik hanya dapat diterjemahkan secara matematik ke dalam ketiadaan timbal balik, kerana menerjemahkan secara matematik kebebasan untuk memilih antara dua sistem paksi bermakna memilih salah satu daripadanya secara efektif[1]. Keupayaan untuk memilih tidak dapat dibaca dalam pilihan yang dibuat berdasarkan kebebasan itu. Sistem paksi, semata-mata kerana ia diterima pakai, menjadi sistem keistimewaan. Dalam penggunaan matematiknya, ia tidak dapat dibezakan daripada sistem yang benar-benar pegun. Oleh sebab itu, relativiti sepihak dan relativiti dua pihak adalah setara secara matematik, sekurang-kurangnya dalam kes yang kita hadapi. Perbezaan hanya wujud untuk ahli falsafah; ia hanya mendedahkan dirinya jika kita bertanya realiti apa, iaitu perkara yang dirasakan atau dapat dirasakan, yang diimplikasikan oleh kedua-dua hipotesis. Yang lebih lama, iaitu sistem keistimewaan dalam keadaan rehat mutlak, akan membawa kepada meletakkan pelbagai Masa yang nyata. Pierre, benar-benar pegun, akan hidup dalam jangka masa tertentu; Paul, benar-benar bergerak, akan hidup dalam jangka masa yang lebih perlahan. Tetapi yang lain, iaitu timbal balik, membayangkan bahawa jangka masa yang lebih perlahan mesti dikaitkan oleh Pierre kepada Paul atau oleh Paul kepada Pierre, bergantung pada siapa yang menjadi rujukan, sama ada Paul atau Pierre yang dirujuk. Situasi mereka adalah sama; mereka hidup dalam satu Masa yang sama, tetapi mereka saling mengaitkan Masa yang berbeza daripadanya dan dengan itu menyatakan, mengikut peraturan perspektif, bahawa fizik pemerhati khayalan yang bergerak mestilah sama dengan pemerhati sebenar yang berehat. Oleh itu, dalam hipotesis timbal balik, seseorang mempunyai sekurang-kurangnya alasan yang sama seperti akal sehat untuk mempercayai satu Masa tunggal: idea paradoks pelbagai Masa hanya dipaksakan dalam hipotesis sistem keistimewaan. Tetapi, sekali lagi, seseorang hanya boleh menyatakan diri secara matematik dalam hipotesis sistem keistimewaan, walaupun seseorang telah memulakan dengan meletakkan timbal balik; dan ahli fizik, merasakan dirinya telah bebas daripada hipotesis timbal balik setelah memberi penghormatan dengan memilih sistem rujukannya sesuka hati, meninggalkannya kepada ahli falsafah dan akan menyatakan dirinya dalam bahasa sistem keistimewaan. Berdasarkan fizik ini, Paul akan memasuki peluru meriam. Dia akan menyedari dalam perjalanan bahawa falsafah itu benar[2].

---

[1] Sudah tentu, ini hanya berkaitan dengan teori Relativiti Terhad.

[2] Hipotesis pengembara yang terkurung dalam peluru meriam, dan hanya hidup selama dua tahun sementara dua ratus tahun berlalu di Bumi, telah dikemukakan oleh Encik Langevin dalam komunikasinya di kongres Bologna pada tahun 1911. Ia diketahui secara universal dan disebut di mana-mana. Ia boleh didapati, khususnya, dalam karya penting Encik Jean Becquerel, Le principe de relativité et la théorie de la gravitation, halaman 52.

Malah dari sudut pandangan fizikal semata-mata, ia menimbulkan beberapa kesulitan, kerana kita tidak lagi berada dalam Relativiti Terhad. Memandangkan kelajuan berubah arah, terdapat pecutan dan kita berhadapan dengan masalah Relativiti Umum.

Tetapi, dalam apa jua keadaan, penyelesaian yang diberikan di atas menghilangkan paradoks dan menghapuskan masalah.

Kami mengambil kesempatan ini untuk menyatakan bahawa komunikasi Encik Langevin di kongres Bologna yang dahulu menarik perhatian kami kepada idea Einstein. Adalah diketahui apa yang semua orang yang berminat dengan teori Relativiti berhutang kepada Encik Langevin, kerja-kerja dan ajarannya.

Apa yang menyumbang untuk mengekalkan ilusi ialah teori Relativiti Terhad menyatakan dengan tepat bahawa ia mencari untuk perkara-perkara satu perwakilan yang bebas daripada sistem rujukan[1]. Ia seolah-olah melarang ahli fizik daripada mengambil sudut pandangan tertentu. Tetapi terdapat perbezaan penting di sini. Memang benar ahli teori Relativiti bertujuan untuk memberikan kepada hukum alam satu ungkapan yang mengekalkan bentuknya, tidak kira sistem rujukan yang digunakan untuk merujuk peristiwa. Tetapi ini hanya bermakna bahawa, dengan mengambil sudut pandangan tertentu seperti mana-mana ahli fizik, menerima pakai sistem rujukan tertentu dan dengan itu mencatat kuantiti tertentu, dia akan mewujudkan hubungan antara kuantiti ini yang mesti kekal tidak berubah, invarian, antara kuantiti baru yang akan ditemui jika sistem rujukan baru diterima pakai. *Justeru kerana kaedah penyelidikannya dan prosedur notasi memastikan kesetaraan antara semua perwakilan alam semesta yang diambil dari semua sudut pandangan, dia mempunyai hak mutlak (yang dijamin dengan baik oleh fizik lama) untuk berpegang pada sudut pandangan peribadinya dan merujuk segala-galanya kepada sistem rujukan uniknya.* Tetapi dia terpaksa melekat pada sistem rujukan ini secara umum[2]. Kepada sistem ini juga ahli falsafah mesti melekat apabila dia ingin membezakan yang nyata daripada yang fiksyen. Yang nyata adalah apa yang diukur oleh ahli fizik sebenar, yang fiksyen adalah apa yang diwakili dalam pemikiran ahli fizik sebenar sebagai diukur oleh ahli fizik fiksyen. Tetapi kita akan kembali kepada perkara ini dalam kerja kita. Buat masa ini, mari kita nyatakan satu lagi sumber ilusi, yang kurang jelas daripada yang pertama.

[1] Kami berpegang pada Relativiti Terhad di sini kerana kami hanya berminat dengan Masa. Dalam Relativiti Umum, tidak dapat dinafikan bahawa seseorang cenderung untuk tidak mengambil sebarang sistem rujukan, untuk meneruskan seperti untuk pembinaan geometri intrinsik, tanpa paksi koordinat, untuk menggunakan hanya elemen invarian. Walau bagaimanapun, walaupun di sini, invarian yang dipertimbangkan pada hakikatnya masih merupakan hubungan antara elemen yang, mereka sendiri, tertakluk kepada pilihan sistem rujukan.

[2] Dalam buku kecilnya yang menawan tentang teori Relativiti (The General Principle of Relativity, London, 1920), Encik Wildon Carr menegaskan bahawa teori ini membayangkan konsepsi idealis alam semesta. Kami tidak akan pergi sejauh itu; tetapi kami percaya bahawa fizik ini harus diorientasikan ke arah idealisme jika seseorang ingin menjadikannya falsafah.

Ahli fizik Pierre secara semula jadi mengakui (ini hanya kepercayaan, kerana tidak dapat dibuktikan) bahawa terdapat kesedaran lain selain dirinya, tersebar di permukaan Bumi, bahkan boleh dibayangkan di mana-mana titik alam semesta. Paul, Jean dan Jacques mungkin bergerak relatif kepadanya: dia melihat mereka sebagai minda yang berfikir dan merasa seperti dirinya. Ini kerana dia manusia sebelum menjadi ahli fizik. Tetapi apabila dia menganggap Paul, Jean dan Jacques sebagai makhluk serupa dengannya, memiliki kesedaran seperti dirinya, dia sebenarnya melupakan fiziknya atau memanfaatkan kebenaran yang diberikan fizik untuk bercakap dalam kehidupan seharian seperti orang biasa. Sebagai ahli fizik, dia berada dalam sistem di mana dia mengambil ukuran dan merujuk segala sesuatu. Ahli fizik seperti dia, dan oleh itu sedar seperti dia, mungkin hanya manusia yang terikat dengan sistem yang sama: mereka membina, dengan nombor yang sama, gambaran dunia yang sama dari sudut pandangan yang sama; mereka juga rujukan. Tetapi manusia lain hanya akan menjadi dirujuk; mereka kini hanya boleh menjadi, bagi ahli fizik, boneka kosong. Jika Pierre memberi mereka jiwa, dia akan segera kehilangan jiwanya; dari dirujuk mereka menjadi rujukan; mereka akan menjadi ahli fizik, dan Pierre akan menjadi boneka pula. Bolak-balik kesedaran ini jelas hanya bermula apabila seseorang terlibat dalam fizik, kerana seseorang mesti memilih sistem rujukan. Di luar itu, manusia tetap seperti adanya, sedar antara satu sama lain. Tiada sebab mereka tidak hidup dalam jangka masa yang sama dan tidak berkembang dalam Masa yang sama. Kepelbagaian Masa muncul tepat ketika hanya tinggal seorang manusia atau satu kumpulan yang *hidup* dalam masa. Masa itu kemudian menjadi satu-satunya realiti: ia adalah Masa nyata yang disebut tadi, tetapi dirampas oleh manusia atau kumpulan yang menjadikan dirinya ahli fizik. Semua manusia lain, menjadi boneka sejak saat itu, kini berkembang dalam Masa yang diwakili oleh ahli fizik dan yang tidak lagi boleh dianggap sebagai Masa nyata, kerana tidak dialami dan tidak boleh dialami. Khayalan, seseorang secara semula jadi akan membayangkan sebanyak yang dikehendaki.

Apa yang akan kita tambahkan sekarang mungkin kelihatan paradoks, namun ia adalah kebenaran mudah. Idea Masa Nyata yang dikongsi oleh kedua-dua sistem, sama untuk S dan S', lebih kuat dalam hipotesis kepelbagaian Masa matematik berbanding hipotesis Masa matematik

tunggal dan universal yang biasa diterima. Kerana, dalam mana-mana hipotesis selain Teori Relativiti, S dan S' tidak boleh ditukar ganti sepenuhnya: mereka menduduki kedudukan berbeza berbanding beberapa sistem istimewa; dan, walaupun seseorang menjadikan satu sebagai salinan yang lain, mereka segera membezakan diri antara satu sama lain hanya kerana tidak mempunyai hubungan yang sama dengan sistem pusat. Seseorang mungkin memberi mereka Masa matematik yang sama, seperti yang selalu dilakukan sebelum Lorentz dan Einstein, tetapi mustahil untuk membuktikan dengan ketat bahawa pemerhati dalam kedua-dua sistem ini hidup dalam jangka masa dalaman yang sama dan oleh itu kedua-dua sistem mempunyai Masa Nyata yang sama; malah sangat sukar untuk mentakrifkan kesamaan jangka masa ini dengan tepat; semua yang boleh dikatakan ialah tiada sebab untuk pemerhati yang berpindah dari satu sistem ke sistem lain tidak bertindak balas secara psikologi dengan cara yang sama, tidak hidup dalam jangka masa dalaman yang sama, untuk bahagian yang dianggap sama dalam Masa matematik universal yang sama. Hujahan masuk akal, tiada bantahan muktamad terhadapnya, tetapi ia kurang ketegasan dan ketepatan. Sebaliknya, hipotesis Teori Relativiti pada dasarnya menolak sistem istimewa: S dan S' mesti dianggap, semasa dipertimbangkan, boleh ditukar ganti sepenuhnya jika seseorang mula-mula menjadikan satu sebagai salinan yang lain. Tetapi kemudian kedua-dua watak dalam S dan S' boleh dibuat bertepatan dalam pemikiran, seperti dua angka sama yang ditindih: mereka mesti bertepatan, bukan hanya dalam pelbagai aspek *kuantiti*, tetapi juga, jika saya boleh berkata demikian, dalam *kualiti*, kerana kehidupan dalaman mereka menjadi tidak dapat dibezakan, seperti apa yang boleh diukur dalam diri mereka: kedua-dua sistem tetap seperti ketika diletakkan, salinan antara satu sama lain, sedangkan di luar hipotesis Teori Relativiti mereka tidak lagi begitu sejurus selepas dilepaskan. Tetapi kita tidak akan menekankan perkara ini. Katakan sahaja bahawa kedua-dua pemerhati dalam S dan S' hidup dalam jangka masa yang sama persis, dan kedua-dua sistem mempunyai Masa Nyata yang sama.

Adakah ini juga benar untuk semua sistem alam semesta? Kita telah memberikan S' kelajuan sewenang-wenangnya: untuk mana-mana sistem S'' kita boleh mengulangi apa yang kita katakan tentang S'; pemerhati yang dilampirkan padanya akan hidup dalam jangka masa yang sama seperti dalam S. Paling-paling, mungkin dihujahkan bahawa perpindahan timbal balik S'' dan S tidak sama dengan perpindahan S dan S', dan oleh itu, apabila kita membekukan S sebagai sistem rujukan dalam kes pertama, kita tidak melakukan perkara yang sama seperti dalam kes kedua. Jangka masa pemerhati dalam S yang tidak bergerak, apabila S' adalah sistem yang dirujuk kepada S, mungkin tidak semestinya sama dengan jangka masa pemerhati yang sama, apabila sistem yang dirujuk kepada S adalah S''; akan ada, seolah-olah, *keamatan ketidakgerakan* yang berbeza, bergantung pada sama ada kelajuan perpindahan timbal balik kedua-dua sistem sebelum salah satunya, diangkat sebagai sistem rujukan, dibekukan oleh minda. Kami tidak fikir sesiapa akan pergi sejauh itu. Tetapi, walaupun begitu, seseorang hanya akan meletakkan diri dalam hipotesis yang biasa dilakukan apabila membayangkan pemerhati khayalan merentasi dunia dan merasa berhak memberinya jangka masa yang sama di mana-mana. Ini bermakna tiada sebab untuk mempercayai sebaliknya: apabila penampilan berada di satu pihak, terpulang kepada mereka yang menyatakannya sebagai ilusi untuk membuktikannya. Tetapi idea meletakkan kepelbagaian Masa matematik tidak pernah terlintas dalam fikiran sebelum Teori Relativiti; oleh itu hanya kepada teori inilah seseorang akan merujuk untuk mempersoalkan kesatuan Masa. Dan kita baru sahaja melihat bahawa dalam kes tunggal yang cukup tepat dan jelas, dua sistem S dan S' yang bergerak relatif antara satu sama lain, Teori Relativiti akan menegaskan dengan lebih tegas daripada biasa kesatuan Masa nyata. Ia membolehkan definisi dan hampir bukti identiti, berbanding penegasan kabur dan hanya munasabah yang biasanya memadai. Kesimpulannya, dari segi keuniversalan Masa nyata, Teori Relativiti tidak menggoyahkan idea yang diterima dan cenderung mengukuhkannya.

BAB 7.5.

Keserentakan "*Berilmu*", Boleh Terpisah Menjadi Turutan

Kemudian kita beralih kepada perkara kedua, iaitu perpecahan keserentakan. Tetapi mari kita ingatkan secara ringkas apa yang telah kita katakan tentang keserentakan intuitif, yang boleh kita namakan sebagai nyata dan dialami. Einstein pasti menerimanya, kerana melalui keserentakan inilah beliau mencatat masa sesuatu peristiwa. Kita boleh memberikan definisi keserentakan yang paling canggih, mengatakan bahawa ia adalah kesamaan antara petunjuk jam yang diselaraskan antara satu sama lain melalui pertukaran isyarat optik, dan menyimpulkan bahawa keserentakan adalah relatif kepada prosedur penyelarasan. Namun, tidak kurang benar bahawa jika kita membandingkan jam, tujuannya adalah untuk menentukan masa peristiwa: keserentakan sesuatu peristiwa dengan petunjuk jam yang memberikan masanya tidak bergantung pada penyelarasan peristiwa pada jam; ia adalah mutlak[1]. Jika ia tidak wujud, jika keserentakan hanya sekadar korespondensi antara petunjuk jam, dan bukan juga, serta yang paling utama, korespondensi antara petunjuk jam dan peristiwa, maka jam tidak akan dibina, atau tiada sesiapa yang akan membelinya. Kerana kita membeli jam hanya untuk mengetahui masa. Tetapi "mengetahui masa" bermakna mencatat keserentakan sesuatu peristiwa, sesuatu saat dalam hidup kita atau dunia luar, dengan petunjuk jam; ia bukan, secara umumnya, untuk memerhatikan keserentakan antara petunjuk jam. Oleh itu, mustahil bagi ahli teori Relativiti untuk tidak menerima keserentakan intuitif[2]. Malah dalam penyelarasan dua jam antara satu sama lain melalui isyarat optik, beliau menggunakan keserentakan ini, dan beliau menggunakannya sebanyak tiga kali, kerana beliau mesti mencatat 1° masa permulaan isyarat optik, 2° masa ketibaan, 3° masa kepulangan. Sekarang, adalah mudah untuk melihat bahawa keserentakan lain, yang bergantung pada penyelarasan jam melalui pertukaran isyarat, masih dipanggil keserentakan hanya kerana kita percaya mampu mengubahnya menjadi keserentakan intuitif[3]. Orang yang menyelaraskan jam antara satu sama lain semestinya mengambilnya dalam sistemnya: kerana sistem ini adalah sistem rujukannya, beliau menganggapnya pegun. Baginya, oleh itu, isyarat yang dipertukarkan antara dua jam yang jauh antara satu sama lain membuat perjalanan yang sama pada pergi dan balik. Jika beliau berada di mana-mana titik yang sama jaraknya dari dua jam itu, dan jika beliau mempunyai penglihatan yang cukup baik, beliau akan menangkap dalam satu tindakan pandangan seketika petunjuk yang diberikan oleh dua jam yang diselaraskan secara optik antara satu sama lain, dan beliau akan melihatnya menunjukkan masa yang sama pada saat itu. Oleh itu, keserentakan saintifik itu nampaknya sentiasa boleh ditukar untuknya menjadi keserentakan intuitif, dan itulah sebabnya beliau memanggilnya keserentakan.

---

[1] Ia tidak tepat, sudah tentu. Tetapi apabila, melalui eksperimen makmal, kita menetapkan perkara ini, apabila kita mengukur "kelewatan" dalam pemerhatian psikologi keserentakan, kita masih perlu merujuk kepadanya untuk mengkritiknya: tanpanya, tiada bacaan instrumen mungkin. Pada akhirnya, semuanya bergantung pada intuisi keserentakan dan intuisi turutan.

[2] Kita pasti akan tergoda untuk membantah bahawa pada prinsipnya tiada keserentakan pada jarak, tidak kira betapa kecilnya jarak itu, tanpa penyegerakan jam. Kita akan berhujah seperti berikut: "Pertimbangkan keserentakan 'intuitif' anda antara dua peristiwa yang sangat berdekatan A dan B. Sama ada ia adalah keserentakan yang hanya anggaran, dan anggaran itu sudah memadai memandangkan jarak yang jauh lebih besar yang memisahkan peristiwa-peristiwa yang anda akan wujudkan keserentakan 'saintifik'; atau ia adalah keserentakan yang sempurna, tetapi kemudian anda hanya secara tidak sedar mengesahkan kesamaan petunjuk antara dua jam mikroba yang disegerakkan yang anda sebutkan tadi, jam yang wujud secara maya di A dan B. Jika anda mendakwa bahawa mikroba anda yang ditempatkan di A dan B menggunakan keserentakan 'intuitif' untuk membaca instrumen mereka, kami akan mengulangi hujah kami dengan membayangkan kali ini submikroba dan jam submikroba. Pendek kata, ketidaktepatan sentiasa berkurangan, kami akan menemui, pada akhirnya, satu sistem keserentakan saintifik yang bebas daripada keserentakan intuitif: yang terakhir ini hanyalah pandangan yang keliru, anggaran, sementara, yang pertama." — Tetapi hujah ini akan bertentangan dengan prinsip teori Relativiti itu sendiri, iaitu untuk tidak pernah menganggap apa-apa di luar apa yang telah diperhatikan dan diukur. Ini akan mengandaikan bahawa sebelum sains manusia kita, yang sentiasa dalam proses menjadi, terdapat sains lengkap, diberikan sekaligus, dalam keabadian, dan bergabung dengan realiti itu sendiri: kami hanya akan memperolehnya bahagian demi bahagian. Inilah idea dominan metafizik Yunani, idea yang diambil oleh falsafah moden dan sememangnya semula jadi untuk pemahaman kita. Jika anda ingin menyokongnya, saya bersetuju; tetapi jangan lupa bahawa ia adalah metafizik, dan metafizik yang berdasarkan prinsip yang tiada kaitan dengan Relativiti.

[3] Kami telah menunjukkan di atas (hlm. 72) dan baru sahaja mengulangi bahawa seseorang tidak boleh membuat perbezaan radikal antara keserentakan di tempat dan keserentakan pada jarak. Sentiasa ada jarak, yang, betapa kecil pun bagi kita, akan kelihatan besar kepada mikroba yang membina jam mikroskopik.

BAB 7.6.

Bagaimana Ia Serasi dengan Keserentakan 'Intuitif'

Dengan ini ditetapkan, mari kita pertimbangkan dua sistem S dan S' yang bergerak relatif antara satu sama lain. Ambil S dahulu sebagai sistem rujukan. Dengan itu kita membekukannya. Jam di sana telah diselaraskan, seperti dalam semua sistem, melalui pertukaran isyarat optik. Seperti untuk semua penyelarasan jam, pada masa itu diandaikan bahawa isyarat yang dipertukarkan membuat perjalanan yang sama pada pergi dan balik. Tetapi mereka benar-benar melakukannya, memandangkan sistem itu pegun. Jika kita memanggil H_m dan H_n titik di mana kedua-dua jam berada, seorang pemerhati dalam sistem, memilih mana-mana titik yang sama jarak dari H_m dan H_n, akan dapat, jika dia mempunyai penglihatan yang cukup baik, merangkumi dalam satu tindakan pandangan seketika dua peristiwa yang berlaku masing-masing di titik H_m dan H_n apabila kedua-dua jam ini menunjukkan masa yang sama. Khususnya, dia akan merangkumi dalam persepsi seketika ini dua petunjuk yang sepadan dari dua jam, — petunjuk yang juga merupakan peristiwa. Oleh itu, sebarang keserentakan yang ditunjukkan oleh jam boleh ditukar dalam sistem kepada keserentakan intuitif.

Sekarang pertimbangkan sistem S'. Bagi pemerhati dalam sistem, adalah jelas bahawa perkara yang sama akan berlaku. Pemerhati ini mengambil S' sebagai sistem rujukan. Dia menjadikannya pegun. Isyarat optik yang dia gunakan untuk menyelaraskan jam antara satu sama lain kemudian membuat perjalanan yang sama pada pergi dan balik. Oleh itu, apabila dua jamnya menunjukkan masa yang sama, keserentakan yang mereka tunjukkan boleh dialami dan menjadi intuitif.

Oleh itu, tiada apa yang tiruan atau konvensional dalam keserentakan, sama ada anda mengambilnya dalam satu atau lain sistem.

Tetapi mari kita lihat bagaimana salah seorang daripada dua pemerhati, iaitu yang berada dalam sistem S, menilai apa yang berlaku dalam sistem S'. Baginya, S' bergerak dan oleh itu isyarat optik yang dipertukarkan antara dua jam dalam sistem itu tidak mengambil laluan yang sama ketika pergi dan pulang seperti yang dipercayai oleh pemerhati yang terikat dengan sistem tersebut (kecuali dalam kes tertentu di mana kedua-dua jam terletak pada satah yang sama dan berserenjang dengan arah pergerakan). Jadi, di matanya, penyelarasan dua jam telah dilakukan sedemikian rupa sehingga mereka menunjukkan petunjuk yang sama di mana tiada keserentakan, tetapi kejadian. Namun, perhatikan bahawa dengan ini dia mengguna pakai definisi kejadian yang sepenuhnya konvensional, dan oleh itu juga keserentakan. Dia setuju untuk memanggil kejadian sebagai petunjuk jam yang sepadan yang telah diselaraskan antara satu sama lain dalam keadaan di mana dia melihat sistem S' —maksud saya diselaraskan sedemikian rupa sehingga pemerhati luar sistem tidak menganggap laluan yang sama untuk isyarat optik ketika pergi dan pulang. Mengapa dia tidak mentakrifkan keserentakan melalui keselarasan petunjuk antara jam yang diselaraskan sedemikian rupa sehingga laluan pergi dan pulang adalah sama untuk pemerhati dalam sistem? Dijawab bahawa setiap daripada dua definisi ini sah untuk setiap pemerhati, dan itulah sebabnya peristiwa yang sama dalam sistem S' boleh dikatakan serentak atau berurutan, bergantung pada sama ada ia dilihat dari sudut pandangan S' atau S. Tetapi mudah untuk melihat bahawa salah satu daripada dua definisi itu adalah semata-mata konvensional, manakala yang lain tidak.

Untuk memahaminya, mari kita kembali kepada hipotesis yang telah kita buat sebelumnya. Kami akan menganggap bahawa S' adalah pendua sistem S, bahawa kedua-dua sistem adalah sama, dan mereka memaparkan sejarah yang sama di dalamnya. Mereka berada dalam keadaan pergerakan relatif, boleh ditukar ganti sepenuhnya; tetapi salah satu daripadanya diambil sebagai sistem rujukan dan, dari saat itu, dianggap pegun: ia akan menjadi S. Hipotesis bahawa S' adalah pendua S tidak menjejaskan kesahihan demonstrasi kami, kerana dislokasi keserentakan yang didakwa menjadi kejadian, dan kejadian yang lebih kurang perlahan bergantung pada kelajuan pergerakan sistem, hanya bergantung pada kelajuan sistem, bukan pada kandungannya. Dengan ini, jelas bahawa jika peristiwa A,B,C,D dalam sistem S adalah serentak untuk pemerhati dalam S, maka peristiwa yang sama A',B',C',D' dalam sistem S' juga akan serentak untuk

pemerhati dalam S'. Sekarang, adakah kedua-dua kumpulan A,B,C,D dan A',B',C',D', yang masing-masing terdiri daripada peristiwa serentak antara satu sama lain untuk pemerhati dalam sistem, juga serentak antara satu sama lain, maksud saya dilihat sebagai serentak oleh kesedaran tertinggi yang mampu berempati secara serta-merta atau berkomunikasi secara telepati dengan kedua-dua kesedaran dalam S dan S'? Jelas tiada halangan. Kita boleh bayangkan, seperti sebelumnya, bahawa pendua S' telah terpisah pada satu ketika dari S dan kemudian akan kembali menyatu. Kami telah menunjukkan bahawa pemerhati dalam kedua-dua sistem akan mengalami jumlah jangka masa yang sama. Oleh itu, dalam setiap sistem, kita boleh membahagikan jangka masa ini kepada bilangan kepingan yang sama supaya setiap satunya sama dengan kepingan yang sepadan dalam sistem yang lain. Jika saat M apabila peristiwa serentak A,B,C,D berlaku adalah penghujung salah satu kepingan (dan kita sentiasa boleh mengaturnya demikian), saat M' apabila peristiwa serentak A',B',C',D' berlaku dalam sistem S' akan menjadi penghujung kepingan yang sepadan. Terletak dengan cara yang sama seperti M dalam selang jangka masa yang penghujungnya bertepatan dengan selang di mana M berada, ia semestinya serentak dengan M. Dan dengan itu kedua-dua kumpulan peristiwa serentak A,B,C,D dan A',B',C',D' akan benar-benar serentak antara satu sama lain. Oleh itu, kita boleh terus membayangkan, seperti dahulu, potongan seketika Masa tunggal dan keserentakan mutlak peristiwa.

Walau bagaimanapun, dari sudut pandangan fizik, penaakulan yang baru kita lakukan tidak akan dikira. Masalah fizik sebenarnya timbul seperti berikut: S sedang berehat dan S' sedang bergerak, bagaimana eksperimen tentang kelajuan cahaya, dilakukan dalam S, akan memberikan hasil yang sama dalam S'? Dan tersirat bahawa ahli fizik dalam sistem S wujud sendirian sebagai ahli fizik: ahli fizik dalam sistem S' hanyalah dibayangkan. Dibayangkan oleh siapa? Semestinya oleh ahli fizik dalam sistem S. Sejak saat sistem S diambil sebagai sistem rujukan, hanya dari sana, dan hanya dari sana, pandangan saintifik tentang dunia mungkin. Mengekalkan pemerhati yang sedar dalam S dan S' secara serentak akan membenarkan kedua-dua sistem untuk mendirikan diri sebagai sistem rujukan, untuk mengisytiharkan diri mereka pegun secara serentak: tetapi mereka telah diandaikan dalam keadaan pergerakan relatif; oleh itu sekurang-kurangnya salah satu daripadanya mesti bergerak. Dalam sistem yang bergerak, mungkin masih ada manusia; tetapi mereka akan melepaskan kesedaran mereka buat sementara waktu atau sekurang-kurangnya keupayaan pemerhatian mereka; di mata ahli fizik tunggal, mereka hanya akan mengekalkan aspek material keperibadian mereka sepanjang masa fizik dibincangkan. Oleh itu, hujah kami runtuh, kerana ia mengandaikan kewujudan manusia yang sama nyata, sama sedar, menikmati hak yang sama dalam sistem S' dan sistem S. Sekarang, kita hanya boleh bercakap tentang seorang manusia atau sekumpulan manusia yang nyata, sedar, ahli fizik: mereka dalam sistem rujukan. Yang lain mungkin hanya boneka kosong; atau mereka hanya akan menjadi ahli fizik maya, semata-mata diwakili dalam fikiran ahli fizik dalam S. Bagaimanakah dia akan mewakili mereka? Dia akan membayangkan mereka, seperti sebelumnya, menjalankan eksperimen tentang kelajuan cahaya, tetapi bukan lagi dengan satu jam tunggal, bukan dengan cermin yang memantulkan sinar cahaya ke atas dirinya sendiri dan menggandakan laluan: kini terdapat laluan tunggal, dan dua jam masing-masing diletakkan pada titik permulaan dan ketibaan. Dia kemudian perlu menjelaskan bagaimana ahli fizik yang dibayangkan ini akan menemui kelajuan cahaya yang sama seperti dia, ahli fizik sebenar, jika eksperimen teori ini dapat direalisasikan secara praktikal. Di matanya, cahaya bergerak dengan kelajuan yang lebih rendah untuk sistem S' (dengan syarat eksperimen seperti yang kami nyatakan sebelum ini); tetapi juga, jam dalam S' telah diselaraskan untuk menunjukkan keserentakan di mana dia melihat kejadian, perkara-perkara akan disusun sedemikian rupa sehingga eksperimen sebenar dalam S dan eksperimen yang hanya dibayangkan dalam S' akan memberikan nombor yang sama untuk kelajuan cahaya. Itulah sebabnya pemerhati kami dalam S berpegang pada definisi keserentakan yang menjadikannya bergantung pada penyelarasan jam. Ini tidak menghalang kedua-dua sistem,

S' dan S, daripada mempunyai keserentakan yang dialami, nyata, dan yang tidak bergantung pada penyelarasan jam.

Oleh itu, kita perlu membezakan dua jenis keserentakan, dua jenis kesinambungan. Yang pertama adalah dalaman kepada peristiwa-peristiwa, ia merupakan sebahagian daripada kebendaan mereka, ia datang dari mereka. Yang lain hanya dilekatkan pada mereka oleh seorang pemerhati luar sistem. Yang pertama menyatakan sesuatu tentang sistem itu sendiri; ia adalah mutlak. Yang kedua berubah-ubah, relatif, fiksyen; ia bergantung pada jarak, yang berubah-ubah dalam skala kelajuan, antara ketidakgerakan yang sistem itu miliki untuk dirinya sendiri dan kegerakan yang dipersembahkannya berbanding yang lain: terdapat kelengkungan ketara keserentakan menjadi kesinambungan. Keserentakan pertama, kesinambungan pertama, milik satu set perkara, yang kedua kepada satu imej yang diberikan oleh pemerhati dalam cermin yang semakin mengherot semakin besar kelajuan yang diberikan kepada sistem. Kelengkungan keserentakan menjadi kesinambungan adalah tepat apa yang diperlukan agar hukum fizik, khususnya elektromagnetisme, tetap sama untuk pemerhati dalam sistem, yang berada dalam mutlak, dan untuk pemerhati luar, yang hubungannya dengan sistem boleh berubah tanpa batas.

Saya berada dalam sistem S' yang diandaikan tidak bergerak. Saya mencatat keserentakan intuitif antara dua peristiwa O dan A yang terpisah jauh dalam ruang, setelah saya meletakkan diri pada jarak yang sama dari kedua-duanya. Sekarang, kerana sistem itu tidak bergerak, satu sinar cahaya yang pergi dan balik antara titik O' dan A' menempuh jarak yang sama pada pergi dan balik: jadi jika saya melaraskan dua jam yang diletakkan masing-masing di O' dan A' dengan andaian bahawa dua jarak pergi dan balik P dan Q adalah sama, saya berada dalam kebenaran. Saya mempunyai dua cara untuk mengenali keserentakan di sini: satu intuitif, dengan merangkumi dalam satu tindakan penglihatan seketika apa yang berlaku di O' dan A', satu lagi terbitan, dengan merujuk jam; dan kedua-dua hasilnya adalah konsisten. Saya sekarang mengandaikan bahawa, tanpa mengubah apa yang berlaku dalam sistem, P tidak lagi kelihatan sama dengan Q. Ini berlaku apabila seorang pemerhati di luar S' melihat sistem ini bergerak. Adakah semua keserentakan lama [1] akan menjadi kesinambungan untuk pemerhati ini? Ya, secara konvensyen, jika kita bersetuju untuk menterjemahkan semua hubungan temporal antara semua peristiwa dalam sistem ke dalam bahasa sedemikian sehingga ekspresinya perlu diubah bergantung pada sama ada P muncul sama atau tidak sama dengan Q. Inilah yang dilakukan dalam teori Relativiti. Saya, ahli fizik relativistik, setelah berada di dalam sistem dan melihat P sama dengan Q, keluar daripadanya: dengan meletakkan diri saya dalam pelbagai sistem yang diandaikan bergilir-gilir tidak bergerak dan berbandingnya S' kemudiannya bergerak dengan kelajuan yang semakin meningkat, saya melihat ketaksamaan antara P dan Q semakin meningkat. Saya kemudian mengatakan bahawa peristiwa yang sebelum ini serentak menjadi berurutan, dan selang masa mereka semakin besar. Tetapi ini hanyalah satu konvensyen, konvensyen yang perlu untuk mengekalkan integriti hukum fizik. Kerana ternyata hukum-hukum ini, termasuk elektromagnetisme, telah dirumuskan dengan andaian bahawa keserentakan dan kesinambungan fizikal ditakrifkan oleh kesamaan atau ketaksamaan ketara jarak P dan Q. Dengan mengatakan bahawa kesinambungan dan keserentakan bergantung pada sudut pandangan, kita menterjemah andaian ini, kita mengingatkan takrif ini, kita tidak melakukan lebih daripada itu. Adakah ia tentang kesinambungan dan keserentakan sebenar? Ia adalah realiti, jika kita bersetuju untuk memanggil sebagai wakil realiti apa-apa konvensyen yang diterima untuk ekspresi matematik fakta fizik. Baiklah; tetapi kemudian jangan kita bercakap tentang masa; katakan ia adalah tentang kesinambungan dan keserentakan yang tiada kaitan dengan jangka masa; kerana, berdasarkan konvensyen sebelumnya yang diterima umum, tidak ada masa tanpa sebelum dan selepas yang diperhatikan atau boleh diperhatikan oleh kesedaran yang membandingkan satu sama lain, kesedaran ini walaupun hanya kesedaran infinitesimal yang seluas selang antara dua saat yang sangat dekat. Jika anda mentakrifkan realiti dengan konvensyen matematik, anda mempunyai realiti konvensional. Tetapi realiti sebenar adalah apa yang dirasakan atau boleh dirasakan. Sekali lagi, selain daripada jarak berganda PQ yang berubah rupa bergantung pada sama ada pemerhati berada di dalam atau di luar sistem, semua

yang dirasakan dan boleh dirasakan dalam S' tetap seperti sedia ada. Ini bermakna S' boleh dianggap tidak bergerak atau bergerak, tidak kira: keserentakan sebenar akan kekal sebagai keserentakan; dan kesinambungan, kesinambungan.

---

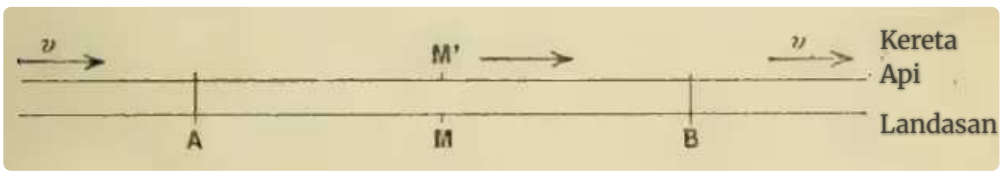
[1] Tentu saja, kecuali yang berkaitan dengan peristiwa yang terletak pada satah yang sama berserenjang dengan arah gerakan.

Apabila anda membiarkan S' pegun dan dengan itu berada di dalam sistem, keserentakan saintifik, yang disimpulkan daripada keselarasan antara jam yang diselaraskan secara optik antara satu sama lain, bertepatan dengan keserentakan intuitif atau semula jadi; dan *hanya kerana ia membantu anda mengenali keserentakan semula jadi ini, kerana ia merupakan tandanya, kerana ia boleh ditukar menjadi keserentakan intuitif, maka anda menamakannya keserentakan*. Sekarang, apabila S' dianggap bergerak, kedua-dua jenis keserentakan tidak lagi bertepatan; semua yang merupakan keserentakan semula jadi kekal sebagai keserentakan semula jadi; tetapi semakin meningkat kelajuan sistem, semakin besar ketaksamaan antara laluan P dan Q, sedangkan keserentakan saintifik ditakrifkan oleh kesamaan mereka. Apa yang patut anda lakukan jika anda kasihan kepada ahli falsafah malang, yang terpaksa berhadapan dengan realiti semata-mata? Anda akan memberikan nama lain kepada keserentakan saintifik, sekurang-kurangnya apabila bercakap secara falsafah. Anda akan mencipta istilah untuknya, apa sahaja, tetapi anda tidak akan memanggilnya keserentakan, kerana nama itu hanya diberikan kerana dalam S' yang dianggap pegun, ia menandakan kehadiran keserentakan semula jadi, intuitif, sebenar, dan seseorang mungkin berfikir sekarang bahawa ia masih menandakan kehadiran itu. Anda sendiri, lebih-lebih lagi, terus mengakui kesahihan makna asal perkataan itu, bersamaan dengan keutamaannya, kerana apabila S' kelihatan bergerak kepada anda, apabila bercakap tentang keselarasan antara jam dalam sistem, anda seolah-olah hanya memikirkan keserentakan saintifik, anda sentiasa melibatkan yang lain, yang sebenar, hanya dengan menyatakan *'keserentakan'* antara petunjuk jam dan peristiwa *'berhampirannya'* (berhampiran untuk anda, berhampiran untuk manusia seperti anda, tetapi sangat jauh untuk mikroba yang melihat dan saintifik). Namun anda mengekalkan perkataan itu. Malah, melalui perkataan biasa kepada kedua-dua kes yang beroperasi secara ajaib (bukankah sains bertindak ke atas kita seperti sihir kuno?) anda melakukan pemindahan realiti dari satu keserentakan ke yang lain, dari keserentakan semula jadi ke keserentakan saintifik. Peralihan dari ketetapan kepada pergerakan telah menggandakan makna perkataan, anda menyelitkan ke dalam makna kedua semua keteguhan dan kekukuhan yang terdapat dalam yang pertama. Saya akan mengatakan bahawa bukannya melindungi ahli falsafah daripada kesilapan, anda mahu menariknya ke dalamnya, jika saya tidak tahu kelebihan yang anda miliki, sebagai ahli fizik, menggunakan perkataan keserentakan dalam kedua-dua makna: anda mengingatkan bahawa keserentakan saintifik pada mulanya adalah keserentakan semula jadi, dan sentiasa boleh menjadi semula jadi jika pemikiran menetapkan semula sistem.

Dari sudut pandangan yang kami panggil relativiti unilateral, terdapat Masa mutlak dan waktu mutlak, Masa dan waktu pemerhati yang terletak dalam sistem keistimewaan S. Mari kita sekali lagi mengandaikan bahawa S', yang pada mulanya bertepatan dengan S, kemudiannya terpisah daripadanya melalui penggandaan. Kita boleh mengatakan bahawa jam dalam S', yang terus diselaraskan antara satu sama lain dengan kaedah yang sama, melalui isyarat optik, menunjukkan waktu yang sama apabila mereka sepatutnya menunjukkan waktu yang berbeza; mereka mencatat keserentakan dalam kes di mana terdapat sebenarnya turutan. Oleh itu, jika kita meletakkan diri kita dalam hipotesis relativiti unilateral, kita mesti mengakui bahawa keserentakan S terpisah dalam salinannya S' semata-mata oleh kesan pergerakan yang mengeluarkan S' dari S. Kepada pemerhati dalam S' mereka kelihatan dipelihara, tetapi mereka telah menjadi turutan. Sebaliknya, dalam teori Einstein, tiada sistem keistimewaan; relativiti adalah dua hala; semuanya timbal balik; pemerhati dalam S adalah sama benarnya apabila dia melihat dalam S' satu turutan seperti pemerhati dalam S' apabila dia melihat keserentakan di sana. Tetapi juga, ia berkaitan dengan turutan dan keserentakan yang ditakrifkan semata-mata oleh aspek yang diambil oleh dua laluan P dan Q: pemerhati dalam S tidak silap, kerana P

baginya sama dengan Q; pemerhati dalam S' tidak kurang silap, kerana P dan Q sistem S' baginya tidak sama. Namun, secara tidak sedar, setelah menerima hipotesis relativiti berganda, seseorang kembali kepada relativiti tunggal, pertama kerana mereka setara secara matematik, kedua kerana sangat sukar untuk tidak membayangkan yang kedua apabila berfikir mengikut yang pertama. Kemudian seseorang akan bertindak seolah-olah, kedua-dua laluan P dan Q kelihatan tidak sama apabila pemerhati berada di luar S', pemerhati dalam S' tersilap dalam menyifatkan garis-garis ini sebagai sama, seolah-olah peristiwa dalam sistem material S' telah benar-benar terpisah dalam pemisahan kedua-dua sistem, sedangkan ia semata-mata pemerhati luar S' yang mengisytiharkan mereka terpisah dengan mengikut definisi keserentakan yang ditetapkannya. Seseorang akan lupa bahawa keserentakan dan turutan telah menjadi konvensional pada ketika itu, bahawa mereka hanya mengekalkan sifat keserentakan dan turutan primitif untuk sepadan dengan kesamaan atau ketaksamaan dua laluan P dan Q. Lebih-lebih lagi, ia adalah kesamaan dan ketaksamaan yang diperhatikan oleh pemerhati dalam sistem, dan oleh itu muktamad, tidak berubah.

Bahawa kekeliruan antara kedua-dua sudut pandangan adalah semula jadi dan malah tidak dapat dielakkan, seseorang akan yakin tanpa kesukaran dengan membaca beberapa halaman Einstein sendiri. Bukan kerana Einstein pasti melakukannya; tetapi perbezaan yang baru kita buat adalah sedemikian rupa sehingga bahasa ahli fizik hampir tidak mampu mengungkapkannya. Ia tidak penting untuk ahli fizik, kerana kedua-dua konsepsi diterjemahkan dengan cara yang sama dalam istilah matematik. Tetapi ia adalah penting untuk ahli falsafah, yang akan mewakili masa secara berbeza bergantung pada sama ada dia meletakkan dirinya dalam satu hipotesis atau yang lain. Halaman yang Einstein telah dedikasikan kepada relativiti keserentakan dalam bukunya *"La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée"* adalah berfaedah dalam hal ini. Mari kita petik perkara penting dalam demonstrasinya:



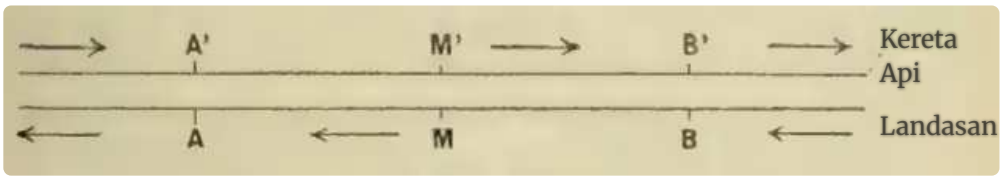
Rajah 3

> Andaikan sebuah kereta api yang sangat panjang bergerak di sepanjang landasan dengan kelajuan v seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Penumpang kereta api ini akan lebih suka menganggap kereta api ini sebagai sistem rujukan; mereka merujuk semua peristiwa kepada kereta api. Sebarang peristiwa yang berlaku pada satu titik landasan juga berlaku pada titik tertentu kereta api. Takrif keserentakan adalah sama berbanding kereta api seperti berbanding landasan. Tetapi kemudian timbul soalan berikut: adakah dua peristiwa (contohnya dua kilat A dan B) yang serentak *berbanding landasan* juga serentak berbanding kereta api? Kami akan menunjukkan dengan segera bahawa jawapannya adalah negatif.
>
> Dengan mengatakan bahawa dua kilat A dan B adalah serentak berbanding landasan, kami maksudkan ini: sinar cahaya yang berasal dari titik A dan B bertemu di tengah M jarak AB yang diukur sepanjang landasan. Tetapi kepada peristiwa A dan B juga sepadan titik A dan B pada kereta api. Andaikan M' adalah titik tengah vektor $A\ B$ pada kereta api yang sedang bergerak. Titik M' ini bertepatan dengan titik M pada saat kilat terjadi (saat diukur berbanding landasan), tetapi ia kemudian bergerak ke kanan pada gambar dengan kelajuan v kereta api.
>
> Jika seorang pemerhati yang terletak di kereta api pada M' tidak ikut bergerak dengan kelajuan ini, dia akan kekal di M, dan sinar cahaya dari titik A dan B akan sampai kepadanya secara serentak, iaitu sinar-sinar ini akan bersilang tepat padanya. Tetapi sebenarnya dia bergerak (berbanding landasan) dan bergerak menyongsang cahaya yang datang dari B, sambil menjauhi cahaya dari A. Pemerhati itu akan melihat yang pertama lebih awal daripada yang kedua. Pemerhati yang mengambil kereta api sebagai sistem rujukan sampai pada kesimpulan bahawa kilat B berlaku sebelum kilat A.

> Kami sampai pada fakta penting berikut. Peristiwa yang serentak berbanding landasan tidak lagi serentak berbanding kereta api, dan sebaliknya (relativiti keserentakan). Setiap sistem rujukan mempunyai masanya sendiri; penunjuk masa hanya bermakna jika sistem perbandingan yang digunakan untuk pengukuran masa dinyatakan [1].

[1] Einstein, La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée (trad. Rouvière), halaman 21 dan 22.

Petikan ini menunjukkan kekeliruan yang menyebabkan banyak salah faham. Untuk menghilangkannya, kami akan mulakan dengan melukis gambar yang lebih lengkap (rajah 4). Perhatikan bahawa Einstein telah menunjukkan arah kereta api dengan anak panah. Kami akan menunjukkan arah sebaliknya—landasan—dengan anak panah lain. Kerana kita tidak boleh lupa bahawa kereta api dan landasan berada dalam keadaan perpindahan timbal balik.



Rajah 4

Sudah tentu, Einstein juga tidak melupakannya apabila dia tidak melukis anak panah sepanjang landasan; ini menunjukkan dia memilih landasan sebagai sistem rujukan. Tetapi ahli falsafah, yang ingin mengetahui hakikat sifat masa, yang bertanya sama ada landasan dan kereta api mempunyai Masa sebenar yang sama—iaitu masa yang dialami atau boleh dialami—ahli falsafah mesti sentiasa ingat bahawa dia tidak perlu memilih antara dua sistem: dia akan meletakkan pemerhati sedar dalam kedua-duanya dan menyelidiki masa yang dialami oleh setiap seorang. Mari kita lukis anak panah tambahan. Sekarang tambahkan dua huruf, A' dan B', untuk menandakan hujung kereta api: dengan tidak memberi nama khusus kepada mereka, membiarkan mereka dengan sebutan A dan B titik di Bumi yang bertepatan, kita sekali lagi berisiko melupakan bahawa landasan dan kereta api menikmati timbal balik sempurna dan mempunyai kebebasan yang setara. Akhirnya, kami akan memanggil secara umum M' mana-mana titik pada garis $A'B'$ yang terletak berbanding B' dan A' seperti M berbanding A dan B. Itu untuk gambarajah.

Sekarang mari kita pancarkan dua kilat kita. Titik asal mereka bukan milik tanah atau kereta api; gelombang bergerak bebas daripada pergerakan sumber.

Dengan segera menjadi jelas bahawa kedua-dua sistem boleh ditukar ganti, dan apa yang berlaku di M' adalah sama seperti di titik sepadan M. Jika M adalah titik tengah AB, dan keserentakan dilihat di M pada landasan, maka di M', titik tengah $B'A'$, keserentakan yang sama akan dilihat dalam kereta api.

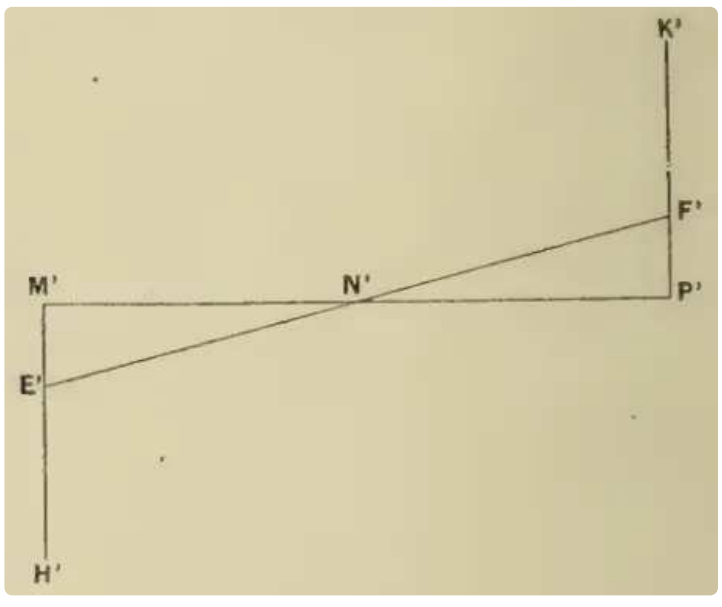
Oleh itu, jika kita benar-benar berpegang pada yang dirasai, yang dialami, jika kita bertanya kepada pemerhati sebenar dalam kereta api dan pemerhati sebenar di landasan, kita akan dapati bahawa kita berhadapan dengan satu Masa yang sama: apa yang serentak berbanding landasan adalah serentak berbanding kereta api.

Tetapi, dengan menandakan kedua-dua kumpulan anak panah, kita telah melepaskan penggunaan sistem rujukan; kita telah meletakkan diri kita dalam pemikiran, *secara serentak*, di landasan dan dalam kereta api; kita telah enggan menjadi ahli fizik. Kita tidak mencari, sebenarnya, perwakilan matematik alam semesta: ini semestinya diambil dari sudut pandangan tertentu dan akan mematuhi hukum perspektif matematik. Kita bertanya apa yang nyata, iaitu yang diperhatikan dan disahkan secara efektif.

Sebaliknya, bagi ahli fizik, ada apa yang dia perhatikan sendiri—ini, dia mencatatnya sebagaimana adanya—dan kemudian ada apa yang dia perhatikan daripada pemerhatian orang lain: ini, dia akan menterjemahkannya, membawanya kembali ke sudut pandangannya, kerana setiap perwakilan fizikal alam semesta mesti dirujuk kepada sistem rujukan. Tetapi catatan yang dibuatnya kemudian tidak akan lagi sepadan dengan apa yang dirasai atau boleh dirasai; ia tidak

lagi nyata, ia akan menjadi simbolik. Ahli fizik dalam kereta api akan memberikan dirinya pandangan matematik alam semesta di mana segala-galanya ditukar daripada realiti yang dirasai kepada perwakilan yang berguna secara saintifik, kecuali apa yang berkaitan dengan kereta api dan objek yang berkaitan dengannya. Ahli fizik di landasan akan memberikan dirinya pandangan matematik alam semesta di mana segala-galanya diterjemahkan dengan cara yang sama, kecuali apa yang berkaitan dengan landasan dan objek yang bersatu padu dengannya. Kuantiti yang akan muncul dalam kedua-dua pandangan ini biasanya berbeza, tetapi dalam kedua-duanya hubungan tertentu antara kuantiti, yang kita panggil hukum alam, akan sama, dan identiti ini tepatnya mencerminkan fakta bahawa kedua-dua perwakilan adalah daripada satu perkara yang sama, alam semesta yang bebas daripada perwakilan kita.

Apa yang akan dilihat oleh ahli fizik yang berada di M di atas landasan? Dia akan memerhatikan keserentakan dua kilat itu. Ahli fizik kita tidak boleh berada di titik M' pada masa yang sama. Apa yang boleh dilakukannya hanyalah mengatakan bahawa dia secara ideal melihat di M' pengesahan ketidakserentakan antara dua kilat itu. Representasi dunia yang akan dibinanya sepenuhnya bergantung pada fakta bahawa sistem rujukan yang dipilih terikat dengan Bumi: oleh itu kereta api bergerak; maka mustahil untuk meletakkan di M' pengesahan keserentakan dua kilat itu. Sejujurnya, tiada apa yang *diperhatikan* di M', kerana untuk itu perlu ada seorang ahli fizik di M', sedangkan satu-satunya ahli fizik di dunia secara hipotesis berada di M. Yang tinggal di M' hanyalah *notasi* tertentu yang dilakukan oleh pemerhati di M, notasi yang sesungguhnya menunjukkan ketidakserentakan. *Atau, jika lebih disukai, terdapat seorang ahli fizik di M' yang hanya dibayangkan, wujud semata-mata dalam pemikiran ahli fizik di M.* Yang terakhir ini kemudian akan menulis seperti Einstein: *"Apa yang serentak berbanding landasan tidak serentak berbanding kereta api."* Dan dia berhak berbuat demikian, dengan syarat dia menambah: *"memandangkan fizik dibina dari sudut pandangan landasan".* Selain itu, perlu ditambah: *"Apa yang serentak berbanding kereta api tidak serentak berbanding landasan, memandangkan fizik dibina dari sudut pandangan kereta api."* Dan akhirnya, harus dikatakan: *"Sebuah falsafah yang mengambil kedudukan baik dari sudut pandangan landasan mahupun kereta api, yang kemudian mencatat sebagai keserentakan dalam kereta api apa yang dicatatnya sebagai keserentakan di atas landasan, tidak lagi terbahagi antara realiti yang dihayati dan pembinaan saintifik; ia sepenuhnya berada dalam realiti, dan malah hanya menerapkan sepenuhnya idea Einstein, iaitu timbal balik pergerakan. Tetapi idea ini, sebagai sesuatu yang lengkap, adalah falsafah dan bukan lagi fizik. Untuk menerjemahkannya ke dalam bahasa ahli fizik, perlu meletakkan diri dalam apa yang kita sebut hipotesis relativiti sepihak. Dan kerana bahasa ini diperlukan, seseorang tidak menyedari bahawa dia telah mengguna pakai hipotesis ini untuk sementara waktu. Seseorang kemudian akan bercakap tentang kepelbagaian Masa yang semuanya setara, semua nyata oleh itu jika salah satunya nyata. Tetapi kebenarannya ialah yang ini berbeza secara radikal daripada yang lain. Ia nyata, kerana ia benar-benar dialami oleh ahli fizik. Yang lain, hanya difikirkan, adalah masa tambahan, matematik, simbolik."*



Rajah 5

Tetapi kekeliruan begitu sukar untuk disingkirkan sehingga tidak boleh diserang pada terlalu banyak titik. Mari kita pertimbangkan (rajah 5), dalam sistem S', pada garis lurus yang

menandakan arah pergerakannya, tiga titik M', N', P' sedemikian rupa sehingga N' berada pada jarak yang sama l dari M' dan P'. Mari kita andaikan seorang individu di N'. Di setiap tiga titik M', N', P', satu siri peristiwa berlaku yang membentuk sejarah tempat itu. Pada saat tertentu, individu itu melihat di N' satu peristiwa yang ditentukan dengan sempurna. Tetapi adakah peristiwa-peristiwa yang sezaman dengan itu, yang berlaku di M' dan P', juga ditentukan? Tidak, menurut teori Relativiti. Bergantung pada kelajuan sistem S', bukan peristiwa yang sama di M', mahupun peristiwa yang sama di P', yang akan sezaman dengan peristiwa di N'. Oleh itu, jika kita menganggap masa kini individu di N', pada saat tertentu, sebagai terdiri daripada semua peristiwa serentak yang berlaku pada saat itu di semua titik sistemnya, hanya sebahagian daripadanya yang ditentukan: iaitu peristiwa yang berlaku di titik N' di mana individu itu berada. Selebihnya tidak ditentukan. Peristiwa di M' dan P', yang juga merupakan sebahagian daripada masa kini individu kita, akan menjadi ini atau itu bergantung pada kelajuan yang diberikan kepada sistem S', bergantung pada sistem rujukan yang dirujuk. Mari kita panggil v kelajuannya. Kita tahu bahawa apabila jam, diselaraskan sebagaimana mestinya, menunjukkan masa yang sama di ketiga-tiga titik, dan oleh itu apabila terdapat keserentakan di dalam sistem S', pemerhati yang berada dalam sistem rujukan S melihat jam di M' mendahului dan jam di P' ketinggalan berbanding jam di N', pendahuluan dan kelewatan adalah $\frac{lv}{c^2}$ saat sistem S'. Oleh itu, bagi pemerhati di luar sistem, ia adalah masa lalu di M', ia adalah masa depan di P', yang memasuki struktur masa kini pemerhati di N'. Apa yang, di M' dan P', merupakan sebahagian daripada masa kini pemerhati di N', muncul kepada pemerhati luar ini sebagai semakin jauh ke belakang dalam sejarah masa lalu tempat M', semakin jauh ke hadapan dalam sejarah masa depan tempat P', semakin besar kelajuan sistem. Mari kita naikkan pada garis lurus $M'P'$, dalam dua arah bertentangan, garis serenjang $M'H'$ dan $P'K'$, dan andaikan bahawa semua peristiwa dalam sejarah masa lalu tempat M' disusun sepanjang $M'H'$, semua peristiwa dalam sejarah masa depan tempat P' disusun sepanjang $P'K'$. Kita boleh memanggil *garis keserentakan* garis lurus, melalui titik N', yang menghubungkan peristiwa E' dan F' yang terletak, bagi pemerhati di luar sistem, dalam masa lalu tempat M' dan masa depan tempat P' pada jarak $\frac{lv}{c^2}$ dalam masa (nombor $\frac{lv}{c^2}$ menandakan saat sistem S'). Garis ini, seperti yang dilihat, menyimpang semakin jauh dari $M'N'P'$ semakin besar kelajuan sistem.

BAB 7.7.

Skema Minkowski

Di sini sekali lagi teori Relativiti pada pandangan pertama mengambil rupa paradoks, yang mengejutkan imaginasi. Idea segera terlintas dalam fikiran bahawa individu kita di N', jika pandangannya dapat melintasi ruang yang memisahkannya dari P' secara serta-merta, akan melihat sebahagian masa depan tempat itu, kerana ia ada di sana, kerana saat masa depan itu adalah sezaman dengan masa kini individu itu. Dia dengan itu akan meramalkan kepada penduduk tempat P' peristiwa-peristiwa yang akan disaksikannya. Sudah tentu, seseorang berfikir, penglihatan serta-merta dari jarak jauh ini tidak mungkin secara fakta; tiada kelajuan melebihi kelajuan cahaya. Tetapi seseorang boleh membayangkan melalui pemikiran satu penglihatan serta-merta, dan itu cukup untuk menjadikan selang $\frac{lv}{c^2}$ masa depan tempat P' wujud secara prinsip pada masa kini tempat itu, terbentuk sebelumnya dan oleh itu telah ditentukan. — Kita akan melihat bahawa di sini terdapat satu kesan fatamorgana. Malangnya, ahli teori Relativiti tidak berbuat apa-apa untuk menghilangkannya. Mereka sebaliknya, gemar menguatkannya. Belum tiba masanya untuk menganalisis konsep Ruang-Masa Minkowski, yang diterima pakai oleh Einstein. Ia diterjemahkan melalui satu skema yang sangat bijak, di mana seseorang berisiko, jika tidak berhati-hati, membaca apa yang baru kita nyatakan, di mana

sebenarnya Minkowski sendiri dan pengikutnya telah membacanya. Tanpa membahas skema ini buat masa ini, (ia memerlukan satu set penjelasan yang boleh kita lakukan tanpa buat masa ini), mari kita terjemahkan pemikiran Minkowski pada rajah yang lebih ringkas yang baru kita lukis.

Jika kita mempertimbangkan garis keserentakan kita $E^{'} N^{'} F^{'}$, kita melihat bahawa, pada mulanya bertepatan dengan $M^{'} N^{'} P^{'}$, ia semakin menyimpang apabila kelajuan v sistem $S^{'}$ meningkat berbanding sistem rujukan S. Tetapi ia tidak akan menyimpang tanpa batas. Kita tahu bahawa tiada kelajuan melebihi kelajuan cahaya. Oleh itu, panjang $M^{'} E^{'}$ dan $P^{'} F^{'}$, sama dengan $\frac{lv}{c^2}$, tidak boleh melebihi $\frac{l}{c}$. Andaikan panjang ini. Kita akan mempunyai, menurut mereka, di luar $E^{'}$ dalam arah $E^{'} H^{'}$, satu wilayah *masa lalu mutlak*, dan di luar $F^{'}$ dalam arah $F^{'} K^{'}$ satu wilayah *masa depan mutlak*; tiada apa pun dari masa lalu atau masa depan ini boleh menjadi sebahagian daripada masa kini pemerhati di $N^{'}$. Namun, sebaliknya, tiada satu pun momen dalam selang $M^{'} E^{'}$ mahupun selang $P^{'} F^{'}$ yang benar-benar terdahulu atau terkemudian daripada apa yang berlaku di $N^{'}$; semua momen berturutan dari masa lalu dan masa depan ini akan sezaman dengan peristiwa di $N^{'}$, jika anda mahu; cukup dengan memberikan sistem $S^{'}$ kelajuan yang sesuai, iaitu memilih sistem rujukan sewajarnya. Semua yang telah berlaku di $M^{'}$ dalam selang masa lalu $\frac{l}{c}$, semua yang akan berlaku di $M^{'} N^{'} P^{'}$ dalam selang masa depan $\frac{l}{c}$, boleh memasuki masa kini pemerhati di $N^{'}$ yang sebahagiannya tidak tentu: kelajuan sistemlah yang akan memilihnya.

Bahawa pemerhati di $N^{'}$, sekiranya dia memiliki kebolehan penglihatan serta-merta dari jauh, akan melihat sebagai masa kini di $P^{'}$ apa yang akan menjadi masa depan $P^{'}$ bagi pemerhati di $P^{'}$ dan boleh, melalui telepati yang juga serta-merta, memberitahu di $P^{'}$ apa yang akan berlaku di sana, telah diakui secara tersirat oleh ahli teori Relativiti, kerana mereka telah berusaha meyakinkan kita tentang akibat keadaan sedemikian[1]. Malah, mereka menunjukkan, pemerhati di $N^{'}$ tidak akan menggunakan kehadiran ini dalam masa kininya, sama ada yang merupakan masa lalu bagi pemerhati di $M^{'}$ atau masa depan bagi pemerhati di $P^{'}$; dia tidak akan membuat penduduk $M^{'}$ dan $P^{'}$ mendapat manfaat atau menderita; kerana tiada mesej boleh dihantar, tiada sebab-musabab boleh berlaku, dengan kelajuan melebihi cahaya; sehingga orang yang berada di $N^{'}$ tidak dapat dimaklumkan tentang masa depan $P^{'}$ yang sebenarnya merupakan sebahagian masa kininya, atau mempengaruhi masa depan itu dengan cara apa pun: masa depan itu mungkin ada di sana, terkandung dalam masa kini orang di $N^{'}$; ia tetap secara praktikal tidak wujud baginya.

[1] Lihat, mengenai perkara ini: Langevin, Le temps, l'espace et la causalité. Bulletin de la Société française de philosophie, 1912 dan Eddington. Espace, temps et gravitation, trad. Rossignol, p61-66.

Mari kita lihat sama ada terdapat kesan fatamorgana di sini. Kita akan kembali kepada andaian yang telah kita buat sebelum ini. Menurut teori Relativiti, hubungan temporal antara peristiwa yang berlaku dalam sesuatu sistem bergantung semata-mata pada kelajuan sistem itu, dan bukan pada sifat peristiwa tersebut. Hubungan itu akan tetap sama jika kita menjadikan $S^{'}$ sebagai salinan S, memaparkan sejarah yang sama seperti S dan pada mulanya bertepatan dengannya. Andaian ini akan memudahkan banyak perkara, dan ia tidak akan menjejaskan kesahihan demonstrasi.

Oleh itu, dalam sistem S terdapat garis $M N P$ yang daripadanya garis $M^{'} N^{'} P^{'}$ muncul, melalui penggandaan, pada saat $S^{'}$ terpisah dari S. Secara andaian, seorang pemerhati di $M^{'}$ dan seorang pemerhati di M, berada di dua lokasi sepadan dalam dua sistem yang serupa, masing-masing menyaksikan sejarah tempat yang sama, aliran peristiwa yang sama berlaku di sana. Begitu juga dengan kedua-dua pemerhati di N dan $N^{'}$, dan mereka di P dan $P^{'}$, selagi setiap mereka hanya mempertimbangkan lokasi mereka berada. Inilah yang dipersetujui semua. Sekarang, kita akan memberi tumpuan khusus kepada kedua-dua pemerhati di N dan $N^{'}$,

kerana keserentakan dengan apa yang berlaku di tengah-tengah garis inilah yang menjadi persoalan[1].

[1] Untuk memudahkan penaakulan, kita akan mengandaikan dalam semua yang berikut bahawa peristiwa yang sama sedang berlaku di titik N dan N' dalam kedua-dua sistem S dan S', di mana satu adalah salinan yang lain. Dalam erti kata lain, kita mempertimbangkan N dan N' pada saat tepat pemisahan kedua-dua sistem, dengan mengandaikan bahawa sistem S' boleh mencapai kelajuannya v serta-merta, melalui lonjakan tiba-tiba, tanpa melalui kelajuan perantaraan. Pada peristiwa yang membentuk masa kini bersama kedua-dua individu di N dan N' ini, kita menumpukan perhatian kita. Apabila kita mengatakan bahawa kita meningkatkan kelajuan v, kita maksudkan bahawa kita mengembalikan keadaan, membawa kedua-dua sistem bertepatan semula, oleh itu kita membuat individu di N dan N' sekali lagi menyaksikan peristiwa yang sama, dan kemudian kita memisahkan kedua-dua sistem dengan memberikan S', serta-merta juga, kelajuan yang lebih tinggi daripada sebelumnya.

Bagi pemerhati di N, apa yang serentak dengan masa kininya di M dan P ditentukan dengan sempurna, kerana sistem itu pegun secara andaian.

Bagi pemerhati di N', apa yang serentak dengan masa kininya di M' dan P', apabila sistemnya S' bertepatan dengan S, juga telah ditentukan: ia adalah dua peristiwa yang sama yang, di M dan P, adalah serentak dengan masa kini N.

Sekarang, S' bergerak relatif kepada S dan mengambil, sebagai contoh, kelajuan yang semakin meningkat. Tetapi bagi pemerhati di N', dalam S', sistem ini pegun. Kedua-dua sistem S dan S' berada dalam keadaan kebolehbalikan sempurna; adalah untuk kemudahan kajian, untuk membina fizik, bahawa kita telah memegunkan satu atau yang lain sebagai sistem rujukan. Semua yang diperhatikan oleh pemerhati sebenar, dalam daging dan darah, di N, semua yang akan dia perhatikan serta-merta, secara telepati, di mana-mana titik jauh daripadanya dalam sistemnya, seorang pemerhati sebenar, dalam daging dan darah, ditempatkan di N', akan melihatnya secara identik dalam S'. Oleh itu, bahagian sejarah tempat M' dan P' yang benar-benar memasuki masa kini pemerhati di N' *baginya*, yang akan dia lihat di M' dan P' jika dia memiliki kebolehan penglihatan serta-merta dari jauh, adalah ditentukan dan tidak berubah, tanpa mengira kelajuan S' di mata pemerhati dalam sistem S. Ia adalah bahagian yang sama yang akan dilihat oleh pemerhati di N di M dan P.

Tambahan pula, jam di S' berjalan secara mutlak untuk pemerhati di N' seperti jam di S untuk pemerhati di N, kerana S dan S' berada dalam keadaan gerakan saling dan oleh itu boleh ditukar ganti. Apabila jam yang terletak di M, N, P, dan diselaraskan secara optik antara satu sama lain, menunjukkan waktu yang sama dan terdapat secara definisi, menurut relativisme, keserentakan antara peristiwa yang berlaku di titik-titik ini, begitu juga dengan jam sepadan di S' dan terdapat juga, secara definisi, keserentakan antara peristiwa yang berlaku di M', N', P', — peristiwa yang masing-masing sama dengan yang pertama.

Hanya, sebaik sahaja saya menetapkan S sebagai sistem rujukan, inilah yang berlaku. Dalam sistem S yang menjadi pegun, dan jam-jamnya telah diselaraskan secara optik, seperti yang selalu dilakukan, dalam andaian ketidakgerakan sistem, keserentakan adalah sesuatu yang *mutlak*; maksud saya, kerana jam-jam telah diselaraskan oleh pemerhati yang semestinya berada dalam sistem, dengan andaian bahawa isyarat optik antara dua titik N dan P melakukan perjalanan yang sama pergi dan balik, andaian ini menjadi muktamad, disatukan oleh fakta bahawa S dipilih sebagai sistem rujukan dan dihentikan secara kekal.

Tetapi, dengan itu, S' bergerak; dan pemerhati di S menyedari bahawa isyarat optik antara dua jam di N' dan P' (yang diandaikan oleh pemerhati di S' melakukan perjalanan yang sama pergi dan balik) kini melakukan perjalanan yang tidak sama rata—ketidaksamaan semakin besar apabila kelajuan S' semakin meningkat. Berdasarkan definisinya, (kerana kita mengandaikan pemerhati di S adalah relativis), jam yang menunjukkan masa yang sama dalam sistem S' tidak menandakan, *di matanya*, peristiwa-peristiwa yang serentak. Peristiwa-peristiwa itu memang serentak baginya, dalam sistemnya sendiri; seperti juga peristiwa-peristiwa itu serentak bagi pemerhati di N', dalam sistemnya sendiri. Tetapi, bagi pemerhati di N, mereka kelihatan

berturutan dalam sistem S'; atau lebih tepat *mereka kelihatan kepadanya sebagai perlu dicatatkan secara berturutan*, berdasarkan definisi keserentakan yang telah dia berikan.

Kemudian, apabila kelajuan S' meningkat, pemerhati di N mencatatkan peristiwa yang sama di titik M' semakin jauh ke masa lalu dan di titik P' semakin jauh ke masa depan—dengan nombor yang dia berikan—peristiwa yang berlaku di titik-titik ini yang serentak baginya dalam sistemnya sendiri, dan juga serentak bagi pemerhati yang berada dalam sistem S'. Tentang pemerhati terakhir ini, yang berbadan dan berjiwa, tidak lagi dibincangkan; dia telah disingkirkan secara tersembunyi, sekurang-kurangnya kesedarannya; dari pemerhati dia menjadi sekadar diperhatikan, kerana pemerhati di N telah diangkat sebagai ahli fizik yang membina seluruh sains. Oleh itu, saya ulangi, apabila v meningkat, ahli fizik kami *mencatatkan* peristiwa yang sama di tempat M' semakin jauh ke masa lalu, dan di tempat P' semakin jauh ke masa depan, peristiwa yang sama yang, sama ada di M' atau P', akan menjadi sebahagian daripada kesedaran sebenar pemerhati di N' dan oleh itu menjadi sebahagian daripada kesedarannya. Jadi, tidak ada pelbagai peristiwa di tempat P', sebagai contoh, yang akan memasuki kesedaran sebenar pemerhati di N' secara bergilir-gilir untuk kelajuan sistem yang semakin meningkat. Tetapi peristiwa yang sama di tempat P', yang menjadi sebahagian daripada kesedaran pemerhati di N' dalam andaian ketidakgerakan sistem, dicatatkan oleh pemerhati di N sebagai milik masa depan yang semakin jauh bagi pemerhati di N', apabila kelajuan sistem S' yang bergerak meningkat. Jika pemerhati di N tidak mencatatkan demikian, konsep fiziknya tentang alam semesta akan menjadi tidak konsisten, kerana ukuran yang dicatatkannya untuk fenomena dalam sistem akan menterjemahkan hukum yang perlu diubah mengikut kelajuan sistem: contohnya, sistem yang sama dengan sistemnya, di mana setiap titik mempunyai sejarah yang sama dengan titik yang sepadan dalam sistemnya, tidak akan dikawal oleh fizik yang sama seperti sistemnya (sekurang-kurangnya berkenaan elektromagnetisme). Tetapi dengan mencatatkan demikian, dia hanya menyatakan keperluan yang dihadapinya, apabila dia mengandaikan sistemnya sendiri N yang pegun bergerak dengan nama S', untuk *melengkungkan* keserentakan antara peristiwa. Ia sentiasa keserentakan yang sama; ia akan kelihatan begitu kepada pemerhati dalam S'. Tetapi, apabila dinyatakan secara perspektif dari titik N, ia mesti dilengkungkan dalam bentuk turutan.

Oleh itu, adalah sia-sia untuk meyakinkan kita, dengan mengatakan bahawa pemerhati di N' mungkin memegang sebahagian masa depan tempat P' dalam kesedarannya, tetapi dia tidak dapat mengetahuinya atau memberitahu tentangnya, dan oleh itu masa depan ini baginya seolah-olah tidak wujud. Kami tenang: kami tidak dapat menghidupkan semula pemerhati kami di N' yang telah dikosongkan kandungannya, menjadikannya makhluk sedar dan terutamanya ahli fizik, tanpa peristiwa di tempat P', yang baru kami letakkan di masa depan, kembali menjadi kesedaran tempat itu. Pada dasarnya, ahli fizik di N perlu meyakinkan dirinya sendiri, dan dia meyakinkan dirinya sendiri. Dia perlu membuktikan kepada dirinya sendiri bahawa dengan menomborkan peristiwa di titik P seperti yang dilakukannya, dengan meletakkannya di masa depan titik itu dan dalam kesedaran pemerhati di N', dia bukan sahaja memenuhi keperluan sains, tetapi juga tetap selaras dengan pengalaman biasa. Dan dia tidak sukar untuk membuktikannya, kerana dengan mewakili segala sesuatu mengikut peraturan perspektif yang telah dipilihnya, apa yang koheren dalam realiti tetap koheren dalam perwakilan. Alasan yang sama yang membuatnya mengatakan tidak ada kelajuan melebihi kelajuan cahaya, bahawa kelajuan cahaya adalah sama untuk semua pemerhati, dsb., memaksanya untuk meletakkan peristiwa di masa depan tempat P' yang menjadi sebahagian daripada kesedaran pemerhati di N', yang juga menjadi sebahagian kesedarannya sendiri, pemerhati di N, dan yang menjadi sebahagian kesedaran tempat P. Secara ketat, dia sepatutnya menyatakannya begini: *"Saya meletakkan peristiwa di masa depan tempat P', tetapi kerana saya membiarkannya dalam selang masa hadapan $\frac{l}{c}$, tidak lebih jauh, saya tidak akan pernah perlu membayangkan orang di N' mampu*

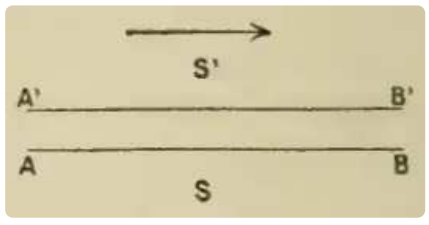
melihat apa yang akan berlaku di P' *dan memberitahu penduduk tempat itu."* Tetapi cara dia melihat perkara membuatkannya berkata: *"Pemerhati di* N' *mungkin memiliki sebahagian masa depan tempat* P' *dalam kesedarannya, dia tidak dapat mengetahuinya, atau mempengaruhi atau menggunakannya dalam apa cara sekalipun."* Sudah tentu, tidak akan ada kesilapan fizik atau matematik yang terhasil; tetapi besar khayalan ahli falsafah yang mengambil kata-kata ahli fizik itu secara harfiah.

Oleh itu, tidak ada, di M' dan P', selain peristiwa yang dibiarkan dalam *"masa lalu mutlak"* atau *"masa depan mutlak"* untuk pemerhati di N', satu set peristiwa yang, masa lalu dan masa depan di dua titik ini, akan memasuki kesedarannya apabila kelajuan yang sesuai diberikan kepada sistem S'. Terdapat, di setiap titiknya, hanya satu peristiwa yang menjadi sebahagian daripada kesedaran *sebenar* pemerhati di N', tidak kira kelajuan sistem: ia adalah peristiwa yang sama yang, di M dan P, menjadi sebahagian daripada kesedaran pemerhati di N. Tetapi peristiwa ini akan dicatatkan oleh ahli fizik sebagai terletak lebih kurang di masa lalu M', lebih kurang di masa depan P', bergantung pada kelajuan yang diberikan kepada sistem. Ia sentiasa, di M' dan P', pasangan peristiwa yang sama yang membentuk dengan peristiwa tertentu di N' kesedaran Paul yang terletak di titik terakhir ini. Tetapi keserentakan tiga peristiwa ini kelihatan melengkung menjadi masa lalu-kesedaran-masa depan, apabila dilihat, oleh Pierre yang membayangkan Paul, dalam cermin gerakan.

Namun ilusi yang terlibat dalam tafsiran lazim begitu sukar untuk disingkapkan sehingga tidak sia-sia untuk menyerangnya dari sudut lain. Anggap sekali lagi sistem S', sama dengan sistem S, baru terpisah daripadanya dan serta-merta memperoleh kelajuannya. Pierre dan Paul bergabung pada titik N: kini mereka terpisah pada N dan N' yang masih bertepatan. Bayangkan Pierre dalam sistem S memiliki kebolehan penglihatan serta-merta pada sebarang jarak. Jika gerakan yang diberikan kepada sistem S' benar-benar menjadikan serentak apa yang berlaku di N' (dan oleh itu di N, kerana pemisahan kedua-dua sistem berlaku pada saat yang sama) suatu peristiwa terletak di masa depan tempat P', Pierre akan menyaksikan suatu peristiwa masa depan tempat P, peristiwa yang hanya akan memasuki masa kini Pierre sebentar lagi: pendeknya, melalui sistem S', dia membaca masa depan sistemnya sendiri S, bukan untuk titik N di mana dia berada, tetapi untuk titik jauh P. Dan semakin besar kelajuan sistem S', semakin jauh pandangannya menjangkau masa depan tempat P' dari apa yang dilihatnya di P, tetapi ia tetap dan sentiasa masa kini titik P. Penglihatan jarak jauh, dan dalam masa depan, tidak mengajarnya apa-apa. Dalam *"selang masa"* antara masa kini tempat P dan masa depan, yang sama dengan masa kini ini, tempat sepadan P' tidak ada ruang untuk apa-apa: semuanya berlaku seolah-olah selang itu sifar. Dan ia memang sifar: ia adalah kekosongan yang mengembang. Tetapi ia mengambil rupa selang melalui fenomena optik mental, serupa dengan yang menjarakkan objek dari dirinya sendiri, apabila tekanan pada bola mata membuat kita melihat berganda. Lebih tepat, penglihatan yang Pierre berikan kepada sistem S' tiada lain daripada sistem S *diletakkan melintang* dalam Masa. *"Penglihatan melintang"* ini menjadikan garis keserentakan melalui titik M, N, P sistem S kelihatan semakin condong dalam sistem S', duplikat S, selagi kelajuan S' menjadi lebih besar: duplikat apa yang berlaku di M didapati tertunda di masa lalu, duplikat apa yang berlaku di P didapati terkehadapan di masa depan; tetapi ini hanyalah kesan pintalan mental. Sekarang, apa yang kita katakan tentang sistem S', duplikat S, akan benar untuk mana-mana sistem lain dengan kelajuan yang sama; kerana, sekali lagi, hubungan temporal peristiwa dalam S' dipengaruhi oleh kelajuan sistem, tetapi semata-mata oleh kelajuannya. Anggap S' sebagai sistem sewenang-wenangnya, bukan duplikat S. Jika kita ingin menemui makna tepat Teori Relativiti, kita perlu membuat S' mula-mula rehat dengan S tanpa bergabung, kemudian bergerak. Kita akan dapati keserentakan semasa rehat tetap keserentakan semasa gerakan, tetapi keserentakan ini, dilihat dari sistem S, hanya diletakkan melintang: garis keserentakan antara

tiga titik $M^{'}$, $N^{'}$, $P^{'}$ kelihatan telah berputar pada sudut tertentu mengelilingi $N^{'}$, sehingga satu hujungnya tertinggal di masa lalu sementara yang lain mendahului masa depan.

Kami telah menekankan *"perlambatan masa"* dan *"penguraian keserentakan"*. Tinggal *"pengecutan membujur"*. Kami akan tunjukkan sebentar lagi bagaimana ia hanyalah manifestasi ruang kesan berganda masa ini. Tetapi sekarang kami boleh menyebutnya secara ringkas. Anggapkan (Rajah 6), dalam sistem bergerak $S^{'}$, dua titik $A^{'}$ dan $B^{'}$ yang semasa perjalanan sistem, terletak pada dua titik A dan B sistem pegun S, di mana $S^{'}$ adalah duplikatnya.



Rajah 6

Apabila kedua-dua kebetulan ini berlaku, jam-jam yang diletakkan di $A^{'}$ dan $B^{'}$, dan diselaraskan secara semula jadi oleh pemerhati yang terikat pada $S^{'}$, menunjukkan masa yang sama. Pemerhati yang terikat pada S, yang menyedari bahawa dalam kes sedemikian jam di $B^{'}$ ketinggalan berbanding jam di $A^{'}$, akan menyimpulkan bahawa $B^{'}$ hanya bertepatan dengan B selepas saat kebetulan $A^{'}$ dengan A, dan oleh itu $A^{'}B^{'}$ lebih pendek daripada AB. Sebenarnya, dia hanya "tahu" dalam erti kata berikut: Untuk mematuhi peraturan perspektif yang kita nyatakan tadi, dia terpaksa menganggap kebetulan $B^{'}$ dengan B berlaku lebih lewat daripada kebetulan $A^{'}$ dengan A, tepat kerana jam-jam di $A^{'}$ dan $B^{'}$ menunjukkan masa yang sama untuk kedua-dua kebetulan. Oleh itu, untuk mengelakkan percanggahan, dia mesti menandakan $A^{'}B^{'}$ sebagai lebih pendek daripada AB. Selain itu, pemerhati di $S^{'}$ akan membuat penaakulan simetri. Sistemnya dianggap pegun baginya; oleh itu S bergerak relatif kepadanya dalam arah bertentangan dengan yang diikuti $S^{'}$ tadi. Jam di A nampaknya ketinggalan berbanding jam di B. Maka kebetulan A dengan $A^{'}$ hanya boleh berlaku selepas kebetulan B dengan $B^{'}$ jika jam A dan B menunjukkan masa yang sama semasa kedua-dua kebetulan. Ini membawa kepada kesimpulan bahawa AB mestilah lebih kecil daripada $A^{'}B^{'}$. Sekarang, adakah AB dan $A^{'}B^{'}$ mempunyai panjang yang sama secara *realiti*? Sekali lagi kita tegaskan bahawa kita memanggil realiti di sini sebagai apa yang dirasai atau boleh dirasai. Kita mesti mempertimbangkan pemerhati di S dan pemerhati di $S^{'}$, Pierre dan Paul, dan membandingkan pandangan mereka tentang kedua-dua panjang ini. Setiap daripada mereka, apabila melihat dan bukan sekadar dilihat, apabila menjadi rujukan dan bukan dirujuk, menganggap sistemnya pegun. Setiap mengambil panjang yang dipertimbangkannya dalam keadaan pegun. Kedua-dua sistem, dalam keadaan gerakan relatif sebenar, boleh ditukar ganti kerana $S^{'}$ adalah salinan S; pandangan pemerhati di S terhadap AB adalah sama dengan pandangan pemerhati di $S^{'}$ terhadap $A^{'}B^{'}$. Bagaimana kita boleh menegaskan kesamaan kedua-dua panjang AB dan $A^{'}B^{'}$ dengan lebih tegas dan mutlak? Kesamaan hanya mempunyai makna mutlak, melebihi sebarang konvensyen pengukuran, apabila kedua-dua istilah yang dibandingkan adalah sama; dan kita mengisytiharkannya sama apabila kita menganggapnya boleh ditukar ganti. Oleh itu, dalam tesis Relativiti Terhad, panjang tidak boleh mengecut secara realiti lebih daripada masa boleh perlahan atau keserentakan boleh terpisah. Tetapi apabila satu sistem rujukan telah dipilih dan dengan itu dianggap pegun, semua yang berlaku dalam sistem lain mesti dinyatakan secara perspektif, mengikut jarak lebih atau kurang besar yang wujud, dalam skala magnitud, antara kelajuan sistem yang dirujuk dan kelajuan sistem yang merujuk, yang sifar secara hipotesis. Jangan lupakan perbezaan ini. Jika kita membayangkan Jean dan Jacques, hidup sepenuhnya, dari gambar di mana satu di latar depan dan satu di latar belakang, jangan biarkan Jacques kelihatan kerdil. Berikan dia, seperti Jean, dimensi normal.

BAB 7.8.

Kekeliruan yang Menjadi Punca Semua Paradoks

Sebagai rumusan, kita hanya perlu mengulangi hipotesis awal ahli fizik yang terikat pada Bumi, melakukan eksperimen Michelson-Morley berulang kali. Tetapi kita akan menganggapnya kini lebih prihatin dengan apa yang kita panggil realiti, iaitu apa yang dia rasai atau boleh rasai. Dia tetap ahli fizik, tidak melupakan keperluan untuk mendapatkan gambaran matematik yang koheren tentang keseluruhan perkara. Tetapi dia ingin membantu ahli falsafah dalam tugasnya; dan pandangannya tidak pernah terlepas dari garis pemisah yang bergerak antara simbolik dengan nyata, konsep dengan persepsi. Dia akan bercakap tentang "realiti" dan "penampilan", "ukuran benar" dan "ukuran palsu". Pendek kata, dia tidak akan menggunakan bahasa Relativiti. Tetapi dia akan menerima teori tersebut. Terjemahan yang akan diberikannya tentang idea baru dalam bahasa lama akan membantu kita memahami dengan lebih baik apa yang boleh kita kekalkan, dan apa yang perlu kita ubah, daripada apa yang kita telah terima sebelum ini.

Jadi, dengan memutarkan peralatannya sebanyak 90 darjah, pada bila-bila masa dalam tahun dia tidak memerhatikan sebarang anjakan pinggir interferens. Kelajuan cahaya adalah sama dalam semua arah, sama untuk sebarang kelajuan Bumi. Bagaimana untuk menjelaskan fakta ini?

> *Fakta itu sudah dijelaskan sepenuhnya, kata ahli fizik kita. Kesukaran hanya timbul, masalah hanya wujud kerana kita bercakap tentang Bumi yang bergerak. Tetapi bergerak relatif terhadap apa? Di manakah titik tetap yang didekati atau dijauhi? Titik ini hanya boleh dipilih secara sewenang-wenangnya. Saya bebas untuk mengisytiharkan Bumi sebagai titik itu, dan merujuknya kepada dirinya sendiri. Di sini ia pegun, dan masalah pun lenyap.*
>
> *Namun saya mempunyai keraguan. Betapa kacaunya keadaan saya jika konsep ketidakgerakan mutlak masih masuk akal, dan jika terdapat suatu titik rujukan yang benar-benar tetap di suatu tempat? Tanpa perlu pergi sejauh itu, saya hanya perlu melihat bintang-bintang; saya melihat jasad-jasad bergerak relatif terhadap Bumi. Ahli fizik yang terikat pada salah satu sistem luar bumi ini, membuat penaakulan yang sama seperti saya, akan menganggap dirinya pegun dan berhak berbuat demikian: dia akan mempunyai tuntutan yang sama terhadap saya seperti yang mungkin dimiliki oleh penghuni sistem yang benar-benar pegun. Dan dia akan memberitahu saya, seperti yang mereka katakan, bahawa saya salah, bahawa saya tidak berhak menjelaskan kelajuan penyebaran cahaya yang sama dalam semua arah dengan ketidakgerakan saya, kerana saya sedang bergerak.*
>
> *Tetapi inilah yang menenangkan saya. Seorang pemerhati luar bumi tidak akan pernah menegur saya, tidak akan pernah menangkap kesilapan saya, kerana dengan mempertimbangkan unit ukuran saya untuk ruang dan masa, memerhatikan anjakan instrumen saya dan pergerakan jam-jam saya, dia akan membuat pemerhatian berikut:*
>
> *1° Saya pasti menganggap kelajuan cahaya sama dengannya, walaupun saya bergerak mengikut arah sinar cahaya dan dia tidak bergerak; tetapi ini kerana unit masa saya kelihatan lebih panjang baginya; 2° Saya percaya dapat mengesahkan bahawa cahaya merambat dengan kelajuan yang sama dalam semua arah, tetapi ini kerana saya mengukur jarak dengan pembaris yang panjangnya berubah mengikut orientasi menurut pandangannya; 3° Saya akan sentiasa menemui kelajuan yang sama untuk cahaya, walaupun saya berjaya mengukurnya antara dua titik laluan di Bumi dengan mencatat masa yang diambil untuk merentasi selang pada jam yang diletakkan di kedua-dua tempat tersebut? Tetapi ini kerana kedua-dua jam saya telah diselaraskan melalui isyarat optik dengan andaian bahawa Bumi tidak bergerak. Memandangkan ia bergerak, salah satu jam akan semakin ketinggalan berbanding yang lain mengikut kelajuan Bumi. Kelewatan ini akan sentiasa membuat saya percaya bahawa masa yang diambil cahaya untuk merentasi selang adalah yang sepadan dengan kelajuan yang sentiasa sama. Jadi, saya terlindung. Pengkritik saya akan mendapati kesimpulan saya betul, walaupun dari sudut pandangnya yang kini satu-satunya sah, premis saya telah menjadi salah. Paling jauh, dia akan menegur saya kerana percaya saya telah mengesahkan secara efektif ketekalan kelajuan cahaya dalam semua arah: menurutnya, saya hanya menegaskan ketekalan ini kerana kesilapan saya dalam pengukuran masa dan ruang saling mengimbangi untuk*

> *memberikan hasil yang serupa dengannya. Secara semula jadi, dalam representasi alam semesta yang akan dibinanya, dia akan memasukkan panjang masa dan ruang saya seperti yang telah dia hitung, bukan seperti yang saya hitung sendiri. Saya dianggap telah melakukan pengukuran yang salah sepanjang operasi. Tetapi saya tidak peduli, kerana keputusan saya diakui tepat. Lagipun, jika pemerhati yang hanya saya bayangkan menjadi nyata, dia akan menghadapi kesukaran yang sama, mempunyai keraguan yang sama, dan akan menenangkan dirinya dengan cara yang sama. Dia akan mengatakan bahawa, bergerak atau tidak, dengan ukuran benar atau palsu, dia memperoleh fizik yang sama seperti saya dan mencapai hukum sejagat.*

Dalam istilah lain: diberi eksperimen seperti eksperimen Michelson dan Morley, keadaan berlaku seolah-olah ahli teori Relativiti menekan salah satu daripada dua bola mata eksperimentator dan menyebabkan diplopia jenis khas: imej yang mula-mula dilihat, eksperimen yang mula-mula dijalankan, digandakan dengan imej fantasi di mana tempoh menjadi perlahan, keserentakan melengkung menjadi turutan, dan dengan itu, panjang berubah. Diplopia yang diinduksi secara buatan pada eksperimentator ini bertujuan untuk menenangkannya atau lebih tepat menjaminnya terhadap risiko yang dia percaya dia hadapi (yang mungkin benar dalam kes tertentu) dengan secara sewenang-wenangnya menganggap dirinya sebagai pusat dunia, merujuk segala sesuatu kepada sistem peribadinya, dan membina fizik yang dia mahukan sah secara universal: mulai sekarang dia boleh tidur lena; dia tahu hukum yang dirumuskannya akan disahkan, tidak kira dari balai cerap mana alam semesta diperhatikan. Kerana imej fantasi eksperimennya, yang menunjukkan bagaimana eksperimen ini akan kelihatan, jika peralatan eksperimen bergerak, kepada pemerhati pegun dengan sistem rujukan baru, sudah tentu merupakan herotan temporal dan spatial imej pertama, tetapi herotan yang mengekalkan hubungan antara bahagian rangka, memelihara sendi-sendi dan memastikan eksperimen terus mengesahkan hukum yang sama, sendi-sendi dan hubungan ini adalah apa yang kita namakan hukum alam.

Tetapi pemerhati terestrial kita tidak boleh lupa bahawa dalam semua hal ini, hanya dia yang nyata, dan pemerhati lain hanyalah fantasi. Dia akan memanggil seberapa banyak fantasi yang dia mahu, sebanyak kelajuan yang ada, jumlahnya tak terhingga. Semuanya akan kelihatan membina representasi alam semesta mereka, mengubah ukuran yang telah diambilnya di Bumi, memperoleh fizik yang sama dengan fiziknya. Oleh itu, dia akan bekerja pada fiziknya dengan kekal semata-mata di balai cerap yang dipilihnya, Bumi, dan tidak lagi mempedulikan mereka.

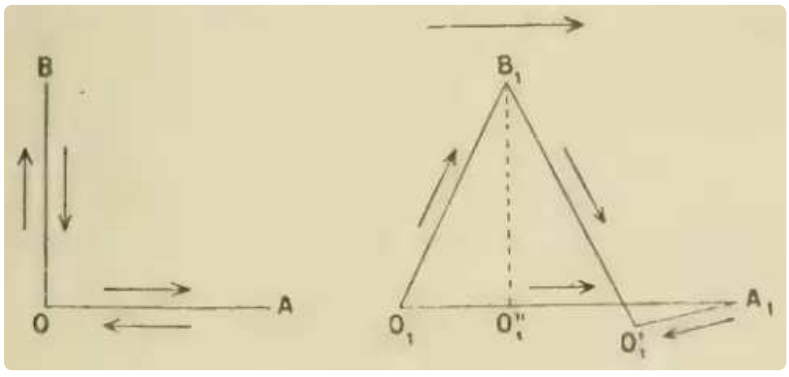
Namun, adalah perlu ahli fizik fantasi ini dipanggil; dan teori Relativiti, dengan menyediakan ahli fizik nyata cara untuk bersetuju dengan mereka, telah membuat sains melangkah maju.

Kita baru sahaja meletakkan diri kita di Bumi. Tetapi kita juga boleh memilih mana-mana titik lain di alam semesta. Di setiap titik terdapat ahli fizik nyata yang membawa awan ahli fizik fantasi, sebanyak kelajuan yang dibayangkannya. Adakah kita ingin membezakan apa yang nyata? Adakah kita ingin tahu sama ada terdapat satu Masa tunggal atau pelbagai Masa? Kita tidak perlu mempedulikan ahli fizik fantasi, kita hanya perlu mengambil kira ahli fizik nyata. Kita akan bertanya sama ada mereka melihat Masa yang sama. Secara umumnya, ahli falsafah sukar untuk menegaskan dengan pasti bahawa dua orang mengalami irama tempoh yang sama. Dia tidak boleh memberikan penegasan ini makna yang ketat dan tepat. Namun dia boleh melakukannya dalam hipotesis Relativiti: penegasan ini memperoleh makna yang sangat jelas, dan menjadi pasti, apabila membandingkan dua sistem dalam keadaan sesaran bersama dan seragam; pemerhati boleh ditukar ganti. Ini hanya cukup jelas dan pasti dalam hipotesis Relativiti. Di tempat lain, dua sistem, walau serupa, biasanya berbeza dalam beberapa aspek, kerana mereka tidak menduduki tempat yang sama berbanding sistem istimewa. Tetapi penghapusan sistem istimewa adalah intipati teori Relativiti. Oleh itu teori ini, jauh daripada mengecualikan hipotesis Masa tunggal, memanggilnya dan memberikannya kebolehfahaman yang lebih tinggi.

BAB 8.

Figur Cahaya

Cara melihat perkara ini akan membolehkan kita memahami teori Relativiti dengan lebih mendalam. Kita telah menunjukkan bagaimana ahli teori Relativiti membangkitkan, di samping penglihatan sistemnya sendiri, semua representasi yang boleh dikaitkan dengan semua ahli fizik yang melihat sistem ini bergerak dengan semua kelajuan yang mungkin. Representasi ini berbeza, tetapi pelbagai bahagian setiap satunya diartikulasikan untuk mengekalkan hubungan yang sama antara mereka dalam representasi itu sendiri dan dengan itu menunjukkan hukum yang sama. Sekarang mari kita perhatikan lebih dekat pelbagai representasi ini. Mari tunjukkan, dengan cara yang lebih konkrit, herotan progresif imej permukaan dan pemeliharaan hubungan dalaman yang tidak berubah apabila kelajuan dianggap meningkat. Dengan cara ini kita akan menyaksikan secara langsung kelahiran kepelbagaian Masa dalam teori Relativiti. Kita akan melihat maknanya terungkap secara material di depan mata kita. Dan pada masa yang sama kita akan mengenal pasti andaian tertentu yang tersirat dalam teori ini.



Rajah 7

BAB 8.1.

"Garis Cahaya" dan *"Garis Tegar"*

Jadi, dalam sistem S yang pegun, eksperimen Michelson-Morley (Rajah 7). Mari kita panggil "garis tegar" atau ringkasnya "garis" sebagai garis geometri seperti OA atau OB. Mari kita panggil "garis cahaya" sebagai sinar cahaya yang bergerak sepanjangnya. Bagi pemerhati dalam sistem, kedua-dua sinar yang dilancarkan masing-masing dari 0 ke B dan dari 0 ke A, dalam dua arah berserenjang, kembali tepat ke asalnya. Eksperimen ini memberikannya imej garis cahaya berganda yang terentang antara 0 dan B, dan garis cahaya berganda yang juga terentang antara 0 dan A, dengan kedua-dua garis cahaya berganda ini berserenjang antara satu sama lain dan sama panjang.

Memandang sistem yang sedang berehat, *bayangkan* ia bergerak dengan halaju v. Apakah gambaran berganda kita tentangnya?

BAB 8.2.

Bagaimana Mereka Bertepatan dan Berpisah

Selagi ia pegun, kita boleh menganggapnya, tanpa perbezaan, sebagai terdiri daripada dua garis tegar ringkas, berserenjang, atau dua garis cahaya berganda, masih berserenjang: rajah cahaya dan rajah tegar bertepatan. Sebaik sahaja kita menganggapnya bergerak, kedua-dua rajah berpisah. Rajah tegar kekal terdiri daripada dua garis lurus berserenjang. Tetapi rajah cahaya berubah bentuk. Garis cahaya berganda yang terentang sepanjang garis lurus OB menjadi garis cahaya patah $O_1 B_1 O_1^{'}$. Garis cahaya berganda yang terentang sepanjang OA menjadi garis cahaya $O_1 A_1 O_1^{'}$ (bahagian $O_1^{'} A_1$ garis ini sebenarnya terletak pada $O_1 A_1$, tetapi untuk lebih jelas, kami mengasingkannya dalam rajah). Itu untuk bentuknya. Mari kita pertimbangkan magnitudnya.

Sesiapa yang berhujah *a priori*, sebelum eksperimen Michelson-Morley dilaksanakan, mungkin berkata: "Saya mesti menganggap bahawa rajah tegar kekal seperti sedia ada, bukan sahaja kerana kedua-dua garis kekal berserenjang, tetapi juga kerana mereka sentiasa sama panjang. Ini berpunca daripada konsep ketegaran itu sendiri. Bagi kedua-dua garis cahaya berganda, yang pada asalnya sama panjang, saya membayangkan mereka menjadi tidak sama apabila mereka berpisah akibat pergerakan yang saya bayangkan pada sistem. Ini berpunca daripada kesamaan kedua-dua garis tegar itu." Ringkasnya, dalam hujah *a priori* mengikut idea lama, orang mungkin berkata: "rajah tegar ruang yang mengenakan syaratnya pada rajah cahaya."

Teori Relativiti, seperti yang timbul daripada eksperimen Michelson-Morley yang dilaksanakan, terdiri daripada membalikkan proposisi ini, dan berkata: "rajah cahaya yang mengenakan syaratnya pada rajah tegar." Dalam erti kata lain, rajah tegar bukan realiti sebenar: ia hanyalah binaan minda; dan daripada binaan ini, rajah cahaya, yang diberikan secara eksklusif, mesti menyediakan peraturan.

Eksperimen Michelson-Morley mengajar kita bahawa kedua-dua garis $O_1 B_1 O_1^{'}$, $O_1 A_1 O_1^{'}$, kekal sama panjang, tidak kira apa halaju yang dikaitkan dengan sistem. Oleh itu, kesamaan dua garis cahaya berganda sentiasa dianggap terpelihara, dan bukannya kesamaan dua garis tegar: yang terakhir ini mesti mengatur diri mereka sewajarnya. Mari lihat bagaimana mereka akan mengatur diri. Untuk itu, mari kita teliti dengan rapat ubah bentuk rajah cahaya kita. Tetapi jangan lupa bahawa semuanya berlaku dalam imaginasi kita, atau lebih baik dalam akal kita. Sebenarnya, eksperimen Michelson-Morley dilaksanakan oleh ahli fizik dalam sistemnya, dan oleh itu dalam sistem pegun. Sistem itu hanya bergerak jika ahli fizik keluar secara mental. Jika pemikirannya kekal di sana, penaakulannya tidak akan terpakai pada sistemnya sendiri, tetapi pada eksperimen Michelson-Morley yang dijalankan dalam sistem lain, atau lebih tepat pada imej yang dia bentuk, yang mesti dia bentuk tentang eksperimen itu dijalankan di tempat lain: kerana, di mana eksperimen itu dilaksanakan, ia masih dilakukan oleh ahli fizik dalam sistem, dan oleh itu dalam sistem yang masih pegun. Jadi dalam semua ini, ia hanya melibatkan notasi tertentu untuk eksperimen yang tidak dilakukan, untuk menyelarasnya dengan eksperimen yang dilakukan. Ia hanya menyatakan bahawa ia tidak dilakukan. Tanpa kehilangan pandangan perkara ini, mari kita ikuti perubahan rajah cahaya kita. Kami akan mengkaji secara berasingan tiga kesan ubah bentuk yang dihasilkan oleh pergerakan: 1° kesan melintang, yang sepadan, seperti yang akan kita lihat, dengan apa yang dipanggil teori Relativiti sebagai pemanjangan masa; 2° kesan membujur, yang baginya merupakan dislokasi keserentakan; 3° kesan berganda melintang-membujur, yang akan menjadi *"pengecutan Lorentz"*.

BAB 8.3.

Tiga Kesan Pemisahan

1° Kesan melintang atau *"pengembangan masa"*. Mari kita berikan kelajuan v nilai yang semakin meningkat bermula dari sifar. Biasakan pemikiran kita untuk mengeluarkan, dari bentuk cahaya primitif $O A B$, satu siri bentuk di mana jurang antara garis cahaya yang pada mulanya bertepatan semakin ketara. Juga biasakan diri untuk memasukkan kembali semua bentuk yang telah dikeluarkan ke dalam bentuk asal. Dengan kata lain, lakukan seperti teleskop yang ditarik keluar tiubnya kemudian dimasukkan semula satu persatu. Atau lebih baik, fikirkan mainan kanak-kanak yang terdiri daripada batang berengsel di mana patung askar kayu disusun. Apabila ditarik pada kedua hujung batang, ia bersilang seperti X dan askar-askar berselerak; apabila ditolak kembali, ia bersebelahan dan askar-askar kembali berbaris rapi. Ingatkan diri bahawa bentuk cahaya kita tidak terkira banyaknya namun tetap satu: kepelbagaiannya hanya melambangkan pandangan-pandangan mungkin dari pemerhati yang melihatnya dengan kelajuan berbeza—iaitu, pada dasarnya, pandangan pemerhati yang bergerak relatif kepadanya; dan semua pandangan maya ini bertindih, boleh dikatakan, dalam pandangan sebenar bentuk primitif $A O B$. Apakah kesimpulan untuk garis cahaya melintang $O_1 B_1 O_1^{'}$, yang keluar dari $O B$ dan boleh kembali, malah benar-benar kembali dan menyatu semula dengan $O B$ pada saat

ia dibayangkan? Garis ini sama dengan $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, sedangkan garis cahaya ganda primitif ialah $2l$. Pemanjangannya mewakili tepat pemanjangan masa, seperti yang diberikan oleh teori Relativiti. Di sini kita lihat teori ini beroperasi seolah-olah kita mengambil sebagai piawai masa perjalanan pergi-balik cahaya antara dua titik tertentu. Tetapi kita segera nampak, secara intuitif, hubungan Masa Berganda dengan Masa Tunggal sebenar. Bukan sahaja Masa Berganda dalam teori Relativiti tidak memecahkan kesatuan Masa Nyata, malah ia mengandaikan dan mengekalkannya. Pemerhati sebenar, dalam sistem, sedar akan perbezaan dan kesamaan masa-masa ini. Dia mengalami masa psikologi, dan semua Masa Matematik yang lebih atau kurang berkembang menyatu dengan Masa ini; kerana selagi dia mengembangkan batang mainannya—iaitu selagi dia mempercepatkan pergerakan sistem dalam fikirannya—garis cahaya memanjang, tetapi semua memenuhi jangka masa hidup yang sama. Tanpa jangka masa hidup tunggal ini, tanpa Masa Nyata bersama semua Masa Matematik, apakah makna menyatakan mereka sezaman, bahawa mereka berada dalam selang yang sama? Apakah makna yang boleh kita temui dalam pernyataan sedemikian?

Katakan (kita akan kembali ke titik ini sebentar lagi) pemerhati dalam S biasa mengukur masanya dengan garis cahaya, maksudnya melekatkan masa psikologinya pada garis cahayanya OB. Secara semula jadi, masa psikologi dan garis cahaya (diambil dalam sistem pegun) akan menjadi sinonim baginya. Apabila, membayangkan sistemnya bergerak, dia membayangkan garis cahayanya lebih panjang, dia akan berkata masa telah memanjang; tetapi dia juga akan melihat bahawa ini bukan lagi masa psikologi; ia adalah masa yang tidak lagi, seperti tadi, psikologi dan matematik sekaligus; ia menjadi semata-mata matematik, tidak boleh menjadi masa psikologi sesiapa: sebaik sahaja kesedaran ingin hidup dalam salah satu Masa memanjang O_1B_1, O_2B_2, dsb., masa-masa ini akan serta-merta mengecut kembali ke OB, kerana garis cahaya tidak lagi dibayangkan tetapi dilihat dalam realiti, dan sistem, yang sebelum ini digerakkan hanya dalam pemikiran, akan menuntut kembali keadaan pegunnya.

Jadi, ringkasnya, tesis Relativiti di sini bermaksud bahawa seorang pemerhati dalam sistem S, membayangkan sistem ini bergerak dengan semua kelajuan mungkin, akan melihat masa matematik sistemnya memanjang dengan peningkatan kelajuan jika masa sistem itu disamakan dengan garis-garis cahaya OB, O_1B_1, O_2B_2, dsb. Semua Masa Matematik Berbeza ini akan sezaman, kerana semua terkandung dalam jangka hayat psikologi yang sama, iaitu pemerhati dalam S. Ini hanyalah Masa rekaan, kerana ia tidak boleh dialami sebagai berbeza dari yang pertama oleh sesiapa pun—sama ada oleh pemerhati dalam S yang melihat semua dalam jangka hayat yang sama, mahupun pemerhati lain yang nyata atau mungkin. Ia hanya mengekalkan nama masa kerana yang pertama dalam siri, iaitu OB, mengukur jangka hayat psikologi pemerhati dalam S. Kemudian, secara lanjutan, kita masih memanggil masa garis-garis cahaya yang kini memanjang dalam sistem yang dianggap bergerak, sambil memaksa diri melupakan bahawa semua terkandung dalam jangka hayat yang sama. Simpanlah nama masa untuk mereka, saya setuju: ia akan, mengikut definisi, menjadi Masa Konvensional, kerana ia tidak mengukur sebarang jangka hayat nyata atau mungkin.

Tetapi bagaimana menjelaskan, secara umum, pendekatan antara masa dan garis cahaya? Mengapakah garis cahaya pertama, OB, dilekatkan oleh pemerhati dalam S pada jangka hayat psikologinya, lalu menyampaikan nama dan rupa masa kepada garis-garis berikut O_1B_1, O_2B_2 ... dsb., melalui sejenis pencemaran? Kami telah menjawab soalan ini secara tersirat; namun tidak sia-sia menelitinya semula. Tetapi mari kita lihat dahulu—sambil terus menjadikan masa sebagai garis cahaya—kesan kedua ubah bentuk bentuk.

2° Kesan membujur atau *"pemisahan keserentakan"*. Semakin jurang antara garis cahaya yang bertepatan dalam bentuk asal melebar, ketaksamaan semakin ketara antara dua garis cahaya membujur seperti O_1A_1 dan A_1O_1', yang pada asalnya bergabung dalam garis cahaya berganda OA. Memandangkan garis cahaya bagi kita sentiasa masa, kita akan katakan bahawa saat A_1 bukan lagi titik tengah selang masa $O_1A_1O_1'$, sedangkan saat A merupakan titik tengah selang OAO. Namun, sama ada pemerhati dalam sistem S menganggap sistemnya pegun atau

bergerak, andaiannya—hanya tindakan fikirannya—tidak mempengaruhi jam sistem. Tetapi ia mempengaruhi, seperti yang dilihat, keselarasannya. Jam tidak berubah; Masalahnya yang berubah. Ia berubah bentuk dan terpisah. Dahulu, masa yang sama seolah-olah pergi dari O ke A dan kembali dari A ke O dalam bentuk primitif. Kini perjalanan pergi lebih panjang daripada kembali. Jelas juga bahawa kelewatan jam kedua berbanding pertama akan menjadi $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ atau $\frac{lv}{c^2}$, bergantung sama ada dikira dalam saat sistem pegun atau sistem bergerak. Memandangkan jam tetap sama, berjalan seperti biasa, mengekalkan hubungan yang sama antara satu sama lain dan masih diselaraskan seperti dahulu, ia—dalam fikiran pemerhati kita—semakin ketinggalan antara satu sama lain selagi imaginasi mempercepatkan pergerakan sistem. Adakah dia melihat dirinya pegun? Terdapat keserentakan sebenar antara dua saat apabila jam di O dan A menunjukkan masa yang sama. Adakah dia membayangkan dirinya bergerak? Dua saat ini, ditandakan oleh dua jam yang menunjukkan masa sama, secara definisi berhenti menjadi serentak, kerana dua garis cahaya menjadi tidak sama, sedangkan sebelumnya sama. Maksud saya, dahulunya kesamaan, kini ketaksamaan, yang telah menyelinap antara dua jam, tanpa jam itu sendiri bergerak. Tetapi adakah kesamaan dan ketaksamaan ini mempunyai tahap realiti yang sama, jika mereka mendakwa terpakai pada masa? Yang pertama adalah kedua-dua kesamaan garis cahaya dan kesamaan jangka masa psikologi, iaitu masa dalam erti kata biasa. Yang kedua hanyalah ketaksamaan garis cahaya, iaitu Masa Konvensional; ia juga berlaku antara jangka masa psikologi yang sama seperti yang pertama. Dan justeru kerana jangka masa psikologi kekal tidak berubah, melalui semua imaginasi berturut-turut pemerhati, dia boleh menganggap semua Masa Konvensional yang dibayangkannya setara. Dia berada di depan bentuk BOA: dia mengalami jangka masa psikologi tertentu yang diukurnya melalui garis cahaya berganda OB dan OA. Tiba-tiba, sambil terus memerhati, masih mengalami jangka masa yang sama, dia melihat dalam imaginasi garis cahaya berganda berpisah sambil memanjang, garis cahaya membujur berganda terbelah kepada dua garis panjang tak sama, ketaksamaan meningkat dengan kelajuan. Semua ketaksamaan ini muncul dari kesamaan primitif seperti tiub teleskop; semuanya kembali serta-merta, jika dia mahu, melalui tindihan. Ia setara dengannya, tepat kerana realiti sebenar ialah kesamaan primitif, iaitu keserentakan saat yang ditunjukkan oleh dua jam, dan bukan turutan, semata-mata fiksyen dan konvensional, yang dihasilkan oleh pergerakan sistem yang hanya dibayangkan dan pemisahan garis cahaya yang menyusul. Semua pemisahan, semua turutan ini adalah maya; hanya keserentakan yang nyata. Dan kerana semua kemungkinan ini, semua kepelbagaian pemisahan ini terkandung dalam keserentakan yang benar-benar dilihat, ia boleh digantikan secara matematik. Namun, satu pihak ada yang dibayangkan, kemungkinan semata, manakala pihak lain ada yang dirasai dan nyata.

Tetapi hakikat bahawa teori Relativiti menggantikan masa dengan garis cahaya secara sedar atau tidak, menonjolkan salah satu prinsip doktrin tersebut. Dalam satu siri kajian tentang teori Relativiti[1], Encik Ed. Guillaume berhujah bahawa teori ini pada dasarnya mengambil perambatan cahaya sebagai jam, bukan lagi putaran Bumi. Kami percaya terdapat lebih daripada itu dalam teori Relativiti. Tetapi kami berpendapat sekurang-kurangnya terdapat aspek ini. Dan kami menambah bahawa dengan mengasingkan elemen ini, kita hanya menekankan kepentingan teori tersebut. Kita membuktikan bahawa, dalam hal ini juga, teori ini merupakan hasil semula jadi dan mungkin perlu bagi seluruh evolusi. Mari kita ingat kembali secara ringkas renungan mendalam yang disampaikan oleh Encik Edouard Le Roy mengenai penyempurnaan beransur-ansur pengukuran kita, khususnya pengukuran masa[2]. Beliau menunjukkan bagaimana kaedah pengukuran tertentu membolehkan penubuhan hukum, dan bagaimana hukum-hukum ini, setelah ditetapkan, boleh bertindak balas terhadap kaedah pengukuran dan memaksanya untuk berubah. Khusus mengenai masa, jam sidereal telah digunakan untuk perkembangan fizik dan astronomi: khususnya, hukum tarikan Newton dan prinsip keabadian tenaga telah ditemui. Tetapi hasil ini tidak serasi dengan ketetapan hari sidereal, kerana menurutnya pasang surut mesti bertindak sebagai brek ke atas putaran Bumi. Oleh itu, penggunaan jam sidereal membawa kepada akibat yang memaksa penggunaan jam baru[3]. Tidak diragukan lagi bahawa kemajuan fizik cenderung untuk mempersembahkan jam optik—maksud saya perambatan cahaya—sebagai jam terbatas, yang merupakan puncak semua penghampiran berturut-turut ini. Teori Relativiti

merekodkan hasil ini. Dan kerana sifat fizik adalah untuk mengenal pasti benda dengan ukurannya, "garis cahaya" akan menjadi ukuran masa dan masa itu sendiri. Tetapi kemudian, kerana garis cahaya memanjang sementara tetap menjadi dirinya sendiri apabila kita membayangkan sistem bergerak namun meninggalkan sistem di mana ia diperhatikan dalam keadaan rehat, kita akan mempunyai pelbagai Masa yang setara; dan hipotesis kepelbagaian Masa, ciri teori Relativiti, akan muncul sebagai syarat untuk evolusi fizik secara umum. Masa yang ditakrifkan sedemikian akan menjadi Masa fizikal[4]. Namun, ini hanyalah Masa yang difikirkan, kecuali satu, yang benar-benar dirasai. Yang ini, sentiasa sama, adalah Masa akal sehat.

[1] Revue de métaphysique (Mei-Jun 1918 dan Oktober-Disember 1920). Ruj. La Théorie de la relativité, Lausanne, 1921.

[2] Bulletin de la Société française de philosophie, Februari 1905.

[3] Ruj. ibid., L'espace et le temps, hlm. 25.

[4] Kami memanggilnya matematik, dalam esei ini, untuk mengelakkan kekeliruan. Kami sentiasa membandingkannya dengan Masa psikologi. Tetapi untuk itu, kami perlu membezakannya dan sentiasa menyimpan perbezaan ini dalam fikiran. Perbezaan antara psikologi dan matematik adalah jelas: ia kurang jelas antara psikologi dan fizik. Istilah "Masa fizik" kadangkala mempunyai makna ganda; dengan istilah "Masa matematik", tidak boleh ada kekaburan.

BAB 8.4.

Sifat Sebenar Masa Einstein

Mari kita ringkaskan. Kepada Masa akal sehat, yang sentiasa boleh ditukar kepada jangka masa psikologi dan dengan itu nyata mengikut definisi, teori Relativiti menggantikan Masa yang hanya boleh ditukar kepada jangka masa psikologi dalam kes sistem pegun. Dalam semua kes lain, Masa ini, yang merupakan garis cahaya dan jangka masa, kini hanya menjadi garis cahaya—garis anjal yang memanjang apabila kelajuan yang dikaitkan dengan sistem meningkat. Ia tidak boleh sepadan dengan jangka masa psikologi baru, kerana ia terus menduduki jangka masa yang sama. Tetapi tidak mengapa: teori Relativiti adalah teori fizik; ia memilih untuk mengabaikan semua jangka masa psikologi, dalam kes pertama dan semua kes lain, dan hanya mengekalkan garis cahaya sebagai pengganti masa. Oleh kerana garis ini memanjang atau mengecut bergantung pada kelajuan sistem, kita memperoleh pelbagai Masa yang wujud bersama. Dan ini kelihatan paradoks bagi kita kerana jangka masa nyata terus menghantui kita. Tetapi ia menjadi sangat mudah dan semula jadi jika kita mengambil garis cahaya yang boleh memanjang sebagai pengganti masa, dan jika kita memanggil keserentakan dan kesinambungan sebagai kesamaan dan ketaksamaan antara garis cahaya yang hubungannya berubah bergantung pada keadaan rehat atau gerakan sistem.

Tetapi pertimbangan tentang garis cahaya ini tidak lengkap jika kita hanya mengkaji dua kesan melintang dan membujur secara berasingan. Kita kini mesti menyaksikan gabungannya. Kita akan melihat bagaimana hubungan yang mesti sentiasa wujud antara garis cahaya membujur dan melintang, tanpa mengira kelajuan sistem, membawa akibat tertentu mengenai kekakuan, dan seterusnya luas. Kita akan menyaksikan secara langsung pertalian Ruang dan Masa dalam teori Relativiti. Pertalian ini hanya jelas apabila masa telah dikurangkan kepada garis cahaya. Dengan garis cahaya, yang merupakan masa tetapi disokong oleh ruang, yang memanjang akibat gerakan sistem dan dengan itu mengumpul ruang dalam perjalanannya yang menjadikannya masa, kita akan memahami *secara konkrit*, dalam Masa dan Ruang semua orang, fakta awal yang sangat mudah yang diterjemahkan oleh konsep Ruang-Masa empat dimensi dalam teori Relativiti.

3° Kesan melintang-membujur atau *"pengecutan Lorentz"*. Teori Relativiti Khas, seperti yang telah kami katakan, pada dasarnya terdiri daripada membayangkan garis cahaya berganda BOA terlebih dahulu, kemudian mengherotkannya menjadi bentuk seperti $O_1 B_1 A_1 O'$ melalui pergerakan sistem, akhirnya memasukkan, mengeluarkan, dan memasukkan semula semua bentuk ini antara satu sama lain, dengan membiasakan diri untuk berfikir bahawa mereka *secara serentak* merupakan bentuk pertama dan bentuk-bentuk yang terhasil daripadanya. Pendek kata, dengan semua kelajuan yang mungkin diberikan secara berturut-turut kepada sistem, seseorang memperoleh semua visi yang mungkin bagi satu perkara yang sama, perkara ini dianggap bertepatan dengan semua visi ini sekaligus. Tetapi perkara yang dimaksudkan ini pada dasarnya

adalah garis cahaya. Pertimbangkan tiga titik O, B, A dalam rajah pertama kami. Biasanya, apabila kami memanggilnya sebagai titik tetap, kami memperlakukannya seolah-olah ia disambungkan antara satu sama lain oleh rod tegar. Dalam Teori Relativiti, sambungan ini menjadi gelung cahaya yang dilancarkan dari O ke B untuk kembali ke dirinya sendiri dan ditangkap semula di O, gelung cahaya lain antara O dan A, hanya menyentuh A untuk kembali ke O. Ini bermakna masa kini akan bercampur dengan ruang. Dalam hipotesis rod tegar, ketiga-tiga titik itu saling berkaitan dalam seketika atau, jika anda suka, dalam keabadian, akhirnya di luar masa: hubungan mereka dalam ruang adalah tidak berubah. Di sini, dengan rod elastik dan boleh berubah bentuk yang mewakili masa atau lebih tepatnya merupakan masa itu sendiri, hubungan ketiga-tiga titik dalam ruang akan jatuh di bawah pergantungan masa.

Untuk memahami dengan baik "pengecutan" yang akan mengikuti, kita hanya perlu memeriksa bentuk cahaya berturut-turut, dengan mengambil kira bahawa ia adalah bentuk, iaitu jejak cahaya yang dipertimbangkan sekaligus, dan bahawa kita perlu memperlakukan garisan seolah-olah ia adalah masa. Garis cahaya ini sahaja diberikan, kita perlu membina secara mental garisan ruang, yang biasanya tidak akan kelihatan dalam bentuk itu sendiri. Ia hanya boleh disimpulkan, iaitu dibina semula secara mental. Pengecualian semulajadi ialah bentuk cahaya sistem yang dianggap pegun: dalam rajah pertama kami, OB dan OA adalah serentak garis cahaya yang fleksibel dan garis ruang yang tegar, dengan alat BOA dianggap pegun. Tetapi, dalam bentuk cahaya kedua kami, bagaimanakah kita membayangkan alat, dua garis ruang tegar yang menyokong dua cermin? Pertimbangkan kedudukan alat yang sepadan dengan saat B tiba di B_1. Jika kita menurunkan serenjang $B_1 O_1''$ ke $O_1 A_1$, bolehkah kita mengatakan bahawa bentuk $B_1 O_1'' A_1$ adalah alat? Jelas tidak, kerana jika kesamaan garis cahaya $O_1 B_1$ dan $O' B_1$ memberitahu kita bahawa saat O_1'' dan B_1 adalah sezaman, jika $O_1'' B_1$ mengekalkan sifat garis ruang tegar, dan oleh itu $O_1'' B_1$ mewakili salah satu lengan alat, sebaliknya ketaksamaan garis cahaya $O_1 A_1$ dan $O' A_1$ menunjukkan kepada kita bahawa dua saat O_1'' dan A_1 adalah berturutan. Panjang $O_1'' A_1$ mewakili oleh itu lengan kedua alat, ditambah dengan ruang yang dilalui oleh alat dalam selang masa antara saat O_1'' dan A_1. Oleh itu, untuk mendapatkan panjang lengan kedua ini, kita perlu mengambil perbezaan antara $O_1'' A_1$ dan ruang yang dilalui. Ia mudah dikira. Panjang $O_1'' A_1$ ialah min aritmetik antara $O_1 A_1$ dan $O_1' A_1$, dan kerana jumlah kedua-dua panjang ini sama dengan $\frac{2l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, kerana jumlah garis $O_1 A_1 O_1'$ mewakili masa yang sama seperti garis $O_1 B_1 O_1'$, kita lihat bahawa $O_1'' A_1$ mempunyai panjang $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$. Bagi ruang yang dilalui oleh alat dalam selang masa antara saat O_1'' dan A_1, ia boleh dinilai serta-merta dengan memerhatikan bahawa selang ini diukur oleh kelewatan jam di hujung satu lengan alat berbanding jam di hujung yang lain, iaitu $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$. Laluan yang dilalui ialah $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv^2}{c^2}$. Dan oleh itu panjang lengan, yang pada asalnya l dalam keadaan rehat, telah menjadi

$$\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - \frac{lv^2}{c^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

iaitu $l\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$. Kami dengan itu menemui semula *"pengecutan Lorentz"*.

Kita lihat apa yang dimaksudkan dengan pengecutan. Pengenalpastian masa dengan garis cahaya menyebabkan pergerakan sistem menghasilkan kesan berganda dalam masa: pengembangan saat, dislokasi keserentakan. Dalam perbezaan

$$\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - \frac{lv^2}{c^2\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

, sebutan pertama sepadan dengan kesan pengembangan, yang kedua dengan kesan dislokasi. Dalam satu kes seperti yang lain, boleh dikatakan bahawa hanya masa (masa fiksyen) yang terlibat. Tetapi gabungan kesan dalam Masa memberikan apa yang dipanggil pengecutan panjang dalam Ruang.

BAB 8.5.

Peralihan kepada Teori Ruang-Masa

Kita kemudian memahami intipati Teori Relativiti Khas. Dalam istilah biasa, ia akan dinyatakan seperti berikut: *"Diberikan, dalam keadaan rehat, kebetulan bentuk tegar ruang dengan bentuk lentur cahaya, diberikan, di samping itu, pemisahan ideal kedua-dua bentuk ini oleh kesan pergerakan yang difikirkan diberikan kepada sistem, ubah bentuk berturut-turut bentuk lentur cahaya oleh pelbagai kelajuan adalah semua yang penting: bentuk tegar ruang akan mengatur dirinya sebaik mungkin."* Sebenarnya, kita lihat bahawa, dalam pergerakan sistem, zigzag membujur cahaya mesti mengekalkan panjang yang sama seperti zigzag melintang, kerana kesamaan kedua-dua masa ini mengatasi segalanya. Memandangkan, dalam keadaan ini, dua garis tegar ruang, membujur dan melintang, tidak boleh kekal sama, ruang mesti mengalah. Ia pasti akan mengalah, jejak tegar dalam garis ruang tulen dianggap hanya rakaman kesan keseluruhan yang dihasilkan oleh pelbagai pengubahsuaian bentuk lentur, iaitu garis cahaya.

BAB 9.

Ruang-Masa Empat Dimensi

Bagaimana Idea Dimensi Keempat Diperkenalkan

Sekarang kita tinggalkan bentuk cahaya kita dengan ubah bentuk berturut-turut. Kami menggunakannya untuk memberikan tubuh kepada abstraksi Teori Relativiti dan juga untuk mendedahkan postulat yang tersirat. Hubungan yang telah kami wujudkan antara Masa Berganda dan masa psikologi mungkin telah menjadi lebih jelas. Dan mungkin seseorang telah melihat pintu terbuka sedikit di mana idea Ruang-Masa Empat Dimensi akan diperkenalkan ke dalam teori. Ruang-Masa inilah yang akan kami tangani sekarang.

Analisis yang telah kita lakukan menunjukkan bagaimana teori ini mengendalikan hubungan antara objek dengan ekspresinya. Objek adalah apa yang dirasakan; ekspresi adalah apa yang diletakkan oleh minda sebagai pengganti objek untuk dikenakan pengiraan. Objek diberikan dalam visi nyata; ekspresi hanya bersesuaian dengan apa yang kita panggil visi fantasi. Biasanya, kita membayangkan visi-visi fantasi sebagai mengelilingi, sementara, teras stabil visi nyata. Tetapi intipati teori Relativiti adalah meletakkan semua visi ini pada tahap yang sama. Visi yang kita panggil nyata hanyalah salah satu visi fantasi. Saya setuju, dalam erti kata bahawa tiada cara untuk menterjemahkan perbezaan antara keduanya secara matematik. Tetapi seseorang tidak sepatutnya membuat kesimpulan dari situ bahawa terdapat persamaan sifat. Namun, itulah yang dilakukan apabila seseorang memberikan makna metafizik kepada kontinum Minkowski dan Einstein, kepada Ruang-Masa empat dimensi mereka. Mari kita lihat bagaimana idea Ruang-Masa ini muncul.

Untuk itu, kita hanya perlu menentukan dengan tepat sifat *"visi fantasi"* dalam kes di mana seorang pemerhati dalam sistem S', setelah mempunyai persepsi nyata tentang panjang yang tidak berubah l, akan mewakili ketidakubahan panjang itu dengan meletakkan dirinya secara mental di luar sistem dan mengandaikan sistem itu bergerak dengan semua kelajuan yang mungkin. Dia akan berkata kepada dirinya sendiri: *"Oleh kerana garis $A'B'$ sistem bergerak S', apabila melalui saya dalam sistem pegun S di mana saya berada, bertepatan dengan panjang l sistem ini, itu bermakna garis ini, dalam keadaan rehat, akan sama dengan $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{vz^2}}} \cdot l$. Mari kita pertimbangkan kuasa dua $L^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot l^2$ kuantiti ini. Berapakah lebihan berbanding kuasa dua l? Dengan kuantiti $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot \frac{l^2 v^2}{c^2}$, yang boleh ditulis sebagai $c^2 \left[\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}\right]^2$. Sekarang $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{lv}{c^2}$ mengukur tepat selang masa T yang berlalu untuk saya, dibawa ke sistem S, antara dua peristiwa yang berlaku masing-masing di A' dan B' yang akan kelihatan serentak kepada saya jika saya berada dalam sistem S'. Oleh itu, apabila kelajuan S' meningkat dari sifar, selang masa T bertambah antara dua peristiwa yang*

berlaku di titik A' *dan* B' *dan diberikan dalam* S' *sebagai serentak; tetapi perkara-perkara berlaku sedemikian rupa sehingga perbezaan* $L^2 - c^2T^2$ *tetap malar. Perbezaan inilah yang saya panggil* l^2 *dahulu."* Oleh itu, mengambil c sebagai unit Masa, kita boleh mengatakan bahawa apa yang diberikan kepada pemerhati nyata dalam S' sebagai ketetapan magnitud ruang, sebagai ketidakubahan kuasa dua l, akan muncul kepada pemerhati fiksyen dalam S sebagai ketetapan perbezaan antara kuasa dua ruang dan kuasa dua masa.

Tetapi kita baru sahaja meletakkan diri dalam kes tertentu. Mari kita umumkan soalan, dan pertama-tama tanya diri kita bagaimana jarak antara dua titik sistem dinyatakan berbanding paksi segi empat tepat yang terletak di dalam sistem bahan S'. Kita kemudian akan mencari bagaimana ia akan dinyatakan berbanding paksi yang terletak dalam sistem S yang mana S' akan bergerak.

Jika ruang kita adalah dua dimensi, terhad kepada helaian kertas ini, jika dua titik yang dipertimbangkan adalah A' dan B', dengan jarak masing-masing kepada dua paksi $O'Y'$ dan $O'X'$ adalah x_1', y_1' dan x_2', y_2', jelas bahawa kita akan mempunyai

$$A'B'^2 = (x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2$$

Kita kemudian boleh mengambil mana-mana sistem paksi lain yang pegun berbanding yang pertama dan dengan itu memberikan kepada x_1', x_2', y_1', y_2' nilai yang biasanya berbeza daripada yang pertama: jumlah dua kuasa dua $(x_2' - x_1')^2$ dan $(y_2' - y_1')^2$ akan tetap sama, kerana ia akan sentiasa sama dengan $A'B'^2$. Begitu juga, dalam ruang tiga dimensi, titik A' dan B' tidak lagi diandaikan dalam satah $X'O'Y'$ dan kali ini ditakrifkan oleh jarak mereka x_1', y_1', z_1', x_2', y_2', z_2' kepada tiga muka trihedron segi tiga tepat yang bucunya ialah O', seseorang akan memerhatikan ketidakubahan jumlah

$$\text{①} \qquad (x_2' - x_1')^2 + (y_2' - y_1')^2 + (z_2' - z_1')^2$$

Melalui ketidakubahan ini ketetapan jarak antara A' dan B' akan dinyatakan untuk pemerhati yang terletak di S'.

Tetapi mari kita andaikan bahawa pemerhati kita secara mental meletakkan dirinya dalam sistem S, yang mana S' diandaikan bergerak. Mari kita juga andaikan bahawa dia merujuk titik A' dan B' kepada paksi yang terletak dalam sistem barunya, dengan meletakkan dirinya dalam keadaan yang dipermudahkan yang telah kami terangkan sebelum ini apabila kami menetapkan persamaan Lorentz. Jarak masing-masing titik A' dan B' kepada tiga satah segi empat tepat yang bersilang di S kini akan menjadi $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2$. Kuasa dua jarak $A'B'^2$ antara dua titik kami akan diberikan kepada kami oleh jumlah tiga kuasa dua yang akan menjadi

$$\text{②} \qquad (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$$

Tetapi, menurut persamaan Lorentz, jika dua kuasa dua terakhir jumlah ini adalah sama dengan dua kuasa dua terakhir sebelumnya, tidak sama untuk yang pertama, kerana persamaan ini memberikan kepada kami untuk x_1 dan x_2 masing-masing nilai $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_1' + vt')$ dan $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_2' + vt')$; maka kuasa dua pertama akan menjadi $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}(x_2' - x_1')^2$. Kita secara semula jadi berhadapan dengan kes khas yang kita periksa sebentar tadi. Kami telah mempertimbangkan dalam sistem S' panjang tertentu $A'B'$, iaitu jarak antara dua peristiwa seketika dan serentak yang berlaku masing-masing di A' dan B'. Tetapi kami kini ingin menggeneralisasikan soalan. Mari kita andaikan bahawa kedua-dua peristiwa itu berturutan untuk pemerhati dalam S'. Jika satu berlaku pada masa t_1' dan yang lain pada masa t_2', persamaan Lorentz akan memberi kita

$$x_1 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_1^{'} + vt_1^{'})$$
$$x_2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(x_2^{'} + vt_2^{'})$$

sehingga kuasa dua pertama kita menjadi

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x_2^{'} - x_1^{'}) + v(t_2^{'} - t_1^{'})]^2$$

dan jumlah tiga kuasa dua primitif kita akan digantikan dengan

③ $$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x_2^{'} - x_1^{'}) + v(t_2^{'} - t_1^{'})]^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$$

kuantiti yang bergantung pada v dan tidak lagi tidak berubah. Tetapi jika, dalam ungkapan ini, kita mempertimbangkan istilah pertama $\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x_2^{'} - x_1^{'}) + v(t_2^{'} - t_1^{'})]^2$, yang memberikan kita nilai $(x_2 - x_1)^2$, kita melihat bahawa ia melebihi $(x_2^{'} - x_1^{'})^2$ dengan kuantiti:

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \cdot c^2[(t_2^{'} - t_1^{'}) + \frac{v(x_2^{'} - x_1^{'})}{c^2}]^2 - c^2(t_2^{'} - t_1^{'})^2$$

Sekarang persamaan Lorentz memberikan:

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(t_2^{'} - t_1^{'}) + \frac{v(x_2^{'} - x_1^{'})}{c^2}]^2 = (t_2^{'} - t_1^{'})^2$$

Oleh itu kita mempunyai

$$(x_2 - x_1)^2 - (x_2^{'} - x_1^{'})^2 = c^2(t_2 - t_1)^2 - c^2(t_2^{'} - t_1^{'})^2$$

atau

$$(x_2 - x_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2 = (x_2^{'} - x_1^{'})^2 - c^2(t_2^{'} - t_1^{'})^2$$

atau akhirnya

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2 = (x_2^{'} - x_1^{'})^2 + (y_2^{'} - y_1^{'})^2 + (z_2^{'} - z_1^{'})^2 - c$$

Keputusan yang boleh dinyatakan seperti berikut: Jika pemerhati dalam S′ telah mempertimbangkan, bukannya jumlah tiga kuasa dua

$$(x^{'}2 - x^{'}1)^2 + (y^{'}2 - y^{'}1)^2 + (z^{'}2 - z^{'}1)^2$$

, ungkapan

$$(x^{'}2 - x^{'}1)^2 + (y^{'}2 - y^{'}1)^2 + (z^{'}2 - z^{'}1)^2 - c^2(t^{'}2 - t^{'}1)^2$$

yang merangkumi kuasa dua keempat, dia akan memulihkan, dengan pengenalan Masa, ketidakubahan yang telah hilang dalam Ruang.

Pengiraan kami mungkin kelihatan agak canggung. Memang begitu. Tiada yang lebih mudah daripada menyedari dengan segera bahawa ungkapan

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2$$

tidak berubah apabila transformasi Lorentz dikenakan kepada istilah-istilah yang membentuknya. Tetapi itu akan meletakkan semua sistem di mana semua ukuran diandaikan telah diambil pada tahap yang sama. Ahli matematik dan ahli fizik mesti berbuat demikian, kerana mereka tidak cuba mentafsirkan Ruang-Masa teori Relativiti dari segi realiti, tetapi hanya menggunakannya. Sebaliknya, objektif kami adalah tafsiran itu sendiri. Oleh itu, kami perlu bermula dengan ukuran yang diambil dalam sistem $S^{'}$ oleh pemerhati dalam $S^{'}$ —satu-satunya ukuran sebenar yang boleh dikaitkan dengan pemerhati sebenar—dan menganggap ukuran yang diambil dalam sistem lain sebagai pengubahsuaian atau ubah bentuk daripadanya, pengubahsuaian atau ubah bentuk yang diselaraskan antara satu sama lain sedemikian rupa sehingga hubungan tertentu antara ukuran kekal sama. Untuk mengekalkan kedudukan pusat pandangan pemerhati dalam $S^{'}$ dan menyediakan analisis Ruang-Masa yang akan kami berikan nanti, penyimpangan yang kami lakukan ini adalah perlu. Kami juga perlu, seperti yang akan

dilihat, menetapkan perbezaan antara kes di mana pemerhati dalam S' melihat peristiwa A' dan B' sebagai serentak, dan kes di mana dia mencatatkannya sebagai berturutan. Perbezaan ini akan lenyap jika kami hanya menganggap keserentakan sebagai kes khas di mana $t'_2 - t'_1 = 0$; dengan itu kami akan menyerapnya dalam kesinambungan; sebarang perbezaan sifat akan terhapus antara ukuran yang benar-benar diambil oleh pemerhati dalam S' dan ukuran yang hanya dibayangkan oleh pemerhati luar sistem. Tetapi tidak mengapa buat masa ini. Mari tunjukkan bagaimana teori Relativiti memang dibimbing oleh pertimbangan sebelumnya untuk mewujudkan Ruang-Masa empat dimensi.

Kami menyatakan bahawa ungkapan kuasa dua jarak antara dua titik A' dan B' yang dirujuk kepada dua paksi bersudut tegak dalam ruang dua dimensi ialah $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$, jika kita memanggil x_1, y_1, x_2, y_2 sebagai jarak masing-masing kepada dua paksi. Kami menambah bahawa dalam ruang tiga dimensi ia akan menjadi $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$. Tiada yang menghalang kami membayangkan ruang $4, 5, 6, \ldots, n$ dimensi. Kuasa dua jarak antara dua titik akan diberikan oleh jumlah $4, 5, 6, \ldots, n$ kuasa dua, setiap kuasa dua ini mewakili perbezaan antara jarak titik A' dan B' kepada salah satu daripada $4, 5, 6, \ldots, n$ satah. Mari kita pertimbangkan ungkapan kami

$$(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2$$

Jika jumlah tiga istilah pertama adalah invarian, ia boleh menyatakan ketakterubahan jarak, seperti yang kami bayangkan dalam Ruang Tiga Dimensi kami sebelum teori Relativiti. Tetapi teori ini pada dasarnya mengatakan bahawa istilah keempat mesti diperkenalkan untuk mendapatkan ketakterubahan. Mengapa istilah keempat ini tidak sepadan dengan dimensi keempat? Dua pertimbangan pada mulanya kelihatan menentangnya, jika kami berpegang pada ungkapan jarak kami: pertama, kuasa dua $(t_2 - t_1)^2$ didahului dengan tanda *tolak* dan bukannya tanda *tambah*, dan kedua, ia mempunyai pekali c^2 yang berbeza daripada unit. Tetapi kerana, pada paksi keempat yang mewakili masa, masa semestinya diwakili sebagai panjang, kami boleh menetapkan bahawa saat akan mempunyai panjang c: pekali kami akan menjadi unit. Selain itu, jika kami mempertimbangkan masa τ supaya $t = \tau\sqrt{-1}$, dan jika, secara umum, kami menggantikan t dengan kuantiti khayalan $\tau\sqrt{-1}$, kuasa dua keempat kami akan menjadi $-\tau^2$, dan kemudian kami akan berhadapan dengan jumlah empat kuasa dua. Mari kita bersetuju untuk memanggil $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta \tau$ sebagai empat perbezaan $x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1, \tau_2 - \tau_1$, yang masing-masing merupakan pertambahan x, y, z, τ apabila bergerak dari x_1 ke x_2, dari y_1 ke y_2, dari z_1 ke z_2, dari τ_1 ke τ_2, dan mari kita panggil Δs sebagai selang antara dua titik A' dan B'. Kami akan mempunyai:

$$\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 + \Delta \tau^2$$

Selepas itu, tiada yang menghalang kami mengatakan bahawa s ialah jarak, atau lebih baik selang, dalam Ruang dan Masa sekaligus: kuasa dua keempat akan sepadan dengan dimensi keempat bagi kontinum Ruang-Masa di mana Masa dan Ruang bergabung menjadi satu.

Tiada yang menghalang kami menganggap dua titik A' dan B' sebagai sangat berhampiran, supaya $A'B'$ juga boleh menjadi unsur lengkung. Pertambahan terhingga seperti Δx kemudiannya akan menjadi pertambahan infinitesimal dx, dan kami akan mempunyai persamaan pembezaan:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\tau^2$$

dari mana kami boleh kembali melalui penjumlahan unsur infinitesimal, melalui "*pengamiran*", kepada selang s antara dua titik pada garis yang kini sewenang-wenangnya, menduduki Ruang dan Masa sekaligus, yang akan kami panggil AB. Kami akan menulisnya:

$$s = \int_A^B \sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\tau^2}$$

ungkapan yang perlu diketahui, tetapi yang tidak akan kami ulangi dalam apa yang berikut. Lebih baik menggunakan terus pertimbangan yang membawa kepadanya [1].

[1] Pembaca yang agak matematik akan perhatikan bahawa ungkapan $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ boleh dianggap sebagaimana adanya sebagai sepadan dengan Ruang-Masa hiperbolik. Helah yang diterangkan di atas oleh Minkowski terdiri daripada memberikan Ruang-Masa ini bentuk Euclid dengan menggantikan pembolehubah khayalan $ct\sqrt{-1}$ kepada pembolehubah t .

Kita baru saja melihat bagaimana notasi dimensi keempat diperkenalkan secara otomatis dalam teori Relativiti. Dari situ, tanpa ragu, timbul pendapat yang sering diungkapkan bahawa kita berhutang kepada teori ini idea pertama tentang medium empat dimensi yang merangkumi masa dan ruang. Apa yang kurang disedari ialah dimensi keempat ruang dicadangkan oleh setiap penspasian masa: oleh itu, ia selalu tersirat dalam sains dan bahasa kita. Malah, seseorang boleh mengeluarkannya dalam bentuk yang lebih tepat, atau sekurang-kurangnya lebih berimej, dari konsep masa biasa berbanding teori Relativiti. Hanya, dalam teori biasa, asimilasi masa kepada dimensi keempat tersirat, manakala fizik Relativiti terpaksa memasukkannya ke dalam pengiraannya. Dan ini disebabkan oleh kesan berganda endosmosis dan eksosmosis antara masa dan ruang, pencerobohan timbal balik satu sama lain, yang nampaknya diterjemahkan oleh persamaan Lorentz: di sini menjadi perlu, untuk menentukan kedudukan suatu titik, untuk menunjukkan secara eksplisit kedudukannya dalam masa dan juga dalam ruang. Namun, Ruang-Masa Minkowski dan Einstein adalah satu *spesies* yang penspasian biasa Masa dalam Ruang empat dimensi adalah *genus*nya. Langkah yang perlu kita ikuti kini jelas. Kita mesti bermula dengan mencari maksud, secara umum, pengenalan medium empat dimensi yang akan menyatukan masa dan ruang. Kemudian kita akan bertanya apa yang ditambah, atau apa yang dikurangkan, apabila hubungan antara dimensi spatial dan dimensi temporal difahami dengan cara Minkowski dan Einstein. Dari sekarang kita dapat melihat bahawa, jika konsep biasa ruang yang disertai masa spasial secara semula jadi mengambil bentuk medium empat dimensi untuk minda, dan jika medium ini adalah fiksyen kerana ia hanya melambangkan konvensi menspasialkan masa, maka begitu juga dengan spesies yang mana medium empat dimensi ini akan menjadi genusnya. Bagaimanapun, spesies dan genus mungkin mempunyai tahap realiti yang sama, dan Ruang-Masa teori Relativiti mungkin tidak lebih tidak serasi dengan konsep lama kita tentang jangka masa berbanding Ruang-dan-Masa empat dimensi yang melambangkan ruang biasa dan masa spasial. Namun, kita tidak boleh mengelak daripada mempertimbangkan Ruang-Masa Minkowski dan Einstein dengan lebih khusus, setelah kita membincangkan Ruang-dan-Masa am empat dimensi. Mari kita fokus pada yang terlebih dahulu.

BAB 9.2.

Perwakilan Umum Ruang-dan-Masa Empat Dimensi

Sukar untuk membayangkan dimensi baru jika kita bermula dari Ruang tiga dimensi, kerana pengalaman tidak menunjukkan kita yang keempat. Tetapi tiada yang lebih mudah, jika kita memberikan dimensi tambahan ini kepada Ruang dua dimensi. Kita boleh membayangkan makhluk rata, hidup di permukaan, menyatu dengannya, hanya mengetahui dua dimensi ruang. Salah seorang daripada mereka mungkin telah dibawa oleh pengiraannya untuk mengandaikan kewujudan dimensi ketiga. Cetek dalam dua makna perkataan itu, rakan-rakannya mungkin enggan mengikutinya; dia sendiri tidak akan berjaya membayangkan apa yang akalnya mampu konsepkan. Tetapi kita, yang hidup dalam Ruang tiga dimensi, akan mempunyai persepsi sebenar tentang apa yang dia hanya bayangkan sebagai mungkin: kita akan menyedari sepenuhnya apa yang dia tambah dengan memperkenalkan dimensi baru. Dan kerana ia adalah sesuatu yang serupa yang akan kita lakukan sendiri jika kita menganggap, terhad kepada tiga dimensi seperti kita, bahawa kita direndam dalam medium empat dimensi, kita hampir boleh membayangkan dimensi keempat yang pada mulanya kelihatan tidak dapat dibayangkan. Ia tidak akan menjadi perkara yang sama, memang. Kerana ruang lebih daripada tiga dimensi adalah konsepsi tulen minda dan mungkin tidak sepadan dengan sebarang realiti. Manakala Ruang tiga dimensi adalah pengalaman kita. Oleh itu, apabila dalam apa yang berikut, kita menggunakan Ruang tiga dimensi kita, yang benar-benar dirasai, untuk memberikan badan kepada perwakilan ahli matematik yang terikat dengan alam rata - perwakilan yang boleh difahami tetapi tidak dapat dibayangkan

olehnya - ini tidak akan bermakna bahawa wujud atau boleh wujud Ruang empat dimensi yang mampu pula merealisasikan konsepsi matematik kita sendiri apabila ia melangkaui dunia tiga dimensi kita. Itu akan memberi terlalu banyak kelebihan kepada mereka yang mentafsirkan teori Relativiti secara metafizik. Helah yang akan kita gunakan hanya bertujuan untuk menyediakan sokongan imaginatif kepada teori, menjadikannya lebih jelas, dan dengan itu membolehkan kesilapan yang mungkin timbul daripada kesimpulan tergesa-gesa lebih mudah dikesan.

Oleh itu, kita hanya akan kembali kepada hipotesis yang kita mulakan apabila kita melukis dua paksi berserenjang dan mempertimbangkan garis $A' B'$ dalam satah yang sama dengan mereka. Kami hanya memberikan permukaan kertas. Dunia dua dimensi ini, teori Relativiti melengkapkannya dengan dimensi tambahan yang akan menjadi masa: invarian tidak lagi $dx^2 + dy^2$ tetapi $dx^2 + dy^2 - c^2 dt^2$. Memang benar, dimensi tambahan ini bersifat istimewa, kerana invarian akan menjadi $dx^2 + dy^2 + dt^2$ tanpa memerlukan helah penulisan untuk membawanya ke bentuk ini, jika masa adalah dimensi seperti yang lain. Kita mesti mengambil kira perbezaan ciri ini, yang telah membimbangkan kita sebelum ini dan yang akan kita tumpukan perhatian sebentar lagi. Tetapi kita biarkan ia diketepikan buat masa ini, kerana teori Relativiti itu sendiri mengajak kita berbuat demikian: jika ia menggunakan helah di sini, dan jika ia menetapkan masa khayalan, itu adalah tepat supaya invariannya mengekalkan bentuk hasil tambah empat segi empat sama yang masing-masing mempunyai pekali unit, dan supaya dimensi baru itu sementara boleh disamakan dengan yang lain. Oleh itu, marilah kita bertanya, secara umum, apa yang dibawa, dan apa yang mungkin juga diambil, daripada alam semesta dua dimensi apabila masa dijadikan dimensi tambahan. Kita akan mengambil kira peranan khas yang dimainkan oleh dimensi baru ini dalam teori Relativiti kemudiannya.

Kita tidak boleh terlalu kerap mengulanginya: masa ahli matematik semestinya masa yang boleh diukur dan oleh itu masa yang dispatialkan. Tidak perlu kita berada dalam hipotesis Relativiti: dalam apa jua keadaan (kami telah menyatakannya lebih tiga puluh tahun lalu) masa matematik boleh dianggap sebagai dimensi tambahan ruang. Mari kita bayangkan alam semesta permukaan yang terhad kepada satah P, dan pertimbangkan dalam satah ini satu objek bergerak M yang menerangkan sebarang garis, contohnya lilitan, bermula dari titik tertentu yang akan kita ambil sebagai asal. Kita yang mendiami dunia tiga dimensi, boleh membayangkan objek bergerak M menarik bersamanya satu garis MN berserenjang dengan satah dan yang panjangnya berubah-ubah mengukur pada setiap detik masa yang berlalu sejak asal. Hujung N garis ini akan menerangkan dalam Ruang tiga dimensi satu lengkung yang, dalam kes ini, berbentuk heliks. Mudah untuk melihat bahawa lengkung ini yang dilukis dalam Ruang tiga dimensi memberikan kita semua ciri temporal perubahan yang berlaku dalam Ruang dua dimensi P. Jarak mana-mana titik heliks ke satah P menunjukkan kepada kita detik masa yang kita hadapi, dan tangen kepada lengkung pada titik itu memberikan kita, melalui kecondongannya pada satah P, kelajuan objek bergerak pada detik itu [1]. Oleh itu, akan dikatakan, *"lengkung dua dimensi"* [2] hanya melukis sebahagian realiti yang diperhatikan pada satah P, kerana ia hanya ruang, dalam pengertian yang diberikan oleh penduduk P kepada perkataan ini. Sebaliknya, *"lengkung tiga dimensi"* mengandungi realiti ini sepenuhnya: ia mempunyai tiga dimensi ruang untuk kita; ia akan menjadi Ruang-dan-Masa tiga dimensi untuk ahli matematik dua dimensi yang mendiami satah P dan yang, tidak mampu membayangkan dimensi ketiga, akan dibawa oleh pemerhatian pergerakan untuk memikirkannya, dan menyatakannya secara analitik. Dia kemudian boleh belajar dari kita bahawa lengkung tiga dimensi wujud secara efektif sebagai imej.

---

[1] Pengiraan yang sangat mudah akan menunjukkannya.

[2] Kami terpaksa menggunakan ungkapan yang hampir tidak betul ini, *"lengkung dua dimensi"*, *"lengkung tiga dimensi"*, untuk menandakan di sini lengkung satah dan lengkung melengkung. Tiada cara lain untuk menunjukkan implikasi spatial dan temporal satu dan yang lain.

Setelah dilakarkan lengkung tiga dimensi, ruang dan masa sekaligus, lengkung dua dimensi akan muncul kepada ahli matematik alam semesta rata sebagai unjuran mudah daripadanya ke atas satah yang didiaminya. Ia hanya akan menjadi aspek permukaan dan spatial realiti pepejal yang harus dipanggil masa dan ruang sekaligus.

Pendek kata, bentuk lengkung tiga dimensi memberitahu kita di sini tentang trajektori satah dan ciri temporal pergerakan yang berlaku dalam ruang dua dimensi. Lebih umum, *apa yang diberikan sebagai pergerakan dalam ruang dengan sebarang bilangan dimensi boleh diwakili sebagai bentuk dalam ruang yang mempunyai satu dimensi tambahan.*

Tetapi adakah perwakilan ini benar-benar mencukupi untuk yang diwakili? Adakah ia mengandungi tepat apa yang terkandung di dalamnya? Pada pandangan pertama, seseorang mungkin mempercayainya, seperti yang baru kami katakan. Tetapi kebenarannya ialah ia mengandungi lebih pada satu sisi, kurang pada sisi lain, dan jika kedua-dua perkara itu kelihatan boleh ditukar ganti, itu kerana minda kita secara tersembunyi mengeluarkan apa yang berlebihan dari perwakilan, dan secara tidak kurang tersembunyi memperkenalkan apa yang kurang.

BAB 9.3.

Bagaimana Kekekalan Dinyatakan dalam Istilah Pergerakan

Untuk bermula dengan titik kedua, adalah jelas bahawa *menjadi* itu sendiri telah dihapuskan. Ini kerana sains tidak memerlukannya dalam kes semasa. Apakah objeknya? Hanya untuk mengetahui di mana objek bergerak akan berada pada sebarang detik perjalanannya. Oleh itu, ia secara tidak berubah-ubah berpindah ke hujung selang yang telah dilalui; ia hanya berurusan dengan hasil yang telah diperoleh: jika ia dapat mewakili sekaligus semua hasil yang diperoleh pada semua detik, dan dengan cara untuk mengetahui hasil mana yang sepadan dengan detik mana, ia telah mencapai kejayaan yang sama seperti kanak-kanak yang menjadi mampu membaca satu perkataan sekaligus dan bukan mengejanya huruf demi huruf. Inilah yang berlaku dalam kes bulatan dan heliks kita yang saling sepadan titik demi titik. Tetapi korespondensi ini mempunyai makna hanya kerana minda kita *melalui* lengkung dan menduduki titik-titiknya *secara berturut-turut*. Jika kita dapat menggantikan urutan dengan susunan bersebelahan, masa sebenar dengan masa yang dispatialkan, *yang menjadi* dengan *yang telah menjadi*, itu kerana kita mengekalkan dalam diri kita menjadi, jangka masa sebenar: apabila kanak-kanak kini membaca perkataan sekaligus, dia secara maya mengejanya huruf demi huruf. Janganlah kita bayangkan bahawa lengkung tiga dimensi kita memberikan kita, secara terkristal bersama, pergerakan yang menerangkan lengkung satah dan lengkung satah itu sendiri. Ia hanya telah mengeluarkan dari menjadi apa yang menarik minat sains, dan sains tidak dapat menggunakan ekstrak ini melainkan minda kita mengembalikan menjadi yang telah dihapuskan atau merasa mampu melakukannya. Dalam erti kata ini, lengkung dimensi n + 1 *yang telah dilukis sepenuhnya*, yang akan setara dengan lengkung dimensi n *yang sedang dilukis*, sebenarnya mewakili kurang daripada apa yang ia dakwa wakili.

Tetapi, dalam erti kata lain, ia mewakili lebih. Mengurangkan di sini, menambah di sana, ia adalah tidak mencukupi secara berganda.

Kami telah memperolehnya melalui satu prosedur yang jelas ditakrifkan, melalui pergerakan bulatan, dalam satah P, satu titik M yang menarik bersamanya garis lurus panjang berubah-ubah MN, berkadar dengan masa yang berlalu. Satah ini, bulatan ini, garis lurus ini, pergerakan ini, inilah unsur-unsur yang jelas ditakrifkan bagi operasi yang menghasilkan bentuk tersebut. Tetapi bentuk yang telah siap dilukis tidak semestinya membayangkan cara penjanaan ini. Walaupun ia masih membayangkannya, ia mungkin merupakan hasil pergerakan garis lurus lain, berserenjang dengan satah lain, dan hujungnya M akan melukis dalam satah itu, dengan kelajuan yang berbeza, satu lengkung yang bukan bulatan. Mari kita ambil sebarang satah dan unjukkan helix kita ke atasnya: helix ini juga akan mewakili lengkung satah baru, dilalui dengan kelajuan baru, digabungkan dengan masa baru. Oleh itu, jika helix mengandungi kurang daripada bulatan dan pergerakan yang cuba ditemui semula, dalam satu pengertian ia mengandungi lebih: setelah diterima sebagai gabungan bentuk satah tertentu dengan mod pergerakan tertentu, seseorang akan menemui dalamnya infiniti bentuk satah lain yang masing-masing dilengkapi dengan infiniti pergerakan lain. Singkatnya, seperti yang telah kami nyatakan, perwakilan ini tidak mencukupi secara berganda: ia kekurangan di satu pihak, dan berlebihan di pihak lain. Dan kita

boleh meneka sebabnya. Dengan menambah satu dimensi pada ruang di mana kita berada, kita pasti boleh mewakili satu proses atau menjadi dalam ruang baru ini, yang diberikan dalam ruang lama. Tetapi kerana kita menggantikan yang sudah siap dengan yang sedang dibuat, kita telah menghapuskan menjadi yang wujud dalam masa, dan memperkenalkan kemungkinan infiniti proses lain yang boleh membina benda itu. Sepanjang masa di mana kita menyaksikan penjanaan progresif benda ini, terdapat satu mod penjanaan yang jelas ditakrifkan; tetapi dalam ruang baru, ditambah satu dimensi, di mana benda itu tersebar sekaligus melalui penambahan masa pada ruang lama, kita bebas untuk membayangkan infiniti mod penjanaan yang sama-sama mungkin; dan mod yang kita saksikan secara efektif, walaupun satu-satunya yang nyata, tidak lagi muncul sebagai istimewa: kita akan meletakkannya - secara salah - pada baris yang sama dengan yang lain.

BAB 9.4.

Bagaimana Masa Kelihatan Bergabung dengan Ruang

Kini kita dapat melihat dua bahaya yang dihadapi apabila kita melambangkan masa sebagai dimensi keempat ruang. Di satu pihak, kita berisiko menganggap perkembangan seluruh sejarah masa lalu, kini, dan masa depan alam semesta sebagai sekadar perjalanan kesedaran kita di sepanjang sejarah yang diberikan sekaligus dalam keabadian: peristiwa tidak lagi berlalu di hadapan kita, tetapi kitalah yang melalui susunannya. Dan di pihak lain, dalam Ruang-dan-Masa atau Ruang-Masa yang kita bentuk, kita akan merasa bebas memilih antara infiniti taburan ruang dan masa yang mungkin. Namun, Ruang-Masa ini dibina dengan ruang dan masa yang jelas ditakrifkan: hanya taburan tertentu ruang dan masa yang nyata. Tetapi kita tidak membezakan antara taburan ini dan semua taburan lain yang mungkin: atau lebih tepat, kita hanya melihat infiniti taburan yang mungkin, taburan nyata tidak lagi menjadi salah satu daripadanya. Singkatnya, kita lupa bahawa, kerana masa yang boleh diukur semestinya dilambangkan oleh ruang, terdapat lebih dan kurang dalam dimensi ruang yang diambil sebagai lambang berbanding masa itu sendiri.

Tetapi kita akan melihat kedua-dua perkara ini dengan lebih jelas melalui cara berikut. Kita telah mengandaikan satu alam semesta dua dimensi. Ini akan menjadi satah P, dipanjangkan tanpa batas. Setiap keadaan berturutan alam semesta akan menjadi satu imej seketika, menempati seluruh satah dan merangkumi semua objek, semuanya rata, yang membentuk alam semesta. Satah ini akan menjadi seperti skrin di mana filem alam semesta dipaparkan, dengan perbezaan bahawa tiada projektor filem di luar skrin, tiada gambar yang dipancarkan dari luar: imej dilukis secara spontan pada skrin. Kini, penduduk satah P boleh membayangkan dua cara berbeza tentang turutan imej filem dalam ruang mereka. Mereka akan terbahagi kepada dua kem, bergantung sama ada mereka lebih mementingkan data pengalaman atau simbolisme sains.

Yang pertama akan berpendapat bahawa memang terdapat imej berturutan, tetapi tiada tempat imej-imej ini disusun bersama di sepanjang filem; dan ini untuk dua sebab: 1° Di manakah filem akan ditempatkan? Setiap imej, meliputi skrin sendirian, mengisi keseluruhan ruang yang mungkin tidak terbatas, keseluruhan ruang alam semesta. Oleh itu, imej-imej ini hanya boleh wujud secara berturutan; mereka tidak boleh diberikan secara global. Masa juga hadir dalam kesedaran kita sebagai tempoh dan turutan, sifat yang tidak boleh dikurangkan kepada yang lain dan berbeza daripada susunan bersebelahan. 2° Pada filem, semuanya akan ditentukan terlebih dahulu atau, jika anda suka, ditentukan. Oleh itu, kesedaran kita untuk memilih, bertindak, mencipta adalah ilusi. Jika terdapat turutan dan tempoh, ia adalah kerana realiti ragu-ragu, meraba-raba, mengembangkan kebaruan yang tidak dapat diramalkan secara beransur-ansur. Memang benar bahawa bahagian penentuan mutlak adalah besar dalam alam semesta; itulah sebabnya fizik matematik mungkin. Tetapi apa yang ditentukan terlebih dahulu adalah secara maya sudah siap dan hanya berlangsung kerana perpaduannya dengan apa yang sedang dibuat, dengan apa yang merupakan tempoh nyata dan turutan: kita mesti mengambil kira pertalian ini,

dan kita kemudian melihat bahawa sejarah masa lalu, kini, dan masa depan alam semesta tidak boleh diberikan secara global di sepanjang filem [1].

[1] Mengenai perkara ini, tentang apa yang kami panggil mekanisme pemikiran sinematik, dan tentang persepsi langsung kami tentang perkara-perkara, lihat Bab IV L'Évolution créatrice, Paris, 1907.

Yang lain akan menjawab: *"Pertama, kami tidak peduli dengan apa yang anda sebut sebagai ketakterjangkauan. Objek sains adalah untuk mengira, dan oleh itu untuk meramal: kami akan mengabaikan perasaan ketakpastian anda, yang mungkin hanyalah satu ilusi. Sekarang, anda mengatakan tidak ada ruang di alam semesta untuk menempatkan imej selain daripada imej yang disebut sebagai masa kini. Ini akan benar, jika alam semesta dikutuk hanya memiliki dua dimensinya. Tetapi kita boleh menganggapnya memiliki dimensi ketiga, yang tidak dapat dicapai oleh deria kita, dan di mana kesedaran kita akan bergerak ketika ia berkembang dalam 'Masa'. Berkat dimensi ketiga Ruang ini, semua imej yang membentuk semua detik masa lalu dan masa depan alam semesta diberikan sekaligus bersama imej masa kini, tidak tersusun antara satu sama lain seperti foto di sepanjang filem (untuk itu, memang tidak akan ada ruang), tetapi disusun dalam susunan berbeza, yang tidak dapat kita bayangkan, tetapi dapat kita konsepsikan. Hidup dalam Masa terdiri daripada melintasi dimensi ketiga ini, iaitu merincikannya, melihat satu demi satu imej yang memungkinkan mereka bersebelahan. Ketakpastian nyata yang akan kita lihat hanya terletak pada fakta bahawa ia belum dilihat: ia adalah pengobjektifan kejahilan kita* [1]*. Kita percaya bahawa imej tercipta ketika ia muncul, tepat kerana ia seolah-olah muncul kepada kita, iaitu tercipta di hadapan dan untuk kita, datang kepada kita. Tetapi jangan lupa bahawa semua pergerakan adalah timbal balik atau relatif: jika kita melihatnya datang kepada kita, sama benarlah untuk mengatakan bahawa kita pergi kepadanya. Mereka sebenarnya ada di sana; mereka menunggu kita, tersusun; kita melintasi barisan depan. Oleh itu jangan katakan bahawa peristiwa atau kemalangan berlaku kepada kita; kitalah yang sampai kepada mereka. Dan kita akan segera menyedarinya jika kita mengenal dimensi ketiga seperti yang lain."*

[1] Dalam halaman yang dikhaskan untuk *"mekanisme sinematik pemikiran"*, kami telah menunjukkan dahulu bahawa cara penaakulan ini adalah semula jadi bagi minda manusia. (L'Évolution créatrice, bab IV.)

Sekarang, saya mengandaikan saya diambil sebagai penimbang tara antara dua kem. Saya akan berpaling kepada mereka yang baru bercakap, dan saya akan berkata kepada mereka: *"Izinkan saya pertama mengucapkan tahniah kerana hanya memiliki dua dimensi, kerana anda akan memperoleh pengesahan untuk tesis anda yang saya tidak akan temui jika saya membuat penaakulan serupa di ruang di mana nasib melemparkan saya. Sesungguhnya, saya mendiami ruang tiga dimensi; dan apabila saya mengakui kepada ahli falsafah tertentu bahawa mungkin ada dimensi keempat, saya mengatakan sesuatu yang mungkin tidak masuk akal, walaupun dapat dikonsepsikan secara matematik. Seorang manusia super, yang saya akan jadikan penimbang tara antara mereka dan saya, mungkin akan menerangkan kepada kita bahawa idea dimensi keempat diperoleh melalui lanjutan tabiat matematik tertentu yang diperoleh dalam Ruang kita (sama seperti anda memperoleh idea dimensi ketiga), tetapi idea itu kali ini tidak dan tidak dapat sepadan dengan sebarang realiti. Namun terdapat ruang tiga dimensi, di mana saya berada: ini adalah keberuntungan untuk anda, dan saya akan dapat memberi anda maklumat. Ya, anda telah meneka dengan tepat dengan mempercayai kemungkinan wujudnya imej seperti anda, masing-masing meluas ke seluruh 'permukaan' tak terhingga, sedangkan ia mustahil dalam Ruang terpotong di mana keseluruhan alam semesta anda kelihatan terkandung pada setiap saat. Cukup dengan imej-imej ini—yang kami namakan 'rata'—bertindan, seperti yang kami katakan, satu sama lain. Inilah mereka bertindan. Saya melihat alam semesta anda 'pepejal', menurut cara kami bercakap; ia terdiri daripada timbunan semua imej rata anda, masa lalu, kini dan masa depan. Saya juga melihat kesedaran anda bergerak tegak lurus ke 'satah' yang bertindan ini, hanya mengetahui yang dilaluinya, melihatnya sebagai masa kini, kemudian mengingati yang ditinggalkannya di belakang, tetapi mengabaikan yang di depan dan yang masuk satu demi satu ke dalam masa kininya untuk segera memperkayakan masa lalunya."*

Namun, inilah yang masih mengejutkan saya.

Saya telah mengambil imej rawak, atau lebih baik filem tanpa imej, untuk mewakili masa depan anda, yang saya tidak tahu. Saya telah menimbun pada keadaan kini alam semesta anda keadaan

masa depan yang bagi saya masih kosong: mereka sejajar dengan keadaan masa lalu yang berada di seberang keadaan kini dan yang saya lihat sebagai imej tertentu. Tetapi saya sama sekali tidak pasti bahawa masa depan anda wujud bersama masa kini anda seperti itu. Anda yang memberitahu saya. Saya telah membina gambaran saya berdasarkan petunjuk anda, tetapi hipotesis anda tetap hipotesis. Jangan lupa bahawa ia adalah hipotesis, dan ia hanya menerjemahkan sifat tertentu fakta khusus, dipotong dari keluasan real, yang menjadi perhatian sains fizikal. Sekarang, saya boleh katakan kepada anda, dengan memberi manfaat pengalaman dimensi ketiga saya, bahawa perwakilan masa anda melalui ruang akan memberi anda lebih dan kurang daripada apa yang anda ingin wakilkan.

Ia akan memberi anda kurang, kerana timbunan imej yang bertindan yang membentuk keseluruhan keadaan alam semesta tidak mempunyai apa-apa yang menyiratkan atau menjelaskan pergerakan di mana Ruang anda P menduduki mereka satu demi satu, atau di mana (ia sama sahaja, menurut anda) mereka datang satu demi satu untuk memenuhi Ruang P di mana anda berada. Saya tahu dengan baik bahawa pergerakan ini tidak dikira, di mata anda. Memandangkan semua imej diberikan secara maya - dan itulah keyakinan anda - memandangkan seseorang sepatutnya secara teori dapat mengambil mana-mana yang dikehendaki dalam bahagian timbunan yang di hadapan (di sinilah terletaknya pengiraan atau ramalan sesuatu peristiwa), pergerakan yang memaksa anda melalui imej perantaraan antara imej itu dan imej semasa - pergerakan yang tepatnya akan menjadi masa - muncul kepada anda sebagai sekadar *'"kelewatan"'* atau halangan yang dibawa secara praktikal kepada penglihatan yang akan menjadi serta-merta secara prinsip; di sini hanya akan terdapat kekurangan pengetahuan empirikal anda, yang tepatnya diisi oleh sains matematik anda. Akhirnya ia akan menjadi negatif; dan seseorang tidak akan memberi diri *lebih*, seseorang akan memberi diri *kurang* daripada yang dimiliki, apabila seseorang meletakkan satu urutan, iaitu keperluan untuk membalik album, sedangkan semua helaian sudah ada di sana. Tetapi saya yang mengalami alam semesta tiga dimensi ini dan yang dapat melihat secara efektif pergerakan yang anda bayangkan, saya mesti memberi amaran kepada anda bahawa anda hanya mempertimbangkan satu aspek mobiliti dan akibatnya satu aspek jangka masa: yang lain, yang penting, terlepas daripada anda. Seseorang tentu boleh menganggap secara teori sebagai bertindih satu sama lain, diberikan terlebih dahulu secara prinsip, semua bahagian semua keadaan masa depan alam semesta yang telah ditentukan: seseorang hanya menyatakan penentuan mereka. Tetapi bahagian-bahagian ini, yang membentuk apa yang dipanggil dunia fizikal, dibingkai dalam bahagian-bahagian lain, yang pengiraan anda belum dapat mempengaruhi sehingga kini, dan yang anda nyatakan sebagai boleh dikira akibat satu asimilasi yang sepenuhnya hipotesis: terdapat organik, terdapat kesedaran. Saya yang dimasukkan ke dalam dunia teratur oleh badan saya, ke dalam dunia sedar oleh fikiran, saya melihat kemajuan ke hadapan sebagai pengayaan beransur-ansur, sebagai kesinambungan penciptaan dan kreativiti. Masa bagi saya adalah apa yang paling nyata dan paling diperlukan; ia adalah keadaan asas tindakan; - apa yang saya katakan? ia adalah tindakan itu sendiri; dan kewajipan saya untuk menghidupinya, ketidakmungkinan untuk melangkaui selang masa yang akan datang, akan cukup untuk membuktikan kepada saya - jika saya tidak mempunyai perasaan segera - bahawa masa depan benar-benar terbuka, tidak dapat diramalkan, tidak ditentukan. Jangan anggap saya seorang ahli metafizik, jika anda memanggil demikian lelaki pembinaan dialektik. Saya tidak membina apa-apa, saya hanya memerhatikan. Saya menyampaikan kepada anda apa yang ditawarkan kepada deria dan kesedaran saya: yang diberikan secara langsung mesti dianggap nyata selagi seseorang tidak meyakinkannya sebagai sekadar penampilan; kepada anda, oleh itu, jika anda melihat di sana satu ilusi, untuk membawa bukti. Tetapi anda tidak mengesyaki ilusi di sana melainkan kerana anda membuat, anda sendiri, satu pembinaan metafizik. Atau lebih tepat pembinaan itu sudah siap: ia berasal dari Plato, yang menganggap masa sebagai sekadar kekurangan keabadian; dan kebanyakan ahli metafizik kuno dan moden telah menerimanya begitu sahaja, kerana ia memang memenuhi keperluan asas pemahaman manusia. Dibuat untuk menetapkan undang-undang, iaitu untuk mengekstrak dari arus perubahan perkara-perkara hubungan tertentu yang tidak berubah, pemahaman kita secara semula jadi cenderung untuk hanya melihatnya; hanya mereka yang wujud untuknya; ia

memenuhi fungsinya, ia memenuhi tujuannya dengan meletakkan dirinya di luar masa yang mengalir dan berlangsung. Tetapi pemikiran, yang melampaui pemahaman tulen, tahu dengan baik bahawa, jika intipati kecerdasan adalah untuk mengasingkan undang-undang, ia adalah supaya tindakan kita dapat bergantung pada sesuatu, ia adalah supaya kehendak kita mempunyai lebih banyak kuasa ke atas perkara: pemahaman memperlakukan jangka masa sebagai kekurangan, sebagai negatif tulen, supaya kita dapat bekerja dengan seefisien mungkin dalam jangka masa ini yang bagaimanapun merupakan perkara yang paling positif di dunia. Metafizik kebanyakan ahli metafizik oleh itu hanyalah hukum fungsi pemahaman itu sendiri, yang merupakan salah satu fakulti pemikiran, tetapi bukan pemikiran itu sendiri. Yang terakhir ini, dalam keseluruhannya, mengambil kira pengalaman menyeluruh, dan keseluruhan pengalaman kita adalah jangka masa. Oleh itu, apa pun yang anda lakukan, anda menghapuskan sesuatu, dan bahkan yang penting, dengan menggantikan dengan satu blok yang diletakkan sekali gus keadaan alam semesta yang berlalu satu demi satu[1].

[1] Mengenai hubungan yang ditetapkan oleh ahli metafizik antara blok dan imej yang diberikan satu demi satu, kami telah membincangkan panjang lebar dalam L'Évolution créatrice, bab IV.

Anda memberi diri anda kurang daripada yang diperlukan. Tetapi, dalam erti kata lain, anda memberi diri anda lebih daripada yang diperlukan.

Anda memang menginginkan satah P anda merentasi semua imej, ditempatkan di sana untuk menunggu anda, dari semua detik berturut-turut alam semesta. Atau—yang bermaksud sama—anda ingin semua imej yang diberikan dalam seketika atau dalam keabadian ini, disebabkan kelemahan persepsi anda, dihukum untuk muncul bergilir-gilir pada satah P anda. Tidak mengira bagaimana anda menyatakannya: dalam kedua-dua kes terdapat satah P—itulah Ruang—dan anjakan satah ini selari dengan dirinya sendiri—itulah Masa—yang menyebabkan satah itu merentasi seluruh blok yang diletakkan sekali gus. Tetapi, jika blok itu benar-benar diberikan, anda juga boleh memotongnya dengan mana-mana satah P' lain yang masih bergerak selari dengan dirinya sendiri dan dengan itu merentasi seluruh realiti dalam arah lain[1]. Anda akan membuat pengagihan baru ruang dan masa, sama sahaja seperti yang pertama, kerana blok pepejal itu sendirilah yang mempunyai realiti mutlak. Inilah tepatnya andaian anda. Anda membayangkan telah memperoleh, melalui penambahan dimensi tambahan, Ruang-dan-Masa tiga dimensi yang boleh dibahagikan kepada ruang dan masa dalam cara yang tidak terkira; milik anda, yang anda alami, hanyalah salah satunya; ia akan setaraf dengan semua yang lain. Tetapi saya, yang *melihat* bagaimana semua pengalaman, yang hanya anda bayangkan, pemerhati yang terikat pada satah P' anda dan bergerak bersamanya, boleh memberitahu anda bahawa dengan memiliki pada setiap detik penglihatan imej yang terdiri daripada titik-titik yang dipinjam dari semua detik nyata alam semesta, mereka akan hidup dalam ketidakkonsistenan dan kemustahilan. Kumpulan imej yang tidak konsisten dan tidak masuk akal ini sememangnya menghasilkan semula blok, tetapi semata-mata kerana blok itu telah dibentuk dengan cara yang sama sekali berbeza—oleh satah tertentu yang bergerak dalam arah tertentu—barulah blok itu wujud, dan seseorang boleh bersuka-suka menghasilkannya semula dalam fikiran melalui mana-mana satah yang bergerak dalam arah lain. Meletakkan khayalan ini setaraf dengan realiti, mengatakan bahawa pergerakan yang sebenarnya menghasilkan blok hanyalah salah satu daripada kemungkinan yang ada, adalah mengabaikan perkara kedua yang baru saya tekankan: dalam blok *yang sudah siap*, dan dibebaskan daripada jangka masa di mana ia *sedang dibuat*, hasil yang diperoleh dan dipisahkan tidak lagi menampakkan tanda jelas kerja yang menghasilkannya. Ribuan operasi berbeza, dilakukan oleh fikiran, akan menghasilkannya semula secara ideal, walaupun ia telah disusun secara efektif dengan cara tertentu. Apabila rumah dibina, imaginasi kita akan melaluinya dalam semua arah dan membinanya semula sama baiknya dengan meletakkan bumbung dahulu, kemudian menyambung tingkat demi tingkat. Siapakah yang akan menyamakan kaedah ini dengan kaedah arkitek, dan menganggapnya setara? Dengan melihat lebih dekat, akan jelas bahawa kaedah arkitek adalah satu-satunya cara efektif untuk menyusun keseluruhannya, iaitu untuk membuatnya; yang lain, walaupun kelihatan, hanyalah cara untuk menguraikannya, iaitu, pada dasarnya, untuk memusnahkannya; oleh itu terdapat sebanyak yang

diinginkan. Apa yang hanya boleh dibina dalam susunan tertentu boleh dimusnahkan dengan cara apa pun.

[1] Memang benar, dalam konsepsi biasa Masa yang diserupakan ruang, seseorang tidak pernah terdorong untuk mengalihkan filem dalam arah Masa, dan membayangkan pengagihan baru kontinum empat dimensi kepada masa dan ruang: ia tidak menawarkan sebarang kelebihan dan akan memberikan hasil yang tidak konsisten, sedangkan operasi itu seolah-olah terpaksa dalam teori Relativiti. Namun penggabungan masa dengan ruang, yang kami berikan sebagai ciri teori ini, boleh difahami, seperti yang dilihat, dalam teori biasa, walaupun dengan aspek yang berbeza.

BAB 9.5.

Dua ilusi yang mungkin timbul

Inilah dua perkara yang tidak boleh dilupakan apabila seseorang menyatukan masa dengan ruang dengan memberikan dimensi tambahan kepadanya. Kami telah meletakkan diri dalam kes yang paling umum; kami belum mempertimbangkan aspek khusus yang diambil oleh dimensi baru ini dalam teori Relativiti. Ini kerana ahli teori Relativiti, setiap kali mereka melangkah keluar dari sains tulen untuk memberi kita idea tentang realiti metafizik yang diungkapkan oleh matematik ini, secara tersirat mengakui bahawa dimensi keempat mempunyai *sekurang-kurangnya* atribut tiga yang lain, sedia untuk menambah sesuatu. Mereka telah bercakap tentang Ruang-Masa mereka dengan menganggap dua perkara berikut telah dipersetujui: 1° Semua pengagihan yang boleh dibuat di dalamnya kepada ruang dan masa mesti diletakkan setaraf (memang benar bahawa pengagihan ini hanya boleh dilakukan, dalam hipotesis Relativiti, mengikut undang-undang khas, yang akan kami kembali sebentar lagi); 2° pengalaman kami tentang peristiwa berturut-turut hanya menerangi satu demi satu titik garis yang diberikan sekaligus. Mereka seolah-olah tidak mengambil kira bahawa ungkapan matematik masa, dengan memberikannya ciri ruang dan memerlukan dimensi keempat, apa pun kualiti khususnya, mempunyai terlebih dahulu ciri tiga yang lain, akan silap secara berlebihan dan kekurangan sekaligus, seperti yang baru kami tunjukkan. Sesiapa yang tidak membawa pembetulan berganda di sini berisiko tersilap tentang kepentingan falsafah teori Relativiti dan mengangkat perwakilan matematik menjadi realiti transenden. Seseorang akan yakin dengan pergi ke petikan tertentu dalam buku yang sudah klasik oleh Encik Eddington: *"'Peristiwa tidak berlaku; mereka ada di sana, dan kami menemui mereka dalam perjalanan kami. 'Formaliti untuk berlaku' hanyalah petunjuk bahawa pemerhati, dalam perjalanan penerokaannya, telah melalui masa depan mutlak peristiwa berkenaan, dan ia tidak penting"* [1]." Telah dibaca dalam salah satu karya awal tentang teori Relativiti, oleh Silberstein, bahawa Encik Wells telah menjangkakan teori ini dengan hebat apabila dia membuat *'pengembara dalam Masa'* berkata: *"Tiada perbezaan antara Masa dan Ruang, kecuali bahawa sepanjang Masa kesedaran kita bergerak"* [2].

[1] Eddington, Espace, Temps et Gravitation, trad. fr., p. 51.

[2] Silberstein, The Theory of Relativity, p. 130.

BAB 9.6.

Ciri-ciri khusus perwakilan ini dalam teori Relativiti

Tetapi kita kini perlu menumpukan perhatian pada aspek khusus yang diambil oleh dimensi keempat dalam Ruang-Masa Minkowski dan Einstein. Di sini, invarian ds^2 bukan lagi hasil tambah empat kuasa dua yang masing-masing mempunyai pekali unit, seperti yang akan berlaku jika masa adalah dimensi yang serupa dengan yang lain: kuasa dua keempat, yang mempunyai pekali c^2, mesti ditolak daripada hasil tambah tiga sebelumnya, dan dengan itu menduduki kedudukan yang berasingan. Kita boleh, dengan teknik yang sesuai, menghapuskan keistimewaan ungkapan matematik ini: namun ia tetap wujud dalam perkara yang diungkapkan, dan ahli matematik memberitahu kita dengan menyatakan bahawa tiga dimensi pertama adalah

'nyata' dan yang keempat *'khayalan'*. Oleh itu, marilah kita memahami Ruang-Masa khusus ini sebaik mungkin.

BAB 9.7.

Ilusi Khusus yang Mungkin Terhasil

Tetapi marilah kita segera mengumumkan hasil yang kita tuju. Ia pasti akan menyerupai hasil yang kita peroleh daripada pemeriksaan Pelbagai Masa; malah, ia tidak boleh tidak menjadi ungkapan baru bagi hasil tersebut. Menentang akal sehat dan tradisi falsafah, yang menyokong satu Masa tunggal, teori Relativiti pada mulanya seolah-olah menegaskan kepelbagaian Masa. Setelah diperiksa dengan teliti, kita tidak pernah menemui lebih daripada satu Masa nyata, iaitu masa ahli fizik yang membina sains: yang lain adalah Masa maya, maksud saya khayalan, yang dikaitkan olehnya dengan pemerhati maya, maksud saya fantasi. Setiap pemerhati hantu ini, jika tiba-tiba menjadi hidup, akan menduduki jangka masa nyata pemerhati nyata sebelumnya, yang kini menjadi hantu pula. Oleh itu, konsep biasa Masa nyata terus wujud secara ringkas, ditambah dengan satu binaan minda yang bertujuan untuk menggambarkan bahawa, jika formula Lorentz digunakan, ungkapan matematik fakta elektro-magnetik tetap sama untuk pemerhati yang dianggap pegun dan untuk pemerhati yang mengaitkan sebarang gerakan seragam pada dirinya. Sekarang, Ruang-Masa Minkowski dan Einstein tidak mewakili apa-apa selain daripada ini. Jika yang kita maksudkan dengan Ruang-Masa empat dimensi adalah satu medium nyata di mana makhluk dan objek nyata berevolusi, maka Ruang-Masa teori Relativiti adalah milik semua orang, kerana kita semua membuat isyarat untuk mewujudkan Ruang-Masa empat dimensi sebaik sahaja kita mengspatialisasikan masa, dan kita tidak boleh mengukur masa, malah kita tidak boleh bercakap mengenainya tanpa mengspatialisasikannya[1]. Tetapi, dalam Ruang-Masa ini, Masa dan Ruang akan tetap berbeza: Ruang tidak boleh mengeluarkan masa, begitu juga Masa tidak boleh mengembalikan ruang. Jika mereka saling bertindih, dan dalam perkadaran yang berbeza mengikut kelajuan sistem (inilah yang berlaku dalam Ruang-Masa Einstein), maka yang kita hadapi hanyalah Ruang-Masa maya, iaitu milik ahli fizik yang dibayangkan sedang bereksperimen dan bukannya ahli fizik yang sebenarnya bereksperimen. Kerana Ruang-Masa yang terakhir ini dalam keadaan rehat, dan dalam Ruang-Masa yang rehat, Masa dan Ruang tetap berbeza antara satu sama lain; mereka tidak bercampur, seperti yang akan kita lihat, kecuali dalam gaulan yang dihasilkan oleh pergerakan sistem; tetapi sistem tidak bergerak kecuali jika ahli fizik yang berada di dalamnya meninggalkannya. Sekarang, dia tidak boleh meninggalkannya tanpa memasuki sistem lain: sistem ini, yang kemudiannya dalam keadaan rehat, akan mempunyai Ruang dan Masa yang berbeza dengan jelas seperti kita. Oleh itu, Ruang yang menelan Masa, Masa yang menyerap Ruang pula, adalah Masa atau Ruang yang sentiasa maya dan hanya ditegakkan, tidak pernah semasa dan direalisasikan. Memang benar bahawa konsep Ruang-Masa ini kemudian akan bertindak ke atas persepsi Ruang dan Masa semasa. Melalui Masa dan Ruang yang sentiasa kita ketahui berbeza, dan dengan itu tidak berbentuk, kita akan melihat, seolah-olah melalui ketelusan, satu organisma Ruang-Masa yang berartikulasi. Notasi matematik artikulasi ini, dilakukan pada maya dan dibawa ke tahap umumiti tertinggi, akan memberi kita pegangan yang tidak dijangka pada realiti. Kita akan mempunyai alat penyiasatan yang berkuasa, prinsip penyelidikan yang boleh diramalkan, mulai hari ini, bahawa minda manusia tidak akan melepaskannya, walaupun eksperimen memaksa bentuk baru pada teori Relativiti.

[1] Inilah yang kita ungkapkan dalam bentuk lain (hlm. 76 dan seterusnya) apabila kita mengatakan bahawa sains tidak mempunyai cara untuk membezakan antara masa yang sedang berjalan dan masa yang telah berjalan. Ia mengspatialisasikan masa semata-mata dengan mengukurnya.

BAB 9.8.

Apa Yang Sebenarnya Diwakili oleh Penggabungan Ruang-Masa

Untuk menunjukkan bagaimana Ruang dan Masa hanya mula terjalin apabila kedua-duanya menjadi fiksyen, mari kita kembali kepada sistem S' dan pemerhati kita yang berada secara efektif dalam S', mengalihkan pemikirannya ke sistem lain S, menetapkannya sebagai pegun dan menganggap S' digerakkan dengan semua kelajuan yang mungkin. Kami ingin mengetahui apa yang dimaksudkan secara khusus dalam teori Relativiti, pertalian Ruang dengan Masa yang dianggap sebagai dimensi tambahan. Kami tidak akan mengubah hasilnya, dan kami akan memudahkan penerangan kami dengan mengandaikan bahawa ruang sistem S dan S' dikurangkan kepada satu dimensi tunggal, satu garis lurus, dan pemerhati dalam S', yang mempunyai bentuk seperti cacing, mendiami sebahagian garis ini. Pada dasarnya, kami hanya meletakkan diri kami dalam keadaan yang kami alami sebentar tadi (hlm. 190). Kami mengatakan bahawa pemerhati kami, selagi dia mengekalkan pemikirannya dalam S' di mana dia berada, memerhatikan semata-mata ketekalan panjang $A'B'$ yang ditetapkan sebagai l. Tetapi, sebaik sahaja pemikirannya beralih ke S, dia melupakan ketekalan konkrit yang diperhatikan bagi panjang $A'B'$ atau kuasa duanya l^2; dia hanya mewakilkannya secara abstrak sebagai ketekalan perbezaan antara dua kuasa dua L^2 dan c^2T^2, yang akan diberikan sendirian (dengan memanggil L ruang memanjang $\frac{l}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, dan T selang masa $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\cdot\frac{lv}{c^2}$, yang telah diselitkan antara dua peristiwa A dan B yang dilihat dalam sistem S sebagai serentak). Kami yang mengetahui Ruang dengan lebih daripada satu dimensi tidak sukar untuk menterjemahkan perbezaan antara dua konsep ini secara geometri; kerana dalam Ruang dua dimensi yang mengelilingi garis $A'B'$ untuk kami, kami hanya perlu menegakkan serenjang $B'C'$ sama dengan cT, dan kami segera perhatikan bahawa pemerhati sebenar dalam S' melihat secara nyata sisi $A'B'$ segi tiga tepat sebagai tidak berubah, manakala pemerhati fiksyen dalam S melihat (atau lebih tepat menganggap) secara langsung hanya sisi lain $B'C'$ dan hipotenus $A'C'$ segi tiga ini: garis $A'B'$ tidak lagi baginya melainkan satu lakaran mental yang melengkapkan segi tiga, satu ungkapan berkias bagi $\sqrt{A'\bar{C}'^2-B'\bar{C}'^2}$. Sekarang, mari kita andaikan bahawa satu keajaiban meletakkan pemerhati kami, yang sebenar dalam S' dan fiksyen dalam S, dalam keadaan di mana kami berada, dan membuatnya melihat atau menganggap Ruang dengan lebih daripada satu dimensi. Sebagai pemerhati sebenar dalam S', dia akan melihat garis lurus $A'B'$: itu nyata. Sebagai ahli fizik fiksyen dalam S, dia akan melihat atau menganggap garis patah $A'C'B'$: itu hanya maya; ia adalah garis lurus $A'B'$ yang muncul, dipanjangkan dan digandakan, dalam cermin gerakan. Sekarang, garis lurus $A'B'$ adalah Ruang. Tetapi garis patah $A'C'B'$ adalah Ruang dan Masa; dan begitu juga dengan infiniti garis patah lain $A'D'B'$, $A'E'B'$ ... dsb., yang sepadan dengan kelajuan berbeza sistem S', manakala garis lurus $A'B'$ kekal sebagai Ruang. Garis patah Ruang-Masa ini, semata-mata maya, muncul dari garis lurus Ruang semata-mata oleh gerakan yang difikirkan oleh minda ke atas sistem. Kesemuanya tertakluk kepada hukum bahawa kuasa dua bahagian Ruang mereka, dikurangkan kuasa dua bahagian Masa mereka (dipersetujui untuk mengambil kelajuan cahaya sebagai unit masa) memberikan baki sama dengan kuasa dua tidak berubah garis lurus $A'B'$, yang merupakan garis Ruang tulen, tetapi nyata. Oleh itu, kami melihat dengan tepat hubungan amalgam Ruang-Masa dengan Ruang dan Masa yang berbeza, yang sentiasa ditinggalkan bersebelahan di sini walaupun apabila seseorang menjadikan Masa, dengan menyetempatkannya, satu dimensi tambahan Ruang. Hubungan ini menjadi sangat ketara dalam kes khusus yang kami pilih dengan sengaja, iaitu apabila garis $A'B'$, dilihat oleh pemerhati yang diletakkan dalam S', menghubungkan dua peristiwa A' dan B' yang diberikan dalam sistem ini sebagai serentak. Di sini, Masa dan Ruang begitu berbeza sehingga Masa lenyap, meninggalkan hanya Ruang: satu ruang $A'B'$, itu sahaja yang diperhatikan, itu realitinya. Tetapi realiti ini boleh dibina semula secara maya oleh satu amalgam Ruang maya dan Masa maya, Ruang dan Masa ini memanjang apabila kelajuan maya yang diberikan kepada sistem oleh pemerhati yang secara idealnya

melepaskan diri daripadanya meningkat. Oleh itu, kami memperoleh infiniti amalgam Ruang dan Masa yang semata-mata difikirkan, semua setara dengan Ruang tulen dan mudah, yang dilihat dan nyata.

Tetapi *intipati teori Relativiti adalah untuk meletakkan pandangan nyata dan pandangan maya pada tahap yang sama.* Yang nyata hanya akan menjadi kes khas yang maya. Antara persepsi garis lurus $A'B'$ di dalam sistem S', dan konsepsi garis patah $A'C'B'$ apabila seseorang menganggap dirinya di dalam sistem S, tidak akan ada perbezaan sifat. Garis lurus $A'B'$ akan menjadi garis patah seperti $A'C'B'$ dengan segmen seperti $C'B'$ sifar, nilai sifar yang diberikan di sini oleh c^2T^2 adalah nilai seperti yang lain. Ahli matematik dan ahli fizik pasti berhak untuk menyatakan demikian. Tetapi ahli falsafah, yang mesti membezakan yang nyata daripada yang simbolik, akan bercakap berbeza. Dia akan memadai dengan menerangkan apa yang telah berlaku. Terdapat satu panjang yang dilihat, nyata, $A'B'$. Dan jika dipersetujui untuk hanya memberikan itu, dengan mengambil $A'B'$ dan B' sebagai seketika dan serentak, terdapat semata-mata, secara hipotesis, panjang Ruang ini *ditambah* ketiadaan Masa. Tetapi satu gerakan yang diberikan oleh pemikiran kepada sistem menjadikan Ruang yang pada asalnya dipertimbangkan kelihatan membengkak dengan Masa: l^2 akan menjadi L^2, iaitu $l^2 + c^2T^2$. Kemudian ruang baru perlu mengeluarkan masa, L^2 perlu dikurangkan sebanyak c^2T^2, untuk mendapatkan semula l^2.

Oleh itu, kami kembali kepada kesimpulan kami sebelum ini. Kami ditunjukkan bahawa dua peristiwa, serentak untuk orang yang memerhatikannya di dalam sistemnya, akan menjadi berturutan untuk orang yang mewakili, dari luar, sistem dalam gerakan. Kami bersetuju, tetapi kami menunjukkan bahawa selang antara dua peristiwa yang menjadi berturutan, walau dipanggil masa, tidak boleh mengandungi sebarang peristiwa: ia adalah, seperti yang kami katakan, "ketiadaan yang dilebarkan". Di sini kami menyaksikan pelebaran. Bagi pemerhati dalam S', jarak antara A' dan B' adalah panjang ruang l ditambah sifar masa. Apabila realiti l^2 menjadi kemayaan L^2, sifar masa nyata berkembang menjadi satu masa maya c^2T^2. Tetapi selang masa maya ini hanyalah ketiadaan masa primitif, menghasilkan beberapa kesan optik dalam cermin gerakan. Pemikiran tidak boleh meletakkan satu peristiwa di dalamnya, walau sependek mana pun, tidak lebih daripada seseorang boleh menolak perabot ke dalam ruang tamu yang dilihat di belakang cermin.

---

[1] Lihat di atas, hlm. 154.

Kita telah mempertimbangkan satu kes khusus, di mana peristiwa di A' dan B' dilihat sebagai serentak di dalam sistem S'. Kami mendapati ini sebagai cara terbaik untuk menganalisis operasi di mana Ruang ditambahkan kepada Masa dan Masa kepada Ruang dalam teori Relativiti. Sekarang mari kita ambil kes yang lebih umum di mana peristiwa A' dan B' berlaku pada masa yang berbeza bagi pemerhati di S'. Kita kembali ke notasi pertama kita: kita akan memanggil t'_1 sebagai masa peristiwa A' dan t'_2 sebagai masa peristiwa B'; kita akan menandakan dengan $x'_2 - x'_1$ jarak dari A' ke B' dalam Ruang, dengan x'_1 dan x'_2 masing-masing jarak dari A' dan B' ke titik asal O'. Untuk memudahkan, kita sekali lagi mengandaikan Ruang dikurangkan kepada satu dimensi. Tetapi kali ini kita akan bertanya bagaimana pemerhati di dalam S', setelah memerhatikan dalam sistem ini ketekalan panjang Ruang $x'_2 - x'_1$ dan ketekalan panjang Masa $t'_2 - t'_1$ untuk semua kelajuan yang mungkin diandaikan sistem ini bergerak, akan menggambarkan ketekalan ini dengan meletakkan dirinya dalam pemikiran ke dalam sistem pegun S. Kita tahu[1] bahawa $(x'_2 - x'_1)^2$ harus telah mengembang menjadi

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(x'_2 - x'_1) + v(t'_2 - t'_1)]^2$$

, kuantiti yang melebihi $(x'_2 - x'_1)^2$ sebanyak

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[\frac{v^2}{c^2}(x_2^{'}-x_1^{'})^2+v^2(t_2^{'}-t_1^{'})^2+2v(x_2^{'}-x_1^{'})(t_2^{'}-t_1^{'})]$$

Di sini sekali lagi, satu masa, seperti yang dapat dilihat, akan datang untuk menggelembungkan satu ruang.

Tetapi, pada gilirannya, satu ruang telah ditambahkan kepada satu masa, kerana apa yang pada asalnya $(t_2^{'}-t_1^{'})^2$ telah menjadi [2]

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[(t_2^{'}-t_1^{'})+\frac{v(x_2^{'}-x_1^{'})}{c^2}]^2$$

, kuantiti yang melebihi $(t_2^{'}-t_1^{'})^2$ sebanyak

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}[\frac{v^2}{c^2}(x_2^{'}-x_1^{'})^2+\frac{v^2}{c^2}(t_2^{'}-t_1^{'})^2+\frac{2v}{c^2}(x_2^{'}-x_1^{'})(t_2^{'}-t_1^{'})]$$

---

[1] Lihat hlm. 193

[2] Lihat hlm. 194

Sehingga kuasa dua masa telah bertambah dengan satu kuantiti yang, didarab dengan c^2, akan memberikan pertambahan kuasa dua ruang. Dengan ini kita melihat terbentuk di depan mata kita, ruang mengumpul masa dan masa mengumpul ruang, ketekalan perbezaan $(x_2-x_1)^2-c^2(t_2-t_1)^2$ untuk semua kelajuan yang dikaitkan dengan sistem.

Tetapi gabungan Ruang dan Masa ini hanya mula berlaku bagi pemerhati di $S^{'}$ pada saat tepat pemikirannya menggerakkan sistem. Dan gabungan itu hanya wujud dalam pemikirannya. Apa yang nyata, iaitu yang diperhatikan atau dapat diperhatikan, ialah Ruang dan Masa yang berbeza yang dia hadapi dalam sistemnya. Dia boleh mengaitkannya dalam satu kontinum empat dimensi: ini yang kita semua lakukan, lebih kurang keliru, apabila kita menspatialkan masa, dan kita menspatialkan masa sebaik sahaja kita mengukurnya. Tetapi Ruang dan Masa kekal berasingan secara tekal. Mereka tidak akan bergabung bersama atau, lebih tepat, ketekalan tidak akan dipindahkan kepada perbezaan $(x_2-x_1)^2-c^2(t_2-t_1)^2$ kecuali untuk pemerhati fantasi kita. Pemerhati sebenar akan membiarkannya berlaku, kerana dia tenang: kerana setiap dua istilahnya x_2-x_1 dan t_2-t_1, panjang ruang dan selang masa, adalah tekal, tidak kira dari sudut mana dia memerhatikannya di dalam sistemnya, dia menyerahkannya kepada pemerhati fantasi untuk dimasukkan mengikut kehendaknya ke dalam ungkapan invariannya; terlebih dahulu dia menerima ungkapan ini, terlebih dahulu dia tahu ia akan sesuai dengan sistemnya sebagaimana yang dia lihat sendiri, kerana hubungan antara istilah tetap semestinya tetap. Dan dia akan banyak mendapat manfaat, kerana ungkapan yang dibawakannya adalah ungkapan kebenaran fizikal baru: ia menunjukkan bagaimana *'penghantaran'* cahaya berkelakuan berbanding *'translasi'* jasad.

Tetapi ia memberitahunya tentang hubungan penghantaran ini dengan translasi itu, ia tidak memberitahunya apa-apa yang baru tentang Ruang dan Masa: kedua-duanya tetap seperti dahulu, berbeza antara satu sama lain, tidak mampu bercampur kecuali melalui kesan fiksyen matematik yang bertujuan untuk melambangkan kebenaran fizikal. Kerana Ruang dan Masa yang saling menembusi ini bukanlah Ruang dan Masa mana-mana ahli fizik sebenar atau yang dianggap sedemikian. Ahli fizik sebenar mengambil ukurannya dalam sistem di mana dia berada, dan yang dia pegunkan dengan menggunakannya sebagai sistem rujukan: Masa dan Ruang kekal berbeza, tidak dapat menembusi satu sama lain. Ruang dan Masa hanya menembusi dalam sistem bergerak di mana ahli fizik sebenar tidak hadir, di mana hanya terdapat ahli fizik yang dibayangkannya—dibayangkan untuk kebaikan sains. Tetapi ahli fizik ini tidak dibayangkan sebagai nyata atau mungkin nyata: menganggap mereka nyata, memberi mereka kesedaran, akan menjadikan sistem mereka sebagai sistem rujukan, mengangkut diri ke sana dan bergabung dengan mereka, dengan apa cara pun menyatakan bahawa Masa dan Ruang mereka telah berhenti menembusi satu sama lain.

Dengan ini kita kembali melalui jalan memutar yang panjang ke titik permulaan kita. Dari Ruang yang boleh ditukar kepada Masa dan Masa yang boleh ditukar kembali kepada Ruang, kita hanya mengulangi apa yang telah kita katakan tentang kepelbagaian Masa, tentang turutan dan keserentakan yang dianggap boleh ditukar ganti. Dan ini sememangnya semula jadi, kerana ia adalah perkara yang sama dalam kedua-dua kes. Ketekalan ungkapan $dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$ berpunta serta-merta daripada persamaan Lorentz. Dan Ruang-Masa Minkowski dan Einstein hanya melambangkan ketekalan ini, seperti hipotesis Masa berganda dan keserentakan yang boleh ditukar kepada turutan hanya menterjemahkan persamaan-persamaan ini.

BAB 10.

Catatan Akhir

Kita sampai ke penghujung kajian kita. Ia sepatutnya membincangkan Masa dan paradoks-paradoks mengenai Masa yang biasanya dikaitkan dengan teori Relativiti. Oleh itu, ia akan berpegang pada Relativiti Terhad. Adakah kita tinggal dalam abstrak untuk itu? Sudah tentu tidak, dan kita tidak akan mempunyai apa-apa yang penting untuk ditambah tentang Masa jika kita memperkenalkan ke dalam realiti yang dipermudahkan yang telah kita tangani sehingga kini satu medan graviti. Menurut teori Relativiti Am, sesungguhnya, seseorang tidak boleh lagi, dalam medan graviti, mentakrifkan penyelarasan jam atau menegaskan bahawa kelajuan cahaya adalah malar. Akibatnya, secara tegas, takrif optik masa lenyap. Sebaik sahaja seseorang ingin memberi makna kepada koordinat '*masa*', seseorang akan meletakkan diri dalam keadaan Relativiti Terhad, dengan pergi mencarinya di infiniti jika perlu.

Pada setiap saat, satu alam semesta Relativiti Terhad bersinggungan dengan Alam Semesta Relativiti Am. Sebaliknya, seseorang tidak pernah perlu mempertimbangkan kelajuan yang setanding dengan cahaya, atau medan graviti yang sengit secara berkadar. Oleh itu, secara amnya, dengan penghampiran yang mencukupi, seseorang boleh meminjam konsep Masa dari Relativiti Terhad dan mengekalkannya sebagaimana adanya. Dalam erti kata ini, Masa bergantung pada Relativiti Terhad, seperti Ruang bergantung pada Relativiti Am.

Namun begitu, Masa dalam Teori Relativiti Khas dan Ruang dalam Teori Relativiti Am tidak memiliki tahap realiti yang sama. Kajian mendalam tentang perkara ini akan sangat berfaedah bagi ahli falsafah. Ia akan mengesahkan perbezaan asasi yang kami tegaskan dahulu antara Masa Nyata dan Ruang Tulen, yang secara tidak wajar dianggap analog oleh falsafah tradisional. Dan mungkin ia tidak kurang menarik bagi ahli fizik. Ia akan mendedahkan bahawa teori Relativiti Khas dan teori Relativiti Am tidak digerakkan oleh semangat yang sama persis dan tidak memiliki makna yang serupa. Yang pertama muncul dari usaha kolektif, manakala yang kedua mencerminkan kejeniusan tersendiri Einstein. Yang pertama membawa terutamanya rumusan baru untuk hasil yang telah diperoleh; ia merupakan, dalam erti kata sebenar, satu teori, satu mod perwakilan. Yang kedua pada dasarnya satu kaedah penyelidikan, satu alat penemuan. Tetapi kami tidak perlu membuat perbandingan antara keduanya. Marilah kita menyebut sepatah dua tentang perbezaan antara Masa yang satu dan Ruang yang lain. Ini akan mengulangi satu idea yang berulang kali diungkapkan dalam esei ini.

Apabila ahli fizik Relativiti Am menentukan struktur Ruang, dia bercakap tentang Ruang di mana dia benar-benar berada. Segala yang dinyatakannya, akan disahkannya dengan alat pengukuran yang sesuai. Bahagian Ruang yang ditakrifkannya kelengkungannya mungkin jauh sejauh mana: secara teori dia akan pergi ke sana, secara teori dia akan membawa kita menyaksikan pengesahan formulanya. Pendek kata, Ruang dalam Relativiti Am memaparkan ciri-ciri yang bukan sekadar difikirkan, tetapi juga dapat dilihat. Ia berkaitan dengan sistem yang didiami oleh ahli fizik tersebut.

Tetapi ciri-ciri masa khususnya kepelbagaian Masa dalam teori Relativiti Khas, bukan sahaja secara praktikal terlepas dari pemerhatian ahli fizik yang menetapkannya: ia tidak dapat disahkan secara prinsip. Sedangkan Ruang dalam Relativiti Am adalah Ruang di mana seseorang berada, Masa dalam Relativiti Khas ditakrifkan sedemikian rupa sehingga semuanya, kecuali satu, adalah Masa di mana seseorang tidak berada. Seseorang tidak boleh berada di sana, kerana di mana sahaja dia pergi, dia membawa Masa yang menghalau yang lain, seperti cahaya yang mengiringi pejalan kaki menolak kabut pada setiap langkah. Seseorang bahkan tidak dapat membayangkan dirinya berada di sana, kerana membayangkan diri dalam salah satu Masa yang diluaskan bermakna mengguna pakai sistem miliknya, menjadikannya sistem rujukan: serta-merta Masa itu akan mengecut, dan kembali menjadi Masa yang dialami dalam sistem, Masa yang tiada sebab untuk kita tidak percaya sama dalam semua sistem.

Oleh itu, Masa yang diluaskan dan terpisah adalah Masa tambahan, disisipkan oleh pemikiran ahli fizik antara titik permulaan pengiraan, iaitu Masa nyata, dan titik ketibaan, yang masih Masa nyata yang sama. Dalam yang ini ukuran diambil untuk dioperasikan; kepadanya hasil operasi diterapkan. Yang lain adalah perantara antara pernyataan dan penyelesaian masalah.

Ahli fizik meletakkan semuanya pada tahap yang sama, memanggilnya dengan nama yang sama, memperlakukannya dengan cara yang sama. Dan dia betul. Semuanya memang ukuran Masa; dan kerana ukuran sesuatu benda, di mata fizik, adalah benda itu sendiri, semuanya mesti menjadi Masa bagi ahli fizik. Tetapi hanya dalam satu daripadanya—kami percaya telah membuktikannya—terdapat kesinambungan. Hanya satu daripadanya yang berkekalan; yang lain tidak. Sedangkan yang itu adalah masa yang disokong oleh panjang yang mengukurnya, tetapi berbeza daripadanya, yang lain hanyalah panjang. Lebih tepat, yang itu adalah Masa sekaligus *'garis cahaya'*; yang lain hanyalah garis cahaya. Tetapi kerana garis terakhir ini lahir dari peluasan yang pertama, dan kerana yang pertama melekat pada Masa, mereka akan disebut sebagai Masa yang diluaskan. Dari sinilah semua Masa, dalam bilangan tak terhingga, dalam Relativiti Khas. Kepelbagaian mereka, jauh daripada mengecualikan kesatuan Masa Nyata, justeru mengandaikannya.

Paradoks bermula apabila seseorang mendakwa semua Masa ini sebagai realiti, iaitu benda yang dilihat atau boleh dilihat, yang dialami atau boleh dialami. Secara tersirat telah diandaikan sebaliknya untuk semua—kecuali satu—apabila Masa disamakan dengan garis cahaya. Inilah percanggahan yang difikirkan oleh minda kita, apabila tidak melihatnya dengan jelas. Ia tidak boleh dikaitkan dengan mana-mana ahli fizik sebagai ahli fizik: ia hanya akan timbul dalam fizik yang mengangkat dirinya menjadi metafizik. Percanggahan ini tidak dapat diterima oleh minda kita. Adalah salah untuk mengaitkan penentangan ini dengan prasangka akal sehat. Prasangka lenyap atau sekurang-kurangnya melemah dengan renungan. Tetapi dalam kes ini, renungan mengukuhkan keyakinan kita dan akhirnya menjadikannya kukuh, kerana ia mendedahkan kepada kita dalam Masa Relativiti Khas—kecuali satu daripadanya—Masa tanpa jangka masa, di mana peristiwa tidak dapat berurutan, benda tidak dapat bertahan, atau makhluk menjadi tua.

Penuaan dan jangka masa tergolong dalam susunan kualiti. Tiada usaha analisis dapat menyelesaikannya menjadi kuantiti tulen. Benda di sini tetap berbeza dari ukurannya, yang juga dilakukan pada Ruang yang mewakili Masa dan bukan pada Masa itu sendiri. Tetapi tidak demikian dengan Ruang. Ukurannya menghabiskan intipatinya. Kali ini ciri-ciri yang ditemui dan ditakrifkan oleh fizik tergolong pada benda dan bukan pada pandangan minda mengenainya. Malah: ia adalah realiti itu sendiri; *benda* kali ini adalah *hubungan*. Descartes mengurangkan jirim—dipertimbangkan dalam seketika—kepada keluasan: fizik, di matanya, mencapai yang nyata sejauh ia geometri. Kajian Relativiti Am, selari dengan yang kami lakukan untuk Relativiti Khas, akan menunjukkan bahawa pengurangan graviti kepada inersia telah menjadi penghapusan konsep siap yang, menyelangi antara ahli fizik dan objeknya, antara minda dan hubungan penyusun benda, menghalang fizik menjadi geometri. Dari segi ini, Einstein adalah penerus Descartes.

Dengan terima kasih kepada 🏛️ Archive.org dan Universiti Ottawa, 🇨🇦 Kanada kerana menyediakan salinan fizikal edisi pertama di internet. Lihat jabatan falsafah mereka di uottawa.ca/faculty-arts/philosophy

Falsafah Kosmik

Memahami Kosmos dengan Falsafah

Dicetak pada 4 Jun 2026

Penerbitan ini tersedia dalam 42 bahasa di 🔭 CosmicPhilosophy.org.

e-Reader Dalam Talian PDF ePub

https://my.cosmicphilosophy.org/books/duration-and-simultaneity/