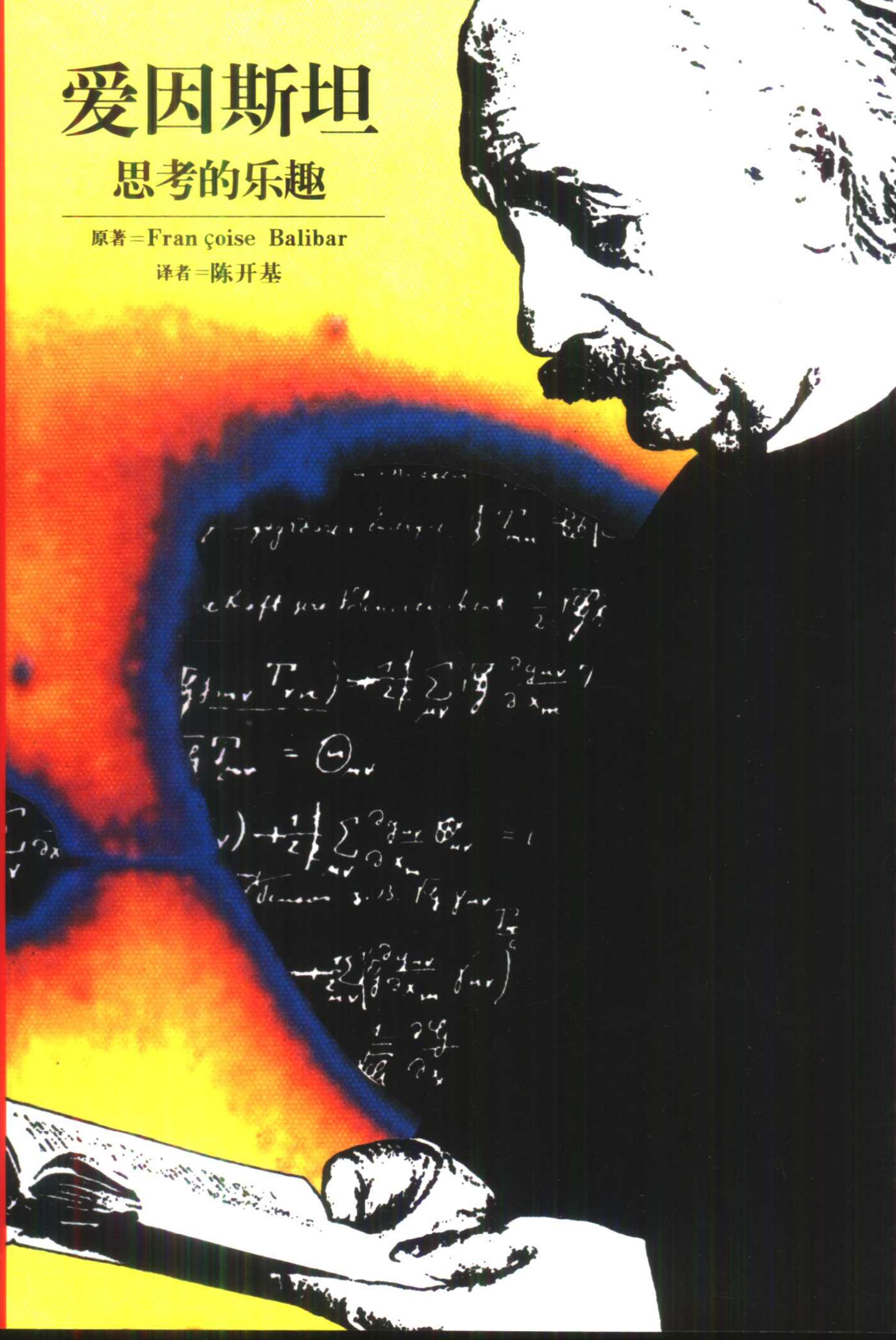


爱因斯坦

思考的乐趣

原著 = Françoise Balibar

译者 = 陈开基



$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{1}{4\pi G} \left(\frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} \right)$$



1905年，著名的专业期刊《物理年报》上刊登了三篇论文，

探讨一个全新的主题：狭义相对论。

在后记中出现了一个方程式： $E=Mc^2$ 。

作者是26岁的年轻人，

伯尔尼专利局的小职员阿尔伯特·爱因斯坦。

15年后，实验确认了此项理论：

天文学家证实了相对论，开启20世纪最伟大的神话之一。

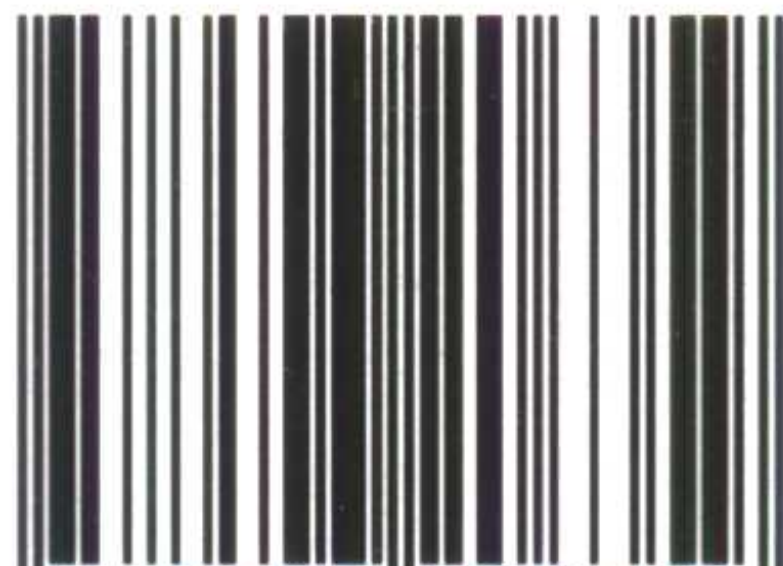
作者重新追溯一位特殊人物的生命历程，

他的人生只受到一句格言的影响，

那就是“Die Freude am Denken”

（思考的乐趣）。

ISBN 7-5432-0635-8



9 787543 206359 >

定 价： 36.00元

爱因斯坦

思考的乐趣



原著 = Françoise Balibar

译者 = 陈开基

汉语大词典出版社

发现之旅 43

爱因斯坦

——思考的乐趣

原著：Françoise Baliber

译者：陈开基

出版者：汉语大词典出版社

(上海福建中路 193 号)

责任编辑：张晓栋

技术编辑：吴德海 张 喆

印刷：深圳当纳利旭日印刷有限公司

版次：2001 年 8 月初版

印次：2001 年 8 月第一次印刷

印数：00001—10000

书号：ISBN 7 - 5432 - 0635 - 8/G·299

定价：36.00 元

Copyright © 1993 by Gallimard

Chinese language publishing rights arranged with Gallimard through

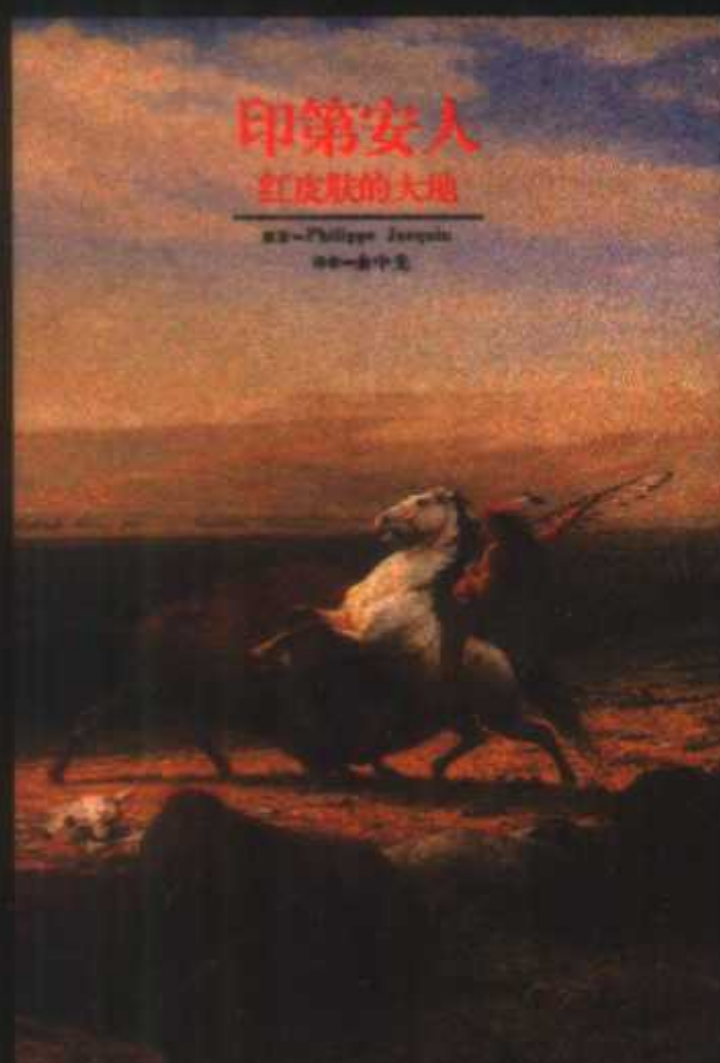
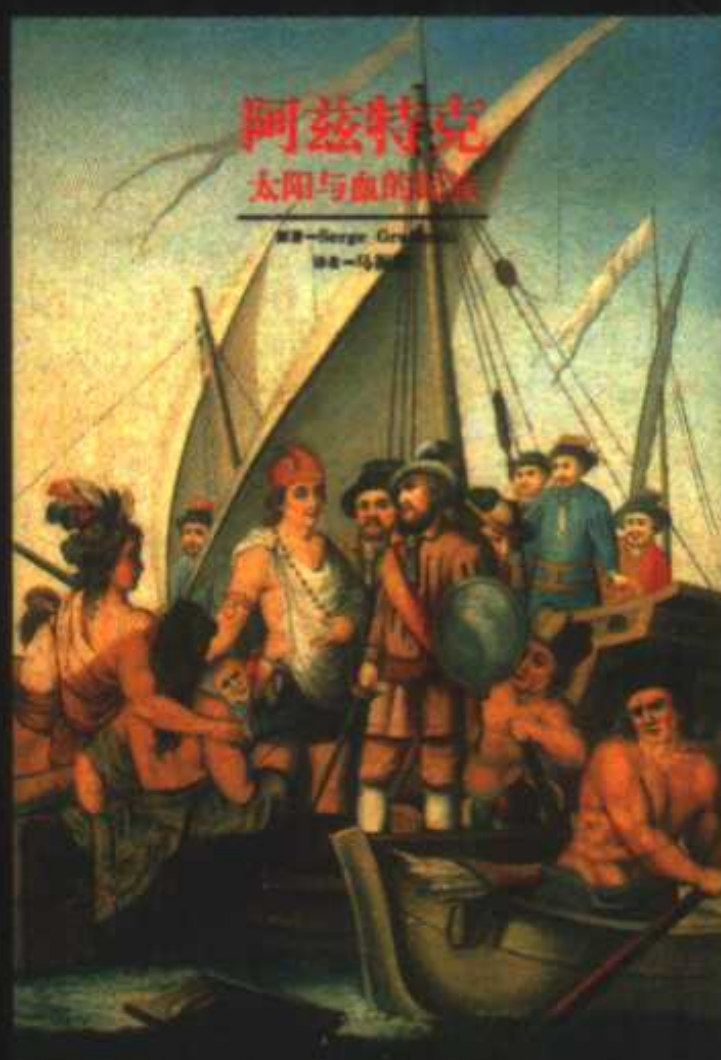
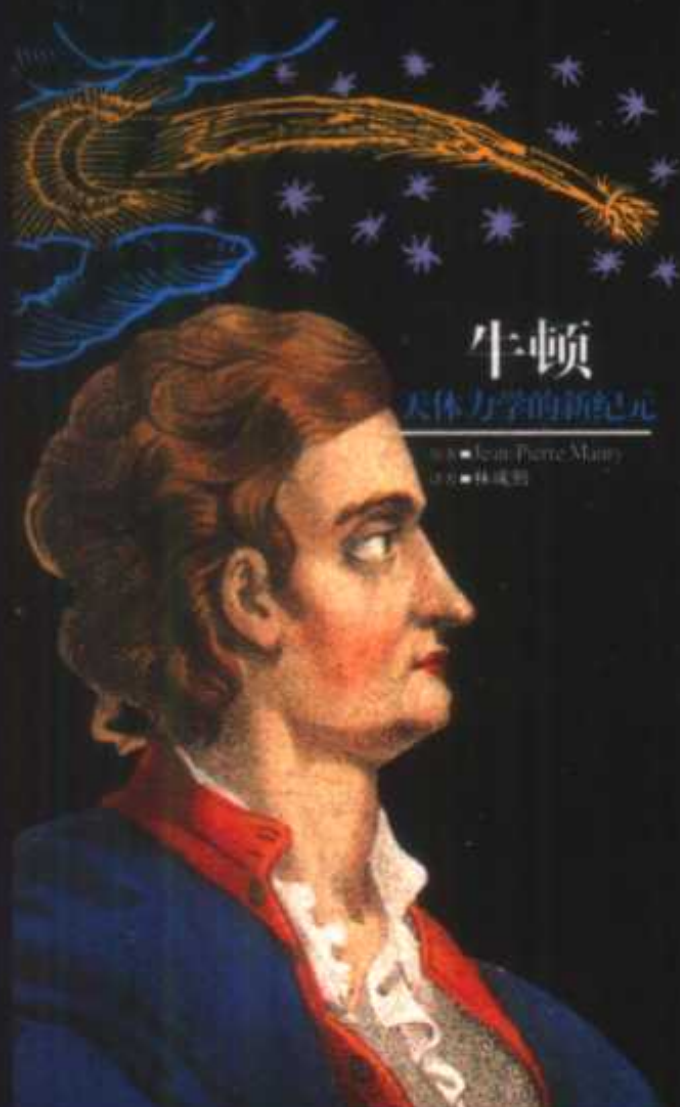
Bardon - Chinese Media Agency. (版权代理—博达著作权代理有限公司)

Chinese translation copyright in simplified characters version

© 2001 by Publishing House of The Unabridged Chinese Dictionary

「这件事是确定的，
坚信——类似宗教的情感——
世界是理性的，或至少是可理解的，
是所有人科学工作的基础。
这个信念构成我的上帝观，
这也是史宾诺莎(Spinoza)的上帝观。」

爱因斯坦论科学真理，1929年



目录

13	第一章:理解与激情
29	第二章:物理学危机
39	第三章:充满奇迹的 1905 年
53	第四章:物质·时间·空间
67	第五章:善用盛名
89	第六章:孤独的长者
99	第七章:爱因斯坦的遗产
113	见证与文献
136	年表
138	图片目录与出处
141	索引

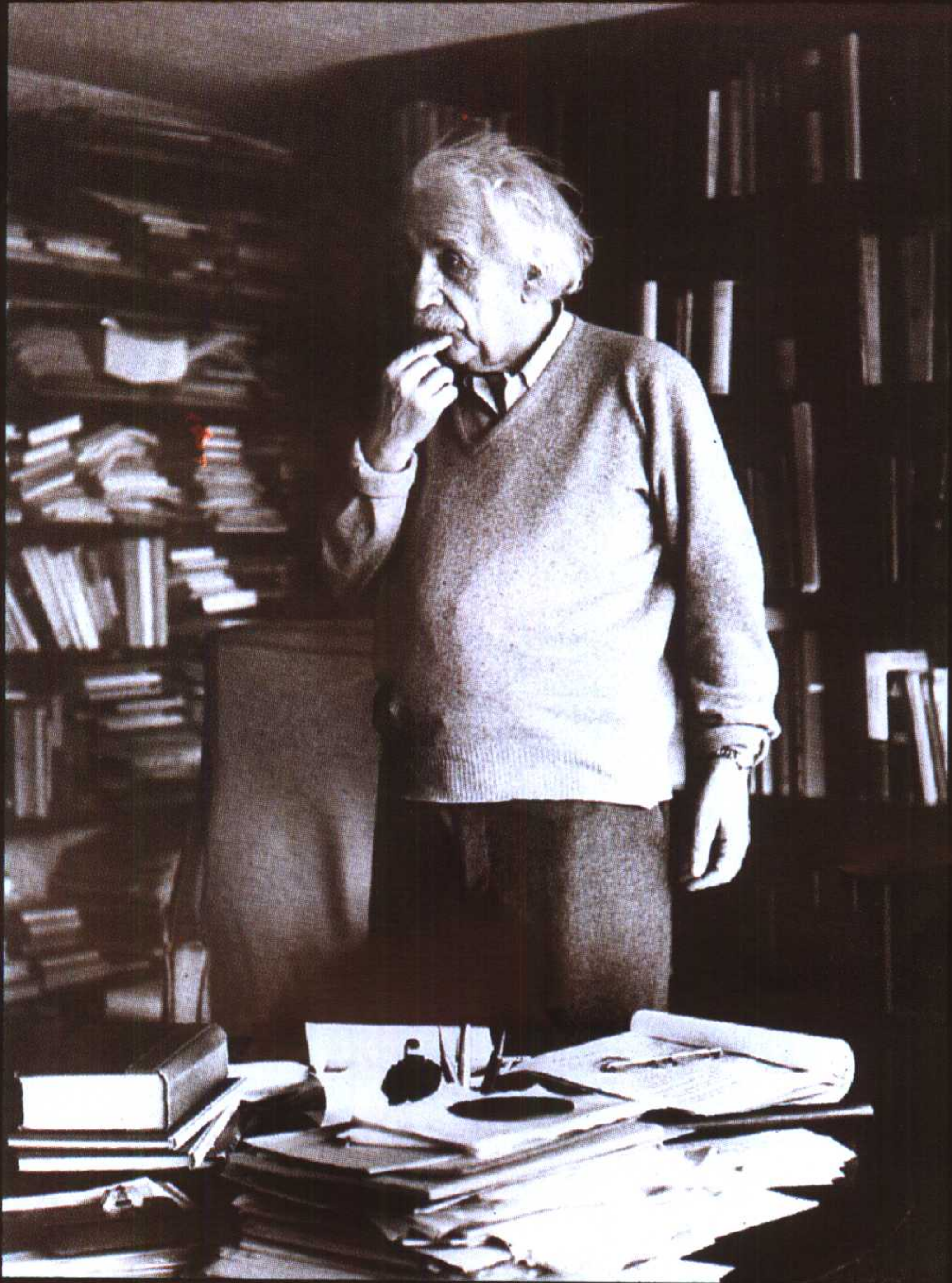
Françoise Balibar

法国女物理学家,任教于巴黎第七大学。

她曾负责法文版《爱因斯坦选辑》的编辑工作,

并和李维-乐布隆(J. M. Lévy-Leblond)合作出版量子力学教科书。

其他作品还包括哲学丛书《从爱因斯坦的角度阅读伽利略及牛顿》、《爱因斯坦 1905》、《品格的科学》、及与侯巴碟尔(N. Robatel)合著的《诗叙科学》等。



Die hauptsächlichsten Gedanken der Relativitätstheorie.

Frage einen klugen, aber nicht gelehrten Mann, was Raum und Zeit seien, so wird er vielleicht so antworten. Wenn man alle körperlichen Dinge, alle Sterne, alles Leben aus der Welt fortgenommen denken, dann bleibt so etwas wie ein ungeheures Gefäß ohne Wände übrig, das eben als „Raum“ bezeichnet wird. Es spielt gegenüber der Weltgeschichte dieselbe Rolle wie die Bühne zur Theatervorstellung. In diesem Raum, diesem mundlosen Gefäß geht es ein ewig gleichmäßig ablaufendes Tik-Tak, das allerdings nur Geister, diese aber abhören können, das ist die Zeit. Diese Auffassung vom Wesen von Raum und Zeit hatten ~~die~~ ^{meistens} Naturforscher in der ~~Flampten~~ ^{Flampten} bis auf unsere Tage, wenn sie derselben auch keinen so kindlichen Ausdruck gaben, als man es wegen der Einfachheit megen gekonnt haben.

Auf Grund dieser Auffassung ist man geneigt, Aussagen vom folgenden Art einem unmittelbaren Sinn zuzugestehen. Zwei Ausstriche des Lichts finden zu verschiedenen Zeit, aber an demselben Orte statt (nämlich am Rand des Visors). Das Aufleuchten zweier entfernter „neuer Sterne“ findet zu derselben Zeit aber an verschiedenen Orten statt. Seit Langem weiß man, dass die Aussagen der ersten Art (wobei die Gleichörtlichkeit) keinen Sinn haben. In der That dreht sich ja die Erde um ihre Achse, bewegt sich dabei um die Sonne, und bewegt sich mit dieser noch obendrein nach dem Sternbild des Herkules hin. Man kann also doch nicht ernsthaft behaupten, dass beide Ausstriche des Lichts an demselben Orte des Weltalls stattgefunden hätten. Man sieht an diesem Beispiele leicht, dass wir derartigen Aussagen über Gleichörtlichkeit überhaupt keinen Sinn beimesen können. Was können wir sagen: die beiden Ausstriche des Lichts finden an demselben

(2)

Orte übertrag auf das Ende statt. Die Erde spielt
in dieser Aussage die Rolle eines „Bezugskörpers“; ört-
liche Aussagen haben nur dann einen Sinn, wenn
sie auf einen Bezugskörper bezogen werden.

Im Gegensatz scheinen aber Aussagen über
Gleichzeitigkeit, überhaupt über Zeiten einen Sinn
zu haben, unabhängig von jedem Bezugskörper. Man
ist zunächst geneigt, einem Menschen für geisteskrank
zu erklären, der behauptet, die Aussage von gleich-
zeitigen Aufblitzen zweier Sterne hätte keinen bestimm-
ten Sinn, wenn man nicht einen Bezugskörper aufweise,
auf den sich die Aussage über Gleichzeitigkeit be-
ziehen sollte. Und doch ist das Wissenschaft durch
die überwindende Gewalt von Erfahrungsthatsachen
dazu gezwungen worden, dies zu behaupten. Wie kann
dies?

In unserem seltsamen Ergebnis führt den die Erfahrungen
über die Ausbreitung des Lichtes. Auf Grund vieler Exper-
imente kamen die Physiker zu der Überzeugung, dass
sich das Licht dem leeren Raum mit der Geschwindig-
keit $c = 300\,000\,000$ km pro Sekunde fortpflanzt, und
zwar ganz unabhängig davon, mit welcher Geschwin-
digkeit der Körper bewegt ist, welcher das Licht aussendet.
Man denke sich etwa einen Lichtstrahl, den die Sonne in
einer bestimmten Richtung aussendet. Derselbe legt
nach dem eben ausgesprochenen Gesetz pro Sekunde
den Weg c zurück. Man denke sich nun, dass die Sonne
dem Lichtstrahl einen Körper nachschleudert, der sich
in derselben Richtung mit der Geschwindigkeit
 1000 km durch den Weltraum bewegt. Das ist leicht
zu denken. Nun können wir uns den abgeschleuderten
Körper ebenso gut als Bezugskörper gewählt denken und
fragen uns: mit was für einer Geschwindigkeit pflanzt

nicht das Fahren des Wagens. Alle physikalischen Experimente
geschehen in einem solchen Wagen ^{genau mit gleichem Erfolge} (wenn sie nicht gegen die
Erde anheben). Keine. Die physikalischen Experimente,
welche die Erde anstellen, zeigen keine Wirkungen der
Bewegung, welche die Erde mit allem auf ihr befindlichen
Materie ausführt. Allgemeines: Die Naturgesetze sind
unabhängig vom Bewegungszustande des Bezugskörpers.
Dieses Prinzip heisst man kurz als „Relativitätsprinzip“.
Es ist eine sehr wichtige obige Überlegung folgen zu
müssen, dass das Prinzip der Gesetze der Lichtfort-
pflanzung das Relativitätsprinzip nicht gilt; wo steht
die Natur da? Die Amerikaner Michelson bewies
vor ungefähr 20 Jahren durch ein berühmtes optisches Ex-
periment, dass das Relativitätsprinzip auch für die Lichtver-
breitung gilt, in einem Falle, in dem die Theorie
einen Einfluss der Erdrotation auf den Verlauf des Ex-
periments voraussetzte.

Die Überlegung müsste also einen Fehler enthalten.
Das Gesetz der Lichtverbreitung ist genau das gleiche, ob man
die Sonne oder einen abgelenkten Körper als Bezugskörper
wählt. Der Lichtstrahl macht Licht sowohl gegenüber der
Sonne als auch gegenüber dem von ihr mit 1000 km
ausgeschleuderten Körper 300000 km pro Sekunde
gemessen. Wenn das nun möglich scheint, so beruht dies nur
auf der Hypothese von dem absoluten Charakter
des Lichts, die aber durch die Sonne aus beurteilt ist
und durch die Beobachtung des ausgeschleuderten Körpers aus
beurteilt ist.

Es gibt also das Licht keine absolut höhere Zeit, was
als Zeit betrachtet werden kann. Wenn die Physik von der Zeit
ausgeht, so muss sie dasselbe erst definieren.
Denn das Zeitgesetz ist, dass man für diese Definition
einen Bezugskörper bedarf, und dass die Definition
auf dem gewählten Bezugskörper beruht. Es geht

wird, dass man Bewegung auf einem Bezugskörper die Zeit so definieren kann, dass Bewegung auf ihm nach oben definiert ist das Gesetz von der Lichtgeschwindigkeit gültig ist. Diese Definitionen ^{von der Lichtgeschwindigkeit} lässt sich für beliebig bewegte Bezugskörper beliebigem Geschwindigkeitszustand durchführen. Aber es zeigt sich, dass die Zeiten verschiedener bewegter Bezugskörper nicht miteinander übereinstimmen. Man findet dies ^{offenbar begründet} näher durch ~~ausgeführt~~ in meinem gemeinverständlichen Buche über Relativitätstheorie ^{an verschiedenen Orten stattfindende} (Sind zwei Ereignisse von

einem Bezugskörper aus beurteilt gleichzeitig, so sind sie es nicht, von einem relativ zu diesem bewegten Bezugskörper aus beurteilt.

Bevor ich in dem Gedankengang fortfahre, muss ich etwas sagen über die Rolle, die der Bezugskörper in der Mechanik Galilei's und Newtons spielt. Überhaupt muss ich bemerken, dass es in der Entwicklung der Wissenschaft nur ein Aufbauen, aber kein Niederreißen gibt. Wenn nicht eine Generation auf das von der früheren Generation aufbauen kann, gibt es keine Wissenschaft. Es wäre traurig, wenn die Relativitätstheorie die bisherige Mechanik stürzen müsste, so ähnlich, wie ein tyrannischer Herrscher den andern stürzt. Die Relativitätstheorie ist nichts anderes als ein weiterer Schritt in der Jahrhundertentwicklung unserer Naturwissenschaft, der das bisher gefundene Zusammenhänge aufrecht erhält und erweitert und neue hinzufügt. Die Relativitätstheorie stürzt so wenig die Newton'schen und Maxwell'schen Theorien um wie der Völkerraub diejenigen Staaten vernichtet, die ihm befehlen. Sie müssen viele wohl einige Modifikationen ihren Gesetzen gefallen lassen, erlangen aber dafür erhöhte Gültigkeit.

Im Alltagsleben dient uns der Erdkörper meist als Bezugskörper, dessen einzelne Punkte wiederherkannt werden können. Die mathematische Physik wählt als Bezugskörper ^(Kartesisches Koordinatensystem) ^(geradlinig) ^{die Lage eines Punktes} ausgehend, auf einander senkrechte Stäbe. In jedem dieser Bezugspunkte zu diesem Bezugssystem wird durch drei Zahlen ^(Koordinaten) beschrieben, die durch Messung mit starren Stäben (Messstäben) gewonnen werden. Dabei wird angenommen, dass das Gesetz der Lagerung starrer Körper durch die Euklidische Geometrie richtig beschrieben wird. Auf dieser Voraussetzung beruhen alle Angaben

der beschriebenen Physik. Wo auch ein Punkt gelegen sein mag, immer kann man das Stabsystem und die Messkonstruktionen so vollständig denken, dass sie aus dem betrachteten Punkt herausreichen. Man muss dies so ähnlich denken, wie eine Baugrunderstellung, mit dem Unterschied zu jedem Versuch und Gelingen eines noch so grossen Baues herabkommend. Dabei ist es ^{in der Physik} nicht mit i, g, dass dieses Gerüst wirklich besteht, wenn man es nur durch indirekte Operationen (mit Lichtstrahlen etc.) konstruiert denken kann.

Die mechanischen Grundgesetze Galileis und Newtons sind immer so beschaffen, dass sie nicht gegenüber beliebig bewegten Bezugskörpern Gültigkeit beanspruchen können, sondern nur gegenüber Bezugskörpern von geeignet gewählten Bewegungsständen. Man nennt solche in der Mechanik zugelassenen Bezugskörper „Inertialsysteme“. Es gilt nun in der Mechanik der Satz: Ist der Bezugskörper K ein Inertialsystem, so ist auch jeder gegenüber K gleichförmig, geradlinig und drehungsfrei bewegte Bezugskörper ein Inertialsystem. Einfacher gesagt: gelten die mechanischen Gesetze gegen den Erdboden als Bezugskörper, so gelten sie auch gegen einen gleichförmig fahrenden Eisenbahnwagen als Bezugskörper.

Man kann sich das vorher vom Licht ausgeführte in eine einfache Formel fassen: Relativ zu jedem Inertialsystem gilt - bei richtiger Definition der Zeit des Satzes - die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum. Allgemeiner kann man als den Ausdruck vielfacher Befestigung den Satz betrachten: ~~Alle Inertialsysteme sind~~ Das Naturgesetz sind für alle Inertialsysteme die gleichen. Dieser Satz heisst „spezielles Relativitätsprinzip“.

Dass dieser Satz eine unerbittliche physikalische Versuchsmethode zu sich schliesst, kann man folgendermassen anschauen. Angenommen man habe die Welt betr. die sie bildenden Einzelergebnisse in Bezug auf ein Inertialsystem beschreibbar, so ist der beobachtete Verlauf von einem anderen Inertialsystem aus betrachtet ^{physikalisch} ganz anders, aber doch vollkommen bestimmt. Der ~~Weltzustand~~ ^{physikalische Zustand} hat allgemeine Regeln ausgerechnet, nach welchen man Ort und Zeit

(7)
die einzelnen Ereignisse von einem Inertialsystem ins andere
umrechnen kann. Man kann so offenbar nicht nur die
Ereignisse umrechnen sondern auch die mathematisch
formulierten Naturgesetze. Diese spezielle Relativitätstheorie
verlangt von diesen, dass sie sich bei jener Umrechnung
nicht ändern. Haben sie diese Eigenschaft nicht, so sind
sie nach dem speziellen Relativitätssystem zu verwerfen.
Die Naturgesetze müssen dem speziellen Relativitätssystem angepasst
werden...

Bei diesen Untersuchungen zeigte es sich zuerst, dass Newtons
Mechanik einer Modifikation bedarf, wenn es sich um
ausserst rasche Bewegungen handelt, genauer gesagt um Bewe-
gungen, deren Geschwindigkeit gegen die Lichtgeschwindigkeit
nicht verschwindend klein ist. Ferner zeigte es sich, dass die
Trägheit eines Körpers keine ihm eigentümliche Konstante ist,
sondern dass die Trägheit von Energieinhalt abhängig ist.
Masse und Energie sind wesensgleich.



目录

13	第一章:理解与激情
29	第二章:物理学危机
39	第三章:充满奇迹的 1905 年
53	第四章:物质·时间·空间
67	第五章:善用盛名
89	第六章:孤独的长者
99	第七章:爱因斯坦的遗产
113	见证与文献
136	年表
138	图片目录与出处
141	索引

Françoise Balibar

法国女物理学家,任教于巴黎第七大学。

她曾负责法文版《爱因斯坦选辑》的编辑工作,

并和李维-乐布隆(J. M. Lévy-Leblond)合作出版量子力学教科书。

其他作品还包括哲学丛书《从爱因斯坦的角度阅读伽利略及牛顿》、《爱因斯坦 1905》、《品格的科学》、及与侯巴碟尔(N. Robatel)合著的《诗叙科学》等。

爱因斯坦

思考的乐趣



原著 = Françoise Balibar

译者 = 陈开基

汉语大词典出版社



“像我这类型的人，

当我们不再只关心个人或暂时的事情，
而把全副精力投注在对事物的知性理解时，
人生旅程就产生了决定性的转变。

我们这类人生命中最重要的事，
在于思考什么和如何思考，
而不是做什么和感受什么。”

第一章

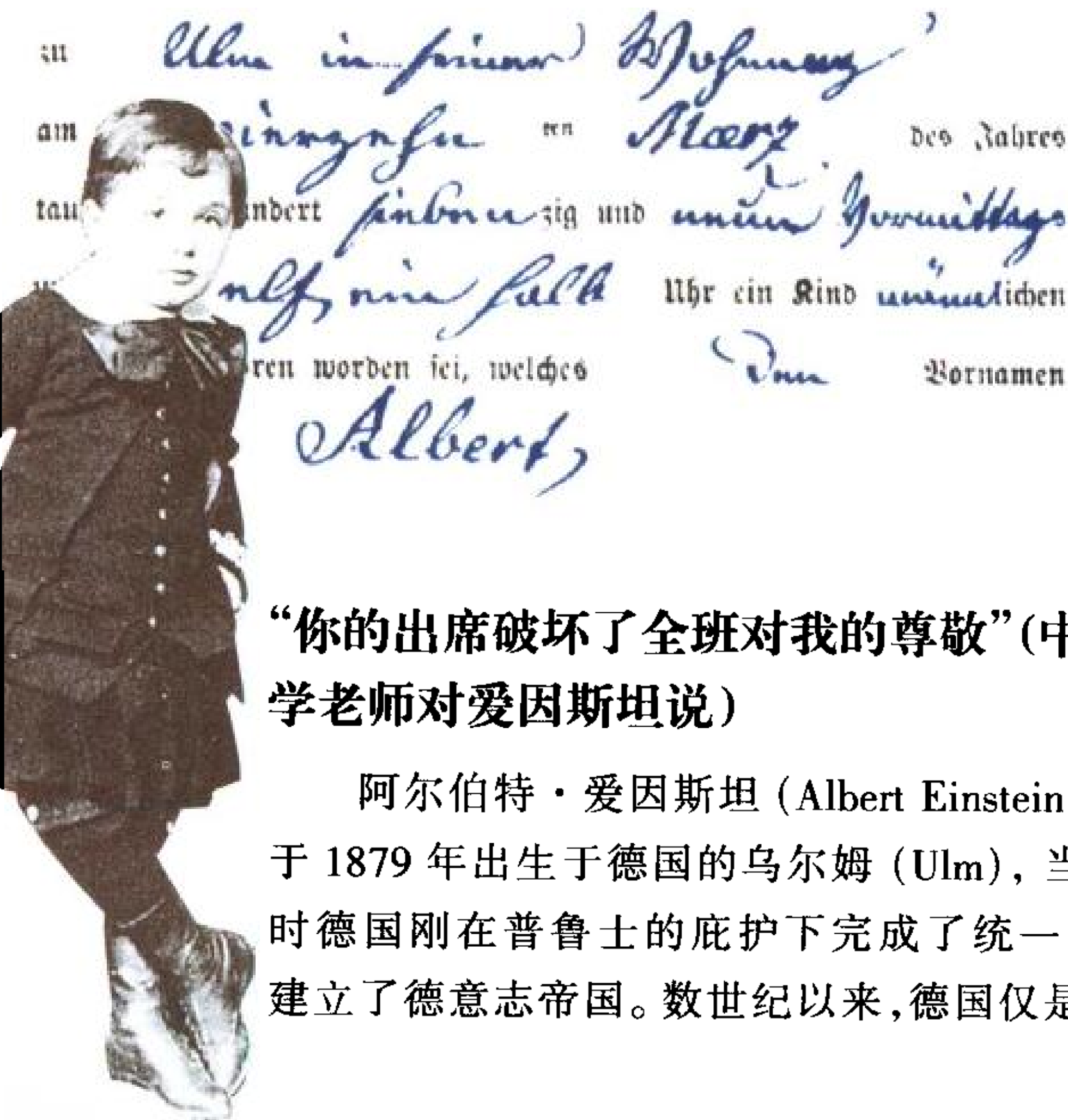
理解与激情

“舒适和幸福从来
不曾是我追求的
目标。自很早的时候
起，我就鄙视所有财
产、表面的成功和奢
华。”



1895年年初,一列由慕尼黑开往米兰的火车上,有位16岁的年轻人正在思索着他的前途。他刚刚放弃了父母亲为他申请的中学(Gymnasium)学业,正赶往意大利和父母会合。这并不是一个轻率的决定,他知道如果不参加数月后的中等教育毕业考,就一辈子再也没有机会进大学念书。他也知道这个决定会让双亲失望痛苦,他们一直希望他有个荣耀的职业。

但他再也无法忍受了,他对中学生活已经厌恶至极,任何合理的说词都无法说服他。当父母还在身旁时,他还能够勉强接受这个僵硬严厉的教育制度给他的规范。但随着德国局势恶化,他的父母决定带着小女儿玛雅(Maya)离开慕尼黑前往意大利,把他一个人留在一个热心的友人家,直到他完成中学的学业。



“你的出席破坏了全班对我的尊敬”(中学老师对爱因斯坦说)

阿尔伯特·爱因斯坦 (Albert Einstein) 于 1879 年出生于德国的乌尔姆 (Ulm), 当时德国刚在普鲁士的庇护下完成了统一, 建立了德意志帝国。数世纪以来, 德国仅是

“他”早熟
的深

沉思想以如此奇异的方式表现: 当他必须重复说一个句子时, 会稍微变化嘴形。”

玛雅·爱因斯坦
出自爱因斯坦
《作品选辑》



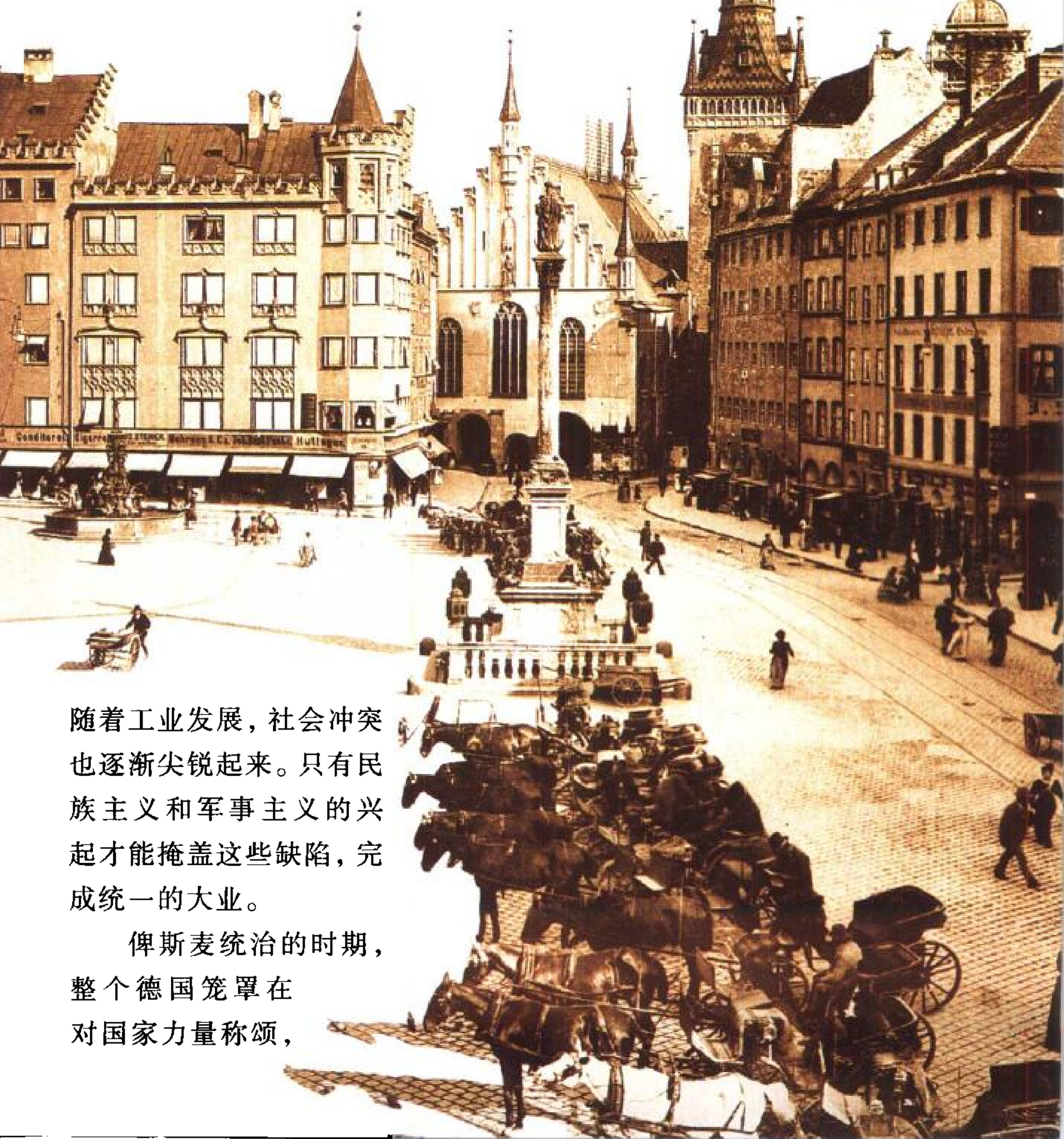
个地理区域，也是欧洲列强交会的战场。但是到了爱因斯坦父母这一代，德国在宰相俾斯麦(Bismarck)的领导下，凭借快速的工业发展，摇身一变成为一个富裕的国家。然而德国境内宗教和区域的对立，自古以来就一直阻扰着国家的统一；同时，

“1882年全家迁往慕尼黑。12年后别墅卖给一位企业家，他砍倒那些老树。孩子目睹了回忆的标记被摧毁。”

玛雅·爱因斯坦
出处同前

随着工业发展，社会冲突也逐渐尖锐起来。只有民族主义和军事主义的兴起才能掩盖这些缺陷，完成统一的大业。

俾斯麦统治的时期，整个德国笼罩在对国家力量称颂，



对哲学、文学和音乐(康德、哥德、席勒、贝多芬)等传统文化赞扬的气氛中。爱因斯坦的童年就是在这种独特的环境中度过的。而培育国家精英的中等教育机构——文科中等学校显然地只是反映出这个时代的精神状态。学校课程要求学生对古典学科融会贯通,同时又必须理解科学知识。学校一方面鼓励学生发展均衡人格,却又严格要求学生服从于几近军事化的纪律。

年轻的爱因斯坦无法接受这种混合了威权主义和百科全书式的填鸭教育。他后来写道:“现代教育事业竟然没有扼杀了研究的好奇心,真是一项奇迹。因为这脆弱的小树苗需要鼓励和自由,否则它将枯萎。主张规范和责任感能引发观察和研究乐趣的想法,真是大错特错。”

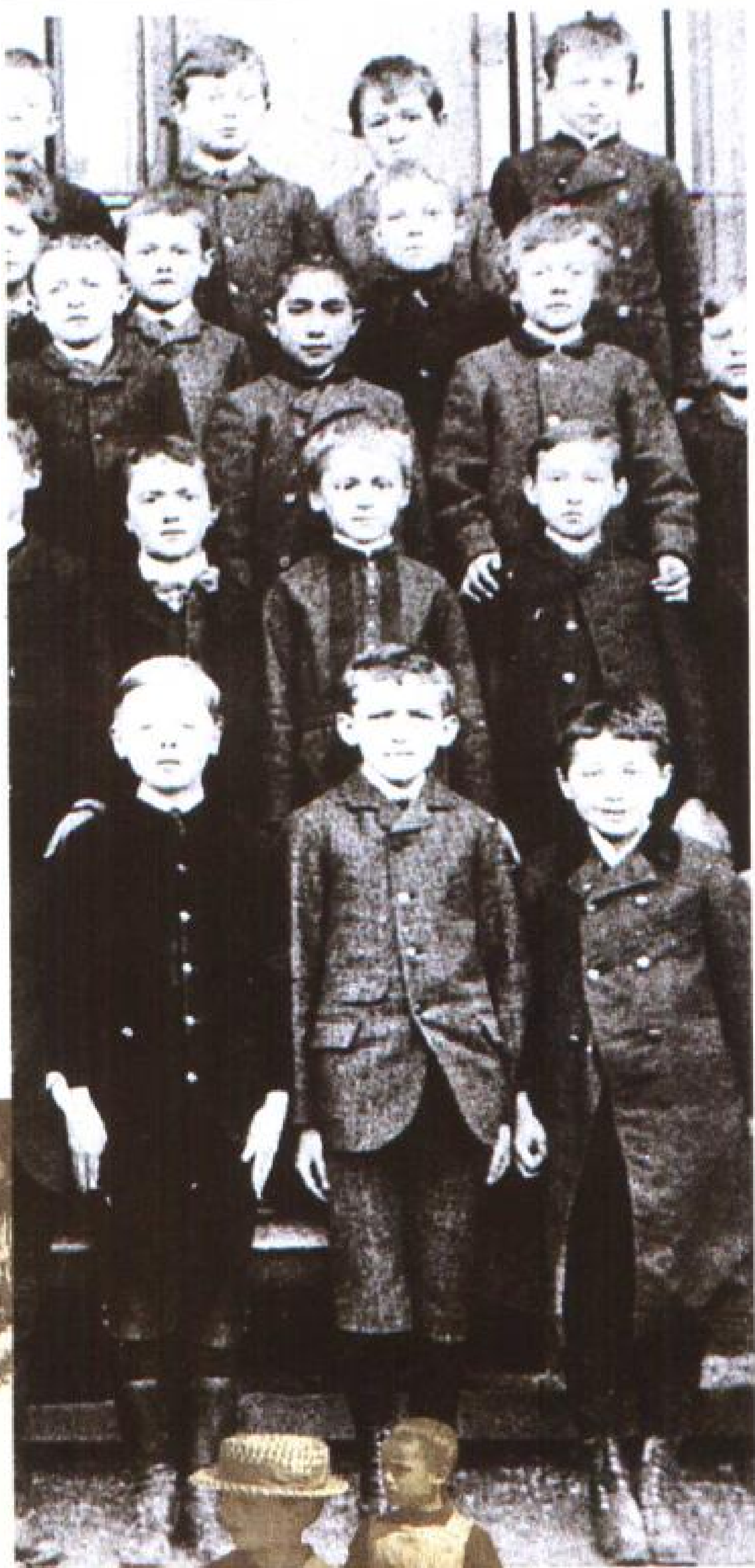


“在平凡布尔乔亚的勇敢灵魂深处,有一个珍贵的宝盒。每当有客来访时,它的主人就骄傲地把它展示出来,盒盖上刻着‘爱国主义’”。



“一只再健康的驯兽如果不断地用鞭子威胁它，逼它在不饿时进食，它也会丧失胃口。”

爱因斯坦原本即已厌恶军事纪律，再加上某些老师对他的独立行径，表现出敌意，他终于在 1895 年初决定离开德国，前往意大利。这些强烈的事实虽然就足以让他下决心离开，但是另一个更合理的因素——逃避服兵役，更使他毫不犹豫地逃离 19 世纪 90 年代的德国。



“我宁愿接受所有处罚也不愿学着倒背如流。”(上图)
于慕尼黑的中学

在中学教育结束前离开，及时取得瑞士国籍，可以让他不必被背上逃兵的罪名。“如果有人听到音乐，会兴致盎然地列队前进，这点就足以使我轻视他，上天错植了大脑给他，他只要有脊髓就绰绰有余了。”

19 世纪末，德国犹太人在经济和社会方面的解放

少年旅客抵达意大利，他的父母亲也许会因为大胆的勇气而骄傲，但同时也为他担心，这个孩子不正在糟蹋他们年轻时无法取得的良机吗？这良机指的是大学毕业后的一份好职业。有了一份好工作才能确保经济的稳定，又能获得知识上的满足。阿尔伯特的父亲，赫曼·爱因斯坦（Hermann Einstein）在年轻时就显现出特殊的数学天分，但是当时没有家产的犹太人要进入大学读书，根本是不可能的。他只



“赫曼·爱因斯坦学校毕业时取得免服兵役证明。这种制度是为了让上等阶级的子女获得更好的教育，不必和平民子女共读。赫曼·爱因斯坦似乎在数学上有特殊天分，并很想往此继续深造。但他父母的经济能力并不允许他这样做。他决定从商。也许，同样的天赋在父亲身上发芽，却在儿子身上开花结果。”

玛雅·爱因斯坦

出处同前





好把自己的兴趣放在一边转而从商，因此他对儿子抱着很大的期望，希望他能因德国犹太人地位的升高而有不同的命运。

俾斯麦时代，德国犹太人解放和社会地位快速上升，是当时欧洲的重要事件之一。18世纪末，随着法国大革命理念的散布，部分区域颁布了犹太人的解放命令。到了1869

“妻”子的嫁妆和事业发展足以使这对年轻夫妇衣食无虞。如果赫曼继续留在乌尔姆，儿子阿尔伯特可能会活得更无忧无虑。……葆龄(右图, 爱因斯坦之母)来自富商家庭，个性天生幽默：17岁出嫁，她很快就体会环境的现实面。她爱好音乐，弹得一手好钢琴。”

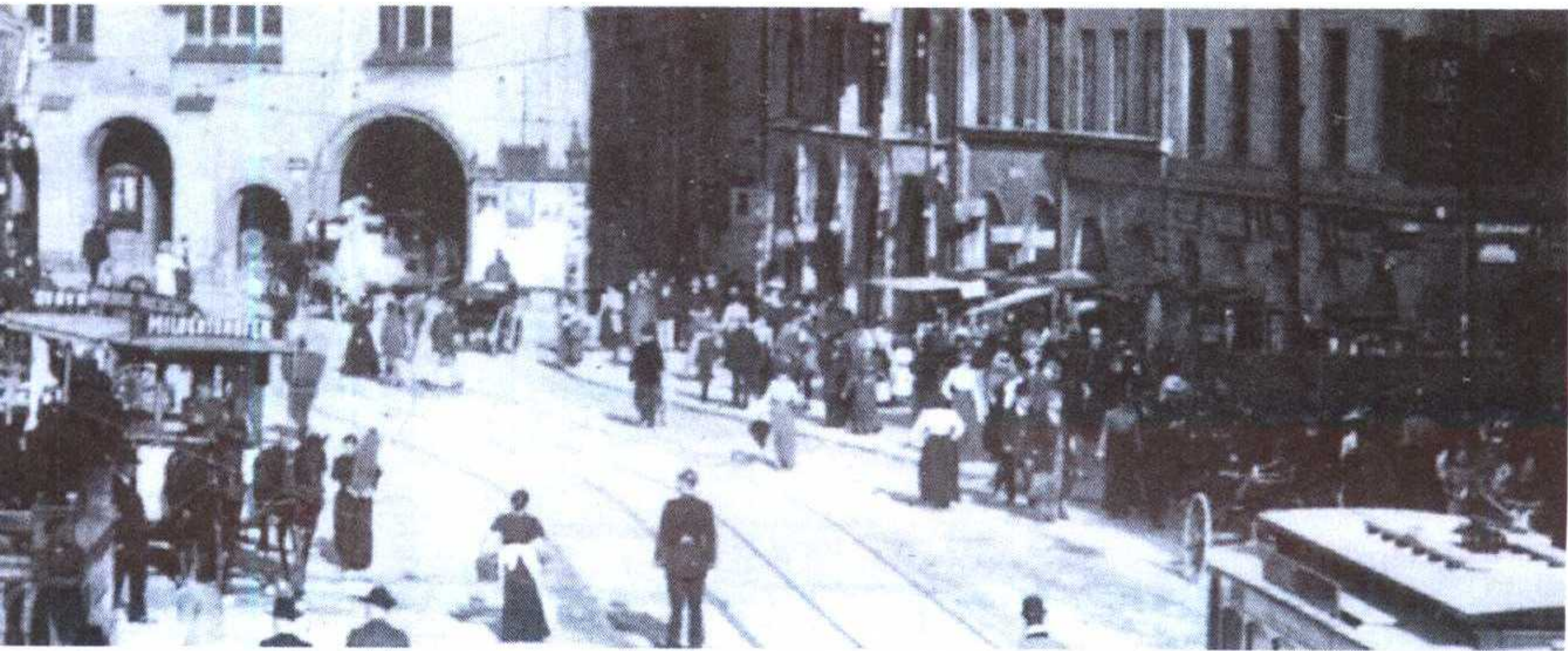
玛雅·爱因斯坦

出处同前

年，德国终于全面解放犹太人。这段从少数民族集中区走出来的过程虽然缓慢，却是时势所趋，无可避免的。

全面解放十年后，爱因斯坦出生，成为第一代的新德国犹太人，他们一出生就拥有法律保障的权利。

同时资本主义也因为政治的统一而在德国兴盛起来。这些新近解放的德国犹太人，不像旧特权阶级那样背负着历史包袱，积极地参与资本主义的发展，很快就占有重要的经济地位。同时社会地位上升，也

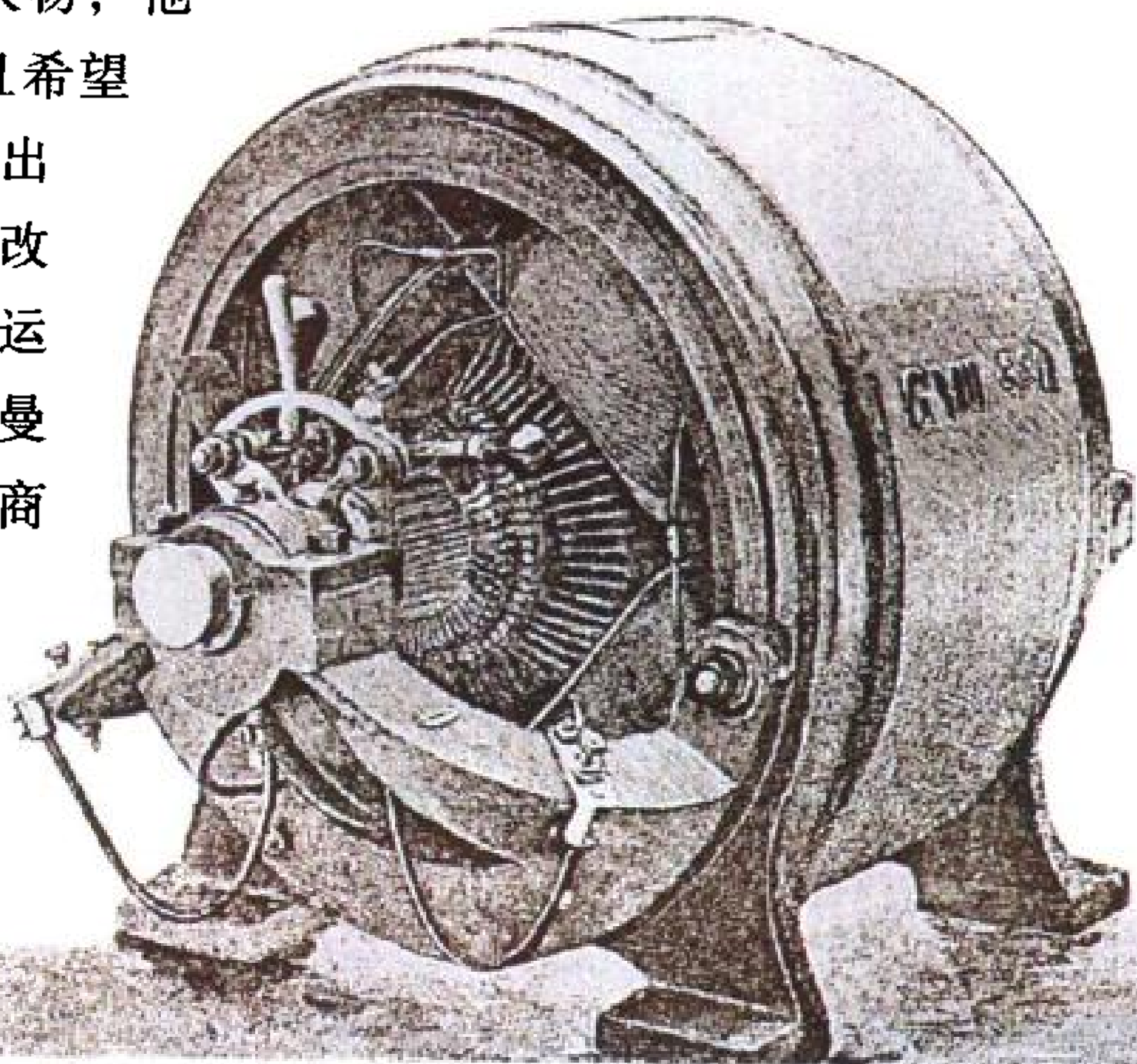


使他们向德国的文化认同。爱因斯坦的父母并非热忱的犹太教徒，因此也没有自外于这股现代化潮流。他们相信“反犹太主义”(l'antisémitisme)已经成为过去历史的耻辱，而德国犹太人将和其他德国人平起平坐。很自然地他们期望儿子会有个布尔乔亚式的职业；对一个年轻犹太人而言，在社会成功的机会从来没有像 19 世纪末这么大过。然而爱因斯坦这一辈犹太人却目睹了反犹太主义的再度兴起，和国家社会主义(le nationalsocialisme)的掌权，运气好的犹太人流亡国外，运气差的就惨死集中营中。

父亲从商，叔叔是发明家

19 世纪 80 年代正是德国经济起飞的年代，尤其在爱因斯坦一家居住的巴毕维尔 (Bavière)，电气化正迅速地发展；1879 年爱迪生 (Edison) 发明的白炽灯泡，逐渐进入每个家庭中，而工厂则成为大量用电的客户。赫曼的弟弟雅各布 (Jacob Einstein) 正是具备了新企业精神的典型人物，他自己发明了一种电动机，并且希望能够大量生产为商品，销售出去。赫曼在他的鼓舞下，同意改行成立自己的电器事业。但幸运并未降临在他们身上。也许赫曼的天分在数学与冥想，而非商业，也许是雅各布的理想和现实有误差，两人的事业总是无法顺利展开。

雅各布又想到了一个点子，他认为德国的电气事业已经太先



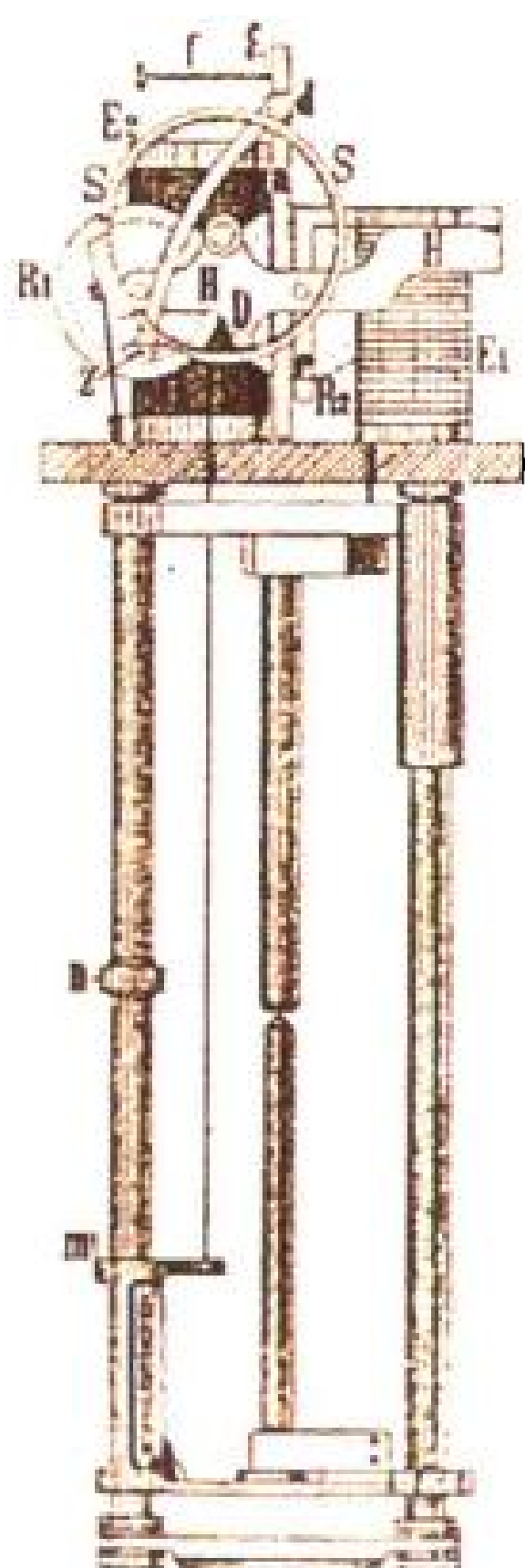
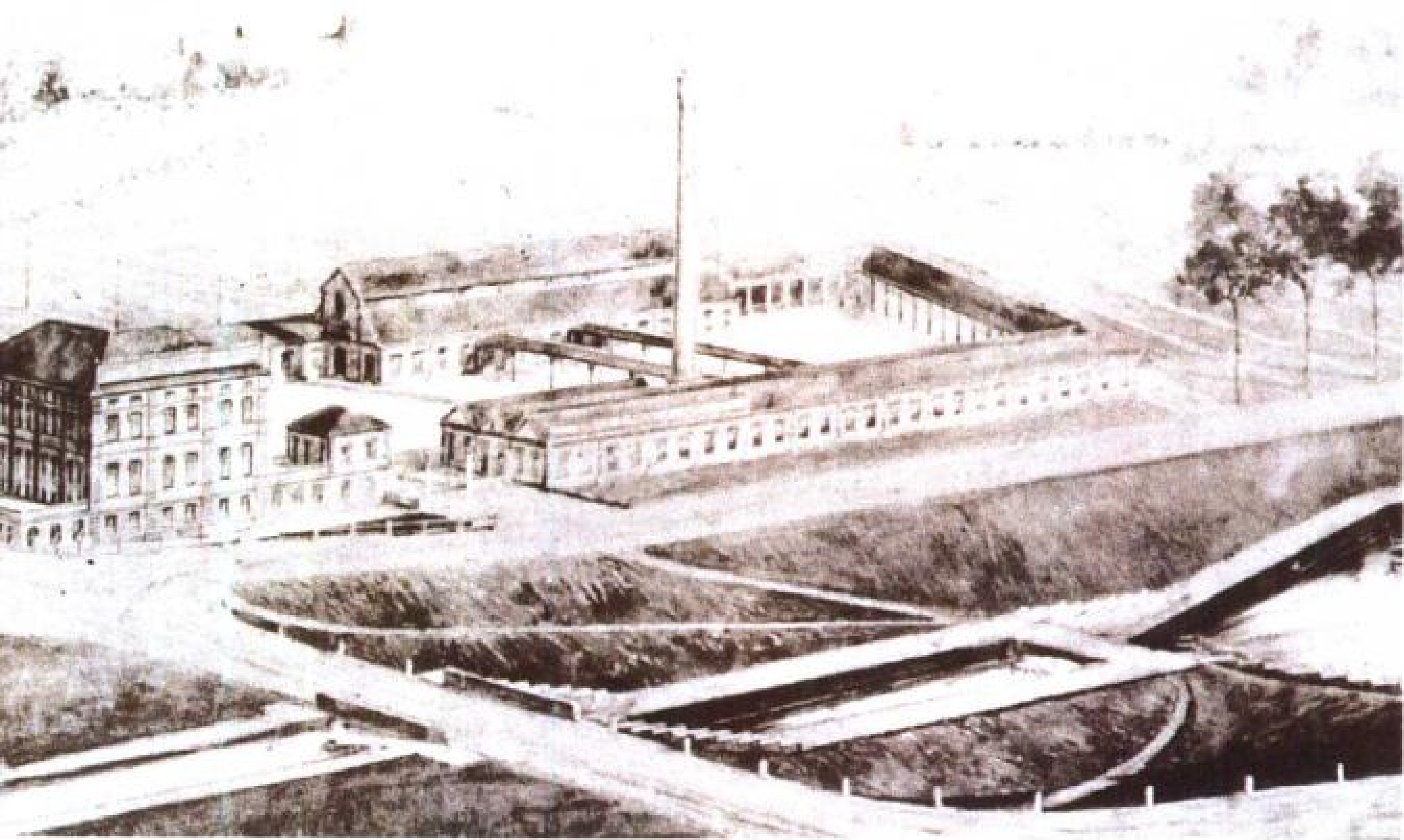


Fig. 1.



Fig. 2.

“赫曼之弟雅各布后来对阿尔伯特智识的发展有着重大影响。他原本想在慕尼黑成立电气产品企业……。想像力丰富的他想大量生产自己发明的电动机(前页),这需要更大型的工厂(上图,在帕维亚的工厂)和更多的基金。全家族,尤其是姐夫科赫(Julius Koch),都在财务上支持他。”

玛雅·爱因斯坦
出处同前

进,不如到电气事业刚起步的意大利碰碰运气。于是赫曼·爱因斯坦结束了家乡的事业,带着全家迁居到意大利的米兰,之后再 到帕维亚 (Pavia),把爱因斯坦留在悲惨生活中。

“在综合技术学院要成为好学生的条件是,理解力强,随时可以集中注意力学习上课内容和喜爱秩序。”



“我们比较欣赏健全而独立的思想,博学则次之。在学生的眼中,老师不是代表权威,而是代表具有独特人格的人。”

苏黎士综合技术学院

赫曼·爱因斯坦经营的电气工业,对他儿子的一生具有非常重要的意义。事实上,爱因斯坦在一个充满工业与技术的环境中成长,后来很自然地尝试到工程学校就学。苏黎士综合技术学院(l'école polytechnicum de Zurich)在形式和社会声望上都类似于巴黎的综合技术学院(l'Ecole polytechnique de Paris),唯一差别是它不是军校,而且它也培养大学师资。对爱因斯坦来说,这里正是最佳的选择,他可发展他的数学天分,并可满足父母对他未来出路的期望。另一个优点是它不要求德国中学文凭,通过考试即可入学。1895 年秋,爱因斯坦以不到报名年限的资格,申请到许可证参加考试,但并未考上。第二个学年,他进入瑞士的一所补习学校就读。隔年成功考进综合技术学院。

他在学校认识了少女密内娃·马里许(Mileva Maric)。密内娃是塞尔维亚人,和他同样攻读数学与物理。在 90 年前,女孩子在这么出名的工程学校就读是极为特别的事。这所学校采取先进的女性教育政策,它也是欧洲第一所,也可能是世界第一所招募女学生的高等教育机构。反而是地位相当的巴黎综合技术学院一直要到 20 世纪 70 年代才开始收女学生。

阿尔伯特和密内娃深深相爱,很快地就想成立家庭。但爱因斯坦父母却强烈反对。他们认为她比他年长,脚有些跛,又学习如此冷硬的科系,一点也不像大家闺秀;更重要的是,她不是犹太人。发生过几次严重的争执后,母亲怒叱爱因斯坦,如果他再坚持与密内娃交往,就是要将财务困难的父母逼上绝路。爱因斯



密内娃·马里许生长在奥匈帝国的官宦之家。她的天分很早就被发觉,因此老师让她在男校读完中学,然后再送至德国海德堡,最后和爱因斯坦同年进入苏黎士综合技术学院。当时,西欧的女学生只能在少数的女子学校就读,而像密内娃这样从东欧到西欧来求学,可算是十分先进的了。

坦只有悲忿地妥协。密内娃在 1901 年春发现自己怀孕了，她回到父母家产下女婴，但爱因斯坦无从探知婴孩的消息，可能随即夭折了。不久之后，密内娃回到苏黎士，没有通过毕业考，也没有拿到文凭。

伯尔尼专利局的实习技术鉴定员

爱因斯坦早年的求职生涯并不顺利。他在 1900 年 7 月就获得文凭，这份全欧洲最著名学校之一的文凭，但令他失望的是，学校并没有提供他助教的职位。这也许是因为他曾经与一位教授发生冲突的关系。两年间他到处打零工，其中他最不喜欢的就是当家庭教师。直到 1902 年 6 月，他才经一位同学父亲的推荐，在伯尔尼专利局 (Bureau des brevets de Berne) 找到一份鉴定员的工作。

直到现在，仍有许多人批评，堂堂一位大科学家为什么要去做这么卑微的工作。但爱因斯坦本人常说，如果他在大学找到工作，必须把时间放在准备讲义和升等论文上，恐怕根本没有什么闲暇自由思考。在

“能以撰写专利证为业对我而言真是一大福气。(这种)职业只要具普通天分的人就能胜任。”他的日常生活不受灵感有无所控制，也不必害怕努力工作会没有结果(下图,爱因斯坦在伯尔尼专利局)。





Privatstunden in
Mathematik u. Physik
zierende und Schüler erteilt
gründlichst
stein, Inhaber des eidgen.
nt. Fachlehrerdiploms,

专利局鉴定新发明的仪器,这些仪器大多数是电机制品,正好适合他。入夜之后,他就可以在物理的问题,享受思考的乐趣……。

1899 - 1905 年间,爱因斯坦饱受挫折,根本不像他自己后来说的“美好年代”。因为在这期间,他同时遭遇了失业、痛失女儿,而密内娃也因没有文凭,无法找到工作,而和他的父母数不尽的争执也令他伤神。

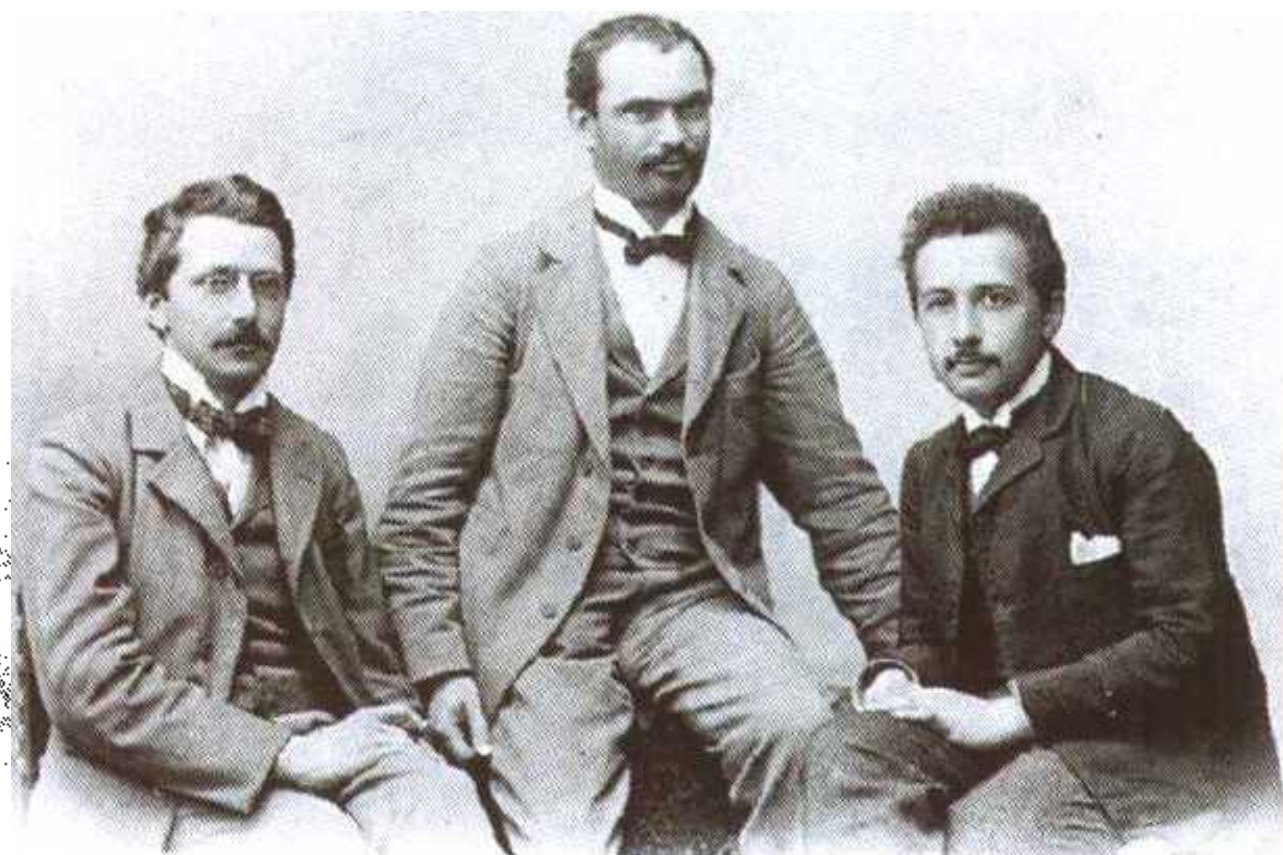
“在求学期间我和同学高斯曼(左图,左边第一人)奠定了坚固的友谊。每周一次,我们大摇大摆地前往利玛特河堤(quai Limat)大都会咖啡馆喝咖啡……。有一天他用他特有的迷人方式对我说:‘我真的在物理课上学了一些基本原理。以前当我坐在一张椅子,如果感觉到前人留下的热气,我就会觉得恶心不舒服。现在不会了,因为物理教我,热量是不属于任何人的。’”

高斯曼曾两度影响爱因斯坦的命运。第一次是在1902年帮他找到专利局的工作。第二次是在1912 - 1913年教他发展广义相对论所需的数学。



直到 1902 年，父亲去世，爱因斯坦与家人的关系才渐渐和好，也才顺利与密内娃完婚。

思考就像避难所



但我们不要忘记，就是在这期间内，爱因斯坦酝酿完成了他的惊人成就。我们因此可以假设——他本人也曾多次确认这种说法——他是在思考中找到支持生命痛苦的力量。67 岁时，他应一位美国编辑要求所写的自传中曾描述，早熟的性格使他从很年轻时就看穿期望和憧憬的虚浮，它们把大多数人卷进需求无度的生活漩涡里。他似乎在童年就感受到世界的残酷与伪善，曾一度在宗教和充满敬畏的虔诚心境中找寻避难所，但阅读过一些通俗的科学作品后，他便不再相信《圣经》内的故事是真实的，所以很快就放弃了宗教。后来他如此评论这段宗教信仰时期：“年轻迷失时的那

爱因斯坦年轻时和朋友哈毕企 (Habicht)、所罗唯恩 (Solovine) 创立了“不朽的奥林匹亚学院”。1953 年他曾在传记中写道：“在你（指学院）短暂的存在期间，你如儿童般快乐地培养清晰和聪明的概念。你的成员（上图）创造你是为讽刺你那端庄坐着的姐妹。这讽刺有多恰当，多年后我才能正确欣赏。”

段宗教信仰，是我第一次尝试，为的是从那个受原始欲望、希望和感情宰制的个人宇宙中解放出来。”

终其一生，爱因斯坦似乎一直不断地在抗拒这个世界的残酷和生命的狭隘——受到原始的情感所统治的生命。然而在生命之外，有一个与人类无关的广大世界，寻找这谜样世界的答案，成了他逃避现实生活的最佳壁垒。他在自传中写着：“沉思这个世界的问题，才能指望获得解放。”

但有时候，他确信只有思考的乐趣才能找到解脱，这令人联想起贝多芬《第九交响曲》中的赞歌。他的成功之钥，所谓“天才”的来源就是：思考的乐趣（die Freude am DenKen）。

我们所知，爱因斯坦不太具有慈父的爱心（下图爱因斯坦、密内娃及儿子汉斯·阿尔伯特〔Hans Albert Einstein〕），也可能是没有机会培养这份感情。他与密内娃离婚后，密内娃独自照顾患有慢性疾病的小儿子。爱因斯坦只用诺贝尔奖金来供养他们。他和长子汉斯的关系也相当冷淡。





“**物**理学家经过长期的犹疑，

终于在麦克斯韦的引导下，

渐渐地放弃了昔日的信念，

这个信念认为可以借牛顿力学

来建立整套物理学体系。

从此以后，物理学中并存着

两套性质相异的基本观念，

其一是以超距力（瞬间传送远距之力）互相作用的质点观念，另一则是连续的场的观念。

在这个过渡时期，物理学缺乏一套统一的基础。

物理学家对这种状态不满意，却又难以超越。”

第二章 物理学危机

“**狭**义相对论不过
是麦克斯韦理论系统的延伸。”

《泰晤士报》

1919年11月23日



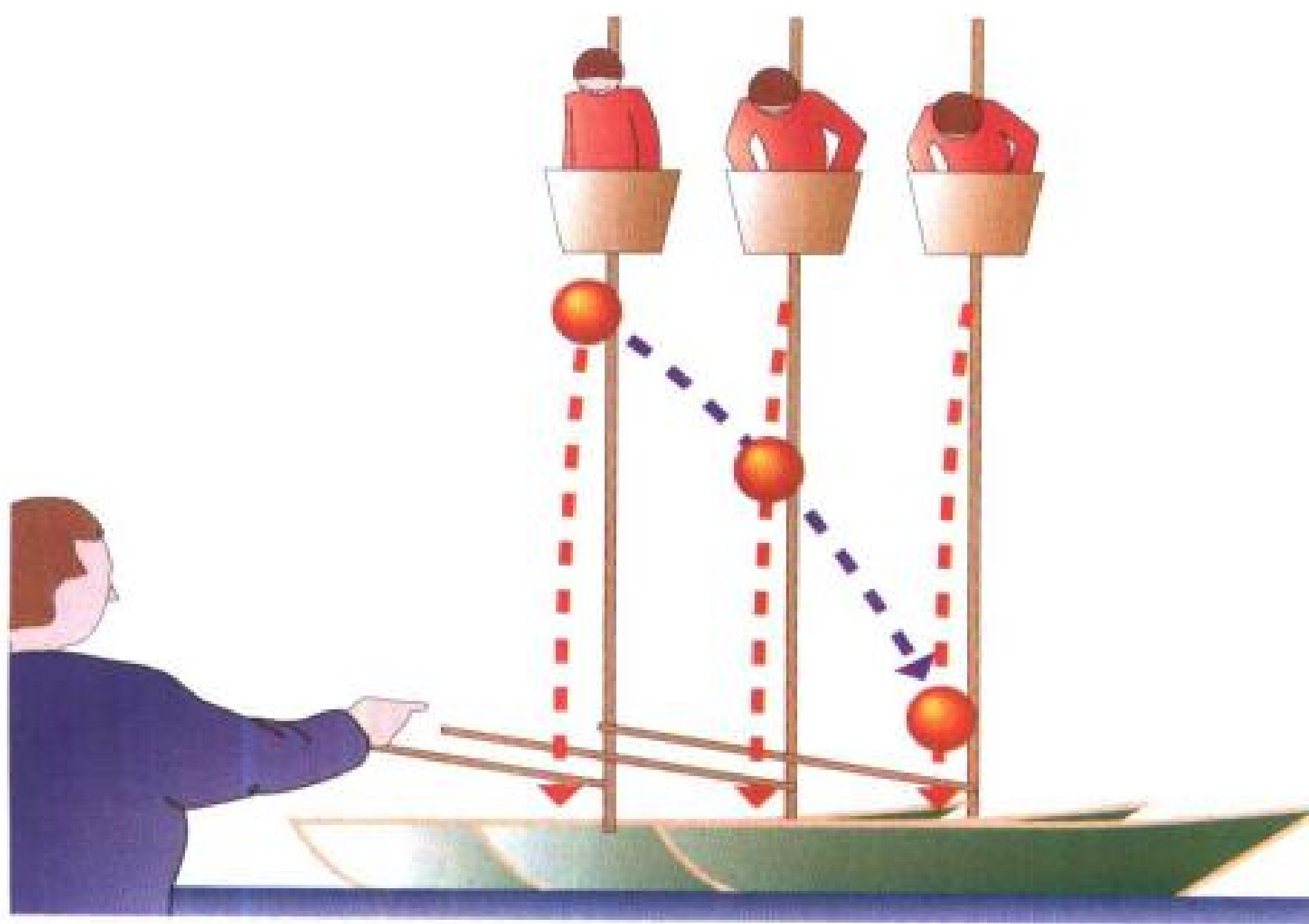
崩塌中的房屋

在 20 世纪初，当爱因斯坦展开他的科学生涯时，物理学正面临着危机。在这个科学转折点上，有些物理学家的一生就像出大悲剧。最有名的例子要数波尔茨曼 (Ludwig Boltzmann)，统计力学 (mécanique statistique) 的创始人，他于 1906 年自杀，部分原因是他在这个危机中找不到出路，无法再往前思索。

19 世纪的物理学中并存着两套理论，一是研究物体运动的古典力学 (la mécanique)，一是研究光线的电磁学 (l'électromagnétisme)。不幸的是，这两套理论在许多论点互相矛盾。爱因斯坦认为，当时的物理学就像是要在旧屋上加盖新屋，加盖部分引起太大压力，产生了严重的裂缝。建筑师建议至少要打掉一部分，再从地基重建。

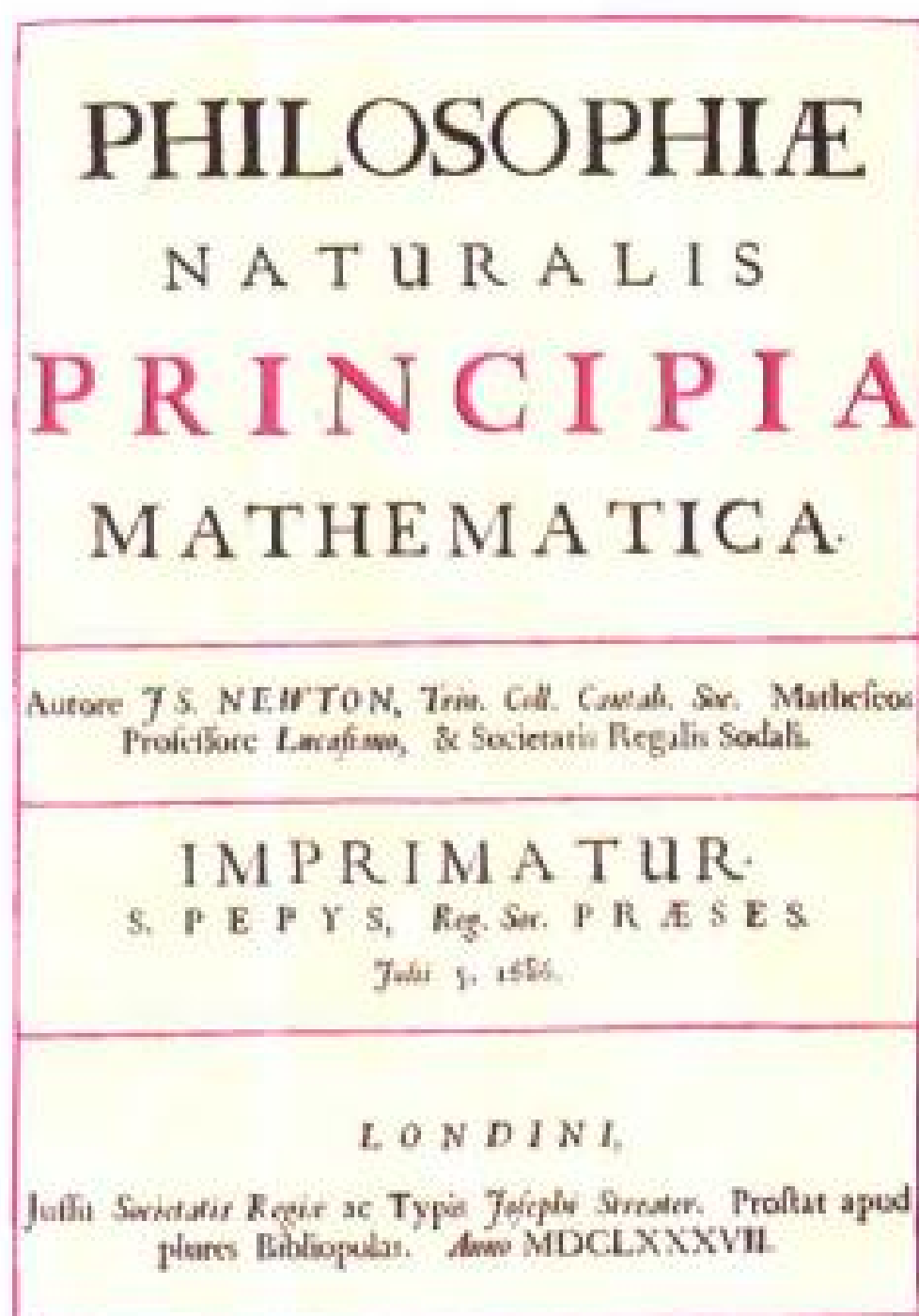
相对性原理

古典力学是由伽利略 (Galilée, 1564 - 1642) 以及牛顿 (Newton, 1642 - 1727) 奠立基础。在古典力学



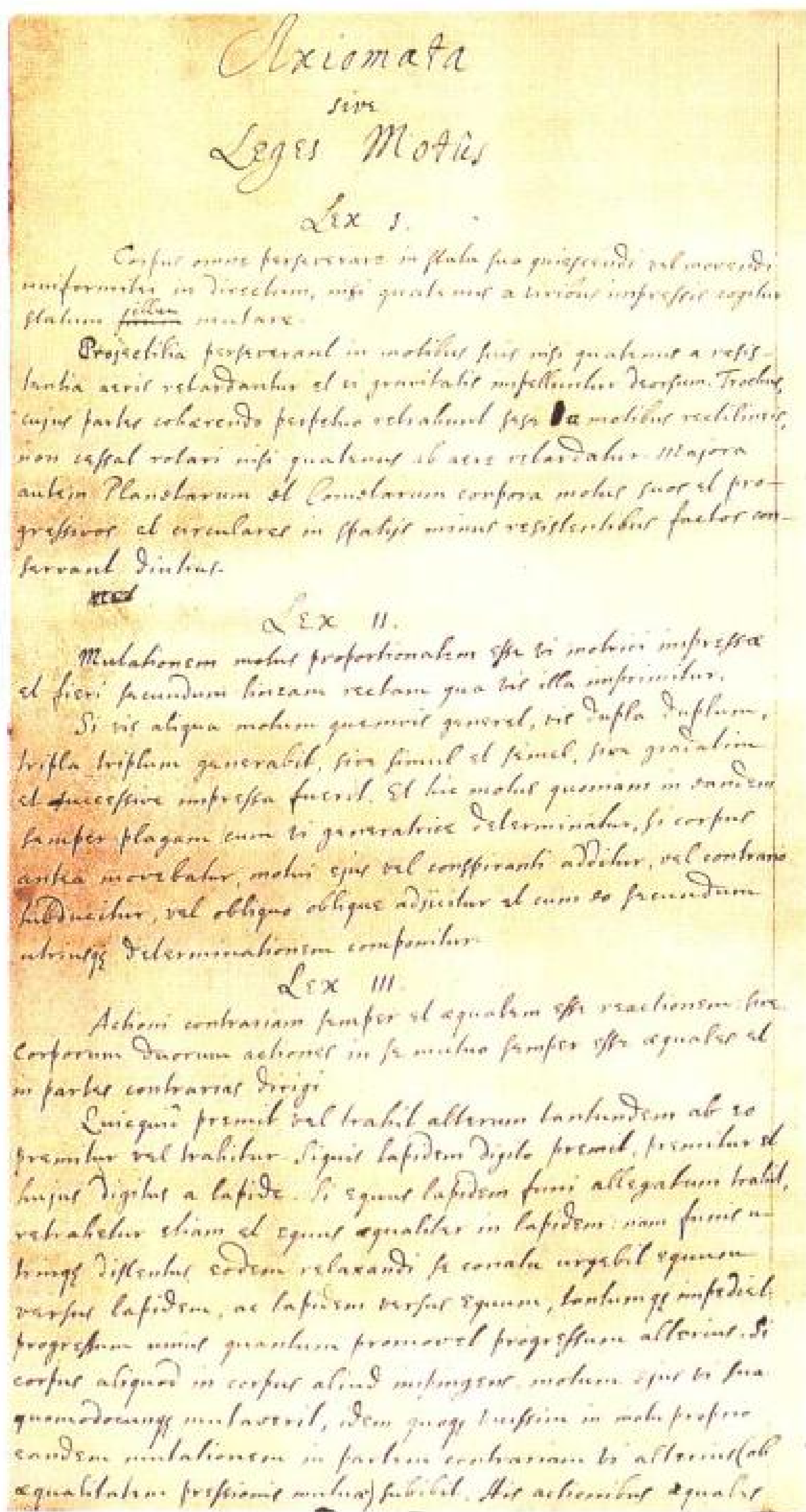
牛顿时以拉丁文写下的运动三定律原稿 (右页右图)，后来成为他的巨作《自然哲学的数学原理》中两大部之一 (右页左图)。

从行进中的帆船桅杆顶丢下石头，石头会垂直地掉到桅杆底，还是往后掉呢？一般人不经思索就会回答往后掉。事实上，根据相对性原理，不论船是在行进中或是停泊在堤岸，实验的结果石头都会掉在桅杆底。尽管从堤岸上的观察者看来，船在行进中，石头会沿抛物线运动往后掉，但桅杆上的船员看来是垂直落下。实验结果对两个观察者而言是相同的。



中，从烟尘中的颗粒到环绕太阳运行的行星，只要是含有相当质量的物质，都称为“物体”，而古典力学的内容就是记述这些物体的运动。古典力学的立论基础是伽利略的相对性原理；古典力学中的所有理论，包括牛顿运动三定律在内，都是建立在这个相对性原理之上。

依据相对性原理，飞机在等速飞行时——显然伽利略举的例子不是飞机，而是船——所有事物的运作会和飞机静止时一样。除非我们从飞机上往外看，否则就无法得知飞机是否在飞行。因此只要飞机做等速直线飞行时，飞机就像没有飞一样，它的飞行没有意义，因为我们感受不到。



《自然哲学的数学原理》的另一部分是重力理论，这理论和牛顿运动三定律结合后，可说明行星的运动。

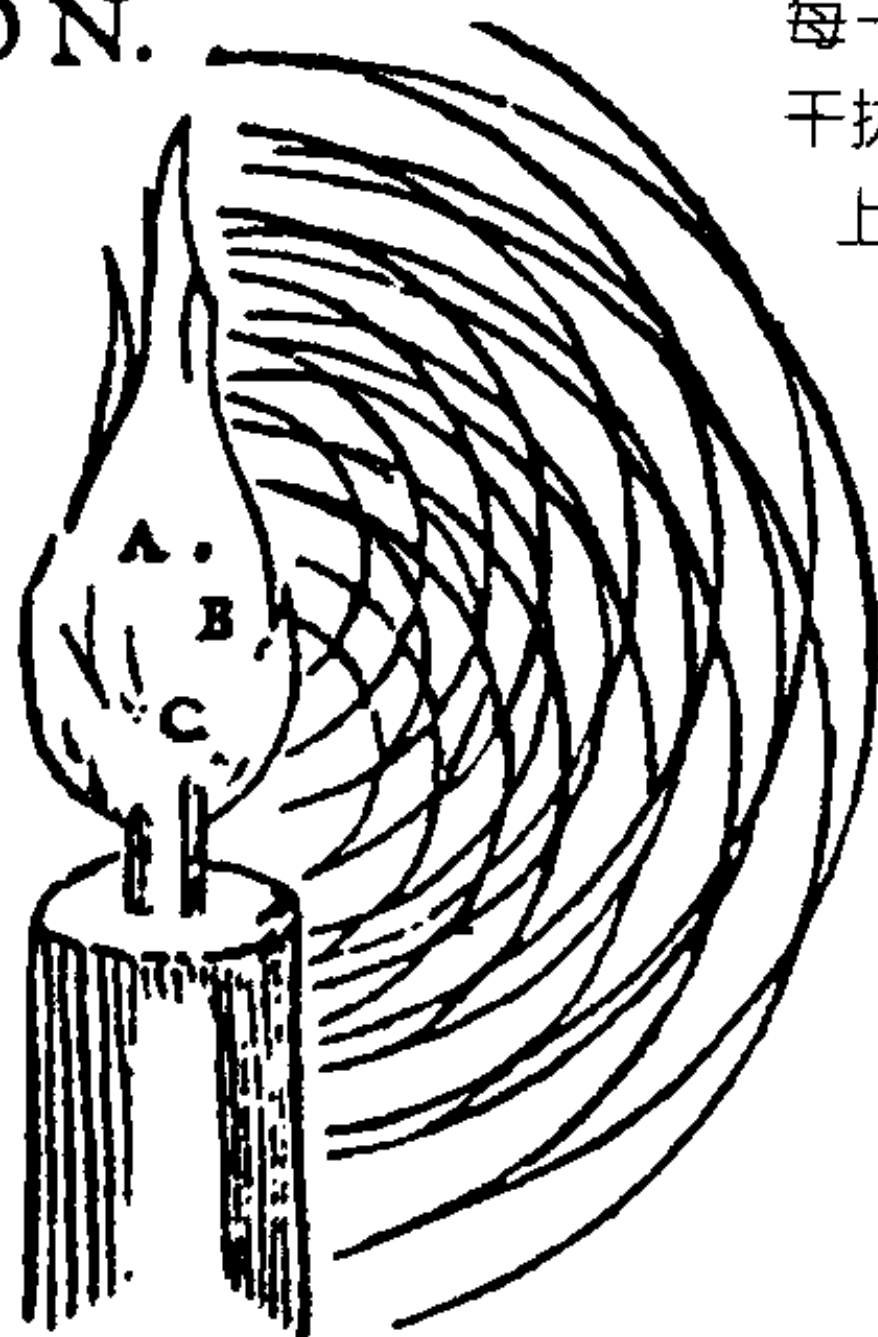
TRAITE DE LA LUMIERE.

Où sont expliquées

Les causes de ce qui lui arrive

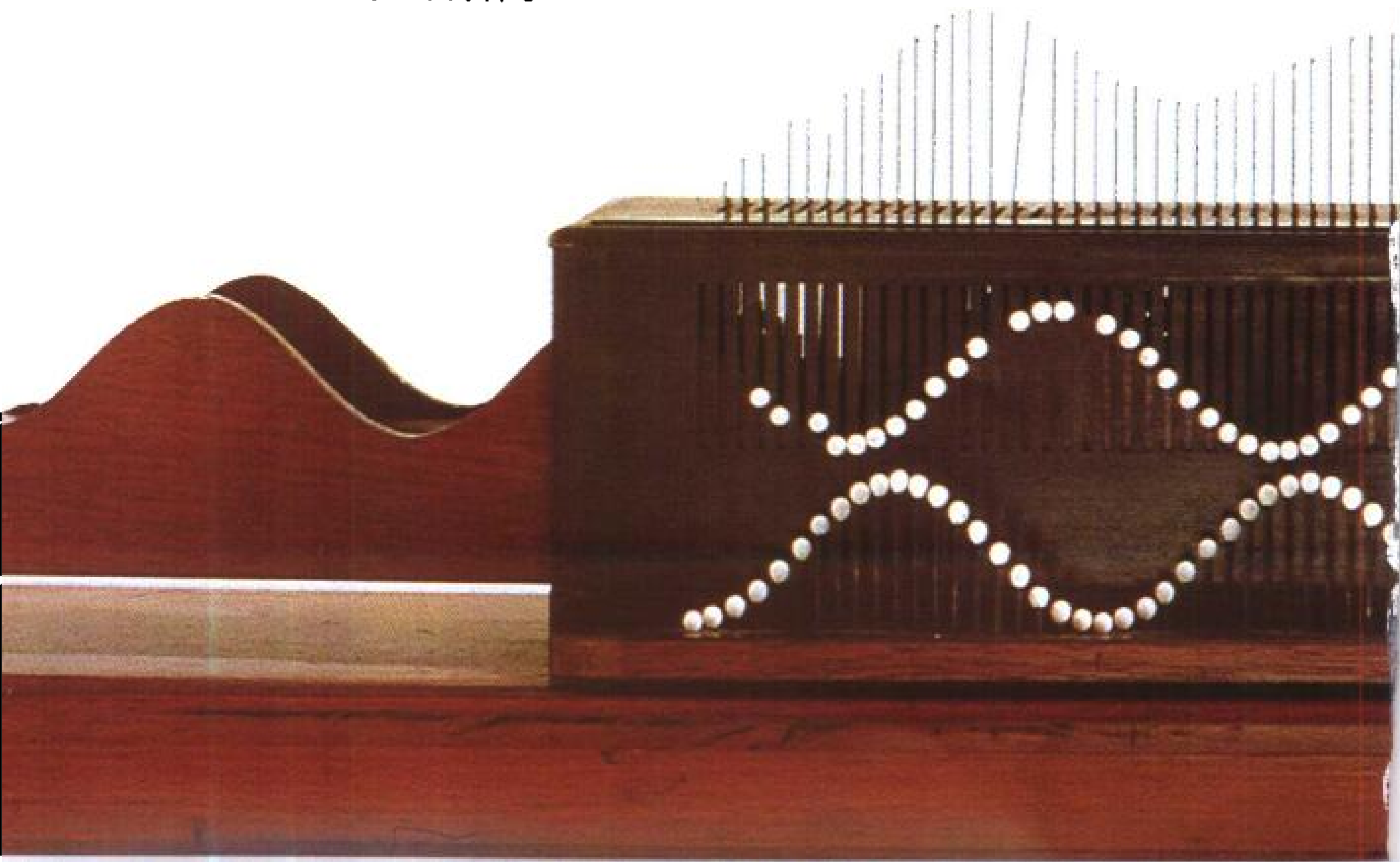
Dans la REFLEXION, & dans la
REFRACTION.

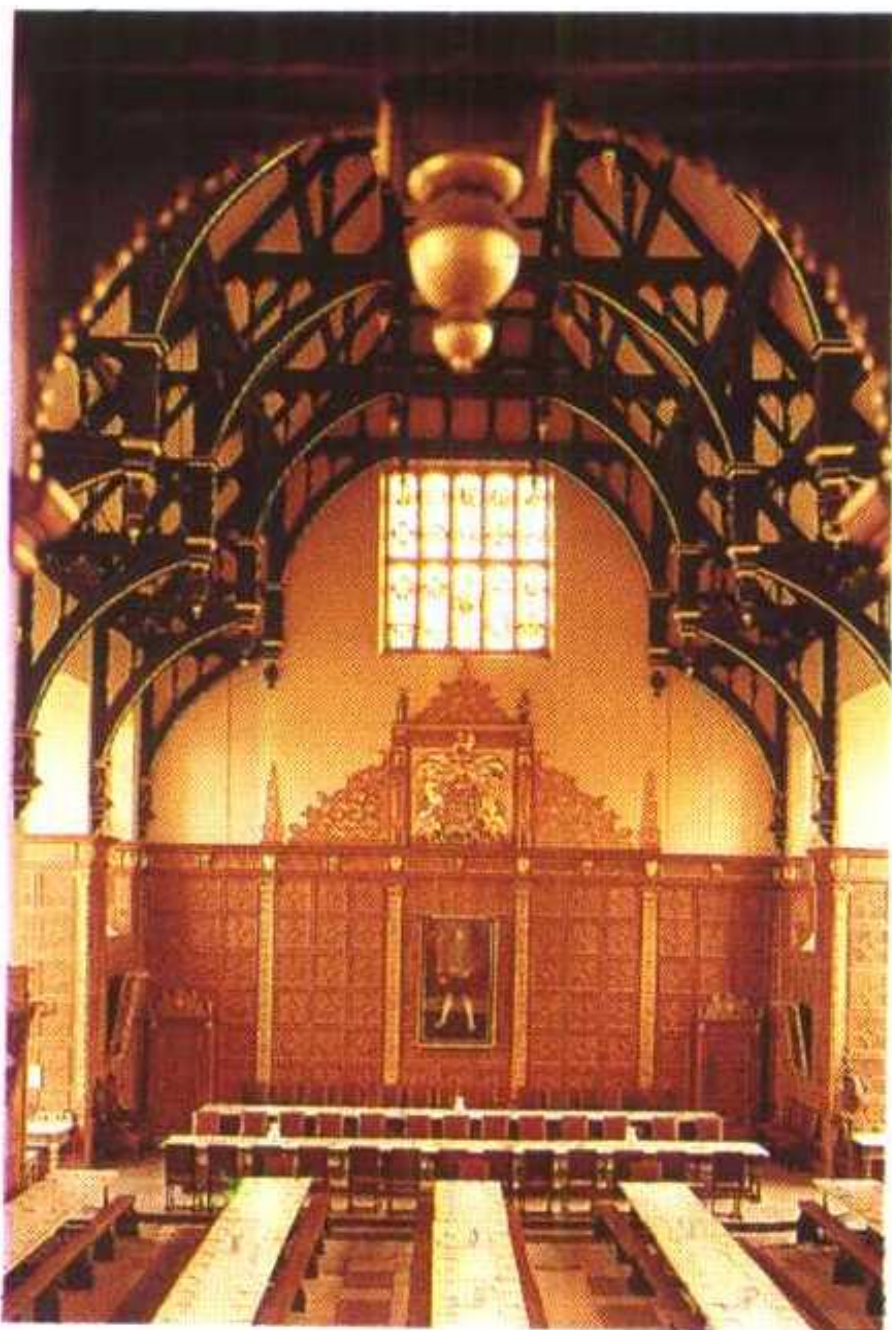
所以感受不到自己的运动,并不证明我们是静止的,我们可能正在高速运动中而浑然不觉。在飞机中,对机舱而言我们是静止的,但对地面而言不是。何况地球绕着太阳运动,太阳绕着银河系运动,连银河系也不是不动的,简而言之,在这世界上,没有“绝对空间”,也没有绝对静止不动的物体。



惠更斯 (Christian Huygens) 在《光线论》中写道:

“当我们看见发光物体时,它并不像球或箭那样,会穿越空气传送到我们身上。”因为如果传送给我们,光会像波一样散开,而发光体每一点发出的波会互相干扰。“因此在蜡烛火焰上 A, B, C 三个不同点发出的光波,可以三点为圆心的三组同心圆表示。”





第一个难题： 麦克斯韦的以太

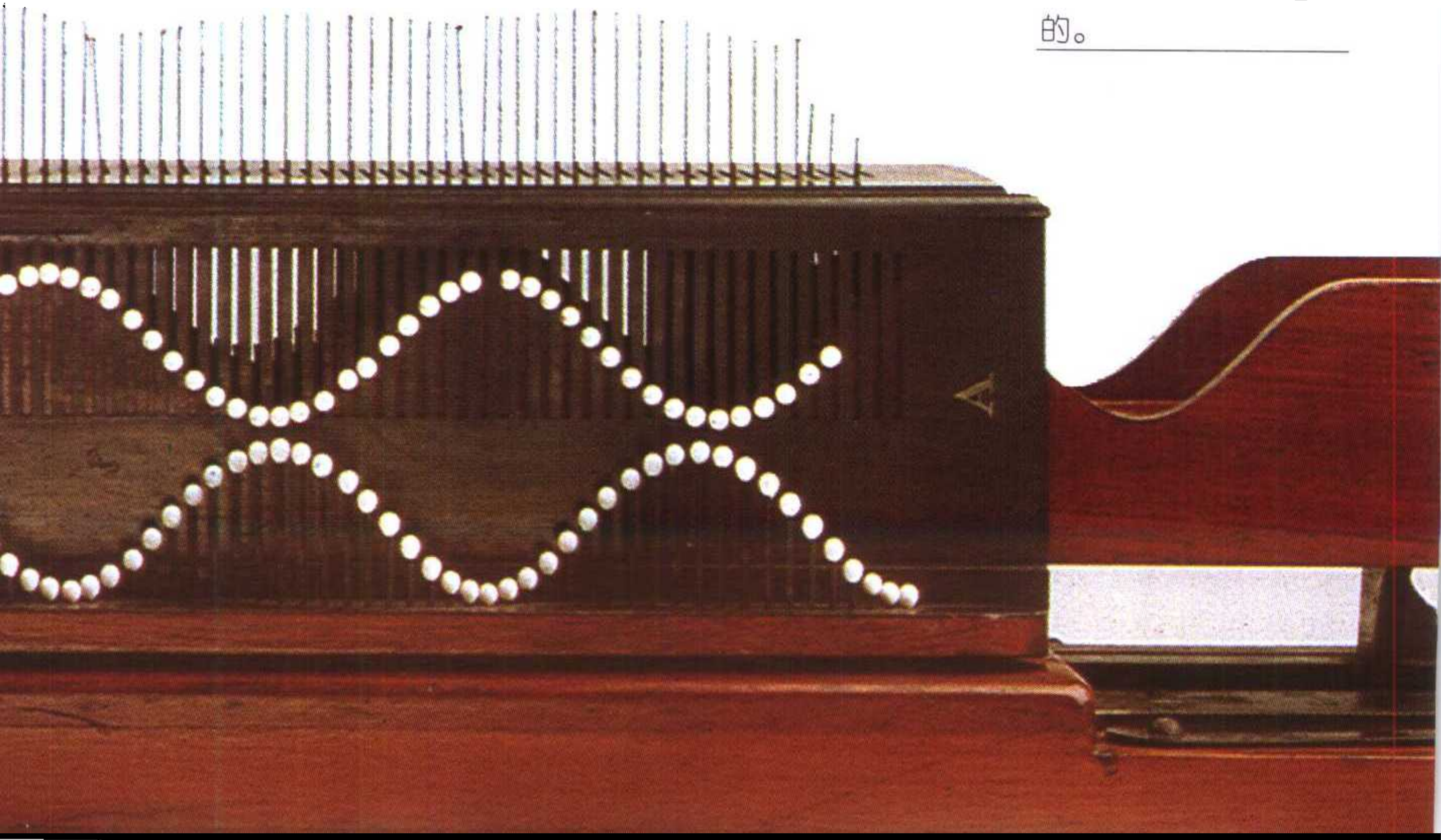
光理论（电磁学）是由英国物理学家麦克斯韦（James Clerk Maxwell）在 19 世纪 50 年代建立的，这套理论使得牛顿及其跟随着苦心营造的华夏，出现了一道裂痕。根据他的理论，认为光线就

像是“波”，光的传播方式和池塘水面上涟漪的传播方式类似，不同的是，光是在所谓的“以太”（*ether*）中传播，而不是水面。

依据麦克斯韦的说法，我们必须想像有一种介质称为“以太”，充满在世界各个角落，这种介质的存在对光的传播是不可或缺的。那么“以太”是什么原

剑桥大学的三一学院（Trinity College，左图）是物理学的历史重镇之一，牛顿在 1660 年至 1665 年在此求学，之后在此教学 20 年。今日在校园的院子里有一颗苹果树，上面标示着一栋小屋的遗迹。那是牛顿操作冶金学实验的地方。而他却离奇地放火把它烧了。150 余年后的 1850 年，当麦克斯韦是剑桥学生时，也曾到三一学院进修。

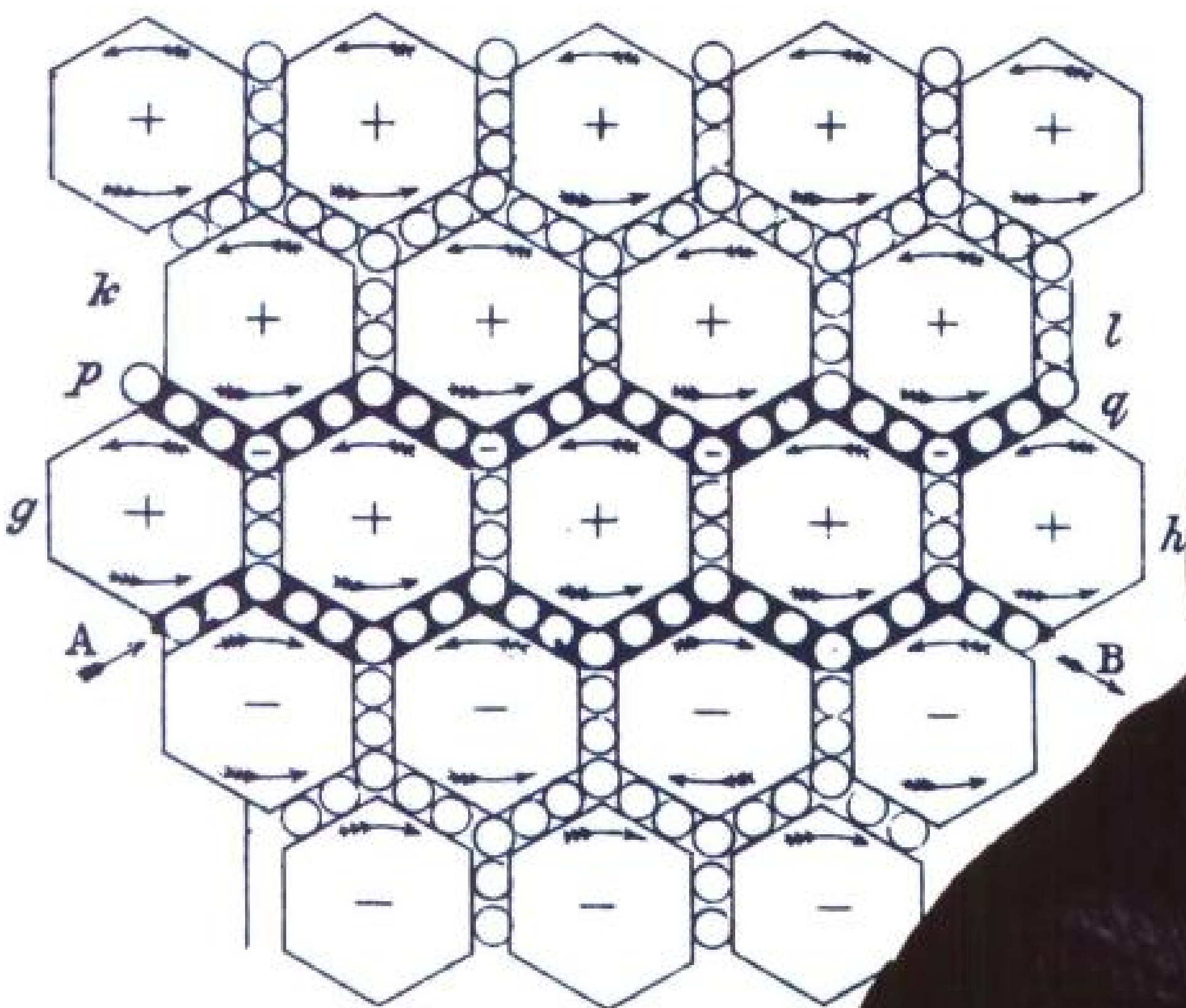
麦克斯韦一生都在寻找解释光传播的力学原理，尤其是借助齿轮与传动系统等模型。下面的模型是他的一位门生惠斯顿（Wheatstone）建造的。



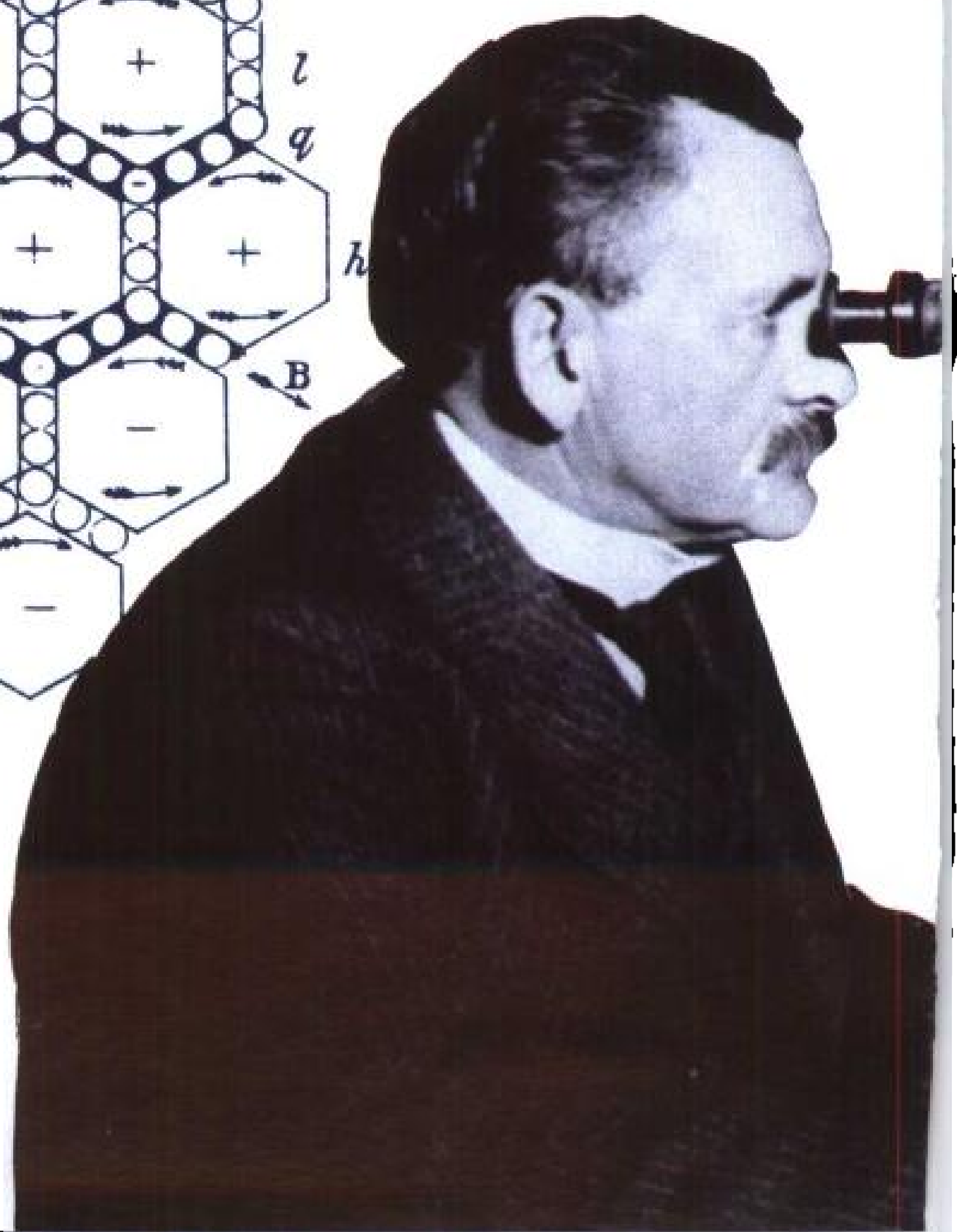
料做的?它像什么?像水?像空气?还是像玻璃?它有重量吗?是液体还是固体?有没有弹性?麦克斯韦的理论只提供含糊的答案:“以太”无疑是无色的,很可能也没有重量……像一种果冻。随着时间发展,原先加诸在“以太”的种种物理性质,渐渐都遭到否定,只剩下一个特征,即绝对的静止,而这却又明显地与相对性原理不相容。

物理原理不容许有例外存在,不然就必须放弃。到了20世纪初,物理学家们为这个矛盾的两难产生激辩。一是接受麦克斯韦的理论——他们又如何能

如果以太存在且静止不动,那么地球上测量到的光速就会因地球运动的方向而有快慢之别。迈科森(Michelson, 下图)设计了一个实验来测量此差别。实验结果是否定的:不同方向测到的光速都相等——就是说以太静止不动的假说不成立。



不接受呢?它的预测精确地符合实验结果——那么就必须承认光在绝对静止的“以太”中传播,而放弃相对性原理,也就是否定古典力学。第二个选择是保留相对



性原理,不承认以太的存在,意即否定电磁学,这么一来我们又如何解释光的传播?

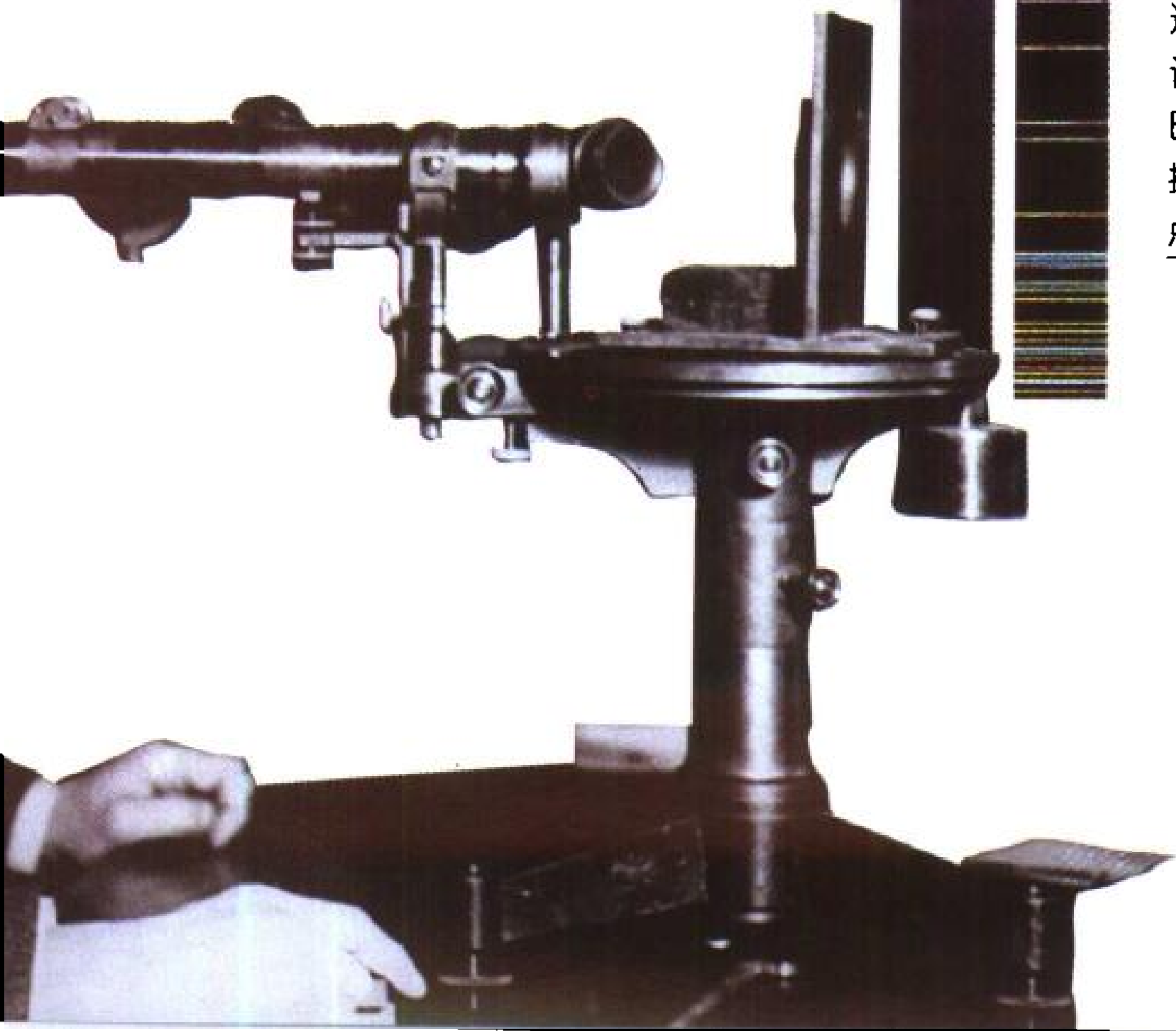
第二个难题:连续与非连续的对立

一个更哲学性的矛盾同样令当时的物理学家烦恼不已:如何让连续与非连续两个相反的原理同时成立?

物质由原子构成,这个今日众所皆知的事实,在1900年时已有不少的物理学家接受。原子是形成物质的小颗粒,把它们一个个聚起来就形成日常生活中的物体。原子可以像沙子一般,分开来一个一个地数。原子与原子间的空间使得物质变得不连续,而原子的运动可以用力学来描述。

连续与不连续是两个完全不相容的性质,我们无法从连续中造出不连续,或从

麦克斯韦是19世纪下半叶最重要的物理学者,一方面是因为他的发现,另一方面则是因为他的研究方法。他的研究方法十分成功,称为“实际类比法”(analogies véritables)。根据麦克斯韦的说法,当我们探索新领域、新现象时,如果缺乏适当的观念和语言,便只能用类比法作为唯一的推理工具。他利用此方法说明,光的传播类似某种介质震动的传播,这种介质叫做以太。但并没有说明以太的成分,只描述了几种以太的模型。左图代表一种以太运作的模型,以太分成许多小室,当它们转动时,这些小室互相摩擦,而使得震动能从一点传播至另一点。

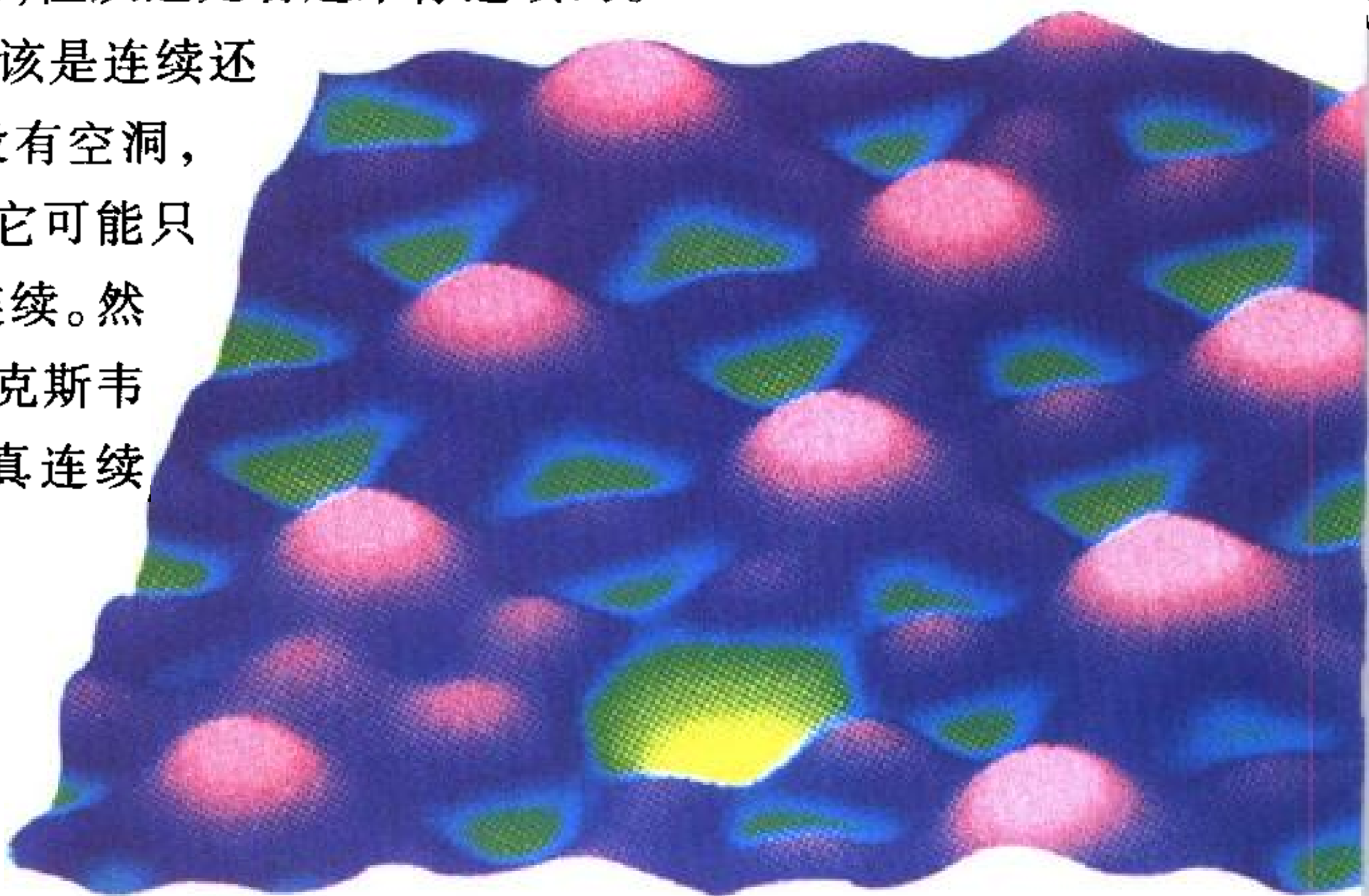


不连续中造出连续,最多只能用不连续造出假连续,假如沙子是不连续的,但从远处看起来像连续的。

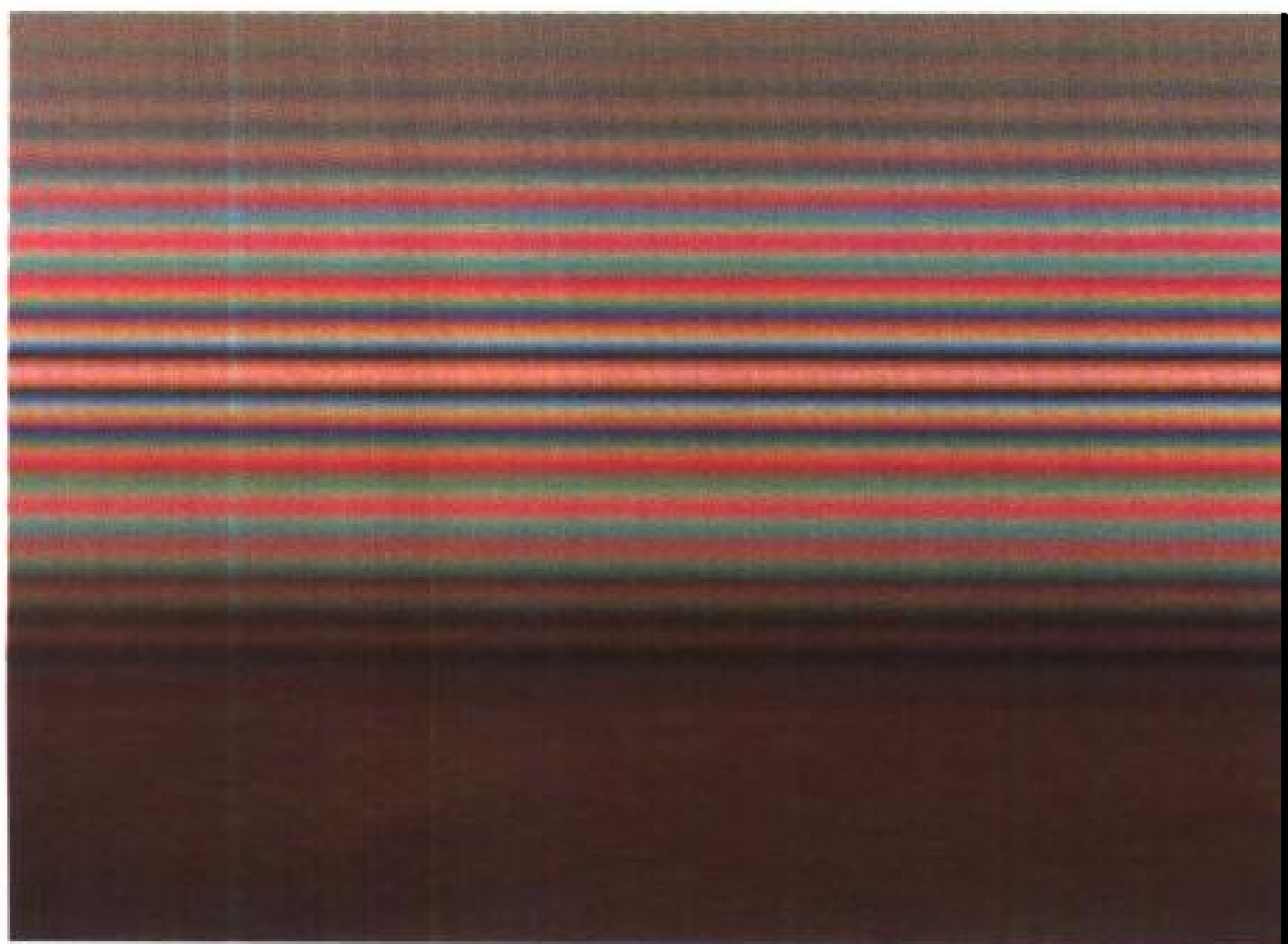
话说回来,光应该是连续还是不连续?光线中没有空洞,看来应是连续的。但它可能只是和物质一样是假连续。然而事实并非如此。麦克斯韦的理论显示光线是真连续而不是假连续。

所以物质不连续,而光是连续的。乍看之下,它们性质上的对立并无惊人

之处,再怎样说,物质和光还有许多性质呈相反的状态,如物质有重量,光没有;物质通常是不透明的,而光用肉眼看不见等等。可是物理学家们无法忽略这两者之间的关系:光是从物质产生的。这可以从某些物质加热后,会受热而发光得到证明,例如油灯中



光的干涉条纹(左下图)显示出光具有波的特质。因为波是连续的,当两波重叠时,它们会互相加强和削弱,就形成明暗交现的干涉条纹。相反地,如同惠更斯所说,粒子不会互相干涉,只会互相妨碍。

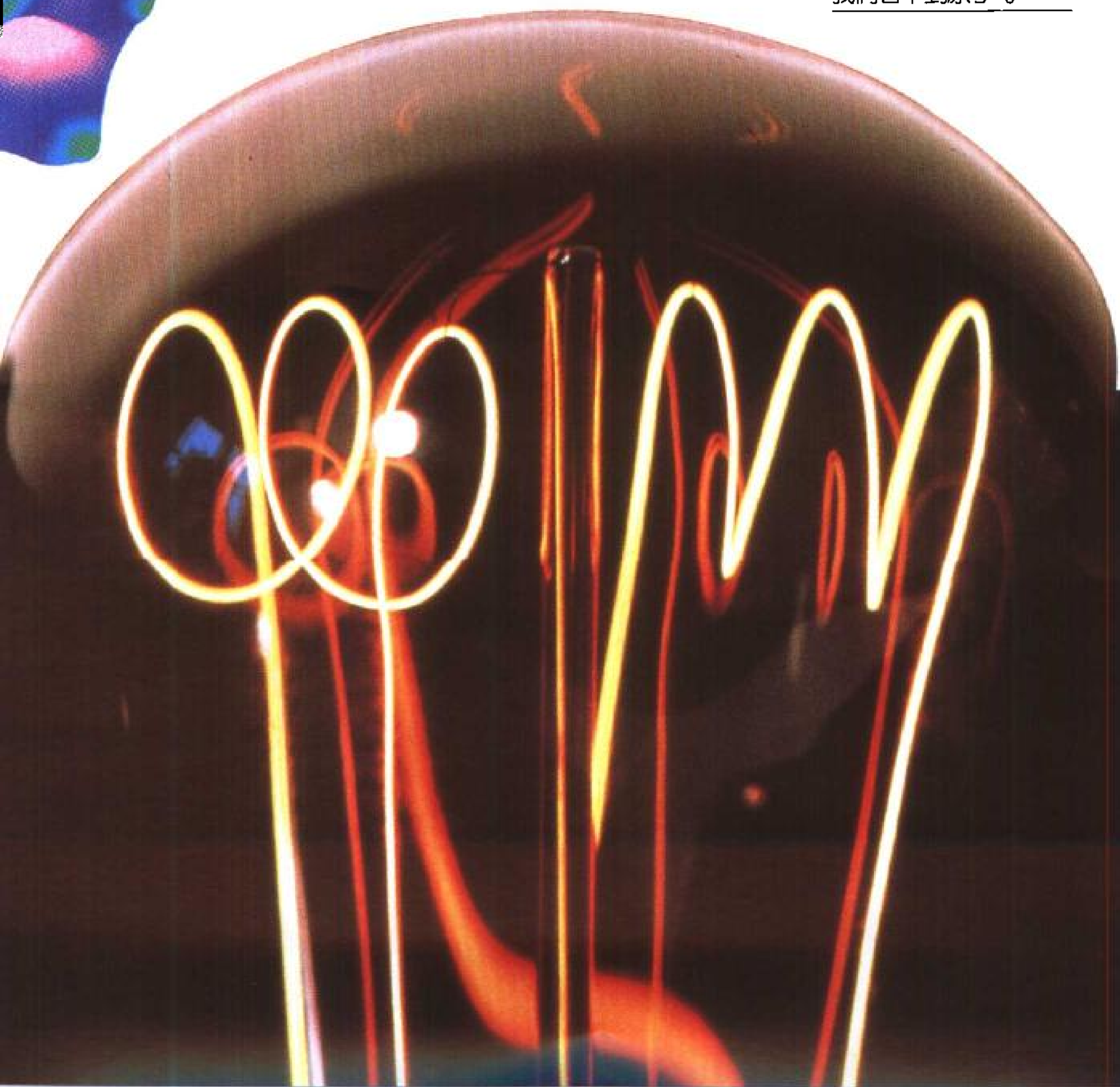


电灯和制造电灯的谜?不连续的物如何能产生连续的波?(右图)

的油或是白炽灯中的细铜丝。或是利用放电激发气体也会放光,如闪电或者霓虹灯。

如何解释不连续转变成连续?在这里,奠基于力学的物质原子理论和光理论再次显示互不相容。

从 20 世纪 80 年代开始,就算我们看不到原子,也能用新发明的“场效显微镜”(microscope à effet de champ)把晶体表面的原子摄影下来(左图)。可惜那些不相信原子说的反原子论者没见到这些照片,他们不相信原子说的理由是“因为我们看不到原子”。





“我答应给你四项研究成果，
下次就寄给你第一项，
它以革命性的方式处理辐射与光的问题。
第四项研究尚在草拟阶段，
这项研究处理运动物体的电动力学，
方法建立在对时空理论的修正上。”

给哈毕企的信
1905 年春天

第三章 充满奇迹的 1905 年

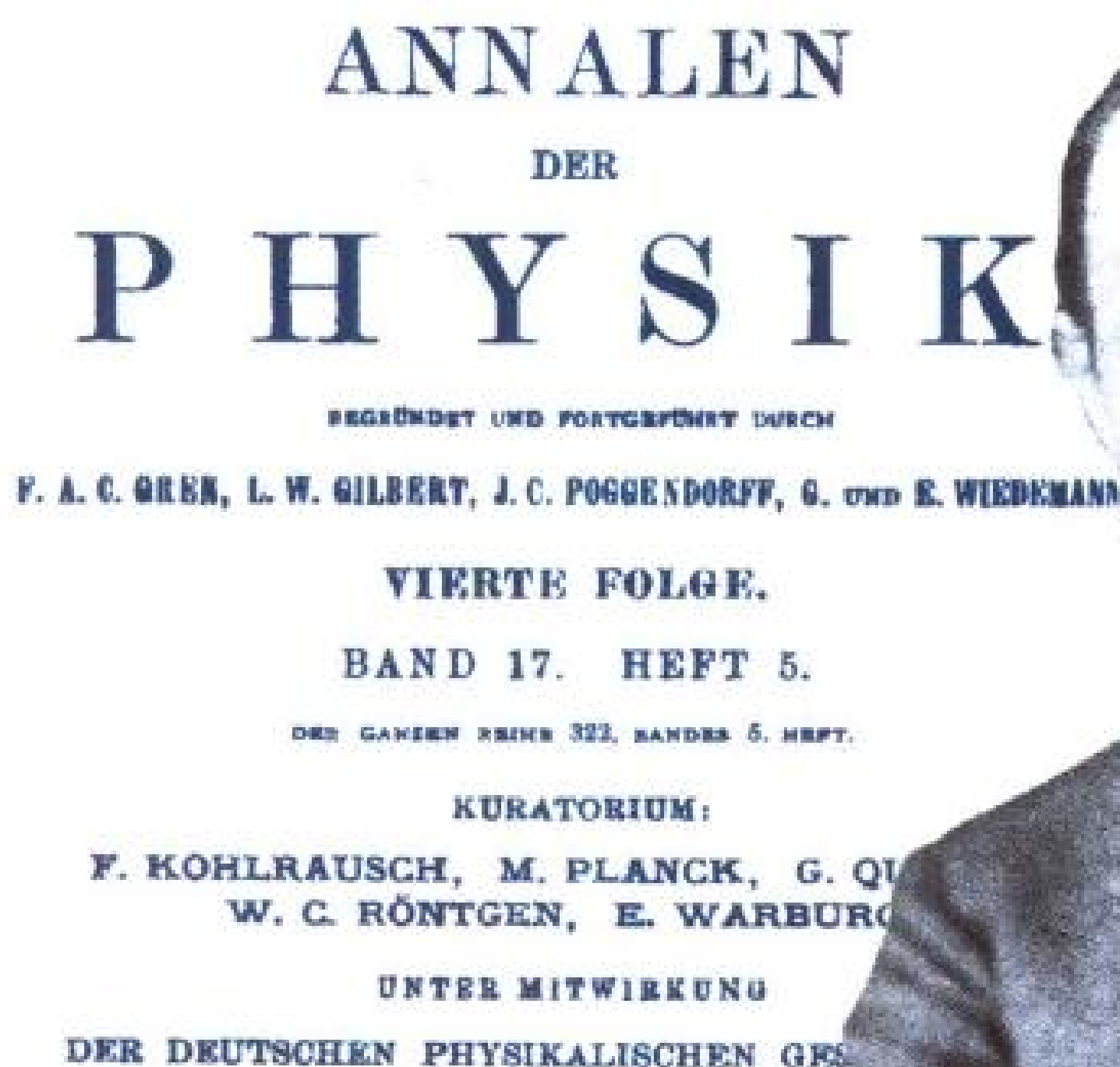
爱因斯坦在 1905 年发表的众多研究成果中，后人印象最深刻的是著名的质量能量相等公式。

$$E = Mc^2,$$

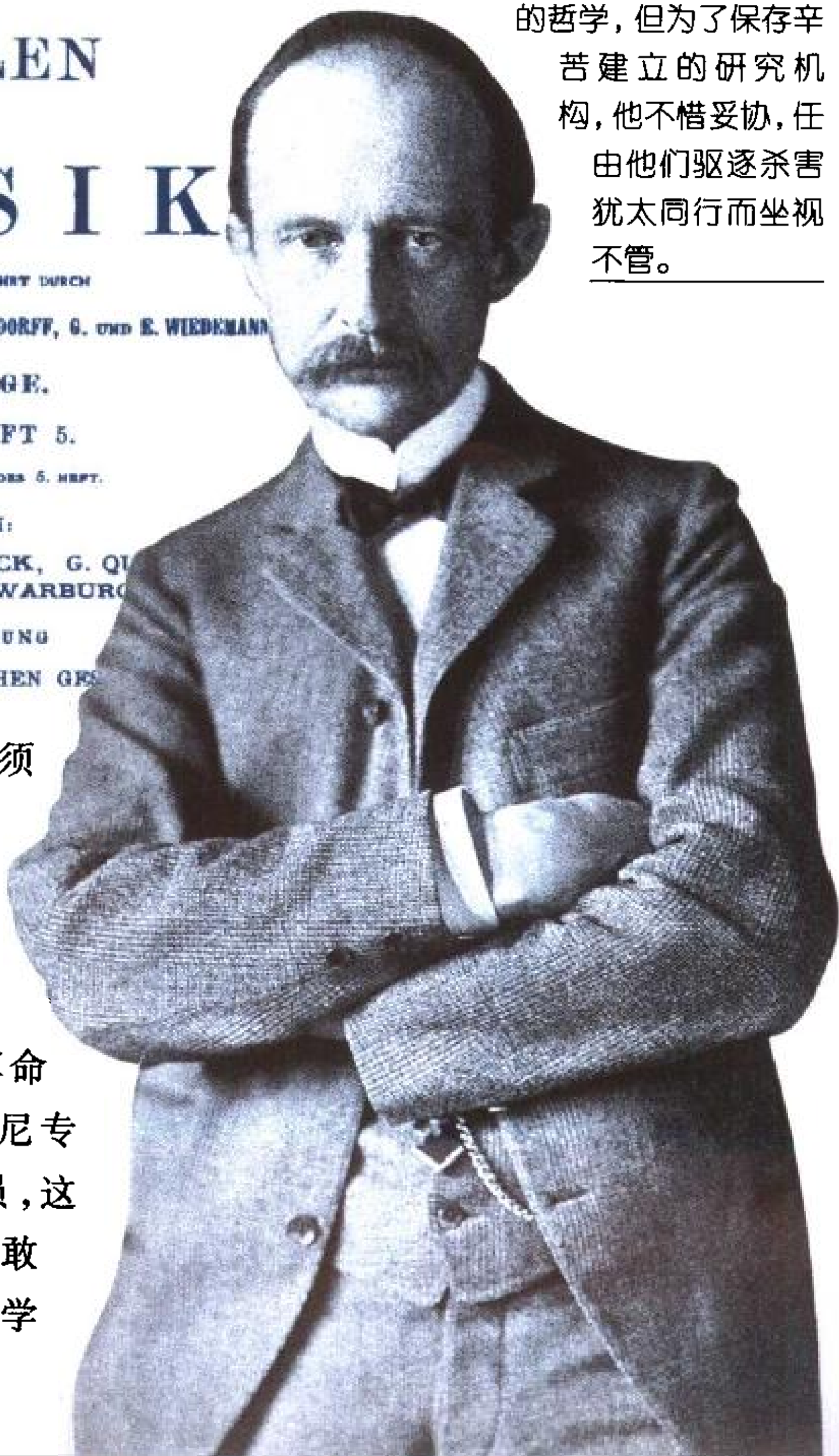
提出一个好问题,就等于将问题解决了一半

物理界争执不休、苦恼无解的谜题,爱因斯坦只花了六个月的时间就解决了。1905年3月,他证明连续与非连续的对立并不存在,光与物质一样,也是由颗粒组成的,这就是光“量子”(quanta)假说。同年6月,他完成了一套不需以太的光理论,借着这套“狭义相对论”(relativité restreinte),去除了力学与电磁

普兰克 (Max Planck) 是德国科学界的重要人物。其命运却颇具悲剧性,有如其国家的命运。1914年他在一份战争宣言上签名,但在大战期间一直为这件事后悔。两个儿子也因此被挟持。他厌恶纳粹政权的哲学,但为了保存辛苦建立的研究机构,他不惜妥协,任由他们驱逐杀害犹太同行而坐视不管。



学间的冲突。此处我们必须向德国的物理机构,尤其是当时最重要的物理刊物《物理年报》(Annalen der Physik)的编辑们致敬,他们有勇气刊登这两篇革命性论文,而作者只是伯尔尼专利局一位默默无闻的职员,这是目前所有专业期刊所不敢尝试的。也许这是德国大学





爱因斯坦一生中创造力的巅峰时期是在伯尔尼专利局任职时(左图)。



的特色,它虽然僵硬又阶级化,但总允许外界人士发表意见。

而年轻的爱因斯坦竟能有如此惊人的健全心态,也很值得赞赏。我们可以想像一个二十六岁的年轻人,独自轻易地解决了令其他资深学者伤透脑筋的难题,心理上会多么地难以平衡。

1905年3月,发现光量子

爱因斯坦在第一篇论文的序言里,陈述了他对难题的诊断:物理界如果无法超越连续与非连续的对立,将永远困在现状,因为这个对立将无法解释光如何从物质产生。所以他认为应该集中心力来思考光的生成,特别是物体受热后如何放射光线。

爱因斯坦是原子假说的信徒,他虽然从未真正看过原子,却确信它的存在。此外他也是统计力学的热

波尔茨曼死后葬在维也纳,墓碑上刻有以他的名字命名的公式:

$$S = k \log W.$$

S 是熵, W 是与 S 相对应的机率。爱因斯坦以前所未有的方式运用此公式,而在1905年发现光的粒子性。

忱拥护者。这门学问称为力学，是因为它利用牛顿定律来描述原子的运动；又因为它不研究个别原子的运动，而是研究全体原子，或它们平均运动所造成的效应——任何少量的物质都包含大量的原子——因此它也是统计学。统计力学最光辉的成就之一，就是成功地解释物体受热时的反应，及证明温度和各种形式的能量是相对应的。

在麦克斯韦的理论和统计力学中，能量都扮演着重要的角色。爱因斯坦由此获得灵感，他想到可以利用统计方法，来研究受热物体以何种方式把能量转换成光的能量。

他发现只有假设光能是由颗粒或“光粒子”组成，这种能量转换才能合理解释。他把这种颗粒命名为“光量子”——我们今日把它称之为“光子”(photon)。光能是不连续的，就如同物质一般。

光既不是连续，亦非不连续

是否可以就此论定，光是如同物质般假连续，当我们就近看时就变成不连续？爱因斯坦认为光同时具有“光量子”假说所提议的非连续的特性，和麦克斯韦理论所要求的真连续的特性。这理论已经被无数的光学实验所证实。然而为何光在某些情况下是连续的——如彩虹，而另些情况下却是非连续的——如油灯发光？

所以这问题并没有完全解决，1905 年时爱因斯



肥皂泡的色彩（上图是肥皂泡薄膜），只有在光是连续波的情况下，才能得到满意的解释。这些色彩是许多不同路径的光叠加在同一点后形成的结果。如果光是不连续的，一个质点会完全占据一个点，因此无法叠加上去。

坦因无法解决下面这个问题而苦恼不已：“光到底是什么做的？”然而有件事是确定的，光不只是个连续波，它也具有原子的不连续特性。爱因斯坦发现光是种奇异的物质，它无法用逻辑二分法来分析，也因而结束连续与非连续的矛盾。

夜 晚街上的霓虹灯显示着光线的不连续性。每条灯管内只含有一种原子（氖原子、铷原子……），当这种原子被电激发时，会放出光粒子。这些光粒子带有特定的能量，符合光量子假说。



尽管爱因斯坦幸运地找到这个问题的部分解答，但他却料想不到，光的真正基本性质和光量子的真面目等问题，将会终生折磨他。

1905 年 6 月:相对论

在 6 月第一篇论文的首段中,爱因斯坦带着胜利的口吻,宣称“把以太引进电磁学是肤浅的想法”,这段文字解决了当时物理学家的第二个矛盾。

如果依据麦克斯韦的说法,光的存在源自以太的振动,又怎能说以太不存在?爱因斯坦的说法很简单,光就是光,不源自以太或其他介质的振动。

“我本来应该会有更扎实的数学基础,只是我大部分时间都在实验室工作,着迷于与实验的直接接触。”爱因斯坦并不是我们想像的纯理论家,他曾花费许多时间建造一台仪器,用来测量大气中的微弱电量。
(下图,爱因斯坦位于苏黎士的实验室。)



那么如何定义光?爱因斯坦决定用麦克斯韦理论导出的结论作为原理。这结论宣称,不论观察者如何运动,他测到的光速都是定值的,若以 c 表示,则 c 约等于每秒三十万公里。如果我们相信光是在绝对静止的以太中所产生的波的运动,那么这个结论就会与相对性原理有所冲突,因为根据相对性原理,波的速度会随着观测者的速度而改变。爱因斯坦过人之处就是在于废除光是以太中的波动的想法,由此解决了这个矛盾。依据爱因斯坦的说法,光的特性就是不论观测者的运动为何,它永远以一定的速度 c 行进。

“我知道光速不变定律和相对性假设彼此不太有关联,我曾犹豫哪一个比较真实。”为什么光速不变会和相对性原理产生矛盾?这是爱因斯坦在 1904 年间的问题。“幸好我一位朋友帮我找到解答……。我们开始讨论各种可能的结果。突然间我了解了……。”五周后,狭义相对论大功告成。

*Reçu pour H. Reiss
à l'Electricité
du 14 Août au 21 Août. 15
fr. 18. —*

假定“以太”
不存在,舍弃光是
“以太”波动的理论,有办法从

这个基础来重建物理学吗?是否需要保存相对性原理?爱因斯坦回答:是的。因为既然假定绝对静止的以太消失,就没有任何理论抵触相对性原理了。爱因斯坦这么下结论道,就算光也要满足于相对性原理。这个基本原理以前只适用于力学理论,而今日物质与光都将同时受到它的规范。在物理学中是没有例外的。

他尝试同时从两个原理出发,来重建物理理论,

Einstein

一个是光速恒为定数的“光原理”，另一个是没有物质是绝对静止的相对性原理。

因为他借由相对性原理统一了物质理论及光理论，因此从这里衍生出来的理论，称为“相对论”。

我们常听人说这名字取得不恰当。事实上，“相对论”是研究不变量的学问，也就是研究自然界有哪些不会随着观测者运动而改变的能量，其中最佳的例子是光速 c 。

“同时性”受到质疑

出乎意料地，物质与光理论的统一，修正了一般人对时空观念的直观。爱因斯坦在 6 月的论文中，用下面的例子来说明一个矛盾的事实。火车上的乘客看到同时发生的两件事，对车外的人来说，却是先后发生。

想像一下这个情况：有两人坐在车厢两端，此车厢正等速由左向右前进中。两人都用闪光灯照相，车厢中央有另一旅客甲，他同时接收到左右两道闪光。对他而言，车厢两端的摄影师是同时按下快门的。

但对于在路边看着火车经过的乙就不是这样。他看到甲坐在车厢中央，与火车同速从左向右运动，朝向从右边来的闪光，并“逃避”左边来的闪光。

——位不知名人士的笔迹（下图）：“相对论的简单定义：就我们目前所知，宇宙中没有任何点可被抓住。”爱因斯坦在下面亲手加写：“读过且赞同。”“就我们目前所知”这句话尚有商榷的余地，因为这并不是可怀疑的知识，而是一个原理，一个物理理论的出发点：世界上所有的观点都是等价的。

Short definition of

*There is no hitching
in the Universe —
as we know*

*gelesen und richtig befunden
A. Einstein*

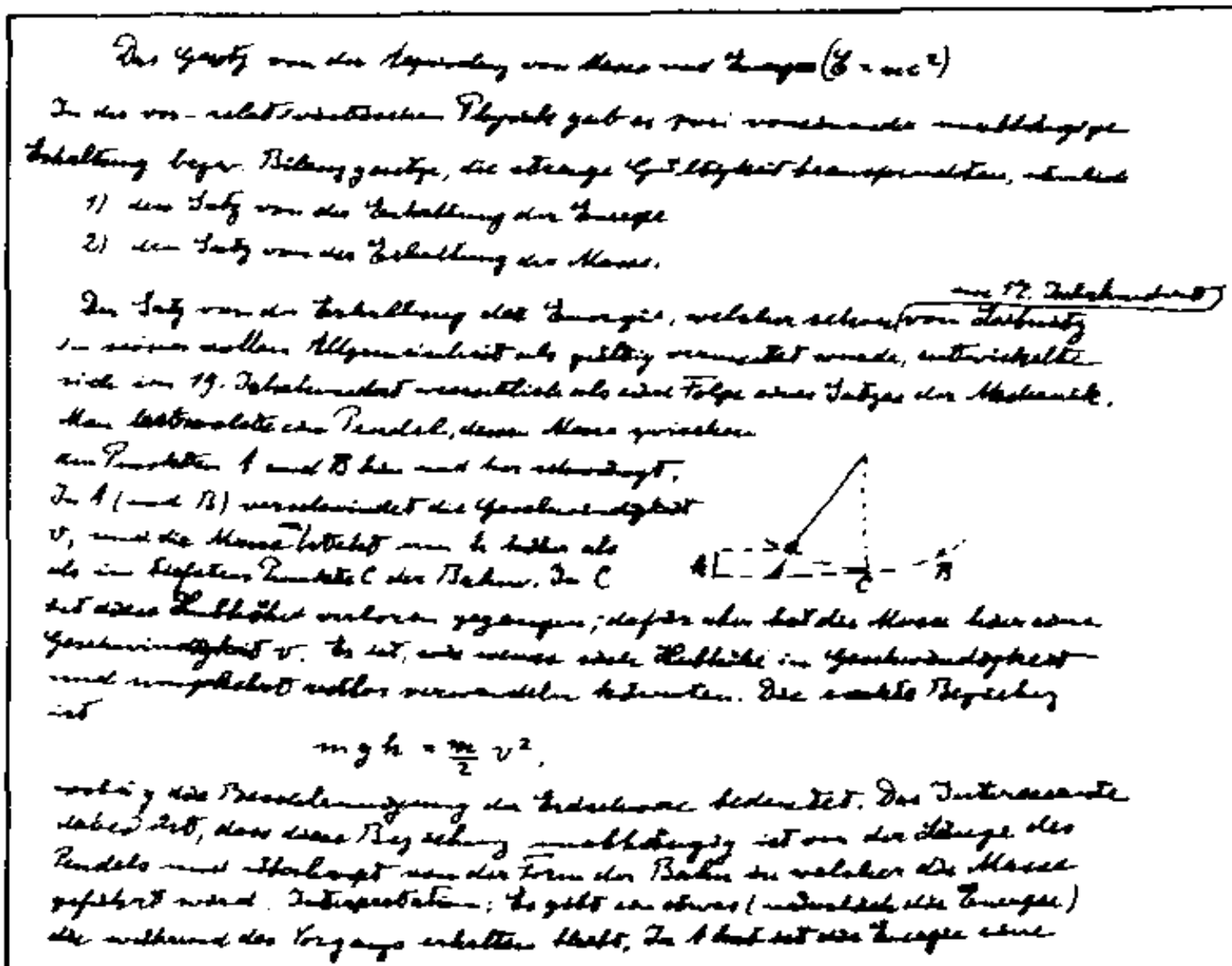
但依据爱因斯坦的相对论，从甲的角度来看，光速是固定的，不论它是朝左还是朝右。而由于甲向右运动，于是右边闪光从相机到甲所需经过的距离就比左边闪光短；既然光速是固定的，所以右边的闪光花较少的时间就可从相机抵达甲。

从乙的角度来看，既然两道闪光

同时到达甲身上，而右边的闪光花较少的时间，这表示右边摄影师较晚按快门。哪个观测者对？是甲还是乙？爱因斯坦说两个都对。这完全和我们直觉相反，对甲来说，同时发生的两件事，在不和甲一起运动的乙看来，却不是同时发生的。这是一个很令人困惑的现象，如果两个观点在对“同时性”上都无法一致的话，那对其他有关时间的主题就更不可能一致了。

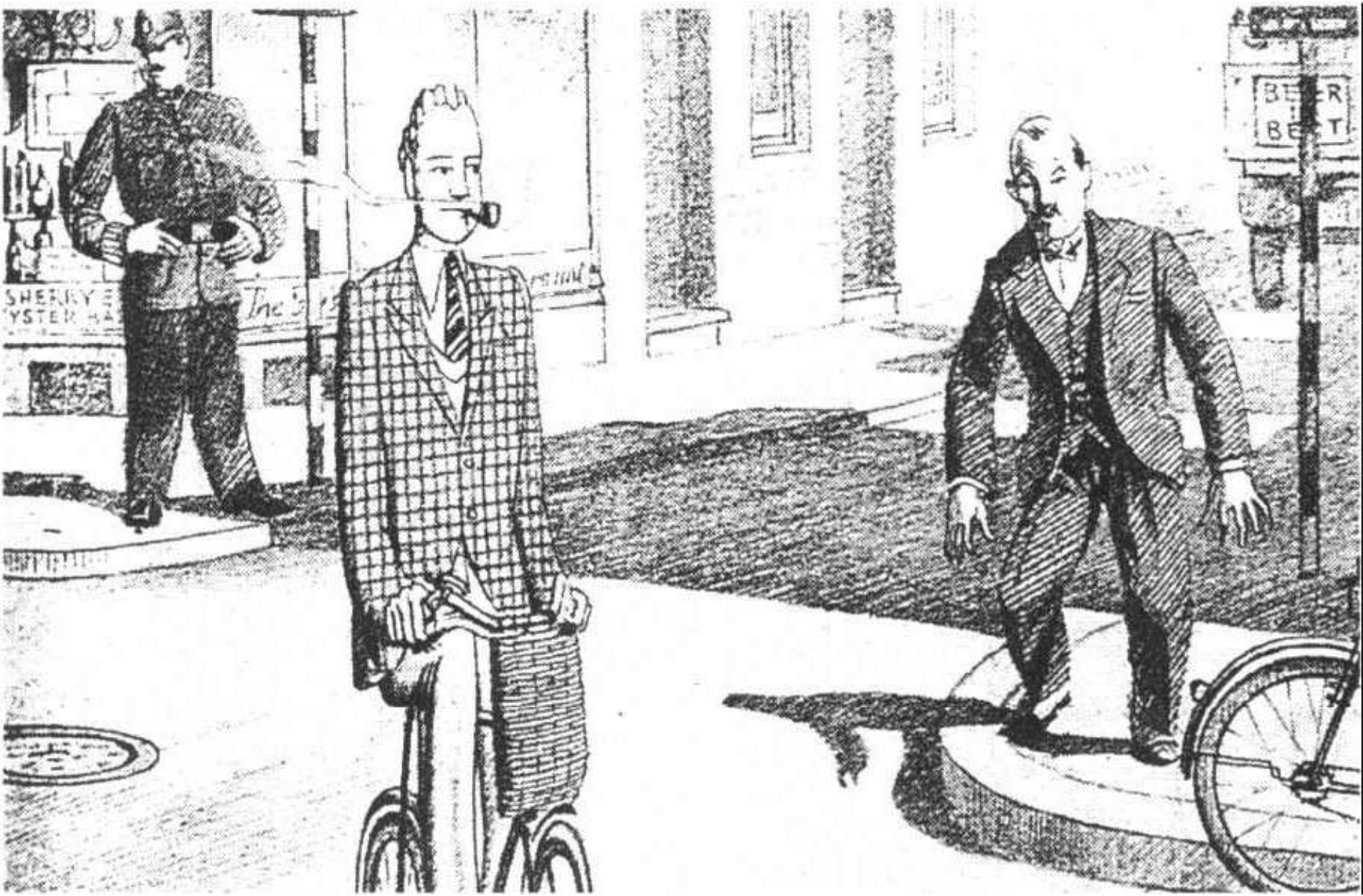
修正后的时间观

特别是甲乙两人对时间长短的测量也会不一致，举例来说，一个婴儿在火车的一端吸奶，两人一齐测量他吸奶所需要的时间，当婴儿开始吸时，甲按下秒表，婴儿一吸完就按停。甲用到了两组“同时性”，婴儿吸奶与秒表开始运转同时，吸完奶和秒表停止亦同时，如果秒表停在6分10秒，甲会说“小孩吸了6分10秒的奶。”



这是爱因斯坦记载质能相等定律 ($E=Mc^2$) 的手稿。手稿第六行，爱因斯坦引用哲学家莱布尼兹 (Leibniz) 的话。事实上爱因斯坦很早就对哲学问题感到兴趣 (也许后来兴趣没这么大)，部分是受到一位寄住他家的学生塔乐美 (Max Talmey) 的影响，当时爱因斯坦13岁，曾和他一起研读莱布尼兹的一些作品，及康德的《纯粹理性批判》。

假如乙也测量这婴儿喂奶的时间，根据爱因斯坦的计算，他测到的时间会比甲测到的时间长。这是“时间的扩张”。同样地，根据爱因斯坦的计算，如果乙测量行进中火车窗户的宽度，他得到的结果会比火车内甲的结果窄，这种效应称为“长度收缩”。然而如果乙测量的是窗户的高度，其所测量的长度和火

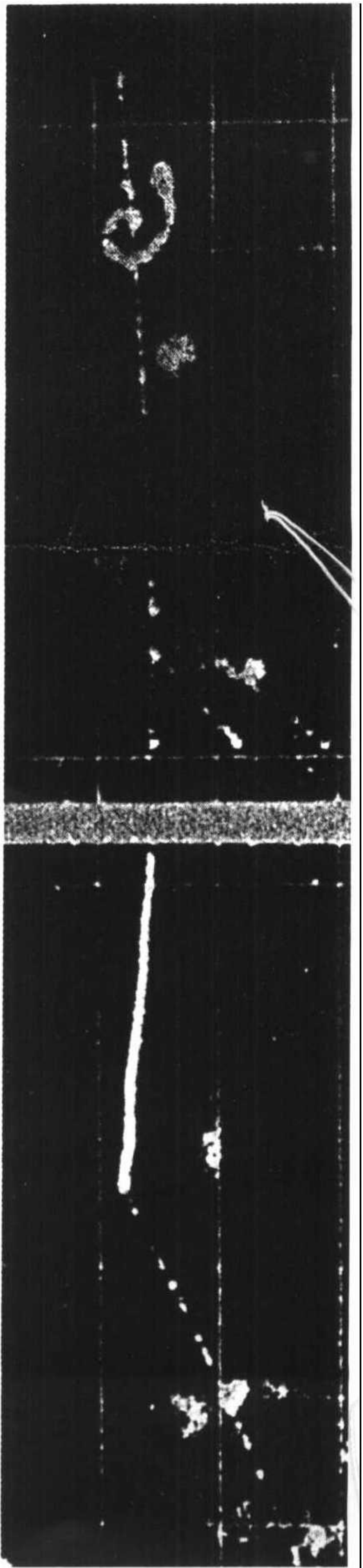


车运动方向垂直，所以他的结果会和甲相同。“长度收缩”只会出现在与运动方向平行的物体上。

相对论,角度问题

时间扩张与长度收缩等相对论效应，可与日常生活常见的一种效应相比拟，比如说，当我们从不同角度观测同一物体时，会发现物体变形。如两条平行线从某些角度看起来像是会交错，两个长度完全相同的物体看起来却不一样长。爱因斯坦 1905 年完成的理论，展示了一个我们意想不到的观测角度效应：甲和乙以两个不同角度观看火车内发生的事件；结果造成长度缩短与时间扩张(变慢)的现象。

已有大量著作在讨论时间与空间的悖论，直到



目前,这个话题仍激荡出许多想像。对大多数人来说,爱因斯坦就是那个提出时间对每个人不同、时间不具有绝对性的人。他的声望亦来自于他更改了人们对同时性的基本概念。相对论一开始就被认为是具有哲学性启发的理论,这点在1922年他访问巴黎时表现得很明显。这时政治情况恶化,当他宣



布将在索邦大学(Sorbonne)举行演讲时,巴黎知识分子蜂拥而至。演讲厅第一排坐着《绵延与同时性》(*Durée et simultanéité*)的作者哲学家柏格森(Bergson),他当然不想错失与原创人讨论的机会。但传说爱因斯坦无法了解柏格森提出的问题,可能是爱因斯坦不太懂法文或是因为柏氏哲学太艰深……。

但不论如何,对物理学家而言,爱因斯坦最大的贡献,并不是他修改了时间空间的概念,而是在于废除以太,使光理论和物质同样都遵循相对性理论的基础。从此之后,光不再需要任何媒体,便可在真空中传播。

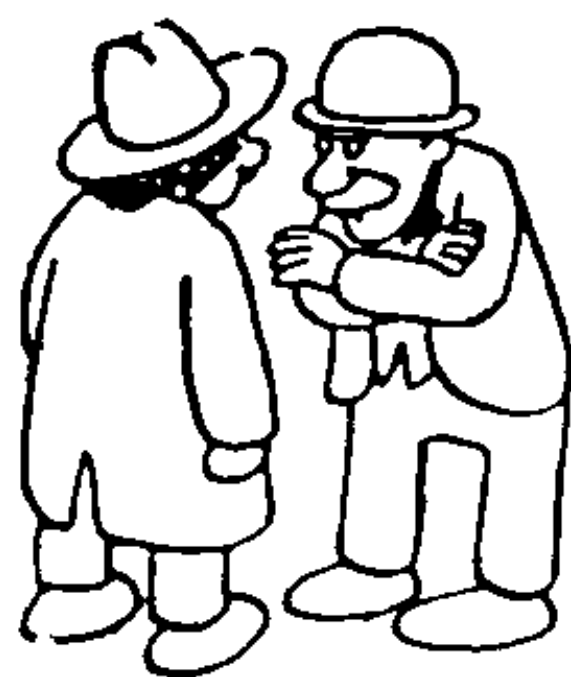
在《汤普金先生奇遇记》一书中,作者物理学家嘉莫(George Gamow)创造了一个职员汤普金先生。他读了有关相对论的书后,梦见自己到了另一个世界,这里光速只有每秒15公里。许多相对论预测的效应都很容易观察到。“当他再度睁开眼睛时,发现自己处在一个街角,有一个人慢慢骑着自行车。当他接近时,汤普金惊讶地张大眼睛:这个年轻骑士和自行车在运动方向上是不可思议地扁平……。汤普金先生感到非常得意,因为他了解这就是长度收缩效应,他刚在书中读到。”

时间扩张的效应之一是,当我们观察以接近光的速度运动的粒子时,会发现粒子的生命加长了。这扩张效果能大到使我们观测到某些粒子(中间照片),这些粒子的生命期不到百万分之一秒。

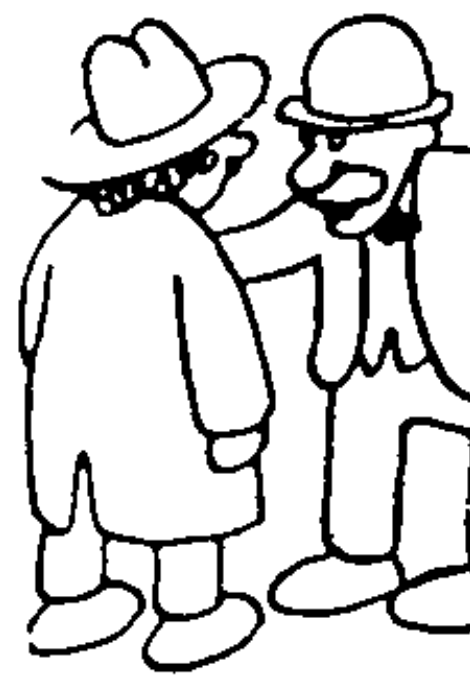
光和物质都在物理学的一个理论下统一了。

1905 年 9 月， 物理界最著名的“后记”

1905 年 9 月 27 日，就在相对论发表后不到四个月内，爱因斯坦又寄



“先生，这太不可思议了！你竟然对爱因斯坦的新理论一无所知。”



“你解释空间相对性的方式很幼稚。”

Monsieur P. Langevin, Professeur au Collège

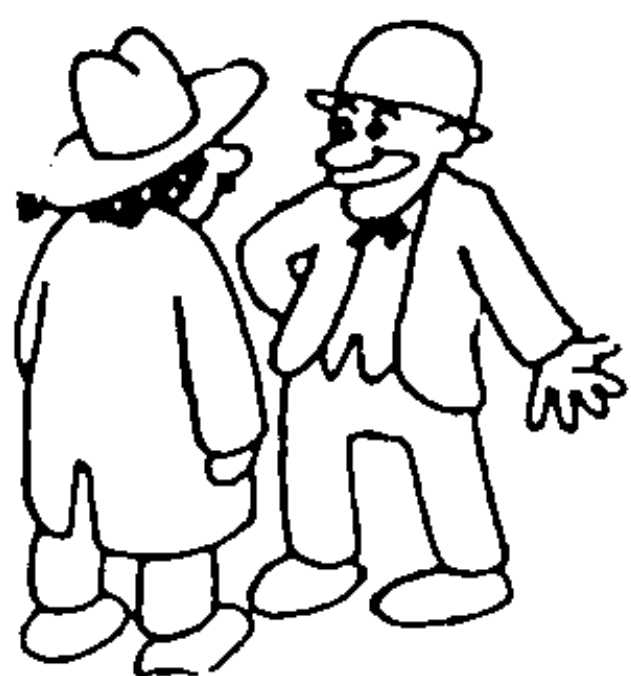
出了“后记”。在这篇只有三页的短论文中，他归结出一个有趣的结论，他写下了全物理学最著名

Paris

*Votre honnête lettre, par laquelle vous proposez
A. Einstein, pour le prix Nobel de physique en 1922 est bien parvenue
Nobel de physique de l'Académie Royale des Sciences*

的公式： $E = Mc^2$ 。爱因斯坦计算出当一物体以光的形式放出能量 L ，此物体的质量将减少 L/c^2 ， c 是光速。由此推论物体的质量与能量有关：如果物体吸收能量，它的质量就会增加，反之如果丧失能量，质量也跟着减少。所以质量 (M) 和能量 (E) 是等价的，结合两者只是一个转换因数 c^2 ，若以等式表示，则为 $E = Mc^2$ 。

1922 年第一次世界大战结束后，在法、德重建科学研究关系的政策下，法兰西学院 (Collège de France) 邀请爱因斯坦来法演讲。这次合作非常成功。



“至于你对平衡的观念则令人发笑。”



“我留给你我的地址，如果你有空来找我，我会用很轻松的方式教你这些学问。”

J. Prunot



“问题是我待在巴黎不会太久……你知道的……我就是爱因斯坦。”

l'Académie des Sciences

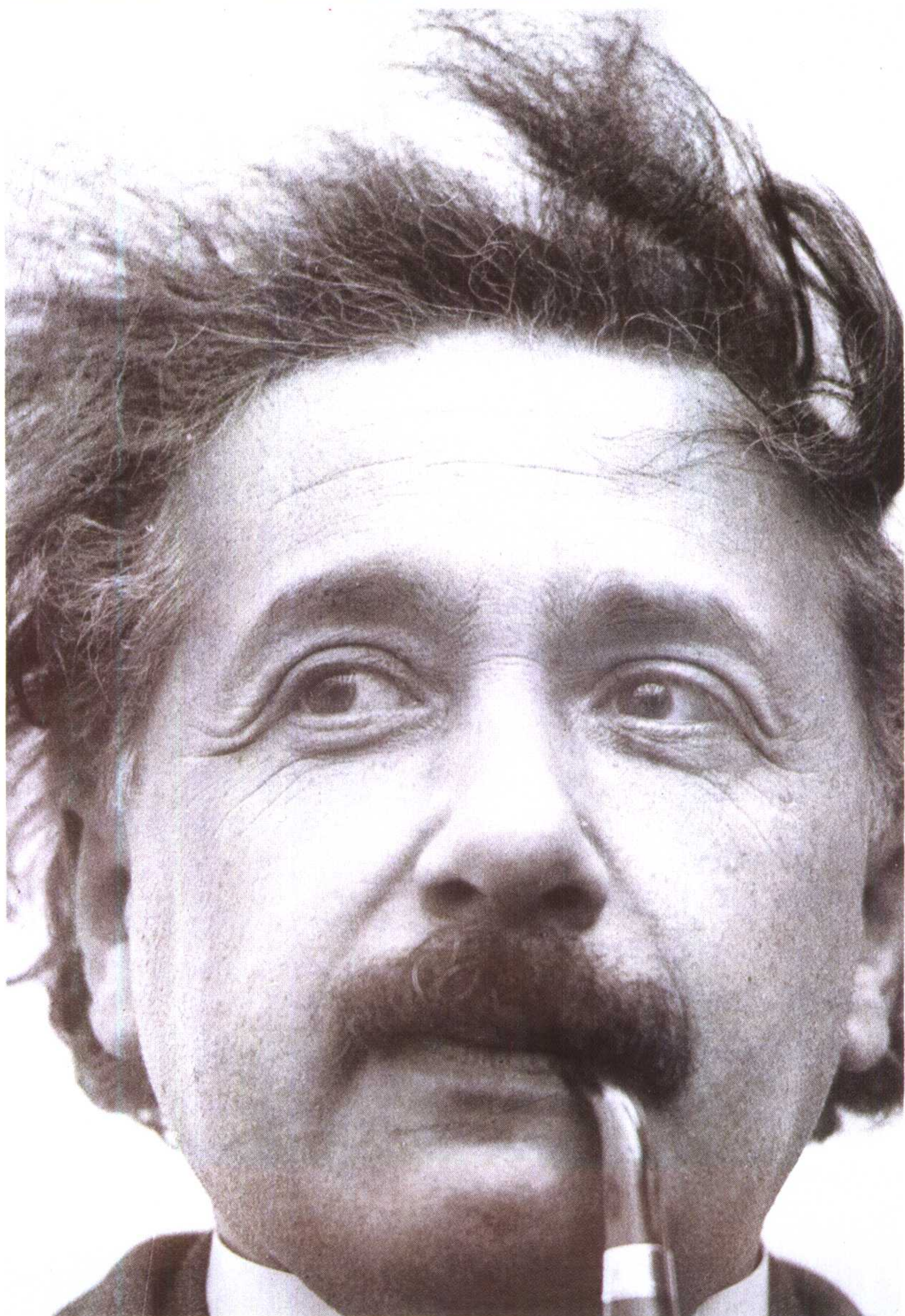
$E = Mc^2$

présenté au Comité des Sciences,

爱因斯坦接着又补充：“幅射现象中物体放出相当可观的能量，可能可以借此来验证我的理论。”他的预设不久就得到了证实，其结果震惊了全人类：核能不论用于和平或军事用途，都会如相对论预测的那般，是源自于质量转换成能量的结果。

爱因斯坦 1921 年获得诺贝尔物理奖，是因为“光电效应的研究工作”，而不是因为相对论。对某些评审来说，相对论太先进冒险了，而光电效应则可以应用在工业上。

大众传播大肆报导爱因斯坦来到巴黎。有些漫画家也乘机恣意地发挥想像力（上图）。



“**此**时此刻，重力问题占据了我所有心思，
有件事是确定的，我一生中从未如此痛苦过。
和重力问题比起来，狭义相对论有如儿戏。”

给索默菲尔(Sommerfeld)的信
1912 年

第四章 物质·时间·空间

爱因斯坦受欢迎的
最重要原因是他
提出的革命性观念违反
常理，就和这幅漫画所
要表示的一样，作者玩
弄法文 temps 这个词的
两种意义：时间与天
气。

时间(temps)不存在。(爱因斯坦)



爱因斯坦指的是好天气(temps)吧!

狭义相对论,广义相对论

爱因斯坦对于 1905 年提出的相对论并不满意,因为它并不完备,这也是今日我们称它为“狭义”相对论的原因。他认为在一个完整的相对性理论中,没有任何物体占有特别的地位。当然他已经废除了以太这观念,但在物理中是否就不再有任何绝对或特别的事物呢?

1907 年,爱因斯坦发现答案是否定的,让我们再回想一下伽利略的相对性原理,它说等速直线运动的船“不动似的”。重点在于“等速”这两个字,因为唯有等速直线的运动是“不动似的”运动。

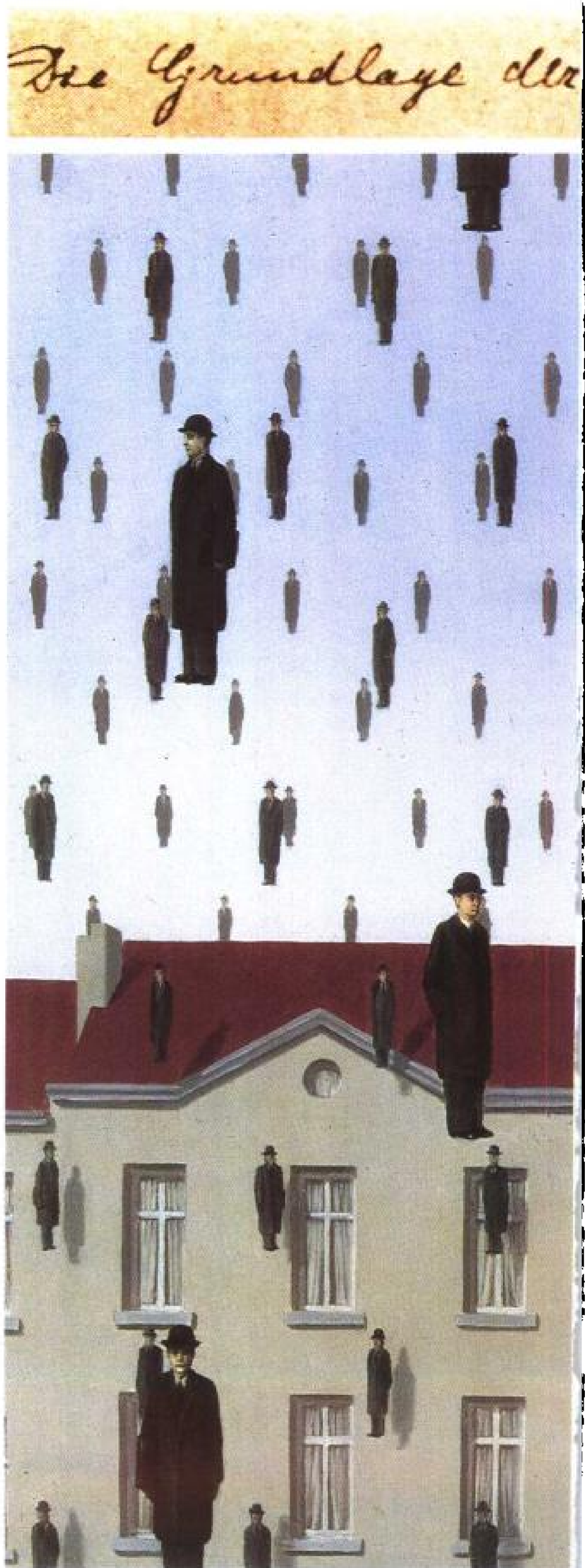
爱因斯坦问说为何等速直线运动有此特权?如果所有的运动都是等价的,不是更令人满意吗?他还开玩笑地说,目前的理论未免太不民主了。

而这个民主化的结果就是“广义相对论”(principe de relativité générale)。

自由落体定律

提出一个广泛适用的原理如果不能解释以前无法解释的现象,就会变得毫无意义。广义相对论可以解释,为何任何物体掉落地面的加速度都相同。

当伽利略从比萨斜塔 (la tour de Pise) 顶丢下铅球、石球、木球和纸球时,就发现这种现象。牛顿并没有提出令人



Galyleum Relativitätstheorie



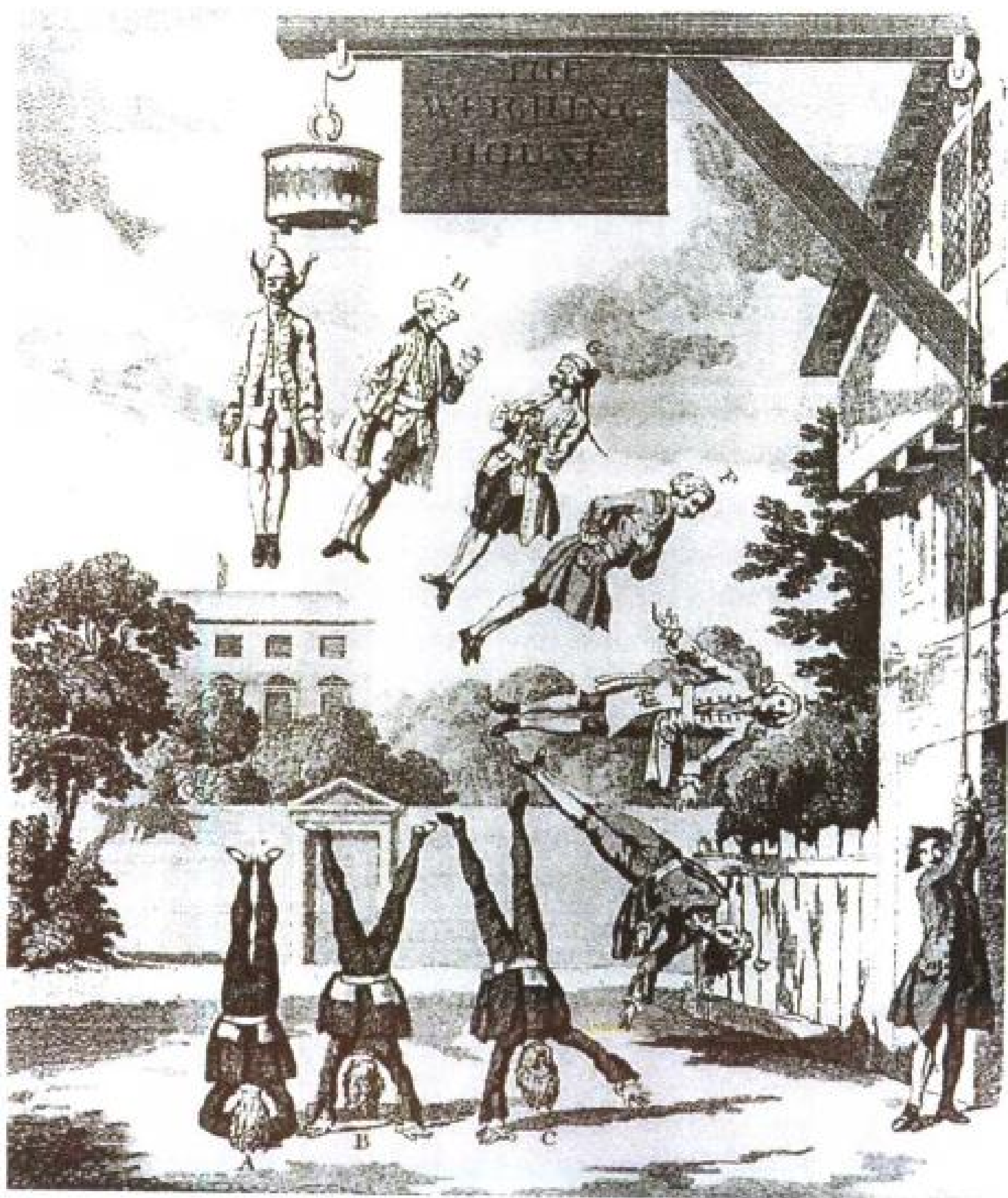
19⁵³年当玛格列特 (Magritte) 画此图时，反重力仍然具有超现实的意味。尽管今日大家对太空人飘浮太空中的景象已不再陌生，玛格列特的这幅画仍然具有特殊的意思：这些下降中的戴帽先生自以为是静止不动，这点让人觉得有点诡异。其实，玛格列特很成功地画出物理的基本概念：不论运动形态如何，观察者的观点都是等价的。

满意的解释，他只是把地面上的自由落体解释成一种更广泛现象的例外，更广泛的现象即所谓物体相吸的重力。物体和地球相吸造成自由落体。至于为何不论物体重量多少，都会以“重力加速度”掉落，牛顿则无解释，留待他的后继者去解答。

广义相对性原理和重力加速度有什么关系？为了思考这个问题，我们做了一个假设：两个观察者甲和乙两人，甲在电梯中，因电梯缆绳断裂而与电梯一起成为“自由落体”，而乙则从楼梯观察。甲手持一块小石，然后轻轻地张开手指，放开石头。

小石停在甲的身边不动，不往下掉落。若依据牛

顿一点也不满意他的重力“解释”。“实在难以想像一个原始、无生命的物质，在不经由任何非物质的媒介，就能对别的物质产生作用或影响，好像重力就是物质基本且固有的特性一般。这也是我不愿意人家把万有引力归功于我的功劳的原因之一。重力存在于万物的内在，同时也是它们的基本性质。因此物体可以透过真空，对其他物体产生作用的说法……对我来说是荒谬之极。我想任何具备一定哲学思辨能力的人都不会接受它的。重力一定是借着传导媒介产生作用的。这种媒介遵守着某些特别定则。但是这媒介是物质，或是非物质，我则留给读者自己去思索。”



顿的惯性定律来解释,这是因为:“物体不受外力,静者恒静,动者恒动。”甲未施力于石头,因此石头离手后速度等于0,当然不会动。

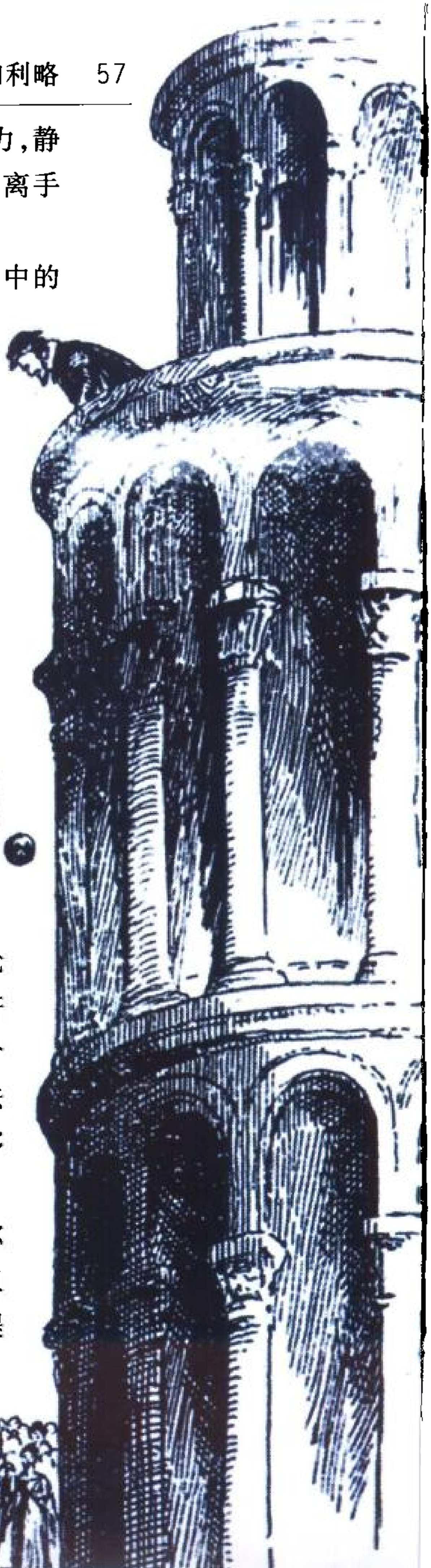
若依据广义相对论,乙的观点必须和电梯中的甲等价。乙认为小石停在甲身边,是因为甲和小石同受地心引力吸引而掉落。但是要解释石头落下的速度,并未比甲快或慢的理由,就必须引用伽利略的定律:“自由落体下降速度相同,与质量无关。”

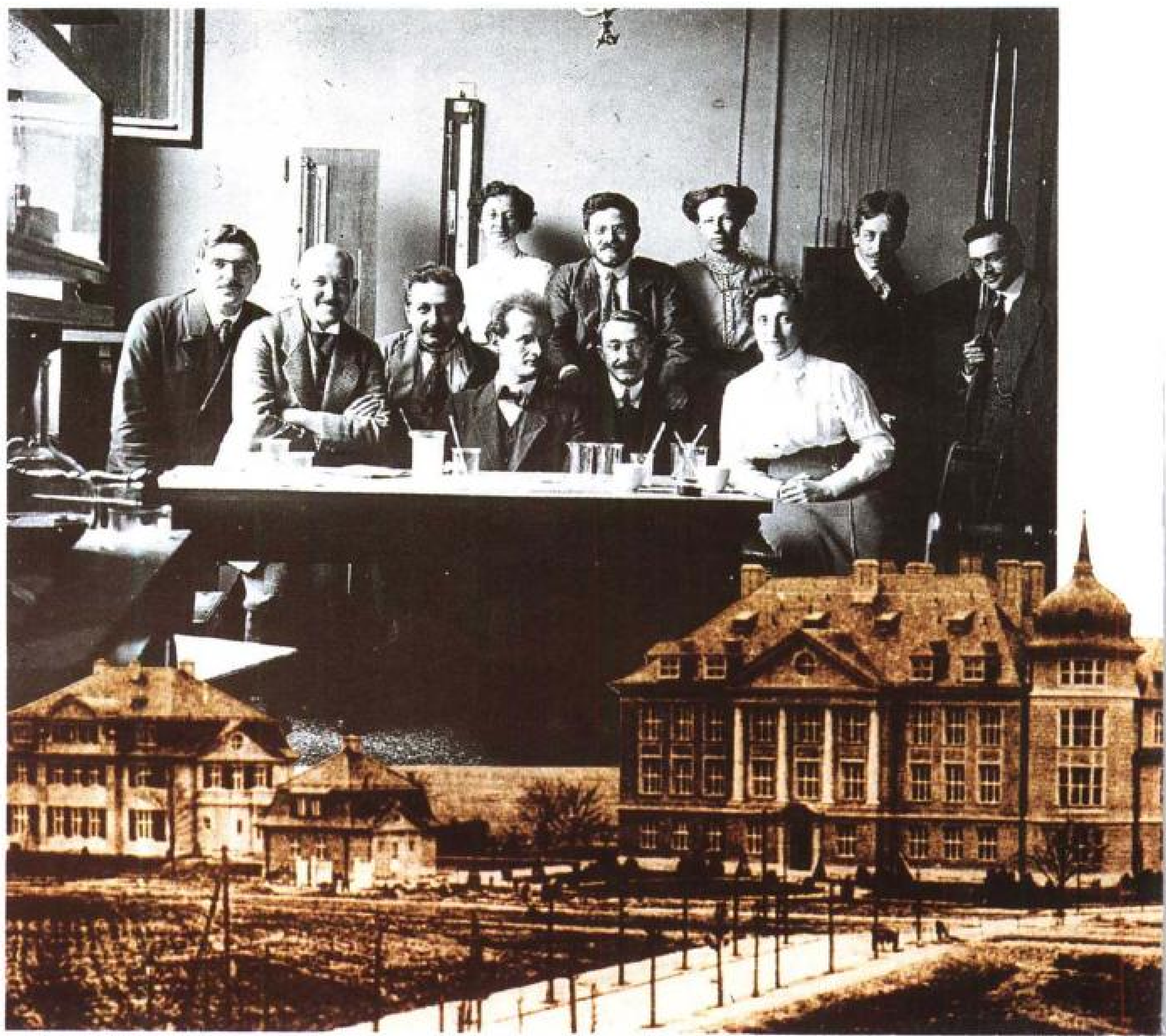
从此我们可以看出,只有自由落体的定律为真时,乙的看法才会和甲等价。换句话说,广义相对原理与落体法则是密不可分的。

“但愿你们能了解我所遭遇到的数学困难”

早在1907年,爱因斯坦就察觉到广义相对原理和这个重力谜题之间的关系。但直到1915年,他才明确地写下广义相对论。建构这个理论之所以需要花上经年累月,是因为其中涉及许多艰深的数学问题。传说当时世界上只有三个人能理解这理论中的所有的数学细节。这说法可能有点夸张,但爱因斯坦确实为它学了许多新数学,比如像是李曼几何学。

1908年爱因斯坦离开了专利局。他在伯尔尼的一所大学获得教职,1911-1912年,他又获聘在布拉格的德语大学教学。1912年他被提





名为苏黎士综合技术学院的教授，作为对他年轻时失业的补偿。他在那里遇到旧日同窗高斯曼 (Marcel Grossmann)，当时也在母校教数学。爱因斯坦请他教授自己建构理论所需的数学。高斯曼接受了，条件是他不对物理观念负责。两人因而一起写了好几篇论文，每篇论文由爱因斯坦负责物理部分，数学部分则由高斯曼执笔。

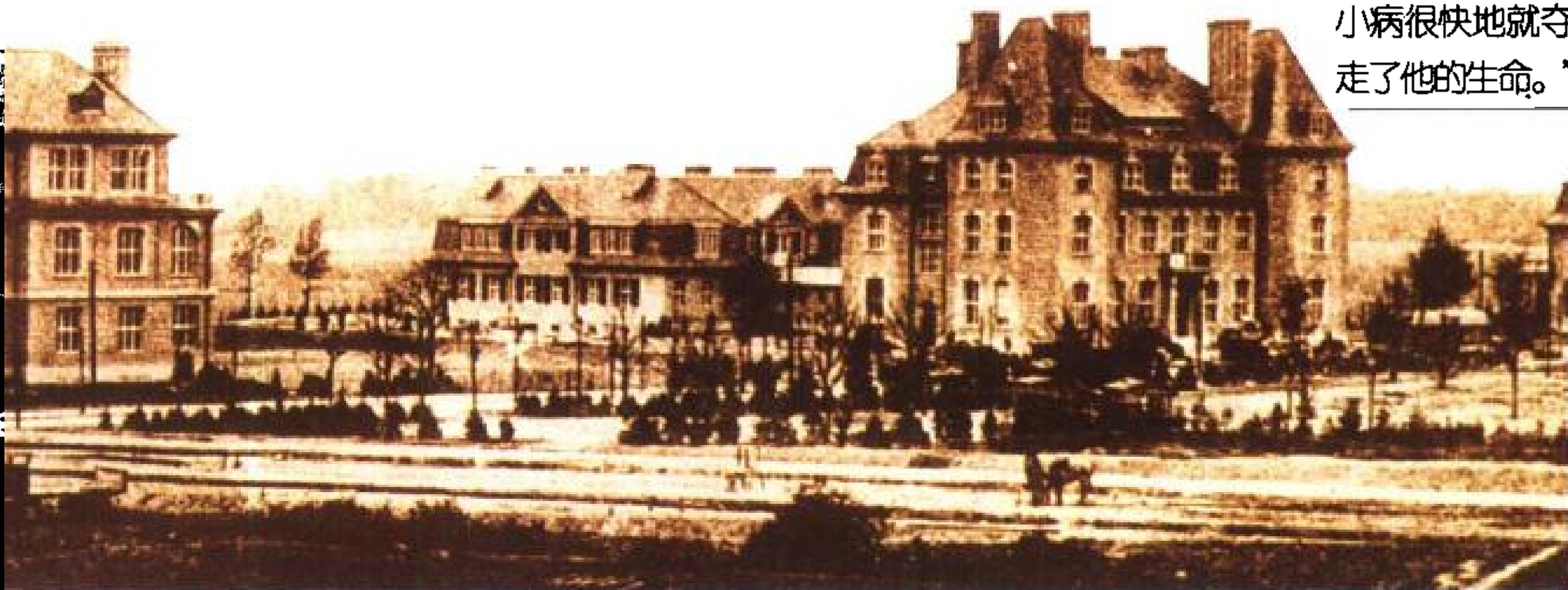
这个合作进展得并不顺利，两人都做了错误判断，走偏了方向，浪费了爱因斯坦整整三年的时间。

促使爱因斯坦 1913 年离开苏黎士前往柏林 (上图为凯瑟-威汉物理研究所 (l'institut de physique Kaiser-Wilhelm)) 的原因，除了柏林的吸引力外，更可能是因为和密内娃的生活已变得像地狱一样可怕，后来他说和她分手是“生与死的问题”。

1915年11月初,爱因斯坦察觉了这项错误,之后他不断地发表新的研究成果。1913年爱因斯坦在德国的科学圣地柏林被提名成为普鲁士科学院的院士。院士们每周四聚会一次。在连续四个周四中,这些院士亲眼目睹了广义相对论的诞生,这是二十世纪最漂亮的理论之一。



“我在1912年带着弯曲空间的问题前往拜访老同学高斯曼。他在这几年之间已经成为综合技术学院的数学教授。虽然他是数学家,也尝试着要对物理抱持些许怀疑的态度,但他很快就被此问题迷住了。……。高斯曼快速浏览已出版的数学书,不久就发现我们的数学问题早已被解决了……。当时我和这位好友疯狂地一起工作,谁又料想得到一场小病很快地就夺走了他的生命。”



空间不是我们想像的那样

再思考前例中电梯因绳索断裂而成自由落体时,读者可能会发现甲和乙对小石运动有不同的解释:在电梯中的甲说无外力作用,所以小石静止不动;而乙则认为是地心引力造成小石掉落。对甲而言,小石周围的空间似乎是静止的,而对乙而言,小石附近的空间像要把小石往下推向地球。

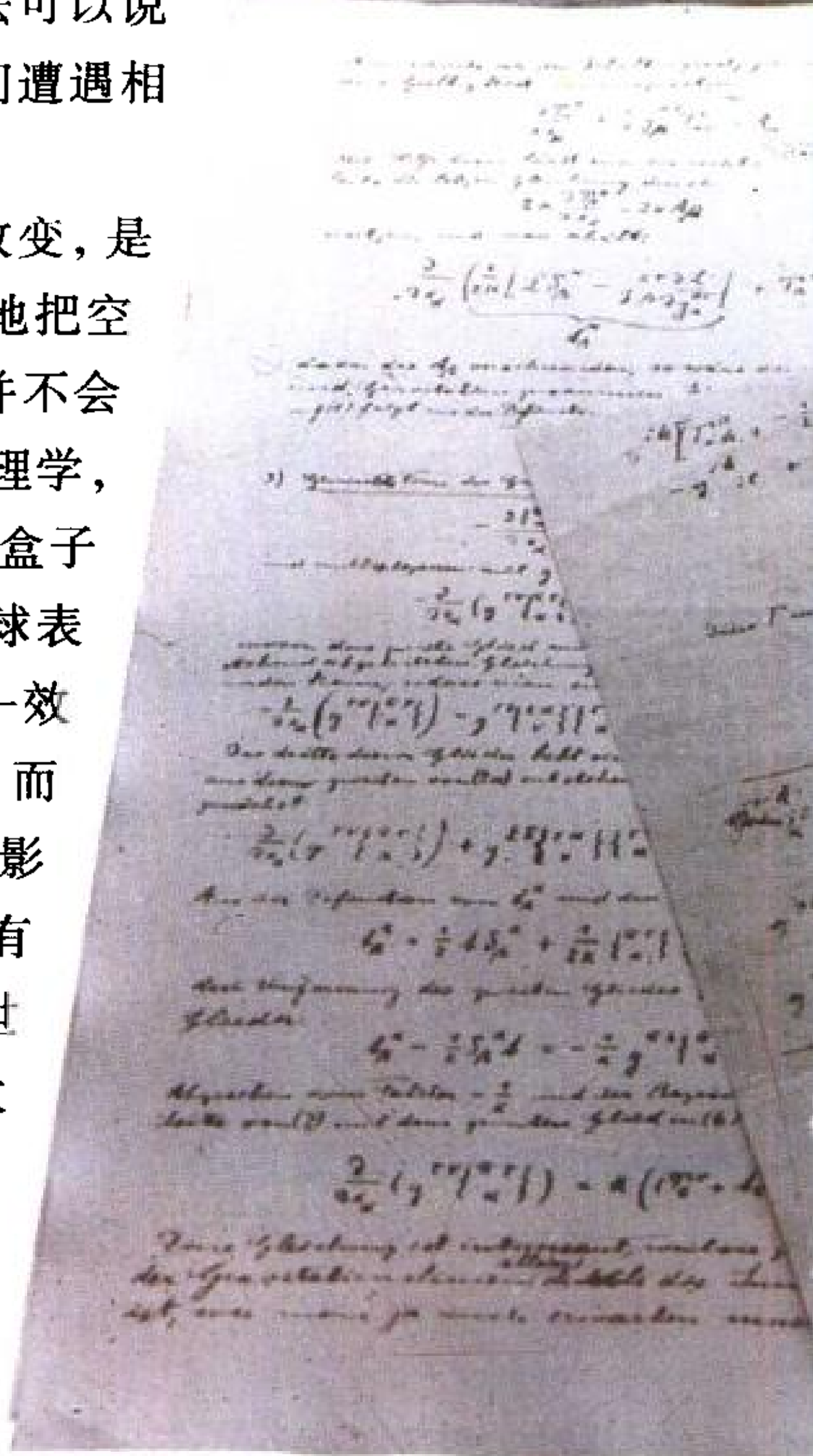
显然两者都有理,因为原则上他们的看法都是

等价的。空间总是对物体有所作用,只因甲也受着同样的作用,所以他察觉不到。

空间会对物体产生作用,相反地,物体也会改变空间。仅仅只是物体的存在就够了。如地球的存在造成了周围的空間的变化,包括小石所处的空间;小石的掉落只是反映出空間的变化。

爱因斯坦在此处对自由落体提出了一套解释,与牛顿不同。他将牛顿的重力理论取代为物体改变周围的空間;两人的理论都导入相同的结果,小石以固定加速度掉落。从这点来说,两种解释是等价的。但爱因斯坦的想法可以说明为什么自由落体的速度都相等,因为它们遭遇相同的空間改变。

空間对物体有所作用及物体会使空間改变,是广义相对论最重要的新发现。我们会直觉地把空間想像成一个空盒子,我们把物体摆进去并不会改变盒子內的空間。直到 1915 年的古典物理学,都不曾改变这种对空間的直觉看法。牛顿在盒子內的物体間引入作用力,如地球和丢向地球表面的小石之間的引力。但这些作用力的唯一效果是让这两物体运动——小石的落体运动,而地球太重了,所以几乎不动。这些物体并不影响空間。从这点上来说,空間是绝对的,没有东西可以影响它。爱因斯坦则提出不同的世界观:空間內的物体,不论是地球、石头、太阳、你或我,都会使空間改变,也会感受到其他物体造成的空間变化。



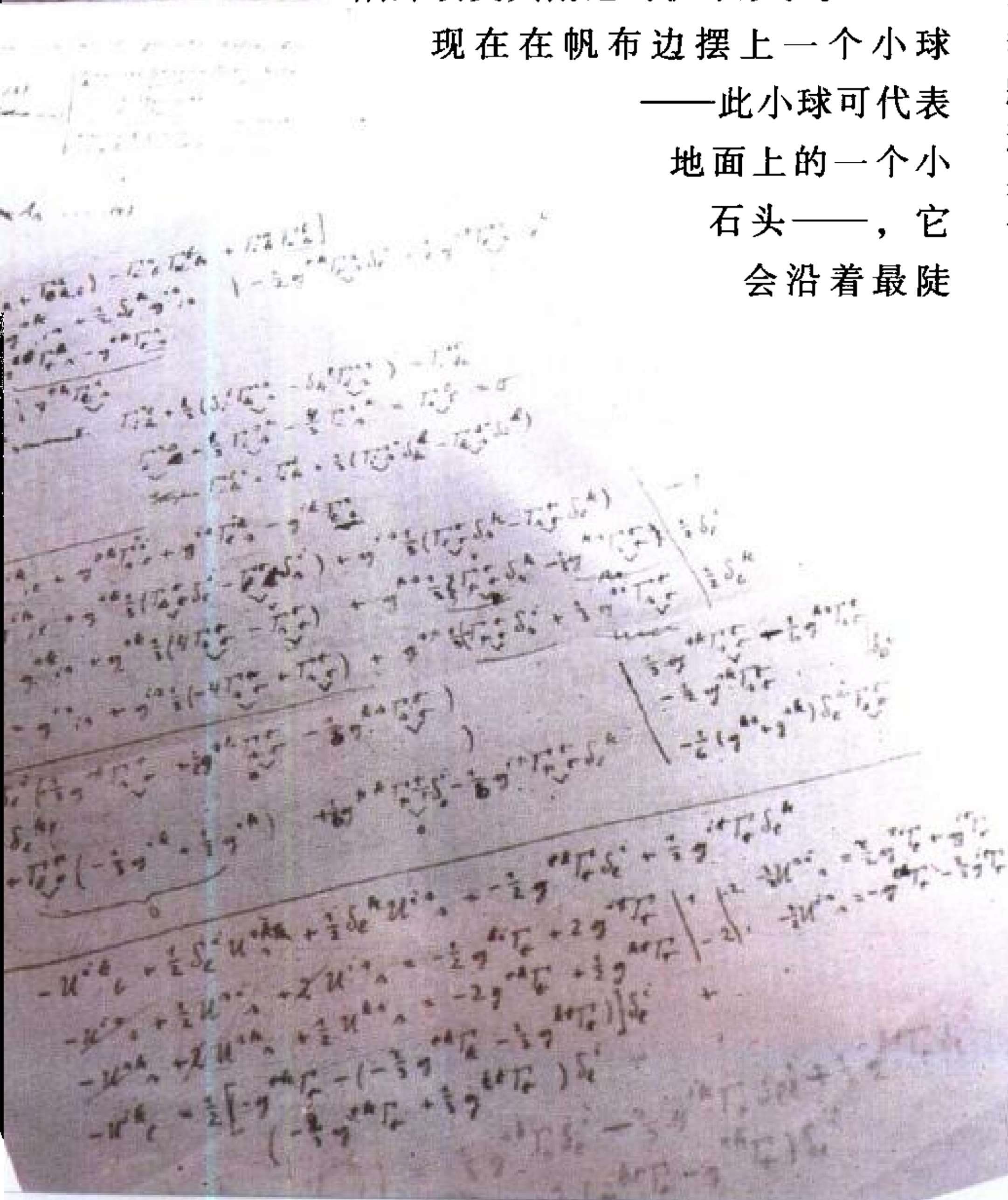


如同帆布上的橘子

要想像空间的变化并不容易，只有数学才能确实地描述它。但我们可以勉强地把空间比喻成以一块用框架拉紧的帆布。如帆布上无任何东西，它将是平的；但如果我们摆上一个橘子——这可以用来代表地球——橘子会在帆布上造成凹陷并改变其附近的帆布形状。

现在在帆布边摆上一个小球——此小球可代表地面上的一个小石头——，它会沿着最陡

爱因斯坦反省数学的力量和他以一支钢笔和若干计算纸革新了我们的空间观念时，他写道：“有一个疑问总是困扰着研究人员。数学这门学问完全奠基在人类的思维，与外在经验无关，为何它能如此完美地描述现实中的物体？难道人类的思维真的不必借助外在经验，仅由思想的运作就能发现实际物体的性质吗？……对我而言，似乎数学的命题与真实世界愈有关连，它就愈不确定，如果它愈确定，就和真实世界愈没关连。”



Granulation

$$g_{11} dx^2 + \dots + g_{44} dt^2 = ds^2$$

immer positiv für Punkt.

$$\frac{ds}{dt} = H \text{ gesetzt.}$$

Bewegungsgleichungen

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial H}{\partial \dot{x}} \right) + \frac{\partial H}{\partial x} = 0$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial \dot{x}} \right) = - \frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

$$\frac{\partial H}{\partial \dot{x}} = g_{11} \dot{x} + g_{12} \dot{y} + \dots + g_{14} \dot{t}$$

$$\sqrt{g} \frac{d}{dt} \left(g_{11} \dot{x} + g_{12} \dot{y} + \dots + g_{14} \dot{t} \right) = \sqrt{g} \left(g_{11} \frac{dx}{ds} \frac{ds}{dt} + g_{12} \frac{dy}{ds} \frac{ds}{dt} + \dots \right)$$

ist Bewegungsgröße pro Volumeneinheit

Tensor der Bewegung von Massen $T_{ik} = \rho_0 \frac{dx_i}{ds} \frac{dx_k}{ds}$

Tensor der Bewegungsgrößeenergie $\{ T_{mn} = \frac{1}{c^2} \left(\sum_{\mu, \nu} g_{\mu\nu} T_{\mu\nu}^4 \right) \}$

Negativ

Ponderomotorische Kraft pro Volumeneinheit $\frac{1}{2} \sqrt{g} \sum_{\mu, \nu} \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_m} T_{\mu\nu}^4$

$$\sum_{\mu, \nu} \frac{\partial}{\partial x_m} \left(\sqrt{g} g_{\mu\nu} T_{\mu\nu} \right) + \frac{1}{2} \sqrt{g} \sum_{\mu, \nu} \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_m} T_{\mu\nu} = 0$$

Setzen man $\sqrt{g} T_{\mu\nu} = \Theta_{\mu\nu}$

$$\sum_{\mu, \nu} \frac{\partial}{\partial x_m} (g_{\mu\nu} \Theta_{\mu\nu}) + \frac{1}{2} \sum_{\mu, \nu} \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_m} \Theta_{\mu\nu} = 0 \quad \text{zu Allgemeinen ungeordneten Vektoren}$$

gilt für jeden Tensor z. B. $\sqrt{g} g_{\mu\nu} T_{\mu\nu}^4$

$$\sum_{\mu, \nu} \frac{\partial}{\partial x_m} \left(\sqrt{g} g_{\mu\nu} g_{\mu\nu} \right) + \frac{1}{2} \sum_{\mu, \nu} \left(\sqrt{g} \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x_m} g_{\mu\nu} \right) = 0 \text{ oder Vierervektor}$$

$\frac{\partial \sqrt{g}}{\partial x_m} \quad \frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial g}{\partial x_m}$

Stimmt.

Nochmalige Berechnung des Elemententensors

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 g_{im}}{\partial x_k \partial x_l} + \frac{\partial^2 g_{kl}}{\partial x_i \partial x_m} - \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_k \partial x_m} - \frac{\partial^2 g_{km}}{\partial x_i \partial x_l} \right) - \frac{1}{4} g_{\epsilon\epsilon} \left(\frac{\partial g_{i\epsilon}}{\partial x_l} + \frac{\partial g_{l\epsilon}}{\partial x_i} - \frac{\partial g_{il}}{\partial x_\epsilon} \right) \left(\frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_\epsilon} \right) \Bigg| g_{kl}$$

$\frac{1}{2} g_{kl} \frac{\partial^2 g_{im}}{\partial x_k \partial x_l}$ bleibt stehen.

$$g_{kl} \left[\begin{smallmatrix} kl \\ i \end{smallmatrix} \right] = g_{kl} \left(2 \frac{\partial g_{il}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_i} \right) = \sigma \left| \frac{\partial}{\partial x_m} \right.$$

$$g_{kl} \left[\begin{smallmatrix} kl \\ m \end{smallmatrix} \right] = g_{kl} \left(2 \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_l} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \right) = \sigma \left| \frac{\partial}{\partial x_i} \right.$$

$$2g_{kl} \left(\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_k \partial x_m} + \frac{\partial^2 g_{mk}}{\partial x_i \partial x_l} - \frac{\partial^2 g_{kl}}{\partial x_i \partial x_m} \right) + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \left(2 \frac{\partial g_{il}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_i} \left(2 \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_l} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \right) - \frac{1}{2} g_{kl} \left(\frac{\partial g_{i\epsilon}}{\partial x_l} - \frac{\partial g_{il}}{\partial x_\epsilon} \right) \left(\frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_\epsilon} \right) = \frac{1}{4} \left| \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \left(2 \frac{\partial g_{il}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_i} \left(2 \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_l} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \right) \right.$$

zweites Glied:

$$-\frac{1}{4} g_{\epsilon\epsilon} \frac{\partial g_{i\epsilon}}{\partial x_l} \frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} g_{kl} \quad \leftarrow \quad + \frac{1}{4} \frac{\partial g_{\epsilon\epsilon}}{\partial x_i} \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} g_{kl} \quad \leftarrow \quad + \frac{1}{4} \frac{\partial g_{\epsilon\epsilon}}{\partial x_l} \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} g_{kl}$$

$$-\frac{1}{4} g_{\epsilon\epsilon} \left(\frac{\partial g_{i\epsilon}}{\partial x_l} - \frac{\partial g_{il}}{\partial x_\epsilon} \right) \left(\frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} - \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_\epsilon} \right) g_{kl}$$

$$= -\frac{1}{2} g_{\epsilon\epsilon} g_{kl} \frac{\partial g_{i\epsilon}}{\partial x_l} \frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} + \frac{1}{2} g_{\epsilon\epsilon} g_{kl} \frac{\partial g_{il}}{\partial x_\epsilon} \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_\epsilon}$$

Der mit 2 multiplizierte Elemententensor erhält also die Form

$$g_{kl} \frac{\partial^2 g_{im}}{\partial x_k \partial x_l} - \frac{1}{2} \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_l} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_m} \frac{\partial g_{il}}{\partial x_k} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial x_i} \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_l}$$

$$= -g_{\epsilon\epsilon} g_{kl} \frac{\partial g_{i\epsilon}}{\partial x_l} \frac{\partial g_{m\epsilon}}{\partial x_k} + g_{\epsilon\epsilon} g_{kl} \frac{\partial g_{il}}{\partial x_\epsilon} \frac{\partial g_{mk}}{\partial x_\epsilon}$$

Resultat sicher. Gilt für Koordinaten, die der Gl. $\Delta \varphi = 0$ genügen.

的方向滚向橘子(地球)。牛顿说小球(石头)被橘子(地球)吸引:但我们也可以采取爱因斯坦的说法,橘子(地球)使空间弯曲——它把空间变形为凹洞——

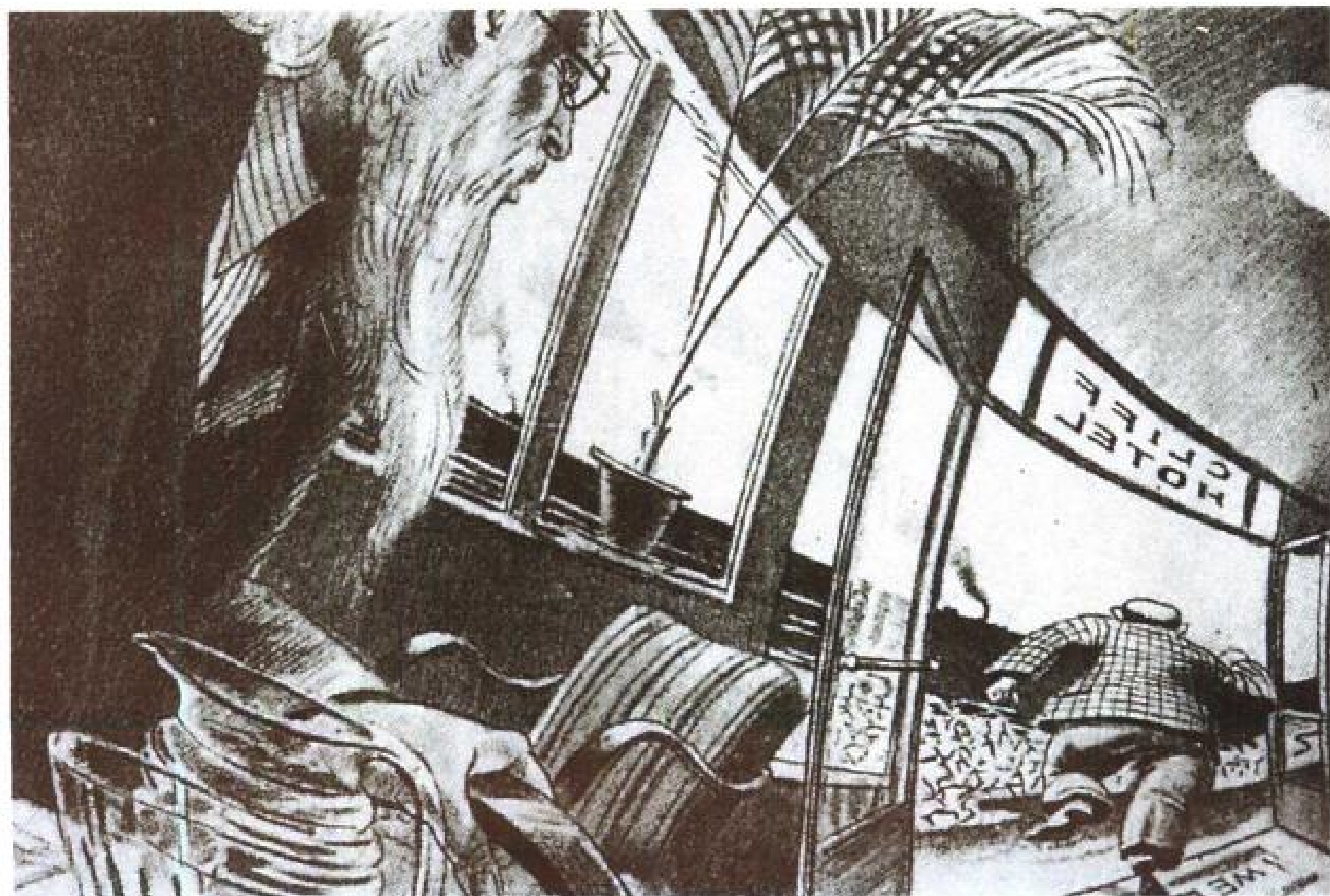
空间“弯曲”的意思是说,空间两点间的最短距离不再是欧氏几何里的直线,而是曲线。换句话说,我

小球(石头)自然沿最陡的方向滚过去。这说法的优点在于立即看清所有小球,不论质料是铅,是木头或是纸,都会走相同的路线,这条路线是由橘子决定的;也就是说地球上所有的自由落体都做同样的运动。如同伽利略观察到的那样。

们在学校学的欧氏几何无法精确描述这个真实世界。

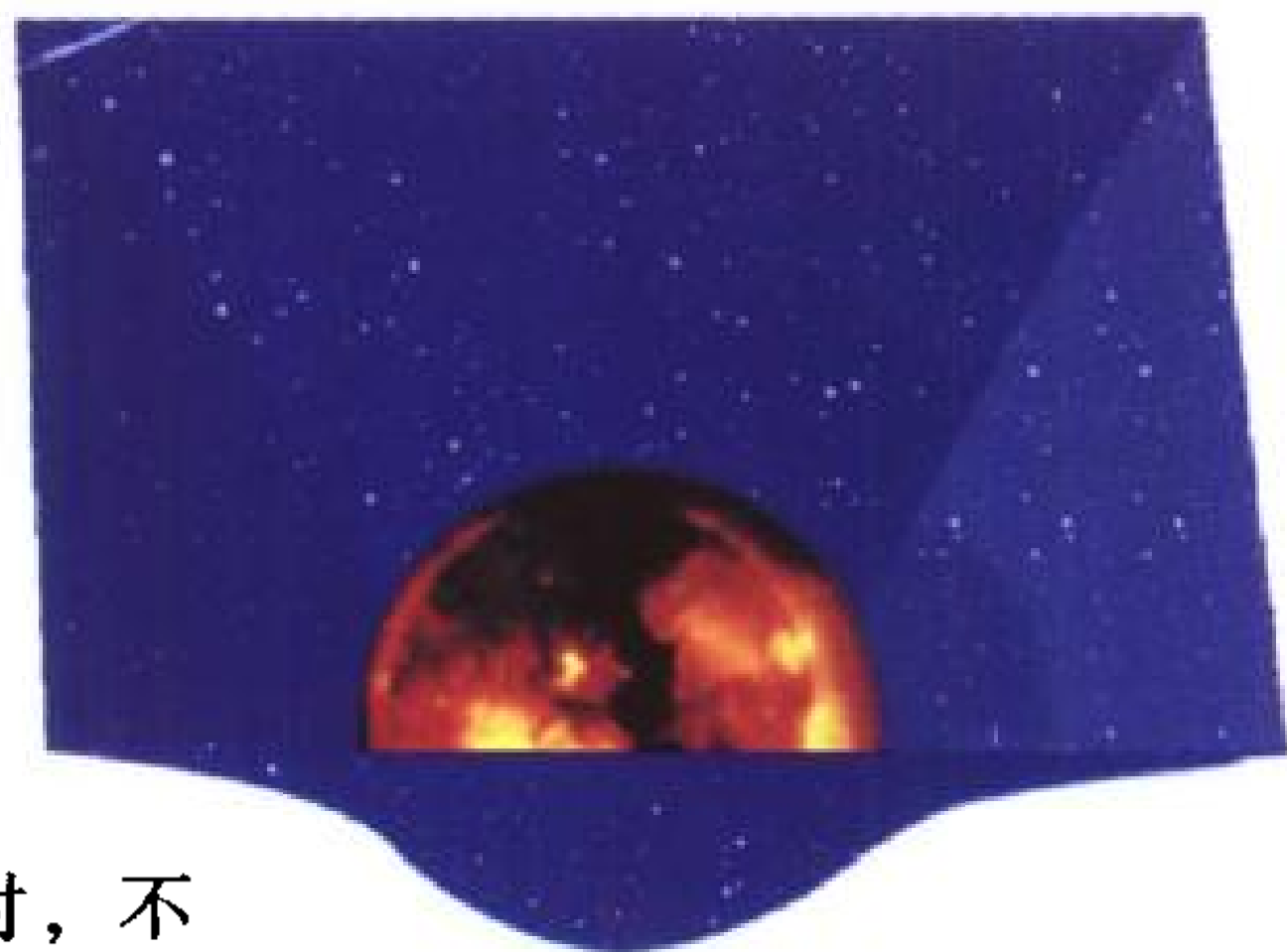
没有物体,时间空间就不存在

广义相对论中,空间不只会被物体改变,同时,如果没有物体,空间就不存在。简言之:物体创造空



间,另一种说法是若是没有物体,空间也不存在了,所以无法除去空间中所有物体。前面谈论的空间,事实上应该说时空,因为狭义相对论早就提议,世界的舞台不是我们直觉认为的三维空间,

我们可以利用帆布上的物体,来比拟质量造成空间的弯曲;物体的重量愈重,它在帆布上造成的凹

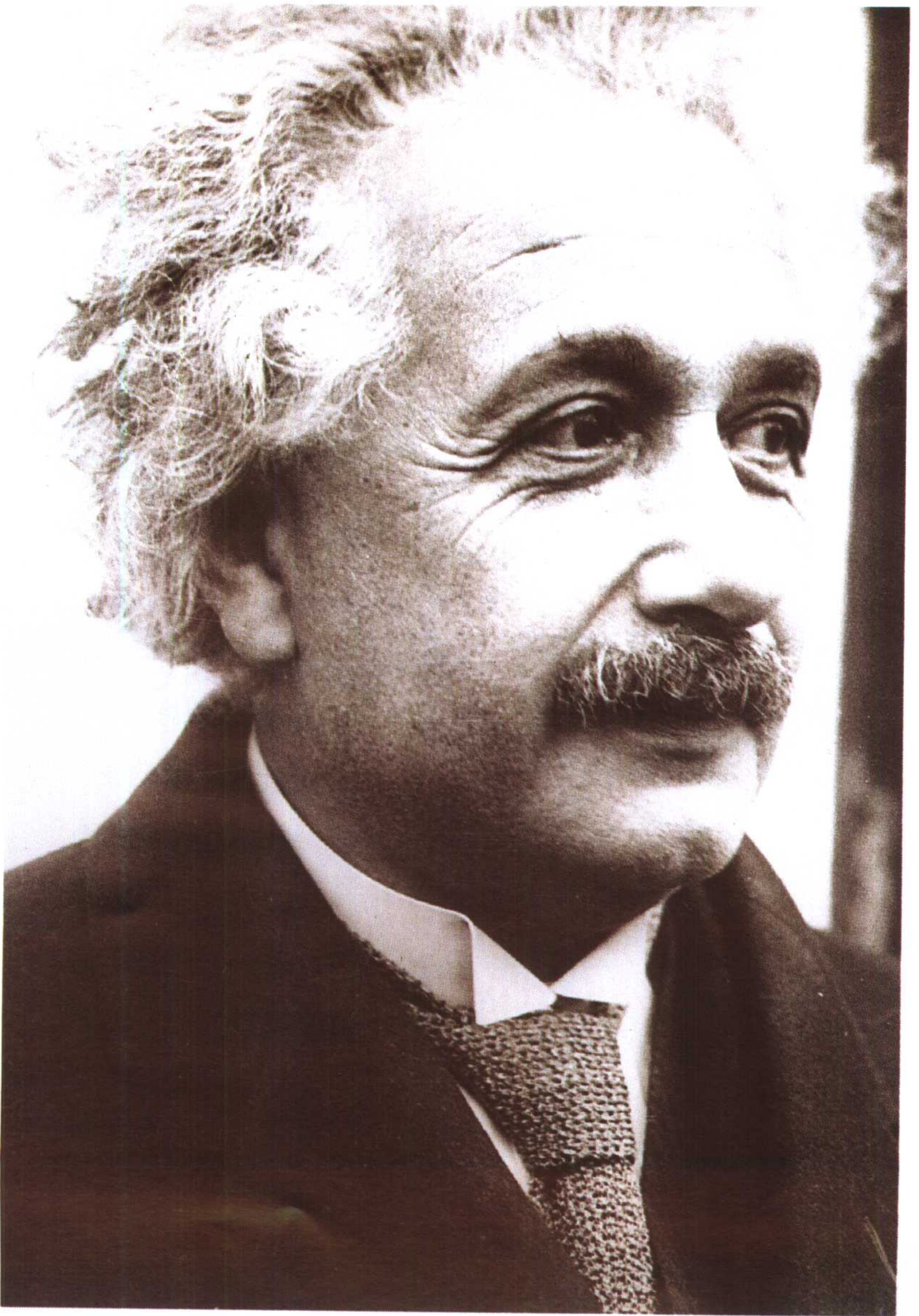


而是四维——三维空间加一维时间。

所以当我们除去空间中所有物体时,不只空间消失,连时间也不见了。换句话说,时间与空间是由物质同时创造出来的——这与我们的常识几乎是背道而驰。

陷就愈深。





“早晨七点抵达纽约，

情况比我预料的还糟。

大批记者从长岛搭船而来；此外还有德国领事。

市集上面有一群摄影师像饿狼式地向我扑来。

记者们故意提出一些笨问题，

我半开玩笑地回答，却引起他们更大的狂热。”

《旅行札记》

1930年12月11日

第五章 善用盛名

19²²年爱因斯坦访问巴黎时，收到一位法国工人的赞赏卡片。这次访问是魏玛共和国外交部长哈特诺（Walther Rathenau）筹办的。他是法、德两国和解的支持者，纳粹掌权不久后遭刺杀。

Vous êtes beau, vous êtes grand,
et vous êtes des pays du travail
et de la moralité.
Puissant génie, au service l'infaillible
de l'humanité. Recevez toute l'admiration
d'un ouvrier français.

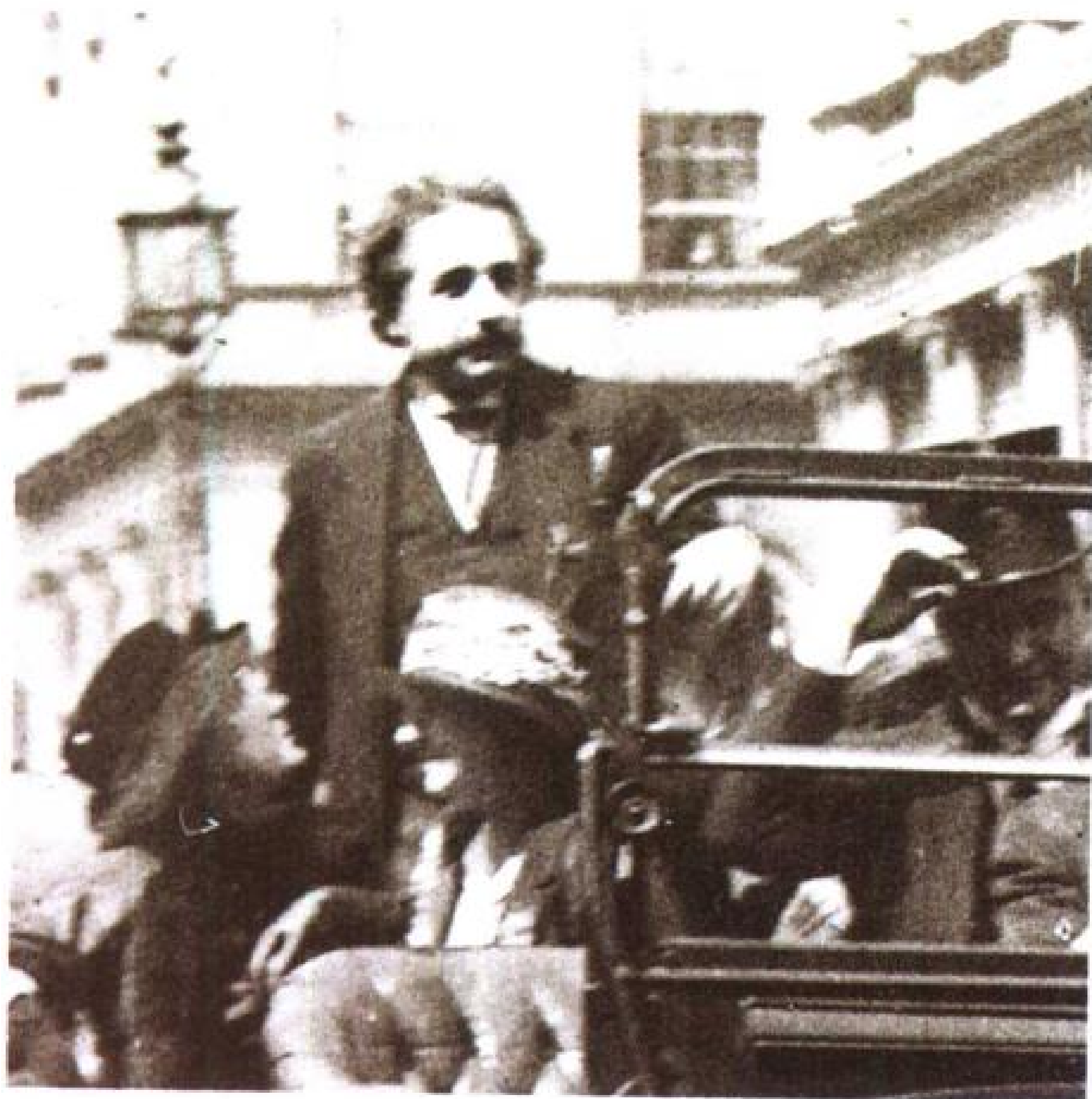
L. Demay

Paris. 6/3/22

爱因斯坦对, 牛顿错

广义相对论完成四年后的 1919 年 11 月 6 日, 英国皇家学会(Royal Society)和皇家天文学会(Royal Astronomical Society)在伦敦共同举办一场会议。会场就设在由牛顿创立的皇家学会。

在牛顿肖像高悬的会议厅中, 英国皇家天文学家埃丁顿爵士(Sir Arthur Eddington)发表了一份报告。那是他率领特遣队, 在西非外海的葡萄牙属小岛普林西比(Principe)上观测到的成果。结果验证了爱



因斯坦的新理论, 修正了牛顿的说法。

这种事件在平常是不会受到大众注意的, 但这次媒体却史无前例地争相报导。这则新闻由电报传

“牛 顿, 请原谅我, 即使有无人可比拟的思考及创造力如你, 也只有一个解答, 而你已经找到它了, 你建立的物理观念仍然引导着当代物理思想, 尽管我们知道它必须被其他理论取代。”

ö. bln sgravenha
eddington fand
zwischen neun

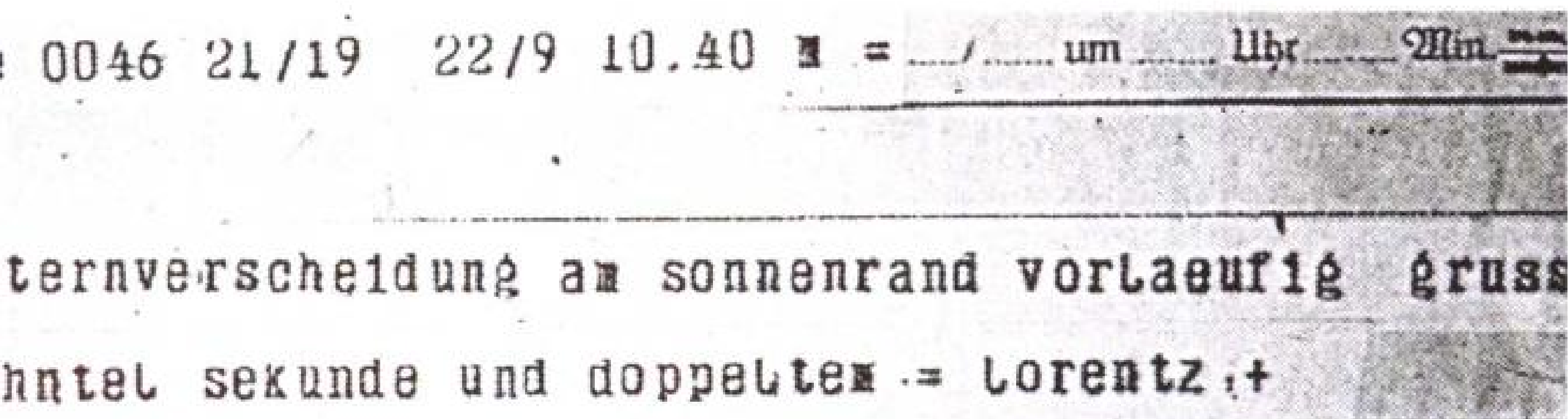
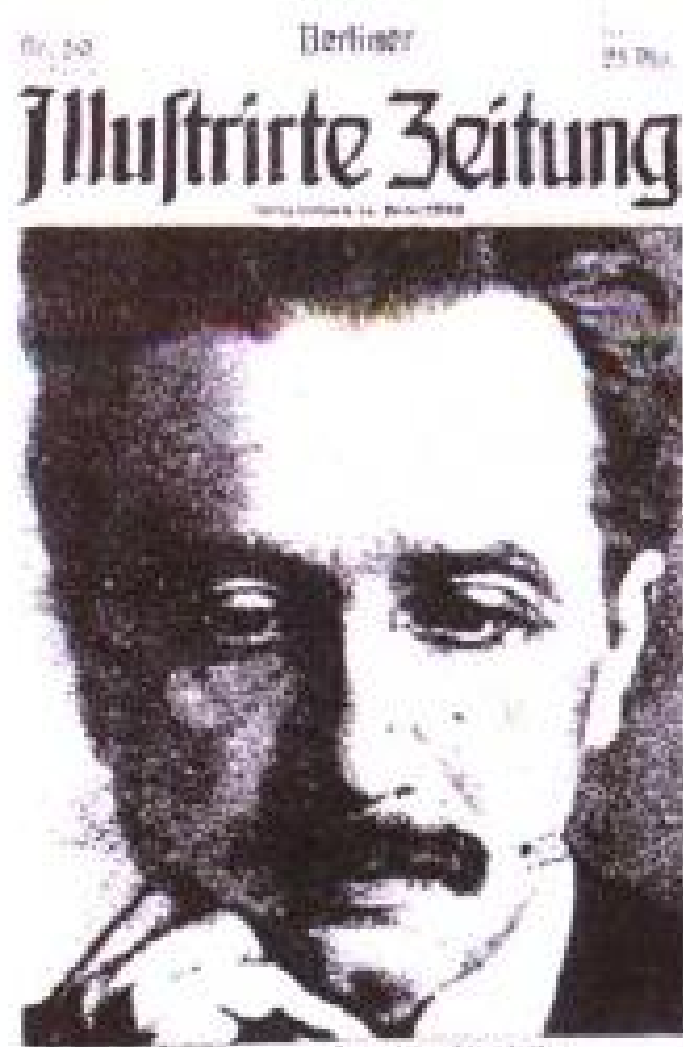
“贵报对我生活与个人的报导完全出自作者丰富的想像力。……读者可看出相对原理的另一种运用方式: 在德国我被称为“德国大学者”, 而英国人称我为“瑞士犹太人”。假如运气不好让我惹人讨厌, 那么德国人称呼我“瑞士犹太人”, 英国人叫我“德国大学者”也没什么不对。”

1919 年寄给
《泰晤士报》的更正函

到全世界，隔天早晨就上了众多报纸的社论。一夜之间，爱因斯坦从一个默默无闻的大学教授变成活生生的传奇人物。

成名迅如闪电

埃丁顿到底观测到什么结果？1911年，广义相对论距离完成尚远，爱因斯坦即已预测，光并不像学校教的那样永远走直线，虽然在大多数情况下是直线，但当它经过重物附近时，会因为受到重物造成的空

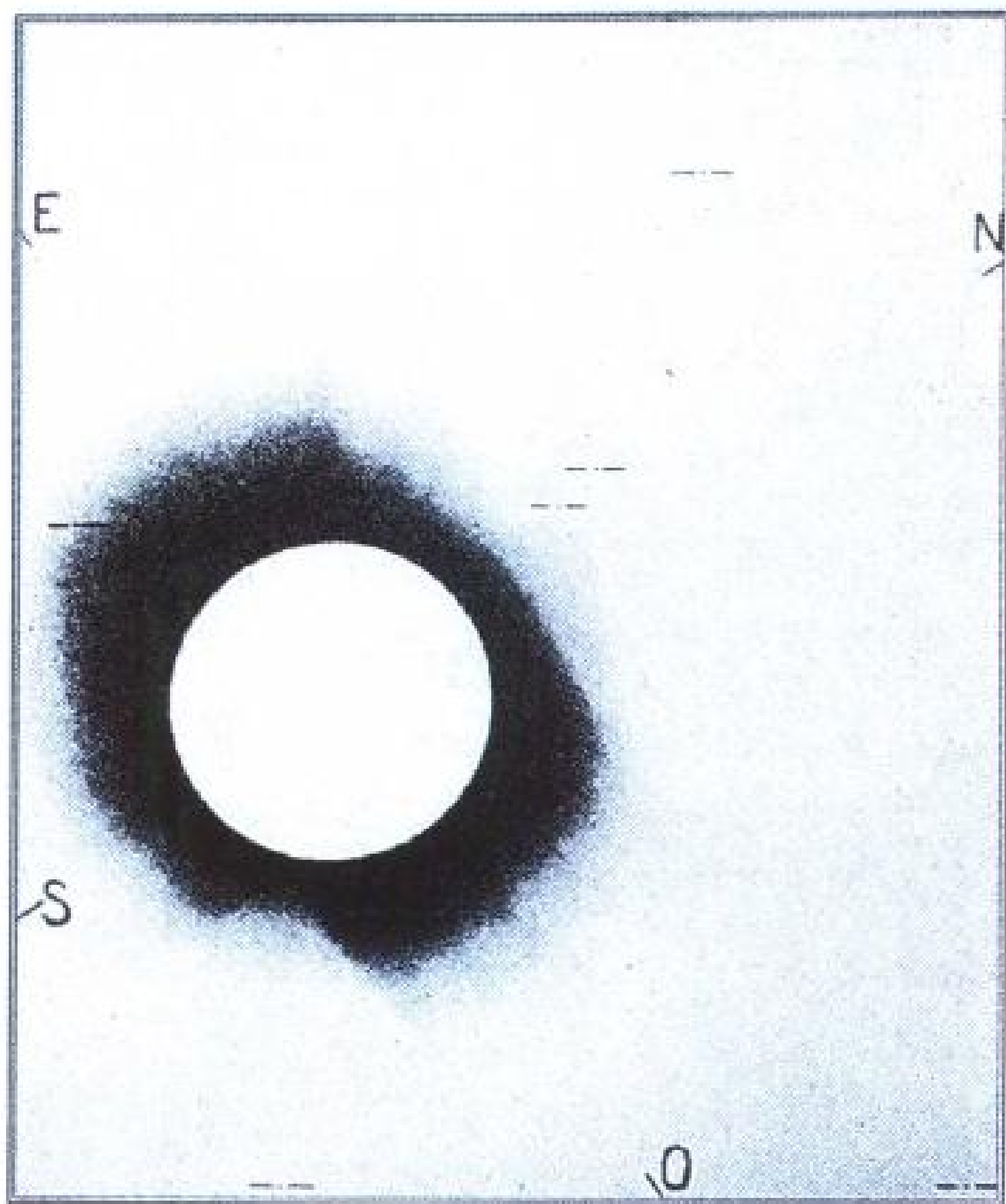


1919年9月22日，劳伦兹（Lorentz）寄电报给爱因斯坦：“埃丁顿测到星星位置在太阳四周的偏移。初步分析，偏移约0.9秒至两倍之间。”

爱因斯坦的盛大名望（上图是1919年12月号的《新闻杂志》〔*Illustrierte Zeitung*〕的封面），带来的并不完全是好运。1920年以后，他成为反犹太阵营的眼中钉之一。在法国，他因身为德国人而受责难。

间变化的影响,而走曲线。他甚至计算出某一颗星从太阳后面发出光时,它经过太阳附近到地球时行走路线的曲率为何。因此照他的计算,这颗星从地球上看起来,会在另一个位置,而不是我们原来设想的位置。

白天在太阳的强光下,看不到天空中的任何天体,必须等到日全食,才有机会观测到位于太阳后面的星星。1914年日全食时,一队德国天文学家曾前往西伯利亚,验证爱因斯坦预测的光线曲率。



没想到第一次世界大战在日全食

前几天爆发了,这些天文学家成了苏俄的阶下囚,爱因斯坦的预测也暂时被搁在一边……。

直到大战结束,英国人埃丁顿爵士才重拾这项工作。1919年5月29日,当太阳完全被遮蔽的几分钟内,埃丁顿和助手成功地拍到了几张星星在云层掩映下的照片。回到英国后,这些照片经过分析发现,那颗星的确就在爱因斯坦预测的位置上。当人们用电报通告爱因斯坦时,他回答道:“我一点也不惊讶,因为如果测到的不是这样,对上帝来说就太遗憾了。”

“**当**我旅居英国时,亲身体验到那里的学者比德国学者少偏见,处事客观。这也不足为怪,因为在英国生活各方面都较容易。但是最后,我还是不得不注意到为数不少的英国重要学者都是和平主义者,并且拒绝携带武器,例如埃丁顿(左图)和罗素。”





“为了改善英、德两国的科学关系，没有比完成这件事更理想的了。”（埃丁顿写给爱因斯坦的信）

上述原因或许很难解释这个科学事件为何如此轰动社会。但如果提到它的时代背景，是在欧洲刚结束为期四年多的互相残杀，相信读者就不难明了了。英国天文学家验证昨日敌人德国的理论，对许多国际和平主义的记者而言，象征着和平重新降临，证明科学能打破民族主义，带来和平……我们现在知道这种想法只是幻想，但在1919年，第一次世界大

“全英国都在谈论你的理论，”1919年12月埃丁顿在给爱因斯坦的信上如此写着，信中洋溢着隐藏不住的得意。埃丁顿正是那位靠着坚忍毅力，而使爱因斯坦扬名的天文学家。在大战期间筹募基金，组织两次远方探险队，以验证一位德国科学家奇怪的理论，动机只是这理论可能是“数学推理能力的最佳范例之一。”这不是件简单的事，但不足以阻止埃丁顿。他是教友派教徒(quaker)，拒服兵役，广义相对论及种族友好的无条件拥护者。然而普林西比岛民等待了三周的大雨，正好在日食时落下，还好埃丁顿乐观的性格，才使他不致气馁放弃。

战刚结束之际，人们尚未了解到利用科学来支配自然所隐藏的潜在破坏力。

和平信条

爱因斯坦并不完全相信科学带来和平这个幻想。不管怎样，对于科学的国际性，他都没有说空话。1922 年他写道：“科学的最大影响不是在思想上，

自 1914 年 10 月起，爱因斯坦了解战争后残存下来的都是战败者。“当务之急是让所有国家的知识分子，以他们的影响力，使和平的条件不再恶化成未来战争的起源。”



而是在物质上。新科技的发明使经济运作大幅地国际化，可能的结果会引爆国际地位的新型战争。”后来他又写道：“当人们意识到这个事实时，他们会愿意成立一些组织来预防战争的爆发。”这句话简单说明了他参与政治的动机：维持和平。

爱因斯坦并非等到大战结束才发表他的和平信念。早在 1914 年，柏林全体知识分子发动支持军方签名，认为他们是德国文化的守护使者。请愿书最后竟然提到：“让蒙古人和黑人进入白人社会是个无比的耻辱。”而爱因斯坦便与另一位柏林同事合作发表《号召欧洲同胞书》，希望集合知识分子的影响力来终止一发不可收拾的民族主义狂热。但除了原作者

爱因斯坦的和平主义，在他的意识中局限在精英分子，好像只有知识分子才希望和平：“欧洲历史上的重要学术人物都是和平主义者。他们成为和平主义者，是因为工作上必须运用逻辑。”

外,只有两人在号召上签名。

爱因斯坦在大战期间的政治活动最后都无疾而终。一方面是因为时机不利于和平主义,另一方面则是他的全部心力都投注在广义相对论上(爱因斯坦具瑞士国籍,所以没有被军队动员)。此外还有私人因素:他在1914年和密内娃离婚,1919年与青梅竹马的表妹结婚,并且由于建构广义相对论太过劳累,1917

和1918年的大部分时间都在生病。

等到大战结束,他认为这正是表达和

在点燃民族主义的怒火,加深你我两邻国的仇恨时,很难论断是你们(法国人)战胜国,或我们,战败国,谁会有最悲惨的下场。”爱因斯坦在1919年,新祖国联盟(Bund Neues Vaterland)纪念法国和平主义者科兰(Paul Colin)的会议上如此说。新祖国联盟是后来人权协会的前身。



平信念的绝佳时机。为了要言行合一,他决定不论自己喜不喜欢成为知名人物,都要好好利用这突然降临的高知名度,来实现心中的目标。第一个目标就是世界和平。因此我们可以说,尽管爱因斯坦神话是媒体制造的结果,事实上他本



人也因道德上的理由顺势自我宣传。

1919到1933年被驱离德国期间,爱因斯坦活跃在许多团体中。尤其他在“国际联盟知识分子合作委员会”(Commission de coopération intellectuelle de la Société des Nations)积极对抗同盟国对德国科学的抵制。另外还主持一个委员会,调查大战期间德军在比利时的犯罪行为,后来1923年法军入侵鲁尔(Ruhr),他辞去委员会的职务以示抗议。

值得一提的是他对拒服兵役者的支持——1931年,几件拒服兵役的案子正在审理期间,他写着:“限武谈判的结果实在令人灰心,我现在只寄望那些有勇气牺牲自己、拒服兵役的人,他们才能让人类慢慢地解脱战争的灾难。”但希特勒掌权却改变了他的想法。



19³²年爱因斯坦和弗洛伊德的书信,由国际联盟发行为小册,题名为《为何战争?》(*Warum Krieg?*)



Copyright, 1933, by
The New York Times Company.

SU

THE ROAD TO

The Noted Scientist, With the Disarr
Material Disarmament, and Offer

“犹太主义”的个人式定义

如同护卫和平一样,犹太民族也是爱因斯坦最关心的主题之一。他生在一个无神论的家庭中,家人总是想着融入德国社会。1911-1912年间,当他旅居布拉格时,他似乎才意识到“生为犹太人”的意义。



爱因斯坦和居里夫人在国际联盟知识分子合作委员会共事(左页下图,日内瓦)。他们相处融洽,甚至两家曾一同在阿尔卑斯山度暑假。

爱因斯坦及郎之万(左页图左),两人坚信和平主义,对量子理论的看法也一致。郎之万是爱因斯坦访法的邀请人之一,目的是重建国际学术团体,超越民族主义的仇恨。郎之万曾经差点导出质能相等公式($E=Mc^2$)。他花了很大力气才把相对论及量子理论等德国理论引进法国。在和爱因斯坦合作不久后,就在法兰西学院教授这两门课。

AY. NOVEMBER 22, 1931.

TWENTY-FOUR PAGES

PEACE—BY EINSTEIN

ument Conference in View, Calls for Mental as Well as
a Plan to Help Free the World From War's Menace

1920年他如此写道:“读到‘犹太教信仰的德国公民’这个名词时,我忍不住苦笑,这个美丽称呼背面隐藏着什么意义?世上是否有一种‘无宗教信仰’能让我们不再是犹太人?答案是没有。”

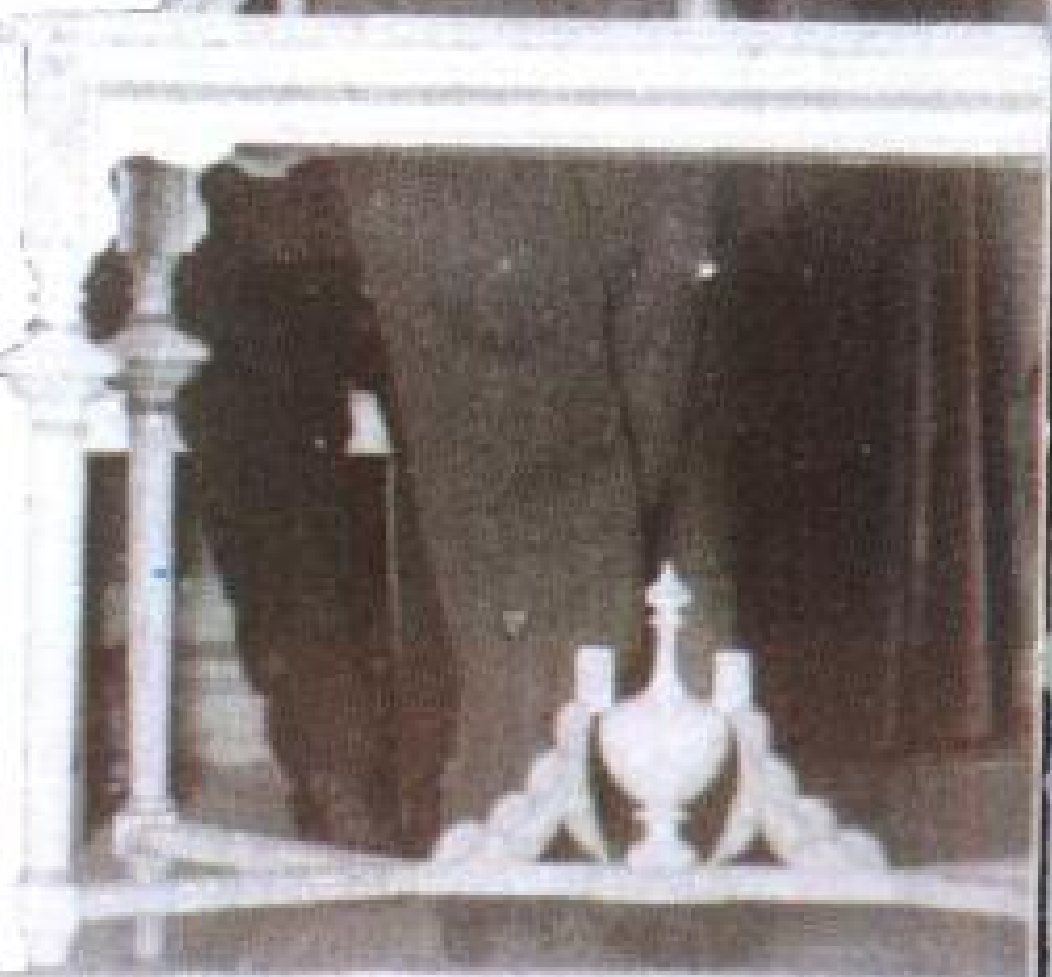
他又写着:“信仰并不是犹太人的特征,而是犹太民族为寻找归属的凭借。我们应该重新学习着以我们



爱 因斯坦几乎感受不到布拉格（左图，犹太区）的魅力，尽管他在此遇见卡夫卡的密友布洛德（Max Brod），或许也见过卡夫卡本人。

的历史为傲，并且光大自己的文化以加强向心力。”

这就是爱因斯坦所说的“犹太主义”（judaïsme）基本精神。当英国于1917年11月2日发布“巴乐福宣言”（déclaration Balfour），承诺在巴勒斯坦（Palestine）建立一个“犹太人的家园”时，爱因斯坦怀抱了相当大的期望。就是在这种情况下，他支持在巴勒斯坦建立一所高水准的大学，“而不是平庸的大学，”并答应到美国旅行募集大学建校所需要的基金。他很有自知之明，写道：“显然人们看中我并不是因为我有能力，而是因为我的名气。名气保证我能在富有的美国犹太人中，募得不少基金。”事实上爱因斯坦直到去世前一直很关心耶路撒冷（Jérusalem）希伯来大学的发展。他投注了许多时间和人际关系，以解决学校的内部冲突，甚至为他们设计了未来物理

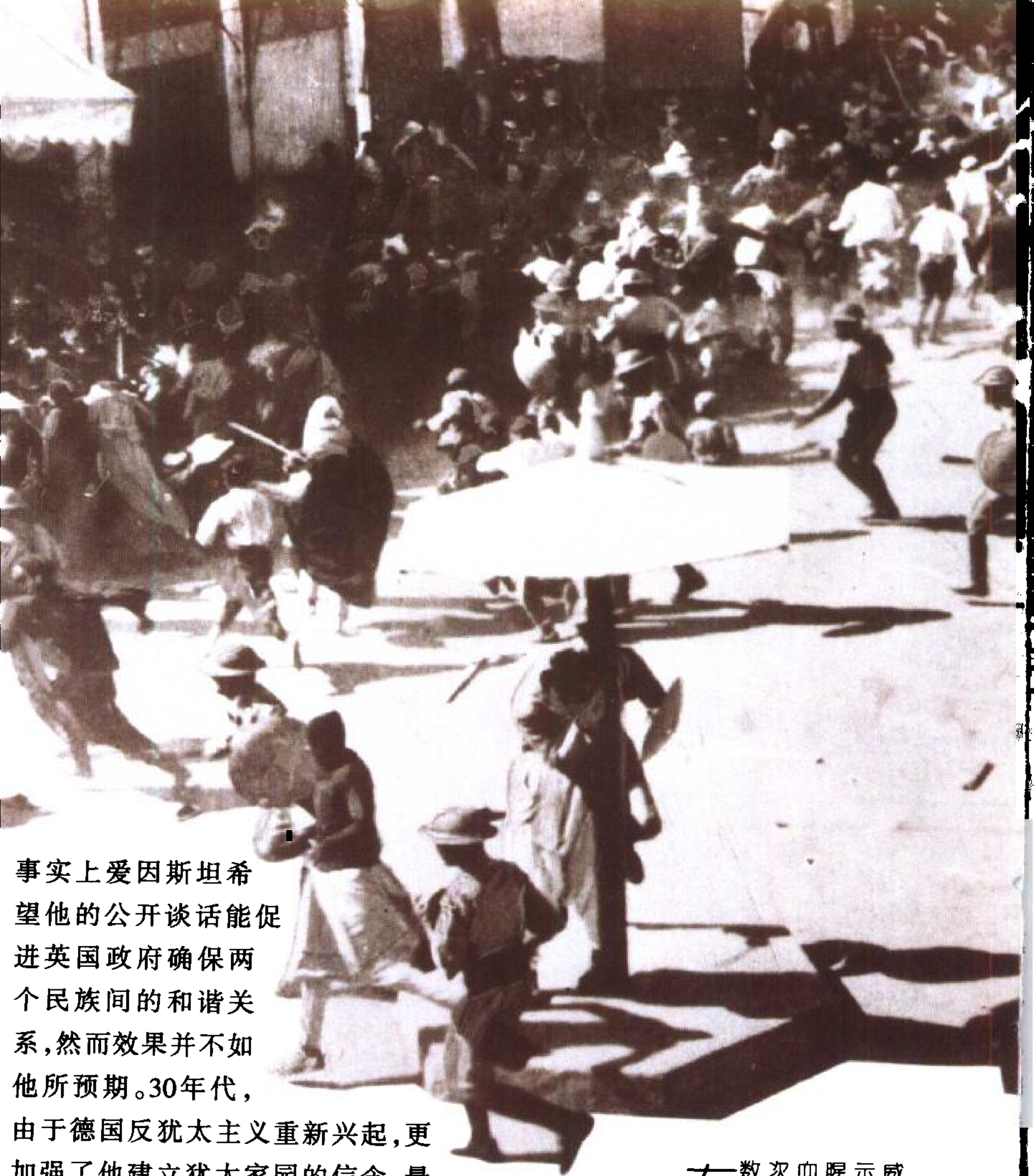


和数学的课程计划。

尽管爱因斯坦非常赞赏犹太人建设并实现此犹太家园的热忱，但他也很清楚此家园是建在阿拉伯人的土地上。他多次谴责犹太激进分子，也谴责阿拉伯人，尤其当 1929 年阿拉伯人在耶路撒冷闹事时。

战后，原属于奥斯曼帝国 (l' Empire ottoman) 旧领土的巴勒斯坦，变成了英国的委任统治地。英国政府因此得以实现巴乐福宣言。





事实上爱因斯坦希望他的公开谈话能促进英国政府确保两个民族间的和谐关系,然而效果并不如他所预期。30年代,由于德国反犹太主义重新兴起,更加强了他建立犹太家园的信念。最后他终于接受在第二次世界大战之后建立以色列国。

对抗国家社会主义

由于爱因斯坦是犹太人,倡言保卫人权,又支持和

在数次血腥示威后,英国调查委员会建议废除委任统治地,把巴勒斯坦分割成阿拉伯国和犹太国。爱因斯坦初时反对此方案。



平主义与世界主义，所以他就成了纳粹主义军团激进分子的眼中钉。

早在 1920 年，他在柏林大学的同事莱纳德 (Philipp Lenard) 就曾借着一个反犹太主义团体的帮助，在柏林爱乐

(Philharmonie de Berlin) 音乐厅召开了一次“反相对论会议”

(antirelativiste)。

这不过是一场运动的开端，在莱纳德的领导下，效应渐渐在德国各大学内扩散。这场名为“德国科学”的运动，主旨在清除科学界所有非雅利安 (non aryenne) 后裔的科学研究。相对论和量子理论则是他们的头号目标。1933 年希



魏茨曼

(Chaim Weizmann) 曾陪伴爱因斯坦 1921 年第一次访美，后来当了以色列第一位总统。



特勒上台后，各大学纷纷解雇了犹太籍科学家，并且禁止大众谈论爱因斯坦。

爱因斯坦在 1933 年离开德国。更精确地说，1 月底希特勒上台时，他正在美国旅行。当他返回欧洲时，决定不直接回柏林，暂时停留在比利时。同时寄辞职书给普鲁士科学院，表明他不愿受德国政府管辖，因为它“拒绝法律之前人人平等，不尊重教学与言论自由。”眼看着德国情况继续恶化，他只好接受



美国普林斯顿 (Princeton) 高等研究所的聘书，该研究所在 30 年代吸收了不少著名的流亡人士。

因此，爱因斯坦迁居美国，1940 年入美国籍。但这并不妨碍他积极投入解救德国犹太人的工作。尤其是流亡至英、法或美国的犹太籍大学教员，并不像他那样幸运重获工作。他拒绝和留在德国的大学教职员保持关系，甚至到了晚年，他对德国人仍怀有原始的恨意。这实在令人惊讶，因为他给人的印象总是很理性的。

Familiennamen (bei Frau
Bornamen (Rufname zu
Familienstand:
Vor- und Familien-(Geburts-
des (bzw. früheren) Ehe-

“德国当前的形势使我必须以本函，辞去我在普鲁士科学院的职位。多年来，科学院让我能专心投入科学研究……。然而在目前的情况下，依附普鲁士政府和随之而来的义务，是我无法忍受的。”

Vorstehend bezeichnete	
am	durch
Der Deutschen St Bekanntmachung v Deutschen Reich 1934.	
Ort und Datum:	

n Geburtsname): **E i n s t e i n**
 unterstreichen): **Albert**

ledig verheiratet verwitwet geschieden

name *Elsa gro. Einstein*

ten:

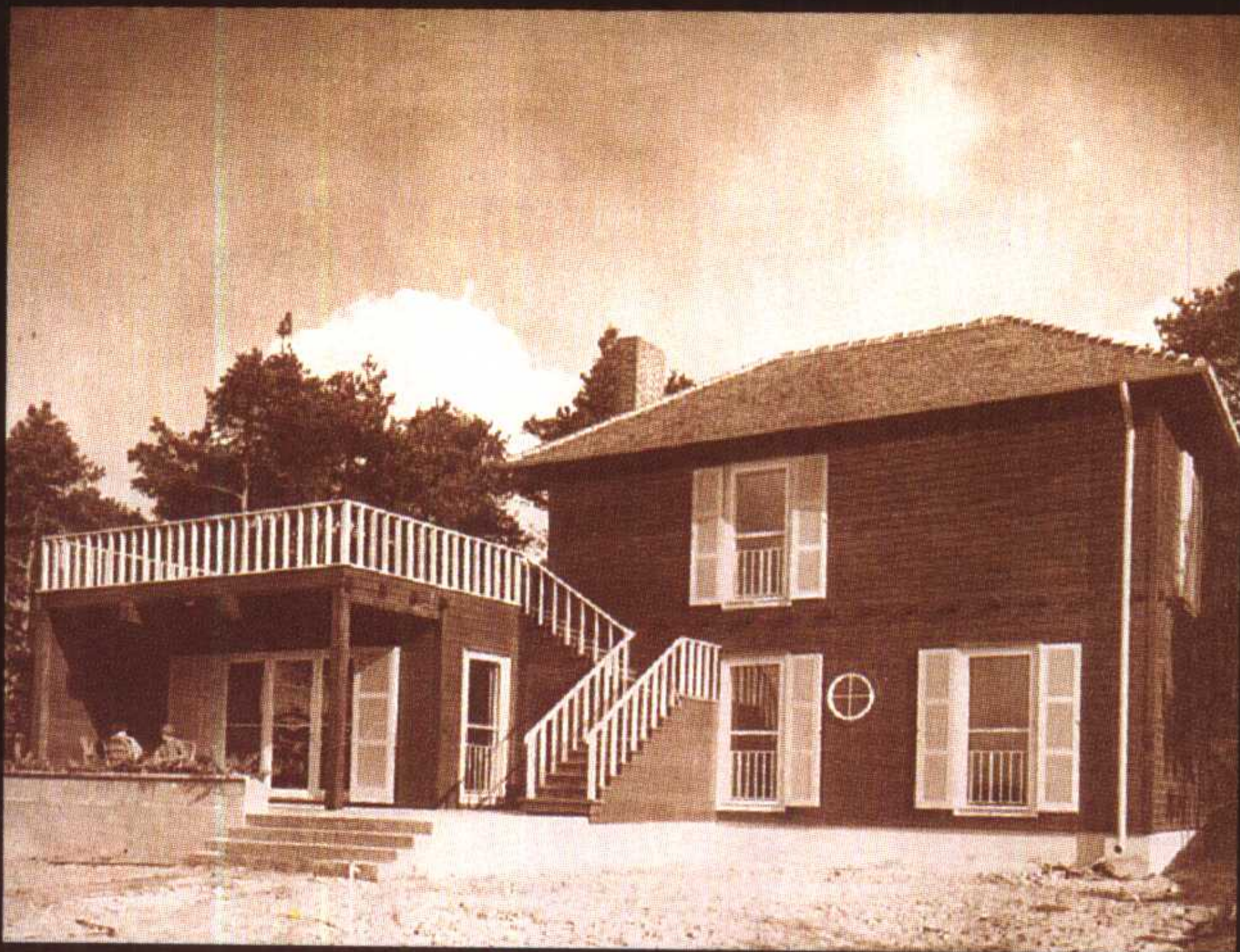


Person ist rechtskräftig verurteilt worden:

wegen	auf Grund von	zu	Bemerkungen
Staatsangehörigkeit für verlustig erklärt durch vom 24.3.1934, veröffentlicht in der Nr.75 des Anzeigers u. Preußischen Staatsanzeigers vom 29.3			

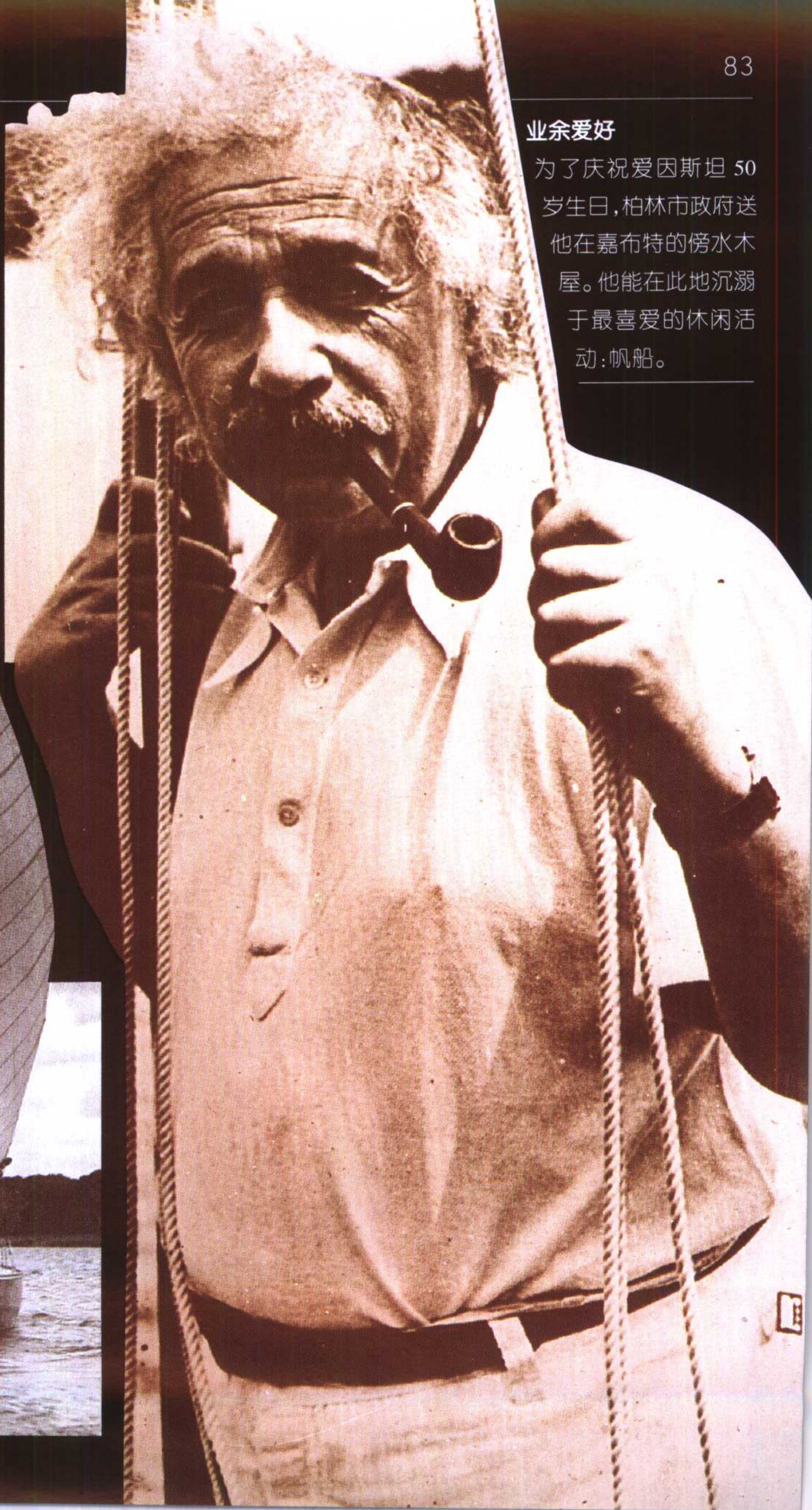
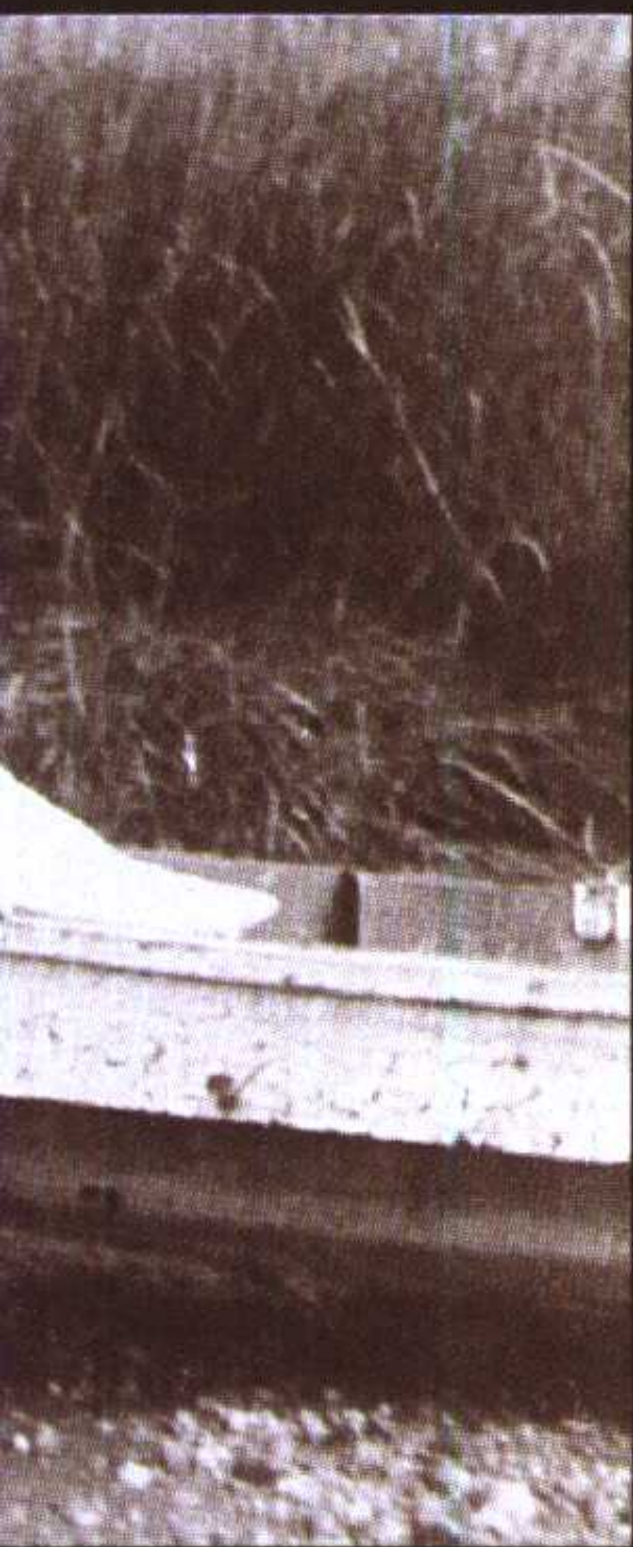


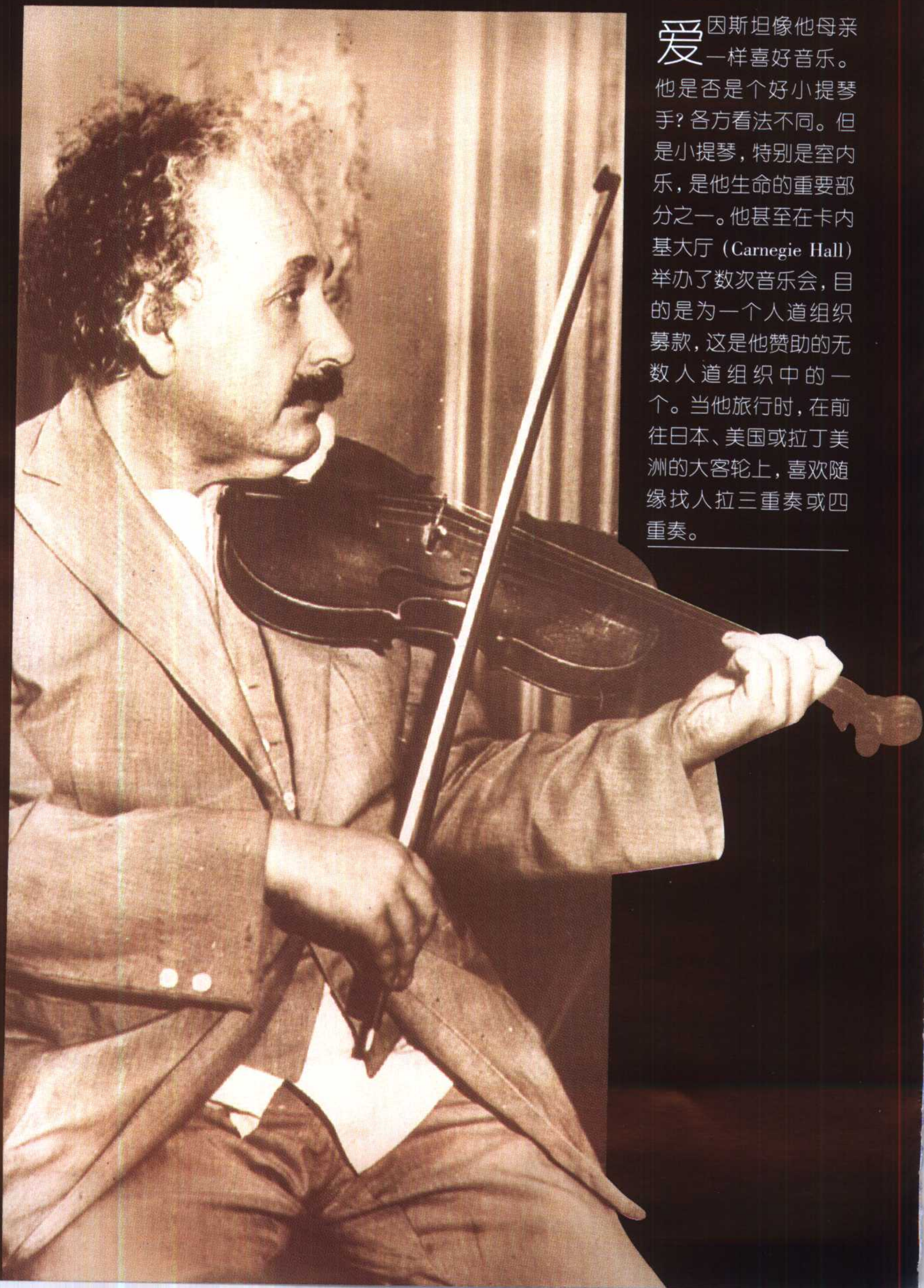
Montanigster
 Unterschrift (Behörde):
Maier



业余爱好

为了庆祝爱因斯坦 50 岁生日,柏林市政府送他在嘉布特的傍水木屋。他能在此地沉溺于最喜爱的休闲活动:帆船。





爱因斯坦像他母亲一样喜好音乐。他是否是个好小提琴手？各方看法不同。但是小提琴，特别是室内乐，是他生命的重要部分之一。他甚至在卡内基大厅（Carnegie Hall）举办了数次音乐会，目的是为一个人道组织募款，这是他赞助的无数人道组织中的一个。当他旅行时，在前往日本、美国或拉丁美洲的大客轮上，喜欢随缘找人拉三重奏或四重奏。

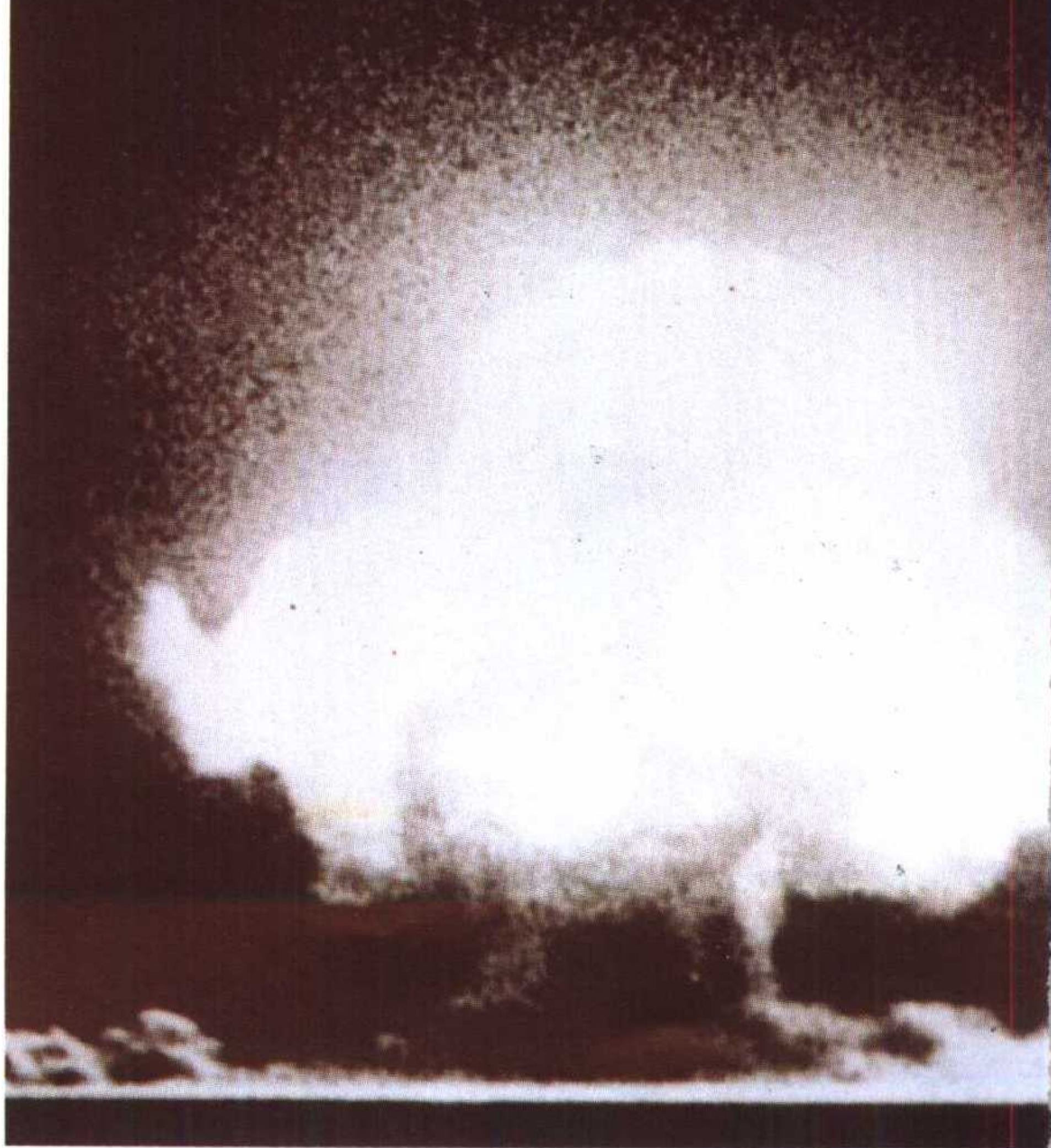


流亡普林斯顿

爱因斯坦在美国生活的 22 年期间，几乎不曾离开普林斯顿。此地极适合退休生活，他在这里的唯一职责是造访那些跟他一样著名的人士。然而在这 22 年中，常常有人就各种问题来询问他的看法，而他也从来回避。

他在美国的政治生涯中，最有名的是 1939 年 8 月 2 日写信罗斯福总统，敦请总统发起制造原子弹的计划，特别是不能让德国在这方面领先。大家都知道后来那段历史：美国物理学家和技术人员，聚集在美国西部沙漠洛斯·阿拉摩斯 (Los Alamos) 的一个军营里，成功地造出原子弹。其中二颗分别投在广岛与长崎，结束了对日本的战争，但却因此造成了数十万人受害。

从 1945 年到 1955 年去世，爱因斯坦一直以



其德望支持原子科学家紧急委员会(le Comité d'urgence des savants atomistes)的发展。这个委员会是由曾参加原子弹发展计划的科学家发起的组织,因为他们忧心政府和军队对科学研究的控制方式。他同样积极地参与美国知识分子对反共产主义活动的抵制,当时正值麦卡锡主义(McCarthyism)盛行,反共活动已经发展到歇斯底里的地步。他尤其投入救援罗森伯格夫妇(Ethel et Julius Rosenberg)的行动,这两位物理学家是共产主义信徒,被怀疑有叛国罪行而被判死刑。1955年4月11日他和英国哲学家罗素(Bertrand Russell)共同撰文,号召科学家放弃战争,宛如他1914年第一篇政治著作《号召欧洲同胞书》的翻版。这是他最后的政治活动,也是他最后的一个著作。

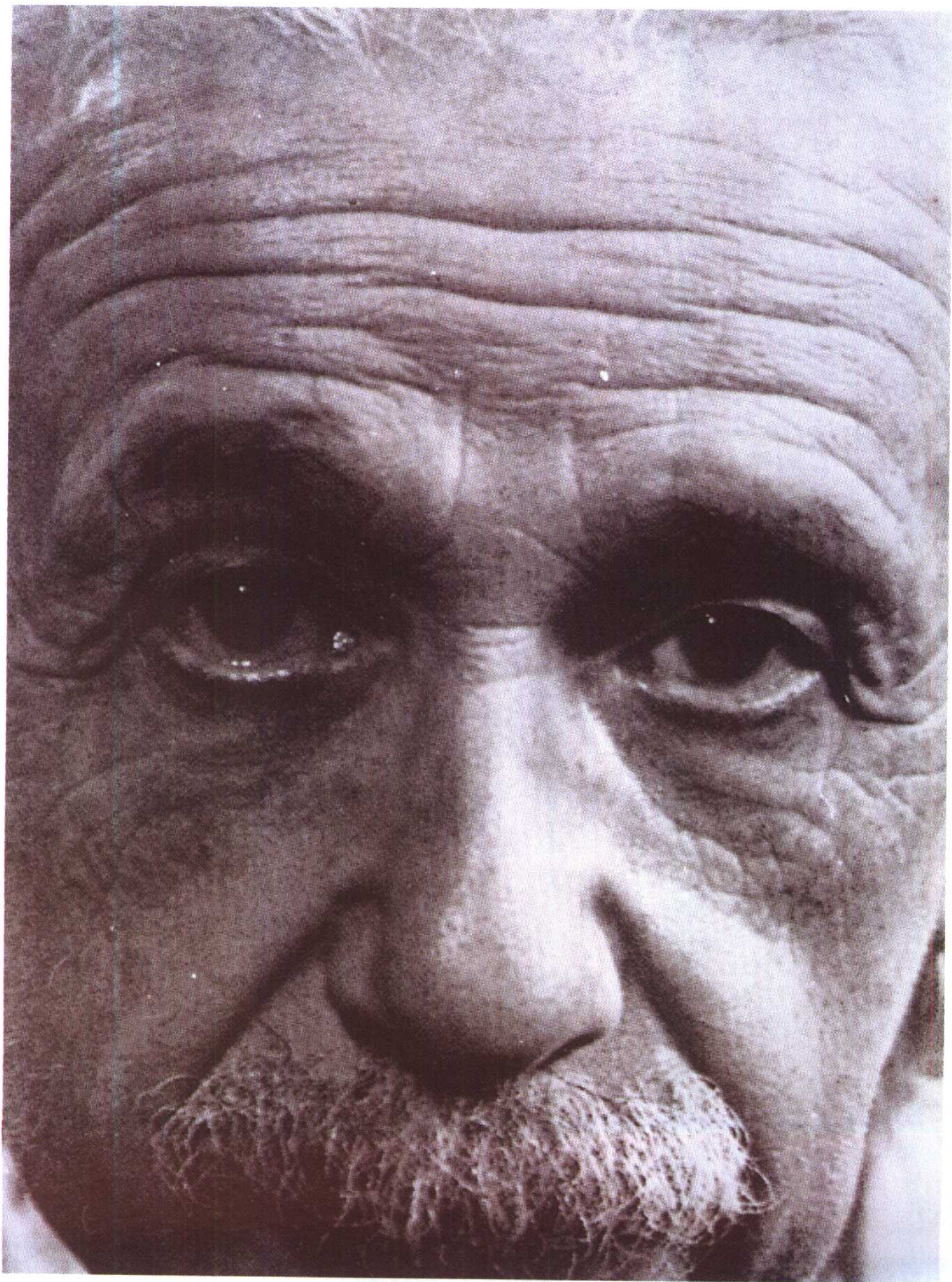
“现代武器威力之强大,已使得地球上任何地方都不能保证免于受到瞬间全面的毁灭。我们所能企求的保障,在于强权之间的强制和平。必须建立‘世界政府’,以正义解决国家间的纷争。”

给芝加哥
大学生的书信

“爱因斯坦坚决地归结说,我们不该把原子弹交给其他强国,尤其是苏俄……。爱因斯坦提议的‘世界政府’,好像是依标准石油公司的形态建立的,其中包括管理者与被管理者。——在专业方面绝顶聪明的头脑,却长在三流小提琴手身上,永远像个毛头小伙子,对政治一窍不通。”

布雷希特
(Bertolt Brecht)
《工作日记》

1945年10月28日



“**亲**爱的波耳，我衷心地感谢你，

为了如此微不足道的原因

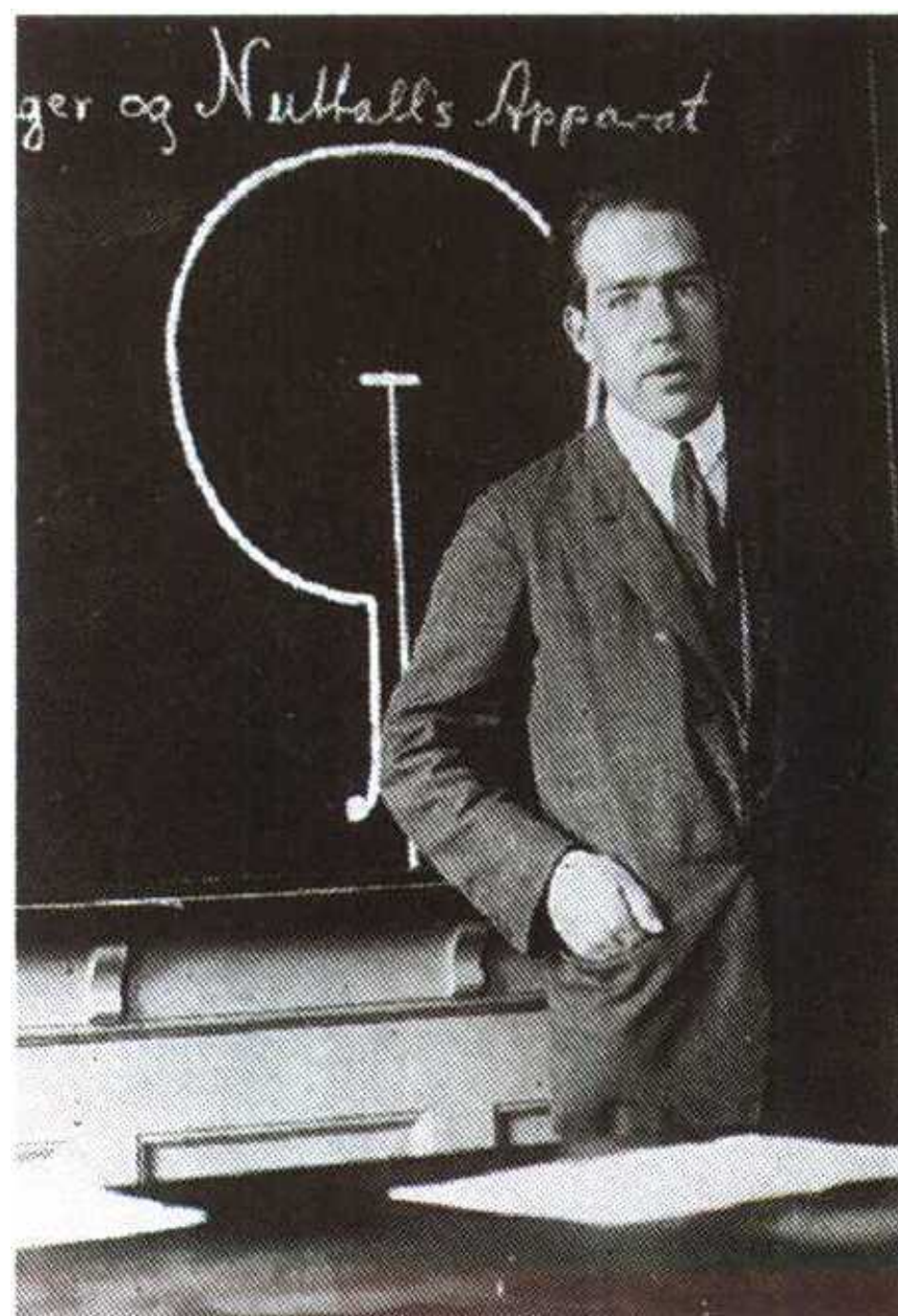
(爱因斯坦的 70 大寿)而劳动尊驾。

再怎么说明，这是一个与那基本问题无关的场合，
那基本问题指的是了解上帝是否真的在玩骰子，
和明白我们是否应该自限于
物理学所能描述的现实世界。”

1949 年 4 月 4 日

第六章 孤独的长者

“**波**耳发表意见的方式，类似那些还在探索真理的人，而不像那些自以为早已掌握真理的人。”



$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l} \frac{1}{u^2} \\ m u_i \end{array} \right| \begin{array}{l} \frac{m u_i}{\sqrt{1-u^2}} \text{ Impuls} \\ m \left(\frac{1}{\sqrt{1-u^2}} - 1 \right) \text{ Kin. Energy} \end{array} \\
 \hline
 x = \frac{x' + v t'}{\sqrt{1-v^2}} \quad y = y' \quad z = z' \\
 \hline
 \sum \frac{1}{\sqrt{1-u^2}} = \frac{2}{\sqrt{1-u^2} \sqrt{1-v^2}} \\
 \sum \frac{u_i}{\sqrt{1-u^2}} = \frac{2v}{\sqrt{1-u^2} \sqrt{1-v^2}} \\
 \hline
 \text{Hyp. } \sum \vec{J}_i = \sum \vec{J}_i \\
 \sum \mathcal{E} = \sum \mathcal{E} \\
 \hline
 J_v = m u, F(u) \\
 \mathcal{E}' = \mathcal{E}_0 + m \mathcal{E}(u)
 \end{array}$$

“我再一次重唱孤独的老歌”

爱因斯坦在 1949 年给波耳 (Niels Bohr) 的信上如此写着。然后他又写道：“这让我想起一本老书结尾的诗句：

‘候选人乔伯合 (Jobche) 演说时，台下一致地点着头……。”

事实上这就是爱因斯坦晚年的写照：像个过时的老前辈，大家礼貌性地听他说话，尊敬他的年纪和过去的光辉，但不再重视他的谈话内容，只等着他何时闭口。

爱因斯坦和后辈物理学家的意见分歧点在于量子力学，虽然他提出的光量子说，曾为量子力学催生。这奇异的理论完全违反古典直觉，它反对将物理的基本物体，如电子、质子，甚至原子，想像成沿着一条确切的轨道运动。尤为甚者，量子理论禁止以具体影像来描述如电子等基本物体。它认为电子虽然是微小不可见且不可分割，但在某些

情况下，如在电子显微镜中，它们可同时沿着无限条轨道运动。若是我们仍然采取牛顿力学的想法，量子力学将毫无意义。

1927 年索唯会议

在 20 年代，海森贝格 (Heisenberg)、保利 (Pauli)、乔丹 (Jordan) 等年轻科学家在学派领袖

爱因斯坦创造力稍弱时，他开始接受同行的邀请，周游全球，四处演讲。他待在美国的时间很长，也很愉快，特别是在加州。美国天文学家最感兴趣的是广义相对论对宇宙论的影响。爱因斯坦与他们相处深获安全感，不必受“量子病毒”的侵扰，它此时正席卷着欧洲的大学。



丹麦人波耳的带领下,以爱因斯坦 1905 年的光量子说基础,建立了量子力学。这些年轻人与爱因斯坦间的对抗,对两方面来说都是相当痛苦的。因为他们视爱因斯坦为精神之父,希望得到他的赞同。爱因斯坦也想为他们的成就喝采鼓励,他非常欣赏他们。其中以波耳深度的思考特别吸引他:“与你会面交谈是我一生中最特别的经验之一,”爱因斯坦在信中写道。一般说来,他不太使用“最”这个字。

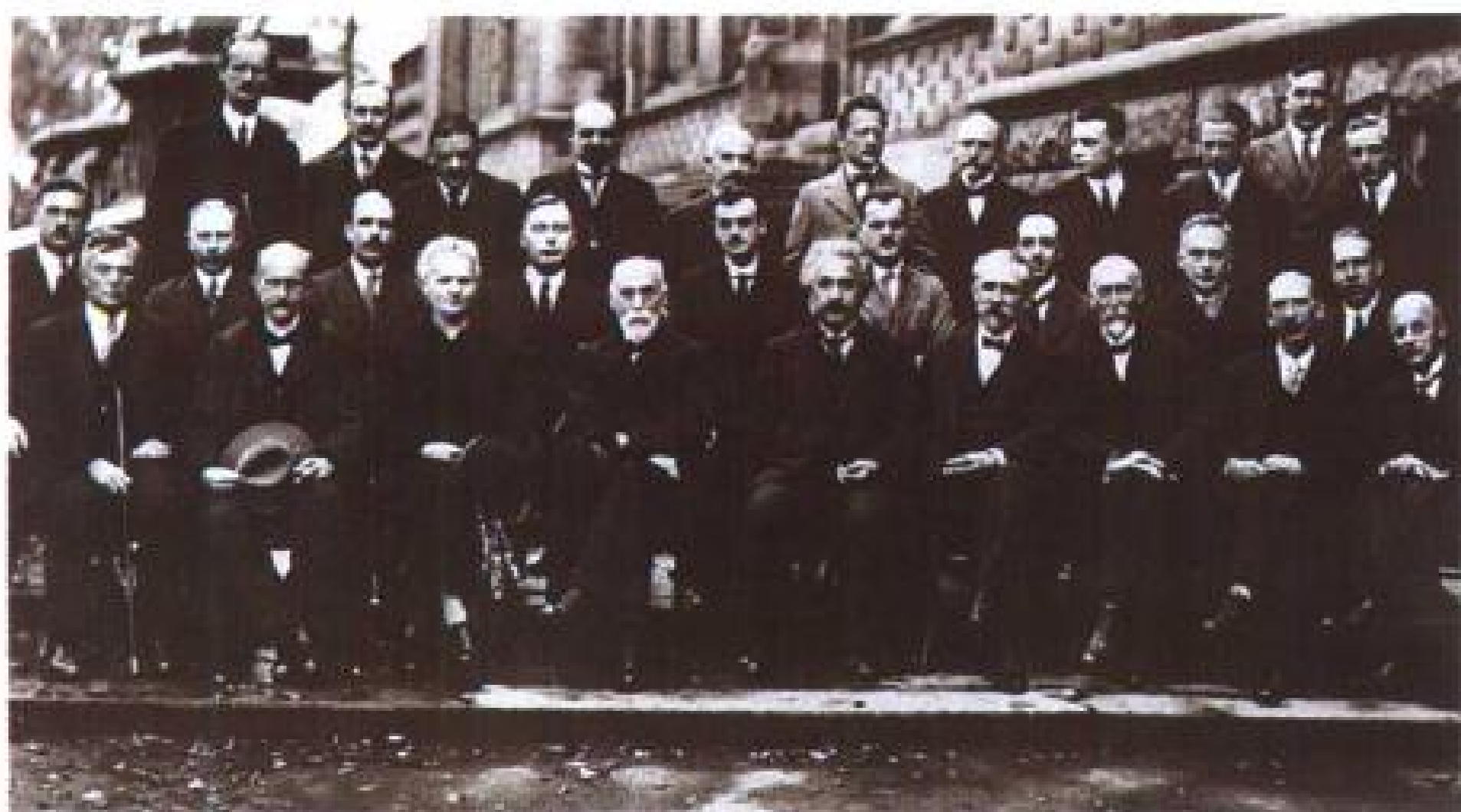
然而命运,或说是物理学的发展,却不能如他们所愿。爱因斯坦与



年轻仰慕者,尤其是与波耳之间的意见分歧,在 1927 年第五届索唯会议中突然加剧且公开化。索唯会议是以富商索唯(Ernest Solvay)为名召开的科学会议,索唯是比利时实业家,因发明制造苏打的程序而致富。就像其他富人支持舞蹈或足球俱乐部,他资助高层次的科学会议,此会议定期在布鲁塞尔举行。

1927 年,这些年轻的物理学者经过多年讨论后,刚刚达成协议。索唯会议恰好提供机会来发表他们洋洋得意的研究成果。当然他们早已料到爱因斯坦会反对,但希望能说服





En. HERZEN TH. DE DONDER E. SCHROEDINGER W. PAULI W. HEISENBERG L. BRILLOUIN
E. VERSCHAFFELT
H. A. KRAMERS P. A. M. DIRAC A. H. COMPTON L. V. M. BROGLIE M. BORN N. BOHR
H. A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANZBERG CH. E. GUYE C. Y. R. WILSON
Amateurs: Sir W. H. BRAGG, Mrs. H. DE LANGLANDER et E. VAN ALBEE O. W. RICHARDSON

两次世界大战间的科学会议，并不像现在大家想像的上流社会与供人参观的机构。索唯会议常被模仿却从未被超越（左图，1927 年的索唯会议），是精英会议的典范。与会人数不多，个个都经过精挑细选。会议中的讨论很激烈，而每个人，不管对与错，都自认为在引导科学前进。左页图为爱因斯坦和普兰克（图最左）摄于 1931 年。



他。实际情况却比原先的预料困难，他们感到很失望。爱因斯坦提出许多质疑，迫使他们必须再加强理论的严谨性。传说爱因斯坦曾经在晚宴时提出一项对新理论的质疑，波耳整夜苦思，终于在隔天早餐时得到解答。

调解人艾伦费斯特

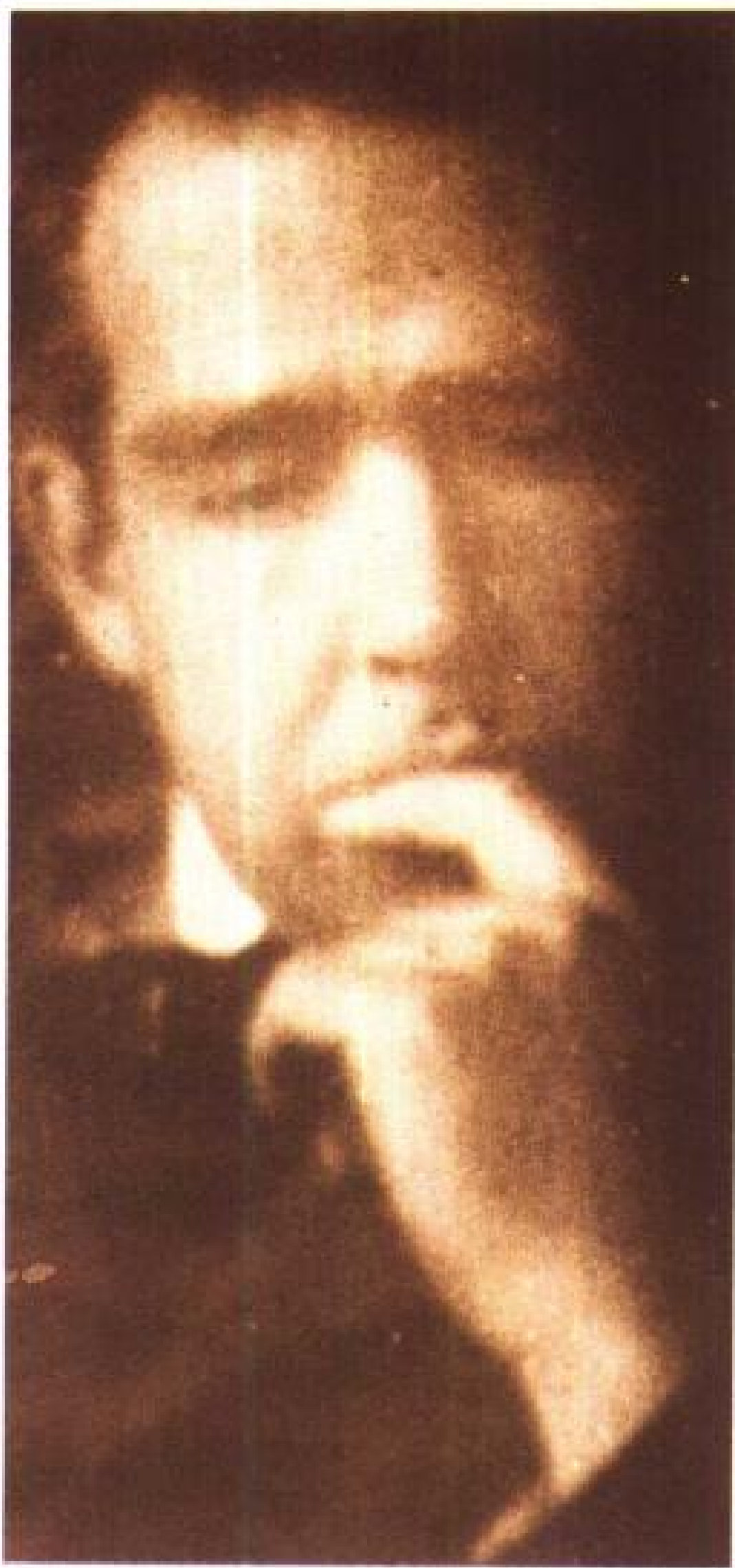
在这次理论的针锋相对中，有个人扮演着重要角色。他就是艾伦费斯特 (Paul Ehrenfest)，在荷兰工作的奥地利物理学家。1911 年他在布拉格和爱因斯坦认识后，两人就成为很好的朋友。尽管他和爱因斯坦同辈，却能感受到波耳论点的意义，他时常充当两人之间的调解人，尤其在 1927 年的索唯会议中，他发挥了很大的功能。

这些年轻科学家对爱因斯坦的保守态度无法理解，他们面对爱因斯坦



为了取悦同伴，物理学家德尔布吕克 (Max Delbrück) 在 1932 年撰写了模仿哥德《浮士德》(Faust) 的剧作。嘉莫则为节目单作图(下图)。





就如同 1905 年爱因斯坦面对上一代科学家对他新理论的不信任。波耳回忆这时期时写着：“我记得在讨论最激烈时，艾伦费斯特注意到一件事：爱因斯坦的态度和以前反对相对论那些人的态度很类似。艾伦费斯特接着又说，至于他自己，如果无法和爱因斯坦寻得共识，就难以获得理智上的安宁。”

艾伦费斯特将永远无法获得理智上的安宁。他承

受家庭悲

剧的折磨，害怕纳粹在德国掌权，终于在 1933 年自杀，部分原因也是量子理论使他丧失所有自信。

“上帝不玩骰子”

爱因斯坦长期反对量子理论，主要在于它的机率性质。根据量子理论，举电子为例，它可以同时以无限多种路线运动；它是

波耳与爱因斯坦。时当 1927 年索唯会议，摄影者为艾伦费斯特。爱因斯坦和少数特定的人，大多是物理学者，保持良好信赖的友谊。他尤其珍惜与波耳的友情，波耳也同样地珍惜。但是如此深密的友情并不能阻止两人这段十分著名的冲突。





“不定位的”(délocalisé)。这意谓着如果我们测量它的位置，也不会像测量小球或行星那样，获得明确唯一的结果。同时量子理论预测电子的位置只能用机率方式定义：我们能做的只是计算电子在某一时刻、在某一位置出现的机率。必须放弃明确预测电子的位置，只满足于机率性解释，这点是爱因斯坦无法接受的。他曾说过一句名言：“上帝不玩骰子。”

寻找统一

虽然多位物理学家尝试想改良量子理论的机率性解释，但都失败了。爱因斯坦至死仍坚持他孤独的

艾伦费斯特是波耳和爱因斯坦共同的朋友，本身也是很有才华的物理学家，曾参与量子理论的建议，他在两好友冲突时扮演重要的调解角色。

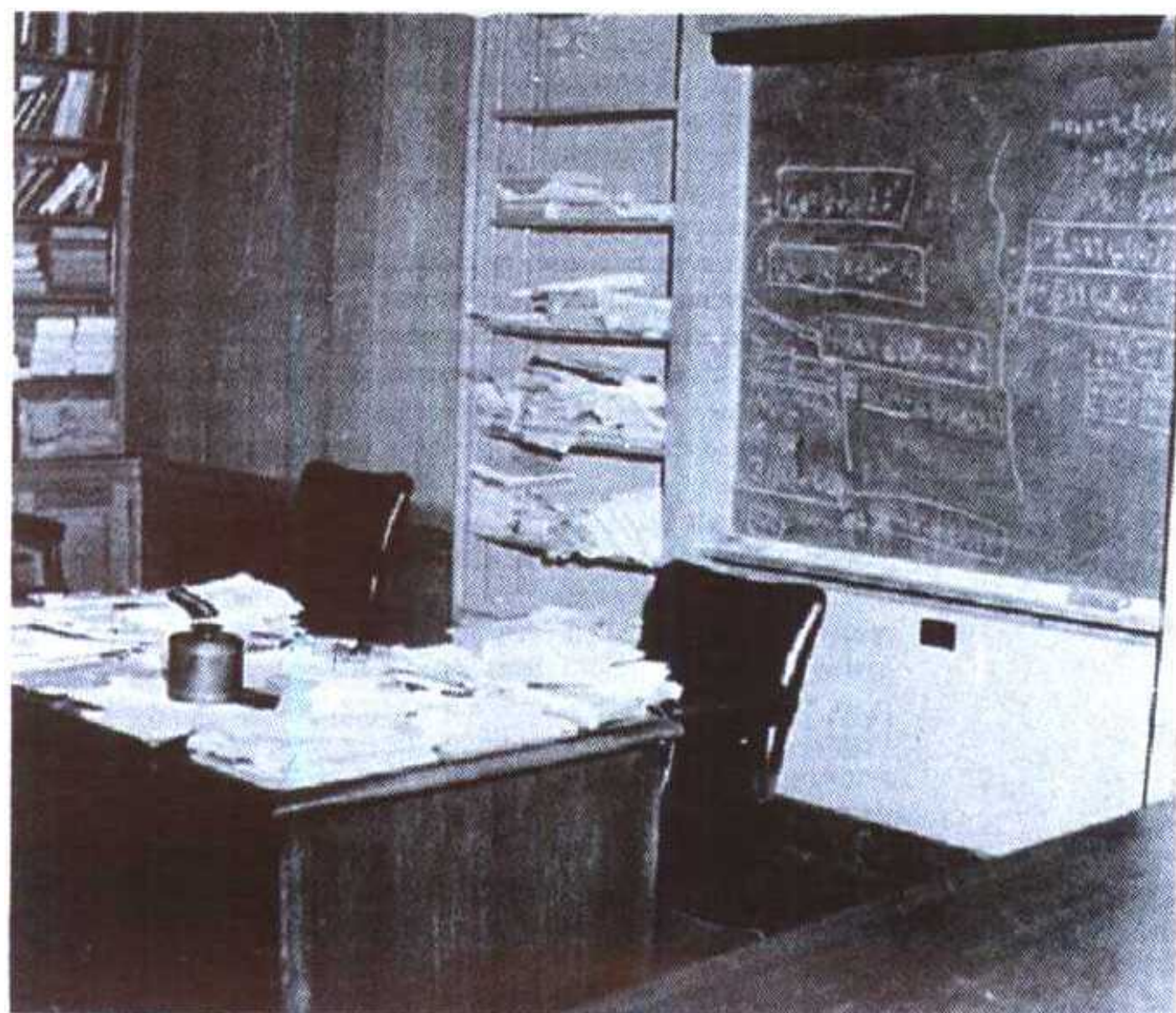
立场。事实上他非常了解量子理论的光辉成就,但他认为基本上这个理论并无法令人满意,它只是具有暂时且近似的特性的理论罢了。

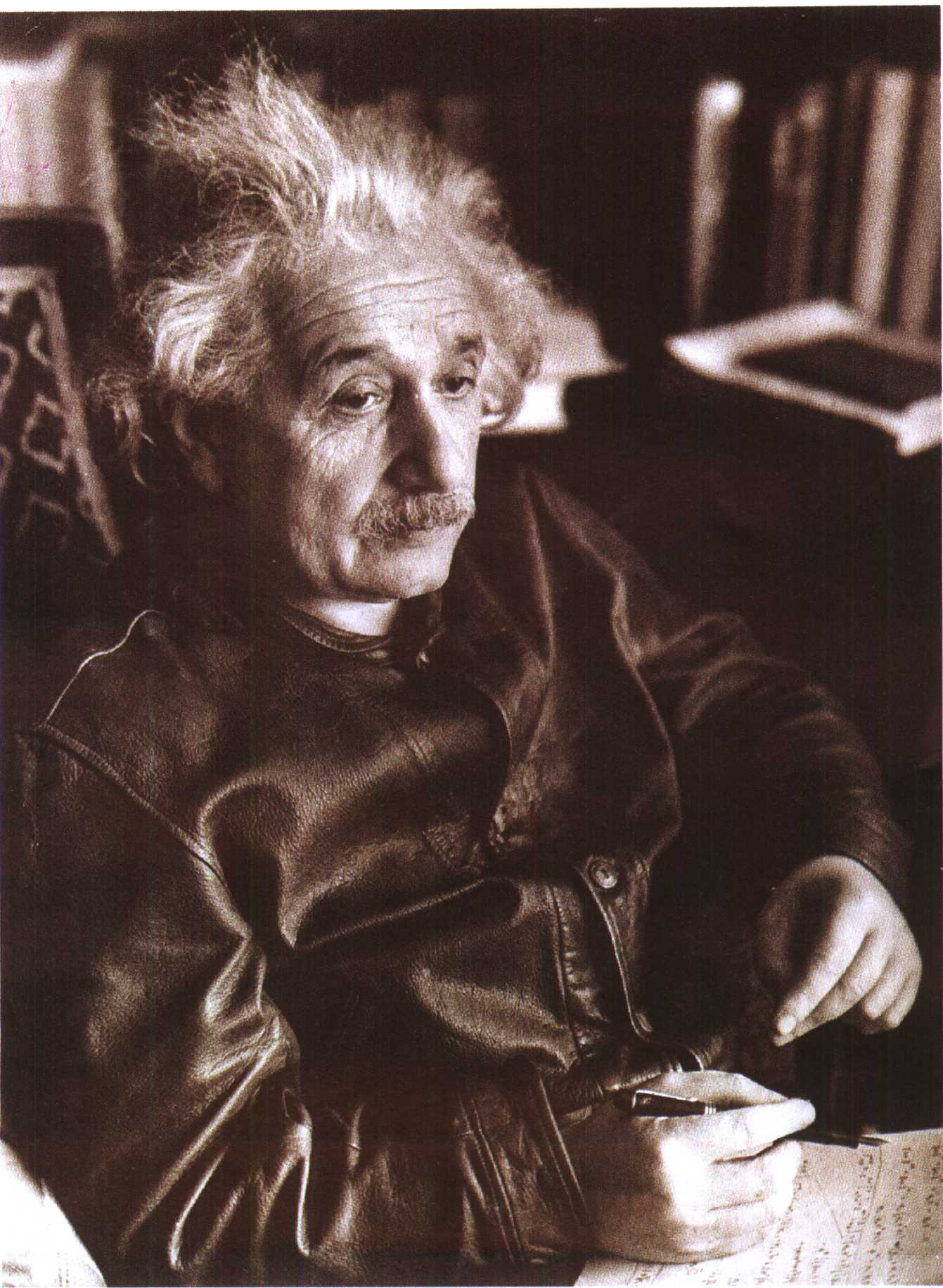
他本人却怀有更大的野心:建立一个统一理论,利用一组方程式同时描述光线、物质和重力。他认为可以借用狭义与广义相对论的建立方式,来建立该理论。如果可以完成,电子的行为就可以导入必然而明确的推论,而不必像量子理论使用那种差劲的描述方式。他甚至希望能从统一理论中,再导出粒子的存在特性来。

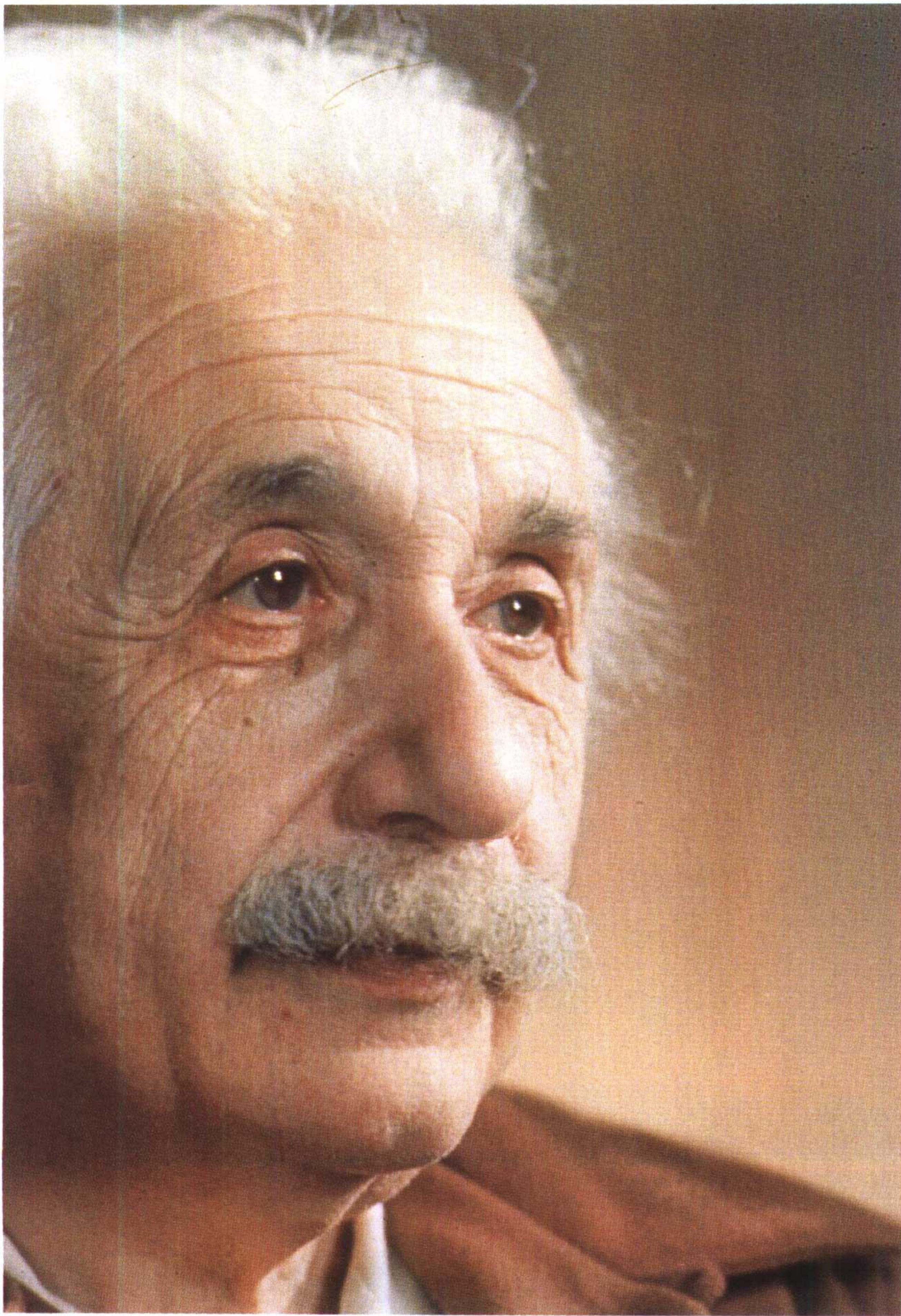
在二十年的漫长岁月中,他以无限的耐心尝试构筑统一理论。他没有被失败击倒,也没有太多不实际的幻想。他写道:“你们可能会认为我对自己一生的工作感到心满意足,但事实上却相反,我不认为我有什么观念可以经得起时间的考验,甚至怀疑自己是否走对了路。但是当代学者却视我为异端和反动分子,认为我永远活在自己的世界里。”

“亲爱的施勒丁格尔(Schrödinger),如果我们够诚实,就不能扭曲对真理的假设。而在当代物理学家中,你是唯一了解这一点的人。大多数物理学家没有自觉,他们正以危险的方式玩弄真理——真理是和观测无关的。他们任意地相信量子理论能描述真理,甚至是完整地描述。可惜我们的理论尚在襁褓阶段,无怪乎人们不接受它(甚至是为了他们本身)。”

1950年12月22日的信







“**今**日的科学家利用两套理论来描述宇宙：
广义相对论和量子力学——
本世纪上半叶人类知识的两大成就。
不幸的是这两套理论互不相容。
当代物理学家的一大部分工作
就是在找寻一个理论，
能同时包容重力理论和量子力学。”

霍金

《时间简史》

第七章

爱因斯坦的遗产

重力波是爱因斯坦广义相对论的一项预测结果。现今欧洲一项太空计划，就是侦测重力波的存在，这项计划预定在 1998 年开始。

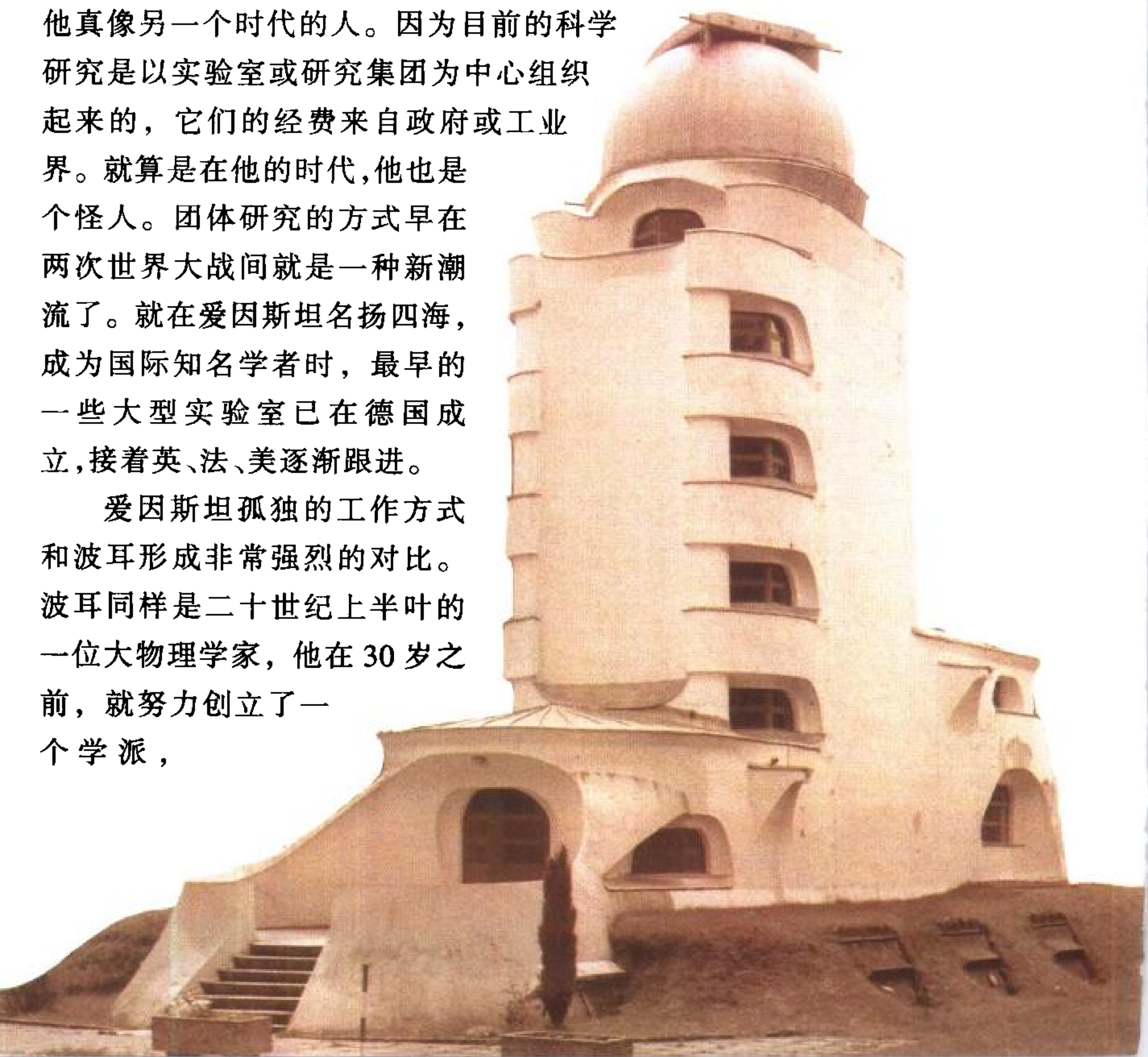


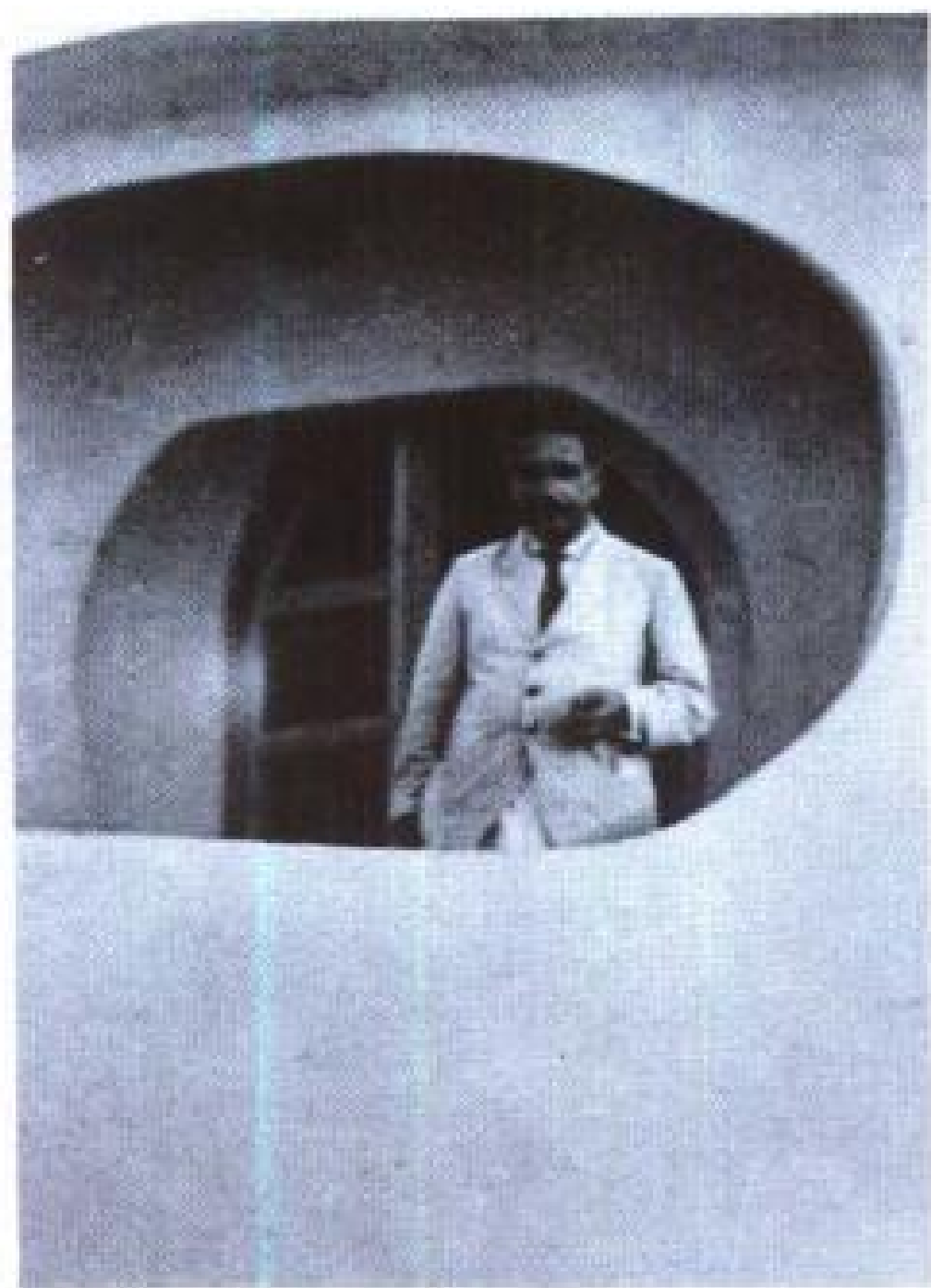
终其一生,爱因斯坦都是个孤独的人。当他 25 岁还在伯尔尼时,白天在专利局工作,晚上独自以新基础重建物理理论;在柏林,也是同样地独自发展广义相对论,这个工作的困难是他始料未及的;后来在普林斯顿,他像希腊神话中的珮妮罗柏(Pénélope)一样,重复尝试把广义相对论推广成包括所有作用力的大统一理论,但一直没成功,同时其他周围的年轻学者却忙于发展量子力学,爱因斯坦虽然是量子力学之父,后来却对它深恶痛绝。

爱因斯坦从不属任何研究集团。从这角度看,他真像另一个时代的人。因为目前的科学研究是以实验室或研究集团为中心组织起来的,它们的经费来自政府或工业界。就算是在他的时代,他也是个怪人。团体研究的方式早在两次世界大战间就是一种新潮流了。就在爱因斯坦名扬四海,成为国际知名学者时,最早的一些大型实验室已在德国成立,接着英、法、美逐渐跟进。

爱因斯坦孤独的工作方式和波耳形成非常强烈的对比。波耳同样是二十世纪上半叶的一位大物理学家,他在 30 岁之前,就努力创立了一个学派,

爱因斯坦住在柏林那段期间,柏林不只是世界科学中心,亦是艺术中心。科学和艺术并不总是毫无关联的,从“爱因斯坦天文物理实验塔”这座于 1920 至 1921 年间,建于波茨坦(Potsdam)的建筑即可看出端倪。





叫做哥本哈根学派 (Copenhagen)。他争取经费以收容来自世界各地的年轻研究员，和他们每天讨论到三更半夜仍意犹未尽。反而爱因斯坦并无“真正的门徒”，最多只是和一些数学家合作，最早是高斯曼，之后在普林斯顿又和

好几位年轻学者合作，但与其说爱因斯坦栽培他们，还不如说他是在借用他们的数学能力。

爱因斯坦在量子力学的遗产

从爱因斯坦不接受量子理论的机率解释这点看来，他可算是最后一位古典物理学家。因为他永远无法接受实验结果不是唯一，也无法信任不能百分之百精确预测实验结果的理论。

直到晚年，他仍不断地表示，量子力学并不像其倡导者想像的那么完整，它少了几个要素。只要有了这些要素，就可以百分之百精确地预测实验结果。换句话说，爱因斯坦认为尚有“掩藏着的变数”没被发现，如果有一天我们找到它们，就可以免除机率性解释，重回实验结果的唯一性。他曾写信给艾伦费斯特的遗孀达西那·艾伦费斯特 (Tatiana Ehrenfest)，信中说：“不久之后就会出现一个新理论，它可免除所有的机率特性，却包含更多数目的‘物理量’。”

“爱”因斯坦塔”的建筑师门德尔颂 (Erich Mendelsohn) 属于社会主义组织“十一月小组” (November - gruppe)。这个组织在本世纪初对物理学界产生了相当大的影响。下面的文字摘自他的作品《动力与功能》，写于 1923 年，即明显表达其意识形态：“一旦明白了物质与能量，这两个科学至今认为是不同的东西，不过是同一原初物质的不同状态：且宇宙中没有任何物体是完全独立的，工程师就应放弃研究无机物质的力学理论，投入大自然……。不要忘记，个人创作和现实的相对性有关，就像现在和未来与历史的相对性有关。”



不可分离

1935 年，他逃亡普林斯顿后两年，与两位物理学家合作写了一篇很著名的短论文，提出了“EPR 悖论”，EPR 分别代表爱因斯坦（Einstein）、波多斯基（Podolsky）和罗森（Rosen）三位作者。爱因斯坦指出，照目前的量子力学所言，两物体 A 和 B 在过去曾经互相作用过，即使后来不再互相作用，它们之间仍然有关连。因此直接对 A 作测量，与对 B 测量后再测量



A 的结果不同。这种现象违反直觉,所以爱因斯坦要求:如果接受量子力学的结论是错误的,或至少承认它不完整,那就必须把它补完整,使违反直觉的现象不会

产生;若是接受量子力学的结论是正确的,我们就得承认曾经互相作用过的两物体,不管它们相隔多远,再也不会完全分离。不用说也知道爱因斯坦偏好第一种可能。

他的选择错了,但他却指出了量子物理的重要特征。从那时起物理学家努力地证明了,不论在实验或是理论上,量子力学没有错,也并非不完整。只有第二种可能性是正确的。两个曾经互相作用过的物体再也不会完全分离,这个结论虽然诡异但却是事实。

如果爱因斯坦没有提出此“不可分离性”,我们可能还得等好一阵子才会发现它。然而“不可分离”却是量子理论最惊人的特征之一。这让我们对物体本质再次重新检讨。在所处的宏观世界中,我们已经很习惯物体互相分离,以致于很难想像微观世界的长相厮守。爱因斯坦在量子力学方面的大部分遗产是提出新问题,强迫后继学者去思考,而深入探讨,发现量子世界更多“荒谬”的性质。

汤普金先生和同伴在前往量子丛林探险时,受到一群老虎攻击。理查先生瞄准近处一只老虎两眼间开枪,没射中。读过量子理论的教授向他建议:“不要费时间瞄准老虎,此处只有一只老虎,但是它散布在大象四周。”这只老虎出自于嘉莫的想像,它同时散布各地,宛如一群老虎,正如电子同时存在于各处。EPR 悖论所显示的“不可分离”性质更令人惊讶:两粒子经过互相作用后,若测量两粒子中的一个,结果竟然会随另一粒子的测量结果而改变。不论它们离得多远。此奇异性已由艾斯贝(Alain Aspect)于 80 年代证明。他以精确的检验仪器测量光子,费时数月而得出此结果。



“只有三个人能理解的理论”

广义相对论是爱因斯坦呕心沥血之作，他在上面投注了无限精力，又花了三十年想把它推广开来。但是就算大家同意这是人类发明过最漂亮的理论之一，却只有寥寥无几的物理学家能运用它。谣言说它的计算太难了，世上只有三个人能够理解。传说当人们访问那位观测到光线弯曲的学者埃丁顿，并且向他提及这段谣言时，他回答道：“我正努力在想这第三个人是谁。”

曾有一段很长的时间，广义相对论仅仅停留在一个华丽的理论，它预测的对象都是宇宙中的大格局现象，这些似乎是人类无从观测到的。

1959 - 1960 年， 广义相对论的重生

这情况在 1959 年 9 月之后的一年内完全改观了。1959 年 9 月 14 日金星绕行至最接近地球的地方，麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology) 的研究员们首先向金星发射雷达讯号，再接收金星的反射。虽然这实验在当时好像并未带来新结果，但数月之后发现这是因为一个简单的计算错误所造成。无论如何，1959 年 9 月 14 日都是一个新时代的开始，从此以后整个太阳系内的星体，都可用高准确度的仪器探测它的距离。只要往天体发射雷达讯号，再接收其反射，计算雷达来回所花的时间，就

长期以来，除了作者自己和某些“快乐的少数”，没有多少人能理解广义相对论。如今它却普遍地排在高中课程中。它仍然是同一个理论，但研究方法改变了。在 50 年代广义相对论被视为数学问题而与物理无关，因为物理只管实际问题：建造雷达站、制造核能……爱因斯坦也常被称为数学家，如 1955 年《巴黎竞赛》刊登其死讯就称呼他为数学家。

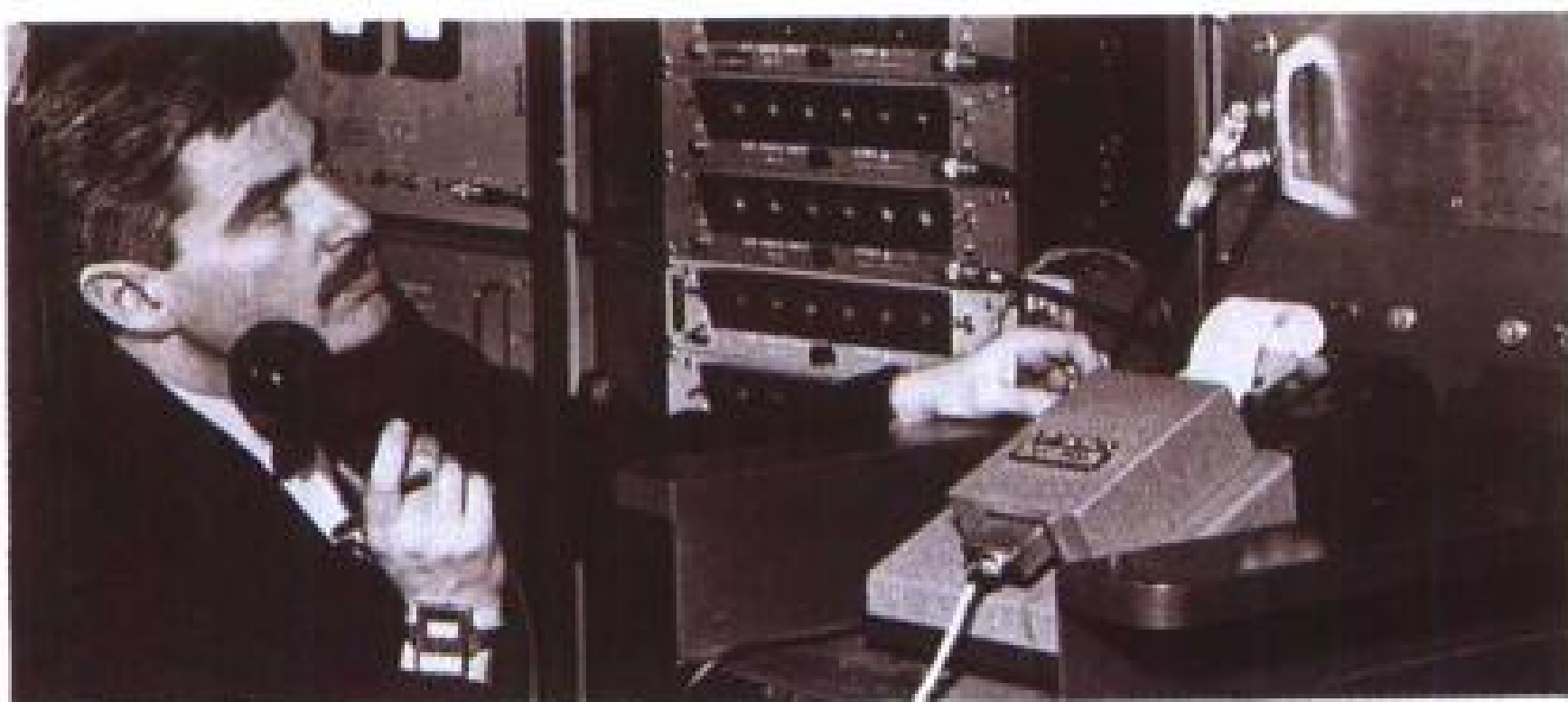


可精确地得知地球与此天体的距离。60年代蓬勃的卫星太空探测计划更是加速了这方面的发展。如今我们对太阳系了解的精确度，已经足够用来测量广义相对论预测的微弱时空曲率。

新观测、新理论

1959 - 1960 年还有另一个事件，也具有里程碑的意义。美国研究员庞德 (Pound) 和雷布卡 (Rebka)，测到了重力红位移，这是爱因斯坦广义相对论所预测的另一项微弱效应。这是指当光离开重力场时，波长会变长的现象。实验是利用高塔顶端及塔底之间仅有的距离完成的，所以检测出的效应很微弱。这项实验的成功要归功于当时的超敏锐仪器，该仪器是由量子理论发展出的新技术产品。这种技术在 50、60 年代稳定而快速地成长，而激光的发明和半导体的普及，更使它的发展一日千里。

1960 年又发生了第三件大事：一位英国年轻科



庞德和雷布卡测量重力红位移效应，地点在哈佛大学的杰弗逊物理研究所 (Jefferson Building) 的塔中。塔高 100 公尺，两位实验者一人在建筑物顶处，一人在地下室，仅用电话互相联络。

学家平罗士 (Roger Penrose), 发表一篇论文, 陈述一种运用在广义相对论的新数学技巧, 会比从前的方法更有效率且简单。从数学角度看, 以前的方法真是极度笨重。平罗士还创设了一个学派, 现今, 学派中新一代理论学家霍金 (Stephen Hawking) 更是闻名天下。这些年轻学者后来仍致力于找出新的, 且可观测的相对论效应。

同年夏末, 年轻美国学者布朗斯 (Brans) 和狄克 (Dicke) 提出一项新理论, 志在取代广义相对论。尽管新理论最后证明并不比旧的高明, 但它的提出仍然明显地刺激相对论学者, 在面对新理论的预测结果, 他们不得不让自己的预测更加明确。

同时, 在 1960 这一年, 人们开始在天空发现新星体, 对这些星体的解释无法不借助广义相对论。在一个美丽夏夜, 一些天文学家透过加州帕罗玛山 (mont Palomar) 上的大天文望远镜, 发现了一颗 α 星。因为这星的亮度变化快速且主要放射的是无线电波, 所以它被命名为“类似星星的无线电波源” (quasi stellar radio source) 简称“类星体” (quasar)。

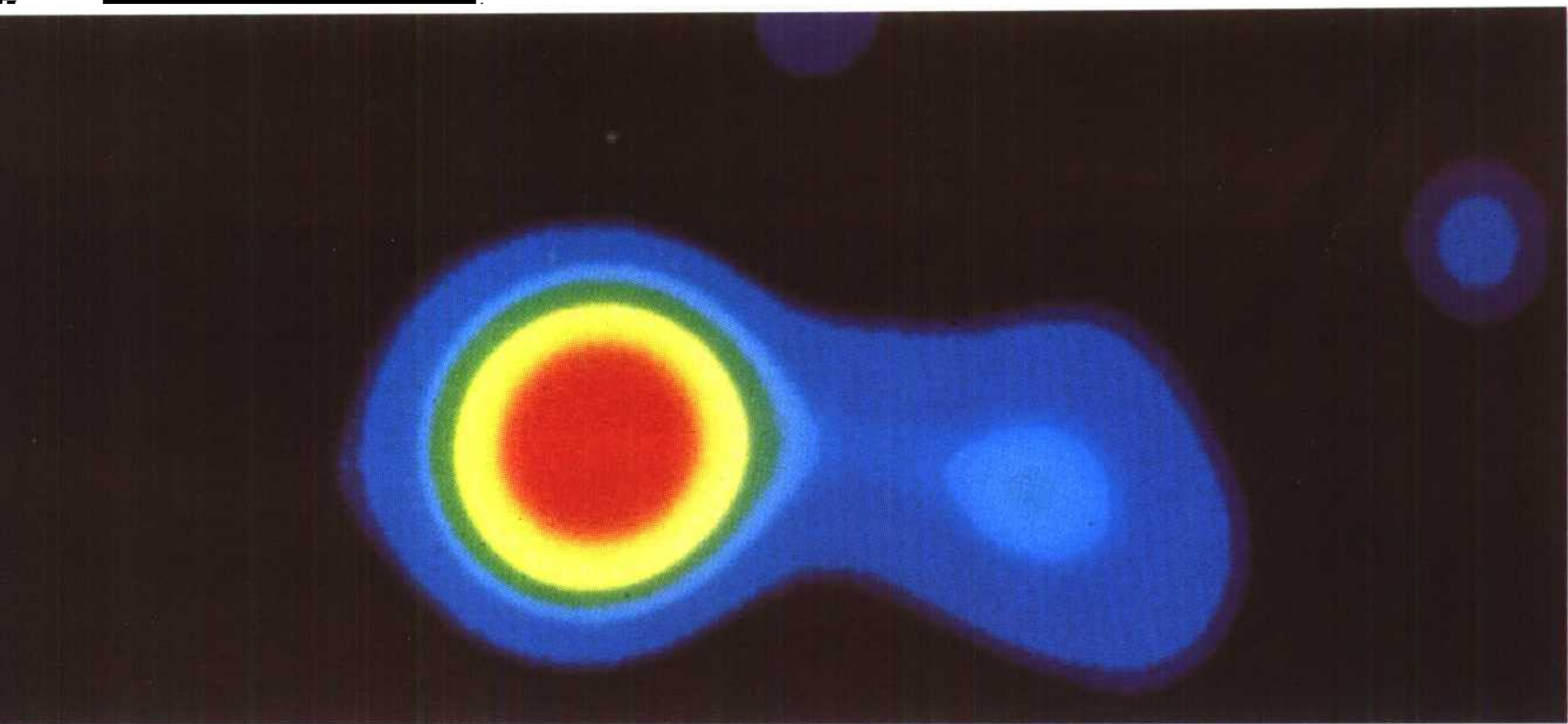
相对论学家的觉醒

研究人员很快地发现类星体以惊人的速度飞离我们, 照理说它看起来应该不会像发光的星体。类星体之谜很快就把沉溺于纯理论的相对论学家点醒过来, 他们纷纷投入寻找类似星体起源的解释。后续几年, 科学家们又陆陆续续发现其他奇异的星体或现象: 包含脉冲星 (pulsar)、宇宙背景幅射 (le fond de rayonnement cosmique) 及黑洞 (trous noirs)。如今, 广义相对论已拥有广大的观测领域。

广义相对论的二次重生要归功于新理论工具和



广义相对论在 1960 年复兴, 同时也代表一门新学问的诞生: 相对论天文学。它的第一次讨论会在 1963 年于达拉斯 (Dallas) 召开。与会者尚未以相对论天文学家自称, 而是自称数学家、天文学家或物理学家。会场充满滑稽的误会, 因为这些人来此的一致目的是查明类星体 (上图) 的起源, 却还没有共通的语言。



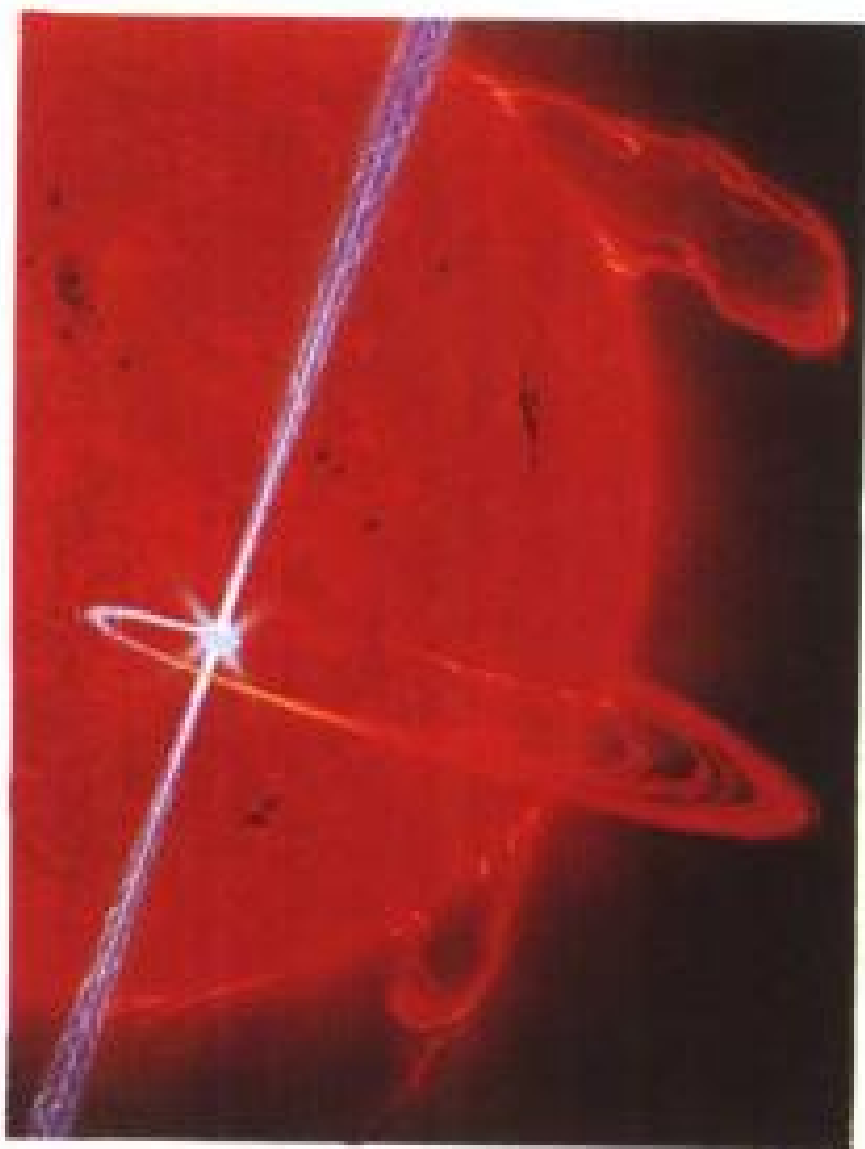
的传播速度是光速。显然地此能量非常微弱，也难以测量。1958年前后，天文学家韦伯 (Joseph Weber) 着手建立了巨大天线以接收重力波。1968至1975年间，他宣称测到好几次讯号，但却没真正说服他的同事。

1974年，双脉冲星的意外发现改变了重力波的观测。双脉冲星是个双星系统，两个星体非常接近，互相绕转，并且定期发射光线（脉冲星即以此命名）。根据爱因斯坦的理论，此类系统在随时间演化过程中，会放出重力波。从1974年起人们就开始寻找它，没想到这么快就找到。1979年，在纪念爱因斯坦百岁诞辰的一个研讨会上，一组美国研究员发表对双星系统的观测结果，非常具有说服力。重力波，直到当时仍是神秘的物体，但它确实确实存在着。

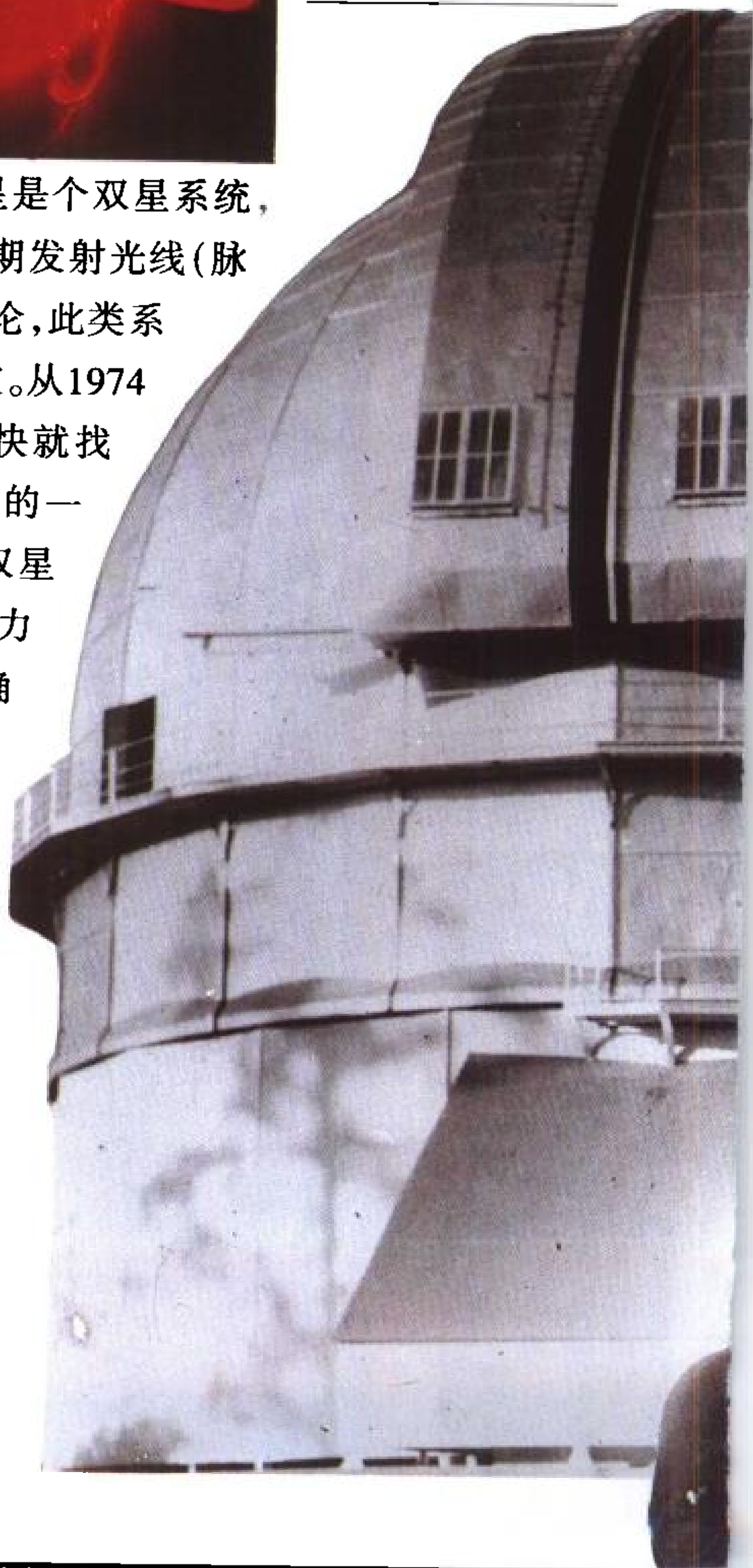
此后有许多观测重力波的大型计划，都因耗资庞大而借助于国际合作，如法、意合作的室女 (Virgo) 计划，是以三个侦测器观测室女座银河系集团所放出的重力波。

寻找黑洞

爱因斯坦另一个理论预测是黑洞的存在。现在它成为科幻电影的要素之一，广为人知。事实上黑洞仍未被观测到。黑洞是一种质量密度极高的星



脉冲星，是一些走到生命末期的恒星。1974年，哈乐斯 (Hulse) 和泰勒 (Taylor) 首次发现双脉冲星，命名为 PSR 1913 + 16，他们后来获得 1993 年诺贝尔奖。

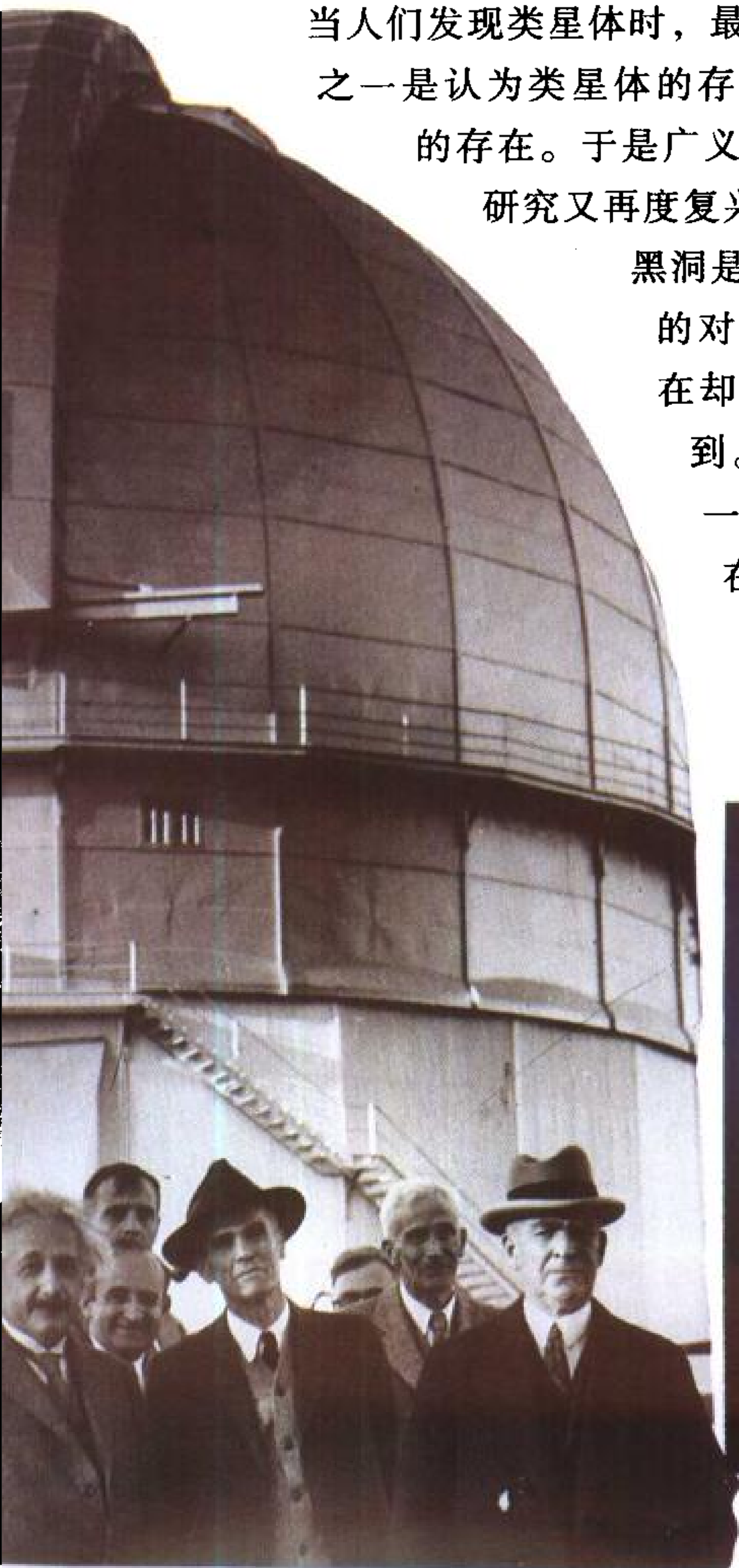


体,和太阳相同质量的黑洞,半径大概只有三公里。我们回忆一下帆布上的橘子。质量会扭曲周围的时空,如同橘子在紧绷的帆布上。由于黑洞巨大的质量,会造成极大的时空扭曲,以致于接近它的物体会被它逮住而无法再离开。连光线也不例外,光线无法离开这个“洞”,所以它是“黑”洞。

当人们发现类星体时,最受瞩目的假设之一是认为类星体的存在意味着黑洞的存在。于是广义相对论相关的研究又再度复兴。

黑洞是许多理论研究的对象,但它的存在却总是无法观测到。60年代曾有一度,人们以为在一个X光源中心侦测到黑洞;但却无法

双脉冲星 P S R 1913+16 的轨道运行周期仅 8 小时,多次测量都有绝佳的精确度。然而重力波的作用十分微弱,需有极高的解析度才能测到它的效应。如果哈乐斯和泰勒没有验证轨道周期的改变和理论计算相差不到 0.5%,仅靠双脉冲星的发现并不能获颁诺贝尔奖。轨道周期改变是因为放射重力波而丧失能量,是重力波存在的间接证据。

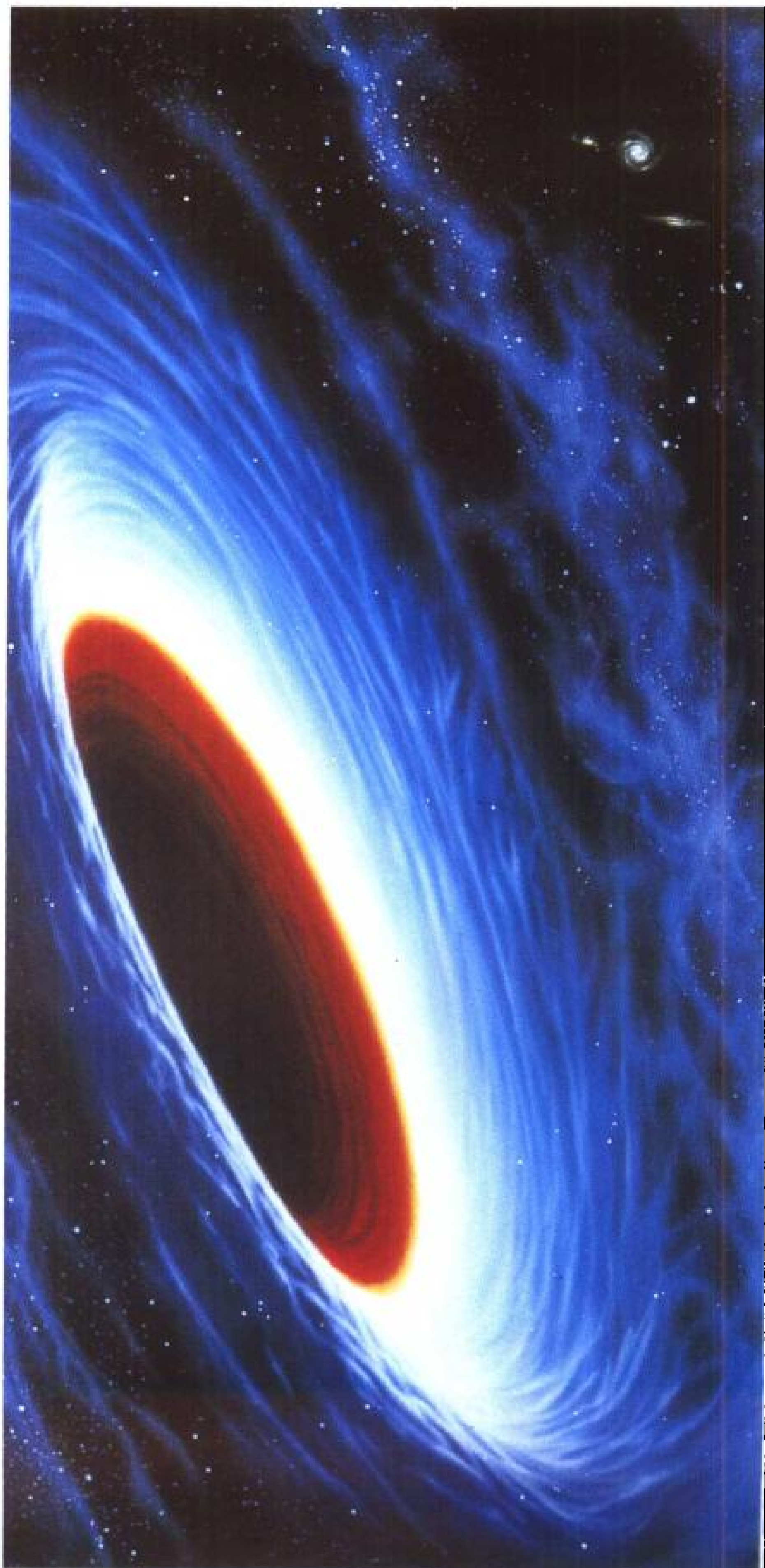


证实观测结果只有透过黑洞的存在才能解释。

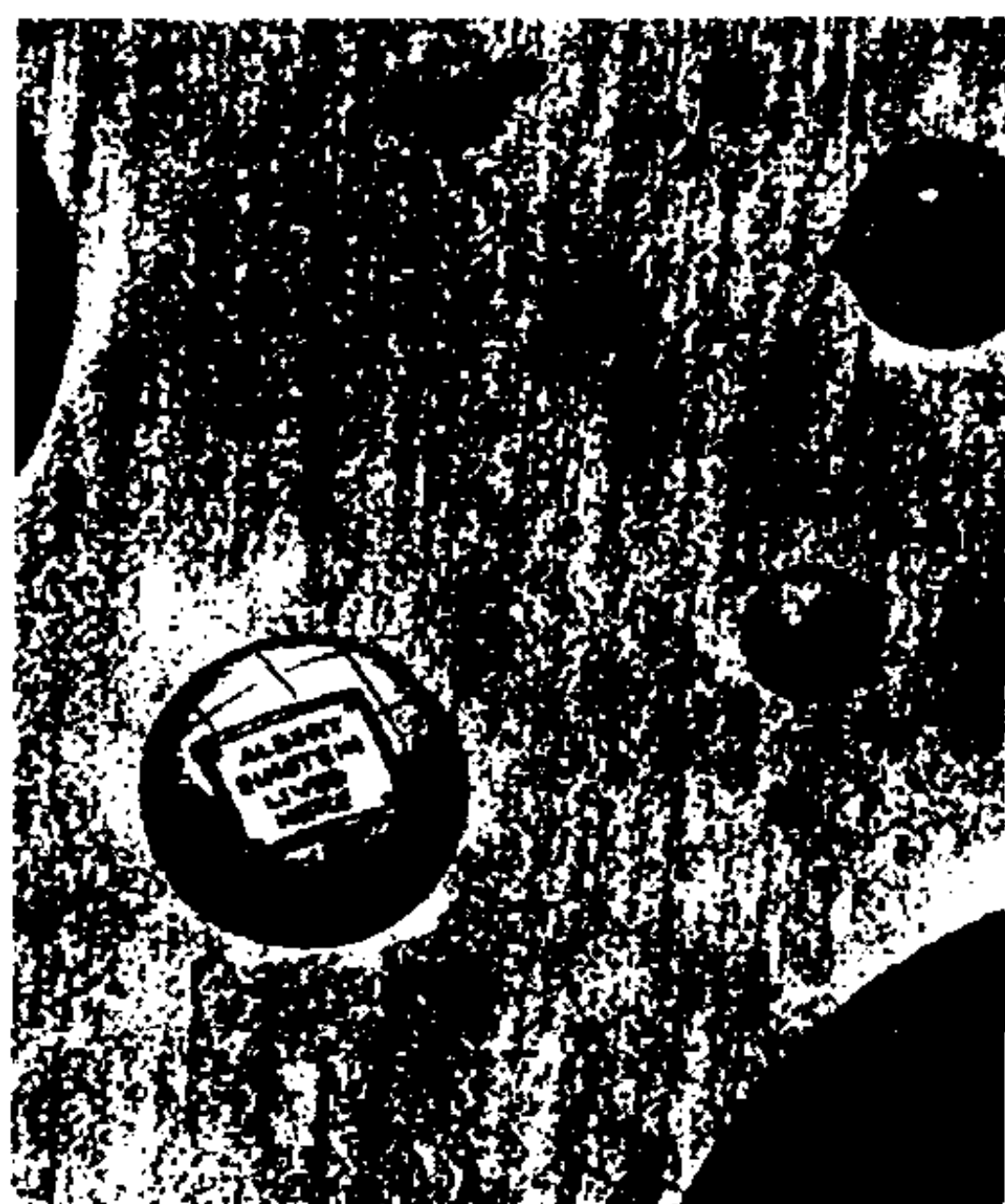
无法统一的相对论与量子力学

爱因斯坦遗留给我们广义相对论和量子理论。他偏爱前者；虽然他是量子力学之父，但并不乐见量子理论的成长。如今当代物理学家面临的一大问题，就是如何使这两理论相容。两理论差异之处在于时空结构：量子理论中的时间空间是被动的，类似基本粒子的“舞台”，而广义相对论中的时空是因这些粒子而产生，没有它们就没有时间空间。这个观念上的差异使得两个理论无法相容。

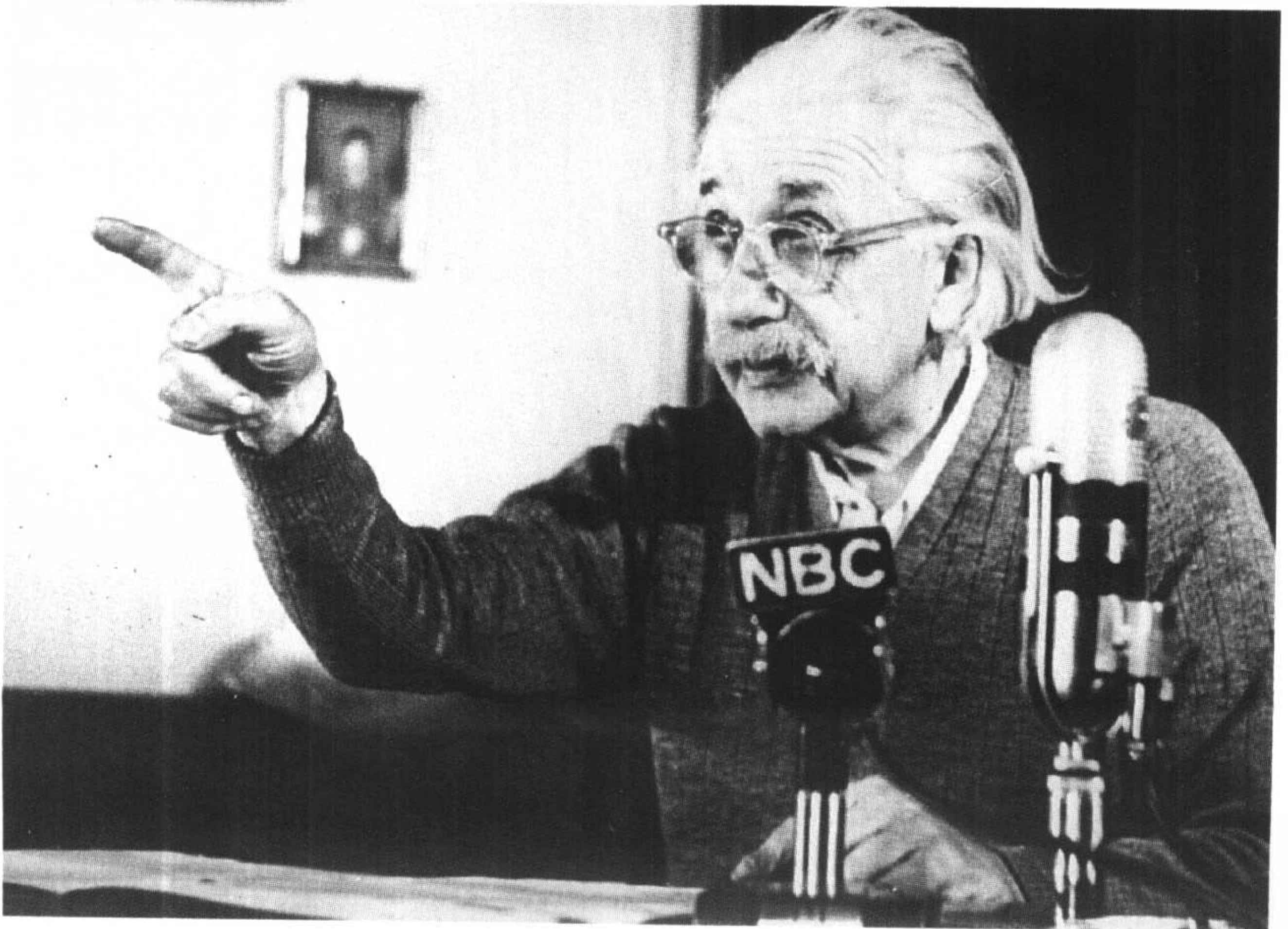
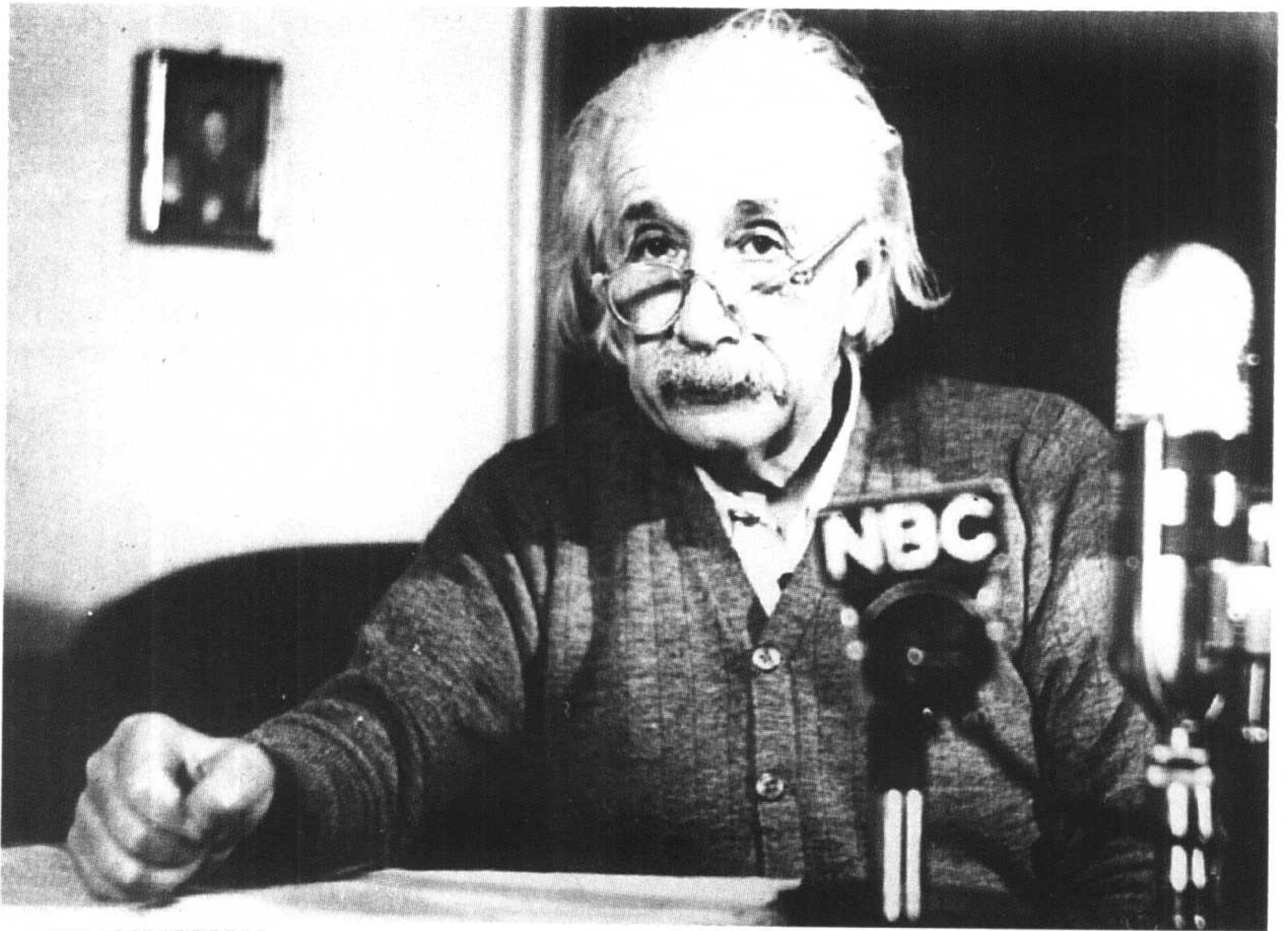
物理学家在此问题上手足无措，因为这两个理论在实验、观测的证明下，都毫无错误的迹象；八十年来广义相对论在面对愈来愈精密先进的观测结果，总是丝毫不差。至于量子力学，它的应用极为广泛——所有近代科技都是



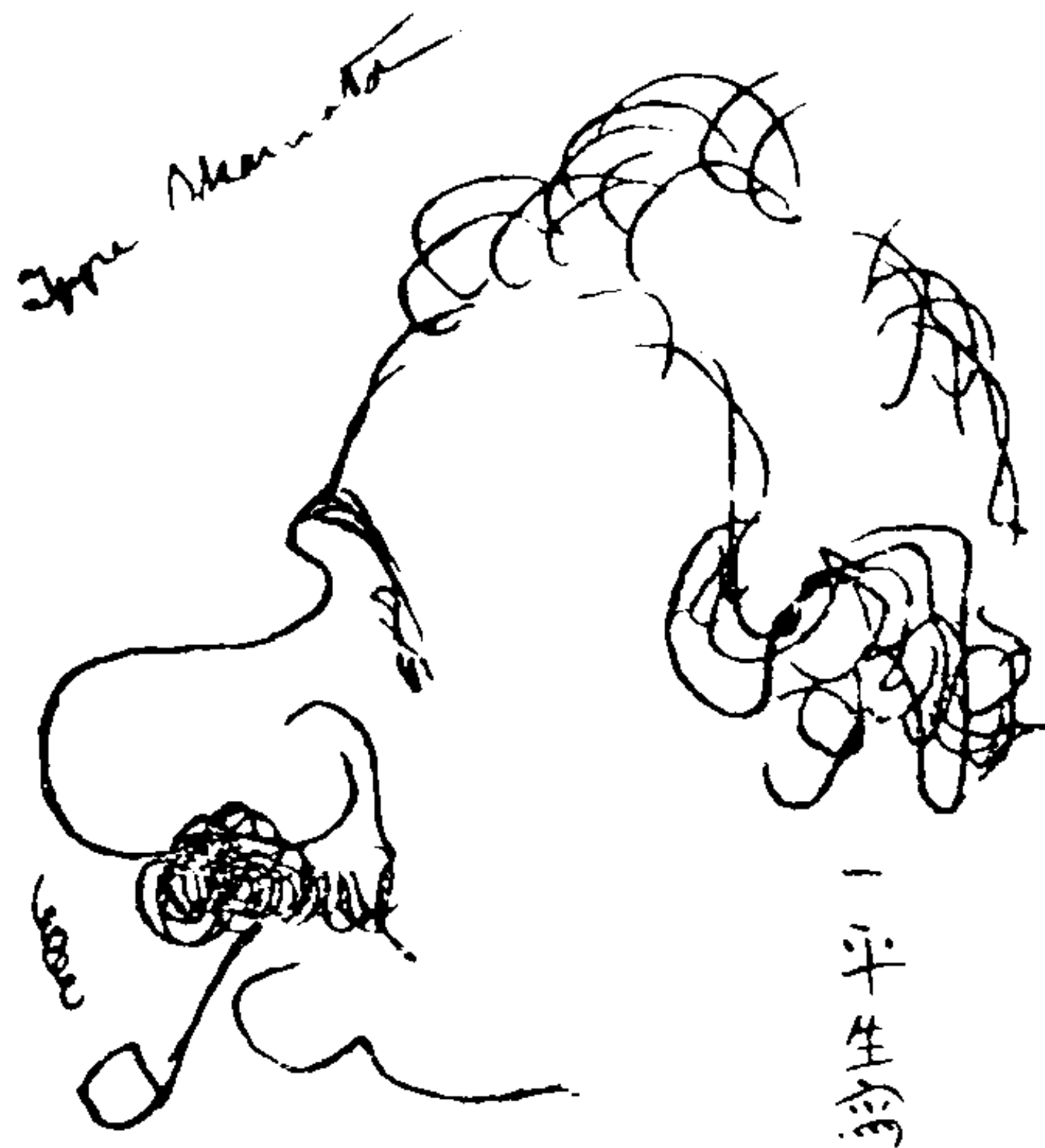
以量子力学为基础——我们很难想像它有错。历史好像又重演了,今日的物理学家都有点像其前辈在 1905 年时的处境:他们必须协调两个看似完全不相容的理论。物理学界期待一个新的爱因斯坦,能以简单的观念解决此难题。



目前有两类恒星系统最可能是黑洞的候选者:一是 X 射线源——意即放射 X 射线的星体,称为“阵爆体”(sursauteurs),目前共发现五个。另一类是类星体,它发出的大量能量可能与黑洞有关。黑洞可侦察到的特征仍未定义清楚,因此要判定黑洞是什么还言之过早。



见证与文献



Albert Einstein
an
Die Natur als Gedanken - Reservoir

膨胀中的宇宙

宇宙论要问的问题是：

寻找对宇宙的描述，

且这描述必须符合广义相对论。

爱因斯坦曾相信宇宙静止论，

而在他的方程式中加入一项，

这对整个理论没有太大改变，

却使它符合静止宇宙的条件。

后来遭到诸多批评，

爱因斯坦从此闭嘴 9 年，

直到 1931 年遇到哈伯

(Edwin Hubble)。

哈伯向他说明宇宙正在膨胀中，

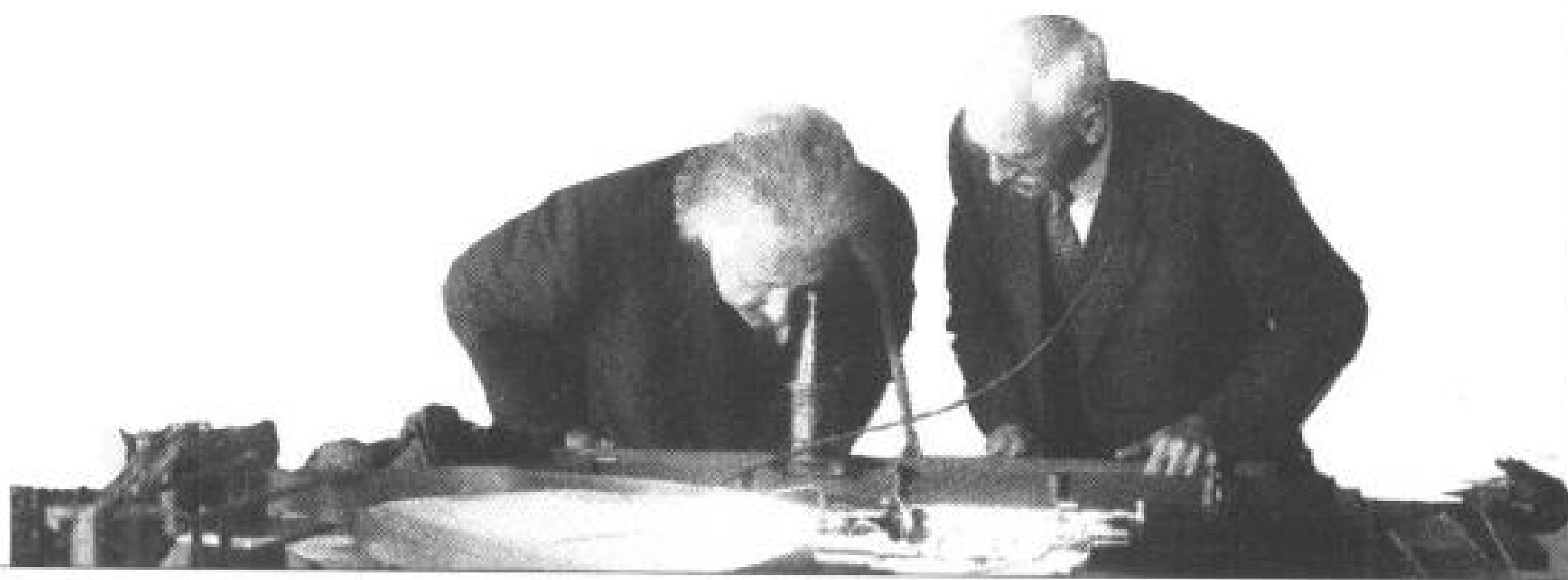
这是从观测结果中推论出来的。

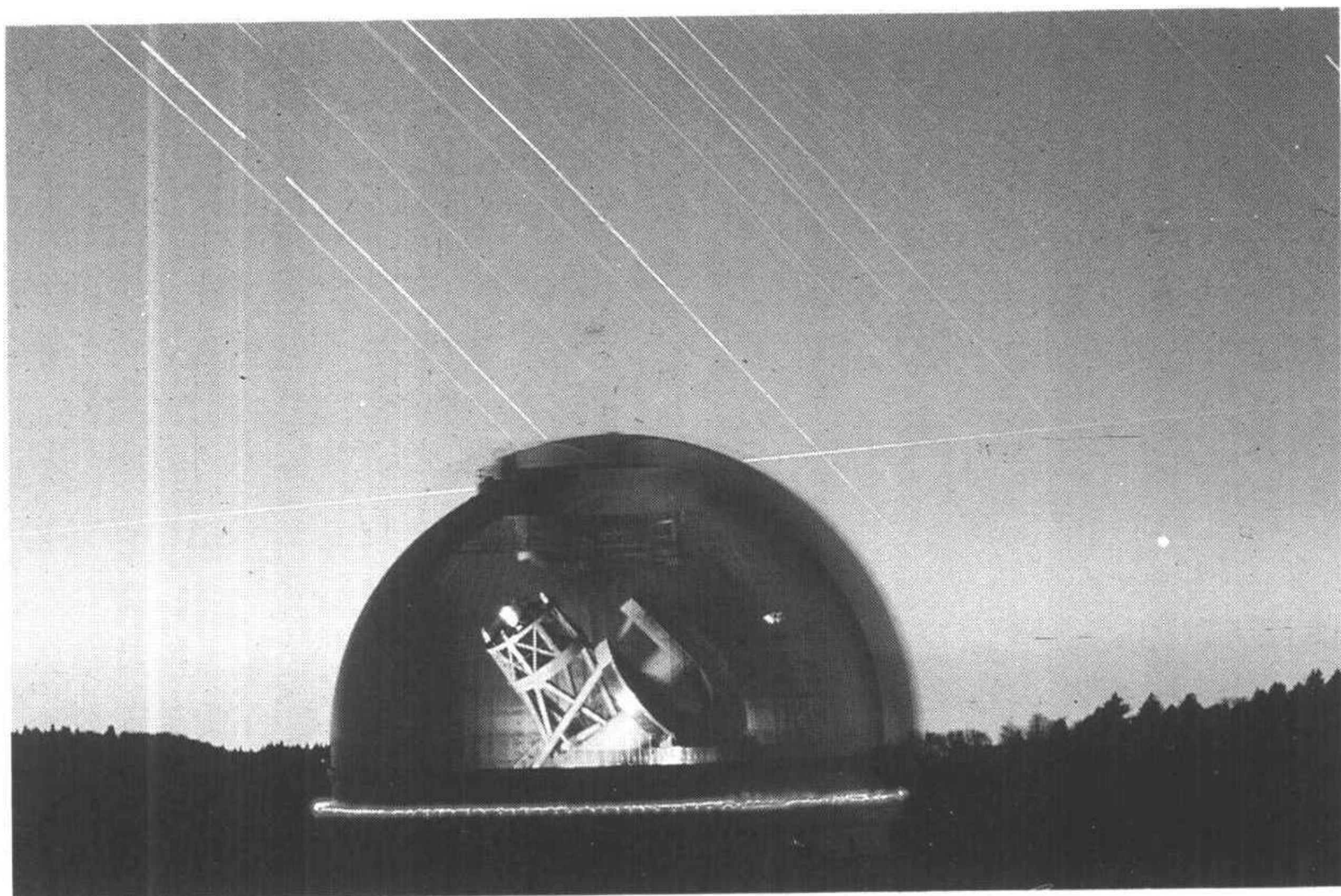
从此爱因斯坦成为宇宙膨胀理论的积极拥护者。

从1917到1925几年当中，一位天才物理学家加上一台由一位天才天文学家操作的硕大望远镜，带给自然哲学新的理念和宇宙视野，两者同样令人惊讶与欣喜。这两者的交会萌发了现代宇宙学，对于那些相信世事由巧合决定，即使应诉诸理性时亦不例外的人，这次交会提供了绝佳的佐例。

1917年，战火下的德国中部，经过十五年的单独工作，爱因斯坦认为已到达了决定性的时刻。他相信 he 可以用物理来描述宇宙，完全免除肤浅的假设和矛盾。显然他并没有想到在一座美国天文台中，也有人正在天空美景前思索观测结果所代表的真义，这些思索并不——或尚未——有利于爱因斯坦的想法。

然而在太平洋岸边，天文学家们正困惑地细查一些微弱影像，这些影像中藏有螺旋形星云的奥秘。他们期待着大望远镜，来让他们发挥思考的威力，就像上校等着大炮一样。





他们从没想到广义相对论(他们当时真的了解它吗?)会和这些星云有关。天文学家最令人尊敬的传统是,如果一个观念不是真正适合于经过精准测量与描述的表象,他们就不会考虑(尽管它是来自最好的数学)。……这种美国科学的实证主义气氛和孕育爱因斯坦思想的形上学气氛是那么不同,加州的天空和北方古老首都的天空也是同样有差异。

然而,这两条不同的道路会在遥远的一点交会,这点是没有人想像得到的。当这点迹象慢慢地显出最不寻常、最惊人的特征时,这些“星云天国”的发现者开始犹豫了,就像爱因斯坦在面对他经自己修改后的宇宙概念的最终结果时的犹豫

一样。两者发现的是同一事实,那就是不论从几何学或从尺度结构上看(没有尺度结构,知识就无法起任何作用),宇宙都不是静止不动的。

尽管如此,这个交会在某一点发生了。这次新宇宙观和令世界改观的影像交会,似乎允许理性施行它原本要放弃的权利,以满足科学教义最严厉的要求:“你不要谈全部”——订定宇宙的定律,事先画好它的蓝图,重建其结构,它是不可见的,而建造它的材料只能借助适当的思考和测量。

梅洛-庞帝
(Jacques Merleau - Ponty)

《20 世纪的宇宙论》

1965 年

德布洛依谈爱因斯坦

法国物理学家德布洛依

(Louis de Broglie, 1892 – 1987)

是量子力学的创始人之一。

他发表论文是受到爱因斯坦的激励，而爱因斯坦为此写信给郎之万时，提到：

“他掀起这块大帆布的一角”，

此论文是量子理论

重要里程碑之一。

德布洛依本性害羞保守，

参加过 1927 年索唯会议，

这篇文章是他对那次会议的回忆。

1927年10月底，第五届索唯物理会议在布鲁塞尔举行，主题是波动力学(mécanique ondulatoire)及其解释。我为我的试验作了一个简报，但因各种原因，我以较为简略的形式报告，主要为了坚持流体力学的图像。我的报告没遭到什么好评：一群活跃的年轻理论学者，包括保利、海森贝格和迪拉克都围绕在波耳与鲍恩(Max Born)身边，他们完全接受纯机率的解释，也是这种解释的原作者。一些声音起而反对这种解释。劳伦兹坚持必须保留现象的可决定性，并以时空架构中的精确影像来解释，但他令人瞩目的谈话中并没有提出任何建设性的想法。施勒丁格尔先生鼓吹完全放弃物体这个观念，以保存传统规律波的概念，但我相信这个尝试是不会成功的。

爱因斯坦在这场辩论中将要说什么呢？这场辩论可能会得出该难题的解答，从他提出光量子开始，这难题就一直徘徊在他心中。让我大大失望的是他几乎不说话。唯有的一次开口是拒绝机率性解释。他很简单地陈述反对意见，但我认为他的话很有分量。之后他又回到沉默中。私人谈话时，他鼓励我继续我的探索，但却没提到双重解理论，显然他没有细心读它。他宣称量子物理走错路了，而面对这个演变，他觉得很沮丧。有一天他跟我说：“量子物



理这问题变得太复杂了。我无法专注研究这么难的问题,我已经太老了。”从这位天才物理学家的口中听到这些话实在有点古怪,他才48岁,而他向来大胆的思维怎么这么轻易就被

这种问题的难度给击败了呢?

1955年12月5日科学院年度报告
(Communication a la séance annuelle
des prix du 5 décembre 1955 de
l'Académie des sciences)

女物理学家的三种命运

“我们又忘记了爱因斯坦夫人！”

这是当人们突然注意到爱因斯坦第一任夫人并不自满于家事时，在《解放报》(*Libération*)出现的标题。

依据爱因斯坦和密内娃通信的一段摘录，

提到“我们对相对论的研究”，某些人以为可以借指控爱因斯坦的大男人主义，

来表态自己是女权护卫者。

他们认为爱因斯坦可能从密内娃偷走相对论；

他送给她诺贝尔奖金就是他心虚的证据。



真正的事实很可能非常平凡，甚至痛苦。爱因斯坦让妻子独自解决他们的家庭问题——婚前生女，得病且后来又不知下落；次子怪异且依赖的个性所带来的困难与不安——他却待在思想的高处。就算此思想成就了世界上最美的理论之一，也不能作为借口。我们必须注意到，爱因斯坦年轻时，曾将某些人称之为伪善者，虽未严词谴责，但是却向夫人自夸自己不是这种人。然而实际上他的行为却像个伪善者，完全满足于男女角色的“自然划分”。

另一对物理学家，居里夫妇的命运就完全不同；最不同的是居里先生对待妻子的态度。玛丽·居里，原名玛莉亚·史考罗道斯卡(Marie Skłodowska)，如同密内娃，她亦来自远方。这特点很可能给她力量以面对索邦大学同学的高傲，甚至敌意。她也和密内娃一样，与一位物理学家结婚。这位物理学家

上图爱因斯坦及第一任夫人密内娃，
右页下图居里夫人玛丽(Marie Curie)。

和爱因斯坦一样,年轻时梦想着举止符合崇高理想:“这是令人不敢企求的美好事情,两人相依相偎度过一生,沉溺在我们的梦想里:你爱国的梦想,我们对人道主义的梦想及我们共同对科学的梦想。……最痛苦的是必须对社会的偏见让步。”

两位女士命运相同处仅止于此。玛丽·居里一直受到居里先生的强力支持。不论在任何情况,他总不会忘记把居里夫人摆在第一位,因为他确实知道成功并不是他个人的。居里夫人两次获颁诺贝尔奖,第一次她只有36岁。英国物理学家汤姆逊(J. J. Thomson)有一次在剑桥和这对夫妇相遇,他如此描述比埃尔·居里:“世界上最谦卑的男人,总是把成就归功给夫人。”我们不确定汤姆逊是否认为此种行为“正常”。但确定的是,数学家



庞嘉雷(Poincaré)视此种行为为病态不合宜,他写道:“他成就辉煌,心态却像战败的小狗。”一位美国作家帮玛丽·居里写传时,以这句话做为一章的标题,好像为了强调比埃尔·居里缺少男性气概。

达西那·艾伦费斯特也是来自东欧(俄罗斯),嫁给物理学家保罗·艾伦费斯特。艾伦费斯特和居里多有相同之处:如果庞加雷曾遇见他,也一定会注意到他有战败狗的特色。他精神受折磨,永远无法满足,自觉不如好友物理大师爱因斯坦及波耳;心中充满疑虑,甚至不敢面对学生,因为量子力学带来的物理革命使他丧失自信,不敢再以思考大师自居。他曾成功地与太太建立知识上的合作关系:1905—1910年艾伦费斯特发表的某些重要论文是和太太一起署名的。相反地,就算爱因斯坦很可能找不到理由把密内娃和发现相对论连结成一起,他也应该在那些和密内娃学位主题相近的论文上,与她共同署名。像爱因斯坦和密内娃一样,艾伦费斯特夫妇也有严重的家庭问题:他们有一个小孩患蒙古症,此阴影可能也是1933年艾伦费斯特自杀的部分因素。在他去世后,达西那继续教授物理。

弗杭丝瓦·巴利巴
(Françoise Balibar)

爱因斯坦与弗洛伊德

1931年，爱因斯坦开始写信给弗洛伊德，邀请他一起成立一个“高层次的知识团体”。

该团体的主旨是要利用其影响力对政治决策人士施压。

爱因斯坦在信中写着：

“我向你陈述这些事物，向你，而不是世界上其他人，原因是你不像其他人，把欲望当成真理。”

1932年爱因斯坦再度

写信给弗洛伊德，

请求他在国际联盟的庇护下，以公开信的方式和大家一齐讨论“战争”。

爱因斯坦写着：“群众接受刺激而狂热，甚至到了发疯或以上述方式自我牺牲，这种事怎么可能发生？唯一可能的解释是：人类有仇恨和毁灭的本性需求，这点只有你这位人性本能的大专家才能分析清楚。

“我们现在要讨论最后一个问题。是否存在一种方法，可以引导人类的心理发展更加健全，更加抗拒仇恨与毁灭这种精神疾病？我这样写并不是针对那些低教育的人。正好相反，我的生活经验告诉我，那些所谓的‘知识分子’，是最容易屈服于这种致命的集体精神疾病。”

弗洛伊德的回信摘录

“当我明了你有意邀请我对此主题交换意见时，我毫不迟疑就同意了。然而我却很惊讶于你提出的问题：如何让人类免除战争的威胁。一开始，我为自己的，或是我们的无能感到惊慌，因为我认为这类实际的问题是政治人物该面对处理的。但我很快地看出你不是以科学家的身分来问这个问题，而是像个全人类的朋友。”

“你很惊讶，人类这么容易就可以挑起战争，因此你推测人类本性中有主动因素，即仇恨与毁灭的冲动，会随着接受此类刺激而发作，我们相信这种倾向的确存在，最近几年来，我们正努力对其症状

Wien 22.2.33
Fünf Exemplare des Briefes
an die Reichs-Vertrauensstelle
für Kriegsfürsorge
-
Sprengel



1926 年国际合作组织聚会。

做精确的研究。在无数的摸索与迟疑之后,我们已经掌握这类行动的一些法则。我可以向你解释部分法则吗?我们认为人类的冲动总共可分成两类:第一类是想要保存和结合的冲动,我们称之为爱——和柏拉图《飨宴》(*Le Banquet*)中的爱

(Eros) 的意思完全相同——或是性,这是日常用语‘性’的延伸。第二类冲动想要破坏与屠杀;我们称之为攻击冲动和毁坏冲动。你可看出,爱与恨,这不过是平常二分对立的运用。这种方法运用在你的研究领域,也许就得到吸引力与排斥

力的两极模式——但是我们不要太快做善恶评断——这些冲动中的任何一个都和其他冲动同样地不可或缺。而且似乎单一冲动很少独立显现出来，它总是和其他冲动联结着，这些其他冲动会修改原冲动的目的。”

“因此当人类被刺激而投入战争时，他们内心有一系列的动机会对此刺激反应。有些动机高尚，有些粗俗；有些动机可以高声宣扬，有些则难以启齿。你来信是为了讨论预防战争的方法，而不是为了了解我们的理论。我却浪费你这么多时间抒发我的理论，但是我想再多谈一些毁灭冲动，其重要性远超过一般想像。我们认为所有生物内都有此冲动，它倾向毁灭生物，使他变成无生命的物质。此冲动实在可以称为死亡冲动。相反地，爱的冲动代表迈向生命的努力。当死亡冲动外显对付某些对象时，会变得具有破坏性。生物借由摧毁外在异物以保持所谓自身的生存。但一部分死亡冲动会一直在生物内运作，我们曾试着从此冲动的内在变异中，得出一系列正常或病态的现象。……

“现在回到主题，前面讨论得到的结论：想要消除人类的毁灭倾向是徒劳无功的事。……

“我想再讨论一个你信中未提及的问题：为何我们花如此大的工



弗洛伊德像。1931年。

夫在对抗战争，包括你、我和其他人？为何我们不能把战争当成是生命无限变异中的一种现象而容忍它呢？不要因为我提出此问题而责难我。为了研究的需要，我们可以戴上冷酷的面具，尽管在现实生活中，我们几乎从来没有这个面具。至于这个问题，习惯性的答案是：因为每个人都有生存权利，因为战争毁灭人类光明的一生，等等。

“这些答案都正确且不容置疑，以致于我们讶异，为什么人类一致反对战争却仍然无法禁止它。明显地我们可以针对这个问题的许多方面来讨论。但这不是你找我的原因。我想说另一件事：我相信我们反抗战争的主要动机，是因为别无选择。我们成为和平主义者的原因是，根据生物动机，我们只能是和平主义者。

“除了以上几点，我还要补充的是，自从远古以来，人类就受到文化发展现象的影响（我知道，有些人喜欢用‘文明’这个字眼，而非‘文化’）。我们把自己最好的一部分和受苦的一大部分归因给这个现象。它的起源和原因模糊不清，也不确定它会引导我们到何处。也许它会导致人类灭种，因为它多方地限制性功能……。伴随文化现象而来的心理转变非常明显，且不容置疑。它的作用主要在逐渐去除本

能的目的，并对冲动加以限制。我们祖先认为是快乐的感受，我们却无动于衷，甚至无法忍受：我们伦理上和审美上愿望的转变有其器官上的原因。文化的心理特征中最重要的是：理智的加强，以宰制充满本能的生命；和攻击倾向的内化，其结果有利有弊。然而在文化的发展引导下，我们的心理观，以最激烈的方式和战争发生冲突。这就是为什么我们要起来反抗战争：我们无法忍受它；这不只是理智上的厌恶，而是性格上与感情上的无可忍受，就像是某类膨胀至极端的特异体质。而且，似乎对许多人来说，战争引起的审美上的破败，其严重性似乎还大于战争造成的残暴。这也是我们所不齿的。

“那么还需要多少时间才能使其他人也变成和平主义者？我们无法预测。以何种形式？什么方法？我们也无法猜测。在那个时代来临前，我们可以告诉自己：所有为文化发展工作的人，同时也为反对战争贡献心力。”

摘录自〈为何战争？〉

收在《是的，哲学》第一集

1984年2-3月

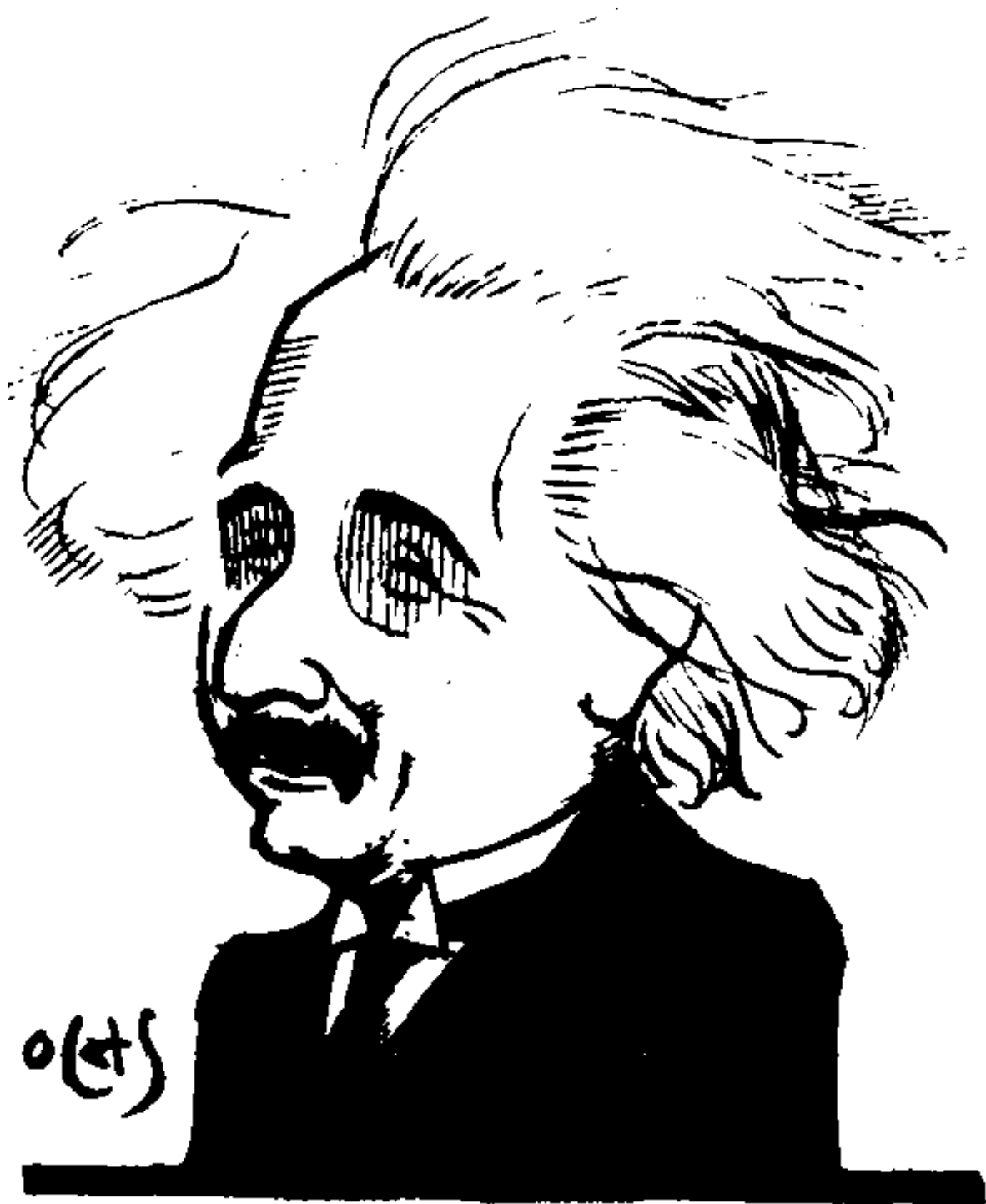
“我可能不再 拒绝服兵役”

爱因斯坦早期是和平主义者，
1918 至 1933 年之间，
他一直护卫着欧洲的
拒服兵役者。

然而希特勒掌权
使他彻底地改变想法。

纳宏(Alfred Nahon)

是逃亡比利时的拒服兵役者，
从他和爱因斯坦的通信中，
可看出他们对爱因斯坦的失望，
他之前一直帮助他们。
他们感到被出卖。



EINSTEIN

SAVANT JUIF EX-ALLEMAND

纳宏给爱因斯坦的信

亲爱的先生与同志，我对您反军事主义的行为衷心地了解和欣赏。从很久以前，“战争爆发时，我将拒绝服兵役。”这句话就一直是我的座右铭。但是就算在战争潜伏期，扩充军备的和平时期，我也要反对军队这种屠杀集团。我是拒服兵役者，目前流亡在比利时。我和我年轻妻子一起住在一个非宗教性的团体中，这里的人很友善，也很有理想，空间够大可以收容我们。

您是否知道目前有两位年轻人在布鲁塞尔狱中，等着即将召开的军事法庭审判。……

我真诚地恳求您，和平的英雄与学者，来为他们做证人。您作证的效果是无法想像、无法估量的。在此议论纷纷的时代，一位全球知名且广受尊敬的科学人士，就赞成反军事行为，这是多么美好的范例！多佳的教训！多么好来解救人类的机会！

爱因斯坦，我衷心恳求您立刻接受我的请求。我以 21 岁年轻人的热情与诚恳，呼唤您高度的理性与团结感。……。这项工作或许会令他人殉难，但是对您来说，只要运用您的天分，它就会让您的荣耀锦上添花。同时，您也将会因为另一个身分而受到世人的赞扬。

我日日夜夜等待您的回信。先在此谢谢您！因为我对您有信心！

解救德国犹太人

由于爱因斯坦的高知名度，使他很容易地就在普林斯顿找到了避难所。

从此以后，他很努力地利用各种管道解救滞留德国的犹太人，

使他们能顺利来到美国。

爱因斯坦最常用的方法是提供宣誓书给向他请求的人，这种宣誓书是行政上必备的文件，

它证明有人为申请移民者负责，并保证此人能向美国贡献所长。

爱因斯坦的解救工作并非总是成功。以谢(Harry Isay)，经济学博士，曾任记者，1933年后流亡法国，1939年起必须再找另一个流亡地点。他和许多犹太人一样。没有及时逃离，而被拘禁在“密乐营地”，等不及爱因斯坦的救援，1942年他被移送到奥斯威辛(Auschwitz)集中营。

以谢给爱因斯坦的信

……情况又再度转变，所有难民，不管是不是犹太人，今日都必须聚集在操场，他们将被分送到不同的营地。……

在此痛苦悲惨的情况下，我能否再一次因为个人问题打扰您？我已在1938年11月申请移民美国，将很快地排入审核签证的限额人数中。有了签证我就能立即离开此地前往美国。我尚未找到足够富有的人士给我开宣誓书。所以我的移民计划可能会遭到拖延，甚至拒绝。这对一个慢慢走进集中营的人，并不是值得微笑的下场。

I AM A J
And

爱因斯坦在《周日快报》(Sunday Express)接受访问：“我是犹太人并以此为荣。”

我向您,或向与您共事的委员会请求,帮我找人开宣誓书,是否这太冒昧了?……

于巴黎,1940年5月14日

以谢给爱因斯坦的信

……由于我目前的处境实在令人心灰意冷,您是否容许我再一次请求,有无可能取得美国教友的宣誓书?在数周后,我可能要呈送文件给美国移民领事馆。如果因为没有宣誓书而必须放弃签证,继续在此地狱等待,这将是大悲剧!……

于唐斯(Tence)

1940年9月25日

爱因斯坦的回信

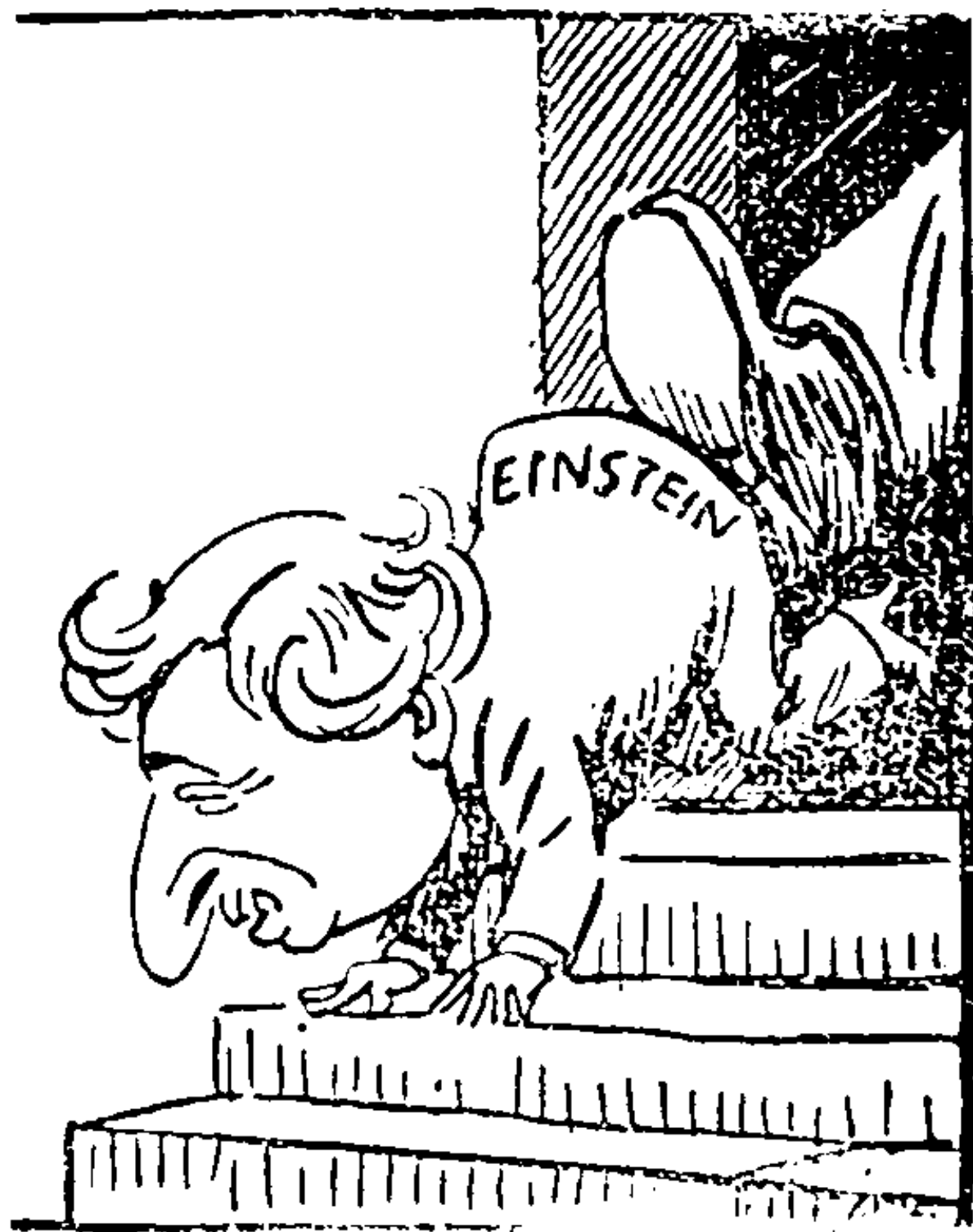
亲爱的以谢:

我在此寄给您我的宣誓书,但我必须说明它已明显地失去效力,因为我已开了太多宣誓书了。尽管这文件对您的目标不见得有效,希望它仍然能多少帮助您。

于唐斯

1940年10月19日

EW —
Proud Of It!



1933年柏林《德国日报》上的反犹太漫画。

以谢给爱因斯坦的信

……能否允许我再一次打扰您,请您给我一张补充文件,这是不久前他们规定的,称为“道德宣誓书”,该文件用来证明我人格上无过失,也证明不会参与反美活动作证,更不是外国密使。……

于贝尔斯(Gurs)

1940年12月10日

以谢给爱因斯坦的信

……您很可能早已得知,新移民条款改成比我们以往所能想像的更严格。事实上,我们必须重新填写宣誓书(一种固定格式,但

马赛领事馆还未看过该格式), 再把
这些文件提交到华盛顿的国务院。

我是否能请求您, 仁慈地帮我
取得这些文件? 越快愈好。……

于雷密乐 (Les Milles)

1941 年 7 月 11 日

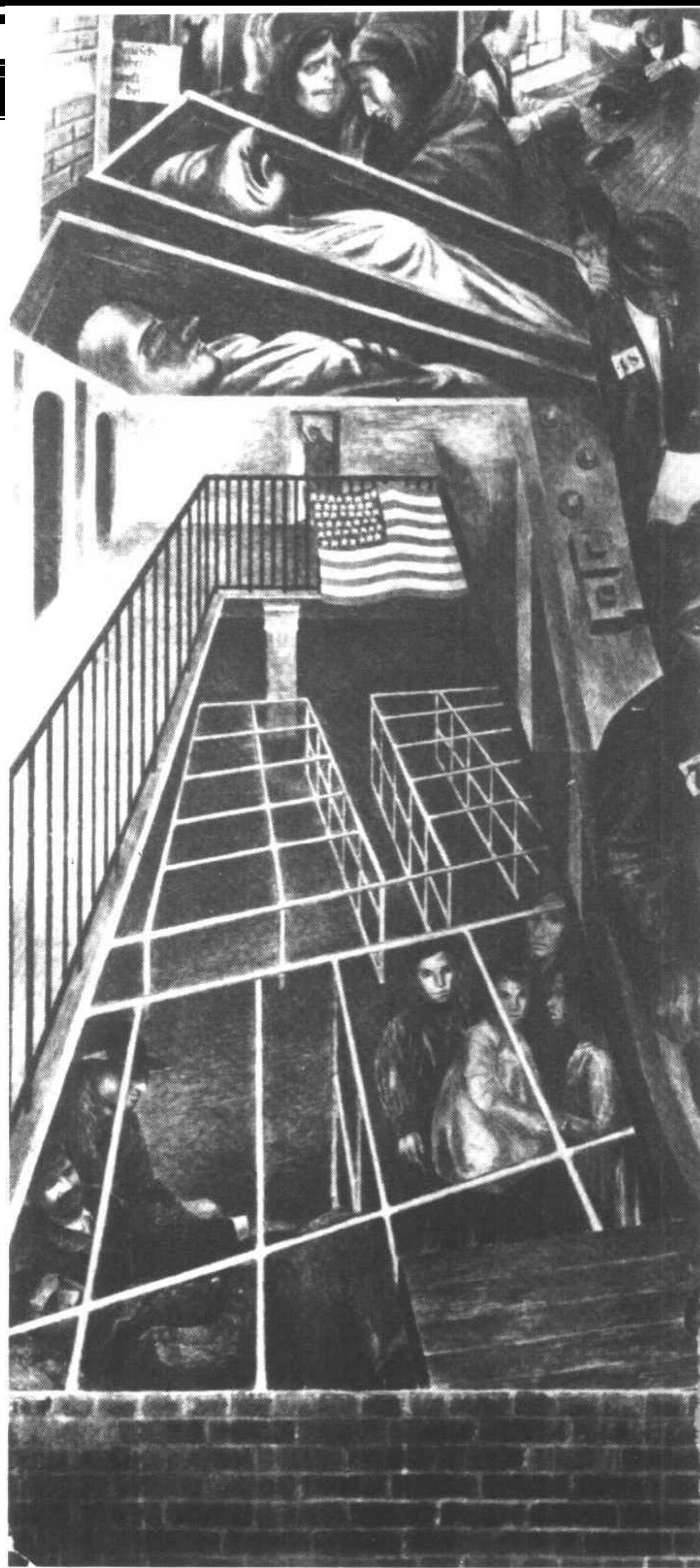
以谢给爱因斯坦的信

……急救委员会的马赛办公室
刚通知我, 您已经为我提交宣誓书
给国务院。容许我为您的仁慈与友
情致上最热诚的谢意。这个好消息
来的正是时候, 因为长期监禁(将满
两年), 营养不良而逐渐消瘦, 不时
复发的心脏疾病, 等等, 已经磨损我
的身体与精神, 令我意志消沉。这好
消息又令我重燃希望! ……

于雷密乐, 1941 年 8 月 31 日

以谢给爱因斯坦的信

……无疑地您已收到我 8 月
底寄出的信, 我是直接寄给您的……信
中我曾向您道谢, 因为纽约急救委
员会曾发电报给马赛的办公室:
“Isay will be resubmitted by Ein-
stein”, 意思是说您将更新我的宣
誓书, 旧宣誓书是您前年好意为我
开的。此好消息让我松了好大一口
气。然而此后, 马赛办公室和我都
不再收到任何消息, 是否您的宣誓
书(为了填写宣誓书, 必须先找到
适当的表格) 已经提交到华盛顿?



《移民》, 壁画。班珊 (Ben Shahn) 绘。

您能容许我冒昧地问您是否已经
提交该宣誓书了? 如果答案是否定



的，那么以目前军事情况的恶化，
我很怀疑我还能从此处脱身。

于雷密乐，1941年11月5日

与以谢的通信
收在《爱因斯坦选辑》第4册
1989年

人类与世界

布雷希特和爱因斯坦同样在1933年被驱离德国，在美国得到政治庇护。下面文章是1934年演讲的摘录，此时正当布雷希特完成《伽利略的一生》一书，他在此书中描述伽利略由于他所探得的真理可能破坏既有的世界秩序，而被迫在宗教裁判所前屈服“认错”，受尽折磨。布雷希特对爱氏的批评，在1945年《伽利略的一生》二版时解释得更清楚，时当原子弹在广岛爆炸。

大战前，我在收音机前听一场历史性的谈话。电台正在哥本哈根访问波耳的一些同事。主题是有关核分裂的革命性发现。物理学家们透露发现到一些巨大能量的来源。当记者问到是否我们已经预期到这些实验的实际应用，物理学家回答：“还没有。”记者大大松了一口气，说：“还好！我确信目前人性的发展，仍未成熟到运用此能源的程度。”显然地，在当时他只想到战争工业。物理学家爱因斯坦也没有想到这么远，但仍然足够深入。当他参观纽约国际博览会时，写下下列句子，装在密封盒中，埋入地下，目的在告知未来人类我们所处的时代：

“我们的时代充满创造精神，其发明将大幅地改善生活重担。我们借由机器横越大洋，我们也靠着机器使人类免于所有劳动苦力。我们已学会飞行，并且经由电波，我们能向全世界散布资讯与新闻。但商品的制造与分布并没有完善的规划，因而每个人都会担心被此经济网路遗弃。除此之外，不同国家的人不时互相残杀，让挂虑未来的人生活在恐惧之中。这一切都是因为大众的智力与性格，和那些为大众创造珍贵事物的人相比，实在是差太远了。”

爱因斯坦在此说明，我们对大自然的掌握虽然一日千里，但



爱因斯坦神话

爱因斯坦伸舌头；爱因斯坦头发散乱，像个疯老头；爱因斯坦在 $E = Mc^2$ 的公式前闪着狡猾的双眼……

我们日常生活充斥着此科学家的照片。它们被用来促销计算机，甚至牛仔裤。

见树不见林

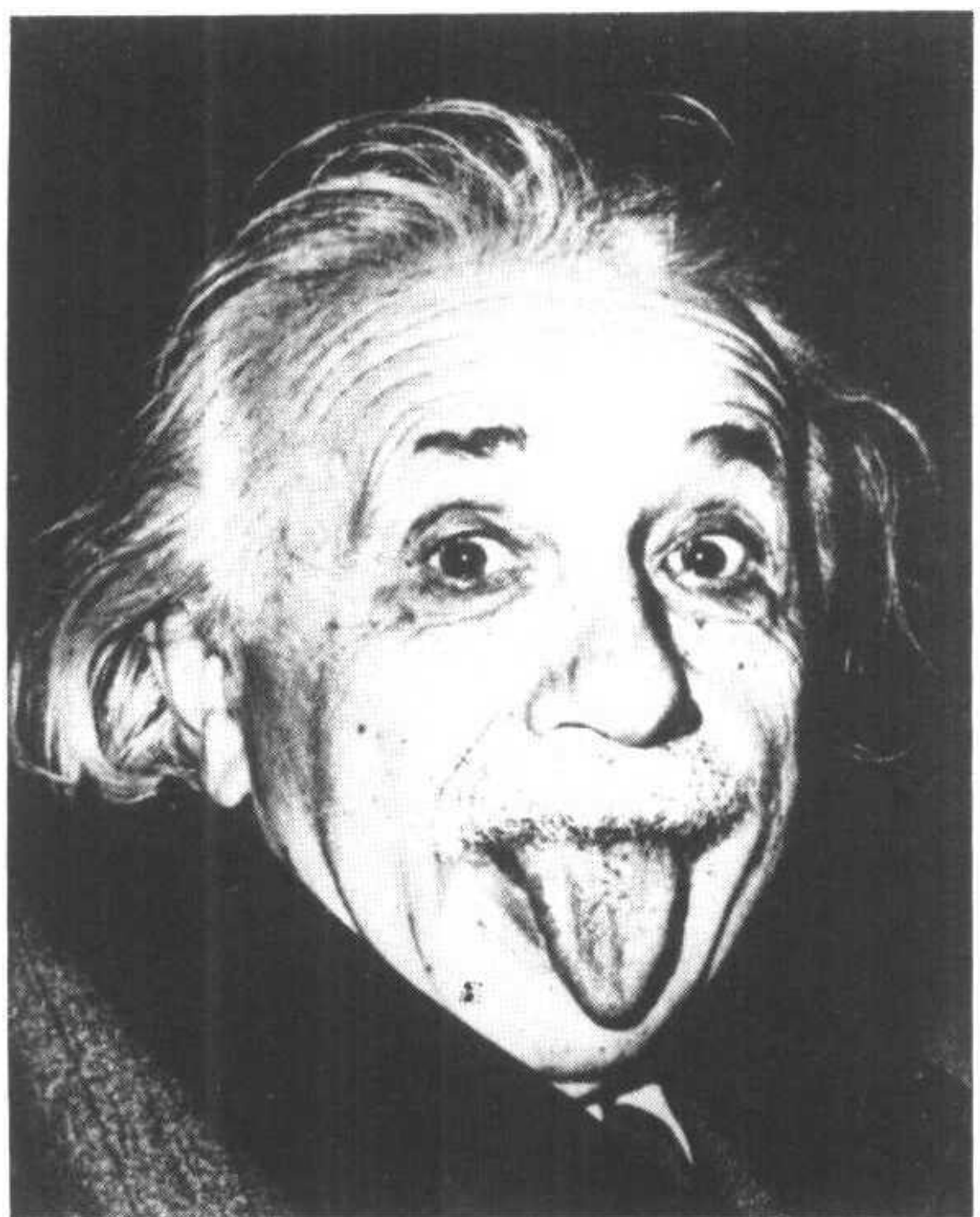
李维-乐布隆 (Jean-Marc Lévy-Leblond) 在爱因斯坦神话中观察到，人们不愿放弃已消失的科学和科学家形象：纯洁、冷酷、孤僻、独立、物质贫乏、知识丰富。

无论是爱因斯坦的科学天分或道德境界，都无法解释这个神话，他一直是这个神话中的英雄，但无疑地，他也是其中的受害者。我们没有把握能分析解释此神话，因为它具有太多面相。然而正由于它是由多重面相所构成，我们因而能尝试利用逆推来描述一些重要特征。

……外交上的兴趣并不足以说明大众对他的喜爱。这份喜爱似乎来自大众对新思想的巨大渴望，对创新的狂热及战后文化特有的断裂感。最奇异、最断然挑衅的观念，如达达主义，快速地四处传播。文学作品可以为此作证。

贝尔乐 (Emmanuel Berl) 在《西乐维亚》一书中写着：“战争在每人心中留下些许失望，然而战后却是充满希望与神秘信仰的年代。无论如何，令人兴奋的事物一直推陈出新——革命事业有列宁、工业界有福特、科学家中有爱因斯坦、精神分析有弗洛伊德。”相对论某些惊人的特征、明显的悖论，受到渴望奇异见闻的大众夸张地宣传推广。对很多人来说，这就是形成爱因斯坦神话的重要原因。而





其他科学结果,虽然更彻底地革新原有的旧基础,例如量子理论及波耳和海森贝格的思想,也引起同样热烈的哲学或意识形态的探讨,但影响力却只限于知识分子,不像相对论深入民间。因为相对论所要讨论的不是微观世界物质的玄奥性质,而是时间与空间——日常生活熟悉的概念。误解因而产生:在此世界中,日常一般直觉必然是非科学的(因此亚里斯多德的世界观是恰当的)。这类直觉和爱因斯坦思想的冲突,正说明了他的理论是革命性的。同样基本的冲突早在伽利略或牛顿身上就发生过了。所以引起广大注意的并不是他的理论内容,而是它们抽象、非经验的科学特性,因为它们牵涉到时、空性质的“自然事实”。柏格森等许多大哲学家,都在

这点上犯错。他们将对伽利略与牛顿的批评,用在爱因斯坦身上。相反地,将爱因斯坦相对论用于哲学相对论的人,不论是学者或一般大众(像爱因斯坦说的,一切都是相对的),对相对论的探讨都充满着同样的混乱,结果全都贡献在爱因斯坦神话的持续上。

一旦爱因斯坦传奇成形,爱因斯坦的举止与性格将使此传奇更加丰富完满:他的不妥协、和平主义、正直给他一种个人魅力和不可置疑的光环。这完全显现出神话的意识形态功能。在本世纪上半,正当科学,特别是物理学研究,从手工艺阶段(代表孤独的科学)转为工业阶段(有组织的研究团体),科学也慢慢地制度化、阶级化,与政治、经济、军事权力的关系愈来愈密切。一个人象征了整个科学,但这个人却代表了那些科学逐渐失去的特质。爱因斯坦,当然,他是时代之子,尤其他的研究内容更是如此。然而他的研究观和在科学界的角色,却使他如同前世纪人。仿佛他是已消失那类科学家的代表,一种假象。而且他在20世纪上半叶的传奇反而模糊了当代科学真正的社会本质。如同所有的神话,此神话也同样容易遭受到突然的侵害:在广岛原子弹爆发后,科学从绝对的好也变为完全的恶,而和平主义的爱因斯坦更被称为“原子弹之父”。再一次,神话简化了复杂的社会政治过程,变成

一个纯伦理的简单看法。如今终于能看到不被树木遮掩的树林了。

李维-乐布隆

《盐的精神》

1981年

爱因斯坦的头脑

巴特(Roland Barthes)在本文中分析这个神话物体:创造相对论这个奇妙理论的头脑。

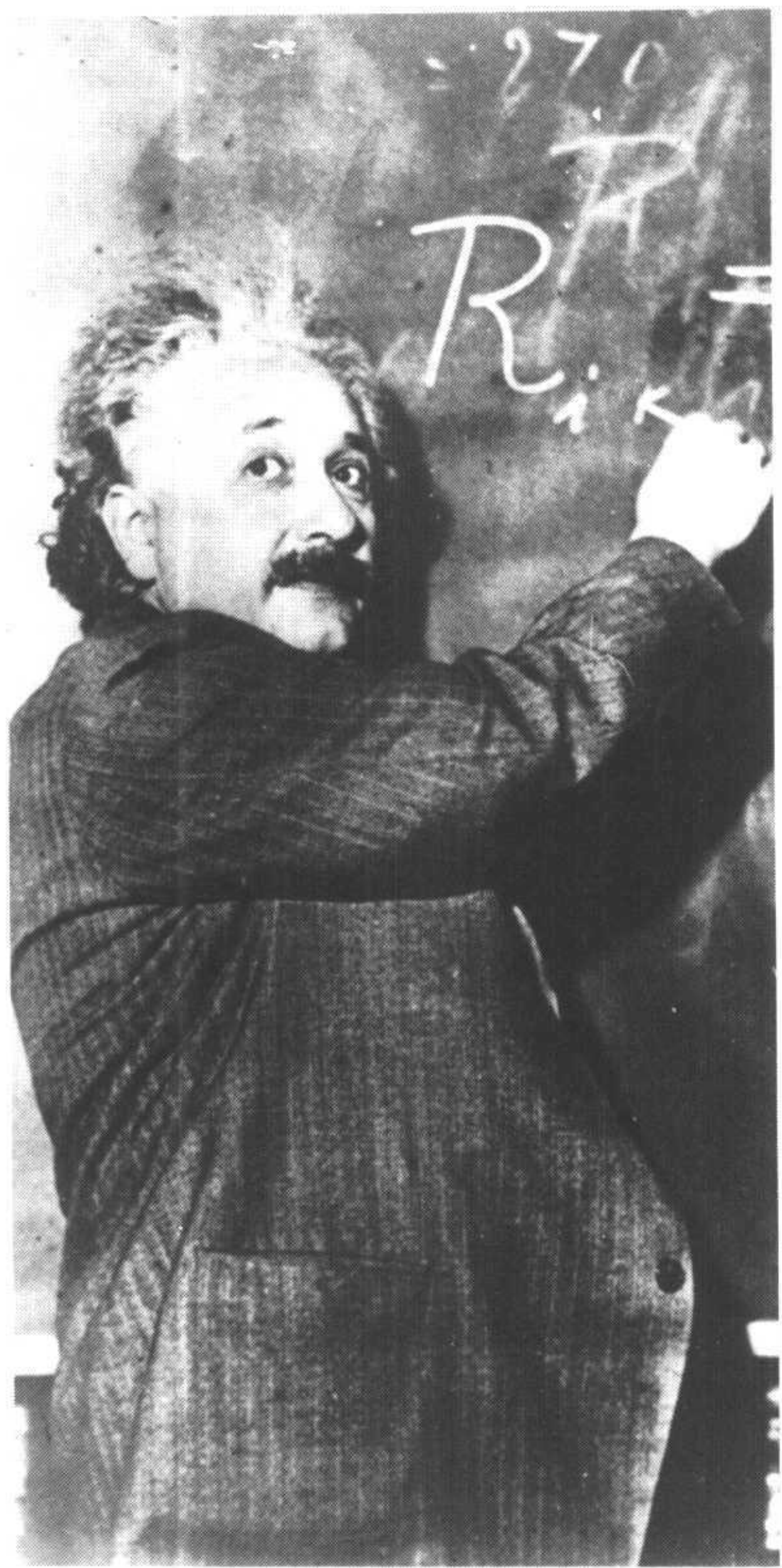
爱因斯坦的头脑是神话式的物体。很诡秘的是,最伟大的理智形成了最完美的机械图像,他的心灵如此强大,而能与心理学分开,进入机器人的世界;我们知道在科幻小说中,超人总是有些部分被物化。爱因斯坦也不例外。我们通常以他的头脑来表示他被物化的部分,一个精选器官,像是博物馆内的一件佳作。也许因为他的专长在数学,所以这个超人完全不具魔力,它不散发能量,唯一的神秘在机械部分。那是个超级的器官,虽然异于常人却是真实的,甚至从生理学的观点看也是如此。

从神话学上来说,爱因斯坦是物质的,他的能力并不直接进入精神领域。他必须借助独立的道德理念,来唤起科学家的良知(有人说过“无良知的科学”这句话)。

爱因斯坦本人遗赠头脑,更增加了它的传奇性。两所医院争着要它,好像那是个奇异的机器,终于可

以将它拆卸检查。在一张照片中,爱因斯坦躺平,头上接着无数条电线:人们在记录他的脑波,同时要求他“思考着相对论”(但是,“思考着”……确实意思是什么?)无疑地人们想证实,因为“相对论”艰难的主题,所以会测到更激烈的脑波。思考本身也被视为具有能量的物质,可以交由一台能将大脑物质转换成力量的复杂仪器测量。爱因斯坦神话是不具魔法的天才,我们谈论他的思想好像在谈机器的装配,像是灌香肠机、磨谷机或矿物捣碎机。只是它生产的是永不休止的思想,宛如一座磨坊。死亡对他来说只是停止运作:“威力最强的头脑停止思考了。”

而人们期待这奇妙机器生产的東西是方程式。借着爱因斯坦神话,世界又快乐地寻回知识可以用公式表达这个想法。奇怪的是,他的天分愈以头脑的形式加以物质化,创造的产品就愈符合神奇性,此神奇性指一个老旧的玄奥图像:整个科学可以被包含在数个字母之中。世界有一个秘密,而该秘密藏在一个字里。宇宙就像个上了锁的保险箱,人类一直在找寻其密码。爱因斯坦几乎找到它了,这就是爱因斯坦神话。我们在此重新发现神秘学说的所有主题:自然界的统一性、从根本简化世界的理想可能性,开启关键字的威力、祖先的秘密和言说彼此



间的冲突、全知可以在一瞬间发现的想法——就像一个无数次尝试后突然开启的锁，一击而中地出现。历史性的公式 $E = Mc^2$ ，它的形式简单得令人意想不到，几乎具现了那把钥匙的理想——以一把单片金属的、光秃秃的、线条般的钥匙，像魔术般，毫不费力地开启数世纪以来人们热切研究的那扇门。照片将这个情景表现得栩栩如生——照片中的爱因斯坦，站

在黑板旁边，黑板充满复杂的数学符号；但画面中的爱因斯坦，意即传奇中的爱因斯坦，手里仍拿着粉笔，好像毫无准备地，刚巧在空白的黑板写下世界的神奇方程式。所以神话仍然尊重工作的本质：严格定义下的“研究”带动机器齿轮，中枢是平常有形的器官，唯一惊人之处是控制的复杂程度。相反地，它所发现的东西却具有神奇的本质，它是很简单的东西，像原始物体，像单纯物质，像炼金术士的点金石，像柏克莱 (Berkeley) 的沥青之水，像谢林 (Schelling) 的氧气。

但是即使如此，世界还是继续走下去，研究不断有新收获，而且也必须为上帝预留空间，所以爱因斯坦的一些失败是必要的。人们说，爱因斯坦去世了，却未能验证“隐藏世界秘密的方程式”。最后世界还是反抗了，就在即将拆穿前，秘密又重新闭合。输入的密码不完整。就是这样，爱因斯坦完全符合神话的要求，只要他布置了舒适的安全界限，就可以玩弄这些矛盾：他同时是魔术师和机器，永远的追寻者和永不满足的发现者，引起最佳及最糟的评语。他实现人们最矛盾的梦想，神话式地调和人类对自然界的无限威力和他无法抗拒的、神圣的“命运”。

巴特《神话学》

1957 年

年 表

1879年3月14日	阿尔伯特·爱因斯坦出生于乌尔姆,父母为赫曼及葆龄·爱因斯坦。
1880年	全家迁往慕尼黑。
1881年	妹妹玛雅出生。
1885 - 1888年	就读小学。
1888 - 1894年	就读慕尼黑,绿特波德中学(Luitpold),他在毕业前放弃学业,未取得大学注册的必备文凭。
1894年	爱因斯坦与移居意大利帕维亚的父母会合。
1895年	苏黎士综合技术学院入学考试落榜。
1896年	在瑞士阿皓(Aarau)州立中学准备入学考试。在多年德国中学的严格教育后,这里像是自由的避风港。
1896 - 1900年	就读综合技术学院。他在此处遇见密内娃·马里许。
1901年	爱因斯坦取得瑞士国籍,失业而必须打零工。
1902年	密内娃产下一女婴,没有通过综合技术学院的毕业考。爱因斯坦终于借由好友高斯曼之父的帮助,在伯尔尼专利局找到工作。父亲去世。
1903年	与密内娃结婚。发表数篇有关热力学基础的论文。
1904年	长子汉斯·阿尔伯特出生(1973年去世)。
1905年	奇迹的一年。爱因斯坦发表五篇论文,其中包括一篇光量子论文及一篇狭义相对论基础的论文和后记。
1906年	爱因斯坦在伯尔尼大学任教授(薪水由上课学生支付)。
1907年	开始着手研究广义相对论。
1909年	爱因斯坦被聘任为苏黎士大学教授。
1910年	次子爱德华出生(1965年去世)。
1910 - 1912年	旅居布拉格,爱因斯坦被聘任为查理大学教授。 遇见艾伦费斯特。
1912年	回到苏黎士与高斯曼合作。他帮助爱因斯坦解决广义相对论的数学难题。
1914年	爱因斯坦在柏林被任命为大学教授及普鲁士科学院

- 院士。密内娃带两个小孩回苏黎士。爱因斯坦签署反军队宣言,以回应国家主义宣言,这份宣言是由爱因斯坦的柏林全体同事共同签署的。
- 1916年 发表广义相对论最后结果。
- 1917年 首次研究宇宙论。
- 1918年 爱因斯坦支持魏玛共和国成立。
- 1919年 埃丁顿的特遣队验证了广义相对论的一项预测。爱因斯坦一夜之间名扬四海。和密内娃离婚(1914年)五年后,和表妹艾尔莎结婚。
- 1920年 反犹太阵营反爱因斯坦。
- 1921年 一系列旅行,尤其是访问美国,目的是为了筹募耶路撒冷希伯来大学的建校基金。获诺贝尔奖。
- 1922年 访问巴黎及日本。
- 1923年 从日本前往巴勒斯坦访问,爱因斯坦向国际联盟知识分子合作委员会辞职以抗议法军占领鲁尔。
- 1925年 旅游南美州。
- 1927年 索唯会议。
- 1928年 爱因斯坦当选为人权联盟主席。
- 1930年 访问美国,在加州遇见哈伯。
- 1932年 再次访问加州。
- 1933年 希特勒上台。在第四次访美后,爱因斯坦停留在比利时,以观察德国情势的发展。
- 1934年 积极帮助犹太难民。
- 1939年 写信给罗斯福总统,请他注意制造核子武器的可能性。
- 1940年 参与物理学家抗议失去对自己制造之武器的控制。
- 1946年 爱因斯坦成为美国公民。
- 1952年 爱因斯坦拒绝任以色列总统。
- 1953年 爱因斯坦宣布反对美国的反共产主义。
- 1955年4月18日 爱因斯坦去世。

图片目录与出处

封面

银河系及类星体；爱因斯坦侧面；相对论及爱因斯坦自传的部分手稿。

封底

相对论的解释，照片。

扉页

- 1 爱因斯坦晚年, Ernst Haas 摄影。
- 2 - 9 爱因斯坦自传手稿, 及讨论相对论基础的论文, 投影。
- 2 时钟象征时间的相对性, Erich Lessing 摄影。
- 3 光线的绕射, Erich Lessing 摄影。
- 4 - 5 铀原子模型, 材料为有机玻璃, Erich Lessing 摄影。
- 6 - 7 1905年日全食, 重建照片, Erich Lessing 摄影。
- 8 - 9 处女座, 照片。
- 11 爱因斯坦, 漫画, 作者 Luis Bogaria, 1923年。

第一章

- 12 爱因斯坦, 1895年照片。
- 13 在慕尼黑庆祝场上的威廉二世, 1906年照片。
- 14左 3岁时的爱因斯坦, 照片, 藏于柏林 Max Flückiger 博士基金会的爱因斯坦档案库。
- 14中 爱因斯坦的出生证明。
- 15 慕尼黑的玛丽广场 (Marienplatz), 19世纪末的照片。
- 16 14岁的爱因斯坦与妹妹合影, 照片。

- 16 - 17 德国的军队, 本世纪初的照片。
- 17 爱因斯坦在慕尼黑中学, 约1890年时的照片。
- 18 赫曼·爱因斯坦的肖像照, 藏于苏黎士 E. T. H 档案库。
- 18 - 19 慕尼黑玛丽广场, 19世纪末照片。
- 19 葆龄·爱因斯坦的肖像照, 藏于苏黎士 E. T. H。
- 20 雅各布·爱因斯坦企业制造的电动机, 雕刻。
- 21上 雅各布和赫曼·爱因斯坦在帕维亚的工厂, 水彩, 约于1900年。
- 21下 雅各布·爱因斯坦企业制造的弧光灯, 雕刻, 约1890年。
- 22上 苏黎士的综合技术学院及车站广场, 本世纪初照片。
- 22下 爱因斯坦在阿皓就读高中三年级, 照片, 约 1895 - 1896 年, 藏于伯尔尼 Max Flückiger 博士基金会的爱因斯坦档案库。
- 23 密内娃·马里许的肖像, 照片。
- 24 爱因斯坦在伯尔尼专利局, 1902年照片。
- 25上 爱因斯坦和同学高斯曼、盖斯乐及欧根·高斯曼在苏黎士附近的泰乐唯乐, 1899年照片, 藏于苏黎士 E. T. H 档案库。
- 25下 1902年爱因斯坦在伯尔尼报纸登的家教广告, 教授数学与物理。
- 26上 苏黎士大都会咖啡馆内部, 本世纪初照片, 藏于苏黎士城市规划的资料库。
- 26下 奥林匹亚学院的创始人哈毕企、所罗唯恩及爱因斯坦。照片, 藏于伯尔尼 Max Flückiger 博士基金会的资料库。
- 27 爱因斯坦在苏黎士, 与夫人密内娃及长子于1904年合影。

第二章

- 28 14岁的爱因斯坦, 照片。

- 29 麦克斯韦的肖像,约1870年的照片。
- 30 伽利略的实验,探讨船行进时的速度,电脑绘图。
- 31左 牛顿《自然哲学的数学原理》之书名页,1737年在伦敦出版。
- 31右 牛顿筹备出版《原理》的亲笔手稿,1685年。
- 32左 惠更斯光线论的书名页及部分插图,1690年。
- 32-33 惠斯顿制造的模型,为了说明麦克斯韦理论中的光线传播。藏于伦敦科学博物馆。
- 33 剑桥大学三一学院内部,Erich Lessing 摄影。
- 34 麦克斯韦以太的图解。
- 34-35 迈科森使用显微镜,约1910年照片。
- 35左 色光分解,Palais de la Découverte,巴黎。
- 35右 放射光谱,照片。
- 36上 场效显微镜测到的白金分子。
- 36下 光线的干涉条纹,Palais de la Découverte,巴黎。
- 37 灯泡内部的灯丝,照片。

第三章

- 38 爱因斯坦在苏黎士,1912年照片。
- 39 爱因斯坦亲手写的公式。
- 40左 1905年在莱比锡出版的《物理年报》书名页,爱因斯坦在其中发表他最早几篇论文。
- 40右 普兰克的肖像,藏于纽约 A. I. P., Emilio Segre Visual Archives, coll. W. F. Meggers。
- 41左 伯尔尼专利局内部,摄于本世纪初,藏于伯尔尼 Max Flückiger 博士基金会的爱因斯坦资料库。
- 41右 波尔茨曼,照片,约1890年。
- 42 肥皂水薄膜上的光线干涉,照片,展示于巴黎,Palais de la Découverte。
- 43 美国一个灯光招牌的细部,照片。
- 44 苏黎士综合技术学院的爱因斯坦实验室,Erich Lessing 摄影。
- 45 1905年爱因斯坦上电学课程的收据。

- 46 爱因斯坦亲手签名的相对论定义。
- 47 写有质能相等定律($E = Mc^2$)的爱因斯坦亲笔手稿。
- 48左 在《汤普金先生奇遇记》中,嘉莫作的插画,解释爱因斯坦的时间与空间相对论,1940年。
- 48右 威尔逊(Wilson)云雾室中的 muon 粒子衰变,照片1948年。
- 49 同48左。
- 50-51上 当爱因斯坦访问巴黎时出现的幽默漫画,《L' Œuvre》,1922年4月10日。
- 50-51下 诺贝尔物理奖评审委员给郎之万的信,主题是颁诺贝尔奖给爱因斯坦,1922年1月,藏于巴黎,Palais de la Découverte。

第四章

- 52 1921年的爱因斯坦,照片。
- 53 出现在1922年4月10日《L' Œuvre》上的幽默漫画,有关时间(或天气)的相对性。
- 54-55中下 玛格列特的油画《Golconde》。细部画于1953年,藏于休斯顿 Coll. part。
- 54-55上 相对论基础的标题页亲笔手稿,此书1916年出版。
- 56 牛顿万有引力理论的幽默漫画,载于 Clubbe 的《人相学》中,1763年。
- 57 伽利略在比萨斜塔的自由落体实验,19世纪雕刻。
- 58 爱因斯坦在苏黎士综合技术学院被同事所围绕,照片。
- 58-59 柏林的凯瑟-威汉物理研究所,摄于1912年。
- 59 高斯曼肖像,照片。
- 60-61 爱因斯坦在苏黎士的书桌,Erich Lessing 摄影。
- 62-63 广义相对论的方程式,爱因斯坦的亲笔手稿。
- 64 《汤普金先生奇遇记》中嘉莫的插画,说明爱因斯坦空间弯曲的概念。
- 65 说明空间随着物体质量大小而扭曲的插画,电脑绘图。

第五章

- 66 爱因斯坦照片,摄于1930年。
- 67 一个法国工人赞美爱因斯坦的卡片,1922年3月6日,藏于耶路撒冷希伯来大学的爱因斯坦档案库。
- 68-69 爱因斯坦在纽约,照片,约1920年。
- 69上 1919年12月14日,画报的封面。
- 69下 1919年9月22日劳伦兹给爱因斯坦的电报,通知相对论的实验验证,藏于耶路撒冷希伯来大学档案库。
- 70上 1919年5月的日食,摄于巴西索布拉(Sobral),刊登于1919年的《La Science et la Vie》。
- 70下 埃丁顿于波茨坦天文会议,1921年9月照片。
- 71 1919年日全食证实,光线弯曲理论的专栏,刊登于伦敦画报1919年11月22日。
- 72-73 1921年7月31日和平主义者在柏林示威游行,照片。
- 73 1930年8月22日,无线电展览会开幕时,爱因斯坦致词演讲,照片。
- 74上 爱因斯坦、弗洛伊德与史泰纳哈的漫画,维也纳1931年。
- 74下 玛丽·居里及爱因斯坦在日内瓦。1922年,正当国际联盟知识分子合作委员会开会,照片,藏于巴黎 Palais de la Découverte。
- 74-75 1931年11月22日,纽约《时代杂志》。
- 75 爱因斯坦和郎之万在柏林的反军事示威游行,1923年照片。
- 76 华沙的犹太区照片,摄自本世纪初。
- 76-77 1924年犹太学生会议中,爱因斯坦演讲,照片。
- 77 耶路撒冷希伯来大学启用时,巴乐福议员致词演讲,1925年1月4日。
- 78-79 1936年 Jaffa 路上的暴动,照片。
- 79 魏茨曼之肖像,照片。
- 80 爱因斯坦的漫画,刊登于《Kladderadatsch》,1933年,第39期。
- 80-81 取消爱因斯坦国籍的官方正式文

件,1934年3月。

- 81 1933年5月10日柏林焚书事件时,纳粹分子及德国学生手持“非日耳曼书籍”,照片。
- 82左上 爱因斯坦及夫人在波茨坦附近的嘉布特,摄于1928年,Lotte Jacobi 摄影。
- 82右上 爱因斯坦在长岛的 Huntington,摄于1937年,Lotte Jacobi 摄影。
- 82下 爱因斯坦和他的帆船,柏林,约1927年,Lotte Jacobi 摄影。
- 83左 爱因斯坦与夫人在嘉布特,1928年,Lotte Jacobi 摄影。
- 84右 爱因斯坦在他的游艇里,1949年,照片。
- 84 爱因斯坦拉小提琴,照片,1931年。
- 85上 在前往德国的德国大客轮上演奏室内乐,照片,1931年3月。
- 85下 爱因斯坦与室内乐排演时,照片。
- 86-87上 一张赞美爱因斯坦的卡片,1946年8月2日,藏于耶路撒冷希伯来大学爱因斯坦档案库。
- 86-87下 第一次原子弹爆炸,靠近新墨西哥沙漠中的洛斯·阿拉摩斯,1945年7月16日,照片。

第六章

- 88 1947年的爱因斯坦,Philippe Halsman 摄影。
- 89 1925年的波耳,照片。
- 90 1934年12月28日,爱因斯坦在卡内基理工学院开会时,照片。
- 91 公布爱因斯坦演讲的海报,1927年2月23日柏林大学。
- 92 爱因斯坦、普兰克及数位政府首长,柏林,1931年照片。
- 92-93 嘉莫画的波耳、艾伦费斯特、保利及爱因斯坦,为了哥德《浮士德》的讽刺剧而画,1932年。
- 93上 1927年在布鲁塞尔的索唯会议,照片,藏于巴黎,法国科学院档案库。
- 93下 1932年,德尔布吕克创作哥德《浮士德》讽刺剧的手稿封面。
- 94下 艾伦费斯特,照片,藏于A. I. P. Emilio

- Segre Visual Archives, coll. Margrethe Bohr。
 94 - 95上 波耳和爱因斯坦讨论物理, 艾伦费斯特摄影, 藏于 A. I. P. Emilio Segrè's Visual archives。
 96 黑板上有爱因斯坦一些最后的计算, 照片, 藏于巴黎 Palais de la Découverte。
 97 爱因斯坦在普林斯顿, Lotte Jacobi 摄影 1938年。

第七章

- 98 爱因斯坦晚年, 照片。
 99 室女星座, 照片。
 100 位于波茨坦的爱因斯坦塔之全景, 照片。
 101 爱因斯坦在爱因斯坦塔中, 摄于1921年。
 101下 门德尔颂作的爱因斯坦塔预备图。
 102 爱因斯坦背面, Ernst Haas 摄影。
 102 - 103 《汤普金先生奇遇记》中, 嘉莫画的“量子老虎”。
 104 Wim Van Wieringen 作的漫画, 表现爱因斯坦理论的艰困难懂。1950年, 藏于伯尔尼爱因斯坦档案库。
 105上, 下 庞德和雷布卡在哈佛大学的实验, 目的在测量爱因斯坦理论预测的效应。1960年4月。
 107上 类星体, 照片。
 107下 研究员平罗士之肖像, 摄于60年代。
 108 双脉卫星, 想像画。
 108 - 109 爱因斯坦在威尔逊山天文台, 照片, 约于1931年。
 109 格林威治天文台, 从望远镜射出的激光, 照片。
 110 黑洞, 想像画。
 111 华盛顿邮报上的图画。
 112 爱因斯坦在 N. B. C. 电视台前演讲, 主题是反对使用氢弹, 照片。

见证与文献

- 113 爱因斯坦漫画, 作者 Ippei Okamoto。

- 114 爱因斯坦与圣约翰在太阳望远镜前, 照片。
 115 帕罗玛山望远镜, 照片。
 117 在书桌前的德布洛依, 照片。
 118 爱因斯坦与密内娃·马里许, 照片。
 119 居里夫人的照片。
 120 1932年弗洛伊德给爱因斯坦的信。
 121 1926年国际合作组织聚会, 照片。
 122 弗洛伊德在1931年的照片。
 124 被德国开除的犹太科学家爱因斯坦, 1933年。
 125 《红与黑》上面的漫画, 1933年。
 126 - 127下 《周日快报》的标题1931年。
 127 《德国日报》上的反犹太漫画, 1933年。
 128 - 129 《移民》, 壁画。班珊绘。
 131 布雷希特在1931年的照片。
 132 爱因斯坦照相前摆姿势, 约1920年。
 133 爱因斯坦伸舌头, 1951年, 照片。
 135 爱因斯坦在黑板写数学式, 照片。

索引

A

- 《阿尔伯特·爱因斯坦》, 作品选集
 (*Albert Einstein, Œuvres choisies*), 玛雅·爱因斯坦 14, 15, 18, 19, 21
 埃丁顿, 亚瑟·史坦利 (Arthur Stanley Eddington) 68, 69, 70, 71, 104
 艾伦费斯特, 保罗 (Paul Ehrenfest) 94, 95, 101, 119
 艾伦费斯特, 塔西那 (Tatiana Ehrenfest) 101, 118, 119
 艾斯贝, 亚兰 (Alain Aspect) 103
 爱因斯坦, 葆龄 (Pauline) 19, 23
 爱因斯坦, 汉斯·阿尔伯特 (Hans Albert) 27
 爱因斯坦, 赫曼 (Herman)

18, 19, 20, 21, 22, 26

爱因斯坦, 玛雅 (Maja)

14, 15, 18, 19, 21

爱因斯坦, 雅各布 (Jakob) 20, 21

奥林匹亚学院 (Académie Olympia) 26

B

《巴乐福宣言》 76, 77

巴勒斯坦 (Palestine) 76, 77

巴黎 51

保利 (Pauli) 91, 116

贝多芬 (Beethoven) 15, 27

俾斯麦 (Bismarck) 14, 15, 19

比萨 (Pise) 54

波兹丹的爱因斯坦塔 ("Tour Einstein" a Potsdam) 100, 101

波尔茨曼, 路德维克 (Ludwig Boltzmann) 30, 41

波多斯基 (Podolsky) 102

波耳, 尼尔 (Niels Bohr, 1885 - 1962)

89, 90, 92, 93, 94, 100, 116, 133

丹麦物理学家。他对物理学界第一项伟大的成就, 就是发现并建立原子结构模型。并因其对原子结构的卓越研究, 而在 1922 年获颁诺贝尔奖。此外, 他也是近代量子力学发展的主导者。

伯尔尼 (Berne) 57, 100

伯尔尼大学 (université de Berne) 57

伯尔尼专利局 (Bureau des brevets de Berne) 24, 25, 40, 41, 57, 100

柏林 (Berlin) 58, 59, 72, 79, 80, 83, 100

柏林爱乐 (Philharmonique de Berlin)

79

柏格森 (Bergson, 1859 - 1941) 49

20 世纪初法国哲学家。是“变的哲学”创始人, “非理性主义”的代表。他曾试图建立“持续时间”的概念, 而与科学中受空间限制时间观念相对立。他的学说已超出了哲学界, 对科学和文学影响也很大。

布拉格 (Prague) 75, 93

布朗斯 (Brans) 106

布雷希特, 伯多尔特 (Bertolt Brecht) 87, 130

C

长崎 87

《纯粹理性批判》(Critique de la Raison pure), 康德 47

D

德布洛依 (Louis de Broglie, 1892 - 1987) 116

德尔布吕克, 马克斯 (Max Delbrück) 93

狄克 (Dicke) 106

第一次世界大战 (Première Guerre mondiale) 50, 70, 71, 72, 73

第二次世界大战 (Second Guerre mondiale) 78

电磁学 (Electromagnétisme) 30, 33, 35, 40

《动态与功能》(Dynamique et fonction), 门德尔颂 101

《EPR 悖论》 102, 103

F

法兰西学院 (Collège de France) 50, 75

建于 1530 年,校址设在巴黎。该校为法国国家支持的研究机构,教学领域乃随时代倾向而决定重点。在该校求学者不授学位,不发证书,也不收学费。

弗洛伊德,西格默德(Sigmund Freud)
74, 120

G

高斯曼,马谢荣(Marcal Grossmann)
58, 59, 101

哥本哈根学派(ecole de Copenhague)
101

哥德(Goethe) 16, 93

《工作日记》(*Journal de travail*), 布雷希特 87

惯性定律(*loi d'inertie*) 57

光量子(*Quanta de lumière*)
40, 41, 42, 43, 91

《光线论》(*Traité de la lumière*), 惠更斯 32

广岛 87

广义相对论(*Théorie de la relativité générale*) 24, 54, 57, 59, 68 - 9, 73, 75, 80, 96, 104, 106, 109, 110

国际联盟知识分子合作委员会
(*Comission de coopération intellectuelle de la Société des Nations*)
74, 75

H

哈毕企,康雷德(Conrad Habicht)
26, 39

哈特诺,华特(Walther Rathenau) 67

哈佛大学(universite de Havard) 105

哈乐斯(Halse) 108, 109

海森贝格(Heisenberg) 91, 116

〈号召欧洲同胞书〉(*Appel aux Européens*) 72, 87

黑洞(*Trous noirs*)
106, 108, 109, 110, 111

黑洞蒸发机制(*Mécanisme d'évaporation des trous noirs*) 107

惠更斯(Christiaan Huygens) 32

惠斯顿(Wheatstone) 33

霍金, 史蒂芬(Stephen Hawking, 1942 -) 99, 106, 107

英国理论物理学家。黑洞理论的创立者。他在 1971 年提出假设,认为大爆炸后,形成质量极大的黑洞。霍金患有严重的肌肉萎缩症,行动困难,却能有此成就,因此倍受敬重。而他的著作《时间简史》早已让他名闻世界。

J

加州(Californie) 106

伽利略(Galilée) 30, 31, 54, 57, 133

嘉莫,乔治(George Gamow)
49, 93, 103

剑桥大学 33

杰弗逊大楼(Jefferson Building) 105

居里,玛丽(Marie Curie) 75, 118, 119

K

卡夫卡(Kafka) 76

卡内基大厅(Carnegie Hall) 84

凯瑟-威汉物理研究所(*Institut de physique Kaiser - Wilhelm*) 58

康德(Kant) 15, 47
 科赫, 朱利尔(Julius Koch) 21
 科兰, 保罗(Paul Colin) 73

L

莱布尼兹(Leibniz) 47
 郎之万, 保罗(Paul Langevin) 75
 劳伦兹(Lorenz) 69
 雷布卡(Rebka) 105
 雷那, 飞利普(Philipp Lenard) 79
 雷希特 87
 类星体(quasars) 106, 111
 力学(Mécanique) 30, 31, 34, 37
 量子力学(Mécanique quantique)
 75, 99, 100, 101, 103, 111
 量子物理(Physique quantique) 103
 洛斯·阿拉摩斯(Los Alamos) 87
 《旅行札记》(*Journal de voyage*), 爱
 因斯坦 67
 罗森(Rosen) 102
 罗森柏夫妇(Ethel et Julius Rosen-
 berg) 87
 罗斯福总统(Roosevelt Président) 86
 罗素, 伯泉德(Bertrand Russell)
 70, 87

M

麻省理工学院(Massachusetts Institute
 of Technology de Boston) 104
 马里许, 密内娃(Maric Mileva)
 23, 24, 26, 27, 58, 73, 118, 119, 133
 迈科森(Michelson) 34
 麦克韦尔光线理论(théorie de la lu-

miere de Maxwell) 33
 麦克韦尔理论(théorie de Maxwell)
 29, 34, 42, 44
 麦克韦尔, 詹姆斯·克乐克(James
 clerk Maxwell) 29, 33, 34, 35, 36, 45
 脉冲星(pulsars) 106, 108
 《绵延与同时性》(*Durée et simul-
 tanéité*), 柏格森 49
 门德尔颂, 艾力西(Erich Mendel-
 sohn) 101
 米兰 14, 22
 慕尼黑 14, 15, 21

N

牛顿(Newton)
 29, 30, 31, 33, 56, 57, 60, 68, 133
 纽约 67
 诺贝尔奖(Prix Nobel)
 27, 51, 108, 109

P

帕罗玛山(mont Palomar) 106
 帕维亚(Pavie) 21, 22
 庞德(Pound) 105
 平罗士, 罗杰(Roger Penrose)
 105, 106, 107
 普兰克, 马克斯(Max Plaunk, 1858 -
 1947) 40, 93
 德国物理学家。因研究热力及辐射, 而发现
 了物理学的基本常数 h , 世称普兰克常数。
 他认为能量并非以连续的形式存在, 而是
 以个别“小包”形式存在, 称之为量子。他的
 量子理论对于物理学的改革有极大贡献,

更为后世的知识领域开拓了一个新境界。

普林斯顿(Princeton)

86, 100, 101, 102

普林西比岛(Principe, île) 68, 71

普鲁士科学院(Académie des sciences
de Prusse) 59, 80

Q

乔丹(Jordan) 91

R

日内瓦 75

S

三一学院 33

位于英国剑桥大学内, 创设于 1546 年亨利八世时代。学院图书馆内藏有米尔顿《失乐园》的手稿, 以及萨克雷·但尼生等作家的手稿。牛顿曾于 1661-96 年间担任学院的数学教授, 兴起数学研究风气, 甚至使数学成为取得高深学位的一大条件。

十一月群 101

《时间简史》(*Une brève histoire du temps*), 霍金 99

室女计划(Virgo, projet astrophysique) 108

双脉冲星(binaire pulsars) 108, 109

苏黎士(Zurich) 24, 24, 58

苏黎士综合技术学院(Polytechnicum
de Zurich) 23, 24, 58, 59

所罗唯恩(Solovine) 26

索唯会议(Congres de Solvay) 92, 93

索唯, 勒斯特(Ernest solvay) 92

T

塔乐美, 马克斯(Max Talmey) 47

泰勒(Taylor) 108, 109

《泰晤士报》(*Tunes*) 68

《汤普金先生奇遇记》(*Monsieur
Tompkins au pays des Merveilles*), 嘉
莫) 49, 103

统计力学(Mecanique statistique) 30, 41

W

韦伯, 乔瑟夫(Joseph Weber) 107

魏茨曼, 詹(Chaim Weizmann) 79

以色列第一、二任总统。出生于俄国, 在德国求学后转至英国, 并归化为英国人。原为生物化学科学家, 后来热衷于犹太复国运动, 因而涉足政治, 为犹太人建国尽了相当大的心力。1948 年以色列国宣告成立后, 临时政府便选他为总统。1951 年连任, 任职到去世。

魏玛共和国 67

《物理年报》(*Annale der Physik*) 40

乌尔姆(Ulm) 14, 19

X

西伯利亚(Sibérie) 70

希特勒(Hitler) 74, 80

狭义相对论(Théorie de la relativité
restreinte) 40, 45, 54

新祖国联盟(Bund neues vaterland) 73

封面	页
书名	页
版权	页
前言	
目录	
正文	