紅色起點

中國共產主義運動早期稀見文獻彙刊

20

《少年中國》

第三卷（七至十二期）

中西書局

紅色起點

中國共產主義運動早期稀見文獻彙刊

20

《少年中國》

第三卷（七至十二期）

中西書局

目録

《少年中國》第三卷

少年中國

THE JOURNAL OF THE YOUNG CHINA ASSOCIATION

相對論號

第三卷第七期

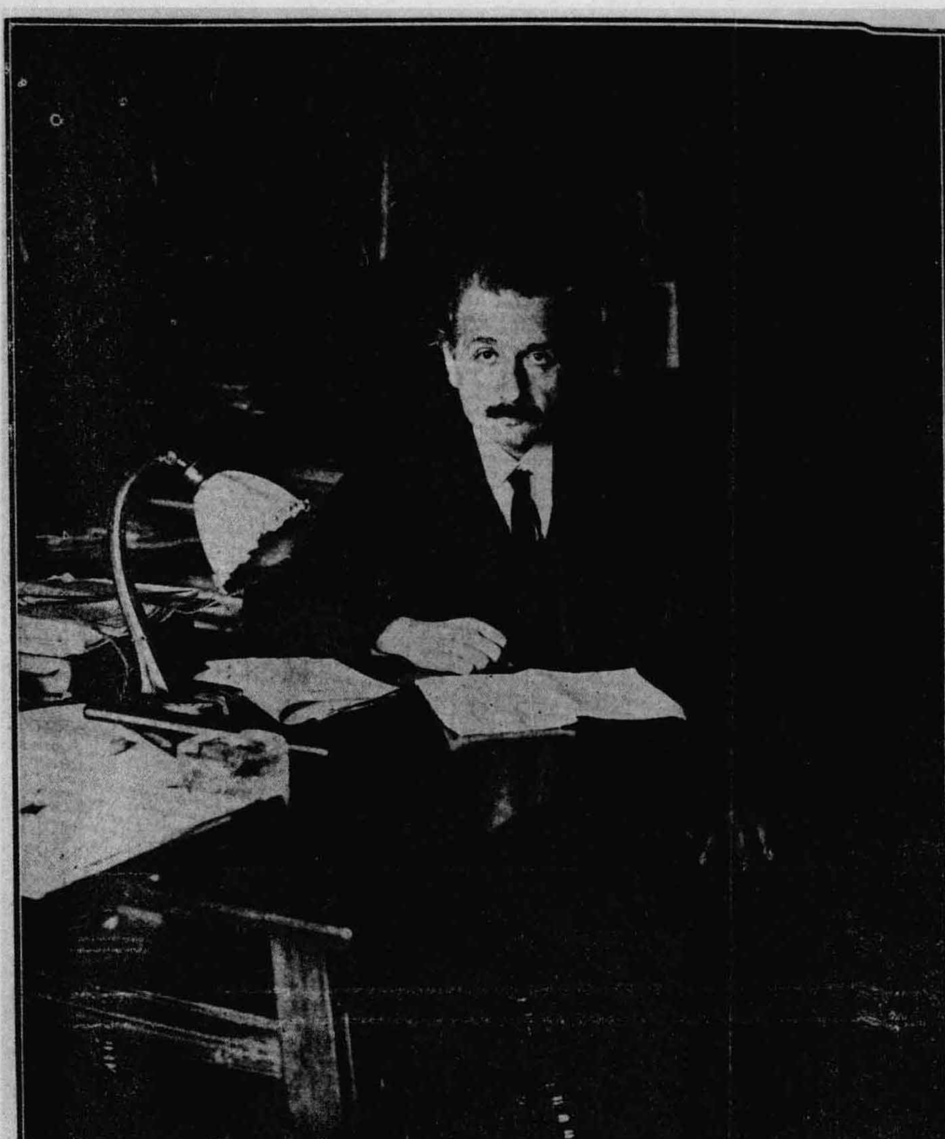
少年中國學會出版

民國十一年二月一日發行

上海亞東圖書館

本會響應非宗教同盟之通電

北京晨報轉非宗教大同盟幷轉全國各報館，各學校，各團體，各界同胞，各國同志均鑒：二十世紀科學昌明，宗教勢力何能存在？本會宗旨係『本科學的精神』對於此非科學的而滿帶迷信臭味之宗教，自在反對之列，非宗教大同盟登高一呼，誓破迷毒，本會聞之，不勝欣喜，自當力盡棉薄，誓爲後盾，以期障霧掃盡，文化昌明，尙祈國內外各同志一致奮起，共圖進行，無任盼禱。少年中國學會個。



安斯坦先生像

寄安斯坦的信

狠可尊敬的大學教授博士先生安斯坦！　你的相對論，他在中國也狠惹起一般人的注意。有許多學會或團體，他們都發出專號，來討論這個問題。譬如少年中國學會，他就是那些學術團體中的一個。現在他的會員，也狠想將他們研究的心得，在他們的月刊上發刊。他們狠重視這件事，所以他們特請你給他們一個許可，而且，假如你願意，更請你給他們一張像片。

你狠服從的魏嗣鑾。　二五，八，二一。

安斯坦的回信

狠可尊敬的數理科大學生先生魏嗣鑾！　你的信，我已收到了，我狠感謝你，你們要出相對論的專號，我對於這件事，異常喜歡，而且，我狠願意給你們的許可。我的像片，是夾在信中的，請你們收納。

你狠恭敬的安斯坦。　五，九，二一。

相對論

魏嗣鑾

序

相對論在科學上的重要，國內的學者已經說得狠詳盡了，所以我不再說。我所欲說的，祇是相對論所指示我們治學的途徑。

大凡一種科學當他造端的時候，總怕他不入軌道。及其既入軌道的時候又怕他墮入成見。成見一旦深了，往往有許多事物，自無成見的人看來本狠容易解決，但自有成見的人看來，却便惹出許多轇轕。因此科學也大受阻礙。

舊日的電動學(一)便是如此。時間的概念是相對的，這件事，本是極容易了解的。無如奈端以來，所有的科學家都認他為絕對的，這便是一種成見。因此電動學上，就生出許多困難的事實，與矛盾的理論。

安斯坦的功勞，就在取消這種成見。這種成見取消以後，從前的事實，以為係極困難的，自現在看來却是狠容易。從前的理論，以為係極矛盾的，自現在看來，却是狠諧合。所以歐洲的科學家，自得了相對論以後，如負重的人釋了重負，如嗜酒的人得着醕酒。

絕對時間的概念，祇是歐洲科學界中成見之一。歐洲科學界中，還有成見沒有？這是一個狠重要的問題。或許沒有了，或許還有，或許竟自還有許多。總之這是一件不可知的事。

我們所可知的，祇是我們中國的科學還極幼稚，還無成見。以我們無成見的眼光去觀察他們有成見的科學，我們相信，我們尋找他們的破綻，比較他們自身要容易些。因此假使我們誠實的，努力的，將他們的成績，分別的，批判的，輸入進來，我們相信，我們的進步，一定狠快，而且比他們還快。俗諺說得好，『後來者居上，』凡事大概如此，在科學上，何獨不然。

相對論上通俗的解說，國內已狠多了。所以本篇一切解釋，稍稍嚴格一點。

本篇科學上的術語，其譯名多得張君崧年之助，我在此地特別申謝。

(一) 電動學，德名 Elektrodynamik

章目如后

第一章　相對原理在舊力學上的意義

凡欲記錄一種運動，必須先定一個座標系，（一）今有兩個座標系，其第一個命為K他的位置在空間係固定的，其第二個命為K'他的位置在空間係移動的。

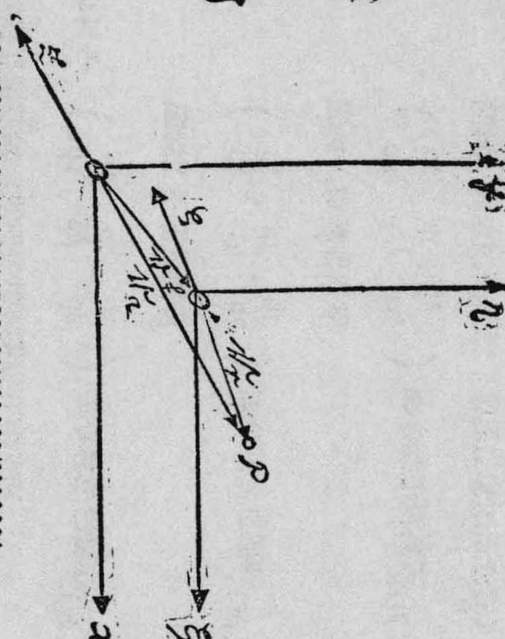
又有一個物體，他在空間移動，我們命為P。P在空間的位置，對K而言，我們可命為（x, y, z）對K'而言，我們可命為（ξ,η,ζ）如此，則P在空間的速度，對K而言，當為$\left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}\right)$對K'而言，當為$\left(\frac{d\xi}{dt}, \frac{d\eta}{dt}, \frac{d\zeta}{dt}\text{。}\right)$P在空間的加速度，對K而言，當為$\left(\frac{d^2x}{dt^2}, \frac{d^2y}{dt^2}, \frac{d^2z}{dt^2}\right)$對K'而言，當為$\left(\frac{d^2\xi}{dt^2}, \frac{d^2\eta}{dt^2}, \frac{d^2\zeta}{dt^2}\text{。}\right)$

K'對於K既係移動的，但移動的形式，種類狠多，我們為便利起見，祇討論兩種移動，一為平進移動，一為旋轉移動。

何謂平進移動？（二）當K'移動時，假設他的各軸（ξ,η,ζ）與K的各軸（x,y,z），其位置常為平行的，如此我們便命K'的

移動，爲平進移動。

第一圖



(一)座標系，德名 Koordinatensystem。此譯本不甚浹洽，惟習用已久，故仍其舊。

(二)平進移動，德名 Translation。謂爲『平』者，所以表示各軸相互平行的意義。謂爲『進』者，所以表示各軸徒有前進而無旋轉的意義。

據第一圖，可得下式：

$$\mathfrak{A}_a = \mathfrak{A}_f + \mathfrak{A}_r \quad \cdots\cdots(1)$$

在此等式中 $\mathfrak{A}_a$ 爲由O到P的方向量(三)

$\mathfrak{A}_f$ 爲由O到O'的方向量

$\mathfrak{A}_r$ 爲由O'到P的方向量

若將等式 (1)析爲分量，(四)則可得下式：

$$\left.\begin{aligned} x &= x_f + \xi \\ y &= y_f + \eta \\ z &= z_f + \zeta \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(2)$$

在此等式中 (x,y,z) 爲 $\mathfrak{A}_a$ 的分量

(ξ,η,ζ) 爲 $\mathfrak{A}_r$ 的分量

(x_f,y_f,z_f) 爲 $\mathfrak{A}_f$ 的分量

故等式(1)的意義，卽謂某物體P，他對於K的座標，爲由別樣兩種座標相加而成。其第一卽他對於K'的座標，其第二卽K'的座標起點，(五)對於K的座標。

假使我們將等式(2)在時間上微分之，則可得下式：

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{dx_f}{dt} + \frac{d\xi}{dt} \\ \frac{dy}{dt} &= \frac{dy_f}{dt} + \frac{d\eta}{dt} \\ \frac{dz}{dt} &= \frac{dz_f}{dt} + \frac{d\zeta}{dt} \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots(3)$$

（三）方向量，德名 Vector。謂爲『方向』者，所以表示其有一定方向的意義。謂爲『量者』，所以表示其有一定大小的意義。

（四）分量，德名 Komponente。凡方向量，皆可析爲三分。因每分皆由方向量分析而成，故曰『分』。因每分亦有大小，故亦言『量』。

（五）座標起點，德名 Koordinatenanfangspunkt。

在此等式中，$\left(\frac{dx}{dt},\frac{dy}{dt},\frac{dz}{dt}\right)$ 可命爲絕對速度，（六）

因爲K不動的原故。

$\left(\frac{d\xi}{dt},\frac{d\eta}{dt},\frac{d\zeta}{dt}\right)$ 可命爲相對速度，（七）

因爲K'移動的原故。

$\left(\frac{dx_f}{dt},\frac{dy_f}{dt},\frac{dx_f}{dt}\right)$ 可命爲引導速度。（八）

因爲P若在K'上不動，（即謂P爲K'所引導，）則P對於K的速度，即引導速度。

若將等式(3)簡寫，則可得下式：

$$\boxed{\mathfrak{U}_a = \mathfrak{U}_f + \mathfrak{U}_r} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

此等式的意義，即謂絕對速度爲由相對速度與引導速度相加而成。假使我們將等式(3)更在時間上微分之，則可得下式：

$$\left.\begin{aligned}
\frac{d^2x}{dt^2} &= \frac{d^2x_f}{dt^2} + \frac{d^2\xi}{dt^2}\\
\frac{d^2y}{dt^2} &= \frac{d^2y_f}{dt^2} + \frac{d'\eta}{dt^2}\\
\frac{d'z}{dt^2} &= \frac{d^2z_f}{dt^2} + \frac{d^2\zeta}{dt^2}
\end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

在此等式中 $\left(\frac{d^2x}{dt^2},\frac{d^2y}{dt^2},\frac{d^2z}{dt^2}\right)$ 爲絕對加速度。

$\left(\frac{d^2\xi}{dt^2},\frac{d^2\eta}{dt^2},\frac{d^2\zeta}{dt^2}\right)$ 爲相對加速度。

$\left(\frac{d^2x_f}{dt^2},\frac{d^2y_f}{dt^2},\frac{d^2z_f}{dt^2}\right)$ 爲引導加速度。

若將等式(5)簡寫，則可得下式：

$$\boxed{\mathfrak{b}_a = \mathfrak{b}_f + \mathfrak{b}_r} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

(六)絕對速度，德名 Absolute Geschwindigkeit

(七)相對速度，德名 Relative Geschwindigkeit

(八)引導速度，德名 Führungsgeschwindigkeit

此等式的意義，即謂：絕對加速度爲由相對加速度與引導加速度相加而成。上面論的，是平進移動，下面再說旋轉移動。

何謂旋轉移動？當K'移動時，假使他的各軸（ξ，η，ζ）與K的各軸（x，y，z）其位置不是平行的，如此，我們便命K'的移動，爲旋轉移動。

我們爲便利起見，若以K'的座標起點，與K的座標起點，相互重合，則可得下式：

$$\left.\begin{aligned} x &= \xi\cos\alpha_1 + \eta\cos\alpha_2 + \zeta\cos\alpha_3 \\ y &= \xi\cos\beta_1 + \eta\cos\beta_2 + \zeta\cos\beta_3 \\ z &= \xi\cos\gamma_1 + \eta\cos\gamma_2 + \zeta\cos\gamma_3 \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

若將等式 (7)在時間上微分之，則得：

$$\left.\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \left(\frac{d\xi}{dt}\cos\alpha_1 + \frac{d\eta}{dt}\cos\alpha_2 + \frac{d\zeta}{dt}\cos\alpha_3\right) \\ &\quad + \left(\xi\frac{d\cos\alpha_1}{dt} + \eta\frac{d\cos\alpha_2}{dt} + \zeta\frac{d\cos\alpha_3}{dt}\right) \\ \frac{dy}{dt} &= \left(\frac{d\xi}{dt}\cos\beta_1 + \frac{d\eta}{dt}\cos\beta_2 + \frac{d\zeta}{dt}\cos\beta_3\right) \\ &\quad + \left(\xi\frac{d\cos\beta_1}{dt} + \eta\frac{d\cos\beta_2}{dt} + \zeta\frac{d\cos\beta_3}{dt}\right) \\ \frac{dz}{dt} &= \left(\frac{d\xi}{dt}\cos\gamma_1 + \frac{d\eta}{dt}\cos\gamma_2 + \frac{d\zeta}{dt}\cos\gamma\right) \\ &\quad + \left(\xi\frac{d\cos\gamma_1}{dt} + \eta\frac{d\cos\gamma_2}{dt} + \zeta\frac{d\cos\gamma}{dt}\right) \end{aligned}\right\} \cdots (8)$$

在此等式中

$\left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}\right)$爲絕對速度的分量。

$\left(\frac{d\xi}{dt}\cos\alpha_1 + \frac{d\eta}{dt}\cos\alpha_2 + \frac{d\zeta}{dt}\cos\alpha_3, \cdots\right)$爲相對速度，對於K的分量。

$\left(\xi\frac{d\cos\alpha_1}{dt} + \eta\frac{d\cos\alpha_2}{dt} + f\frac{d\cos\alpha_3}{dt}, \cdots\right)$爲引導速度，對於K的分量。

若將等式 (8)簡寫，則可得下式：

$$\boxed{\mathfrak{v}_a = \mathfrak{v}_f + \mathfrak{v}_r} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

此等式的意義，即謂：絕對速度，爲由相對速度與引導速度，相加而成。

假使我們將等式(8)更在時間上微分之，則可得下式：

$$\left.\begin{aligned}
\frac{d^2x}{dt^2} &= \left(\frac{d^2\xi}{dt^2}\cos\alpha_1 + \frac{d^2\eta}{dt^2}\cos\alpha_2 + \frac{d^2\zeta}{dt^2}\cos\alpha_3\right) \\
&\quad + 2\left(\frac{d\xi}{dt}\cdot\frac{d\cos\alpha_1}{dt} + \frac{d\eta}{dt}\cdot\frac{d\cos\alpha_2}{dt} + \frac{d\zeta}{dt}\cdot\frac{d\cos\alpha}{dt}\right) \\
&\quad + \left(\xi\frac{d^2\cos\alpha_1}{dt^2} + \eta\frac{d^2\cos\alpha_2}{dt^2} + \zeta\frac{d^2\cos\alpha_3}{dt^2}\right) \\
\frac{d^2y}{dt^2} &= \left(\frac{d^2\xi}{dt^2}\cos\beta_1 + \frac{d^2\eta}{dt^2}\cos\beta_2 + \frac{d^2\zeta}{dt^2}\cos\beta_3\right) \\
&\quad + 2\left(\frac{d\xi}{dt}\cdot\frac{d\cos\beta_1}{dt} + \frac{d\eta}{dt}\cdot\frac{d\cos\beta_2}{dt} + \frac{d\zeta}{dt}\cdot\frac{d\cos\beta_3}{dt}\right) \\
&\quad + \left(\xi\frac{d^2\cos\beta_1}{dt^2} + \eta\frac{d^2\cos\beta_2}{dt^2} + \zeta\frac{d^2\cos\beta_3}{dt^2}\right) \\
\frac{d^2z}{dt} &= \left(\frac{d^2\xi}{dt^2}\cos\gamma_1 + \frac{d^2\eta}{dt}\cos\gamma_2 + \frac{d^2\zeta}{dt^2}\cos\gamma_3\right) \\
&\quad + 2\left(\frac{d\xi}{dt}\frac{d\cos\gamma_1}{dt} + \frac{d\eta}{dt}\frac{d\cos\gamma_2}{dt} + \frac{d\zeta}{dt}\frac{d\cos\gamma_3}{dt}\right) \\
&\quad + \left(\xi\frac{d^2\cos\gamma_1}{dt} + \eta\frac{d^2\cos\gamma_2}{dt^2} + \zeta\frac{d^2\cos\gamma_1}{dt^2}\right)
\end{aligned}\right\} \cdots(10)$$

在此等式中

$\left(\frac{d^2x}{dt^2}, \frac{d^2y}{dt^2}, \frac{d^2z}{dt^2}\right)$爲絕對加速度的分量。

$\left(\frac{d^2\xi}{dt^2}\cos\alpha_1 + \frac{d^2\eta}{dt^2}\cos\alpha_2 + \frac{d^2\zeta}{dt^2}\cos\alpha_3, \cdots\right)$爲相對加速度對於K的分量。

$\left(\xi\frac{d^2\cos\alpha_1}{dt_2} + \eta\frac{d^2\cos\alpha_2}{dt} + \zeta\cdot\frac{d^2\cos\alpha_3}{dt}, \cdots\cdots\right)$爲引導加速度，對於K的分量。

$\left(\frac{d\xi}{dt}\cdot\frac{d\cos\alpha_1}{dt} + \frac{d\eta}{dt}\frac{d\cos\alpha_2}{dt} + \frac{d\zeta}{dt}\cdot\frac{d\cos\alpha_3}{dt}\cdots\cdots\right)$爲組合加速度。（九）此種加速度，僅出現於旋轉移動，是爲平進移動所無的。

若將等式(10)簡寫，則可得下式：

$$\boxed{b_a = b_f + b_r + b_c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(11)$$

此等式的意義，即謂：絕對加速度爲由相對加速度，引導加速度，與組合加速度三者，相加而成。

我們試將等式(4),(6),(9),(11)，仔細觀察一下，我們便可看出凡記錄一種運動，必須先定一個座標系。座標系變了，運動的速

度與加速度，也要跟隨着變。譬如我們所觀察的物體P，他的速度，對於K'座標係為 $\left(\frac{d\xi}{dt}, \frac{d\eta}{dt}, \frac{d\zeta}{dt}\right)$ 對於K座標系，却為 $\left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}\right)$ 這兩個係完全不同的。又如他的加速度，對於K'座標系，為 $\left(\frac{d^2\xi}{dt^2}, \frac{d^2\eta}{dt^2}, \frac{d^2\zeta}{dt^2}\right)$ 對於K座標系，却為 $\left(\frac{d^2x}{dt^2}, \frac{d^2y}{dt^2}, \frac{d^2z}{dt^2}\right)$ 他們倆也是完全不同的。

但是在力學上，還有一種特殊的情形！假使K'對於K，其移動不僅係平行的，而且還係等速的，如此，則等式(6)可變為

(九)組合加速度，德名 Zusammengesetzte Beschleunigung，又名 Conolis Beschleunigung。謂為組合者，以其由兩種速度 $\left(\frac{d\xi}{dt} \cdot \frac{d\cos\zeta}{dt} \ldots\ldots\right)$ 組合而成。

$$\boxed{b_a = b_r} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(12)$$

此等式的意義，即謂：假使K'對於K，其移動為平行與等速時，則絕對加速度，等於相對加速度。

這便是舊日力學中的相對原理。他的意義，即謂：假使有兩個座標系，第二個K'對於第一個K，其移動為平行的，為等速的，如此，則任何物體的加速度，對於這兩個座標系，皆固定不變。因此，奈端的運動等式

$$K = mb \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(13)$$

在這兩個座標系中，也固定不變。因此，所有力學上的試驗，在這兩個座標系中，其結果都是一樣。因此，在K'座標系中的觀察者，他就不能認識他的座標系，究竟在動？抑或在靜？因此，他也可以說，他的座標系，係靜止的，在K座標系中的觀察者，雖不承認，却無以難他。因此，我們說K係靜止的，固與力學不抵觸，即說K'係靜止的，也與力學不抵觸。這便是舊日力學中的相對原理。(十)

(十)這個相對原理，是一些事實抽象的表現，而且，我們每日都可經驗。假使我們用一塊石頭，向上擲去，論理說來，地球既在空間運動，則當石塊落地的時候，他必不會落在原處，但在實際上，他却落在原處。這是何故？因為地球雖在運動，而他運動的形式，在短時間裏，却是平行的，等速的。因此，他雖

運動，却與靜止一樣。

還有，假使一輪火車，他的速度，眞是平行的，等速的，而且他的窗戶，都係閉着的，如此。我們在車裏坐着，便會絲毫不覺着車的運動，而且，所有一切力學上的試驗，其結果都與在地球上一樣。這也是相對原理的一種徵驗。

這樣的例，可以引伸，至於無窮。總之，相對原理，在力學上，無論如何，是顚撲不破的，因爲他的理論，與實驗，完全一致。

參考書

1. Theoretische Physik von Clemens Schafer, Seite 57 ⟶ 67

2. Theoretische Physik von Arthur Slaas, Heite 103 ⟶ 113

3. Raum und Zeit im Lichte der neuereu Physik von Haus Witte, Seite 26 ⟶ 27.

4. Weltgeseze, Weltgebäude u. Weltentwicklung von Erich Becher, Seite 170 ⟶ 173.

第二章　相對原理在電動學上的困難

（實可見生的試驗）

照着相對原理，凡兩個座標系，假使他們相互的運動，係平行的，係等速的，如此，則所有一切力學上的運動等式，在這兩個座標系中，必會一樣。這個原理，在力學上，係狠適用的。據理論來，他在電動學上，也應當適用。但是，却有許多困難。

我們試觀察兩個平行的座標系，第二個對於第一個，其運動的速度爲 u，其運動的方向，與 x＝軸 相合，如此，則照着舊日力學的換標公式，(一) 當爲

$$x''=x'-ut;\quad y''=y';\quad z''=z' \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

在此等式中

(x'', y'', z'')所表者，爲在第二個座標系中的座標。

(x' y' z')所表者，爲在第一個座標系中的座標。

假使在第一個座標系中，有一個力學等式，其形式爲

$$\varphi(x'\,y'\,z'\,t)=0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2^a)$$

則照相對原理，在第二個座標系中，此力學等式，其形式必爲

(一)換標公式德名 Koordinaten transformation 從夏元瑮君譯，見改造第二卷第八號。

$$F(x'',y'',z'',t)=0\cdots\cdots\cdots\cdots(2_b)$$

這件事，在力學上，是狠尋常的。但是，若要將此理，照樣的應用到電動學上去，那就立刻發生問題了。我們試舉光線傳播律來作個例！

光線傳播律的等式，在任何一個座標系中，當爲

$$x^2+y^2+z^2-c^2t^2=0$$

假使他在K′座標系中，其等式爲

$$x'^2+y'^2+z'^2-c^2t^2=0\cdots\cdots\cdots\cdots(3_a)$$

則照着相對原理，他在K″座標系中，其等式必爲

$$x''^2+y''^2+z''^2-c^2t^2=0\cdots\cdots\cdots\cdots(3_b)$$

但是，這却不可能。在論理上，我們非作下式不可：

$$x'^2+y'^2+z'^2-c^2t^2 \neq x''^2+y''^2+z''^2-c^2t^2\cdots(4)$$

據此看來，力學上的相對原理，似乎不能應用到電動學上去了。因此，光線的傳播，似乎祇有對於一個特殊的座標系，他朝着各方的速度，才是等速的了。因此，在地球上，光線的傳播，其朝着各方的速度，似乎不能一致了。因此，我們在地球上，或者可以尋出這個特殊的座標系了。但是試驗的結果，却大不然。

尋找這個特殊座標系的試驗，在物理上狠多。其中有一個精碻的這就是賣可兒生的試驗。

我們且先說賣可兒生試驗的設備！

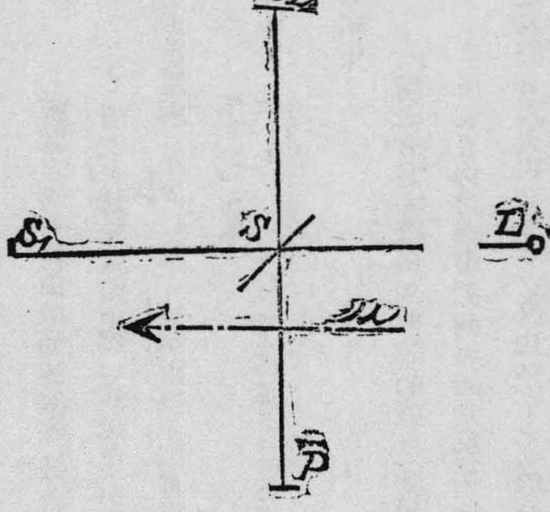
S是一面鏡子，他對於LS_1的角度，爲45°。

S_1也是一面鏡子，他對於S的距離，等於1。

S_2也是一面鏡子，他對於S的距離，也等於1。

P是一個望遠鏡，用來觀察 Interferenz 的。

L是一個光源，他發出的光，爲S析爲兩分。其一分達到S_1，



第二圖

又由S_1反射而回。其一分達到S_2，又由S_2反射而回。此兩種反光相聚，便成 Interferenz 由P可以觀察。

上面說的是賁可兒生試驗的設備，下面再說賁可兒生試驗的理想。

假使我們設想世界上果有『以太』，光線在他裏面傳播的速度，朝着各方，都是等速的。假使我們再設想，我們的地球，他的平進速度，對於『以太』，係與 u 相等的。如此，我們在地球上，便可尋出地球對於『以太』的絕對運動。如此，我們便可以尋出前面所說的那個特殊座標系（即『以太』）而且即用下面的方法。

假使我們令光線傳播的速度，對於『以太』等於 c。假使我們再令光線傳播的速度，對於地球，等於 v。如此，則按照舊日力學的理論，c 一定會等於 v 與 u 之合。以算式表之，則得：

$$c=v+u \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

若以此理應用到 $\overrightarrow{SS_1}$ 及 $\overrightarrow{S_1S}$ 兩線上，則可得下式：

$$\left.\begin{aligned} c&=v_1'+u \\ c&=v_1''-u \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

在此等式中

v_1'所表者，爲光線由S到S_1的速度，（對地球而言。）

v_1''所表者爲光線由S_1到S的速度，（對地球而言。）

若以上理應用到 $\overrightarrow{SS_2}$ 及 $\overrightarrow{S_2S}$ 兩線上，則可得下式：

$$\left.\begin{aligned} c^2&=v_2'^2+u^2 \\ c^2&=v_2''^2+u^2 \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

在此等式中

v_2'所表者，爲光線由S到S_2的速度（對地球而言）

v_2''所表者，爲光線由S_2到S的速度（對地球而言。）

假使我們令光線由$S\longrightarrow S_1$，又由$S_1\longrightarrow S$的時間爲t_1，則據前理，可得：

$$t_1=\frac{1}{v_1'}+\frac{1}{v_1''}=\frac{1}{c-u}+\frac{1}{c+u}=\frac{2l}{c}\left(1-\frac{u^2}{c_2}\right)^{-1} \cdots\cdots (8)$$

假使我們令光線由$S\longrightarrow S_2$，又由$S_2\longrightarrow S$的時間爲t_2，則據同理，可得：

$$t_2=\frac{1}{v_2'}+\frac{1}{v_2''}=\frac{2l}{\sqrt{c^2-u^2}}=\frac{2l}{c}\left(1-\frac{u^2}{c^2}\right)^{-\frac{1}{2}} \cdots\cdots (9)$$

照兩項式定理，t 與 t_2 的值，當爲：