

不穩定星研究在天體演化學上的意義

——蘇聯科學院第四次天體演化學討論會介紹

戴文賽

(南京大學天文系)

天體演化學的研究近年來在蘇聯獲得了重大的發展。天體演化問題愈來愈引起人們的注意。一些科學部門的工作者也希望天體演化學的各種問題能早日得到解決。爲要解決地質學、地球化學、生物學、物理學和天文學中的許多問題，如果缺乏關於地球和太陽以及它們的組成元素的起源的確切觀念，就會遇到無法克服的困難。蘇聯科學院對於天體演化學的研究十分重視，由1951年開始，每年都舉行一次天體演化學討論會，而且在物理學數學部下面成立一個天體演化學委員會，除去把每次討論會的全部發言印成專冊出版外，又出版了不定期的刊物“天體演化學問題”

(已出三期)。第一次討論會於1951年4月16—19日舉行，對O. Ю. 施密特院士所提出的太陽系行星和衛星的起源假說進行了廣泛的討論。1952年5月19—22日舉行第二次討論會，討論B. A. 阿姆巴楚米揚院士所提出的“論恆星和恆星系的起源和演化”的報告。第三次討論會於1953年5月14—15日舉行，專討論宇宙線的起源問題。關於這三次討論會在科學通報和天文學報⁽¹⁾已有一些報道。第四次天體演化學討論會於1954年10月26—29日舉行，討論不穩定星和這種星的研究結果對於解決天體演化學問題所起的作用。中國科學院竺可楨副院長參加了這次討論會，並在會上發了言。他已有一篇報告在科學通報1955年1月號(89—92頁)上面發表。竺可楨副院長帶回來了在這個討論會上的30篇報告的節要。這些節要於去年12月初寄到南京。紫金山天文台天體物理組和南京大學天體物理教研組

立即聯合組織人力，把全部節要譯成中文，互相傳閱，然後於今年1月12日兩組的全體成員開了一整天的會來討論這些節要的內容。最後又把這次討論會的內容分成六個專題，由五個人分頭準備，參考了有關的文獻(一部分報告的內容於討論會之前或之後已在蘇聯科學期刊上發表)，在今年4月10—13日紫金山天文台的學術討論會上報告，並展開討論。本文就是根據我們在南京的天體物理工作者這次集體學習蘇聯的一點心得體會，而對不穩定星的問題和它在天體演化學上的意義作簡要的介紹。

二

甚麼星叫做不穩定星？顧名思義，不穩定星應當是呈現着不穩定狀態的“恆星”。但是全世界各地天文工作者對於“不穩定星”(нестационарные звёзды, non-steady stars 或 non-stable stars)，這個名詞的含義有不同的了解，也就是對這種星所包括的範圍有不同的了解。在蘇聯也是這樣。1954年春普爾柯伐天文台戰後重建新台的開幕典禮時，阿姆巴楚米揚院士在變星問題討論會上的一個報告裏，把“脈動星”、“爆發性變星”和“不穩定星”並列地提出來，並把後者理解爲包括仙王座 μ 型變星、M型變光超巨星、N和S型變光巨星、金牛座T型變星、天鵝座P型星等等的很年青的星。第四次天體演化學討論會以不穩定

(1) 關於第一次討論會參閱科學通報1952年第4期，209—233頁。關於第二次討論會參閱科學通報1953年2月號62—69頁，和天文學報1卷1期83—86頁。關於第三次討論會參閱天文學報3卷1期(即將出版)。

星爲主題，表示採用了這個名詞的更廣泛的含義，它也包括所有的脈動星以及其他類型的變星，包括所有爆發性變星，即新星、超新星等，此外又包括亮度雖然在進行觀測的短時期內（數十年）固定，但光譜特徵表示它們在不斷拋射大量物質的熾熱巨星和超巨星。近距雙星，就是兩個主星相距很近的雙星，也可以列於不穩定星之內，因爲兩個星互相影響，經常有物質在兩子星之間流動，由光譜就可以看出來。

爲甚麼不穩定星的研究對於解決天體的起源和演化的各種問題上有重大意義呢？這是因爲處於不穩定狀態下的星一部分是很年青的星，是剛形成不久的星，其他的也是處於恆星演化的各個階段。由於它們的亮度和光譜常在變化，至少光譜裏有一些明顯的特徵，所以比較容易發現它們，容易把它們從數目大得很多的穩定星區分出來。已發現的一萬多個不穩定星大部分是光度（真亮度，不是視亮度）很大的，即所謂“巨星”、“超巨星”、“早型主序星”，因此離我們很遠的還可以用望遠鏡看到。某些類型的不穩定星，如造父變星，又有所謂“周光關係”這種規律：變光周期愈長，光度愈大。利用這種規律就可以由觀測到的視亮度和變光周期而算出距離來。這對於銀河系和其他星系的結構和空間分佈具有重大的意義。此外，詳細分析不穩定星的光譜，可以推出一系列關於星球內部結構，星球外部的物理情況和化學組成的許多結論來。近距雙星的觀測和研究尤其是提供了極爲豐富的資料。這都說明了不穩定星的研究對於解決天體和天體系統的結構，它們的起源和演化這些基本的，因而是困難的問題具有重要的意義。

必須指出，此處所謂“不穩定”和“變”是相對的。事實上，一切事物都在變化發展着，任何天體也都在不斷地演化着。在短時間內能察覺出亮度在變化的星叫做變星，但所有的星既然都在演化着，因此沒有一個星的亮度能夠永遠保持固定。同樣，不穩定星和穩定星也沒有明顯的界限，目前不穩定的星以後可能發展爲穩定的星，目前穩定的星也可能變成不穩定星。

三

十月革命以前，變星的研究就在俄國開始了。十九世紀末A.A. 別洛波耳斯基研究造父變星

和食變星的光譜，首先發現造父變星的視線速度作周期的變化。同時在莫斯科大学B.K. 切拉斯基也開始變星的照相觀測，孜孜不倦地進行了30年。當時的統治階級對這種工作在設備和工作人員上都不予以幫助。切拉斯基的妻子自願地盡義務地參加這件工作20多年，前後發現了200個以上新的變星。十月革命之後，她才被任命爲正式的工作人員。

在社會主義的蘇聯，各部門的科學工作都受到黨、政府和人民的重視。變星研究工作也逐步地充實和發展起來，特別是這種工作的集體性和計劃性獲得不斷的提 高。1930—1954年專爲變星工作而召開的會議就有11次之多。1928年在高爾基城出版“變星”期刊，到偉大的衛國戰爭開始時就已經出了60期，登載了500篇由50個人執筆的對於2,000個以上的變星的50,000次觀測的結果，其中約700個是新發現的變星。這個刊物在戰後又繼續出版。在蘇聯科學院天文委員會之下成立了一個變星研究中央委員會，領導全蘇的變星工作，由被稱爲“俄羅斯變星之父”的老天文家C.H. 勃拉日哥任主席。1936年決定研究全天空亮度最大時比12等亮的所有還沒有研究過的變星，把全天空分做176個差不多一樣大的區域，分配給各天文台和一些個人。這個計劃得到國際天文協會的贊同，有些蘇聯以外的天文工作者和業餘天文愛好者也參加工作。

從1927年開始，柏林·巴貝斯堡天文台每年出版一本變星表，出到1943年便停了。第一本包括2,906個變星，1943年那一本包括9,476個。由於蘇聯天文家在變星研究上的卓越成就，莫斯科大学史天堡天文研究所的庫卡金教授和巴連拿果教授戰後受國際天文協會的委託，於1948年編出了一本“變星總表”，以後每年出一本補充的表，到1954年爲止，各種變星的總數已超過13,000。目前莫斯科已成爲全世界變星研究的中心了。

蘇聯的天文工作者不只在變星觀測資料的累積上作出了重大的貢獻，對於觀測資料的詳盡的深入的分析方面還做出了更重要的貢獻，特別是在由觀測資料分析結果而得出對天體演化問題有重大意義的結論時表現出他們工作的優越性來。這是因爲他們運用了辯證唯物主義的觀點、方法，

通过表面現象而看到事物的本質，看到現象的內在原因。資產階級學者一遇到自然科学中最基本的最具原則性的問題時，便顯得軟弱無力，有時候則提出一些荒誕無稽的假說來。1952年國際天文協會開第八屆大會時，關於恆星演化問題的討論會就是由阿姆巴楚米揚擔任主席並宣讀主要的報告。今年8月底國際天文協會將在愛爾蘭開第九屆大會，會中將舉行兩個大型的討論會，其中一個就是以不穩定星為主題，由一個三人小組負責籌備，小組的召集人就是阿姆巴楚米揚。

按照變星總表，變星被分為二十多類，大部分可以歸納為三大類。

第一大類是“光學變星”或“幾何變星”，它們固有的亮度並不變，只是由於某種幾何原因才顯得有視亮度的變化。“食變星”（也叫“食雙星”）就屬於這一大類。當近距雙星互相繞轉的軌道平面的法線和視線的交角接近90度時，兩個子星由於互相遮掩（交食）便產生變光現象。兩個子星相距很近，離開地球則非常遠，所以不交食時我們仍然未能看到兩個星，而是把兩個星看做一個星。這種變星已經發現2,400多個。還有200多個“獵戶座星雲型變星”也屬於這一大類，它們被星雲包圍着，或者有星雲在它們和觀測者之間，星雲的厚度或密度或吸收本領的變化都可以引起星的視亮度的變化。

第二大類總稱為“大序”變星，共有8,000個以上，包括短周期造父變星（也稱為“星團造父變星”，有2,100個）、長周期造父變星（500多個，典型星是仙王座 δ 星，這個星我國古名是“造父一”，所以才叫“造父變星”）、金牛座RV型變星（80個）、鯨魚座O型的長周期變星（3,000個）、半規則變星（700個）和不規則變星（1,300個）。它們有兩個共同的特性：第一是“周譜關係”，周期愈長，光譜型愈晚（即表面溫度愈低）；第二是它們的變光原因可能都是由於“脈動”，有時候膨脹，有時候收縮。

第三大類總稱為“爆發變星”共270個，包括超新星（9個），新星（120多），再發新星（7個），假新星，即類似新星的變星（30個），双子座U型星（100個），鯨魚座UV型變星（9個）。

這三大類之外還有1,200多其他類型的變星，包括1,000個光變幅小於2.5星等，物理性質還未

充分研究的長周期變星，和160個稱為金牛座T型變星的一種對天體演化學很重要的變星。

對於上述各類變星以及不列入變星表內的各種不穩定星，我們都想知道他們的“形態特性”、“空間特性”和“運動特性”，由這些特性的分析就可以推出各類不穩定星在星系結構裏所佔的地位，它們處於星體演化的哪一個階段，因此也就可以進一步推出星和星系的起源和演化。

形態特性指的是星的質量、體積、光度、溫度、光變曲線的形狀、光譜及其變化等。形態特性實際上是反映了物理特性，光度變化和光譜變化都是由內在的物理原因所引起的。

空間特性就是空間分佈。庫卡金按照空間分佈而把各類恆星分別歸入銀河系（或其他星系）的三種“次系”（Подсистема）的一種。三種次系是扁平次系、中介次系和球狀次系。如果某一類的星集中在銀道面兩旁，形成了一個很扁的旋轉橢球體的話，則稱為扁平次系。如果星分佈的範圍很大，形成一個中心在銀道面上的大圓球，則稱為球狀次系。介於這兩者之間的稱為中介次系。但是對於“次系”這個名詞的含義，各地天文工作者的了解不完全一樣，因而引起了一些混亂。為了消除這種情況，庫卡金在第四次天體演化學討論會上建議今後把“次系”了解為物理特性相同的天體的集合，例如“新星次系”、“行星狀星雲次系”，而以“子系”（Составляющая）代替以前所了解的“次系”，若天體的空間分佈為球狀，就稱為“球狀子系”。“次系”決定於天體的形態特性。“子系”則決定於空間特性和運動特性。

運動特性指的是某一次系的星當為一個集體的運動速度和方向，以及集體內成員的速度彌散度。巴連拿果計算出：對於太陽而言，扁平子系裏的星的運動速度不大，平均不到每秒20公里；中介子系的星對太陽而言的運動速度平均每秒31公里，球狀子系每秒138公里。

短周期造父變星全部屬於球狀子系。大部分的長周期造父變星，約500個，屬於扁平子系。但是小部分的長周期造父變星，約50個，典型星為室女座W星，則屬於球狀子系。這兩類的長周期造父變星具有不同的形態特性：它們的周光曲線和周譜曲線都不一樣，室女W型的長周期造父變星的光度比另一類小1.5星等，周期都在從15

天到 18 天的範圍內，在光增強時光譜中有氫發射線出現，變光曲線的形狀和另一類也不一樣。

鯨魚座 O 型的長周期變星也有類似的情況：這一類變星極大部分屬於中介子系，但周期在從 150 天到 200 天的範圍內的長周期變星，約 300 個，則屬於球狀子系。庫卡金詳細研究了長周期變星的形態特性和空間特性，認為它們都是年青的星，年齡不超過 100 萬年，因為它們在空間的分佈有成窩（聚成一團一團）傾向，光最強時光度都很大，光譜中有發射線。球狀子系裏既然也有長周期變星，這表示星的形成過程在球狀子系裏也在進行着，而不限於扁平子系和中介子系。屬於中介子系的長周期變星中間也有很大的差異：變光曲線形狀不同的星具有不同的空間分佈。⁽¹⁾

屬於扁平子系的還有超新星、O 型星、B 型星、疏散星團這些次系，屬於中介子系的還有新星、金牛座 RV 型星、行星狀星雲、白矮星、R、N、S 型星等等，屬於球狀子系的還有亞矮星。

各個子系都是銀河系的組成部分，互相套在一起。關於次系和子系的資料都是解決天體和天體系統的起源和演化問題的重要線索。

五

大序變星變光原因是脈動，脈動的原因又是甚麼呢？光最強應當在星收縮到最小的時候，也就是在溫度最高的時候，但觀測結果對於造父變星光最強是在星收縮到最小之後再過四分之一周期的時候，對於長周期變星，由光譜內吸收線所得出的視線速度表示，情況正好相反，光最強是在星收縮到最小之前四分之一周期的時候。這個著名的‘四分之一位相差’應如何解釋，是一個懸而未決的問題。

在第四次天體演化學討論會上有三篇報告談到這個問題。Л. Э. 古列維奇和 А. И. 列別金斯基認為光度和視線速度的位相差只和變星大氣外層的速度分佈有關，如果速度很快地向外減小就得到造父變星的位相差，在相反的情況下就得到長周期變星的位相差。

傅朗克·卡孟涅茲基（Франк-Каменецкий）認為應當把脈動看做位移振動和矯振動的結合。他用理論方法推出，位移振動可以用“位相”相差 90

度的兩部分的和來表示，兩部分的振幅隨離恆星表面的距離而變。他所推出的亮度振幅和變光周期的關係式，和巴連拿哥以及庫卡金所得到的經驗公式相似。⁽²⁾

С. А. 捷瓦金（Жовакин）提出了另一種解釋大序變星的光度變化的新學說。⁽³⁾ 他認為在恆星表面下的一層氫的臨界二次電離區，由於對經過它的輻射流量的‘活塞’作用便產生了“負耗散”（就是能量的積貯），抵消星內部的熱耗散，而維持自振動。星收縮時，這一區的不透明性增加，因此經過它的輻射被吸收了；星膨脹時，該區讓較多的輻射通過。因此該區起了熱力機的作用，把輻射流的能量變成爲星振動的機械能。但要得到足夠的負耗散，振動須具有一定的“非絕熱性”，即氫二次電離區必須位於星內一定的深度，若離星面太遠就不能造成足夠的負耗散來維持自振動。若電離區達到一定的深度，就產生了振動，而且得到對於造父變星所觀測到的四分之一位相差。若深度更大就得到在長周期變星上所觀測到的相反的位相差。若介於上述兩種情況之間，則亮度振幅和位相差都不穩定，半規則變星和不規則變星的情況正是這樣。大序變星按照光譜型由 A 到 M 時，表面重力加速度逐漸減小，氫的臨界二次電離區在星內愈來愈深的地方。先是造父變星（AO—G6），再來是半規則變星和不規則變星（G5, M3—M4），最後是鯨魚座 O 型的長周期變星（M3—M8, S, N）。理論分析可以說明各類變星在光譜光度圖上的分佈情況。

六

新星爆發的原因是第四次天體演化學討論會裏的一個重點。在会上對此問題發言的人多認為不能把星內部原子核反應的突然加劇當爲新星爆發的原因，С. А. 卡普蘭（Каплан）由爆裂波的阻尼的討論說明了這一點。新星爆發較可能的原因是星內部結構的大調整，或者由於星內部從輻射

(1) 參閱天文學期刊（Астрономический Журнал）31 卷，第 6 期，489 頁，1954。

(2) 參考“蘇聯科學院報告”第 80 卷，185 頁，1951，第 86 卷，897 頁，1952，第 99 卷，41 頁，1954。

(3) 參考“天文學期刊”第 30 卷，161 頁，1953，第 31 卷，141 頁，335 頁，1954。

平衡狀態轉變到對流平衡狀態，或者由於星的對流核內氫用完了，都變成氦了。內部爆炸以駭波的形式傳到外部，外部物質流的相互作用以及選擇性輻射壓力的作用引到了複雜的移動氣層的形成。如果爆炸是由於對流核內化學成分的調整，則兩次爆炸的時間間隔將隨星的質量的增加而減短。

駭波通過具有磁場的物質時，在駭波之後，磁場加強很多，流體的不規則流動減低了磁場的規律性，形成了被擾亂的磁場。這種被擾亂的磁場進一步擾亂了流體的運動，因而大大地增加了星的不穩定性。這使荷電粒子加速，而引到了原宇宙線的產生。

超新星、新星、佛耳夫·拉葉星，以及太陽上的活動區域都是原宇宙線的可能來源。相對論性的電子（速度接近光速的電子）的“阻尼輻射”是一種可能的機構。

以前天文工作者認為佛耳夫·拉葉星光譜裏很寬的發射帶可以解釋為這種星在不斷地、球狀對稱地拋射着物質。在這次討論會上，И. М. 哥頓（Гордон）等人提出一些事實來證明這種舊的看法不對。更可能的是在這種星上面有類似日珥的爆發活動，但規模和強烈程度比太陽上面的大得多。

Г. А. 沙因（Шайн）院士根據他幾年來對於瀰漫星雲的大量觀測和分析的結果，認為瀰漫星雲不是佛耳夫·拉葉星和其他熾熱巨星拋射物質的產物，而可能和星協同時形成。

七

有兩種不穩定星最近受到很大的注意。一種是金牛座T型變星，另一種是鯨魚座UV型變星。金牛座T型變星的光度並不大，是主序星或亞巨星，但是光譜和它的變化很特殊。光譜中除去吸收綫之外，還有氫和金屬（鈣、鐵、鈦、鉻等）所生的很寬的發射綫，有時候也有氦發射綫。已發現的金牛T型星屬於各個不同的光譜型，包括O、B、A型。它們總是成羣出現，組成T星協。它們常和星雲在一起，包括暗星雲和彗形星雲。它們是很年青的星，亮度變化不規則，有時候和光譜的變化配合不起來。還有很值得注意的一點，就是有時候當金牛T型星發亮時，光譜中出現了

很强的連續發射，強到把吸收綫都蓋起來。這使得阿爾巴楚米揚院士認為引起這種連續發射的能量是在星的外部產生的。

和金牛T型星有類似地方的是鯨魚座UV型變星。這種星有時候突然發亮，發亮的時間很短，從幾十秒鐘到幾十分鐘，然後又恢復本來的亮度。鯨魚座UV星這個典型星在1948年就發亮了三次，在1952年發亮了四次（8月23日，9月17日，9月25日，10月29日），亮度增加1等到5等（就是光增強2.5倍到100倍）。它是一個M5型的矮星。離開地球最近的半人馬座比鄰星也是一個鯨魚座UV型星。目前變星表內雖然只列出了9個，實際的數目一定遠遠大於9個。要發現它們需要經常觀測，但全世界天文工作者的總數並不多。

鯨魚座UV型星發亮時，光譜中也出現了很强的連續發射，把吸收綫蓋起來。阿爾巴楚米揚便提出了一個大膽的假說，謂恆星都是由“星前物質”形成。這種星前物質的性質還不清楚，但他認為很可能是密度極大而且具有放射性的。這種物質由年青恆星的核心噴射到外部時便引起了如上所述在金牛T型星和鯨魚UV型星上面所觀測到的不穩定現象。這種物質到了星的外層就可以由於蛻變而放出能量，這能量可以轉變為輻射能、電離能和激發能，以及連續發射的能量。如果在光球深處釋放能量，則只使溫度輻射增強，光譜並不改變多少；如果在光球外層釋放能量，則可以產生發射譜綫；如果在反變層或色球內層釋放能量，則在連續發射上面仍有吸收綫，也可能激發氫和其他的發射綫；如果在色球外層或者更外面釋放能量，則所產生的連續發射就把吸收綫都蓋住了。

最近在許多S型星上面發現了鋇（Tc，原子序數43），這是一種放射性元素，半衰期 10^5 年，所以在數十萬年內應當消失到不夠來生出譜綫。在星的內部或表面由他種元素（如鐵或鉍）來形成鋇的條件是不存在的。S型星從其他的表現也證明是年青的。這給阿爾巴楚米揚的看法以有力的支持。他認為太陽上的色球爆發（也叫“耀斑”）和射電爆發也可以用同一個假說來說明。最近發現太陽表面也有鋇，因此也有蛻變過程在進行着。這也可以說明為甚麼太陽上面有鋰、鉍和重氫存

在。

阿·巴·楚米揚的看法在討論會上引起了熱烈的討論。有七八位參加會的科學家批評他的看法，指出他的假說裏的缺點。但如竺可楨副院長在他的報告中所說的，阿·巴·楚米揚很謙虛地接受批評，但最後仍認為他自己的論點是正確的。

八

我們在南京的天體物理學工作者這次集體地學習蘇聯科學院第四次天體演化學討論會的文件，雖然只看到36篇報告中的30篇的節要，却已看出這個討論會的內容是非常豐富的。像這樣有組織有計劃地對天體演化這種最基本的自然科學問題廣泛地深入地進行研究，而且每年一次召開全國性會議來對已獲得的研究成果或研究中遇

到的難題展開討論，同志般地互相批評互相啓發，這在世界學術史上是空前的。蘇聯天文工作者在戰無不勝的馬克思列寧主義理論的指導下，對這個自然科學裏的一個頑固堡壘發動進攻，勇敢地否定過去錯誤的假說，不斷地尋找通往目標的新途徑，不是單獨作戰，而是和物理學、數學、地質學、化學等方面的工作者協力作戰，使得蘇聯科學在天體演化學方面的成就遠遠超過資產階級國家。這對於我國各方面的科學工作者是一個榜樣。

由於我們的學術水平和政治理論水平都很低，學習蘇聯只是正在開始，對於第四次天體演化學討論會的內容和精神一定領會得非常不夠，這篇報道也一定有不正確的地方。請讀者指正錯誤。

相對論討論的總結

蘇聯“哲學問題”編輯部

一

自從現代物理學的最重要的理論之一，著名的“相對論”建立以來，已將近五十年了。然而，圍繞着這個理論不僅一直進行着哲學的論爭，而且甚至直到現在它的物理內容仍受到激烈的抨擊。

像任何近代自然科學的偉大發現一樣，相對論激起了唯物主義和唯心主義之間的尖銳鬥爭。

“物理學的”唯心主義者以主觀主義的精神解釋相對論，這是和他們否認作為客觀實在的物質，從而否認作為運動着的物質的基本存在形式的空間和時間的客觀性直接關聯着的。主觀主義的一種表現是企圖把相對論所研究的物理關係解釋作不是客觀實在的，而僅僅是不真實的、空幻的。“物理學的”唯心主義者對相對論對象本身的這些理解是和他們剝奪相對論定律的客觀內容完全相適應的。對於“物理學的”唯心主義者，這些定律祇是對物理量“測量方案”的純粹約定的協議的產物，特別是對空間上分隔的事件的同時性的“測

量方案”的協議產物。唯心主義者認為，科學的規律並不是客觀地與觀察者的測量無關地存在着的。唯心主義者斷言，研究者並不是發現科學的規律，他是為了整理自己的感覺而創造科學的規律。

相反地，辯證唯物主義從如下的認識出發：我們周圍的世界是運動着的物質，它的運動是在空間和時間裏發生的，並表現着嚴密的規律性。與此相適應，辯證唯物主義把空間和時間看作是物質存在的客觀形式，和運動的物質有着有机的聯系，並為它所制約。由此，得出兩個極重要的結論。首先，作為運動的物質的基本存在形式的空間和時間應該是和物質的運動不可分割地聯系着的。其次，它們既是同一物質內容的兩個不同的形式，它們就應該不僅依賴於物質的運動，而且还作為單一存在所具的不同形態而自身相互聯系。唯物主義物理學家把相對論的定律解釋為運動速度可和光速相比較時所顯現的物質現象的客觀必然聯系的反映，這種聯系是脫離並且不依賴於主觀意識以及觀察者對測量操作的協議而在事