'''伽利略變換'''是[[經典力學]]中用以在兩個只以均速相對移動的[[參考系]]之間變換的方法，屬於一種被動態變換。以下一些直觀上明顯成立的公式在物體以接近[[光速]]運動時就會瓦解，這是[[狹義相對論|相對論]]性效應造成的。

[[伽利略·伽利萊]]在解釋均速運動時制定了這一套概念。<ref>Galileo 1638 ''Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, intorno á due nuoue scienze'' '''191''' - '''196''', published by [[Lowys Elzevir]] ([[Louis Elsevier]]), Leiden, or ''[[Two New Sciences]]'', English translation by [[Henry Crew]] and [[Alfonso de Salvio]] 1914, reprinted on pages 515-520 of ''On the Shoulders of Giants'': The Great Works of Physics and Astronomy. [[Stephen Hawking]], ed. 2002 ISBN 0-7624-1348-4</ref>他用其解釋[[球體]]滾下[[斜面]]這一力學問題，並測量出[[地球]]表面[[引力]][[加速度]]的數值。

==平移==

[[Image:Standard conf.png|right|thumb|300px|伽利略變換示意圖]]

伽利略變換建基於人們加減物體速度的直覺。在其核心，伽利略變換假設時間和空間是[[絕對同時|絕對]]的。

這項假設在[[洛伦兹变换]]中被捨棄，因此就算在[[狹義相對論|相對論]]性速度下，洛伦兹变换也是成立的；而伽利略變換則是洛伦兹变换的低速近似值。

以下為伽利略變換的數學表達式，其中{{nowrap|1=(''x'',''y'',''z'',''t'')}}和{{nowrap|1=(''x''′,''y''′,''z''′,''t''′)}}分別為同一個事件在兩個坐標系S和S'中的坐標。兩個坐標系以相對均速運行（[[速度]]為''v''），運行方向為{{nowrap|1=''x''和''x''′}}，原點在時間為t=t'=0時重合。

<ref>{{citation

|title=Basic relativity

|first1=Richard A.

|last1=Mould

|publisher=Springer-Verla

|year=2002

|isbn=0-387-95210-1

|url=http://books.google.com/?id=lfGE-wyJYIUC&pg=PA42}}, [http://books.google.be/books?id=lfGE-wyJYIUC&pg=PA42 Chapter 2 §2.6, p. 42]</ref>

<ref>{{citation

|title=Physics for Scientists and Engineers, Volume 2

|first1=Lawrence S.

|last1=Lerner

|publisher=Jones and Bertlett Publishers, Inc

|year=1996

|isbn=0-7637-0460-1

|url=http://books.google.com/?id=B8K\_ym9rS6UC&pg=PA1047}}, [http://books.google.be/books?id=B8K\_ym9rS6UC&pg=PA1047 Chapter 38 §38.2, p. 1046,1047]</ref>

<ref>{{citation

|title=Principles of Physics: A Calculus-based Text, Fourth Edition

|first1=Raymond A.

|last1=Serway

|first2=John W.

|last2=Jewett

|publisher=Brooks/Cole - Thomson Learning

|year=2006

|isbn=0-534-49143-X

|url=http://books.google.com/?id=1DZz341Pp50C&pg=PA261}}, [http://books.google.be/books?id=1DZz341Pp50C&pg=PA261 Chapter 9 §9.1, p. 261]</ref>

<ref>{{citation

|title=Relativity and Its Roots

|first1=Banesh

|last1=Hoffmann

|publisher=Scientific American Books

|year=1983

|isbn=0-486-40676-8

|url=http://books.google.com/?id=JokgnS1JtmMC&pg=PA83}}, [http://books.google.be/books?id=JokgnS1JtmMC&pg=PA83 Chapter 5, p. 83]</ref>

:<math>x'=x-vt\,</math>

:<math>y'=y \,</math>

:<math>z'=z \,</math>

:<math>t'=t \,</math>

最後一條方程式意味著時間是不受觀測者的相對運動影響的。

利用[[線性代數]]的術語來說，這種變換是個[[錯切]]，是矩陣對向量進行變換的一個過程。當參考系只沿著''x''軸移動時，伽利略變換只作用於兩個分量：

:<math>(x', t') = (x,t) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\-v & 1 \end{pmatrix}.</math>

雖然在伽利略變換中沒有必要用到矩陣表達法，但是用了矩陣就可以和狹義相對論中的變換法進行比較。

==三種伽利略變換==

[[Image:Galilean transform of world line.gif|right|framed|沿著一個加速中觀測者的[[世界線]]所看到的[[時空]]。<br><br>縱軸為時間，橫軸為距離，虛線為觀測者在時空中的軌跡。圖的下半部是已經發生了的事件，上半部則是未來的事件。圖中小點為時空中的事件。<br><br>世界線的斜率為觀測者的相對速率。注意觀測者在加速時所看到的時空會進行[[錯切]]。]]

伽利略變換可以唯一寫成由時空的旋轉、平移和均速運動[[複合函數|複合]]而成的函數。<ref name="mmcm">{{cite book|last1=Arnold|first1=V. I.|title=Mathematical Methods of Classical Mechanics|publisher=Springer-Verlag|year=1989|edition=2|isbn=0-387-96890-3|page=6|url=http://www.springer.com/mathematics/analysis/book/978-0-387-96890-2}}</ref>設'''x'''為三維空間中的一點，''t''為一維時間中的一點。時空當中的任何一點可以表達為[[有序對]]('''x''',''t'')。速度為'''v'''的均速運動表達為<math>(\bold{x},t) \mapsto (\bold{x}+t\bold{v},t)</math>，其中'''v'''在'''R'''<sup>3</sup>內。平移表達為<math>(\bold{x},t) \mapsto (\bold{x}+\bold{a},t+b)</math>，其中'''a'''在'''R'''<sup>3</sup>內，''b''在'''R'''內。旋轉表達為<math>(\bold{x},t) \mapsto (G\bold{x},t)</math>，其中{{nowrap|1=''G'' : '''R'''<sup>3</sup> → '''R'''<sup>3</sup>}}為某[[正交變換]]。<ref name="mmcm"/>作為一個[[李群]]，伽利略變換的維度為10。<ref name="mmcm"/>

==伽利略群的中心擴張==

這裡我們只考慮[[伽利略群]]的[[李代數]]。結果能夠輕易延伸到[[李群]]。L的李代數由H、P<sub>i</sub>、C<sub>i</sub>和L<sub>ij</sub>[[線性生成空間|張成]]（[[反對稱張量]]），並能夠受[[交換子]]的作用，其中

:<math>[H,P\_i]=0 \,\!</math>

:<math>[P\_i,P\_j]=0 \,\!</math>

:<math>[L\_{ij},H]=0 \,\!</math>

:<math>[C\_i,C\_j]=0 \,\!</math>

:<math>[L\_{ij},L\_{kl}]=i [\delta\_{ik}L\_{jl}-\delta\_{il}L\_{jk}-\delta\_{jk}L\_{il}+\delta\_{jl}L\_{ik}] \,\!</math>

:<math>[L\_{ij},P\_k]=i[\delta\_{ik}P\_j-\delta\_{jk}P\_i] \,\!</math>

:<math>[L\_{ij},C\_k]=i[\delta\_{ik}C\_j-\delta\_{jk}C\_i] \,\!</math>

:<math>[C\_i,H]=i P\_i \,\!</math>

:<math>[C\_i,P\_j]=0 \,\!.</math>

H為時間平移的生成元（[[哈密顿算符]]），P<sub>i</sub>為平移的生成元（[[動量算符]]），C<sub>i</sub>為伽利略變換的生成元，而L<sub>ij</sub>為旋轉的生成元（[[角動量算符]]）。

現在我們可以對H'、P'<sub>i</sub>、C'<sub>i</sub>、L'<sub>ij</sub>（反對稱張量）、M所張成的李群進行中心擴張，使得M與一切都[[可交換]]（位於[[中心 (群论)|中心]]，「中心擴張」因此得名）：

:<math>[H',P'\_i]=0 \,\!</math>

:<math>[P'\_i,P'\_j]=0 \,\!</math>

:<math>[L'\_{ij},H']=0 \,\!</math>

:<math>[C'\_i,C'\_j]=0 \,\!</math>

:<math>[L'\_{ij},L'\_{kl}]=i [\delta\_{ik}L'\_{jl}-\delta\_{il}L'\_{jk}-\delta\_{jk}L'\_{il}+\delta\_{jl}L'\_{ik}] \,\!</math>

:<math>[L'\_{ij},P'\_k]=i[\delta\_{ik}P'\_j-\delta\_{jk}P'\_i] \,\!</math>

:<math>[L'\_{ij},C'\_k]=i[\delta\_{ik}C'\_j-\delta\_{jk}C'\_i] \,\!</math>

:<math>[C'\_i,H']=i P'\_i \,\!</math>

:<math>[C'\_i,P'\_j]=i M\delta\_{ij} \,\!</math>

==參見==

\*[[洛伦兹群]]

\*[[龐加萊群]]

==備註==

{{Reflist}}

[[Category:理論物理]]

[[Category:經典力學]]

[[ar:تحويل جاليليو]]

[[be:Прынцып адноснасці Галілея]]

[[ca:Transformació de Galileu]]

[[cs:Galileovy transformace]]

[[da:Galilei-transformation]]

[[de:Galilei-Transformation]]

[[et:Galilei teisendus]]

[[el:Μετασχηματισμοί Γαλιλαίου]]

[[es:Transformación de Galileo]]

[[fa:ترادیسی‌های گالیله]]

[[fr:Transformations de Galilée]]

[[gl:Transformación de Galileo]]

[[ko:갈릴레이 변환]]

[[it:Trasformazione galileiana]]

[[he:טרנספורמציית גליליי]]

[[kk:Галилей салыстырмалылық принципі]]

[[hu:Galilei-transzformáció]]

[[ja:ガリレイ変換]]

[[pl:Transformacja Galileusza]]

[[pt:Transformação de Galileu]]

[[ru:Преобразования Галилея]]

[[sk:Galileiho transformácie]]

[[sl:Galilejeva transformacija]]

[[sv:Galileitransformation]]

[[uk:Перетворення Галілея]]