

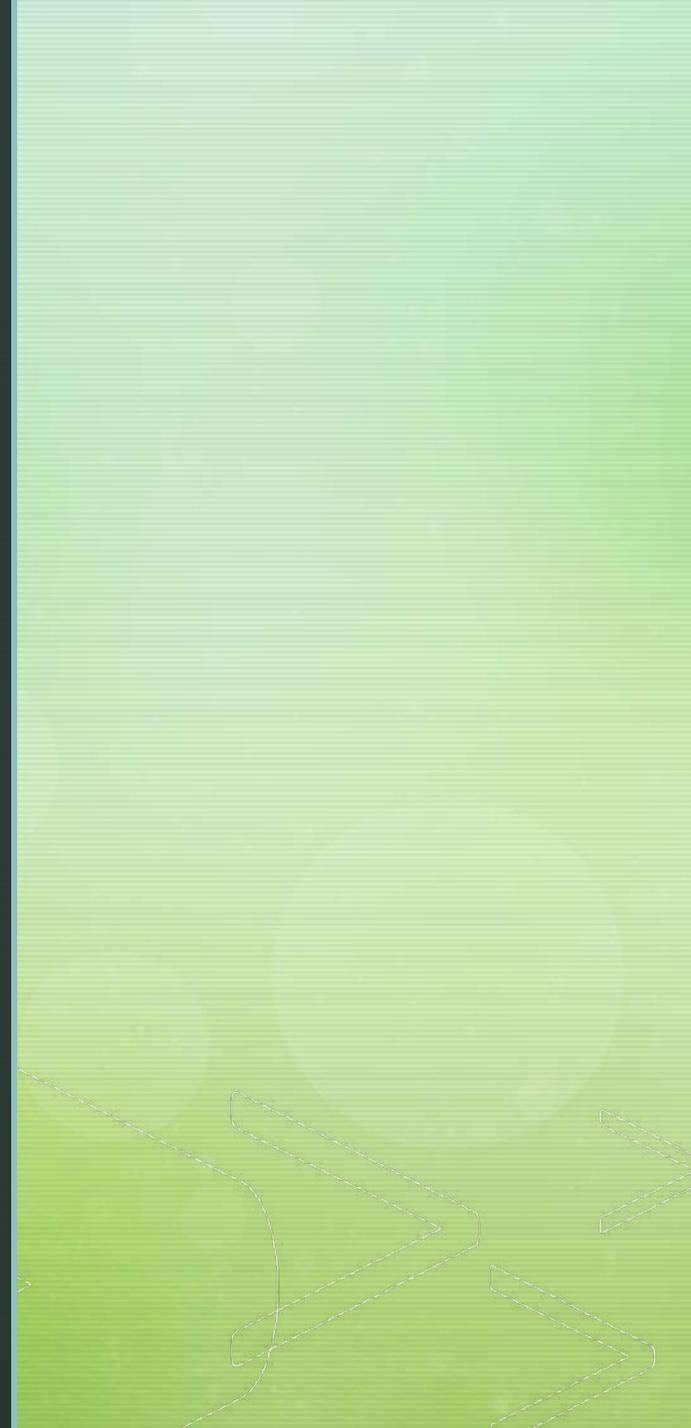
PHI-6346 A21

Jonathan Simon

Séance 2



Gauche et droit



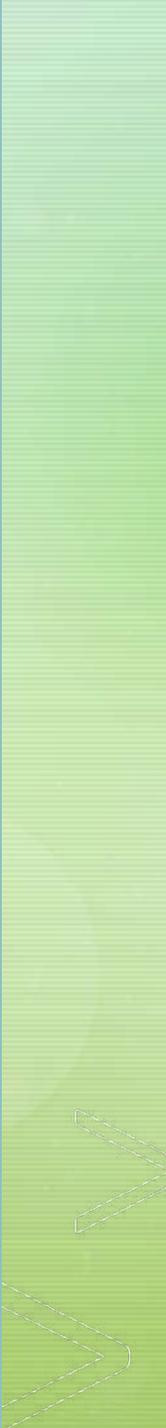


Plan du jour

- 1) Plus sur le débat standard substantivisme / relationnisme
 - 2) L'argument des "mains" de Kant
 - 3) Orientation spatiale : Qu'est-ce que c'est ?
 - 4) Réponses à Kant
 - 5) La version contemporaine : les violations de parité en QFT
- 



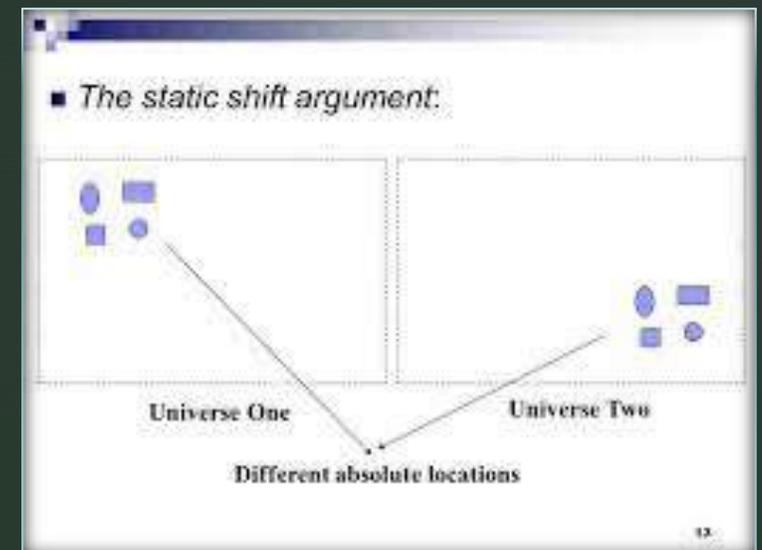
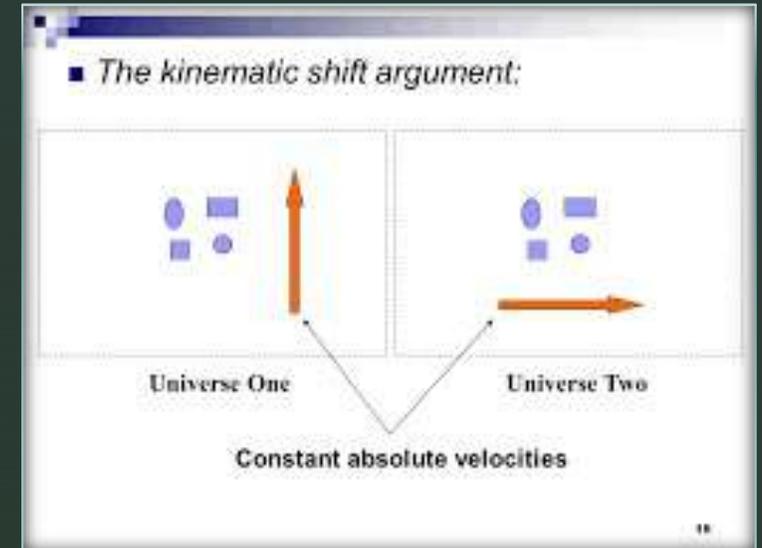
Newton, Leibniz, néo-newtoniens et néo-leibniziens



Neo-newton, Neo-Leibniz

PII : étant donné deux mondes possibles qui ne diffèrent que par les décalages décrits, aucune caractéristique observable ne les distingue.

PRS : étant donné les deux mondes qui ne diffèrent que par les décalages décrits, rien ne peut expliquer pourquoi nous sommes dans l'un plutôt que dans l'autre.



Neo-newton, Neo-leibniz

- Cela ressemble à des arguments contre le substantivisme newtonien, pour le relationalisme leibnizien. Mais ce sont aussi des arguments contre le relationalisme newtonien :

- Le relationalisme leibnizienne
 - relations de distance spatiale entre des corps (événements) à un moment donné + relations de distance temporelle entre des événements à des moments différents.

- Le relationalisme newtonien:
 - Cela + *des relations de distance spatiale entre des événements (corps) à des moments différents*



- Le relationniste newtonien n'a pas besoin de distance absolue, mais il a toujours une vitesse absolue (taux de changement de l'espace / taux de changement du temps).

- Une amélioration ? Peut-être :
- Maudlin souligne qu'une version du PII (le principe de l'identité des indiscernables d'observation) échoue contre le déplacement statique : puisque nous pouvons visuellement, indexicalement distinguer "ici" de "là", d'autre part, nous pouvons formuler le déplacement cinématique en termes entièrement généraux / qualitatifs.



- À noter: Il existe une deuxième stratégie pour échapper au décalage statique :
- Nier que les points de l'espace-temps puissent être réidentifiés d'un monde à l'autre (soutenir qu'ils ont des contreparties, mais qu'ils n'ont pas d'identité trans-monde).





- Cette deuxième stratégie peut sembler trop forte, car si vous l'utilisez, vous semblez perdre la capacité d'expliquer les effets inertiels (rappelez-vous, le seau, les deux sphères).



- 
- Cependant, il existe une autre manœuvre qui permet de conserver le substantivisme, et de conserver une explication des effets inertiels, tout en échappant aux deux arguments de décalage. (substantialisme neo-newtonien)



- De manière générale, la question est la suivante : quelle structure géométrique est inhérente à l'espace-temps ? Il existe différentes conceptions mathématiques de la structure.



- 
- Disons que vous disposez d'un ensemble d'objets mathématiques précisément définis qui servent de modèles. Vous pouvez alors distinguer les transformations entre ces objets qui vous intéressent, et celles qui ne vous intéressent pas.
 - Prenez tous les objets qui ne diffèrent les uns des autres que par les transformations dont vous ne vous souciez pas, et appelez-les une classe d'équivalence.
- 

- 
- Vous obtenez alors une notion de structure en spécifiant simplement dans quelle classe d'équivalence se trouve votre objet.
 - (En topologie, par exemple, tous les objets qui peuvent être transformés les uns dans les autres en tirant, étirant ou pliant sont dans la même classe, mais les objets qui ne peuvent être transformés les uns dans les autres qu'en coupant ou en perçant des trous sont dans des classes différentes... la structure topologique spécifie en fait combien de trous ou de coupures un objet possède).



- (ceci est lié à la notion de symétries d'une théorie, sur laquelle nous reviendrons plus loin. Mais ici je parle de la structure d'un objet...)...

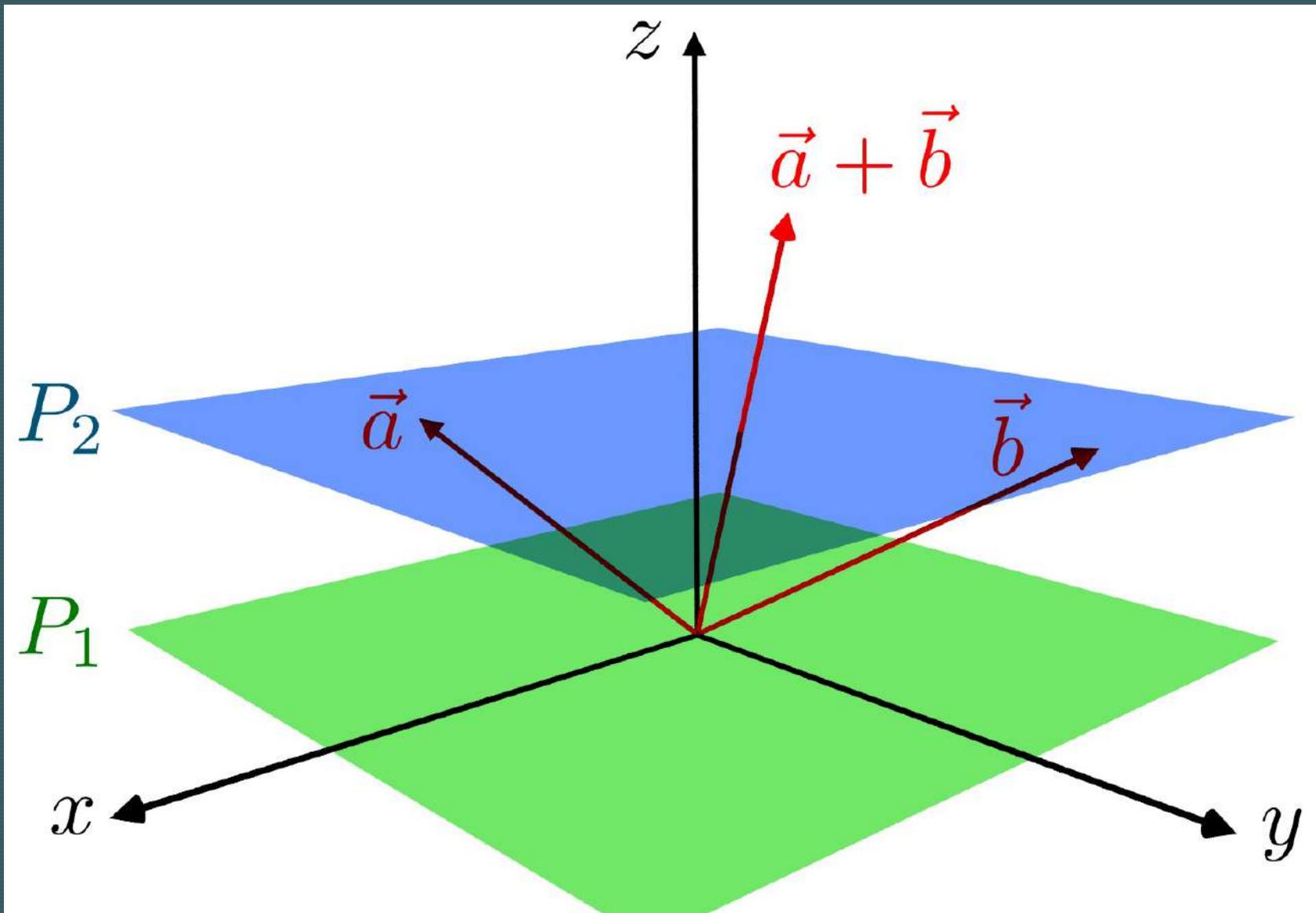


- 
- L'idée est donc que nous pouvons considérer l'espace comme un objet, tout en ayant une grande flexibilité sur sa structure. (bien qu'il y ait des questions sur l'abstraction ici : quelles formes de structure sont simplement des abstractions, et donc incomplètes lorsqu'elles sont appliquées à des objets physiques concrets ? Un espace peut-il simplement avoir une structure topologique, sans avoir également une structure métrique ?

- 
- L'idée est donc que nous pouvons considérer l'espace comme un objet, tout en ayant une grande flexibilité sur sa structure. (bien qu'il y ait des questions sur l'abstraction ici : quelles formes de structure sont simplement des abstractions, et donc incomplètes lorsqu'elles sont appliquées à des objets physiques concrets ? Un espace peut-il simplement avoir une structure topologique, sans avoir également une structure métrique ?



- L'application pertinente de cette idée : L'espace-temps néo-newtonien (Machian) :
- Vous conservez une structure métrique dans les hypersurfaces spatiales (coupes 3D de l'espace-temps qui représentent le monde à un moment donné) et tout ce que vous ajoutez à travers le temps est une connexion affine, une connexion qui indique dans quelle mesure un chemin à travers l'espace-temps implique une accélération (une ligne droite signifie une vitesse constante).





- On peut alors être d'accord avec Leibniz sur le décalage cinématique : les deux mondes reliés par un tel décalage sont identiques.





- Et on peut conserver cette structure affine tout en niant que les points puissent être ré-identifiés à travers les mondes, ce qui permet d'échapper aux deux arguments de décalage...





- Il y aura plus à dire dans le contexte de la relativité générale (et ci-dessous) mais c'est l'histoire pour l'instant....

- 
- Un dernier point (Dasgupta) :
 - Si peu de métaphysiciens des sciences contemporains trouvent l'EPR ou des formes plus fortes d'IIP convaincantes, beaucoup sont touchés par l'idée que les symétries d'une théorie devraient être un guide pour (sa) métaphysique...

- 
- Les symétries d'une théorie (ou de ses lois) sont les transformations (entre mondes possibles) qui préservent la vérité de ces lois.
 - (étant donné un système qui obéit aux lois, une symétrie correspond à un autre système qui obéit également aux lois)...



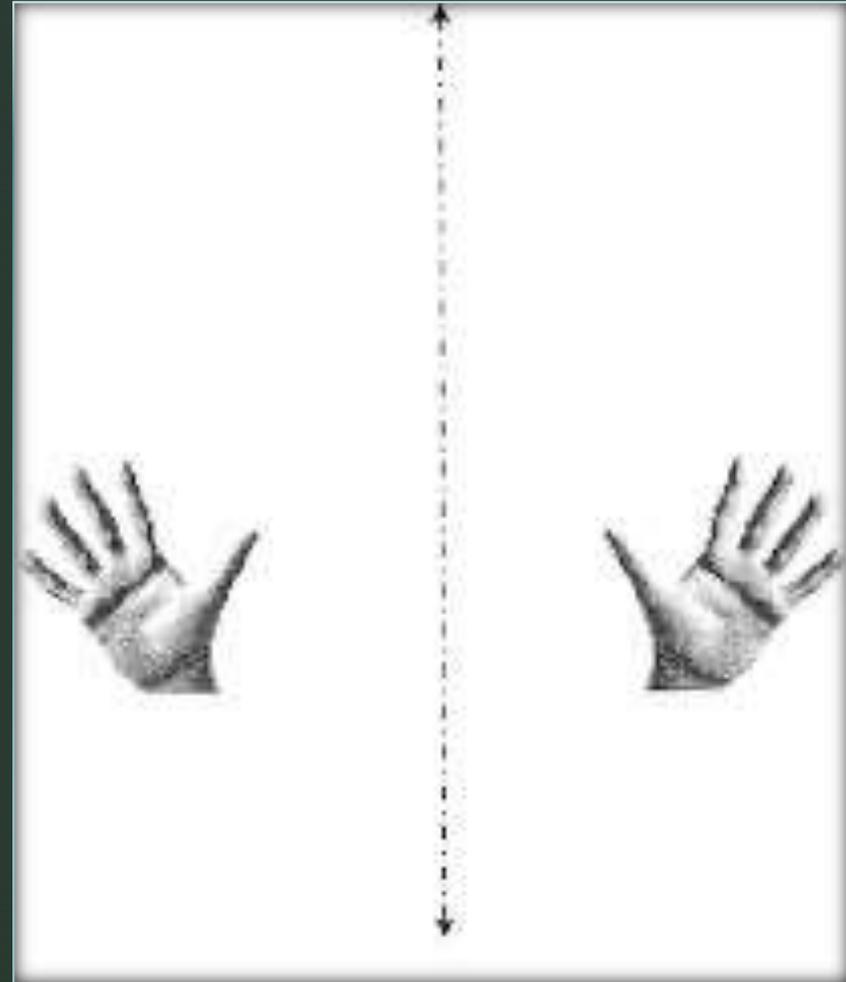
- L'idée directrice d'une métaphysique basée sur la symétrie est que l'on ne considère comme réelles que les quantités qui sont conservées par les lois, ou plus généralement, les quantités dont les lois se soucient...



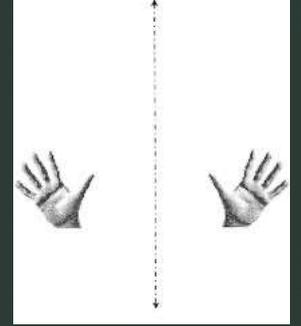
- 
- L'idée est donc la suivante : les lois ne se soucient pas de la position ou de la vitesse absolue. Les décalages de Leibniz sont des symétries de la mécanique classique : ils ne changent rien de ce qui est physiquement significatif - c'est-à-dire qu'ils ne changent rien de ce dont les lois se soucient. Les quantités qu'ils modifient ne doivent donc pas être considérées comme réelles...

- 
- Bien sûr, le diable se cache dans les détails : par exemple, deux mondes peuvent respecter les mêmes lois (mécanique classique) mais avoir des conditions initiales / distributions de matière différentes. Nous ne voulons certainement pas nier la réalité de cette distinction... !
 - (plus sur ce sujet plus tard dans le semestre...)

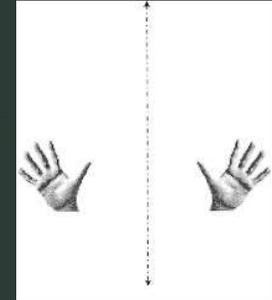
Les mains de Kant



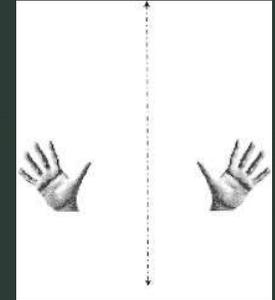
- Un argument en faveur de *l'espace absolu*
- - L'espace absolu est-il identique à l'espace substantiel ?
- - Kant a besoin de plus de structure dans son espace que Newton.

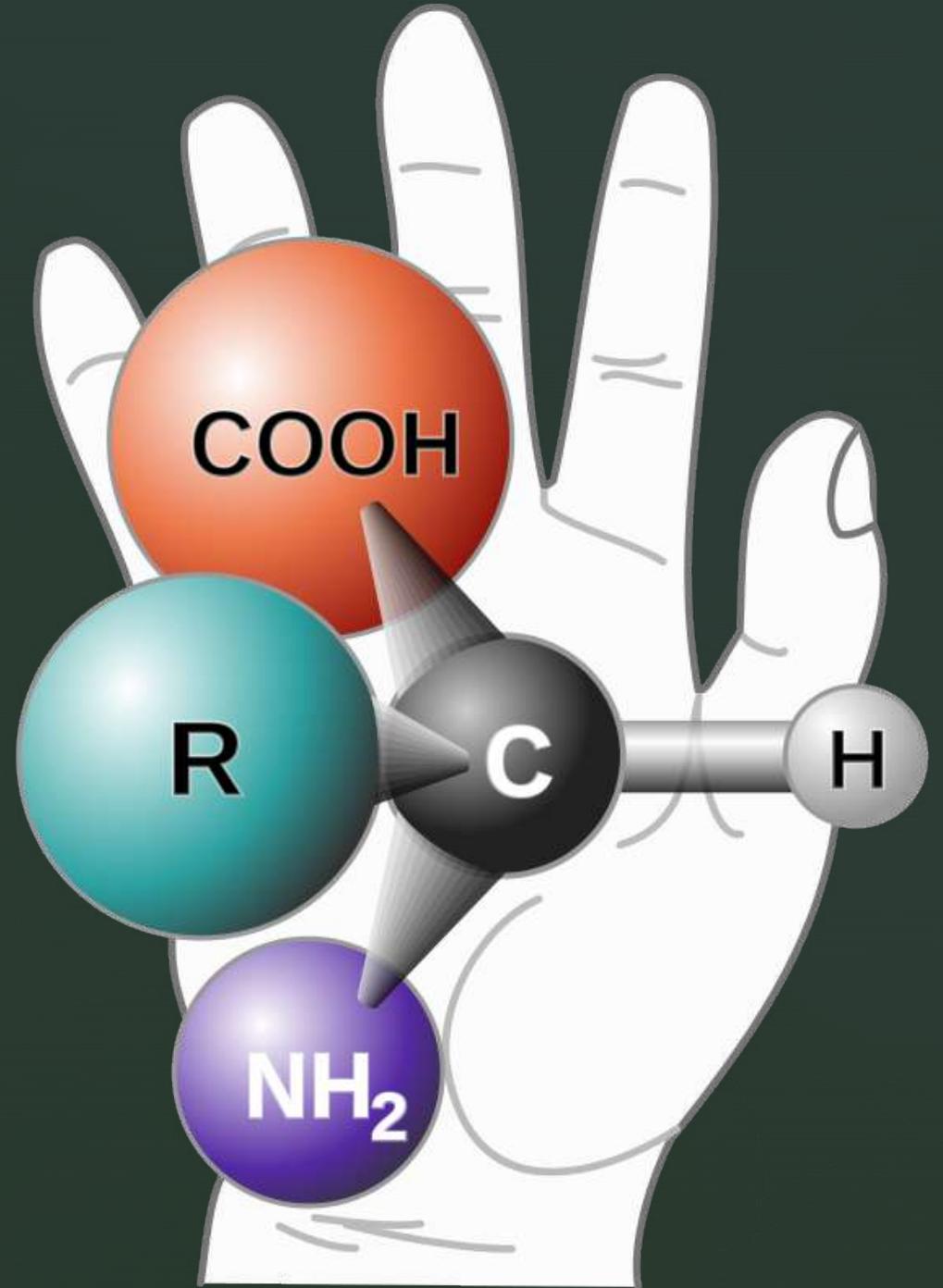
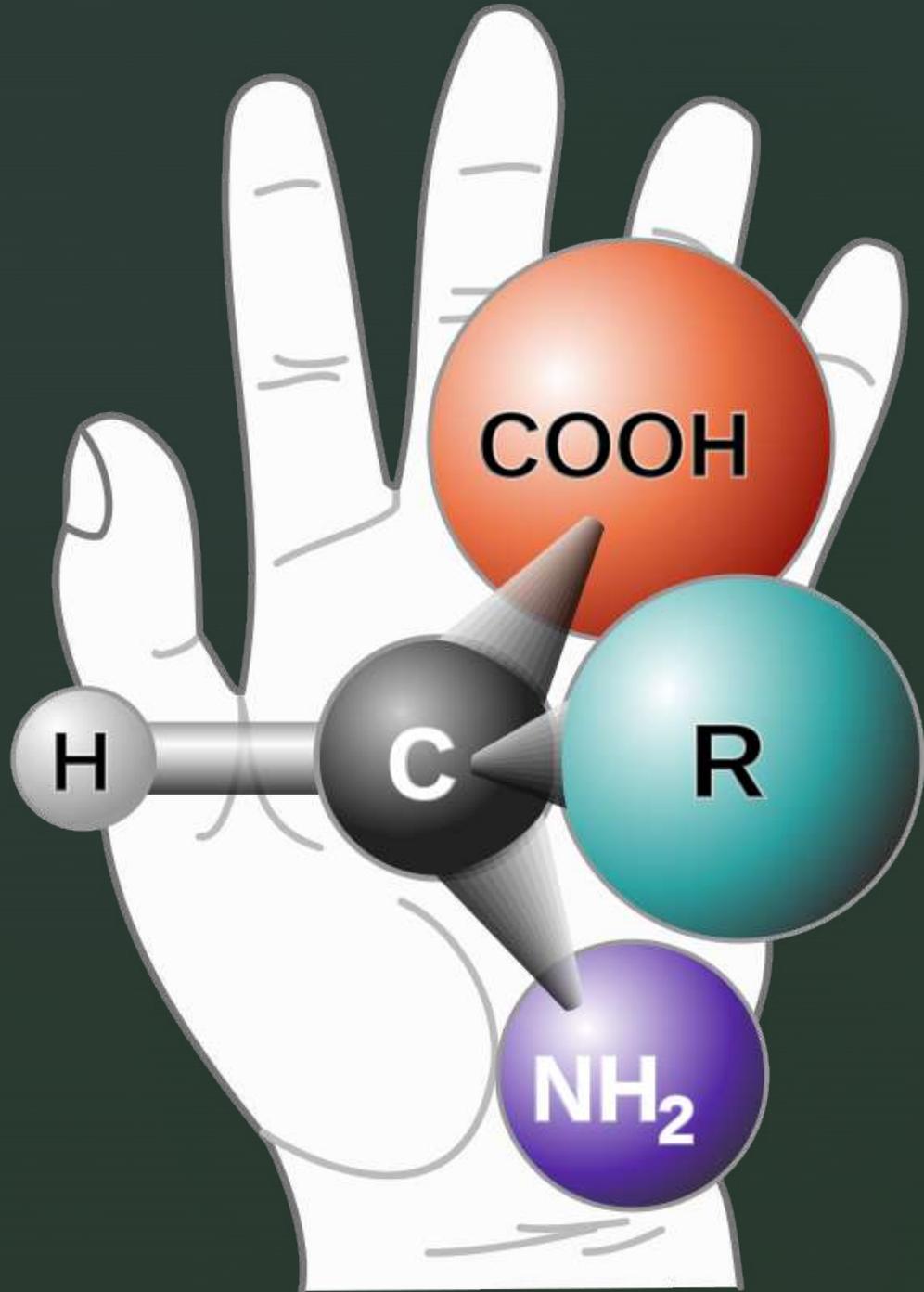


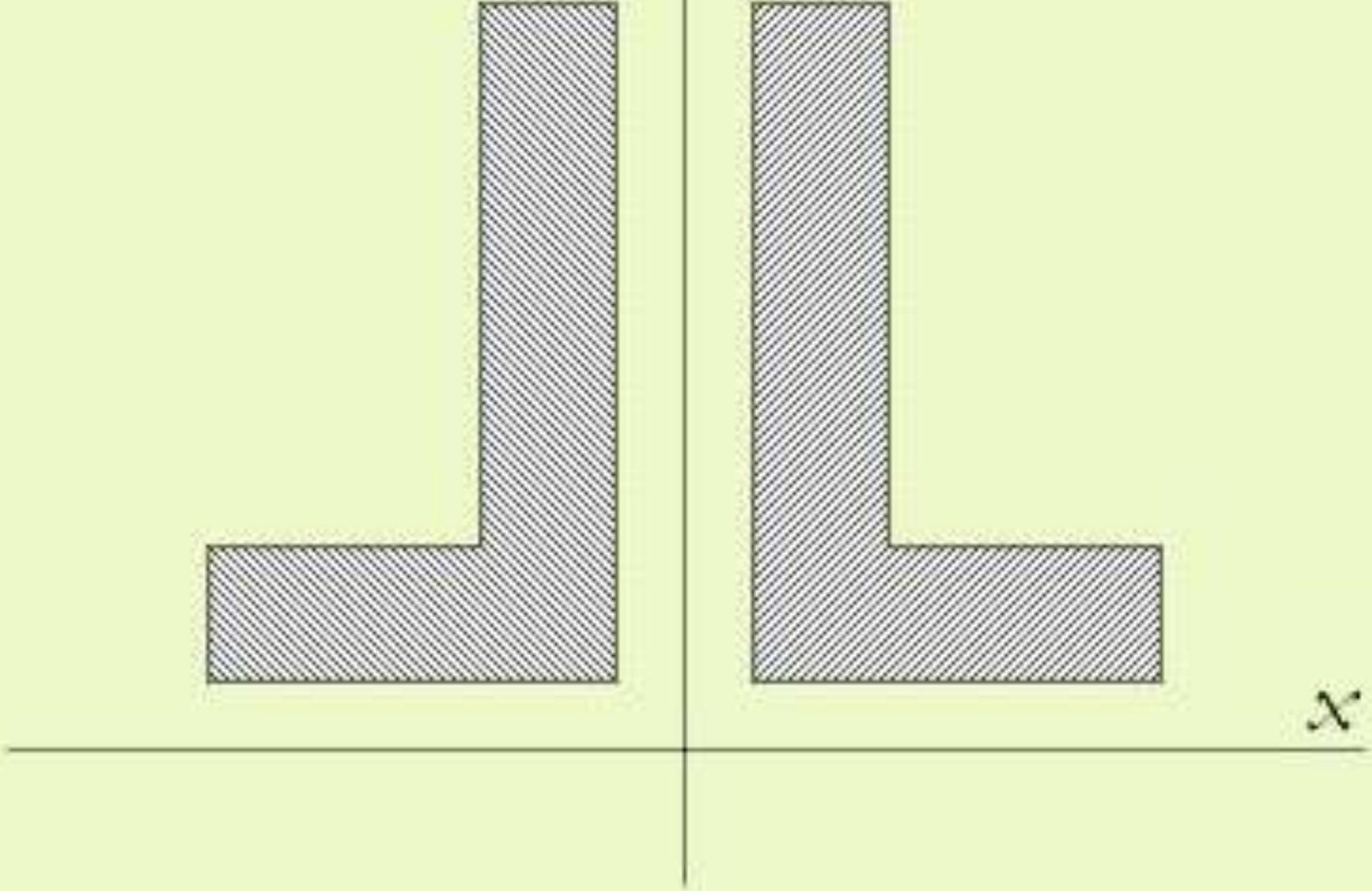
- Vos deux mains ont la même forme intrinsèque : par exemple, votre pouce droit est à la même distance de votre auriculaire droit que votre pouce gauche de votre auriculaire gauche :
- Pour illustrer cela : Imaginez un jeu, où je suis dans la pièce d'à côté, et où vous devez me communiquer si vous tenez votre main droite ou votre main gauche, uniquement en décrivant des faits de distance relative dans la main - impossible !



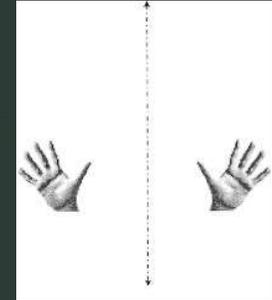
- Vos deux mains sont des *contreparties incongrues* (incongruous counterparts): elles ont la même forme intrinsèque - mais elles ne s'insèrent pas dans l'espace de l'autre :
- Votre gant gauche ne tiendra pas sur votre main droite !

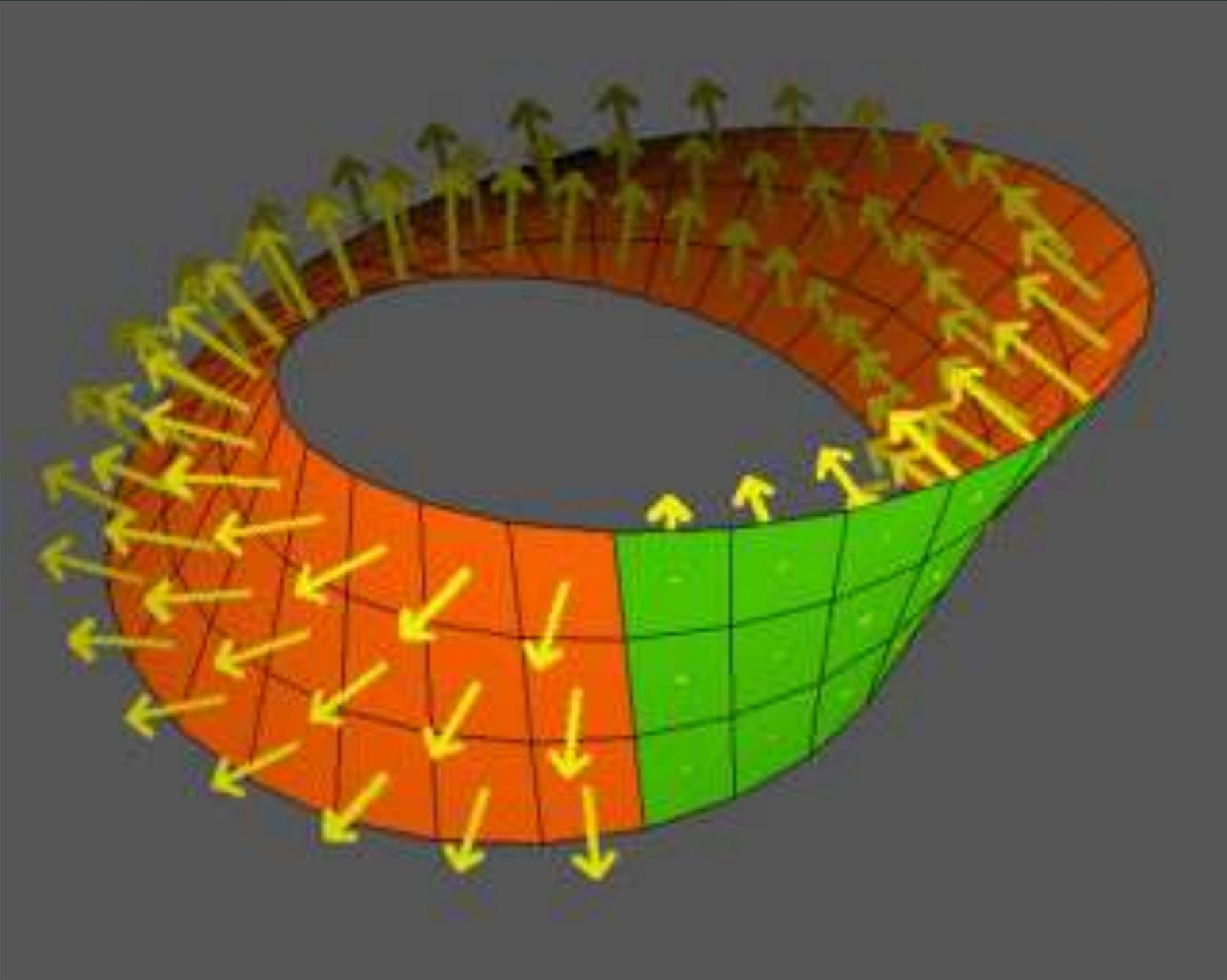




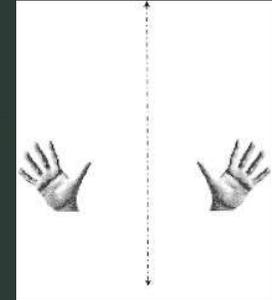


- $p \mid q$
- Observez que dans deux dimensions, il suffit de soulever la lettre de la page : dans la troisième dimension, il est facile de la retourner et de la reposer.
- De même, quelqu'un pourrait *nous* faire la même chose dans une quatrième dimension spatiale.
- De même:

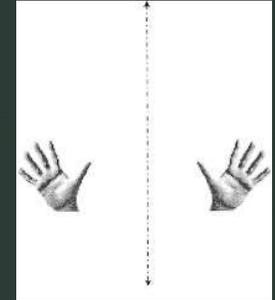




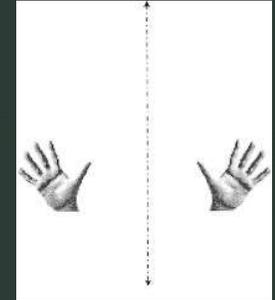
- $p \mid q$
- Faites glisser la lettre p sur la surface d'un ruban de Möbius et vous obtiendrez un q...
- De même, il existe des analogues de dimensions supérieures des bandes de Möbius, et si nous vivions dans l'une d'elles, vous pourriez transformer votre gant de main gauche en gant de main droite en l'envoyant autour d'une boucle dans la direction incurvée.



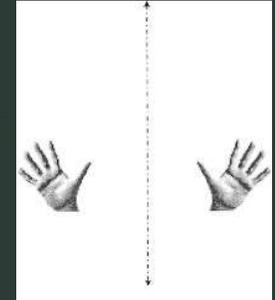
- L'argument de Kant:
- “Si nous concevons que la première chose créée est une main humaine, elle est nécessairement soit droite, soit gauche, et pour produire l'une, il faut un acte différent de la cause créatrice de celui par lequel son homologue peut naître.”

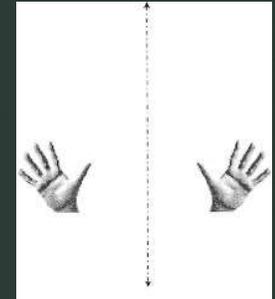


- 1) Il y a une différence entre les mains droites et les mains gauches.
- 2) Si 1), alors un monde avec une main solitaire doit être soit un monde avec une main gauche, soit un monde avec une main droite.
- 3) les faits relationnels ne peuvent pas distinguer les mains gauches des mains droites.



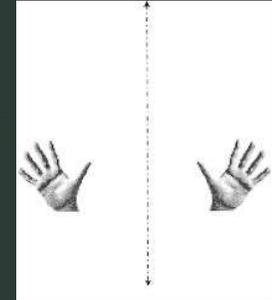
- 3) les faits relationnels ne peuvent pas distinguer les mains gauches des mains droites.
- 4) si 3), la main est liée à l'espace absolu (comme une unité)
- DONC), la main est liée à l'espace absolu (comme une unité)



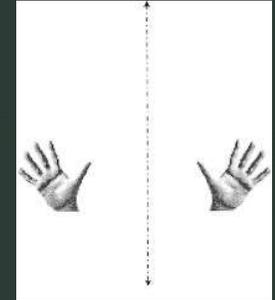


- Pourquoi Kant pense-t-il que la relation à l'espace absolu comme unité est la réponse ?

- Premièrement, nous devons traiter les points ou les régions de l'espace comme ayant des identités spécifiques, afin de pouvoir les ré-identifier dans d'autres mondes possibles
- (si la main solitaire occupe une région de l'espace que, dans le monde réel, ma main gauche pourrait occuper, alors c'est une main gauche - sinon, c'est une main droite)



- Deuxièmement, l'espace de ce monde solitaire doit, *en tant qu'unité*, avoir une topologie qui ressemble de manière pertinente à notre monde (et non à un ruban de Möbius). (une condition *non-locale*)



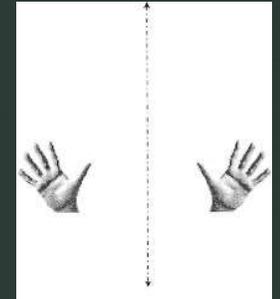


Van Cleve

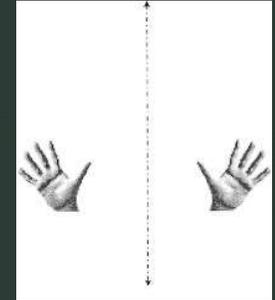




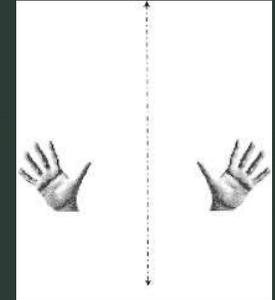
- Van Cleve expose une version plus perspicace de l'argument



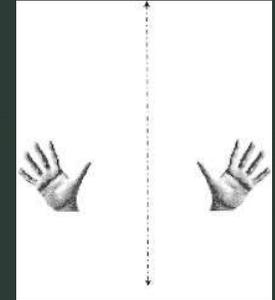
- (1) Une main est gauche ou droite (selon le cas) soit (a) uniquement en vertu des relations internes entre les parties de la main, soit (b) au moins partiellement en vertu des relations externes de la main à quelque chose d'extérieur à elle - si ce n'est d'autres objets matériels, alors l'Espace absolu.



- (2) Mais une main n'est pas droite ou gauche uniquement en vertu de ses relations internes, puisque celles-ci sont les mêmes pour la droite et la gauche.

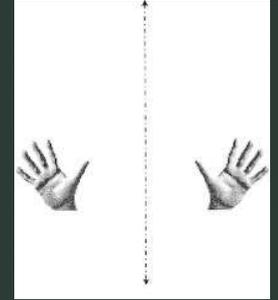


- (3) Une main n'est pas non plus droite ou gauche, même partiellement, en vertu de ses relations avec d'autres objets matériels, puisqu'une main qui serait seule dans l'univers serait encore droite ou gauche.

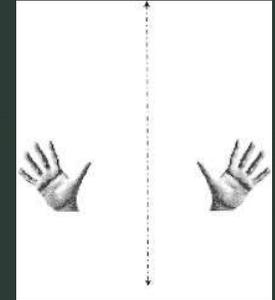




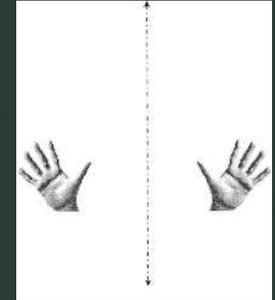
- Par conséquent, (4) Une main est droite ou gauche (selon le cas) au moins en partie en vertu de sa relation avec l'espace absolu.



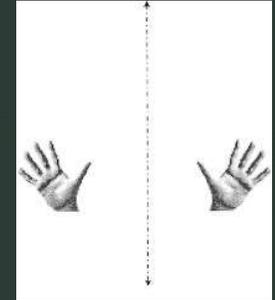
- HOLISME : rejette 1
- INTERNALISME : rejette 2
- EXTERNALISME : rejette 3
- ABSOLUTISME : accepte 4



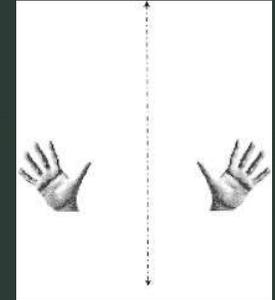
- HOLISME : nie que:
- Une main est gauche ou droite (selon le cas) soit (a) uniquement en vertu des relations internes entre les parties de la main, soit (b) au moins partiellement en vertu des relations externes de la main à quelque chose d'extérieur à elle - si ce n'est d'autres objets matériels, alors l'Espace absolu.



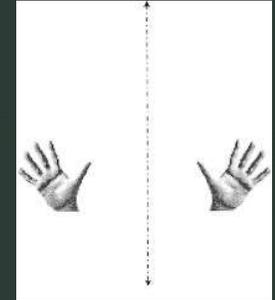
- En effet, le holiste considère que la "gauche" et la "droite" sont des qualités primitives (pensez, couleurs...).
- "Holisme" n'est pas un nom génial puisque cela pourrait encore être local à l'objet...



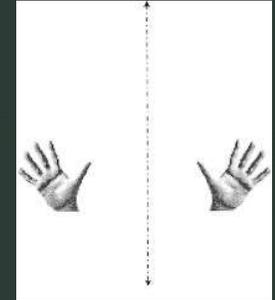
- INTERNALISME : nie que:
- une main n'est pas droite ou gauche uniquement en vertu de ses relations internes, puisque celles-ci sont les mêmes pour la droite et la gauche



- Mais puisque nous avons vu que les relations ordinaires de distance spatiale ne suffisent pas, il faudrait qu'il s'agisse d'une forme spéciale ou primitive de relation interne ("être disposé à gauche", "être disposé à droite") - ce qui n'est pas vraiment différent du "holisme".

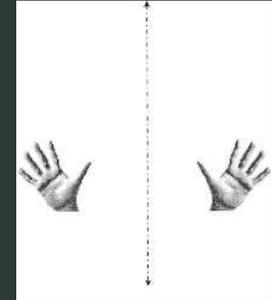


- Problèmes pour l'internalisme et le holisme :

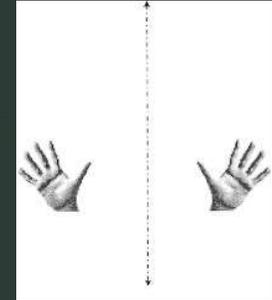


- (Van Cleve) la quatrième dimension - s'il existait une quatrième dimension spatiale, vous pourriez transformer une main droite en une main gauche, simplement par un mouvement rigide. Mais un mouvement rigide ne devrait pas suffire à modifier vos qualités intrinsèques / primitives !

- Problèmes pour l'internalisme et le holisme :
- Réponse : bien sûr, ce serait étrange, mais est-ce impossible ? On peut imaginer, par exemple, que la couleur d'un objet change lorsqu'il se déplace de manière rigide (par rapport à d'autres corps...).

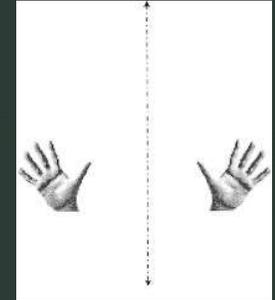


- Problèmes pour l'internalisme et le holisme :
- Cependant, un argument plus fort fait appel aux espaces non orientables. En effet, dans un espace non orientable, rien ne pourrait avoir de telles propriétés, à moins que quelque chose puisse avoir les deux à la fois. Mais les gants de notre monde peuvent être des doubles intrinsèques des gants des mondes non orientables. Donc il ne peut pas y avoir une telle propriété intrinsèque

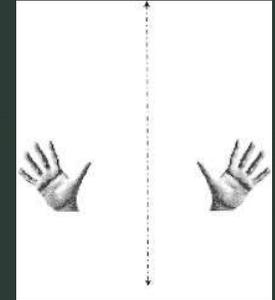




- EXTERNALISME : rejette 3: nie que:
- Une main qui serait seule dans l'univers serait encore droite ou gauche

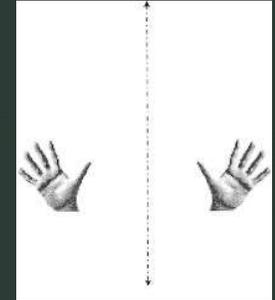


- C'est probablement la ligne de réponse la plus populaire.

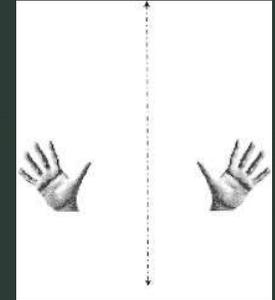


- D'une manière générale, l'idée est qu'il est confus de penser qu'il y a plus qu'une structure relationnelle ici (tout comme un habitant de Flatland serait confus de penser que p est essentiellement différent de q).

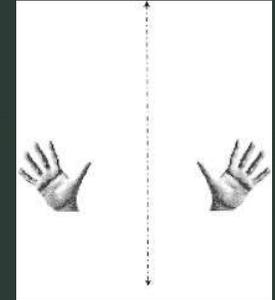
- Selon ce point de vue, Dieu n'a pas à choisir si la main solitaire est gauche ou droite (bien qu'il doive choisir si la seconde main est congruente ou non à la première).



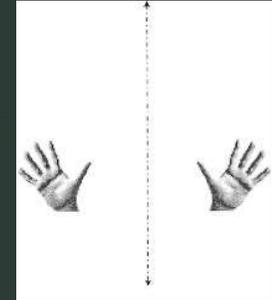
- Comparez : Dieu fait une seule sphère. Est-elle grande ou petite ? On peut soutenir qu'il n'en est rien - il s'agit de relations (mais Newton serait-il d'accord ??)...



- On peut encore donner des définitions efficaces de la gauche et de la droite, en faisant appel aux asymétries : la main gauche est du côté où se trouve habituellement le cœur humain, etc.
- Ces définitions ne capturent rien de géométrique, seulement quelque chose de plus pragmatique et relationnel, mais qui dit que nous avons besoin de plus que cela ?



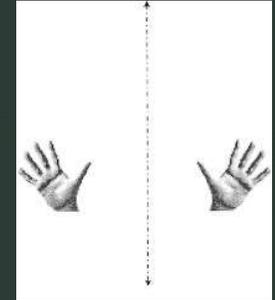
- Personnellement, je pense que le plus gros problème ici (que Kant a également vu) concerne l'expérience :
- mon expérience en voyant une main droite est différente de mon expérience en voyant une main gauche. Même s'il n'y a pas de différence (intrinsèque) entre la droite et la gauche, il y a une différence intrinsèque entre mon expérience de l'une et mon expérience de l'autre.



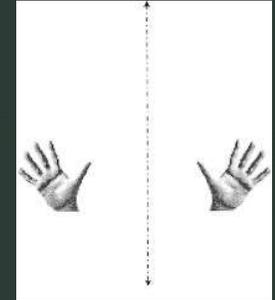




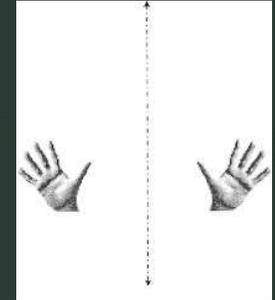
- Imaginons maintenant un monde dans lequel une seule personne regarde une main : fait-elle l'expérience d'une main droite ou d'une main gauche ?



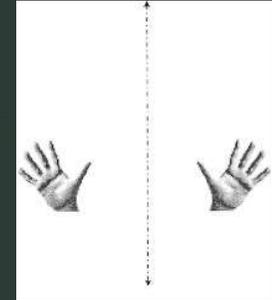
- ABSOLUTISME :
- Accepte qu'une main est droite ou gauche (selon le cas) au moins en partie en vertu de sa relation avec l'espace absolu



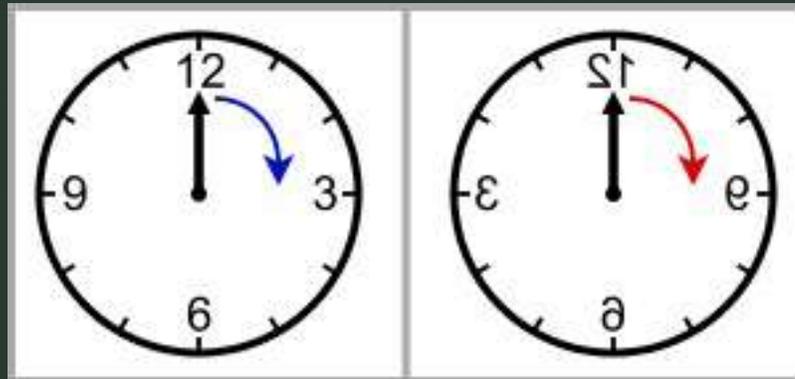
- Problème : trop de structure ! Les substantivalistes doivent-ils accepter l'identité primitive trans-monde de points / régions spécifiques de l'espace-temps ? (discutable...)



- Problème : De plus, n'est-ce pas simplement une forme de relationnisme en fin de compte ? Alors qu'avons-nous gagné ? (Pooley)

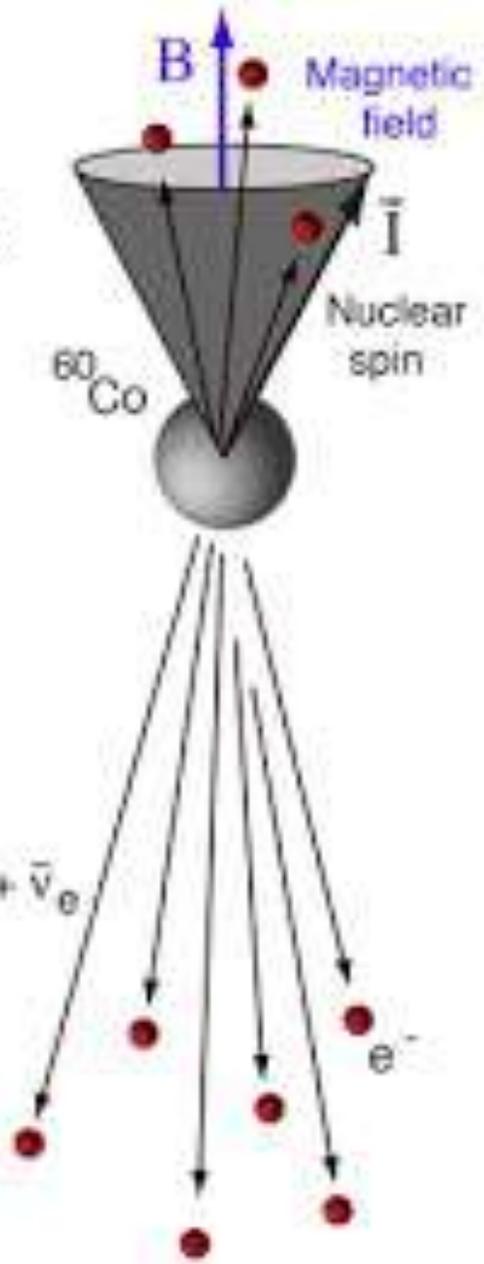
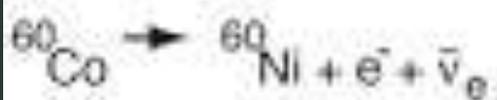


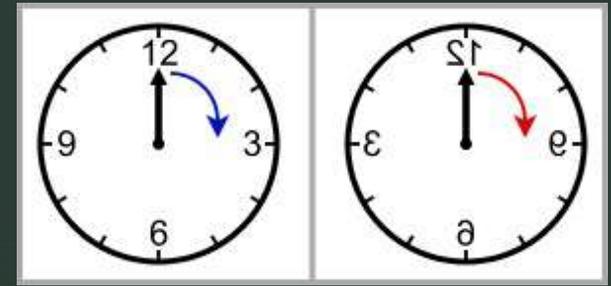
► Pooley: Violations de parité dans la QFT



Beta emission is preferentially in the direction opposite the nuclear spin, in violation of conservation of parity.

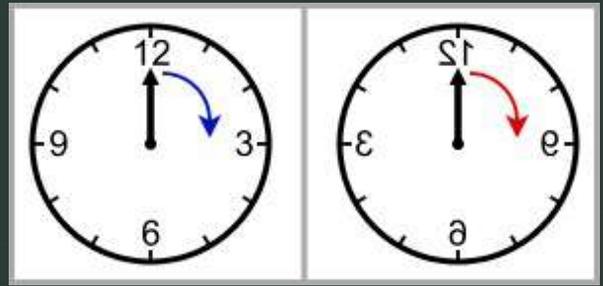
Wu, 1957





- Les particules bêta ont généralement une impulsion dans la direction opposée à leur direction de rotation (pas à cause de la force magnétique).





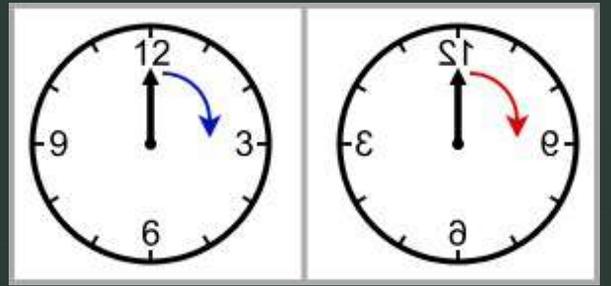
- Note : la "direction de rotation " est déterminée par la convention de la règle de la main droite - liée à la convention de la direction des flèches dans un champ magnétique.



left-handed
neutrino



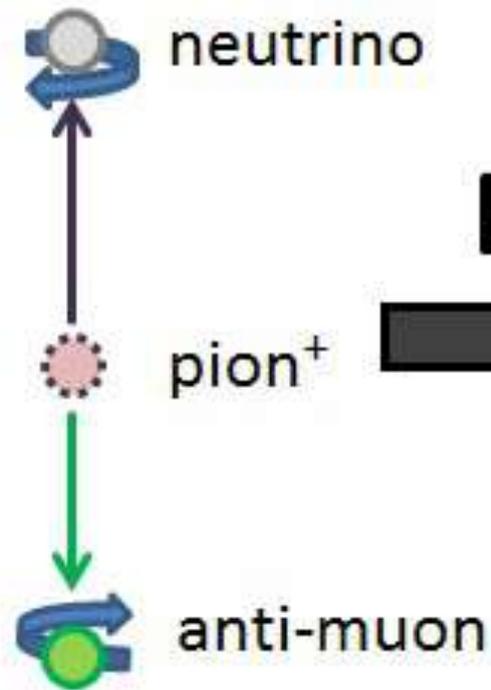
right-handed
neutrino



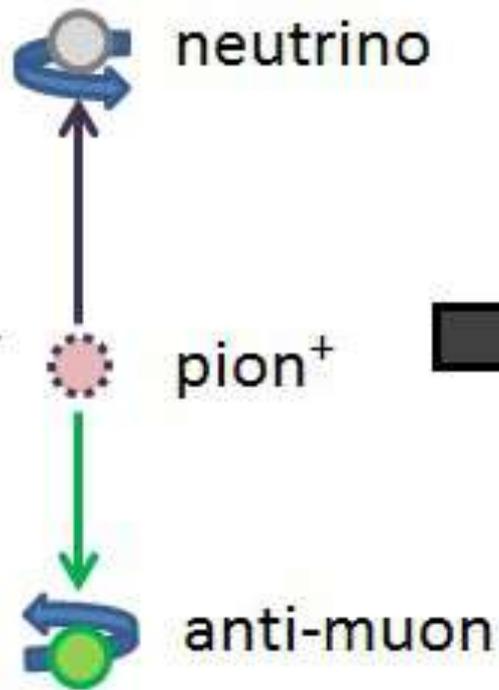
- c'est probabiliste : les *statistiques* sont asymétriques, certains neutrinos droitiers existent encore...



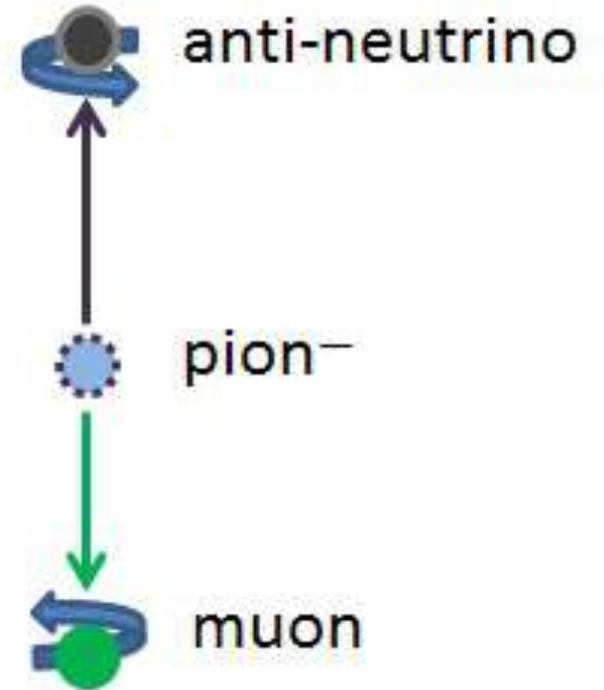
ALLOWED



NOT ALLOWED



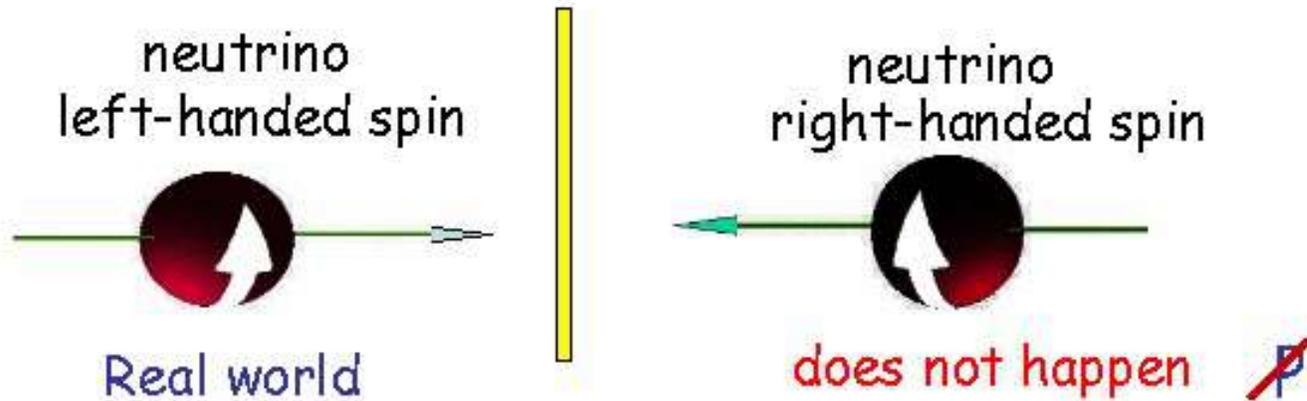
ALLOWED



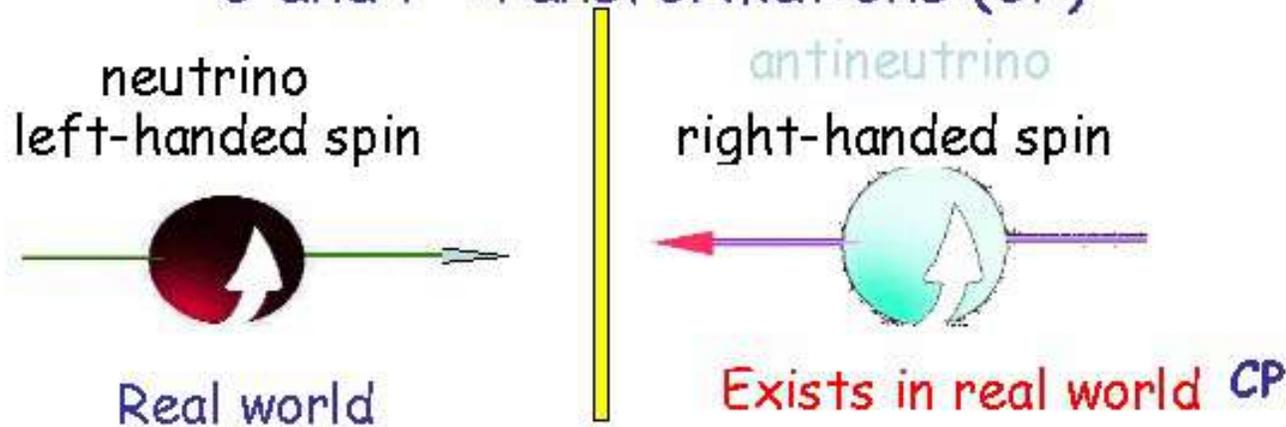
M. Strassler 2013

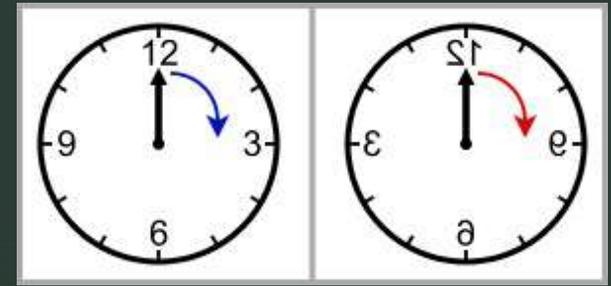
Violation of mirror symmetry ~~P~~ by neutrinos but CP conserved

P Transformation



C and P Transformations (CP)





- Le problème : comment rendre compte systématiquement des lois, comment même exprimer la nature de l'asymétrie ?



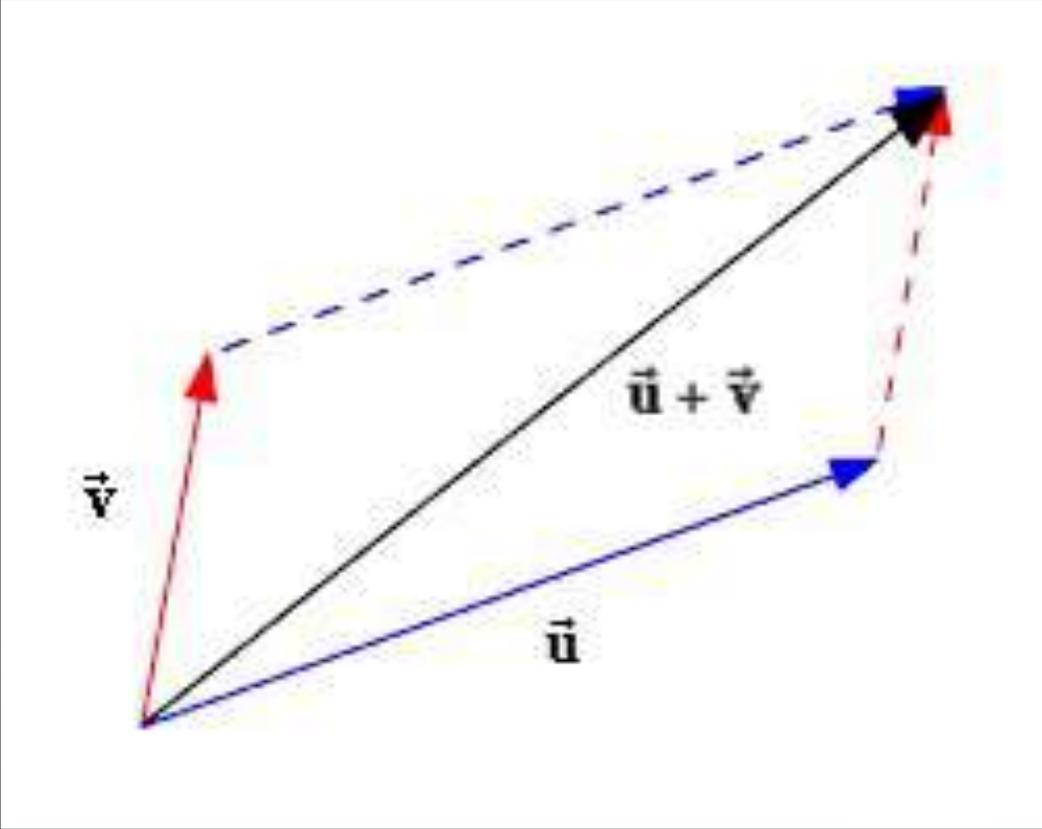


Plus sur l'orientation



- Quelques remarques techniques rapides : les mathématiques sont élégantes.
- Qu'est-ce qui est commun à l'orientation 2D (p vs q), à l'orientation 3D, etc ?
- Et qu'est-ce qui fait qu'un espace est orientable (comme le nôtre) ou non orientable (comme un ruban de Möbius) ?

- Lorsqu'un espace est plat (comme l'espace euclidien), nous pouvons le considérer comme un espace vectoriel.
- Une base ordonnée pour un espace vectoriel est un ensemble ordonné de vecteurs qui ne sont pas parallèles les uns aux autres et qui, ensemble, permettent de créer n'importe quel vecteur (par addition vectorielle).



- Donc, en général, deux vecteurs quelconques (non nuls et non parallèles). (a,b) forment une base ordonnée pour un espace euclidien 2D, trois quelconques (a,b,c) forment une base ordonnée pour un espace 3d.

- Mais (a,b) est une base différente de (b,a) .
- On peut considérer que l'ordre donne une direction de rotation. (du premier élément au second)

- Nous pouvons alors diviser les bases en deux classes d'équivalence différentes : celles qui sont dans le sens des aiguilles d'une montre et celles qui sont dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- En trois dimensions : ceux qui suivent la règle de droite (z pointe vers le haut lorsque $x \rightarrow y$ s'enroule dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) et ceux qui suivent la règle inverse.

- Comment généraliser cela ?
- Entre deux bases ordonnées quelconques d'un espace vectoriel, il existe une carte linéaire. Cette carte peut être représentée par une matrice. Il existe une notion de "changement de signe" lorsqu'un tel changement de coordonnées renverse l'orientation : cela se produit si la matrice a un *déterminant positif*.

- Ainsi, pour tout espace vectoriel, on peut diviser ses bases ordonnées en deux classes d'équivalence : on peut dire qu'elles sont congruentes lorsque le mapping linéaire entre elles a un déterminant positif.
- Une orientation est alors un choix ou un étiquetage de l'une des deux classes d'équivalence (par exemple, comme positive, ou comme "droite")...

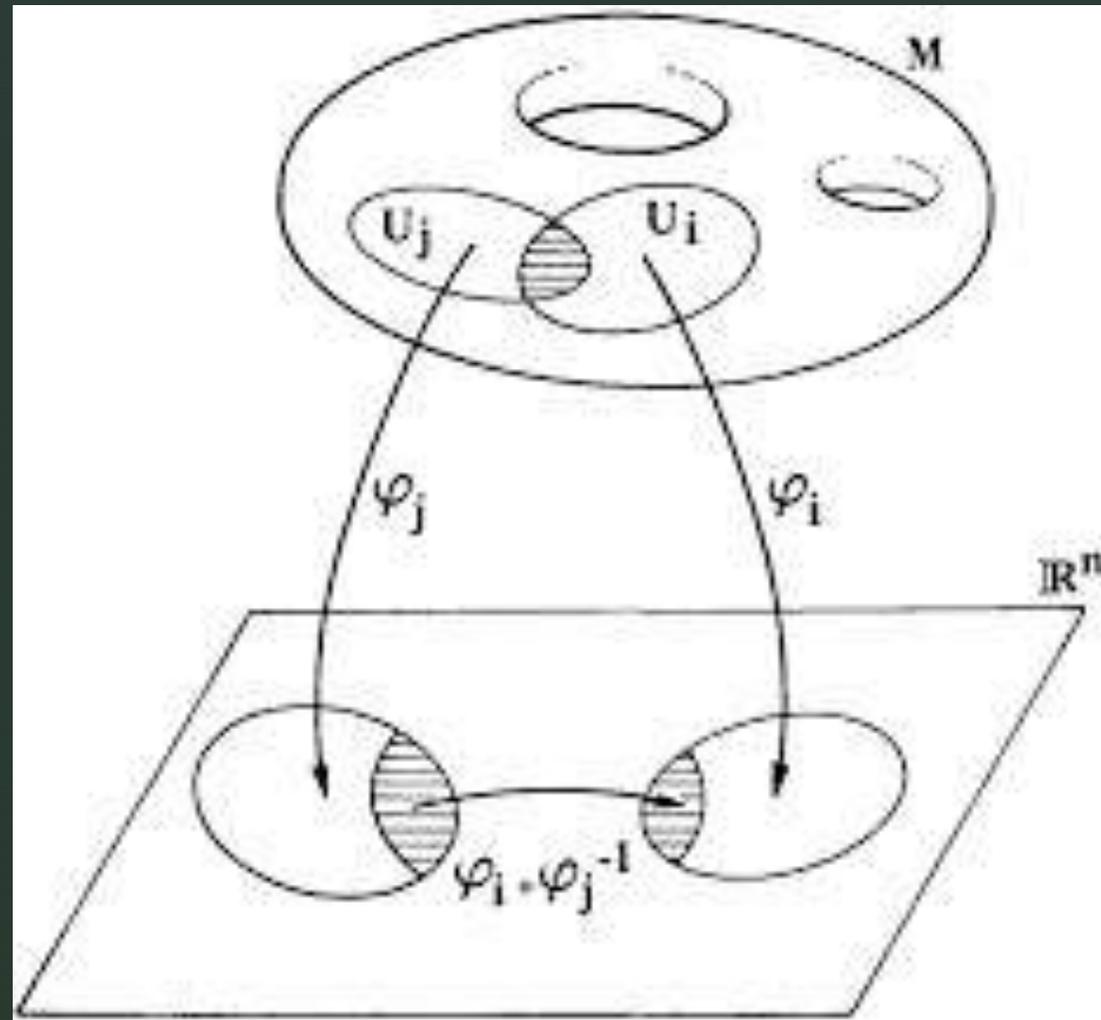
- Par exemple, une base ordonnée pour un espace euclidien en 2D pourrait être les vecteurs $(1,0)$ et $(0,1)$. Une réflexion de cet espace inverserait x et y : cela transformerait $(1,0)$ en $(0,1)$ et transformerait $(0,1)$ en $(1,0)$.

Plus

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- un vecteur arbitraire (x,y) multiplié par cette matrice
= $([x \cdot 0 + y \cdot 1], [y \cdot 0 + x \cdot 1]) = (y,x)$
- (inversion du miroir)
- Le déterminant d'une matrice 2D est $ad - bc$
- Pour $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = 0 - 1 = -1$

- Pour les espaces qui pourraient être courbes, nous pouvons parler de cartes de petites régions de l'espace courbe à de petites régions de l'espace vectoriel (cartes de coordonnées) qui préservent la structure locale, et s'accordent sur les intersections:



- Nous pouvons alors dire qu'un tel espace courbe est orientable si et seulement s'il existe un système de cartes de coordonnées qui assigne de manière cohérente des objets orientés dans l'espace courbe à des orientations dans l'espace vectoriel

- Pour qu'une propriété puisse être qualifiée de "droite intrinsèque" ou de "gauche intrinsèque", pour qu'elle soit instanciée par un objet dans un espace donné - une condition de cohérence est qu'il doit exister un atlas de cartes de coordonnées qui fait correspondre de manière cohérente toutes les instances de "gauche" à une orientation et toutes les instances de "droite" à l'autre.

- - mais cette condition est violée dans les mondes non orientables (donc les "gauche" et "droite" holistes/internalistes sont impossibles dans ces mondes).