

Zasada asymptotycznego dążenia do prawdy w fizyce

notatki do wykładu 22 X 2007 (plan i szczegóły)

Stanisław Głazek, stglazek@fuw.edu.pl
Instytut Fizyki Teoretycznej, Uniwersytet Warszawski
ul Hoża 69, 00-681 Warszawa

Sprawa organizacyjna: informacja o NKF na UJ, druid.if.uj.edu.pl/wiki/Informacje_o_NKF

Podstawa wykładu:

S. D. Głazek, *Limit cycles of effective theories*, Phys. Rev. D **74**, 025005 (2007).
<http://arxiv.org/hep-th/0611015>

Plan:

- 0) Określenie przedmiotu wykładu: znajomość prawdy jako umiejętność przewidywania zjawisk
Przewidujemy przebieg wydarzeń, i mówimy, że tym lepiej znamy prawdę, im lepiej zmierzony przebieg wydarzeń zgadza się z naszymi przewidywaniami.
- 1) Zrozumiały przykład: przewidywanie liczb i precyzja jako kryterium zbliżania się do prawdy
Przewidujemy zależność pozycji ciał niebieskich od czasu z rosnącą precyzją.
- 2) Wskazanie subtelności tematu: znaczenie interpretacji liczb jako kryterium
Zamiana ziemi i słońca rolami.
- 3) Uściślenie tematu za pomocą matematyki: model konstrukcji teorii fizycznej
Macierzowy opis ewolucji układu fizycznego w czasie.
- 4) Matematyczny model kluczowego pojęcia: zbliżanie się do prawdy
Poznanie rosnącej liczby elementów macierzy H z rosnącą precyzją, w zakresie znanych zjawisk, i ekstrapolacja macierzy do nowych zakresów.
- 5) Uproszczenie w celu wyjaśnienia: redukcja znajomości prawdy do znajomości małego zbioru liczb
Ilustracja zasady upraszczania w postaci konstrukcji całej macierzy za pomocą małej liczby parametrów
- 6) Przykład znanej sytuacji: przypadek asymptotycznej swobody
Rozwiązanie modelu, w którym jedna liczba zbiega asymptotycznie do 0.
- 7) Przykład nowej sytuacji: przypadek cyklu granicznego
Wzbogacenie najprostszego modelu o nowy element i rozwiązanie nowego typu.
- 8) Pojęciowe konsekwencje przykładów: interpretacja pojęcia asymptotycznego dążenia do prawdy
Zwiększanie precyzji opisu odstępstw od asymptotycznej stałej, albo od cyklu, albo od „?”
- 9) Na jakim jesteśmy etapie?
Próżnia, kwantowa t. masy jako ładunku grawitacyjnego, t. kwarków i gluonów, wszechświat, biologia.

Szczegóły:

0 ← podanie definicji „prawdy w fizyce” na użytek wywodu na wykładzie	
1 ← przykład epicykli, precyzja w przypadku łebka szpilki 1mm/2πm, ostrza 0.1mm, lunety (Io)	
2 ← rewolucja Kopernikańska = „zrozumienie” liczbowych wyników obserwacji i przewidywań „dążenie do prawdy” = znajdowanie drogi do dalszego poprawienia precyzji ($c \neq \infty$)	
3 ← ruch, oscylator, $x(t) = \cos \omega t \cdot x(0) + \frac{1}{\omega} \sin \omega t \cdot v(0)$, $x(t) = e^{-i\omega t} \cdot x(0)$, $x(t) = U(t) \cdot x(0)$ a) Energia jest skwantowana $E = h\nu = \hbar\omega$, $\omega = E/\hbar$, $U(t) = e^{-iEt/\hbar}$ b) Wymiar przestrzeni wektorów stanu układu $\gg 1$, $x(t) \rightarrow \vec{x}(t) = x_1(t) \cdot \vec{e}_1 + x_2(t) \cdot \vec{e}_2 + \dots$, baza c) $x \rightarrow \vec{x}$, liczba $U(t) \rightarrow$ macierz $[U(t)]$, energia $E \rightarrow$ macierz $[H]$, $[U(t)] = \exp -i[H]t/\hbar$ d) $\vec{x}(t) \rightarrow \psi\rangle = \psi_1(t) 1\rangle + \psi_2(t) 2\rangle + \dots$ $\begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \psi_3(t) \\ \psi_2(t) \\ \psi_1(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & U_{33}(t) & U_{32}(t) & U_{31}(t) \\ \cdot & \cdot & U_{23}(t) & U_{22}(t) & U_{21}(t) \\ \cdot & \cdot & U_{13}(t) & U_{12}(t) & U_{11}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \psi_3(0) \\ \psi_2(0) \\ \psi_1(0) \end{bmatrix} \quad [U(t)] = e^{-i[H]t/\hbar} = [1] + \frac{-it}{\hbar} [H] + \dots$	

4 $\leftarrow [H] = ?$, "prawda" = H_{kl} , $[H]$ nie zależy od czasu **dwa ograniczenia poznania:**

$$[H]_{\infty} = \begin{array}{c} \text{zamiast pełnego:} \\ \left[\begin{array}{ccccc} H_{\infty\infty} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & H_{33} & H_{32} & H_{31} \\ \cdot & \cdot & H_{23} & H_{22} & H_{21} \\ \cdot & \cdot & H_{13} & H_{12} & H_{11} \end{array} \right] \end{array}$$

5 ← Uproszczenie 1: Model macierzy $[H]_N$

Uproszczenie 2: Równanie własne dla macierzy $[H]_N$
 $U(t)|X\rangle = e^{-iHt/\hbar}|X\rangle = e^{-iE_X t/\hbar}|X\rangle$, gdy $H|X\rangle = E_X|X\rangle$ (E_X = liczba, r. własne dla H)
 Rozważamy równanie własne dla macierzy $[H]_N$ i badamy co się dzieje, gdy zmieniamy N , lub Λ

Uproszczenie: Przechodzimy do notacji ciągłej

$$\kappa\phi(\kappa) - g \int_0^\Lambda d\kappa' \phi(\kappa') = E_X \phi(\kappa)$$

$$\mathbf{7} \leftarrow H_{oddz\,kl} = - \left[\tilde{g} + i\tilde{h} \, \text{sgn}(E_k - E_l) \right] \sqrt{E_k E_l}$$

8 ← Gdy przechodzimy od Λ do 10Λ to $g(\Lambda) \rightarrow g(10\Lambda) = ?$

9 ← Przykłady podstawowych pytań bez odpowiedzi