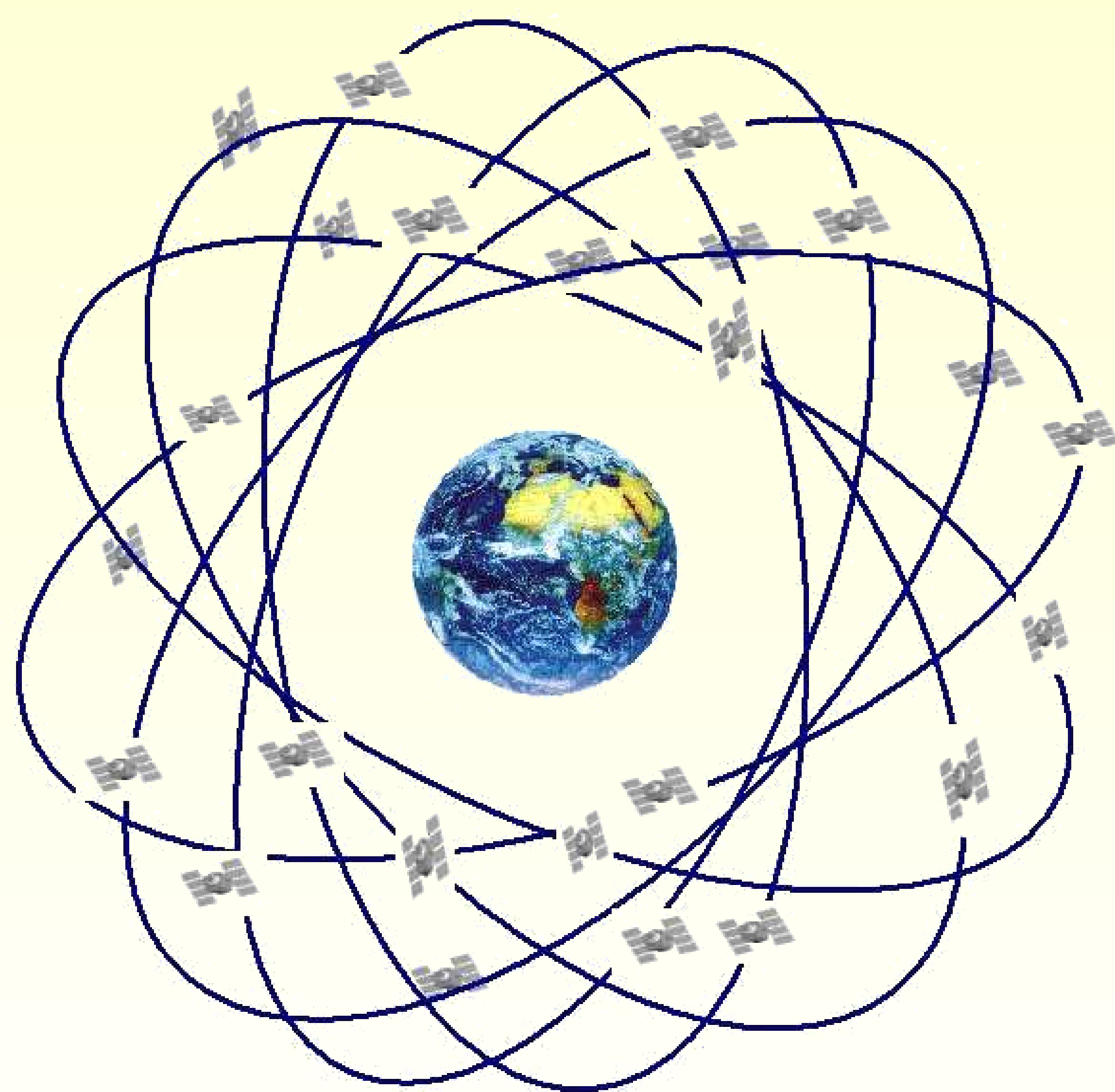


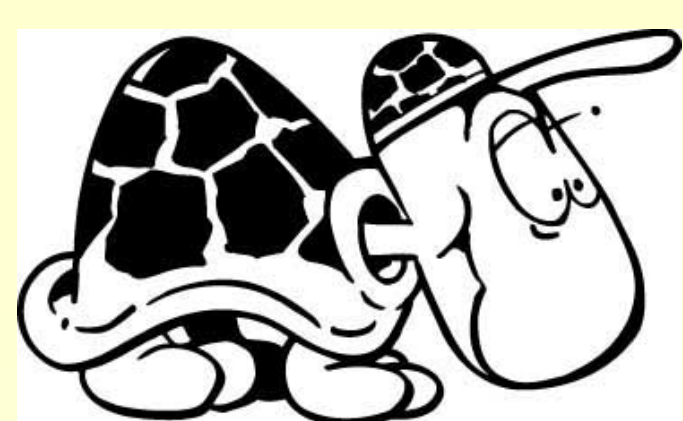
# ...a wszystko to w GPS

## 24 satelity, każdy z „zepsutym” zegarem atomowym



- Okres obiegu satelity: 12h
- Odległość od środka ziemi: 20183 km (ok. 3 promienie Ziemi)
- Każdy satelita emituje charakterystyczny dla niego sygnał na częstotliwości 1575 MHz
- Odbiornik, rejestruje różnice czasu w dochodzących sygnałach od co najmniej czterech satelitów i na tej podstawie lokalizuje swoje położenie
- Zegary na satelitach są specjalnie „popsute”, żeby skompensować efekty teorii względności

## Szczególna Teoria Względności mówi, że wolniej



- Satelita porusza się, a zatem (z powodu efektu dylatacji czasu) zegary na satelitach będą chodzić wolniej w porównaniu z zegarami na Ziemi o czynnik:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

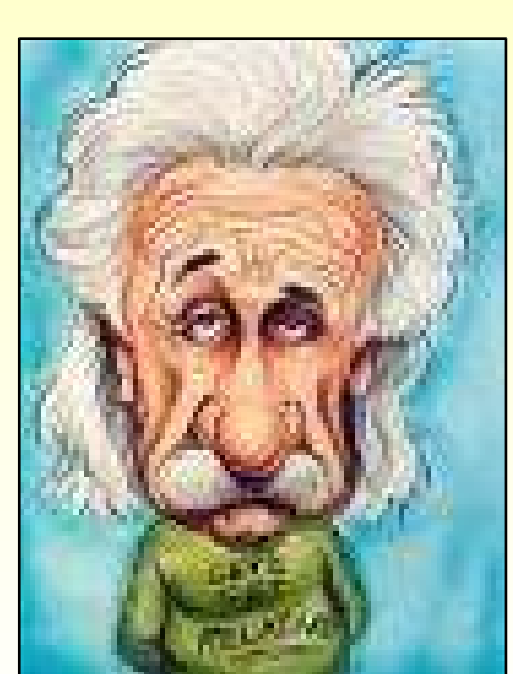
- Prędkość satelity: 3,9km/s
- W ciągu doby zegar satelity będzie się późnił o 7  $\mu$ s

## ...ale Ogólna Teoria Względności dodaje, że jednak szybciej



- Ogólna Teoria Względności (OTW) to rozwinięcie Szczególnej Teorii Względności na zjawiska grawitacyjne
- W słabym polu grawitacyjnym czas płynie szybciej niż w silnym
- Ponieważ satelita GPS porusza się w słabszym polu grawitacyjnym to jego zegar spieszy się o 46  $\mu$ s w ciągu doby

Uwzględniając oba efekty, zegar na satelicie spieszy się o 39  $\mu$ s na dobę. Trzeba więc go trochę „popsuć” (spowolnić), aby chodził tak jak zegary na Ziemi.



Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

PUNKT RELATYWISTYCZNY

IX Piknik Naukowy, 4 czerwca 2005 r.

