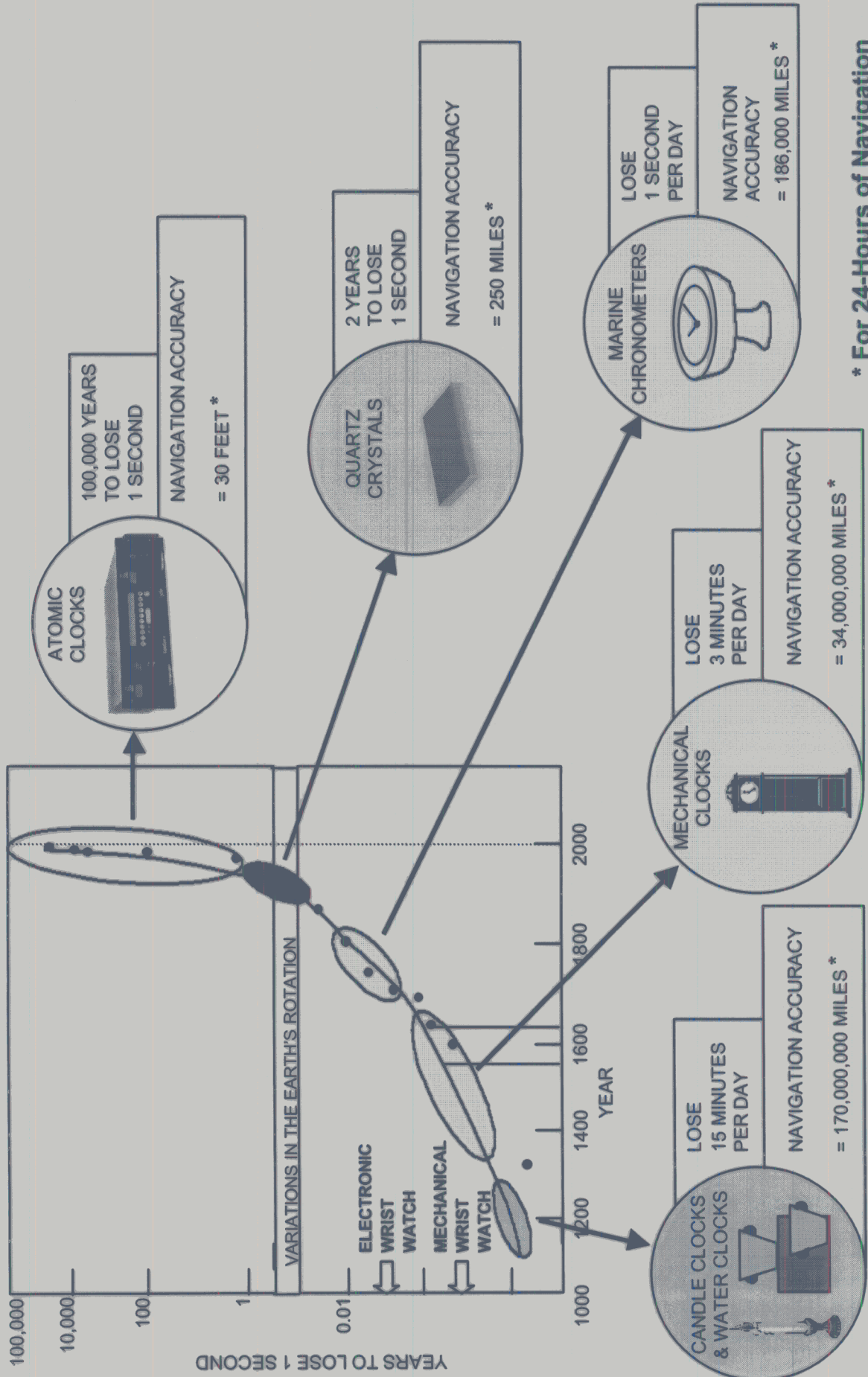


# The Historical Development Of Accurate Clocks



\* For 24-Hours of Navigation

## ATOMOVÝ ČAS (TAI)

- mezinárodní atomový čas (Temps Atomique International - TAI)
- udržován systémem atomových hodin po celém světě
- 1.1.1958 v půlnoci ztotožněn s rotačním časem UT
- jednotka: 1 SI sekunda (definice → internet)
- SI den = 86400 SI sekund
- juliánské století = 36525 SI dní
- fundamentální epocha: 12 hodin UT, 1.1.4713 př.n.l.
- rotační parametry země mají parametr T, který je měřen v juliánských století relativně k epochě J2000.0:  
$$T = (\text{Juliánské datum} - 2451545.0) / 36525$$
$$J2000.0 = \text{JD } 2451545.0 = \text{půlnoc } 2.1.2000$$

## ČASOVÁ ŠKÁLA SYSTÉMU GPS NAVSTAR

- všechny GPS družice jsou synchronizovány s atomovými hodinami v MASTER CONTROL SYSTEM (COLORADO)
- GPS čas (GPST) byl synchronizován s UTC 6.1.1980
- nepřidávají se UTC leap seconds => rozdíl mezi TAI a GPST

$$\text{GPST} = \text{TAI} - 19 \text{ sekund}$$

a rozdíl mezi GPST a UTC se zvětšuje (nyní asi 12 sekund)

## DYNAMICKÝ ČAS

- rovnice pohybu tělesa v librovém poli (teorie obecní relativity)
- pohyb družice GPS - zemský dynamický čas (TDT)
- TDT: stejný chod jako atomové hodiny na Zemi

# Dynamika dráhy GPS satelitu

- základ pro popis dynamiky pohybu GPS satelitu je dán vztahem  $F=Ma$ , kde  $F$  je kombinace gravitační síly Země a dalších planetárních hmot, tlaku slunečního záření (odpor atmosféry je pro GPS satelit zanedbatelný) a aktivace motorů
- dráhu lze zhruba popsat vztahem (Newton) :

2. Newtonův }  
pohybový zákon

$$\frac{d^2}{dt^2} \mathbf{r} = - \frac{GM_e}{r^3} \mathbf{r}$$

Země jako homogenní bod  
či kulové homogenní těleso.

Newton (1687): Philosophiæ naturalis principia mathematica.



## Jednoduchá dynamika

- $GM_e = \mu = 3986006 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$  (geocentrická konstanta)
- analytické řešení pro model centrální síly je Keplerovská dráha (v případě GPS se jedná o eliptickou dráhu) - obecně kvázioscily
- střední pohyb  $n$  je dán pro periodu  $P$  vztahem

Kepler

$$n = \frac{2\pi}{P} = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$$

$a$  ... hlavní poloosa (m)

- pro GPS je hlavní poloosa a zhruba 26400 km

$n$  ... střední úhlová rychlost (rad/s),  $P$  ... oběžná doba (s)