

## 6. Základní fyzikální konstanty

### Materiálové „konstanty“

- „konstanty“ určující některé fyzikální vlastnosti látek ( hustota, index lomu, pružnost...)
- závisí na vnějších podmínkách (teplota, tlak, el. pole.....)
- závislost na dostupnosti „čisté látky“.....

### Matematické konstanty

- $\pi=3.14159\dots$  (kružnice...)
- $e=2.71828\dots$  základ přirozených logaritmů

### Základní fyzikální konstanty

- vystupují v základních fyzikálních zákonech, velmi stabilní, bez vazby na látku....
- asi ty nejdůležitější :

$c$  – rychlost světla ve vakuu

$h$  – Planckova konstanta

$e$  – elementární náboj

$m_e$  – klidová hmotnost elektronu

$m_p$  – klidová hmotnost protonu

$N_A$  – Avogadrovo číslo

$k$  – Boltzmannova konstanta

$G$  – gravitační konstanta

.....celkem asi 40 konstant, závisí na oboru a volbě, na stupni poznání.....

Pozn. např.: existují námitky proti  $m_p$ , protože proton je nestabilní s poločasem rozpadu asi  $10^{31}$  roků (trvání vesmíru asi  $10^{10}$  roků....)

Metrologie – určování velikosti z.f.k. s vysokou přesností je sice nutnost, ale je to velmi obtížný obor (např.: přesnost  $c$  s  $10^{-9}$ ,  $G$  jen  $10^{-4}$ ....)

Důvody ke zvyšování přesnosti:

- přesná interpretace fyz. jevů
- zdokonalení definic základních jednotek
- porovnání teorie s experimentem, platnost teorie....
- vzájemná propojenost měření konstant a vztahů

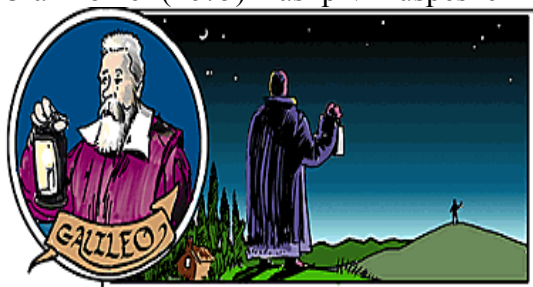
### Rychlost měření světla

Historie

- Descartes (1596-1650):  $c$  je asi  $\infty$

- Galileo Galilei (1564-1642; návrh 1638, realizace 1667) –  $c$  je konečná, ale nedokázáno experimentálně

Olaf Romer (1675) – asi první úspěšné měření



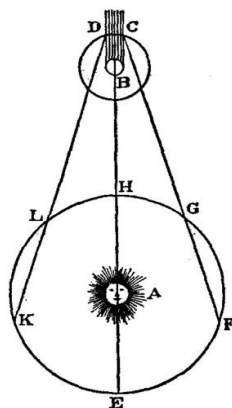
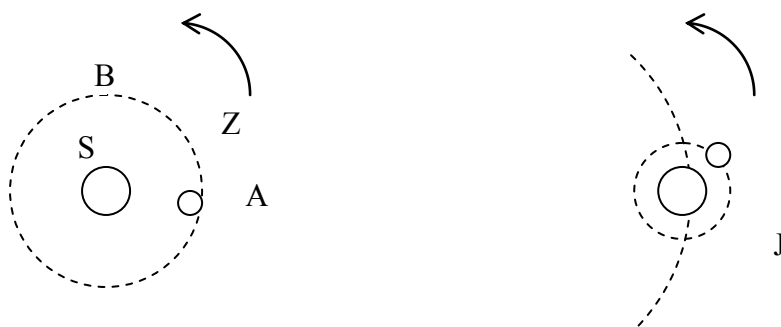


FIG. 70.

Olaf (Ole) Roemer (1644-1710)

- zatmění Jupiterových měsíčků, experimentálně pozoroval že intervaly mezi zatměním měsíčku byly různé při přibližování nebo oddalování Země a Jupitera.



- zdroj světla (měsíček) má stálou periodu T

- při pohybu Země od Jupitera se naměří T' ( v bodě B), které je delší o  $\Delta t$  . 'C, kde x je posunutí Země během T, opačně při přibližování, tedy (v je rychlost Země)

$$T' = T + \frac{v \cdot l}{c} \rightarrow \frac{v \cdot l}{c}$$

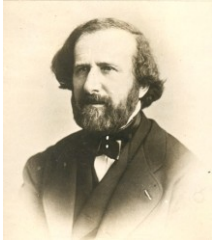
T je doba oběhu naměřená v bodě A, T' v bodě B. Je nutné vzít korekci na dobu oběhu Jupitera (12 let), chyby pozorování.....

Olaf Roemer naměřil

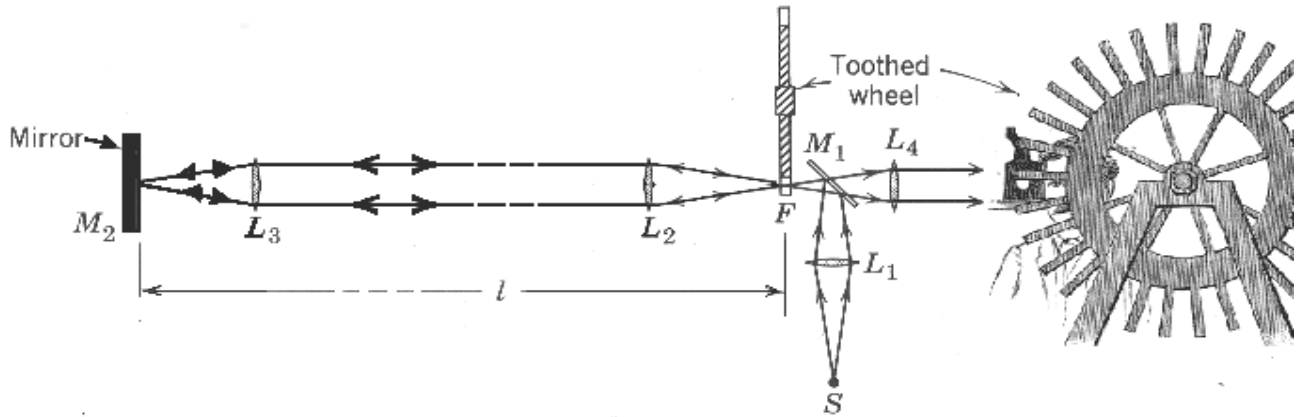
$$c = 214\,300 \text{ km s}^{-1}$$

Pozemské metody

1. 1607 G.Galilei – zakrývání luceren, bez výsledku
2. 1849 A. Fizeau metoda ozubeného kola



Hippolyte Fizeau 1819-1896



$l$  – vzdálenost mezi ozubeným kolem a zrcadlem,  $n$  – počet otáček za sekundu,  $z$  – počet zubů

$$\Delta t = \frac{l}{vz} \rightarrow v = \frac{l}{z \Delta t}$$

Pro  $z=720$ ,  $n=12.6 \text{ s}^{-1}$ ,  $l=8.633 \text{ km}$  naměřil

$$c = 137 \text{ km s}^{-1}$$

později Perrotin (1901) v podobném uspořádání

$$c = 299 \text{ km s}^{-1}$$

V současné době se  $c$  určuje z možností přesného měření času a délky

$$c =$$

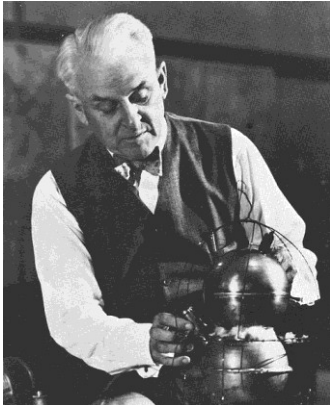
chyba  $\lambda$  je asi  $10^{-9}$ , chyba  $f$  respektive času asi  $10^{-10}$ , měření  $c$  (1974)

$$c = 29945 \text{ m s}^{-1}$$

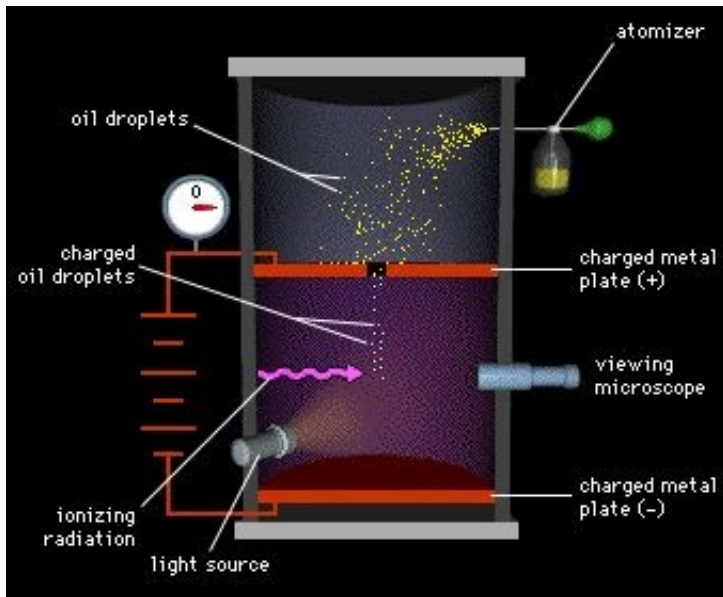
### Elementární náboj $e$

$e$  – základní konstanta pro atomovou fyziku....., + -, nedělitelný

Řada metod, uvádíme historicky významnou metodu:



Robert Andrews Millikan 1868-1953



Postup : najdete se olejová kapka, která stojí nebo padá rovnoměrně, po zapnutí pole kapka změní rychlost  $v$  ( $a$ -poloměr kapky,  $\rho$ -hustota oleje,  $\rho_0$ -hustota vzduchu,  $\eta$ -viskozita), bez pole (tíha kapky-nadlehčování kapky ve vzduchu-Stokesova síla):

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho - \pi r^2 \eta v = \tau \zeta =$$

s polem E

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho - \pi r^2 \eta v = \tau \zeta = -qE$$

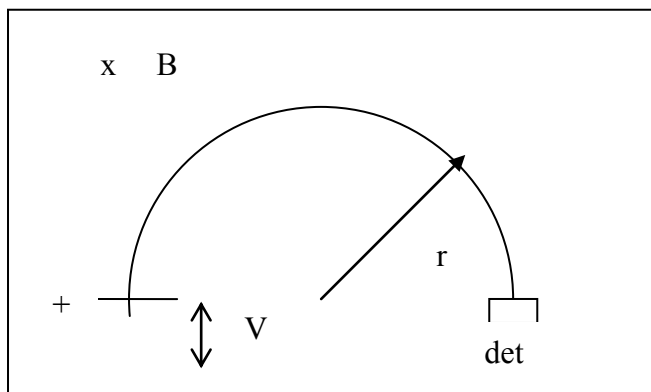
vyloučíme a

$$Q = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho - \pi r^2 \eta v = \tau \zeta = -qE$$

výsledek

$$e = \frac{3\eta r^2 v}{2V}$$

### Měření e/m



$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = eV \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{2V}{v^2}$$

výsledek

$$h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

### Planckova konstanta

fundamentální konstanta mikrosvěta:  
viz Částicový model světla

$$h = 6.62607015 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

Poznámka

$$E = h \nu$$