



TEORIA RELATIVITĂȚII RESTRÂNSE

I. Introducere



Sumar

- Fizica și lumea în jurul anului 1900
- Experimentul Michelson-Morley
- Problema vitezei luminii

Fizica în jurul anului 1900

- 1800 – descoperirea bateriei, Alessandro Volta
- 1820 – 1830
 - *electromagnetismul: H.C. Oersted (câmpul magnetic efect al curentului electric),*
 - *A. M. Ampere (interacția magnetică a curenților electrici, construirea galvanometrului)*
 - *G.S.Ohm (rezistența electrică, legile circuitului electric)*
- 1820 – 1830 primele căi ferate
- 1831 – M. Faraday descoperiră fenomenul de inducție electromagnetică
- 1836 – 1837 – D. Alter, S. Morse, telegraful
- 1849 – L. Fizeau – determină viteza luminii în aer 313 000 km/s
- 1854 – G.R Kirchhoff publică legile circuitului electric complex, fondează spectroscoopia.
- 1860 – se extind căile ferate
- 1866 primele transmisii telegrafice intercontinentale între USA și Europa prin cablu submarin transatlantic

Fizica în jurul anului 1900

- 1865 J.C. Maxwell publică teoria câmpului electromagnetic formulând cele 4 ecuații fundamentale ale acesteia.

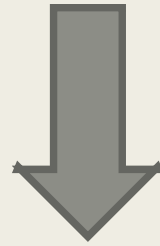
Forma diferențială	Forma integrală	
$\nabla \times \vec{H} = \vec{J}_c + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$	$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_s (J_c + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$	Legea lui Ampere
$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_s (-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$	Legea lui Faraday
$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$	$\oint_s \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_v \rho dv$	Legea lui Gauss
$\nabla \cdot \vec{B} = 0$	$\oint_s \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$	Inexistența monopolilor magnetici

Fizica în jurul anului 1900

- 1876 – N. Otto construiește primul motor cu ardere internă funcțional
- 1877 – prima variantă a experimentul A. A. Michelson & E.W. Morley în ideea evidențierii eterului.
- 1879 – se naște Albert Einstein
- 1880-1890
 - *T. Edison îmbunătățește becul cu incandescență, construiește fonograful, primul sistem de distribuție al energiei electrice (curent continuu) la 110V cc la 59 de consumatori, descoperă emisia termoelectronică.*
 - *N. Tesla construiește primul motor de curent alternativ.*
 - *R. Hertz demonstrează existența undelor electromagnetice construind primul aparat care emite și captează unde radio.*

Fizica în jurul anului 1900

- 1896-1900 – A. Einstein este student
- 1897 J.J. Thomson descoperă electronul
- 1900 Max Planck rezolvă așa numita catastrofă violetă propunând ideea de foton, este preambulul nașterii fizicii cuantice.



1905

Lumea în jurul anului 1900

- 1901 moare regina Victoria a Angliei, urmează Eduard al VII-lea.
- în Germania conducerea e deținută de Kaiserul Wilhelm II, nepotul reginei Victoria.
- Europa se pregătește de primul război mondial (1914- 1918).
- 1904 începe războiul ruso-japonez pentru Korea + Manciuria.
- 1905 începe revoluția din Rusia împotriva țarismului.

Experimentul Michelson & Morley 1887

Ipoteze de la care a plecat experimentul

- ✓ Lumina este o undă electromagnetică. Prin analogie cu undele mecanice s-a crezut că lumina are nevoie de un mediu suport de propagare la fel ca și undele mecanice.
- ✓ Mediul suport al undelor electromagnetice a fost numit **eter**.
- ✓ Una din primele idei a fost că eterul ocupă tot spațiul și este staționar, adică este un SRI absolut, Ulterior au fost emise și alte idei privind natura eterului.

Scopul experimentului

- ✓ Evidențierea eterului.

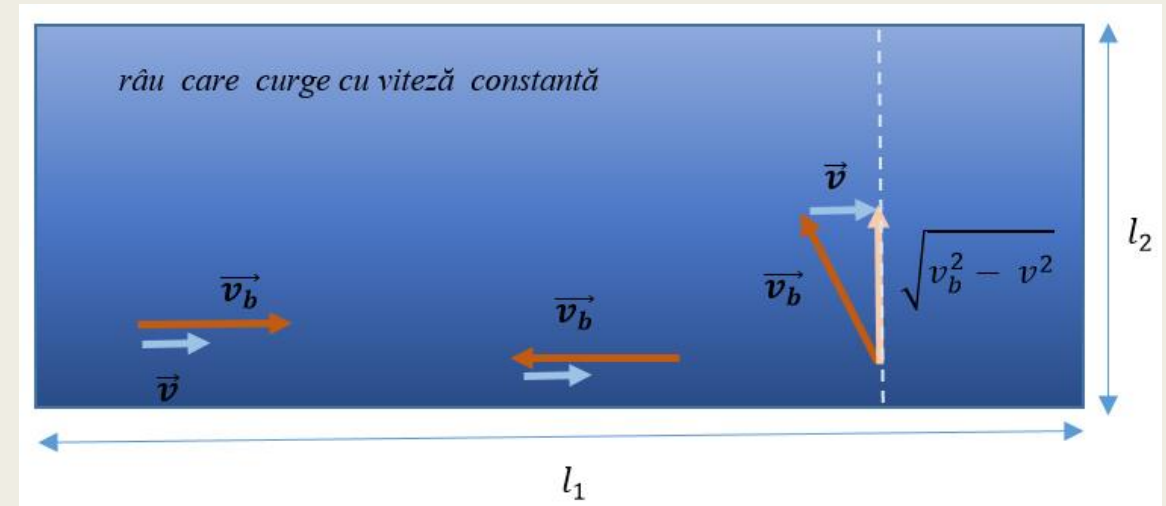
Experimentul Michelson & Morley 1887

Ideea de bază ale experimentului

Să presupunem că avem un râu care curge cu viteză constantă $\vec{v}$ și o barcă care se deplasează cu viteza constantă $\vec{v}_b$ față de apă. La deplasarea dus - întors în lungul râului pe distanța l_1 și transversal pe râu pe l_2 , timpii necesari parcurgerii celor două distanțe sunt:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_b + v} + \frac{l_1}{v_b - v}$$

$$t_2 = \frac{2l_2}{\sqrt{v_b^2 - v^2}}$$

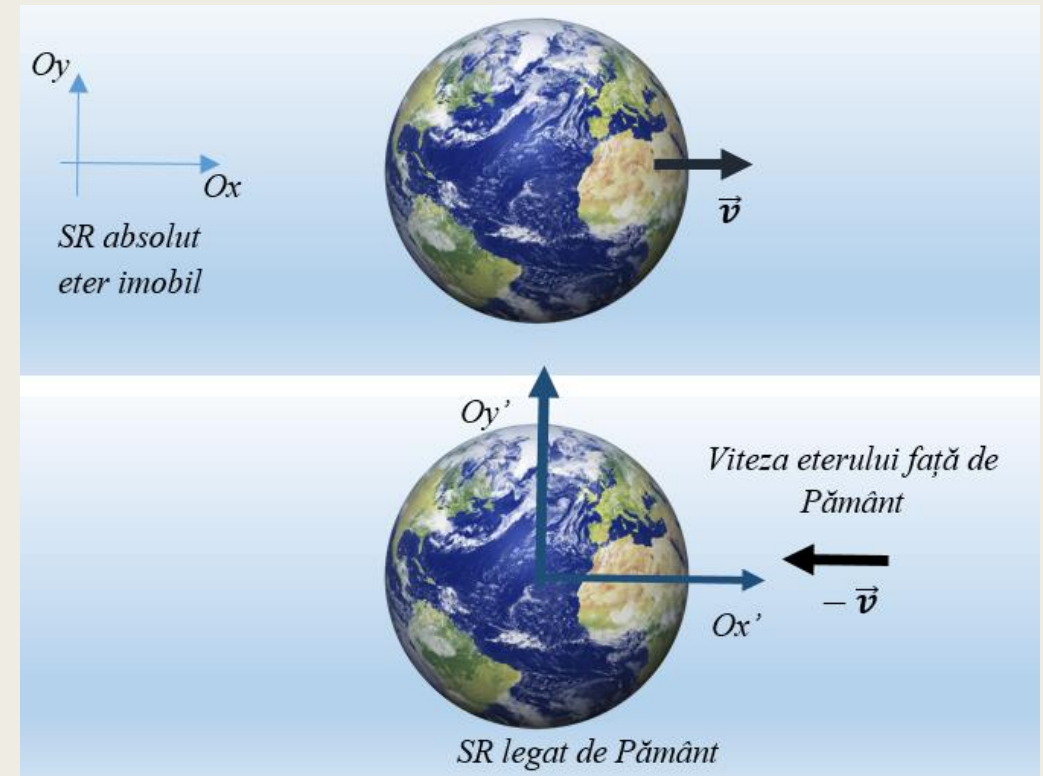


Dacă se cunosc cele două distanțe și viteza bărcii față de apă și se măsoară cei doi timpi atunci putem afla viteza apei.

Experimentul Michelson & Morley 1887

Eterul si viteza luminii.

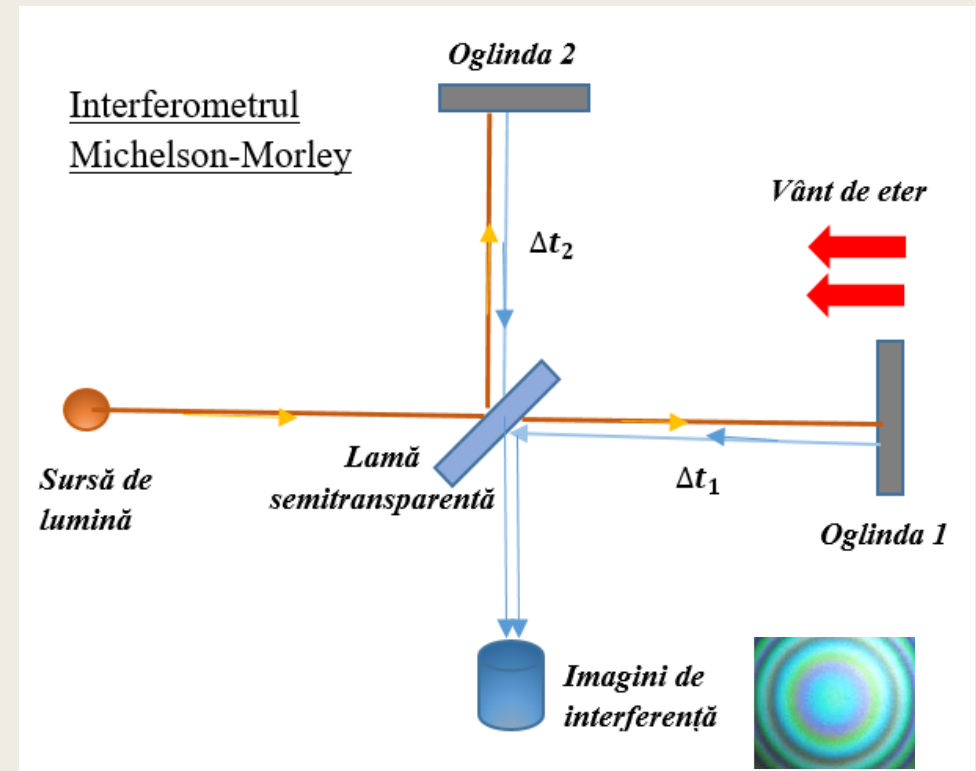
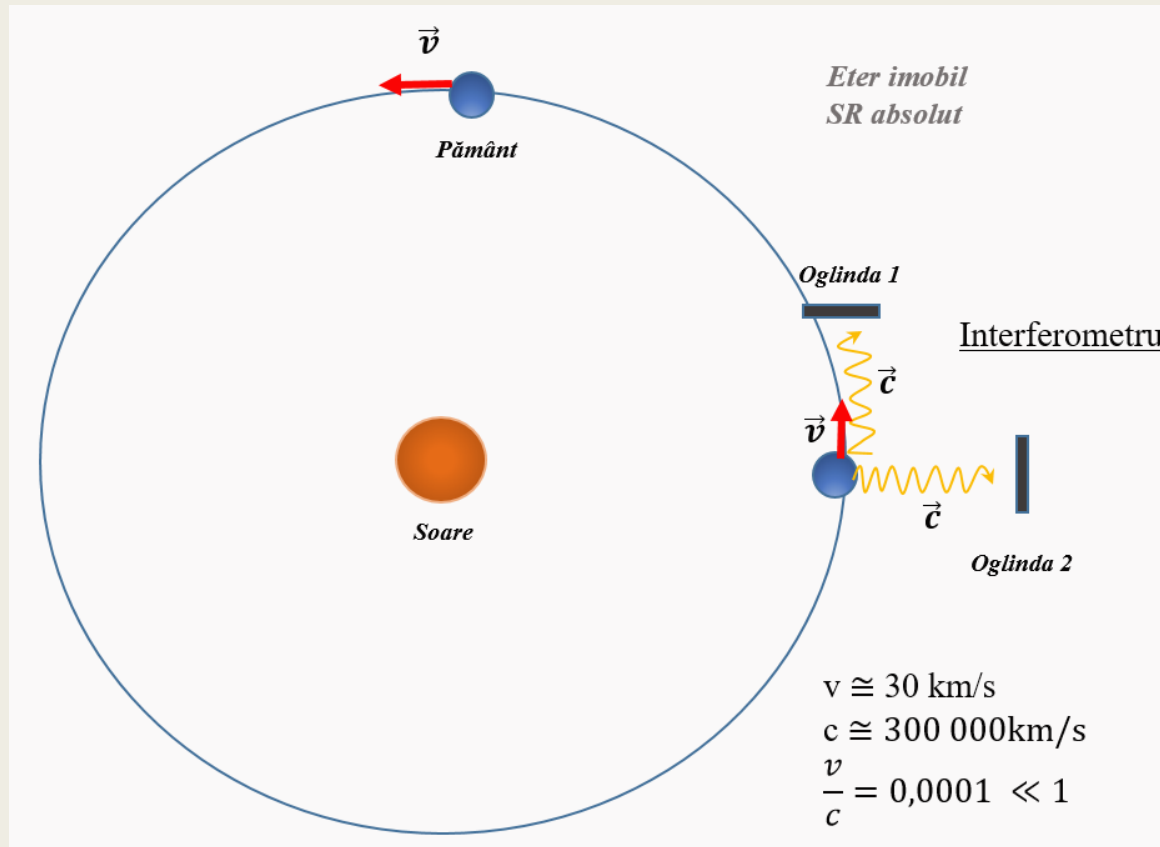
- Viteza de rotație a Pământului în jurul Soarelui este în medie de $v = \frac{30km}{s}$.
- Considerând eterul imobil atunci față de Pământ viteza acestuia ar fi $-\vec{v}$, ar fi simțit ca un fel de vânt.
- Utilizând un fascicul luminos printr-un experiment similar celui cu barca prin măsurarea vitezei luminii în diferite direcții ar putea fi pus în evidență eterul și măsurată viteza acestuia.
- Deoarece $v \ll c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ (viteza luminii) dispozitivul experimental a trebuit să fie unul extrem de precis.



1881 – Michelson efectuează primul experiment

1887 – Michelson & Morley al 2lea experiment mult mai precis

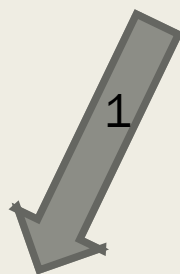
Experimentul Michelson & Morley 1887



- În ipoteza că eterul este imobil viteza sa față de Pământ va întotdeauna $-\vec{v}$, viteza Pământului față de Soare.
- Diferența timpilor necesari luminii să parcurgă brațele interferometrului implică o deplasare a franjelor de interferență care ar fi trebuit evidențiată experimental. Un raționament identic s-ar fi făcut dacă s-ar presupune că eterul ar fi mobil și ar avea o viteză relativă față de Pământ.

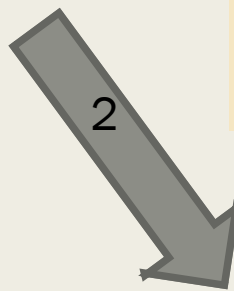
Rezultatele experimentului lui Michelson & Morley

- Experimentul a dat **rezultat negativ**, nu a pus în evidență eterul !
- Experimentul a fost reluat de multe ori în perioada 1881 – 1930, rezultatul fiind **mereu negativ**
- **Experimentul a arătat că viteza luminii este constantă în orice direcție și independentă de mișcarea sursei sau observatorului.**



Ipoteze complicate

- a) Poate că eterul este antrenat de corpurile în mișcare în moduri mai complicate.
- b) Poate există alte efecte care afectează experimentul



Briciul lui Occam
„Occam’ s razor”

„entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem”

Dacă un fenomen poate fi explicat în mai multe moduri atunci este de preferat să se aleagă varianta cea mai simplă

Dacă nu există nici o evidență experimentală a eterului atunci eterul **NU EXISTĂ** și totul poate fi explicat fără eter!!!



A.Einstein – Teoria Relativității Restrânse
1905

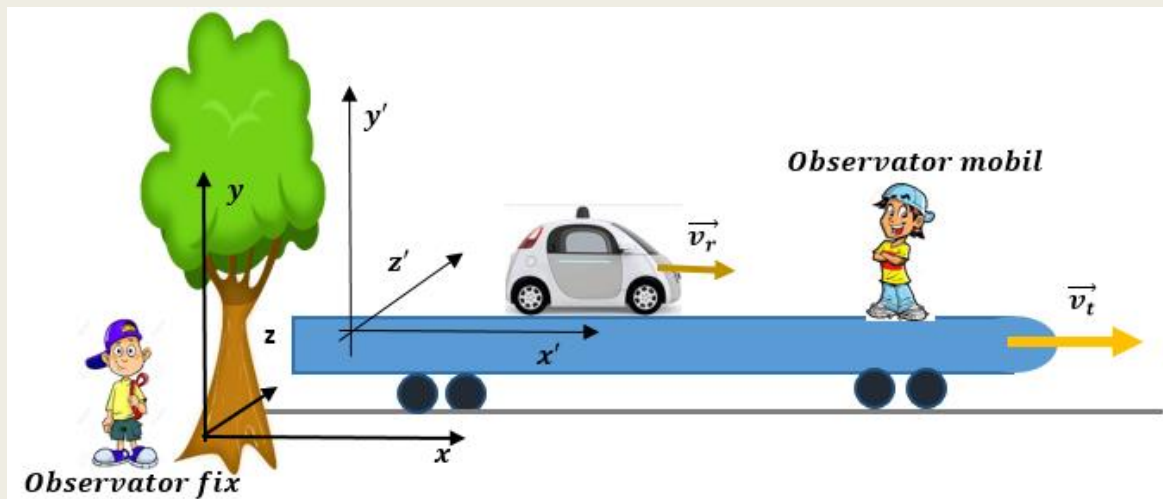
William of Ockham

Călugăr franciscan – sec XIV



Problema vitezei luminii

Compunerea vitezelor în mecanica clasică



$\vec{v}_a$, se numește viteză absolută, viteza față de observatorul fix

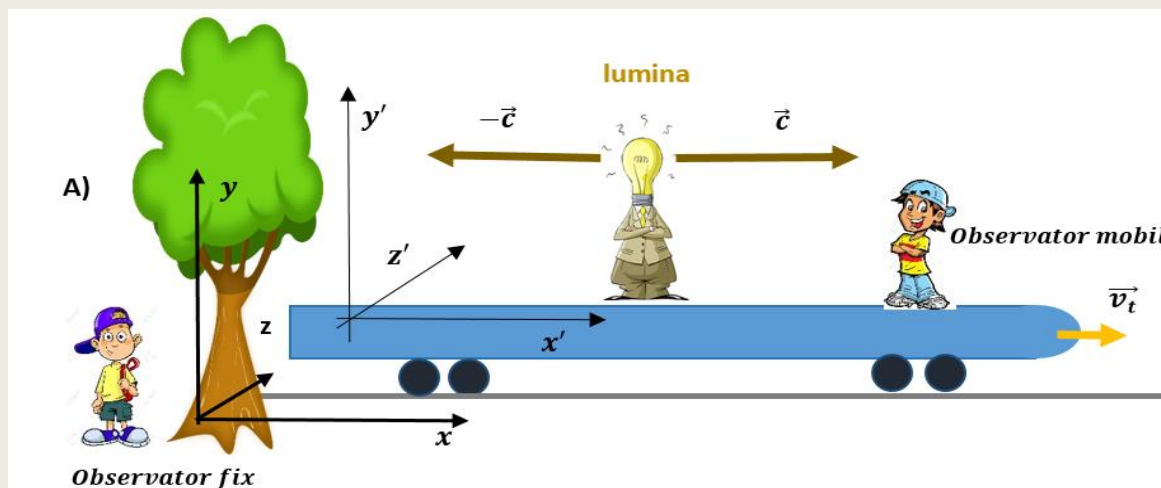
$\vec{v}_r$, se numește viteză relativă, viteza mașinii față de platformă

$\vec{v}_t$, se numește viteză de transport, viteza platformei față de obs. fix.

$$\vec{v}_a = \vec{v}_r + \vec{v}_t$$

$$v_a = v_r + v_t$$

Dacă înlocuim mașina cu un bec care emite lumină în toate direcțiile



~~$$v_a = c + v_t$$~~

~~$$v_a = -c + v_t$$~~



Nu se aplică în cazul luminii