



Увод

Крајем XIX вијека, приликом свог предавања у Балтимору, лорд Келвин је изјавио да се физика чини попут чистог плавог неба на којем се налазе још само два облачића (проблем етера и проблем зрачења апсолутно црног тијела), али и да ће они убрзо нестати. Међутим из та два проблема изродила се савремена физика, и то **теорија релативности и квантна теорија**.

У то вријеме доминирало је мишљење да **Њутнови** закони механике имају неограничену примјену. Међутим, почетком XX вијека доказано је да се они не могу примјенити у области великих брзина (брзина које су упоредиве са брзином свјетлости у вакууму $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$). Толике брзине могу да имају, на примјер, електрони, протони и друге елементарне честице, као и честице које долазе из свемира (космичко зрачење).

Проблеме који настају у области великих брзина ријешао је **Ајнштајн** теоријом релативности (специјална теорија релативности 1905. године и општа теорија релативности 1916. године). Релативистичка теорија је добила име по томе што она релативизира појмове времена и простора, чиме ћемо се бавити у овој лекцији.

Класична (Њутнова) механика не може да објасни ни појаве у области атомског и субатомског свијета. За тумачење појава на том нивоу материје користи се квантна теорија, коју ћемо такође изучавати ове године. Дакле, релативистичка и квантна физика не умањују значај класичне физике. Она је још увијек незамјенљива приликом описивања кретања макротијела са којима се сусрећемо у свакодневном животу (пад јабуке, кретање небеских тијела итд.). Такође, и релативистичка теорија и квантна теорија су направљене тако да се њихови закони у области малих брзина и у области макротијела своде на законе класичне механике.



- О простору и времену

Простор и вријеме су два најбитнија појма не само у филозофији и науци, већ и у свакодневном животу. Још од античких мислилаца људи су се бавили тим појмовима. Размотрићемо само најбитнија историјска схватања ових појмова.

Аристотел је тврдио да је природно стање тијела мировање, односно да се оно креће под дејством неке силе. Он није схватао да је кретање природно стање материје, а да сила врши промјену стања кретања. Постоје двије разлике између Аристотелових и Њутнових схватања. Аристотел је тврдио да тежа тијела брже слободно падају (већим убрзањем), што је **Галилеј** оповргнуо у свом огледу. Такође, Аристотел је вјеровао у привилегованост стања мировања, док је Њутн утврдио да то није тачно. Према Њутну подједнако су исправне тврдње: тијело A се налази у стању мировања док се тијело B креће сталном брзином у односу на тијело A , као и да је тијело B у стању мировања док се тијело A креће истом том брзином, а у супротном смјеру.

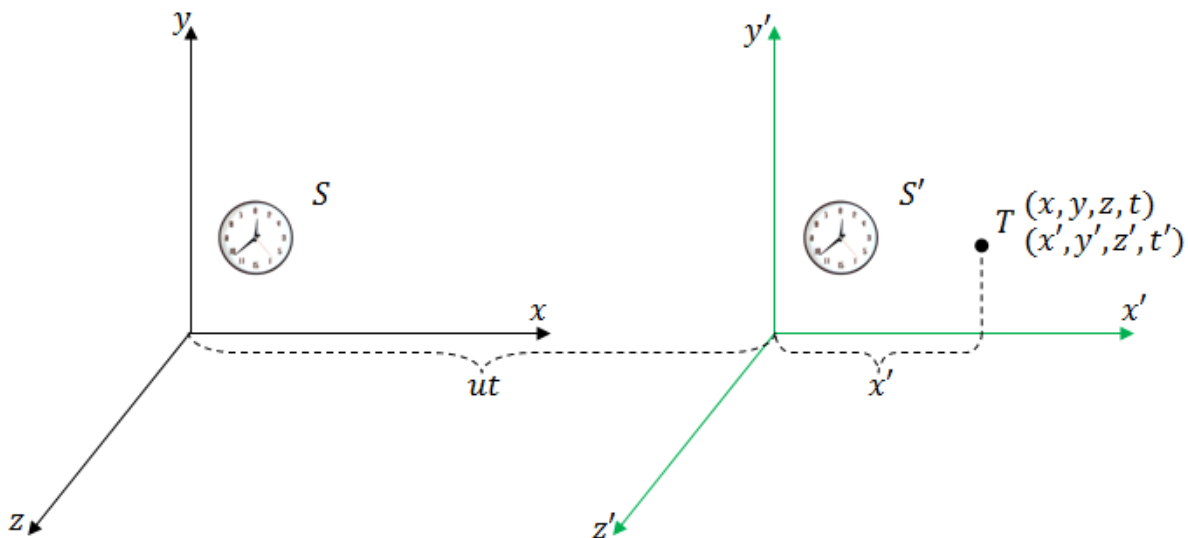
И поред овога, Њутн је дијелио Аристотелово мишљење о постојању апсолутног просотра, иако то није слиједило из његових закона кретања. Такође, и један и други су вјеровали у **апсолутно вријеме**. Сматрали су да је интервал између два догађаја исти, без обзира на то из којег референтног система мјеримо то вријеме.

Дакле, за Њутна и простор и вријеме су били апсолутни. Он је говорио: **апсолутни простор** остаје по својој природи, без обзира на то шта се у њему дешава, увијек једнак себи и непокретан (статичан), а за вријеме: апсолутно стварно и математичко вријеме тече равномјерно по себи и својој природи, без обзира на то шта се дешава. Вријеме у класичној физици се може упоредити са током ријеке: оно носи појаве као стварна ријека бродове, па и кад нема бродова, ријека тече непромијењеним током. А простор је као обала те ријеке- независан од бродова који по њој плове. Ако би нестала материја, према Њутновом схватању, остали би празан простор и празно вријеме, као нека врста позорнице за физичке објекте и појаве.

Међутим, према Ајнштајновом схватању, заједно са материјом нестали би и простор и вријеме. Простор и вријеме нису ништа, већ су дио јединствене објективне реалности (четвородимензионалног континуума). Претеча Ајнштајна и велики противник Њутнових схватања био је и Руђер Бошковић, рођени Дубровчанин, српског поријекла. Он је говорио о вези простора и времена, као и да они нису независни (апсолутни) од спољашњих појава.

- Галилејеве трансформације

Оне илуструју Њутново схватање простора и времена. Галилејеве трансформације дају везу између координата положаја и времена у два система S и S' , који се крећу један у односу на други сталном брзином u (инерцијални системи). Претпоставићемо да се кретања тијела врши у правцу x - осе система S и и да се у почетном тренутку тијело налази у координатном почетку. За тијело се веже покретни систем S' , при чему важи да је у почетном тренутку $t = t' = 0$. Нека је, на примјер тијело које посматрам воз, систем S је систем везан за посматрача на станици, а систем S' је везан за посматрача у возу. На почетку воз се налази у станици.





Положај тачке T у систему S одређен је координатама (x, y, z) , док је у систему S' одређен координатама (x', y', z') . Пошто је вријеме апсолутно важи $t = t'$. На основу слике је јасно да су координате повезане на сљедећи начин:

$$\text{Систем } S: x = x' + ut; y = y'; z = z'.$$

$$\text{Систем } S': x' = x - ut; y' = y; z' = z.$$

$$t = t'$$

Ово су Галилејеве трансформације.

Можемо извести и везе између брзине у та два система. Нека се тачка T креће у смјеру x - осе брзином v . Нека за неко вријеме Δt у систему S тачка T направи помјерај Δx , а у систему S' помјерај $\Delta x'$. На основу претходног важи:

$$\Delta x = \Delta x' + u\Delta t$$

ако подијелимо са временом Δt добићемо:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x'}{\Delta t} + \frac{u\Delta t}{\Delta t}$$

гдје је са лијеве стране брзина v у систему S , а први члан са десне стране брзина v' у систему S' .

$$v = v' + u$$

или у општем случају (за произвољан правац и смјер кретања тачке):

$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$$

Ово представља Галилејев, односно **класични закон сабирања брзина**.

Јасно је да су и убрзања тијела иста у оба инерцијална система, па су исте и силе.

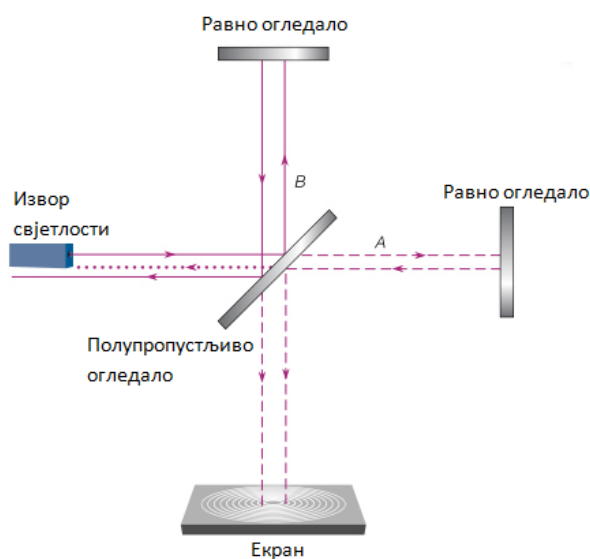
Њутнови закони класичне механике у свим инерцијалним системима имају исти облик, што је Галилеј формулисао:

У свим инерцијалним референтним системима све механичке појаве одвијају се на исти начин. То је **Галилејев принцип релативности**.

- Мајкелсон- Морлијев оглед

Амерички физичари Алберт Мајкелсон и Едвард Морли извели су 1887. године врло прецизан експеримент, данас познат као Мајкелсон- Морлијев експеримент. Њихов циљ је био да докажу постојање етера. Слично као што авион који се креће константном брзином у различитим правцима не прелази иста растојања када постоји вјетар, и свјетлост би требала услед кретања етера да има различиту брзину у различитим правцима.

Они су користили извор монохроматске свјетлости, једно полупропустљиво огледало и два равна огледала, као што је и приказано на слици.



Дио снопа свјетлости који падне на полупропустљиво огледало прође кроз њега (A), а дио се одбије (B). Након одбијања од равних огледала, ти зраци поново падају на полупропустљиво огледало. Дијелови тих зрака затим падају на екран. Услед кретања Земље око Сунца, зраци A и B би требали имати различите брзине, па бисмо на екрану требали добити интерференциону слику два таласа који нису у фази. Међутим, то се не дешава! Ротирањем апаратуре, слика на екрану се није

мијењала.



РЕЛАТИВИСТИЧКА ФИЗИКА

Максим Мичета

Након овог експеримента појавила се велика дилема- да ли етер постоји или не и зашто се не може детектовати. Неочекивани одговор на ова питања дао је Алберт Ајнштајн кроз специјалну теорију релативности.