

Динамика транслаторног кретања

Др Јасна Стевановић

Теме:

- Сила
- Маса и импулс
- Њутнови закони
- Трење
- Инерцијални и неинерцијални референтни системи

Шта је динамика?

- **Динамика** је грана физике, односно **механике** која проучава узроке кретања тела и у том смислу се разликује од кинематике која кретање проучава без обзира на његов узрок.
- Кинематика разматра само основне кинематичке величине: положај, брзину и убрзање (њихове генерализације) и њихове међусобне односе; без разматрања узрока који доводе до промена у тим величинама.
- Динамика разматра однос тих величина са физичким узроцима кретања: **основним динамичким величинама** – масом и силом.

При проучавању узрока одређених начина кретања тела повезују се *кинематичке* и *динамичке* физичке величине кроз *физичке законе*.

Основно динамичко питање је: када се уочи кретање тела на одређен начин, зашто се дато тело креће баш тако?

Сила

- Тело мења свој положај, облик, започиње кретање, мења правац кретања због дејства другог тела.
- Често се друго тело, од кога потиче дејство и не спомиње већ се каже да је на посматрано тело деловала **сила**.

Сила је мера узајамног деловања тела.

- Сила настаје када једно тело делује на друго тело; сила се не види, али се осећа њено дејство.
- Сила као физичка величина се означава великим словом латинице F .
- Јединица за мерење силе је Њутн (N).
- За мерење силе користи се мерни инструмент динамометар (састоји се од еластичне опруге поред које се налази скала). Издужење опруге је *сразмерно* јачини силе која на њу делује, а на скали се читава вредност силе.

Сила

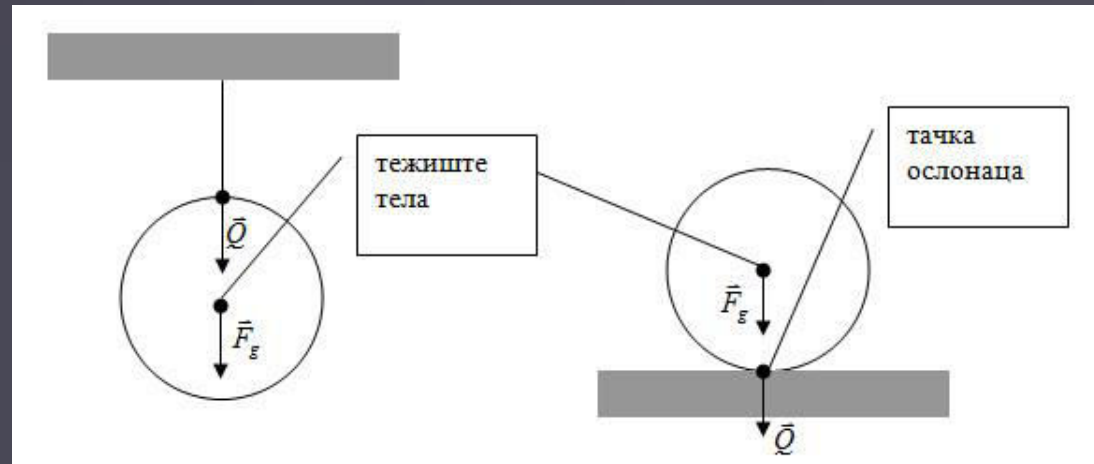
- Сила је векторска величина: одређена је бројном вредношћу (интензитетом), правцем и смером \vec{F} .

Нападна тачка је место на телу у коме делује сила.

- ✓ Сила је одређена јачином, правцем, смером и нападном тачком.

Пример: сила Земљине теже \vec{F}_g и тежина тела \vec{Q}

- имају исти интензитет
- имају исти правац и смер
- немају исти нападну тачку!



Сила Земљине теже је сила која делује на **свако** тело, а тежина тела је сила којом тело делује на неко друго тело (подлога, конац).

Маса

Маса је:

- један од два појавна облика материје, други је енергија
- основна карактеристика сваког тела – не постоји тело без масе
- основна физичка величина – скалар
- означава се малим словом m

Јединица за масу у СИ систему је kg .

- Маса је адитивна величина: маса неког тела једнака је збиру маса свих његових делова.
- Тело веће масе се теже покреће са места и теже зауставља него тело мање масе. За она тела која имају већу масу каже се да су тронија (инертнија).

Маса тела је мера инертности тела.

Маса

- Тело које мирује никад се неће само од себе покренути.
- Свака промена на телима и у природи уопште последица је међусобног деловања између тела – последица деловања неке силе.
- Неки узрок, утицај других тела доводи до промене правца кретања, до промене брзине кретања.

Инертност

- **особина тела:** тело са већом масом спорије прихвата промену кретања
- **зависи од масе тела**

Инерција

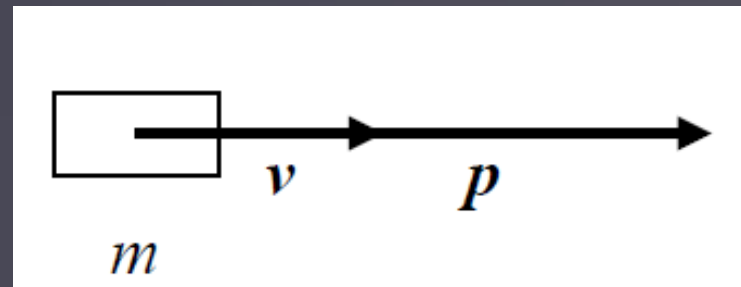
- **појава:** испољава се у одржавању стања мировања или равномерног праволинијског кретања (нагло кочење, нагло покретање)
- **не зависи од масе** (односи се мировање или кретање тела без обзира на вредност масе)

Импулс

Како би се на одговарајући начин описало стање кретања тела, мора се узети у обзир и податак о маси.

- ✓ Уводи се физичка величина која је једнака производу брзине и масе → *импулс*.
- Импулс се обележава малим словом p .
- Импулс је векторска величина: производ скаларне физичке величине (маса) и векторске физичке величине (брзина).

$$\vec{p} = m\vec{v}$$



Правац и смер вектора импулса се поклапа са правцем и смером вектора брзине тела, а интензитет је једнак производу интензитета брзине и масе.

Мерна јединица за импулс: $kg \frac{m}{s}$ (килограм пута метар у секунди).

Њутнови закони механике

❖ Први Њутнов закон. Закон инерције

- ✓ Свако тело остаје у стању мировања или равномерног праволинијског кретања, све док га нека сила не примора да то стање промени.

На основу Првог Њутновог закона следи да свака промена брзине тела (појава убрзања) може настати само као последица деловања неке силе.

промена брзине тела → последица деловања силе

Узрок промене брзине је сила: да би се променила брзина тела на тело мора да делује неко друго тело → мора да делује сила.

Тело на које не делују силе има тежњу да настави кретање истим смером и брзином.

Њутнови закони механике

❖ Други Њутнов закон. Закон силе. Основни закон динамике

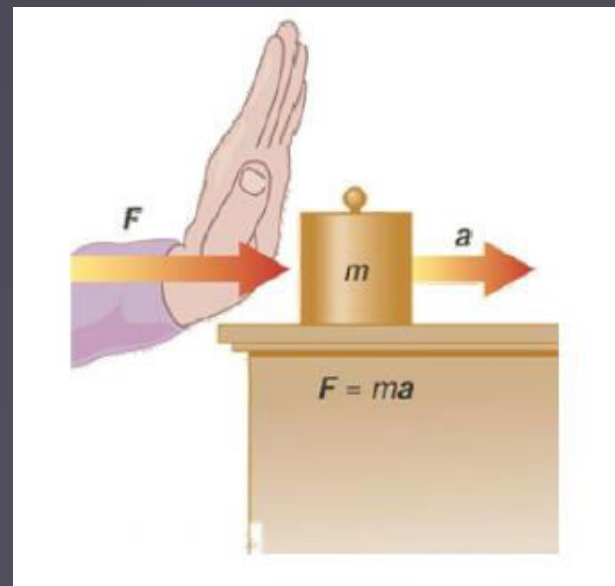
Даје основне везе између кинематичких и динамичких величина у класичној механици.

- ✓ Сила је једнака производу масе тела и његовог убрзања.

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Сила има интензитет од $1N$ ако телу масе $1kg$ даје убрзање $1\frac{m}{s^2}$.

Вектор силе и вектор убрзања су истог правца и смера, јер је маса тела скалар који не може бити негативан!



Њутнови закони механике

❖ Други Њутнов закон. Закон силе. Основни закон динамике

Закон силе се може написати и на следећи начин:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

- ✓ **Убрзање тела је директно сразмерно сили, а обрнуто сразмерно његовој маси.**
- Од два тела исте масе, веће убрзање ће добити оно које је изложено јачој сили.
- Од два тела изложена истој сили, веће убрзање ће добити тело мање масе.

Значај овог закона је у вези коју успоставља између силе која делује на тело и убрзања које ће то тело, том приликом добити.

Њутнови закони механике

❖ Други Њутнов закон. Закон силе. Основни закон динамике

- Другачија формулација закона силе

Када на тело делује сила, она изазива промену брзине тела што резултује и променом његовог импулса.

Експериментално је утврђено да важи релација:

$$\vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t}$$

- ✓ Сила, која делује на тело, бројно је једнака промени импулса тог тела у датом временском интервалу.

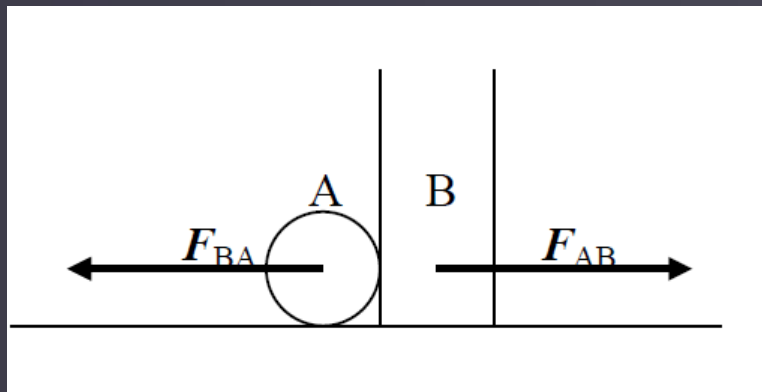
Њутнови закони механике

❖ Трећи Њутнов закон. Закон акције и реакције

Деловање једног тела на друго увек изазива и деловање другог тела на прво.

Сила којом прво тело A (кугла) делује на друго тело B (зид) је сила акције (\vec{F}_{AB}).

Сила којом друго тело B делује на прво тело A је сила реакције (\vec{F}_{BA}).



$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

- ✓ Силе које се јављају при узајамном деловању два тела имају исти правац, исти интензитет, а супротне смерове.

Трење

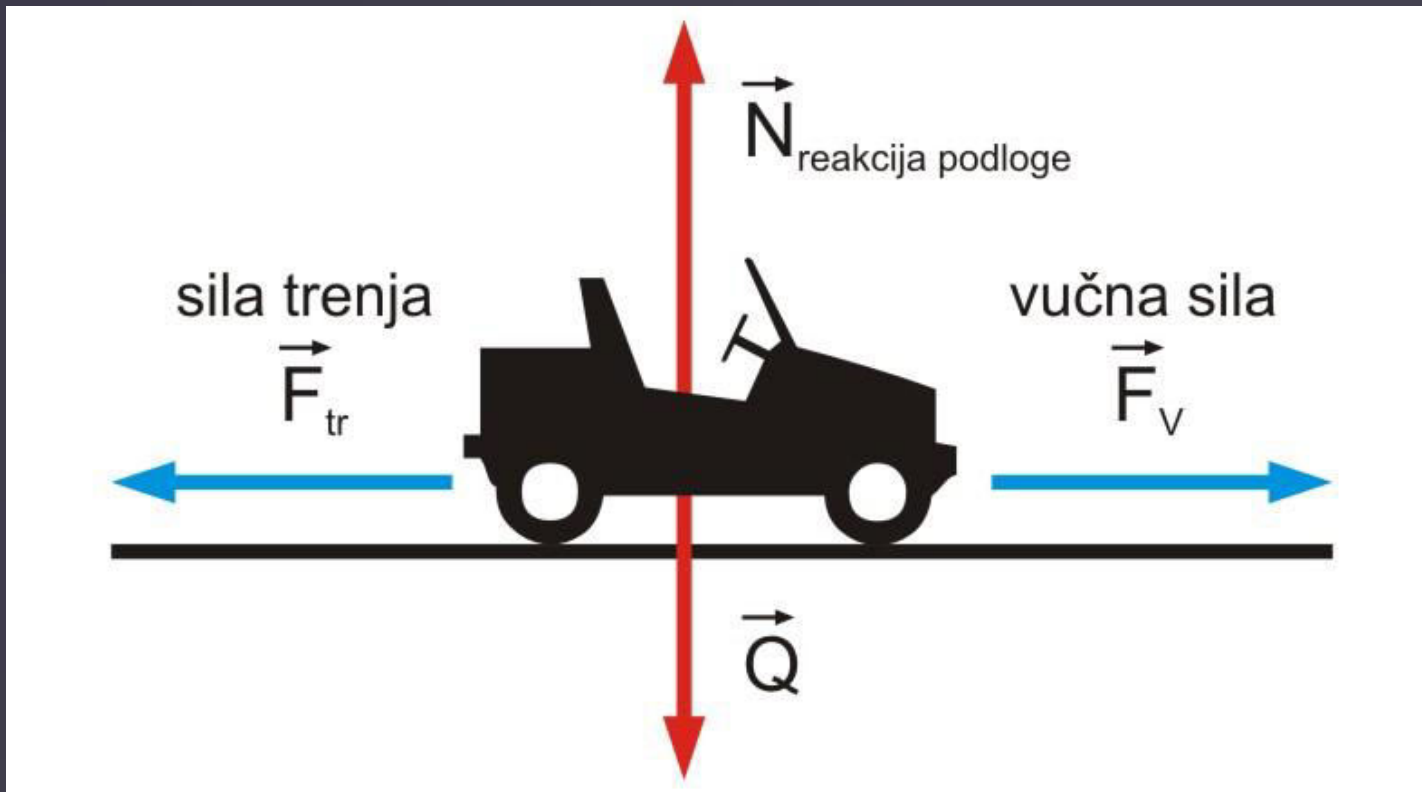
Трење је макроскопска појава која се јавља на додирним површинама између тела и супротставља се померању и кретању једног тела по површини другог тела (успорава и зауставља тело).

Врсте трења су: трење мировања, трење клизања (једно тело клизи односно превлачи се по другом телу) и трење котрљања (тело се котрља по површини другог тела).

Сила трења је физичка величина којом се описује трење F_{tr} .

Сила трења увек делује у супротном смеру од смера кретања тела и зависи од:

- ✓ величине силе којом тело делује нормално на подлогу,
- ✓ особина тела чије се површине додирују.
- Не зависи од величине додирне површине.



Када се тело креће по хоризонталној подлози, нормална сила \vec{N} (сила реакције подлоге) је једнака тежини тела \vec{Q} .

Сила трења клизања сразмерна је сили која делује нормално на подлогу:

$$F_{tr} = \mu N$$

μ (ми) је коефицијент трења.

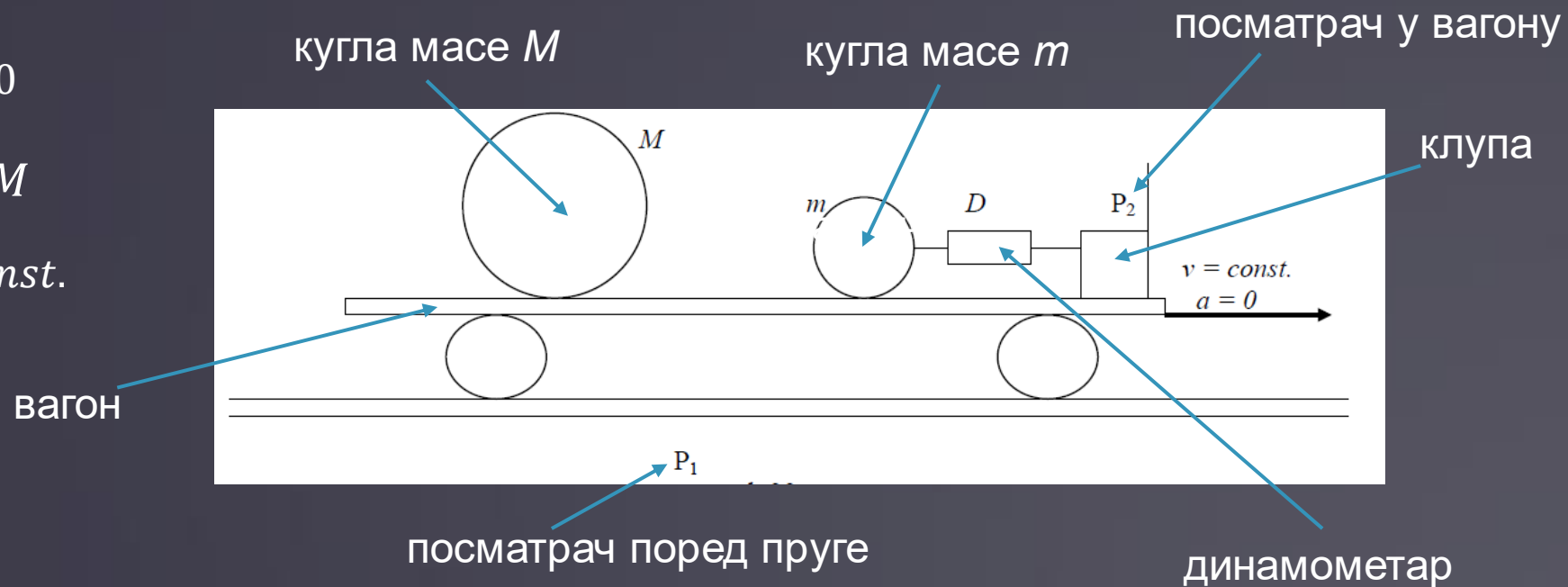
Инерцијални референтни системи

- референтни системи који мирују или се крећу равномерно праволинијски јесу системи у којима важи закон инерције

$$\vec{F}_{tr} \approx 0$$

$$m < M$$

$$\vec{v} = const.$$



- кугла масе m је динамометром везана за клубу
- кугла масе M слободно мирује у односу на под вагона



- P_1 : обе кугле се крећу равномерно праволинијски (покравају се инерцији)
- P_2 : обе кугле мирују на поду вагона

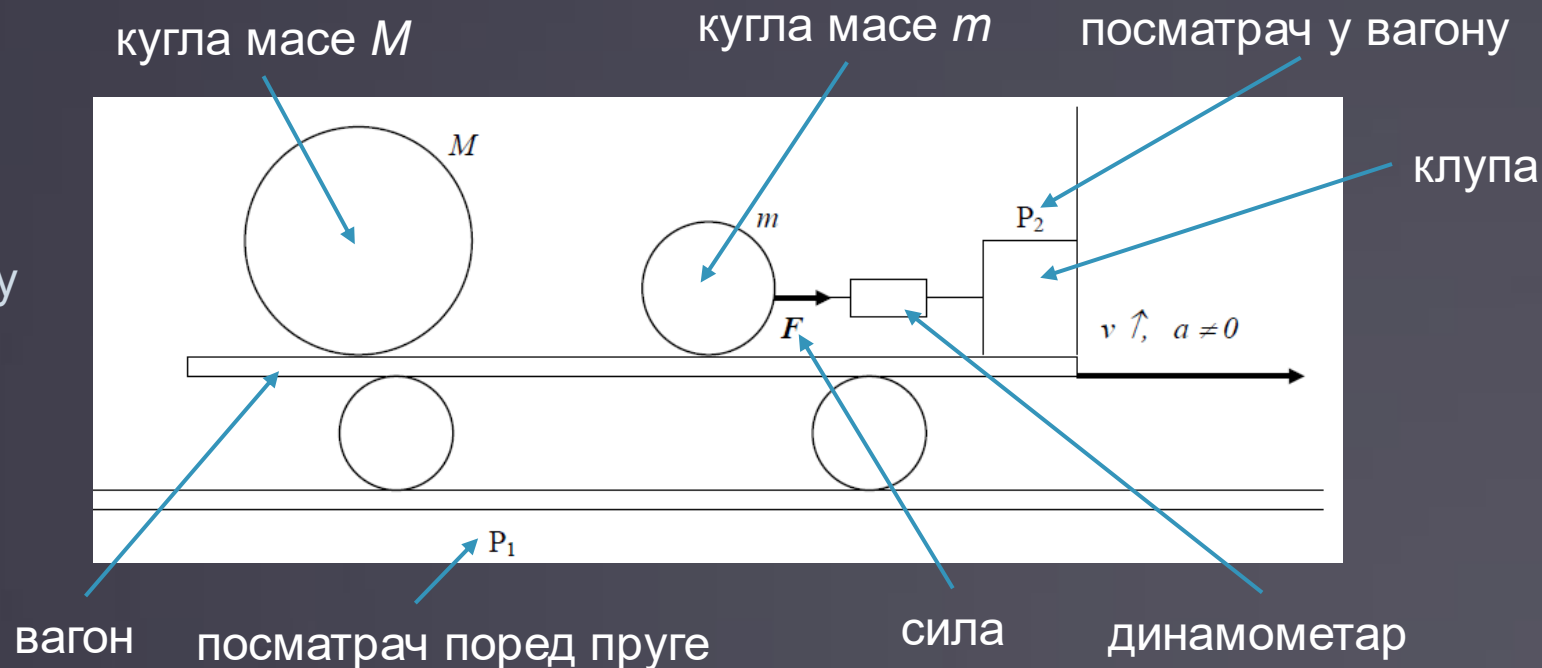
Неинерцијални референтни системи

- референтни системи који се крећу убрзано и у којима не важи закон инерције

- вагон се најпре кретао равномерно заједно са куглама, а онда почео да убрзава

$$m < M \quad \vec{a} \neq 0 \\ \vec{F}_{tr} \approx 0$$

динамометар се истеже: на мању куглу делује сила у смеру кретања воза за оба посматрача



- P_1 : воз убрзава, кугла масе M одржава стечено стање, а вагон испод ње одмиче. Мања кугла убрзава заједно са возом.
- P_2 : на мању куглу делује сила \vec{F} , али она ипак **мирује** на поду вагона, али већа кугла се **удаљава** (убрзано) иако на њу не делује никаква сила у хоризонталном правцу?

Неинерцијални референтни системи

- За посматраче из неинерцијалних система уводе се *фиктивне силе* (силе које нису изазване деловањем тела).
- Инерцијална сила која делује на тело масе m посматрано из неинерцијалног система референце који транслаторно убрзава са убрзањем \vec{a}_0 једнака је производу масе тела и тог убрзања, а усмерена супротно од убрзања неинерцијалног референтног система:

$$\vec{F}_i = -m\vec{a}_0$$

- P_2 : на куглу m делују две силе: \vec{F} и фиктивна сила \rightarrow поништавају се \Rightarrow мања кугла мирује. На већу куглу делује само фиктивна сила и зато се ова кугла убрзано удаљава од посматрача P_2



За оба посматрача важе I и II Њутнов закон

- Инерцијалне силе су последица убрзаног кретања референтног система.
- За инерцијалне силе не важи закон акције и реакције.