



А К А Д Е М И Ј А
ТЕХНИЧКО-ВАСПИТАЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА

Studijski programi:
Industrijsko inženjerstvo
Drumski saobraćaj

МЕХАНИКА 2

KINEMATIKA

SLOŽENO KRETANJE

dr Boban Cvetanović

Uvod

Kao što je ranije rečeno, kretanja možemo definisati kao apsolutna ili relativna, u zavisnosti da li se uporedno (referentno) telo kreće ili miruje.


Tako npr. kretanje jednog automobila, u odnosu na drugi automobil koji se takođe kreće, biće RELATIVNO, ali će u odnosu na semafor (za koji se smatra da miruje) kretanje biti APSOLUTNO.

U prirodi postoje i kretanja kod kojih se **analizirano telo kreće po drugom telu, koje je takođe u stanju kretanja.**

Na primer, čovek koji se kreće po palubi broda, koji se takođe kreće po vodi.

Po definiciji, kretanje čoveka u odnosu na neki nepokretni objekt na obali (drvo na primer) je APSOLUTNO, dok je u odnosu na objekat koji se kreće tj. brod, kretanje čoveka RELATIVNO.

Ipak, analiza nije tako jednostavna i ne završava se time. Postavlja se pitanje, kakvo je kretanje broda (pokretnog tela) u odnosu na obalu i na koji način to kretanje utiče na celokupno kretanje čoveka u odnosu na obalu?



Brod praktično ima funkciju da prenosi čoveka, pa mu se i kretanje tako naziva- PRENOSNO KRETANJE.

Ovo je novi pojam koji se javlja pri analizi SLOŽENOG KRETANJA, kakvo je u ovom slučaju kretanje čoveka u odnosu na obalu.

Drugim rečima kretanje čoveka u odnosu na obalu jeste apsolutno, a istovremeno složeno.

Za pravilnije razumevanje, **trebalo bi govoriti o apsolutnoj, relativnoj i prenosnoj brzini pri složenom kretanju.**

Evo još jednog
primera složenog
kretanja:
Viljuškar se kreće po
nepokretnoj podlozi,
uz istovremeno
podizanje tereta duž
rama.

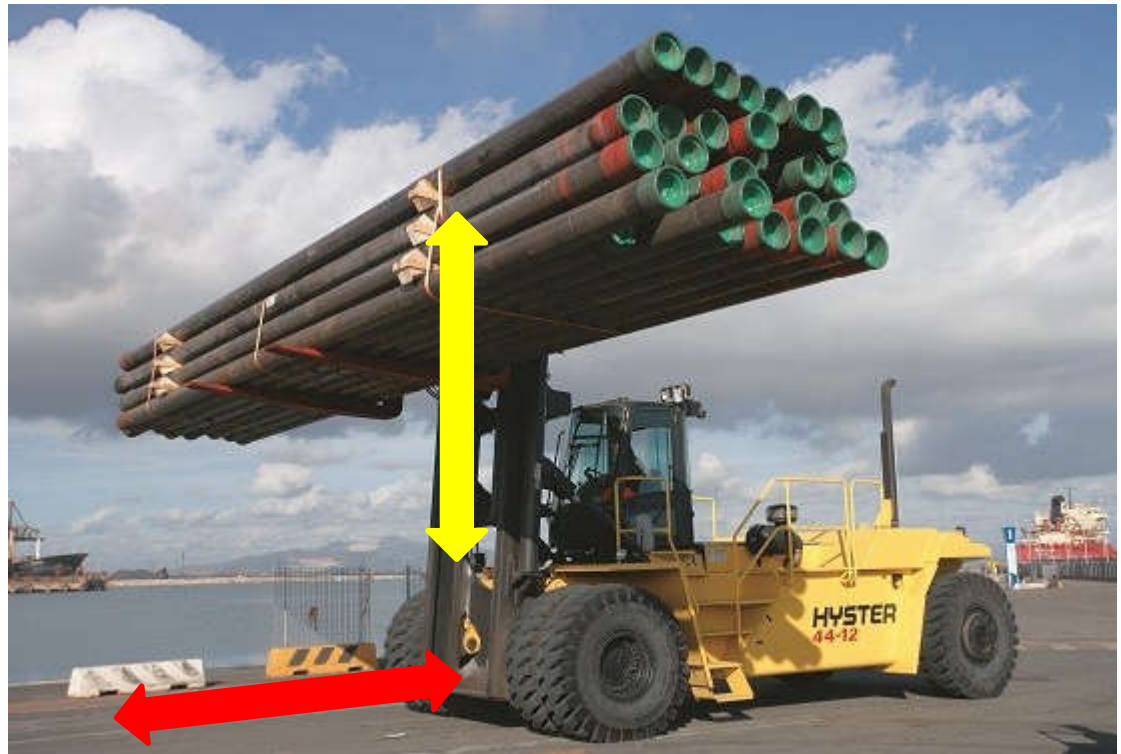
Jasno je da i ovde
možemo izdvojiti
nekoliko kretanja!



RELATIVNO KRETANJE: Kretanje tereta u odnosu na viljuškar koji se kreće (žuta strelica)

PRENOSNO KRETANJE: Kretanje viljuškara u odnosu na nepokretnu podlogu (crvena strelica)

APSOLUTNO (složeno) KRETANJE je kretanje tereta u odnosu na nepokretnu podlogu (pri čemu se viljuškar kreće)!



APSOLUTNO (SLOŽENO) KRETANJE

tačke je **kretanje** koje se posmatra **u odnosu na telo koje se smatra nepokretnim** (nepokretni referentni koordinatni sistem).

U primeru viljuškara to je **kretanje tereta u odnosu na podlogu za koju smatramo da miruje.**

RELATIVNO KRETANJE

tačke je **kretanje u odnosu na pokretno telo** (pokretni referentni koordinatni sistem).

U primeru je to **kretanje tereta u odnosu na viljuškar koji se takođe kreće.**

PRENOSNO KRETANJE

je kretanje tačke, koja se u **datom trenutku kretanja vezuje za pokretno telo, u odnosu na drugo telo koje se smatra nepokretnim** (pokretni koordinatni sistem u odnosu na nepokretni koordinatni sistem).

U primeru je to **kretanje viljuškara u odnosu na podlogu.**

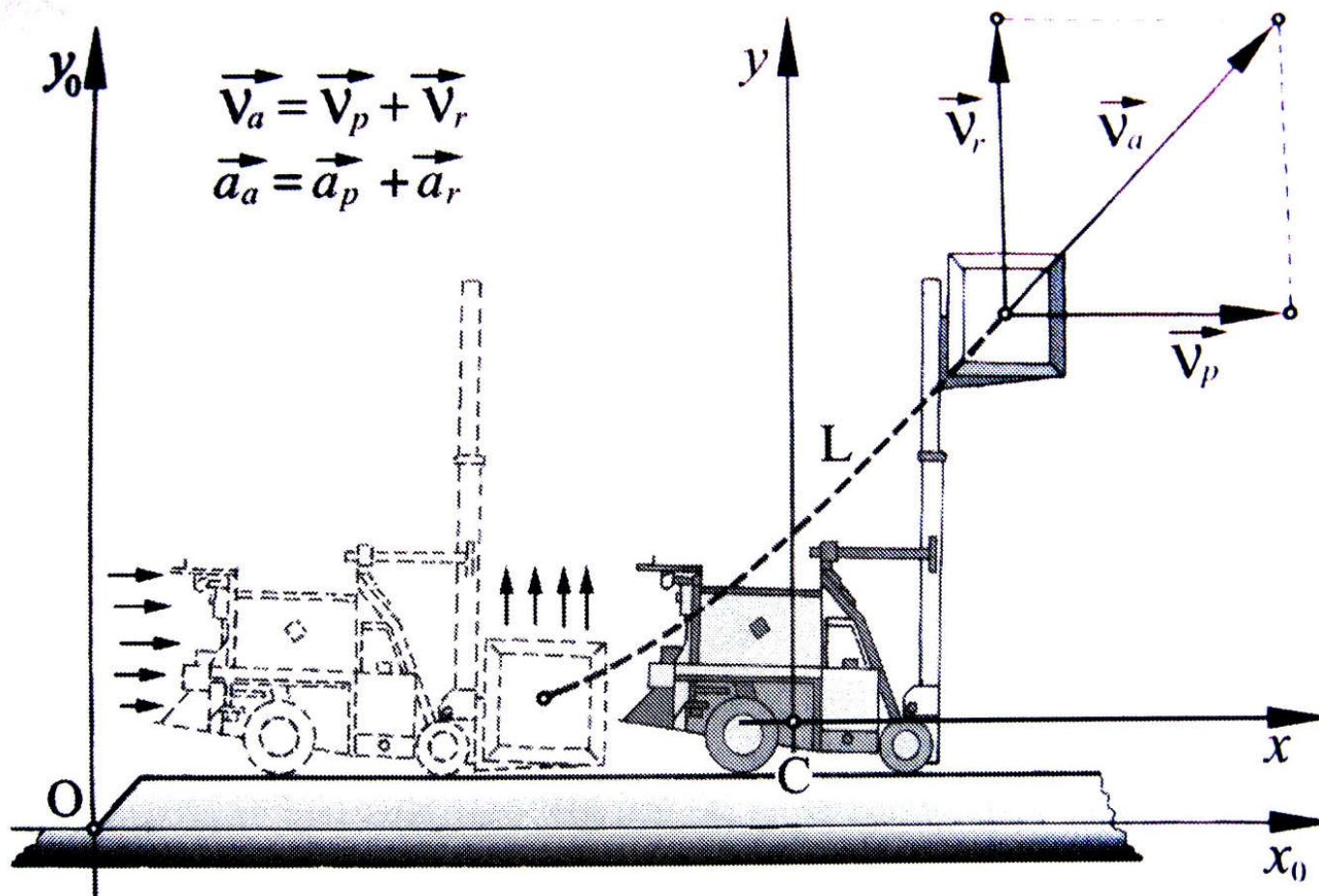
KAKVA ĆE BITI PUTANJA TAĀKE (TELA) KOJE VRŠI SLOŽENO KRETANJE?

Putanja apsolutnog - složenog kretanja, sastavljenog od prenosnog i relativnog kretanja, ZAVISI OD VRSTE KRETANJA (da li je prenosno i relativno kretanje jednoliko, ubrzano ili usporeno).

Npr. ako su prenosno i relativno kretanje pravolinijska i jednolika takvo je i složeno kretanje.

Ali ako su ova kretanja po pravolinijskoj putanji, a pri tome raznorodna, npr. jedno jednoliko, a drugo ubrzano, putanja apsolutnog-složenog kretanja, biće
KRIVOLINIJSKA!!!

Ovde je putanja APSOLUTNOG kretanja tereta **KRIVA LINIJA** jer se TERET kreće JEDNOLIKO, a VILJUŠKAR JEDNAKOURZANO!!!



KAKO SRAČUNATI APSOLUTNU BRZINU SLOŽENOG KRETANJA?

Brzina apsolutnog kretanja tačke jednaka je vektorskom zbiru brzina relativnog i prenosnog kretanja tačke.

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

INTENZITET BRZINE složenog kretanja (skalar)

$$v_a = \sqrt{v_p^2 + v_r^2 + 2v_p \cdot v_r \cdot \cos\alpha}$$

gde je α ugao koji zaklapaju pravci vektora brzina prenosnog i relativnog kretanja.

U slučaju da je $\alpha=90^\circ$ onda je

$$v_a = \sqrt{v_p^2 + v_r^2}$$

Ako su **pravci vektora prenosne i relativne brzine isti**

($\alpha=0$) onda je:

$$v_a = v_p + v_r$$

Ako su **pravci vektora prenosne i relativne brzine različiti**
onda je brzina složenog kretanja:

$$v_a = v_p - v_r$$

$$v_a = v_r - v_p$$

Napomena: Apsolutna brzina ne može biti negativna vrednost, pa se, u zavisnosti da li je veća prenosna ili relativna brzina, koristi jedan ili drugi obrazac!

KAKO SRAČUNATI APSOLUTNO UBRZANJE SLOŽENOG KRETANJA?

Ubrzanje apsolutnog kretanja tačke jednako je vektorskom zbiru ubrzanja relativnog i prenosnog kretanja tačke.

$$\vec{a}_a = \vec{a}_p + \vec{a}_r$$

Napomena:

Ovaj obrazac važi samo kada se pokretni koordinatni sistem kreće translatorno. U slučaju da ovaj uslov nije ispunjen pojavljuje se još i tzv. Koriolisovo ubrzanje.

Intenzitet apsolutnog ubrzanja složenog kretanja

$$a_a = \sqrt{a_p^2 + a_r^2 + 2a_p \cdot a_r \cdot \cos\alpha}$$

gde je β ugao koji zaklapaju pravci vektora ubrzanja prenosnog i relativnog kretanja.

Zadatak 1.

Parobrod plovi niz reku brzinom 19 km/h u odnosu na obalu, a u suprotnom smeru brzinom 11 km/h .

- a) Kolika je brzina toka reke ako brod ide uvek istom snagom?
- b) Kolika je brzina broda s obzirom na vodu?

REŠENJE:

Brzina parobroda u odnosu na obalu je **APSOLUTNA BRZINA** i ona za kretanje nizvodno iznosi 19 , a uzvodno 11 km/h .

Brzina reke (koja “prenosi” parobrod) je **PRENOSNA**, a brzina broda u odnosu na reku je **RELATIVNA**.

Znači imamo

$$v_{a1} = v_{\text{čamca nizvodno, u odnosu na obalu}} = 19 \text{ km/h}$$

$$v_{a2} = v_{\text{čamca uzvodno, u odnosu na obalu}} = 11 \text{ km/h}$$

Tražimo:

$$v_p = v_{\text{reke u odnosu na obalu}} = ?$$

$$v_r = v_{\text{čamca u odnosu na reku}} = ?$$

Napomena: Jasno je da je brzina reke, odnosno čamca u odnosu na reku ista za slučaj uzvodno i nizvodno, pa nisu stavljeni indeksi 1 i 2.

Vektori prenosne i relativne brzine su kolinearni, s tim što će u slučaju nizvodno da imaju isti smer, a uzvodno suprotne smerove.

Tako imamo **NIZVODNO**: $v_{a1} = v_p + v_r$

a **UZVODNO**: $v_{a2} = v_r - v_p$

Napomena: relativna brzina tj. brzina čamca, mora biti veća od prenosne (brzine reke) jer u suprotnom čamac uzvodno nikada ne bi stigao na cilj.

$$v_{a1} = v_r + v_p = 19$$

$$v_{a2} = v_r - v_p = 11$$

Rešavanjem j-na dobija se brzina čamca $v_r = 15 \frac{km}{h}$

a brzina reke $v_p = 4 \frac{km}{h}$



**U slučaju da je jasno predavanje, probati uraditi
sledeće zadatke i poslati na mejl**

**boban.cvetanovic@vtsnis.edu.rs do petka
3.aprila do 12h.**

**Ukoliko ima nekih nejasnoća, slobodno me
kontaktirajte na isti mejl.**

Zadatak za vežbu

Između dve tačke koje se nalaze sa iste strane obale, na međusobnom rastojanju od 140 km, usmeren je motorni čamac koji kada ide niz reku prelazi to rastojanje za 5 h, a kad se kreće uz reku za 14 h.

Odrediti brzinu proticanja reke i brzinu čamca u odnosu na vodu.

Zadatak za vežbu

Motorni čamac prelazi reku širine 1km. Ako je brzina čamca u odnosu na vodu 4km/h, a brzina rečnog toka 2km/h, izračunati:

- a) Ugao pod kojim će se kretati čamac po reci ako se usmeri u pravcu koji je upravan na rečni tok
- b) Ugao pod kojim bi trebalo da se usmeri čamac da bi se kretao po putanji koja je upravna na rečni tok