

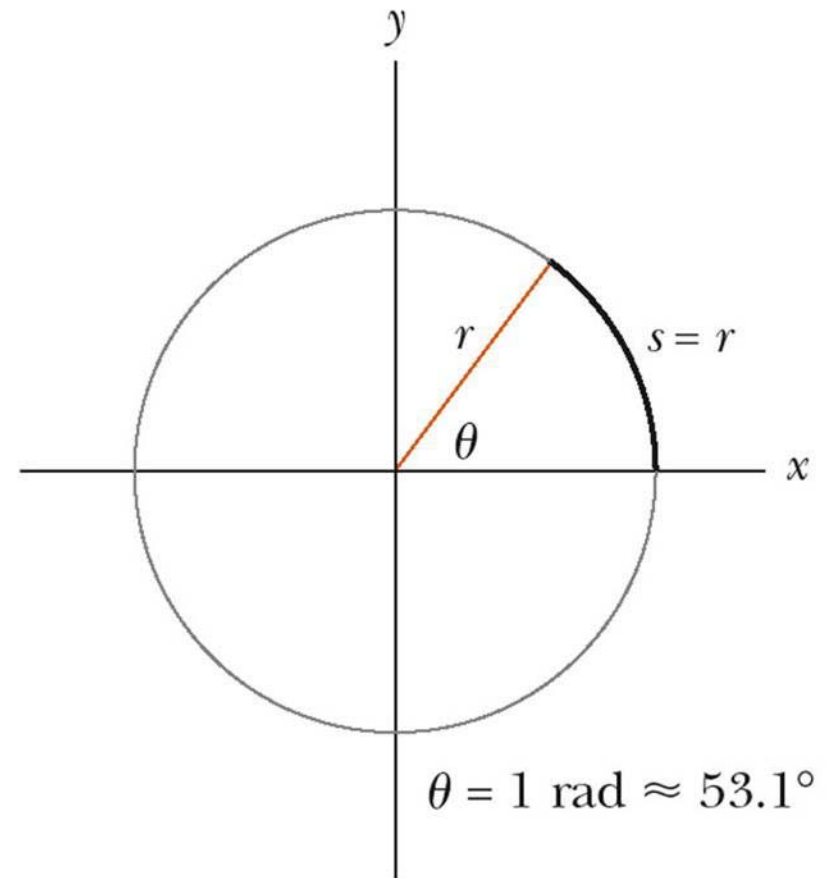


Ротационо кретање

Радиан

- Радиан мери угао
- Радиан се дефинише као дужина кружног лука s подељена са радиусом r

- $$\theta = \frac{s}{r}$$





Још о радианима

- Упоређивање углова и радиана

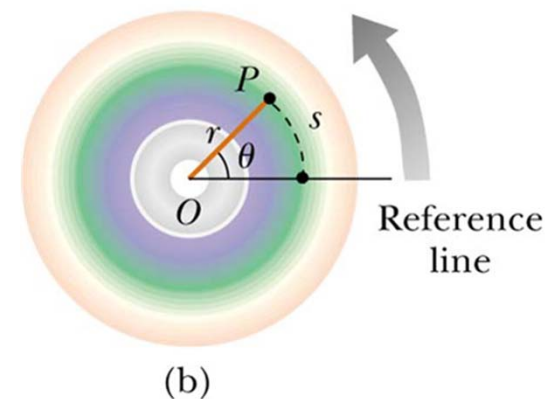
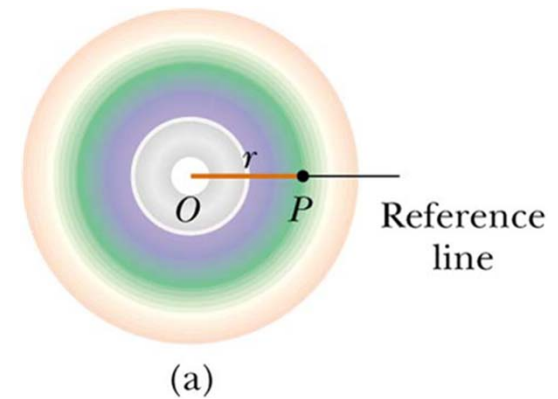
$$1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57.3^\circ$$

- Претварање степена у радиане

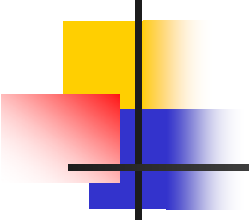
$$\theta \text{ [rad]} = \frac{\pi}{180^\circ} \theta \text{ [degrees]}$$

Угаони Померај

- Оса ротације је центар диска
- Потребна је фиксна референтна линија
- Угаона координата θ тачке P се дефинише у односу на референтну линију



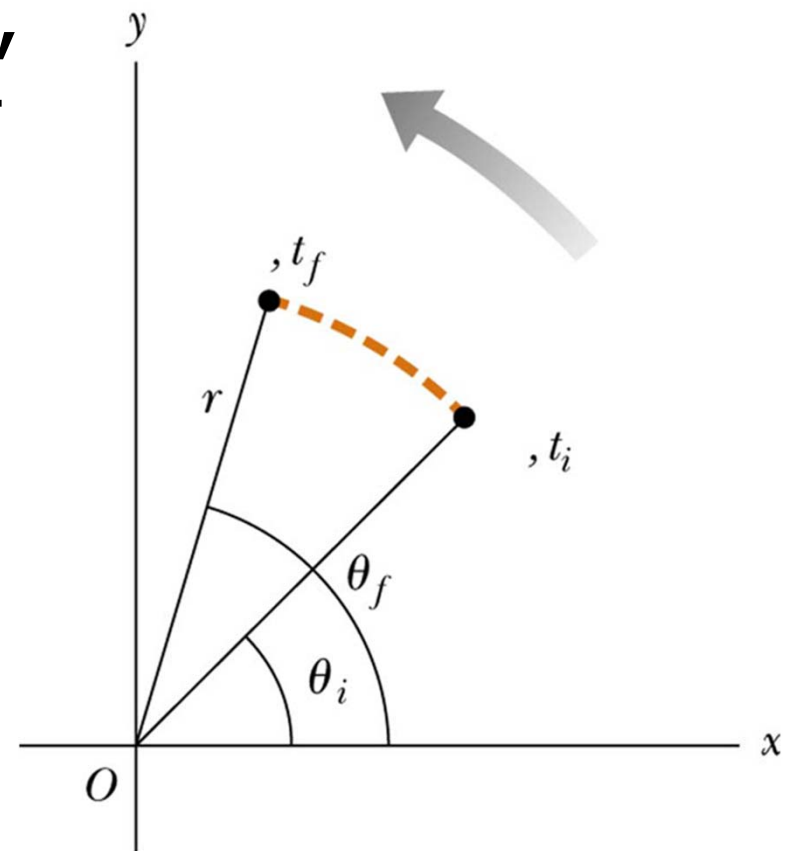
Угаони Померај, наставак

- 
- *Угаони померај* се дефинише као угао за који објекат ротира у току неког временског интервала.
 - $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$
 - Јединица за угаони померај је радијан.
 - Разматрамо чврста тела - угаони померај је исти за сваку тачку на чврстом телу.

Средња угаона брзина

- Средња угаона брзина, ω , ротирајућег чврстог тела је једнака количнику угаоног помераја и временског интервала

$$\omega_{av} = \frac{\theta_f - \theta_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$



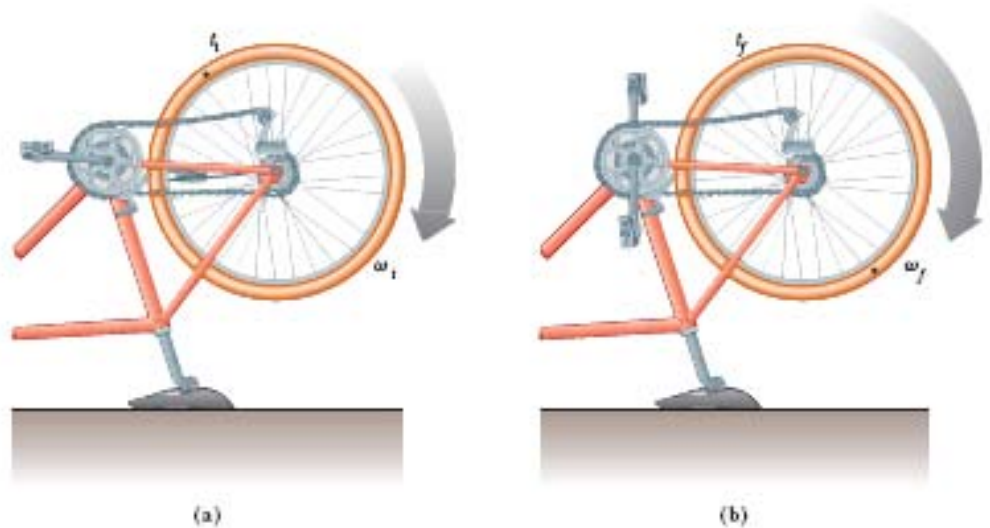


Тренутна угаона брзина

- *Тренутна* угаона брзина се дефинише као лимит угаоне брзине када временски интервал тежи нули
- Јединице за угаону брзину су rad/s
- Брзина је позитивна када θ расте (ротација супротна од смера казаљке на сату)
- Брзина је негативна када θ опада (ротација у смеру казаљке на сату)
- *Задатак:* претвори 360 обртаја по минути у rad/s

Средње угаоно убрзање

- Средње угаоно убрзање α је однос промене угаоне брзине и временског интервала:



$$\alpha_{av} = \frac{\omega_f - \omega_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$



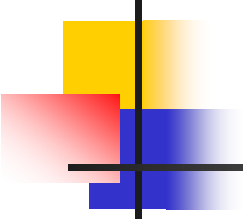
Угаоно убрзање, наставак

- Јединица је rad/s^2 .
- Позитивно угаоно убрзање је у супротном смеру од смера казаљке на сату, а негативно убрзање је у смеру казаљке на сату.
- Када чврсто тело ротира, сваки његов део има исту угаону брзину и угаоно убрзање.



Тренутно угаоно убрзање

- Тренутно угаоно убрзање се дефинише као лимит средњег убрзања када временски интервал тежи нули.
- Знак угаоног убрзања не мора да буде исти као знак угаоне брзине.



Аналогија између линеарног и ротационог кретања

Линеарно кретање

$$v = v_i + at$$
$$\Delta x = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$
$$v^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$

Ротационо кретање

$$\omega = \omega_i + \alpha t$$
$$\Delta \theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$
$$\omega^2 = \omega_i^2 + 2\alpha \Delta \theta$$



Задатак - Диск

Диск ротира са константним угаоним убрзањем од 2 rad/s^2 . Почетна угаона брзина диска је 2 rad/s . Колики је угаони померај диска после 2s ?



Задатак - Точак

- Точак успорава од почетне угаоне брзине од 10 обртаја/s до крајње угаоне брзине од 5 обртаја/s. Током овог кретања точак направи 10 обртаја. Колико је угаоно убрзање точак у rad/s^2 ?

Однос између угаоних и линерних величина

- Померај

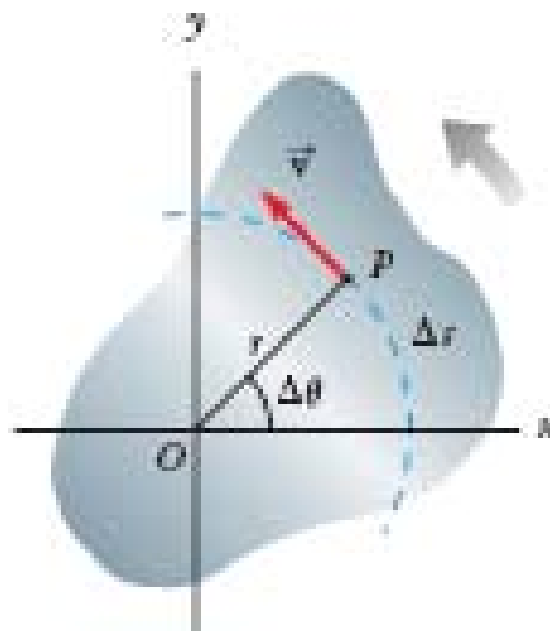
$$s = \theta r$$

- Брзина

$$v_t = \omega r$$

- Убрзање

$$a_t = \alpha r$$





Задатак: компакт диск

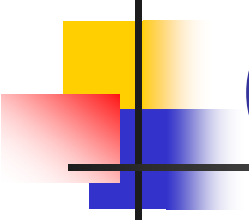
Компакт диск ротира из мировања до угаоне брзине од 20rad/s , у току времена од 1s .

- a) Колико је угаоно убрзање диска, предпостављајући да је равномерно?
- b) За који угао се диск обрне током овог кретања?
- c) Ако је радијус диска $r=5\text{cm}$, која је крајња тангенцијална брзина микроба на ободу диска?
- d) Које је тангенцијално убрзање микроба?



Питање - рингишпил

- Јелена и Јован се возе на рингишпилу. Јелена је дупло више удаљена од центра платформе него Јован. Угаона брзина Јелене је:
 - a) Дупло већа од угаоне брзине Јована
 - b) Дупло мања од угаоне брзине Јована
 - c) Иста као угаона брзина Јоване
 - d) Не може да се одреди



Питање – рингишпил (наставак)

- У претходном питању са рингишпилом, Јеленина тангенцијална брзина је:
 - a) Дупло већа од Јованине
 - b) Дупло мања од Јованине
 - c) Иста као Јованина
 - d) Не може да се одреди

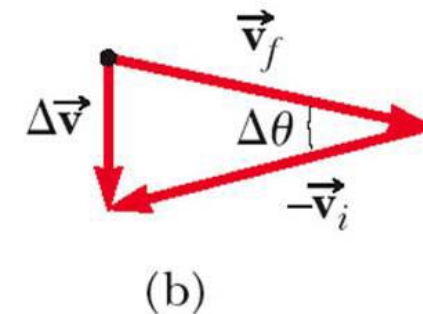
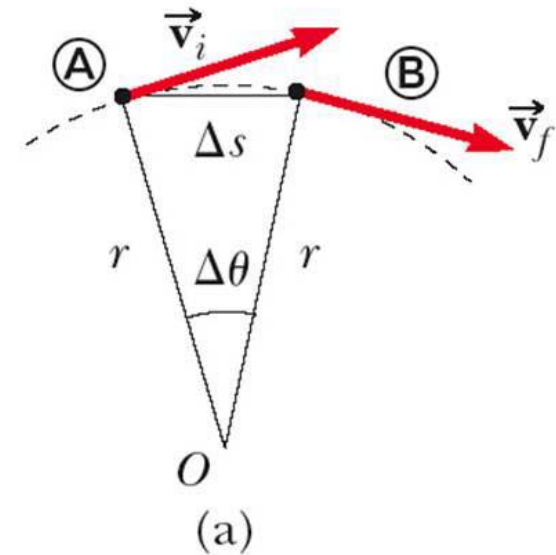


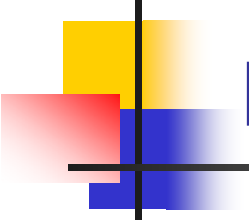
Центрипртално убрзање

- Објекат који се креће по кругу има убрзање чак и када је интензитет његове брзине константан.
- То убрзање се зове центрипетално убрзање, и оно је последица промене *правца* брзине.

Центрипетално убрзање, наставак

- Центрипетално значи “усмерено ка центру”
- Правац брзине се мења
- Убрзање је усмерено ка центру круга око којег се тачка креће



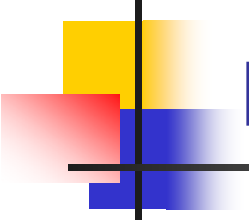


Центрипетално Убрзање, крај

- Интензитет центрипеталног убрзања је дат са:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

- Правац је усмерен ка центру круга



Центрипетално убрзање и угаона брзина

- Угаона брзина и линеарна брзина су повезани ($v = \omega r$)
- Зато центрипетално убрзање може да се изрази преко угаоне брзине

$$a_c = \omega^2 r$$

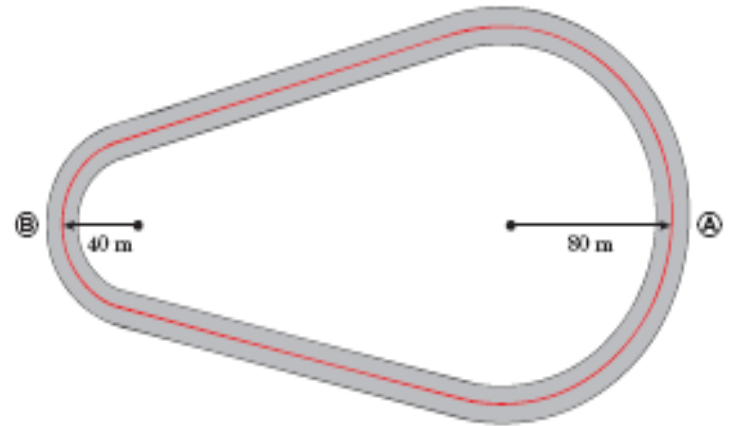


Питање

- Објекат се креће по кругу брзином константног интензитета. Шта је тачно?
 - a) Брзина је константна али се интензитет убрзање мења.
 - b) Интезитет убрзања је константан, али се брзина мења
 - c) И брзина и интензитет убрзања се мењају
 - d) И брзина и интензитет убрзања остају константни.

Питање – тркачка стаза

- Радијуси кривина тркачке стазе у тачкама А и В су 80m и 40m. Возач вози по стази брзином константног интензитета од 20m/s.





Питање – тракачка стаза

- Однос тангенцијалних убрзања у тачкама А и В је: а) $1/2$ б) $1/4$ с) 2 д) 4 е) нула у обе тачке.
- Однос центрипеталних убрзања у тачкама А и В је: а) $1/2$ б) $1/4$ с) 2 д) 4 е) нула у обе тачке.
- Угаона брзина је већа у: а) А б) В с) једнака у А и В.



Укупно убрзање

- Тангенцијална компонента убрзања је услед промене интензитета брзине
- Центрипетална компонента убрзања је услед промене правца брзине
- Укупно убрзање је директно повезано са те две компоненте

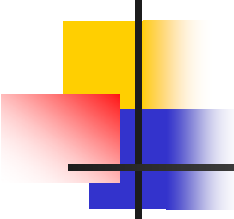
$$a = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$



Задатак

Кола равномерно убрзавају од брзине 10m/s до брзине 20m/s у току 5s , док се крећу у правцу супротном од правца казаљке на сату, дуж кружног пута радијуса 400m . У 5s наћи:

- a) Интензитет центрипеталног убрзања
- b) Угаону брзину
- c) Тангенционо убрзање
- d) Интензитет укупног убрзања



Силе које су узрок центрипеталног убрзања

Према другом Њутновом закону,
центрипетално убрзање је пропраћено
одговарајућом силом

- $F_c = ma_c$
- F_c је било која сила која задржава објекат на кружној путањи
 - Сила затезања у конопцу
 - Гравитација
 - Сила трења