

ФИЗИКА

Понедељак, 6. октобар, 2014.

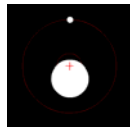
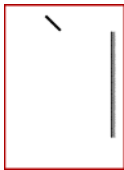
- Кинематика тачке у једној димензији
- Кинематика кретања у две димензије

1

Кинематика



- кретање – све је у стању кретања
- кретање – промена положаја тела (у односу на друга тела)
 - три типа кретања: транслаторно, ротационо, осцилаторно



2

Кинематика



- проучава кретање, без узимања у обзир маса тела и сила које делују међу њима.
- честични модел – модел материјалне тачке. Занемарује се расподела маса тела по простору, тј. она се сматрају материјалним тачкама.

3

Путања, пут, померај



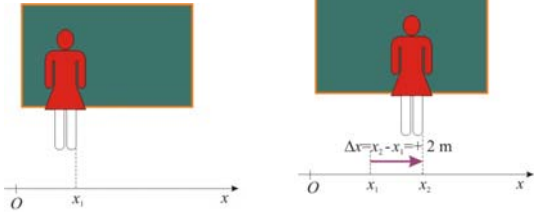
- кретање материјалне тачке познајемо ако знамо њен положај у простору за сваки моменат времена.
- положај - на основу референтног тела (непокретног)-система који везујемо за њега.
- Када се повеже низ тачака у којима је била м. т. добија се **путања**. Део путање је **пут** (јединица је метар).
- Померај (јединица је исто метар) – промена положаја тела у простору.
- Са места x_1 на x_2 , померај је: $\Delta x = x_2 - x_1$

4

Референтни систем везан за Земљу



- $x_1 = 1,5 \text{ m}$, $x_2 = 3,5 \text{ m}$

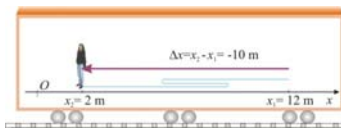


5

Померај и пређени пут – нису исте величине



- померај је -10 m , а пређени пут је већи (укупна дужина плаве линије) – у систему референце везаном за вагон – ако га одређујемо у односу на систем референце везан за пругу морамо да урачунамо и кретање воза!
- померај **није исто што и пут**



6

Време и брзина



- Није довољно знати померај, треба да знамо и колико дуго и којом брзином се тело креће
- Уводе се нове физичке величине: време и брзина
- Време
 - да ли може да промени смер?
 - да ли има апсолутни почетак и апсолутни крај?
- мерење времена ?
 - периодична кретања (клатно, Сунце-Земља, ...)

7

Време и брзина



- Интервал времена – разлика крајњег и почетног тренутка
 - $\Delta t = t_2 - t_1$,
- Ако време меримо штоперицом
 - $t_1 = 0$, $t_2 = t$, $\Delta t = t$.
- Средња брзина – преко помераја

8

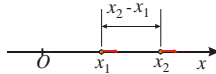
Померај, средња брзина



Кретање дуж једне линије (у једној димензији)

$$\Delta x \equiv x_2 - x_1$$

Померај је разлика између финалне и иницијалне позиције тела које се креће (то је векторска величина).



Средња брзина :

$$\bar{v} \equiv v_{sr} \equiv \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Померај по јединици времена (количник укупног помераја и интервала времена за који је извршен)

9

Пример:



- Путник у возу који је направио померај од “-10 м” за 20 секунди.
- Средња брзина

$$v_{sr} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-10m}{20s} = -0,5 m/s$$

- СИ јединица : m/s
- Друге јединице: километар на час (km/h), центиметар у секунди (cm/s)...., миља на час (mph), ...

10

Средња брзина – тренутна брзина



- средња брзина не даје информацију о томе шта се дешавало између x_1 и x_2 .
- делимо укупни померај Δx_{tot} на делове $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots$
- што су мањи добија се потпунија слика о кретању
- када се смање јако пуно и направи однос са одговарајућим временским интервалом добија се **тренутна брзина v**

$$v_{sr} \xrightarrow{\Delta t \rightarrow 0} v$$

11

Средње убрзање



Износ промене брзине за јединични интервал времена.

$$\Delta v \equiv v_2 - v_1$$
$$\bar{a} \equiv a_{sr} \equiv \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- Јединица: m/s².
- Векторска величина, има исти правац и смер као промена брзине.
- Брзина вектор – може да се мења по:
 - интензитету,
 - правцу,
 - смеру.

12

Једнако убрзано праволинијско кретање



- Убрзање је стално исте вредности, $a_{sr}=a$
- почетна тачка $(x_0, 0)$,
- крајња тачка (x, t)

$$v_{sr} = \frac{x - x_0}{t} \quad x = x_0 + v_{sr} t \quad (2.6)$$

$$v_{sr} = \frac{v_0 + v}{2} \quad (2.7)$$

13

Једнако убрзано праволинијско кретање



- Убрзање је стално исте вредности, $a_{sr}=a$
- Меримо време штоперицом, $t_1=0$, $t_2=t$
- почетна брзина v_0 , а крајња v

$$\bar{a} \equiv a_{sr} \equiv \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

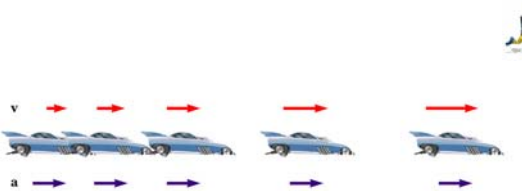
$$v = v_0 + at \quad (2.8)$$

14



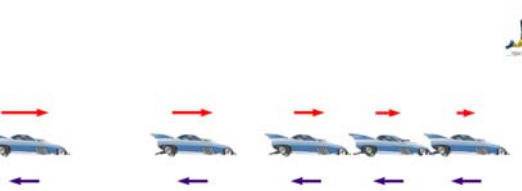
- Кретање **константном брзином** (приказано црвеним стрелицама исте дужине)
- Убрзање је при томе једнако нули

15



- **Брзина и убрзање** су истог правца и смера
- Убрзање је константно (плаве стрелице имају исту дужину)
- Брзина се повећава (црвене стрелице постају све дуже и дуже)

16



- **Брзина и убрзање**, иако истог правца, су супротних смерова
- Убрзање је константно (плаве стрелице имају исту дужину)
- Брзина се смањује (црвене стрелице постају све краће и краће)

17

Једнако убрзано праволинијско кретање

- Додамо једначини (2.8) почетну брзину и поделимо са 2

$v = v_0 + at$ (2.8)	⇒	$\frac{v_0 + v}{2} = v_0 + \frac{1}{2}at$
$v_{sr} = \frac{v_0 + v}{2}$ (2.7)	⇒	$v_{sr} = v_0 + \frac{1}{2}at$
$x = x_0 + v_{sr}t$ (2.6)	⇒	$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$

- Решавање једначине (2.8) по времену и замена у последњу даје

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

18

Слободни пад



- “слободни” – занемарујемо све друге силе осим гравитационе
- убрзање тела је независно од његове масе?!
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- усмерено на доле!
- служи за дефинисање појма **вертикално**



19

Одређивање убрзања Земљине теже

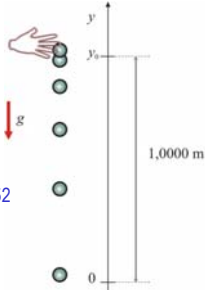


- убрзање тела је независно од његове масе?!

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow y = y_0 + \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{2(y - y_0)}{t^2} \quad \bullet \quad y - y_0 = -1 \text{ m}, t = 0,45152 \text{ s}$$

$$a = \frac{2(-1,000 \text{ m})}{(0,45152 \text{ s})^2} = -9,810 \text{ m/s}^2$$

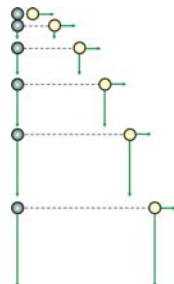


20

Кинематика у 2 димензије



- тамна лопта креће без почетне брзине
- светла има почетну брзину у хоризонталном правцу
- слика – мултифлеш фотографија у једнаким временским интервалима
- путања друге лопте је крива линија – еквивалентно је кретању у 2 независна правца
 - по вертикали је слободан пад
 - по хоризонтали је кретање константном брзином

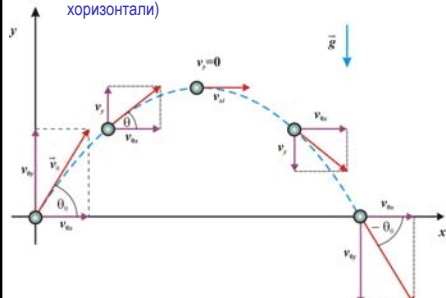


21

Коси хитац



- кретање у пољу Земљине теже, почетна брзина v_0 под неким углом θ у односу на хоризонт
- разлажемо кретање у два независна правца (по вертикали и хоризонтално)



- $a_x = 0$
- $a_y = -g$

22

Коси хитац



- хоризонтално кретање, $a_x = 0$
- вертикално кретање $a_y = -g$

$$x = x_0 + v_x t$$

$$v_x = v_{0x} = \text{const}$$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g(y - y_0)$$

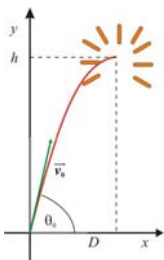
$$\Delta r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

- укупни померај и брзина:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

23

Висина пењања косог хица



- у највишој тачки је: $v_y = 0$, $y = h$

~~$$v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g(y - y_0)$$~~

$$h = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{(v_0 \sin \theta_0)^2}{2g}$$

24

Вулкани и коси хитац

25

Домет косог хица

- Како почетна брзина утиче на домет косог хица?

$$D = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

26

Домет косог хица

- за било који угао од 0 до право, осим 45°, постоје 2 угла за које је исти домет, при чему они када се саберу дају 90°

$$D = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

27

Домет косог хиџа



- за веће домете, долази до изражаја закривљеност Земље па је домет још већи, јер тело мора да падне ниже да би дошло на Земљу



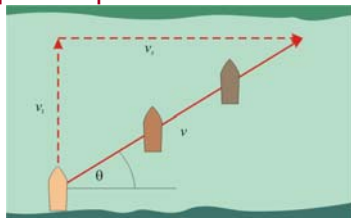
- ако је почетна брзина довољно велика пројектил неће пасти на Земљу
- постаје њен сателит

28

Сабирање брзина



- река носе тела низводно
- ветар носи авион у смеру дувања
- v_t - брзина тела у односу на средину
- v_s - брзина средине
- v - укупна брзина тела је збир ове две брзине.



$$\vec{v} = \vec{v}_t + \vec{v}_s$$

$$v = \sqrt{v_t^2 + v_s^2}$$

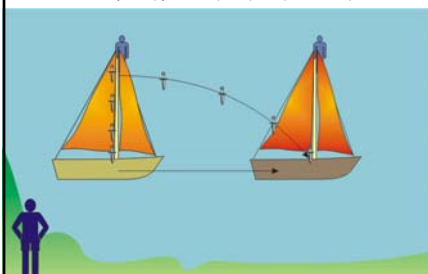
$$\tan \theta = \frac{v_t}{v_s}$$

29

Класична релативност



- Брзина је релативан појам – мора да се каже увек у односу на које тело се гледа
- Релативност у физици - како различити посматрачи који се крећу један у односу на другога, мере карактеристичне физичке величине



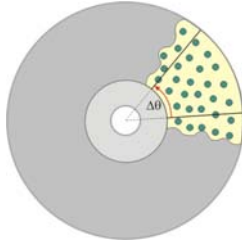
Да ли нож који је испустио морнар на врху јарбола пада поред јарбола или не?

30

Кинематика ротационог кретања



- ротационо кретање: тело се креће по кружним путањама чији центри леже на оси ротације
- уколико је брзина тела константна, кретање је униформно кружно кретање
- тачке које ротирају имају различите (линијске = периферијске) брзине v јер се налазе на различитој удаљености од осе ротације – даље се крећу брже.



31

Кинематика ротационог кретања



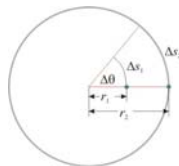
- ако се изврши ротација за пун угао, посматрана тачка је прешла пут једнак обиму кружнице $2\pi r$

$$\Delta\theta = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$$

- дефиниција радијана

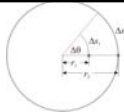
$$2\pi \text{ rad} = 1 \text{ pun obrtaj} = 360^\circ$$

$$1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ$$



32

Угаона брзина (13.10.2014.)



- линијска брзина није иста за све тачке тела које ротира – уводи се нова угаона брзина

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \Delta s = r\Delta\theta$$

$$v = \frac{r\Delta\theta}{\Delta t} = r\omega$$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

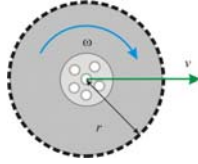
$$\omega = \frac{v}{r}$$

33

Угаона брзина



- угаона брзина је вектор
- што је већа угаона брзина и што је већи полупречник тачкова то се брже креће аутомобил



$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$v = \omega r$$

34

Центрипетално убрзање



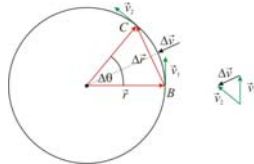
- брзина је вектор
- увек када се мења са временом постоји убрзање
- брзина може да се мења:
 - по интензитету
 - по правцу и смеру
- код униформне ротације се мења по правцу (вожња по кривини, ротација камена закаченог за канап, ротација Земље око Сунца)
- убрзање које се јавља услед промене правца брзине се назива **центрипетално убрзање**.

35

Интензитет центрипеталног убрзања



- троугао који чине вектори положаја и брзина су **једнакокраки и осим тога слични**
- $\Delta v / v = \Delta r / r$
- **центрипетално убрзање**
- $a_c = \Delta v / \Delta t$
- $\Delta v = v \Delta r / r$
- $\Delta v / \Delta t = (v / r)(\Delta r / \Delta t) = v^2 / r$



- брзина је тангента на путању
- промена брзине је усмерена ка центру

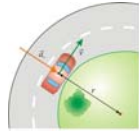
36

Интензитет центрипеталног убрзања



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

- центрипетално убрзање је пропорционално **квадрату** брзине!
- када дупло брже возимо аутомобил треба четири пута јаче да држимо волан да би савладали исту кривину



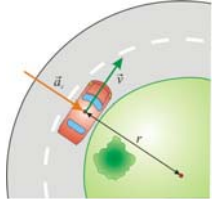
- аутомобил у кружном току

37

Интензитет центрипеталног убрзања



- колико је центрипетално убрзање аутомобила ако је полупречник кружног тока 500 метара, а брзина аутомобила 25 м/с? Упоредити обо убрзање са убрзањем Земљине теже.



- $a_c = v^2/r = 1,25 \text{ m/s}^2$
- $a_c/g = 1,25/9,80 = 0,128$

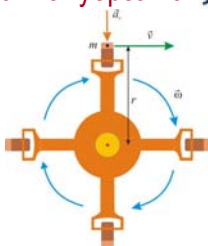
- аутомобил у кружном току

38

Интензитет центрипеталног убрзања



- честица се налази на 7,50 цм од осе ротације ултрацентрифуге која прави 75 000 обртаја у минути. Одредити однос центрипеталног убрзања и гравитационог.
- $a_c = r\omega = (0,0750\text{m})(7854 \text{ rad/s})^2 = 4,63 \times 10^6 \text{ m/s}^2$
- $a_c/g = 4,72 \times 10^5$
- 472 000 гравитационог убрзања



- ултрацентрифуга

$$\omega = 75000 \frac{\text{obr}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{obr}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60\text{s}} = 7854 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

39
