

## Периодично кретање. Осцилаторно кретање



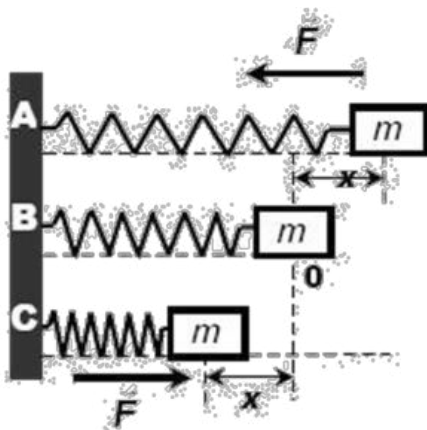
Кретање које се послије одређеног времена понавља на исти начин, назива се **периодично кретање**. Примјери су многобројни - сви знамо да су кретања небеских тијела махом периодична, казаљке на сату се крећу периодично, затим љуљашка, лопта којом кошаркаш "пепа" у мјесту, метроном који користе музичари да не испадну из заданог темпа... **(пробај да смислиш бар још три примјера периодичног кретања).**

Ипак, међу набројаним примјерима могуће је уочити разлику. Ако посматрамо кретање Земље око Сунца или казаљке сата (свеједно да ли мале или велике), можемо уочити да у овим случајевима тијела која се крећу обилазе путању увијек у истом смјеру. И у случају сата и Земље, њихово кретање могли бисмо назвати **кржним кретањем**.

С друге стране, ако посматрамо љуљашку или метроном, тијела се крећу око равнотежног положаја час у једном, час у другом смјеру. Такво кретање назива се **осцилаторно кретање**.

Дакле, периодично кретање које се врши око равнотежног положаја час у једном, час у другом смјеру, назива се осцилаторно кретање или кратко - осциловање. Тијело које осцилује назива се осцилатор.

Осцилаторно кретање најлакше је описати помоћу кретања тијела окаченог за опругу, извученог из равнотежног положаја и пуштеног да се креће:



Тијело је привезано за један крај челичне опруге, док је други крај опруге причвршћен за стуб. Када опруга није истегнута, нити сабијена, тијело се налази у равнотежном положају 0. Када се истезањем опруге куглица изведе из равнотежног положаја (положај А са слике), и пусти, на њу почиње да дјелује сила еластичности  $F$ , која је директно сразмјерна издужењу опруге, тј.  $F = kx$ , гдје је  $k$  – коефицијент еластичности опруге, величина која се не мијења током времена за исту опругу (**поновити седми разред**). Ово значи да што је

удаљеност тијела од равнотежног положаја 0 већа, то је већа и сила која дјелује на тијело окачено на опругу.

Куглица почиње да се креће ка равнотежном положају, и то убрзано, јер је смјер силе еластичности исти као и смјер кретања тијела. При проласку кроз равнотежни положај, сила еластичности је једнака нули (нема деформације опруге,  $x = 0$  значи да је и  $F = 0$ ), али кретање тијела се, по инерцији (**понови Први Њутнов закон**), наставља ка тачки С са слике. При том, опруга се сабија, и овог пута се сила еластичности супротставља кретању, има супротан смјер од смјера кретања тијела. Тијело се, дакле, креће успорено, и кратко се заустави у тачки С на слици. Под дејством еластичне силе, кретање тијела се наставља у супротном смјеру, и то убрзано до равнотежног положаја, гдје се по инерцији наставља, успорено, све до тачке А из које је кретање и започело. Тада кажемо да је тијело извршило једну осцилацију.

Од тачке А, а све под условом да не постоји ни трење, ни отпор ваздуха, ни било какав спољашњи утицај, описано кретање се понавља. Овакве осцилације, код којих је сила која изазива осциловање зависна само од удаљености осцилатора од равнотежног положаја називају се **хармонијске осцилације**.



**Задатак за размишљање:** Да ли, узимајући у обзир формулу за силу еластичности која изазива кретање тијела на опрузи, можемо рећи да је описано кретање **равномјерно промјенљиво**?

Одговор на задатак за размишљање је једноставан. Ако се сјетимо да је, из Другог Њутновог закона, убрзање веће ако је већа сила која дјелује на тијело, то значи да је убрзање највеће могуће у тачкама А и С са слике, јер је и сила која дјелује на тијело у тим тачкама највећа. С друге стране, у тачки 0, убрзање је једнако нули, просто јер је у тој тачки сила која дјелује на тијело једнака нули.

Ако размотримо брзину тијела на опрузи, јасно је да је брзина једнака нули у тачкама А и С, јер у њима тијело мијења смјер кретања. Брзина је, с друге стране, највећа у тачки 0, то је тачка у којој се смјер убрзања мијења, па опруга са убрзавања тијела прелази на успоравање и обрнуто.

Из наведеног, лако је закључити да је осцилаторно кретање врста кретања какву нисмо имали прилике да сретнемо у осмом разреду, наиме, спада у ред промјенљивих кретања, јер се брзина мијења, али се не мијења равномјерно, јер се и вриједност убрзања непрестано мијења током кретања. Дакле, осциловање тијела на опрузи можемо завести у ред **неравномјерно промјенљивих праволинијских кретања**.

## Параметри којима описујемо осцилаторно кретање

- **Амплитуда**  $x_0$  је највеће растојање тијела које осцилује од равнотежног положаја
- **Елонгација**  $x$  је било које растојање тијела од равнотежног положаја
- **Период**  $T$  је вријеме за које се изврши једна осцилација (најмањи интервал времена после којег се осциловање понавља на исти начин)  
 $T = t/n$ , гдје је  $t$  вријеме за које се изврши  $n$  осцилација
- **Фреквенција**  $\nu$  је једнака броју осцилација у јединици времена, и добија се као реципрочна вриједност периода. Обиљежава се грчким словом  $\nu$  (ни), а њена мјерна јединица је 1 Херц ( $Hz$ ).

*За оне који желе више да знају:*

Период тијела масе  $m$  окаченог о опругу коефицијента еластичности  $k$  одређен је формулом:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Евидентно је да се период повећава са масом тијела које је окачено на опругу. Такође, ако тијело исте масе качимо на двије различите опруге, периоди ће се разликовати због различитих коефицијената еластичности опруга. Оно што је такође значајно примијетити је да период тијела на опрузи не зависи од амплитуде, свеједно је колико ћемо почетно издужење задати, период остаје исти.

**Препорука за домаћи рад:** На овој сјајној симулацији стварности, можеш да се играш и да провјериш све ово о чему наставник прича:

<https://phet.colorado.edu/sr/simulation/masses-and-springs-basics>



Такође, можда сте запазили да је све до сад изложено помало "климаво", тешко да ћемо наћи опругу о коју ћемо окачити тијело, принудити га на осциловање и запазити како се током времена амплитуда не мијења, већ стално остаје иста и осциловање је непромјенљиво, као што нам кажу правила хармонијског осциловања. У реалности, поред еластичне силе, на тијело које осцилује дјеловаће силе трења и силе отпора средине, које ће га приморавати да губи енергију на њихово савлађивање, па ће се амплитуда с временом смањивати све док се тијело коначно не заустави. **Овакве осцилације називају се пригушене осцилације.**

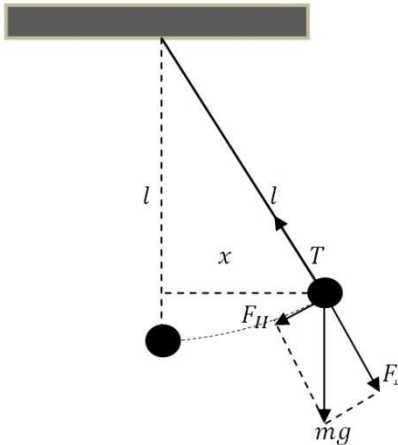
**Међутим, изгубљена енергија се може надокнадити такозваном спољашњом принудном силом.** Сви знамо како функционише љуљање на љуљашци. Мама, тата или старији брат или сестра подигну љуљашку на неки положај, пусте, чекају да она направи једну осцилацију и тачно када се врати у амплитуду (највећу висину, практично), тј., када протекне један период  $T$  они опет гурну! Ако гурање љуљашке изведу у неком другом положају, ефекат неће бити толико добар, а у доста случајева може довести чак и до успоравања љуљашке. Добрим "тајмингом", амплитуда љуљашке ће се овим поступком повећавати. Овакве осцилације називају се **принудне**, а појава раста амплитуде када се поклопе фреквенција (период) принудне силе и осцилатора назива се **резонанција**. О њој ћемо говорити више нешто касније.

## Математичко клатно

Математичко клатно је други примјер осцилатора, који ћемо разматрати поред тијела на опрузи. Под математичким клатном подразумијева се тијело објешено о неистегљиву нит (конец) занемарљиве масе, које може да осцилује у вертикалној равни под утицајем земљине теже.

Практично, то је куглица пречника знатно мањег од дужине нити, а масе много веће од

масе нити. Растојање од тачке вјешања до центра куглице је дужина клатна.



У положају равнотеже, на куглицу дјелују сила Земљине теже и сила затезања конца, које имају исте интензитета, али супротне смјерове, те се, стога, поништавају!

Када куглицу отклонимо из равнотежног положаја, сила Земљине теже се разлаже (по правилу које сте учили у 8. разреду) на 2 силе компоненте.

Једна од компоненти (на слици обиљежена са  $F_{\perp}$ ) има исти правац и интензитет, али супротан смјер сили затезања конца  $T$ , те се њих двије поништавају међусобно (дају резултанту која је једнака нули)

Остаје нам компонента нормална на конец, и усмјерена

ка положају равнотеже ( $F_{II}$  на слици), и она, заправо изазива осциловање куглице.

Ова компонента се обично назива **активном компонентом**.

Период математичког клатна рачуна се по формули:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ гдје су:}$$

- $T$  - Период осциловања математичког клатна;
- $l$  – дужина математичког клатна
- $g$  – убрзање земљине теже

Јако је битно да увидимо да период клатна никако не зависи од његове масе. **Свеједно је колика ће бити маса куглице на клатну, период се због тога неће промијенити.**

Све ово можеш да провјериш на симулацији стварности на линку:

<https://phet.colorado.edu/sr/simulation/pendulum-lab>

*Учимо о научницима који су уписани у вјечност својим радом и имају част да нека од јединица међународног система носи назив по њима:*

Хајнрих Рудолф Херц (1857 - 1894) био је њемачки физичар. Први је конструисао уређај за слање и примање радио - таласа. Бавио се експерименталним одређивањем таласне дужине и брзине електромагнетних таласа. Показао је да је природа тих таласа иста као и природа појаве коју називамо свјетлост, а тиме и да свјетлост припада електромагнетним таласима. Јединица за фреквенцију носи име у његову част!

$$1 \text{ herc} = 1/\text{sekund}$$

$$1\text{Hz} = \frac{1}{s}$$

