



Осцилације



Хуков закон

- $F_s = - k x$
 - F_s је сила од опруге
 - k је константа опруге
 - k је мера чврстоће (неистегљивости) опруге
 - Велико k значи неистегљива а мало k истегљива опруга
 - x је померај објекта из његовог положаја равнотеже
 - $x = 0$ је позиција равнотеже
 - Негативан знак значи да је сила увек усмерена супротно од помераја x

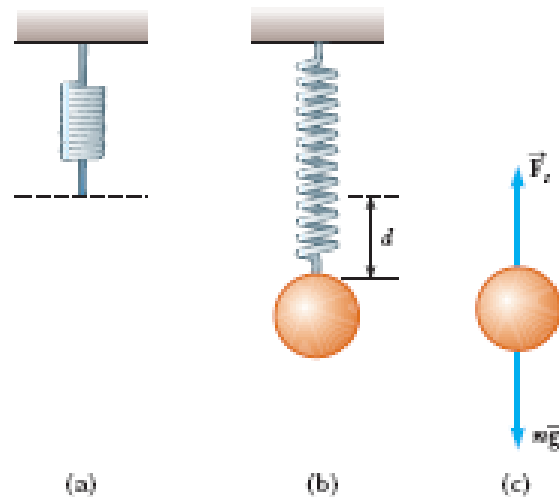


Хуков закон

- Сила увек делује ка позицији равнотеже
 - Таква сила се зове *повратна сила*
- Смер повратне силе је такав да се објекат или гура или вуче ка положају равнотеже

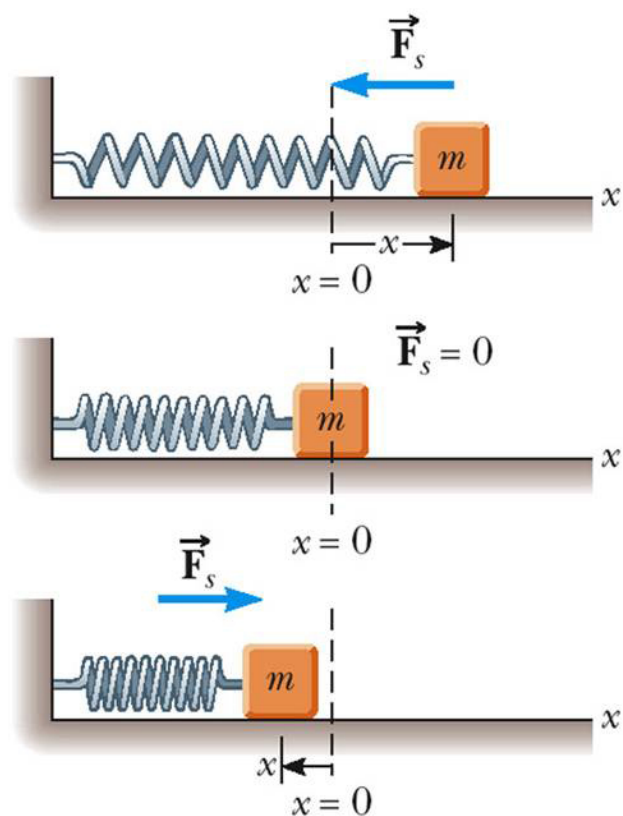
Задатак-константа опруге

- Ако се на опругу окачи маса од 0.5kg , она се истегне за 2cm . Нађи константу опруге k .



Хуков закон примењен на систем опруга – маса

- Када је x позитивно (надесно), F је негативна (налево)
- Када је $x = 0$ (у равнотежи), F је 0
- Када је x негативно (налево), F је позитивно (надесно)



Кретање система маса-опруга

- Претпостави да је објекат изведен из равнотеже на растојање A од равнотежног положаја
- Објекат се креће ка положају равнотеже, при чему F и a опадају, али v расте
- У $x = 0$, F и a су нула, али v је максимално
- Због коначне брзине објекта он “пребацује” положај равнотеже



Кретање система опруга-маса, наставак

- Сила и убрзање почињу да расту у супротном смеру и брзина се смањује
- Кретање се тренутно зауставља у $x = -A$
- Објекат затим убрзава назад ка позицији равнотеже
- Ово кретање се наставља у бесконачност



Питање – амплитуда

- Блок закачен за опругу је изведен за растојање A од равнотежног положаја. Који је укупан пређени пут блока током једног пуног циклуса кретања?
a) $A/2$ b) $2A$ c) $4A$ d) A



Питање - смер

- За линеарни хармонијски осцилатор, које од следећих парова величина не могу да имају исти смер (вектор позиције је померај из равнотеже). а) позиција и брзина б) брзина и убрзање с) позиција и убрзање



Линеарне хармонијске осцилације

- Кретање које настаје када резултантана сила дуж правца кретања следи Хуков закон
 - Сила је пропорцијална померају и увек је усмерена дуж x осе
- Кретање система маса-опруга је пример линеарних хармонијских осцилација



Амплитуда

- Амплитуда, A
 - Амплитуда је максимални отклон објекта у односу на позицију равнотеже
 - У одсуству трења, објекат који је линеаран хармонијски осцилатор осцилује између позиција $x = \pm A$



Период и фреквенција

- Период, T , је време које је потребно објекту за један комплетан циклус кретања
 - Из $x = A$ у $x = -A$ и назад у $x = A$
- Фреквенција, f , је број комплетних циклуса у јединици времена
 - $f = 1 / T$
 - Фреквенција је инверзна вредност периода

Убрзање објекта у линеарном хармонијском кретању

- Њутнов други закон повезује силу и убрзање
- Сила је дата Хуковим законом
- $F = -kx = ma$
 - $a = -kx / m$
- Убрзање се мења са положајем
 - Убрзање *није* константно, тако да једначине које се односе на равномерно убрзано кретање не могу да се користе

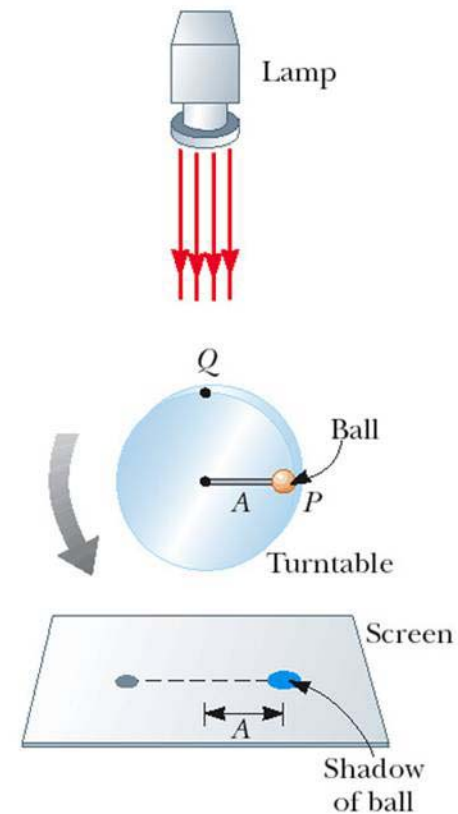


Питање - убрзање

- Када је објекат максимално удаљен од равнотежног положаја, која од следећих величина је максимална:
а) брзина б) убрзање с) кинетичка енергија

Линеарни хармонијски осцилатор и равномерно кружно кретање

- Лопта је закачена за крај штапа дужине A који ротира око осе која пролази кроз његов други крај.
- Лампа баца светлост на систем, и сенка лопте се отсликава на екрану.
- Када се лопта окреће константном угаоном брзином, сенка врши линеарне хармонијске осцилације.





Период и фреквенција

- Период $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
 - Период даје време које је потребно објекту масе m који је причвршћен за опругу константе k да направи једну пуну осцилацију.
- Фреквенција $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$
 - Јединице су $1/s$ или Херц, Hz



Угаона фрекфенција

- Угаона фрекфенција је повезана са фрекфенцијом

$$\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

- *Фрекфенција* даје број циклуса по секунди
- *Угаона фрекфенција* даје број радиана по секунди

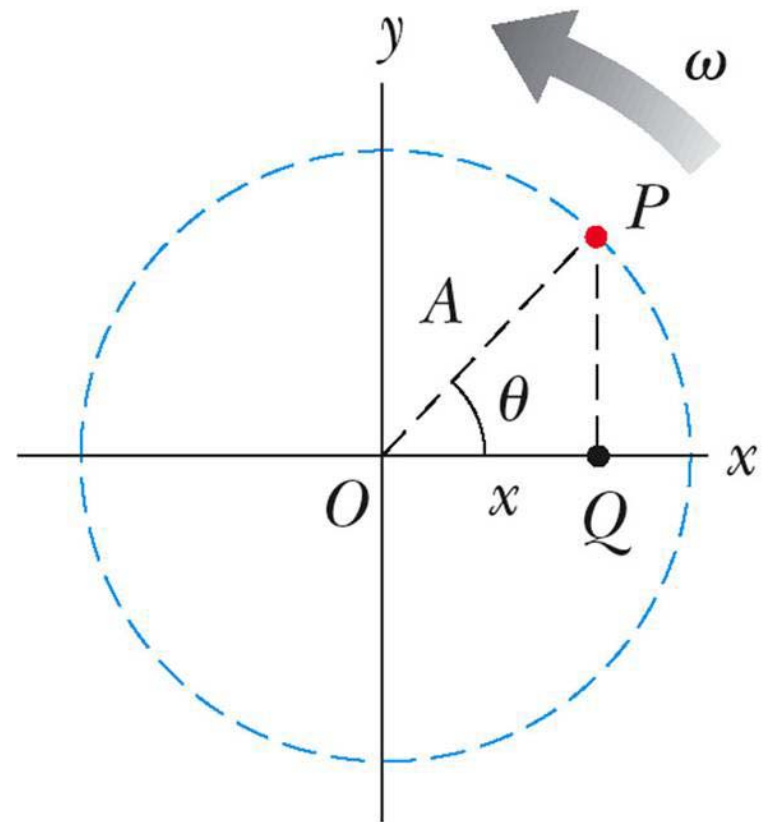


Задатак - кола

- Шасија аутомобила масе 1800 kg је подржана са четири опруге константе $k=20 \text{ kN/m}$. У аутомобилу се возе два човека масе 200 kg . Нађи фрекфенцију осцилација кола када се возе по путу са рупама.

Кретање у функцији времена

- Коришћење референтног круга омогућава опис кретања
- $x = A \cos(2\pi ft)$
 - x је позиција у тренутку t
 - x се мења између $+A$ и $-A$





Једначине кретања

- Запамтите да једначине за равномерно убрзано кретање не могу да се користе
- $x = A \cos (2\pi ft) = A \cos \omega t$
- $v = -2\pi fA \sin (2\pi ft) = -A \omega \sin \omega t$
- $a = -4\pi^2 f^2 A \cos (2\pi ft) = -A\omega^2 \cos \omega t$



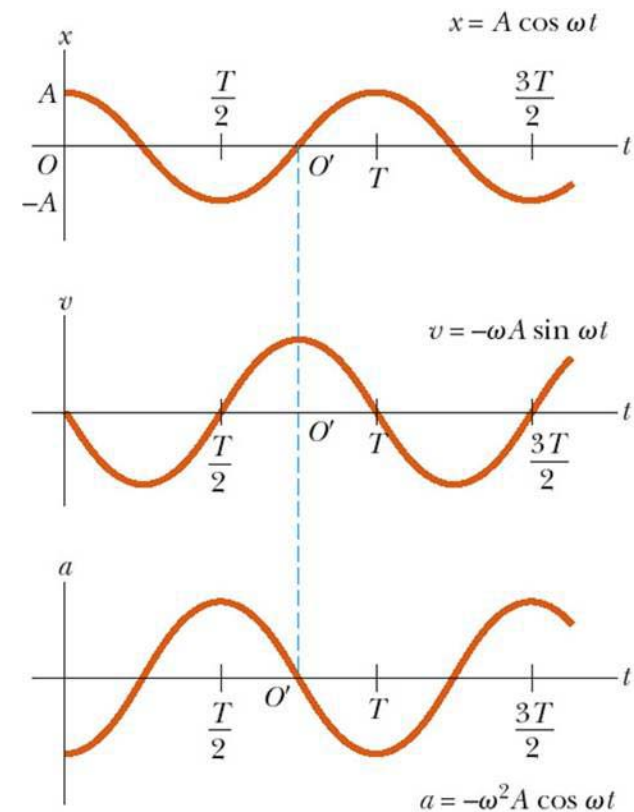
Питање

Ако се амплитуда система који врши једноставне хармонијске осцилације дуплира, која од следећих величина се не мења?

- a) максимална брзина
- b) максимално убрзање
- c) период
- d) максимална кинетичка енергија.

Графичка репрезентација кретања

- Када је x максимално или минимално, брзина је нула
- Када је x нула, брзина је максимална
- Када је x максимално у позитивном правцу, a је максимално у негативном правцу





Задатак – једначина осцилација

- Објекат осцилује у складу са једначином:

$$x = 0.5m \cos\left(\frac{\pi}{4s}t\right)$$

- a) Нађи амплитуду, фреквенцију и период кретања
- b) Нађи максималну величину брзине и убрзања
- c) Која је позиција, брзина и убрзање објекта после 2s.

Потврда синусног карактера кретања

- Овај експеримент показује синусну природу осцилаторног кретања
- Систем опруга-маса осцилује као линеарни хармонијски осцилатор
- Оловка оцртава синусно кретање

