

FIZIKA DVOSTEPENOG OSCILATORA SA KLATNOM

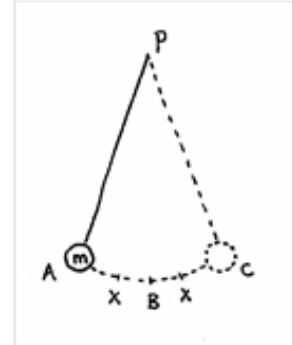
(1) Prosto Klatno

- (a) Kada se klatno kreće od A do B potencijalna energija koju ono poseduje u A se smanjuje i ona se transformiše u kinetičku energiju. Od B do C kinetička energija je transformisana nazad u potencijalnu energiju. Ako nema gubitka energije onda je PE u A jednaka PE u C i, u svim tačkama na putu ABC, totalna energija, PE + KE, je konstantna.

Brzina u B je data sa formulom $v = \sqrt{2gh}$ gde je h vertikalna visina između A i B. Ova brzina zavisi od vrednost g a takođe i od vrednosti od h. Period klatna je dat sa formulom $T = 2\pi \sqrt{l/g}$ i takođe zavisi od g.

Ako je energija izgubljena ili oduzeta od sistema, amplituda se smanjuje i energija mora da se doda da bi sistem mogao da održava konstantnu amplitudu.

Za prosto klatno naniže komponenta naprezanja koja zateže konopac je manja nego mg od A do X i od X do C, i veća nego mg između X i X kada se malj klatna kreće kroz B.



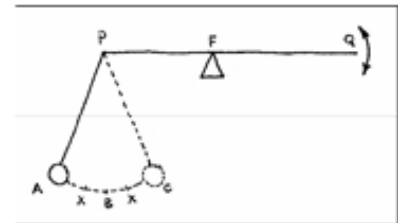
- (b) Ako je tački P dozvoljeno da ubrzava vertikalno, kretanje klatna se menja. Ako se ona kreće naviše sa ubrzanjem a, efektivna vrednost ubrzanja zemljine teže g je $g' = g + a$ i brzina u B je veća nego brzina ako je P stacionarna. Period klatna se smanjuje.

Ako P ubrzava naniže sa ubrzanjem a, efektivna vrednost od g je $g' = g - a$ i brzina malja u B je manja nego ako bi P bila stacionarna, a period klatna se povećava.

Ako se klatnu dozvoli da slobodno pada pod uticajem gravitacije (tako da je $a = g$), klatno bi prestalo da se njiše tako da bi brzina u B bila jednaka nuli.

- (c) Ovaj efekat se može demonstrirati na sledeći način. Prikači klatno na kraj laganog štapa PQ, i stavi centar štapa na podupirač F, dok držiš Q sa svojom rukom. Pokreni klatno da se njiše.

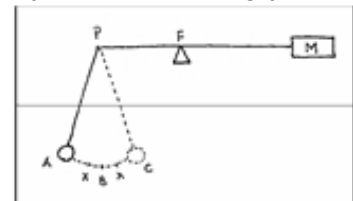
Kako se malj kreće kroz najnižu tačku B, pomeri Q naniže i kad malj dosegne C pomeri Q naviše. Ponovi ovo na povratnoj putanji. Tokom mnogo ciklusa krajnji rezultat je da, pošto P ubrzava naviše kad je malj u B, malj ubrzava. U C (sada višlje nego pre) malj je u mirovanju tako da on ne može više da usporava kad P ubrzava naniže. Krajnji rezultat je da amplituda klatna (a takođe i njegova totalna energija) se povećava pošto je izvršen rad od strane spoljne sile koja pokreće Q gore dole. Ako je tačka P pomerena dole kada je malj u B, klatno smanjuje svoju amplitudu (a takođe i svoju totalnu energiju).



(2) Klatno spojeno sa slobodnom, balansiranom polugom

Ako klatno miruje onda i poluga miruje u horizontalnoj poziciji zato što je masa M, na drugoj strani. Moje očekivanje o ponašanju sistema kada klatno osciluje je sledeće.

Poluga sistema je balansirana kada je vertikalno nadole sila u P jednaka težini malja klatna, mg. Kada se malj kreće između A i X vertikalno naniže komponenta naprezanja koja zateže konopac je manja nego mg. Tako tačka P počinje da ubrzava naviše pa brzina malja postaje veća nego kod klatno gde je P fiksirano.



Između X i X ova komponenta naprezanja je veća nego mg tako da tačka P počinje da ubrzava naniže uzrokujući smanjenje brzine v.

Od X do C i C do X, P ubrzava ponovo naviše. Tako masa M, i tačka P idu gore pa dole, dvaput za jednu oscilaciju klatna. U ovom kretanju suma potencijalne i kinetičke energije za obe mase je konstantna.

(3) Dvostepeni oscilator

Kod dvostepenog oscilatora masa M, miruje na horizontalnoj površini S, pa je poluga horizontalna kadgod je malj klatna između A i X or C i X. U ovom regionu malj se kreće kao kod prostog klatna sa fiksiranim P, opisano u (1).

Kada je malj između X i X, masa M je podignuta sa površine S, a tačka P ubrzava naniže. Brzina malja postaje manja nego brzina za equivalentno

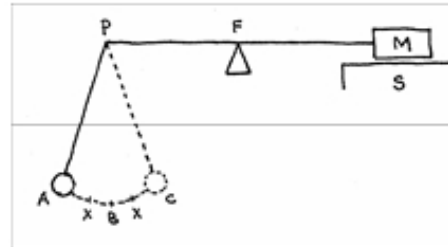
prosto klatno. Kada se malj kreće od X do C masa M ubrzava naniže. Kada one dođe do S ona iznenada staje pa tačka P koja se, kreće naviše takođe iznenada staje (to jest, ona ima veliko ubrzanje nadole) pa se brzina malja smanjuje.

U ovom sistemu spoljna sila koja vrši rad (ili na koju je izvršen rad), je sila naviše od S, koja smanjuje totalnu

energiju sistema. Tako, ostavljeno samom sebi klatno treba da uspori (nezavisno od uticaja sila trenja).

Ako, dodatno, oduzmeš energiju od sistema (na primer, pomoću tvog ručnog generatora) klatno će usporiti čak mnogo brže.

Ja bih očekivao da ako bi se klatno održavalo da ima istu amplitudu, treba da se stavi u sistem ista količina energije kao ona koja je izgubljena ili oduzeta.



Colin Gauld
April 2007.