

Određivanje akceleracije slobodnog pada

Na osnovu merenja trajanja slobodnog pada tijela sa zadane visine određujemo iznos akceleracije slobodnog pada.

Uvod: slobodni pad

Ispustimo li tijelo koje miruje, ono započinje slobodni pad. U vremenskom intervalu t ono prevali visinsku razliku

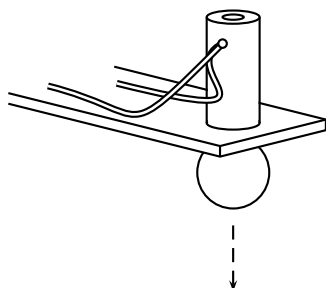
$$h = \frac{g}{2} t^2, \quad (1)$$

gdje je g akceleracija slobodnog pada. Izmjerimo li h i t , možemo odrediti vrijednost g .

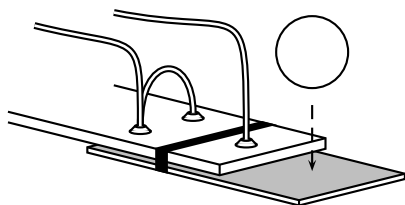
Eksperimentalni uređaj¹

Približna vrijednost akceleracije slobodnog pada je 10 m s^{-2} , što znači da visinskim razlikama od 1 m i kraćima odgovaraju trajanja pada koja su kraća od pola sekunde. Zbog toga za mjerenje trajanja pada koristimo posebno konstruirani uređaj.

Uređaj se sastoji od stupa na koji pri različitim visinama možemo učvrstiti dvije platforme. Na gornjoj platformi se nalazi elektromagnet koji drži kuglicu dokle god njime teče električna struja. Kada struja prestane teći, kuglica započinje slobodan pad.



Na donjoj platformi se nalazi prekidač. Kada padajuća kuglica udari u pločicu prekidača, električni kontakt se prekida.



Elektromagnet i prekidač povezani su s mikrokontrolerom koji mjeri vrijeme proteklo od prekida struje u elektromagnetu do prekida kontakta u prekidaču, odnosno, trajanje slobodnog pada. Struju u elektromagnetu prekidamo pritiskom na dugme koje se nalazi na pločici pored mikrokontrolera. Pored mikrokontrolera se također nalazi LCD-ekrana na kojem se ispisuje trajanje pada.

Zadatak 1

Odredite akceleraciju slobodnog pada mjereći trajanje pada za odabranu visinsku razliku:

- Gornju platformu učvrstite na visini od barem pola metra iznad donje platforme. Uključite uređaj, postavite kuglicu pod elektromagnet i metrom izmjerite visinsku razliku h između donjeg tjemena kuglice i pločice prekidača. Procijenite mjernu nesigurnost i rezultat mjerenja prikažite u standardnom obliku.
- Izmjerite trajanje pada kuglice 10 puta, obradite mjerenja i rezultat prikažite u standardnom obliku.
- Koristeći izraz (1) odredite vrijednost akceleracije slobodnog pada i pripadajuću mjernu nesigurnost. Rezultat prikažite u standardnom obliku.

Zadatak 2

Odredite akceleraciju slobodnog pada mjereći trajanje pada s niza različitih visina:

- Donju platformu učvrstite pri dnu stupa, a klizač gornje platforme učvrstite pri vrhu stupa pri oznaci $x_1 = 95 \text{ cm}$. Izmjerite trajanje pada kuglice t_1 i unesite ga u tablicu. Isto ponovite pri $x_2 = 85 \text{ cm}$, $x_3 = 75 \text{ cm}$, sve do $x_8 = 25 \text{ cm}$, te izmjerena trajanja $t_2, \dots, t_8$ unesite u tablicu. Same visine koje kuglica prevaljuje u padu može se izraziti kao $h_i = x_i - a$, gdje je a konstanta povezana s visinom na kojoj se nalazi donja platforma.
- Mjerenja (x_i, t_i) prikažite grafički koristeći vodoravnu x -os i uspravnu t -os. Uočite očekivanu nelinearnu ovisnost veličina x i t .
- Kako biste dobili linearnu ovisnost među veličinama koje promatrate, uvedite novu veličinu

$$y = t^2/2. \quad (2)$$

Izračunajte njene vrijednosti za vaša mjerenja te unesite i njih u tablicu. Prikažite točke (x_i, y_i) grafički i uočite da one "gotovo savršeno" leže na pravcu. Ravnom ucrtajte pravac koji po vašem "osjećaju" prolazi najbliže svim točkama.

- Na osnovu (1) i (2) očekujemo $h_i = x_i - a = g y_i$, odnosno

$$y_i = (1/g)x_i - (a/g). \quad (3)$$

Vidimo da je koeficijent smjera pravca u x, y -ravnini recipročna vrijednost akceleracije slobodnog pada g . Procijenite koeficijent smjera pravca na nacrtanom grafu $(1/g)$ te iz njega izračunajte g .

¹Detaljan opis uređaja nalazi se na adresi <http://sail.zpf.fer.hr/labs/manPadostroj.pdf>