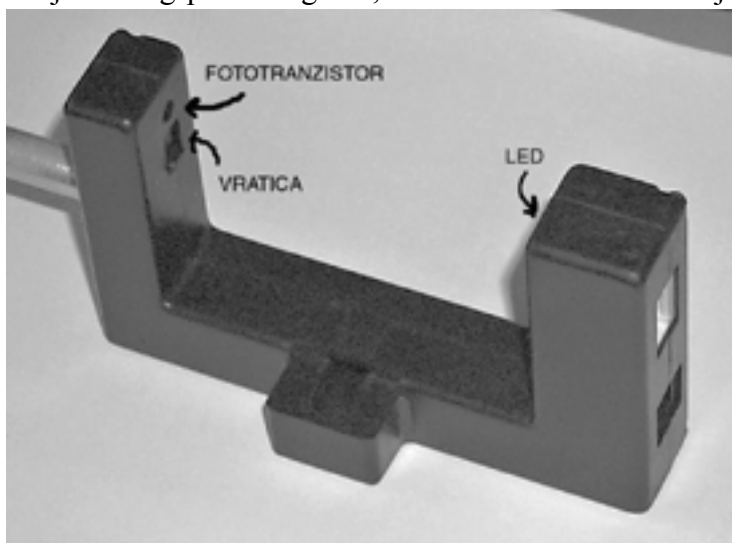


Raba merilnega kompleta LoggerPro s svetlobnimi vrati

Svetlobna vrata merilnega kompleta sestavlja fototranzistor in LED dioda, ki sta med sabo oddaljena okrog 10 centimetrov in obrnjena drug proti drugemu, slika 1. LED dioda oddaja infrardečo svetlobo, ki jo zaznava fototranzistor takrat, ko med elementoma ni ovire. Kakršna koli za infrardečo svetlobo neprozorna ovira med elementoma prekine curek svetlobe. Ko svetlobna vrata priključimo na vmesnik LoggerPro, vmesnik zabeleži čas prekinitve in ponovne vzpostavitve svetlobnega curka. Osebni računalnik te čase prenese z vmesnika in z njihovo pomočjo izračuna parametre gibanja telesa skozi svetlobna vrata.



Slika 1

Postavljanje svetlobnih vrat

Svetlobna vrata povežemo z vmesnikom LoggerPro s pomočjo priloženega kabla na priključek z oznako DIG/SONIC1, slika 2. Beli konektor na kablu gre v vmesnik, črni pa v svetlobna vrata. Konektorja na svetlobnih vratih in na vmesniku se zatakmeta v končnih položajih, kjer jih obdrži zatič. Ko želimo konektorja izvleči, je treba najprej stisniti zatič in šele nato potegniti konektor ven. Nič ne bo narobe, če svetlobna vrata priključujemo na vmesnik medtem, ko je ta prižgan.



Slika 2

Ko so svetlobna vrata povezana z vključenim vmesnikom in jih vmesnik prepozna (ko poženemo program za vmesnik na osebem računalniku), posveti na svetlobnih vratih vgrajena rdeča LED dioda, če je med med fototranzistorjem in LED diodo ovira. Tako lahko enostavno preverimo delovanje svetlobnih vrat, le z roko moramo seči vanje. Če vse deluje pravilno, mora rdeča LED dioda na svetlobnih vratih zasvetiti.

Merjenje s svetlobnimi vrati

Vmesnih LoggerPro med meritvijo beleži čase, ko je svetlobni curek prekinjen ali vzpostavljen. Trenutke, ko se je to zgodilo, posreduje osebnemu računalniku, kjer jih dobimo v tabeli. Iz takoh podatkov pa lahko osebni računalnik izračuna nekaj za nas koristnih rezultatov (časovni intervali, hitrosti premikanja, frekvenca, ...). Ustrezne podprograme za računanje izberemo, ko inicializiramo vmesnik.

Pred meritvijo moramo osebnemu računalniku dopovedati, kaj želimo meriti in s kakšnim senzorjem bomo to počeli. Ko svetlobna vrata povežemo z vmesnikom, jih ta sicer prepozna, ne ve pa še, kaj hočemo meriti. To moramo storiti sami.

Poženimo program za zajemanje podatkov na osebem računalniku. Poglejmo v menu pod »Experiment« in izberimo »Show Sensors«, lahko pa tudi kliknemo predzadnjo ikono »LoggerPro« tik pod menijem. Pokazalo se bo okno z narisanim vmesnikom in zgoraj desno ob vmesniku bomo videli simbol za svetlobna vrata, ob njem pa napis »Photogate«. Z malimi črkami bo ob simbolu tudi pisalo »unblocked« takrat, ko med vrati ni ovire in »blocked«, ko je v vratih ovira.

Kliknimo dvakrat zapored na simbol za svetlobna vrata. Odpre se meni, v katerem lahko nastavljamo način delovanja vrat. Na razpolago je pet možnosti: »General Photogate Timing«, »Pulse Timing«, »Motion Timing«, »Gate Timing« ter »Pendulum Timing«. Na začetku je izbrana prva možnost, ki jo označuje mala kljukica ob napisu, računalnik pa bi beležil le čase dogodkov v svetlobnih vratih, kot je bilo to navedeno zgoraj.

1. »General Photogate Timing«: računalnik beleži trenutke, ko je bil svetlobni curek prekinjen ali vzpostavljen,
2. »Pulse Timing«: računalnik beleži trenutke, ko je bil svetlobni curek prekinjen ali vzpostavljen, ter iz njih izračuna vsakokratno trajanje sunka; če je znana dolžina ovire (v metrih), ki potuje skozi svetlobna vrata, izračuna še hitrost gibanja ovire; dolžino ovire nastavimo v istem meniju, kjer se po izbiri opcije »Pulse Timing« pojavi dodatna vrstica »Set Distance or Length«
3. »Motion Timing«: računalnik beleži trenutke, ko je bil svetlobni curek prekinjen ali vzpostavljen; če je znana dolžina ovire (v metrih), ki potuje skozi svetlobna vrata, izračuna še pot, ki jo je ovira opravila ter hitrost gibanja ovire in pospešek;
4. »Gate Timing«: računalnik beleži trenutke, ko je bil svetlobni curek prekinjen ali vzpostavljen; iz tega izračuna čas med dvema zaporednima prekinitvama svetlobnega curka
5. »Pendulum Timing« : računalnik beleži trenutke, ko je bil svetlobni curek prekinjen ali vzpostavljen; iz podatkov izračuna časovni interval med dvema zaporednima prekinitvama svetlobnega curka, torej periodo nihala, ki s svojim gibanjem prekinja svetlobni curek

Osebni računalnik prilagodi tabelo za zajete podatke in grafe izbranemu načinu delovanja svetlobnih vrat. Najenostavnejši način delovanja je »1. General photogate timing«. Ta je

uporaben, ko želimo sami definirati način računanja rezultatov iz zajetih podatkov. Za nas so primernejši ostali načini delovanja.

»Pulse Timing«

Pri tem načinu delovanja računalnik iz zajetih podatkov določi čas prekinitve svetlobnega curka in pri znani dimenziji ovire, ki se je gibala skozi vrata tudi hitrost gibanja ovire.

Če na voziček, ki ga porinemo skozi svetlobna vrata, postavimo oviro znanih dimenzij, lahko tako izmerimo čas, ko je bila ovira v svetlobnih vratih in hitrost gibanja ovire. Če nas zanima hitrost vozička v več točkah med ustavljanjem, lahko poskus večkrat ponovimo, vsakokrat pa ista svetlobna vrata postavimo na različna mesta ob poti vozička.

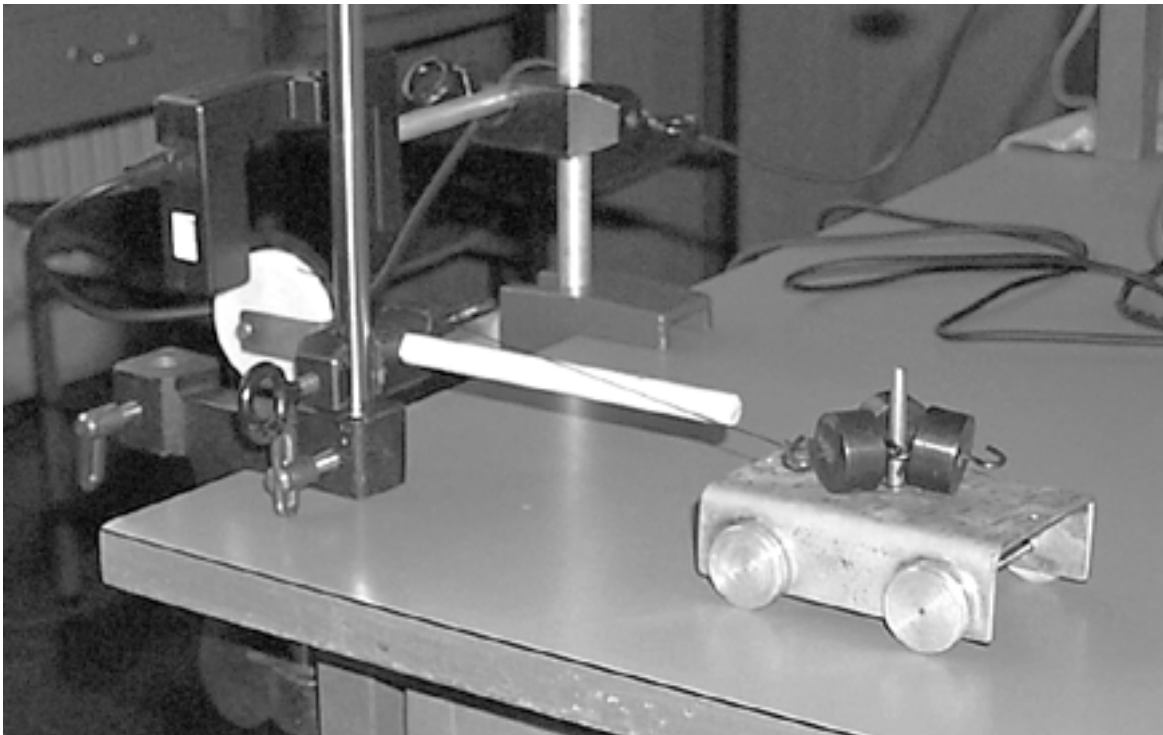
Lahko pa tudi več svetlobnih vrat hkrati postavimo ob pot vozička in poskus opravimo samo enkrat. Niz (do štiri) svetlobnih vrat lahko namreč električno vežemo zaporedno (kabel zadnjih vrat vtaknemo v pripravljeno vtičnico na predzadnjih vratih, kabel predzadnjih vrat vtaknemo v pripravljeno vtičnico.... in kabel prvih vrat v vmesnik LoggerPro). Vmesnik bo zabeležil vse čase in iz njih izračunal hitrost gibanja ovire skozi posamezna vrata.

»Gate Timing«

Zanima nas, kako dolgo potuje ovira od enih svetlobnih vrat do drugih. V ta namen vežemo dvojna svetlobna vrata zaporedno (druga vrata povežemo na prva, prva vrata pa povežemo z vmesnikom).

»Motion Timing«

Zanima nas gibanje vozička po ravni podlagi. Na voziček je navezana vrstica z utežjo, ki visi preko roba mize. Iz fizike vemo, da bi morala hitrost vozička enakomerno naraščati. Postavimo eksperiment po sliki 3.

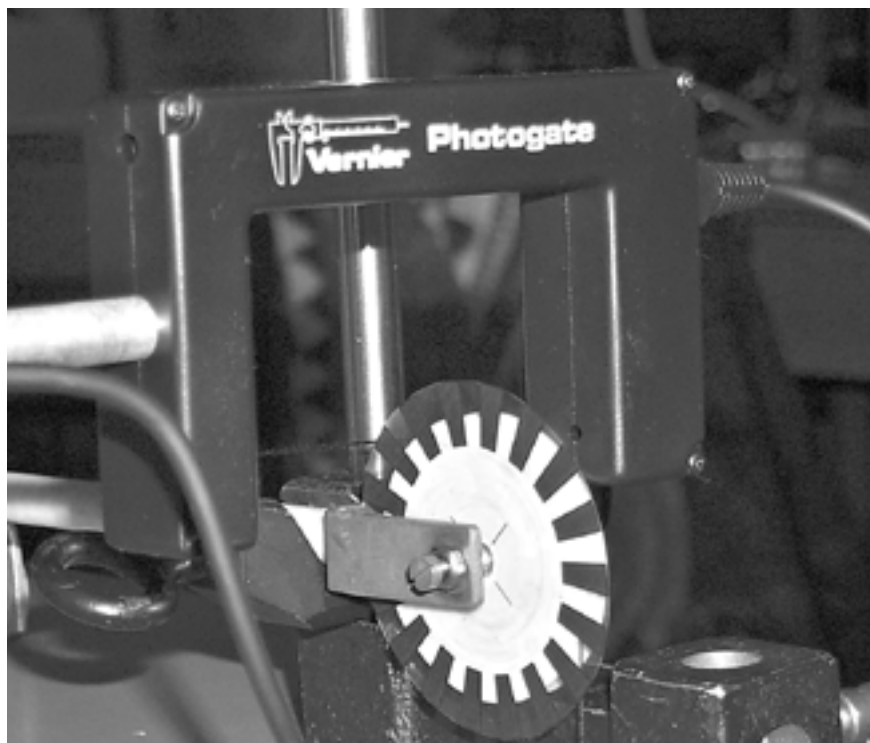


Slika 3

Hitrosti vozička bomo sledili tako, da bo vrstica do uteži med potjo poganjala kolesce, na kolesce pa bomo nalepili »vetrnico«, ki im temne in svetle proge, slika 4. To vetrnico bomo vstavili v svetlobna vrata, kjer bodo temne proge prekinjale svetlobni curek. Trenutke prekinitve bo med poskusom beležil osebni računalnik, ter iz rezultatov meritve izračunal pot, hitrost in pospešek vozička. Vetrnico lahko naredimo sami s pomočjo fotokopirnega stroja in prosojnic, nekaj primerov vetrnic je podanih v dodatku. Fotokopirano vetrnico izrežemo in jo prilepimo na kolesce (pričakujemo, da bodo nekoč v kompletu tudi vetrnice, ki jih izdeluje firma Vernier, za zdaj pa si lahko pomagamo sami).

Lopute vetrnice so široke približno 5mm, to vrednost je treba vnesti v računalnik, ki nam potem izračuna hitrost gibanja vozička. Pozor: za točno hitrost bo treba upoštevati položaj svetlobnih vrat in globino utora na kolescu, za relativne meritve pa mere niso tako pomembne. Firma Vernier priporoča, da je širina lopute na vetrnici precej večja od tiste, ki jo preskušamo (priporočajo vsaj 20mm). Pri hitrem vrtenju traja prehod lopute skozi svetlobna vrata le malo časa, zato čas ne bi bil natančno izmerjen, to pa povzroča veliko raztrosanje pri računanju pospeška. Naš voziček se giblje relativno počasi, zato si lahko privoščimo ožje lopute.

Pripravimo poskus (postavimo voziček v izhodišče, ga primerno obtežimo, ...) in poženimo meritev s klikom na »Start Collection« v meniju »Experiment« ali kar s klikom na skrajno desno ikono »Collect« pod menujem. Zbiranje podatkov traja okrog 20s, po potrebi lahko zbiranje podatkov ustavimo s ponovnim klikom na isto ikono (tokrat »Stop«) ali podaljšamo z



Slika 4

nastavitvami v glavnem meniju. Spustimo voziček. Računalnik že zbira podatke o vrtenju vetrnice in kmalu bo na zaslonu pokazal odčitane čase, iz njih izračunal pot, hitrost in pospešek ter narisal ustrezne grafe. Meritev je opravljena, zdaj je čas za obdelavo podatkov.

Grafi

Podatki so že lepo urejeni in narisani, je grafov se zdi malo preveč ali pa njihova velikost ali območje ni pravo. Pozabavajmo se z njimi.

Hkrati delamo z enim samim grafom. Izberemo ga tako, da enkrat kliknemo nanj. Graf bo dobil tanek okvir, na sredi stranic se bodo pojavile debele pike. Te pike lahko kliknemo in z miško premaknemo ter hkrati tiščimo tipko na njej. Velikost grafa se spreminja.

Če želimo graf zbrisati, ga izberemo ter pritisnemo desno tipko. Pojavil se bo meni, v katerem izberemo ustrezní ukaz.

Če želimo spremeniti območje grafa, to najlaže storimo tako, da premaknemo miško na zunanjo stran osi izbranega grafa (miška spremeni obliko v nakakšno vijugo), kliknemo ter potegnemo. Lahko pa premaknemo miško na konec ali začetek ob zunanjo stran grafa, takrat se bo oblika miške spremenila v vertikalno črto (»hourglass«, če se ne motim). Kliknimo enkrat in pojavilo se bo polje za vpis, vanj vtipkajmo za nas primerno mejo območja.

Ko smo takole mikastili grafe, bo verjetno težko najti pravega in jih razporediti po velikosti. Pomaga nam lahko avtomatsko razporejanje, ki ga aktiviramo pod menijem »Page«, opcija »Auto Arrange«.

Obdelava podatkov

Prilagajanje krivulj izračunanim podatkom

Preskusiti želimo ujemanje zbranih podatkom ali delnih rezultatov formuli, s katero v fiziki opišemo eksperiment. To storimo tako, da najprej izberemo graf tiste veličine, ki jo želimo preveriti, nato v meniju »Analyze« izberemo opcijo »Curve Fit«. Pojavi se okno s poenostavljeno verzijo našega grafa ter opcije za prilagajanje krivulj. Potrebno je le izbrati tip krivulje in pritisniti tipko »Try Fit« in že bo računalnik narisal svoj približek našemu grafu. Parametre krivulje lahko razberemo na desni v okencu.

Če raje ročno prilagajamo krivulje, bo treba avtomatiko izklopiti; to storimo z klikom na gumb »Manual« zgoraj desno v tem oknu, potem pa izberemo vrsto krivulje in v predalčke na desni strani vtipkamo naše parametre. Krivulja, narisana po naših parametrih se takoj pokaže skupaj s poenostavljeno verzijo grafa.

Primerjava krivulj v istem grafu

Poskus lahko izvedemo večkrat (morda z različnimi parametri). Seveda rezultate laže primerjamo, če spustimo voziček vsakokrat v istem trenutku po začetku meritve, tako se bodo začetki krivulj na grafu ujemali. To pa ni najenostavnejši posel. Vmesnik nam lahko pri tem pomaga. Od vmesnika lahko zahtevamo, naj začne z zbiranjem podatkov takrat, ko se bo prvič kaj zgodilo; v našem primeru takrat, ko se bo voziček začel premikati.

Pri navadnem osciloskopu pravimo, da nastavimo proženje; trenutek, ko inštrument začne zbirati podatke. Pri vmesniku LoggerPro to storimo tako, da kliknemo gumb s simbolom ure v vrstici pod menujem, tik ob gumbu »LoggerPro«. Pokaže se okno z nastavitvami proženja (»Data Collection«), kjer v rubriki »Collection« iz menuja izberemo opcijo »Event Based«

namesto že izbrane »Time Based«. Tako se bo zbiranje podatkov začelo ob prvi prekinitvi snopa svetlobe v vratih.

Sedaj zberimo vse dosedanje zajete podatke (»Data« / »Clear All Data«), postavimo voziček v izhodiščni položaj in ga tam držimo ter poženimo meritev s pritiskom na gumb »Collect« v vrstici tik pod menujem desno. Zbiranje podatkov se začne, ko spustimo voziček. Ko je poskusa konec, ročno ustavimo meritev s ponovnim pritiskom na gumb »Stop« (prej je na njem pisalo »Collect«). Prva meritev je opravljena, v polmju grafov se pojavijo krivulje.

Če so nam rezultati všeč, jih spravimo v desni del tabele v dodatne stolpce. To storimo z izbiro opcije »Store Latest Run« v meniju »Experiment«. Podatke lahko še vedno vidimo, le tabelo moramo povečati ali pa izbrati njen drugi del.

Stolpci na levi strani tabele so sedaj prosti in vanje se bodo zapisali rezultati novega poskusa. Premaknimo voziček spet v izhodiščni položaj, ga na novo obtežimo in poženimo meritev s pritiskom na tipko »Collect«. Ko spustimo voziček, vmesnik začne z zbiranjem podatkov, zbiranje traja, dokler ga ročno ne ustavimo s pritiskom na isto tipko. V levem delu tabele se pojavijo novi rezultati, v grafih pa nove krivulje, ki so narisane s temnejšo barvo.

Postopek lahko ponavljamo za naslednje meritve.

Dodatne možnosti – širša svetlobna vrata

Včasih je širina svetlobnih vrat premajhna za prehod ovire. Takrat lahko zapremo mala plastična vratca na ohišju svetlobnih vrat (slika 1) in tako permanentno zakrijemo fototranzistor, z žepnim laserjem pa z večje razdalje pomerimo v luknjico na zunanji strani ohišja svetlobnih vrat. Prekinitev laserskega žarka je sedaj enakovredna prehodu ovire skozi svetlobna vrata.

