

Studiul mișcării sub acțiunea unei forțe constante

Scopul lucrării

- studiul mișcării unui corp pe un plan înclinat;
- verificarea legii vitezei și a legii spațiului în mișcarea uniform accelerată.

Considerații teoretice

Conform principiului fundamental al mecanicii newtoniene, $F = m a$. Dacă $F = \text{const.}$ și $m = \text{const.}$ rezultă că și accelerația a rămâne constantă în timp. Mișcarea cu accelerație constantă nenulă se numește mișcarea uniform variată (accelerată sau încetinită). Să considerăm, în cele ce urmează, cazul *mișcării unidimensionale*.

Condițiile inițiale sunt: la $t = 0$, $v = v_0$ și $x = x_0$. Pentru a găsi legile mișcării, plecăm de la definiția accelerației instantanee:

$$a = \frac{dv}{dt}$$

Separăm variabilele și integrăm: $a \cdot dt = dv \Rightarrow a \int_0^t dt = \int_{v_0}^v dv \Rightarrow a \cdot t = v - v_0 \Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$ (1)

Ecuția (1) reprezintă *legea vitezei* în mișcarea uniform variată.

În pasul al 2-lea, scriem ecuația de definiție a vitezei, iar după separarea variabilelor și integrare, vom găsi:

$$(1) \quad \left. v = \frac{dx}{dt} \right\} \Rightarrow (v_0 + at) \cdot dt = dx \Rightarrow \int_0^t (v_0 + at) \cdot dt = \int_0^t dx \Rightarrow x - x_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (2)$$

ceea ce reprezintă *legea spațiului* în mișcarea uniform variată. Dacă la $t = 0$, avem $v_0 = 0$ și

$$x_0 = 0, \text{ rezultă că: } \begin{cases} v = at \\ x = \frac{at^2}{2} \end{cases}, \text{ iar legea spațiului devine: } \quad x = \frac{at^2}{2}.$$

Mișcarea unui corp pe plan înclinat

Să considerăm un corp de masă m (de exemplu un cărucior), ce coboară cu frecare neglijabilă pe un plan înclinat, ce are înălțimea h , lungimea l și unghiul α . Considerând un sistem de referință cu axa Ox îndreptată de-a lungul planului, spre baza acestuia, iar Oy –

perpendiculară pe plan. Proiectând forțele existente (greutatea și reacțiunea normală) vom avea:

$$\begin{cases} O_x : G_t = ma \\ O_y : N - G_n = 0 \end{cases}$$

Prin urmare, $mg \sin \alpha = ma$, de unde $a = g \sin \alpha$. Cum $\sin \alpha = h/l$, rezultă, în final, că $a = g h/l = \text{const}$. Prin urmare, dacă mișcarea pornește din vârful planului, mișcarea va fi uniform accelerată, fără viteză inițială. Legea spațiului, în acest caz, va fi:

$$x = \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = \frac{gh}{2l} t^2 \quad (3).$$

Dispozitivul experimental

Acesta este compus din următoarele elemente (Fig. 1):

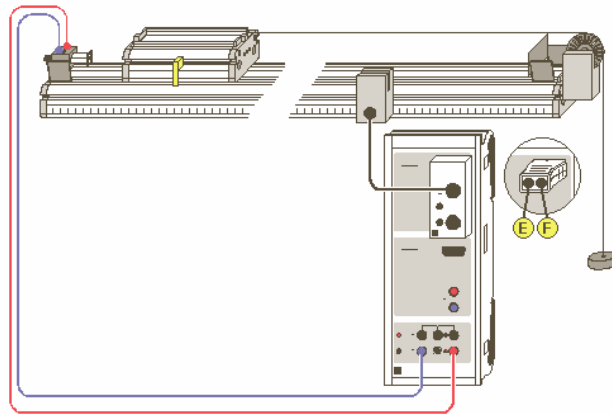


Fig. 1

- o șină din aluminiu montată ca plan înclinat;
- un cărucior ce se poate mișca de-a lungul planului înclinat cu frecari neglijabile;
- o poartă optică, montată pe șina de rulare a căruciorului, care servește la măsurarea vitezei instantanee atinse de cărucior, după parcurgerea unei distanțe prestabilite (această distanță se poate citi pe o riglă gradată, aflată pe porțiunea laterală a șinei. nivelă pentru verificarea orizontalității sistemului.
- un electromagnet, alimentat la interfața Cassy Leybold, care servește la menținerea căruciorului în poziția inițială, în vârful planului.
- O interfață CassyLab, cu software-ul aferent, pentru efectuarea măsurătorilor de timpi de mișcare și viteze instantanee ale căruciorului. Pachetul CassyLab permite, de asemenea, prelucrarea datelor, în sensul fitării rezultatelor măsurătorilor cu curbe prestabilite.

Modul de lucru

1. Se verifică dacă suprafața șinei este înclinată cu un unghi mic, folosind nivela cu care este dotat dispozitivul.
2. Se măsoară înălțimea planului înclinat, h și lungimea l , corespunzătoare acestei denivelări.
3. Se stabilește distanța minimă, l_1 pe care se va mișca căruciorul (această distanță trebuie să fie parcursă într-un timp mai mare sau egal cu 2 s).
4. Se încarcă programul *CassyLab_f_const*.
5. Se aduce căruciorul în vârful planului înclinat și se activează electromagnetul de reținere a acestuia.
6. Se lansează în execuție programului de achiziție a datelor (click pe iconița cu desenul unui ceasornic, sau apăsarea tastei F9).
7. Rezultatele măsurătorilor timpului de mișcare și vitezei instantanee din momentul final al mișcării sunt afișate și trecute automat tabelul de date de către program.
8. Se reprezintă grafic dependențele $v(t)$ și $x = f(t^2)$. Din pantele acestor grafice se determină accelerația căruciorului.
9. Se compară valorile accelerației cu cele obținute prin interpolare numerică și cu valoarea rezultată din calcul ($a = g h/l$).
10. Se discută sursele de erori.