**Studierea legilor cinematicii şi dinamicii cu ajutorul maşinii Atwood şi determinarea momentului de inerţie după metoda deformaţie de torsiune.**

*(Intrumar instructiv-metodic pentru studenţi)*

**Lucrarea de laborator nr.3**

**Studierea legilor cinematicii şi dinamicii mişcării de tranlaţie cu maşina Atwood.**

**Scopul lucrării:** verificarea experimental a legilor cinematicii şi dinamice la mişcarea de translaţie.

**Aparate şi accesorii:** maşina Atwood FPM-02, complect de greutaţi.

**Teoria pe scurt a lucrării**

Mişcarea uniformă este aşa o mişcare la care în orce interval egale de timp corpul parcurge drumuri egale. Viteza mişcării uniforme *v* este o marime constantă si se masoara prin marimea drumului,

Parcurs intr-o unitate de timp. Daca in timp t corpul a parcusr drumul S, atunci

v=S/t

Miscarea uniforma accelerate este asa o miscare, la care viteza in fiecare unitate de timp creste cu una si aceiasi marime. Marimea care arata cu cit se schimba viteza in fiecare unitate de timp se numeste acceleratie. Intre acceleratie,viteza si drumul parcus la miscarea din starea de repaus pot fi scrise urmatoarele relatii

v= at , L= at2/2=v2/2a

unde v –viteza corpului la sfirsitul miscarii uniforme accelerate,

1. Acceleratia corpului,
2. Timpul miscarii uniforme accelerate,

L- Drumul parcurs in timpul miscarii uniform accelerate.

Deoarece in lucrarea data viteza miscarii uniforme coincide cu viteza finala a miscarii uniform accelerate, ambele viteze sunt notate prin una si aceiasi litera v.

Sa presupunem, ca efectuam experienta, in care determinam drumul parcurs in miscarea uniform accelerata L, drumul parcurs la miscarea uniforma S si timpul miscarii uniforme t. Din acceste date putem determina :

1. Viteza miscarii uniforme

v=S/t

1. Acceleratia miscarii uniforme accelerate reesind din relatia

L=at2/2=v2/ 2a=S2 /2at2

De unde a=S2/2Lt2

Corpul se misca accelerat sub actiunea fortei. Fie ca la noi este instalatia fig.1, care consta din buxa cu momentul de inertie I, raza este R(buxa reprezinta un disc).

Peste disc trece firul la capatului caruia sunt fixate greutati cu masele M fiecare. In acest caz sistemul se gaseste in echilibru. Daca greutatea cu masa M( de exemplu din partea dreapta) vom aranja greutatea sumplimetara cu masa m, atunci masa M si m vor incepe sa se miste cu acceleratia “a” . Pe baza legii conservarii energie putem scrie:

M(g+a)L+Iw2/2=(M+m)\*(g-a)L

Primul membru reprezinta lucrul efectuat pentru ridicarea greutatii cu masa M la inaltimea “L” cu acceleratia “a”; Iw2/2 - reprezinta energia cinetica a discului procurata de el la sfirsitul miscarii uniforme accelerate a greutatilor. Tinind cont de aceea, ca viteza unghiulara: w=v/R energia cinetica poate fi reprezentata Iw2/2=IS2/(2R2t2). Ultimul membru al ecuatiei reprezinta lucrul efectuat de greutate cu masa (M+m) la coborirea la inaltimea “L” cu acceleratia “m”. Din ecuatia 6

Tinind cont de 6a si 7, primim pentru acceleratia caderii libere

(8)

I/R2 are dimensiunea masei . O vom numi masa redusa a discului. In lucrare masa redusa de consiterat egala cu 12,0 g.

Marcam, ca la scrierea formulei (6) s-a neglijat lucrul fortelor de frecare, cota carora va fi atit mai mare, cu cit supragreutatea va fi mai mica. Prin urmare putem astepta, ca, cu cit mai mica este supragreutatea, cu atit mai mica valoare pentru “g” vom primi.

Constructia masinii Atwood

Infatisarea generala a masinii atwood este aratata pe fig.1. pe coloana verticala(1), rigid fixate cu temelia (2), sint fixate 3 suporturi: suportul de imobil de jos (3) si doua suporturi mobile – de mijloc (4) si de sus (5) .Deasemenea este este buxa de sus(6). Temelia are piciorusele (7), lungimea carora poate fi regulate aceata ne permite sa nivilam masina.

Pe buxa de sus (6) cu ajutorul platoului rotund (8) sint fixate centrului rulmentului (9), discul (10) si electromagnetul (11). Pe discul (10) trece firul subtire (12), capetele caruia sunt atirnate greutatile (13). Electromagnetul dupa conectarea lui la tensiunea de alimentarea, cu ajutorul caplajului cu fractiunea , tine sistemul discului(10), cu greutatile in stare de repaus. Suportul de sus si de mijloc pot fi deplasate dea lungul coloanei (1) si fixate in orice pozitie stabilind in asa mod lungimea drumului miscarii uniform accelerate si uniforme. Pentru usurarea determinarii accetor drumuri pe este scara milimetrica(15), suportele au indicatorul de pozitie, iar suportul de sus are o striatie, care ne ajuta sa concordam pozitia fetei de jos a greutatii.

Pe suportul de mijloc fixat suportul suplimentar (16) si captorul fotoelectric (17) numarul 1.

Suportul (16) inlatura de pe greutatea mai mare ce se misca in jos, greutatea suplimentara (14),

Iar captorul fotoelectric in accest moment creaza impulsul electric, care signalizeaza inceputul miscarii uniforme a greutatilor. Axa optica a captorului fotoelectric (striatia pe corp) se gaseste la nivelul indicatorului de pozitie a suportului de mijloc.

Suportul de jos este inzestrat cu 2 suporturi: unul (18) cu amortizator de cauciuc, de care se loveste greutatea ce isi termina miscarea, si al doilea captor fotoelectric (19) numarul 2 cu axa optica la nivelul indicatorului de pozitie al suportului. La intretaerea axei optice de fata de jos a greutatii ce cade se creaza semnalul electric, ce ficseaza timpul de parcuregere de greutatii a anumitului drum.

Pe temelia aparatului este fixat milisecundomerul FPM-15 (20).Pe panoul din fata a milisecundamerului FPM-15 sint situate urmatoare elemete de manipulare :

Retea (seti)- deconectorul circuitului. Apasarea acestui buton aduce la conectare tensiunii de alimentare si iliminare automata a indicatiilor aparatului(toti indicatorii arata cifrele 0, iar becurile capturile fotoelectrice lumineaza).

Anularea (sbros)- fixarea zero la indicator. Apasarea acestui buton adduce la eliminarea indicatiilor milisicundamerului .

Demarare(pusk)- eliberarea electromagnetului. Apasarea acestui buton elibereaza electromagnetul si creaza impulsul permisiunei masurarii.

Pregatirae aparatului pentru masurare.

Asezati aparatul pe masa de laborator si verificati daca coloana se gaseste in pozitia vertical.

Daca nu ,atunci cu ajutorul picioruselor temeliei aduceti coloana in pozitia vertical .

Fixati pe buxa ate subtire cu greutatile mari si verificati daca sistemul se gaseste in echilibru . deplasati suportul din mijlocul la inaltime indicate deasupra suportului de jos si fixate in asa mod ambele suporturi,ca greutatea de dreapta cazind sa treaca prin mijlocul firestruicei captorului fotoelectric(datorita acestui fapt va fi stabilit drumul S).

Deplasati siportul de sus la inaltimea , indicate de lector si fixati in acelasi plan cu celalte suporturi (in asa mod va fi determinat drumul L).

Conectati cablul de alimentare in priza, butonul RETEA si verificati daca toti indicatorii arata 0 si becurile la ambii captori fotoelectrici lumineaza. Deplasati greutatea din dreapta in pozitia extrema de sus, aranjati pe ea greutatea suplimentarra si vrificati se gaseste sistemul in repaus cind butonul DEMARARE nu este apasat. Apasati butonul DEMARARE si verificati: sa inceput miscarea, a fost retinuta (4)supragreutatea a masurat milisecundomerul timpul parcurgerii drumului S de greutate din dreapta si a fost blocata sistema dupa parcurgerea acestui drum. Eliberati butonul ANULARE (eliberarea se face prin apasarea butonului )si verificati au aparut indicatia 0 si a eliberat elecromagnetul buxa de sus (6). Deplasati greutatea din dreapta in pozitia de sus si deblocati butonul DEMARARE. Deasemenea verificati daca a avut loc din nou blocarea buxei (6).

1. Pregatiti instalatia de lucru comform indicatiilor de sus.
2. Asezti suportul de sus asa ca greutatea din stinga sa se atinga de suportul de jos iar fata de jos a greutatii din dreapta sa se afle la nivelul streatie de sus. Suportul din mijloc fixate la inaltimile, indicate de vector(trebuie sa fie nu mai putin de 3 inaltimi). Pentru ca greutatile sa poata fi deplasate liber, butonul de DEMARARE trebuie sa fie apasat. Dupa fixarea greutatilor in pozitia initiala trebuie sa apasam butonul DEMARARE, pentru ca electromagnetul sa bloxeze discul(10)

(discul in acest caz nu poate sa se roteasca iar butonul este apasat ).Daca contorul de timp lucreaza, sau indica un anumit timp, atunci prin apasarea butonului ANULARE pe contor apare indicatia zero. Instalatia este gata de lucru.

1. Fixate suportul din mijloc la una din inaltimi , indicate de lector. Scrieti valorile “L” si “S”. apasati butonul DEMARARE. In acest caz discul este deblocat si greutatile cu supragreutate incep sa se miste uniform accelerat pina cind supragreutatea nu va fi inlaturata de suportul din mijloc. Mai departe greutatile se vor misca uniform si vor parcurge drumul “S”. Captorul de timp va fixa timpul ”t” al miscarii uniforme . Experienta se repeat nu mai putin de 10 ori cu fiecare supragreutate si pentru toate pozitiile suportului din mijloc. Rezultatele introduceti in tabela 1
2. Folosint formula (5) calculate valoarea acceleratiei pentru fiecare pozitie a suportului si fiecare supragreutate.
3. Calculate viteza miscarii uniforme comform formulei (1)
4. Determinate eroarea timpului “t.
5. Reiesind din formula(9) determinati eroare relativa, iar apoi si absoluta a acceleratiei.
6. Reesind din formula(8) determinati acceleratia caderii libere.
7. Calculate tensiunea atei din stinga din dreapta;

T2=(m+M)(g-a), T1=M(g+a)

Faceti analiza rezultatelor primate si scrieti rezultatul final tinind cont de eroare.

Intrebari de control.

1. Dati definitia miscarii uniforme .
2. Care miscare o numim uniform accelerata?
3. Ce se intelege prin acceleratie?
4. Deduceti formulele de lucru.
5. Lamuriti constructia masinii Atwood si mersul lucrarii.

Tabelul masurilor si calculelor

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr. Exp. |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1  2  …  10 |  |  |  |
| t, s  medie |  |  |  |
| S, m |  |  |  |
| L, m |  |  |  |
| a, m / |  |  |  |
| v, m / |  |  |  |
| g, m / |  |  |  |

**LUCRAREA DE LABORATOR NR 11**

DETERMINAREA MOMENTULUI DE INERTIE DUPA METODA OSCILATIILOR DE TORSIUNE (RASUCIRE)

**Scopul lucrarii:** determinrea momentului

De inertie al corpului de forma geometrica arbitrara fata de axa de rotatie data.

Aparate si accesorii: un corp atirnat de o sirma cilindruca elastic, doua greutati cilindrice echivalente subler, cronometru, rigla milimetrica balanta dehnica.

NOTIUNI TEORETICE SI DESCRIEREA INSTALATIEI .

Deformatiile de alungire (comprimare) si forfecare sunt deformatii omogene. Deformatia de torsiune si flexiune sunt deformatii neomogene . acesta inseamna ca gradul de deformatie in interiorul corpului in ultimile 2 cazuri se schimba de la un punct la altul. Vom lua o sirma omogena cu capatul de sus fixat,iar la capatul de jos vom aplica forta de rasucire, care vom crea momentul de rotire M fata de axa O’O a sirmei. Fiecare raza a axei la unul si acelasi unghi alfa in fig 1. Asa deformatie se numeste DEFORMATIE DE TORSIUNE (rasucire). Legea lui Hooke pentru deformatia de torsiune se scrie in forma:

(1)

Unde f este o marime constanta pentru sirma data si poarta numirea de MODULUL DE TORSIUNE. Modul de torsiune depinde nu numai de natura corpului (sirmei),dar si de forma lui geometrica vom obtine relatia pentru momentul de inertie al corpului. Pentru aceasta vom folosi legea fundametala a dinamicii corpului rigid: (2)

sau

Unde M= Emi , este suma vectoriala a momentelor tuturor fortelor corpului , I este momentul de inertie fata de axa data de rotire(marimea care nu depinde de timp),E acceleratia ungiulara, w viteza unghiulara. In cazul de fata acceleratia unghiulara e reprezinta a doua derivate a unghiului f fata de timp.

Prin momentul de inertie I al unui corp punctiform cu masa m se intelege produsul masei acestui corp la patratul distantei r a corpului pina la axa de rotatie.

I = m (3)

Daca corpul nu este punctiform atunci fiind impartit imaginar in mase elentare foarte mici mi , momentul de inertie I se determina (3a)

Unde ri este distanta elementului de masa mi pina la axa de rotire.

Momentul de inertie a corpului de forma geometrica regular poate fi calculate teoretic.

Dar daca corpul are o forma geometrica complicate momentul de inertie se determina in mod experimental. Una din metodele experimental . Una din medodele experimentale de determinare a momentului de inertie I este metoda oscilatiilor de tursiune(rasucire), examinata in lucrarea prezenta.

Tinind cond ca momentul de rotire intotdeauna tinde sa intoarca corpul in pozitia de echilibru, directia lui este opusa vectorului

Acceleratiei unghiulare si din ecuatia (1)si (2) obtinem:

sau

Notam:

Atunci formula capata forma

Ceea ce reprezinta ecuatia diferentiala a oscilatiilor de torsiune(in lipsa fortelor de frecare). Solutia acestei ecuatii diferentiale de gradul doi in cazul unghiurilor mici, aste:

(6)

Unde este amplitudinea oscilatiilor,alfa- faza initiala, w pulsatia oscilatiilor.

Tinind cond de legatura dintre pulsatie w si perioada T

= (7)

Si formula (4a) primim pentru perioada oscilatiilor

(8)

De unde

(9)

Perioada oscilatiilor T poate fi determinate cu ajutorul cronometrului. Pentru a exclude modul de tosiune necunoscut, folosim greutati suplimentare de forma geometrica’ care majoreaza momentul de inertie cum marimea I’ ce poate fi calculate theoretic pe baza teoremei lui Steiner. Deci pentru momentui total de inertie al sistemului I1 putem scrie

I1=I+I’ (10)

Iar pentru noua perioada de oscilatii (11)

De unde

I+I’ =

Împărțim (12) la (9)

, de unde

sau

Majoritatea momentelui de inerție I’ se efectuiază folosind două corpuri