

Praktiskais darbs: Reaktīvā kustība.

Teorijas pārskats:

Reaktīvās kustības pamatā ir fizikā labi pazīstamais otrais Ņūtona likums

$$F = ma, \quad (1)$$

kas ir tā „skolas” forma. Fizikā otro Ņūtona likumu parasti pieraksta citādāk:

$$F = \frac{dp}{dt}, \quad (2)$$

kur p – impulss, t – laiks, bet d – norāda, ka abu lielumu izmaiņa ir ļoti maza. Ar vārdiem apgalvojums skan – spēks, kas darbojas uz kustībā esošu ķermeni, ir proporcionāls tā impulsa izmaiņai laikā. Savukārt ķermeņa impulss jeb tā sauktais kustības daudzums ir ķermeņa masas un ātruma reizinājums:

$$p = mv. \quad (3)$$

Svarīgi atcerēties, ka kustīga ķermeņa impulss nevar vienkārši pazust, bet tas var tikt pārnest uz citiem ķermeņiem. Attēlā redzamās rotaļlietas darbības pamatā ir impulsa nezūdamības likums.

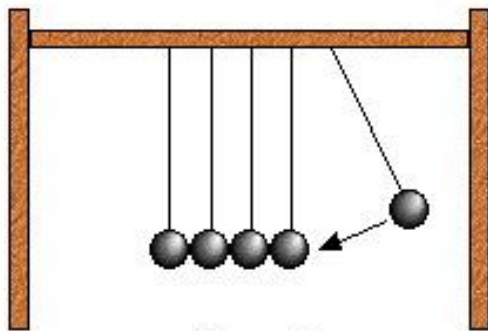


Figure 1

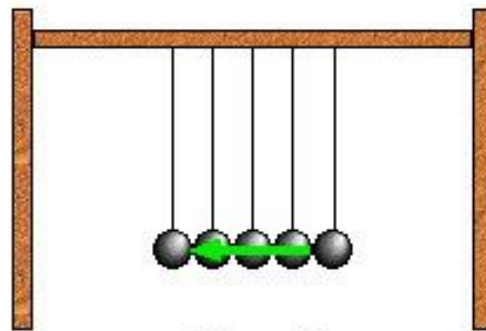


Figure 2

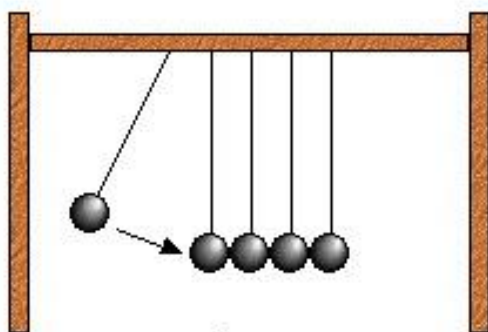


Figure 3

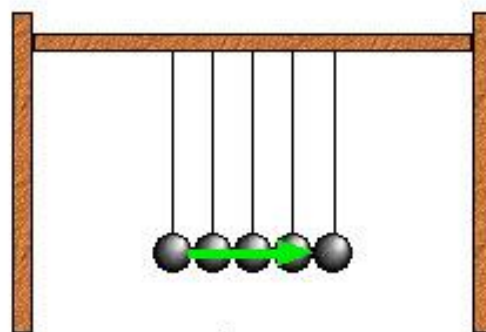


Figure 4

Ja sistēma ir slēgta, tad aprēķinot visu mijiedarbībā esošo ķermeņu impulsu summu pēc sadursmes tai ir jāsakrīt ar ķermeņa impulsu summu pirms sadursmes. No vienādojuma (2) redzam - ja ķermeņa impulss mainās, tad uz to darbojas spēks! Savukārt no vienādojuma (3) redzams, ka ķermeņa impulss var mainīties tikai divos veidos:

- Ja mainās tā ātrums
- Ja mainās tā masa

Pirmais gadījums ir intuitīvi saprotams. Lēni braucošai mašīnai būs mazāks impulss, nekā tai pašai mašīnai braucot lielā ātrumā. Lai palielinātu ātrumu, ir jāpieliek spēks, ko paveic motors.

Sīkāk apskatīsim gadījumu, kad mainās ķermeņa masa. No vienādojuma (3) redzams - ja ķermeņa masa mainās, tad arī tā impulss mainās, un var teikt, ka zaudētā masa aiznes impulsu. Loģisks ir apsvērums, ka, lai ķermenis varētu nomest daļu savas masas, šai masas porcijai ir jāpiešķir ātrums un līdz ar to tā iegūst impulsu. Pirmajā brīdī varētu likties, ka problēma rodas, ja objekts stāv uz vietas un tam nav impulsa. Vai tas nozīmē, ka šāds objekts nevar zaudēt masu? Var! Tikai jāņem vērā, ka, ja nomestā masa, saņem impulsu p , tad objekts saņem impulsu pretējā virzienā $-p$ (mīnus zīme norāda virziena maiņu). No otrā Ņūtona likuma seko, ka uz ķermeni, kura impulss mainās, darbojas spēks. Ja darbojas spēks, tad tas var uzsākt kustību.

Labis piemērs ir cilvēks, kurš mēģina nolēkt no gumijas laivas – tā uzsāk kustību pretējā virzienā. Šis princips ir visu reaktīvo dzinēju pamatā. Piemēram, visās raķetēs, sadegot degvielai, veidojas karstu gāzu maisījums, kas caur sprauslu tiek izsviests apkārtējā vidē. Lai gan gāzes masa ir neliela, tā tiek izmesta ar ļoti lielu ātrumu un raķete kustas pretējā virzienā. Šādu kustību sauc par kustību reakcijas spēku ietekmē jeb par reaktīvo kustību.

Nedaudz no matemātikas. Nomestās masas impulsu, izmantojot vienādojumu (3) var uzrakstīt kā:

$$dp = u dm, \quad (4)$$

kur dm – masa kas tiek nomesta, dp – iegūtai impulss un u – ātrums, ar kādu masa tiek nomesta. Vienādojumu (4) ievietojot otrajā Ņūtona likumā (ievērojot impulsa virziena maiņu) varam ieraudzīt, ka zaudējot masu uz ķermeni darbojas spēks:

$$F = -u \frac{dm}{dt}, \quad (5)$$

Esam ieguvuši vienādojumu, kas apraksta spēku, kuru uz ķermeni rada tā masas nomešana. Paātrinājums, kādu iegūt ķermenis, ir atkarīgs no paša ķermeņa masas.

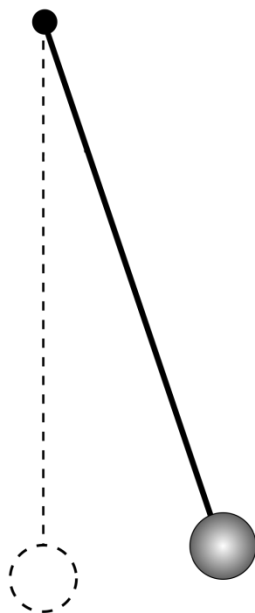
Darba uzdevumi:

1. Iekārtas shēmā atzīmēt uz ķermeni darbojošos spēkus, kad sistēmā iestāties līdzsvars (nenotiek kustība).
2. Iegūt formulu reaktīvā spēka aprēķināšanai, zinot sistēmas masu un novirzes leņķi.
3. Izveidot iekārtu balona radītā reaktīvā spēka mērīšanai.
4. Izmantojot transportieri, veikt stieples nolieces leņķa mērījumus pie divām dažādām masām.
5. Iegūtos datus atlikt grafikā.
6. Salīdzināt iegūtos rezultātus.
7. Novērtēt gaisa izplūdes ātruma kārtu.

Darbam nepieciešamie piederumi:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Vara stieple | 6. Lineāls |
| 2. Gumijas balons | 7. Metāla starplika |
| 3. Plastmasas pudeļu korķi ar caurumu | 8. Plastilīns |
| 4. Transportieris | 9. Hronometrs |
| 5. Līmlente | |

Iekārtas shēma:



Mērīšanas gaita:

1. Izmantojot ideālas gāzes stāvokļa vienādojumu, novērtēt gaisa masu balonā, zinot telpas temperatūru un spiedienu balonā pieņemot par atmosfēras spiedienu.
2. Iegūt formulu reaktīvā spēka aprēķināšanai, zinot stieples nolieces leņķi un iekārtas masu.
3. Izmantojot iegūto formulu, aprēķināt reaktīvo spēku.
4. Ar stieples palīdzību nostiprināt balonu uz plastmasas korķa, kurā izurbts caurums.
5. Pie galda ar līmlenti pielīmēt zīmulī vai līdzīgu cilindrisku priekšmetu un uz tā pakārt stiepli ar balonu, iepriekš stieples galā izveidojot āķi.
6. Uz zīmuļa uzspraut darba lapu ar grādu iedaļām.
7. Pielīmējot lapu pie galda (vajadzīgajā leņķī), tā, lai brīvi karājoties, stieple sakristu ar 0 grādu atzīmi.
8. Caur korķi piepūst balonu, to uzkārt uz zīmuļa un ļaut gaisam izplūst no balona. Nolasīt leņķi, kad iestājies līdzsvars.
9. Aprēķināt reaktīvā spēka vērtības pie dažādiem korķa cauruma diametriem un iekārtas masas.
10. Attēlot grafiski reaktīvā spēka atkarību no cauruma diametra un laukuma (vienai no masām).
11. Uzņemt balona izpūšanās laiku korķim ar brīvi izvēlētu cauruma diametru un novērtēt gaisa izplūdes ātrumu. Ieteicams izvēlēties korķi ar vienu no mazākajiem caurumiem.

Mērījumu tabula:**m₁=**

Cauruma diametrs, mm	Cauruma laukums, mm ²	Stieples nolieces leņķis, deg	Spēks, N
2			
3			
4			
5			
6			
7			

m₂=

Cauruma diametrs, mm	Cauruma laukums, mm ²	Stieples nolieces leņķis, deg	Spēks, N
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Noderīgas formulas un konstantes:

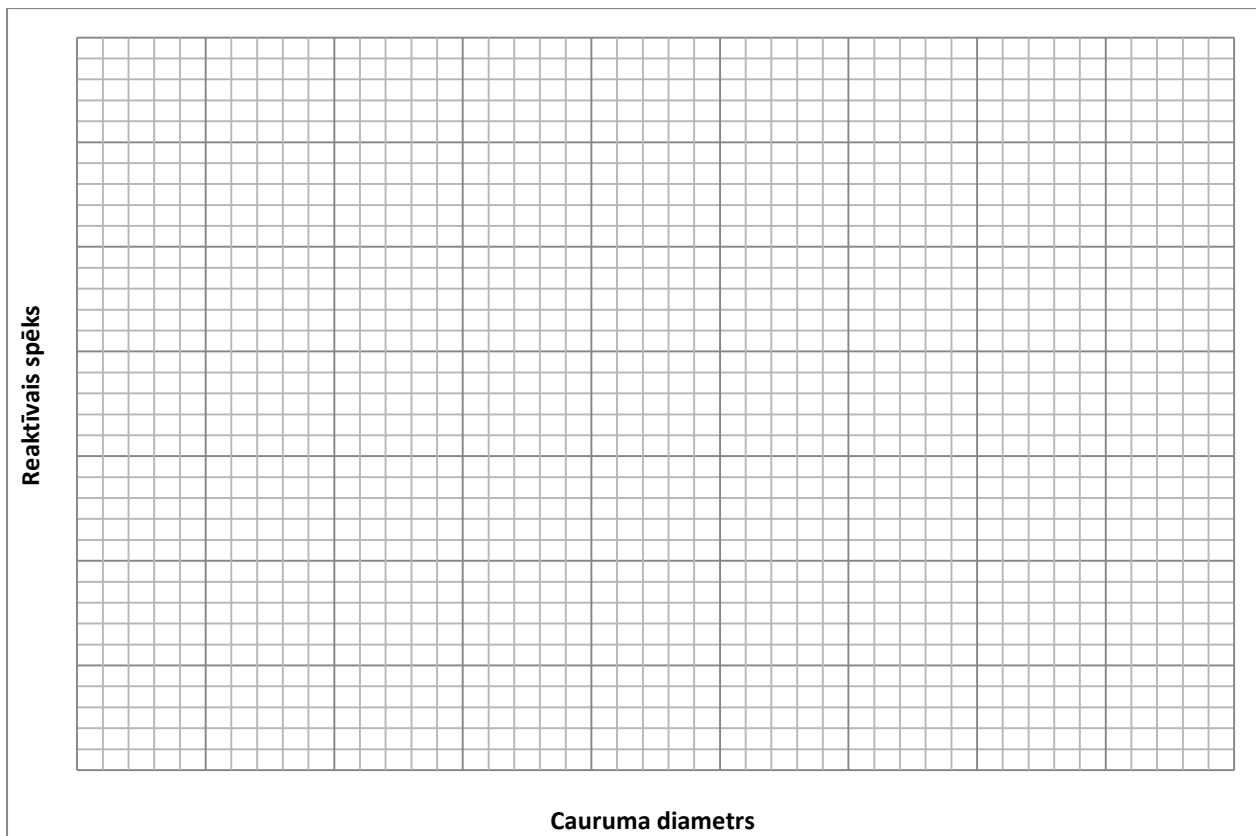
Riņķa laukums: $S = \pi r^2$ Lodes tilpums: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ $\pi = 3.14$

Ideālas gāzes stāvokļa vienādojums: $pV = \frac{m}{M} RT$

Bernulli likums: $p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = const.$

Gaisa molmasa: $M_{gaisa} = 28.97 \frac{kg}{kmol}$ Universālā gāzu konstante: $R = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$

Reaktīvā spēka atkarība no cauruma diametra:



Reaktīvā spēka atkarība no cauruma laukuma:

