

Większe do góry

Podczas wstrząsania mieszaniny stałych cząstek większe z nich mogą się wydostawać ku górze, ponad cząstki drobniejsze. Zbadaj i wyjaśnij to zjawisko. W jakich warunkach można otrzymać odwrotny efekt ?

Z dobrodziejstw tego zjawiska już wiele lat temu korzystali rolnicy wożący płody rolne na targ do miasta. Kiedy na wsi chaotycznie wsypywali ziemniaki do wozów, a jabłka do skrzynek to po dojechaniu do miasta przez wertepy polnych dróg i kostkę brukową miejskich ulic na górze wozów i skrzynek mieli zawsze dorodne okazy działające ponętnie na kupców. Choć oni raczej nie zastanawiali się nad przyczyną tego zjawiska my postanowiliśmy je zbadać.

Zadanie wydałoby się z pozoru dziecinnie łatwe i przyjemne, bo przypominające dziecięce lata i zabawę grzechotką, ale praktyka zweryfikowała nasz początkowy huraoptymizm.



Gdyż okazało się, że potrząsanie ręką słoika nie może być podstawą do porównywania czasów wydostawania się różnych kuleczek – naszych dużych cząstek. (Foto na płycie CD od 8 do 24). Ponieważ chcieliśmy przeprowadzać więcej badań i porównywać czasy wydostawania się różnych kuleczek do góry, musieliśmy zapewnić powtarzalność doświadczenia, a potrząsanie ręką nie spełniało tego warunku. Postanowiliśmy wykorzystać mikser kuchenny, którego mieszadło obciążyliśmy mimośrodowo (Foto na płycie CD od 25 o 29).



Pozwalało to na zapewnienie powtarzalnych drgań niezależnie ruchu ręki, chociaż początkowo trzymaliśmy go w ręce, później ulepszyliśmy doświadczenie. Mikser umieściliśmy na kocu położonym na stole. Uczyniliśmy tak, aby przytrzymując koc ręką uniemożliwić przemieszczenie się miksera po blacie stołu. Ruch poziomy oraz ruch obrotowy wokół własnej osi, które wykonywał mikser były spowodowane przez mieszadło obciążone mimośrodowo działające jak śmigło w samolocie. (Foto na płycie CD od 70 do 74) Do miksera przykleiliśmy plastikowy słoik wypełniony drobnymi cząstkami stałymi – kaszą jęczmienną średnią. (Foto na płycie CD od 58 do 67) Pochodziła ona z 500g woreczka, a po wysypaniu do słoika z wzoru na objętość walca obliczyliśmy jej objętość, pozwoliło nam to obliczyć jej gęstość. W naszym wypadku:

$$V_{\text{walca}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V = 3,14 \times (4\text{cm})^2 \times 12\text{cm}$$

$$V = 602,88 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 500\text{g}/602,88 \text{ cm}^3$$

$$\rho = 0,829 \text{ g/cm}^3$$

Również dobranie kształtu słoika odgrywa ważną rolę, ponieważ początkowo wybrany przez nas słoik posiadał przewężenie, które zakłócało nasze badania. (Foto na płycie CD nr 32) Po wyeliminowaniu tego mankamentu mogliśmy przystąpić do porównywania poszczególnych kuleczek o coraz większej średnicy: małej szklanej kuleczki, stalowej kulki, ping ponga, kauczukowej piłki oraz otwieranej plastikowej kapsułki zarówno z obciążeniem jak i bez. (Tabela 1. oraz Foto na płycie CD nr 68 i 69) Wśród porównywanych przez nas kulek były pary kulek o tej samej masie, a różnej średnicy (kapsułka pusta i szklana kulka) oraz tej samej średnicy, a różnej masie (kapsułka pusta i obciążona). Podany w tabeli średni czas wychodzenia do góry kulki jest średnią arytmetyczną z czasów 10 prób przeprowadzonych przez nas dla każdej kulki. (Foto na płycie CD nr 3, 53 i 77) Jeszcze jedna uwaga obciążenie w kapsułce było z plasteliny rozmieszczonej równomiernie i niemogącej się przemieszczać. (Foto na płycie CD nr 95)

Tabela 1. Badane przez nas kulki – cząsteczki większe zestawione według średniego czasu wychodzenia do góry.

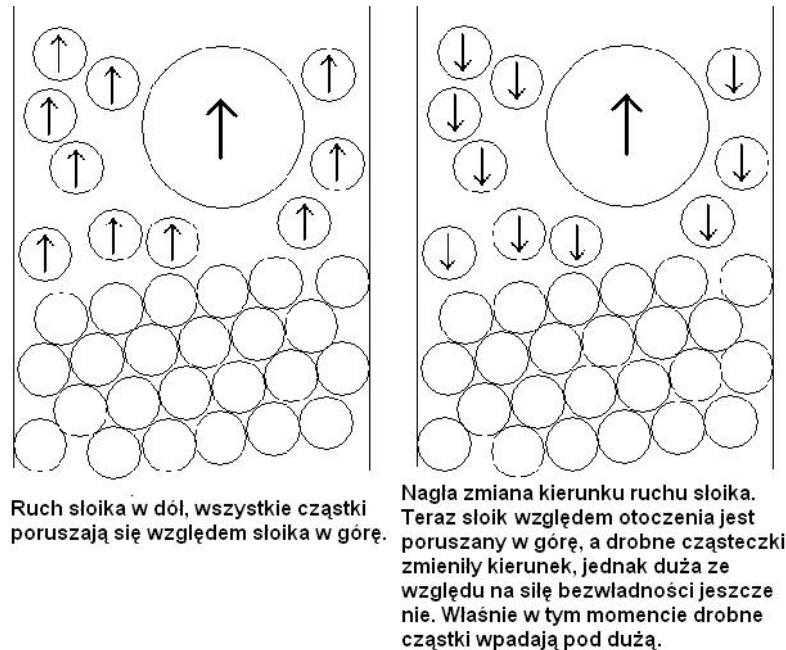
rodzaj kulki	waga	promień	objętość	gęstość	średni czas wychodzenia do góry
pingpong	1g	1,8 cm	24,417 cm ³	0,041 g/cm ³	00' 09''
kapsułka pusta	5g	2,5 cm	65,417 cm ³	0,076 g/cm ³	00' 16''
kapsułka obciążona	15g	2,5 cm	65,417 cm ³	0,229 g/cm ³	00' 27''
kauczuk	40g	2,2 cm	44,580 cm ³	0,897 g/cm ³	00' 43''
szklana kulka	5g	0,8 cm	2,144 cm ³	2,332 g/cm ³	01' 24''
stalowa kulka	24g	0,9 cm	3,052 cm ³	7,863 g/cm ³	nie wychodzi

Badane przez nas większe cząsteczki co prawda nie były kaszą tak jak małe, ale przykład rolnika przytoczony na wstępie pokazuje, że cząstki o tej samej gęstości, ale większe wychodzą ku górze. Ziemiak i duży i mały ma przecież tą samą gęstość. W naszym doświadczeniu porównywalną gęstość z drobniejszymi cząstkami (kaszą) miał kauczuk.

Dlaczego większe cząstki wychodzą do góry? Spowodowane jest to tym, że gdy potrząśamy ruszamy słoikiem w górę i w dół. Podczas ruchu słoikiem w dół wszystkie cząsteczki przemieszczają się ku górze (układ odniesienia – słoik). W momencie zmiany

kierunku ruchu słoikiem na ruch słoikiem w górę następuje odwrotna sytuacja, ale cząsteczki mniejsze ze względu na mniejszą siłę bezwładności szybciej reagują na tą zmianę. Dlatego wcześniej zaczynają opadać i wpadają pod większe cząsteczki. (Foto na płycie CD nr 12 i 13 oraz Rysunek 1.)

Rysunek 1. Schemat przedstawiający zasadę powodującą, że większe cząsteczki wydostają się do góry.



Szybkość wychodzenia zależy od gęstości, taki wniosek wynikał z naszych badań, więc kulka dużo gęstsza od drobnych cząsteczek nie wyjdzie do góry. W naszym wypadku była nią kulka stalowa. Już szklana kulka miała kłopoty z przebicciem się przez wierzchnią (bardziej rozrzedzoną) warstwę kaszy.

Przykładem odwrotnego zjawiska może być zapadanie się człowieka idącego po piasku na plaży czy pustyni. Odwrotne zjawisko zachodzi również wtedy, gdy dom ma zbyt małą powierzchnię ławy fundamentowej w stosunku do rodzaju gruntu i zapada się. Najczęściej tak jest, gdy dom posadowiony jest właśnie w pedosferze złożonej z drobnych cząsteczek (np. piaski, ily).

Wykonanie:

- Daniel Felder
- Jakub Bogdziewicz