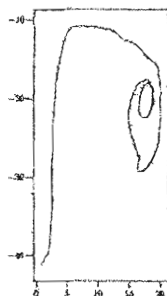


Obrázek 16-1: Graf rychlosti segregace v závislosti na koeficientu restituce.

Rovněž teorii konvekčních proudů v sypkých látkách máme podloženu výsledky ze simulace. Na obrázku 16-2 je znázorněna trajektorie velké částice, která vystoupá s hlavním proudem, ale nemůže vstoupit do vedlejšího proudu, a tak zůstává oscilovat na místě.



Obrázek 16-2: Trajektorie velké částice.

6. Závěr

Problém brazilských oříšků představuje v poslední době značně aktuální jev, kdy se mohou při třepání jednotlivé částice sypké látky v nádobě seřadit tak, že větší jsou navrchu. Někdy může nastat inverzní efekt, kdy se největší částice nacházejí vespod nádoby.

(17) Název: Malá pole

Ročník: 17.; 2003 – 2004

Č. úlohy: 16

Text: Skonstruujte zařízení založené na střelce kompasu a užitje jej k měření magnetického pole Země.

1. Rozbor — model

Jde o sestavení zařízení, které umožňuje měření magnetického pole, resp. měření jeho horizontální složky (měření vertikální složky je komplikované, neboť vertikální kompas není komerčně vyráběnou záležitostí a jeho „domácká“ výroba je poměrně komplikovaná). K měření horizontální složky pole jsme použili metodu měření zemského magnetismu pomocí tangentové

buzoly, což je zařízení založené na porovnávání vnějšího pole se známým polem generovaným aparaturou.

2. Pracovní hypotéza

K měření horizontální složky magnetického pole jsme použili jednu z nejstarších metod měření zemského magnetického pole. Tangentová buzola je zařízení založené na porovnávání dvou magnetických polí. Skládá se z kompasové stěelky, zařízení na odečítání výchylky, cívky, která zajišťuje sekundární magnetické pole B_0 , zdroje stejnosměrného napětí a ampérmetru. Kompasová stěelka je umístěna ve vodorovné poloze. Kolem ní je ve vertikální poloze umístěna cívka tak, aby střed kompasky souhlasil se středem cívky.

3. Geomagnetické pole

K základnímu popisu geomagnetického pole se používá vektor magnetické indukce \mathbf{B} . Ten se v kartézském systému rozkládá do následujících složek:

- severní složka \mathbf{X} — tato složka směřuje vždy ve směru magnetického poledníku. V České republice dosahuje velikosti přibližně 21 μT .
- východní složka \mathbf{Y} — velikost východní složky je u nás zanedbatelná, dosahuje pouze 0,7 μT .
- vertikální složka \mathbf{Z} — dosahuje u nás velikosti 43 μT a její kladný směr je orientován do středu Země.

4. Experiment

a) Popis měření

V základní poloze je stupnice umístěna tak, že naměřený úhel je 0 a stěelka leží v rovině cívky. Po vytvoření sekundárního magnetického pole cívkou se stěelka vychýlí o úhel α z kterého určíme poměr velikostí obou polí (resp. H a B_0).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_0}{H} \quad (17.1)$$

$$H = \frac{B_0}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (17.2)$$

Nyní, známe-li proud I tekoucí cívkou, počet jejích závitů N a její poloměr r , můžeme určit velikost B_0 , a tedy i velikost H .

$$B_0 = \mu_0 \frac{NI}{2r}, \quad (17.3)$$

kde $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ je permeabilita vakua.

Spojením vztahů (17.2) a (17.3) dostáváme závislost mezi horizontální složkou zemského magnetického pole H a vychýlením kompasky při vytvoření sekundárního magnetického pole α :

$$H = \frac{\mu_0 NI}{2r \operatorname{tg} \alpha} \quad (17.4)$$

b) *Měřicí aparatura*

V naší aparatuře jsme používali cívku o poloměru $r = 1,38 \times 10^{-1}$ m s $N = 100$ závitů. Jako zdroj stejnosměrného napětí jsme použili monočlánek o napětí $U = 1,316$ V. Napětí však nemá na velikost magnetického pole vliv, k měření se tedy používá ampérmetr zapojený sériově s cívkou.

K odečítání výchylky kompasu jsme používali dvě metody. První a méně přesná metoda spočívala v jednoduchém odečítání výchylky na stupnici úhloněru. Vzhledem k nepřesnostem, které s sebou tato metoda nese, jsme provedli zlepšení aparatury použitím zrcátkové metody odečítání úhlu. Na kompasovou stětku jsme do vertikální polohy připevnili zrcátko, na nějž mířil laserový paprsek, který se odrazil na stupnici umístěné ve větší vzdálenosti od aparatury, čímž se přesnost zařízení zvětšovala, viz tabulka 17-I.

c) *Kalibrace přístrojů*

Přestože použité metody umožňují zjistit velikost pole přesně, je lepší provést kalibraci přístrojů podle přesných zařízení. Tuto kalibraci jsme provedli na geomagnetické laboratoři Geofyzikálního ústavu Akademie věd České republiky v Budkově. Z kalibrace, provedené porovnáním námi změřené hodnoty s hodnotou změřenou přesným zařízením, vyšlo, že je nutné všechny námi změřené hodnoty vynásobit koeficientem 1,072.

Pozice	Měření			Průměr	Odchyšky			Průměrná odchyška
	I.	II.	III.		I.	II.	III.	
1-A	17,4	18,2	18,9	18,2	-0,8	0,0	0,7	0,5
1-B	20,5	18,9	18,9	19,4	1,1	-0,5	-0,5	0,7
1-C	18,2	17,4	18,2	17,9	0,3	-0,5	0,3	0,4
1-D	19,7	18,9	18,9	19,2	0,5	-0,3	-0,3	0,4
2-A	21,3	21,3	23,0	21,9	-0,6	-0,6	1,1	0,8
2-B	21,3	21,3	19,7	20,8	0,5	0,5	-1,1	0,7
2-C	17,4	18,2	18,2	17,9	-0,5	0,3	0,3	0,4
2-D	19,7	19,7	18,9	19,4	0,3	0,3	-0,5	0,4
3-A	20,5	20,5	20,5	20,5	0,0	0,0	0,0	0,0
3-B	19,7	19,7	18,9	19,4	0,3	0,3	-0,5	0,4
3-C	19,7	18,9	18,2	18,9	0,8	0,0	-0,7	0,5
3-D	19,7	18,9	19,7	19,4	0,3	-0,5	0,3	0,4
4-A	21,3	22,2	20,5	21,3	0,0	0,9	-0,8	0,6
4-B	20,5	18,9	18,9	19,4	1,1	-0,5	-0,5	0,7
4-C	18,2	19,7	19,7	19,2	-1,0	0,5	0,5	0,7
4-D	15,9	19,7	16,7	17,4	-1,5	2,3	-0,7	1,5

Tabulka 17-I: Experimentální data pro měření H (před změnou podle kalibrace) (v μT)

5. Dosažené výsledky — diskuse

Naši aparaturu jsme použili k měření zemského magnetického pole. Vzhledem k velké citlivosti přístroje na okolní vlivy (především železné konstrukce, stejnosměrné silnoproudy, elektronika, kovové části oblečení) je nutné měření provádět mimo dosah „civilizace“ a při měření se omezit na minimum potřebného vybavení. Měření jsme prováděli na otevřeném prostranství uprostřed pole. Pomocí dřevěných tyček jsme si vyznačili síť 4×4 bodů ve vzájemné vzdálenosti 25 m. Výsledky jednotlivých měření, průměrné hodnoty v jednotlivých pozicích a průměrné odchylky shrnuje tabulka 17-I (všechny údaje jsou v μT). Průměrné hodnoty naměřené na jednotlivých stanovištích s úpravou podle kalibrace shrnuje tabulka 17-II.

	A	B	C	D
1	19,5	20,9	19,2	20,6
2	23,5	22,3	19,2	20,9
3	22,0	20,9	20,3	20,9
4	22,8	20,9	20,6	18,7

Tabulka 17-II: Průměrné hodnoty H naměřené na jednotlivých stanovištích s úpravou podle kalibrace (v μT)

6. Závěr

Sestrojené zařízení je schopné s uspokojivou přesností zjistit vektor intenzity magnetického pole, resp. měřit zemské magnetické pole.

(18) Název: Zmrzlina

Ročník: 8.; 1994 – 1995

Č. úlohy: 9

Text: Získejte experimentálně podchlazenou vodu. O kolik stupňů pod $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ji dokážete podchládit? Jaký může být rekord v tomto experimentu? Určete bod tuhnutí vody.

1. Úvod — rozbor

Řešení celé úlohy je rozděleno na dvě části — experimentální a teoretickou. V teoretické části je odvozena kritická teplota podchlazení a obyčejný bod tuhnutí vody. V následující části experimentální je uveden přesný popis experimentu spolu s dosaženými výsledky.

Podařilo se nám nalézt exaktní řešení, které přesně popisuje kritickou teplotu podchlazení a teplotu bodu tuhnutí vody. Zajímali jsme se zejména o kritické body a ne o jevy, které nastávají v průběhu podchlazování (např. skelný stav vody), což by však mimo jiné bylo i nad rámec zadání.