

# Versuch MM

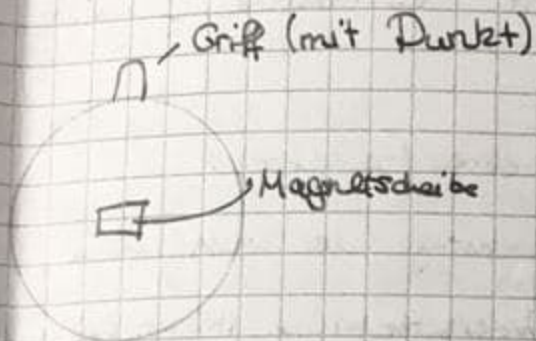
18.11.10

Teilnehmer: A: Charlotte Geiger  
M: Manuel Lippert  
P: Leonhard Schatt

Raum: MM

Versuchsplatz Tübingen

In diesem Versuch wird eine Billiardkugel verwendet, welche wie folgt



Das Magnetfeld wird durch ein Paar Spulen erzeugt, welches einem Helmholtzspulenpaar ähnlich ist

Geräte nummern: <sup>Radkugelschale</sup>

Magnetfeldmessung Alte Waage (Leybold): Genauigkeit: 0,01 g

Messdieser

Amperemeter (Digital Multimeter Hand): 10 Aimp : ~~2,5~~ 2,5% + 10 digits

200mA : 1,5% + 10 digits

Stromquelle/Luftquelle... : 77359

Spulenpaar :

Vorbereitung macht sich Manuell mithilfe eines an einer Feder hängenden rotierbaren Magneten. Dieser wird gemacht um sich schnell mit dem Gerät verfügbar zu machen

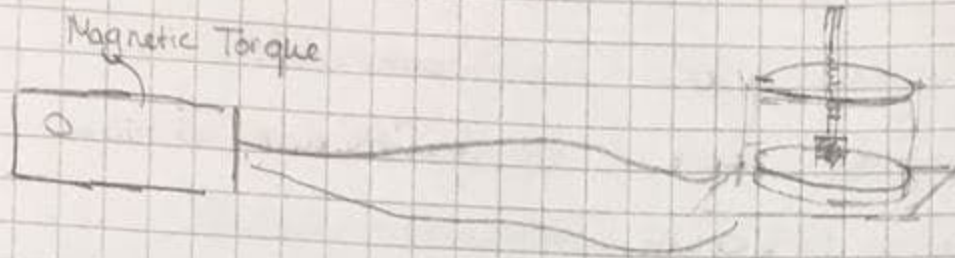
Charlotte

Manuel

Manuel



# 1. Teil: Beobachtung des <sup>mit Hilfe des Plustriehorns</sup> Magnetfelds an der Feder



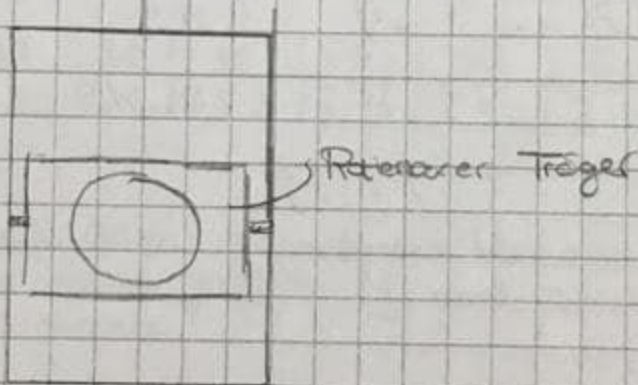
Der Magnet in der Röhre kann festgestellt werden, oder locker gelassen werden. Veränderbar ist: Feldstärke, Gradient, Feldrichtung festlegen.

- Konstantes M-Feld mit 2A (Festgestelltes Moment):

Beob: Änderung der Magnetfeldrichtung (up/down) führt zu minimaler Schwingung (Unterschiedliche Höhen bei unterschiedlicher Polung und M-F-Stärke)  
Magnet schaut hier nach oben und unten (festgestellt)

- Konstantes M-Feld mit 2A (Festgestellt <sup>horizontal</sup> waagrecht)

Beob: Magnet versucht sich in Feldrichtung zu Drehen



- Festgestellter Magnet (waagrecht)

bringen Magnet in die 0 (Mitte zwischen Spulen) während Feld aus ist. Strom 2A, Gradient aus, Drogen

- Down  $\Rightarrow +1.0 \text{ cm}$
  - Up  $\Rightarrow 0$
- } Ausl. aus der 0-Lage

→ Gradient an:

- Down: Pendelt sich bei 1cm ein

- Up: Pendelt sich bei negativen Wert ein (vermutlich  $-1.0 \text{ cm}$ )



• Fester Magnet (2,4) mit Gradient an:

- Gradient Up - Magnet ~~fl~~ drückt gegen die Wand

Down

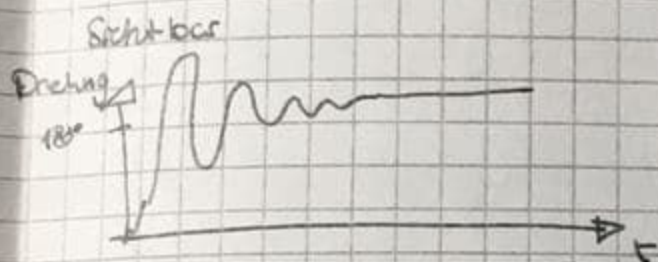
• Magnet drückt sich gegen die Gegenwand

Unterschied zu ohne Gradient: Weniger "Uerdrehung" nach oben  
mehr "gegen die Wand" → keine Verkantung

Frei Drehbarer Magnet:

• Up/Down/No Grad:

- Magnet dreht sich um und pendelt sich dann ein (Charlotte nimmt mit  
iPhone 6 in Slow Motion auf)



• Gradient an:

~~Beide Male bei 2,4 cm bzw. 1,1 cm - mit Rotation~~

~~Bei Start genau bei 0 eine Drehung, bleibt bei 0~~

~~Magnet sieht~~

Up/Down: Magnet dreht sich, ~~bei~~ jede Seite bleibt immer bei einer

Seite stehen (up immer gleiche H-Seite Down immer gleiche  
Richtung)

Bei Einschalten des Gradienten zieht es ihn nach unten

Oft wenn Gradient angeschaltet wird → -1

+1 fast nur durch umpolen bei eingeschaltetem Gradienten



• Fester Magnet (2,4) mit Gradient an:

- Gradient Up - Magnet ~~fl~~ drückt gegen die Wand

Down

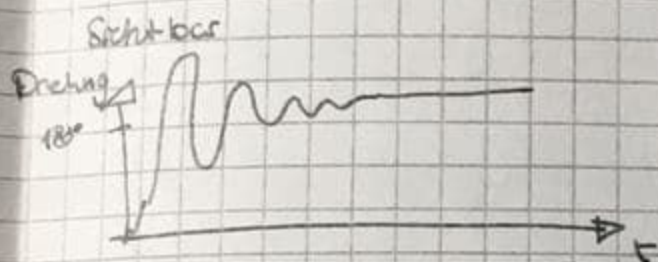
• Magnet drückt sich gegen die Gegenwand

Unterschied zu ohne Gradient: Weniger "Uerdrehung" nach oben  
mehr "gegen die Wand" → keine Verkantung

Frei Drehbarer Magnet:

• Up/Down/No Grad:

- Magnet dreht sich um und pendelt sich dann ein (Charlotte nimmt mit  
iPhone 6 in Slow Motion auf)



• Gradient an:

~~Beide Male bei 2,4 cm bzw. 1,1 cm - mit Rotation~~

~~Bei Start genau bei 0 eine Drehung, bleibt bei 0~~

~~Magnet sieht~~

Up/Down: Magnet dreht sich, ~~bei~~ jede Seite bleibt immer bei einer

Seite stehen (up immer gleiche H-Seite Down immer gleiche  
Richtung)

Bei Einschalten des Gradienten zieht es ihn nach unten

Oft wenn Gradient angeschaltet wird → -1

+1 fast nur durch umpolen bei eingeschaltetem Gradienten



# Der statische Kräftegleichgewicht:

Wir messen: \* Länge des Griffs: <sup>stab</sup> 14,0 mm

\* Durchmesser Kugel: 50,6 mm

\* Länge des Griffs: 11,6 mm / Durchmesser: 9,4 mm

\* Gewicht \* Plastikstück: 1,45 g

- Gewicht Billardkugel: 141,4 g

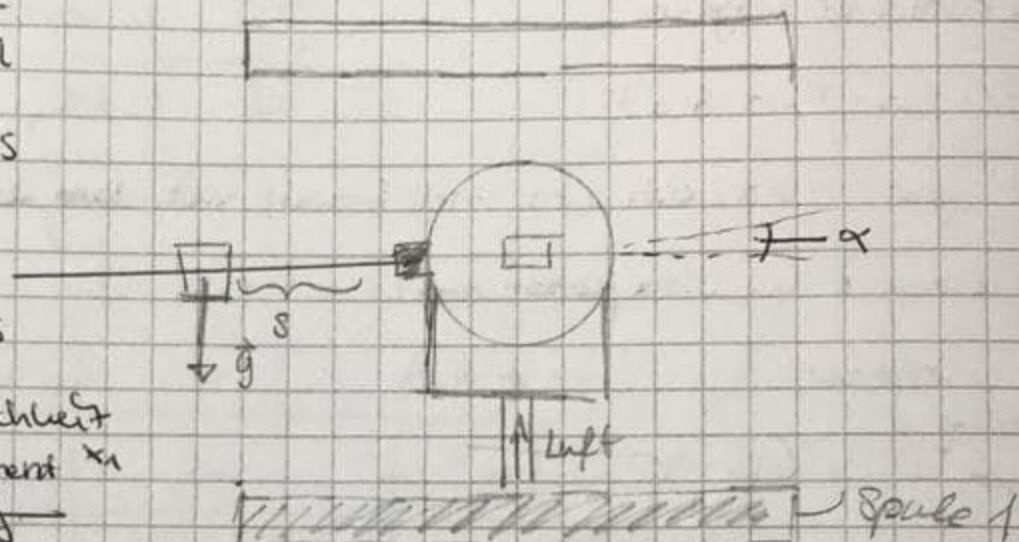
Die Position der Kugel

wird so gewählt, dass

der wirkende Hebel

maximal wird. Dies

erhöht die Empfindlichkeit  
des Resultierende Drehmoment  $\propto$   
der ~~Ampere-Messung~~



Spulen: Wicklungsrichtung: Gegenzeigersinn

Uebung bei  $s=0$  und  $I=1,87 A$

s in mm	0	10	20	30	40	50	60	70	80
I in A	1,88	2,10	2,32	2,53	2,76	2,96	3,19	3,40	3,62

" Sowohl Hebelkraft als auch magnetisches Moment hängen von  $\cos \alpha$  ab.  $\Rightarrow$  Je kleiner  $\alpha$  desto größer  $M$  und somit ist die Gleichgewichtslage genauer zu bestimmen.

Eigen Drehmoment:

Fest pendelt bei 25,6 - 25,8 mA  $\Rightarrow$  Eigenschwingung

Dieses Ergebnis bezieht sich auf die Billardkugel ohne Stab.

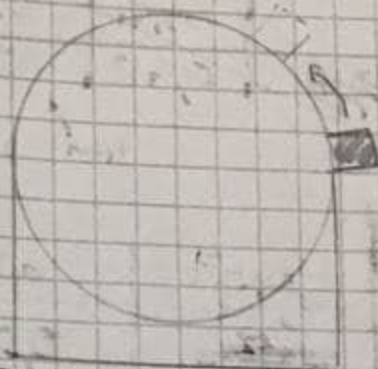
Gleichgewicht schwer zu bestimmen, da Drehmomente klein  $\Rightarrow$  Ungenauigkeit

wird größer, weil Luftstrom und andere Effekte ~~können besser kommen~~ stärker zum tragen.



## Messung der Schwingungsdauer eines sphärischen Pendels

Wir gehen im Gegensatz zur Versuchsdurchführungsbeschr. nicht mit Antippen vor, sondern aktivieren erst das Magnetfeld, lassen die Kugel im Vollausschlag gegen und fangen



dann ein Pendel mit dem ersten Peak nach anschalten der Luft an zu messen. Gemessen werden 10 Schwingungen.

$I$ in A	0,5	0,5	2,0	3,0	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75
$t$ in s	38,85	27,40	13,84	11,32	22,96	19,45	17,45	15,99	14,84

$I$ in A	2,25	2,5	2,75
$t$ in s	13,07	12,38	11,77

Gemessen wird mit einem konventionellen Stoppuhr

Fehler der Stoppuhr: 0,005 s

Varianz der Reaktionszeit:  $\rightarrow$  Verweis Mes

## Präzision eines symmetrischen Kreisels

Um schließlich den Drehimpuls  $L$  zu berechnen,

benötigt man die Präzession der Kugel.

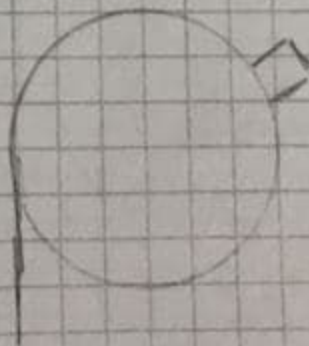
Wir müssen nun die Bildkugellager rotieren

lassen und benötigen dafür eine stabile

Rotation. Um die genaue Rotations-

frequenz zu bekommen, nutzt man

ein Stroboskop, um sie zu nennen



Die Funktionsweise hierfür ist, dass das Stroboskop nur einen

minimales Einblitz der Rotation zeigt. Wenn beispielsweise der

Schwerpunkt bei jedem Aufleuchten an der gleichen Stelle

ist, kann man dadurch die Frequenz ermitteln.



Observations frequency:

	5,7 Hz	6,5 Hz	
f	0,48	0,5	
t	23,41	23,97	20,52

↑  
neu angebracht

[Hz]	5,7	6,8	6,8
[A]	0,48	<del>0,5</del>	0,5
t [s]	23,41	23,97	20,52

↑  
neu angebracht

1. Mal angebracht

[Hz]	6,5	=	=
[A]	0,5	=	=
t [s]	23,63	23,97	20,52

2. Mal angebracht

f [Hz]	8,0	=	=
[A]	1	=	=
t [s]	12,01	11,51	

Mal

f [Hz]	5,0	=	=
[A]	1	=	=
t [s]	8,01	7,50	7,31

1. Mal

f [Hz]	8,4	(6,2)	4,0
[A]	0,5	=	=
t [s]	37,06	28,77	22,66

berechnet, weil linear (Annahme)



~~Endfrequenz = 4,0~~

<del>f [Hz]</del>	<del>6,3</del>	<del>6,5</del>
<del>[A]</del>	<del>1,03</del>	
<del>t [s]</del>	<del>15,73</del>	<del>15,73</del>

[A]	1,03	=	=	
f [Hz]	6,9	5,9	4,6	3,1
t [s]	17,09	13,95	12,41	

Endfrequenz

[A]	
f [Hz]	6,2
t [s]	

⇒ neue Menüle mit fester Frequenz

Nr	[A]	t [s]	f [Hz]
1	1,5	11,26	6,2
2	0,5	27,15	"
3	0,5	<del>29,10</del>	"
4	0,5	29,91	"
5	1,0	16,74	"
6	1,0	16,52	"
7	1,0	16,29	"
8	1,5	10,86	"
9	1,5	11,16	"
10	2,0	7,53	"
11	2,0	7,70	"

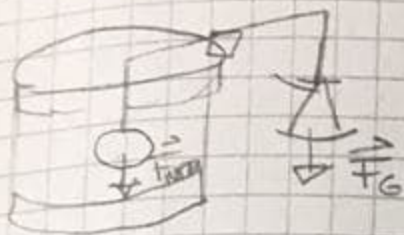


Nr	[A]	t [s]	f [Hz]
13	2,5	5,99	6,2
14	2,5	6,58	
15	2,5	6,63	
16	3,0	5,41	"
17	3,0	5,33	"
18	3,0	5,27	

\* Die Frequenz bleibt bei jeweiliger Messung gleich.  
 Das Stroarkop wird für mer ein  $f$  eingestellt und man wartet bis die Kugel sich mit  $f$  dreht



Kraft auf einen magnetische Dipol im inhomogenen Magnetfeld  
 Kugeln groß: 1,27 g klein 0,51



Balken  
 An eine "Waage" wird an die eine Seite in die Billardkugel, an die andere Seite eine Schale mit dem 1 Kugeln

Messen den Feldgradienten gegen die Gewichtskraft zu messen  
 Grad. ist ein  
 Gewicht: Up  
 Grundzustand 4 groß, 4 klein

4 groß, 6 kleine  $\rightarrow$  1,22 A

große Kugel	kleine Kugel	Strom in A	Pellung
4	6	1,22	up
4	7	1,85	"
4 5	4	1,35	"
6	4	2,93	"
6	5	3,45	"
6	6	4,00	"
4	3	0,71	down
3	3	2,21	"
3	2	2,41	"
2	2	3,31 <sup>hoch zu Netto</sup>	"
3	1		"
3	0		"
		4,0	

Es werden Kugeln eingeworfen / weggenommen und dann der Strom entsprechend eingestellt, sodass man wieder in der Nulllage ist