

# Esperimento

awa

April 13, 2011

# Esperimento 1

## Viscosità

### 1.0.1 Da fare

- Grafici con barrette di errore

## 1.1 Preambolo

### 1.1.1 Obiettivo di ricerca

### 1.1.2 Strumenti di laboratorio

## 1.2 Misurazioni preliminari

### 1.2.1 Sferette

Abbiamo raccolto le seguenti misurazioni per quanto riguarda il diametro delle sferette:

Sferette tipo 1:	3mm	3mm
Sferette tipo 2:	4mm	4mm
Sferette tipo 3:	5mm	5mm
Sferette tipo 4:	6mm	6mm

La sensibilità del calibro è di 0.05mm.

Peso delle sferette:

Sferette tipo 1:	0.1102g 0.1101g	0.1102g
Sferette tipo 2:	0.2612g 0.2613g	0.2613g 0.2612g
Sferette tipo 3:	0,5098g 0,5094g 0,5096g	0,5100g 0,5100g 0,5098g
Sferette tipo 4:	(3,521g/4) 0.8802g	0.8806g 0.8807g

La sensibilità della bilancia è di  $10^{-6}$  kg

In particolare, per una sferetta singola da 5mm, abbiamo ottenuto le seguenti misurazioni

0,5096g 0,5098g 0,5099g 0,5095g 0,5095g 0,5096g 0,5097g

Per quanto riguarda il cilindro di glicerina, abbiamo segnato due tacche a una distanza di 15,1mm l'una dall'altra. Per misurare questa distanza abbiamo utilizzato un metro a nastro con una sensibilità di 1mm.

## 1.2.2 Dati sperimentali

Di seguito le tabelle che registrano il tempo impiegato per attraversare il fluido.

### Sferette da 6mm

1,68s	1,68s	1,65s	2,21s*	1,68s	1,68s	1,62s	1,71s	1,71s	1,75s
1,78s	1,71s	1,71s	1,65s	1,59s	1,65s	1,71s	1,68s	1,68s	1,65s
1,62s	1,56s	1,71s	1,71s	1,68s	1,62s	1,59s	1,59s	1,53s	1,59s
1,46s	1,62s	1,59s	1,56s	1,62s	1,56s	1,62s	1,43s	1,53s	1,59s
1,56s	1,56s	1,53s	1,62s	1,68s	1,56s	1,56s	1,59s	1,59s	1,50s
1,53s	1,62s	1,50s	1,56s	1,59s	1,62s	1,43s	1,62s	1,43s	1,40s
1,59s	1,46s	1,46s	1,59s	1,65s	1,59s	1,68s	1,43s	1,53s	1,62s
1,46s	1,50s	1,56s	1,59s	1,50s	1,59s	1,59s	1,59s	1,53s	1,59s
1,59s	1,46s	1,53s	1,43s	1,53s	1,46s	1,46	1,56	1,40s	1,34s
1,46s	1,37s	1,50s	1,50s	1,43s	1,31s	1,40s	1,43s	1,34s	1,43s

### Sferette da 5mm

2,34s*	2,43s*	2,31s	2,21s	2,12s	2,53s*	2,21s	2,21s	2,71s*	2,71s*
2,12s	2,34s	2,18s	2,34*	2,12s	2,06s	2,12s	2,59s*	2,03s	2,06s
2,87s*	2,21s	2,21s	2,12s	2,03s	2,09s	2,12s	2,46*	2,06s	2,25s
2,15s	2,25s	2,00s							

### Sferette da 4mm

3,06s	3,09s	3,15s	3,12s	3,03s	3,15s	3,25s	3,25s	3,18s	3,09s
3,09s	3,09s	3,21s	3,12s	3,06s	3,06s	3,15s	3,46s	3,25s	3,12s

### Sferette da 3mm

5,28s	5,09s	4,96s	5,25s	5,28s	5,12s	5,06s	5,12s	5,06s	5,28s
5,03s	5,06s	4,87s	4,90s	4,96s	5,06s	5,06s	4,95s	4,93s	5,18s
5,18s	5,18s	5,21s	4,87	5,34s					

\* = per queste misurazioni, la pallina si è avvicinata molto alla parete del tubo, e dunque le misurazioni potrebbero essere falsate. TODO: rimuovi i vecchi valori

## **1.3 Elaborazione dei dati**

### **1.3.1 Calcolo dei tempi**

Per le sferette da 6mm abbiamo scartato il valore 2,21s, connotato dall'asterisco, in quanto evidente errore sperimentale. A conferma di ciò, si trova che esso dista circa 6,5 deviazioni standard dal valore medio.

[tabelle statistiche] - Gaussiane+istogrammi - Plotting dei dati - Tabelle di conti (frequenze assolute, relative, ...)

#### **Note operative**

Abbiamo eliminato alcuni dati

### **1.3.2 Estrapolazione**

- Grafici velocità (lin, quad e log) - Calcolo di  $a_{star}$ ,  $b_{star}$

### **1.3.3 Sezione teorica**

Abbiamo usato le seguenti formule statistiche per....

### **1.3.4 Conclusioni**

# Esperimento 2

## Pendolo a torsione

6 Aprile 2011

### 2.1 Introduzione

#### 2.1.1 Oggetto della ricerca

L'esperienza si prefissa l'obiettivo di misurare le costanti di torsione  $c$  di tre fili di sezione differente.

#### 2.1.2 Metodo

L'esperienza si compone di tre differenti fasi.

- Misura sperimentale dello spostamento angolare a seguito del momento della forza peso, al fine di calcolarne il momento d'inerzia
- Misura sperimentale del periodo di un pendolo di torsione, al fine di calcolare la costante di torsione dei fili
- Misura della costante  $c$  di torsione tramite l'instaurazione di un equilibrio tra il momento elastico e il momento della forza peso, e confronto con il valore teorico di  $c$

#### 2.1.3 Strumentazione e dati geometrici

Nell'esperimento verrà utilizzato un pendolo di torsione strutturato nel seguente modo:

Micrometro:  $\pm 1\mu m$  Metro:  $\pm 1mm$  Sensore di rotazione:  $\pm 0.09$  gradi

Masse puntiformi:	0.074 kg
Lunghezza sbarra:	0.38 m
Massa Sbarra:	0.2563 kg
Raggio Sbarra:	0.0045 m
Massa anello:	0.46927 kg
Raggio interno:	0.0265 m
Raggio esterno:	0.0355 m
Supporto	0.0035 m
Massa disco:	0.12055 kg
Raggio disco:	0.0475 m
Diametro carrucola:	29 mm

## 2.2 Raccolta dei dati

In primis sono stati raccolti i dati relativi alle caratteristiche geometriche dei

tre fili in esame:		Filo A	Filo B	Filo C
	Diametro (mm)	1.750	1.175	0.880
	Lunghezza (cm)	41.3	43	33.5

### 2.2.1 Misura dei momenti d'inerzia

In questa fase si provvederà a ricavare sperimentalmente i momenti d'inerzia dei seguenti corpi:

- Disco
- Anello
- Sbarra cilindrica omogenea, con due masse uguali, scorrevoli su di essa, poste equidistanti dall'asse di rotazione

Si è utilizzato un sistema di due pulleggie e un sensore di rotazione. Il sensore di rotazione fornisce la posizione angolare in funzione del tempo.

- Grafico angolo/tempo cadute - Grafico accelerazione/tempo cadute - Calcolo momenti da dati sperimentali:

### 2.2.2 Pendolo di torsione

Da inserire: - Grafico (isto+gaussiana) dei Periodi - Grafico spazio/tempo dei Periodi

Abbiamo ricavato i seguenti periodi per ogni filo:

#### Filo A

= Period (in s) =  
Mean = 0.644

String preformatted for GNU Octave:  
values = [ 0.65 0.65 0.65 0.625 0.65 0.675 0.65 0.625  
0.65 0.65 0.65 0.625 0.65 0.65 0.625 0.65

```
0.65 0.65 0.625 0.675 0.625 0.65 0.625 0.65 0.65 0.65
0.65 0.625 0.65 0.675 0.625 0.65 0.65 0.625
0.625 0.675 0.65 0.65 0.625 0.65 0.625 0.65 0.625 0.65
0.65 0.625 0.65 0.65 0.65 0.625]
```

Media = 0.644

### Filo B

Periodo di oscillazione (s):

```
2.4 2.4 2.425 2.4 2.4 2.425 2.4 2.4
2.425 2.425 2.425 2.45 2.45 2.5 2.5 2.45
```

Media = 2.43

### Filo C

= Period (in s) =  
Mean = 3.844

String preformatted for GNU Octave:  
values = [ 3.875 3.9 3.9 3.875 3.9 3.875 3.875  
3.875 3.875 3.85 3.875 3.85 3.85 3.85 3.825  
3.825 3.825 3.8 3.8 3.75 3.775 3.75]

## 2.2.3 Misura di equilibrio

Filo A,B,C

	A	B	C
50g	4.0	12.0	31.0
100g	7.0	23.0	61.0
200g	13.0	47.0	126.0

## 2.3 Analisi dei dati

### 2.3.1 Misura dei momenti d'inerzia

Acquisiti i dati della posizione angolare in funzione del tempo, è possibile calcolare l'accelerazione angolare del sistema. A questo punto, si può calcolare  $I$  nel seguente modo:

$$bF_p = I\alpha$$

La forza peso ( $F_p$ ) è nota, così come il braccio ( $b$ ) e, dall'elaborazione dei dati sperimentali, possiamo calcolare  $\alpha$ .

seguenti corpi, elencati con i rispettivi momenti teorici:

$$\frac{1}{2}mR^2$$

$$\frac{1}{2}m(R_1^2 + R_2^2)$$

$$\frac{1}{12}mL^2 + 2\mu D^2$$

Grafici

Questi dati vanno confrontati con i momenti d'inerzia calcolati partendo dai dati geometrici dei corpi

$$I_{sbarra} = 0.00844$$

$$I_{disco} = 0.00013$$

$$I_{anello} = 0.00046$$

### 2.3.2 Pendolo di torsione

Questo ci permetterà di calcolare nella seconda parte la costante di torsione  $c$  sfruttando la seguente eguaglianza:

$$c = 4\pi^2 \frac{I}{T^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{c}}$$

### 2.3.3 Misura di equilibrio

$$c = G \frac{\pi r^4}{2l}$$

dove  $r$  e  $l$  sono rispettivamente il raggio e la lunghezza del filo,  $I$  è il momento d'inerzia,  $T$  il periodo, e  $G$  è il modulo di rigidità o di scorrimento ed è una proprietà specifica del materiale di cui il filo è realizzato.

Ponendo

$$M_{peso} = bmg = c\theta$$

dove  $b$  è il braccio di applicazione della forza peso, ovvero il raggio della carrucola. I valori di  $c$  calcolati dono dunque stati (in  $N \cdot m/rad$ ):

Peso	Filo A	Filo B	Filo C
50g	0.1019	0.0340	0.0135
100g	0.1164	0.0354	0.0134
200g	0.1254	0.0347	0.0129
Media			

Non siamo riusciti a trovare i valori di  $G$  tabulati in quanto non conoscevamo il materiale in cui era costruito, quindi abbiamo cercato di arrivare a una migliore stima per riconoscere il materiale del filo. Abbiamo utilizzato un valore medio di  $c$  per calcolare  $G$  secondo la seguente formula:

$$G = \frac{2cl}{\pi r^4}$$

I valori calcolati sono stati:



Filo A	Filo B	Filo C
49 GPa	78 GPa	73 GPa

Da cui abbiamo dedotto che il filo A fosse in titanio, e i fili B e C in acciaio. I dati tabulati sono i seguenti

Acciaio	Titanio
41 GPa	78 GPa

## 2.4 Conclusioni

## **Esperimento 3**

# **Oscillazioni forzate e smorzate**

### **3.1 Introduzione**

#### **3.1.1 Oggetto della ricerca**

L'oggetto di questa ricerca è lo studio delle oscillazioni smorzate e forzate di un pendolo. Studiando il variare delle oscillazioni con il variare della frequenza operativa della forzante, si studierà il fenomeno della risonanza.

#### **3.1.2 Metodo**

L'esperimento è suddiviso in tre fasi:

#### **3.1.3 Oscillazioni smorzate**

#### **3.1.4 Oscillazioni smorzate-forzate**

### **3.2 Analisi dati**

### **3.3 Conclusioni**