

PENDOLO A FILO

SCOPO:

Ricavare l'accelerazione del moto compiuto da un pendolo a filo (che deve coincidere con quella di gravità) attraverso due metodi:

- Determinazione della retta di regressione lineare e determinazione dei coefficienti e quindi dell'accelerazione di gravità g e relativa incertezza.
- Determinazione dell'accelerazione come valore medio di ciascuna misura e relativa incertezza con la propagazione degli errori.

APPARECCHIATURA DI MONTAGGIO:

Posizionare un morsetto di supporto sopra un'asta di metallo, che servirà a tenere il filo.



STRUMENTI DI MISURA:

Bilancia (sensibilità 0,01g – portata 311g), cronometro (sensibilità 0,01s), riga (sensibilità 0,001m – portata 1m), flessometro (sensibilità 0,001m – portata 3m), cardiocronometro (sensibilità 1bat).



OPERAZIONI E MISURE CONDOTTE:

1. Determinare la massa del peso utilizzato con una bilancia (la massa non influisce nel moto). Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,1m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
2. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,2m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
3. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,4m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
4. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,6m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
5. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,8m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
6. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 1m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
7. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 1,20m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
8. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 1,40m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
9. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 2,91m) al peso ed appenderlo ad un gancio inserito nel soffitto. Misurare con il cronometro il tempo che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
10. Abbiamo stabilito che colui che aveva il battito più regolare era Alberto Rossetti e così dopo averlo fatto stendere su una sdraio (per far stabilizzare i suoi battiti) ha iniziato a contare il numero dei battiti dal suo polso.
11. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,1m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
12. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,2m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).

13. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,4m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
14. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,6m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
15. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 0,8m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
16. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 1m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
17. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 1,20m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).
18. Legare un filo (la cui lunghezza deve essere di 1,40m) al peso ed agganciarlo al morsetto di supporto. Misurare con il cardiocronometro il numero di battiti che il pendolo impiega a compiere 10 oscillazioni (piccole oscillazioni).

DATI DI MISURA:

Periodo di oscillazione misurato con il cronometro:

PERIODO DI OSCILLAZIONE (s)	LUNGHEZZA DEL FILO (m)
0,63	0,1
0,9	0,2
1,26	0,4
1,56	0,6
1,79	0,8
1,99	1
2,2	1,2
2,38	1,4
3,43	2,91

Errore T	Errore L
0,03 s	0,001 m

PERIODO DI OSCILLAZIONE² (s)	LUNGHEZZA DEL FILO (m)
0,39 s ²	0,1
0,81 s ²	0,2
1,59 s ²	0,4
2,43 s ²	0,6
3,2	0,8
3,96	1
4,84	1,2
5,66	1,4
11,76	2,91

Errore T²	Errore L
0,06 s	0,001 m

Periodo di oscillazione misurato con il cardiocronometro:

PERIODO DI OSCILLAZIONE (BAT)	LUNGHEZZA DEL FILO (m)
0,8	0,1
1	0,2
1,3	0,4
1,5	0,6
1,8	0,8
2	1
2,3	1,2
2,5	1,4

ERRORE PERIODO DI OSCILLAZIONE(BAT)	ERRORE LUNGHEZZA DEL FILO (M)
0,1	0,001

PERIODO DI OSCILLAZIONE ² (BAT)	LUNGHEZZA DEL FILO (m)
0,64	0,1
1	0,2
1,69	0,4
2,25	0,6
3,24	0,8
4	1
5,29	1,2
6,25	1,4

ERRORE PERIODO DI OSCILLAZIONE ² (BAT)	ERRORE LUNGHEZZA DEL FILO (M)
0,2	0,001

ELABORAZIONE DEI DATI SPERIMENTALI:

Grafico Lunghezza del filo-Periodo di oscillazione (secondi):

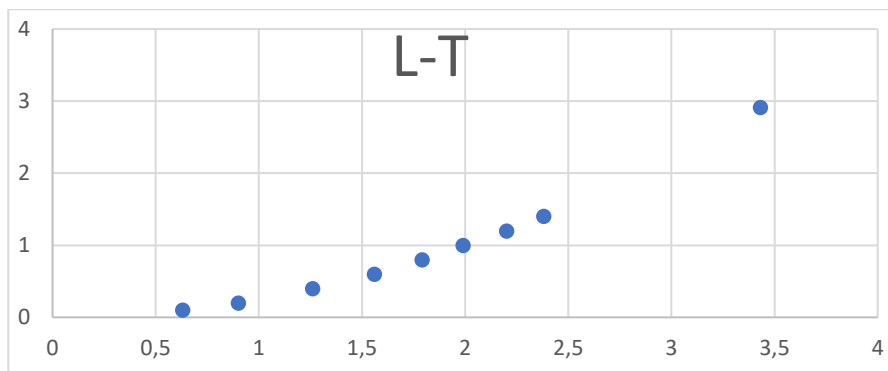


Grafico Lunghezza del filo-Periodo di oscillazione² (secondi):

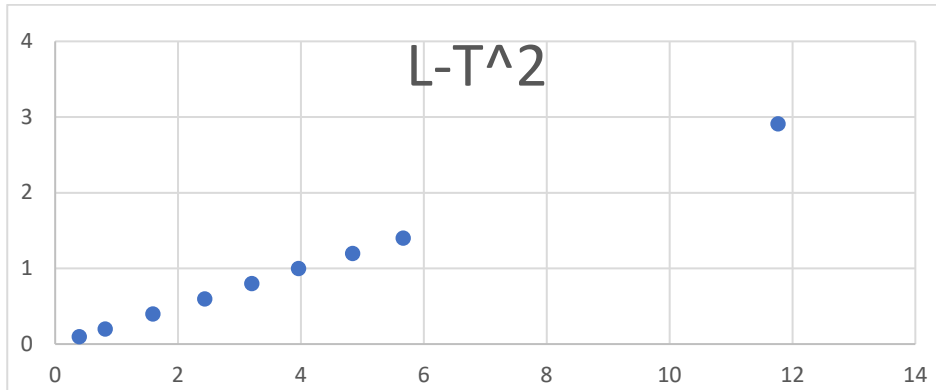


Grafico Lunghezza del filo-Periodo di oscillazione (BAT):

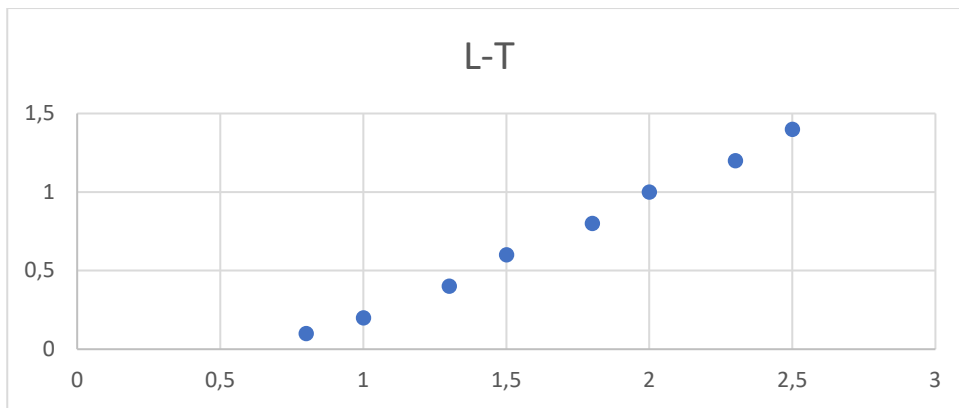
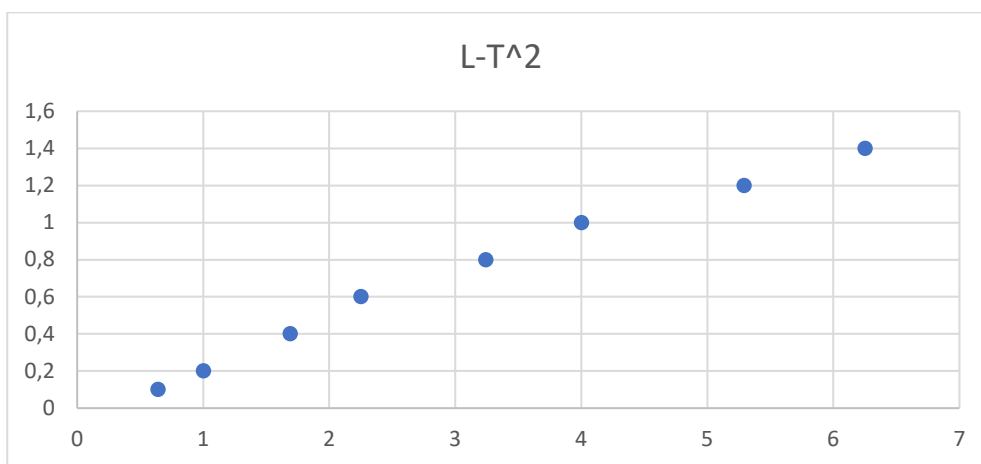


Grafico Lunghezza del filo-Periodo di oscillazione^2 (BAT):



E' possibile osservare che nei grafici L-T si ha una parabola, mentre nei grafici L-T² si ha una retta.

Metodo 1 per ricavare l'accelerazione:

Determinazione della retta di regressione lineare e determinazione dei coefficienti e quindi dell'accelerazione di gravità g e relativa incertezza.

Sul programma excel ricavare la regressione lineare $L-T^2$ (periodo di oscillazione in secondi).

Statistica della regressione	
R multiplo	0,99997
R al quadrato	0,99994
R al quadrato corretto	0,99993
Errore standard	0,02914
Osservazioni	9,00000

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1,00	95,59	95,59	112548,05	5,52088E-16
Residuo	7,00	0,01	0,00		
Totale	8,00	95,60			

	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>	<i>Inferiore 95%</i>	<i>Superiore 95%</i>	<i>Inferiore 95,0%</i>	<i>Superiore 95,0%</i>
Intercetta	-0,021157411	0,015	-1,403	0,203	-0,057	0,015	-0,057	0,015
Variabile X 1	4,045344564	0,012	335,48	0,000	4,017	4,074	4,017	4,074
Accelerazione g	Standard Error							
9,74908302	0,029059945							

- Ricavare l'accelerazione attraverso la formula

$$4 * (\pi^2) / \text{coefficiente della variabile } x1$$

- Ricavare lo standard error attraverso la formula

$$4 * (\pi^2) / (\text{coefficiente della variabile } X1^2) * (\text{lo standard error della variabile } X1)$$

Sul programma excel ricavare la regressione lineare $L-T^2$ (periodo di oscillazione in secondi).

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	1,00
R al quadrato	1,00
R al quadrato corretto	1,00
Errore standard	0,030511733
Osservazioni	8,00

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	25,182	25,182	27048,913	3,4088E-12
Residuo	6	0,006	0,001		
Totale	7	25,187			

	<i>Coefficient i</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>	<i>Inferior e 95%</i>	<i>Superior e 95%</i>	<i>Inferior e 95,0%</i>	<i>Superior e 95,0%</i>
Intercetta	-0,013	0,021	-0,633	0,550	-0,063	0,037	-0,063	0,037
Variabile X 1	4,032	0,025	164,466	0,000	3,972	4,092	3,972	4,092

Accelerazione g	Standard Error
9,780660048	0,059469358

Metodo 2 per ricavare l'accelerazione:

Determinazione dell'accelerazione come valore medio di ciascuna misura e relativa incertezza con la propagazione degli errori.

- Ricavare le accelerazioni attraverso la formula:

$$A = 4(\pi^2) * \text{Lunghezza del filo} / (\text{Periodo di oscillazione}^2)$$

- Ricavare la media accelerazione attraverso la formula:

$$A_m = \text{somma accelerazioni} / \text{numero accelerazioni}$$

- Ricavare dev. Standard dell'accelerazione su excel:

$$=DEV.ST.C(\text{accelerazioni})$$

- Ricavare lo standard error dell'accelerazione media:

$$\text{Dev. standard} / \text{radice quadrata del numero di accelerazione}$$

Periodo di oscillazione misurato con il cronometro:

ACCELERAZIONE	ERRORE
9,95	1,05
9,75	0,7
9,99	0,5
9,8	0,39
9,85	0,3
9,97	0,3
9,8	0,3
9,76	0,2

MEDIA ACCELERAZIONE
9,85875

DEV. STANDARD ACCELERAZIONE
0,097458782

STANDARD ERROR
0,034456883

Periodo di oscillazione misurato con il cardiometro:

ACCELERAZIONE	ERRORE
6,17	0,22
7,9	0,19
9,34	0,17
10,5	0,16
9,75	0,12
9,87	0,11
8,96	0,08
8,81	0,077

MEDIA ACCELERAZIONE
8,9125

DEV. STANDARD ACCELERAZIONE
1,356484427

STANDARD ERROR
0,479589668

CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI:

Abbiamo ricavato l'accelerazione attraverso la regressione lineare e l'accelerazione media notando che l'accelerazione ricavata dalla regressione lineare è più precisa dell'accelerazione media ed ha uno standard error minore.