

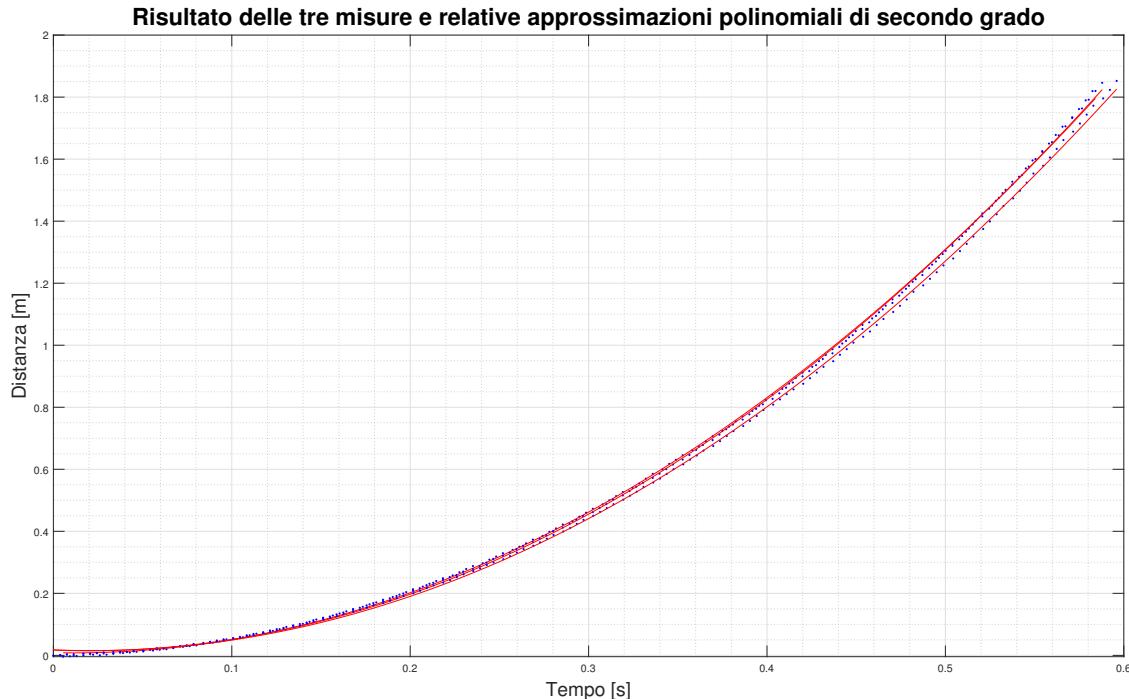
Relazione Laboratorio Fisica Sperimentale I

Prof. Dallera A.A. 2020/2021

Gabriele Rolleri 10776584

27 Marzo 2021

1 Misura dell'accelerazione gravitazionale locale



Accelerazione gravitazionale locale $\left[\frac{m}{s^2} \right]$	
g_1	10.902
g_2	11.204
g_3	10.967
\bar{g}	11.024

Tabella 1: Risultati

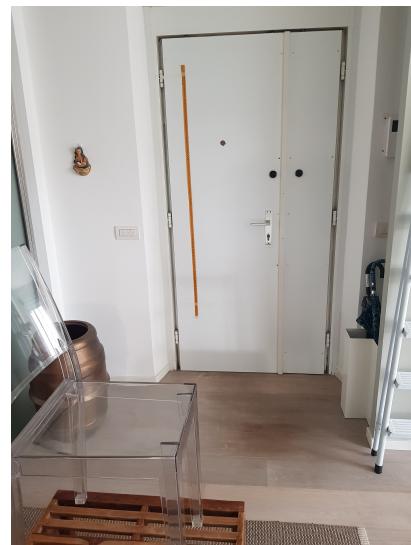


Figura 1: Apparato sperimentale

1.1 Descrizione dell'apparato sperimentale

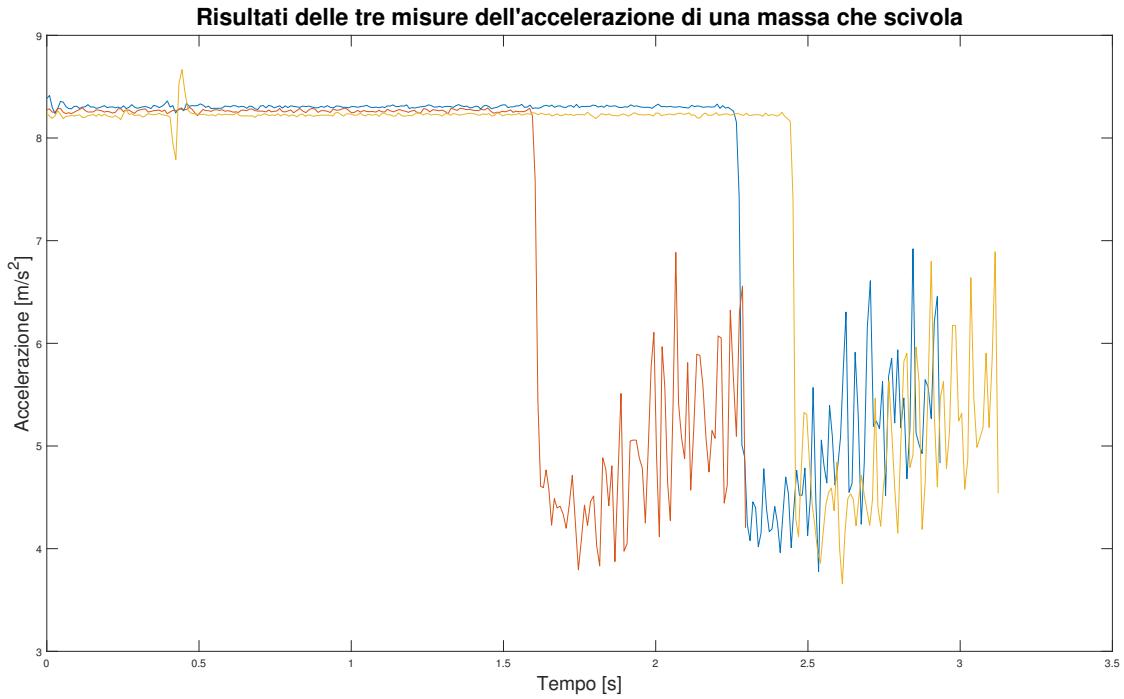
Ho scelto il materiale e la strumentazione in un'ottica di ridurre al minimo le possibili fonti di errore. Ho optato per uno sfondo bianco e un metro di calibrazione da $1.5m$. Ho reperito un grave che fosse il più possibile piccolo, pesante, di colore scuro e simile ad una sfera per facilitare l'identificazione del baricentro e per ridurne l'attrito con l'aria. Per la ripresa ho utilizzato il sensore a $240fps$ del mio telefono cellulare.

1.2 Esecuzione e risultati

Ho effettuato i primi tentativi partendo da un'altezza di quasi $3m$, la velocità elevata del grave verso la fine della sua caduta crea però un effetto di motion blur che non permette un tracking accurato. Inoltre liberando il grave a mano risulta importante un rilascio controllato per minimizzare la velocità iniziale. Ho effettuato l'analisi del filmato tramite Tracker e ne è risultato un campione di circa 140 punti per ogni misura, trasferiti tali campioni su MATLAB ho proseguito l'analisi effettuando un fitting polinomiale di secondo ordine tramite la *Curve Fitting Toolbox* e ho ricavato i valori finali. Infine ho graficato le tre serie di dati e di funzioni su un grafico tempo-distanza.

I dati risultanti si discostano molto dal valore effettivo reperito tramite carta gravimetrica nella stazione locale di Gardolo (TN) pari a $g = 9.805 \frac{m}{s^2}$. Ovunque mi fosse possibile ho cercato di ridurre al minimo l'imprecisione delle misure, principalmente attraverso una scelta ragionata della strumentazione. Tuttavia lo scostamento rilevato è di carattere costante attraverso le svariate misure e di conseguenza l'errore è senza dubbio sistematico. Essendo questa imprecisione in eccesso, non può essere attribuita a effetti di attrito che andrebbero piuttosto a ridurre il valore. Comparando il filmato del cellulare con un timer al millisecondo ho notato che il frame rate registrato dal cellulare fluttua molto, a volte sfiorando i $230fps$; attribuisco a ciò la maggior parte dell'imprecisione oltre che a un minimo errore di parallasse impossibile da eliminare. Per una misura più accurata si rende necessario un sensore con un frame rate costante e stabile, altrimenti si potrebbe cambiare metodo di misura e utilizzare due photogate.

2 Misura del coefficiente d'attrito dinamico



Coefficiente d'attrito dinamico [1]	
μ_1	0.5569
μ_2	0.6027
μ_3	0.5729
$\bar{\mu}$	0.5775

Tabella 2: Risultati



Figura 2: Apparato sperimentale

2.1 Descrizione dell'apparato sperimentale

Per ottenere dei dati comodi da analizzare si rende necessario avere un'inclinazione abbastanza marcata (circa sessanta gradi nel mio caso) assieme ad una velocità di scivolamento non troppo elevata, ho quindi deciso di utilizzare un asse da stiro (anche per massimizzare il numero di dati) assieme a un pezzo di carta vetrata incollato sul retro del telefono.

2.2 Esecuzione e risultati

Ho utilizzato l'app di MATLAB Mobile per la raccolta dei dati, essa si integra con l'ambiente desktop dove ho effettuato l'elaborazione dati. Dopo aver ritagliato l'intervallo di tempo di interesse ho diviso le serie di dati nell'intervallo della

caduta vera e propria e quello antecedente di quiete. Per quanto riguarda l'istante in cui il corpo è fermo ho quindi ottenuto i valori medi delle accelerazioni sui tre assi x, y, z, da cui ho calcolato la componente dell'accelerazione tangente al piano come

$$a_{tan} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

quindi ho calcolato l'angolo di inclinazione del piano come

$$\theta = \arctan \frac{a_{tan}}{a_z}$$

Ho spostato poi l'analisi all'intervallo della caduta, uno studio elementare delle forze porta al risultato

$$a_{caduta} = g * (\sin \theta - \mu_D \cos \theta)$$

ma

$$g \sin \theta = a_{tan}$$

e quindi

$$\mu_D = \frac{a_{tan} - a_{caduta}}{g \cos \theta}$$

Le tre misure sono piuttosto concordi e plausibili con una varianza e un errore relativo pari a

$$\sigma_\mu = 0.0233$$

$$E_r = 7.94\%$$

Per migliorare il valore ottenuto sarebbe necessario vincolare lo strumento di misura al solo scivolamento verso il basso, in modo da eliminare accelerazioni lungo l'asse x. Bisognerebbe inoltre fornirsi di un accelerometro con una frequenza di campionamento superiore ai 100Hz disponibili su MATLAB Mobile. Dal grafico si nota facilmente che l'accelerazione sembra aumentare dopo aver raggiunto un minimo locale appena iniziato il moto. Non bisogna infatti dimenticare che il modello elementare di attrito utilizzato in questa analisi tale che $F_{AD} = R_N * \mu_D$ è imperfetto e modelli più precisi a più parametri darebbero senza dubbio risultati migliori.