

STUDIO DEL MOTO DI UN CORPO SU CUI AGISCE UNA FORZA COSTANTE

2° Principio della Dinamica

1) **Considerazione teoriche:** il secondo principio della dinamica dice: se ad un corpo in assenza d'attrito si applica una forza (**F**) costante per tutto il tempo dell'esperienza, esso subisce un'accelerazione (**a**) costante, la quale è direttamente proporzionale alla forza applicata e la cui costante di proporzionalità è la massa (**m**) del corpo.

$$F = m \cdot a \text{ (N)}$$

In quest'esperienza vogliamo verificare tale principio. Per fare questo, utilizzeremo una rotaia a cuscino d'aria la quale permette di eliminare quasi del tutto l'attrito radente fra la rotaia e la slitta, grazie alla particolare forma della rotaia che è a sezione triangolare e vuota all'interno. Infatti, l'aria soffiata sotto pressione da compressore entra nella rotaia e fuoriesce da forellini presenti sulla sezione triangolare sollevando la slitta di qualche millimetro. In questo modo la slitta scivola su un cuscino d'aria. La forma aerodinamica della slitta offre inoltre poco attrito all'aria. In questo modo nel nostro sistema isolato slitta-rotaia non ci sono forze d'attrito. Inoltre alla forza peso del carrello è bilanciata dalla forza di pressione dell'aria che esce dai forellini. Applicheremo una forza costante durante tutto il tempo in cui avverrà l'esperienza tramite, il pesetto (**p**) posto alla fine del filo, il quale sottoposto alla forza gravitazionale rimane costante durante l'esperienza. Tale forza peso si trasmette in modo inalterato in modulo alla slitta, poiché la carrucola fissa fa solo modificare la retta d'azione della forza peso. È proprio questa forza che agisce sulla slitta e che determina il movimento della stessa. Per prima cosa verificheremo cosa succede ad un corpo in assenza d'attrito e d'altre cause esterne al sistema isolato, quando ad esso è applicata una forza costante. Successivamente applicheremo forze crescenti e vedremo come varia il suo moto. Dato che la massa in movimento è data sia dalla slitta sia dal pesetto, posizioneremo i pesetti sulla slitta e poi li sposteremo sul porta pesi alla fine del filo. Per studiare tale legge misureremo le grandezze **fisiche spazio** percorso dal corpo in un determinato **tempo**. Attraverso tali grandezze, calcoleremo usando le leggi della cinematica sul moto uniformemente accelerato con partenza da fermo ($S = 1/2 a t^2$), l'accelerazione del corpo.

1. Prima di tutto dimostreremo che se su un corpo agisce una forza costante, il corpo si muove con un'accelerazione costante.
2. Successivamente dimostreremo che al variare della forza applicata cambia anche l'accelerazione e che tale rapporto è costante.
3. Infine varieremo la massa (**m**) tenendo costante la forza applicata e verificheremo cosa succede all'accelerazione.

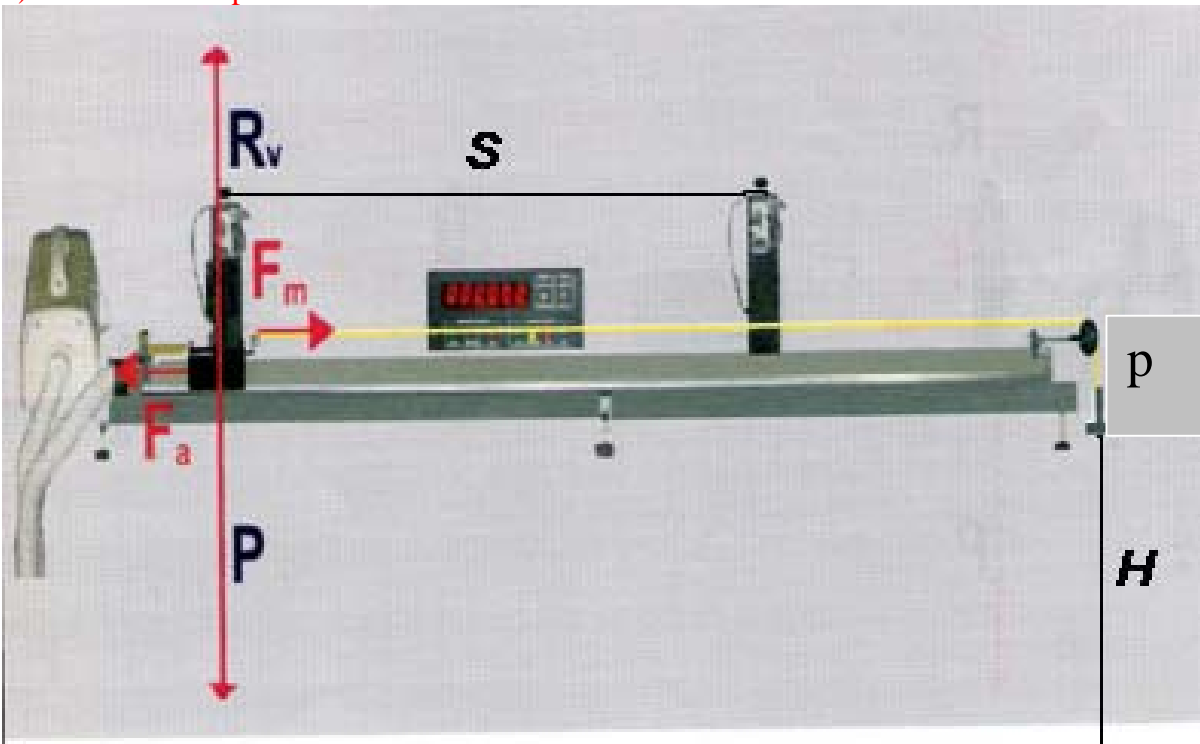
2) Strumenti usati:

1. Metro: Sensibilità = 0,2 cm; Portata = 200,0 cm ;
2. cronometro: Sensibilità = 0.001 sec Portata = 100,000 sec;
3. più pesi di 0.05 N; $\eta_{\%} = 2\%$
4. $m_1 = (384 \pm 5) \text{ g}$
5. $m_2 = (770 \pm 5) \text{ g}$

3) Apparecchiatura:

6. Monorotaia a cuscinetto d'aria, Compressore, Sostegni per fotoelettriche, Fotoelettriche, Slitta sagomata di massa $m_1 = (384 \pm 5) \text{ g}$ e $m_2 = (780 \pm 5) \text{ g}$.

4) Schema dell'esperimento:



5) **Descrizione dell'esperimento:** per prima cosa si controlla se la rotaia è perfettamente orizzontale e si controlla se la banderuola della slitta è allineata con la prima fotocellula, in modo che il cronometro parte appena inizia il moto. Quindi iniziamo a dimostrare se il moto è uniformemente accelerato quando si applica una forza costante alla slitta, posizionando le fotocellule alla distanza S_{20} , S_{40} , S_{60} , S_{80} e misurando il tempo che impiega la slitta a percorrere tali spazi.

Successivamente, verifico cosa succede cambiando la forza applicata posizionando la seconda fotocellula alla distanza di 100 cm dalla prima (S), controllo che l' H sia maggiore della distanza S , in modo che la forza peso agisca, per tutto il periodo del moto in cui si fa la misura del tempo. Per applicare la forza motrice si collega con un filo sottile il pesetto (p) alla slitta in modo che attraverso la carrucola il peso p costituisca la forza F_m (forza motrice) applicata alla slitta. Sulla slitta sono messi gli altri pesetti che poi saranno trasferiti sul porta pesi p . In questo modo la massa in movimento costituita dalla slitta più il peso p non cambia durante tutto l'esperimento. Azzeriamo il cronometro e quando siamo pronti accendiamo il compressore e dopo qualche secondo lasciamo scivolare la slitta. Ripetiamo più volte la misura prima di trasferire un altro pesetto sul porta pesi per ripetere l'esperimento con una forza maggiore come riportato in tabella. Ripetiamo l'esperienza per tutti i pesetti disponibili.

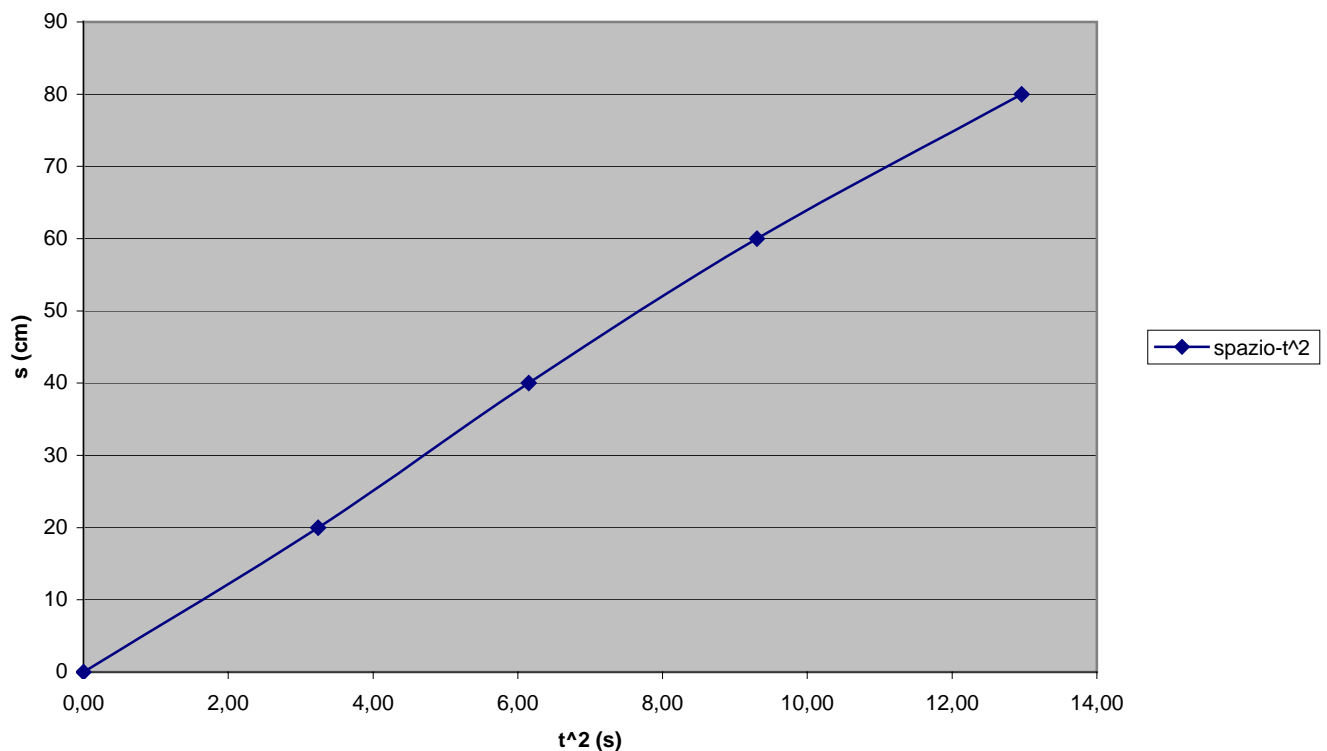
Alla fine, utilizzando, [le equazioni sul moto rettilineo uniformemente accelerato](#), calcoleremo l'accelerazione con le varie forze applicate e i relativi errori commessi.

Infine varieremo la **massa** del carrello, ripetendo l'esperimento come sopra.

6) Tab. 1: dati dello spazio e del tempo misurati quando alla slitta è applicata una forza di 0,05 N costante. L'errore sullo spazio è il doppio della sensibilità, 0,4 cm, perché noi collimiamo le due fotocellule all'inizio e alla fine del percorso. Calcolo dell'accelerazione della slitta durante il moto.

S(cm)	$\epsilon_s(\text{cm})$	$T_{\text{medio}}(\text{s})$	$\epsilon_{t_{\text{medio}}}(\text{s})$	$V_m(\text{cm/s})$	$\epsilon_{V_m}(\text{cm/s})$	$a(\text{cm/s}^2)$	$\epsilon_a(\text{cm/s}^2)$
0	0.4	0	0	0	0	0	0
20,0	0.4	1.80	0.02	11.7	0.2	13.8	0.8
40,0	0.4	2.48	0.02	16.1	0.2	13.2	0.4
60,0	0.4	3.05	0.02	19.7	0.4	13.0	0.3
80,0	0.4	3.60	0.02	22.4	0.4	12.5	0.2

GRAFICO SPAZIO-TEMPO²



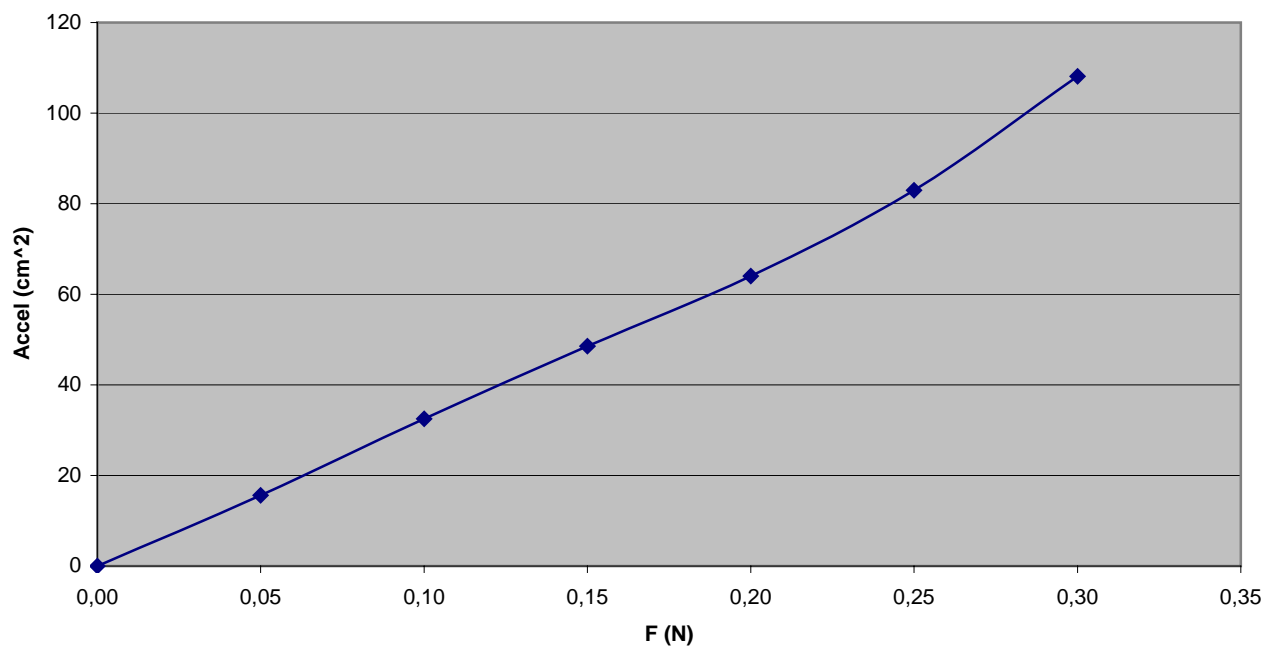
Sia dai dati della tabella, relativamente all'accelerazione della slitta durante il moto, che dal grafico spazio- t^2 si vede chiaramente che se ad una massa è applicata una forza costante, il moto è **Uniformemente Accelerato**, in assenza di attrito od altra forza presente nel sistema isolato.

Continuiamo quindi la nostra esperienza, tenendo costante lo spazio tra le due fotocellule, e cambiando la forza applicata alla slitta. I dati dell'esperimento sono riportati in Tab. 2.

6) **Tab. 2:** Dati relativi alla forza applicata alla slitta e i rispettivi tempi impiegati a percorrere una distanza di (100 ± 4) cm. Valori dell'accelerazione della slitta con le varie forze applicate con i relativi errori.

F(N)	$\epsilon_f(N)$	t(s)	$\epsilon_t(s)$	a(cm/s ²)	$\epsilon_a(cm/s^2)$
0	0.00	0	0.001	0	0
0.05	0.001	3.58	0.02	16	2
0.10	0.002	2.48	0.02	33	3
0.15	0.003	2.03	0.02	49	5
0.20	0.004	1.82	0.02	60	6
0.25	0.005	1.59	0.02	79	8
0.30	0.006	1.36	0.02	108	11

GRAFICO FORZA-ACCELERAZIONE



Dal Grafico forza-accelerazione si evince chiaramente che all'aumentare della forza aumenta anche l'accelerazione del corpo, ed in particolare il rapporto tra Forza ed accelerazione è costante.

$$F/a = K$$

Infine cambieremo la massa della slitta ed applicheremo ad essa una forza costante per verificare come cambia l'accelerazione.

Tab. 3: Dati della massa e dell'accelerazione relativi all'esperienza in cui rimane costante la forza applicata (0,05 N) e lo spazio è di 100 cm

Massa (g)	$\epsilon_m(g)$	t(s)	$\epsilon t(s)$	a(cm/s ²)	$\epsilon a(cm/s^2)$
0	0.00	0	0.00	0	0
770	5	3.58	0.02	16	2
384	5	2,50	0.02	32	3
192	5	1.77	0.02	64	4

Dai dati riportati in tabella si vede chiaramente che al raddoppiare della massa dimezza l'accelerazione e quando la massa diventa quattro volte più grande, l'accelerazione diventa quattro volte più piccola, in altre parole massa ed accelerazione sono inversamente proporzionate.

Pertanto l'equazione del **Secondo Principio della Dinamica** è dimostrata in tutte le sue parti.

Quest'equazione è valida solo per valori di velocità lontani dalla velocità della luce, per valori di velocità vicino ai 300.000 Km/s bisogna inserire le correzioni previste dalla teoria della relatività di Einstein.