

## AUTORI

ALESSANDRO LATTUADA - FRANCESCO VISCONTI

## OBIETTIVO MISSIONE

### LANCIO SOPRA LA SUPERFICE

## PROGETTAZIONE

- 1 x Mk16 Parachute
- 1 x Mk1 Command pod
- 1 x RT-5 "Flea" Solid Fuel Booster

## ISTRUZIONE

1. Seleziono il (command pod).
2. Posiziono nella parte superiore il paracadute e sotto il motore a combustibile solido.

## PRECAUZIONI

Assicurarsi di ordinare in maniera opportuna i comandi di controllo del veicolo nell'apposita scheda posizionata in basso a destra nel momento dell'assemblaggio o sopra il contagiri durante la fase di partenza. Inoltre ricordarsi di selezionare il miglior pilota disponibile.  
(Queste precauzioni sono necessarie per ogni lancio che verrà effettuato).

## FISICA

Rif: [https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/TRCRocket/rocket\\_principles.html](https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/rocket/TRCRocket/rocket_principles.html)

Un razzo nella sua forma più semplice è una camera che racchiude un gas in pressione.

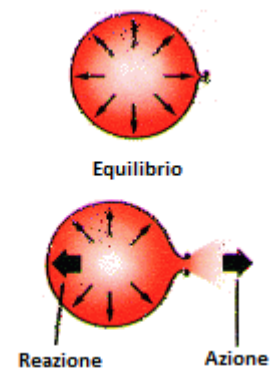
Una piccola apertura a un'estremità della camera permette la fuoriuscita del gas e facendo così fornisce una spinta che spinge il razzo nella direzione opposta.

Un buon esempio di questo è un palloncino. L'aria dentro un palloncino è compressa dalle pareti di gomma del palloncino. L'aria spinge indietro in modo che le forze interne ed esterne sono equilibrate. Quando l'ugello viene rilasciato, l'aria fuoriesce attraverso di esso e il pallone viene spinto nella direzione opposta.

Nei razzi l'unica differenza significativa è il modo con cui si produce il gas. Con razzi spaziali, il gas è prodotto dalla combustione di propellenti che possono essere solidi, liquidi o in una combinazione dei due. La scienza della missilistica si basa sugli studi dal grande scienziato inglese Sir Isaac Newton.

Newton ha stabilito tre importanti principi scientifici che regolano il movimento di tutti gli oggetti, sia sulla terra che nello spazio. Conoscendo questi principi, o leggi del moto di Newton, l'uomo è stato in grado di mandare missili nello spazio.

Proviamo a descrivere semplicemente le Leggi di Newton.



- Un oggetto a riposo rimarrà a riposo e un oggetto in movimento rimarrà in movimento in linea retta, a meno che una forza agisca su di esso.
- La forza è uguale alla massa per l'accelerazione.
- Per ogni azione c'è sempre una reazione uguale ed opposta.

## Prima legge di Newton

Questa legge del moto è solo un'ovvia constatazione, ma per sapere che cosa significa, è necessario comprendere i termini riposo, movimento e forza non bilanciata.

Riposo è lo stato di un oggetto quando non sta cambiando posizione rispetto all'ambiente esterno. Se siete seduti in una sedia, si può dire di essere a riposo. Questo termine, tuttavia, è relativo. La sedia può effettivamente essere uno dei molti posti a sedere su un aeroplano che si muove. La cosa importante da ricordare qui è che non si sta spostando in relazione alle vostre immediate vicinanze. Riposo definito come una totale assenza di movimento, non esisterebbe in natura. Anche se foste seduti in poltrona a casa, sareste ancora in movimento, perché la vostra sedia è in realtà poggiata sulla superficie di un pianeta che sta orbitando una stella. La stella si muove in una galassia rotante che si muove attraverso l'universo. Mentre sono seduto sto viaggiando ad una velocità di centinaia di chilometri al secondo.

Anche movimento è un termine relativo. Tutta la materia nell'universo si sta muovendo tutto il tempo, ma nella prima legge, movimento qui significa cambiare posizione rispetto ad un riferimento. Una palla è a riposo se è poggiata per terra. La palla è in movimento, se sta rotolando. Una palla rotolante cambia posizione rispetto all'ambiente esterno. Quando si è seduti su una sedia in un aeroplano, si è a riposo, ma se si si alza e si cammina nel corridoio, si è in movimento.

Il razzo che deve essere lanciato in orbita, sulla rampa di lancio passa da uno stato di riposo ad uno stato di movimento.

Il terzo termine importante per comprendere questa legge è la forza non bilanciata.

Se si tiene una palla in mano, la palla è a riposo. Però su di essa agiscono forze. La forza di gravità sta cercando di tirare la palla verso il basso, mentre allo stesso tempo la mano sta spingendo contro la palla per tenerlo su.

Le forze che agiscono sulla sfera sono bilanciate. Se togliamo la mano la palla passa da uno stato di riposo ad uno stato di movimento.

Nel volo del razzo, forze sono continuamente bilanciate e sbilanciate. Un razzo sulla rampa di lancio è equilibrato. La superficie della rampa spinge il razzo mentre la gravità tenta di tirare verso il basso.

Quando i motori sono accesi, la spinta dal razzo squilibra le forze, e il razzo viaggia verso l'alto.

Quando il razzo finisce il carburante, rallenta, si ferma nel punto più alto del suo volo, quindi ricade sulla terra. Nel nostro caso la caduta è rallentata prima dall'azione di resistenza dell'aria, poi da un paracadute.

Anche gli oggetti nello spazio reagiscono alle forze. Un veicolo spaziale che attraversa il sistema solare è in continuo movimento.

La sonda si muove in linea retta, se le forze su di essa sono in equilibrio.

Questo accade solo quando la sonda è molto lontana da qualsiasi fonte di grande gravità come la terra o altri pianeti e le loro lune.

Se la sonda si avvicina un grande corpo nello spazio, la gravità di tale corpo squilibrerà le forze e curverà il percorso del veicolo spaziale.

Ciò accade, in particolare, quando un satellite viene inviato da un razzo su un percorso parallelo alla superficie della terra. Se il razzo sparerà la sonda abbastanza velocemente, la sonda potrà orbitare.



Finché un'altra forza non bilanciata, come l'attrito con le molecole di gas in orbita o l'accensione di un motore a razzo in direzione opposta al suo movimento, non rallenterà la navicella, questa orbiterà costantemente attorno alla terra.

### Terza legge di Newton

Questa legge afferma che ogni azione ha un'uguale e opposta reazione.

Un razzo si può sollevare da una rampa di lancio solo quando espelle gas dal suo motore.

Il razzo spinge sul gas e il gas, a sua volta spinge sul razzo.

L'intero processo è molto simile a su uno skateboard. Immaginate che uno skateboard ed il suo pilota sono in uno stato di riposo (non in movimento). Il pilota salta giù dallo skateboard. Nella terza legge, il salto è chiamato azione. Lo skateboard risponde a tale azione viaggiando certa distanza nella direzione opposta. Il movimento opposto dello skateboard è chiamato reazione.

Questo concetto sarà spiegato meglio in una discussione della seconda legge.

Con i razzi, l'azione è l'espulsione di gas dal motore. La reazione è il movimento del razzo in direzione opposta. Per rendere possibile al razzo il sollevamento dalla rampa di lancio, l'azione, o spinta, dal motore deve essere maggiore rispetto alla massa del razzo.

Diversamente nello spazio anche piccole spinte causeranno cambiamenti di direzione del razzo.

Una delle domande più comuni relative ai razzi è come possono lavorare nello spazio dove non c'è nessuna aria che viene spinta. La risposta a questa domanda viene dalla terza legge. Immaginate lo skateboard nuovo.

A terra, l'unica parte che svolge l'aria nei moti del pilota sullo skateboard è rallentarli.

Si muovono entrambi attraverso l'aria che provoca attrito. L'aria circostante ostacola l'azione-reazione.

Di conseguenza i razzi in realtà funzionano meglio nello spazio di quanto facciano in aria.

Quando il gas di scarico lascia il motore del razzo deve spingere via l'aria circostante ed utilizza una parte dell'energia del razzo. Nello spazio, i gas di scarico possono fuoriuscire liberamente.

Quando il gas di scarico lascia il motore del razzo deve spingere via l'aria circostante ed utilizza una parte dell'energia del razzo. Nello spazio, i gas di scarico possono fuoriuscire liberamente.

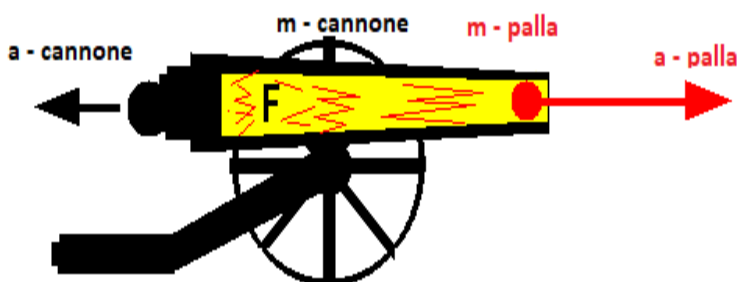
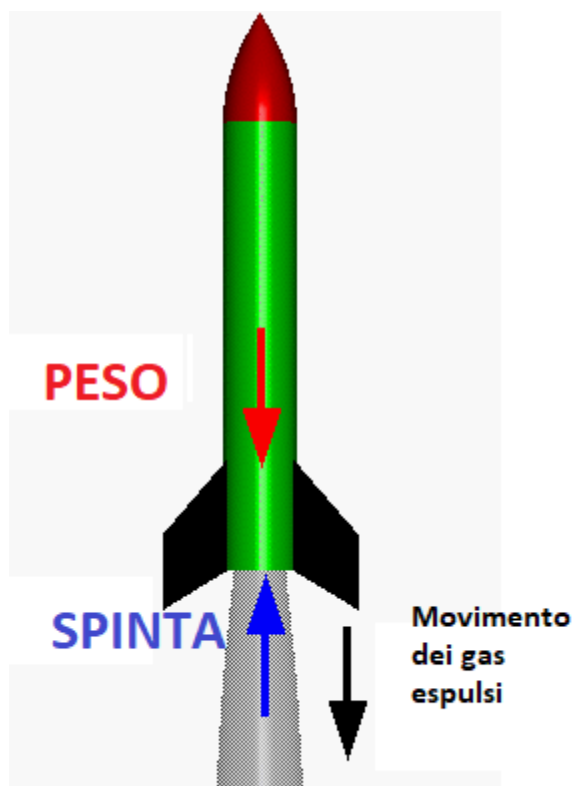
### Seconda legge di Newton

Questa legge del moto è essenzialmente un'equazione matematica.

Le tre parti dell'equazione sono massa (m), accelerazione (a) e forza (f). Usando le lettere per simboleggiare ogni parte, l'equazione può essere scritta come segue:

$$f = ma$$

Per spiegare questa legge, useremo come esempio un cannone.



Quando viene azionato il cannone, un'esplosione spara una palla di cannone fuori l'estremità aperta della canna (magari alla distanza mille metri).

Allo stesso tempo il cannone stesso viene spinto all'indietro (supponiamo di un metro).

Si tratta di azione e reazione al lavoro (terza legge). La forza che agisce sul cannone e la palla è lo stessa.

Il comportamento del cannone e della palla è determinato dalla seconda legge. Guardate le due equazioni riportate qui sotto.

$$f = m(\text{cannone}) * a(\text{cannone}) \quad \text{si riferisce al cannone}$$

$$f = m(\text{palla}) * a(\text{palla}) \quad \text{si riferisce alla palla}$$

Nella prima equazione, la massa è il cannone stesso e l'accelerazione è il movimento del cannone.

Nella seconda equazione la massa è la palla di cannone e l'accelerazione è il suo movimento.

Poiché la forza (esplosione di polvere da sparo) è la stessa per le due equazioni, le equazioni possono essere combinate e riscritte come sotto.

$$m(\text{cannone}) * a(\text{cannone}) = m(\text{palla}) * a(\text{palla})$$

Per mantenere uguali i due membri, le accelerazioni variano con la massa. In altre parole, il cannone ha una grande massa e una piccola accelerazione. La palla di cannone ha una piccola massa e una grande accelerazione.

### **Applichiamo questo principio a un razzo.**

Si sostituisce la massa della palla di cannone con la massa dei gas espulsi fuori il motore del razzo.

Si sostituisce la massa del cannone con la massa del razzo in movimento nella direzione opposta.

La forza è la pressione creata dall'esplosione controllata (combustione, reazione chimica) che si svolge all'interno di motori del razzo. La pressione accelera il gas in un verso ed il razzo nell'altro.

Però ci sono differenze nel moto della palla di cannone e in quello del razzo!

Con il cannone e la palla di cannone, la spinta dura solo per un momento.

Per il razzo la spinta continua fino a quando i motori sono in funzione.

Inoltre, la massa del razzo cambia durante il volo (diminuisce per la combustione e fuoriuscita dei gas).

La massa del razzo è la somma di tutte le sue parti, motori, serbatoi di propellente, capacità di carico, sistema di controllo e propellenti. La massa più grande è in genere quella dei propellenti che diminuisce costantemente con il funzionamento dei motori.

Dunque la massa del razzo si riduce durante il volo. Per rispettare la nostra equazione, l'accelerazione del razzo deve aumentare man mano che la sua massa diminuisce. Ecco perché un razzo inizia lentamente il movimento e poi accelera salendo nello spazio.

La Seconda legge di Newton del moto è utile nella progettazione di razzi efficienti. Per rendere possibile ad un razzo salire in orbita bassa terrestre, è necessario raggiungere una velocità, di oltre 28.000 km orari.

Una velocità di oltre 40.250 km all'ora, denominata velocità di fuga, consente al razzo di lasciare la terra e viaggiare fuori nello spazio profondo.

Il raggiungimento della velocità di volo spaziale richiede che il motore a razzo raggiunga la più grande forza di azione possibile nel minor tempo possibile. Cioè il motore deve bruciare una grande massa di combustibile e spingere il gas risultante dal motore più rapidamente possibile.

### **Mettendo insieme le leggi di Newton del moto:**

Una forza non bilanciata deve essere esercitata per sollevare un razzo da una rampa di lancio o per cambiarne la velocità o la direzione nello spazio (prima legge).

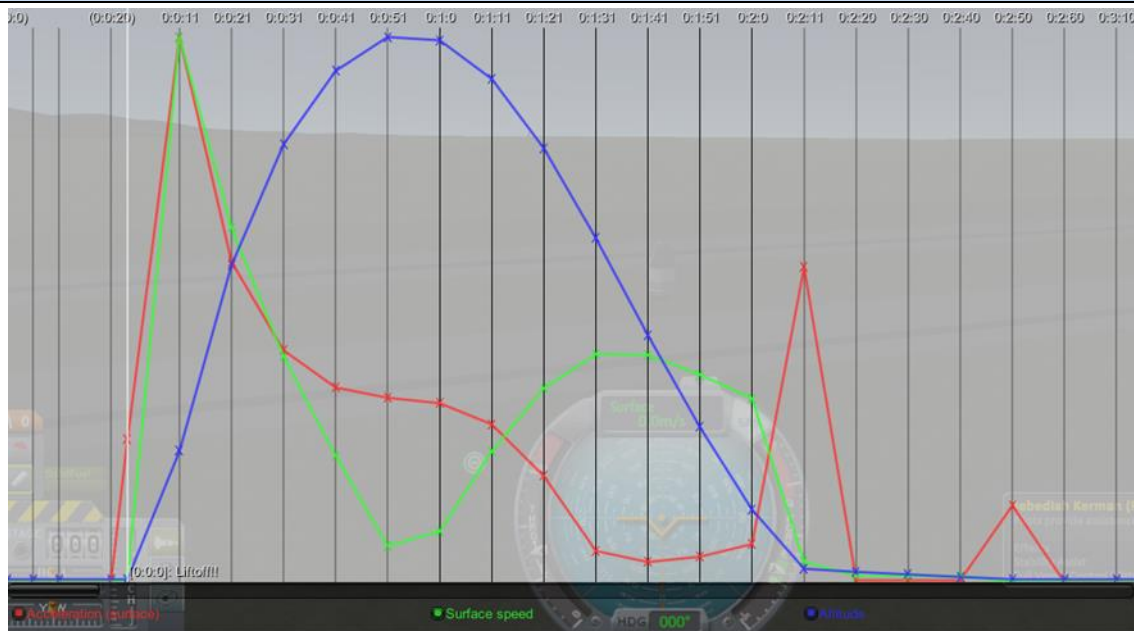
La quantità di Spinta (forza) prodotta da un motore a razzo determinerà la massa del razzo a combustibile che è bruciato e quanto velocemente il gas fuoriesce il razzo (seconda legge).

La reazione, o movimento, del razzo è uguale a e nella direzione opposta dell'azione, o spinta, dal motore (terza legge).

Queste sono delle semplificazioni che però ci permettono di comprendere facilmente il moto di un razzo.

Una trattazione più esaustiva che però sfrutta i principi citati è l'equazione del razzo o di Ciolkovskij di cui si trovano molte descrizioni on-line ([https://it.wikipedia.org/wiki/Equazione\\_del\\_razzo\\_di\\_Ciolkovskij](https://it.wikipedia.org/wiki/Equazione_del_razzo_di_Ciolkovskij)).

**GRAFICO**



**ROSSO:** Accelerazione                      **VERDE:** Velocità                      **BLU:** Altitudine

La linea dell'**accelerazione** segue per un periodo gli stessi valori della velocità per poi diminuire fino a raggiungere il valore dell'accelerazione di gravità.

Successivamente diminuisce per poi aumentare con l'apertura del paracadute (che da una spinta verso l'alto), infine diminuisce fino ad annullarsi ad  $H=0$  per poi ricevere un'accelerazione data dalla spinta idrostatica (essendo atterrati in mezzo all'oceano).

La linea della **velocità** nel momento in cui il veicolo sta raggiungendo l'altezza massima tende a diminuire sempre di più, con la caduta data dalla accelerazione di gravità il veicolo riacquista velocità fino a perderla totalmente con l'apertura del paracadute che crea una forza resistente al moto.

La linea dell'**altitudine** assume una forma (parabolica) con variazione di altezza non costante; con l'esaurimento del carburante del motore il veicolo tenderà ad avanzare verso l'alto poco per volta fino a che l'accelerazione esercitata dal razzo sarà annullata dall'accelerazione di gravità ( $a=g$ ).

**ESITO**

Siamo riusciti a far volare il nostro veicolo a circa 13.000 m di altezza dalla superficie ed anche a riportarlo nel centro di recupero con grande successo