



Il vettore europeo "Ariane 5".

Le diverse parti della ISS vengono inviate nello spazio con l'ausilio di razzi o **vettori**, come spesso vengono chiamati. Per trasportare gli astronauti sulla ISS vengono utilizzati due diversi vettori: il russo "Soyuz" e l'americano "Space Shuttle". Lo Space Shuttle, il Soyuz e, in futuro, altri veicoli di trasporto dell'equipaggio riporteranno gli astronauti sulla Terra.

Un vettore europeo, l'"**Ariane 5**" della ESA, verrà utilizzato per lanciare l'**Automated Transfer Vehicle (ATV)** sulla ISS. Verranno costruiti vari ATV, ciascuno dei quali sarà in grado di trasportare sulla Stazione Spaziale fino a nove tonnellate di carico. Il carico comprenderà combustibile, esperimenti scientifici ed apparecchiature, oltre a provviste alimentari, acqua ed ossigeno.

I motori dei razzi vengono denominati "motori a reazione". Questi motori funzionano in base alla terza legge del moto di Sir Isaac Newton, ossia il principio secondo il quale "ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria".

Questo principio è uno dei tre che lo scienziato britannico **Sir Isaac Newton** definì in quelle che vengono denominate le "**tre leggi del moto**". Newton studiò a fondo e tentò di spiegare cosa fa muovere gli oggetti.

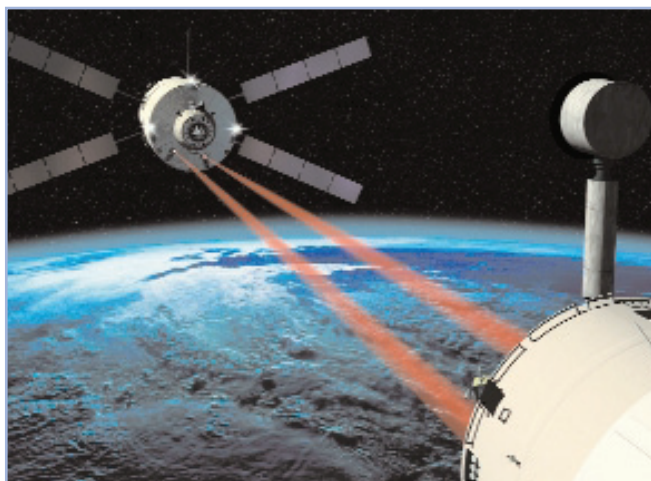
Quando il combustibile brucia nel motore di un razzo, il calore generato lo trasforma in gas. I gas caldi vengono espulsi attraverso gli ugelli situati alla base del razzo, producendo l'azione. La reazione a questo fenomeno è il fatto che il razzo viene spinto verso l'alto nella direzione opposta.



Sir Isaac Newton, 1642-1727.

Lo stesso principio può essere illustrato mediante un palloncino. Se lo si riempie d'aria e quindi lo si lascia andare, il palloncino si sposta. L'aria viene spinta in una direzione (l'azione) e, a causa di ciò, il palloncino viene spinto nella direzione opposta (la reazione).

L'ATV non prevede un equipaggio umano, ma è dotato di due sensori di rilevamento e di un sistema di navigazione, che consentono al veicolo di agganciarsi automaticamente alla ISS. Dopo essere rimasto agganciato alla Stazione Spaziale per sei mesi, l'ATV verrà caricato con una quantità di rifiuti che potrà raggiungere le 6,5 tonnellate. È previsto che, una volta distaccatosi dalla Stazione, l'ATV si distrugga al rientro nell'atmosfera terrestre.



L'ATV in rotta verso la ISS.

2.1 – Come andare e tornare dalla Stazione Spaziale Internazionale

Realizzate un razzo a palloncino

Materiale necessario: un palloncino (preferibilmente di forma allungata anziché tonda), una graffetta, una cannuccia, spago (9 m di filo per cucire o nylon), nastro adesivo, forbici.

Fase 1

Leggete per intero gli esperimenti illustrati di seguito e provate ad immaginare cosa accadrà. Provate a fornirne una descrizione prima di eseguire l'esperimento vero e proprio.

Fase 2

Eseguite l'esperimento, quindi osservate e descrivete cosa accade.

1. Gonfiate il palloncino e chiudetelo con una graffetta, in modo tale che l'aria non fuoriesca.
2. Tagliate la cannuccia in due parti ed applicatele sul palloncino con il nastro adesivo (ved. illustrazione).
3. Fate passare lo spago attraverso i due pezzi di cannuccia e mantenetelo teso (per tenere lo spago serviranno due persone, una ad ogni estremità).
4. Spostate il razzo a palloncino verso un'estremità dello spago e fate fuoriuscire l'aria.
5. Osservate il movimento del razzo a palloncino verso l'altra estremità dello spago.

Fase 3

Spiegate ed analizzate ciò che accade.

- Confrontate ciò che pensavate accadesse con ciò che è effettivamente accaduto: vi sono differenze?
- Che cosa causa il movimento del palloncino?
- Che cosa fa arrestare il palloncino?
- Come è possibile aumentare la distanza percorsa dal palloncino?
- Come si comporterebbe un palloncino con una forma diversa?
- Cosa accade se si aggiunge un carico supplementare al razzo a palloncino?



La seconda legge del moto di Newton

afferma che la variazione di velocità dipende dalla **massa** di un oggetto e dall'intensità della forza applicata all'oggetto stesso. Questa legge è valida quando si fa riferimento all'entità delle forze da applicare per garantire il decollo del vettore e la possibilità di raggiungere l'orbita.

Provate anche voi!

Spingete una palla leggera e una palla più pesante nella stessa direzione, applicando la stessa forza. Quale palla rotola più lontano? Se desiderate che le due palle raggiungano lo stesso punto, cosa dovrete fare?

Per vincere la gravità terrestre, un vettore deve raggiungere quella che viene chiamata la "**velocità di fuga**". Questa velocità equivale a 11,2 km/sec. Quanto maggiore è la massa, tanto più elevata è la quantità di combustibile richiesto per raggiungere la velocità di fuga. Una maggiore quantità di combustibile implica la presenza di serbatoi più capienti e di un **peso** ancora più consistente. Per raggiungere l'orbita, è pertanto di primaria importanza il giusto equilibrio tra il peso e il combustibile.

È appunto per tale motivo che sono stati sviluppati i cosiddetti "**razzi a due e tre stadi**". Gli attuali vettori sono, per la maggior parte, razzi a tre stadi. Ogniqualvolta una

parte del razzo porta a termine il proprio compito, viene sganciata. Il peso totale del razzo viene così ridotto, il che significa che per il resto del volo è necessaria una minore quantità di combustibile. Un razzo ad un solo stadio necessiterebbe di una maggiore quantità di combustibile, in quanto dovrebbe trasportare l'intero veicolo spaziale per tutta la durata del volo. Un razzo a due o tre stadi risulta pertanto più efficace e meno costoso.

Per rendere i vettori ancora più efficaci, i **materiali** utilizzati sono estremamente leggeri in modo tale da ridurre il peso complessivo. Questi materiali non devono tuttavia essere soltanto leggeri, ma anche robusti e resistenti. Durante il decollo, i vettori devono resistere a vibrazioni molto intense, cosicché devono essere al tempo stesso flessibili e durevoli. Una volta nello spazio, i materiali presenti sulla parte esterna del vettore devono proteggerlo da raggi ad alta energia e piccole particelle e dalle temperature estreme, sia calde che fredde. Nello spazio le temperature possono infatti raggiungere i 200°C in condizioni di esposizione al Sole o i -180°C all'ombra.



Decollo di un Ariane 5.

L'atmosfera è formata da gas e protegge la Terra dai raggi ad alta energia provenienti dal Sole e da altre sorgenti presenti nell'universo. Quando un oggetto colpisce l'atmosfera al momento del rientro, **l'attrito** aumenta in quanto vi è uno strofinio dell'oggetto contro le molecole d'aria. Quando vi è attrito, la temperatura si innalza. Se l'oggetto entra nell'atmosfera con una forte inclinazione (ad esempio di 90°), le temperature diventano talmente elevate da incendiare l'oggetto. Se invece l'angolo è minore (acuto), vi sarà un attrito più contenuto e pertanto la temperatura sarà inferiore.

L'attrito aumenta quando la superficie di un oggetto viene strofinata contro un'altra superficie, facendo sì che l'oggetto si riscaldi in corrispondenza del punto di contatto.

Al momento del rientro dello Space Shuttle sulla Terra, quando il veicolo raggiunge l'atmosfera terrestre, le temperature attorno ad esso sono ancora estremamente elevate malgrado il suo



Provate sui jeans!

Strofinare le mani sui pantaloni ed avvertirete un aumento della temperatura dovuto all'attrito.

ingresso nell'atmosfera con un angolo acuto. Per evitare che il veicolo si incendi e **proteggere** le persone e le apparecchiature al suo interno, sull'esterno deve essere utilizzato un materiale che non fonda a queste temperature. Il carbonio è ideale per questo scopo: il suo **punto di fusione** si aggira infatti sui 3500°C.

Scoprite il punto di fusione

Gli oggetti che ci circondano sono fatti di materia. In condizioni diverse, la materia cambia di stato. I tre comuni stati della materia sono: **solido, liquido e gassoso**.

Discussione:

- Quali sono i termini comunemente utilizzati per l'H₂O solida, l'H₂O liquida e la forma gassosa dell'H₂O?
- A quale temperatura fonde l'H₂O solida?
- A quale temperatura l'H₂O liquida si trasforma in gas?

Scoprite il punto di fusione del cioccolato:

Materiale necessario:

- una fonte di calore;
 - un recipiente termoresistente;
 - un pezzo di cioccolato;
 - un paio di guanti termoresistenti;
 - un paio di mollette;
 - un termometro (per misurare le alte temperature).
1. Introducete il pezzo di cioccolato nel recipiente termoresistente e ponetelo sulla fonte di calore.
 2. Indossate i guanti e servitevi delle mollette per tenere il termometro: provate a scoprire a quale temperatura fonde il cioccolato.

Approfondimento:

- Scoprite il punto di fusione o il punto di ebollizione di altri campioni (ad esempio acqua salata, succo di frutta, latte, gelato, burro, formaggio).
- Provate a chiedervi se esistono altre condizioni diverse dalla temperatura che facciano variare il punto di fusione o di ebollizione.
- Provate a chiedervi cosa accade al volume quando la materia cambia di stato.



Sintesi delle tre leggi del moto di Newton:

1. *Un oggetto in stato di quiete rimarrà tale sino a quando ad esso verrà applicata una forza. Quando viene applicata una forza, l'oggetto si sposta sino a quando un'altra forza lo rallenta o lo arresta.*
2. *L'accelerazione dipende dalla forza applicata ad un oggetto e dalla sua massa ($F = ma$). L'accelerazione è proporzionale alla forza applicata all'oggetto stesso.*
3. *Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria.*

Per saperne di più sui razzi a due e tre stadi e sul vettore Ariane 5, visitate il sito Web interattivo dell'ESA: Launchers Interactive Story.

<http://www.esa.int/export/esaLA/>