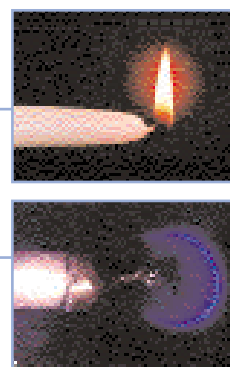


4 – Lavorare a bordo della Stazione Spaziale Internazionale

La ISS non è soltanto il più grande progetto di ingegneria internazionale di tutti i tempi, ma è anche un laboratorio nello spazio, un luogo di sperimentazione orbitante che consente agli scienziati di studiare un'intera gamma di fenomeni in un ambiente molto particolare: un ambiente in cui ogni cosa è pressoché senza peso.

Sulla Terra tutto ciò che facciamo è fortemente influenzato dalla **gravità**. Siamo talmente abituati alla gravità che la diamo per scontata: dopotutto, è perfettamente naturale che un oggetto cada quando lo si lascia. Il nostro corpo, come quello di ogni altro essere vivente sulla Terra, si è **evoluto** in modo tale da resistere alla gravità e da trarne vantaggio. Abbiamo così sviluppato un robusto scheletro per sostenerci e un cuore potente per pompare il sangue "verso l'alto" in contrapposizione alla forza di gravità.

In condizioni di assenza di peso accadono invece cose molto bizzarre. Un valido esempio potrebbe essere quello della fiamma di una semplice candela. Sulla **Terra** la fiamma sale verso l'alto assumendo la forma a noi tutti nota, in quanto i gas caldi generati dalla combustione sono più leggeri dell'aria fredda che li circonda. Quest'aria fredda viene attirata alla base dello stoppino e fornisce ossigeno per alimentare la combustione della cera. In **assenza di peso**, invece, il gas caldo non è più leggero dell'aria fredda e pertanto nulla sale verso l'alto. Il risultato è una piccola fiamma pressoché invisibile di forma circolare, una sfera quasi perfetta. La combustione effettiva ha luogo soltanto sulla superficie della sfera, dove il combustibile proveniente dalla cera può miscelarsi con l'ossigeno presente nell'aria circostante.



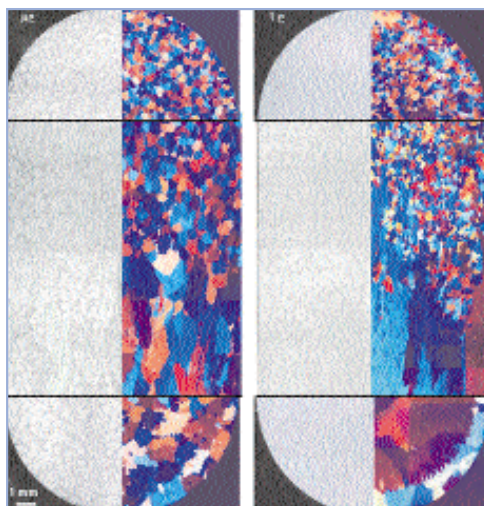
Studiando il modo in cui gli oggetti bruciano in assenza di peso, gli scienziati possono capire molte cose sulla combustione. Ad esempio, è possibile esaminare il modo in cui i gas si propagano. Questa delicata reazione è molto difficile da osservare sulla Terra, dove i gas vengono "travolti" dagli effetti molto maggiori causati dalla gravità.



Le nuove conoscenze acquisite nello spazio possiedono **impieghi pratici** sulla Terra. Ad esempio, sapendo esattamente in che modo bruciano gli oggetti, è possibile progettare motori per automobili che utilizzano minori quantità di carburante e inquinano meno.

Un'altra interessante area di ricerca, una volta capito a fondo il meccanismo della combustione, la **miscelazione** dei liquidi, anch'essa caratterizzata da notevoli applicazioni pratiche. Sulla Terra molti dei metalli utilizzati nella vita quotidiana sono leghe, cioè miscele di due o più metalli combinati in fase di fusione. La maggior

parte degli aerei, ad esempio, è prevalentemente costruita con una lega denominata duralluminio, che contiene principalmente alluminio con una piccola quantità di rame e pochi altri metalli. Sulla Terra, la gravità influisce notevolmente sul modo in cui si mescolano i diversi metalli. Gli esperimenti condotti in assenza di peso possono



Due campioni di lega di alluminio solidificati nello spazio e sulla Terra alle stesse condizioni di congelamento.

insegnarci molte cose sulla natura della “[miscelazione](#)” e possiamo sfruttare le nuove informazioni per realizzare leghe migliori.

L’assenza di peso ha effetti significativi anche sul corpo umano: gli **esperimenti medici** costituiscono, quindi, una parte importante del carico di lavoro compiuto a bordo della ISS. In assenza di gravità, gli astronauti notano che i loro **muscoli** cambiano molto rapidamente. Col passare del tempo, infatti, i muscoli mostrano un indebolimento, che può essere compensato soltanto con attività di esercizio fisico intenso e prolungato. Anche le **ossa** cambiano: l’osso è un tessuto vivente che necessita di molta energia per mantenersi in buono stato e, in assenza

pressoché totale di peso, il corpo umano sembra pensare che non sia necessario fare un tale sforzo. Il tessuto osseo viene, quindi, riassorbito, ma non sostituito: in appena un mese di permanenza nello spazio, un astronauta può subire fino all’1% di decalcificazione ossea.

La perdita di tessuto osseo e tono muscolare rappresenta un problema anche sulla Terra, in particolar modo tra gli anziani o le persone costrette a rimanere in un letto di ospedale per molti mesi. In assenza di peso, questi problemi si presentano molto più rapidamente e le ricerche delle cause e delle possibili cure possono essere svolte in tempi più brevi. È infatti possibile **testare farmaci**, eventuali effetti dell’esercizio fisico e diete speciali, ed ottenere risultati nell’arco di mesi anziché di anni, che sono invece necessari per eseguire gli stessi esperimenti sulla Terra.



L’astronauta dell’ESA Claudie Haigneré mentre svolge un esperimento di fisiologia.

Ma chi svolge, in pratica, il lavoro scientifico a bordo della ISS? Molti esperimenti sono controllati direttamente dai ricercatori a terra con l’ausilio di collegamenti di telecomunicazione con la Stazione Spaziale. L’equipaggio svolge un ruolo di primaria importanza sul controllo della maggior parte delle apparecchiature, ed è sempre presente per risolvere problemi imprevisti. L’equipaggio esegue esperimenti ed invia immediatamente immagini televisive dei risultati agli scienziati sulla Terra. Per quanto riguarda gli [esperimenti di fisiologia](#), gli stessi membri dell’equipaggio fungono da soggetti per i test.

Tra i lavori quotidiani degli astronauti rientrano sempre gli interventi di manutenzione della Stazione, come fare le pulizie di una casa orbitante, ad esempio. Si tratta quindi di pulire le superfici con panni disinfettanti, proprio come si fa sulla Terra. La ISS dispone anche di un aspirapolvere, anch’esso non molto diverso da un modello per uso domestico. Sulla ISS, però, l’aspirapolvere deve spesso aspirare residui non soltanto dal “pavimento”, ma anche catturare eventuali particelle che fluttuano a mezz’aria.

4.1 – Che cos'è la gravità?

Sulla Terra tutti i corpi sono soggetti alla **forza di gravitazione**. Questa forza invisibile è il motivo per cui, ad esempio, una mela cade al suolo.

Scoprite la gravità

- Materiale necessario:
- due palle delle stesse dimensioni, ma di peso diverso (una delle palle deve essere di carta accartocciata)
 - un foglio di carta

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.

Parte A

1. Tenete le due palle alla stessa altezza.
2. Lasciate cadere le due palle contemporaneamente.
3. Osservate e descrivete cosa accade alle palle. Accelerano con la stessa velocità? Toccano terra nello stesso momento?
4. Ripetete l'esperimento mentre un altro studente osserva ciò che accade.

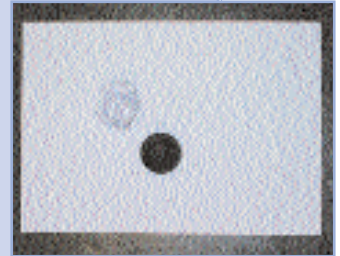
Parte B

1. Tenete la palla di carta e un foglio di carta alla stessa altezza (il più in alto possibile).
2. Lasciate cadere i due oggetti contemporaneamente.
3. Osservate e descrivete cosa accade agli oggetti. Accelerano con la stessa velocità? Toccano terra nello stesso momento?
4. Ripetete l'esperimento mentre un altro studente osserva ciò che accade.

Parte C

Confrontate ciò che pensavate accadesse con ciò che è effettivamente accaduto: vi sono differenze?

Confrontate le osservazioni fatte per entrambi gli esperimenti, parte A e parte B. (Se non vi sono differenze tra gli esperimenti, aumentate l'altezza del punto di caduta e riprovate). Provate a discutere di ciò che fa cadere gli oggetti e del perché alcuni oggetti cadono più velocemente/più lentamente. A quali conclusioni giungete?



La grandezza della forza di attrazione (F) è data da:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

dove m_1 e m_2 sono le rispettive masse dei due oggetti, r è la distanza tra di essi e G è una costante nota come costante gravitazionale ($G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$).

Sir Isaac Newton scoprì che, presi due oggetti qualsiasi nell'Universo, esiste sempre una **forza gravitazionale** che li attrae l'uno all'altro. Questa attrazione dipende dalla massa degli oggetti e dalla loro distanza. Quanto più grandi sono le masse degli oggetti, tanto maggiore è l'attrazione; quanto più grande è la distanza, tanto minore è l'attrazione.

Massa della Terra: $5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$

Massa della Luna: $7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$

Distanza media tra la Terra e la Luna: 384.400 km

4.1 – Che cos'è la gravità?



Il Sole e tutti i pianeti si attraggono reciprocamente per effetto della forza di attrazione gravitazionale. Poiché il Sole presenta la massa di gran lunga maggiore, tutti i pianeti ruotano attorno ad esso. Per lo stesso motivo la Luna ruota attorno alla Terra: la Terra, infatti, ha una massa 30 volte quella della Luna. Possiamo notare l'attrazione della Luna osservando le maree: la Luna attrae l'acqua degli oceani, causando l'alta e la bassa marea.

Tutti i pianeti possiedono una forza di attrazione gravitazionale, ma l'attrazione che esercitano su un oggetto varia, in quanto ogni pianeta possiede una massa diversa. La forza gravitazionale viene misurata in Newton (N) ed è il prodotto tra la massa di un oggetto e la sua **accelerazione** verso un pianeta. L'accelerazione gravitazionale sulla Terra è pari a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Accelerazione:
Quando un oggetto acquista velocità, si dice che accelera (mentre quando rallenta, si dice che decelera).

Quando due oggetti cadono verso la Terra, la forza di gravità agisce su entrambi. Se non vi sono altre forze che agiscono su di essi, gli oggetti presentano allora la stessa accelerazione. Tuttavia, nelle vicinanze della superficie terrestre vi sono altre forze che influiscono sugli oggetti, come ad esempio l'attrito. L'attrito può essere causato dalla resistenza all'aria, che riduce la velocità di un oggetto in caduta. Quanto più vasta è la superficie di un oggetto, tanto maggiore è la resistenza dell'area e tanto maggiore è il suo rallentamento.

La massa è la quantità di materia che un oggetto contiene, e viene misurata in kg. La massa di un oggetto è pertanto la stessa ovunque esso si trovi nell'Universo. Il peso di un oggetto è, invece, il risultato della gravità e pertanto dipende dal suo ambiente. Il peso di un oggetto sulla Terra viene misurato dalla relazione tra la massa dell'oggetto e l'accelerazione gravitazionale della Terra.

Il peso di un oggetto, **P**, aumenta via via che la sua massa, **m**, aumenta oppure via via che l'accelerazione gravitazionale, **g**, aumenta:

$$P = m \cdot g$$

accelerazione gravitazionale (**g**) viene misurata in m/s^2 e si riferisce all'**accelerazione** dovuta alla forza gravitazionale locale. Sulla Terra questa accelerazione è pari a $9,8 \text{ m/s}^2$. Sulla Luna l'accelerazione è di $1,6 \text{ m/s}^2$, mentre è pari a $3,7 \text{ m/s}^2$ su Marte.
Massa (**m**) viene misurata in kg.
Peso (**P**) viene misurato in Newton ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$).

Massa e peso:

Se un astronauta possiede una massa di 84 kg, quale sarebbe il suo peso:

- sulla Terra,
- sulla Luna,
- su Marte?