

# RIPETIZIONI DI FISICA... AL CINEMA

Prof. Pietro Patimisco



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI BARI  
ALDO MORO

# Perché un fisico va al cinema?

Volete davvero godervi un film?

Fatevi un favore, non vedetelo assieme ad un fisico.



Esempio

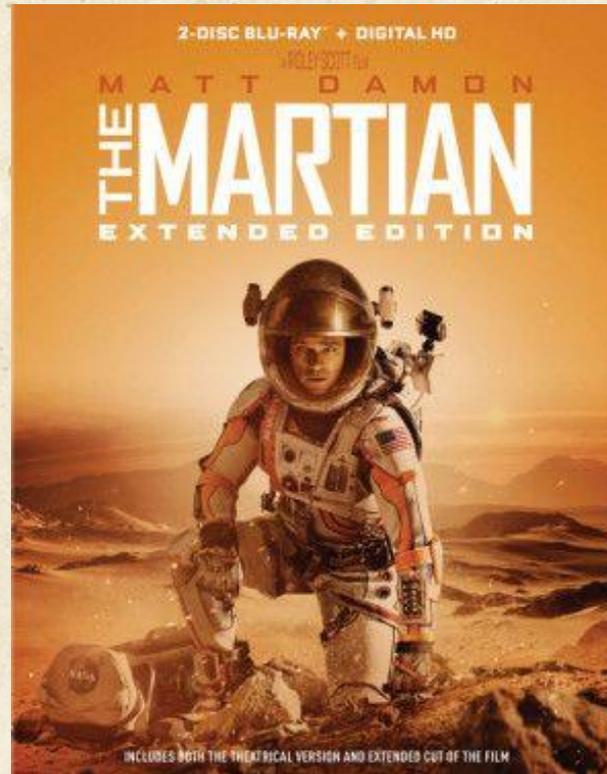
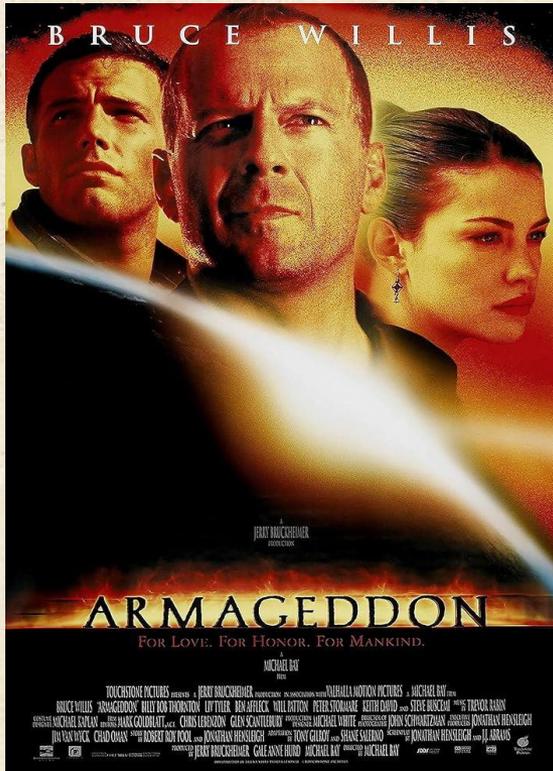
## I film di fantascienza

L'immagine che le persone hanno dell'esplorazione spaziale è inevitabilmente influenzata da quello che la cinematografia ci ha mostrato nei decenni, facendo sognare intere generazioni.

Ma quanto c'è di vero in quelle pellicole?



# I film di fantascienza



In “*Armageddon*”, la Fisica è un’opinione e, a dirla tutta, al Governo non sono neanche dei grandi strateghi.

In “*The Martian*”, Matt Damon sarebbe morto malissimo. Su tutto, ripara un portellone divelto con un telo di plastica e un po’ di scotch, incurante del  $\Delta P$



# Si può fare di meglio...

Queste incertezze però vengono spesso perdonate, perché lo spettatore applica la cosiddetta **sospensione di incredulità**, e cioè chi guarda un film del genere abbassa le proprie pretese di realismo a favore del godimento dell'opera.



*“volontaria sospensione del dubbio momentanea, che costituisce la fede poetica”*

Samuel Coleridge

Quindi, per quanto un fisico al cinema anziché godersi la visione, analizza in un angolo della sua mente quello che sta vedendo per confermare se sia realistico o meno, se abbia senso oppure no, **accanirsi sui film di fantascienza è «fin troppo facile»**



# La fisica possibile

Fisica impossibile? A quella ci passiamo sopra...

Quindi, escludiamo i film di fantascienza dalla nostra discussione e concentriamoci sugli altri generi cinematografici

- *Commedia*
- *Azione*
- *Avventura*
- ....



E cambiamo lessico.

Non li chiameremo «errori di fisica» ma **verità inaspettate**

Ho selezionato 4 film. Per ciascuno di essi seguiremo questo percorso:

1. **Guarderemo lo spezzone selezionato dal film**
2. **Individueremo la branca della fisica per descriverlo**
3. **Tradurremo la spezzone in un problema di fisica da risolvere**
4. **Confronteremo il risultato con la verità che ci hanno mostrato**



# Speed (1994)



## Speed

Titolo originale: Speed  
Nazione: Usa  
Anno: 1994  
Genere: Azione  
Durata: 116'  
Regia: Jan De Bont  
Sito ufficiale:

Attori protagonisti: Sandra Bullock, Dennis Hopper, Keanu Reeves, Jeff Daniels

Cast: Joe Morton, Jeff Daniels

Produzione:

Distribuzione: 20th Fox

Uscita prevista: 19/01/2000 (dvd)

## Trama:

Il giovane agente speciale Jack, deve salvare i numerosi passeggeri di un autobus contenente una bomba, che esploderà se l'autobus va al di sotto dei 50 miglia orari.

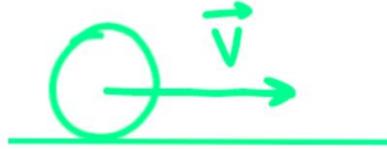




# CINEMATICA del PUNTO MATERIALE

# CINEMATICA del PUNTO MATERIALE

## Moto rettilineo uniforme



«Il moto di un corpo è rettilineo uniforme se si sposta lungo una retta con velocità costante nel tempo»

La legge oraria del moto rettilineo è:

$$x = v \cdot t$$

Il moto dell'autobus, prima del salto dal ponte, può essere descritto da un **moto rettilineo uniforme** con  $v = 70 \text{ mph}$

# CINEMATICA del PUNTO MATERIALE

Cosa accade durante il salto?



Il corpo subirà un'accelerazione di gravità  $g$  tutta verticale

Lungo la direzione verticale, il corpo cadrà con moto uniformemente accelerato.

La legge oraria del moto uniformemente accelerato è:

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

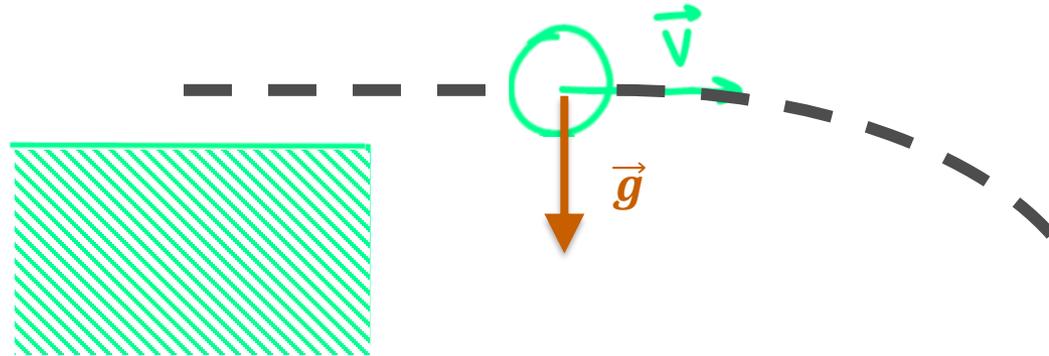
Abbiamo due moti scomponibili.

Lungo l'orizzontale il corpo procede a velocità  $\vec{v}$  determinando il suo spostamento orizzontale

Lungo la verticale, il corpo è accelerato, determinando la sua caduta

# CINEMATICA del PUNTO MATERIALE

Mentre avanza orizzontalmente, cade verticalmente.



La traiettoria è un arco di parabola.

La traiettoria è descritta dal sistema delle due equazioni dei due moti.

$$\begin{cases} x = v \cdot t \\ y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{cases}$$

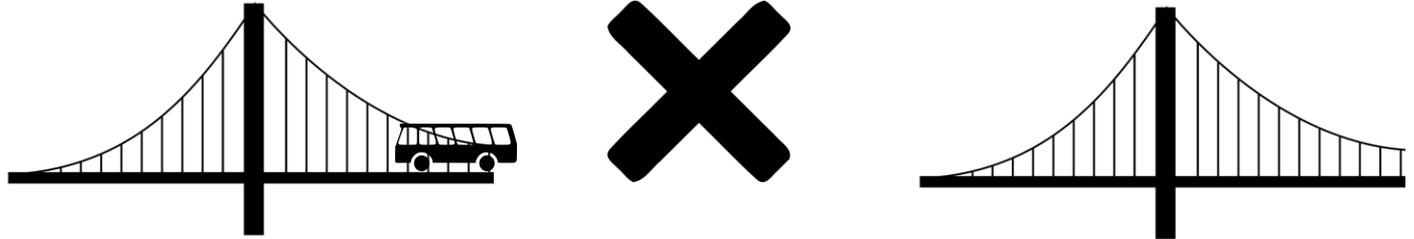
«Sistema» vuol dire che devono essere verificate contemporaneamente!

Per entrambe le equazioni,  $t$  deve essere sempre lo stesso!

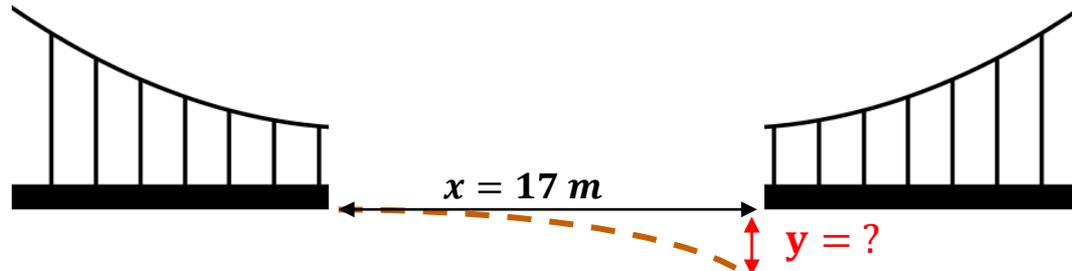
Il «tempo  $t$ » è la variabile indipendente che lega le due equazioni

# CINEMATICA nel Film Speed (1994)

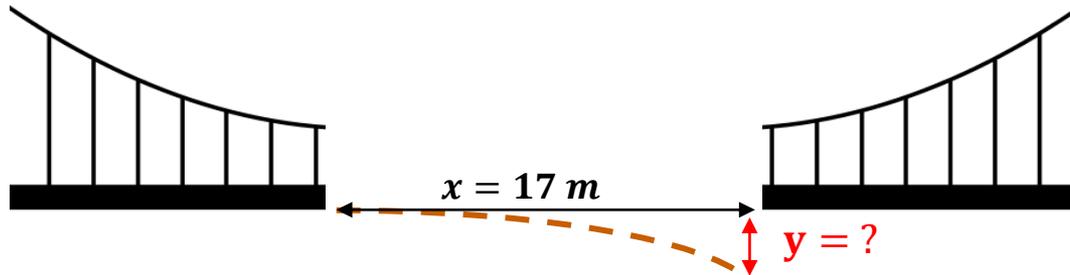
Torniamo al film...



Non ci resta che da valutare la perdita di quota  $y$  dell'autobus quando ha percorso un tragitto pari a  $x = 17\text{ m}$



# CINEMATICA nel Film Speed (1994)



$$\begin{cases} x = v \cdot t \\ y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{cases}$$

Approssimiamo la velocità  $v$  prima del salto a 70 mph, come suggeritoci dal frame del film.

Convertiamo 70 mph in m/s sapendo che  $1 \text{ mph} = 1.6 \text{ km/h}$ .



$$\begin{aligned} v &= 70 \text{ mph} = 70 \cdot 1.6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 112 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 112 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \\ &= 112 \cdot 0.28 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 31.1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

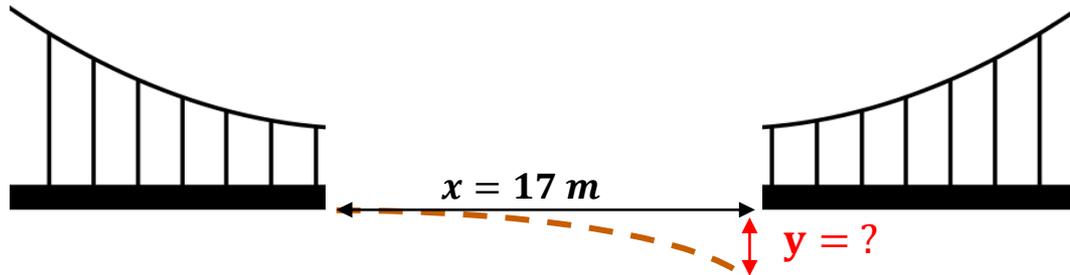
Usando la prima equazione del sistema, possiamo calcolare quanto tempo ci mette l'autobus per percorrere  $x = 17 \text{ m}$ .

$$x = v \cdot t$$



$$t = \frac{x}{v} = \frac{17 \text{ m}}{31.1 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.55 \text{ s}$$

# CINEMATICA nel Film Speed (1994)



$$\begin{cases} x = v \cdot t \\ y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{cases}$$

$$t = 0.55 \text{ s}$$

Di quanto si è «abbassato» l'autobus?

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.54^2 \text{s}^2 = 1.43 \text{ m}$$

Considerando che un autobus è alto minimo 4 m, l'impatto dovrebbe avvenire all'altezza dei fanali

# Speed (1994)



## Speed

Titolo originale: Speed  
Nazione: Usa  
Anno: 1994  
Genere: Azione  
Durata: 116'  
Regia: Jan De Bont

Storici protagonisti: Sandra Bullock, Dennis Hopper, Keanu Reeves, Jeff

Cast: Joe Morton, Jeff Daniels

Produttore: Mark Mancina  
Distribuzione: Fox

Uscita in Italia: 01/2000 (DVD)

Trama:

Il giovane agente Keanu Reeves deve salvare i numerosi passeggeri di un autobus contenente una bomba che esploderà se l'autobus va al di sotto dei 50 miglia orari.



# Taken 2: La vendetta (2012)



## Taken: La vendetta

Titolo originale: Taken 2

Nazione: Francia

Anno: 2012

Genere: Azione, Thriller

Durata: 91'

Regia: Olivier Megaton

Sito ufficiale: [www.takenmovie.com](http://www.takenmovie.com)

Sito italiano: [www.takenlavendetta.it](http://www.takenlavendetta.it)

Cast: **Liam Neeson**, Maggie Grace, **Famke Janssen**, Rade Serbedzija, Leland Orser, Luke Grimes, Aclan Bates

Produzione: Europa Corp.

Distribuzione: **Twentieth Century Fox**

Data di uscita: 11 Ottobre 2012 (cinema)

### Trama:

Liam Neeson torna a vestire i panni di Bryan Mills, agente CIA in pensione. Quando viene contattato da una persona misteriosa alla ricerca di vendetta, Bryan deve impiegare il suo "particolare set di competenze" per proteggere la sua famiglia contro un esercito che vuole ucciderli.



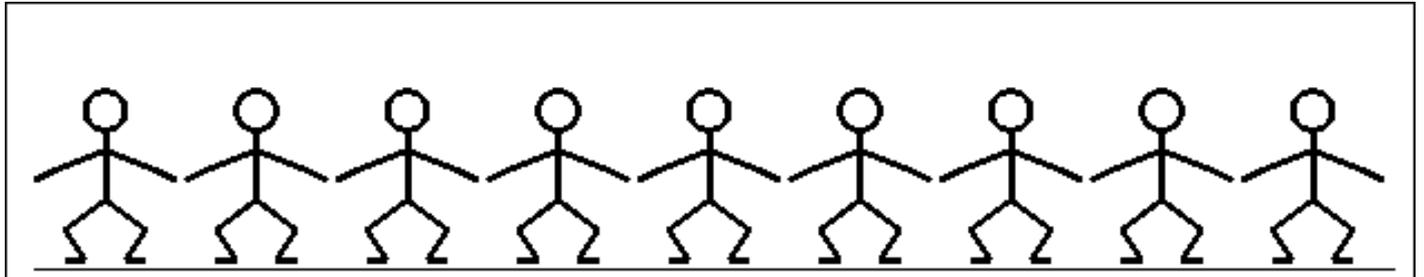


# ONDE e VIBRAZIONI

# ONDE e VIBRAZIONI

Che cos'è un'onda?

## LA PROPAGAZIONE DI UNA PERTURBAZIONE



Trasferimento della perturbazione creata localmente mediante interazione tra gli elementi contigui

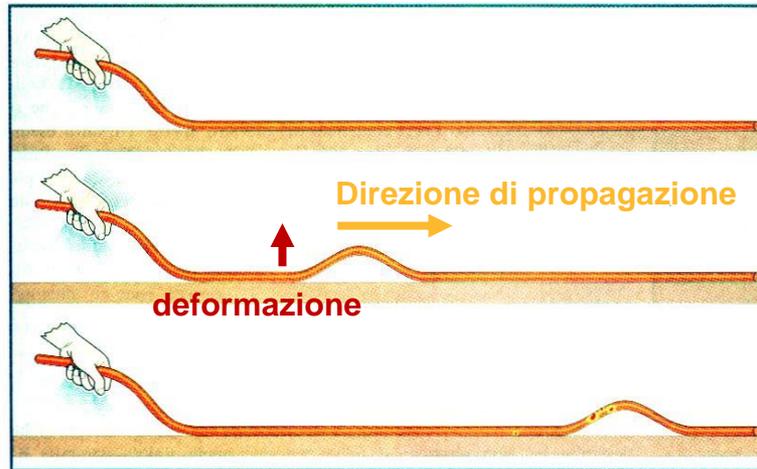


**TRASFERIMENTO DI ENERGIA, NON DI MATERIA!**

# ONDE e VIBRAZIONI

Le onde si classificano primariamente in due tipi:

**ONDE TRASVERSALI:** la direzione della deformazione è ORTOGONALE alla direzione di propagazione

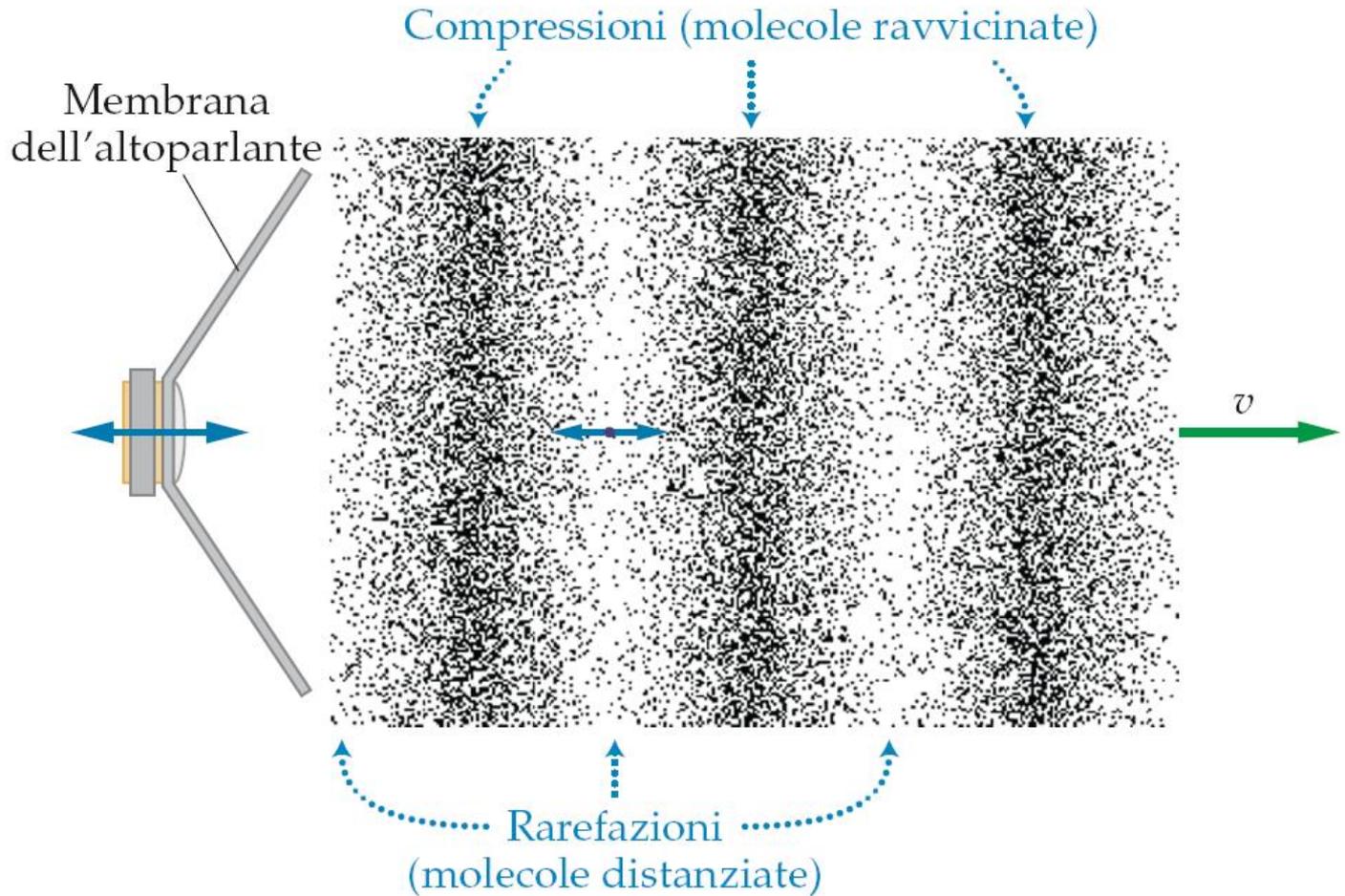


**ONDE LONGITUDINALI:** la direzione della deformazione è uguale alla direzione di propagazione



# ONDE e VIBRAZIONI

Le onde sonore sono onde longitudinali



Un'onda sonora modifica localmente il numero di molecole  $N$  per unità di volume  $V$ , ovvero la densità di molecole  $n$ .

$$n = \frac{N}{V}$$

# ONDE e VIBRAZIONI

Quindi, il parametro fisico che regola la propagazione di un'onda sonora è la densità dell'aria.

Per studiare come un'onda si propaga nello spazio nel corso del tempo, occorre risolvere l'equazione di D'Alembert.

$$\nabla^2 p(\vec{r}, t) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p(\vec{r}, t)}{\partial t^2} = -\frac{\gamma - 1}{c^2} \frac{\partial H}{\partial t}$$

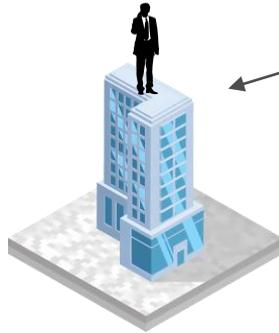
Chi l'ha risolta per noi, ha scoperto che **un'onda si propaga a velocità costante  $c$  che dipende ESCLUSIVAMENTE DAL MEZZO** in cui si propaga

Materiale	Velocità (m/s)
Alluminio	6420
Granito	6000
Acciaio	5960
Vetro Pyrex	5640
Rame	5010
Plastica	2680
Acqua dolce (20 °C)	1482
Acqua dolce (0 °C)	1402
Idrogeno (0 °C)	1284
Elio (0 °C)	965
Aria (20 °C)	343
Aria (0 °C)	331

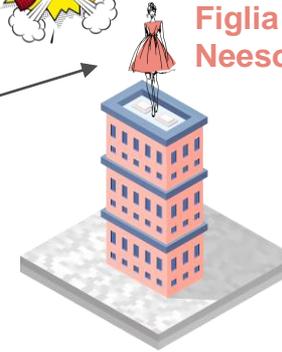
# ONDE e VIBRAZIONI in Taken 2 (2012)

Torniamo al film...

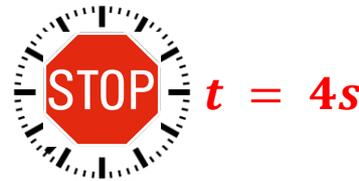
Liam Neeson



Figlia di Liam Neeson



$x = ?$



Poiché l'onda si propaga a velocità costante lungo una linea retta, il suo moto può essere descritto da un **MOTO RETTILINEO UNIFORME**

$$x = c \cdot t$$

$$c = 343 \text{ m/s}$$

$$x = c \cdot t = 343 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 4 \text{ s} = 1,372 \text{ m} = 1.37 \text{ km}$$



La figlia è notevolmente più vicina rispetto alla stima fatta (chissà secondo quale teoria) da Liam Neeson (4.5 km)

# Taken 2: La vendetta (2012)



## Taken: La vendetta

Titolo originale: Taken 2

Nazione: Francia

Anno: 2012

Genere: Azione, Thriller

Durata: 91'

Etichetta: Warner Megaton

Sito ufficiale: [www.takenmovie.com](http://www.takenmovie.com)

Sito italiano: [www.takenmovie.it](http://www.takenmovie.it)

Cast: Liam Neeson, Maggie Grace, Famke Janssen, Rade

Sherry, Leland Orser, Luke Grimes, Aclan Bates

Produzione: Entertainment Corp.

Distribuzione: Touchstone Century

Data uscita: 11 ottobre 2012 (Francia)

Il film racconta la storia di Bryan Mills, agente CIA in pensione.

Quando viene contattato da una persona misteriosa alla ricerca di vendetta, Bryan deve impiegare il suo "particolare set di competenze" per proteggere la sua famiglia contro un esercito che vuole ucciderli.



# Tre uomini e una gamba (1997)

MARCO POCCIONI, MARCO VALSANIA

PAOLO GUERRA

Aldo Giovanni  
e Giacomo



**Tre uomini  
e una gamba**

(three men and a leg)

regia di ALDO, GIOVANNI, GIACOMO e MASSIMO VENIER  
con MARINA MASSIRONI e con la partecipazione di CARLO CROCCOLO

E con Maria Pia Casilio, Margherita Antonelli, Luciana Littizzetto, Rosalina Neri, Antonio Rocco, Augusto Zucchi  
Soggetto Aldo, Giovanni, Giacomo, Massimo Venier e Giorgio Gherarducci  
Sceneggiatura Aldo, Giovanni, Giacomo, Massimo Venier, Giorgio Gherarducci e Lucio Martignoni Costumi Stefano Giovani  
Scenografia Maria Luigia Battani Direttore della fotografia Giovanni Fiore Coltellacci Fonica di presa diretta Riccardo Palmieri  
Montaggio Marco Spoletini Organizzazione generale Umberto Massa Produzione esecutiva Padoa Drive Srl  
Prodotto da Marco Poccioni e Marco Valsania per la Padoa Drive srl e Paolo Guerra per A.G.I. Di Scari  
con la collaborazione di Medusa Film Spa - Musiche di Phil Palmer Edizioni Musicali Sony-ATV  
Music Publishing/Backstage Srl Distribuzione Italia Medusa Film Spa



## Tre Uomini E Una Gamba

Titolo originale: Tre Uomini E Una Gamba

Nazione: Italia

Anno: 1997

Genere: Commedia

Durata: 98'

Regia: Aldo, Giovanni, Giacomo, Massimo Venier

Sito ufficiale:

Cast: Aldo, Giovanni, Giacomo, Marina Massironi, Carlo Croccolo,  
Maria Pia Casilio, Luciana Littizzetto, Gaetano Amato

Produzione: Marco Poccioni, Marco Valsania

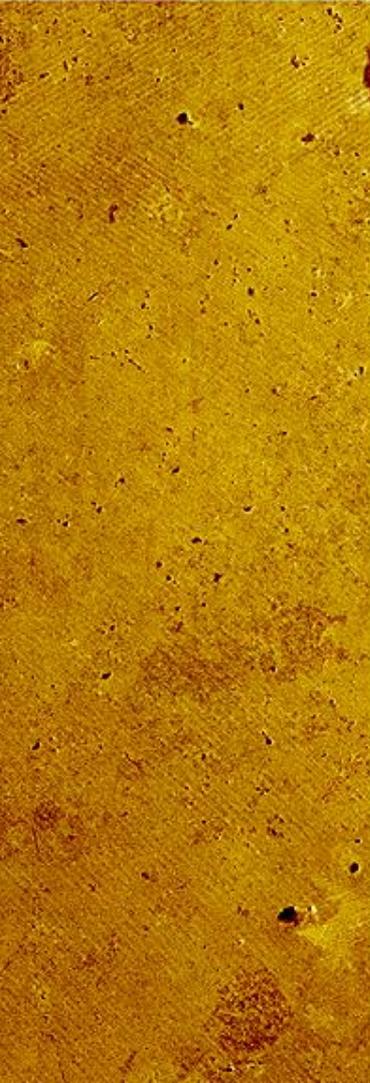
Distribuzione: Medusa

Uscita prevista:

Trama:

È il 31 luglio. Aldo, Giovanni e Giacomo partono da Milano per raggiungere le loro famiglie in Puglia. Aldo e Giovanni sono sposati con due sorelle e Giacomo sta per sposarsi con la terza. I tre lavorano al "Paradiso della Brugola", negozio del suocero, l'uomo che da sempre li tiranneggia sia sul lavoro che in famiglia. Durante il viaggio, tra mille vicissitudini e l'incontro con chiara, si rendono conto della meschinità della loro vita fino al punto di cambiarla radicalmente



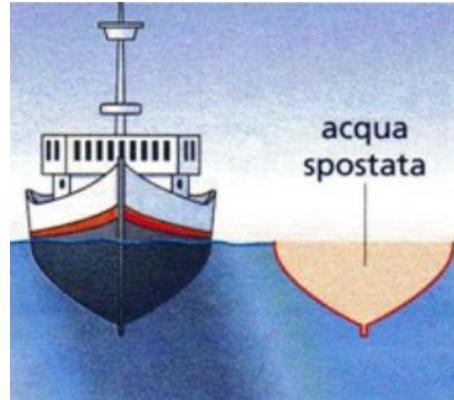


# FLUIDOSTATICA

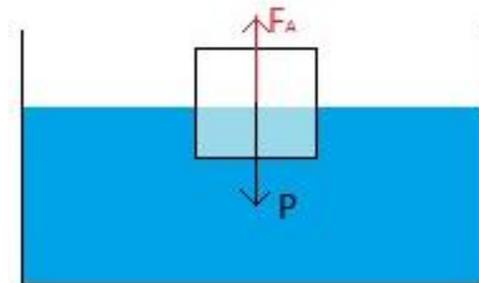
# FLUIDOSTATICA

## PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

Un corpo immerso in un fluido subisce una forza diretta verso l'alto di intensità pari al peso del fluido spostato



Quindi, per il principio di Archimede, se un corpo è immerso in un fluido è soggetto a due forze che agiscono lungo la stessa direzione, ma hanno verso opposto



**Forza peso**

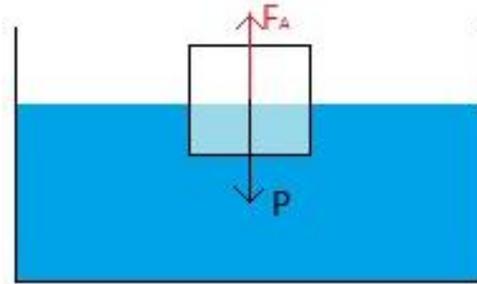
$$\vec{P} = -m\vec{g} \quad m \text{ massa del corpo}$$

**Spinta di Archimede**

$$\vec{F}_A = m_A\vec{g} \quad m_A \text{ massa di fluido spostata dal corpo}$$

# FLUIDOSTATICA

## PRINCIPIO DI ARCHIMEDE



**Forza peso**

$$\vec{P} = -m\vec{g}$$

$m$  massa del corpo

**Spinta di Archimede**

$$\vec{F}_A = m_A\vec{g}$$

$m_A$  massa di fluido spostata dal corpo

Conviene re-introdurre il concetto già visto di **DENSITA'**

$$\rho = \frac{m}{V}$$



$$m = \rho V$$

**Forza peso**

$$\vec{P} = -\rho V\vec{g}$$

**Spinta di Archimede**

$$\vec{F}_A = \rho_A V_A\vec{g}$$

$$\rho_A = 1000 \text{ kg/m}^3$$

**Affinché un corpo galleggi**, la forza peso deve eguagliare la spinta di Archimede, in modo che la somma delle forze sia nulla

$$\rho_A V_A\vec{g} - \rho V\vec{g} = 0$$



$$\rho_A V_A = \rho V$$

Un **corpo affonderà** se la forza peso è maggiore della spinta di Archimede

$$\rho V > \rho_A V_A$$

# FLUIDOSTATICA

Torniamo al film...

Prima di tutto, ci occorre conoscere il peso (la massa) di una ruota di una macchina (utilitaria) e le sue dimensioni

Ruota completa in alluminio da 17 pollici	circa 19-21 kg
---	----------------

➔ **20 kg**

Ruota completa in alluminio da 18 pollici	circa 21-23 kg
---	----------------

Ruota completa in alluminio da 19 pollici	circa 23-25 kg
---	----------------



**Diametro cerchione:**

$$d = 42 \text{ cm}$$

**Altezza spalla:**

$$h = 13 \text{ cm}$$

**Larghezza:**

$$L = 18 \text{ cm}$$

Calcoliamo il volume approssimando la ruota dell'auto ad un cilindro pieno

$$\begin{aligned} V &= \pi r^2 L = \pi \cdot \left( \frac{d + 2h}{2} \right)^2 \cdot L = 3.14 \cdot \left( \frac{42 + 26}{2} \right)^2 \text{ cm}^2 \cdot 18 \text{ cm} \\ &= 3.14 \cdot 34^2 \cdot 18 \text{ cm}^3 = 65,337 \text{ cm}^3 = 65.34 \text{ dm}^3 = \mathbf{0.065 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

# FLUIDOSTATICA



$$P = -mg = -\rho V$$

$$\vec{F}_A = \rho_A V_A \vec{g}$$

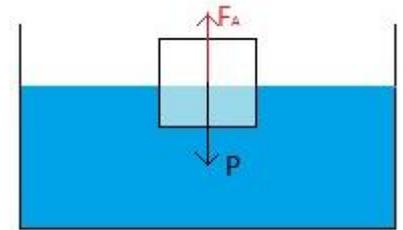
$$V = 0.065 \text{ m}^3$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$\rho_A = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Un **corpo affonderà** se la forza peso è maggiore della spinta di Archimede

$$P > \rho_A V_A g$$



$$P = mg = 20 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 196.2 \text{ N}$$

Per la spinta di Archimede, consideriamo il caso limite: assumiamo che la ruota sia interamente sommersa nell'acqua

$$F_A = \rho_A V_A g = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.065 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 637.7 \text{ N}$$



...e mo'? Com'è possibile?

# Tre uomini e una gamba (1997)

MARCO POCCIONI, MARCO VALSANIA

PAOLO GUERRA

Tre Uomini E Una Gamba

Aldo  
e Gi



## Tre u e una gamba

(three men and a leg)

regia di ALDO, GIOVANNI, GIACOMO e MASSIMO VENIER  
con MARINA MASSIRONI e con la partecipazione di CARLO CROCCOLO

E con Maria Pia Casillo, Margherita Antonelli, Luciana Littizzetto, Rosalina Neri, Antonio Rocco, Augusto Zucchi  
Soggetto Aldo, Giovanni, Giacomo, Massimo Venier e Giorgio Gherarducci  
Sceneggiatura Aldo, Giovanni, Giacomo, Massimo Venier, Giorgio Gherarducci e Lucio Martignoni Costumi Stefano Giovani  
Scenografia Maria Luigia Battani Direttore della fotografia Giovanni Fiore Coltellacci Fionico di presa diretta Riccardo Palmieri  
Montaggio Marco Spoletini Organizzazione generale Umberto Massa Produzione esecutiva Padoa Drive Srl  
Prodotto da Marco Poccioni e Marco Valsania per la Padoa Drive srl e Paolo Guerra per A.G.I.D.I. Scari  
con la collaborazione di Medusa Film Spa Musiche di Phil Palmer Edizioni Musicali Sony-ATV  
Music Publishing/Backstage Srl Distribuzione Italia Medusa Film Spa



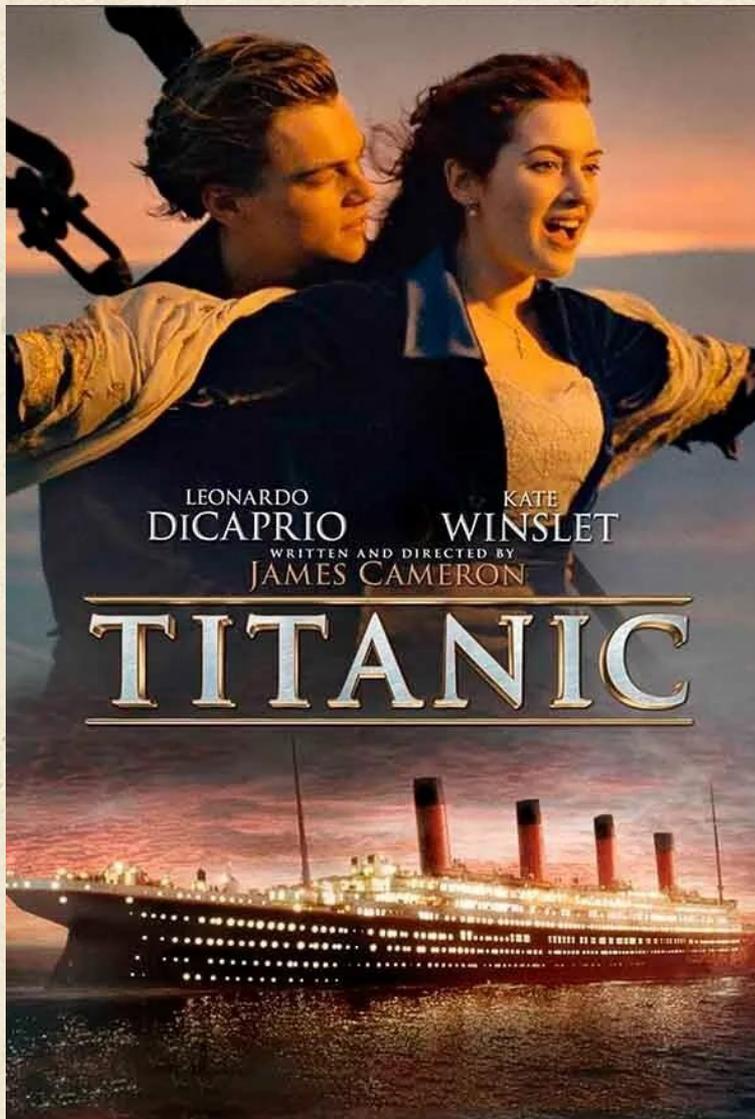
no Venier

Massironi, Carlo Croccolo,  
etto, Gaetano Amato

la Milano per raggiungere le  
ati con due sorelle e  
no al "Paradiso della  
mpre li tyranneggia sia sul  
vicissitudini e l'incontro con  
o vita fino al punto di



# Titanic (1997)



## Titanic

Titolo originale: Titanic  
Nazione: Usa  
Anno: 1997  
Genere: Drammatico/Romantico  
Durata: 194'  
Regia: James Cameron  
Sito ufficiale: [www.titanicmovie.com](http://www.titanicmovie.com)  
Sito italiano: [www.20thfox.it/titanic/](http://www.20thfox.it/titanic/)

Cast: Leonardo Di Caprio, Kate Winslet, Billy Zane, Kathy Bates, Frances Fisher, Bill Paxton, Gloria Stuart

Produzione: James Cameron, Jon Landau

Distribuzione: 20th Century Fox

Uscita al cinema: 18 Gennaio 1998 (cinema)  
06 Aprile 2012 (cinema - versione 3D)  
08 Ottobre 2018 (cinema)

Premi: 11 oscar nella stagione 98: miglior film, miglior regia, miglior scenografia, migliori costumi, migliori effetti sonori, migliori effetti speciali, miglior suono, miglior canzone, migliore colonna sonora, miglior montaggio, miglior fotografia.

## Trama:

Jack e Rose sono due giovani amanti che trovano l'infinito amore nel viaggio dell'"inaffondabile" Titanic. Ma quando il transatlantico si scontra con un iceberg nel freddo mare del Nord Atlantico, il loro amore viene sconvolto e si trasforma in una corsa mozzafiato per sopravvivere al disastro.



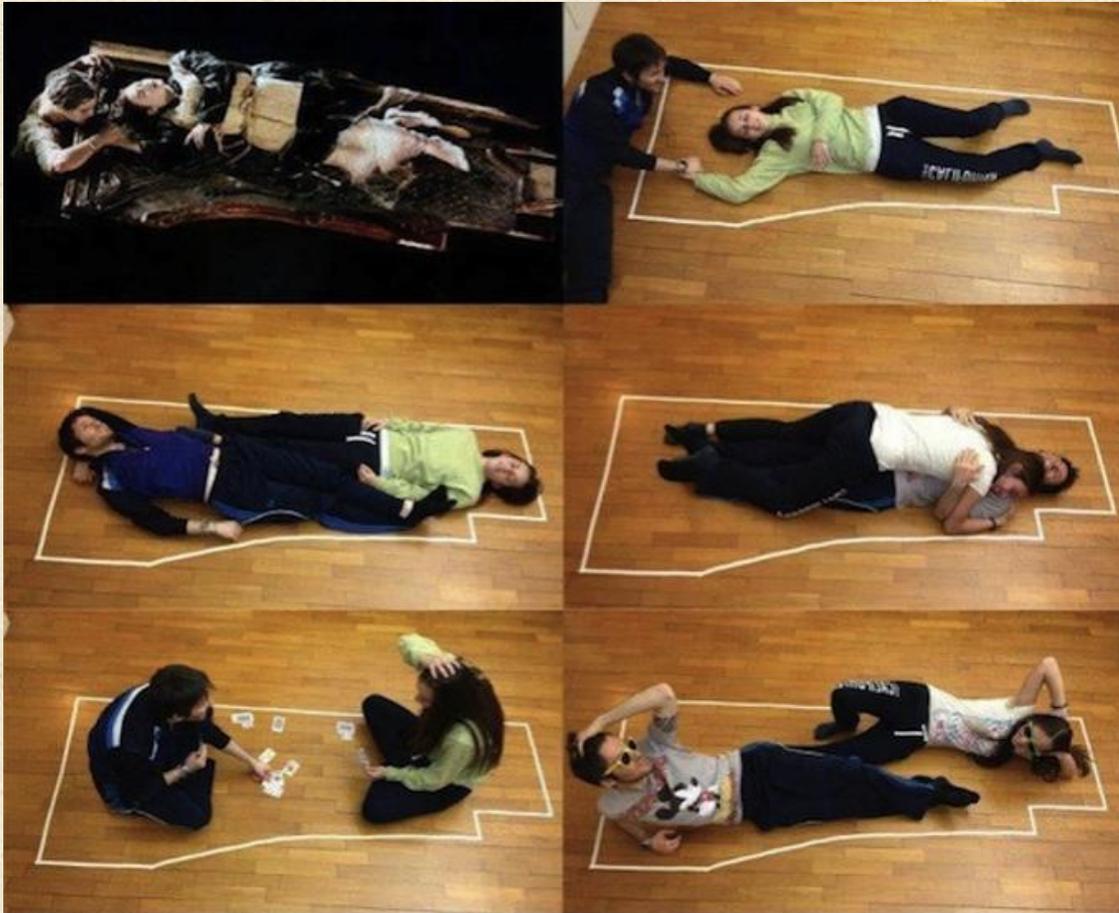


# FLUIDOSTATICA

# Titanic (1997)

C'è chi odia visceralmente Kate per aver lasciato morire il povero Jack tra i flutti dell'Atlantico.

Secondo il popolo del web è stato un sacrificio assolutamente inutile perché su quella maledetta porta c'era spazio per tutti e due.



La dimostrazione sarebbe in una foto che da anni gira su internet e in cui due ragazzi mostrano che con tutto quello spazio potevano salvarsi entrambi.

Anzi, lì sopra ci si poteva anche giocare comodamente a carte.

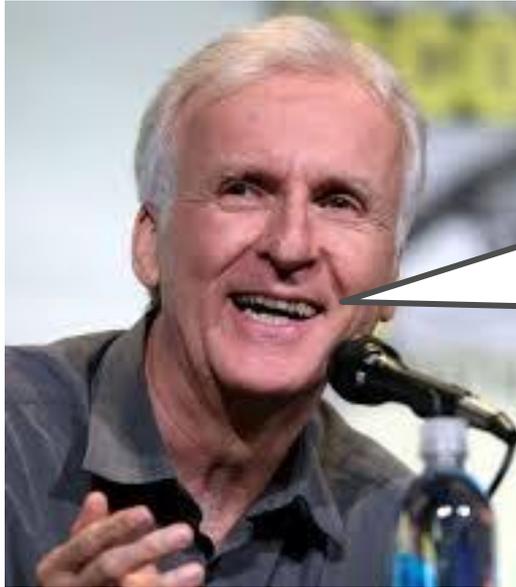


# TITANIC (1997)

Non è esattamente una dimostrazione scientifica, ma queste foto sono bastate a tenere accesa la discussione a lungo.

Il punto è che la realtà è un po' diversa.

**Come ha risposto James Cameron, stuzzicato sull'argomento durante un'intervista:**



*«Non è una questione di spazio ma di galleggiabilità. Non basta avere una porta abbastanza larga per tutti e due, bisogna vedere se la porta galleggia».*

**CHALLENGE**

Chi ha ragione? James Cameron o il popolo del Web?

# JAMES CAMERON vs POPOLO del WEB



Assumiamo che la porta sia un parallelepipedo a base rettangolare.

Per le dimensioni, utilizziamo quelle tipiche di una porta.

L:	2.0 m
W:	0.8 m
T:	0.10 m

E come materiale assumiamo che sia legno di abete.

$\rho_p = 450 \text{ kg/m}^3$

# JAMES CAMERON vs POPOLO del WEB



L: 2.0 m  
W: 0.8 m  
T: 0.10 m

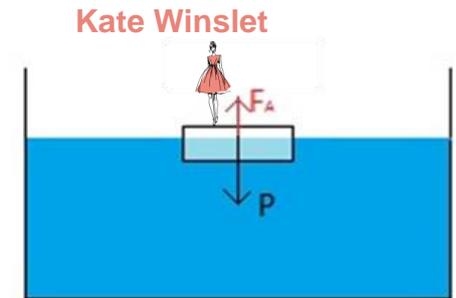
$$\rho_p = 450 \text{ kg/m}^3$$

Resta da stimare il peso di Kate Winslet, forse il parametro più difficile. Senza troppi giri di parole, faccio un azzardo:

$$m_{KW} = 60 \text{ kg}$$

Un **corpo affonderà** se la forza peso è maggiore della spinta di Archimede

$$P > \rho_A V_A g$$



Stimiamo la forza peso  $P$

La forza peso  $P$  sarà la somma di due contributi:

1. la forza peso  $P_1$  esercitata dalla porta:
2. la forza peso  $P_2$  esercitata da Kate Winslet

$$P = P_1 + P_2$$

# JAMES CAMERON vs POPOLO del WEB

L: 2.0 m  
W: 0.8 m  
T: 0.10 m

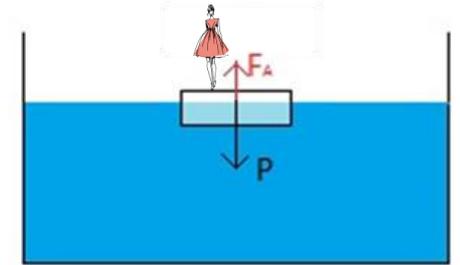
$$\rho_p = 450 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{KW} = 60 \text{ kg}$$

Un **corpo affonderà** se la forza peso è maggiore della spinta di Archimede

$$P > \rho_A V_A g$$

Kate Winslet



$$P = P_1 + P_2$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \rho_p V_p g = 450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (2.0 \cdot 0.8 \cdot 0.1) \text{m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ &= 450 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.16 \text{m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{706.3 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$P_2 = m_{KW} g = 60 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \mathbf{588.6 \text{ N}}$$



$$P = P_1 + P_2 = 706.3 \text{ N} + 588.6 \text{ N} = \mathbf{1294.9 \text{ N}}$$

# JAMES CAMERON vs POPOLO del WEB

L: 2.0 m  
W: 0.8 m  
T: 0.10 m

$$\rho_p = 450 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{KW} = 60 \text{ kg}$$

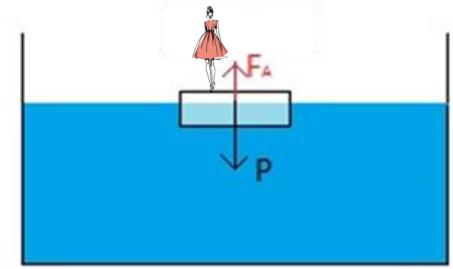
Un **corpo affonderà** se la forza peso è maggiore della spinta di Archimede

$$P > \rho_A V_{AG}$$

$$P = 1294.9 \text{ N}$$

$$V = 0.16 \text{ m}^3$$

Kate Winslet



Per la spinta di Archimede, consideriamo il caso limite, come fatto prima: assumiamo che la porta sia interamente sommersa in acqua

$$F_A = \rho_A V_{AG} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.16 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1569.6 \text{ N}$$



Kate Winslet vivrà



$$P < \rho_A V_{AG}$$



# Titanic (1997)



## Titanic

Titolo originale: Titanic

Nazione: Usa

A

co/Romantico

James Cameron

[www.titanicmovie.com](http://www.titanicmovie.com)

[www.20thfox.it/titanic/](http://www.20thfox.it/titanic/)

Leonardo Di Caprio, Kate Winslet, Billy Zane, Kathy Bates, Frances Fisher, Bill Paxton, Gloria Stuart

James Cameron, Jon Landau

20th Century Fox

12 maggio 1998 (cinema)

12 maggio 2012 (cinema - versione 3D)

12 maggio 2012 (cinema)

Oscar nella categoria Best Picture (1998): miglior film, miglior regia, miglior scenografia, miglior costumi, migliori effetti sonori, migliori effetti speciali, miglior suono, miglior canzone, migliore colonna sonora, miglior montaggio, miglior fotografia.

La storia di due giovani amanti che trovano l'infinito amore nel viaggio a bordo del "Titanic". Ma quando il transatlantico si scontra con un iceberg nel mezzo del Nord Atlantico, il loro amore viene sconvolto e si trasforma in una corsa mozzafiato per sopravvivere al disastro.



# JAMES CAMERON vs POPOLO del WEB

Un **corpo affonderà** se la forza peso è maggiore della spinta di Archimede

$$P > \rho_A V_{Ag}$$

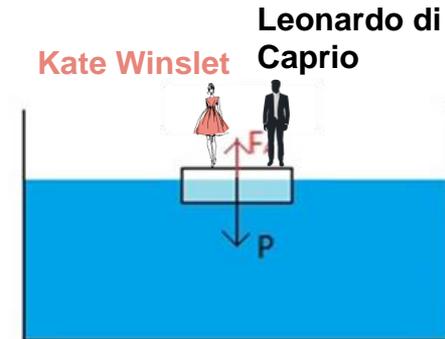
$$P = 1294.9 \text{ N}$$

$$F_A = 1569.6 \text{ N}$$

Cosa accade se aggiungo Leonardo Di Caprio?  
La spinta di Archimede resta invariata

Alla forza peso, occorre aggiungere il contributo dato da Leonardo di Caprio

$$m_{LdC} = 65 \text{ kg}$$



$$\begin{aligned} P^* &= P + m_{LdC}g = 1294.9 \text{ N} + \left(65 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \\ &= 1294.9 \text{ N} + 637.7 \text{ N} = \mathbf{1932.6 \text{ N}} \end{aligned}$$



$$P^* > \rho_A V_{Ag}$$



# JAMES CAMERON vs POPOLO del WEB

