

# Physics Education Laboratory Lecture 08 PCK for Dynamics

Francesco Longo - 26/10/21



# p-prism on Dynamics (Di Sessa 1993)

- Ohm - p-prism
- Force as mover
- Force as deflector
- Continuous force
- Force as a spinner
- Intrinsic resistance
- Springiness
- Equilibrium
- Dynamic balance
- Overcoming

# Conceptual change features:

- 1) Students' dissatisfaction towards their intuitive knowledge
- 2) Knowledge pieces understandable
- 3) New data plausible
- 4) Knowledge pieces useful

# The Force Concept Inventory test

ITALIAN VERSION

<https://drive.google.com/file/d/1SZlSllWVPpo7x8X-CTfXtHwrK70aX2h/view?usp=sharing>

Revised form 081695R

## Force Concept Inventory

Originally published in *The Physics Teacher*, March 1992

by

*David Hestenes, Malcolm Wells, and Gregg Swackhamer*

Revised August 1995

by

*Ibrahim Halloun, Richard Hake, and Eugene Mosca*

The Force Concept Inventory (FCI) is a multiple-choice "test" designed to assess student understanding of the *most basic* concepts in Newtonian mechanics. The FCI can be used for several purposes, but the most important one is to *evaluate the effectiveness of instruction*.

For a full understanding of what has gone into development of this instrument and how it can be used, the FCI papers (refs. 1, 2) should be consulted, as well as: (a) the papers on the FCI predecessor, the Mechanics Diagnostic Test (refs. 3, 4), (b) the paper on the Mechanics Baseline Test (ref. 5), which is recommended as an FCI companion test for assessing quantitative problem solving skills, and (c) Richard Hake's paper (ref. 6) on data collection on university and high school physics taught by many different teachers and methods across the U.S.A.

Refs. 1-5 are online at <<http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>> Ref. 6 is online as ref. 24 at <<http://www.physics.indiana.edu/~hake>>.

### References

1. D. Hestenes, M. Wells, and G. Swackhamer (1992). Force Concept Inventory, *The Physics Teacher* **30**, 141-151.
2. D. Hestenes and I. Halloun (1995). Interpreting the Force Concept Inventory, *The Physics Teacher* **33**, 502-506.
3. I. Halloun and D. Hestenes (1985). The initial knowledge state of college physics students. *Am. J. Phys.* **53**, 1043-1055.
4. I. Halloun and D. Hestenes (1985). Common sense concepts about motion, *Am. J. Phys.* **53**, 1056-1065.
5. D. Hestenes and M. Wells (1992). A Mechanics Baseline Test, *The Physics Teacher* **30**, 159-166.
6. R. Hake (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: A six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am. J. Phys.* **66**, 64-74.

Active Laboratory on the FCI

<https://forms.gle/KLX7wbmGkgSJJxbC9>

# Teacher Desmos: a useful tool ...



<https://teacher.desmos.com>

The screenshot shows the Desmos website homepage. At the top, a white box contains the text "Let's learn together." and "We're on a mission to help every student learn math and love learning math." with a "Graphing Calculator" button. Below this, a section titled "Using Desmos in a classroom?" has two columns: "Students" with a "Student Homepage" button and "Teachers" with a "Browse Activities" button. A "Global Math Art Contest Finalists" section displays five student projects with their names and locations. At the bottom, a "Desmos + Partners" section lists logos for the University of Cambridge, Smarter Balanced, Pearson, NWEA, and Savvas Learning Company.

Let's learn together.

We're on a mission to help every student learn math and love learning math.

[Graphing Calculator](#)

Using Desmos in a classroom?

**Students**  
Have a code from your teacher? Head to the student homepage to enter it.  
[Student Homepage](#)

**Teachers**  
Interactive and creative activities for your math class.  
[Browse Activities](#)

Global Math Art Contest Finalists  
[View all finalists](#)

Chaarvi Sood, Workingham, UK

Ezra Oppenheimer, Ontario, Canada

YY, Yokohama, Japan

Student, California, USA

Benjamin Lacasse, Québec, Canada

Desmos + Partners  
Our tools power [assessments](#) and major curricula. [Learn more](#)

# Teacher Desmos: a useful tool ...

## What We Do

Desmos wants to build a world where every student learns math and loves learning math, where a student's access to the power and beauty of math doesn't depend on their place of birth, race, ethnicity, gender, or any other aspect of their identity.

Our free suite of math software tools, including the renowned Desmos Graphing Calculator and Scientific Calculator, are used annually by over 40 million teachers and students around the world. Our tools power core math curricula for many of the world's largest publishers, and our calculators are built into the majority of U.S. state-level assessments and digital college entrance exams. Desmos is also partnered with the Smarter Balanced Assessment Consortium, the International Baccalaureate MYP, and NWEA (view the full list of assessments [here](#)).

Our cutting-edge technology also powers our free [digital classroom activities](#), thoughtfully designed by teachers for teachers to support and celebrate the different ways students come to know mathematics. These activities are guided by our [pedagogical philosophy](#) and open up a world of possibilities for students to explore concepts more deeply, collaborate with their peers on problem-solving, and apply knowledge creatively as mathematicians.

In 2020, we launched our core [middle school math program](#), which pairs the open-source U.S. middle school curriculum from Illustrative Mathematics and Open Up Resources with Desmos' powerful technology, humanizing pedagogy, and intuitive design. We are working with an incredible cohort of schools and districts to implement and further improve this program over the years to come.

Come join us on our journey! [Play with the calculator](#), [check out our classroom activities](#), or [find a career](#) on our growing team. Stay in touch with us on [Twitter](#), [Facebook](#), [Instagram](#), or [email](#). Teachers and school leaders are also welcome to join our [Educators Community](#).

## Who We Are [Meet the Team](#)



We're a small but growing team.  
Interested in joining? [We're hiring!](#) >

<https://teacher.desmos.com>

# Teacher Desmos: a useful tool ...

The screenshot shows the Desmos website interface. At the top left is the 'desmos' logo. To its right is a search bar with the placeholder text 'Search for an activity' and a magnifying glass icon. Further right are navigation links: 'Math Tools', 'Resources', and 'Educational Ph...', each with a dropdown arrow, and a globe icon. On the left side, there is a vertical navigation menu with the following items: 'Home', 'Most Popular' (underlined), 'YOUR CLASSES' (with sub-items 'Manage Classes' and 'Activity History'), 'YOUR ACTIVITIES' (with sub-items 'Collections' and 'Custom'), and 'FEATURED COLLECTIONS' (with sub-items 'Conics', 'Exponential Functions', 'Functions', 'Inequalities', 'Linear Functions', and 'Linear Systems'). The main content area is titled 'Popular Activities' and contains four activity cards. Each card has a thumbnail image, a title, a 'By Desmos' link, duration, type, and tags. The first card is 'Will It Hit the Hoop?' (30-45 minutes, Application, tags: Distance Learning, Quadratic Functions). The second is 'Marbleslides: Lines' (45-60 minutes, Development, tags: Distance Learning, Functions, Linear Functions). The third is 'Match My Parabola' (45-60 minutes, Practice, tags: Distance Learning, Quadratic Functions, Transforming Functions). The fourth is 'Marbleslides: Parabolas' (45-60 minutes, Development, tags: Distance Learning, Quadratic Functions, Transforming Functions). Each card also includes a brief description and a '+ ...' button.

desmos Search for an activity Q Math Tools ▾ Resources ▾ Educational Ph... ▾ 🌐

Home

Most Popular

YOUR CLASSES

Manage Classes

Activity History

YOUR ACTIVITIES

Collections

Custom

FEATURED COLLECTIONS

Conics

Exponential Functions


Functions

Inequalities

Linear Functions

Linear Systems

## Popular Activities




### Will It Hit the Hoop?

[By Desmos](#) | 30-45 minutes | Application Distance Learning - ... Quadratic Functions

In this activity, students predict whether various basketball shots will go through the hoop, and then model these shots with parabolas to check their predictions.

+ ⋮




### Marbleslides: Lines

[By Desmos](#) | 45-60 minutes | Development Distance Learning - ... Functions Linear Functions

In this delightful and challenging activity, students will transform lines so that the marbles go through the stars. Students will test their ideas by launching the marbles and will have a chance to revise before trying the next challenge.

+ ⋮




### Match My Parabola

[By Desmos](#) | 45-60 minutes | Practice Distance Learning - ... Distance Learning - ... Quadratic Functions Transforming Functi...

In this activity, students work through a series of scaffolded quadratic graphing challenges to develop their proficiency with standard, vertex, factored, and other quadratic function forms.

+ ⋮



### Marbleslides: Parabolas

[By Desmos](#) | 45-60 minutes | Development Distance Learning - ... Quadratic Functions Transforming Functi...

In this delightful and challenging activity, students will transform parabolas so that the marbles go through the stars. Students will test their ideas by launching the marbles and will have a chance to revise before trying the next challenge.

+ ⋮



# Teacher Desmos: a useful tool ...

desmos



Math Tools ▾

Resources ▾

Educational Ph... ▾



[Home](#)

Most Popular

 **Get Started**

## Featured Collections

YOUR CLASSES

Manage Classes

Activity History

YOUR ACTIVITIES

Collections

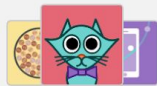
Custom



### Starter Screens

By Desmos 6 Activities

These activities offer starter screens that you can co



### Modeling

By Desmos 6 Activities

These activities are designed for students who have worked with linear, quadratic, and exponential functions, and who are ready to use these function types to represent real-world phenomena.



Graphing Calculator



Scientific Calculator



Four Function Calculator



Matrix Calculator



Test Practice



Geometry Tool

Download our apps in the [Google Play Store](#) and [iOS App Store](#).

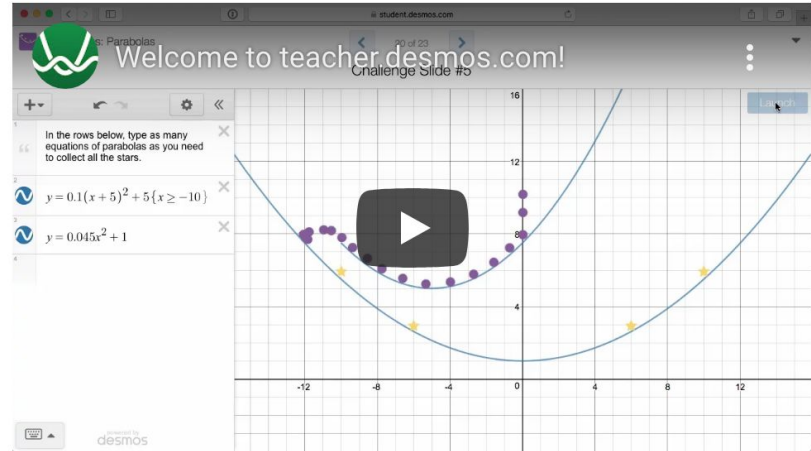
[View All](#)

<https://teacher.desmos.com>

## Learn Desmos: Classroom Activities

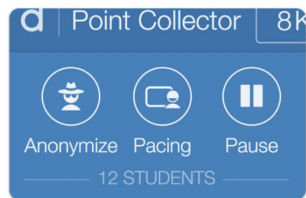
At Desmos, our mission is to help every student learn math and love learning math. With that in mind, we've assembled a collection of unique and engaging digital activities. And best of all? Everything you see at [teacher.desmos.com](https://teacher.desmos.com) is free. Get started with the video on the right, then dive deeper with the resources below.

Tips for Getting Started



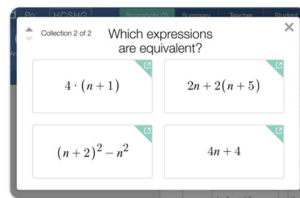
# Teacher Desmos: a useful tool ...

## Next Steps



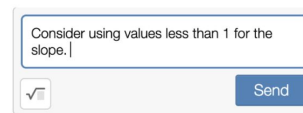
### Facilitate Class Conversations

Learn how to facilitate Desmos activities like a pro with our [Classroom Conversation](#) features—Anonymize, Teacher Pacing, and Pause Class.



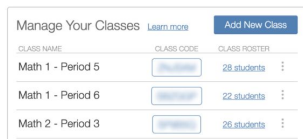
### Select and Sequence Student Work

The Desmos teacher dashboard collects a *lot* of student ideas. Use our [Snapshots](#) tool to select and sequence those ideas as you orchestrate class discussions around student thinking.



### Send Feedback to Students

Leave [Written Feedback](#) on any student screen. Students will see your comment and develop their mathematical ideas further.



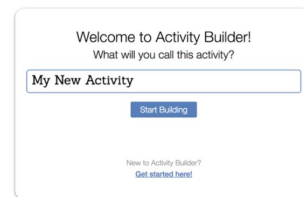
### Manage Your Classes

[Create classes](#) to assign activities to the same group of students throughout a school term.



### Add Co-teachers

[Co-teaching](#) is easy in Desmos when you and your co-teacher are both near the same computer. But when you're far from each other, you can *still* collaborate.



### Create Custom Activities

Create your own Desmos-powered activities with our custom [Activity Builder](#). Learn the ropes with our collection of video tutorials and editable sample activities.

# LE FORZE

Percorso didattico per la classe  
seconda della scuola secondaria di  
primo grado

## EXPLORING FORCE CONCEPT THROUGH A LEARNING PROJECT USING DESMOS



**Valentina Bologna**

Department of Physics, University of Trieste

**Elisabetta Giachin**

Department of Physics, University of Trieste

**Francesco Longo**

Department of Physics, University of Trieste and National Institute for Nuclear Physics (INFN), Trieste

### Abstract

Teachers have been asked to integrate new technologies with didactic education as it happened during COVID-19 times; this has been a real opportunity to review disciplinary and methodological approaches and to enhance features that usually traditional teaching does not use. The learning and the epistemological constructions are promoted also by the use of

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

DIPARTIMENTO DI FISICA

Corso di Laurea Triennale in Fisica

## Sviluppo di un percorso didattico innovativo sul concetto newtoniano di forza

Laureanda:

**Elisabetta GIACHIN**

Relatore:

**Prof. Francesco LONGO**

Correlatrice:

**Prof.ssa Valentina  
BOLOGNA**

































ANNO ACCADEMICO 2019/2020

<https://ijet.itd.cnr.it/article/view/1190>

<https://student.desmos.com/activitybuilder/student-greeting/6177d843570f9a06c685e69d?lang=it>

# LE FORZE

Percorso didattico per la classe  
seconda della scuola secondaria di  
primo grado

<b>1</b> Libri appoggiati su un ban... Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>2</b> Un bicchiere che si rompe ... Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>3</b> Un orologio. Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>4</b> Un bambino che calcia il p... Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>5</b> Un termometro. Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>6</b> Una bomba che esplose. Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>7</b> Una piramide costruita con... Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>8</b> Una lampadina spenta e p... Ci sono delle forze?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>9</b> Trascina le immagini sotto ...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>10</b> Guarda il video di Alex... Cosa avete visto?  [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>11</b> La forza è una <b>INTERAZIONE</b> tra due sistemi. 1. Com'erano prima che si spingessero? E dopo? Perché si...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>12</b> Quello che hai appena vis... Nelle successive immagini, fai attenzione se è presente un'interazione tra i sistemi.  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>13</b> Trascina le immagini sott...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>14</b> Come possiamo rappres... Per rappresentare l'interazione tra due o più...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>15</b> Come possiamo rapp... Disegna una forza.  [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>16</b> Guarda il video e rappres...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>17</b> Osserva l'immagine e risp... Applico una forza al carrello. Cosa succede?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>18</b> Osserva l'immagine e risp...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>19</b> Guarda il video e rappres...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>20</b> Vediamo perché entra...  [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>21</b> Che cos'è l'accelerazi... Guarda il video e riflett... Che significato...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>22</b> Che relazione c'è tra la fo... Osserva l'immagine. Come sarà l'accelerazione.  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>23</b> Supponiamo di aver misu... Riporta nel grafico i valori misurati in...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>24</b> Osserva il grafico e comp...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>25</b> Quale grafico rappresent... [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>26</b> Osserva il grafico. Che tip...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>27</b> In linguaggio matematico... Ora prova tu a scrivere in linguaggio...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>28</b> Che cos'è 'k'? Hai trovato la relazione $F = ka$ . $F = ka$ Che cos'è 'k'?  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>29</b> Osserva l'immagine. $F = 10 \text{ N}$ $a = 2 \text{ m/s}^2$ $F = 20 \text{ N}$ $a = 4 \text{ m/s}^2$ $F = 30 \text{ N}$ $a = 6 \text{ m/s}^2$ Il valore numerico rappresenta una grandezza fisica.  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>30</b> Ora prova tu a esprimere... $F = 7 \text{ N}$ $a = 1 \text{ m/s}^2$ $F = 14 \text{ N}$ $a = 2 \text{ m/s}^2$ $F = 21 \text{ N}$ $a = 3 \text{ m/s}^2$ Tieni in considerazione che la unità di $f(x)$ .  [ ] [ ] [ ] [ ]
<b>31</b> Trova i valori mancanti. [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>32</b> Fai corrispondere ogni ta...  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>33</b> Osserva l'immagine, rapp... Luca tira un pugno ad un sacco da box di 50 chilogrammi.  [ ] [ ] [ ] [ ]	<b>34</b> Osserva l'immagine e inv...  [ ] [ ] [ ] [ ]	

# LE FORZE

Percorso didattico per la classe  
seconda della scuola secondaria di  
primo grado

	Anonimia 59 studenti	Filtro Cronologico	1 Libri app... Ci sono delle	2 Un bicch... Ci sono delle	3 Un orolo... Ci sono delle	4 Un bam... Ci sono delle	5 Un term... Ci sono delle	6 Una bo... Ci sono delle	7 Una pira... Ci sono delle	8 Una lam... Ci sono delle	9 Trascina ...
Apollonius	⋮		×	•	•	•	•	•		×	•
Edray Goins	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
John Urschel	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
John Wallis	⋮		×	•	•	•	•	•	•	×	•
Blaise Pascal	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
Pierre-Simon Lap...	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
Jacques Hadamard	⋮		×	•	•	•	•	•	•	×	•
Pythagoras	⋮		×	•	•	•	•	•	•	×	•
Heisuke Hironaka	⋮		×							×	•
Mary Ellen Rudin	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
Giuseppe Peano	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
Eugenia Cheng	⋮		×	•	•	•	•	•	•	×	•
Émile Borel	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
Gladys West	⋮		×	•	•	•	•	•	•	•	•
Grigory Margulis	⋮		×	•	•	•	•	•	•	×	•

Libri appoggiati su un banco di scuola.



Ci sono delle forze?

SI

NO



Un bicchiere che si rompe per effetto del suono.



Ci sono delle forze?

SI

NO

Un bambino che calcia il pallone.

Ci sono delle forze?

SI

NO



Una piramide costruita con dei magneti.

Ci sono delle forze?

SI



Una bomba che esplode.

Ci sono delle forze?

SI

NO



Una lampadina spenta e poi accesa.

Ci sono delle forze?

SI

NO



Un termometro.

Ci sono delle forze?

SI

NO



Un orologio.

Ci sono delle forze?

SI



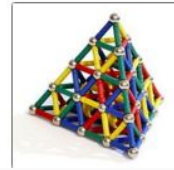
Try to understand which are the prior/intuitive students' knowledge: What is a force?

Trascina le immagini sotto al cartellino corretto.

Esempi di NON Forza



Esempi di Forza



Collecting informations → create a dissatisfaction because the student is not sure of his answers...



Guarda il video di Alexander e Pedro, due astronauti nello spazio, e rispondi.



Cosa avete visto?



Condividi con la classe



1. Com'erano prima che si spingessero? E dopo? Perché si sono mossi?

2. Cos'è cambiato dopo la spinta? Ha cambiato posizione solo uno dei due o si sono spostati entrambi?



Condividi con la classe

Quello che hai appena visto è un esempio di interazione.

La forza è una  
**INTERAZIONE**  
tra due sistemi

Nelle successive immagini,

fai attenzione se è presente un'interazione tra due sistemi.

Trascina le immagini sotto al cartellino corretto.



Esempi di interazione

Esempi di NON  
interazione

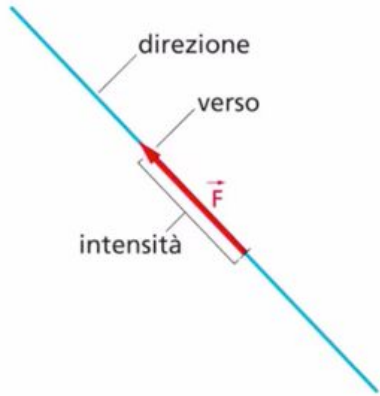


The same images  
but another request:  
not forces but  
interactions

Come possiamo rappresentare la forza?

Per rappresentare l'interazione tra due o più oggetti, scegliamo di utilizzare una FRECCIA.

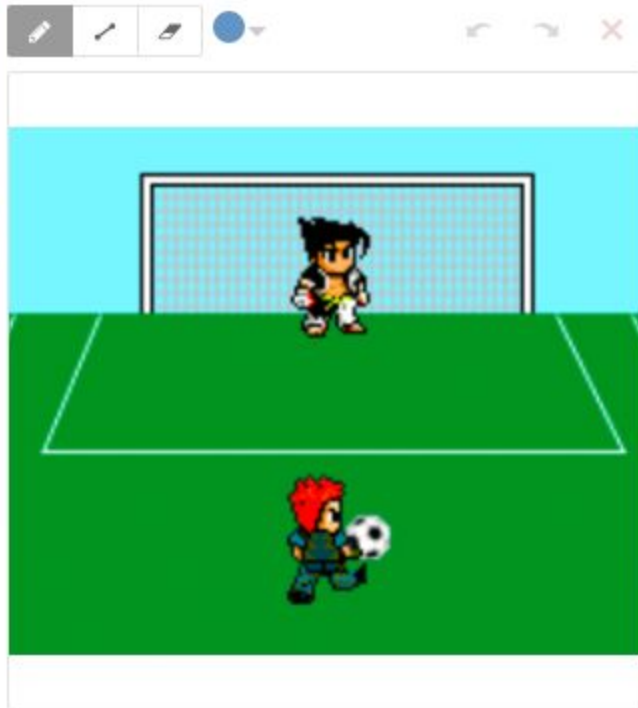
Osserva l'immagine. Che cosa caratterizza la freccia?

  
 [Condividilo con la classe](#)

Come possiamo rappresentare la forza?



Guarda il video e rappresenta con una freccia la forza applicata sul pallone.



Osserva l'immagine e rispondi.



Applico una forza al carrello. Cosa succede?

- Il carrello si sposta verso destra.
- Il carrello rimane fermo.
- Il carrello si sposta verso sinistra.

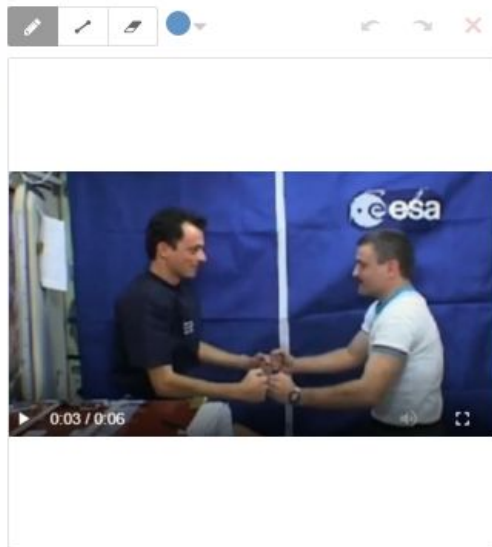
Osserva l'immagine e rispondi.



- Le due squadre esercitano due forze uguali e contrarie.
- La squadra di destra esercita una forza maggiore.
- La squadra di sinistra esercita una forza minore.



Guarda il video e rappresenta con due frecce di colore diverso le due forze esercitate da Alexander e Pedro.



Vediamo perchè entrambi si muovono.



Applying now to understand better what means interaction: knowledge pieces useful

### Che cos'è l'accelerazione?



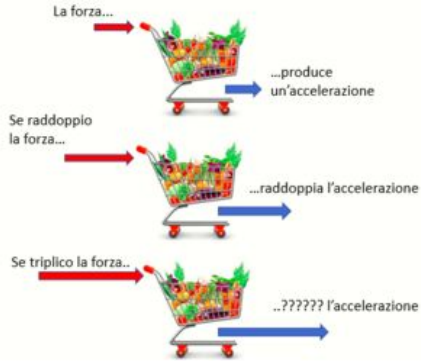
Guarda il video e rifletti.

Che significato ha la tabella del video? La macchina parte da ferma e per raggiungere la velocità di 40 m/s, ad ogni istante varia la sua velocità.

Da che cosa è causata l'accelerazione?

√ Condividi con la classe

### Che relazione c'è tra la forza e l'accelerazione?



Osserva l'immagine. Come sarà l'accelerazione quando triplico la forza?

- L'accelerazione si dimezza.
- L'accelerazione triplica.
- L'accelerazione diminuisce.

Supponiamo di aver misurato i valori di forza e accelerazione applicati al carrello.

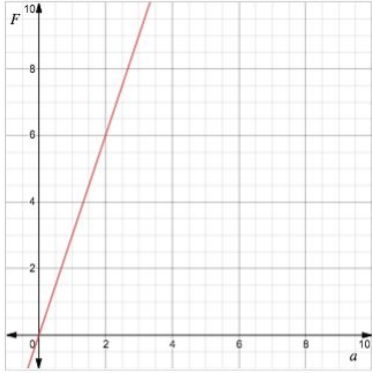


Riporta nel grafico i valori presenti in tabella.

Unisci i punti rappresentati nel grafico con una linea.

a (m/x^2)	F (N)
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40

Osserva il grafico e completa la tabella.

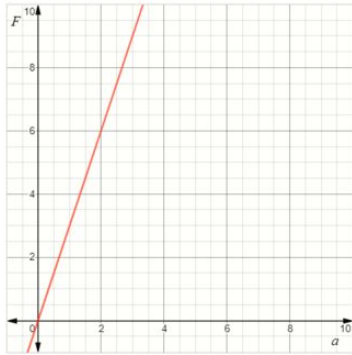


a (m/s <sup>2</sup> )	F(N)
0	
1	
	6
3	

Quale grafico rappresenta meglio la relazione tra forza e accelerazione?

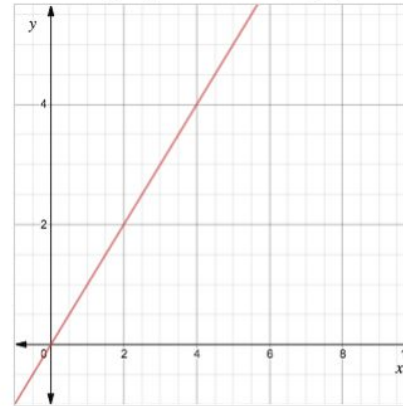


Osserva il grafico. Che tipo di proporzionalità c'è tra forza e accelerazione?



- Proporzionalità diretta (aumenta l'accelerazione, aumenta la forza)
- Proporzionalità inversa (aumenta l'accelerazione, diminuisce la forza)

In linguaggio matematico la proporzionalità diretta si esprime con la relazione  $y=kx$



Ora prova tu a scrivere in linguaggio matematico la relazione che c'è tra la forza e l'accelerazione.

Condividi con la classe

Che cos'è 'k'?

Hai trovato la relazione  $F = ka$ .

Che cos'è 'k'? La MASSA (m).

Riscrivi la relazione tra forza e accelerazione tenendo conto di cos'è k.

$$F = ka$$

Osserva l'immagine.

Il valore numerico rappresenta una grandezza fisica.

$$F = m * 6 \quad a = 6 \frac{m}{s^2}$$

$$10 = m * a \quad F = 10 N$$

$$F = 3 * a \quad m = 3 Kg$$

Ora prova tu a esprimere il valore numerico della grandezza fisica.

$$F = m * 7 \quad a = ?$$

$$3 = m * a \quad F = ?$$

$$F = 4 * a \quad m = ?$$

Tieni in considerazione che le unità di misura sono:

Newton (N) per la forza,

chilogrammo (Kg) per la massa,

metro al secondo quadrato (m/s<sup>2</sup>) per l'accelerazione.

Trova i valori mancanti.

F(N)	m (kg)	a (m/s <sup>2</sup> )
10		5
6	3	
	1	10
4		2
	6	4
12	4	
1		1

Fai corrispondere ogni tabella alla rispettiva rappresentazione grafica e in linguaggio matematico



F(N)	m (kg)	a (m/s <sup>2</sup> )
10		5
6	3	
	1	10
4		2
	6	4
12	4	
1		1



F(N)	m (kg)	a (m/s <sup>2</sup> )
10		5
6	3	
	1	10
4		2
	6	4
12	4	
1		1

Osserva l'immagine, rappresenta le forze e rispondi.



Luca tira un pugno ad un sacco da box di 50 chilogrammi. Sapendo che il sacco si sposta con un'accelerazione di  $5 \text{ m/s}^2$ , che forza dovrà applicare Luca per farlo muovere?

Condividi con la classe

Osserva l'immagine e inventa il testo del problema.



Condividi con la classe

What changes will you suggest for a first year course in a scientific high school?