

**Physics Education**

**Laboratory**

**Lecture 10**

**Content Knowledge for  
Teaching Dynamics**

Francesco Longo - 08/11/21



# FCI and conceptual changing

## QUESTION 1

3. Una pietra lasciata cadere dal tetto di un edificio di un solo piano:
- (A) raggiunge la massima velocità quasi subito dopo il rilascio e da quel momento in poi cade a velocità costante.
  - (B) la sua velocità cresce durante la caduta poiché l'attrazione gravitazionale diventa considerevolmente più intensa mano a mano che la pietra si avvicina alla Terra.
  - (C) la sua velocità cresce a causa di una forza di gravità quasi costante che agisce su di essa.
  - (D) cade a causa della tendenza naturale di tutti i corpi di fermarsi sulla superficie della Terra.
  - (E) cade a causa della combinazione degli effetti della forza di gravità che la spinge verso il basso e della forza dell'aria che la spinge verso il basso.

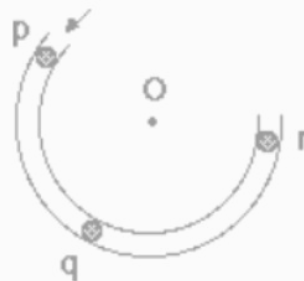
<b>Dynamic key concept</b>	<b>acceleration, force, velocity, gravity, resistance</b>
<b>Prior - primitives</b>	<b>dynamic balance, Ohm p-prim, force as mover, overcome</b>
<b>Misconceptions</b>	<b>velocity - force, a Terra non più forza di gravità, forze e velocità nella stessa direzione, <math>v = \text{costante}</math></b>
<b>How/what to change?</b>	<b>che forma ha? resistenza aria? Palazzo più piani ... f) va a velocità costante perché la forza è costante ..</b>

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 2

La figura rappresenta un canale a forma circolare e privo di attriti centrato in O. Il canale è stato fissato sulla superficie

orizzontale e priva di attriti di un tavolo. Stiamo guardando il tavolo dall'alto al basso. Le forze esercitate dall'aria sono trascurabili. Una palla è lanciata ad alta velocità nel canale nel punto p e ne esce nel punto r.



5. Considera le varie forze seguenti:

1. Una forza di gravità che punta verso il basso.
2. Una forza esercitata dal canale che da q punta verso O.
3. Una forza nella direzione del moto.
4. Una forza che punta da O a q.

**forza centripeta, velocità e accelerazioni**

Quale(quali) di queste forze agisce (agiscono) sulla palla quando essa si trova nel canale privo di attriti nel punto q?

Dynamic key concept

Prior - primitives

**force as deflector, force as mover**

Misconceptions

- (A) Solo la 1.
- (B) La 1. e la 2.
- (C) La 1. e la 3.
- (D) La 1., la 2. e la 3.
- (E) La 1., la 3. e la 4.

**moto orizzontale e verticale, basso e alto "dall'alto?", forza centrifuga, canale non esercita forze**

How/what to change?

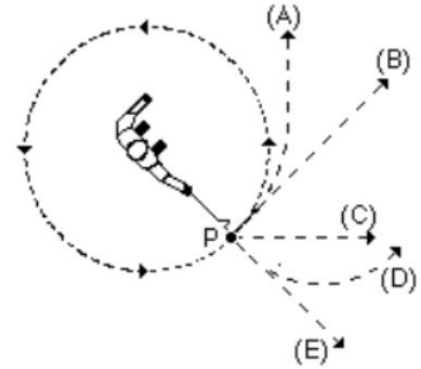
**cambiare linguaggio,**

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 3

7. Una palla di acciaio è attaccata ad una corda che viene fatta ruotare secondo una traiettoria circolare, come illustrato in figura.

Nel punto P la corda improvvisamente si rompe in prossimità della palla. Se questo evento viene osservato direttamente dall'alto, come in figura, a quale traiettoria si avvicina di più il percorso seguito dalla palla dopo che la corda si è rotta?



Dynamic key concept

**forza centripeta, velocità e accelerazioni**

Prior - primitives

**force as deflector, force as mover**

Misconceptions

**moto orizzontale e verticale, basso e alto "dall'alto?", forza centrifuga, canale non esercita forze**

How/what to change?

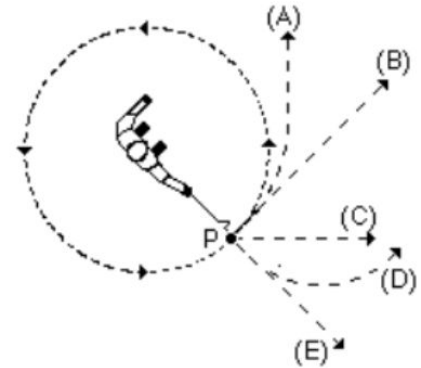
**cambiare linguaggio,**

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 3

7. Una palla di acciaio è attaccata ad una corda che viene fatta ruotare secondo una traiettoria circolare, come illustrato in figura.

Nel punto P la corda improvvisamente si rompe in prossimità della palla. Se questo evento viene osservato direttamente dall'alto, come in figura, a quale traiettoria si avvicina di più il percorso seguito dalla palla dopo che la corda si è rotta?



**Dynamic key concept**

**moto circolare uniforme, velocità costante, traiettoria**

**Prior - primitives**

**force as mover, force as deflector, continuous force**

**Misconceptions**

**traiettoria curvilinea della palla dopo la rottura della corda**

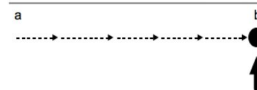
**How/what to change?**

**aggiungerei con che velocità percorrerebbe la nuova traiettoria e perchè.**

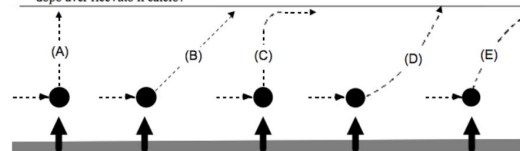
# FCI and conceptual changing

## QUESTION 4

La figura mostra un dischetto da hockey che scivola su una superficie priva di attriti a velocità costante  $v_0$  seguendo una linea retta dal punto "a" al punto "b". Le forze esercitate dall'aria sono trascurabili. Stai guardando il disco dall'alto. Quando esso raggiunge il punto "b" riceve un calcio orizzontale nella direzione indicata dalla freccia stampata in grande. Se il disco fosse stato a riposo nel punto "b", allora il calcio lo avrebbe messo in moto orizzontale con velocità  $v_k$  nella direzione del calcio.



8. A quale delle seguenti traiettorie si avvicina maggiormente il percorso seguito dal dischetto dopo aver ricevuto il calcio?



Dynamic key concept

**traiettoria del moto, composizione di moto, velocità e accelerazione**

Prior - primitives

**force as deflector, force as mover**

Misconceptions

**legge oraria e traiettoria del moto**

How/what to change?

**prima viene rappresentato il vettore velocità e dopo no. Forse avrei aggiunto un passaggio intermedio dove prima rappresento la velocità "dopo la spinta" e poi la traiettoria del moto.**

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 5

9. La velocità del disco subito dopo aver ricevuto il calcio è:
- (A) uguale alla velocità " $v_0$ " che il disco aveva subito prima aver ricevuto il calcio.
  - (B) uguale alla velocità " $v_k$ " dovuta al calcio e indipendente dalla velocità " $v_0$ ".
  - (C) uguale alla somma aritmetica delle velocità " $v_0$ " e " $v_k$ ".
  - (D) più piccola di ciascuna velocità " $v_0$ " o " $v_k$ ".
  - (E) più grande di ciascuna velocità " $v_0$ " o " $v_k$ ", ma più piccola della somma aritmetica di queste due velocità.

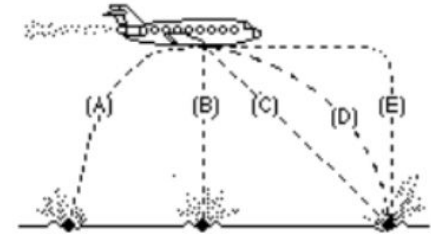
Dynamic key concept	somma vettoriale, inerzia
Prior - primitives	Force as deflector
Misconceptions	Somma vettoriale
How/what to change?	Dire esplicitamente che il disco è un punto materiale, altrimenti il calcio potrebbe essere stato dato non nel centro di massa, in quel caso il disco avrebbe ruotato anche attorno al proprio centro e la velocità $v_k$ sarebbe minore (è vero che non ci sono attriti ma se ci fossero stati la traiettoria non sarebbe più retta)

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 6

14. Una palla da bowling casca accidentalmente fuori dal deposito bagagli di un aereo mentre esso vola in direzione orizzontale.

A quale delle seguenti traiettorie si avvicina maggiormente il percorso seguito dalla palla da bowling, visto da una persona ferma a terra?



Dynamic key concept

Gravità

Prior - primitives

Force as mover

Misconceptions

Scomposizione vettoriale

How/what to change?

Dire che la velocità con cui la palla esce dall'aereo è trascurabile rispetto la velocità dell'aereo (anche se è abbastanza ovvio)



# FCI and conceptual changing

## QUESTION 7

Un grande camion si rompe sulla strada e riceve una spinta fino in città da parte di una piccola auto, come mostrato nella figura sottostante.



15. Mentre l'auto, che sta sempre spingendo il camion, accelera per portarsi alla velocità di crociera:

- (A) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è uguale a quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
- (B) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è minore di quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
- (C) la quantità di forza con cui l'auto spinge in avanti il camion è maggiore di quella con cui il camion spinge all'indietro l'auto.
- (D) il motore dell'auto sta girando così l'auto spinge il camion, ma il motore del camion non sta girando così il camion non può spingere l'auto all'indietro. Il camion è spinto in avanti semplicemente perché si trova davanti all'auto.
- (E) né l'auto né il camion esercitano una forza l'uno sull'altro. Il camion è spinto in avanti semplicemente perché si trova davanti all'auto.

Dynamic key concept

Prior - primitives

Misconceptions

How/what to change?

**Terzo principio della dinamica - Azione e reazione  
Forza risultante**

**force as mover, continuous force**

**L'auto spinge il camion, il camion è in folle e non può esercitare forze**

**Macchina+camion si muovono perché la forza esercitata dalla macchina sul camion è maggiore di quella esercitata dal camion sulla macchina**

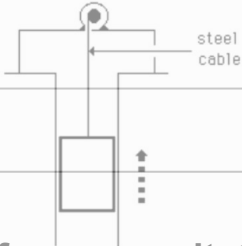
**Mancata attribuzione al terzo principio della forza esercitata del camion sulla macchina**

**Userei un esempio un po' più realistico  
Non ho capito l'ultima frase della risposta D**

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 8

17. Un'ascensore (vedi pagina seguente) viene sollevato lungo il vano ascensore a velocità costante da un cavo d'acciaio, come mostrato nella figura sottostante. Tutti gli attriti sono trascurabili. In questa situazione, le forze sull'ascensore sono tali che:
- (A) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è maggiore della forza di gravità verso il basso.
  - (B) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è uguale alla forza di gravità verso il basso.
  - (C) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è minore della forza di gravità verso il basso.
  - (D) la forza verso l'alto esercitata dal cavo è maggiore della somma della forza di gravità verso il basso e di una forza verso il basso dovuta all'aria.
  - (E) nessuna delle precedenti. (L'ascensore sale perché il cavo viene accorciato, e non perché una forza verso l'alto viene esercitata dal cavo sull'ascensore)..

<b>Dynamic key concept</b>	<b>Primo principio della dinamica - Mantenimento dello stato del moto con risultante delle forze nulla</b> <b>Attrito</b>
<b>Prior - primitives</b>	<b>force as mover</b>
<b>Misconceptions</b>	 <p><b>Forza nulla, dunque corpo fermo</b> <b>La forza esercitata verso l'alto è maggiore di quella esercitata verso il basso dunque l'ascensore si muove verso l'alto</b> <b>La misconception della risposta E potrebbe essere chiarita dal concetto di tensione</b></p>
<b>How/what to change?</b>	<b>cosa farebbe l'ascensore in ognuna delle opzioni?</b>

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 9

18. La figura sottostante mostra un ragazzo che oscilla con una fune, partendo da un punto più in alto di A.

Considera le seguenti, diverse, forze:

1. Una forza di gravità verso il basso.
2. Una forza esercitata dalla fune da A verso O.
3. Una forza nella direzione di moto del ragazzo
4. Una forza che punta da O verso A.

Quale (quali) delle succitate forze agisce (agiscono) sul ragazzo quando egli si trova nella posizione A?

- (A) solo la 1.  
(B) la 1. e la 2.  
(C) la 1. e la 3.  
(D) la 1., la 2. e la 3.  
(E) la 1., la 3. e la 4.



Dynamic key concept

forza, vincolo (tensione), gravità

Prior - primitives

force as mover, force as deflector, equilibrium(?)

Misconceptions

la forza deve avere la direzione del moto

How/what to change?

aggiungere una domanda sulle forze che agiscono su O?

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 10

25. Una donna esercita una forza orizzontale costante su uno scatolone. Di conseguenza, lo scatolone si muove lungo una superficie orizzontale a velocità costante " $v_0$ ".

La forza orizzontale costante applicata dalla donna:

- (A) ha la stessa intensità del peso dello scatolone.
- (B) è maggiore del peso dello scatolone.
- (C) ha la stessa intensità della forza risultante che si oppone al moto dello scatolone.
- (D) è maggiore della forza risultante che si oppone al moto dello scatolone.
- (E) è maggiore o del peso dello scatolone o della forza risultante che si oppone al suo moto.

Dynamic key concept	attrito, forza costante
Prior - primitives	force as mover, continuous force, intrinsic resistance, overcoming
Misconceptions	forza costante-velocità costante,
How/what to change?	nella risposta C,D viene citata una "forza risultante" che crea confusione; in alcune risposte si parla di intensità e in altre no, le omologherei; non "di conseguenza" ma "e"; la risposta "E"; mescolanza attrito statico e dinamico

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 11

26. Se la donna del problema precedente raddoppia la forza orizzontale e costante che esercita sullo scatolone per poterlo spingere sullo stesso pavimento orizzontale, lo scatolone si muove:
- (A) con una velocità costante che è il doppio della velocità " $v_0$ " del problema precedente.
  - (B) con una velocità costante che è maggiore della velocità " $v_0$ " del problema precedente, ma non ne è necessariamente il doppio.
  - (C) per un po' con una velocità che è costante e maggiore della velocità " $v_0$ " del problema precedente, dopodiché con una velocità che cresce.
  - (D) per un po' con una velocità crescente, poi con una velocità costante da quel momento in poi.
  - (E) con una velocità che continua ad aumentare.

<b>Dynamic key concept</b>	<b>forza orizzontale e costante, velocità e velocità iniziale</b>
<b>Prior - primitives</b>	<b>ohm, force as mover, continuous force, overcoming</b>
<b>Misconceptions</b>	<b>accelerazione velocità attrito statico/dinamico</b>
<b>How/what to change?</b>	<b>Se spinge o tira, c'è attrito?</b>

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 12

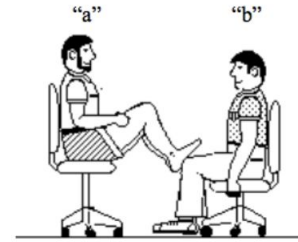
- ⋮
- . Se la donna dell'esercizio 25 smette improvvisamente di applicare la forza orizzontale allo scatolone, allora lo scatolone:
- (A) si fermerà immediatamente.
  - (B) continuerà a muoversi a velocità costante per un po' e poi rallenterà fino a fermarsi.
  - (C) inizierà immediatamente a rallentare fino a fermarsi.
  - (D) continuerà a velocità costante.
  - (E) aumenterà la sua velocità per un po' e poi inizierà a rallentare fino a fermarsi.

<b>Dynamic key concept</b>	<b>forza orizzontale e costante, velocità e velocità iniziale</b>
<b>Prior - primitives</b>	<b>force mover, Ohm's p-prime</b>
<b>Misconceptions</b>	<b>accelerazione velocità attrito statico/dinamico</b>
<b>How/what to change?</b>	<b>Se spinge o tira, c'è attrito? Domanda [F]: Cambierà verso?</b>

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 13

28. Nella figura sulla destra, lo studente "a" ha una massa di 95 kg e lo studente "b" ha una massa di 77 kg. Essi siedono uno di fronte all'altro in sedie identiche. Lo studente "a" posa i suoi piedi sulle ginocchia dello studente "b", come mostrato. Ad un certo punto lo studente "a" spinge i suoi piedi verso l'esterno, causando il moto di entrambe le sedie. Durante la spinta e mentre i due studenti ancora si toccano:



- (A) nessuno dei due studenti esercita una forza sull'altro.
- (B) lo studente "a" esercita una forza sullo studente "b", ma "b" non esercita alcuna forza sullo studente "a".
- (C) ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma "b" esercita la forza maggiore.
- (D) ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma "a" esercita la forza maggiore.
- (E) ciascuno studente esercita la stessa quantità di forza sull'altro.

Dynamic key concept

**forze, azione-reazione, somma vettoriale di forze, attrito**

Prior - primitives

**dinamic balance, force as mover,**

Misconceptions

**azione-reazione**

How/what to change?

**Cosa cambia con l'attrito?  
legame forza accelerazione  
Doppia spinta**

# FCI and conceptual changing

## QUESTION 14

29. Una sedia vuota è ferma sul pavimento. Considera le forze seguenti:

1. Una forza di gravità verso il basso.
2. Una forza verso l'alto esercitata dal pavimento.
3. Una forza netta verso il basso esercitata dall'aria.

Quale (quali) di queste forze sta (stanno) agendo sulla sedia?

- (A) solo la 1.
- (B) la 1. e la 2.
- (C) la 2. e la 3.
- (D) la 1., la 2. e la 3.
- (E) nessuna (poiché la sedia è ferma non ci sono forze che agiscono su di essa.)

<b>Dynamic key concept</b>	<b>azione e reazione, equilibrio</b>
<b>Prior - primitives</b>	<b>equilibrium, dynamic balance</b>
<b>Misconceptions</b>	<b>c'è una forza solo se c'è movimento</b>
<b>How/what to change?</b>	<b>(F) la 1. e la 3.</b>



# FCI and conceptual changing

## QUESTION 15

30. Nonostante un vento molto forte, una tennista riesce a colpire la pallina con la sua racchetta in modo che passi sopra la rete e rimbalzi nel campo della sua avversaria.

Considera le seguenti forze:

1. Una forza di gravità verso il basso.
2. Una forza dovuta al "colpo"
3. Una forza esercitata dall'aria.

Quale (quali) di queste forze agisce (agiscono) sulla pallina da tennis dopo che essa ha perso il contatto con la racchetta e prima che essa tocchi terra?

- (A) solo la 1.                      (B) la 1. e la 2.  
(C) la 1. e la 3.                      (D) la 2. e la 3.                      (E) la 1., la 2. e la 3.

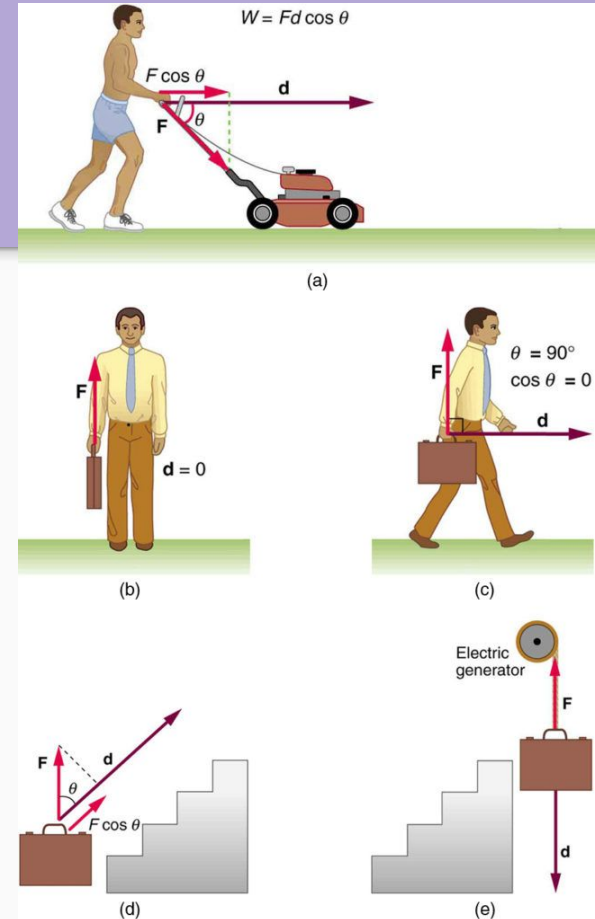
<b>Dynamic key concept</b>	<b>Gravità, forze, resistenza</b>
<b>Prior - primitives</b>	<b>ohm's p-prim, force as mover, force as deflector (gravity)</b>
<b>Misconceptions</b>	<b>la forza dovuta al colpo agisce anche dopo il colpo? (forza legata all'accelerazione, non al moto)</b>
<b>How/what to change?</b>	<b>non so (la misconception non è dovuta a come è formulato l'esercizio, anzi l'esercizio serve proprio a evidenziare eventuali misconcezioni su questo aspetto)</b>

# What about work-energy processes?

(Van Heuvelen et al., 2001)

# key concepts in Work / Energy

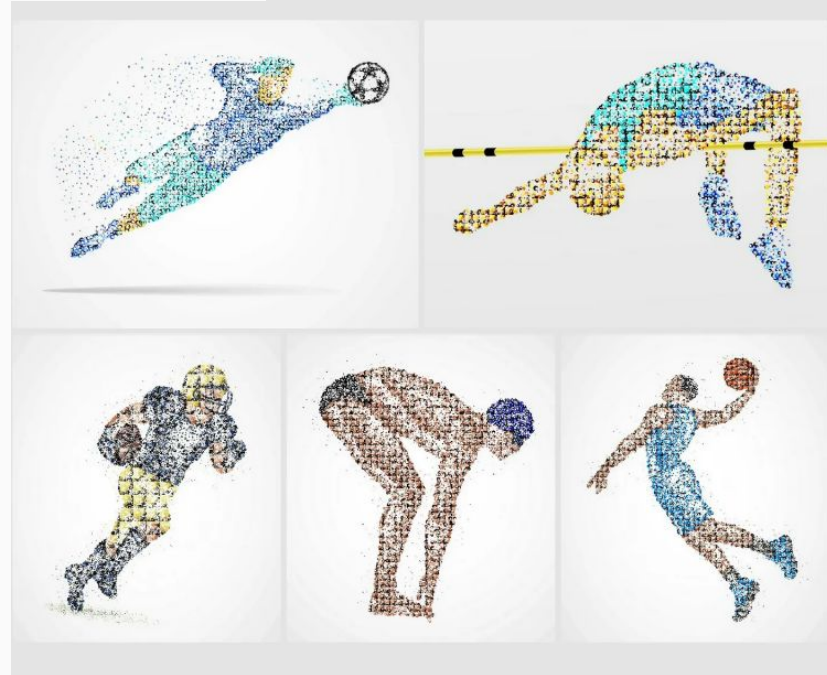
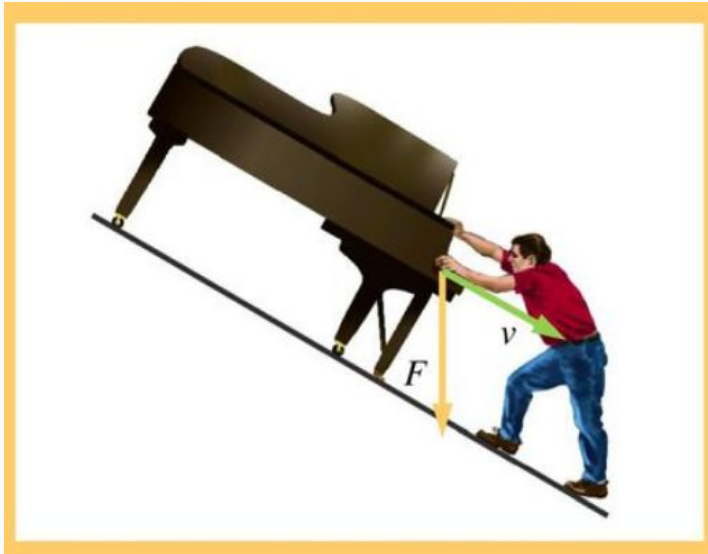
- The concept of Work
- Positive or “Negative” Work
- Kinetic Energy
- Conservative forces and Dissipative forces
- Friction / Air resistance
- Potential Energy
- Power
- Integral along a path ...



# key concepts in Work / Energy

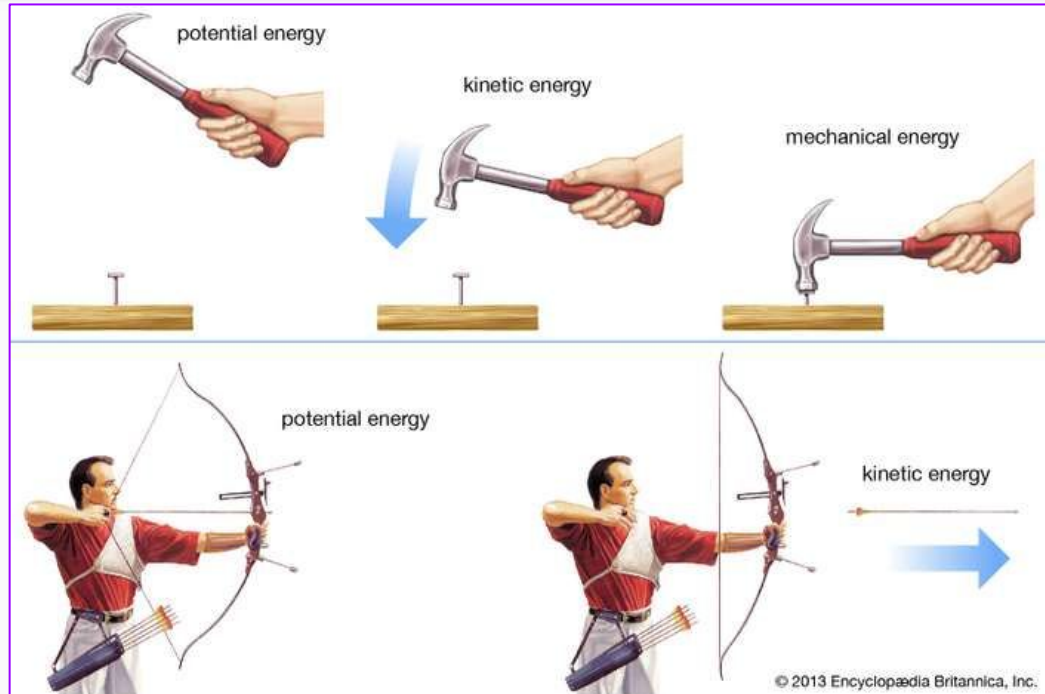
## FORCE AND POWER

- The power ...



# key concepts in Work / Energy

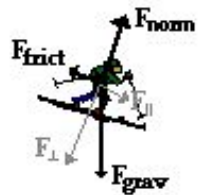
- Conservation of Energy



# key concepts in Work / Energy

- Not conservative forces

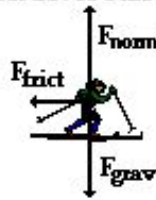
On Incline



$$F_{\text{frict}} = \mu_1 \cdot F_{\text{norm}}$$

$$F_{\text{frict}} = \mu_1 \cdot m \cdot g \cdot \cos\Theta$$

On Level Surface

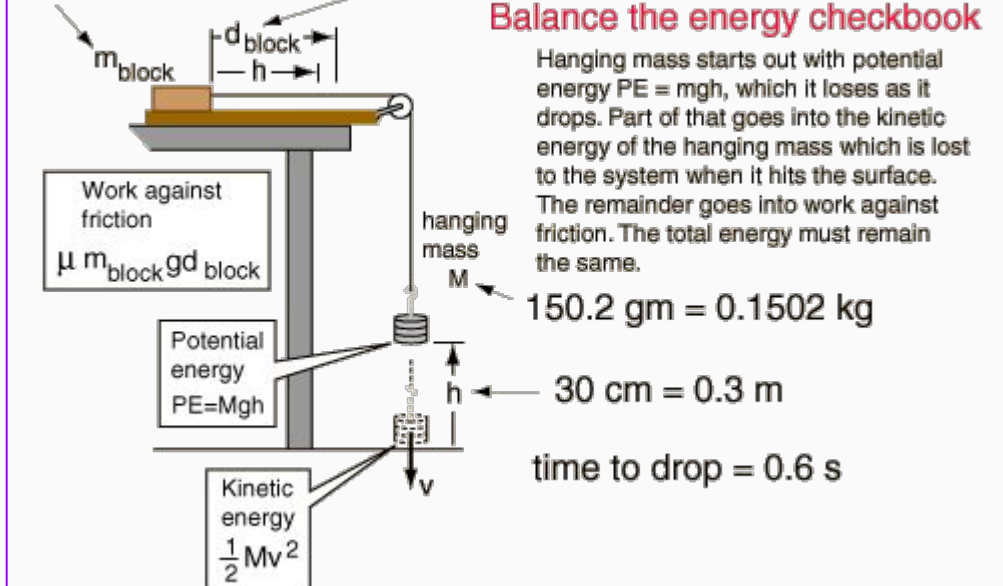


$$F_{\text{frict}} = \mu_2 \cdot F_{\text{norm}}$$

$$F_{\text{frict}} = \mu_2 \cdot m \cdot g$$

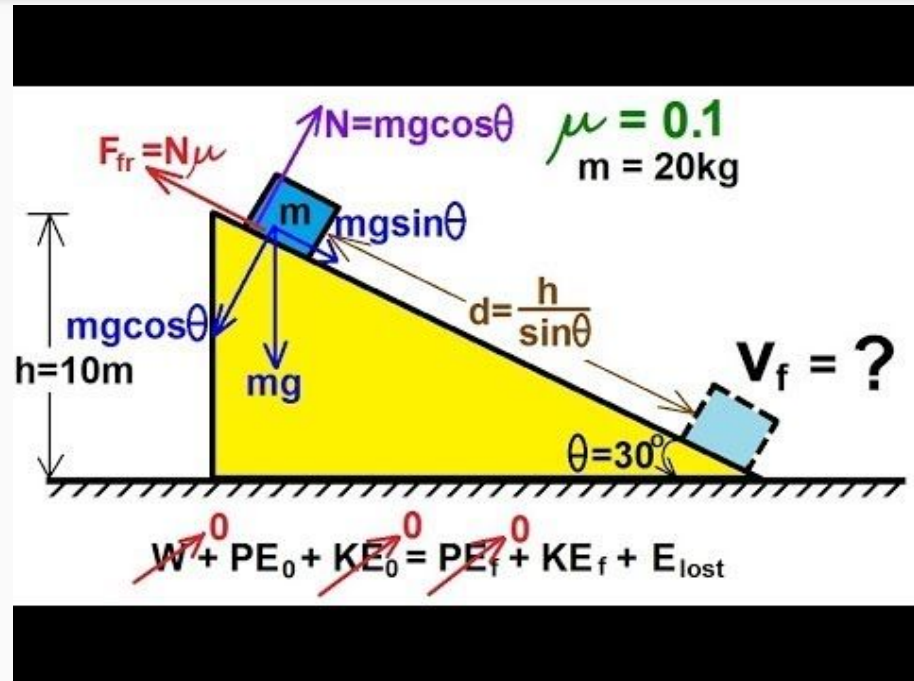
274 gm = .274 kg

58.2 cm = 0.582 m



# key concepts in Work / Energy

- Dynamics “problems” ...



# key concepts in Work / Energy

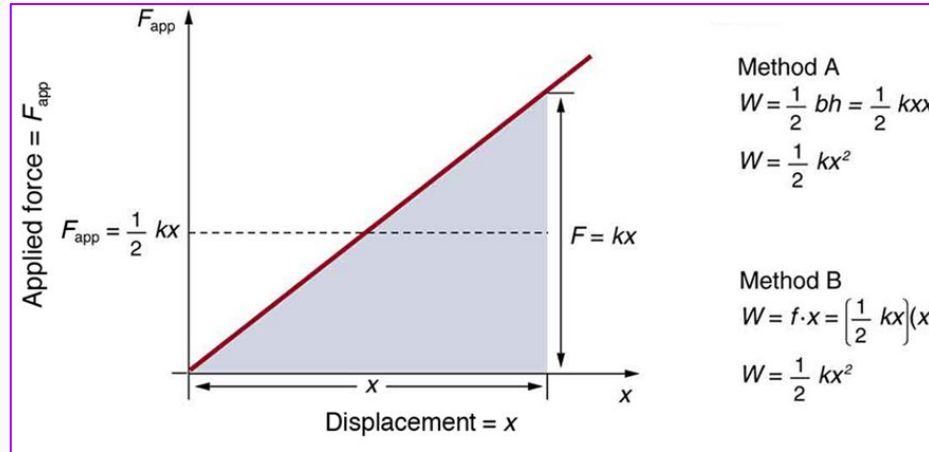
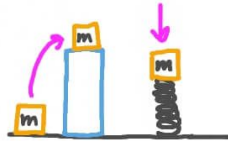
- Potential Energy

## Elastic Potential Energy

- A stretched or compressed spring has **potential energy**.

- $PE_s = \frac{1}{2} kx^2$

- Elastic PE is like gravitational PE



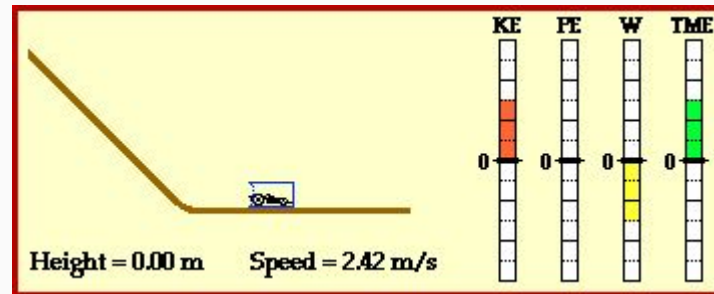


# Conceptual ideas and skills about work-energy process that students have to know/possess

- Choosing a system—the object or objects of interest for the process being considered;
- Characterizing the initial state and the final state of the process;
- Identifying the types of energy that change as the system moves from its initial state to its final state and the signs of the initial and final energies of each type;
- Deciding if work is done on the system by one or more objects outside the system as the system changes states;
- Developing the idea that the initial energy of the system plus the work done on the system leads to the final energy of the system—the energy of the universe remains constant;
- Constructing an energy bar chart—a qualitative representation of the work – energy process;
- Converting the bar chart to a mathematical representation that leads to a problem solution.

Qualitative work – energy bar charts that serve the same role for analyzing work – energy processes as motion diagrams and force diagrams serve when analyzing kinematics and dynamics problems.

The use of these bar charts helps students think more about the physics of a work – energy process rather than relying on formula-centered techniques that lack qualitative understanding.



View animation: <https://www.physicsclassroom.com/mmedia/energy/hw.cfm>

The work–energy problem is originally described in the detailed sketch. Students are asked to convert the sketch into a qualitative bar chart—a bar is placed in the chart for each type of energy that is not zero, and the sum of the bars on the left is the same as that of the bars on the right.

Then the generalized mathematical work–energy equation without any numbers is set up with one energy expression for each bar on the chart.

Notice that the work part in the bar chart is shaded so as to distinguish conceptually between work and energy, that is, work is a process quantity, but energy is a state quantity.

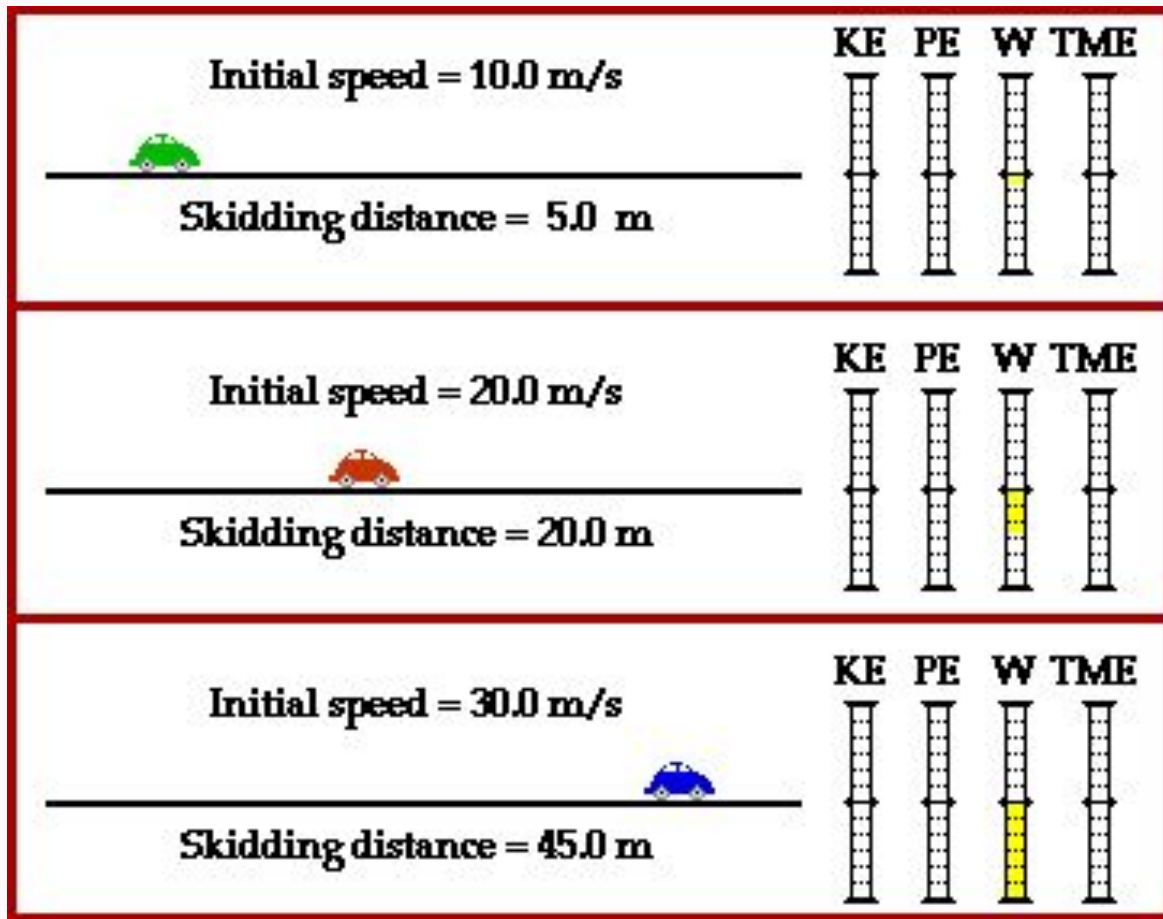
System

Initial Energy + Work = Final Energy

$$K_0 + U_{g0} + U_{s0} + W = K + U_g + U_s + \Delta U_{\text{int(friction)}}$$

Apply the work-energy equation to the process represented above.

$$\frac{1}{2} k d_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + m g y$$



View animation: <https://www.physicsclassroom.com/mmedia/energy/cs.cfm>

The different systems are chosen for the same physical process.

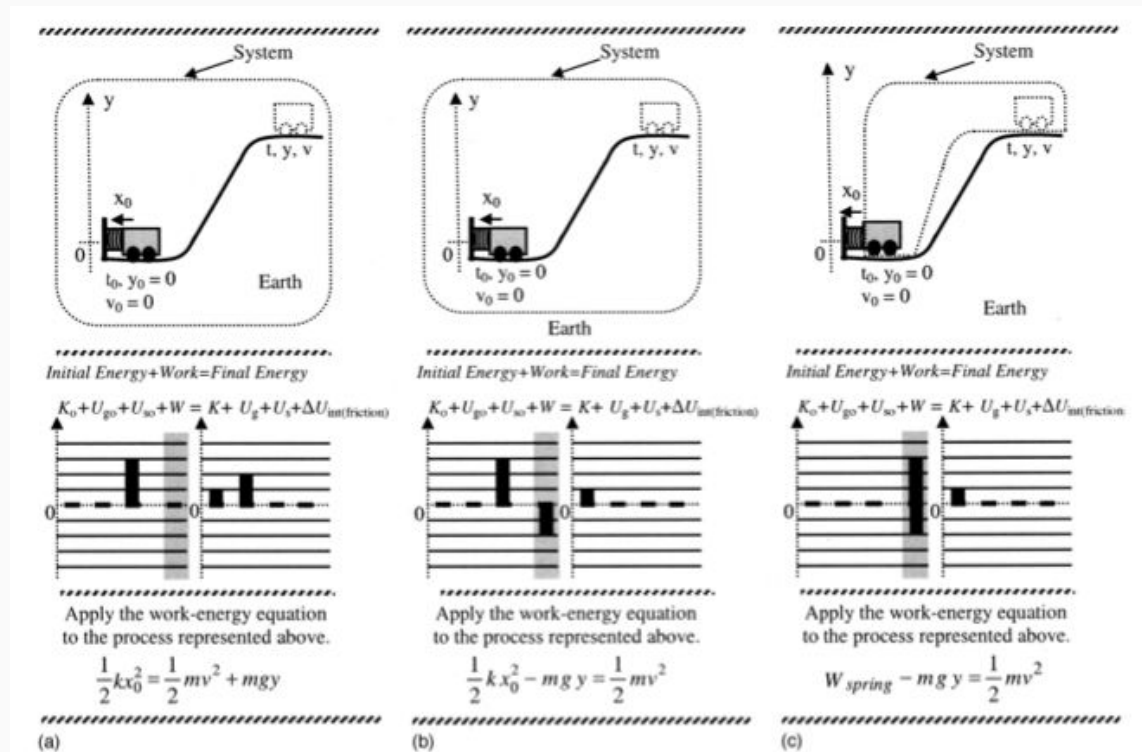
(a) The cart, the spring, and Earth are in the system.

(b) The cart and the spring are in the system, but not Earth.

(c) The system includes only the cart.

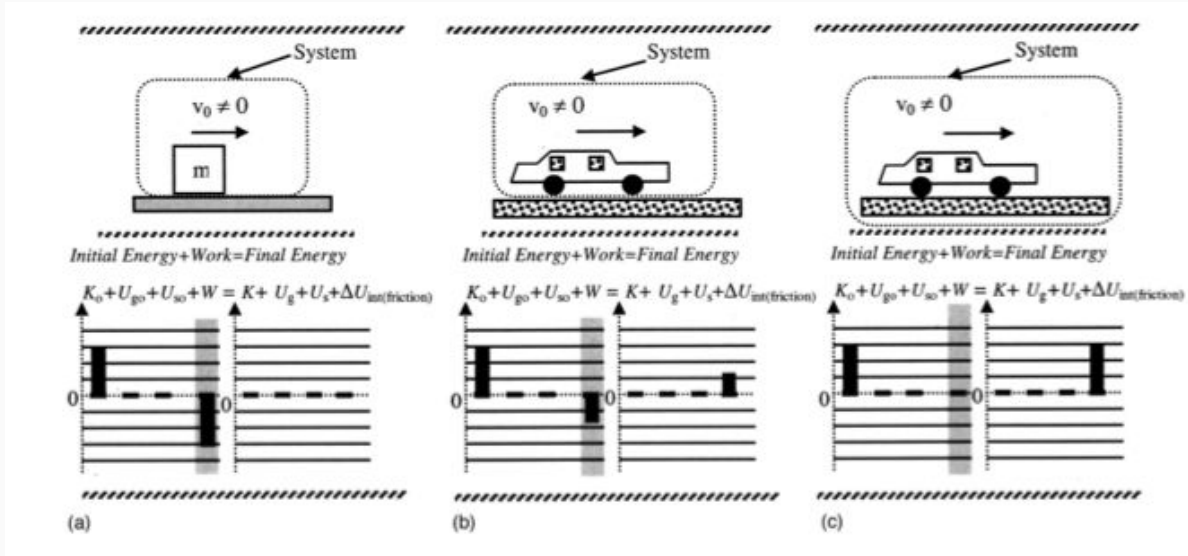
For each chosen system there is one work–energy bar chart and the corresponding generalized work–energy equation.

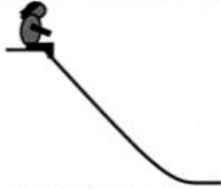
In practice, it would be easy for students to use a system that includes Earth and the spring, although the choice of the system does not affect the physical results.



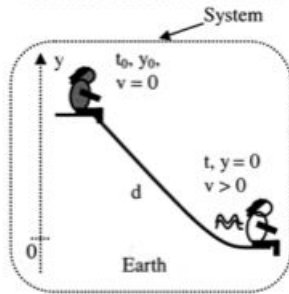
The physical processes involve friction.

- (a) A point-particle block slides to a stop on a floor with friction. The system includes only the point-particle block. So the floor exerts an external frictional force on the point-particle block, and this frictional force does a negative amount of work, which has the same magnitude as the block's initial kinetic energy.
- (b) A real car skids to a stop on a rough road. The car is the only object in the system. Thus the road that touches the car causes an external frictional force and a difficult work calculation
- (c) And now? ..

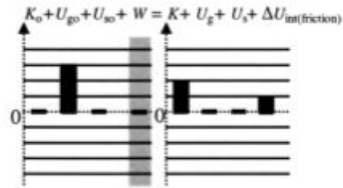




The child initially at rest slides down a slide and is moving at the bottom of the slide.



*Initial Energy + Work = Final Energy*



Apply the work-energy equation to the process represented above.

$$mg y_0 = \frac{1}{2} mv^2 + fd$$

For the given work–energy process, students are asked to construct the detailed sketch, and then convert it to an energy bar chart.

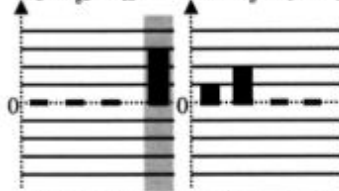
Finally, they use the bar chart to apply the generalized work–energy equation.

Verbal Representation

Pictorial Representation

Initial Energy+Work=Final Energy

$$K_o + U_{go} + U_{so} + W = K + U_g + U_s + \Delta U_{int(friction)}$$



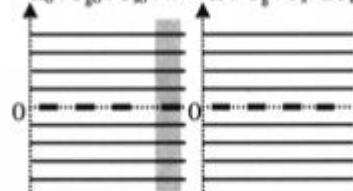
Mathematical Representation

Verbal Representation

Pictorial Representation

Initial Energy+Work=Final Energy

$$K_o + U_{go} + U_{so} + W = K + U_g + U_s + \Delta U_{int(friction)}$$



Mathematical Representation

$$\begin{aligned} & (10 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(20 \text{ m} \sin 35^\circ) \\ & = 0.5 k (20 \text{ m})^2 + (30 \text{ N})(20 \text{ m}) \end{aligned}$$

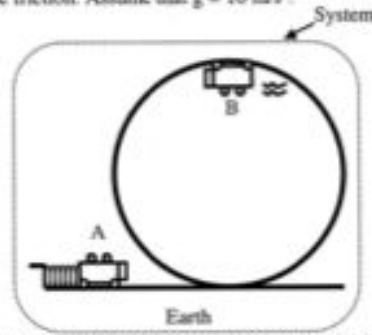


One of the quantitative problems included in the Active Learning Problem Sheets. Students solve these problems using the multiple-representation strategy after having developed skills to construct qualitative representations.

These multiple-representation problems help students develop qualitative understanding about the physical processes and develop problem-solving expertise, instead of using only an equation-centered method.

### Loop-the-Loop

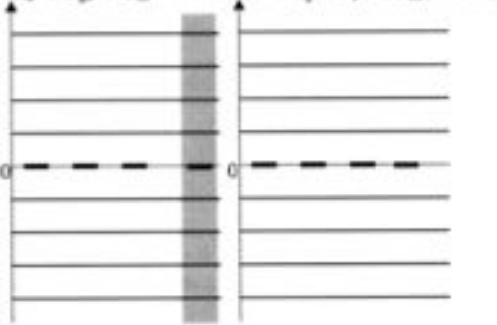
A 500-kg cart, including the passengers, is initially at rest. When the spring is released, the cart is launched for a trip around the loop-the-loop whose radius is 10 m. Determine the distance the spring of force constant 68,000 N/m must be compressed in order that the cart's speed at the top of the loop is 12 m/s. Ignore friction. Assume that  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



(a) Construct a qualitative work-energy bar chart for the process at the left.

*Initial Energy + Work = Final Energy*

$$K_a + U_{\text{sp}} + U_{\text{m}} + W = K + U_g + U_s + \Delta U_{\text{friction}}$$



(b) Use the work-energy bar chart to help construct the work-energy equation for this process.

(c) Rearrange the above to determine the unknown distance that the spring must be compressed.


(d) Evaluation

- Does the answer have the correct units?
- Does the answer seem reasonable?
- How would the answer differ if the loop has a smaller radius? Does this agree with the equation in part (c)?

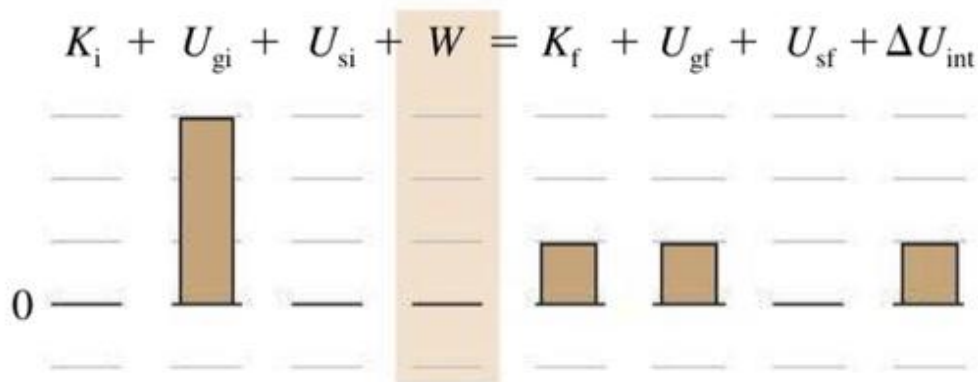
<https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Work-and-Energy/Work-Energy-Bar-Charts/Work-Energy-Bar-Charts-Interactive>

TEST YOURSELF!

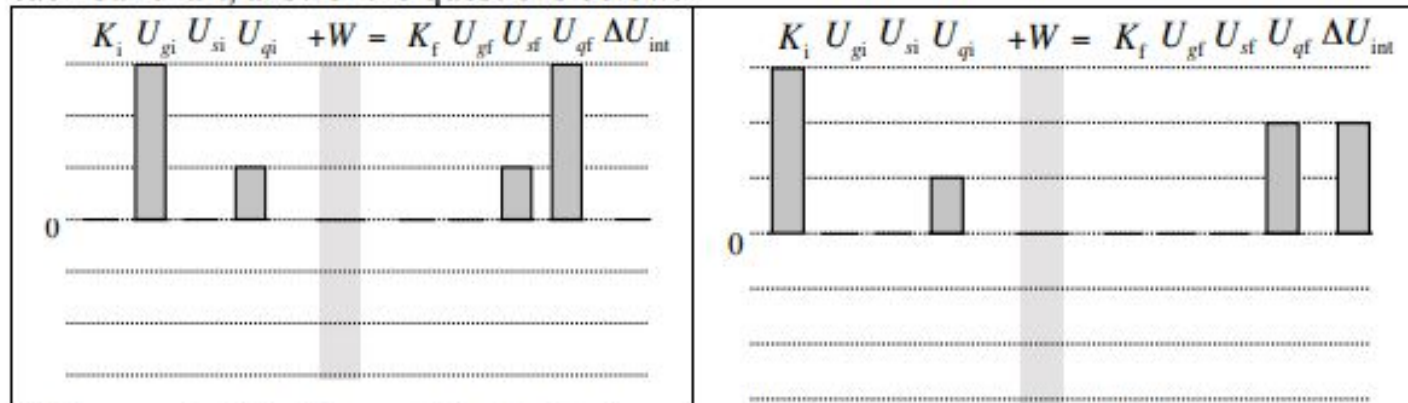
11. • **Jeopardy!** Contestants on the game show *Jeopardy!* depress spring-loaded buttons to “buzz in” and provide the question corresponding to the revealed answer. The force constant on these buttons is about 130 N/m. Estimate the amount of energy it takes—at a minimum—to buzz in.

39. \*  **Bar chart Jeopardy 1** Invent in words and with a sketch a process that is consistent with the qualitative work-energy bar chart shown in **Figure P6.39**. Then apply in symbols the generalized work-energy principle for that process.

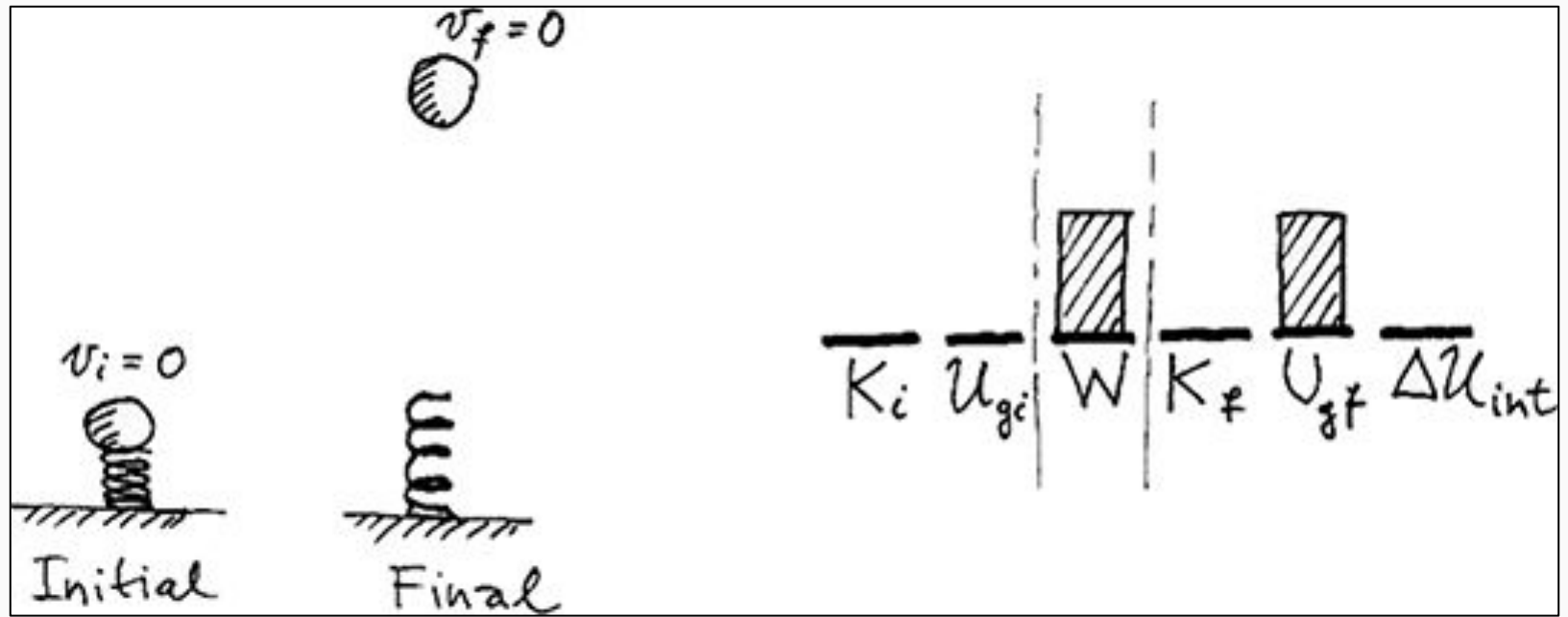
**Figure P6.39**



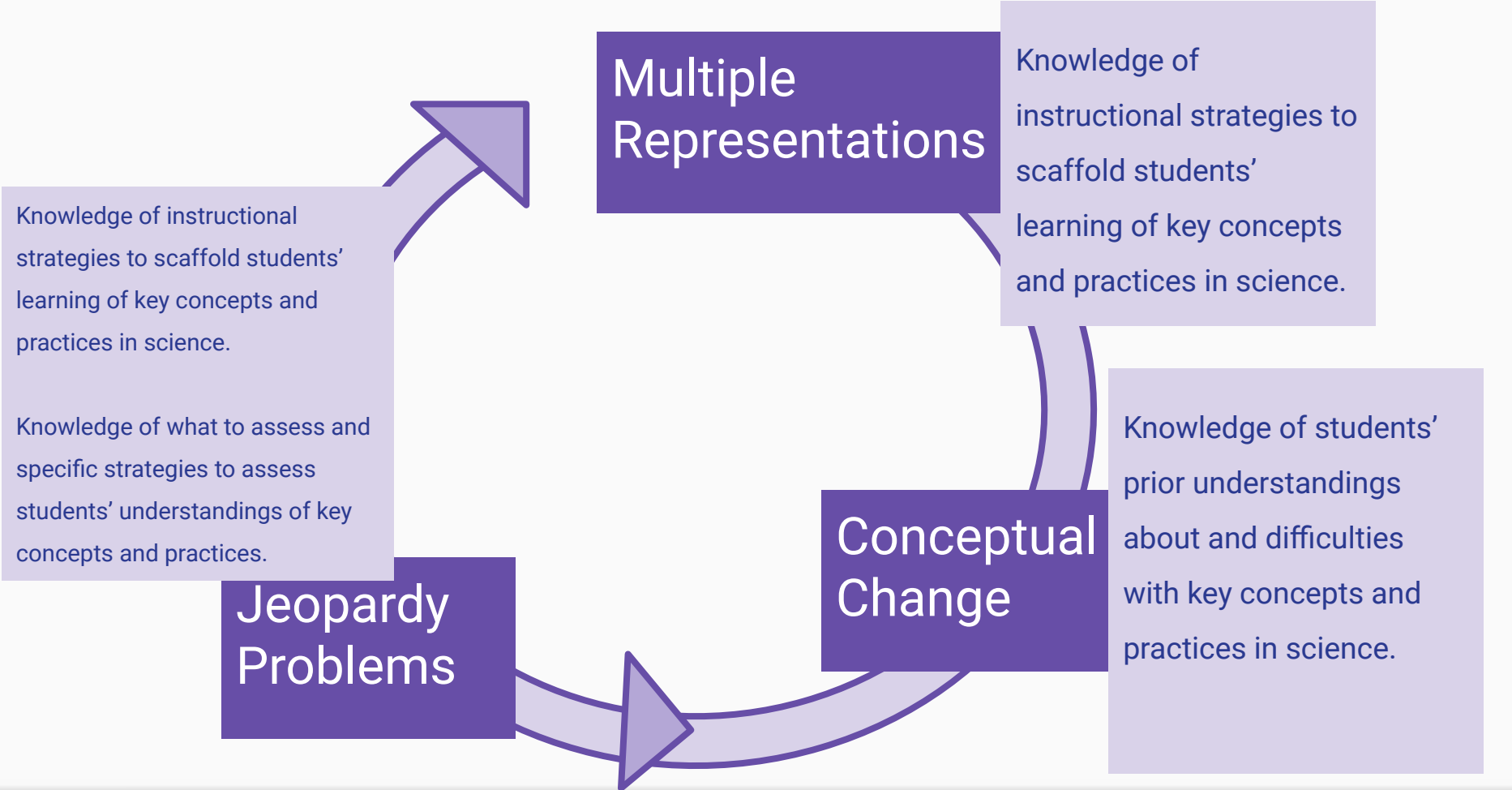
**4. Bar chart jeopardy:** The two bar charts below could represent many processes. Separately, for each bar chart, answer the questions below.



- Draw a sketch of a possible physical process that each bar chart could represent.
- Describe the physical process in words.
- Construct a work-energy equation that each bar chart could represent.



What about Works that come  
from distance-dependent  
forces?





Genuine understanding is most likely to emerge...if people possess a number of ways of representing knowledge of a concept or skill and can move readily back and forth among these forms of knowing.

(Gardner, 1991)