

Physics Education

Laboratory

Lecture 08

**Content Knowledge for
teaching Dynamics**

Francesco Longo - 16/10/25



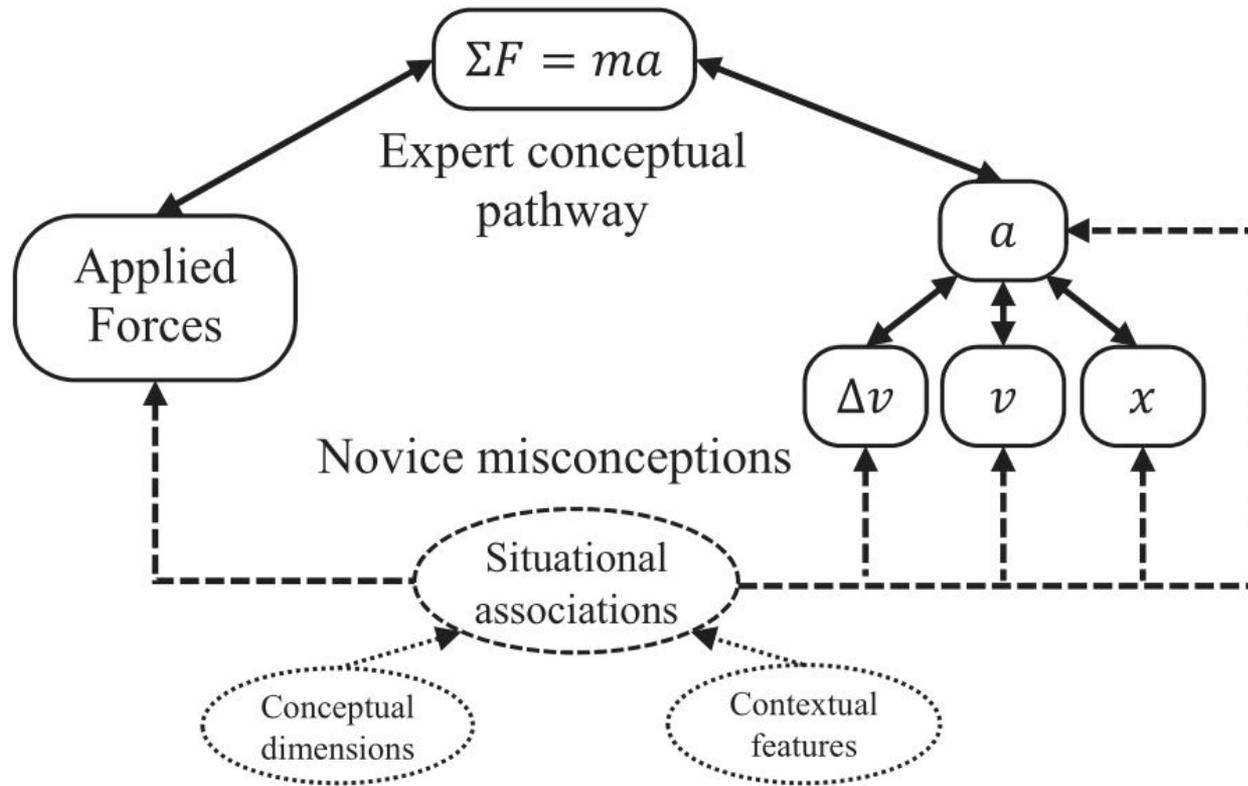
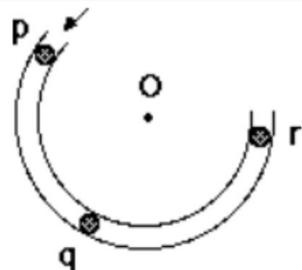


Figure 1. Conceptual framework of force and motion showing connections among variables, relations, and conceptual ideas. The two-way arrows indicate possible pathways of connections within a learner's knowledge structure. The solid lines represent experts' conceptual pathway, while the dashed lines represent novices' possible pathways.

Laboratory on Prior Primitives

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 .

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

- (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.

Laboratory on Prior Primitives

Misconceptions

7 responses

Non ci sono forze agenti sulla palla da parte del tubo

Forces only in the direction of motion

Non sapere/notare che affinché ci sia un moto circolare è necessaria una forza centripeta

Le forze portano l'oggetto verso l'esterno

che la forza del moto circolare indichi nella direzione della traiettoria

Moto circolare uniforme -> assenza di forze

La forza che genera la rotazione è diversa da quella che fa traslare il sistema

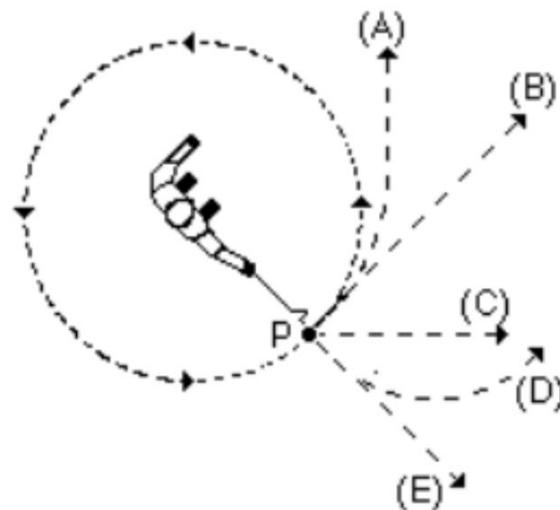
Laboratory on Prior Primitives

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?

...



Laboratory on Prior Primitives

Misconceptions

6 responses

La palla devia il suo moto a causa dell'accelerazione anche dopo la rottura del filo

Circular trajectory with no force (after the rope breaks)

La velocità e la traiettoria hanno "forme" simili

che la velocità, invece di essere tangente alla traiettoria, segue la sua direzione

Palla mantiene per un po' il moto circolare (A) oppure palla si muove lungo la direzione di rottura del filo (E)

La palla continua a ruotare dopo averla lasciata

Laboratory on Prior Primitives

How/what to change?

3 responses

Question about the velocity of the ball

Cambierei da "quale traiettoria" a "quale direzione"

Lesson Plan

- **PLAN an ACTIVITY ON KINEMATICS**
- **PLAN an ACTIVITY ON DYNAMICS**

- **Age**
- **Class composition**
- **When?**
- **What?**
- **How?**
- **Try ?**

Planning a teaching activity

	GRUPPO 1	GRUPPO 2	GRUPPO 3
ETÀ:	II LICEO	I LICEO	II TECNICO
COMPISIZ	16 persone + DSA(1)	20 persone - 1 CIECO	15 + 1 DSA
COSA	MOTO PARABOLICA	MOTO UNIFORME RETTILINEA VELOCITÀ	CADUTA LIBRI + g MOTO UNIFORME ACCELERATO
QUANDO	DOPO UNIFORME ACCELERATO	INIZIO / DOPO INTRO SU FISICA	2 MASSE ≠ - CADONO STESSO TEMPO - MISURA g - GRAFICO LEGGE GRAVITÀ
COME	1) CANNONE 2) FILMATO (+ SCO HEYON) 3) MOTION DIAGRAM 2D 4) TRADIZIONALE 5) LIBRO + ESERCIZI	1) 10 STUDENTI - MOTION DIAGRAM SPAZIO TEMPO 2) + SUONO - TEMPO	

Planning a teaching activity



MOTO CIRCOLARE UNIFORME

classe: 2° anno liceo scientifico (20 persone)

argomenti già trattati: elementi di cinematica (moto rettilineo uniforme e accelerato)

METODOLOGIA:

approccio sperimentale (esperienza in palestra pallina attaccata ad un filo; discussione ipotesi basata sulle conoscenze pregresse e successiva verifica con esperimento)

seguito da una spiegazione teorica dell'esperienza e degli esercizi simili che riproducono l'esempio svolto in palestra. verranno svolti in seguito esercizi più complessi

ETÀ: II ANNO TECNICO

PERSONE: 18 (1 IPERATTIVO)

COSA: 3° PRINCIPIO DINAMICA

QUANDO: DOPO VETTORI, FORZE E 1/2 PRINCIPI

COME:

-RACCOLTA IPOTESI

-ESPERIMENTO CON LE SEDIE A ROTELLE (RAGAZZI CHE SI SPINGONO)

-VIDEO ASTRONAUTI

-CONFERMA E CONFUTAZIONE DELLE IPOTESI

-SPIEGAZIONE: ENUNCIATO E DIAGRAMMA FORZE

-RACCOLTA DI ALTRI ESEMPI DA PARTE DEGLI STUDENTI E CONFRONTO

-ESERCIZIO IN CLASSE PRESO DAL LIBRO

Classe: I liceo

Studenti: 20

Argomento: dinamica (accelerazione e piano inclinato)

- decostruire preconcetti comuni (dialogo con gli studenti)
- definizione grandezze e leggi di Newton
- disegno del piano inclinato e scomposizione delle forze
- dimostrazione pratica di un oggetto sul piano inclinato
- esercizi dal libro

Age: 2 tecnico (fine)

class composition: 18

When: dopo aver fatto le forze e le leggi di Newton

What: moto circolare uniforme

How: - Osservazione : $\frac{1}{2}$ classe guarda e $\frac{1}{2}$ osserva (a turni): esperimento fune

- Riflessione: condivisione teorica (legame tra i concetti)
- Conferma della teoria: video vita reale
- Applicazione: applicazione ai problemi (individuare la domanda, dato il testo; dedurre dal grafico)

Course Topics

Teacher's perspectives

- Subject Matter Knowledge (SMK) or Content Knowledge (CK)
- Pedagogical Knowledge (PK)
- Pedagogical Content Knowledge (PCK)
- Content Knowledge for Teaching (CKT)
- Cultural Content Knowledge (CCK)
- Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)

Student's perspectives

- How students learn
 - Cognitive skills
 - Meta-cognitive skills
 - Assessments
 - Attitude towards physics

Physics perspectives

- Epistemological point of view/development:
 - How Physics works
 - How Physics knowledge is structured
 - How Physicists work

Main topics

Kinematics

Dynamics

Energy

Fluidodynamics

Calorimetry/thermodynamics

Optics

Electrostatics

Magnetism

Electromagnetism

Quantum Mechanics

Special & General relativity

Useful education tools in PER

Early Physics

Multiple Representations in Physics

Historical approaches

Problem-solving; Jeopardy problems

Physics of everyday Thinking

Project Based Education

Modelling instruction

Simulation for Educational Physics

ISLE - **Investigative Science Learning Environment**

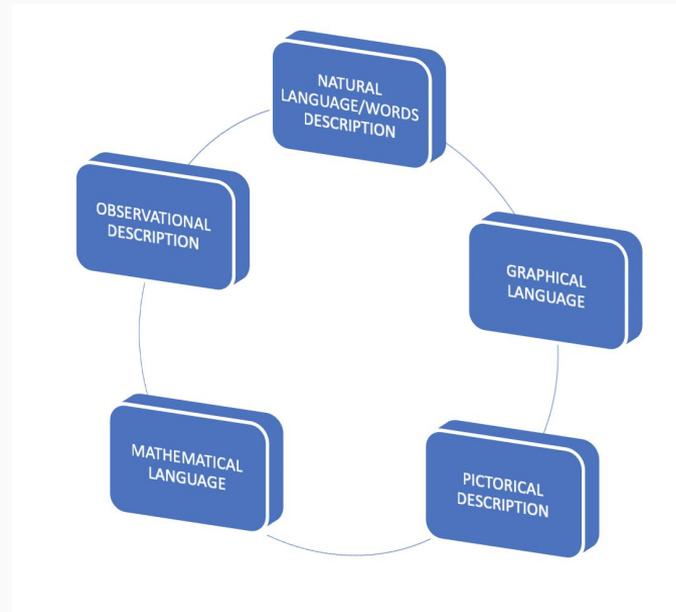
IBSE - Inquiry Based Science Education

Bayesian updating method

On line educational tool-kit

Kinematics and dynamics concept integration

Rotational Motion DESMOS EDUCATIONAL LABORATORY



ACTIVITY 1: Observe the phenomena

<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/61827677ea59770a1ada8332>

ACTIVITY 2: Represent the phenomena

<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/6182738298fcb5dbfae73882>

ACTIVITY 3: Integrate languages/descriptions

<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/618277f16591badbf9ee0fbe>

Physics Education

Laboratory

Lecture 08

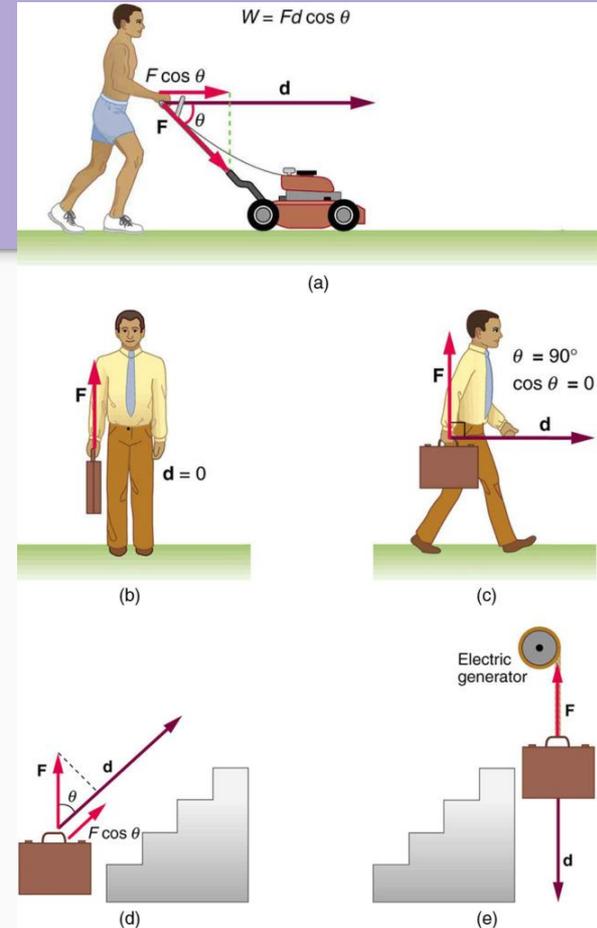
PCK for Dynamics / Energy

Francesco Longo - 16/10/25



key concepts in Work / Energy

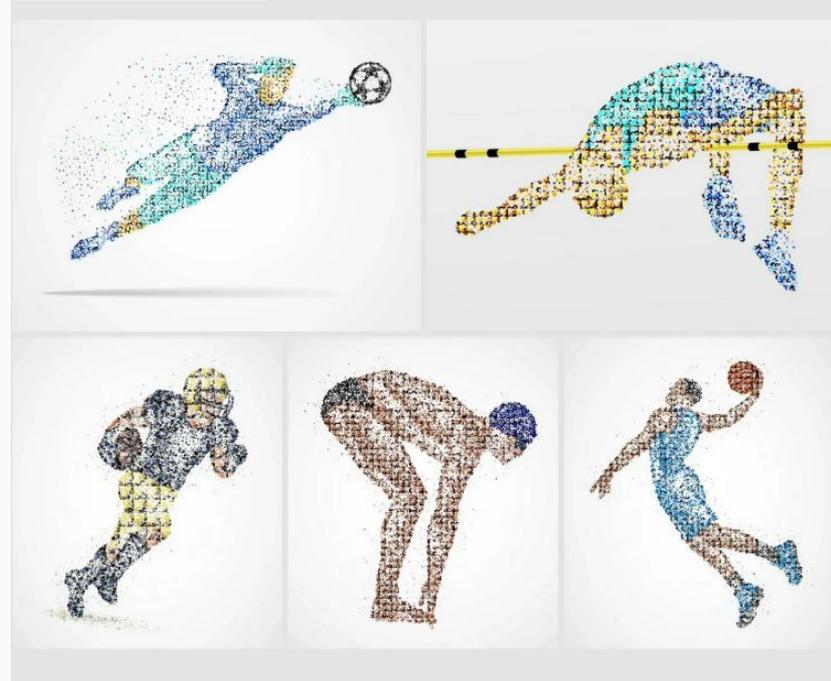
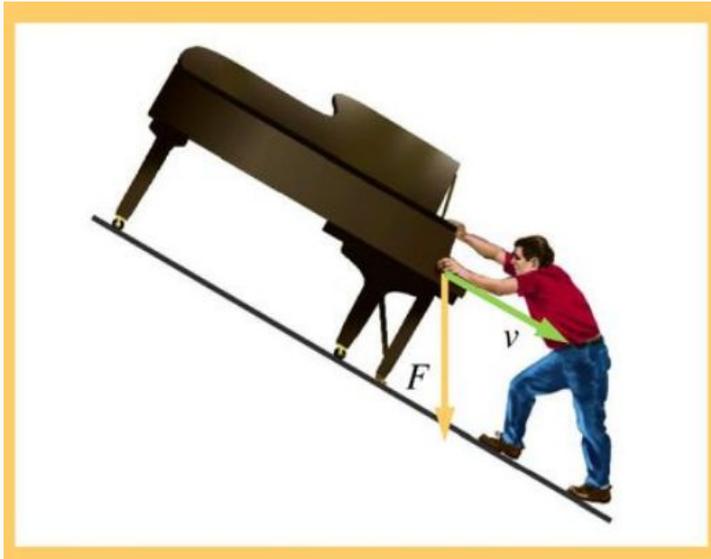
- The concept of Work
- Positive or “Negative” Work
- Kinetic Energy
- Conservative forces and Dissipative forces
- Friction / Air resistance
- Potential Energy
- Power
- Integral along a path ...



key concepts in Work / Energy

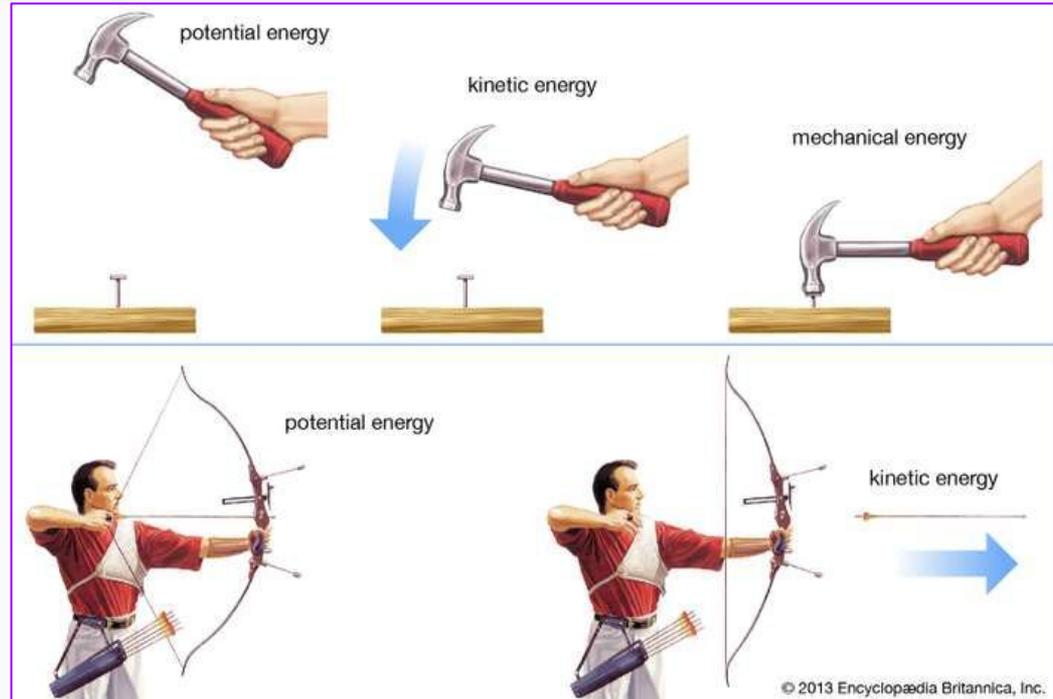
FORCE AND POWER

- The power ...



key concepts in Work / Energy

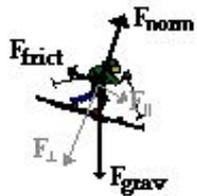
- Conservation of Energy



key concepts in Work / Energy

- Not conservative forces

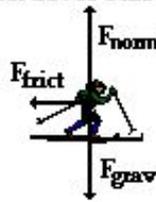
On Incline



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

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

On Level Surface

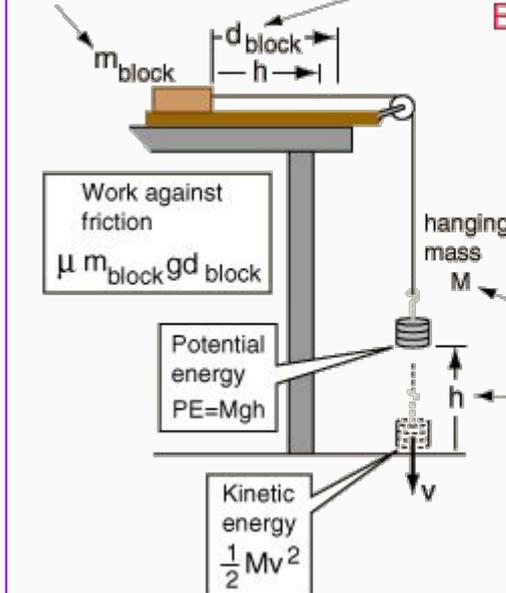


$$F_{\text{frict}} = \mu_2 \cdot F_{\text{norm}}$$

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

274 gm = .274 kg

58.2 cm = 0.582 m



Balance the energy checkbook

Hanging mass starts with potential energy $PE = mgh$, which it loses as it drops. Part of that goes into the kinetic energy of the hanging mass which is lost to the system when it hits the surface. The remainder goes into work against friction. The total energy must remain the same.

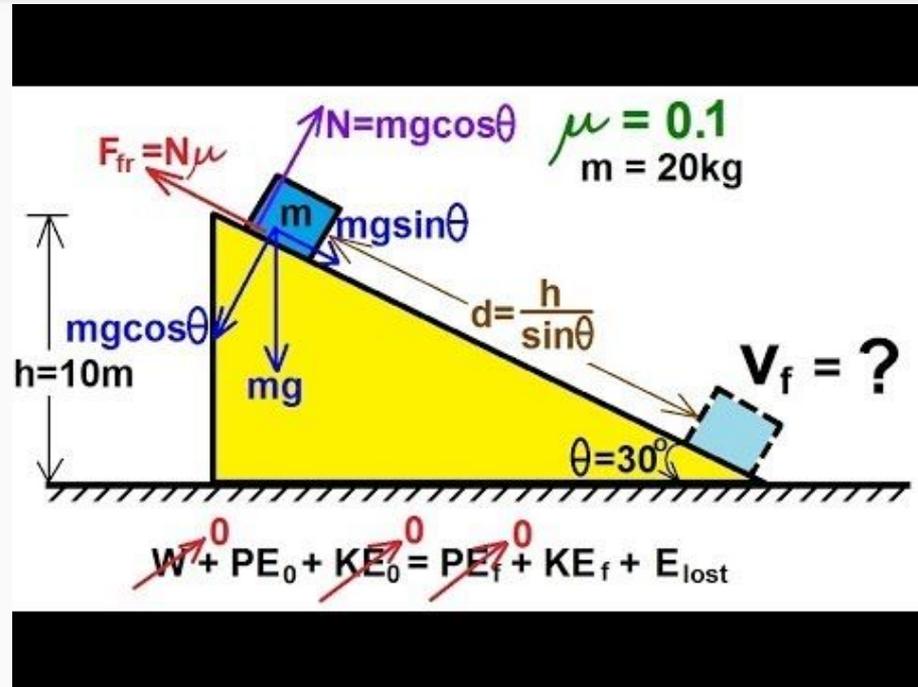
150.2 gm = 0.1502 kg

30 cm = 0.3 m

time to drop = 0.6 s

key concepts in Work / Energy

- Dynamics “problems” ...



key concepts in Work / Energy

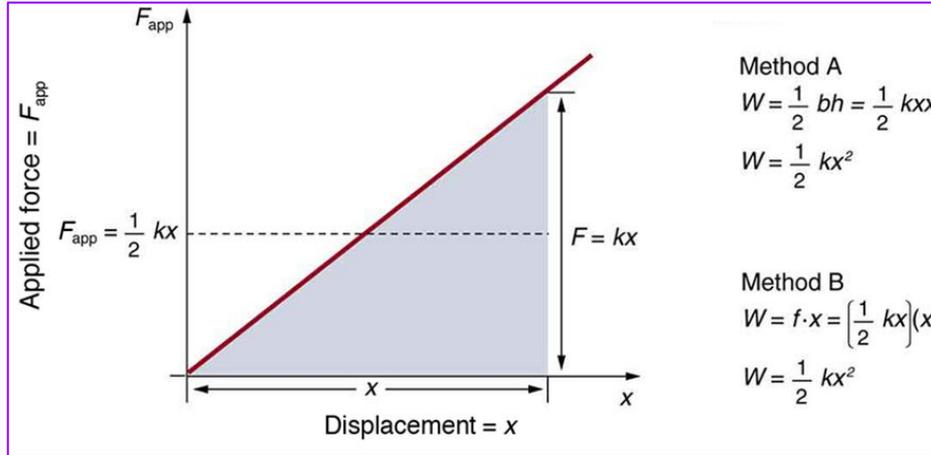
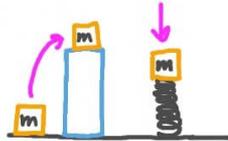
- Potential Energy

Elastic Potential Energy

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

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

- Elastic PE is like gravitational PE

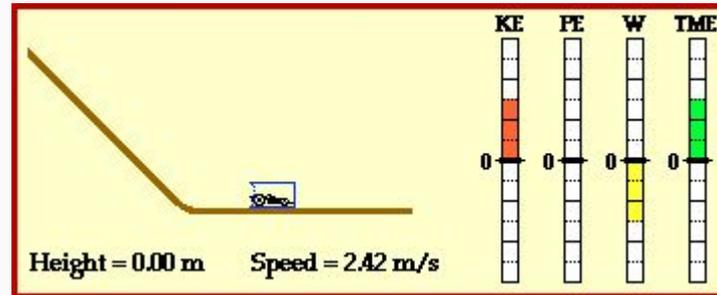


Conceptual ideas and skills about work-energy process that students have to know/possess

- 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>