



Recursos per a
l'aula (eso)

LA CAIGUDA DELS COSSOS

Inmaculada Cuadrado

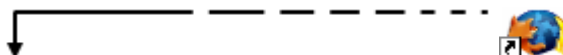
Al curs de 4t d'ESO-LOE, dintre del contingut "Forces i moviments" es demana una "anàlisi experimental de la caiguda lliure i de la independència de la seva acceleració envers la massa". Una de les idees més arrelades en l'alumnat és que els cossos amb més massa cauen amb més acceleració. Davant del fracàs de l'explicació estàndard vaig decidir dissenyar una activitat per fer a l'aula d'informàtica amb diferents simulacions.

Introducció

L'activitat, pensada per a alumnat de 4t d'ESO, consta de :

- Un guió-qüestionari per a cada alumne.
- Dos simulacions del programa *Interactive Physics* (caiguda de dos cossos amb massa diferent i forma igual i caiguda de dos cossos amb massa igual i forma diferent). Se'n pot variar el fregament amb l'aire.
- La projecció de la pel·lícula filmada durant la missió de l'Apollo 15 a la Lluna en que es veu un martell i una ploma que cauen.

Cada alumne té un guió-qüestionari amb una sèrie de preguntes que ha de contestar. Normalment l'activitat es desenvolupa per parelles (o individualment) a l'aula d'informàtica i dura una hora, durant la qual es corregeixen les qüestions plantejades entre tots.



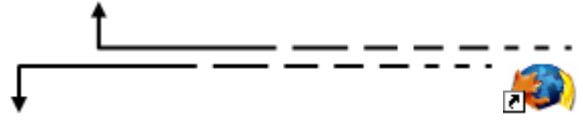
Guia del professorat

Per poder desenvolupar l'activitat, es necessita el programa *Interactive Physics* per a les simulacions i qualsevol programa que et permeti veure la pel·lícula de l'Apollo 15 (en format MPG). A la majoria dels navegadors ja s'hi incorpora. Als IES de Catalunya, en la dotació de les aules de noves tecnologies per a les ciències que va fer el Departament d'Educació als darrers cursos, es va incloure una llicència de l'*Interactive Physics*, de manera que el professorat disposa del programa per al treball educatiu amb l'alumnat en qualsevol dels ordinadors del centre.

Es pot completar l'activitat parlant de les idees d'Aristòtil i Galileu sobre la caiguda dels cossos i reflexionant sobre el "principi d'autoritat" i sobre la importància de l'experimentació en la ciència. L'alumnat també troba molt interessant l'experiment dut a terme per Galileu a la Torre de Pisa. Normalment hi ha un grup d'alumnes convençuts que en realitat no s'ha arribat mai a la Lluna i això dona peu a un debat interessant (hi ha diverses pàgines web a Internet en què defensen aquestes "teories").



Fig. 1: El vídeo de l'Apollo 15 on es veu l'astronauta Alan Bean llençant un martell i una ploma simultàniament.



Guia de l'estudiantat

Objectius

Estudiar experimentalment la caiguda lliure dels cossos amb l'ajut de simulacions i vídeos .

Procediment

1) Si deixem caure una ploma i un martell des d'una altura determinada simultàniament, quin objecte arriba abans a terra? Per què?

2) Si des d'una altura determinada deixem caure un full de paper i un altre full igual però fet una bola simultàniament, quin full arriba abans a terra? Per què? Per què creus que és tan important la forma del cos?

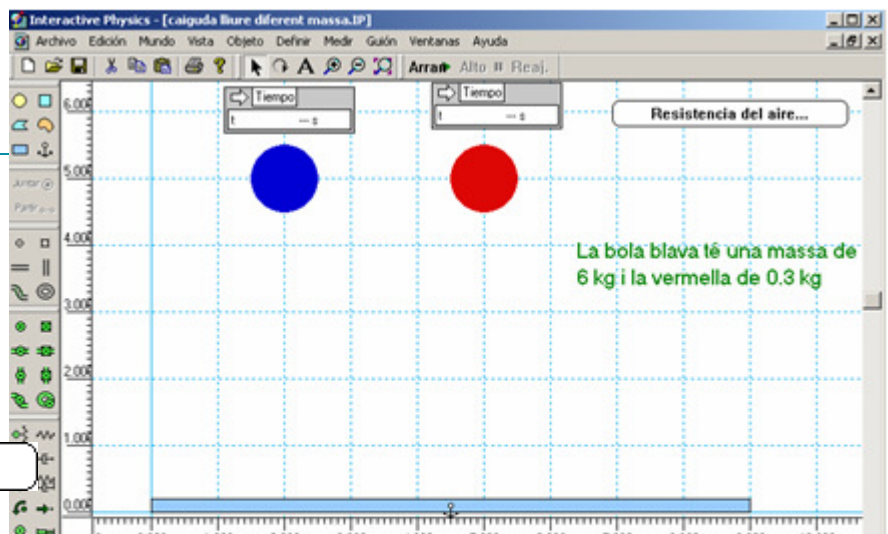
3) Obriu la simulació d'*Interactive Physics* "Caiguda lliure, massa diferent" del fitxer [caiguda lliure diferent](#) (vegeu la figura 2).

Si feu clic al botó **Arran**, la simulació s'inicia i si feu clic a **Alto**, s'atura. Abans de tornar a començar heu de fer clic a **Reaj.**

Si premeu el botó

Resistencia del aire...

podeu variar la resistència de



l'aire, i fins hi tot anul·lar-la.

La simulació presenta dos cossos amb forma igual i massa diferent, la bola blava de 6kg i la vermella de $0,3\text{ kg}$.

a) Seleccioneu "Resistència de l'aire alta" i inicieu la simulació. Quina bola arriba abans a terra?

b) Seleccioneu "Resistència de l'aire nul·la" i inicieu la simulació. Quina bola arriba abans a terra?

4) Obriu la simulació d'*Interactive Physics* "Caiguda lliure, massa igual" del fitxer [caiguda lliure igual massa](#)

(vegeu la figura 3).

Ara tenim dos cossos amb forma diferent però massa igual (com a la pregunta 2)

a) Seleccioneu "Resistència de l'aire alta" i inicieu la simulació. Quin cos arriba abans a terra?

b) Seleccioneu "Resistència de l'aire nul·la" i inicieu la simulació. Quin cos arriba abans a terra?

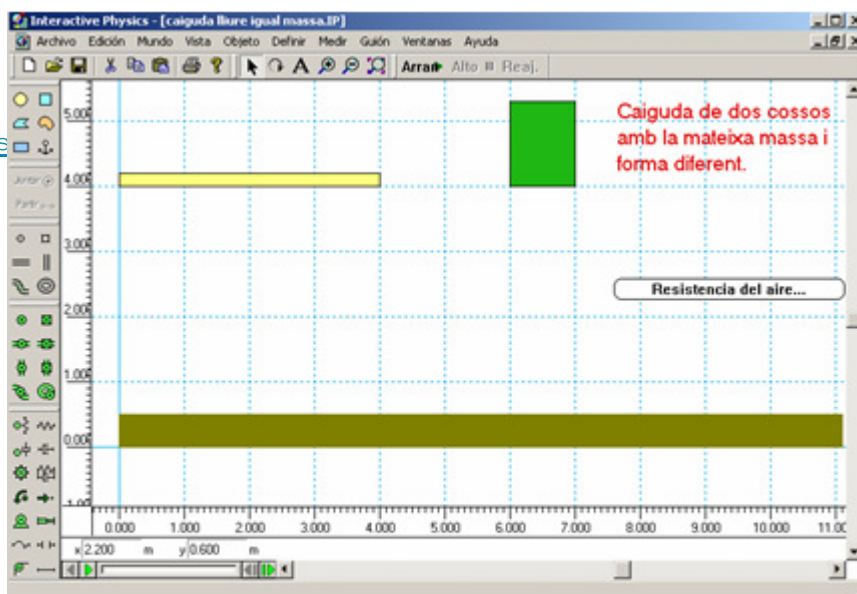


Fig. 3: El programa "Caiguda de dos cossos amb massa igual i forma diferent". S'ha d'obrir amb *Interactive Physics*.

5) Si repetim l'experiment de la pregunta 1 a la Lluna, on no hi ha atmosfera i, per tant, no hi ha fregament amb l'aire, quin cos arriba abans a terra? Raoneu la resposta

6) En el viatge que l'Apollo 15 va fer a la Lluna, un astronauta va enregistrar un altre astronauta que trepitjava la superfície lunar i hi deixava caure un martell i una ploma simultàniament. Obriu el document [Apollo-15](#) i visioneu aquesta pel·lícula. D'acord amb el que heu vist, heu de canviar la resposta a la pregunta 5?

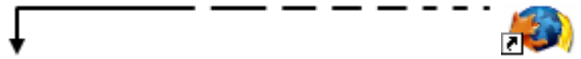
7) Conclusions. Si no tenim en compte el fregament amb l'aire, tot els cossos cauen amb la mateixa acceleració. Aquesta acceleració s'anomena *acceleració de la gravetat* i el seu valor a la superfície de la Terra és de $9,8 \text{ m/s}^2$, és sempre vertical i va cap avall. Per tant, si el fregament amb l'aire és zero, i deixem caure un cos **A** i un altre cos **B** simultàniament des d'una altura determinada, tots dos cauen amb la acceleració i arriben simultàniament a terra i amb la velocitat

8) Des d'un punt situat a 10 m d'altura, deixem caure una síndria de 5 kg i una poma de 100g simultàniament. Si no tenim en compte el fregament amb l'aire, quina fruita arriba abans a terra? Quina fruita hi arriba amb més velocitat? Raoneu les respostes.

9) Expliqueu l'experiment que Galileu va dur a terme per demostrar la seva teoria sobre la caiguda dels cossos. Expliqueu aquesta teoria breument.

10) Expliqueu la teoria d'Aristòtil sobre la caiguda dels cossos





Solucions

1) Si deixem caure una ploma i un martell simultàniament des d'una altura determinada, quin objecte arriba abans a terra? Per què?

Molts alumnes contesten que hi arriba abans el martell, i un grupet que hi arriben al mateix temps.

2) Si des d'una altura determinada deixem caure un full de paper i un altre full igual però fet una bola simultàniament, quin full arriba abans a terra? Per què? Per què creus que és tan important la forma del cos?

Primer es fa l'experiment i després l'alumnat respon. Millor que ho faci un alumne o una alumna.

3) Obriu la simulació d'*Interactive Physics* "Caiguda lliure, massa diferent" del fitxer caiguda_lliure_diferent_massa.ip  (vegeu la figura 2).

Si fe clic al botó **Arran**, la simulació s'inicia i si feu clic a **Alto**, s'atura. Abans de tornar a començar heu de fer clic a **Reaj.**

Si premeu el botó **Resistència del aire...**, podeu variar la resistència de l'aire, i fins hi tot anul·lar-la.

La simulació presenta dos cossos amb forma igual i massa diferent, la bola blava de **6kg** i la vermella de **0,3 kg**.

a) Seleccioneu "Resistència de l'aire alta" i inicieu la simulació. Quina bola arriba abans a terra?
La blava.

b) Seleccioneu "Resistència de l'aire nul·la" i inicieu la simulació. Quina bola arriba abans a terra?
Hi arriben al mateix temps.

4) Obriu la simulació d'*Interactive Physics* "Caiguda lliure, massa igual" del fitxer caiguda_lliure_igual_massa.ip  (vegeu la figura 3).

Ara tenim dos cossos amb forma diferent però massa igual (com a la pregunta 2)

a) Seleccioneu "Resistència de l'aire alta" i inicieu la simulació. Quin cos arriba abans a terra?
El verd

b) Seleccioneu "Resistència de l'aire nul·la" i inicieu la simulació. Quin cos arriba abans a terra?
Hi arriben al mateix temps. Reflexionem sobre la importància del fregament amb l'aire.

5) Si repetim l'experiment de la pregunta 1 a la Lluna, on no hi ha atmosfera i, per tant, no hi ha fregament amb l'aire, quin cos arriba abans a terra? Raoneu la resposta
Hi arriben al mateix temps. Alguns alumnes confonen la força de la gravetat amb la resistència de l'aire i comenten que, si no hi ha atmosfera, el cos no cau.

6) En el viatge que l'Apollo 15 va fer a la Lluna, un astronauta va enregistrar un altre astronauta que trepitjava la superfície lunar i hi deixava caure un martell i una ploma simultàniament. Obriu el document [Apollo-15](#) i visioneu aquesta pel·lícula. D'acord amb el que heu vist, heu de canviar la resposta a la pregunta 5?

Alguns alumnes han de canviar la resposta 5.

7) Conclusions. Si no tenim en compte el fregament amb l'aire, tot els cossos cauen amb la mateixa acceleració. Aquesta acceleració s'anomena *acceleració de la gravetat* i el seu valor a la superfície de la Terra és de $9,8 \text{ m/s}^2$, és sempre vertical i va cap avall. Per tant, si el fregament amb l'aire és

zero, i deixem caure un cos **A** i un altre cos **B** simultàniament des d'una altura determinada, tots dos cauen amb la **mateixa** acceleració i arriben simultàniament a terra i amb la **mateixa** velocitat.

Si no tenim en compte el fregament amb l'aire, tots els cossos cauen amb la mateixa acceleració. Aquesta acceleració s'anomena acceleració de la gravetat i el seu valor a la superfície de la Terra és de $9,8 \text{ m/s}^2$, sempre és vertical i va dirigida cap avall. Per tant, si suposem que el fregament amb l'aire és zero, i deixem caure un cos A i un altre cos B, simultàniament des d'una altura determinada, tots dos cauen amb la mateixa acceleració i arriben a terra simultàniament i amb la mateixa velocitat.

8) Des d'un punt situat a 10 m d'altura, deixem caure una síndria de 5 kg i una poma de 100 g simultàniament. Si no tenim en compte el fregament amb l'aire, quina fruita arriba abans a terra? Quina fruita hi arriba amb més velocitat? Raoneu les respostes.

Encara alguns alumnes contesten que hi arriba abans la síndria. S'ha de recordar la pel·lícula de l'Apollo 15

9) Expliqueu l'experiment que Galileu va dur a terme per demostrar la seva teoria sobre la caiguda dels cossos. Expliqueu aquesta teoria breument.

10) Expliqueu la teoria d'Aristòtil sobre la caiguda dels cossos

Les preguntes 9 i 10 es poden contestar a la mateixa sessió o deixar-les per a una altra class. Com a bibliografia es poden utilitzar les pàgines web següents sobre la ciència dels grecs. A l'última pàgina web es reproduïx un fragment del "Diàleg" de Galileu, amb preguntes per als alumnes.

- http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/41/htm/sec_10.html
- http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/41/htm/sec_15.html
- http://www.xtec.cat/~mpere3/classica/caiguda_lliure.pdf



Inmaculada Cuadrado

Professora de l'IES El Foix, Sta. Margarida i els Monjos (Barcelona).

Habitualment imparteixo la física de batxillerat i la de 4t d'ESO.

Adreça electrònica: icuatrad@xtec.cat