Fitxa d'activitats: òrbites i gravitació

Nom i cognoms	Grup	Data

Què aprendràs

Amb la simulació d'òrbites repetiràs l'experiment mental de Newton: llançar una bala de canó des de dalt d'una muntanya cada vegada més de pressa. Descobriràs per què la Lluna i els satèl·lits no cauen, per què els planetes llunyans triguen tant a fer la volta al Sol i com es mouen dues estrelles que s'atreuen.

Com es treballa. Cada activitat té tres passos:

1. **Prediu.** Abans de mirar la simulació, escriu què creus que passarà i per què.
2. **Observa.** Prepara la simulació, mira què passa i anota les dades.
3. **Explica.** Compara el que ha passat amb el que havies predit i explica per què.

Si la teva predicció no es compleix, no l'esborris: equivocar-se i entendre per què és la millor manera d'aprendre.

Cada activitat té un enllaç que obre la simulació ja preparada. Si tens la fitxa en paper, entra a **simulaciencia.es/ca/simulacions/orbitas** i posa-hi el que diu «Prepara la simulació».

Com llegir les dades. A la «Bala de canó de Newton», el control lliscant «Velocitat inicial» fixa la velocitat del tret en km/s i el quadre «Estat orbital» dona la velocitat, l'altitud sobre el terra, el tipus de trajectòria i el període (el que triga a fer una volta). Els botons «2×» i «4×» acceleren el temps.

Abans de començar

Què en penses ara? Escriu V (vertader) o F (fals). Al final tornaràs a aquesta taula.

Afirmació	V o F
a) Els astronautes de l'Estació Espacial suren perquè allà dalt no hi ha gravetat.	
b) Un satèl·lit necessita un motor que l'empenyi cap endavant perquè no caigui.	
c) Si llances una cosa més ràpid, cau més lluny, però sempre acaba caient.	
d) El Sol és al centre de l'òrbita de la Terra.	
e) Un planeta es mou sempre a la mateixa velocitat.	
f) Quan dues estrelles s'atreuen, la gran es queda quieta i la petita gira al seu voltant.	

Activitat 1. La bala de canó de Newton

Prepara la simulació: mode **Bala de canó de Newton** amb la velocitat inicial a **3,45 km/s**. Obre la simulació preparada

Prediu. Si dispares la bala cada vegada més ràpid, què creus que passarà? Dibuixa les trajectòries que esperes per a una bala lenta, una de ràpida i una de molt ràpida.

La meva predicció (dibuix)

Observa. Prem «▶ Dispara». Després prem «↺ Reinicia», canvia la velocitat amb el control lliscant i torna a disparar.

Velocitat inicial (km/s)	Arriba a terra?	Trajectòria que indica el quadre
3,45		
5,75		
6,90 (botó «Vc»)		

Explica.

1. Per què cau la bala? Quina força l'estira?
2. Amb 6,90 km/s la bala fa voltes sense tocar el terra. Ha deixat de caure? Obre la targeta «Experiment mental de Newton» si necessites ajuda.

Les meves respostes

Activitat 2. Una òrbita circular

Prepara la simulació: Bala de canó de Newton amb **6,90 km/s** (botó «Vc»). Obre la simulació preparada

Prediu. Durant una òrbita completa, canviaran la velocitat i l'altura de la bala? Quines forces creus que hi actuen?

La meva predicció

Observa. Dispara i anota les dades del quadre «Estat orbital» en dos punts diferents de l'òrbita.

Moment	Velocitat (km/s)	Altitud (km)	Període (min)	Òrbites
Primera lectura				
Segona lectura				

Explica.

1. Quin tipus de moviment té la bala? Què canvia i què es manté igual?
2. Quina força actua sobre la bala? Cap on apunta? Hi ha alguna força que l'empenyi cap endavant?

Les meves respostes

Activitat 3. Més ràpid: el·lipses i escapament

Prepara la simulació: Bala de canó de Newton amb **8,05 km/s**. Obre la simulació preparada

Prediu. Ara la bala surt més ràpid que en l'òrbita circular. Quina forma tindrà la seva trajectòria? Anirà sempre a la mateixa velocitat?

La meva predicció

Observa. Dispara, prem «4×» i fixa't en el punt més llunyà (apogeu, marcat en blau) i en el més proper (perigeu, en groc). Després prova 10,35 km/s.

Velocitat inicial (km/s)	Trajectòria	Velocitat al perigeu (km/s)	Velocitat a l'apogeu (km/s)	Energia ε (km²/s²)
8,05				
10,35		—	—	

Explica.

1. On va més ràpid la bala, a prop de la Terra o lluny? Explica-ho amb l'energia cinètica i la potencial.
2. Què té de diferent l'energia ε quan la bala s'escapa? Per què no torna?

Les meves respostes

Activitat 4. Els planetes del Sistema Solar

Prepara la simulació: mode **Sistema Solar**. Obre la simulació preparada

Prediu. Quin planeta creus que triga més a fer una volta al Sol: Mercuri o Neptú? Per què?

La meva predicció

Observa. La llista «Planetes» dona la distància mitjana al Sol (a, en unitats astronòmiques, UA) i el període (T, en anys). Fes clic en cada planeta per veure T^2/a^3.

Planeta	a (UA)	T (anys)	T^2/a^3
Mercuri			
Terra			
Mart			
Júpiter			
Neptú			

Explica.

1. Quina relació hi ha entre la distància al Sol i el període?
2. Què té d'especial l'última columna? És la tercera llei de Kepler.

Les meves respostes

Activitat 5. Les lleis de Kepler

Prepara la simulació: mode **Lleis de Kepler**, **1a llei** amb excentricitat 0,50. Obre la 1a llei · Obre la 2a llei

Prediu. On és el Sol en l'òrbita d'un planeta: al centre o en un altre lloc? Va el planeta igual de ràpid a tota l'òrbita?

La meva predicció

Observa. A la 1a llei, mou l'«Excentricitat (e)» i fixa't en la forma de l'òrbita i en la posició del Sol. Després obre la 2a llei i observa l'àrea groga que escombra la línia Sol-planeta.

Situació	El que observo
e = 0,00	
e = 0,50: on és el Sol?	
e = 0,90	
2a llei: on va més ràpid el planeta?	
2a llei: com és l'àrea escombrada a prop i lluny del Sol?	

Explica. L'òrbita de la Terra té e = 0,017. Prova un valor semblant (0,02). És molt allargada? Per què no s'han de dibuixar les òrbites dels planetes com a el·lipses molt estirades?

La meva explicació

Activitat 6. Dues estrelles que s'atreuen

Prepara la simulació: mode **Estrelles binàries** amb 2,0 i 1,0 masses solars. Obre la simulació preparada

Prediu. Si una estrella té el doble de massa que l'altra, quina es mourà? Al voltant de quin punt giraran?

La meva predicció

Observa. Fixa't en les òrbites de les dues estrelles i en la creu verda «CM» (centre de masses). Canvia les masses.

Estrella 1 (M☉)	Estrella 2 (M☉)	Quina fa l'òrbita més gran?	On és el CM?
2,0	1,0		
3,0	3,0		
5,0	0,5		

Explica.

1. Per què es mouen les dues estrelles i no només la petita? Pensa en la tercera llei de Newton.
2. Amb 5,0 i 0,5 M☉, l'estrella gran gairebé no es mou. Per què diem, doncs, que la Terra gira al voltant del Sol?

Les meves respostes

Aplica el que has après

Resol sense la simulació. Escriu la llei, l'operació amb les unitats i el resultat. Dades: g a la superfície = 9,8 m/s², radi de la Terra = 6371 km.

1. Calcula el pes d'un astronauta de 70 kg a la superfície de la Terra i a l'Estació Espacial, a 400 km d'altura, on g ≈ 8,7 m/s². És veritat que allà «no pesa»?
2. Un planeta triga 8 anys a fer una volta al Sol. Amb la tercera llei de Kepler ($T^2 = a^3$, amb T en anys i a en UA), calcula'n la distància mitjana al Sol.
3. La bala de l'activitat 2 recorre una circumferència de 8388 km de radi en uns 128 minuts. Calcula'n la velocitat en km/s i compara-la amb la del quadre.
4. Explica per què la Lluna no cau sobre la Terra encara que la Terra l'atregui.

Problema	Operació i resultat
1	
2	
3	
4	

Revisa les teves idees

Torna a la taula d'«Abans de començar». Canviaries alguna resposta? Escriu quina i explica per què amb alguna cosa que hagis vist a la simulació.

El que ha canviat en les meves idees

Per ampliar (1r i 2n de Batxillerat)

1. Iguala el pes a la força centrípeta, $GMm/r^2 = mv^2/r$, i calcula la velocitat de l'òrbita circular per a r = 8388 km, amb GM = $3{,}986 \cdot 10^5$ km³/s². Compara-la amb el botó «Vc».

2. Comprova que la velocitat d'escapament del botó «Ve» és √2 vegades la circular. Quin signe té l'energia ε just per sota i just per sobre de la velocitat d'escapament? Prova 9,66 i 9,78 km/s.
3. A «Lleis de Kepler», «3a llei», canvia el semieix major de 0,40 a 1,30 i anota T i T^2/a^3. Canvia el període si només canvies l'excentricitat?

Les meves respostes

Autoavaluació

Marca amb una X com et veus en acabar.

Sé...	Sí	Gairebé	Encara no
Explicar que la gravetat que fa caure els objectes és la que manté els satèl·lits en òrbita			
Relacionar la velocitat de llançament amb el tipus de trajectòria			
Explicar per què un satèl·lit va més ràpid a prop de la Terra			
Enunciar i aplicar les lleis de Kepler			
Explicar que l'atracció gravitatòria és mútua			
Fer servir una predicció i una observació per canviar una idea que tenia			

Juan Ramón Grijota · SimulaCiencia. Fitxa publicada amb llicència CC BY-SA 4.0: la pots adaptar i compartir citant-ne l'autoria i amb la mateixa llicència. Simulació a simulaciencia.es/ca/simulacions/orbitas/.