



## VII. PER QUÈ CAU UN OBJECTE?

### 1. EL CONCEPTE DE FORÇA

**A VII-1** Tracta de donar una contestació a la pregunta que dona títol a aquest tema.

**A VII-2** En les següents frases la paraula força s'utilitza amb diferents significats. Indica quan la paraula força s'usa: (1) com a sinònim d'impuls i (2) per representar una acció: (a) El jugador va llançar la pilota amb molta força. (b) El xic va fer molta força al llançar la pilota i es va danyar el muscle. (c) La pilota va anar perdent força a poc a poc fins que es va parar. (d) Pedro hagué de fer molta força per a alçar les pesos. (e) L'objecte va anar adquirint força durant la caiguda. (f) Quan empentarem el cotxe, Felipe va ser qui va fer més força. (g) Sara té més força que Hel·lena. (h) Quan un objecte llançat verticalment perd tota la seua força, es para i comença a baixar. (i) Vam haver de fer molta força per a aconseguir parar el trineu.

**A VII-3** Indica quins verbs és correcte associar amb el concepte de força. La força és una cosa que es guanya , es fa , se perd , es pateix , s'intercanvia , es té , es transmet , se conserva .....



## 2. PER QUÈ LA MASSA NO INFLUEIX EN LA CAIGUDA LLIURE? LA DEFINICIÓ DE FORÇA

Pot ser que el resultat experimental més sorprenent d'aquets curs es que la massa d'un objecte no influeix en la velocitat amb la que cau. Si deixem caure des de la mateixa altura objectes de diferent massa tots arriben a terra pràcticament al mateix temps i les diferències desapareixen per complet si l'experiment el fem en absència d'aire. Anem a relacionar aquesta evidència amb el que hem estudiat sobre les interaccions.

**A VII-4** Considera que deixes caure una pilota, rebotar en terra i després pujar i baixar. Indica quina o quines forces actuen en cada cas sobre la pilota

Es deixa caure la pilota	La pilota està rebotant en terra	La pilota puja després d'haver rebotat	La pilota baixa després d'haver assolit l'altura màxima

Quina és l'errada més habitual

**A VII-5 (a)** Què ocorre quan una força actua sobre la pilota en repòs?

**(b)** Què ocorre quan una força actua sobre la pilota en moviment?



**A VII-6** Deixem caure una parella d'objectes A i B en el buit. S'ha dibuixat la força que actua sobre A (és la força amb que la Terra atrau a A). (a) Dibuixa la força que actua sobre B (és la força amb que la Terra atrau a B) suposant que la massa de B és el doble que la massa d'A. (b) Quin del dos objectes cau amb més acceleració.



**A VII-7** Quina relació cal suposar que existeix entre força, massa i acceleració, per poder explicar la conclusió a la que hem arribat en l'activitat anterior. Pots ajudar-te a raonar utilitzant nombres: “Una massa d'1 kg és atreta per la Terra amb una força de -10, una massa de 2 kg és atreta per la Terra amb una força de -20, una massa de 4 kg és atreta per la Terra amb una força de -40... però totes cauen amb una acceleració de  $-10 \text{ m/s}^2$ .”

**A VII-8** La unitat de força rep el nom de Newton (N). Tracta de definir-la. Això vol dir que has d'escriure una frase explicant que li ocorre a un objecte que pateix una força d'1 N.

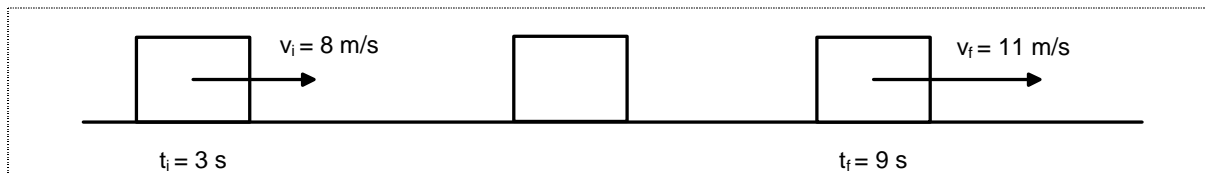
**A VII-9** La força i l'acceleració sempre tenen el mateix ..... Si l'acceleració i la velocitat tenen el mateix signe això vol dir que la força actua ..... del moviment i per tant l'objecte es mou cada vegada més ..... Si l'acceleració i la velocitat tenen diferent signe això vol dir que la força actua ..... del moviment i per tant l'objecte es mou cada vegada més .....



### 3. LA FORÇA I EL MOVIMENT

**A VII-10** S'observa que un objecte de 2 kg , en l'instant  $t_i = 3$  s té una velocitat de 8 m/s i en l'instant  $t_f = 5$  s té una velocitat de 11 m/s.

(a) Representa amb una fletxa la força que ha d'actuar sobre l'objecte entre l'instant inicial  $t_i = 3$  s i l'instant final  $t_f = 5$  s.



(b) Determina el valor de la força que actua sobre l'objecte

**A VII-11** S'observa que un objecte de 5 kg , en l'instant  $t_i = 4$  s té una velocitat de 20 m/s i en l'instant  $t_f = 12$  s té una velocitat de 12 m/s.

(a) Dibuixa un esquema de la situació i representa amb una fletxa la força que actua sobre l'objecte.

(b) Determina el valor de la força que actua sobre l'objecte



#### 4. EL CONCEPTE D'INTERACCIÓ

A VII-12 Posa exemples de situacions en les quals “es fa força sobre un objecte”. Fes dibuixos amb l'explicació corresponent.

A VII-13 Considera dues partícules, A i B, que xoquen entre si. (a) Indica en quin cas A fa força sobre B i en quin cas B fa força sobre A.

(b) Com son les forces que es fan dues partícules quan xoquen?



**A VII-14** Considera que una partícula A xoca amb una paret. La partícula fa força sobre la paret? La paret fa força sobre la partícula?

**A VII-15** Coneixes alguna situació en la qual un objecte patisca l'acció d'una força sense que ell, al mateix temps, estiga fent una força.

**A VII-16** Escribeu la conclusió general a la que hem arribat en les activitats anteriors.

**A VII-17** Indica les parelles d'interacció corresponents als exemples considerats en l'activitat **A VII-12**. Realitza un dibuix esquemàtic de cada situació.



## 5. LAS FORCES QUE ES COMPENSEN ENTRE SI I LES FORCES QUE NO SE COMPENSEN ENTRE SI

Hem arribat a la conclusió que les forces sempre apareixen per parelles. Quan diem que un objecte A fa força sobre un altre objecte B estem contant només “la meitat de la pel·lícula”. L'altra meitat és que l'objecte B també fa força sobre l'objecte A. A més les forces que A i B es fan mútuament són iguals però amb sentit oposat.

Si anomenem  $F_{AB}$  a la força que sobre A fa B i  $F_{BA}$  a la força que sobre B fa A resulta que  $F_{AB} + F_{BA} = 0$ . No obstant això, açò no vol dir que aquesta parella de forces es compensen entre si. Perquè dues forces puguen compensar-se han d'actuar sobre el mateix cos i no és açò el que ocorre en aquest cas.

A continuació estudiarem diverses situacions per aclarir quan les forces es compensen entre si i quan no es compensen entre si.

**A VII-18** Considera un objecte que cau lliurement (es a dir, sense tindre en compte la fricció). (a) Indica en quines interaccions participa l'objecte.

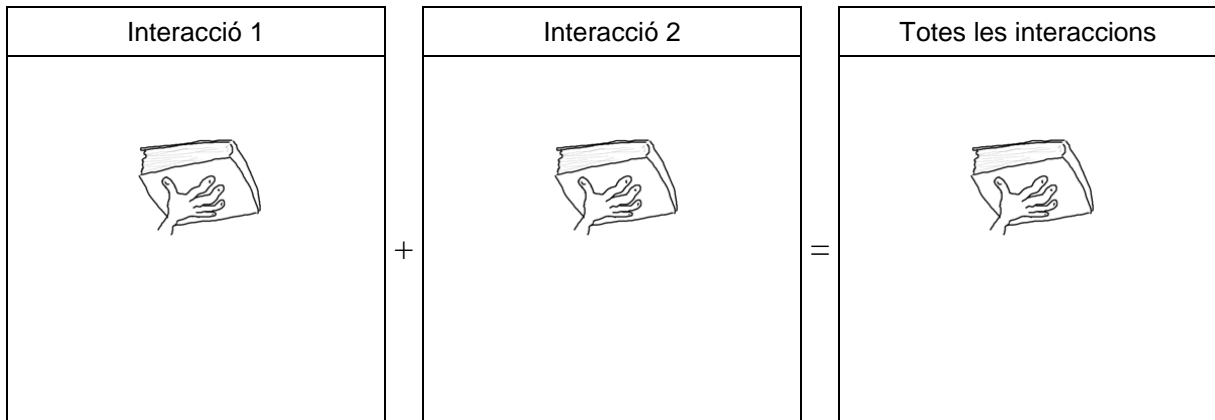
(b) Dibuixa les parelles de forces corresponents a les interaccions considerades i descriu-les. Indica qual és la força total que actua sobre l'objecte.

(c) Indica quina de les forces anteriors s'anomena pes de l'objecte.

(d) Suposa que la massa de l'objecte és de 2 kg. Al deixar caure l'objecte s'observa que en un interval d'1s la seua velocitat s'incrementa en 10 m/s. Determina el valor de la força que actua sobre l'objecte.



**A VII-19** Considera que sostens un llibre sobre la teua mà i el mantens en repòs.  
(a) Indica les interaccions en què participa el llibre, dibuixa les parelles de forces corresponents i descriu-les.



Interacció 1:

Interacció 2:

(b) Indica quina força és la que s'anomena pes del llibre i quina força és la que ens produeix a nosaltres la sensació que el llibre pesa.



(c) Indica quina és la força total que actua sobre el llibre i justifica quin es el seu valor.

(d) De totes les forces considerades, quines es compensen entre si.





**A VII-20** A partir de la situació de repòs analitzada, considera que alces el llibre de 2 kg de massa amb una velocitat constant de 1 m/s. (a) Dibuixa qualitativament les forces que actuen sobre el llibre en les dues situacions següents i indica com és la força total que actua sobre el llibre.

<p>(I) Durant el xicotet interval de temps de 0.1 s en el qual li dones al llibre la velocitat d'1 m/s</p>	<p>(II) Després, quan estàs alçant el llibre amb la velocitat constant d'1 m/s</p>
	
<p>La força total és (escull l'opció correcta) <math>F_T &gt; 0</math>   <math>F_T = 0</math>   <math>F_T &lt; 0</math></p>	<p>La força total és (escull l'opció correcta) <math>F_T &gt; 0</math>   <math>F_T = 0</math>   <math>F_T &lt; 0</math></p>
<p>Justificació:</p>	<p>Justificació:</p>

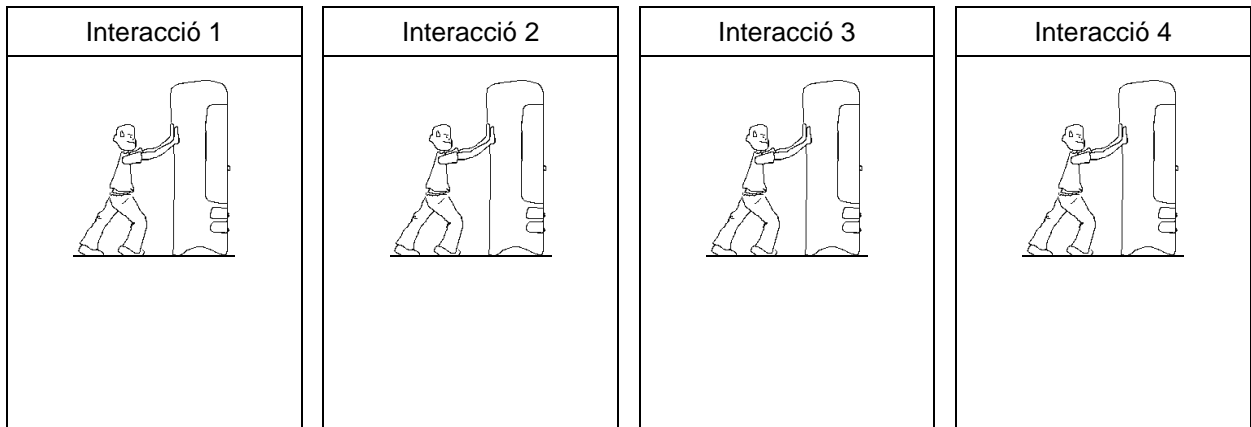
(b) En quina de les dues situacions has de fer més força.

(c) Determina el valor de la força que fas sobre el llibre en cada cas.

Recorda que en l'activitat A IX-15 has calculat el pes del llibre i el seu valor és -20 N



**A VII-21** Imagina una persona que empenta un armari sense aconseguir menejar-lo.  
(a) Indica les interaccions en les que participa l'armari, dibuixa les parelles de forces corresponents i descriu-les.



Interacció 1:

Interacció 2:

Interacció 3:

Interacció 4:

(c) Indica quina és la força total que actua sobre el llibre i justifica quin es el seu valor.

Empty box for the answer to question (c).

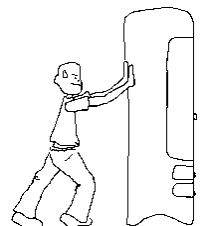
(d) De totes les forces considerades, quines es compensen entre si.

Empty box for the answer to question (d).



**A VII-22** Considera que finalment la persona aconsegueix moure l'armari, la massa del qual és de 100 kg, amb una velocitat constant de 0.25 m/s. (a) Dibuixa qualitativament les forces que actuen sobre l'armari en les dues situacions següents i indica com és la força total que actua sobre el armari.

(I) Durant l'interval de temps de 1 s en el qual la persona li dona a l'armari la velocitat de 0.25 m/s

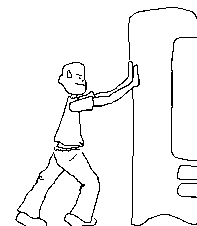


La força total és (escull l'opció correcta)

$F_T > 0$     $F_T = 0$     $F_T < 0$

Justificació:

(II) Després, quan la persona està empentant l'armari amb la velocitat constant de 0.25 m/s



La força total és (escull l'opció correcta)

$F_T > 0$     $F_T = 0$     $F_T < 0$

Justificació:

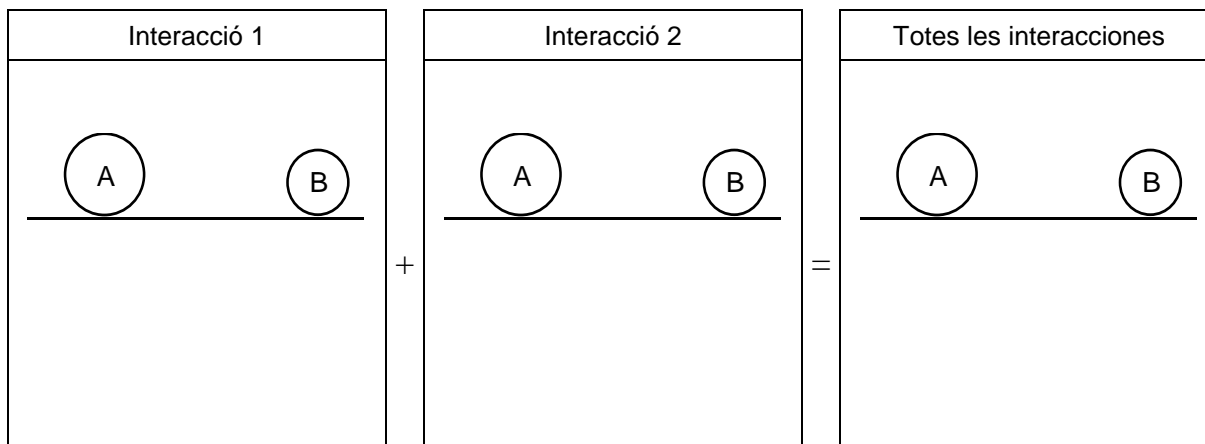
(b) En quina de les dues situacions la persona ha de fer més força.

(c) Determina el valor de la força que la persona fa sobre l'armari en cada cas.

Suposa que el fregament i la resta de resistències fan una força sobre l'armari de -200 N



**A VII-23** Considera dues esferes que es troben sobre una superfície sense fricció. Una de les esferes (B) està en repòs i l'altra (A) es mou cap a ella amb velocitat constant. (a) Abans del xoc, indica les interaccions en què participa cada una de les esferes, dibuixa les parelles de forces corresponents i descriu-les.



Interacció 1:

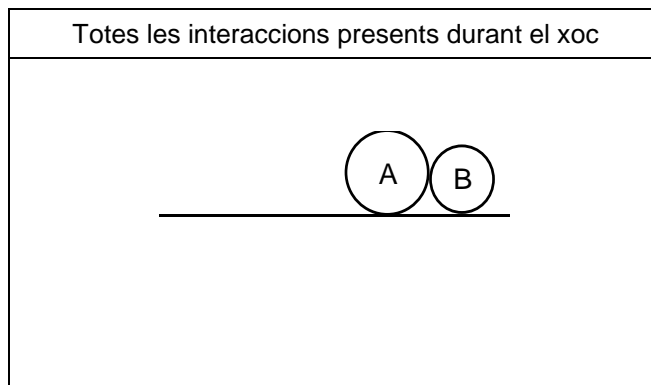
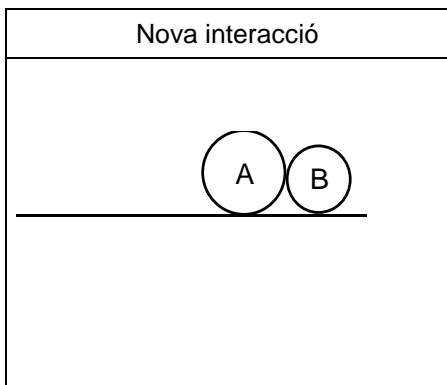
Interacció 2:

(b) Justifica quin es el valor de la força total que actua sobre cada esfera abans del xoc.

(c) De totes les forces considerades, quines es compensen entre si.



(d) Indica quina nova interacció apareix durant el xicotet interval que dura el xoc, dibuixa la parella de forces corresponents i descriu-la



Nova interacció :

(e) Indica quina és la força total que actua sobre cada esfera.

Empty box for drawing the total force acting on each sphere.

(f) Quines forces es compensen entre si durant el xoc.

Empty box for drawing the forces that compensate each other during the collision.

(g) L'esfera B té una massa de 0,5 kg i com a conseqüència del xoc adquireix una velocitat d'1 m/s. Determina la força que l'esfera A fa sobre la B si el xoc dura 0,05 s

Empty box for determining the force that sphere A exerts on sphere B.



## 6. LA TERRA ÉS UNA BOLETA QUE ES MOU MOLT DE PRESSA

Encara que parega sorprenent, ja al segle –III un científic grec, Eratòstenes, mesurà el radi de la Terra, i un altre, Aristarco de Samos, que proposà el model heliocèntric tal com el coneixem avui.

Però la majoria dels investigadors no acceptà el model heliocèntric fins el segle XVII. Durant vint segles es considerà que la Terra (rodona, això si) havia d'estar en repòs. Segons aquesta teoria que s'anomena model geocèntric, els moviments del Sol i de les estrelles no són deguts al moviment de rotació i translació de la Terra, sinó que es tracten de moviments reals a l'entorn de la Terra.

**A VII-24** Tenint en compte que el radi de l'òrbita de la Terra a l'entorn del Sol és  $1.5 \times 10^8$  km determineu quina és la velocitat d'una persona, en qualsevol lloc de la Terra, degut al moviment de translació.

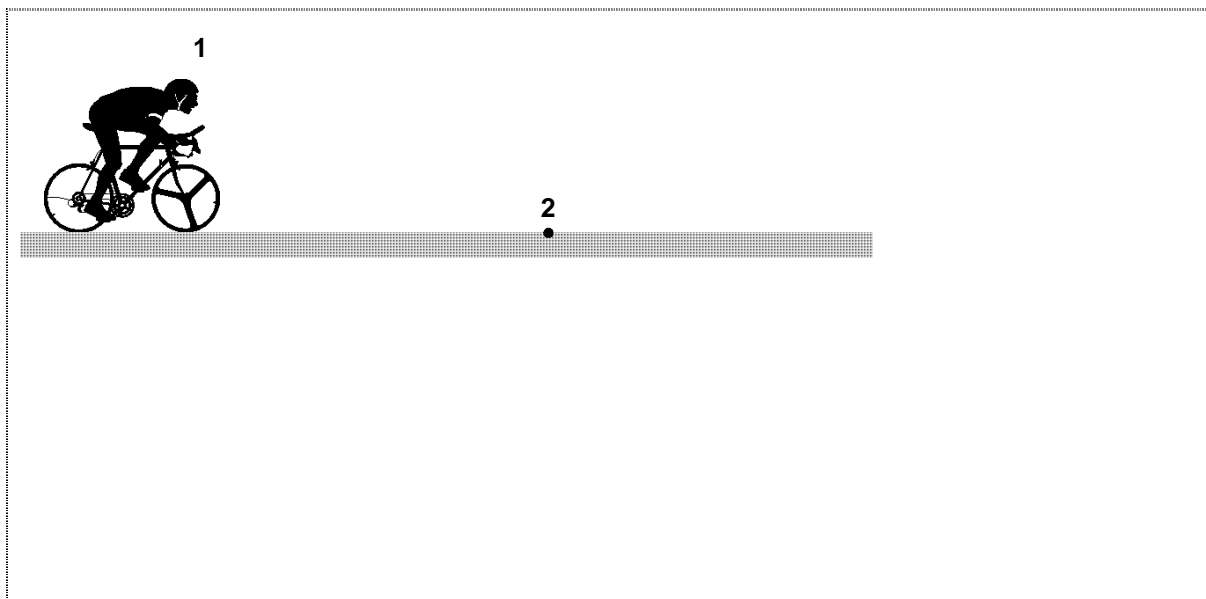
El resultat del càlcul de l'activitat anterior permet entendre perquè el model heliocèntric tardà vint segles en ser acceptat. Com és possible que la Terra es moga a 30 km/s i no ens donem compte? Aquesta pregunta, abans de Galileo Galilei, no tenia resposta.

**A VII-25** Comenteu els següents inconvenients que planteja acceptar que la Terra es mou: (a) Per què la Terra no es posa incandescent? (b) Per què no veiem els ocells i els núvols quedar-se enrere cap a l'oest? (c) Per què el cossos cauen verticalment i no obliquament?



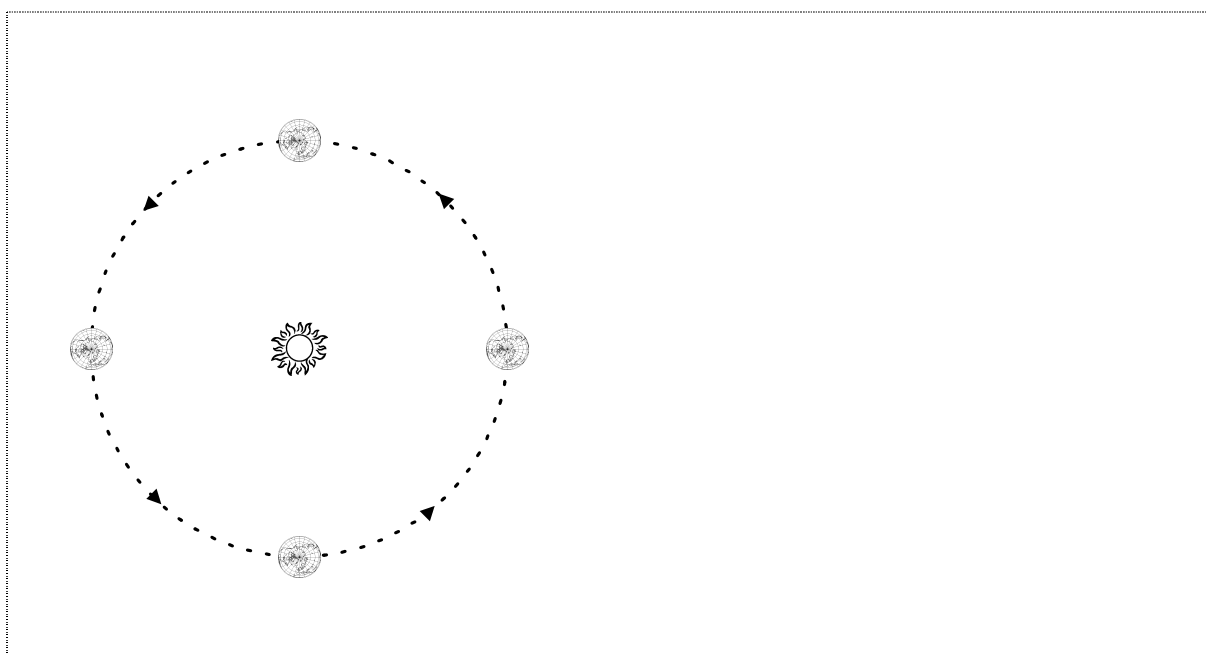
Galileo Galilei va idear molt exemples per tal d'intentar convèncer als seus contemporanis que era acceptable suposar que la Terra està en moviment, encara que no ens donem compte. L'activitat següent s'inspira en un d'aquests exemples

**A VII-26** Imagineu que una persona va en bicicleta amb velocitat constant i deixa caure un objecte quan es troba en la posició 1. L'objecte xoca amb terra en el punt indicat com 2. Indiqueu on es troba la bicicleta quan l'objecte xoca amb terra. La velocitat no és molt gran de manera que no cal tindre en compte el fregament amb l'aire. Justifiqueu la resposta



## 7. LA TERRA TAMBÉ ÉS UNA BOLETA QUE CAU

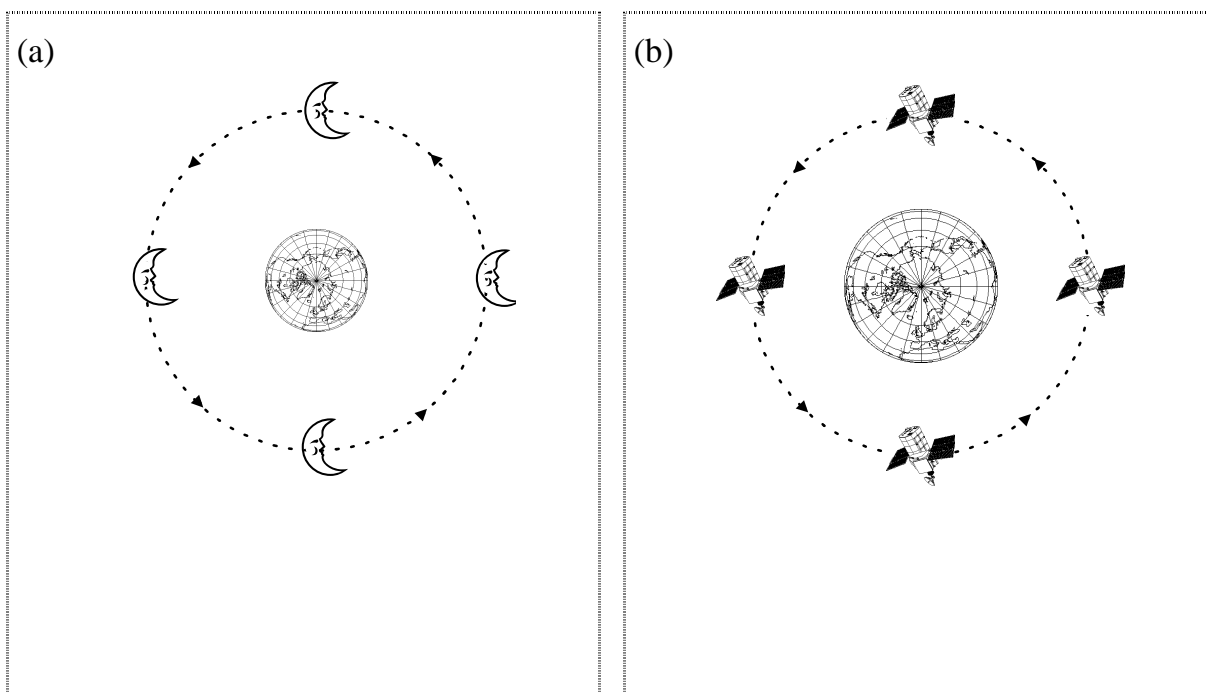
**A VII-27** Indiqueu com ha de ser la força que actua sobre la Terra per tal d'explicar el seu moviment circular a l'entorn del Sol.





**A VII-28** De quin tipus creeu que és la interacció que manté a la Terra en òrbita a l'entorn del Sol?

**A VII-29** (a) Indiqueu com ha de ser la força que actua sobre la Lluna per tal d'explicar el seu moviment circular a l'entorn de la Terra; de quin tipus d'interacció es tracta?  
(b) Indiqueu com ha de ser la força que actua sobre una nau en òrbita a l'entorn de la Terra; de quin tipus d'interacció es tracta?



**A VII-30** Com haureu vist alguna vegada a la televisió, quan el transbordador espacial està en òrbita a l'entorn de la Terra, tot pareix com si al seu interior no hi haguera gravetat; però vosaltres sabeu que precisament és la força de la gravetat de la Terra la que manté al transbordador en òrbita. Expliqueu aquesta aparent contradicció.





**A VII-31** Considereu que esteu dins d'un laboratori en caiguda lliure (existeixen de debò, seria con un ascensor al qual se li han trencat els cables) i deixeu caure un objecte, quin tipus de moviment veuríeu que té l'objecte? (Per cert, què té a veure aquesta activitat amb l'anterior? No t'ho plantegeu abans de començar a fer-la)

**A VII-32** Per què a la Lluna no es nota la gravetat de la Terra? Per què a la Terra no es nota la gravetat del Sol?