



**Problemes d'aquí i d'allà**

**PROBLEMES D'AQUÍ I D'ALLÀ**

Salvador Estradé i Xavier Jaén

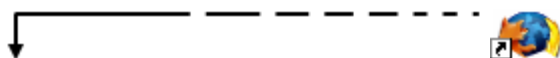
*L'objectiu d'aquesta secció és proposar i resoldre problemes que siguin estimulants i atractius per a l'alumnat (i per a nosaltres) i que fomentin el seu interès per la física. Voldríem que el professorat s'animés a col·laborar-hi, que ens enviés les seves propostes a [sestrade@xtec.cat](mailto:sestrade@xtec.cat) i que engresqués el seu alumnat a participar-hi. En cada número, hi haurà una proposta i se'n publicarà la millor solució o la més original.*

La solució del problema del número anterior la trobareu junt amb l'enunciat seguint l'enllaç: [Star Trek](#)

**Destrals i llenyataires**

La primavera passada, passejant per Sant Pol, vam anar a veure una interessant exposició sobre destrals. **Destrals** eina de construcció i deconstrucció. a cura de Martí Boada, David Jou, Perejaume i els Amics de les Arts. Només la barreja ja és engrescadora. Així que cap a dins. Vam poder veure destrals de tota mena, no cal dir-ho. També vàrem poder entreveure la física del llenyataire-destral i de la destral-tronc. Ja veieu per on anem. El problema que us proposem està netament inspirat en aquesta exposició!

**Enunciat**



Un llenyataire treballa amb una destral tallant un tronc tal com es veu a la figura. La longitud del conjunt braç-màneg és de  $L=1\text{ m}$ . Com que el pal és lleuger la massa de la

destral es concentra en el seu extrem, amb un valor de

$m=1,5\text{ kg}$ . El llenyataire alça la destral fins a la posició vertical i, mantenint el braç sempre estirat,

imprimeix una força de mòdul constant,  $F=17\text{ N}$ , a aquesta massa. La destral impacta quan el braç és en posició horitzontal. Com a bon llenyataire que és, en el moment de l'impacte deixa de fer força i afluixa la mà per tal que la massa impacti lliurement, així evita el rebot. Ens interessa conèixer:

- a) Energia cinètica de la massa en el moment de l'impacte.
- b) Velocitat de la massa en el moment de l'impacte
- c) Quina força hauria de fer el llenyataire si volgués impactar amb una velocitat de  $10\text{ m/s}$ .
- d) Si el llenyataire fes tota l'estona la mateixa força,  $F=17\text{ N}$ , per ajudar a retornar la destral al punt més alt, mantenint el braç sempre estirat, a quina velocitat hi arribaria.

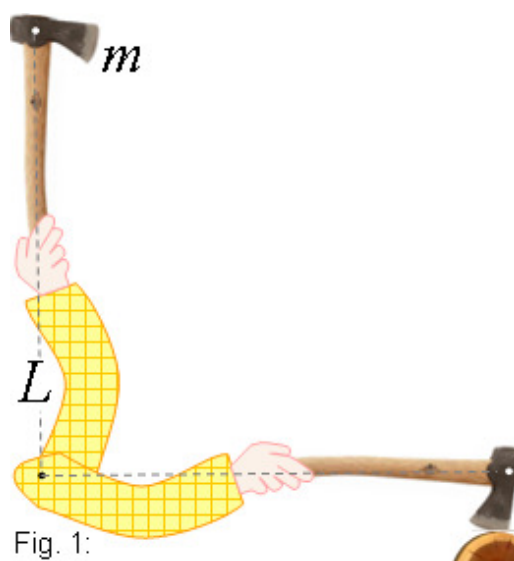
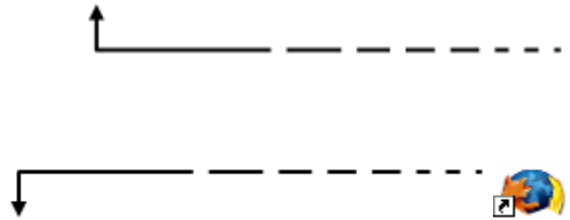


Fig. 1:

e) Per fer que la destral retorni al punt més alt amb velocitat nul·la el llenyataire fa una força de  $F=17\text{ N}$  durant la meitat del recorregut. Quina força ha de fer durant la segona meitat.



Aquí teniu la solució:

### Solució

En general tenim  $W = \Delta E \Rightarrow W = E_f - E_{in}$ ,

on  $W$  és el treball de la força externa, en el nostre cas  $F$ .

Notem que la força té el mateix sentit que el recorregut (excepte en el resultat de l'apartat e que encara s'ha de mirar): el treball és positiu. Prenem l'origen d'energia potencial gravitatòria en la posició de l'impacte.

a) La situació inicial és a dalt, on només hi ha energia potencial. La final és a baix, on només hi ha energia cinètica. Coneixem la força, però no la velocitat final.

$$\left. \begin{array}{l} W = FL \frac{\pi}{2} \\ E_{in} = mgL \\ E_{fi} = E_c \end{array} \right\} \Rightarrow FL \frac{\pi}{2} = E_c - mgL$$

$$\Rightarrow E_c = 41,4\text{ J}$$

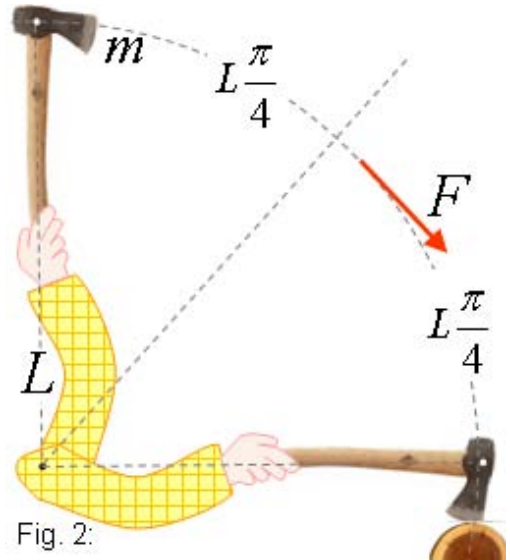


Fig. 2:

b)  $\frac{1}{2}mv^2 = E_c \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 7,43\text{ m/s}$

c) La situació inicial és a dalt, on només hi ha energia potencial. La final és a baix, on només hi ha energia cinètica.

Coneixem la velocitat final, però no la força:

$$\left. \begin{aligned} W &= FL \frac{\pi}{2} \\ E_{in} &= mgL \\ E_{fi} &= E_c = \frac{1}{2}mv^2 = 75\text{J} \end{aligned} \right\} \Rightarrow FL \frac{\pi}{2} = E_c - mgL$$

$$\Rightarrow F = 38,4\text{N}$$

d) La situació inicial és a baix, on l'energia és nul·la. La final és a dalt on l'energia és cinètica i potencial. Coneixem la força, però no la velocitat final:

$$\left. \begin{aligned} W &= FL \frac{\pi}{2} \\ E_{in} &= 0 \\ E_{fi} &= mgL + E_c \end{aligned} \right\} \Rightarrow FL \frac{\pi}{2} = E_c + mgL$$

$$\Rightarrow E_c = 12\text{J} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = 4,0\text{m/s}$$

e) Aquest cas el tractem en dos trams.

**Tram 1/2:** la situació inicial és a baix. L'energia inicial és nul·la. La final és a la meitat del recorregut, on l'energia és cinètica i potencial. Coneixem la força, però no l'energia cinètica final:

$$\left. \begin{aligned} W &= FL \frac{\pi}{4} \\ E_{in} &= 0 \\ E_{f(1/2)} &= mgL \sin \frac{\pi}{4} + E_{c(1/2)} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow FL \frac{\pi}{4} = E_{c(1/2)} + mgL \sin \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow E_{c(1/2)} = 2,95\text{J}$$

**Tram 2/2:** la situació inicial és a la meitat del recorregut. L'energia inicial és cinètica i potencial. La situació final és a dalt, on només hi ha energia potencial. Coneixem l'energia cinètica final (nul·la), però no la força:

$$\left. \begin{aligned}
 W &= FL \frac{\pi}{4} \\
 E_{in} &= E_{c(1/2)} + mgL(1 - \sin \frac{\pi}{4}) \\
 E_{fi} &= mgL
 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow FL \frac{\pi}{4} = mgL(1 - \sin \frac{\pi}{4}) - E_{c(1/2)}$$

La força ens dona un resultat positiu, la qual cosa vol dir que si no la féssim, la destral no arribaria a dalt. Si hagués donat un resultat negatiu voldria dir que la força l'hauríem de fer en sentit contrari al recorregut, és a dir, que hauríem de frenar la destral.

$$\Rightarrow F = 1,73\text{N}$$




---

**Salvador Estradé**

Professor de física de l'IES Montserrat, de Barcelona.

Adreça electrònica: [sestrade@xtec.cat](mailto:sestrade@xtec.cat)

**Xavier Jaén**

Professor de física a l'ETSEIB de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Adreça electrònica: [Xavier.Jaen@upc.edu](mailto:Xavier.Jaen@upc.edu)

Pàgina web: <http://baldufa.upc.es/xjaen>