

Llei de la inèrcia

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la primera llei de Newton o Llei de la Inèrcia, segons la qual perquè un cos es mantingui en equilibri o en Moviment Rectilini Uniforme, cal que la força total que hi actui sigui nul·la:

$$F_1 + F_2 + F_3 + \dots = 0$$

Atenció: és important escriure cada força amb el seu signe correcte.

Equilibri

Una làmpada amb una massa de 1,7 kg penja del sostre amb un cable. Quina força realitza aquest últim sobre la làmpada?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 1,7 \text{ kg}$$

$$F_{\text{cable}} = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la llei de la Inèrcia. Assignarem signe positiu a les forces que apuntin cap a dalt i negatiu a les forces que apuntin cap a baix.

Recapitem quines forces actuen sobre la làmpada:

- el pes actua cap a baix i el podem calcular amb la fórmula corresponent:

$$F_p = - m \cdot g = - 1,7 \cdot 9,8 = - 16,66 \text{ N}$$

- la **força del cable** actua cap a dalt i és el que hem de calcular.

3) La llei de la Inèrcia ens diu que la suma de totes les forces que actuen sobre la làmpada ha de ser igual a zero:

$$F_{\text{cable}} + F_{\text{pes}} = 0$$

4) Substituïm les dades i resolem:

$$F_{\text{cable}} - 16,66 = 0$$

$$F_{\text{cable}} = 16,66 \text{ N}$$

Moviment Rectilini Uniforme

Un carro estirat per dos bous es mou cap a la dreta a una velocitat constant. Sabem que un dels bous realitza una força de 237,8 N i que l'aire ofereix una resistència de 514,6 N. Quina força realitza el segon bou?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$F_{bou1} = 237,8 \text{ N}$$

$$F_{aire} = 514,6 \text{ N}$$

$$F_{bou2} = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la Llei de la Inèrcia. Assignarem signe positiu a les forces que apuntin cap a la dreta i negatiu a les forces que apuntin cap a l'esquerra.

Recapitem quines forces actuen sobre el carro:

- la *força del primer bou* actua cap a la dreta:

$$F_{bou1} = 237,8 \text{ N}$$

- la *resistència de l'aire* actua cap a l'esquerra:

$$F_{aire} = - 514,6 \text{ N}$$

- la **força del segon bou** actua cap a la dreta i és el que hem de calcular.

3) La Llei de la Inèrcia ens diu que la suma de totes les forces que actuen sobre el carro ha de ser igual a zero:

$$F_{bou2} + F_{bou1} + F_{aire} = 0$$

4) Substituïm les dades i resolem:

$$F_{bou2} + 237,8 - 514,6 = 0$$

$$F_{bou2} = -237,8 + 514,6 = 276,8 \text{ N}$$

Llei fonamental

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la segona Llei de Newton o Llei Fonamental de la Mecànica:

$$F = m \cdot a$$

on F ha de ser la força total que actua sobre el cos.

Càlcul de la força

Xutem una pilota de 0,2 kg i li provoquem una acceleració de 40 m/s². Quina és la força que hi hem aplicat?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$a = 40 \text{ m/s}^2$$

$$F = \text{incògnita}$$

2) Fem servir la 2a Llei de Newton:

$$F = m \cdot a$$

Hi substituïm les dades i resolem:

$$F = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ N}$$

Càlcul de l'acceleració

Sobre un cotxe actuen dues forces: la força del motor, que provoca el moviment, de 5.425 N i la resistència de l'aire, que s'oposa al moviment, de 1.237 N. Sabent que la seva massa és de 528 kg, quina serà la seva acceleració?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$F_{\text{motor}} = 5.425 \text{ N}$$

$$F_{\text{aire}} = 1.237 \text{ N}$$

$$m = 528 \text{ kg}$$

$$a = \text{incògnita}$$

2) Per aplicar la 2a llei de Newton, necessitem conèixer la força total que actua sobre el cotxe. Assignarem signe positiu a les forces que apuntin en el sentit del moviment i negatiu a les forces que apuntin en sentit oposat.

Recapitem quines forces actuen sobre el cotxe:

- la *força del motor* actua en el sentit del moviment:

$$F_{motor} = 5.425 \text{ N}$$

- la *resistència de l'aire* actua en sentit oposat al moviment:

$$F_{aire} = - 1.237 \text{ N}$$

Per tant, la força total que actua sobre el cotxe és:

$$F = F_{motor} + F_{aire} = 5.425 - 1.237 = 4.188 \text{ N}$$

3) Fem servir la 2a llei de Newton:

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, l'**acceleració**) i l'aïllem:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Hi substituïm les dades i resolem:

$$a = \frac{4.188}{528} = 7,9318 \approx 7,9 \text{ m/s}^2$$

Càlcul de la massa

Un armari és empès per un noi i una noia amb unes forces de 146 i 159 N, respectivament. Per fer-ho, han de vèncer una resistència de 172 N. Sabent que la seva acceleració és de 1,8 m/s², quina és la massa de l'armari?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$F_{noi} = 146 \text{ N}$$

$$F_{noia} = 159 \text{ N}$$

$$F_{resistència} = 172 \text{ N}$$

$$a = 1,8 \text{ m/s}^2$$

$$m = \text{incògnita}$$

2) Per aplicar la 2a llei de Newton, necessitem conèixer la força total que actua sobre l'armari. Assignarem signe positiu a les forces que apuntin en el sentit del moviment i negatiu a les forces que apuntin en sentit oposat.

Recapitem quines forces actuen sobre l'armari:

- la *força del noi* actua en el sentit del moviment:

$$F_{noi} = 146 \text{ N}$$

- la *força de la noia* actua en el sentit del moviment:

$$F_{noia} = 159 \text{ N}$$

- la *resistència* actua en sentit oposat al moviment:

$$F_{resistència} = - 172 \text{ N}$$

Per tant, la força total que actua sobre l'armari és:

$$F = F_{noi} + F_{noia} + F_{resistència} = 146 + 159 - 172 = 133 \text{ N}$$

3) Fem servir la 2a llei de Newton:

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **massa**) i l'aïllem:

$$F = m \cdot a \rightarrow m = \frac{F}{a}$$

Hi substituïm les dades i resolem:

$$m = \frac{133}{1,8} = 73,8889 \approx 73,9 \text{ kg}$$

Fregament

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la fórmula de la força de fregament:

$$F_f = \mu \cdot |F_n|$$

on μ és el coeficient de fregament de la superfície en qüestió i $|F_n|$ és el valor absolut de la força normal.

Càlcul de la força

Empenyem una caixa de 23,7 kg, a velocitat constant. El coeficient de fregament del terra és de 0,3. Quina força estem realitzant, amb un decimal de precisió?

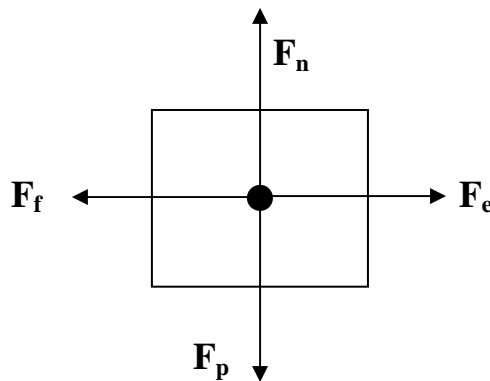
1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 23,7 \text{ kg}$$

$$\mu = 0,3$$

$$F_e = \text{incògnita}$$

2) Repassem totes les forces que actuen sobre la caixa:



- En la *direcció vertical* tenim:

- El *pes*, que considerarem negatiu ja que apunta cap a baix:

$$F_p = - m \cdot g = - 23,7 \cdot 9,8 = - 232,26 \text{ N};$$

- La *normal*, que considerarem positiva, ja que apunta cap a dalt. Com que la caixa es troba en equilibri en la direcció vertical, la normal tindrà la mateixa intensitat que el pes:

$$F_n = - F_p = 232,26 \text{ N}$$

- En la *direcció horitzontal* tenim:

- o La *força de fregament*, que considerarem negativa, perquè apunta cap a l'esquerra. Per calcular-la, fem servir la fórmula corresponent:

$$F_f = - \mu \cdot |F_n| = - 0,3 \cdot 232,26 = - 69,678 \text{ N}$$

- o La **força d'empenyment**, que considerarem positiva, ja que apunta cap a la dreta. Com que la caixa es mou a velocitat constant en la direcció horitzontal, aquesta força tindrà la mateixa intensitat que la força de fregament:

$$F_e = - F_f = 69,678 \text{ N} \approx 69,7 \text{ N}$$

Càlcul de l'acceleració

Empenyem una caixa de 12,5 kg, amb una força de 54,2 N. El coeficient de fregament del terra és de 0,4. Quina acceleració assoleix la caixa?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

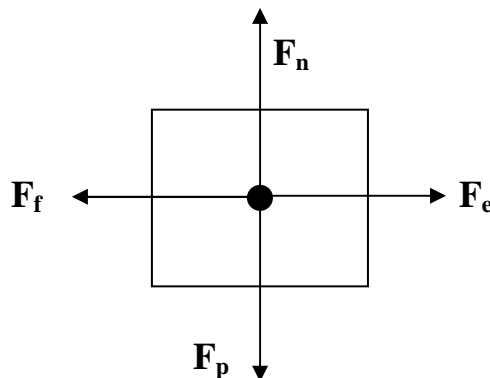
$$m = 12,5 \text{ kg}$$

$$F_e = 54,2 \text{ N}$$

$$\mu = 0,4$$

$$a = \text{incògnita}$$

2) Repassem totes les forces que actuen sobre la caixa:



- En la *direcció vertical* tenim:

- o El *pes*, que considerarem negatiu ja que apunta cap a baix:

$$F_p = - m \cdot g = - 12,5 \cdot 9,8 = - 122,5 \text{ N};$$

- La *normal*, que considerarem positiva, ja que apunta cap a dalt. Com que la caixa es troba en equilibri en la direcció vertical, la normal tindrà la mateixa intensitat que el pes:

$$F_n = - F_p = - 122,5 \text{ N}$$

- En la *direcció horitzontal* tenim:

- La *força de fregament*, que considerarem negativa, perquè apunta cap a l'esquerra. Per calcular-la, fem servir la fórmula corresponent:

$$F_f = - \mu \cdot |F_n| = - 0,4 \cdot 122,5 = - 49 \text{ N}$$

- La *força d'empenyiment*, que considerarem positiva, ja que apunta cap a la dreta i que val

$$F_e = 54,2 \text{ N}$$

3) En la direcció horitzontal, que és la direcció on es produeix el moviment, la força resultant serà la suma de la força de fregament i de la força d'empenyiment:

$$F_r = F_f + F_e = - 49 + 54,2 = 5,2 \text{ N}$$

4) Un cop tenim la força neta que actua sobre la caixa, només cal aïllar l'acceleració de la 2a Llei de Newton:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

Substituïm les dades i resolem:

$$a = \frac{5,2}{12,5} = 0,416 \approx 0,4 \text{ m/s}^2$$

Efectes cinemàtics

Per resoldre aquests problemes combinarem la 2a Llei de Newton amb les equacions del Moviment Rectilini Uniformement Accelerat (MRUA):

$$x_f = x_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$v_f = v_o + \frac{1}{2} a \cdot t$$

Càlcul del desplaçament

El motor d'un cotxe realitza una força de 3.500 N. Sabent que la massa del cotxe és de 945 kg i que inicialment es troba aturat, quina distància haurà recorregut al cap de 7,4 s? (Podeu suposar que no hi ha resistència de l'aire).

1) Identifiquem les variables i anem les dades que tenim:

$$F_m = 3.500 \text{ N}$$

$$m = 945 \text{ kg}$$

$$t = 7,4 \text{ s}$$

$$\Delta x = \text{incògnita}$$

2) En primer lloc, podem obtenir quina és l'acceleració del cotxe, a partir de la 2a Llei de Newton:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{3.500}{945} \approx 3,7 \text{ m/s}^2$$

3) Un cop tenim l'acceleració, podem substituir-la en l'equació del desplaçament en un MRUA:

$$x_f = x_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow \Delta x = x_f - x_o = v_o \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

Com que a més sabem que la velocitat inicial és nul·la, la fórmula se simplifica:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

4) Substituïm les dades i resolem:

$$\Delta x = \frac{1}{2} 3,7 \cdot 7,4^2 = 101,306 \text{ m} \approx 101,3 \text{ m}$$

Càlcul del temps

Un cotxe de 1.047 kg es troba aturat a 97 m de la meta. S'engega el motor i aquest comença a exercir una força de 4.100 N. Quant de temps trigarà a arribar el cotxe a la meta?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 1.047 \text{ kg}$$

$$F_m = 4.100 \text{ N}$$

$$\Delta x = 97 \text{ m}$$

$$t = \text{incògnita}$$

2) En primer lloc, podem obtenir quina és l'acceleració del cotxe, a partir de la 2a Llei de Newton:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{4.100}{1.047} \approx 3,9 \text{ m/s}^2$$

3) Per trobar el **temps**, podem fer servir la fórmula del MRUA simplificada que hem fet servir en l'exercici anterior (ja que en aquest cas la velocitat inicial també és nul·la).

$$\Delta x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2\Delta x}{a}}$$

4) Substituïm les dades i resolem:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 97}{3,9}} \approx 7,1 \text{ s}$$

Llei d'acció i reacció

Per resoldre aquests problemes utilitzarem tercera llei de Newton o Llei d'Acció i Reacció:

$$F_{1 \rightarrow 2} = -F_{2 \rightarrow 1}$$

on $F_{1 \rightarrow 2}$ és la força que realitza el cos 1 sobre el cos 2 i viceversa.

Càlcul de la força

Una raqueta colpeja una pilota de tennis de 84 g i li fa adquirir una acceleració de $17,9 \text{ m/s}^2$. Quina força realitza la pilota sobre la raqueta?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 84 \text{ g}$$

$$a = 17,9 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{pilota} \rightarrow \text{raqueta}} = \text{incògnita}$$

2) Expressem totes les magnituds en unitats del Sistema Internacional:

$$m = 84 \text{ g} = 0,084 \text{ kg}$$

3) Apliquem la 3a llei de Newton. Assignarem signe positiu a les forces que apuntin en el sentit del moviment de la pilota i negatiu a les forces que apuntin en sentit oposat.

- la força que realitza la raqueta sobre la pilota és positiva i es pot obtenir amb la 2a llei de Newton:

$$F_{\text{raqueta} \rightarrow \text{pilota}} = m \cdot a$$

$$F_{\text{raqueta} \rightarrow \text{pilota}} = 0,084 \cdot 17,9 = 1,5036 \text{ N}$$

- la **força que realitza la pilota sobre la raqueta** es pot obtenir amb la 3a llei de Newton, segons la qual, tindrà la mateixa intensitat que la que realitza la raqueta sobre la pilota, però el sentit contrari. Per tant:

$$F_{\text{pilota} \rightarrow \text{raqueta}} = - 1,5036 \text{ N}$$

Càlcul de l'acceleració

Un noi es troba sobre el gel i empeny una caixa de 12,7 kg, de tal manera que aquesta assoleix una acceleració de $4,2 \text{ m/s}^2$. Sabent que el noi té una massa de 64,3 kg, quina serà la seva acceleració?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m_{caixa} = 12,7 \text{ kg}$$

$$a_{caixa} = 4,2 \text{ m/s}^2$$

$$m_{noi} = 64,3 \text{ kg}$$

$$a_{noi} = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la 3a Llei de Newton. Assignarem signe positiu a les forces que apuntin en el sentit del moviment de la caixa i negatiu a les forces que apuntin en sentit oposat.

- la força que realitza el noi sobre la caixa és positiva i es pot obtenir amb la 2a llei de Newton:

$$F_{noi \rightarrow caixa} = m_{caixa} \cdot a_{caixa}$$

$$F_{noi \rightarrow caixa} = 12,7 \cdot 4,2 = 53,34 \text{ N}$$

- la força que realitza la caixa sobre el noi es pot obtenir amb la 3a Llei de Newton, segons la qual, tindrà la mateixa intensitat que la que realitza el noi sobre la caixa, però el sentit contrari. Per tant:

$$F_{caixa \rightarrow noi} = - 53,34 \text{ N}$$

3) Un cop tenim la força que actua sobre el noi, podem trobar-ne l'acceleració a partir de la 2a Llei de Newton:

$$F_{caixa \rightarrow noi} = m_{noi} \cdot a_{noi} \rightarrow a_{noi} = \frac{F_{caixa \rightarrow noi}}{m_{noi}}$$

$$a_{noi} = \frac{53,34}{64,3} \approx 0,83 \text{ m/s}^2$$

Pes

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la fórmula del pes:

$$F_p = m \cdot g$$

on g és l'acceleració de la gravetat que prendrem sempre igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Càlcul del pes

Una vaca té una massa de $474,3 \text{ kg}$. Quin és el seu pes en N, amb un decimal de precisió?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 474,3 \text{ kg}$$

$$F_p = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la fórmula del pes:

$$F_p = m \cdot g$$

Substituïm les dades i resolem:

$$F_p = 474,3 \cdot 9,8 = 4.648,14 \approx 4.648,1 \text{ N}$$

Càlcul de la massa

Un pernil pesa $36,6 \text{ N}$. Quin és el seu pes, amb un decimal de precisió?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$F_p = 36,6 \text{ N}$$

$$m = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la fórmula del pes.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **massa**) i l'aïllem:

$$F_p = m \cdot g \rightarrow m = \frac{F_p}{g}$$

3) Substituïm les dades i resolem:

$$m = \frac{36,6}{9,8} = 3,7347 \approx 3,7 \text{ kg}$$

Càlcul de l'acceleració de la gravetat

Un astronauta té una massa de 74,8 kg. Es troba en un planeta en el qual el seu pes és de 276,8 N. Quina és l'acceleració de la gravetat en aquest planeta, amb un decimal de precisió?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 74,8 \text{ kg}$$

$$F_p = 276,8 \text{ N}$$

$$g = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la fórmula del pes.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, l'**acceleració de la gravetat**) i l'aïllem:

$$F_p = m \cdot g \rightarrow g = \frac{F_p}{m}$$

3) Substituïm les dades i resolem:

$$g = \frac{276,8}{74,8} = 3,7005 \approx 3,7 \text{ m/s}^2$$

Força elàstica

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la fórmula de la força elàstica:

$$F_{el} = k \cdot \Delta x$$

on F_{el} és la força amb què cal estirar una molla de constant recuperadora k per tal de provocar-li una deformació de longitud Δx .

Càlcul de la força

Quina força hem de realitzar per comprimir 23 cm una molla amb una constant elàstica de 74,6 N/m?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$\Delta x = 23 \text{ cm}$$

$$k = 74,6 \text{ N/m}$$

$$F_{el} = \text{incògnita}$$

2) Expressem totes les dades en unitats del Sistema Internacional:

$$\Delta x = 23 \text{ cm} = 0,023 \text{ m}$$

3) Apliquem la fórmula de la força elàstica:

$$F_{el} = k \cdot \Delta x$$

Substituïm les dades i resolem:

$$F_{el} = 74,6 \cdot 0,023 = 1,7158 \approx 1,7 \text{ N}$$

Càlcul de la deformació

Estirem una molla amb una força de 2,4 N. Sabent que la seva constant recuperadora és de 63,2 N/m, quina serà la deformació que produïrem?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$F_{el} = 2,4 \text{ N}$$

$$k = 63,2 \text{ N/m}$$

$$\Delta x = \text{incògnita}$$

2) Apliquem la fórmula de la força elàstica.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **deformació**) i l'aïllem:

$$F_{el} = k \cdot \Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{F_{el}}{k}$$

3) Substituïm les dades i resolem:

$$\Delta x = \frac{2,4}{63,2} \approx 0,04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

Pressió

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la fórmula de la pressió:

$$P = \frac{F}{S}$$

Càlcul de la pressió

Un esquiador de 72 kg fa servir uns esquís amb una superfície de 0,2 m² cadascun. Quina és la pressió que exerceix sobre el terra?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$m = 72 \text{ kg}$$

$$S_{\text{esquí}} = 0,2 \text{ m}^2$$

$$P = \text{incògnita}$$

2) Per aplicar la fórmula de la pressió necessitem conèixer la força exercida i la superfície sobre la qual s'aplica.

La força és el pes de l'esquiador, que podem obtenir amb la fórmula del pes:

$$F_p = m \cdot g$$

$$F_p = 72 \cdot 9,8 = 705,6 \text{ N}$$

La superfície total sobre la qual s'aplica aquesta força és la dels dos esquís. Per tant:

$$S = 2 \cdot S_{\text{esquí}} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ m}^2$$

3) Fem servir la fórmula de la pressió, hi substituïm les dades i resolem:

$$P = \frac{F}{S}$$

$$P = \frac{705,6}{0,4} = 1.764 \text{ Pa}$$

Càlcul de la força

Sabem que per clavar un clau en una paret cal que aquest realitzi una pressió de 15 MPa. Sabent que la seva punta té una superfície de 0,5 mm², quina és la força mínima amb què cal colpejar-lo?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$P = 15 \text{ MPa}$$

$$S = 0,5 \text{ mm}^2$$

$$F = \text{incògnita}$$

2) Expressem totes les magnituds en unitats del Sistema Internacional:

$$P = 15 \text{ MPa} = 15 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$S = 0,5 \text{ mm}^2 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

3) Fem servir la fórmula de la pressió.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **força**) i l'aïllem:

$$P = \frac{F}{S} \rightarrow F = P \cdot S$$

4) Substituïm les dades i resolem:

$$F = 15 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 7,5 \text{ N}$$

Càlcul de la superfície

Clavem un clau en una fusta realitzant-hi una força de 8,2 N. Sabem que per clavar-lo cal que aquest realitzi una pressió de 9,4 MPa. Quina superfície té la punta del clau?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$P = 9,4 \text{ MPa}$$

$$F = 8,2 \text{ N}$$

$$S = \text{incògnita}$$

2) Expressem totes les magnituds en unitats del Sistema Internacional:

$$P = 9,4 \text{ MPa} = 9,4 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

3) Fem servir la fórmula de la pressió.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **superfície**) i l'aïllem:

$$P = \frac{F}{S} \rightarrow S = \frac{F}{P}$$

4) Substituïm les dades i resolem:

$$S = \frac{8,2}{9,4 \cdot 10^6} \approx 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 0,9 \text{ mm}^2$$

Pressió dels fluids

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la fórmula de pressió hidrostàtica:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

on h és l'alçada de la columna de fluid i ρ , la seva densitat.

Càlcul de la pressió

Una piscina conté 60.000 kg d'aigua en un volum és de 60 m³. Sabent que té 3 m de profunditat, quina és la pressió que ha de suportar el seu fons?

1) Identifiquem les variables i anem les dades que tenim:

$$m = 60.000 \text{ kg}$$

$$V = 60 \text{ m}^3$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$P = \text{incògnita}$$

2) Per aplicar la fórmula de la pressió hidrostàtica, necessitem conèixer la densitat del líquid. Per calcular-la, fem servir la fórmula de la densitat, que ja coneixem:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Hi substituïm les dades:

$$\rho = \frac{60.000}{60} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Tal com ja sabíem, la densitat de l'aigua és de 1.000 kg/m³. Podem trobar alguns problemes en què no ens donin aquesta dada perquè se suposarà que ja la sabem.

3) Fem servir la fórmula de la pressió hidrostàtica, hi substituïm les dades i resollem:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 1.000 \cdot 9,8 \cdot 3 = 29.400 \text{ Pa}$$

Càlcul de l'alçada

Es vol omplir d'aigua una piscina nova. Sabem que el terra pot resistir una pressió màxima de 375 hPa. Fins a quina alçada, com a màxim, podrà arribar l'aigua, sense que el fons s'esquerdi?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$P = 375 \text{ hPa}$$

$$\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$h = \text{incògnita}$$

2) Expressem totes les magnituds en unitats del Sistema Internacional:

$$P = 375 \text{ hPa} = 37.500 \text{ Pa}$$

3) Fem servir la fórmula de la pressió hidrostàtica.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, l'**alçada**) i l'aïllem:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow h = \frac{P}{\rho \cdot g}$$

4) Hi substituïm les dades i resolem:

$$h = \frac{37.500}{1.000 \cdot 9,8} = 3,8265 \approx 3,8 \text{ m}$$

Càlcul de la densitat

Agafem un tub ple d'oli i el capgirem dins d'un recipient. Una part del líquid surt del tub, fins que hi queda una columna de 11,5 m. Se sap que la pressió atmosfèrica en el moment i en el lloc de l'experiment és de 101 hPa. A partir d'aquesta informació, dedueix quina és la densitat d'aquest oli.

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$P = 101 \text{ hPa}$$

$$h = 11,5 \text{ m}$$

$$\rho = \text{incògnita}$$

2) Expressem totes les magnituds en unitats del Sistema Internacional:

$$P = 101 \text{ hPa} = 101.000 \text{ Pa}$$

3) Fem servir la fórmula de la pressió hidrostàtica.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **densitat**) i l'aïllem:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow \rho = \frac{P}{h \cdot g}$$

4) Hi substituïm les dades i resolem:

$$\rho = \frac{101.000}{11,5 \cdot 9,8} = 896,18 \approx 896 \text{ kg/m}^3$$

Llei de la Gravitació

Per resoldre aquests problemes utilitzarem la Llei de la Gravitació Universal:

$$F_g = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

on $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ és la constant de la gravitació universal, M_1 i M_2 són els valors de les masses dels dos cossos que s'atrauen i d és la distància entre ells.

Càlcul de la força

Un planeta de $2,3 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ i el seu satèl·lit de $1,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ es troben a una distància de $2,6 \cdot 10^5 \text{ km}$. Amb quina força s'atrauen?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$M_1 = 2,3 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$M_2 = 1,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$d = 2,6 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$F = \text{incògnita}$

2) Expressem totes les magnituds en unitats del Sistema Internacional:

$$d = 2,6 \cdot 10^5 \text{ km} = 2,6 \cdot 10^8 \text{ m}$$

3) Substituïm les dades a la Llei de la Gravitació Universal i resollem:

$$F_g = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2}$$

$$F_g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2,3 \cdot 10^{24} \cdot 1,3 \cdot 10^{22}}{(2,6 \cdot 10^8)^2} = 6,67 \cdot \frac{2,3 \cdot 1,3}{2,6^2} \cdot 10^{19} \approx 3 \cdot 10^{19} = 0,3 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

Càlcul de la massa

Un planeta amb una massa de $3,5 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ exerceix una força de $1,7 \cdot 10^{20} \text{ N}$ sobre un satèl·lit situat a $2,1 \cdot 10^8 \text{ m}$ de distància. Quina és la massa d'aquest satèl·lit?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$M_1 = 3,5 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$F_g = 1,7 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

$$d = 2,1 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$M_2 = \text{incògnita}$$

2) Fem servir la Llei de la Gravitació Universal.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, **una de les masses**) i l'aïllem:

$$F_g = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2} \rightarrow M_2 = \frac{F_g \cdot d^2}{G \cdot M_1}$$

3) Hi substituïm les dades i resolem:

$$M_2 = \frac{1,7 \cdot 10^{20} \cdot (2,1 \cdot 10^8)^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 3,5 \cdot 10^{24}} = \frac{1,7 \cdot 2,1^2}{6,67 \cdot 3,5} \cdot 10^{23} = 0,3 \cdot 10^{23} = 3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

Càlcul de la distància

Un planeta amb una massa de $6,7 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ exerceix una força de $4,7 \cdot 10^{20} \text{ N}$ sobre un satèl·lit amb una massa de $3,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$. A quina distància es troben els dos cossos?

1) Identifiquem les variables i anotem les dades que tenim:

$$M_1 = 6,7 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$M_2 = 3,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

$$F_g = 4,7 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

$$d = \text{incògnita}$$

2) Fem servir la Llei de la Gravitació Universal.

Identifiquem la magnitud que hem de trobar (en aquest cas, la **distància**) i l'aïllem:

$$F_g = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{d^2} \rightarrow d = \sqrt{G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{F_g}}$$

3) Hi substituïm les dades i resolem:

$$d = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6,7 \cdot 10^{24} \cdot 3,4 \cdot 10^{22}}{4,7 \cdot 10^{20}}} = \sqrt{6,67 \cdot \frac{6,7 \cdot 3,4}{4,7} \cdot 10^{15}} \approx \sqrt{32 \cdot 10^{15}} = \sqrt{3,2 \cdot 10^{16}} \approx 1,8 \cdot 10^8 \text{ m} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ km}$$

Claus generals per resoldre aquests problemes:

- Identifica en l'enunciat els valors numèrics de cada magnitud (les unitats poden ajudar-te a fer-ho).
- Fixa't en les fórmules que hauràs de fer servir per decidir quines són les unitats més adequades per expressar cadascuna de les magnituds.
- No oblidis posar sempre les unitats quan donis el resultat.
- Busca d'entre les equacions que coneixes aquella que contingui totes les variables que et proporciona l'enunciat menys una; gràcies a l'equació podràs calcular-ne el valor. Probablement, amb aquesta nova dada podràs utilitzar una altra equació per a la qual et faltava conèixer dues variables, i una d'elles era la que acabes de trobar.
- A l'hora de donar el resultat, fes-ho amb el nivell de precisió que se't demana. Moltes vegades hauràs de realitzar aproximacions. Recorda que:
 - si la xifra següent a aquella per on has de tallar és més petita que 5, has de tallar el número sense tocar l'última xifra (aproximació per defecte);
 - si la xifra següent a aquella per on has de tallar és més gran o igual a 5, has de tallar el número augmentant en una unitat l'última xifra (aproximació per excés).