

03. Giradabo Normal. DINÀMICA.



CONCEPTES
Força normal.
Moviment circular.
Acceleració normal.



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura de distàncies.



MATERIAL
Balança.
Cronòmetre.

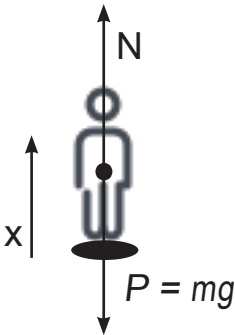


APPS & MÒBIL
Aplicació ImageMeter.

Pes aparent al Giradabo

Pugem al Giradabo. Comença a donar voltes. És llavors quan comencem a sentir els efectes de no estar quiets a terra. Quan estem al punt més alt ens podem sentir alleugerits, com si peséssim menys. Al punt més baix passa el contrari: notem que pesem més. El mateix pot passar en un ascensor: “pesem més” quan comença a pujar, i “pesem menys” quan acaba el seu moviment ascendent. Això es degut a que no és possible diferenciar entre un sistema que està accelerat i la gravetat. Ascensors, rodes de fira i en general qualsevol sistema accelerat són, per tant, uns sistemes una mica especials i en física els anomenem no inercials.

$a = 0$



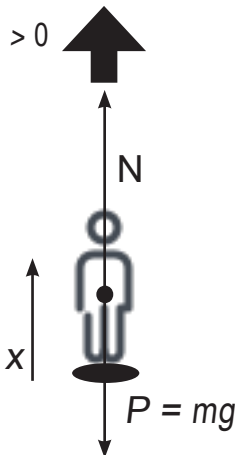
La força que mesura com d'intens és el contacte amb la superfície de les cistelles de la roda de fira és la **força normal**. Aquesta és, de fet, la força que mesura una bàscula. En cas que el Giradabo estigui parat, la normal és molt senzilla de calcular. Dibuixem el diagrama de forces sobre una persona pujada en una balança a la roda de fira (vegeu dibuix de l'esquerra).

Donat que l'acceleració sobre la persona a la roda de fira és nul·la perquè està quieta, la segona llei de Newton ens diu en aquest cas:

$$\sum F = ma = 0 \quad \text{i per tant} \quad N - mg = 0$$

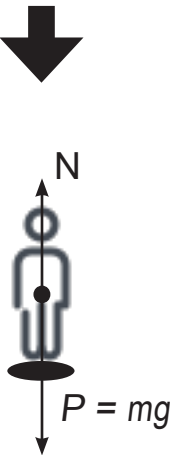
Puja acceleradament

$a > 0$



Baixa acceleradament

$a < 0$



La normal per tant és simplement el pes: $P = mg$. La cosa es complica una mica quan pugem o baixem d'una forma accelerada. Fem en aquests dos casos el diagrama de forces i dibuixem també l'acceleració (vegeu dibuix de l'esquerra):

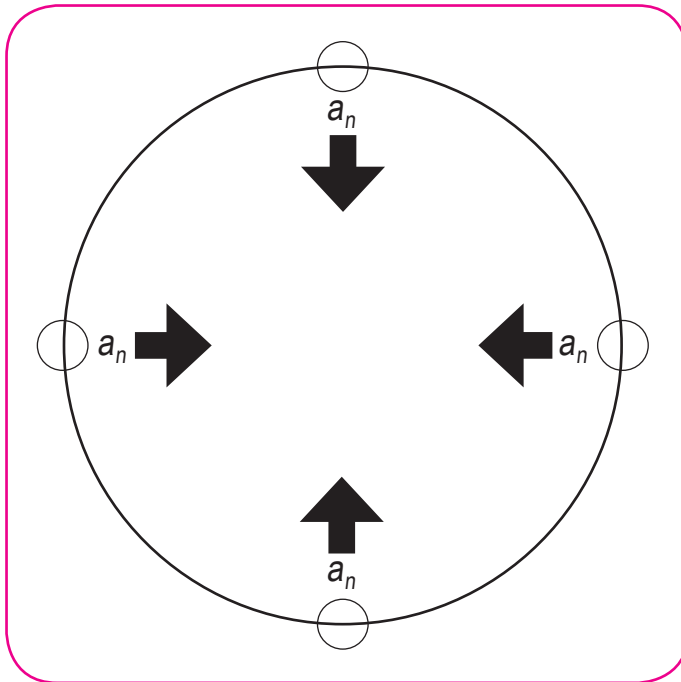
En aquests dos casos, l'acceleració ja no és zero, i per tant la normal ja no serà igual al pes. La segona llei de Newton en aquests dos casos la podem escriure com:
 $N - mg = ma$ i per tant la normal:

$$N = m(g+a)$$

Si l'ascensor està accelerant cap a dalt, l'acceleració és positiva, i per tant la normal serà més gran que el pes. En cas que l'ascensor acceleri cap a baix, la normal serà més petita que el pes. En el cas extrem en què un ascensor caigui lliurement, l'acceleració serà igual a la gravetat, i en aquest cas la normal serà zero: notarem ingravidesa.

La roda de fira gira en un moviment circular, amb una certa velocitat angular ω . L'acceleració, en aquest cas deguda al gir, s'anomena acceleració normal i es pot calcular com:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$



On hem utilitzat la relació $v = \omega R$ entre la velocitat lineal i l'angular. Dibuixem ara les acceleracions quan el Giradabo està fent el seu moviment circular uniforme (vegeu dibuix de l'esquerra):

La direcció de l'acceleració normal sempre apunta al centre de la circumferència, ja que és la responsable de que el cos giri. Si ara calculem la força normal als punts més baix i més alt de la trajectòria:

Punt més alt: $N - mg = -m\omega^2 R$ i per tant la normal serà igual a $N = m(g - \omega^2 R)$

Punt més baix: $N - mg = m\omega^2 R$ i per tant la normal serà igual a $N = m(g + \omega^2 R)$

Fixem-nos que en els punts a banda i banda de la circumferència, l'acceleració normal no té cap efecte sobre el nostre pes aparent.

La mesura del pes aparent la farem amb una balança. Tot i que tothom creu que les balances mesuren la massa d'un objecte, això és fals. Com hem vist mesuren la normal. El que passa és que normalment els mercats no estan instal·lats en rodes de fira, i per aquesta raó les balances, en situacions normals, mesuren el pes.

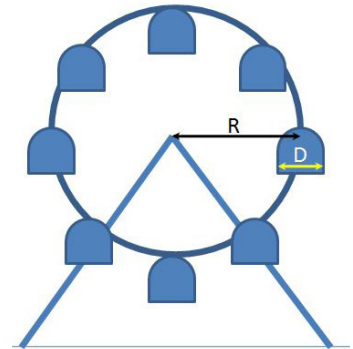
Les unitats en què es dona la mesura d'una balança són kg, però de fet, donat que una balança mesura força i no massa, seria més correcte dir que la mesura és en kiloponds, a vegades anomenats "kilograms força". La relació entre Newtons i kiloponds és senzilla $1 \text{ kp} = 9.81 \text{ N}$. Per tant, si multipliquem la mesura de la balança pel valor de g , obtindrem la força en Newtons que fa la normal sobre la balança i, per tant, el pes aparent (en Newtons).

EXPERIMENTA!**Què farem?**

En aquesta activitat volem comprovar que, efectivament, el gir de la roda de fira afecta al pes aparent. A més volem relacionar aquest pes amb el radi i la velocitat de gir del Giradabo, per comprovar que l'expressió de l'acceleració normal funciona. Per això primer mesurarem la velocitat i el radi del Giradabo des de fora de l'atracció, i després pujarem per mesurar la força normal mesurada per la balança.

E1: CALCULEM EL RADI***Fora de l'atracció*** (Ídem 04-E1)

1. Per mesurar el radi ens situarem lluny de l'atracció, de manera que puguem veure la roda sencera, i farem una fotografia amb el mòbil.
2. Obrirem l'aplicació ImageMeter.
3. Sabent que el diàmetre d'una cistella és de 166 cm podem utilitzar aquesta longitud com a referència i calcular amb l'aplicació el radi de la roda de fira sencera.



$$R = \quad \text{m}$$

E2: DETERMINEM LA VELOCITAT ANGULAR***Fora de l'atracció***

1. Prenem una de les cistelles com a referència, per saber quan es completa una volta sencera.
2. En posar-se en marxa l'atracció, caldrà esperar a que pugin tots els participants, i per tant anirà parant. En aquest moment encara no mesurarem.
3. Quan el Giradabo comenci a donar voltes de forma constant, mesurem el temps que triga en fer una volta sencera. A aquest temps l'anomenarem el període T .

$$T = \quad \text{s}$$

3. Finalment calculem la velocitat angular:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \quad \text{rad/s}$$

EXPERIMENTA!**E3: DETERMINEM EL PES APARENT***Dins de l'atracció*

1. Quan accedim al Giradabo, veurem que tenim una balança al terra de la cistella amb una massa de 4kg a sobre. Si us plau **NO MOGUEU LA BALANÇA** ni canvieu res del que hi ha a la cistella.

2. Quan el Giradabo estigui quiet, anotem la massa que indica la balança:

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

3. Quan el Giradabo comenci a moure's a velocitat angular constant, fixe'u-vos en el pes que marca la balança al punt més baix $F_{a \text{ baix}}$ i al punt més alt $F_{a \text{ dalt}}$. Recordem que, tot i que el que marca la balança són kilograms, de fet el que estem mesurant és una força en kiloponds (o kg força).

5. Les forces obtingudes en els punts més alt i més baix són:

$$F_{a \text{ baix}} = \quad \text{kp} \quad ; \quad F_{a \text{ dalt}} = \quad \text{kp}$$

6. Les mesures anterior en Newtons són:

$$F_{a \text{ baix}} = \quad \text{N} \quad ; \quad F_{a \text{ dalt}} = \quad \text{N}$$

QÜESTIONS?

1. Quina és la diferència entre el pes aparent al punt més alt i al punt més baix de la trajectòria.

$$\Delta m = \quad \text{kg}$$

2. Calculem, a partir de les equacions de la introducció i els valors del radi i de la velocitat angular que hem mesurat, el pes aparent de l'objecte de 4 kg a dalt i a baix:

$$N_{dalt} = m (g - \omega^2 R) = \quad \text{N} , \quad N_{baix} = m (g + \omega^2 R) = \quad \text{N}$$

3. Calculem ara, a partir del resultat anterior, la diferència entre el pes aparent al punt més alt i al punt més baix de la trajectòria, en Kp. Compara aquest resultat amb l'obtingut a la primera qüestió?

$$\Delta N = \quad \text{kp}$$

+A L'AULA!

1. Calculem a quina velocitat hauria de girar la roda de fira per tal que el pes aparent de la massa que estem mesurant fos la meitat.
2. Calculem en el cas anterior, quin seria el pes aparent en el punt més baix de la trajectòria.

“Courage is like — it’s a habitus, a habit, a virtue: you get it by courageous acts. It’s like you learn to swim by swimming. You learn courage by couraging”. Marie M. Daly.