

Mecánica 2º Bachillerat o **Cuestiones de Estática resueltas. Selectividad Illes Balears**

1. En las estatuas con algún personaje montando a caballo, éste se encuentra normalmente con las cuatro patas en el suelo, o al paso con tres patas apoyadas, en pocas estatuas el caballo va al trote, dos o tres patas apoyadas y raramente al galope con sólo las patas traseras apoyadas en el suelo. Explica si es así por razones estéticas o estáticas.

El caballo y el jinete se encuentran en equilibrio por lo que se deben cumplir las condiciones generales de equilibrio. $\Sigma \mathbf{F} = 0$ y $\Sigma \mathbf{M} = 0$

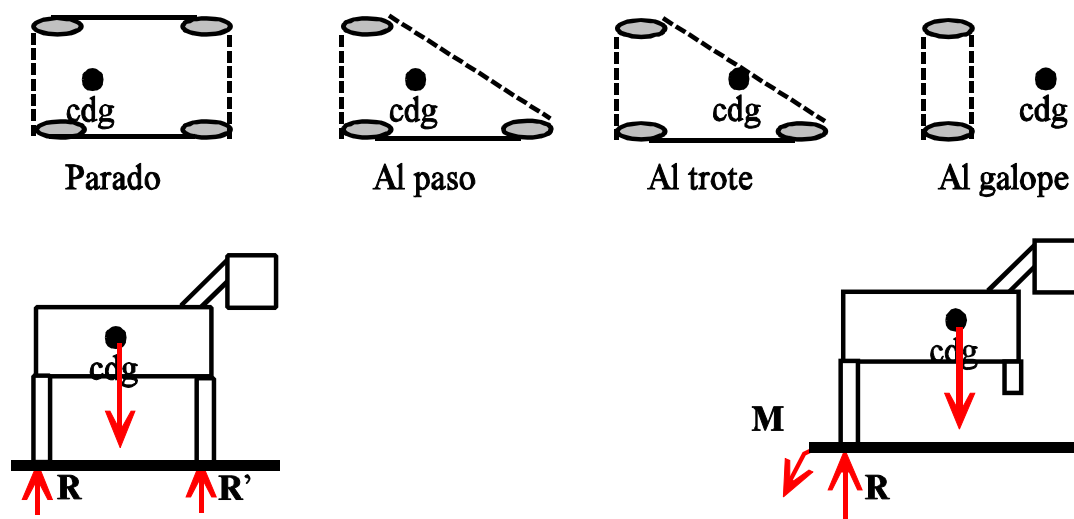
El sistema está sometido a la fuerza gravitatoria aplicada en el c.d.g. de la estatua y las reacciones del suelo. Éstas pueden ser fuerzas y o momentos. Estará el sistema en equilibrio si el cdg se encuentra sobre la superficie de sustentación, en este caso la superficie delimitada por las patas en contacto con el suelo.

a. Por tanto si está apoyada sobre las 4 patas el cdg estará sobre la superficie de sustentación y las fuerzas verticales sumarán cero y también los momentos. Una única pata empotrada o articulada en el suelo bastará. para asegurar el equilibrio.

b. Apoyada en tres patas, aunque la superficie de sustentación sea menor la situación será semejante, con el cdg sobre la misma.

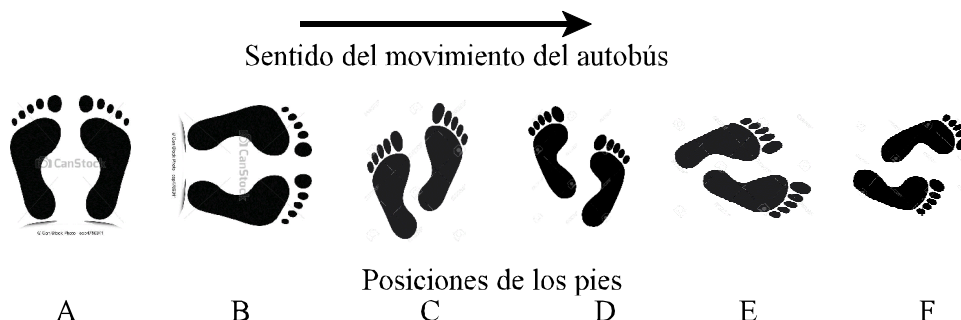
c. Al trote sobre dos patas la superficie de sustentación es mucho menor con lo que el cdg puede no estar sobre la misma y serán necesarios momentos de empotramiento de las patas con el suelo. Esta situación se da aunque esté sobre 3 patas porque el cdg al trote está desplazado con respecto a la situación de parado.

d. Al galope el cdg no cae sobre la superficie de sustentación por lo que es imprescindible un momento de empotramiento en ambas patas de apoyo que debido al peso de la escultura será de elevada magnitud con los problemas que puede generar de flexión, torsión o cortadura en los empotramientos.



Visión cenital de la superficie de sustentación en las cuatro situaciones
Diagrama de sólido libre simplificado en reposo y al galope

2. Cuando viajamos de pie en autobús por lo general procuramos llevar los pies separados. En la figura adjunta se indica el sentido del movimiento y la posición de los pies. Indica en qué cambios de movimiento del autobús (aceleración, frenazo, giro a derecha o izquierda) podremos reaccionar mejor y en qué casos con mayor dificultad sin irnos al suelo.



Resolución de la cuestión sin necesidad de introducir las fuerzas de inercia, utilizando las ecuaciones de la dinámica de la traslación y de la rotación, para que el individuo no rote y por tanto no caiga.

Analicemos el caso de que nos encontramos en el autobús que se mueve hacia la derecha y acelera en el sentido del movimiento.

Para que el individuo acelere con el autobús es necesario que actúe sobre él una fuerza en la dirección y sentido de la aceleración. En esta situación ni el peso ni la fuerza normal pueden acelerar al individuo porque son fuerzas verticales y por tanto la única fuerza capaz de acelerarlo es la fuerza de rozamiento estático que ejerce el suelo sobre las suelas de los zapatos del individuo.

Los diagramas de sólido libre representados nos muestran al individuo en dos posiciones diferentes, el primero con los dos pies a la misma altura y el segundo con un pie adelantado.

La ecuación de la dinámica de la traslación es $f_r = m \cdot a_{cm}$

Aplicemos la ecuación fundamental de la dinámica de rotación para un observador ubicado en el c.m., $\Sigma M_{c.m.} = I \cdot \alpha$ $\Sigma M_{c.m.} = 0$

Este observador, aunque no es inercial, sí puede aplicar los momentos de las fuerzas reales porque la “fuerza de inercia,” al estar aplicada en el c.m. no crea momentos con respecto al mismo

Diagrama 1.

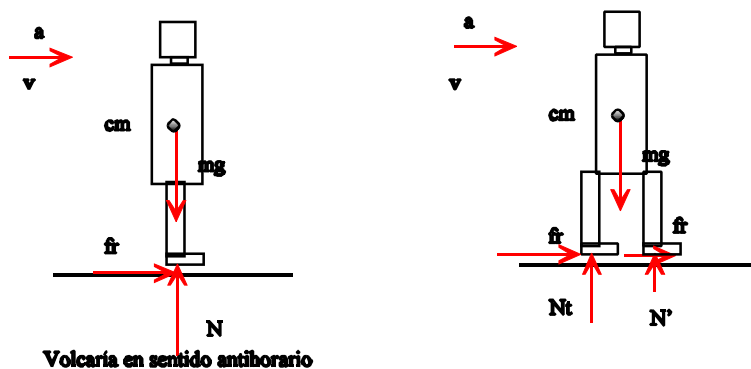
Observa que las fuerzas de rozamiento en la posición representada crean un momento antihorario que obligan a girar al individuo en el mismo sentido y lo harían caer.

Para poder permanecer en equilibrio el individuo atrasa un pie(o adelanta otro) y ahora la reacción normal del suelo en el pie retrasado N_T crea un momento horario que puede impedir que vuelque hacia atrás.

Cuanto más acelere el vehículo mayor será la fuerza de rozamiento necesaria para acelerar al individuo y por tanto mayor deberá ser la $N_{traseira}$

y por tanto menor la $N_{delantera}$ o más debería haber atrasado el pie con respecto al c.m..

$$f_r \cdot y_{cm} - N_T \cdot x = 0$$



Otra buena alternativa sería bajar el c.m. pues así disminuiría el momento de la fuerza de rozamiento que es el que nos hace caer.

Si el vehículo acelerara hacia atrás (frenara) la reflexión hecha sobre las fuerzas de rozamiento y de los momentos con respecto al c.m. sería análoga y lo que deberíamos hacer es adelantar un pie.

Al acelerar positivamente la N_{traseira} aumenta y soportamos una fuerza mayor y al frenar quien aumenta es la $N_{\text{delantera}}$.

En el caso de que el autobús tomara una curva deberíamos desplazar un pie en el sentido contrario a la aceleración que adquiere el vehículo para mantener el equilibrio.(Curva a la izquierda, pie a la derecha)cargando el peso sobre ese pie de manera análoga al caso analizado.

3. Explica las razones por las que los equilibristas cuando lo hacen sobre un cable a 2 o 3 metros de altura lo hacen sin barra-balancín y en cambio la usan cuando lo hacen a 20 o 30m de altura.

Para evitar las caídas, que son más peligrosas desde lo alto

El balancín les permite:

1. Bajar el c.d.g. del conjunto, con lo que el momento con respecto al punto de suspensión se hace menor. $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$

2. Cuando el cdg del conjunto se desplaza a izquierda o derecha, el momento de las fuerzas no es cero y adquiriría una aceleración angular que será menor debido al elevado momento de inercia del conjunto a causa de la barra perpendicular al cable de sustentación.

$$\Sigma \mathbf{M} = I \cdot \alpha \quad I = \int r^2 \cdot dm$$

3. Además el equilibrista puede corregir la posición del cdg no sólo desplazando su cuerpo sino también desplazando levemente la barra para que el cdg quede en la vertical del punto de suspensión y se mantenga el equilibrio inestable

