

# AUTORES

## Coordinadores:

Borrás Rocher, Fernando  
Botella Beviá, Federico  
Calvo Calabuig, Roland  
Devesa Botella, Antonio Francisco  
Segura Heras, José Vicente

## Autores:

Abelenda Lombardo, Maria del Pilar  
Antón Felanich, Francisco  
Belda Albero, M<sup>a</sup> Teresa  
Beneyto i Vañó, Joaquim B.  
Cantó Esquembre, M<sup>a</sup> Carmen  
Casanova Alberola, Francisco  
Fabra Molera, Moisés  
Ensenat Fernandez, Nuria  
Espinar Frías, Pedro Antonio  
Frías Fernández, Cristina  
Garcés Moret, Marcelino  
Gil Poveda, Manuel  
Izquierdo Hortelano, Diana  
López Juárez, Fernando  
Maldonado García, M<sup>a</sup> Carmen  
Martínez Boix, José Manuel  
Pascual Bartolomé, Ángela  
Rodríguez Rubio, M<sup>a</sup> Isabel  
Sanz García, Raquel  
Toledo Melero, Francisco Javier  
Úbeda Müller, Juan  
Vera García, Gemma

## Subvencionado por:

Terra Mítica

## Colaboran:

Centro de Investigación Operativa de la Universidad Miguel Hernández de Elche.  
Centro de Formación, Innovación y Recursos Educativos de Elche (CEFIRE).



# 1. EL VUELO DEL FÉNIX

Como ya sabrás la atracción del ave Fénix consta de una torre cilíndrica de 54 m. de altura, desde cuya cima se divisa una espléndida vista del parque y de la vecina ciudad de Benidorm así como del intenso azul del mar Mediterráneo.

Durante 25 s. y mediante un motor, se izan hasta el tope de la torre (54 m.) cuatro banquetas con cuatro asientos cada una de ellas, dotadas de un sistema de seguridad que mantiene firmemente sujeto a su asiento a cada pasajero. Una vez subida la banqueta a la parte más elevada de la torre y tras un breve tiempo de espera (3 s.) se deja libre la banqueta que cae debido a su peso, provocando en los pasajeros una intensa sensación. Al cabo de 2,5 s. de caída libre, el sistema de frenos comienza a actuar para detener a la banqueta y a sus ocupantes de modo que cuando llegan de nuevo a la base de la torre su rapidez es cero.



Desde el punto de vista físico podemos aproximar a cuatro fases bien diferenciadas el movimiento total de la atracción:

**FASE 1** Durante la subida y por razones de seguridad, la banqueta tiene distinta rapidez según el tramo ascendido, pero para poder facilitar tanto el tratamiento cualitativo como el cuantitativo, aunque acelere brevemente tanto al comienzo como al final de la fase del movimiento, vamos a suponer que asciende con rapidez constante.

**FASE 2** Aquí la banqueta permanece en reposo en la parte más elevada de su recorrido durante unos eternos 3 s.

**FASE 3** Tras la espera se produce la caída libre con una duración aproximada de 2,5 s.

**FASE 4** Ahora comienza la intensa frenada que en realidad se produce con una aceleración variable, pero que por las razones que antes hemos esgrimido, la vamos a considerar constante para facilitar los cálculos cuantitativos.



# 1. EL VUELO DEL FÉNIX

- 1.1. Determina la fuerza vertical resultante en cada fase que actúa sobre:
  - a) La banqueta (masa de la banqueta con pasajeros 1.160 kg.).
  - b) Sobre un pasajero de masa 65 kg.
- 1.2. Relaciona la fuerza vertical resultante obtenida en la actividad anterior con el peso aparente (sensación de peso) del pasajero en cada una de las fases.
- 1.3. Calcula la fuerza normal que el asiento de la banqueta hace sobre el pasajero de 65 kg. de masa en cada una de las fases.
- 1.4. Para cada una de las fases y tomando como sistema de referencia la base de la torre y sentido positivo hacia arriba, escribe en forma vectorial las magnitudes siguientes:
  - a) Velocidad y aceleración.
  - b) Fuerza resultante que actúa sobre el pasajero.
- 1.5. Sabiendo que el conjunto banqueta - pasajeros tiene un masa de 1.160 kg. y que ha ascendido hasta la parte más alta de la torre con una rapidez constante de 2,2 m/s., determina el trabajo realizado por el motor de la atracción durante esa fase.
- 1.6. Calcula la potencia desarrollada por el motor durante la ascensión.
- 1.7. Aplica sobre la banqueta y para cada fase el principio de conservación de la energía mecánica, explicando el significado de cada uno de los términos que aparecen en él, para cada caso. Además comprueba que se cumple.
- 1.8. Una vez acabadas todas las actividades, a modo de recapitulación, realiza un informe lo más detallado posible del proceso, y explica las aproximaciones que se han tenido que tomar para poder realizar las actividades.

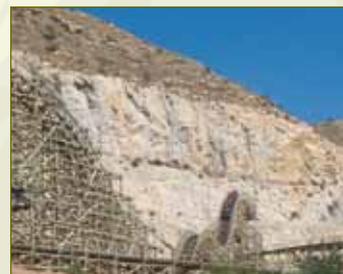


## 2. MAGNUS COLOSSUS

Una de las sensaciones más características que notamos en la montaña rusa, es la del “movimiento” del estómago, que parece subir hacia la garganta cuando inicia una brusca caída. La explicación a este fenómeno nos la da la primera ley de la Dinámica o principio de la inercia. El estómago y demás vísceras forman lo que se denomina “partes blandas” y en el instante de un cambio brusco en la dirección del movimiento, como por ejemplo, en una pronunciada caída, dichas partes blandas intentan seguir con su movimiento anterior a diferencia del resto del cuerpo del pasajero, que por obvias razones de seguridad, está firmemente sujeto a la vagoneta. De manera que a mayor aceleración (cambio de la dirección y/o de la rapidez), más intensa es la sensación que se percibe.

La montaña rusa del Terra Mítica es una de las más grandes construida en Europa en madera, lo que le proporciona un característico sonido cuando se encuentra en movimiento el tren de ocho vagonetas en el que suben los pasajeros. Tiene una longitud aproximada de 1.100 m. y cada viaje tiene una duración de 2 minutos. Una vez que el tren ha llegado a la parte más elevada de su trayectoria, situada a 35 m. de altura sobre el punto de partida, el único motor de su trepidante viaje es la fuerza de la gravedad que le impulsa desde las primeras rampas hasta que de nuevo entra en la estación para recoger a los próximos viajeros.

Como en otras atracciones, para facilitar el tratamiento cuantitativo y cualitativo de las actividades preparadas, es necesario realizar una serie de aproximaciones, en este caso consideraremos que las fuerzas de rozamiento que actúan sobre las vagonetas por tanto sobre los pasajeros son muy pequeñas y por tanto no las tendremos en cuenta.

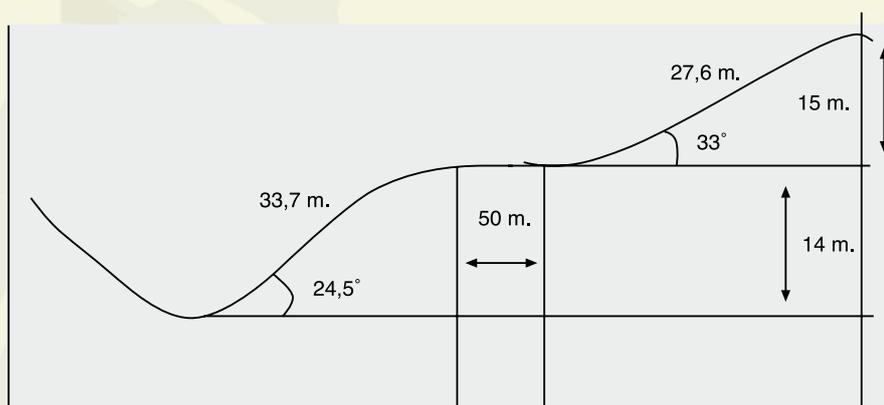


Bachillerato. Física



## 2. MAGNUS COLOSSUS

- 2.1. A partir de los datos reflejados en el dibujo que representa las dos primeras rampas del recorrido de la montaña rusa, determina el valor de la aceleración para cada una de ellas.



- 2.2. Calcula el valor de la rapidez de la vagoneta al final de la segunda rampa.
- Aplicando los conceptos de la cinemática y la dinámica.
  - Aplicando el Principio de conservación de la energía mecánica.
- Compara los resultados obtenidos por ambos métodos. ¿Cuál de ellos te ha resultado más fácil de aplicar? (Recuerda que en A la rapidez es de 2 m/s.).
- 2.3. Tras la primera rampa, se observa que la rapidez real de la vagoneta es de 15 m/s. Calcula el coeficiente de rozamiento que existe entre la vagoneta y las vías de la montaña rusa. ¿Cuánto vale el trabajo de rozamiento en este tramo? (Masa de la vagoneta 300 kg.).
- 2.4. El siguiente esquema representa la rampa de subida desde la base de la atracción hasta la máxima altura. El tren que está formado por ocho vagonetas de 300 kg. cada una de ellas, asciende por la primera rampa de 110 m. de longitud y 35 m. de desnivel, con una rapidez constante de 2 m/s. Sabiendo que  $\mu = 0,2$ , determina:
- La tensión que hay entre la primera y la segunda vagoneta.
  - La fuerza que realiza el motor para subir al tren por la rampa.
  - La potencia que desarrolla dicho motor.



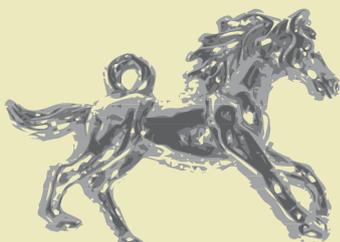
### 3. ARIETES

Basándonos en la experiencia que todos tenemos de esta atractiva y familiar atracción, clásica donde las haya, basta recordar que la encontramos en cualquier feria, parque de atracciones o como es el caso parque temático, vamos a proponeros una serie de actividades que os servirán para recordar y porque no para profundizar conceptos que sin duda habéis estudiado de Cinemática y Dinámica.

Hasta ahora el tratamiento que hemos hecho de la cinemática y de la dinámica para los niveles inferiores no ha incluido el carácter vectorial de las magnitudes asociadas al movimiento. Sin embargo, en este nivel ya consideramos necesario introducir el carácter vectorial de las mismas, y para ello os proponemos las siguientes actividades.



- 3.1. Imagina que el cochecito está justo en el centro de la pista, recuerda que las dimensiones de la pista son de 34 m. de largo por 13 m. de ancho. Cuando la atracción se pone en marcha, tu coche empieza a moverse hacia la izquierda paralelamente al lado mayor, con una aceleración constante de  $0,9 \text{ m/s}^2$  durante tres segundos y a partir de ese instante se mueve con rapidez constante. Determina y dibuja en el plano de la pista:
- Vector posición inicial.
  - Vector posición al cabo de 3 s.
  - Vector desplazamiento para  $t = 3 \text{ s}$ .
  - Vector velocidad para  $t = 3 \text{ s}$ .
  - Vector aceleración durante los tres primeros segundos.



## 3. ARIETES

- 3.2. Imagina la siguiente situación, estás llegando al final de la pista y para no chocar realizas un giro de  $180^\circ$  hacia la izquierda de 2,5 m. de radio, con una rapidez constante. Determina:
- El tiempo que tarda en dar el giro.
  - El valor de la aceleración centrípeta durante el giro.
  - El valor de la aceleración tangencial durante el mismo.
  - El vector aceleración, justo en la mitad del giro.
  - La fuerza centrípeta que actúa sobre el coche si su masa es de 200 kg. también en la mitad del giro.
  - El vector velocidad a la salida del giro.
- 3.3. En la actividad anterior hemos calculado la fuerza centrípeta que actúa sobre el coche, ¿te has parado a reflexionar sobre quién o qué ejerce esa fuerza causante del giro?

Hasta ahora no habíamos podido ocuparnos cuantitativamente de uno de los aspectos más buscados al subirnos a esta atracción como es el del choque, pero en este nivel ya tenéis armas suficientes para enfrentaros a ello. Ahora bien, si sois alumnos/as de 1º de Bachillerato os vamos a ayudar un poco, pues sabemos que en la mayoría de los casos no habréis llegado a estudiarlos.

Para el estudio de los choques tenemos que tener en cuenta que los mismos pueden ser de dos tipos: “elásticos” e “inelásticos”. El primero de ellos se caracteriza por conservarse, además de la cantidad de movimiento, la energía cinética. En el segundo, es decir, el inelástico, sólo se conserva la cantidad de movimiento.

- 3.4. Vamos a plantearos el típico caso de choque inelástico, un coche de 200 kg. de masa total (coche más personas) se mueve sobre la pista con una rapidez de 3 m/s. y choca con otro coche de 250 kg. de masa total que está parado. Si después del choque los dos continúan moviéndose juntos, ¿cuál será la velocidad del conjunto después del choque?

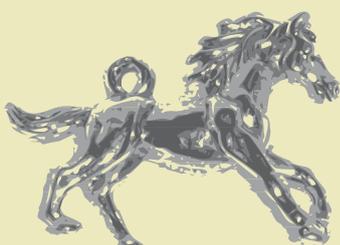


### 3. ARIETES

- 3.5. Otra situación puede ser la siguiente, un coche de 200 kg. de masa total está parado en el centro de la pista, en ese momento se le acerca por detrás otro coche de 250 kg. de masa total que se está moviendo con una rapidez de 3 m/s. Considerando que el choque fuese totalmente elástico, determina la rapidez de cada uno de ellos después del mismo sabiendo que tras el choque, ambos se mueven en la misma dirección del coche que se estaba moviendo.
- 3.6. Si el choque anterior tiene una duración de 0,25 s., calcula durante ese tiempo la aceleración que sufre cada coche, asimismo calcula la fuerza que actúa sobre cada coche durante el impacto y comprueba que se cumple el tercer Principio de la Dinámica o Principio de acción-reacción.
- 3.7. Para la misma situación anterior, calcula la fuerza que actúa durante el choque sobre una persona de 70 kg. de masa que se encuentra en el coche que se está moviendo a 3 m/s. ¿Qué explicación le das al sentido de la fuerza que actúa sobre la persona? Sin embargo, como sabes, la persona se ve impulsada hacia adelante, ¿cómo explicas esta situación?

Para evitar que la persona, que puede no estar atenta al choque, salga disparada hacia delante, es obligatorio como habrás podido comprobar en la atracción, el uso del cinturón de seguridad.

Vamos a aprovechar esta ocasión para reflexionar sobre las campañas de seguridad vial, que suelen hacerse periódicamente en los medios de comunicación y que repetidamente nos recuerdan la necesidad y obligación de que todos, y no solamente los ocupantes de los asientos delanteros, lleven puesto el cinturón de seguridad.



### 3. ARIETES

- 3.8. Os proponemos que haciendo una pequeña extrapolación, calculéis la fuerza que actuaría sobre un pasajero de 70 kg. que circula a 72 km/h. en un coche de 1.200 kg. de masa total, que colisiona con otro coche de 1.000 kg. de masa total, que se encuentra detenido delante de un semáforo. Suponer que el choque sea perfectamente elástico y que su duración sea de 0,25 s.
- 3.9. Un coche de 220 kg. de masa, que se desplaza a 3 m/s., choca contra otro de 240 kg. de masa que se encuentra en reposo. Después de la colisión, el primero se mueve a 1,5 m/s. con una dirección y sentido que forma un ángulo de  $45^\circ$  con la inicial. Determina la rapidez y la dirección del segundo coche.
- 3.10. Un coche de 220 kg. de masa y otro de 240 kg., chocan perpendicularmente cuando se desplazan a 2,5 m/s. y 3 m/s. respectivamente. Si después del impacto quedan unidos, determina la velocidad del conjunto. (Recuerda que este caso corresponde a un choque inelástico).



## 4. LOS ÍCAROS

Esta atracción no es la típica de un carrusel que da vueltas alrededor de su eje, aquí sentirás el vuelo que evoca al del mítico Ícaro. Cuando subas en ella, observarás como antes de empezar a girar toda la estructura superior se eleva y con ella tú y tu silla. Ya desde el principio tu silla además de girar realiza un movimiento de sube y baja que combinado con el de giro te proporciona una agradable sensación de vuelo. Una vez que la atracción ha alcanzado la velocidad de régimen (VELOCIDAD ANGULAR constante), en dar una vuelta completa tardarás aproximadamente 9 s., y debido al movimiento circular tú y tu silla os separaréis de la posición vertical y quedareis inclinados durante todo el viaje.



Como ya se os ha contado, vais a experimentar un movimiento circular uniforme y un movimiento de vaivén que hace subir y bajar a las sillas en su trayectoria, éste último movimiento, va a dificultar el tratamiento cualitativo y cuantitativo de nuestras preguntas, por eso, para simplificar al máximo vamos a suponer que sólo se produce el movimiento circular.

Ahora que ya tenéis un mayor nivel de conocimientos, las cuestiones a plantear pueden y deben ser más profundas y esperamos que os ayuden a repasar y también, por qué no, a entreteneros. (Vamos a seguir suponiendo que el giro de la silla lo realiza en un plano horizontal y que la silla cuelga de un solo cable de 5,6 m. de longitud).

Antes de pasar a responder las cuestiones, sería conveniente que hicierais un pequeño dibujo de la atracción y centrándote en sólo una de las sillas, dibujaras las fuerzas que actúan sobre ella (recuerda que hemos supuesto que la silla cuelga de un solo cable), cuando está parada y cuando ya está en movimiento uniforme.

- 4.1. ¿En qué situación el peso y la tensión del cable coinciden?
- 4.2. Si en un momento determinado aumentara la velocidad de giro, ¿qué le pasaría al ángulo que forma el cable o cadena con la vertical?
- 4.3. ¿Cómo varía la tensión de la cadena con la fuerza centrípeta que actúa sobre la silla?



## 4. LOS ÍCAROS

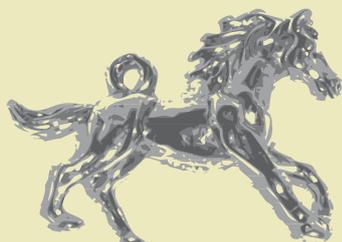
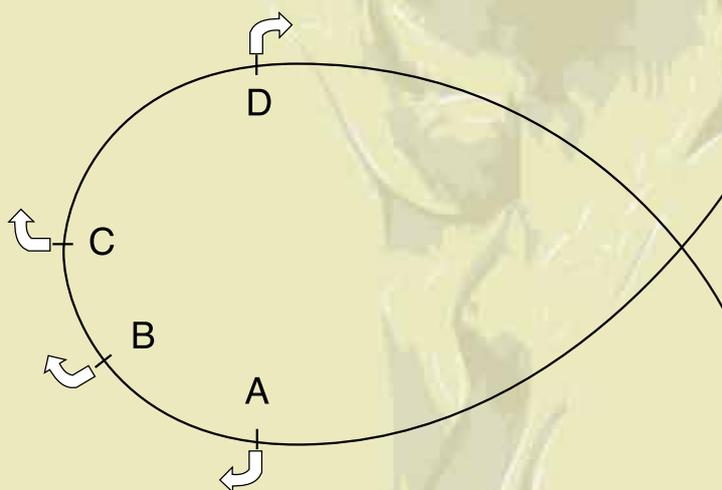
- 4.4. ¿Podría llegar a ponerse la cadena totalmente horizontal? ¿Por qué?
- 4.5. El ángulo que forma la cadena o cable con la vertical ¿depende de la masa del pasajero? Justifica tu respuesta.
- 4.6. Suponiendo que el conjunto silla-persona tiene una masa de 80 kg., y que la velocidad lineal del conjunto es de 4,8 m/s. y que el ángulo que forma la cadena con la vertical es aproximadamente de  $19^\circ$ , calcula:
- El radio de la circunferencia descrita por la silla.
  - La tensión de la cadena.
  - La fuerza centrípeta.
- 4.7. ¿Sabrías calcular cuál ha sido el cambio de altura experimentado por la silla, desde que comienza el movimiento hasta que alcanza la rapidez uniforme?
- 4.8. Cuando una silla está girando con movimiento circular uniforme, la tensión de la cadena es:
- Igual al peso.
  - Mayor que el peso.
  - Menor que el peso.
  - Igual a la fuerza centrípeta que actúa sobre la silla.
- 4.9. El ángulo de inclinación de la cadena, no depende de:
- De la velocidad de giro.
  - De la masa de la silla y del pasajero.
  - Del radio con el que gira la silla.
  - Del valor de la aceleración de la gravedad.
- 4.10. Por cierto, en una excursión con el instituto, a uno de mis alumnos le sonó el móvil y al ir a contestar se le cayó justo cuando pasaba por delante de otros compañeros que no habían subido y le estaban esperando. En ese momento la altura con respecto al suelo era de 2 m. Aprovechamos la ocasión y al día siguiente, en clase, les pregunté si podían describir la trayectoria que según ellos realizó el móvil y que calcularan la velocidad inicial que llevaba. Aproximadamente el teléfono móvil cayó a 3,1 m. de la vertical en el momento de la caída.



## 5. TITÁNIDE

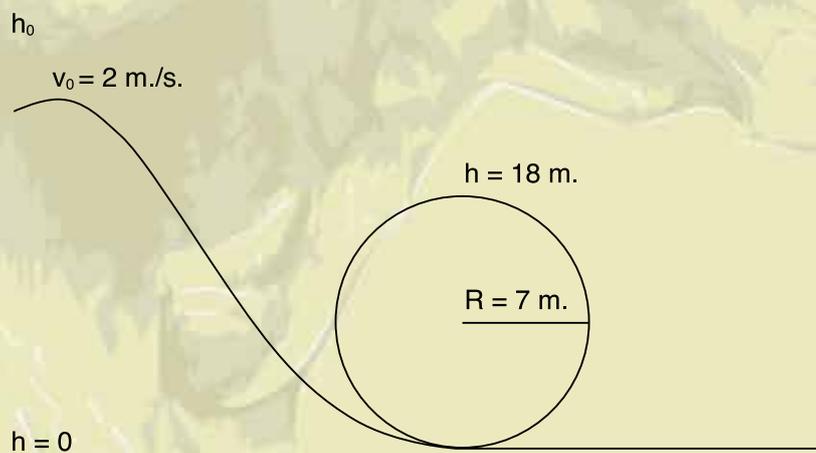
Cuando sales de la estación y subes hasta 31 m. de altura ya no tienes escalatoria, a partir de ahí ya no sabes si estás derecho o invertido, si giras a derecha o a izquierda. En 37 estremecedores segundos recorres 600 m de una vía retorcida subido en un asiento que te lleva firmemente sujeto a velocidades de vértigo de nuevo al punto de partida. Con Titánide harás un looping que empezarás con las piernas colgando y lo acabarás cabeza abajo sometido a una fuerza centrípeta que te dejará boquiabierto. Sube y concéntrate en saber dónde estás y qué haces, experimenta las fuerzas que actúan sobre tu cuerpo y disfruta.

- 5.1. Si a la entrada del looping del foso que está a una altura de 4 m. el convoy lleva una rapidez de 21 m/s., despreciando los efectos debidos al rozamiento, calcula que rapidez llevará cuando se encuentre en la parte más alta del mismo si el radio del looping es de 7 m.
- 5.2. Calcula la fuerza normal que el asiento efectuará sobre una pasajero de 75 kg. de masa en el punto más bajo del looping. Considera que el radio descrito por el asiento es de 8 m.
- 5.3. ¿En cuál de los siguientes puntos señalados en el gráfico que representa el looping del foso, la fuerza centrípeta que actúa sobre el pasajero es mayor?



## 5. TITÁNIDE

- 5.4. Determina la componente tangencial del peso del convoy cuando éste está subiendo por la primera rampa de la atracción que tiene una longitud de 54 m. y un desnivel de 27 m. Sabiendo que la masa total del convoy es de 8.000 kg.
- 5.5. Determina la potencia desarrollada por el motor de la atracción durante esta subida, si el convoy se desplaza con una rapidez constante de 2 m/s. Expresa el resultado en kw. y en C.V.
- 5.6. Determina el valor de la fuerza media de frenado, cuando el convoy que va entrar a la estación disminuye su rapidez desde 15 m/s. a 2 m/s., recorriendo una distancia de 17 m. sin desnivel. Resolverlo por cinemática – dinámica y por trabajo – energía.
- 5.7. ¿Desde qué altura mínima debería caer el convoy, sabiendo que en ese punto lleva una rapidez de 2 m/s., para poder realizar el looping de la figura siguiente?



- 5.8. Determina la rapidez en el punto más alto del looping, sabiendo que ha habido una pérdida de energía mecánica debido al rozamiento de un 35%. Datos: Altura inicial 31 m.; rapidez inicial 2 m/s.; altura looping 18 m.; masa total del convoy 8.000 kg.



# SOLUCIONES

## 1. EL VUELO DEL FÉNIX

### 1.1. Banqueta:

FASE 1	$a = 0 \text{ m/s}^2$	$F_R = 0 \text{ N}$
FASE 2	$a = 0 \text{ m/s}^2$	$F_R = 0 \text{ N}$
FASE 3	$a = -9,8 \text{ m/s}^2$	$F_R = -11.368 \text{ N}$
FASE 4	$a = 12,8 \text{ m/s}^2$	$F_R = 14.848 \text{ N}$

### Pasajero:

FASE 1	$a = 0 \text{ m/s}^2$	$F_R = 0 \text{ N}$
FASE 2	$a = 0 \text{ m/s}^2$	$F_R = 0 \text{ N}$
FASE 3	$a = -9,8 \text{ m/s}^2$	$F_R = -637 \text{ N}$
FASE 4	$a = 12,8 \text{ m/s}^2$	$F_R = 832 \text{ N}$

### 1.2. y 1.3.

#### Peso aparente = N

FASE 1	$a = 0 \text{ m/s}^2$	$N = P = 637 \text{ N}$
FASE 2	$a = 0 \text{ m/s}^2$	$N = P = 637 \text{ N}$
FASE 3	$a = -9,8 \text{ m/s}^2$	$N = F_R + P = 0 \text{ N}$
FASE 4	$a = 12,8 \text{ m/s}^2$	$N = F_R + P = 1469 \text{ N}$

### 1.4.

	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
$v \text{ (m/s.)}$	2,2 j	0	-9,8 t j	(-24,5 + 12,8 t) j
$a \text{ (m/s}^2\text{)}$	0	0	-9,8 j	12,8 j
$F_R \text{ (N)}$	0	0	-637 j	832 j

1.5.  $W_{\text{Motor}} = \Delta E_p = 613.872 \text{ J}$



# SOLUCIONES

1.6.  $P = 24.554,9 \text{ w}$

1.7.

FASE 1

$$W_{\text{ext}} = \Delta E_M = \Delta E_P + \Delta E_C = \Delta E_p$$

FASE 2

$$W_{\text{ext}} = 0$$

FASE 3

$$W_{\text{ext}} = 0 \rightarrow \Delta E_M = 0 \rightarrow \Delta E_C = -\Delta E_P$$

FASE 4

$$W_{\text{frenado}} = \Delta E_M = \Delta E_P + \Delta E_C$$

1.8. Resumen en clase.

## 2. MAGNUS COLOSSUS

2.1.  $a_1 = 5,3 \text{ m/s}^2$

$$a_2 = 4,1 \text{ m/s}^2$$

2.2.  $v = 23,9 \text{ m/s}$ .

2.3.  $\mu = 0,16$

$$W_{\text{roz}} \approx 10.950 \text{ J}$$

2.4. a)  $T = 10.449 \text{ N}$

b)  $F_{\text{Motor}} = 11.942 \text{ N}$

c)  $P = 23.884,2 \text{ w}$

## 3. ARIETES

3.1. a) Para  $t = 0 \text{ s}$

$$\vec{r} = 17\vec{i} + 6,5\vec{j} \text{ m.}$$

b) Para  $t = 3 \text{ s}$

$$\vec{r} = 12,95\vec{i} + 6,5\vec{j} \text{ m.}$$

c) Para  $t = 3 \text{ s}$

$$\Delta\vec{r} = -4,05\vec{i} \text{ m.}$$

d) Para  $t = 3 \text{ s}$

$$\vec{v} = -2,7\vec{i} \text{ m/s.}$$

e)  $\vec{a} = -0,9\vec{i} \text{ m/s}^2$



## SOLUCIONES

3.2. a)  $t = 2,9 \text{ s}$

b)  $a_c = 2,9 \text{ m/s}^2$

c)  $a_t = 0 \text{ m/s}^2$

d)  $\vec{a} = 2,9\vec{i} \text{ m/s}^2$

e)  $\vec{F}_c = 580\vec{i} \text{ N}$

f)  $\vec{v} = 2,7\vec{i} \text{ m/s}$ .

3.3. El rozamiento de las ruedas con la pista.

3.4.  $v = 1,33 \text{ m/s}$ .

3.5.  $v_1 = 3 \text{ m/s}$ .

$$\dot{v}_1 = 0,33 \text{ m/s}.$$

$v_2 = 0 \text{ m/s}$ .

$$\dot{v}_2 = 3,33 \text{ m/s}.$$

3.6.  $a_1 = - 10,68 \text{ m/s}^2$

$$F_1 = - 2.666,67 \text{ N}$$

$a_2 = 13,32 \text{ m/s}^2$

$$F_2 = 2.666,67 \text{ N}$$

3.7.  $F = - 747,6 \text{ N}$

La fuerza que actúa sobre el pasajero, si fuese solidario en su movimiento con el cochecito, sería  $- 747,6 \text{ N}$ , pero al estar más o menos libre se ve desplazado hacia delante.

3.8.  $v_1 = 20 \text{ m/s}$

$$\dot{v}_1 = 1,66 \text{ m/s}.$$

$v_2 = 0 \text{ m/s}$

$$\dot{v}_2 = 22,01 \text{ m/s}.$$

$a_1 = - 73,36 \text{ m/s}^2$

$F_{\text{pasajero}} = 5.135,2 \text{ N}$



# SOLUCIONES

3.9.  $v_1 = 3 \text{ m/s.}$

$v_2 = 0 \text{ m/s.}$

$\vec{v}_1 = 2,5\vec{i} \text{ m/s.}$

$|\vec{v}| = 1,97 \text{ m/s.}$

$\alpha = 32,12^\circ$

$\dot{v}_1 = 2,18 \text{ m/s.}$

$\dot{v}_2 = 1,5 \text{ m/s.}$

$\vec{v}_2 = -3\vec{j} \text{ m/s.}$

3.10.  $\vec{v} = 1,2\vec{i} - 1,57\vec{j} \text{ m/s.}$

$\alpha = -52,61^\circ$

## 4. LOS ÍCAROS

4.1. En reposo.

4.2. Si  $\omega$  aumenta, el ángulo aumenta.

4.3. Si  $F_c$  aumenta, la tensión aumenta.

4.4. Nunca, ya que siempre actúa la fuerza peso.

4.5. No.

4.6. a)  $R = 6,83 \text{ m.}$

b)  $T = 829,2 \text{ N}$

c)  $F_c = 270 \text{ N}$

4.7.  $h = 0,3 \text{ m.}$

4.8. b

4.9.  $\text{tag}\alpha = \frac{v^2}{Rg}$

4.10.  $v = 4,8 \text{ m/s}$



# SOLUCIONES

## 5. TIZONA

5.1.  $v = 12,9 \text{ m/s}$

5.2.  $N = 4869,38 \text{ N}$

5.3. En la parte más baja del looping.

5.4.  $F_t = 39.200 \text{ N}$

5.5.  $P = 78.400 \text{ w} = 78,4 \text{ Kw} = 106,67 \text{ C.V.}$

5.6.  $F_{\text{media}} = -52.000 \text{ N}$

5.7.  $h_{\text{mínima}} = 21,3 \text{ m.}$

5.8.  $v = 12,9 \text{ m/s.}$

