Física 1 – 1er semestre

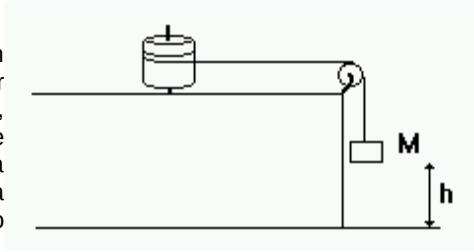
Práctico 10: Cinemática y Dinámica de Rígidos. (2da parte)

Momentos de inercia, respecto de un eje que pasa por el centro de masa de los objetos homogéneos.	
Todos los objetos tienen masa M, radio R (si corresponde) y largo L (si corresponde).	
Aro: $I = MR^2$	**Placa cuadrada: $I = ML^2/6$**
Cilindro o Disco: $I = MR^2/2$	**Barra: $I = ML^2/12$**
Esfera Maciza: $I = 2MR^2/5$	**Esfera Hueca: $I = 2MR^2/3$**

R: Ejercicio 1 (LB Cap. 12 Ej. 28) Energía cinética de translación y de rotación.

Un automóvil de $1{,}0 \times 10^3$ kg de masa total tiene 4 ruedas y cada una de ellas se modela como un disco uniforme de 22 kg de masa, 31 cm de radio y 15 cm de espesor. Cuando el vehículo va a 85 km/h, ¿cuál es su energía cinética total?, y ¿qué fracción de ésta es energía rotacional de las ruedas? El motor de un automóvil es el que entrega la potencia necesaria para que el auto se mueva, consumiendo combustible. ¿En qué se emplea esa potencia?

E: Ejercicio 2 (Examen agosto 97) Carretel fijo.



Un bloque de masa *M* pende de un hilo sin masa, arrollado a un cilindro de momento de inercia *I* conocido y radio *R*, pasando por una roldana de masa despreciable. El sistema parte del reposo, cuando el bloque está a una altura *h* del suelo y el hilo se desenrolla, sin deslizar sobre el cilindro. (a) ¿Cuál es la velocidad con la que la masa *M* toca el piso? (b) Si la roldana tuviera masa m = M/3 y radio r = R/3, ¿se obtendría el mismo resultado?

Observación para (b): El momento de inercia de la polea puede aproximarse al momento de inercia de un disco. Para que el hilo no deslice respecto de la polea, ésta gira sometida a un torque neto dado por tensiones diferentes en el tramo horizontal y vertical del hilo.

Recomendación: en los siguientes tres ejercicios, los objetos se trasladan y rotan sin deslizar. Por eso su aceleración lineal y angular están relacionadas como $a = \alpha R$ o $a = -\alpha R$, de acuerdo a cómo se haya definido el sentido de la rotación en relación al sentido de la traslación. Para trabajar con cantidades positivas es necesario, en cada ejercicio, observar (previo a su resolución analítica) qué fuerzas actúan para acelerar el centro de masa del objeto y qué torques actúan para que el objeto rote. No siempre es fácil relacionar estos dos movimientos. Puedes elegir un sentido de rotación arbitrario, suponer que se cumple la relación positiva y corroborarla o rechazarla, de acuerdo al signo de tus resultados.

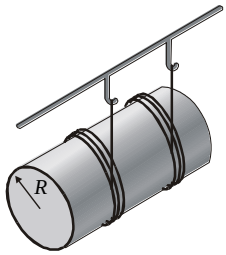


Fig. 3

E: Ejercicio 3 (LB Cap. 12 Ej. 35) Carretel móvil (1)

Un cilindro de masa *M* y radio *R* cuelga de un soporte a través de dos cordones ideales (Fig. 3). Cada cordón tiene longitud *L* y está enrollado alrededor del cilindro. La figura muestra que inicialmente el cilindro está en reposo debido a una fuerza externa que ejerce un agente no mostrado en la figura. Si el agente suelta el cilindro, ¿cuánto tiempo tardan las cuerdas en desenrollarse completamente?

En ese instante, ¿cuáles es la velocidad del centro de masa?, ¿cuál es la velocidad angular alrededor del centro de masa del cilindro?, ¿cuáles son sus energías cinéticas de traslación, de rotacional y total?

E: Ejercicio 4 (LB Cap. 12 Ej. 33) Carretel móvil (2).

El objeto de la Fig. 2 está constituido por dos discos uniformes, cada uno de masa *M*, unidos por un eje de masa despreciable. ¿Cuál es la aceleración lineal del objeto cuando se mantiene una tensión T en el cordón? Si el coeficiente de fricción estática entre el objeto y la superficie es μ_s, ¿Cuál es el valor máximo de *T* que permite rodar sin resbalar?

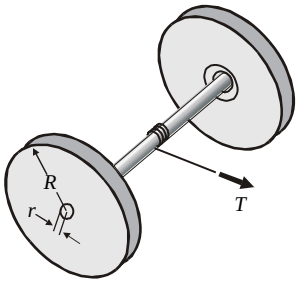
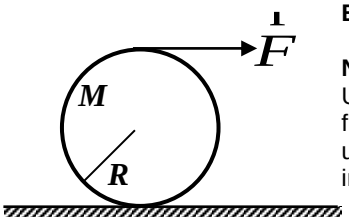


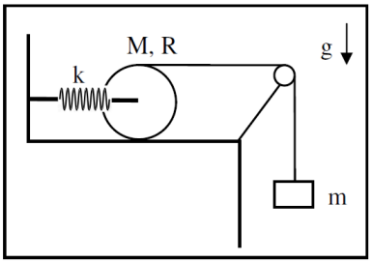
Fig. 2



E: Ejercicio 5 (2do parcial 2003) A pura fuerza

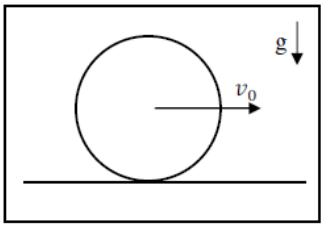
Notación: los vectores se anotan con negritas y cursivas.
Un carrete de hilo de masa *M* y radio *R* se desenrolla bajo la acción de una fuerza constante ***F***, como se muestra en la figura. Suponga que el carrete es un cilindro sólido uniforme que rueda sin deslizar, y que el hilo es inextensible y de masa despreciable. La fuerza de rozamiento $\boldsymbol{f_r}$ vale:

A) $\boldsymbol{f_r} = \boldsymbol{F}/2$ B) $\boldsymbol{f_r} = 2\boldsymbol{F}$ C) $\boldsymbol{f_r} = \boldsymbol{F}/3$ D) $\boldsymbol{f_r} = -\boldsymbol{F}$ E) $\boldsymbol{f_r} = -\boldsymbol{F}/5$



PP: Problema 6 (2do parcial, 2sem, 2017) A pura energía.

Un carretel de hilo (disco de masa *M* y radio *R*) está unido a un resorte de constante elástica *k* y, a través de una polea ideal a una masa *m* que cuelga como se muestra en la figura. Inicialmente el resorte está comprimido una distancia *d* y el sistema está en reposo. Luego, se libera el sistema y el carretel comienza a rodar sin deslizar. ¿Cuál será la velocidad del centro de masa del carretel cuando el resorte no está ni estirado ni comprimido?



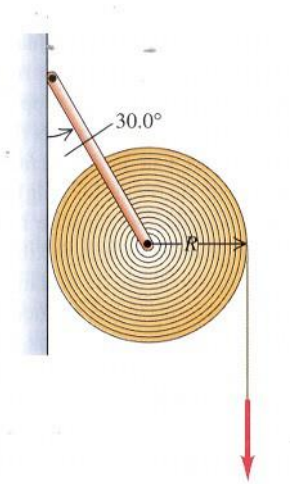
PP: Problema 7 (2do parcial, 2sem, 2017) Condición final: RSD

Una esfera homogénea maciza de masa *M* y radio *R* se halla sobre una superficie horizontal rugosa, con coeficientes de fricción estático y cinético, μ_S y μ_K, respectivamente. Inicialmente, la velocidad angular de la esfera es nula, y la velocidad del centro de masa vale v_0 = 10m/s. Si luego de un tiempo t = 5 segundos el rígido comienza a rodar sin deslizar, ¿cuánto vale el coeficiente de fricción dinámica μ_K?

Discusión: Después de transcurridos los primeros 5 segundos, ¿cuánto valen la velocidad angular y lineal del sistema? ¿cómo se relacionan entre sí? ¿Existen fuerzas? ¿Existen torques netos?

PP: Problema 8 (Examen Diciembre. 2005) Porta-rollo de papel.

Un rollo de papel que inicialmente tiene masa M_0 y radio R_0 descansa contra la pared sostenido por un soporte que está unido a una varilla que pasa por su centro (ver figura). Inicialmente el extremo del soporte está unido a la pared mediante una bisagra sin fricción de modo tal que forma un ángulo de 30^0 con la pared. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el papel y la pared es μ_k = 0,25. El soporte y la varilla son de masa despreciable. Se ejerce una fuerza F = ½ M_0g, tangencial hacia abajo, para desenrollar el papel. El momento de inercia de un cilindro homogéneo de masa M y radio R respecto del eje que pasa por su centro es: I = ½ MR^2.



Parte (a). Sugerencia: Dibuja el diagrama del cuerpo libre del objeto.
En el instante inicial, la aceleración angular α_0 del rollo es:
a) α_o =0,567 g/R b) α_o =0,067 g/R c) α_o =0,010 g/R
d) α_o =0,494 g/R e) α_o =0,717 g/R

Parte (b)
Ahora el cilindro contiene **la mitad del papel** que contenía en la parte anterior; la misma fuerza F = ½ M_0g impone al nuevo rollo una aceleración angular α_1 que verifica:
a) $\alpha_1 = \alpha_0$ b) $\alpha_1 = 2\,\alpha_0$ c) $\alpha_1 > 4\,\alpha_0$ d) $\alpha_1 < 0{,}5\,\alpha_0$ e) $\alpha_1 = 8\,\alpha_0$

Observación: La mitad del papel, ¿implica que el rollo ahora tiene radio R/2? ¿Cómo cambia el momento de inercia del cilindro?.

Preguntas MOODLE: Indique si las siguientes afirmaciones son falsas o verdaderas y por qué.

1. Planteo: Al talar un árbol, un leñador hace con su hacha un corte profundo en el lado hacia el cual quiere que caiga el árbol. El árbol cae porque el peso del árbol genera un torque respecto del punto de la base que aún no ha sido hachado.

2. Ricardo y Judith andan en bicicleta a la misma velocidad. Ricardo usa una bicicleta rodado 28" y Judith una bicicleta rodado 26". La velocidad angular de las ruedas de Judith es mayor que la velocidad angular de las ruedas de Ricardo.

3. Una lata de refresco llena y otra vacía, juegan una carrera rodando cuesta abajo por un plano inclinado. Ambas latas llegan al mismo tiempo.