

FISICA I

Licenciatura y Profesorado en Química y Licenciatura en Biotecnología

TEMA 5: Leyes de Newton. Fuerzas de fricción y aplicaciones de la tercera ley.

Los ejercicios marcados al final de la guía con (*) los resuelven como tarea práctica individual de repaso. Las preguntas teóricas se plantean como materia de estudio.

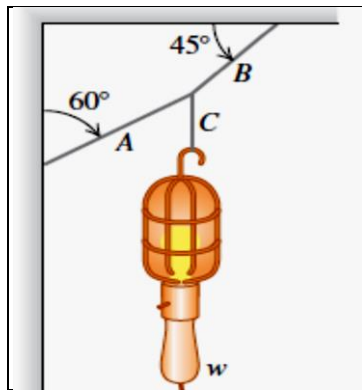
- Teoría.

- i) Usted intenta mover una caja más pesada que su peso. Los coeficientes de fricción estática entre la caja y el piso y entre sus zapatos y el piso son iguales. ¿Podrá moverla? Si es así ¿qué debería hacer?
- ii) ¿Por qué las ruedas de un auto se adhieren mejor en el llano que cuando suben o bajan una pendiente?
- iii) Dos objetos se encuentran en contacto estando uno arriba del otro. Están en reposo aunque se ejercen fuerzas de fricción entre ellos. ¿Por qué no se mueven?
- iv) Si hay una fuerza neta sobre una partícula en movimiento circular uniforme ¿porqué no cambia el módulo de la velocidad de la partícula?
- v) Un objeto sujeto en el extremo de un cordón gira en un círculo horizontal con módulo constante de su velocidad. El otro extremo del cordón es sostenido por una persona que de repente lo deja suelto. ¿Cómo continúa moviéndose el objeto inmediatamente después que esto sucede?

- Equilibrio estático (sin movimiento) entre fuerzas.

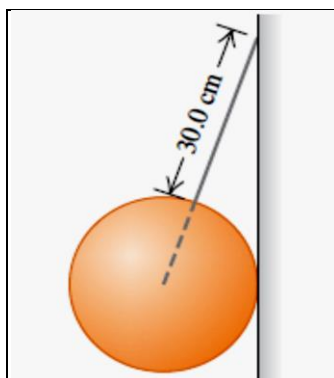
5.1) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$. Aplicar en el objeto y en el punto de unión de cuerdas.

La lámpara de la figura, pesa $w = 7.5 \text{ N}$. a) Calcular las tensiones de los trozos de cuerdas A, B y C si la lámpara colgada está quieta en equilibrio. b) Si las cuerdas pueden soportar una tensión máxima de 55 N , calcular el máximo peso w que puede colgarse con el mismo diagrama de disposición de cuerdas.



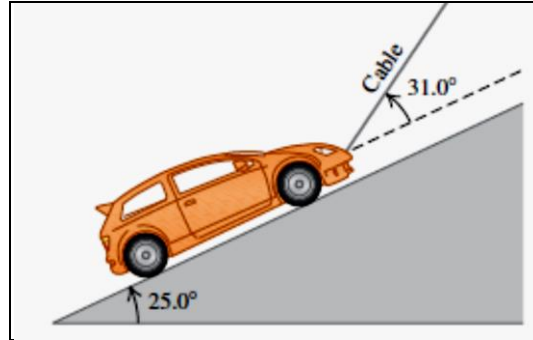
5.2) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$. Aplicar en el objeto.

En la figura, la esfera suspendida tiene un diámetro de 32 cm y su masa m es de 45 kg . a) Elabore un diagrama de cuerpo libre para la esfera y use las ecuaciones para calcular la tensión T en la cuerda. b) Calcular la magnitud de la fuerza horizontal que la esfera le aplica a la pared. c) Si se aumentara la longitud del cable, la tensión T del mismo ¿aumentaría o disminuiría? ¿Y la normal N ?



5.3) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$.

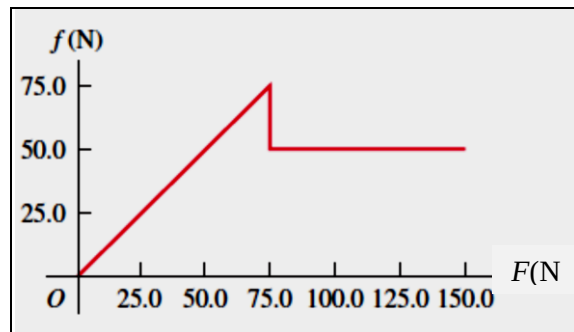
Sobre una rampa muy lisa sin fricción, un automóvil de 1130 kg se mantiene en su lugar mediante un cable como se muestra en la figura. El cable forma un ángulo $\beta = 31^\circ$ por arriba de la superficie de la rampa y la rampa está inclinada un ángulo $\alpha = 25^\circ$ con la horizontal. a) Dibuje el diagrama de cuerpo libre para el auto. b) Calcular el valor de la tensión en el cable. c) Calcular la fuerza con que empuja la superficie de la rampa al auto. d) Si el cable se coloca paralelo a la rampa ($\beta = 0^\circ$) ¿ejercería mayor, igual o menor tensión que la calculada en b)? ¿Qué otra fuerza cambiaría en este caso?



- Fuerzas de fricción estática y cinética

5.4) Usar la condición $F_{aplicada} \geq \mu_s N$ para fricción estática y $\mu_k N = \text{cte}$ para fricción cinética.

En un laboratorio se realiza un experimento acerca de la fuerza de fricción sobre un bloque de 135 N de peso ubicado sobre una mesa horizontal. Se aplica una fuerza horizontal F cuya magnitud aumenta gradualmente hasta que el bloque comienza a moverse. La gráfica, muestra la magnitud de la fuerza de fricción f sobre el bloque en función del módulo F de la fuerza aplicada que varía entre 0 N y 150 N . a) Identifique las regiones de la misma donde hay fricción estática y fricción cinética. b) Calcule los coeficientes de fricción estática y cinética (μ_s y μ_k) entre el bloque y la superficie de la mesa. c) Explique por qué la fuerza aplicada se comporta como muestra la gráfica. d) Si se agregara otro bloque de 135 N de peso sobre el anterior de manera de tener ahora un bloque mayor de 270 N ¿cómo sería la gráfica y cuáles serían los valores de μ_s y μ_k ?



5.5) Usar la condición $F_{aplicada} \geq \mu_s N$ para fricción estática.

Una caja de 136 kg , está apoyada en el piso. Un trabajador trata de empujarla aplicando una fuerza horizontal de 412 N . a) Si el coeficiente de fricción estática entre la caja y el piso es 0.37 demuestre que la caja no se mueve.

b) Un segundo trabajador ayuda tirando de la caja hacia arriba. ¿Qué fuerza vertical mínima debe aplicar este trabajador para que la caja comience a desplazarse por el piso? c) Si el segundo trabajador aplica una fuerza horizontal en vez de vertical, ¿qué fuerza mínima además de la de 412 N ha de ejercerse para mover la caja?

5.6) Usar la condición $F_{aplicada} \geq \mu_s N$. Usar la definición de fricción cinética.

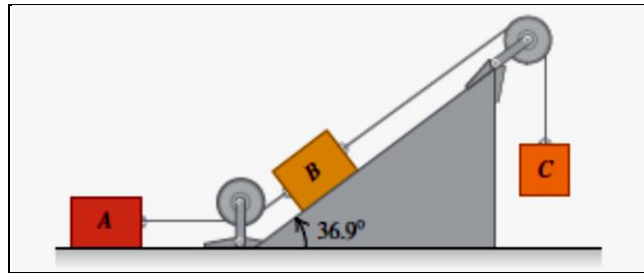
Un baúl de 240 N de peso está en el piso horizontal. El coeficiente de fricción estática entre ellos es 0.41 y el de fricción cinética es 0.32 . a) ¿Cuál es la fuerza mínima con que una persona debe empujarlo para que empiece a desplazarse si aplica la fuerza con un ángulo de 60° hacia arriba de la dirección horizontal? b) ¿Cuál debería ser esa fuerza si la aplica con un ángulo de 60° hacia abajo de la dirección horizontal? c) Una vez en movimiento, ¿qué fuerza debe aplicar en ambos casos la persona para que siga desplazándose a velocidad constante?

- Plano inclinado con fricción.

5.7) Equilibrio dinámico (con $v = \text{constante}$). Resolver: $\sum F_x = ma$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque.

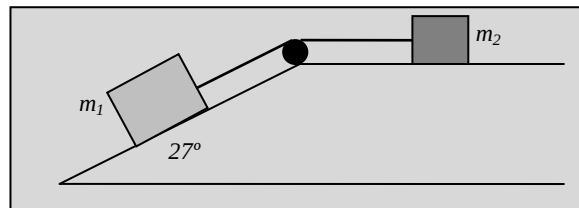
Los bloques A, B y C se conectan como se muestran en la figura. Tanto A como B pesan 25 N cada uno y el coeficiente de fricción cinética entre cada bloque y la superficie es $\mu_k = 0.35$. El bloque C desciende con velocidad

constante. a) Calcule la tensión en cada cuerda. b) Calcule el peso del bloque C. c) Si se cortara la cuerda que une A y B calcule la aceleración que tendría C.



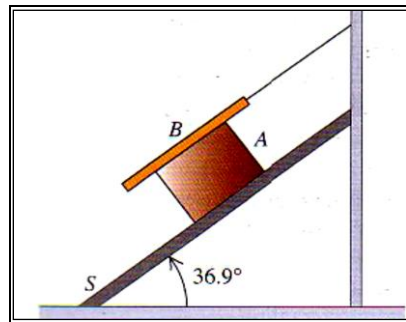
5.8) Resolver: $\sum F_x = ma$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque.

Los bloques de la figura, se unen mediante una cuerda ligera que pasa por una roldana sin masa. El bloque m_1 tiene una masa de 8.4 kg y el bloque m_2 una masa de 2.3 kg . El coeficiente de fricción cinética entre el bloque m_2 y el plano horizontal es de 0.45 . Entre el plano inclinado y el bloque m_1 , existe un coeficiente de fricción cinética de 0.35 . Calcular: a) la aceleración de los bloques y b) la tensión T en la cuerda.



5.9) Resolver: $\sum F_x = ma$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque.

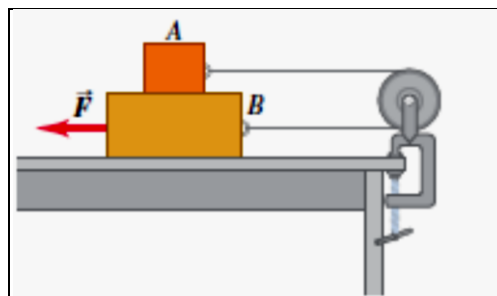
El bloque A de masa 4.5 kg desliza entre una larga tabla B de masa 1.5 kg y un plano inclinado de ángulo 36.9° . La tabla está fijada a una pared mediante una cuerda. El coeficiente μ_K entre la tabla y el bloque y entre el bloque y el plano son iguales. a) Si el bloque A cae con velocidad constante mientras está en contacto con B, calcular el valor del coeficiente de fricción cinética μ_K para que esto suceda. b) Calcular la tensión de la cuerda.



- Principio de acción y reacción.

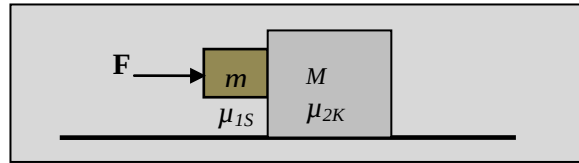
5.10) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque.

El bloque A de la figura, pesa 1.4 N y el bloque B pesa 4.2 N . El coeficiente de fricción cinética entre todas las superficies de contacto, es $\mu_K = 0.3$. a) Calcule la magnitud de la fuerza horizontal aplicada $\vec{F}$ necesaria para arrastrar B hacia la izquierda con velocidad constante si A y B están conectados por una cuerda muy liviana que pasa por una polea fija y sin fricción con ella. b) Calcule el módulo T de la tensión en la cuerda.



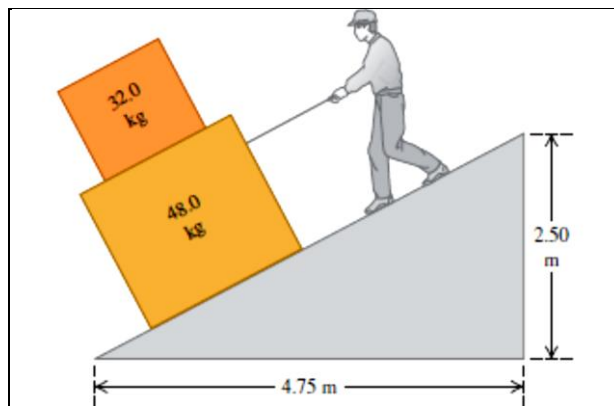
5.11) Usar como N la fuerza de reacción de M sobre m . Usar $\sum F_x = ma$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque.

Los dos bloques, $m = 16 \text{ kg}$ y $M = 88 \text{ kg}$, pueden moverse libremente. El coeficiente de fricción estática entre sus superficies verticales de contacto es $\mu_{1S} = 0.38$, y la superficie debajo de M tiene coeficiente de fricción cinética $\mu_{2K} = 0.41$. Si se aplica una fuerza horizontal $\mathbf{F} = (500 \text{ N})\mathbf{i}$, el sistema adquiere una aceleración $\mathbf{a}$. a) Calcular el módulo de la aceleración $\mathbf{a}$. b) ¿Se podrá sostener m adherida a M o se irá bajando? ¿Porqué?



5.12) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque.

Una persona está bajando dos cajas (de 48 kg y 32 kg) una encima de la otra por una rampa. Las cajas se mueven juntas a velocidad constante de 15 m/s . El coeficiente de fricción cinética entre el plano inclinado y la caja inferior es de 0.4 y el coeficiente de fricción estática entre ambas cajas es de 0.8 . a) Calcular la fuerza que deberá aplicar a la cuerda para lograr esto. b) ¿Cuáles son la magnitud y dirección de la fuerza de fricción sobre la caja superior?



- Dinámica del movimiento circular: el peralte.

5.13) Usar $\sum F_y = f_{\text{centrípeta}}$ y calcular fuerza normal.

Un avión describe una trayectoria circular vertical de 150 m de radio. La cabeza del piloto (de 700 N de peso) apunta siempre hacia el centro de curvatura del rizo. La velocidad del avión no tiene módulo constante: es mínima en la parte superior y máxima en el punto más bajo. a) En la parte superior, el piloto experimenta ingravidez (fuerza normal igual a cero). ¿Qué velocidad tiene el avión en ese punto? b) En la parte inferior, la velocidad del avión es de 280 km/h . ¿Qué peso aparente (valor de la fuerza normal) tiene el piloto en este punto?

5.14) Usar $F_{\text{centrípeta}} = f_r$.

Una curva plana sin peralte en una carretera tiene un radio de 220 m . Un automóvil toma la curva a una velocidad de 90 km/h . a) Calcular el coeficiente de fricción mínimo que evitaría que el auto derrape. b) Suponga que la ruta está con una capa de hielo y el coeficiente de fricción disminuye a un tercio del valor calculado en a). ¿Cuál debería ser la máxima velocidad del auto de manera que pueda tomar la curva con seguridad?

5.15) Usar $\tan \beta = v^2/Rg$.

En la autopista un automóvil de 1125 kg y una camioneta de 2250 kg se acercan a una velocidad de 100 km/h a una curva que tiene un radio de 225 m . a) ¿Con qué ángulo β se debería peraltar esta curva de modo que los vehículos que viajen puedan tomarla con seguridad sin importar la condición de los neumáticos? ¿Un camión pesado debería ir más lento que un auto más liviano? b) Cuando el auto y la camioneta toman la curva a la velocidad dada, calcule la fuerza normal sobre cada uno debido a la superficie de la autopista.

- Fuerzas dependientes del tiempo: fuerza de resistencia o de arrastre.

5.16) Resolver: $\sum F_y = ma_y$ para la bolita. Caso 1: fuerza de arrastre proporcional a $|\mathbf{v}|$: $\mathbf{f}_a = -C\mathbf{v}$.

Cuando un objeto se mueve a baja velocidad en un fluido (por ej. aire, agua, etc.) éste le aplica una fuerza de arrastre $\mathbf{f}_a$ opuesta a su velocidad $\mathbf{v}$ y de módulo $|\mathbf{f}_a| = C|\mathbf{v}|$ donde C es una constante que depende del fluido y de la forma del objeto. Como $|\mathbf{v}|$ cambia en el tiempo, la fuerza aplicada también depende del tiempo. Suponga que una bolita de masa m cae verticalmente hacia la Tierra moviéndose en el aire. a) Plantear la 2ª ley de Newton $\sum F_y = ma_y$ a la bolita. b) Hay un valor de velocidad límite $|\mathbf{v}_L|$ para la cual la aceleración es igual a cero. Encontrar una expresión para la velocidad límite. c) Suponga que la bolita se suelta desde una altura de 2 m y

que después de caer 0.5 m alcanza la velocidad límite. A esta velocidad $|\mathbf{v}_L|$, tarda luego 5 s más en llegar al suelo. Calcular el valor de C/m . d) Calcular la aceleración total en $t = 0$. e) Calcular la aceleración cuando $|\mathbf{v}| = 0.15\text{ m/s}$.

5.17) Resolver: $\sum F_y = ma_y$ para la piedra. Caso 1: fuerza de resistencia $\mathbf{f}_r = -C\mathbf{v}$.

En $t = 0\text{ s}$, una piedra de masa $m = 1.84\text{ kg}$, se suelta desde el reposo y cae en un líquido viscoso que ejerce una fuerza de resistencia al avance cuyo módulo tiene la expresión $f_r = C\mathbf{v} = (2.2\text{ N}\cdot\text{s/m})\mathbf{v}$. a) Calcular la aceleración inicial a_0 . b) Calcular la aceleración cuando v_y tiene magnitud de 3 m/s . c) Calcular el módulo de la velocidad v_y cuando la aceleración es $0.1a_0$. d) Calcular la velocidad límite v_L . e) Se sabe que la velocidad variable v_y aumenta en módulo según la expresión matemática $v_y = v_L(1 - e^{-Ct/m})$. Calcular el tiempo que tarda v_y en alcanzar el valor $v_y = 0.9v_L$.

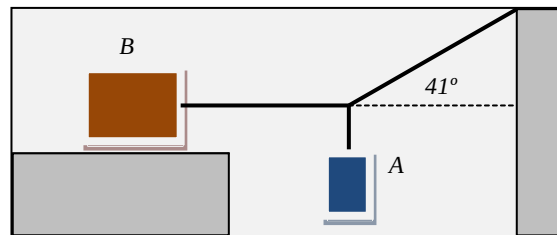
5.18) Resolver: $\sum F_x = ma_x$ para el auto. Caso 2: fuerza de arrastre proporcional a $|\mathbf{v}|^2$: $\mathbf{f}_a = D|\mathbf{v}|^2$.

Cuando un objeto se mueve a alta velocidad en un fluido (por ej. aire, agua, aceite, etc.) éste le aplica una fuerza de arrastre $\mathbf{f}_a$ opuesta a su velocidad $\mathbf{v}$ y de módulo $|\mathbf{f}_a| = D|\mathbf{v}|^2$ donde D es una constante que depende del fluido y de la forma del objeto. Un automóvil de 1350 kg se mueve en una ruta horizontal. Sin acelerar el motor, solo actúan las fuerzas de fricción f_K y de arrastre $\mathbf{f}_a$. Se sabe que cuando su velocidad es de 32 m/s su desaceleración es de -0.42 m/s^2 y cuando es de 24 m/s su desaceleración es de -0.3 m/s^2 . a) Calcular los valores de μ_K y D . b) Encontrar el valor de la velocidad límite $|\mathbf{v}_L|$ cuando el auto baja con motor apagado por una pendiente de 3° .

• Tarea Práctica Individual de Repaso.

5.1*) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque y en la unión de las cuerdas.

El bloque A de la figura pesa 120 N y el bloque B pesa 712 N . El sistema está en equilibrio. El coeficiente de fricción estática μ_s entre él y la mesa es de 0.25 . a) Calcular la fuerza de fricción estática f_s que aplica la superficie sobre el bloque B. b) Determinar el peso máximo del bloque A con el cual el bloque B permanece quieto.

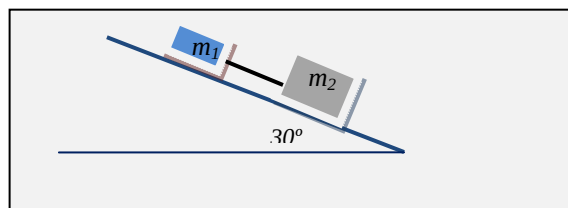


5.2*) Usar la condición $F_{aplicada} \geq \mu_s N$. Usar la definición de fricción cinética.

Un baúl de 240 N de peso está en el piso. El coeficiente de fricción estática entre ellos es 0.41 y el de fricción cinética es 0.32 . a) ¿Cuál es la fuerza horizontal mínima con que una persona debe empujarlo para que empiece a desplazarse? b) Una vez en movimiento, ¿qué fuerza horizontal debe aplicar la persona para que siga desplazándose a velocidad constante? c) Si la persona continuara empujando con la fuerza aplicada para iniciar el movimiento, ¿con qué valor de aceleración se movería el baúl?

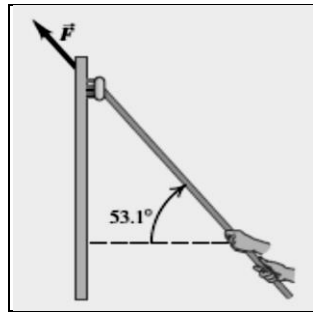
5.3*) Usar $\sum F_x = ma$ y $\sum F_y = 0$ para cada bloque

Dos objetos con masa $m_1 = 1.65\text{ kg}$ y $m_2 = 3.22\text{ kg}$ conectados por una cuerda con masa despreciable y paralela a la pendiente por donde se deslizan, descienden por el plano con m_1 detrás de m_2 . El ángulo de la pendiente es de $\alpha = 30^\circ$. El coeficiente de fricción cinética entre m_1 y el plano es $\mu_1 = 0.23$ y entre m_2 y el plano es $\mu_2 = 0.13$. Calcular: a) La aceleración común de los dos objetos y b) la tensión en la cuerda. ¿Cuáles son las respuestas si los objetos están conectados al revés?



5.4*) Resolver: $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$ para el cepillo.

Un hombre lavando una ventana, empuja hacia arriba un cepillo con velocidad constante aplicando una fuerza inclinada $\mathbf{F}$. El cepillo pesa 12 N y el coeficiente de fricción cinética es $\mu_K = 0.15$. a) Calcular la magnitud de $\mathbf{F}$. b) Calcular la fuerza normal ejercida por la ventana.

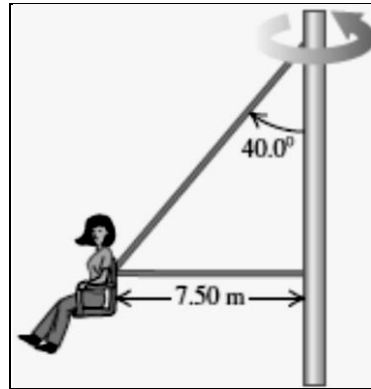


5.5*) Usar $F_{\text{centrípeta}} = f_r$.

Una plataforma horizontal de diámetro $D = 32 \text{ cm}$, rota a 40 rpm . Un botón pequeño colocado sobre ella, gira con la plataforma sin moverse del lugar cuando el botón está a una distancia menor de 15 cm del eje de giro. a) Calcular el coeficiente de fricción estática entre la superficie de la plataforma y el botón. b) Si la plataforma gira a 60 rpm ¿a qué distancia del eje puede colocarse el botón para que no resbale por la plataforma?

5.6*) Usar $\sum F_x = ma_{\text{radial}}$ y $\sum F_y = 0$ para la persona y la silla.

En la figura, una persona de 800 N de peso, está sentada en una silla que pesa 200 N . El asiento está fijado por dos cables a un eje vertical y gira respecto al mismo a $32 \text{ revoluciones/minuto (rpm)}$. Calcular la tensión en cada cable.



5.7*) Un paracaidista de 80 kg alcanza una velocidad límite de 42 m/s , cuando su paracaídas es frenado por una fuerza de resistencia de módulo $f_a = Dv^2$. a) Calcular el valor del coeficiente de proporcionalidad D de la fuerza de arrastre. b) Si un niño de masa m se arroja en paracaídas y alcanza la misma velocidad límite cuando la fuerza de arrastre es de módulo $f_a = (0.25 \text{ kg/m})v^2$, ¿cuál el valor de la masa m del niño? c) Obtener una expresión del módulo de la aceleración en ambos casos (adulto y niño).