$$P = 50\,kW = F \cdot v = (m \cdot a + F_R) \cdot v$$

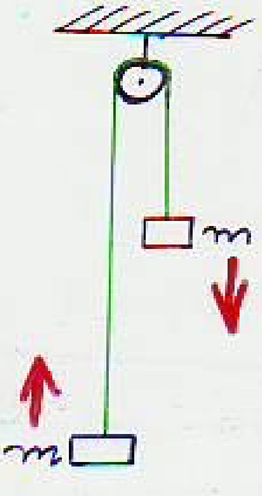
$$\Rightarrow a = \frac{1}{m}\left(\frac{P}{v} - F_R\right) = 1{,}9\,\frac{m}{s^2} = 0{,}2g.$$

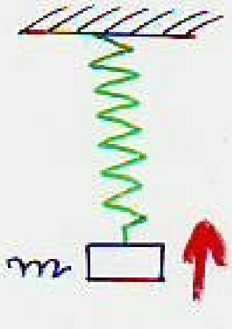
4.3 Energía:

Si se va a afectuar Trabajo sobre un cuerpo, esto resulta en la mecánica en:

- Cambio de la posición (Trabajo de elevación)
- Cambio de la forma (Trabajo de deformación)
- Cambio de la velocidad (Trabajo de aceleración)

Si el cuerpo vuelve a su estado original (posición, forma) el esta afectuando a su vez Trabajo.





⇒ Un cuerpo puede almacenar Trabajo.

Este Trabajo almacenado se llama Energía E.

→ Ejemplo: Central Hidroeléctrica.

El concepto de Energía es uno de los conceptos centrales de la Física.

Se destingue según la forma de almacenamiento dos tipos de Energía:

1) Energía Potencial:

Es la capacidad de trabajo de un cuerpo a causa de su posición o deformación elastica.

En el campo homogéneo de la Fuerza de Gravedad vale:

$$E_{pot} := V = mgh \qquad (4.3\text{-}1)$$

lit. antigua   lit. moderna

La altura h hay que relacionar a un nivel inicial / cero.

→ se toma libremente:

superficie de tierra, mesa, suelo, ...

→ importante es solamente la diferencia

$$mg\left(h_2 - h_1\right) = V$$

Note: Energia potencial no solamente en espacio de la atración de los planetas, sino tambien, por ej., en el campo electrico de cuerpos cargados:

Trabajo en Forma de Energia Potencial a liberar los e^-: Se lanzan opuestamente y cambian Energia pot. a E-cinetica.

La Energia de Deformación elastica al tensionar / presionar un Resorte, tambien se llama Energia Potencial:

$$E_{pot} := V = \frac{D}{2} x^2 \qquad (4.3\text{-}2)$$

con x = elongación desde el reposo.

2) ENERGIA CINETICA:

Los trabajos de aceleración también serán almacenados en los cuerpos.

→ Energía de movimiento o Energía Cinética:

$$E_{KIN} := T = \frac{m}{2} v^2 \qquad (4.3\text{-}3)$$

notación antigua — libros modernos

La Energía mecánica total E es igual a la suma de la Energía cinética y energía potencial:

$$\boxed{E = E_{kin} + E_{pot} = T + V} \qquad (4.3\text{-}4)$$

Se puede mostrar (→ ejemplo 4.3-2) que (en el caso sin roce) Energía potencial se transforma en Energía cinética (y al revés) de tal forma, que se conserva la Energía mecánica Total E.

En forma generalizada:

→ Teorema de Conservación de la Energía mecánica:

En un sistema cerrado / aislado (≡ un sistema al cual no se aplica energía del exterior ni se saca energía), en procesos puramente mecánicos, la Energía mecánica E es constante:

$$E = T + V = \text{const.} \tag{4.3.-5}$$

→ sistema con solamente E_{kin} y E_{pot},

sin roce !

↳ Roce resulta en Energía Térmica (≡ "Calor"), que falta de la Energía Mecánica.

Roce actúa en los Frenos, Rodamientos, Caja de Cambio, Neumaticos, etc., etc., etc., los cuales se calientan durante el funcionamiento.

Ojo: (Error más frecuente en Pruebas y Aplicaciones del Teorema de la conservación de la Energía Mecánica (4.3-5)):

¡El Teorema $E = T + V = \text{const.}$ **No** se puede aplicar en la presencia de roce!

→ El teorema de la conservación de la Energía Mecánica es un caso especial del teorema general de la conservación de la Energía, el cual incluye todas las otras formas de Energía como:

Calor,
Energía Electromagnética
Energía Química,
Energía Nuclear,
Energía de Fusión,
etc. . . .

→ Ley general, descubierta por R. Mayer en 1842.

⇒ "Primer Teorema principal de la Termodinámica".

⇒ Es la ley más fundamental e importante de la física:

"En un sistema aislado la suma de todas las Energías es constante."

→ La Energía no puede desaparecer y tampoco puede aparecer de la nada; Solo se pueden transformar recíprocamente las distintas formas de energía (solamente entre ellos).

En la Mecánica: $T \Leftrightarrow V$, sin roce.

El significado sobresaliente de la conservación de Energía para la Mecánica:

→ Se pueden resolver problemas más rápido y elegantemente.

→ Aplicación es recomendable, si no se está interesado en la trayectoria del tiempo, sino en ciertos estados. → Ejemplo:

Ejemplo (4.3-1): Caida libre sin roce:

Una piedra se lanzará desde una altura h_0 verticalmente con una velocidad inicial v_0 hacia arriba.

Calcule la velocidad v_{max} con el cual golpea el suelo.

Solución:

v_{max} se puede calcular de dos maneras:

1) Con la solución de la ecuación de movimiento:

El tiempo de caida sea t_c.

Entonces vale

$$h(t_c) = 0 = h_0 + v_0 t_c - \frac{g}{2} t_c^2 .$$

La solución de la ecuación cuadrática es:

$$t_c = \frac{v_0}{g} + \sqrt{\left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + \frac{2h_0}{g}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{v_{max}}} = v(t_c) = v_0 - g t_c = \underline{\underline{-\sqrt{v_0^2 + 2g h_0}}}$$

2) Solución con el teorema de conservación de Energía:

$$mgh_0 + \frac{m}{2} V_0^2 = \frac{m}{2} V_{MAX}^2$$

$$V_{MAX} = \pm \sqrt{V_0^2 + 2gh_0}$$

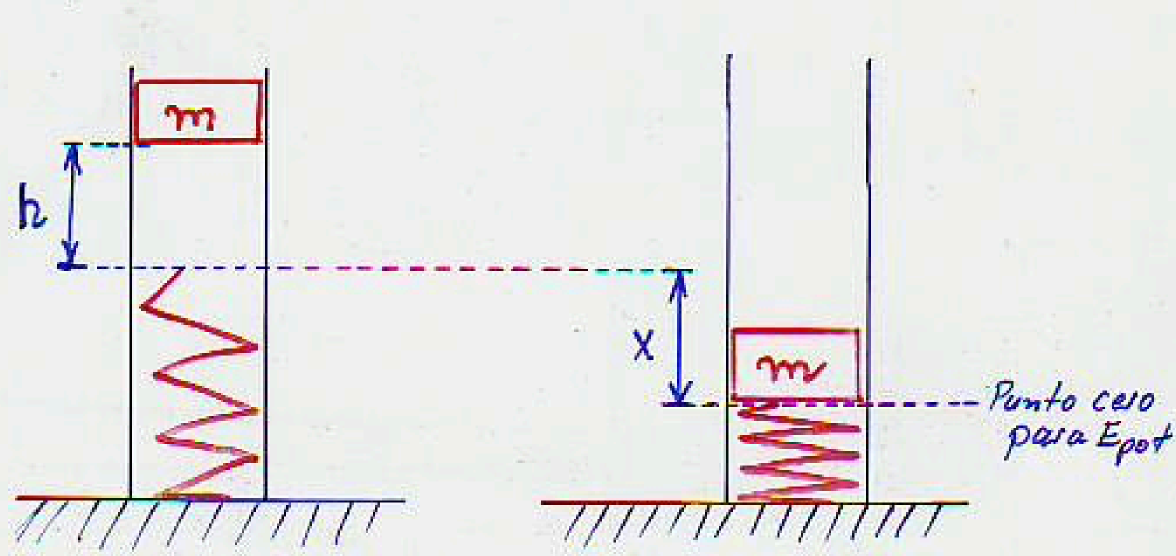
$\Rightarrow$ Solución con el teorema de conservación de Energía es más fácil y corta.

Ejemplo (4.3-2):

Una masa cae sobre un resorte:

Una masa $m = 0{,}1\,kg$ cae desde una altura $h = 0{,}03\,m$ sobre un resorte vertical con la constante de resorte $D = 50\,N/m$.

¿Qué distancia x se va a comprimir el resorte como máximo?



Solución:

Colocamos el punto cero de la energía potencial en el punto / posición más inferior de la masa que cae.

- sistema es cerrado
- actúan solamente energía cinética y potencial

⇒ Se aplica el Teorema de la conservación de Energía.

⇒ Energía pot. ⟷ Energía de Deformación

$$\Rightarrow \quad mg(x+h) = \frac{D}{2}x^2$$

$$\Rightarrow \quad x^2 - \frac{2mg}{D}x - \frac{2mg}{D}h = 0$$

$$\Rightarrow \quad x = \frac{mg}{D} + \sqrt{\left(\frac{mg}{D}\right)^2 + \frac{2mg}{D}h}$$

$$= 0{,}06\ m$$

Nota: La solución de la ecuación cuadrática con el signo negativo del $\sqrt{\text{raiz}}$ resulta en $x_2 = -0{,}02\ m$. x_2 es el punto de inversión superior de la masa oscilando, si masa y resorte están unidos en forma fija.

Ejemplo (4.3-1):

Péndulo de Retardación de Galileo:

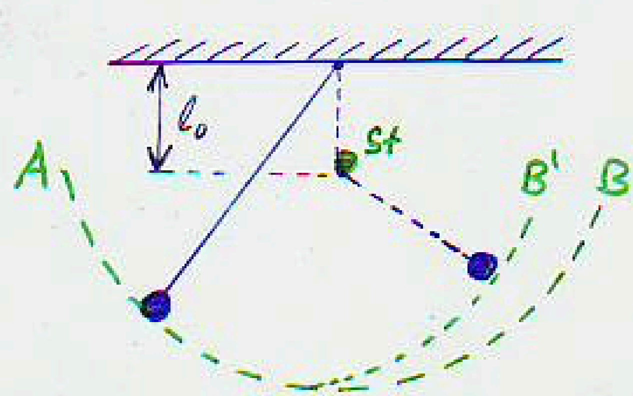
Bajo el punto central de suspensión de un péndulo plano de longitud l se encuentra una Barra "St", la cual reduce la longitud del péndulo en la parte derecha de la oscilación a $l - l_0$.

a) ¿Cuánto es la "Duración de la Oscilación" (= Período) T?

b) ¿Hasta qué altura h oscila el péndulo en el lado derecho, si al lado izquierdo alcanza a la altura máxima h_0?

Nota: El período del péndulo plano para oscilaciones pequeñas/amplitudes pequeñas es $T = 2\pi\sqrt{l/g}$. (→7.-5)

En nuesto ejemplo nos limitamos también a amplitudes pequeñas



Solución:

a) para el lado izquierdo de la oscilación el largo del péndulo es l, para el lado derecho es $l - l_0$.

$$\Rightarrow T = \pi \left(\sqrt{\frac{l}{g}} + \sqrt{\frac{l - l_0}{g}} \right)$$

b) por conservación de Energía oscila el péndulo en ambos lados a la misma altura h_0.

4.4 Resumen:

1) Fuerza $\vec{F}$: ($\vec{F}$ const., $\vec{s}$ recta)

$$W := \vec{F} \cdot \vec{s} = F \cos\varphi \, s \qquad (4.1\text{-}1)$$

2) Fuerza $\vec{F}$: ($\vec{F}$ no const., $\vec{s}$ curvilíneo)

$$\Delta W_i = F_i \cos\varphi \, \Delta s$$

$$\underset{\Delta s \to 0}{\Longrightarrow} \quad W = \int_C \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

3) Tres formas importantes del Trabajo en la Mecánica:

Trabajo de elevación: $W_H = mgh$

—"— de deformación: $W_V = \frac{D}{2} x^2$

—"— de aceleración: $W_B = \frac{m}{2} v^2$

4) Potencia: ("Trabajo por Unidad de tiempo")

$$P(t) := \lim_{\Delta t \to 0} \frac{W(t+\Delta t) - W(t)}{\Delta t}$$ "Universal"!

$$P(t) = \vec{F}(t) \cdot \vec{v}(t)$$ "Mecánica"!

5) Energía ≡ Trabajo Almacenado

- Energía potencial V (posición y deformación)
- Energía cinética T (velocidad)

6) Teorema de la conservación de E:

$$E = V + T = \text{const.}$$

⇒ vale sin roce (roce cambia $E_{mech.} \to E_{calor}$)