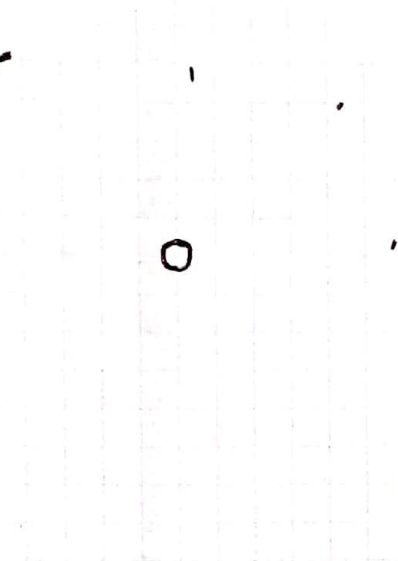


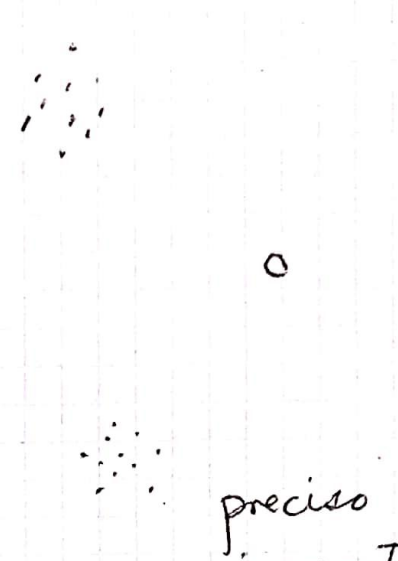
EXACTITUD

PRECISIÓN

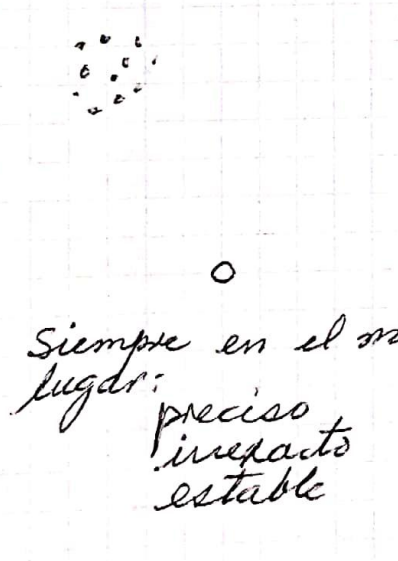
ESTABILIDAD



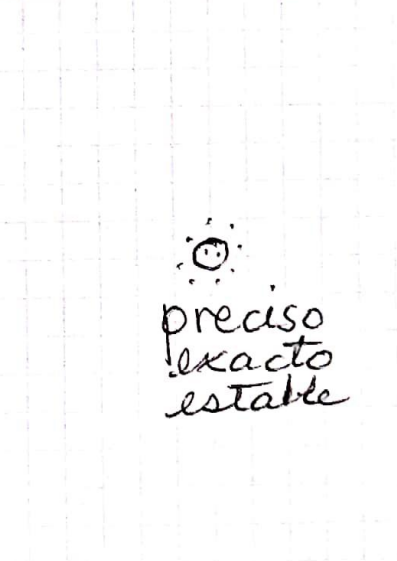
impreciso
inexacto
inestable



preciso
inexacto
casi-estable



Siempre en el mismo
lugar:
preciso
inexacto
estable



preciso
exacto
estable

RESONADOR DE CESIO

$Q \sim 100$ million Resonadores buscador en Cesium - tubo para luz.
 $Q \sim 10$ million Amoniacos

$$\frac{t}{\Delta t} = \frac{\Delta t}{t} = \frac{1 \text{ sec}}{370000 \text{ años}} = \frac{1 \text{ s}}{3.7 \times 10^5 \text{ a} \times 3.15 \times 10^7 \frac{\text{s}}{\text{a}}} \quad \nabla$$

$$\frac{\Delta t}{t} = 8.5 \times 10^{-14}$$

Si
 por año varía
 unos microsegundos
~~400 millones~~

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{10^{-6}}{3.15 \times 10^7} \sim 3.1 \times 10^{-14}$$

$$\frac{\Delta t}{t} = \frac{2.7 \times 10^{-6}}{3.15 \times 10^7} \sim 8.6 \times 10^{-14}$$

$$Q \equiv \frac{f}{\Delta f} = \frac{9.192631770 \text{ Hz}}{25 \text{ Hz}} \sim 3.67 \times 10^8 \sim 400 \text{ millones}$$

tiempo que viajan en el tubo:
 átomos viajan desde el horno $v = 100 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$ $\therefore t = \frac{4 \text{ m}}{100 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.04 \text{ s}$

$$\Delta f = \frac{1}{t} \sim 25 \text{ Hz}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = 2.7 \times 10^{-9}$$

RESONADORES DE RUBIDIO

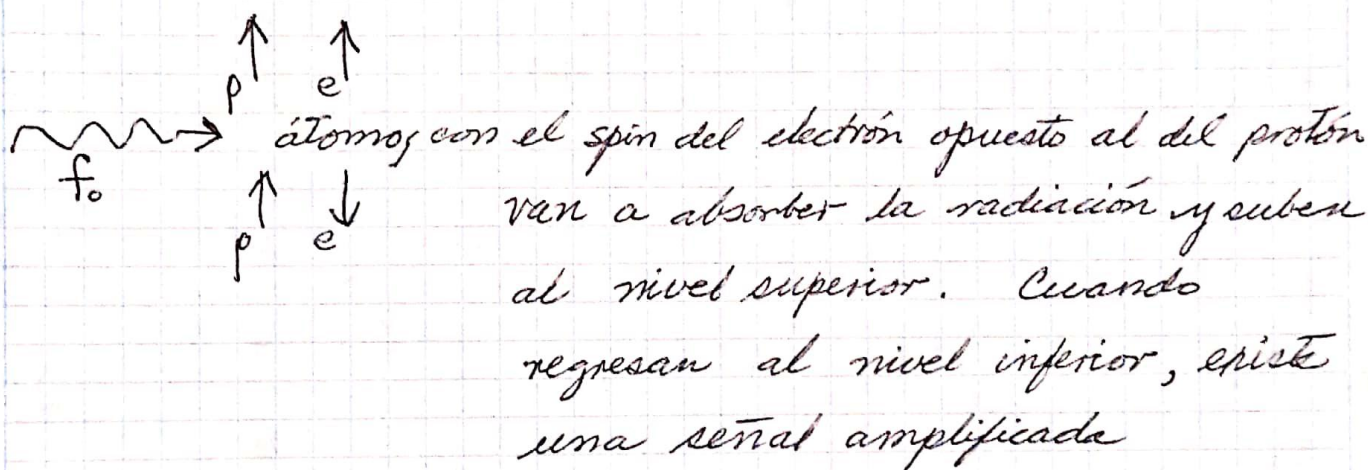
$$Q \sim 10 \text{ millones} \equiv \frac{f}{\Delta f} \therefore \frac{\Delta f}{f} = 10^{-6}$$

En el caso del resonador de Cesium lo que se mide es el número de átomos que llegan al detector. En este resonador se observa la frecuencia de resonancia en forma indirecta.

RESONADOR DE HIDROGENO (MASER) NEUTRO

M: microwave
A: amplification by
S: stimulated
E: emission of
R: radiation

Amplificador a traves de microondas
por el efecto de emision estimulada
de radiación.



f_0 frecuencia de
la radiación
que estimula
o fuerza el
cambio de
dirección del
spin del
electrón.

$$f_0 = 1420405752 \text{ Hz}$$

para $t = 1$ segundo

$$\Delta f = \frac{1}{t} \sim 1 \text{ Hz}$$

$$Q \equiv \frac{f}{\Delta f} \sim 1.420 \times 10^9 \Rightarrow \frac{\Delta f}{f} = 7 \times 10^{-10}$$

$Q \approx 1420$ millones

pero hay choques de átomos y choques de
átomos con las paredes del contenedor lo que
lo hace inestable en poco tiempo.

El resonador contador solo acumula ticks por
el tiempo en que es ESTABLE y después se detiene
y vuelve a iniciar su cuenta.

FACTOR DE CALIDAD

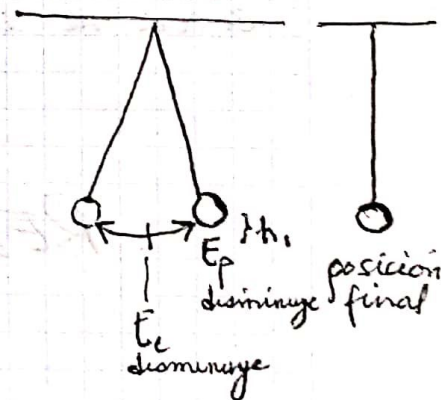
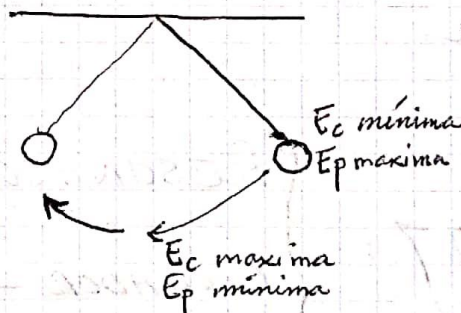
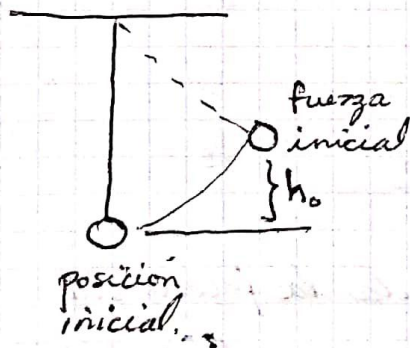
Q.

Un resonador ideal es aquel que al darle una fuerza inicial, seguiría trabajando por mucho tiempo (siempre).

Sin embargo ese resonador ideal, no existe ya que hay pérdidas de energía en el proceso.

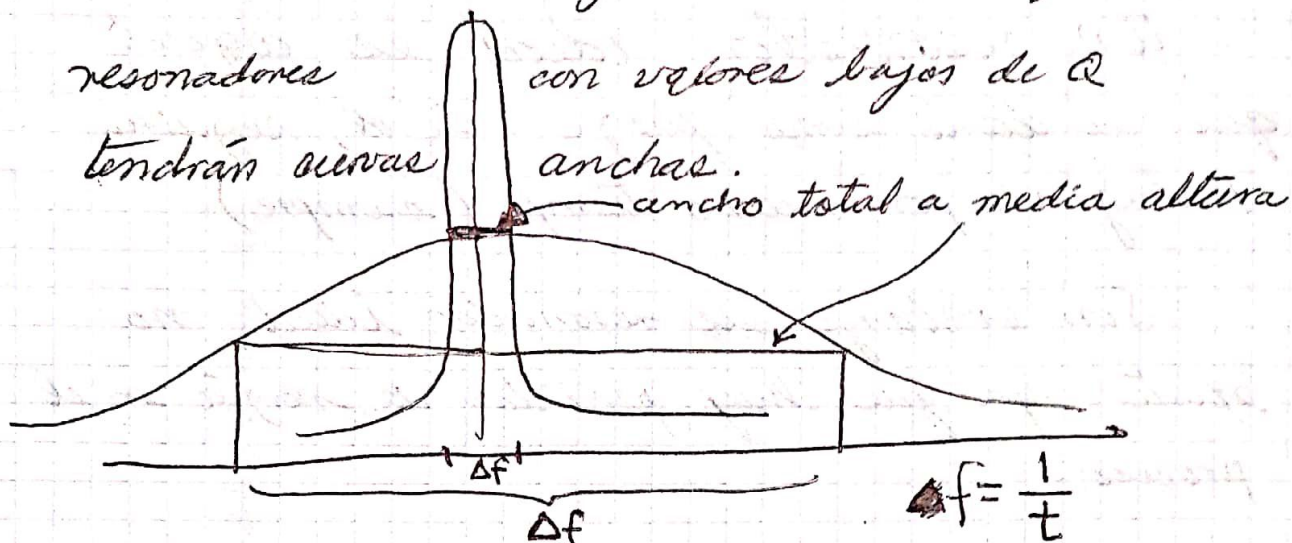
Una forma de medir la calidad del resonador es a través del factor Q de calidad.

Q es el número de oscilaciones del resonador hasta que su energía disminuye a un tanto por ciento de la energía inicial impartida con la fuerza inicial.



Resonadores con valores altos de Q tendrán curvas angostas mientras que

resonadores con valores bajos de Q tendrán curvas anchas.



Entre mas tiempo le tome a un resonador en "bajar su energía", dado una fuerza inicial, mas estrecha será su curva de calidad.

Un resonador con valor alto de Q donde $Q = \frac{f_0}{\Delta f}$, funcionará muy bien si es a su frecuencia de resonancia, f_0 , o muy cerca de ella.

RELOJ:

RESONADOR

Oscilador → da la frecuencia correcta al resonador (fuente de energía).
Contador de oscilaciones, ticks, etc.

Despliegue de números segundos, minutos, horas.