Flujo total **efectivamente** medido

Flujo total **efectivamente** medido

Transparencia de la atmósfera
Transmisión del instrumento
Sensibilidad del detector

Flujo total **efectivamente** medido

Transparencia de la atmósfera
Transmisión del instrumento
Sensibilidad del detector

$$\phi_{medido} = \pi A (R/r)^2 \int_0^\infty I_\lambda T_{A\lambda} T_{i\lambda} S_{i\lambda} \, d\lambda$$

Flujo total **efectivamente** medido

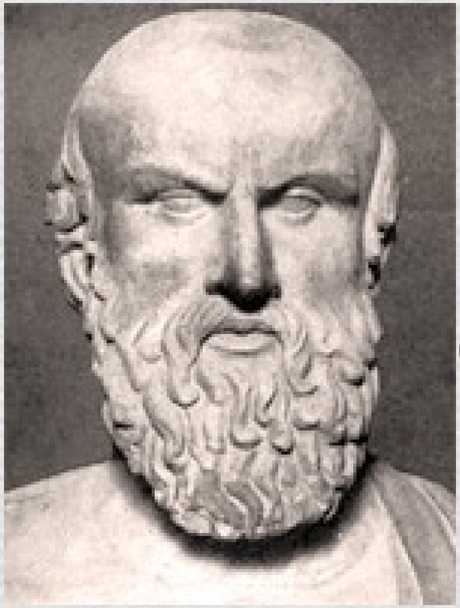
Transparencia de la atmósfera
Transmisión del instrumento
Sensibilidad del detector

$$\phi_{medido} = \pi A (R/r)^2 \int_0^\infty I_\lambda T_{A\lambda} T_{i\lambda} S_{i\lambda} d\lambda$$

¿Flujo, brillo → magnitudes?

¿Brillos aparentes?

Magnitudes astronómicas



Todo comenzó con Hiparco
"Ἵππαρχος"
(de Nicea 190 AC, de Rodas, 120 AC)

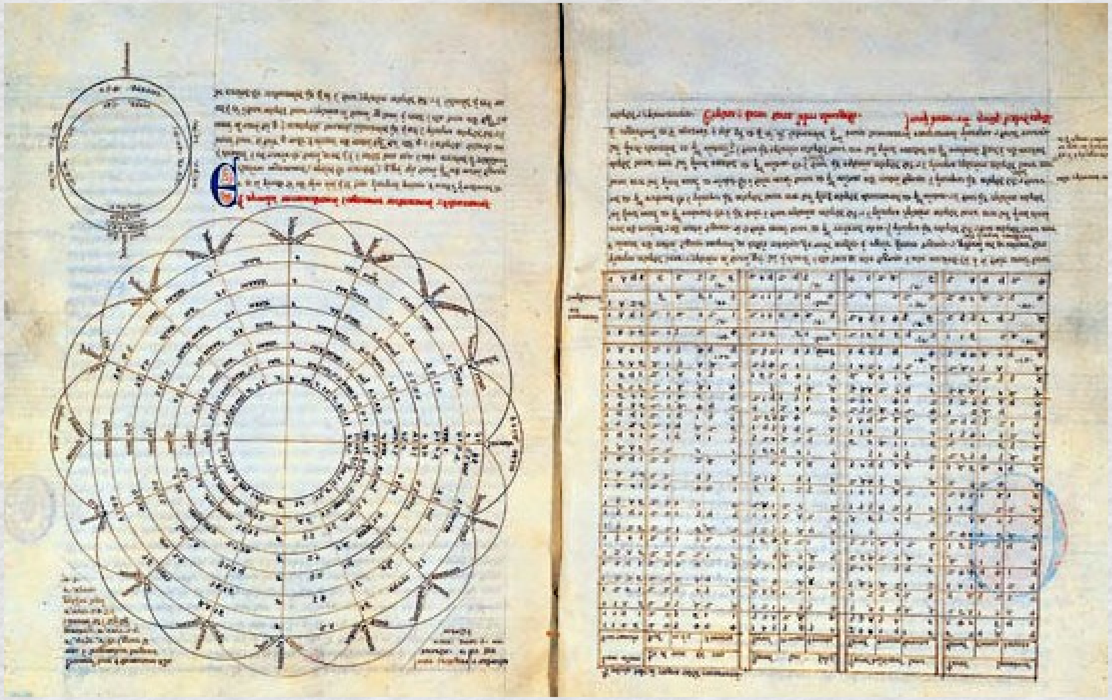
Escala:
- 1° magnitud (estrella más brillante)
- 6° magnitud (estrella menos brillante)

Magnitudes astronómicas

Claudio Ptolomeo
(~100 - ~170)

Almagesto (13 vols.)
Sintaxis Matemática
(...El más grande...)

Subdividió la escala de magnitudes de Hiparcos

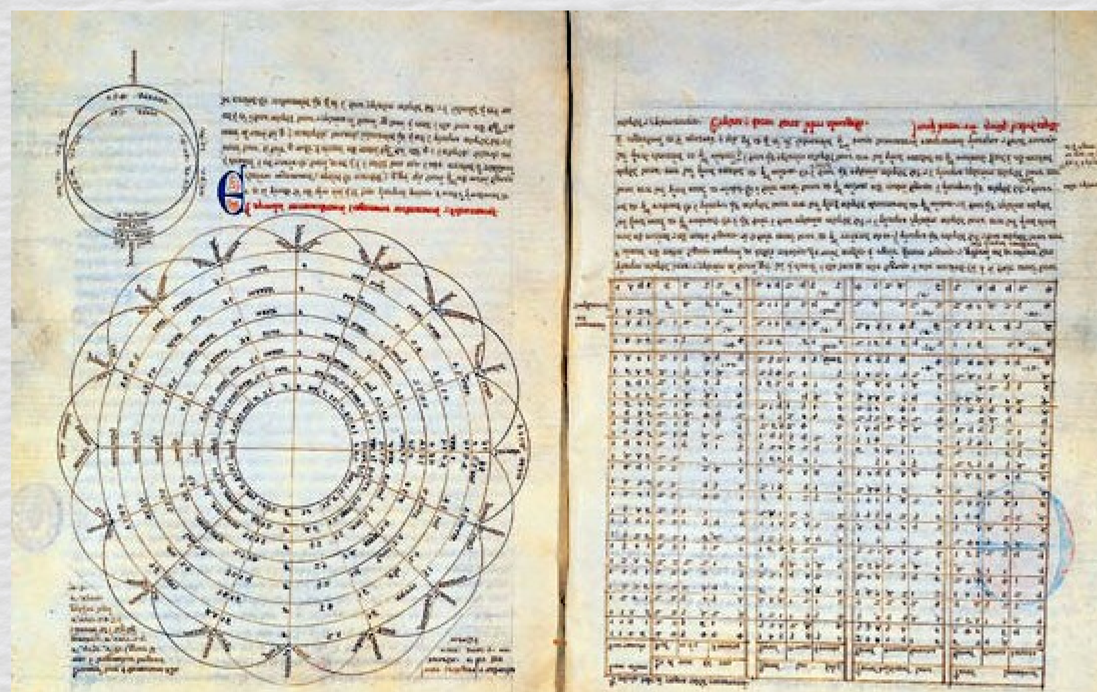


Magnitudes astronómicas

Claudio Ptolomeo
Hiparco (Geocéntrico) → Aristóteles
(~~Aristarco de Samos~~ 310-230 AC)

Almagesto (13 vols.)
Sintaxis Matemática

Subdividió la escala de magnitudes de Hiparcos



Steinheil, Fechner y Pogson

- Progresiones geométrica y aritmética

Una progresión geométrica es una sucesión de números, tales que el cociente entre dos consecutivos cualesquiera de ellos es constante, por ejemplo, la sucesión de las potencias de 3, es decir, 1,3,9,27,81,... donde el cociente es 3. Los términos de una progresión geométrica se suelen denotar también como a_0, a_1, a_2,... (o con otra letra). En general, si el cociente entre dos términos cualesquiera de la progresión es r (y se suele llamar la razón de la progresión geométrica) podemos escribirla también como a_0, a_0r, a_0r^2,

El **término general** de una sucesión geométrica se calcula a partir del primer término a_1 y de la razón r:

$$\boldsymbol{a_n = a_1 \cdot r^{n-1}}$$

Steinheil, Fechner y Pogson

- Progresiones geométrica y aritmética

Una progresión aritmética es una sucesión de números, tales que la diferencia entre dos consecutivos cualesquiera de ellos es constante, por ejemplo, la sucesión de los números impares 1,3,5,... donde la diferencia es 2. Los términos de una progresión aritmética se suelen denotar como a_0, a_1, a_2,... (o con otra letra). En general, si la diferencia entre dos términos cualesquiera de la progresión es d, podemos

aritmética cuando cada término se obtiene sumando un número al término que le precede. Este número **erencia** y se denota por d.

$$\begin{aligned}
&a_1\\
&a_2 = a_1 + d\\
&a_3 = a_2 + d\\
&a_4 = a_3 + d\\
&a_5 = a_4 + d\\
&a_6 = a_5 + d\\
&\dots\\
&a_{n+1} = a_n + d
\end{aligned}$$

Steinheil, Fechner y Pogson

- Progresiones geométrica y aritmética

www.matesfacil.com/ESO/progresiones/sucesion-geometrica-formulas-ejemplos-problemas-resueltos.html

Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de Steinheil (1836)

Sup. un grupo de estrellas con brillos

$h, \; hq^{-1}, \; hq^{-2}, \; \dots, \; hq^{-n}$

→ mayor brillo ⇒ menor número (magnitud)

Ahora definamos: h (mag 1) y su flujo ϕ_1

hq^{-1} (mag 2) " " ϕ_2

$\vdots$

$hq^{-(m-1)}$ (mag m) " " ϕ_m

⇒ El cociente de flujos entre dos estrellas de magnitudes m y n:

$$\frac{\phi_m}{\phi_n} = \frac{hq^{-(m-1)}}{hq^{-(n-1)}} = q^{n-m}$$

$$\Rightarrow \log \frac{\phi_m}{\phi_n} = \log(q^{n-m}) = (n-m)\log q \Rightarrow$$

$$\boxed{n - m = \frac{1}{\log q} \cdot \log \frac{\phi_m}{\phi_n}}$$

(¡ojo!)
Brillos: prog. geométrica
mags: " aritmética

Steinheil, Fechner y Pogson

Las leyes psicofísicas establecen relaciones entre estímulos físicos y respuestas efectoriales emitidas por los sujetos; así, la psicofísica establece la relación entre los estímulos físicos y la percepción.

Steinheil, Fechner y Pogson

Relación de Fechner (1881-1887)

Las leyes psicofísicas establecen relaciones entre estímulos físicos y respuestas efectoriales emitidas por los sujetos; así, la psicofísica establece la relación entre los estímulos físicos y la percepción.

Ley de Weber-Fechner: características

La ley de Weber-Fechner establece una relación cuantitativa entre la magnitud de un estímulo físico y cómo éste es percibido por el sujeto. **Esta ley fue inicialmente propuesta por Ernst Heinrich Weber** (1795-1878) (médico y anatomista alemán) y posteriormente elaborada hasta su forma actual por Gustav Theodor Fechner (1801-1887), ya mencionado anteriormente.

Esta ley establece que "el menor cambio discernible en la magnitud de un estímulo es proporcional a la magnitud del estímulo". Esto se puede decir de muchas otras maneras para que lo entendamos; por ejemplo, que "la intensidad de la sensación es proporcional al logaritmo de la intensidad del estímulo", o que "si un estímulo crece en progresión geométrica, la percepción evolucionará en progresión aritmética".

Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de Fechner

Impulso sensorial: I

Sensación experimentada: s

¿Cómo varía "s" con el cambio de "I"?

Fechner: $\frac{ds}{dI} \propto I^{-1}$

$\Rightarrow \frac{dI}{I} = \text{cte.}\, ds$; integrando $\Rightarrow$

$\ln \frac{I_2}{I_1} = \text{cte}\,(s_2 - s_1)$

$\lg \frac{I_2}{I_1} = \text{cte}'\,(s_2 - s_1) \Rightarrow$

$\boxed{s_2 - s_1 = \frac{1}{\text{cte}'} \log \frac{I_2}{I_1}}$ $\simeq$ ¡magnitudes y brillos!

Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de Fechner

Impulso sensorial: I

Sensación experimentada: s

¿Cómo varía "s" con el cambio de "I"?

Fechner: $\frac{ds}{dI} \propto I^{-1}$

$\Rightarrow \frac{dI}{I} = \text{cte.}\, ds$; integrando $\Rightarrow$

$\ln \frac{I_2}{I_1} = \text{cte} \, (s_2 - s_1)$

$\lg \frac{I_2}{I_1} = \text{cte}' \, (s_2 - s_1) \Rightarrow$

$$\boxed{s_2 - s_1 = \frac{1}{\text{cte}'} \log \frac{I_2}{I_1}}$$

$\simeq$ ¡magnitudes y brillos!

$$\boxed{n - m = \frac{1}{\log q} \log \frac{\phi_m}{\phi_n}}$$

$\downarrow$

¿q?

Steinheil, Fechner y Pogson

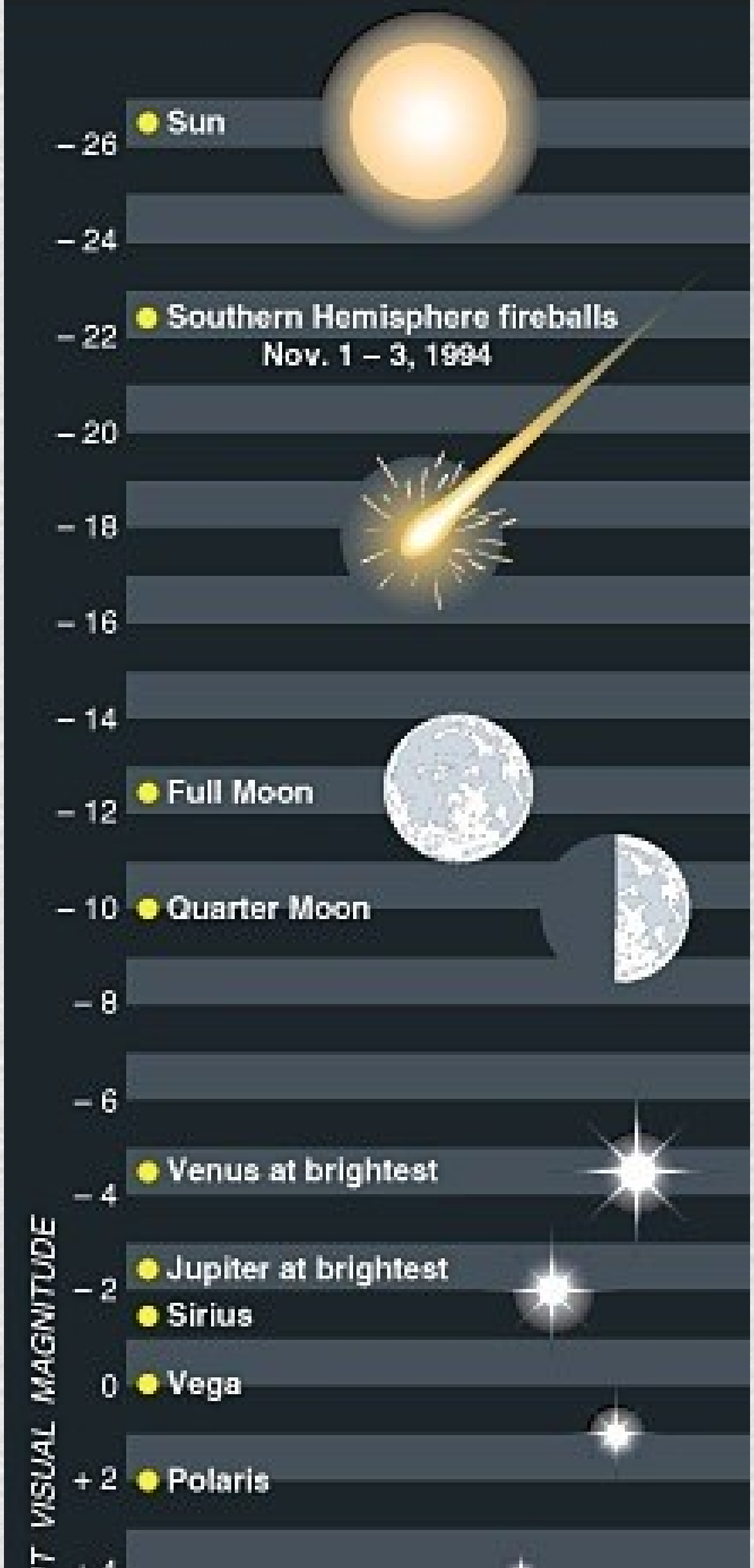
- Relación de “Pogson”

JOURNAL OF THE EXPERIMENTAL ANALYSIS OF BEHAVIOR 1977, 28, 185-187 NUMBER 2 (SEPTEMBER)

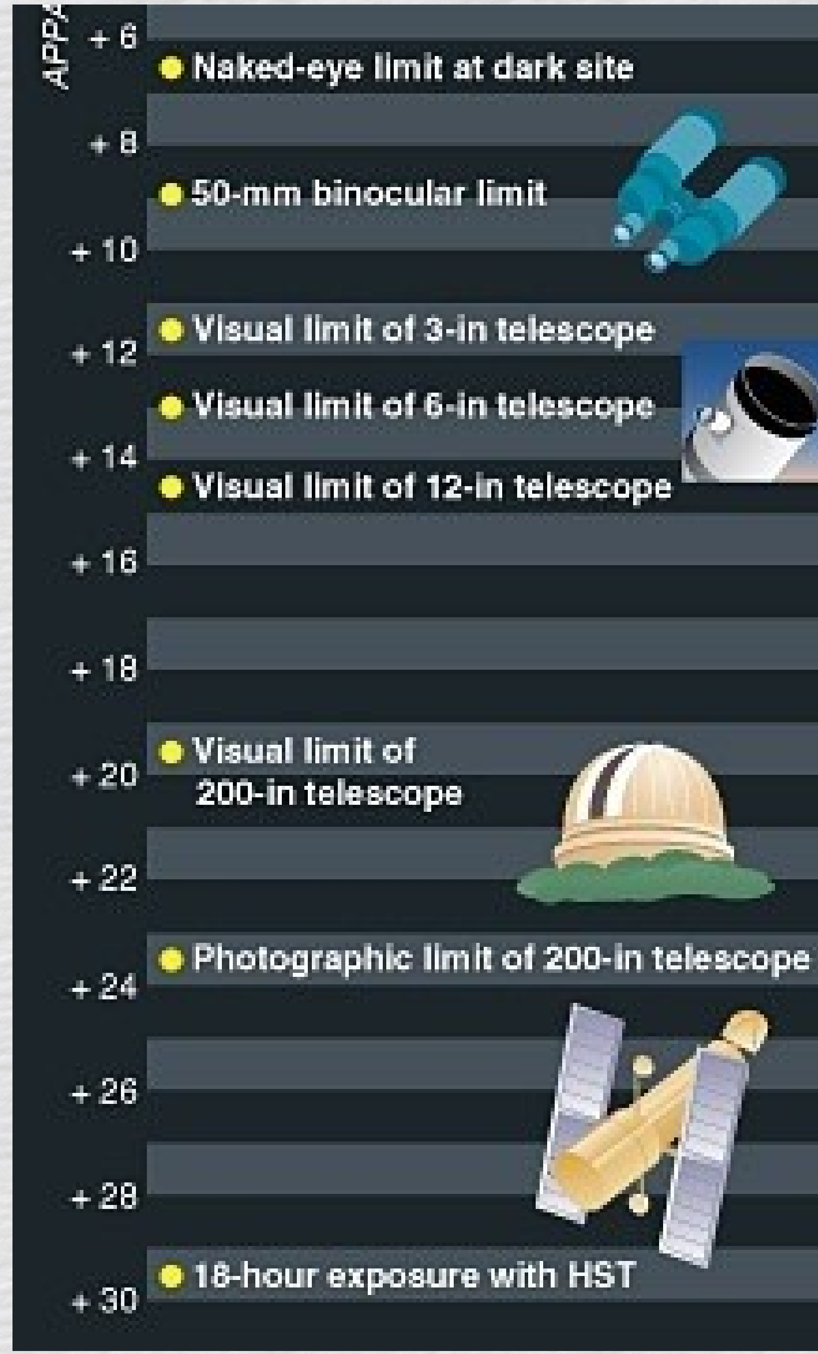
ANTECEDENT'S TO FECHNER'S LAW: THE ASTRONOMERS J. HERSCHEL, W. R. DAWES, AND N. R. POGSON

STANLEY S. PLISKOFF[1]

UNIVERSITY OF MAINE, ORONO



VISUAL MAGNITUDE
– 26
Sun
– 24
– 22
Southern Hemisphere fireballs
Nov. 1 – 3, 1994
– 20
– 18
– 16
– 14
– 12
Full Moon
– 10
Quarter Moon
– 8
– 6
– 4
Venus at brightest
– 2
Jupiter at brightest
Sirius
0
Vega
+ 2
Polaris



+ 6
Naked-eye limit at dark site
+ 8
50-mm binocular limit
+ 10
Visual limit of 3-in telescope
+ 12
Visual limit of 6-in telescope
+ 14
Visual limit of 12-in telescope
+ 16
+ 18
Visual limit of
200-in telescope
+ 20
+ 22
Photographic limit of 200-in telescope
+ 24
+ 26
+ 28
18-hour exposure with HST
+ 30

Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de "Pogson"

John Herschel ($\simeq$ 1830)

<u>Midió</u> $\Rightarrow$ "se recibe 100 veces más luz de una * de 1^{ra} mag. que de una * de 6^{ta} mag."

(se le atribuye a Pogson)

$$\frac{\phi_m}{\phi_n} = 100 \quad \wedge \quad \left.\begin{array}{l} m = 1 \\ n = 6 \end{array}\right\} \; n - m = 5$$

$$\Rightarrow \; 5 = \frac{1}{\log q} \cdot \log 100 \; \Rightarrow \; \boxed{q = 2.512}$$

Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de “Pogson”

JOURNAL OF THE EXPERIMENTAL ANALYSIS OF BEHAVIOR 1977, 28, 185-187 NUMBER 2 (SEPTEMBER)

ANTECEDENT'S TO FECHNER'S LAW: THE ASTRONOMERS J. HERSCHEL, W. R. DAWES, AND N. R. POGSON

STANLEY S. PLISKOFF[1]

UNIVERSITY OF MAINE, ORONO

The question Sir John Herschel asked was direct: how much more light do we receive from a first-magnitude star than from one of the sixth magnitude? Today, such a question would be answered by photoelectric, or even photographic, techniques. Lacking those procedures, J. Herschel used visual methods. One

(method of average error, limits?). In other words, he used his eye as a null instrument and found that if the surface areas are in the ratio of 100 to one, a first-magnitude star seen with the smaller mirror was equal in sensation brightness to a sixth-magnitude star seen with the larger. He concluded that we receive about 100 times the light from a first-magnitude star as is received from a sixth-magnitude star.

Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de "Pogson"

John Herschel (~ 1830)

<u>Midió</u> ⇒ "se recibe 100 veces más luz de una * de 1ra mag. que de una * de 6ta mag."

(se le atribuye a Pogson)

$$\frac{\phi_m}{\phi_n} = 100 \quad \wedge \quad \left.\begin{matrix} m = 1 \\ n = 6 \end{matrix}\right\} n - m = 5$$

$$\Rightarrow 5 = \underbrace{\frac{1}{\log q}}_{\rightarrow\, 2.5} \cdot \log 100 \Rightarrow \boxed{q = 2.512}$$

"Pogson"

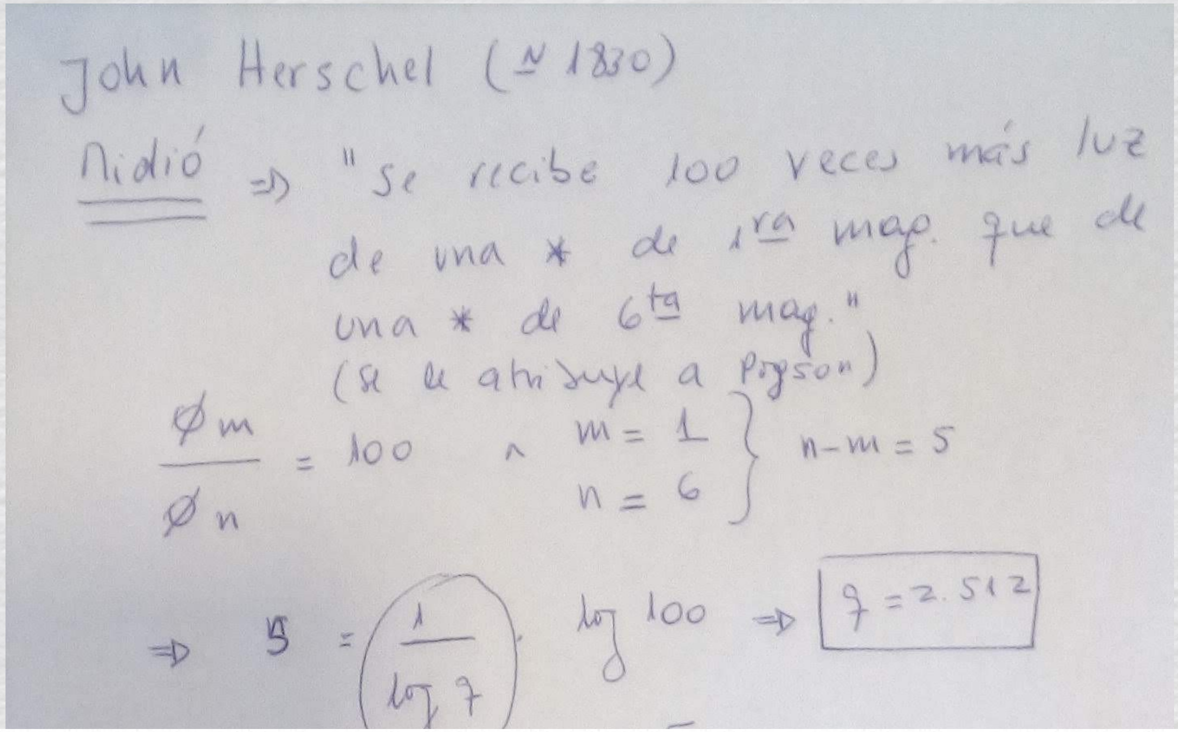
$$\text{Steinheil}: \quad n - m = 2.5 \log \frac{\phi_m}{\phi_n}$$

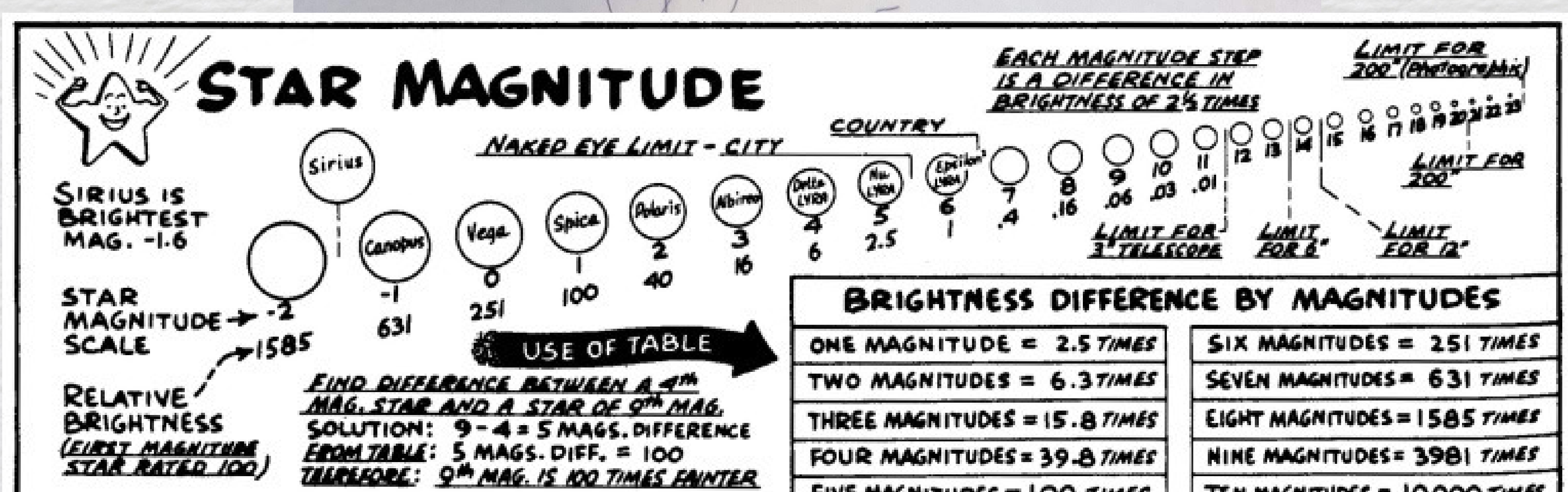
$$\text{Fechner}: \quad S_2 - S_1 = \text{cte}'' \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow \boxed{m - n = -2.5 \log \frac{\phi_m}{\phi_n}}$$

Steinheil, Fechner y Pogson

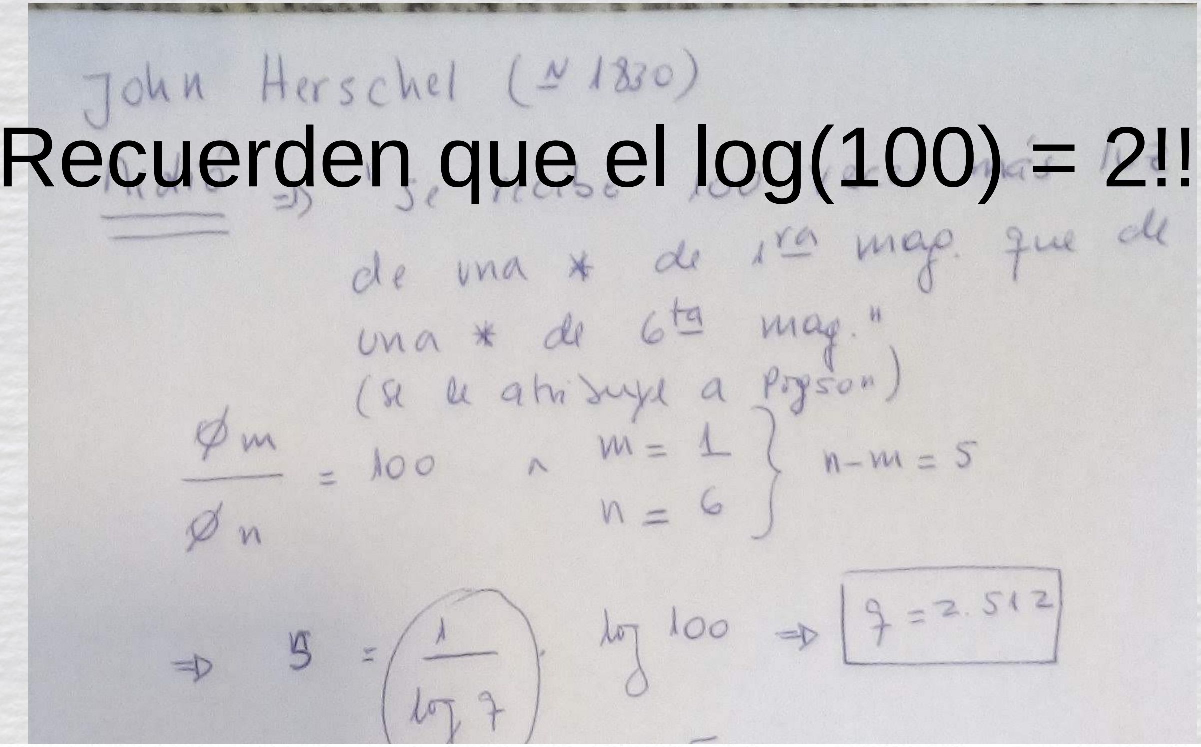
- Relación de "Pogson"





Steinheil, Fechner y Pogson

¡¡¡¡¡Recuerden que el log(100) = 2!!!!



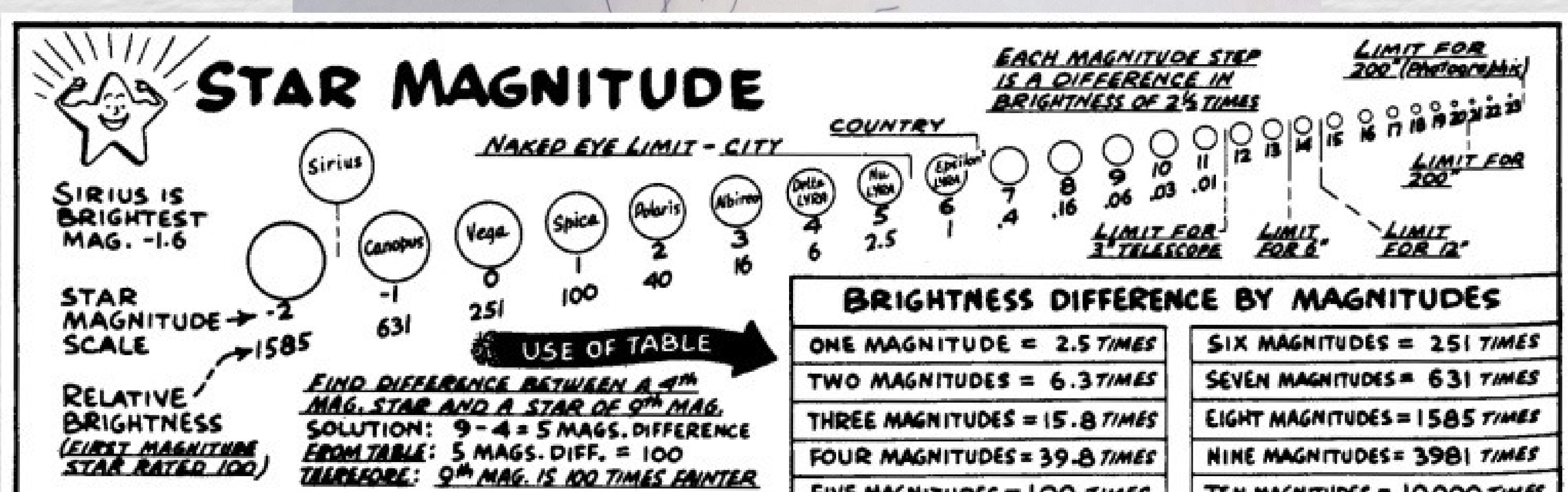
John Herschel (≈ 1830)

de una * de 1ra mag. que de una * de 6ta mag."

(se le atribuye a Pogson)

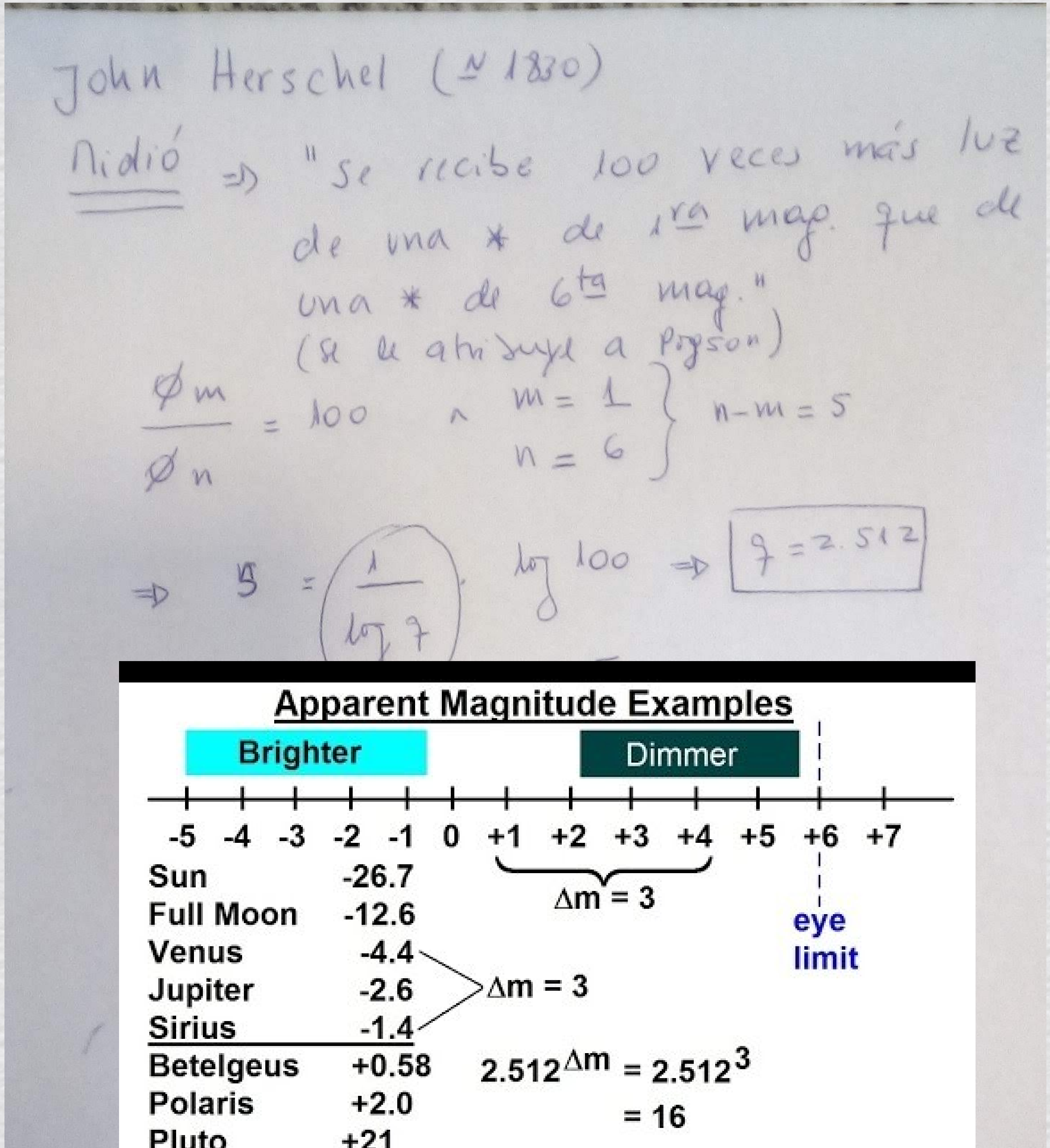
$$\frac{\phi_m}{\phi_n} = 100 \quad \wedge \quad \left.\begin{matrix} m = 1 \\ n = 6 \end{matrix}\right\} n - m = 5$$

$$\Rightarrow 5 = \frac{1}{\log q} \cdot \log 100 \Rightarrow \boxed{q = 2.512}$$



Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de “Pogson”



Steinheil, Fechner y Pogson

- Relación de "Pogson"

John Herschel (~1830)

Midió ⇒ "se recibe 100 veces más luz de una * de 1ra mag. que de una * de 6ta mag."

(se le atribuye a Pogson)

$$\frac{\phi_m}{\phi_n} = 100 \quad \wedge \quad \left.\begin{array}{l} m = 1 \\ n = 6 \end{array}\right\} \; n - m = 5$$

$$\Rightarrow \; 5 = \frac{1}{\log q} \cdot \log 100 \;\Rightarrow\; \boxed{q = 2.512}$$

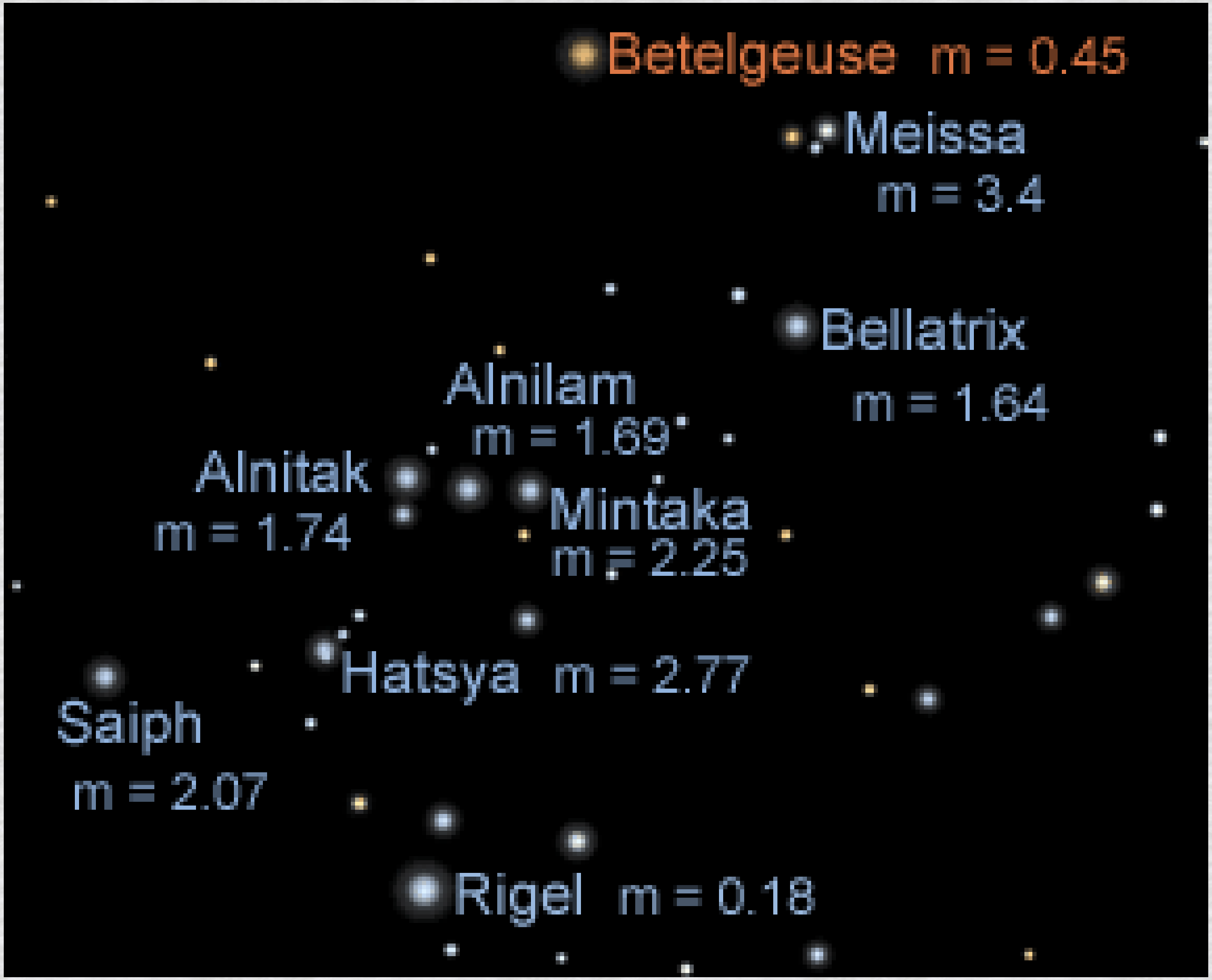
$\frac{1}{\log q} \longrightarrow 2.5$ "Pogson"

Steinheil: $n - m = 2.5 \log \frac{\phi_m}{\phi_n}$

Fechner: $S_2 - S_1 =$ "cte" $\log \frac{I_2}{I_1}$

$$\Rightarrow \; \boxed{m - n = -2.5 \log \frac{\phi_m}{\phi_n}}$$

$$m - n = -2.5 \log \Phi_m / \Phi_n$$



Resumen ...

$$m-n = \boxed{-2.5} \log \Phi_m/\Phi_n$$

$$(\log q)^{-1}$$

$$q = 2.512$$

Resumen ...

$$m\text{-}n = \boxed{-2.5} \log \Phi_m/\Phi_n$$

- If two stars, A and B, have fluxes, f_A and f_B, their magnitudes are related by

$$m_A - m_B = -2.5\log(f_A / f_B)$$

  - Thus if $f_B / f_A = 10$, then $m_A - m_B = 2.5$
- We can also write the inverse relation

$$\frac{f_B}{f_A} = 10^{\frac{m_A - m_B}{2.5}}$$

  - So that if $m_A = 5$ and $m_B = 0$, $f_B / f_A = 100$.

Resumen ...

$$m-n = -2.5 \log \Phi_m/\Phi_n$$

BRIGHTNESS DIFFERENCE BY MAGNITUDES	
ONE MAGNITUDE = 2.5 TIMES	SIX MAGNITUDES = 251 TIMES
TWO MAGNITUDES = 6.3 TIMES	SEVEN MAGNITUDES = 631 TIMES
THREE MAGNITUDES = 15.8 TIMES	EIGHT MAGNITUDES = 1585 TIMES
FOUR MAGNITUDES = 39.8 TIMES	NINE MAGNITUDES = 3981 TIMES
FIVE MAGNITUDES = 100 TIMES	TEN MAGNITUDES = 10000 TIMES

The magnitude scale was originally defined by the north polar sequence of stars. It is now defined by a number of stars measured accurately by Johnson and Morgan in 1953. For all practical purposes, we can say that the magnitude scale is defined by assigning the magnitude 0 to the star α Lyrae, also called Vega. So if star A is Vega, then $m_v(A) = 0$ and

$$m_v(B) = 2.5[\log I_v(\text{Vega}) - \log I_v(B)]. \tag{4.2c}$$

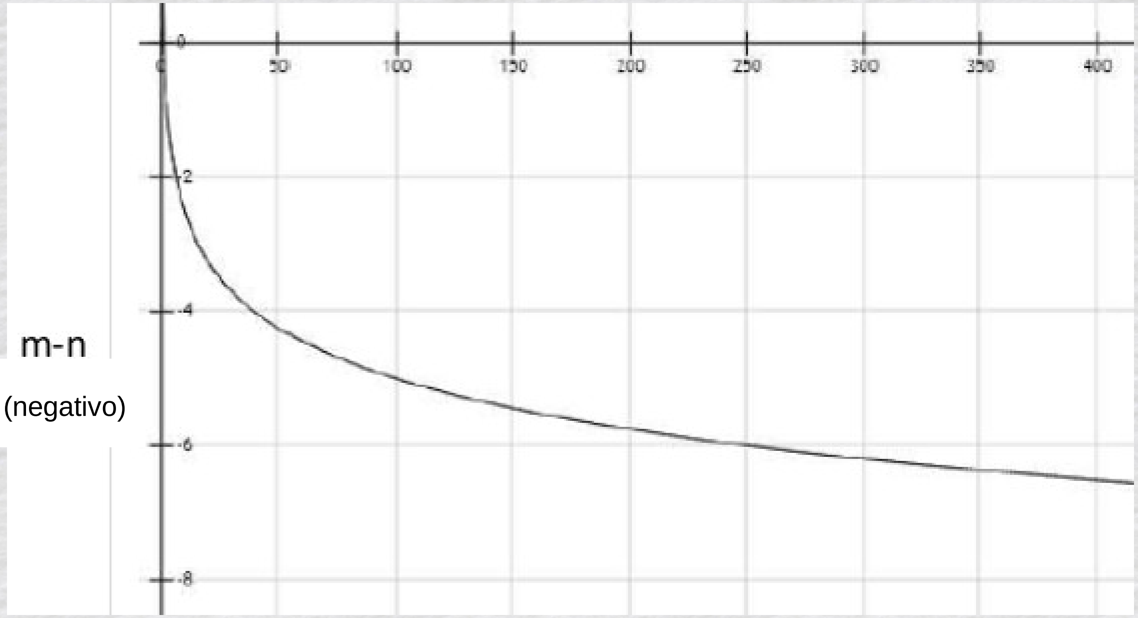
(Actually $m_v(\text{Vega}) = 0.02 \pm 0.01$, but we do not here worry about this small difference.) In practice, we compare the brightness of all stars with that of Vega. If a star is fainter than Vega, then $m_v > 0$, if a star is brighter than Vega, then it has $m_v < 0$. There are some stars brighter than Vega, for instance, Sirius, these stars then have *negative* magnitudes. Sirius has $m_v = -1.6$.

(Φ_m/Φ_n)

m =   y n =

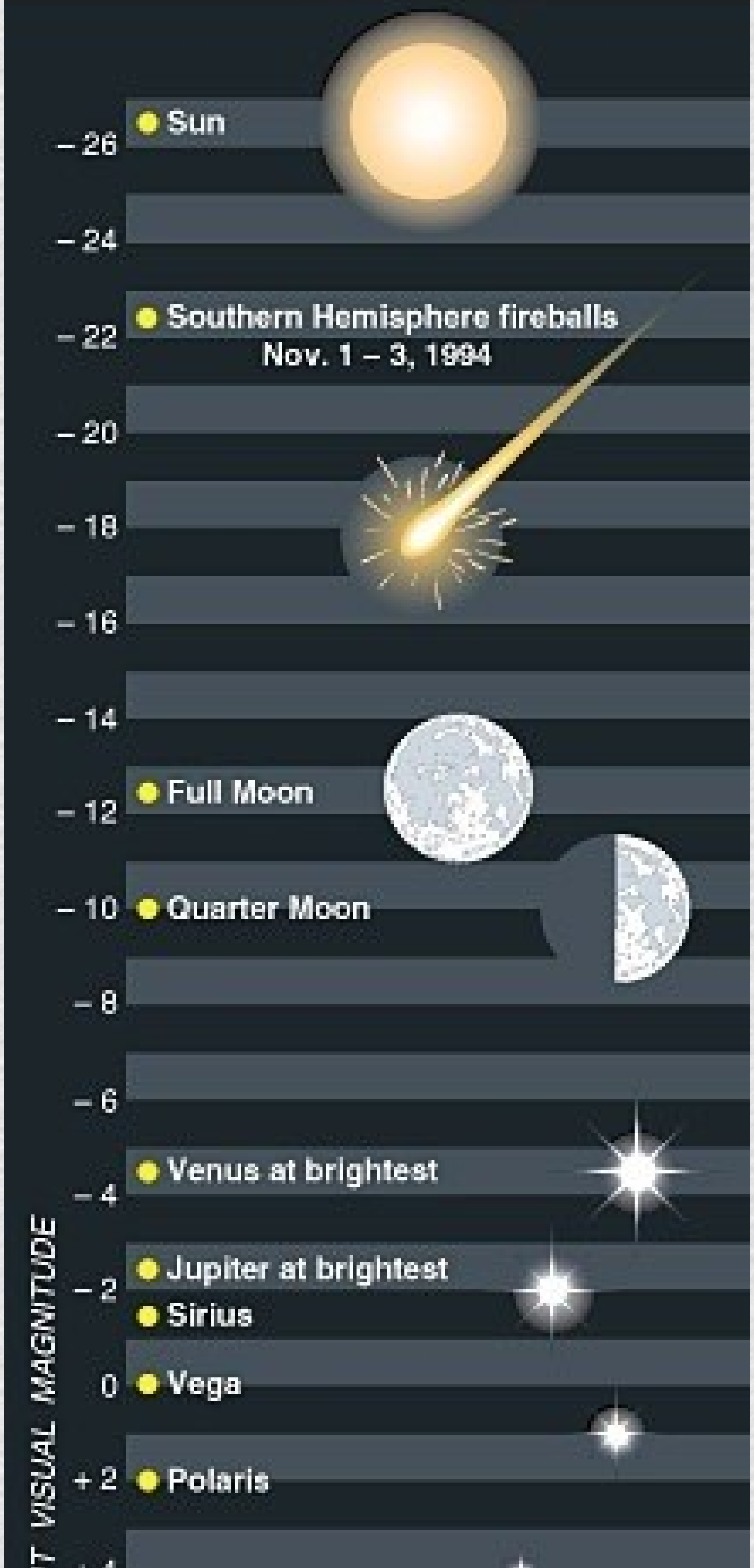
m-n

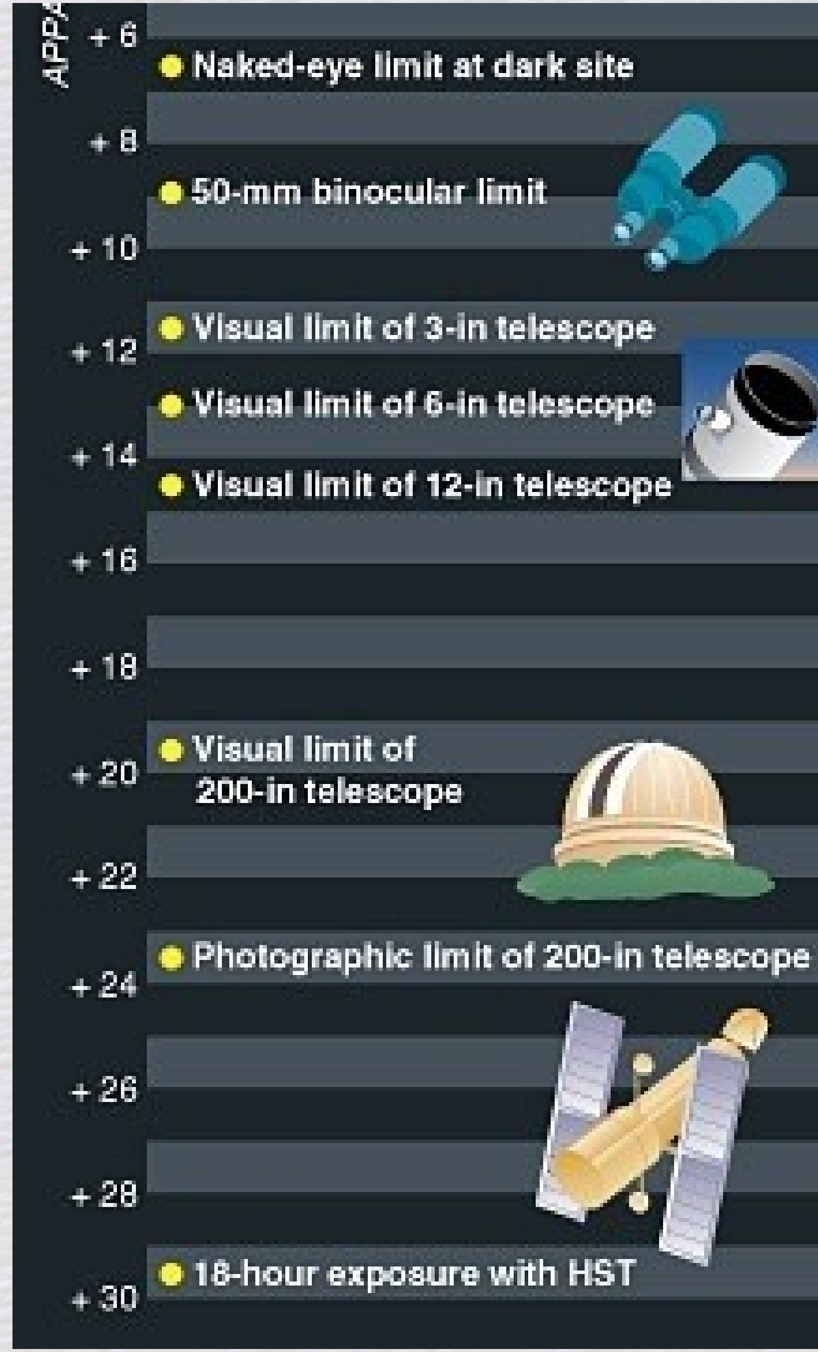
(negativo)



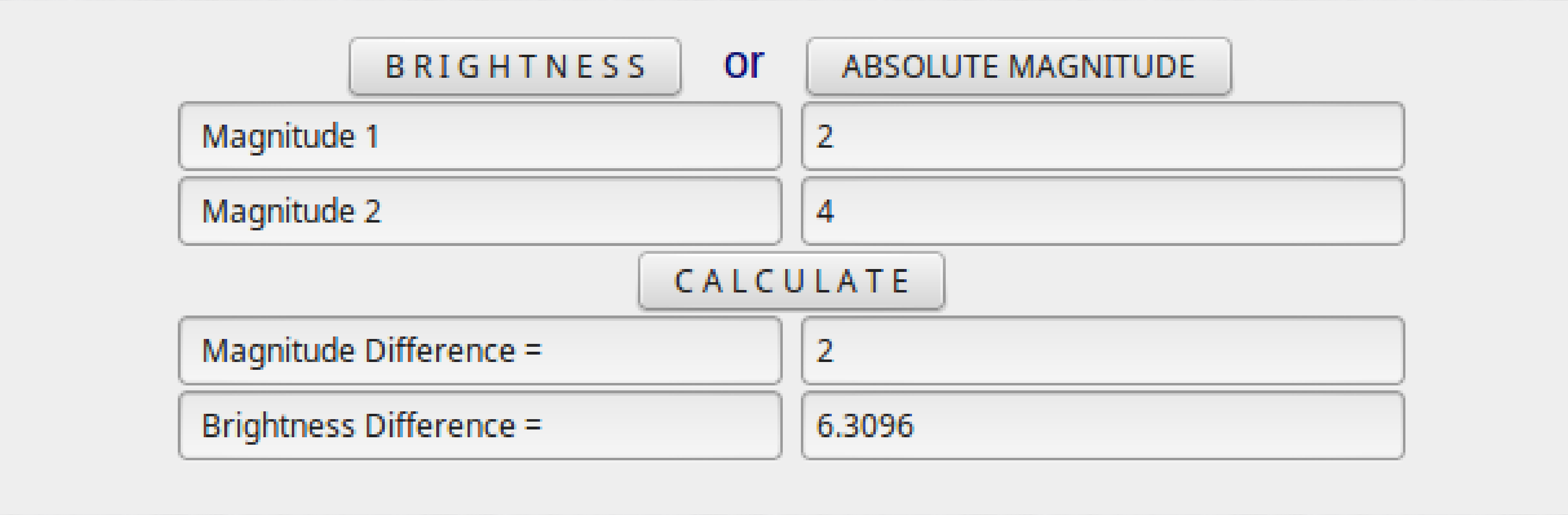
BRIGHTNESS DIFFERENCE BY MAGNITUDES

ONE MAGNITUDE = 2.5 TIMES	SIX MAGNITUDES = 251 TIMES
TWO MAGNITUDES = 6.3 TIMES	SEVEN MAGNITUDES = 631 TIMES
THREE MAGNITUDES = 15.8 TIMES	EIGHT MAGNITUDES = 1585 TIMES
FOUR MAGNITUDES = 39.8 TIMES	NINE MAGNITUDES = 3981 TIMES
FIVE MAGNITUDES = 100 TIMES	TEN MAGNITUDES = 10000 TIMES


– 26
Sun
– 24
– 22
Southern Hemisphere fireballs
Nov. 1 – 3, 1994
– 20
– 18
– 16
– 14
Full Moon
– 12
– 10
Quarter Moon
– 8
– 6
Venus at brightest
– 4
Jupiter at brightest
– 2
Sirius
0
Vega
+ 2
Polaris
VISUAL MAGNITUDE


+ 6
Naked-eye limit at dark site
+ 8
50-mm binocular limit
+ 10
Visual limit of 3-in telescope
+ 12
Visual limit of 6-in telescope
+ 14
Visual limit of 12-in telescope
+ 16
+ 18
Visual limit of
200-in telescope
+ 20
+ 22
Photographic limit of 200-in telescope
+ 24
+ 26
+ 28
18-hour exposure with HST
+ 30

https://www.1728.org/magntude.htm?b9=1



BRIGHTNESS DIFFERENCE BY MAGNITUDES	
ONE MAGNITUDE = 2.5 TIMES	SIX MAGNITUDES = 251 TIMES
TWO MAGNITUDES = 6.3 TIMES	SEVEN MAGNITUDES = 631 TIMES
THREE MAGNITUDES = 15.8 TIMES	EIGHT MAGNITUDES = 1585 TIMES
FOUR MAGNITUDES = 39.8 TIMES	NINE MAGNITUDES = 3981 TIMES
FIVE MAGNITUDES = 100 TIMES	TEN MAGNITUDES = 10000 TIMES