

Část 2: Psychofyzika

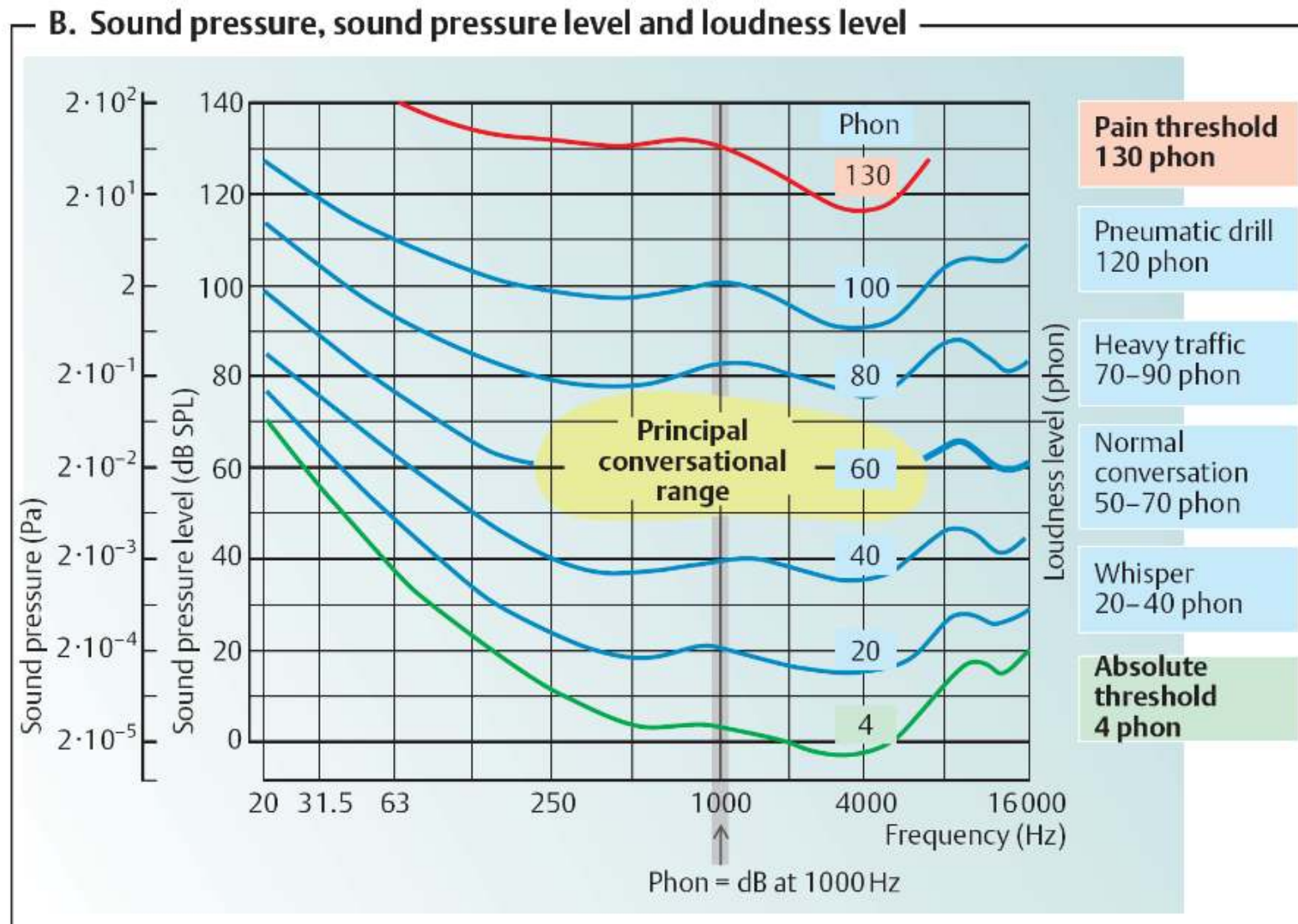


Karlova univerzita Praha, 1. lékařská fakulta

Osnova části 2

- **Úvod: co je psychofyzika**
- **Psychofyzikální zákony**
- **Logaritmy a další funkce – kvantitativní vztahy mezi stimulem a vjemem**
- **Weberův - Fechnerův logaritmický zákon**
- **Stevensův zákon umožňuje porovnání různých modalit**

Nad



Despopoulos, Color Atlas of Physiology © 2003 Thieme

Připomeňme si: Obor slyšení: frekvence a hlasitosti

Logarithms. There are two kinds of logarithms: common and natural. Logarithmic calculations are performed using exponents alone. The **common (decimal) logarithm** ($\log$ or $\lg$) is the power or exponent to which 10 must be raised to equal the number in question. The common logarithm of 100 ($\log 100$) is 2, for example, because $10^2 = 100$. Decimal logarithms are commonly used in physiology, e.g., to define pH values (see above) and to plot the pressure of sound on a decibel scale ($\rightarrow$ p. 363).

Natural logarithms ($\ln$) have a natural base of 2.71828..., also called *base e*. The common logarithm ($\log x$) equals the natural logarithm of x ($\ln x$) divided by the natural logarithm of 10 ($\ln 10$), where $\ln 10 = 2.302585$. The following rules apply when converting between natural and common logarithms:

$$\log x = (\ln x)/2.3$$

$$\ln x = 2.3 \cdot \log x.$$

When performing mathematical operations with logarithms, the type of operation is reduced by one rank—multiplication becomes addition, potentiation becomes multiplication, and so on.

Examples:

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b$$

$$\log(a/b) = \log a - \log b$$

$$\log a^n = n \cdot \log a$$

$$\log \sqrt[n]{a} = (\log a)/n$$

Special cases:

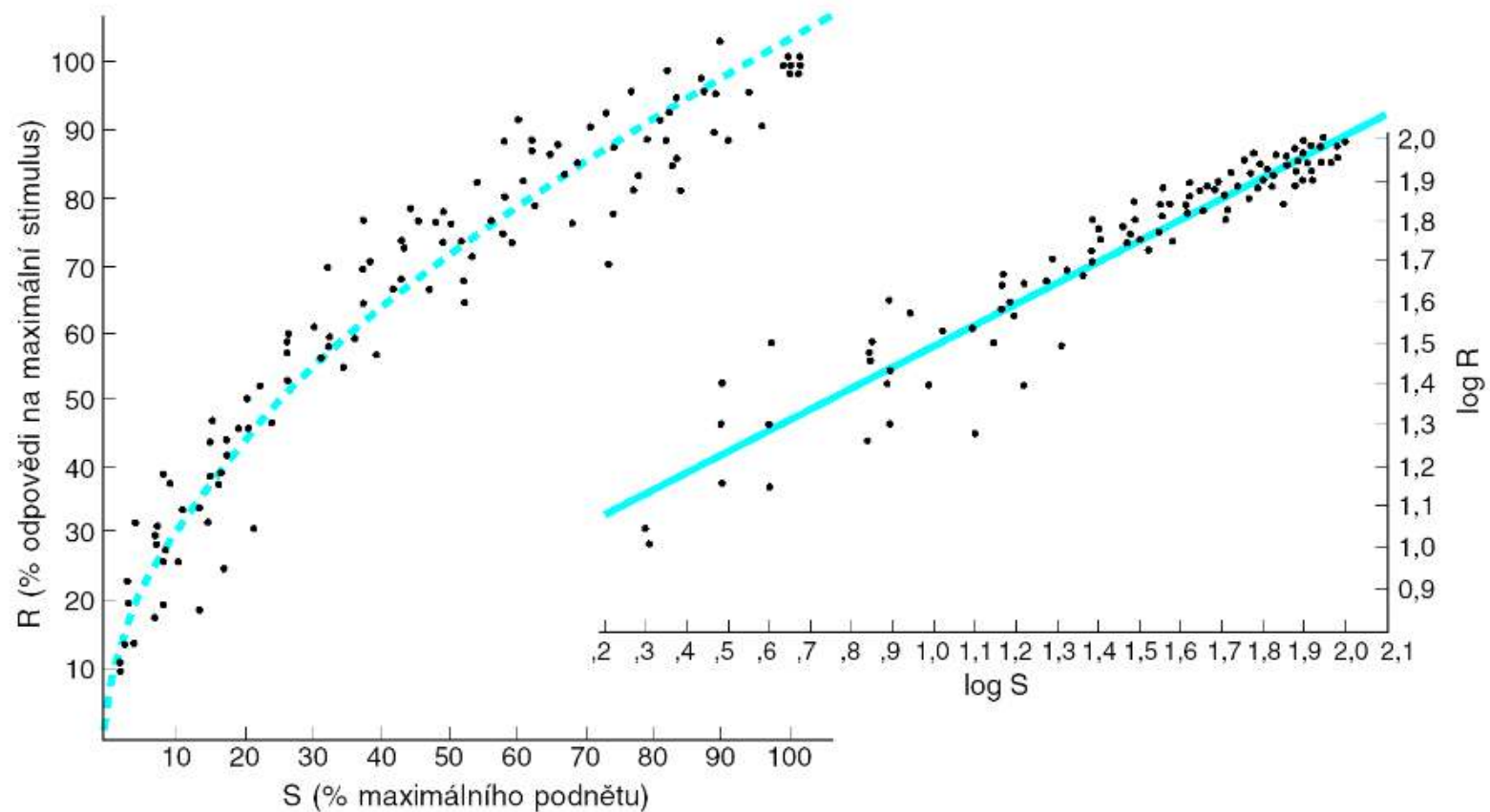
$$\log 10 = \ln e = 1$$

$$\log 1 = \ln 1 = 0$$

$$\log 0 = \ln 0 = \pm \infty$$

Decibel je definován jako desetinásobek dekadického logaritmu poměru intenzit.

$$R = 10 \log(S/S_0)$$



Obr. 5-5. Vztah mezi intenzitou dotykového podnětu (S) a frekvencí akčních potenciálů v senzických nervových vláknech (R). Tečky znázorňují jednotlivé hodnoty u koček; jsou vyneseny do souřadnic lineárních (**vlevo**) a logaritmických (**vpravo**). Rovnice vyjadřuje vypočítaný exponenciální vztah mezi R a S. (Reprodukováno se souhlasem z WERNER, G., MOUNTCASTLE, VB. *Neural activity in mechanoreceptive cutaneous afferents. Stimulus-response relations, Weber functions, and information transmission*. J Neurophysiol, 1965, 28, 359.)

Stevensův (mocninný) zákon

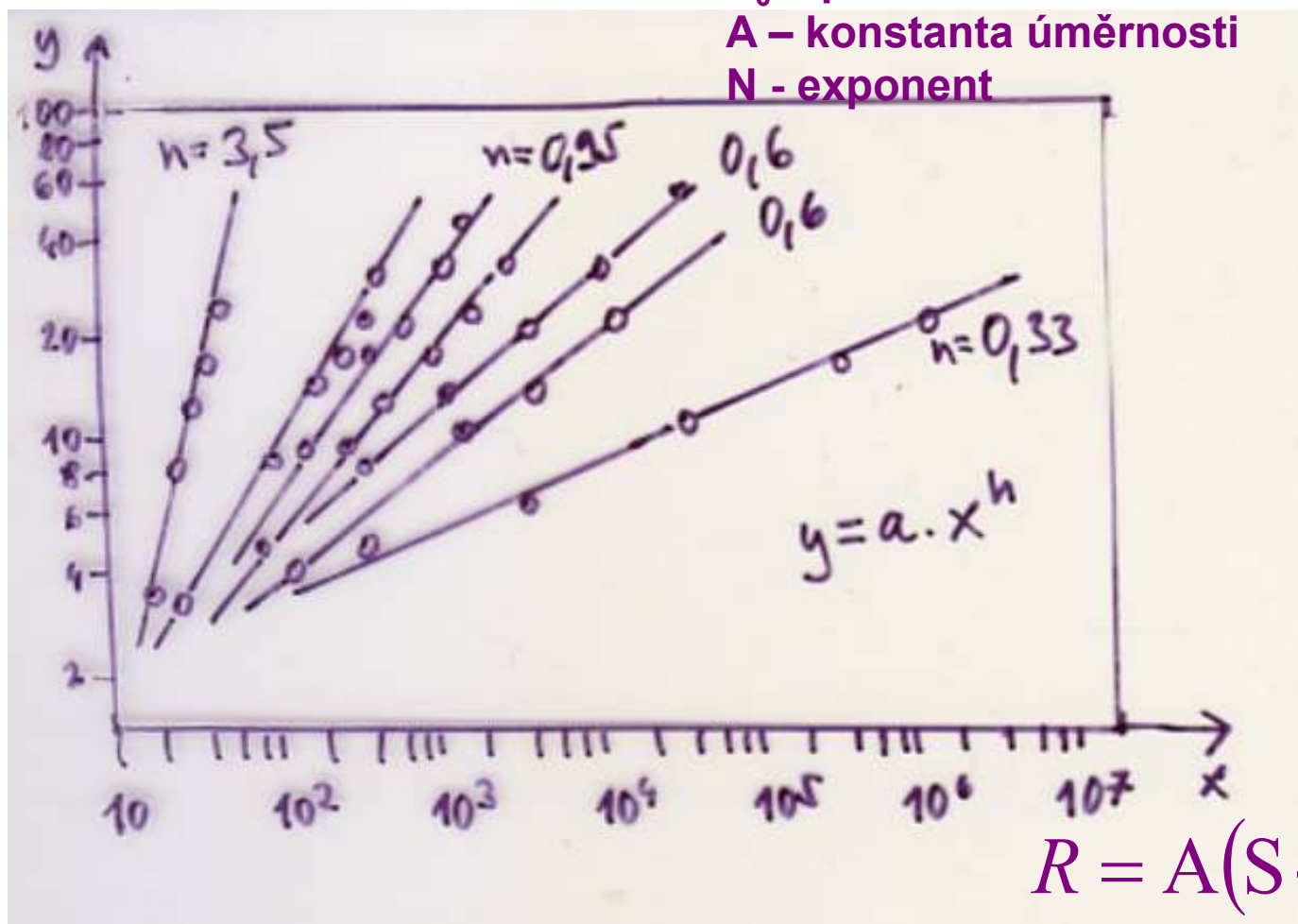
R - (response) subjektivní intenzita

S - (stimulus) fyzikální intenzita

S_0 – prahová intenzita stimulu

A – konstanta úměrnosti

N - exponent



$$R = A(S - S_0)^N$$

Weberův – Fechnerův (logaritmický) zákon

Weberův – Fechnerův zákon (~1860)

$$R = A \cdot \log \frac{S}{S_0}$$

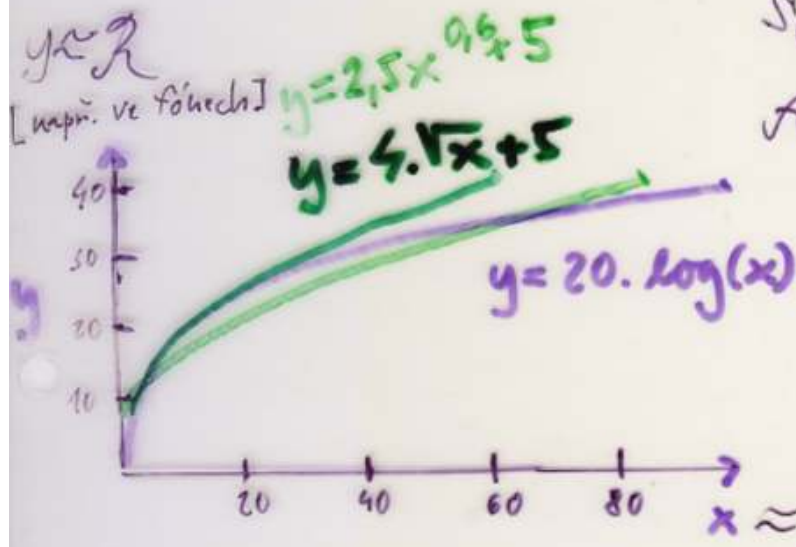
$$R = 10 \log(S/S_0)$$

R - subjektivní intenzita
počítka

S - velikost podnětu ve
fyzikálních jednotkách

S_0 - velikost prahového
podnětu

A - konstanta



R - (response) subjektivní intenzita

S - (stimulus) fyzikální intenzita

S_0 - prahová intenzita stimulu

A - konstanta úměrnosti

$$R = A \log(S / S_0)$$

zrak: $y = \text{SPL [dB]}$ $x = \frac{I}{I_0}$, $I_0 = 2 \cdot 10^{-5} [\text{Pa}]$

rozsah platnosti psychofyzikálních zákonů:

pr. zrak - W.-F. 1 - 100
S. 1 - 10 000

$$y = A \cdot \log x$$

Exponenty ve Stevensově (mocninném) zákoně

$$R = A(S - S_0)^N$$

Table 18-1. Representative exponents of power functions relating psychophysical magnitude to stimulus magnitude on prothetic continua*

Continuum	Exponent	Stimulus conditions
Loudness	0.60	Binaural
Loudness	0.54	Monaural
Brightness	0.33	5° target—dark-adapted eye
Brightness	0.50	Point source—dark-adapted eye
Lightness	1.20	Reflectance of gray papers
Smell	0.55	Coffee odor
Smell	0.60	Heptane
Taste	0.80	Saccharine
Taste	1.30	Sucrose
Taste	1.30	Salt
Temperature	1.00	Cold—on arm
Temperature	1.60	Warmth—on arm
Vibration	0.95	60 Hz—on finger
Vibration	0.60	250 Hz—on finger
Duration	1.10	White-noise stimulus
Repetition rate	1.00	Light, sound, touch, and shocks
Finger span	1.30	Thickness of wood blocks
Pressure on palm	1.10	Static force on skin
Heaviness	1.45	Lifted weights
Force of hand-grip	1.70	Precision hand dynamometer
Autophonic level	1.10	Sound pressure of vocalization
Electric shock	3.50	60 Hz. through fingers

*From Stevens.^{37a}