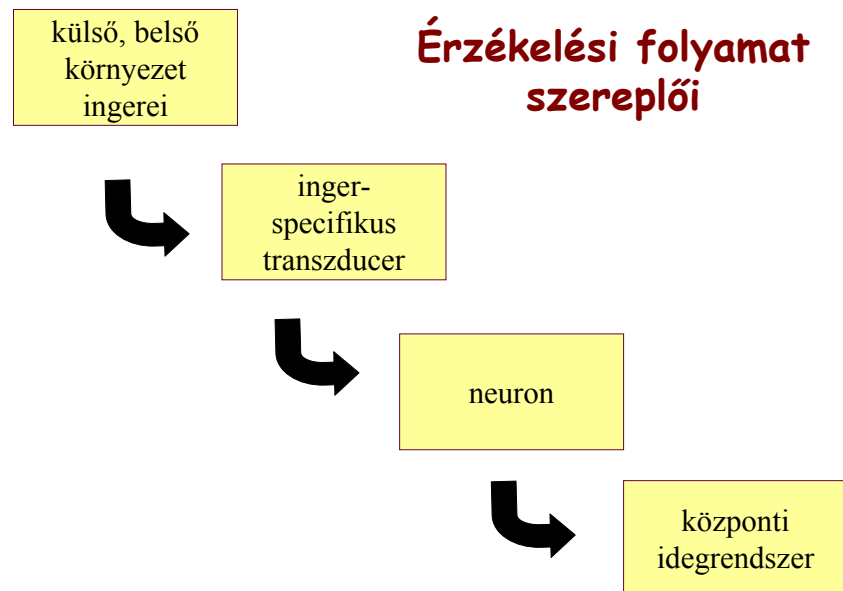


Az érzékelés biofizikájának alapjai

Hol érzi a fájdalmat – kérdezte fogorvosa A. J. P. filozófustól

Micsoda kérdés! – felelte Ő – **Természetesen agyamban!**



Az inger jellemzői

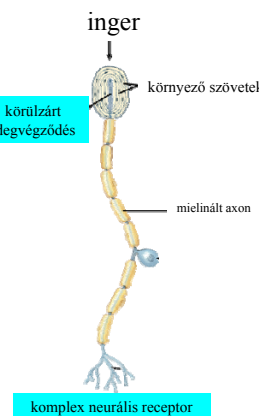
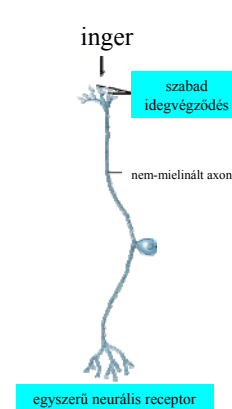
**MILYEN?
HOL?
MENNYI?
MEDDIG?**

**Magasabb szintű kódolás
térbeli
időbeli**

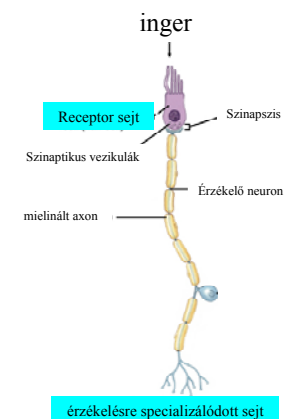
Inger	Modalitás	Receptortípus
Fény	Látás	Fotoreceptor
Hang	Hallás	Mechanoreceptor
Helyzet	Egyensúlyérzet	
Kémiai anyagok	Ízlelés	Kemoreceptor
	Szaglás	
Nociceptív inger	Fájdalom	
Hőinger	Hőérzet	Termoreceptor
	Fájdalom	
Taktilis inger	Tapintás	Mechanoreceptor
Mechanikai-, hő- és kémiai	Fájdalom	Polimodális nociceptor

Receptor felépítése

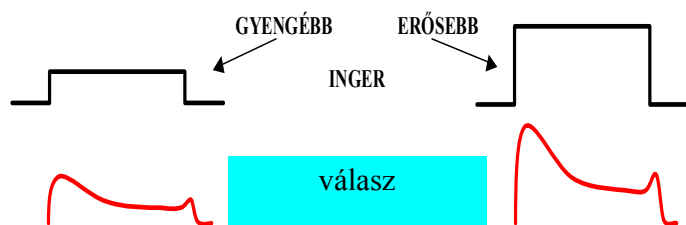
Primer receptor



Szekunder receptor



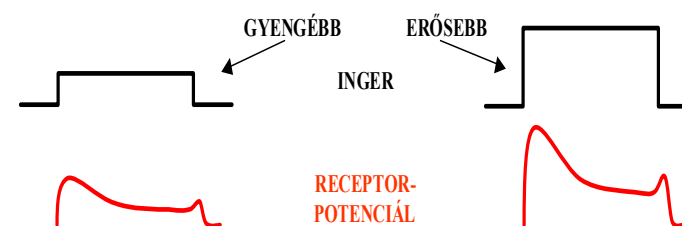
Receptor válasza az adekvát ingerre



Az általános, uniformis receptorválasz:

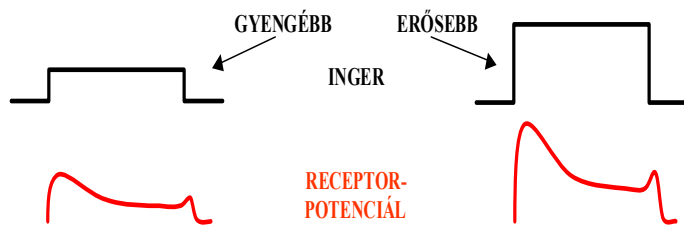
a receptor nyugalmi potenciáljának megváltozása

RECEPTORPOTENCIÁL



amplitúdója arányos az inger amplitúdójával
időtartama azonos az inger időtartamával
helyi potenciálváltozás
nem "Na-potenciál"

receptorpotenciál kialakulása: TRANSZDUKCIÓ



Nem-elektromos jel átalakítása elektromos jellé

a receptor mint transzducer
működik

INGER

KÓD

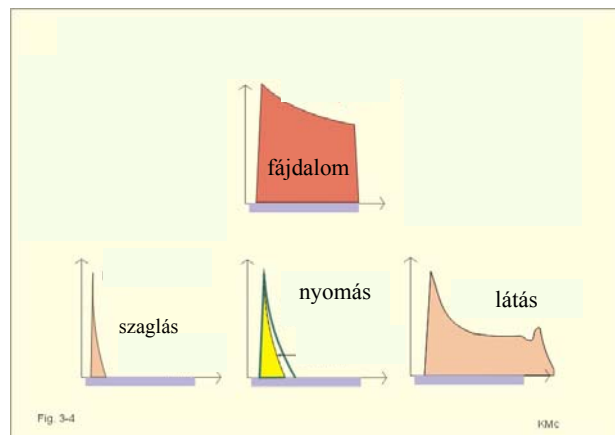
MILYEN? ➡ **A receptor típusa**

HOL? ➡ **A receptormező lokalizációja**

MENNYI? ➡ **A receptorpotenciál amplitúdója**

MEDDIG? ➡ **A receptorpotenciál időtartama**

Adaptáció : a receptorpotenciál amplitúdójának csökkenése



Gyorsan adaptálódó receptorok : pl. tapintás, szaglász, hőérzet

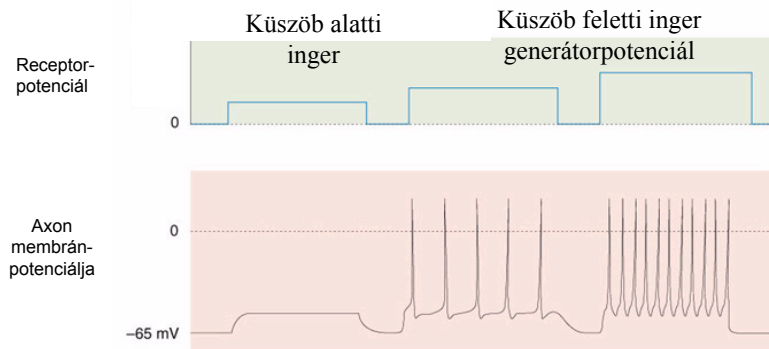
Lassan / nem adaptálódó receptorok (pl. fájdalomérzékelők - fogfájás)

Az információ továbbítása a receptorról a neuronra / axonra

Szekunder receptor ➡ szinapszis ➡ axon
receptorpotenciál neurotranszmitter ?
 mennyisége
 minősége

Primer receptor ➡ helyi áramok ➡ axon
receptorpotenciál áramerősség ?

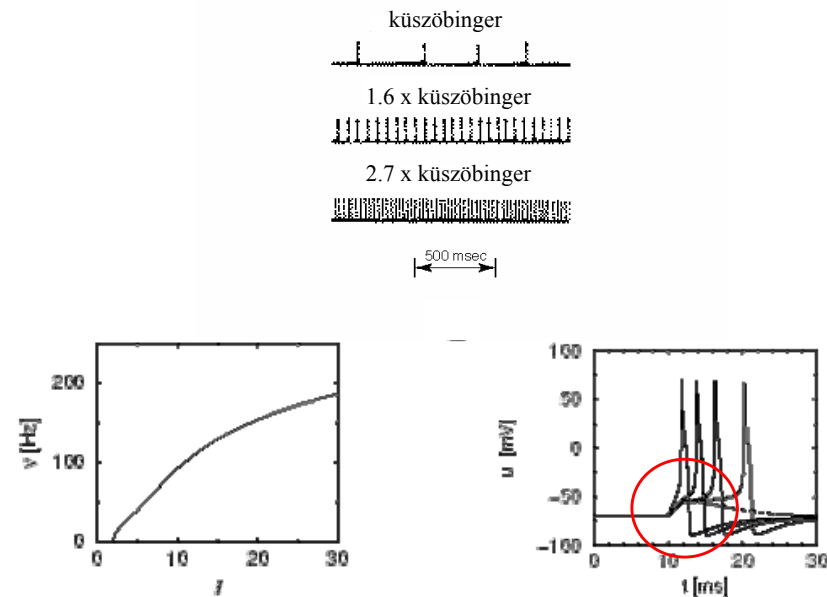
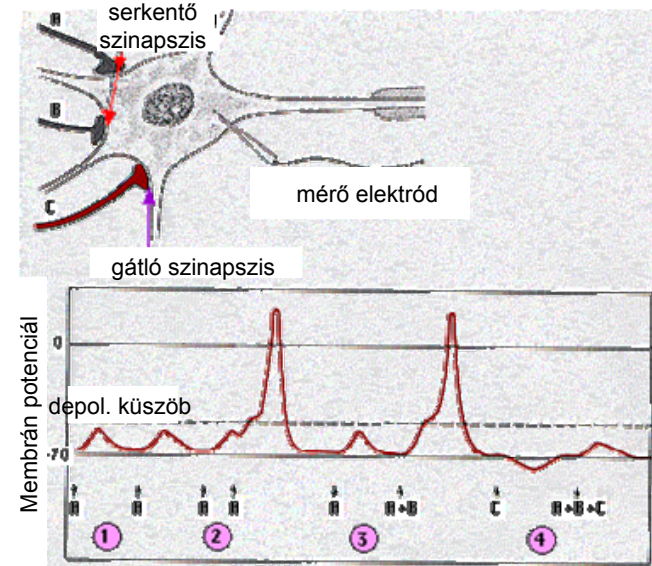
A receptorpotenciál hatása az ingerelhető membránra



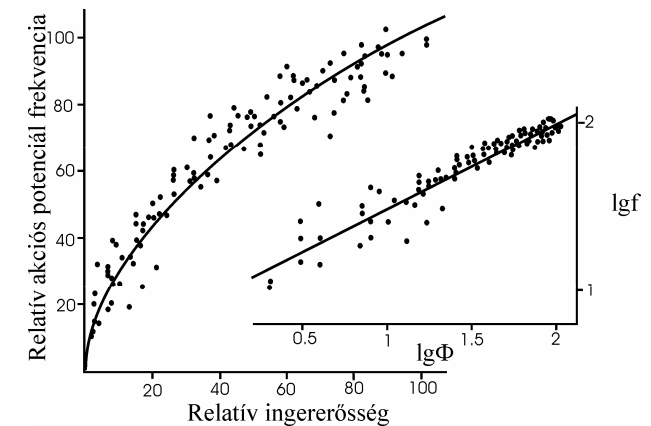
depolarizáció
(gátló szinapszisoknál
hiperpolarizáció)

akciós potenciál
*Állandó amplitúdójú,
frekvencia modulált jel*

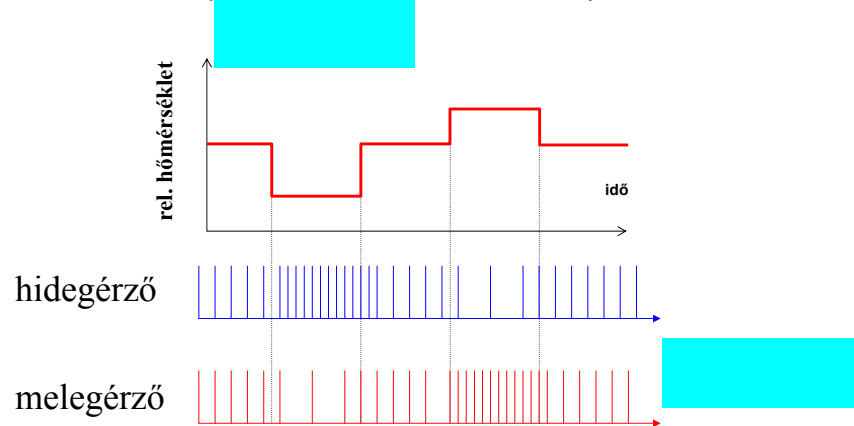
Időbeli és térbeli szummációra



Az AP-frekvencia és az ingererősség kapcsolata

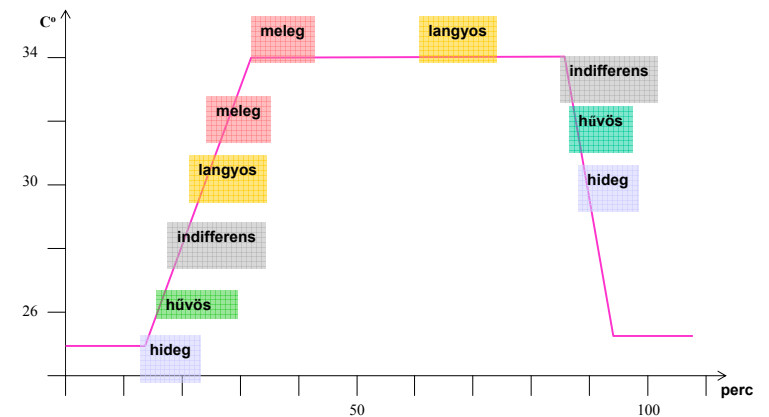


Folytonos működésű receptorok

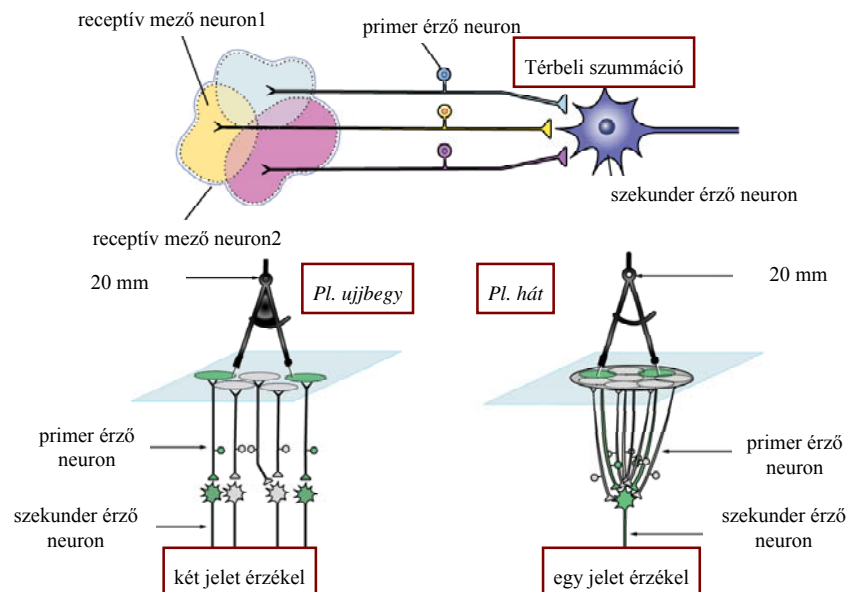


Változatlan körülmények között állandó frekvenciájú akcióspotenciál-sorozatot generálnak. Az adekvát paraméter változása frekvencia-csökkenést vagy -növekedést idéz elő.

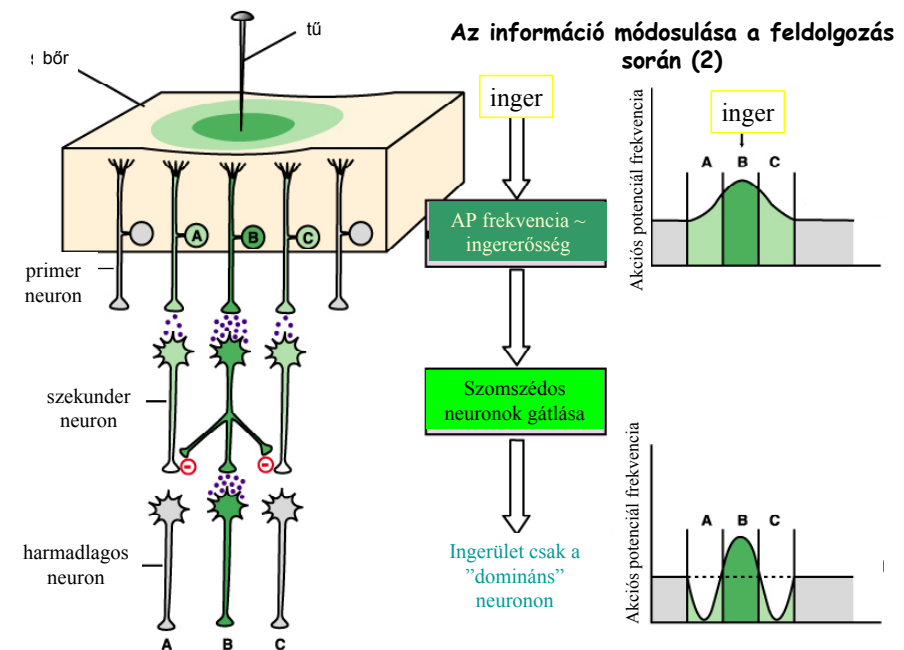
A hőérzet változása lassú melegítés majd hűtés során

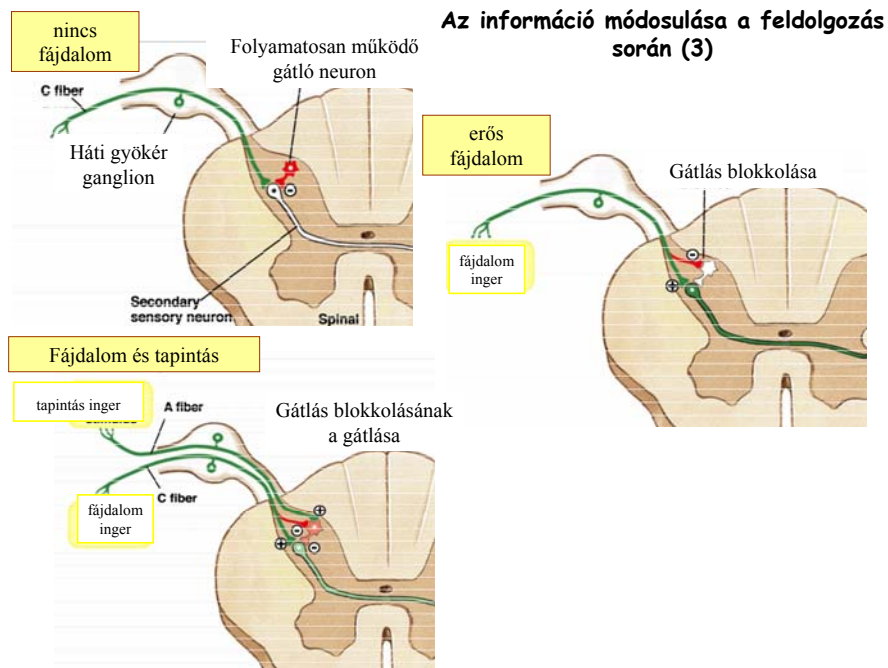


Az információ módosulása a feldolgozás során (1)

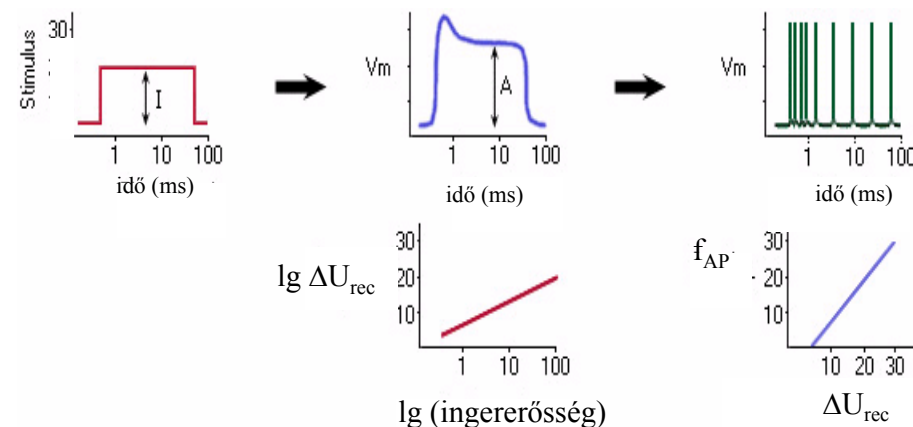


Az információ módosulása a feldolgozás során (2)



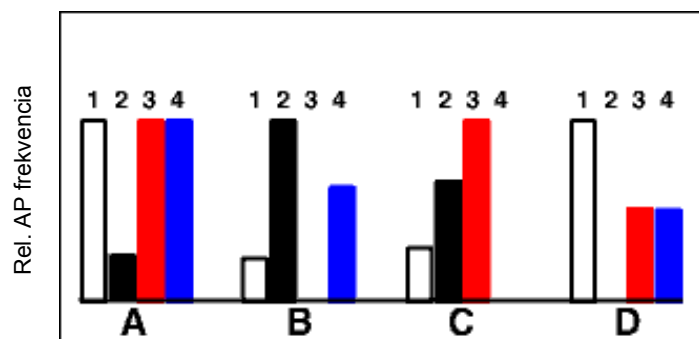


Összefoglalva



Szagérző receptorok szelektív érzékenysége

1 – 4 : ingerlő molekula
A – D : receptortípus



Emberben 400 különböző típusú szagérző receptorsejt van, de egyes fajokban több ezer is lehet

Pszichofizika

kapcsolat az inger mennyiségi jellemzői és a szubjektív tapasztalás között

az érzeterősség mennyiségi jellemzése, mérése

Az érzékelési küszöb vizsgálata

Abszolút küszöb – az inger felismeréséhez szükséges legkisebb inger

Döntés módszere – igen - nem válasz

Az ingerküszöb meghatározása a döntés módszerével

Az ingerre adott válasz

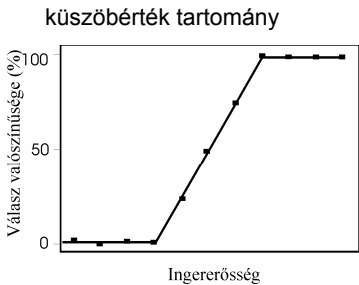
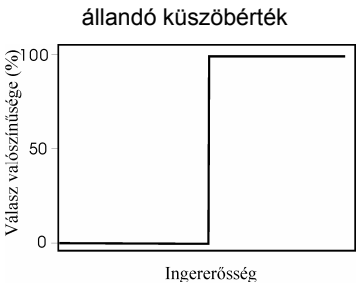
Növekvő ingerintenzitás

Inger	V1	V2	V3	V4	Igen válasz (%)
I1	Nem	Nem	Nem	Nem	0 (0)
I2	Nem	Nem	Nem	Nem	0 (0)
I3	Nem	Nem	Nem	Nem	0 (0)
I4	Nem	Nem	Nem	Nem	0 (0)
I5	Nem	Nem	Nem	Nem	0 (0)
I6	Igen	Nem	Nem	Nem	1 (25)
I7	Igen	Nem	Igen	Nem	2 (50)
I8	Igen	Nem	Igen	Igen	3 (75)
I9	Igen	Igen	Igen	Igen	4 (100)
I10	Igen	Igen	Igen	Igen	4 (100)
I11	Igen	Igen	Igen	Igen	4 (100)
I12	Igen	Igen	Igen	Igen	4 (100)

Az érzékelési küszöb vizsgálata

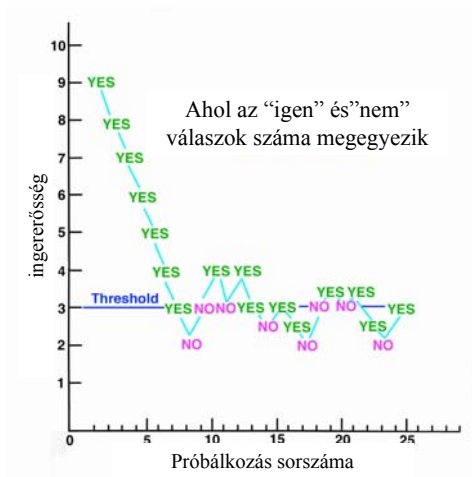
Abszolút küszöb

Döntés módszere – igen-nem válasz

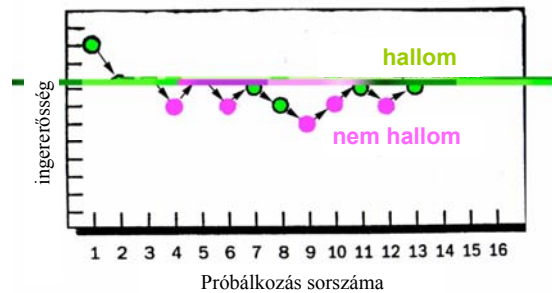


a küszöb egy valószínűségi változó

Az ingerküszöb meghatározása a “lépcső” módszerrel



Az ingerküszöb meghatározása az egyéni beállítás módszerével



Az érzékelési küszöb vizsgálata

Abszolút küszöb – az inger felismeréséhez szükséges legkisebb ingererősség

Döntés módszere – igen - nem válasz

Beállítás módszere (lásd gyakorlat)

Különbségi küszöb : két inger megkülönböztetéséhez szükséges legkisebb különbség nagysága

Kényszerített döntés módszere – választani muszáj

Különbségi küszöb : a megkülönböztetéshez szükséges

különbség nagysága

$$\text{legkisebb érzékelhető különbség} = I - I_0$$

különbözőnek
felismert intenzitás

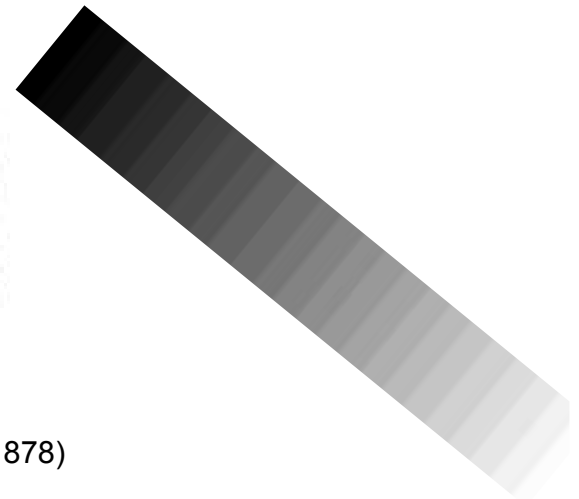
háttér intenzitás

$$LÉK = I - I_0$$



Ernst Weber (1795-1878)

"just-noticeable difference" (JND)

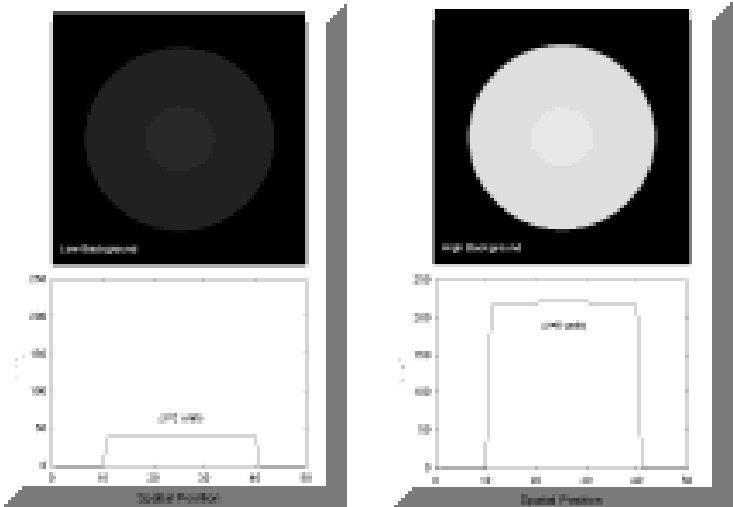


Mekkora fizetésemelés képes munkahelyváltásra
ösztönözni valaki ?

50000 + 5000



500000 + 5000



$$LÉK= I - I_0$$

A **LÉK** nem állandó érték, nagyobb I_0 esetén nagyobb
LÉK-re van szükség

Ernst Weber - I_0 és a LÉK (ΔI) viszonya

$$\frac{\Delta I}{I_0} = k$$

k :Weber-arány – meghatározása mérések alapján

<i>inger</i>	<i>Weber-arány</i>
Fényesség	0,079
Hangosság	0,048
Tapintás	0,022
Nyomás	0,02
Ízlelés (sós)	0,083
Elektromos sokk	0,013



$$\Delta I = I - I_0$$

ΔI egy függvény

ΔI az ingererősség függvénye

Gustav Theodor Fechner
(1801-1887)

RRGGGH...25...

RRGGGh...5200!!!!
Sokkal jobban esik,
ha annyinak számolom
amennyinek érzem

CALVIN & HOBES

RRGGGH...125...

OOF

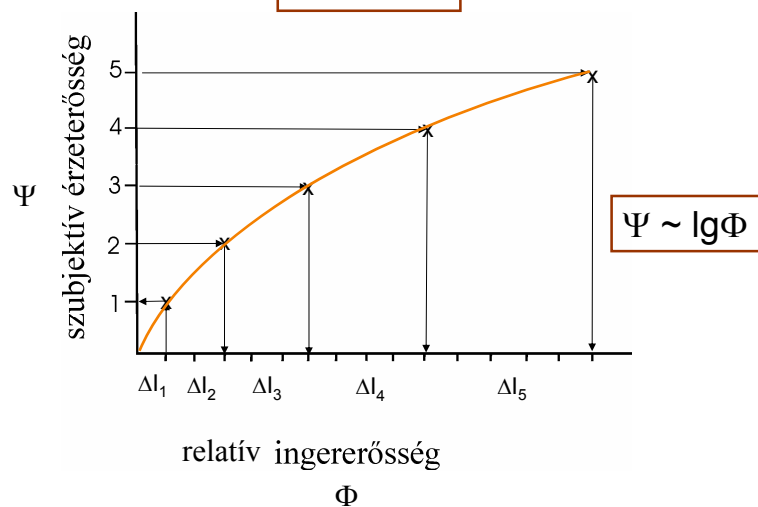
RRGGGH...5,200.7

EXERCISE IS A LOT MORE
GRATIFYING IF YOU COUNT
WHAT IT FEELS LIKE.

Fechner kapcsolatot keres az ingererősség és az
érzeterősség között

Feltételezte (DE NEM MÉRTE), hogy az ingererősség minden
 ΔI változása azonos mértékben változtatja az érzeterősséget.

$$\Delta I / I \sim \Delta \Psi$$

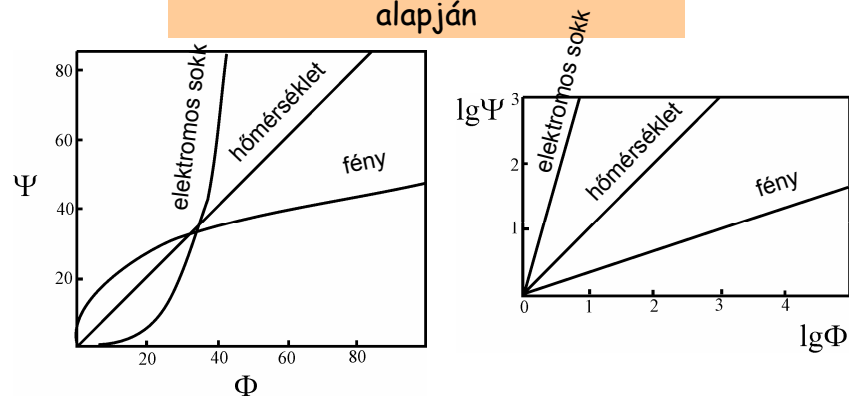


Kapcsolatot keres az ingererősség és az
érzeterősség között.

MÉRÉSEKET VÉGEZ

Stanley Smith Stevens
(1906-1973)

Kapcsolat az ingererősség és az érzeterősség között mérések alapján



$$\Psi \approx \Phi^n$$

$$\Psi \approx \Phi^n$$

<i>inger</i>	<i>hatványfüggvény kitévője</i>
rövid fényimpulzusok fényessége	0,5
szag (haptén)	0,6
hangosság (3000 Hz harmonikus)	0,67
környezeti hőmérséklet	1,00
ízlelés (édes)	1,30

Összefoglalva

Kétféle megközelítés:

Weber – Fechner :

$$\Psi \sim \lg \Phi$$

Differenciavizsgálatok esetén jobb megközelítés

Stevens :

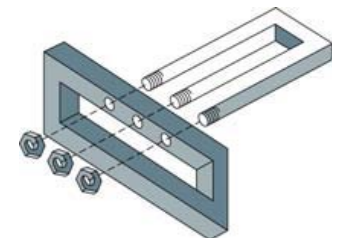
$$\Psi \approx \Phi^n$$

Érzeterősség becslése esetén jobb megközelítés

Percepció (észlelés) -

- a bejérkező ingerek (információ) elemzését
- a beérkező információ rendszerezését
- a rendszerbe foglalt információ megértését

A percepció "téves" is lehet – az illúziók
félreértelmezett vizuális ingerek



A beérkező információt rendszerezük

