

# 59. Fizikatanári Ankét

- 1957. Budapest, 1. Középiskolai Fizikatanári Ankét  
Ha 1960-ban nem maradt volna el, akkor az idei lenne a 60. középiskolai ankét.
- 1977. Nyíregyháza, I. Általános Iskolai Fizikatanári Ankét  
Ha később nem fuzionáltak volna, akkor az idei lenne a 40. általános iskolai ankét.
- 2011-től a kétféle ankét összevonva:  
2011 – Sárospatak, 2012 – Győr, 2013 Székesfehérvár, 2014 – Eger, 2015 - Hévíz

Eddig Nyíregyházán háromszor volt:

1975 – 18. Középiskolai, 1977 – I. Általános Iskolai ill. 1996 – XX. Általános Iskolai

# Az ELFT és a fizikatanárok

- 2015: A Fény Éve (> 100 000 résztvevő)
- A fizika mindenkié (tavaly először, idén újból ápr. 16-án)
- Science on Stage fesztivál (2015 London, 2017 Debrecen !!)
- CERN-i továbbképzés (idén már 11-edszer)
- myDAQ-pályázat (díjkiosztás itt az Ankéton)
- Fizikai Szemle (Fizika Tanítása rovat)      felmérés: 
- Fizikai Diákolimpia (megpályázzuk a 2026-os rendezését)
- Tanári innovációs díj (Márki-Zay János kezdeményezésére)
- Résztétel a Köznevelési Kerekasztal tartalomfejlesztési munkacsoportjában
- ...

# Molekulák kvalitatív leírásáról

# Atomok, molekulák tárgyalása nem megy közelítések nélkül

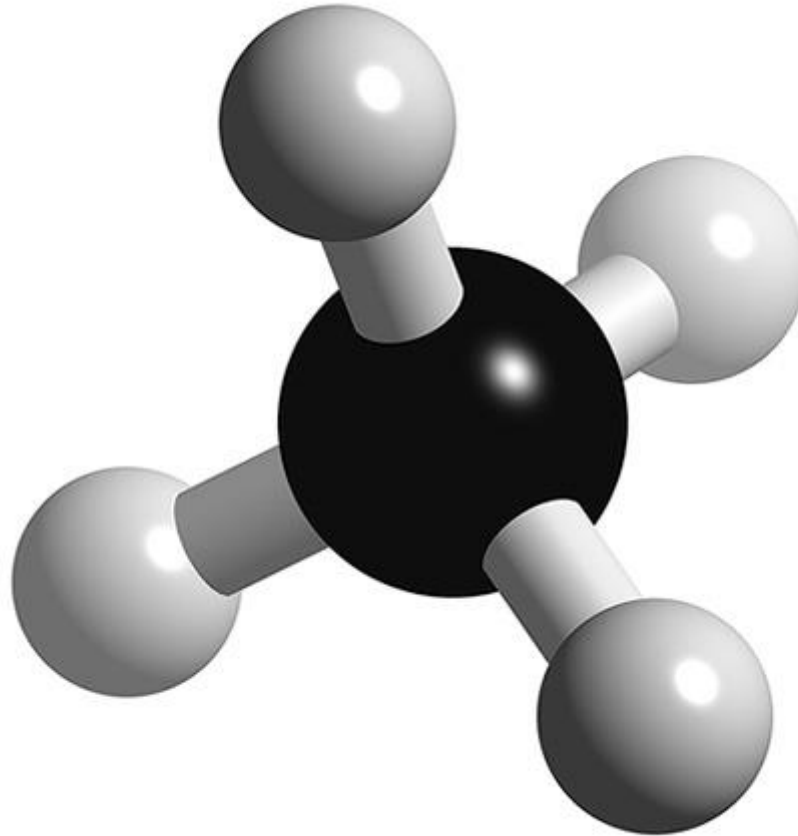
A (szinte) magától értetődő közelítések:

- 1) Nemrelativisztikus kvantummechanika (Schrödinger-egy.)
- 2) Rögzített magok terében mozognak az elektronok (Born-Oppenheimer vagy adiabatikus közelítés)

Sajnos még ezek után is igaz, hogy:

- Egzakt (analitikus) megoldás nem létezik (> háromtest-probléma!)
- **Sőt, (tökéletes) numerikus megoldás sem létezik !**

# Metán (CH<sub>4</sub>) molekula



5 atommag + 10 elektron

10 elektron:  $10 \times 3 = 30$  koordináta (a spinek nélkül)

Használjunk  $100 \times 100 \times 100 \times \dots \times 100$  –as rácsot  
→  $100^{30} = 10^{60}$  darab pont →  $10^{60}$  darab (komplex) szám  
szükséges a hullámfüggvény megadásához

„álom”: 1 szám tárolásához elég  $1 \text{ \AA}^3 = 10^{-30} \text{ m}^3$   
→ szükséges térfogat:  $10^{60} \times 10^{-30} \text{ m}^3 = 10^{30} \text{ m}^3$

vesd össze:  $V_{\text{Föld}} = 10^{21} \text{ m}^3$  (hm ...)

**Közelítő számítások**  
**+**  
**kvalitatív kép**



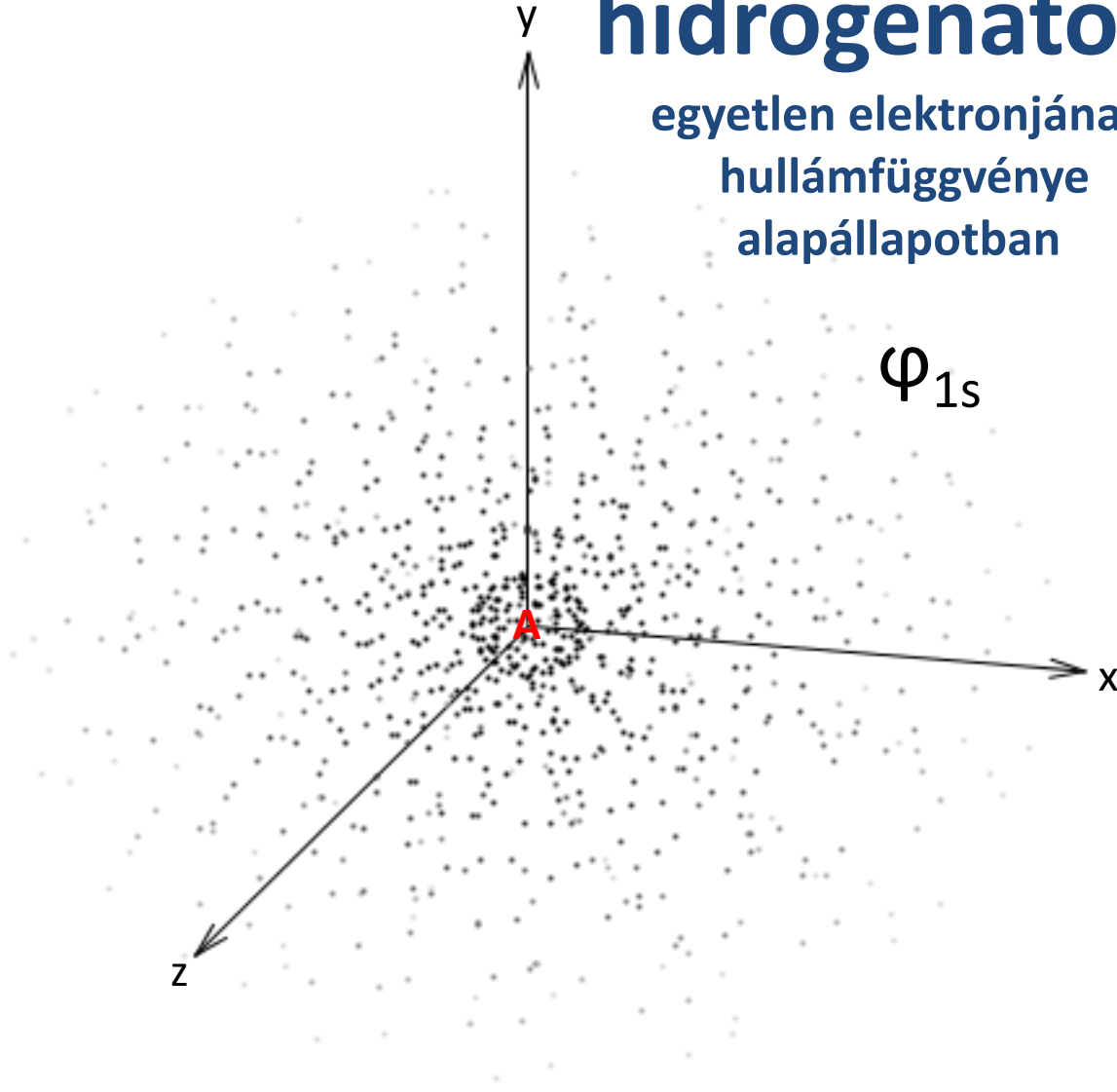
**A legegyszerűbb molekula:**

**$H_2^+$  ion**

# hidrogénatom

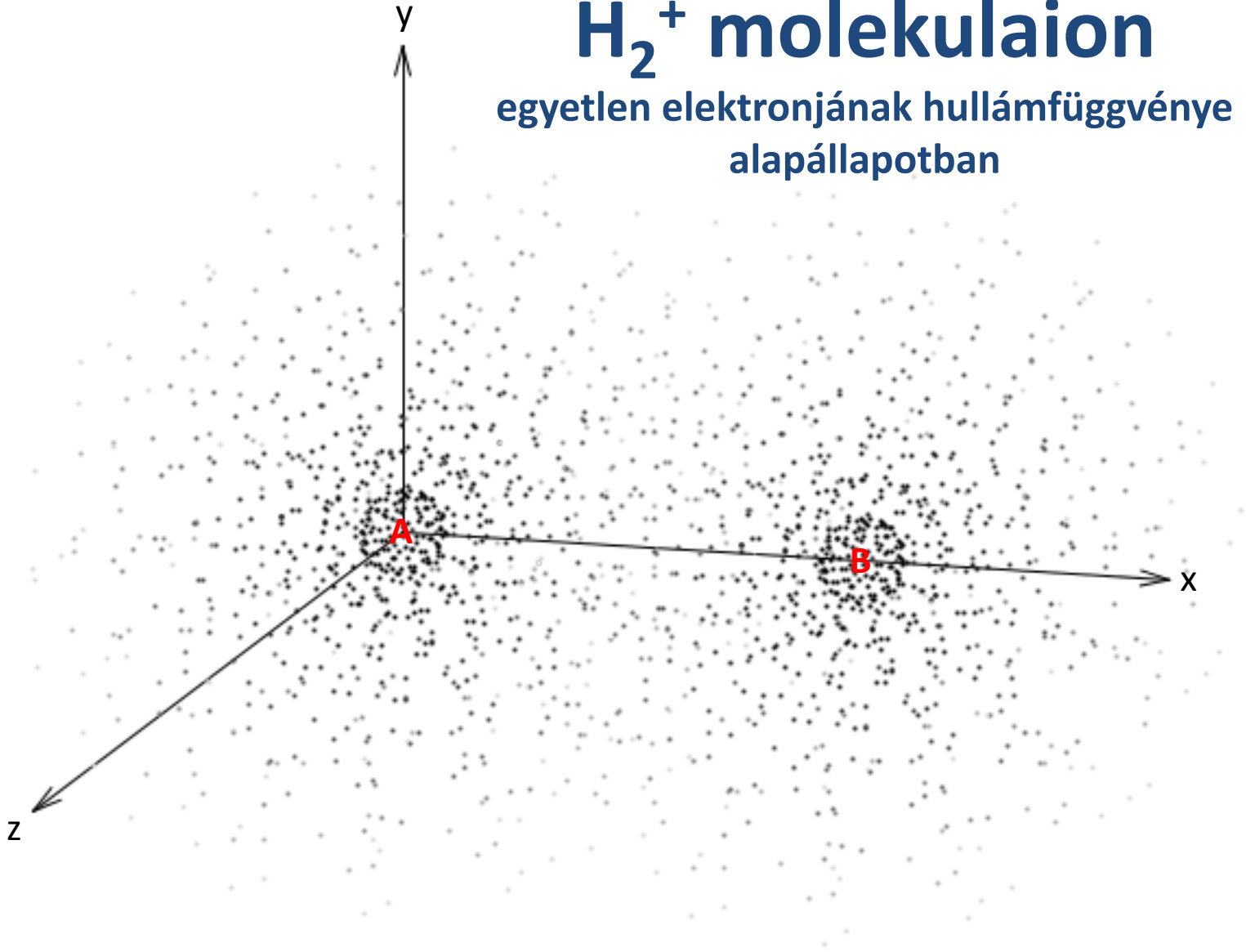
egyetlen elektronjának  
hullámfüggvénye  
alapállapotban

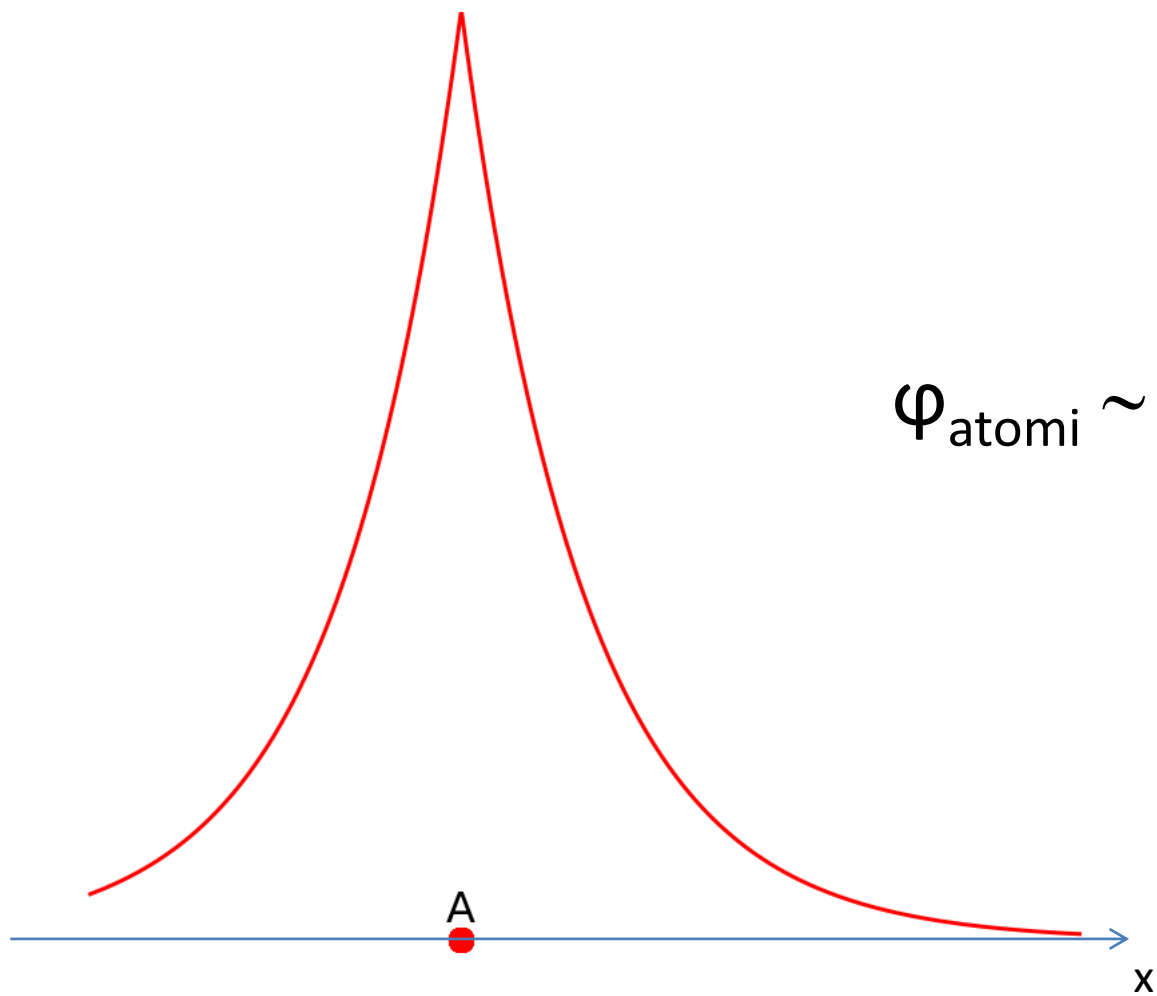
$$\psi_{1s}$$



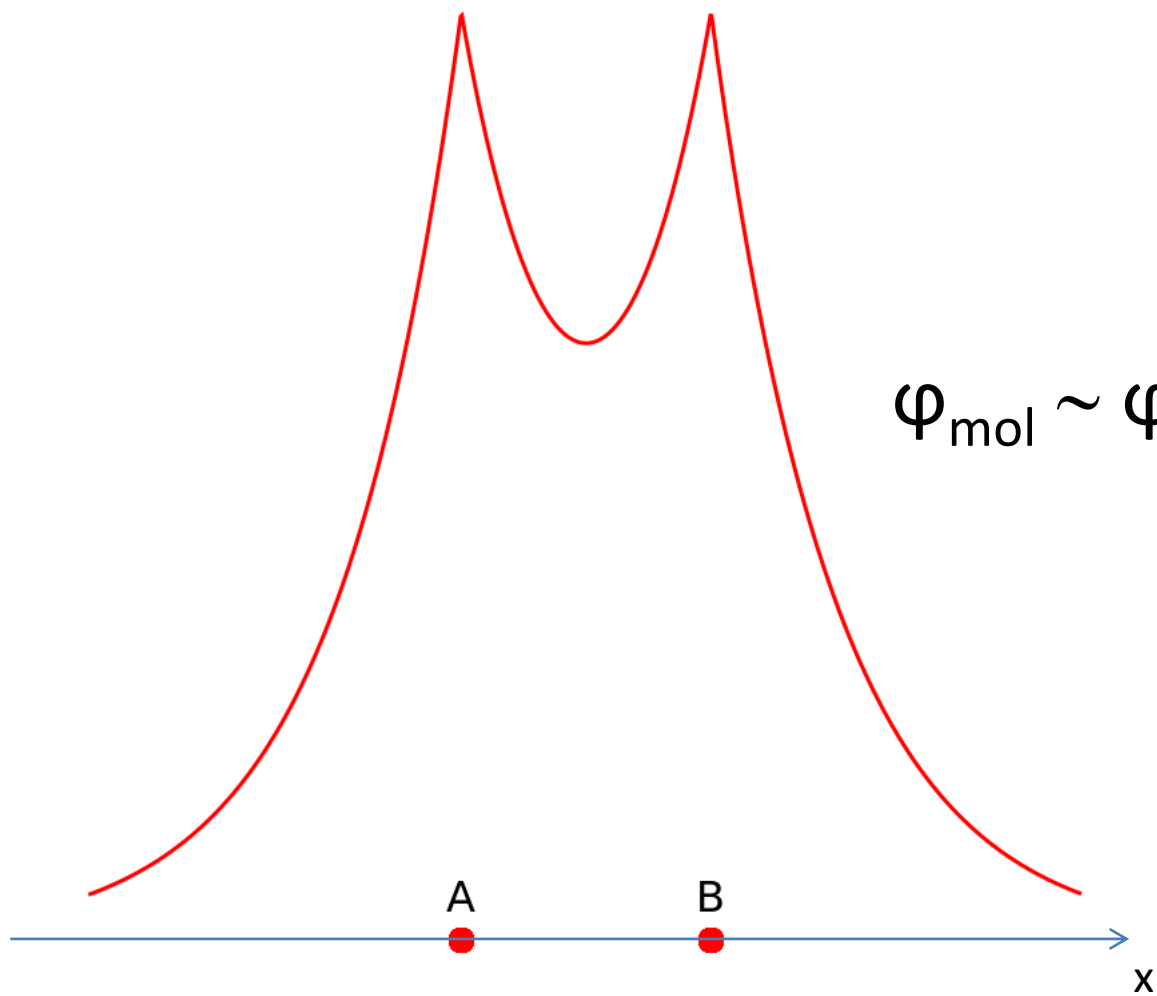
# $H_2^+$ molekulaion

egyetlen elektronjának hullámfüggvénye  
alapállapotban

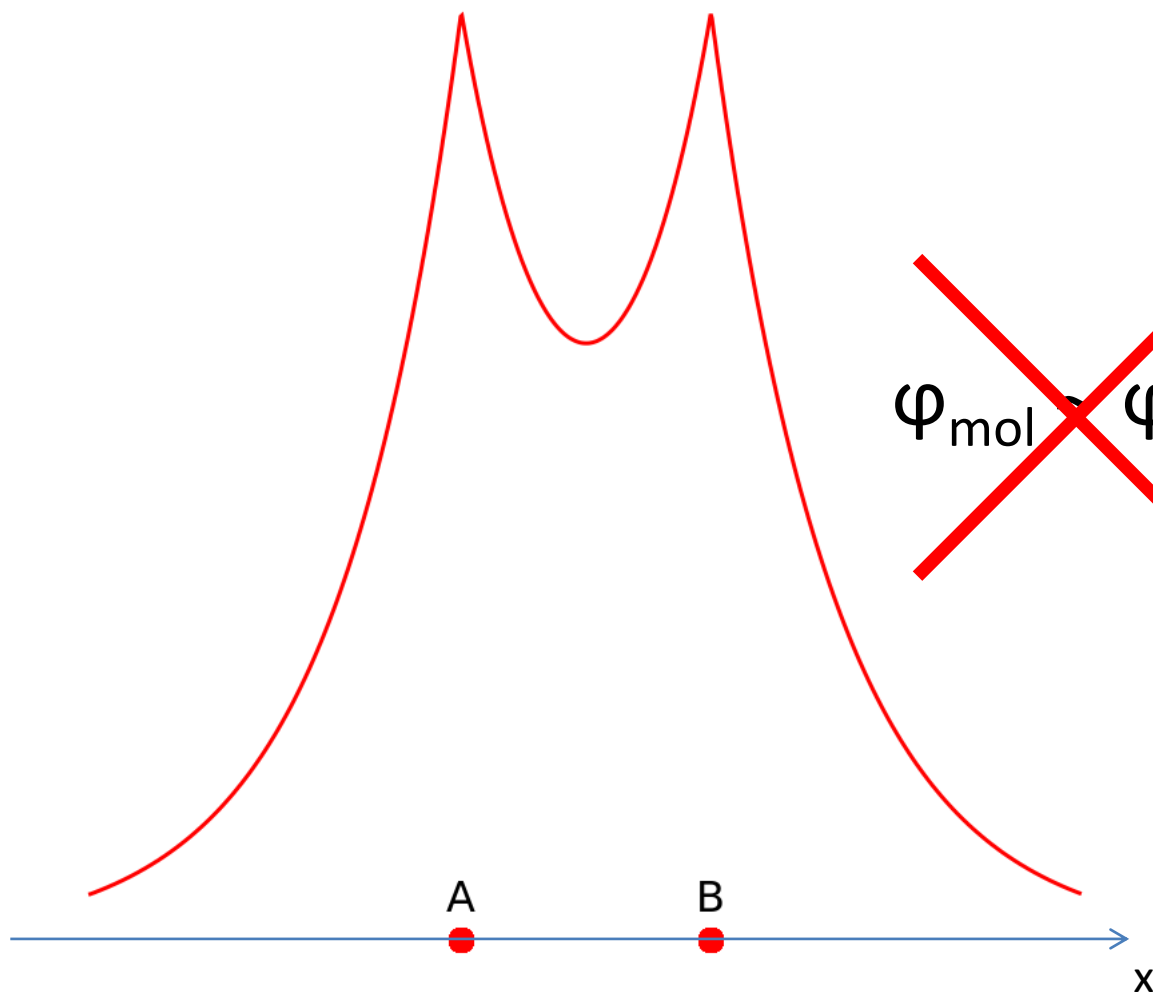




$$\psi_{\text{atomi}} \sim \psi_{1s}$$



$$\varphi_{\text{mol}} \sim \varphi_{1s,A} + \varphi_{1s,B}$$



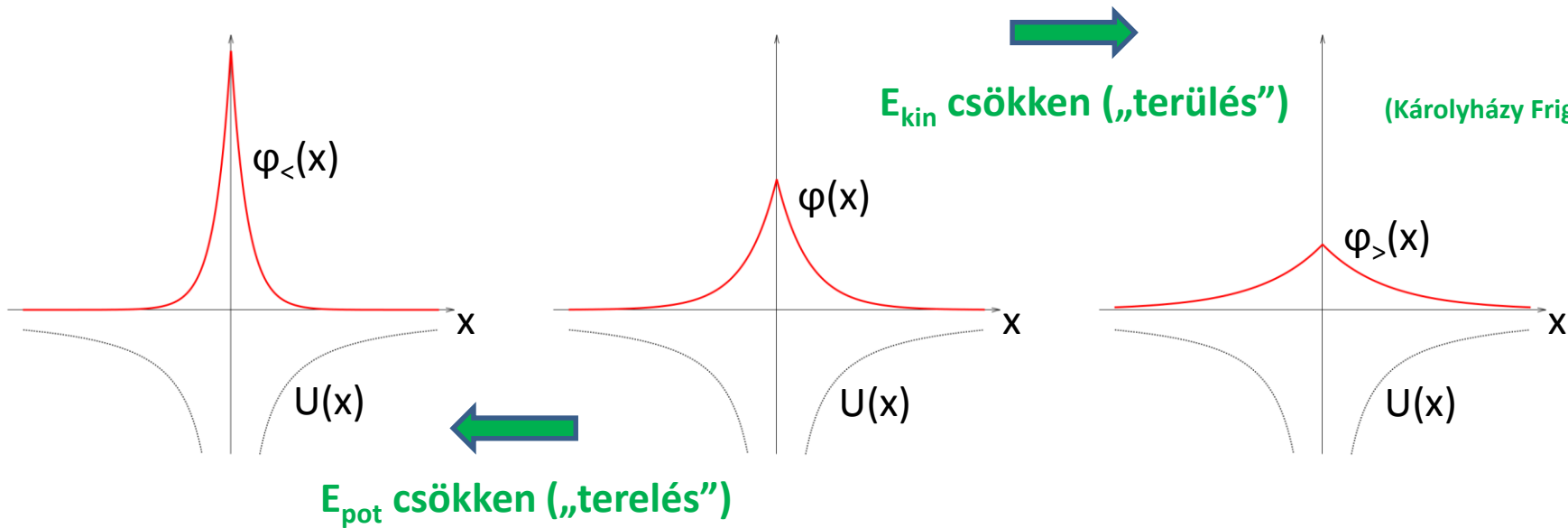
$$\cancel{\psi_{\text{mol}} = \psi_{1s,A} + \psi_{1s,B}}$$

**Miért kedvezőbb energetikailag a  $H_2^+$  mint a  $H^+ + H$  ?!**

**$E_{\text{kin}}$  és  $E_{\text{pot}}$  közül melyik a fontos?**

hidrogénatomra

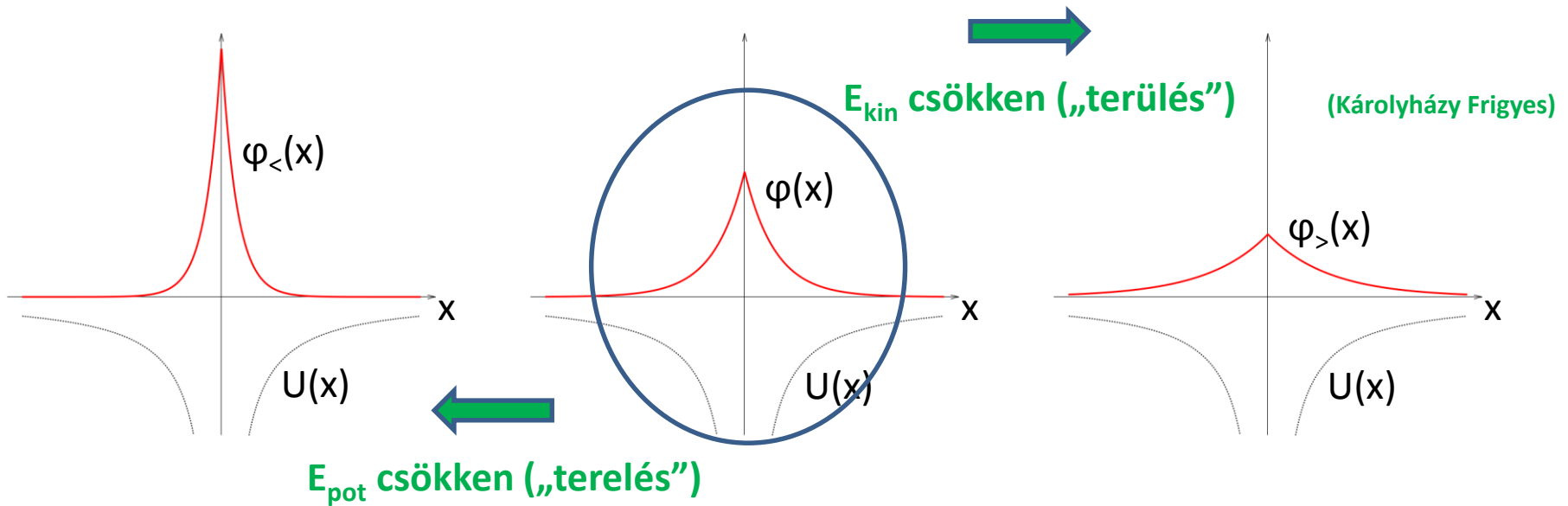
$$\delta v_x \sim \frac{1}{\delta x} \quad (\text{határozatlansági reláció})$$





hidrogénatomra

$$\delta v_x \sim \frac{1}{\delta x} \quad (\text{határozatlansági reláció})$$



$k$  :  $E_{\text{pot}}$  homogenitásának foka

$$2 \cdot \langle E_{\text{kin}} \rangle = -1 \cdot \langle E_{\text{pot}} \rangle \quad (\text{virialtétel})$$

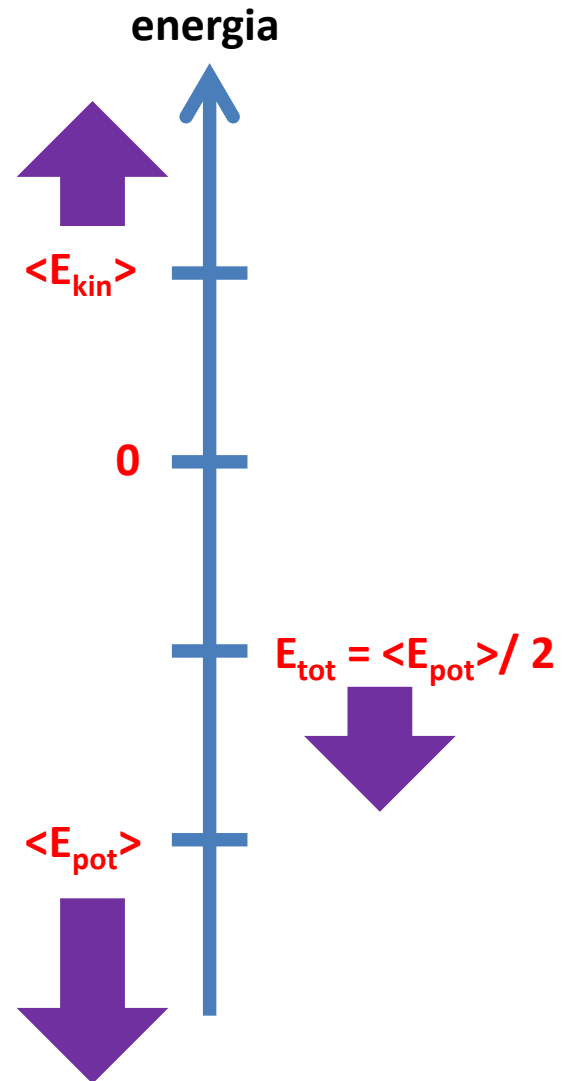
$$\sim (V_x^2 + V_x^2 + V_x^2)$$

$$\sim \frac{1}{\sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)}}$$

$$2 \cdot \langle E_{\text{kin}} \rangle = -1 \cdot \langle E_{\text{pot}} \rangle \quad (\text{virialtétel})$$

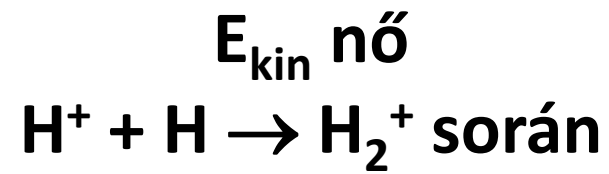
$$\langle E_{\text{kin}} \rangle + \langle E_{\text{pot}} \rangle = E_{\text{tot}} \quad (\text{energiamegmaradás})$$

$$\rightarrow \quad E_{\text{tot}} = \langle E_{\text{pot}} \rangle / 2$$

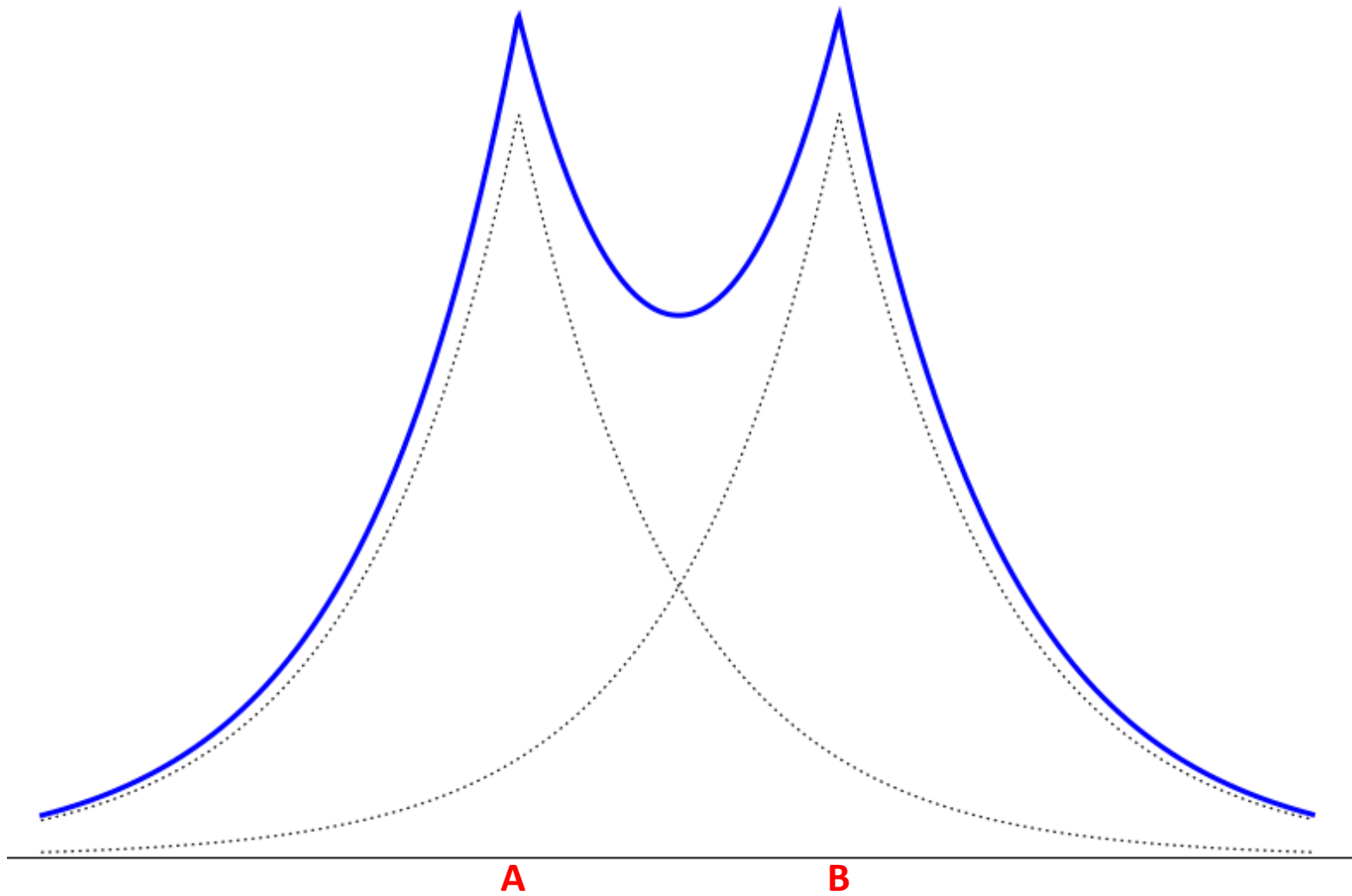


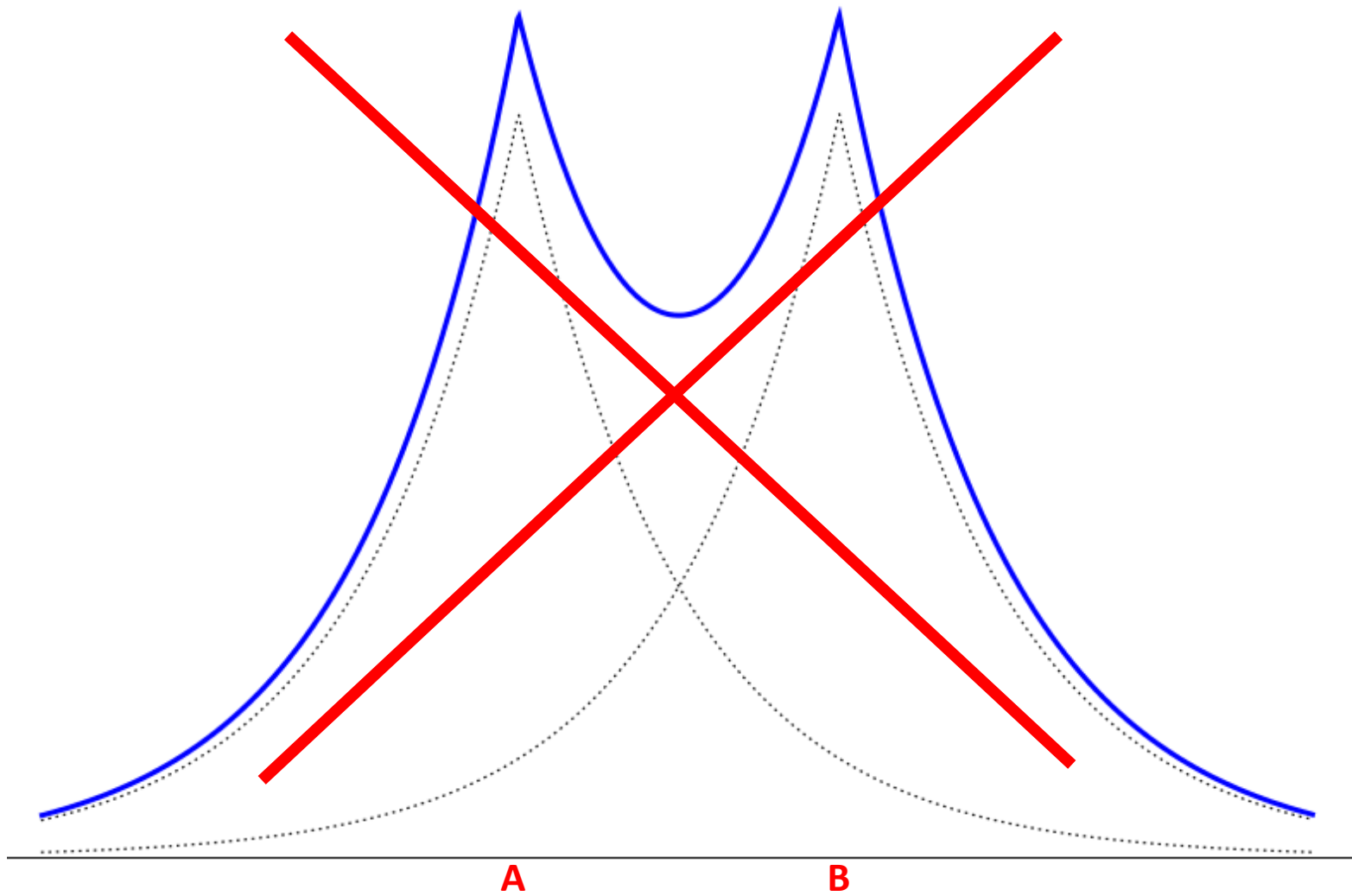
$$\cancel{\varphi_{\text{mol}} = \varphi_{1s,A} + \varphi_{1s,B}}$$

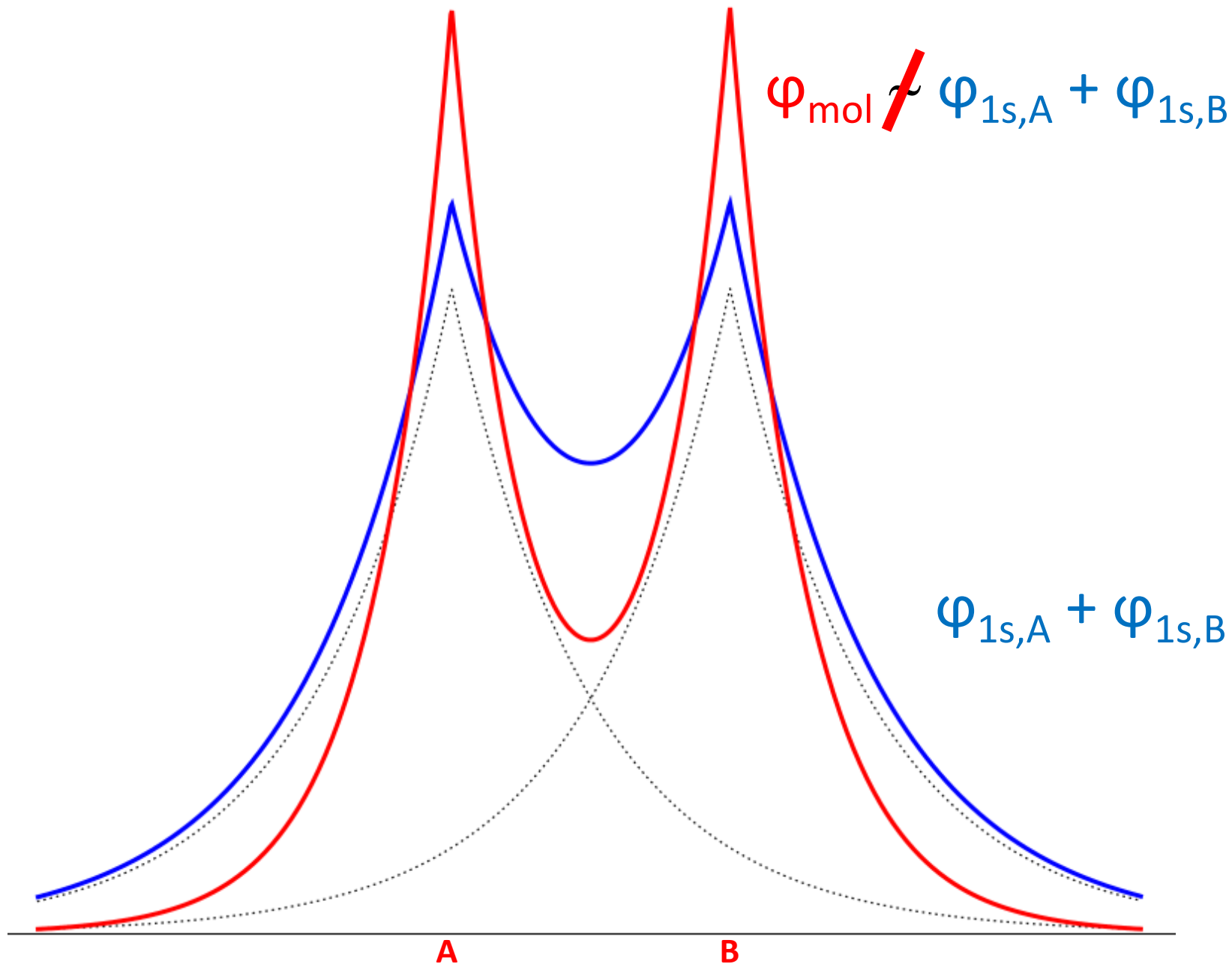
és



összefügg









# Gravitációs hullámok első észleléséről





## Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger

B. P. Abbott *et al.*\*

(LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration)

(Received 21 January 2016; published 11 February 2016)

On September 14, 2015 at 09:50:45 UTC the two detectors of the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory simultaneously observed a transient gravitational-wave signal. The signal sweeps upwards in frequency from 35 to 250 Hz with a peak gravitational-wave strain of  $1.0 \times 10^{-21}$ . It matches the waveform predicted by general relativity for the inspiral and merger of a pair of black holes and the ringdown of the resulting single black hole. The signal was observed with a matched-filter signal-to-noise ratio of 24 and a false alarm rate estimated to be less than 1 event per 203 000 years, equivalent to a significance greater than  $5.1\sigma$ . The source lies at a luminosity distance of  $410_{-180}^{+160}$  Mpc corresponding to a redshift  $z = 0.09_{-0.04}^{+0.03}$ . In the source frame, the initial black hole masses are  $36_{-4}^{+5}M_{\odot}$  and  $29_{-4}^{+4}M_{\odot}$ , and the final black hole mass is  $62_{-4}^{+4}M_{\odot}$ , with  $3.0_{-0.5}^{+0.5}M_{\odot}c^2$  radiated in gravitational waves. All uncertainties define 90% credible intervals. These observations demonstrate the existence of binary stellar-mass black hole systems. This is the first direct detection of gravitational waves and the first observation of a binary black hole merger.

DOI: [10.1103/PhysRevLett.116.061102](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.061102)

LIGO: Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

- Eötvös Gravity Research Group (EGRG – ELTE, Atomki): [Frei Zsolt](#), Bojtos Péter, Gondán László, Raffai Péter
- Wigner RCP: Barta Dániel, Debreczeni Gergely, Vasúth Mátyás
- Univ. Szeged : Gergely László, Tápai Márton

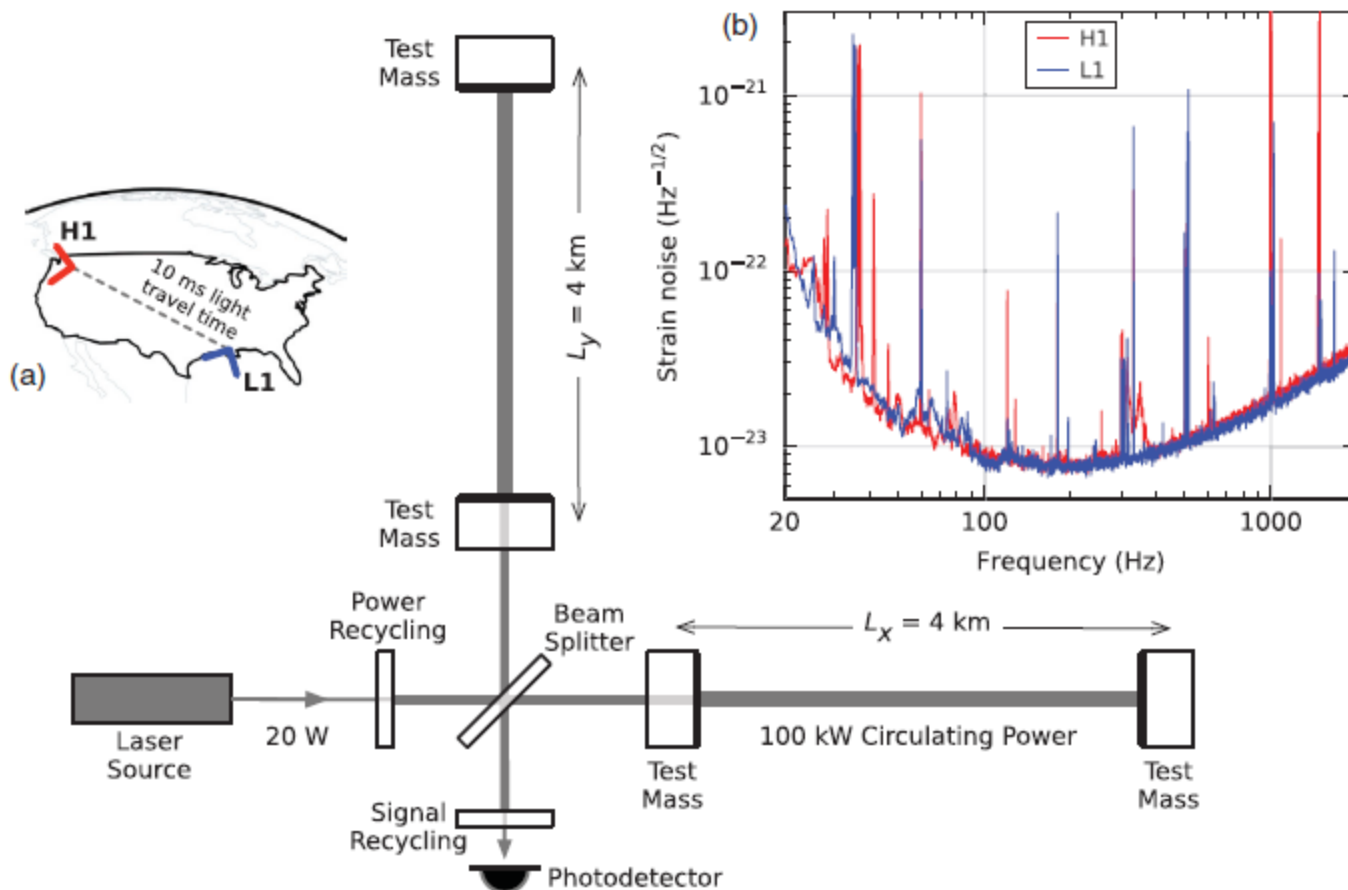
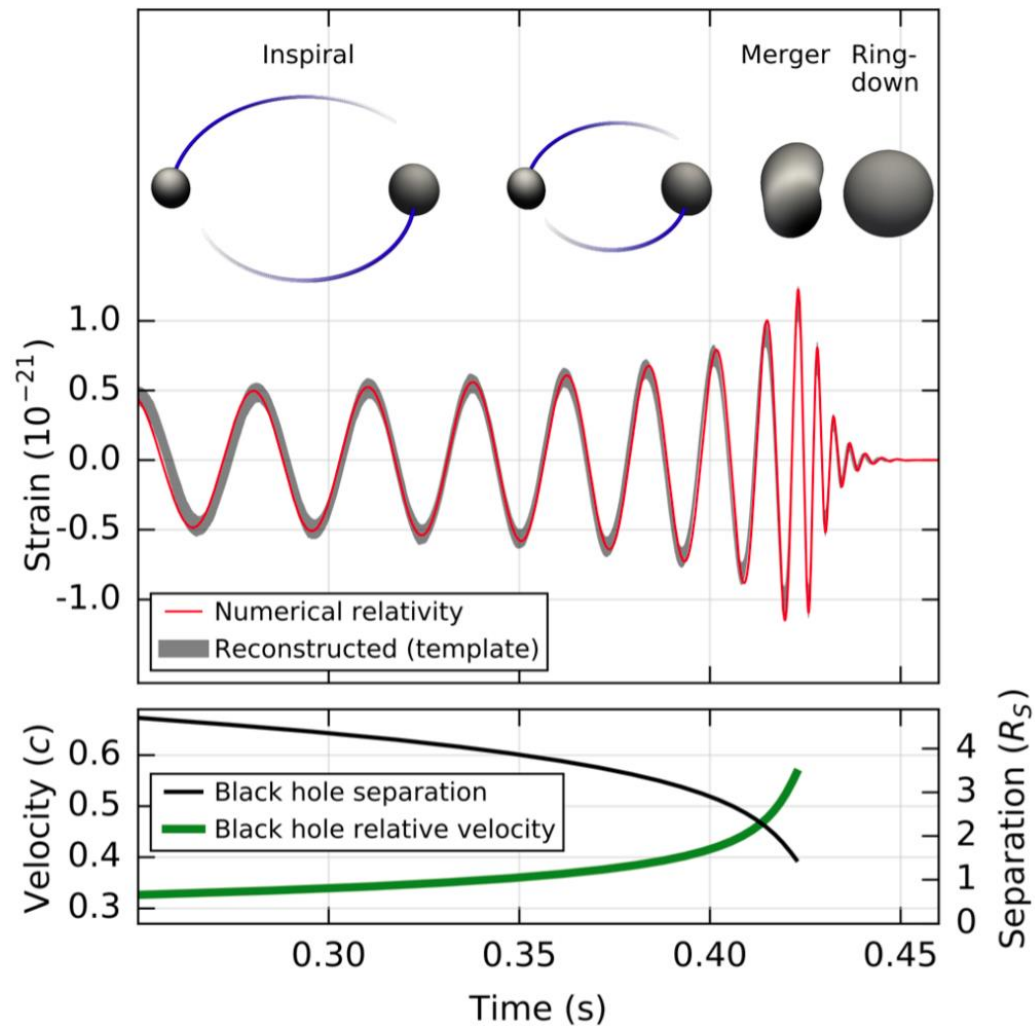
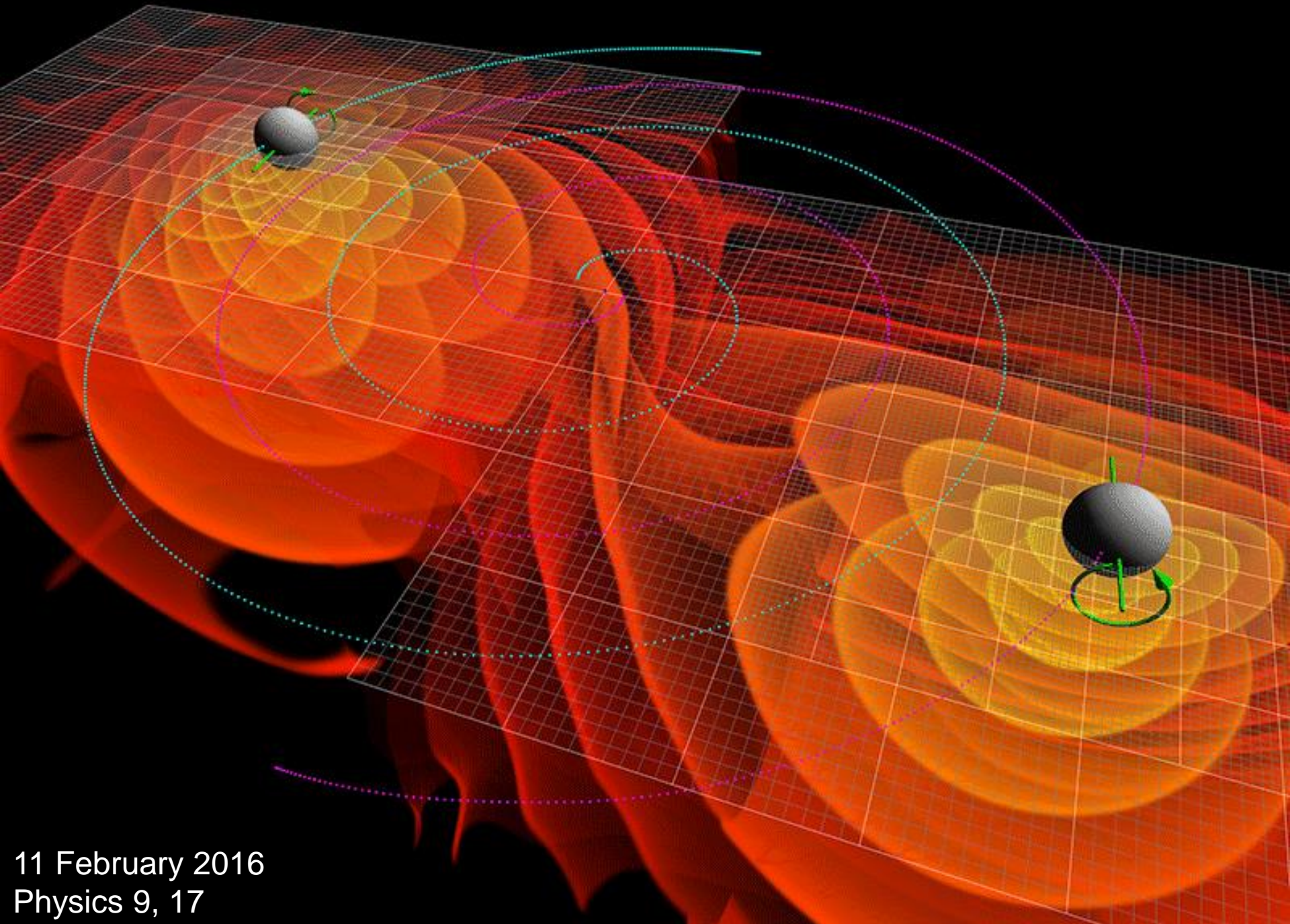


FIG. 3. Simplified diagram of an Advanced LIGO detector (not to scale). A gravitational wave propagating orthogonally to the detector plane and linearly polarized parallel to the 4-km optical cavities will have the effect of lengthening one 4-km arm and shortening the other during one half-cycle of the wave; these length changes are reversed during the other half-cycle. The output photodetector records these differential cavity length variations. While a detector's directional response is maximal for this case, it is still significant for most other angles of incidence or polarizations (gravitational waves propagate freely through the Earth). *Inset (a)*: Location and orientation of the LIGO detectors at Hanford, WA (H1) and Livingston, LA (L1). *Inset (b)*: The instrument noise for each detector near the time of the signal detection; this is an amplitude spectral density, expressed in terms of equivalent gravitational-wave strain amplitude. The sensitivity is limited by photon shot noise at frequencies above 150 Hz, and by a superposition of other noise sources at lower frequencies [47]. Narrow-band features include calibration lines (33–38, 330, and 1080 Hz), vibrational modes of suspension fibers (500 Hz and harmonics), and 60 Hz electric power grid harmonics.



1.1. ábra. A felfedezésről szóló cikkben (Phys. Rev. Letters, Volume 116, Issue 6, id.061102) ezen az ábrán foglalták össze az észlelt jel fizikai forrását: A felső sorban a kettős feketelyuk összeolvadásának fázisai – bespirálózás, összeolvadás és lecsengés –, a második sorban az észlelt jelalak, az alsó ábrán pedig a két feketelyuk csökkenő távolsága, illetve növekvő sebessége látható, az előbbi a Schwarzschild-sugár ( $R_S$ , a jobb oldalon), a utóbbi a fénysebesség ( $c$ , a bal oldalon) függvényében.





11 February 2016  
Physics 9, 17

# ÖSSZEFOGLALÁS

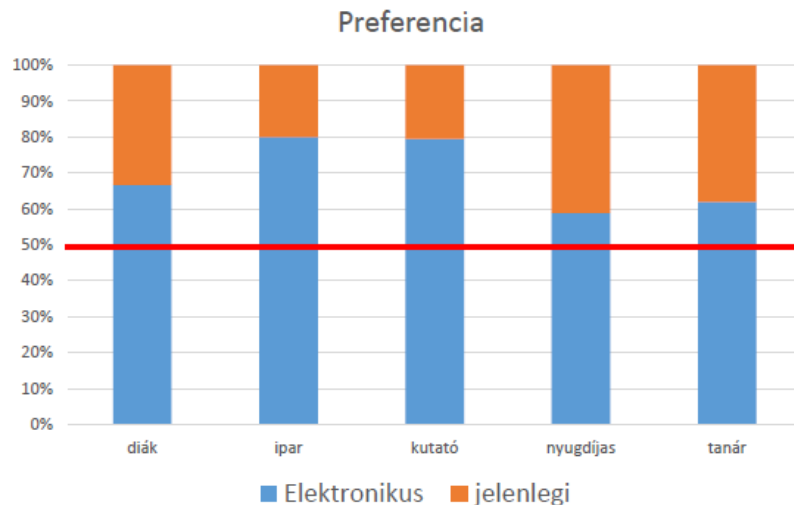
- a) A LIGO két detektora 2015. szeptember 14-én először észlelt gravitációs hullámokat  
A jel egy kb. 1,3 milliárd fényévre lévő galaxisból származik, ahol két, egyenként 29, illetve 36 naptömegű fekete lyuk olvadt össze az egymás körül keringéssel eltöltött évmilliók után. Az összeolvadás előtti keringés utolsó 8 orbitja és az összeolvadás mindössze 0,2 másodpercig tartott! Ezalatt a 8 keringésnyi idő alatt a két fekete lyuk távolsága kb. 600 km-ről 200 km-re csökkent, ekkor a horizontjaik összeértek, és megtörtént ez egybeolvadás. Az összeolvadás utáni pillanatokban egy ideig még nem teljesen gömbszerű „végtermék” 250 fordulat/másodperces pörgése is keltett észlelhető gravitációs hullámokat, amiből kiszámítható volt, hogy a végtermék tömege 62 naptömegnyi, azaz 3 naptömegnyi anyag hiányzik. Ez nyilvánvalóan az összeolvadás pillanatában az  $E = mc^2$  összefüggésnek megfelelően gravitációs hullámok formájában távozott.
- b) Először szereztünk arról kísérleti bizonyítékot, hogy léteznek fekete lyukak kettős rendszerei, sőt ezek az Univerzum koránál rövidebb idő alatt össze is tudnak olvadni
- c) Ez volt a természetben mért legnagyobb energiájú folyamat, amelyet valaha észlelt az Emberiség
- d) Ezzel olyan új ablak nyílt az Univerzumra, amelyen keresztül eddig nem ismert objektumok felfedezése várható



# FELMÉRÉS A FIZIKAI SZEMLE JÖVŐBELI FORMÁJÁRÓL

## Konklúzió

- A megkérdezettek nagy többsége elektronikus formát szeretne.
- Az elektronikus formát választók több mint fele kinyomtatva olvasná.
- Nem mutatkozik nagyon nagy különbség a válaszadók foglalkozása szerint.
- A vizsgált csoportok mindegyike az elektronikus formát preferálná



Elektronikusan:	$146+5=151$	68%
Jelenlegi formában:	$63+8=71$	32%

