

A Hubble-törvény

A múlt század 20-as éveiben Edwin Hubble, amerikai csillagász cefeida típusú pulzáló változócsillagok fényét vizsgálva meg tudta határozni ezek Földtől vett távolságát. Kiderült, hogy az ezeket a csillagokat tartalmazó spirális ködök a Tejúton kívül helyezkednek el – ma már tudjuk, hogy ezek távoli galaxisok. A távolságadatokat összevetette a galaxisok fényének spektrumával, és azt állapította meg, hogy minél távolabbi objektumról van szó, annál nagyobb mértékben tolódik a galaxis fényének hullámhossza a vörös felé. A megfigyelt vöröseltolódást azzal magyarázta, hogy a távoli galaxisok nagy sebességgel távolodnak tőlünk, fényük a Doppler-hatás miatt látszik egyre vörösebbnek. A vöröseltolódás pedig, és így a távolodás v sebessége Hubble törvénye szerint arányos a tőlünk mért D távolsággal: $v = H \cdot D$, ahol H az ún. Hubble-állandó, mai méréseink szerint körülbelül 22,7 km/s / millió fényév. Így Hubble felfedezése szolgáltatta a világegyetem folyamatos tágulásának első bizonyítékát, és megteremtette az ősrobbanás-elméletének alapjait.



- a) Ismertesse a hullámokat jellemző alappennyiségeket és a közöttük lévő kapcsolatot!
- b) Ismertesse kvalitatívan, ábra segítségével a Doppler-jelenséget mozgó hullámforrás esetén! Mi okozza az észlelt hullámhossz rövidülését vagy megnyúlását?
- c) Hogyan változik a hullámok általunk észlelt frekvenciája mozgó hullámforrás esetén?
- d) Mutasson be példát a Doppler-jelenségre a hétköznapi életből!
- e) Igaz-e a Hubble-törvény Naprendszerünk bolygóira, illetve a hozzánk legközelebbi csillagokra? Válaszát indokolja!
- f) Magyarázza el, hogy miként támasztja alá a Hubble-törvény az ősrobbanás-elméletet!
- g) Körülbelül milyen sebességgel távolodik tőlünk a képen látható, kb. 61 millió fényév távolságra lévő NGC 1300 galaxis?

(2024. május id.)

Megoldás: (18 pont)

a) *A hullámjellemzők felsorolása és a köztük lévő kapcsolat felírása:*

3 pont

λ hullámhossz, f frekvencia (vagy T periódusidő), v sebesség, A amplitúdó
(4 mennyiség 2 pontot ér, 3 mennyiség 1 pontot)
 $v = f \cdot \lambda$ (vagy: $v = \lambda/T$) (1 pont)

b) *A Doppler-jelenség ismertetése:*

4 pont

A helyes ábra elkészítése, mely mutatja a mozgó hullámforrás előtt összesűrűsödő, mögötte pedig megritkuló hullámfrontokat (2 pont),
közeledő hullámforrás: λ csökken (1 pont),
távolodó hullámforrás: λ nő (1 pont).

c) *A frekvencia változásának ismertetése:*

2 pont

Közeledő hullámforrás esetén az általunk észlelt frekvencia nő, (1 pont) távolodó hullámforrás esetén csökken (1 pont).

d) *Egy megfelelő példa említése:*

2 pont

Pl. közeledő vagy távolodó jármű – bármilyen helyes példa elfogadható.

e) *A Naprendszerre vonatkozó kérdés megválaszolása:*

2 pont

Nem (1 pont), mivel ezek (átlagosan) nem távolodnak tőlünk (1 pont) (észrevehető mértékben).

f) *Az ősrobbanás-elmélet alátámasztásának magyarázata:*

2 pont

Ha a jelenlegi tágulást az időben visszafordítjuk, az a következtetésünk, hogy az égitestek egyetlen pontból, azonos pillanatban indultak el. Ez a pillanat az ősrobbanás pillanata.

g) *A keresett sebesség meghatározása:*

3 pont

$$v = H \cdot D = 22,7 \cdot 61 = 1385 \approx 1400 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

(képlet + adatok behelyettesítése + számítás, 1 + 1 + 1 pont)

Összesen

18 pont