

1

00:00:05,240 --> 00:00:08,840

A távcső - ez a csodálatos eszköz - a korábbi elképzeléseket messze

2

00:00:08,920 --> 00:00:13,200

túlszárnyaló módon terjesztette ki látóképességünket, és

3

00:00:13,280 --> 00:00:17,240

ezzel új utat nyitott a természet mélyebb és teljesebb megértéséhez.

4

00:00:17,760 --> 00:00:22,560

Az ember évezredekken át anélkül tekintett fel a lenyűgöző csillagos égre, hogy

5

00:00:22,640 --> 00:00:28,320

felismerte volna, hogy a csillagok a Tejútrendszerünkben a Napunkhoz hasonlatosak, vagy hogy

6

00:00:28,400 --> 00:00:33,400

testvérgalaxisok milliárdjai töltik ki Univerzumunkat,

7

00:00:35,440 --> 00:00:38,800

vagy hogy életünk pusztán egy röpke epizód a Világegyetem

8

00:00:38,880 --> 00:00:42,520

13,7 milliárd éves történetében.

9

00:00:42,600 --> 00:00:46,080

Szabad szemes megfigyelésekkel nem is gondolhattunk rá, hogy

10

00:00:46,160 --> 00:00:50,120

más csillagok körül bolygórendszereket keressünk, vagy eldöntsük,

11

00:00:50,200 --> 00:00:55,000

létezik-e élet máshol is az Univerzumban.

12

00:00:58,080 --> 00:01:00,320

Napjainkban jó úton járunk afelé, hogy felgöngyölítsük

13

00:01:00,400 --> 00:01:03,560

az Univerzum számtalan titkát - a csillagászati felfedezések

14

00:01:03,640 --> 00:01:05,960

legjelentősebb korszakát éljük.

15

00:01:05,960 --> 00:01:08,960

Dr. J vagyok, az önök kalauza a távcsőhöz vezető úton -

16

00:01:09,040 --> 00:01:11,880

a nagyszerű eszközhöz, mely az emberiség számára az

17

00:01:11,960 --> 00:01:15,520

Univerzumra nyíló kaput jelenti.

18

00:01:17,960 --> 00:01:21,880

ÉGRE NÉZŐ SZEMEK A távcsöves felfedezések 400 éve

19

00:01:22,200 --> 00:01:26,960

1. Új égbolt

20

00:01:28,960 --> 00:01:32,120

Négy évszázaddal ezelőtt, 1609-ben egy ember kisétált

21

00:01:32,240 --> 00:01:34,640

az otthona melletti mezőre.

22

00:01:34,720 --> 00:01:39,000

Házi készítésű távcsövet a Hold, a bolygók és a csillagok felé irányította.

23

00:01:39,080 --> 00:01:42,600

Ezt az embert Galileo Galileinek hívták.

24

00:01:44,040 --> 00:01:47,280

A csillagászat örökre megváltozott.

25

00:02:07,440 --> 00:02:12,400

Ma, 400 évvel azután, hogy Galilei először fordította távcsövet az ég felé,

26

00:02:12,640 --> 00:02:18,280

a csillagászok távoli hegycsúcsokon, hatalmas tükrökkel kémlelik az égboltot.

27

00:02:18,360 --> 00:02:23,520

A rádiótávcsövek alig észlelhető jeleket, suttogásokat gyűjtenek az űr távoli szögleteiből.

28

00:02:23,600 --> 00:02:27,680

A kutatók még a világűrbe is távcsöveket küldtek,

29

00:02:27,760 --> 00:02:31,960

messze a megfigyeléseket zavaró légkör fölé.

30

00:02:33,440 --> 00:02:38,680

És a látvány lélegzetelállító volt!

31

00:02:42,960 --> 00:02:46,640

Viszont valójában nem Galilei találta fel a távcsövet.

32

00:02:46,720 --> 00:02:49,760

A megtisztelő cím Hans Lipperhey-t, az alig ismert

33

00:02:49,840 --> 00:02:53,400

németalföldi szemüvegcsiszolót illeti.

34

00:02:53,520 --> 00:02:57,880

De Hans Lipperhey sohasem pillantott távcsövével a csillagokra.

35

00:02:57,960 --> 00:03:00,840

Úgy gondolta, hogy találmányát leginkább

36

00:03:00,920 --> 00:03:03,640

a tengerészek és katonák hasznosíthatják.

37

00:03:03,800 --> 00:03:07,240

Lipperhey Middelburgból, az ifjú Holland Köztársaság

38

00:03:07,320 --> 00:03:10,440

nagy kereskedővárosából származott.

39

00:03:13,960 --> 00:03:18,040

1608-ban Lipperhey úgy találta, hogy ha egy távoli tárgyat

40

00:03:18,120 --> 00:03:24,000

egy domború és egy homorú lencsén keresztül néz, az megnagyobbodni látszik,

41

00:03:24,080 --> 00:03:29,640

ha a két lencsét megfelelő távolságra helyezi egymástól.

42

00:03:29,720 --> 00:03:33,800

Ezzel megszületett a távcső!

43

00:03:33,880 --> 00:03:37,520

1608 szeptemberében Lipperhey bemutatta találmányát

44

00:03:37,600 --> 00:03:39,880

Maurice holland hercegnek.

45

00:03:39,960 --> 00:03:42,840

Nem is választhatott volna jobb alkalmat, ugyanis

46

00:03:42,920 --> 00:03:45,880

akkoriban Hollandia épp a 80 éves háborúját vívta

47

00:03:45,960 --> 00:03:49,320

Spanyolországgal.

48

00:03:55,320 --> 00:03:59,080

Az új látcső képes volt felnagyítani a tárgyakat, így már akkor felfedte

49

00:03:59,160 --> 00:04:02,280

az ellenséges hajókat és csapatokat, mikor azok szabad szemmel

50

00:04:02,360 --> 00:04:04,360

még nem is látszóttak.

51

00:04:04,440 --> 00:04:07,440

Valóban nagyon hasznos találmány!

52

00:04:07,560 --> 00:04:12,000

De a holland kormány soha nem adott szabadalmi jogot a távcsőre Lipperhey-nek.

53

00:04:12,080 --> 00:04:15,400

Ugyanis más kereskedők szintén maguknak követelték a szabadalmat,

54

00:04:15,520 --> 00:04:19,200

különösen Lipperhey versenytársa, Zacharias Janssen.

55

00:04:19,280 --> 00:04:21,520

A vita soha nem dőlt el.

56

00:04:21,600 --> 00:04:27,920

Így a távcső valódi eredetét a mai napig homály fedi.

57

00:04:28,920 --> 00:04:32,720

Galileo Galilei, az itáliai csillagász, a modern fizika atyja

58

00:04:32,800 --> 00:04:37,640

hallott a távcsőről, és elhatározta, hogy készít magának egyet.

59

00:04:38,320 --> 00:04:42,360

„Közel tíz hónapja a fülembé jutott, hogy egy bizonyos flamand

60

00:04:42,440 --> 00:04:48,200

megalkotott egy látcsövet, amely révén azon látható dolgok,

61

00:04:48,280 --> 00:04:52,960

melyek a megfigyelő szemének túl távolinak találtak, találtak,

62

00:04:53,040 --> 00:04:56,120

határozottan közeleink látszódnak.''

63

00:04:56,520 --> 00:04:59,440

Galileo korának legnagyobb tudósa volt.

64

00:04:59,560 --> 00:05:02,600

Erős támogatója volt az új világszemléletnek is,

65

00:05:02,680 --> 00:05:06,160

melyet Nikolausz Kopernikusz lengyel csillagász vetett fel,

66

00:05:06,240 --> 00:05:10,440

miszerint a Föld kering a Nap körül, és nem fordítva.

67

00:05:11,560 --> 00:05:14,240

A holland távcsőről hallottak alapján Galilei

68

00:05:14,320 --> 00:05:16,600

elkészítette a saját műszereit.

69

00:05:16,680 --> 00:05:19,160

Ezek sokkal jobb minőségűek voltak.

70

00:05:20,560 --> 00:05:25,320

„Végül, munkát és költséget nem sajnálva sikerült

71

00:05:25,400 --> 00:05:29,680

egy olyan kitűnő eszközt készítenem,

72

00:05:29,760 --> 00:05:33,920

amely révén a tárgyak majd' ezerszer

73

00:05:33,960 --> 00:05:38,840

nagyobbnak látszódnak, mint pusztá szemmel."

74

00:05:39,720 --> 00:05:43,640

Eljött az ideje, hogy távcsövét kipróbálja az égbolton.

75

00:05:45,920 --> 00:05:49,680

„Arra a véleményre és megállapításra jutottam, hogy

76

00:05:49,800 --> 00:05:53,520

a Hold felszíne nem sima, egyenletes és tökéletesen gömbölyű,

77

00:05:53,760 --> 00:05:57,440

ahogy azt számos filozófus hitte,

78

00:05:57,560 --> 00:06:01,720

hanem egyenetlen, szabdált, telve üregekkel és magaslatokkal,

79

00:06:01,800 --> 00:06:06,240
nem különbözték a Föld felszínétől.''

80
00:06:11,640 --> 00:06:15,320
Kráteres, hegyes-völgyes táj.

81
00:06:15,400 --> 00:06:18,320
Csakúgy, mint a mi világunk!

82
00:06:19,600 --> 00:06:24,040
Egy pár héttel később, 1610. januárjában, Galileo a Jupitert nézte meg.

83
00:06:24,120 --> 00:06:28,600
A bolygó közelében négy fénypöttyöt látott, melyek

84
00:06:28,720 --> 00:06:32,960
éjszakáról éjszakára változtatták helyzetüket a Jupiter mellett.

85
00:06:33,040 --> 00:06:37,920
Olyan volt, mint a bolygó körül keringő holdak lassú, kozmikus balettje.

86
00:06:37,960 --> 00:06:40,760
Ezt a négy fénypöttyöt manapság a Jupiter

87
00:06:40,840 --> 00:06:43,600
Galilei-holdjaiként ismerjük.

88
00:06:43,720 --> 00:06:46,240
Mit egyebet fedezett még fel Galilei?

89
00:06:46,320 --> 00:06:48,400
A Vénusz fázisait!

90
00:06:48,560 --> 00:06:51,920
A Holdhoz hasonlóan a Vénusz is sarló alakúról

91
00:06:51,960 --> 00:06:54,200
telire növekszik, majd visszafogy.

92
00:06:54,280 --> 00:06:58,600
Furcsa kitüremkedéseket a Szaturnusz két oldalán.

93
00:06:58,720 --> 00:07:01,160
Sötét foltokat a Nap felszínén.

94
00:07:01,280 --> 00:07:03,440
És persze csillagokat.

95

00:07:03,560 --> 00:07:06,400

Sok ezret - talán milliónyt.

96

00:07:06,520 --> 00:07:09,320

Oly hálványakat, melyek szabad szemmel nem is látszódtak.

97

00:07:09,440 --> 00:07:13,920

Az emberiség mintha ledobta volna szemellenzőjét.

98

00:07:13,960 --> 00:07:18,000

Egy egész Univerzum várt odakint a felfedezésre.

99

00:07:23,440 --> 00:07:27,760

A távcsőről szóló hírek futótűzként terjedtek Európa-szerte.

100

00:07:27,880 --> 00:07:32,080

Prágában, II. Rudolf császár udvarában Johannes Kepler

101

00:07:32,200 --> 00:07:34,800

továbbfejlesztette a műszert.

102

00:07:34,880 --> 00:07:38,840

Antwerpenben a holland térképész, Michael von Langren elkészítette

103

00:07:38,960 --> 00:07:41,920

az első használható térképet a Holdról, feltüntetve rajta az általa

104

00:07:41,960 --> 00:07:44,400

kontinenseknek és óceánoknak gondolt alakzatokat.

105

00:07:44,560 --> 00:07:49,680

És Johannes Hevelius - egy gazdag lengyel sörfőző - hatalmas távcsöveket

106

00:07:49,760 --> 00:07:53,200

épített obszervatóriumához Gdanskban.

107

00:07:53,280 --> 00:07:57,880

Az obszervatórium oly hatalmas volt, hogy három háztetőt foglalt el!

108

00:07:59,200 --> 00:08:02,240

De a kor talán legjobb műszereit

109

00:08:02,320 --> 00:08:05,360

Christiaan Huygens készítette Hollandiában.

110

00:08:05,440 --> 00:08:11,080

1655-ben Huygens fedezte fel a Titant, a Szaturnusz legnagyobb holdját.

111

00:08:11,160 --> 00:08:15,160

Néhány évvel később szintén ő volt, aki észlelései alapján felismerte a Szaturnusz gyűrűrendszerét,

112

00:08:15,240 --> 00:08:20,320

aminek mibenlétét Galilei még nem ismerte fel.

113

00:08:20,400 --> 00:08:24,640

És végül, de nem utolsósorban Huygens sötét mintázatokat és

114

00:08:24,720 --> 00:08:27,360

fényes pólussapkákat látott a Marson.

115

00:08:27,440 --> 00:08:31,080

Lehetséges élet ezen a távoli, idegen világon?

116

00:08:31,160 --> 00:08:35,240

A kérdés a mai napig foglalkoztatja a csillagászokat.

117

00:08:35,920 --> 00:08:39,520

Az első távcsövek mind refraktorok voltak, vagyis

118

00:08:39,600 --> 00:08:42,680

lencsékkel gyűjtötték és fókuszálták a csillagfényt.

119

00:08:42,760 --> 00:08:45,440

Később a lencsét tükrökre cserélték.

120

00:08:45,560 --> 00:08:49,080

Tükrös távcsövet először Niccolò Zucchi készített,

121

00:08:49,160 --> 00:08:52,000

ezt később Isaac Newton tökéletesítette.

122

00:08:52,080 --> 00:08:55,760

A 18. század végén a világ legnagyobb tükreit

123

00:08:55,840 --> 00:08:59,600

egy orgonistából lett csillagász, William Herschel készítette el,

124

00:08:59,680 --> 00:09:02,520

aki nővérével, Caroline-nal dolgozott együtt.

125

00:09:02,600 --> 00:09:06,200

Bath-ban, Angliában található házukban Herschelék vörösén izzó,

126

00:09:06,280 --> 00:09:09,880

olvadt fémet öntöttek formába, és amikor az kihűlt,

127

00:09:09,960 --> 00:09:15,440

olyan fényesre polírozták, hogy tükrözni tudja a csillagfényt.

128

00:09:15,560 --> 00:09:20,320

Élete során Herschel több mint 400 távcsövet épített.

129

00:09:24,520 --> 00:09:28,360

Ezek közül a legnagyobb oly hatalmas volt, hogy négy szolgálta

130

00:09:28,440 --> 00:09:31,600

kezelte a különféle köteleket, kerekeket, csigákat,

131

00:09:31,680 --> 00:09:36,000

melyekkel a csillagok mozgását követték az éjszakai égen,

132

00:09:36,080 --> 00:09:39,440

ami természetesen a Föld forgása miatt van.

133

00:09:39,560 --> 00:09:43,080

Herschel módszeresen vizsgálta át az égboltot, és

134

00:09:43,160 --> 00:09:46,720

új ködök és kettőscsillagok százait katalogizálta.

135

00:09:46,800 --> 00:09:50,280

Felismerte azt is, hogy a Tejútrendszer lapos, korong alakú.

136

00:09:50,360 --> 00:09:54,120

Még a Naprendszer mozgását is kimérte ebben a korongban

137

00:09:54,200 --> 00:09:58,840

a csillagok és bolygók relatív mozgását megfigyelve.

138

00:09:58,920 --> 00:10:06,360

És aztán, 1781. március 13-án egy új bolygót fedezett fel - az Uránuszt.

139

00:10:06,440 --> 00:10:10,680

200 évnek kellett eltelnie, hogy a NASA Voyager 2 nevű űrszondája

140

00:10:10,760 --> 00:10:15,880

elküldje az első közeli felvételeket a csillagászoknak erről a távoli világról.

141

00:10:16,800 --> 00:10:21,240

Közép-Írország buja és termékeny vidékén William Parsons,

142

00:10:21,320 --> 00:10:26,560

Rosse harmadik lordja megépítette a 19. század legnagyobb távcsövét.

143

00:10:26,640 --> 00:10:30,560

A lenyűgöző, 1,8 méter átmérőjű fémtükre révén az óriás távcső

144

00:10:30,640 --> 00:10:35,240

"Parsonstown Leviathan"-jaként vált ismertté.

145

00:10:35,320 --> 00:10:39,320

A ritkán előforduló tiszta, holdmentes éjszakákon a lord leült az okulár mögé,

146

00:10:39,440 --> 00:10:44,400

és kihajózott az Univerzumba.

147

00:10:45,280 --> 00:10:50,160

Az Orion-ködhöz - amit ma csillagok bölcsőjeként ismerünk.

148

00:10:50,280 --> 00:10:55,920

A titokzatos Rák-ködhöz, ami egy szupernóva-robbanás maradványa.

149

00:10:55,960 --> 00:10:57,920

És az Örvény-köd?

150

00:10:57,960 --> 00:11:02,560

Lord Rosse volt az első, aki fenséges spirális formáját megfigyelte.

151

00:11:02,640 --> 00:11:08,400

Egy, a miénkhez hasonló galaxis, sötét por és ragyogó gázfelhők szövevényével,

152

00:11:08,520 --> 00:11:12,400

milliárdnyi csillaggal, és ki tudja,

153

00:11:12,520 --> 00:11:16,560

talán a Földhöz hasonló bolygókkal.

154

00:11:18,920 --> 00:11:24,920

A távcső vált hajónkká a Világegyetem óceánjának felfedezésében.

155

00:11:29,720 --> 00:11:34,080

2. A méret a lényeg

156

00:11:36,080 --> 00:11:38,480

Éjszaka a szemünk alkalmazkodik a sötéthez.

157

00:11:38,560 --> 00:11:42,640

A pupillánk kitágul, hogy több fény jusson a szemünkbe.

158

00:11:42,720 --> 00:11:47,880

Az eredmény: halványabb tárgyakat és csillagokat is meglátunk.

159

00:11:47,960 --> 00:11:51,720

Most képzeljük el, hogy a pupillánk egy méter átmérőjű.

160

00:11:51,800 --> 00:11:55,960

Elég furán néznénk ki, de a látásunk természetfeletti lenne!

161

00:11:56,000 --> 00:11:59,400

Épp ez az, amit a távcső nyújt a számunkra.

162

00:12:01,880 --> 00:12:04,640

A távcső olyan mint egy tölcsér.

163

00:12:04,720 --> 00:12:10,240

Az objektív, vagy a főtükör összegyűjti a csillagfényt, és a szemünkbe továbbítja.

164

00:12:13,080 --> 00:12:17,800

Minél nagyobb a távcső lenséje vagy tükre, annál halványabb objektumokat láthatunk vele.

165

00:12:17,880 --> 00:12:20,720

Szóval valóban a méret a lényeg.

166

00:12:20,800 --> 00:12:23,400

De mekkora lehet egy teleszkóp?

167

00:12:23,480 --> 00:12:26,400

Nos, éppenséggel nem túl nagy, ha refraktorról van szó.

168

00:12:29,480 --> 00:12:32,720

A csillagfénynek át kell jutnia a főlencsén,

169

00:12:32,800 --> 00:12:36,080

amit csak a pereme mentén tudunk befogni.

170

00:12:36,160 --> 00:12:41,880

Ha tehát túlságosan nagy lensét készítenénk, annak túl nagy lenne a súlya, és saját súlya alatt deformálna.

171

00:12:41,960 --> 00:12:45,640

Ez pedig eltorzítja a képet.

172

00:12:47,400 --> 00:12:54,320

A történelem legnagyobb lensés távcsövét 1897-ben építették a Yerkes Observatóriumban, Chicago mellett.

173

00:12:54,400 --> 00:12:57,480

A főlencse átmérője épp egy méter feletti volt,

174

00:12:57,560 --> 00:13:02,080

maga a cső viszont hihetetlenül nagy: 18 m hosszú.

175

00:13:02,160 --> 00:13:08,720

A Yerkes-teleszkóp befejezésével a lencsés távcsövek készítői elérték a saját határaikat.

176

00:13:08,800 --> 00:13:10,880

Nagyobb távcsövet szeretnének?

177

00:13:10,960 --> 00:13:12,800

Tükrökben kell gondolkodnunk.

178

00:13:17,080 --> 00:13:23,080

Tükrös távcsőben a csillagfény nem egy lencsén halad keresztül, hanem egy tükörről verődik vissza.

179

00:13:23,160 --> 00:13:29,400

Ez azt jelenti, hogy a tükröt jóval vékonyabbra lehet készíteni, és meg lehet támasztani a hátoldalán.

180

00:13:29,480 --> 00:13:34,640

Ennek következtében sokkal nagyobb tükröket lehet készíteni, mint lencsákat.

181

00:13:35,640 --> 00:13:39,720

Egy évszázada hatalmas tükrök tűntek fel Dél-Kaliforniában.

182

00:13:39,800 --> 00:13:44,880

Akkoriban a Wilson-hegy csak egy távoli csúcs volt a Szent Gabriel-hegység vadonában.

183

00:13:44,960 --> 00:13:49,080

Az ég tiszta volt, és az éjszakák sötétek.

184

00:13:49,160 --> 00:13:53,640

George Ellery Hale itt épített először egy 1,5 méteres teleszkópot.

185

00:13:53,720 --> 00:13:58,400

Kiseb volt, mint Lord Rosse nyugalmazott leviatánja, de sokkal jobb minőségű.

186

00:13:58,480 --> 00:14:02,160

És egy sokkalta jobb helyen volt.

187

00:14:02,240 --> 00:14:07,640

Hale rábeszélte John Hookert, egy helyi üzletembert, hogy finanszírozza egy 2,5 méteres műszer építését.

188

00:14:07,720 --> 00:14:12,560

Üveg és szegecselt acél tonnait szállították a Wilson-hegyre.

189

00:14:12,640 --> 00:14:16,000

A Hooker-teleszkóp 1917-ben készült el.

190

00:14:16,080 --> 00:14:20,240

30 éven át a világ legnagyobb távcsöve volt.

191

00:14:20,320 --> 00:14:25,400

A "kozmosz tüzéség" egy hatalmas darabja készen állt az Univerzum megrohamozására.

192

00:14:28,480 --> 00:14:31,080

És a támadás megkezdődött.

193

00:14:31,160 --> 00:14:34,240

A hihetetlen méretein felül ez a távcső

194

00:14:34,280 --> 00:14:37,240

a benne megjelenő képet már egy új technikával rögzítette.

195

00:14:37,280 --> 00:14:40,800

A csillagászok többé nem egy okuláron keresztül néztek bele az új gigászba,

196

00:14:40,880 --> 00:14:45,960

hanem fotografikus lemezekkel gyűjtötték fényt órákon keresztül.

197

00:14:46,000 --> 00:14:50,800

Oly mélyre láttak bele a Kozmoszba, mint még soha senki azelőtt.

198

00:14:50,880 --> 00:14:55,160

A spirálködökről kiderült, hogy telis-tele vannak csillagokkal.

199

00:14:55,240 --> 00:14:59,560

Ugyanolyan burjánzó csillagvárosok lehetnek, mint a mi Tejútrendszerünk?

200

00:14:59,640 --> 00:15:03,800

Az Androméda-ködben Edwin Hubble egy új csillagtípust fedezett fel,

201

00:15:03,880 --> 00:15:07,400

ami óramű pontossággal változtatja fényességét.

202

00:15:07,480 --> 00:15:11,720

A megfigyelései alapján Hubble kiszámította az Androméda-köd távolságát

203

00:15:11,800 --> 00:15:15,960

amely csaknem egymillió fényévnek adódott.

204

00:15:16,080 --> 00:15:22,720

Az Andromédához hasonló spirálködök egyedi galaxisoknak bizonyultak.

205

00:15:24,480 --> 00:15:27,320

De nem csak ez volt az egyetlen hihetetlen dolog.

206

00:15:27,400 --> 00:15:32,000

Úgy tűnt, hogy ezen galaxisok többsége távolodik a Tejútrendszerrelől.

207

00:15:32,080 --> 00:15:37,640

A Wilson-hegyen Hubble felfedezte, hogy a közeli galaxisok kisebb,

208

00:15:37,640 --> 00:15:42,480

míg a távoliak sokkal nagyobb sebességgel távolodnak.

209

00:15:42,560 --> 00:15:43,720

És mindebből mi következik?

210

00:15:43,800 --> 00:15:46,560

Az, hogy az Univerzum tágul.

211

00:15:46,640 --> 00:15:53,400

A Hooker-teleszkóp a 20. század legnagyobb csillagászati felfedezését adta a tudománynak.

212

00:15:56,080 --> 00:16:00,640

A távcsőnek köszönhetően az Univerzum történetét is nyomon tudjuk követni.

213

00:16:00,720 --> 00:16:04,880

Kicsit kevesebb mint 14 milliárd évvel ezelőtt megszületett az Univerzum

214

00:16:04,960 --> 00:16:09,240

a tér és idő, anyag és energia egy hatalmas robbanásában,

215

00:16:09,280 --> 00:16:11,560

az Ősrobbanásban.

216

00:16:11,640 --> 00:16:17,480

Kicsiny kvantum-fodrozódások nőttek sűrű csomókká a kezdeti forró anyagtengerben.

217

00:16:17,560 --> 00:16:20,160

Ezekből kondenzálódtak ki a galaxisok,

218

00:16:20,240 --> 00:16:23,800

elképesztően változatos méretekből és formákban.

219

00:16:26,560 --> 00:16:30,400

A nukleáris fúzió új atomokat hozott létre a csillagok magjában.

220

00:16:30,480 --> 00:16:34,880

Szenet, oxigént, vasat, aranyat.

221

00:16:34,960 --> 00:16:39,640

A szupernóva-robbanások kiszórták a nehéz elemeket a világűrbe,

222

00:16:39,720 --> 00:16:43,080

ezzel nyersanyagot biztosítva új csillagok keletkezéséhez.

223

00:16:43,160 --> 00:16:44,800

És: bolygók létrejöttéhez is!

224

00:16:46,880 --> 00:16:54,880

Valamikor, valahol, valahogyan egyszerű szerves molekulák fejlődtek élő organizmusokká.

225

00:16:54,960 --> 00:17:00,560

Az élet az örökké változó, fejlődő Univerzum egyik csodája.

226

00:17:00,640 --> 00:17:02,880

Csillagporból vagyunk.

227

00:17:02,960 --> 00:17:07,000

Ezt a hatalmas látomást, nagyívű történetet

228

00:17:07,080 --> 00:17:11,160

a távcsöves megfigyeléseknek köszönhetjük.

229

00:17:11,240 --> 00:17:15,640

Képzeljük csak el: távcső nélkül csupán hat bolygót,

230

00:17:15,720 --> 00:17:18,160

egy holdat és pár ezer csillagot ismernénk.

231

00:17:18,240 --> 00:17:22,400

A csillagászat még mindig gyermekkorát élné.

232

00:17:23,640 --> 00:17:27,480

Mint eltemetett kincsek, úgy hívogatnak kalandra az Univerzum

233

00:17:27,560 --> 00:17:30,000

messzeségei az ősidőkből.

234

00:17:30,080 --> 00:17:35,480

Hercegek és főurak, politikusok és iparmágnások, csakúgy mint a tudomány emberei

235

00:17:35,560 --> 00:17:40,240

éreztek a űr feltérképezetlen tengerének csábítását, így a

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400

technikai eszközök révén tudásunk horizontja gyorsan tágult.

237

00:17:59,800 --> 00:18:02,640

George Ellery Hale-nek volt egy végső álma:

238

00:18:02,720 --> 00:18:06,960

kétszer akkora távcsövet megépíteni, mint az addigi rekorder.

239

00:18:07,000 --> 00:18:10,880

Ismerkedjünk meg a 20. század csillagászatának "nagyasszonyával"

240

00:18:10,960 --> 00:18:15,880

Ez a Palomar-hegyi öt méteres Hale-teleszkóp.

241

00:18:15,960 --> 00:18:20,560

Több mint ötszáz tonna mozgó tömeg, mégis oly precízen kiegyensúlyozott,

242

00:18:20,640 --> 00:18:24,640

hogy egy balerina kecsességével mozog.

243

00:18:24,720 --> 00:18:30,240

40 tonnás tükre a szabad szemmel láthatóaknál 40 milliószor halványabb csillagokat is megmutat.

244

00:18:30,280 --> 00:18:35,240

1948-as elkészülte után a Hale-teleszkóp felülmúlhatatlan képet adott a bolygókról,

245

00:18:35,280 --> 00:18:38,800

csillaghalmozokról, ködökről és galaxisokról.

246

00:18:41,080 --> 00:18:44,960

A hatalmas Jupiter a rengeteg holdjával.

247

00:18:45,080 --> 00:18:49,080

A lenyűgöző Láng-köd.

248

00:18:49,160 --> 00:18:54,240

Halvány gázfátylak az Orion-ködben.

249

00:18:59,880 --> 00:19:02,080

De vajon tudunk-e még ennél is nagyobb távcsövet készíteni?

250

00:19:02,160 --> 00:19:06,240

Nos, szovjet csillagászok megpróbálták az 1970-es évek végén.

251

00:19:06,280 --> 00:19:10,640

Magasan a Kaukázus-hegységben felépítették a Nagy Azimutális Teleszkópot,

252

00:19:10,720 --> 00:19:14,880

hat méter átmérőjű főtükörrel.

253

00:19:14,960 --> 00:19:17,640

De sohasem váltotta be a hozzá fűzött reményeket.

254

00:19:17,720 --> 00:19:21,720

Egyszerűen túl nagy volt, túl drága és túl bonyolult.

255

00:19:21,800 --> 00:19:24,960

Szóval itt fel kellett adniuk a távcsőépítőknek?

256

00:19:25,080 --> 00:19:28,480

Eltemethették álmaikat a még nagyobb műszerekről?

257

00:19:28,560 --> 00:19:31,960

Korai véget ért a távcső története?

258

00:19:32,080 --> 00:19:33,400

Nos, természetesen nem.

259

00:19:33,480 --> 00:19:36,480

Manapság 10 méteres távcsöveket működtetünk,

260

00:19:36,560 --> 00:19:39,160

és még nagyobbak vannak a tervezőasztalon.

261

00:19:39,240 --> 00:19:40,720

Mi volt a megoldás?

262

00:19:40,800 --> 00:19:42,640

Új technológiák.

263

00:19:44,000 --> 00:19:48,760

3. Új technológiák

264

00:19:48,960 --> 00:19:52,800

Ahogy a mai autók alig emlékeztetnek a híres Ford T-modellre,

265

00:19:52,880 --> 00:19:56,280

napjaink távcsövei is sok tekintetben eltérnek klasszikus őseiktől

266

00:19:56,360 --> 00:19:58,680

mint például az öt méteres Hale-teleszkóp.

267

00:19:58,760 --> 00:20:01,880

Egyrészt, állványrendszerük sokkalta kisebb.

268

00:20:01,960 --> 00:20:05,840

A hagyományos távcsőmechanika ún. ekvatoriális rendszerű, amelyben a tengelyek egyike

269

00:20:05,920 --> 00:20:09,720

állandóan párhuzamos Földünk forgástengelyével.

270

00:20:09,800 --> 00:20:13,480

Az elforduló égbolt követéséhez a távcsövet elegendő

271

00:20:13,560 --> 00:20:18,200

csak e tengely körül forgatni a Föld forgásának megfelelő sebességgel.

272

00:20:18,280 --> 00:20:21,160

Egyszerű megoldás, de igen helyigényes.

273

00:20:21,240 --> 00:20:26,040

A modern altazimut tengelyrendszerek sokkal helytakarékosabbak.

274

00:20:26,080 --> 00:20:30,440

Egy ilyen mechanikával a távcső mint egy nagy ágyúcső irányítható.

275

00:20:30,480 --> 00:20:35,240

Egyik tengely mentén vízszintes, a másik mentén függőleges irányban állítható a műszer.

276

00:20:35,320 --> 00:20:38,640

A probléma az ég forgásának követésekor jelentkezik.

277

00:20:38,720 --> 00:20:44,240

A távcsövet mindkét tengely mentén mozgatni kell, ráadásul folyamatosan változó sebességgel.

278

00:20:44,320 --> 00:20:50,720

A megfelelő mozgatás csak számítógépes vezérléssel vált lehetségessé.

279

00:20:50,800 --> 00:20:52,840

Egy kisebb mechanika olcsóbban felépíthető.

280

00:20:52,920 --> 00:20:57,520

Ugyanakkor kisebb kupolát igényel, amely további költségcsökkentést eredményez,

281

00:20:57,600 --> 00:21:00,320

és hozzájárul a képmínőség javításához.

282

00:21:00,400 --> 00:21:03,800

Vegyük például a Keck-távcsöveket Hawaii szigetén.

283

00:21:03,880 --> 00:21:06,600

Bár 10 méteres tükörátmérőjük révén kétszer akkorák,

284

00:21:06,680 --> 00:21:10,440

mint a Hale-teleszkóp, kisebb épületben található,

285

00:21:10,520 --> 00:21:13,240

mint a híres Palomar-hegyi távcső.

286

00:21:15,080 --> 00:21:17,440

A távcsőtükrök is sokat fejlődtek.

287

00:21:17,520 --> 00:21:19,120

Régebben vastagok és súlyosak voltak.

288

00:21:19,200 --> 00:21:21,840

Manapság vékonyak és könnyűek.

289

00:21:21,920 --> 00:21:26,800

Az akár több méter átmérőjű, héjas szerkezetű tükrök hatalmas, forgó kemencékben készülnek.

290

00:21:26,880 --> 00:21:30,320

Vastagságuk azonban nem éri el a 20 centimétert.

291

00:21:30,400 --> 00:21:32,960

A beépített bonyolult tartószerkezet akadályozza meg,

292

00:21:33,080 --> 00:21:35,200

hogy a vékony tükör saját súlya alatt összeroppanjon.

293

00:21:35,280 --> 00:21:39,120

Számítógép vezérelte támasztórudak segítik a tükröt

294

00:21:39,200 --> 00:21:40,840

tökéletes alakjának megtartásában.

295

00:21:43,400 --> 00:21:45,520

Ezt a rendszert nevezzük aktív optikának.

296

00:21:45,600 --> 00:21:49,840

Célja a gravitáció, a szél, vagy a hőmérsékletváltozás

297

00:21:49,920 --> 00:21:54,560

okozta alakváltozások kiküszöbölése a főtükroön.

298

00:21:54,640 --> 00:21:58,240

A vékonyabb tükör pedig kevesebbet is nyom.

299

00:21:58,320 --> 00:22:01,440

Vagyis a távcső teljes szerkezete, beleértve a mechanikát,

300

00:22:01,560 --> 00:22:03,440

szintén sokkal kisebb és könnyebb lehet.

301

00:22:03,520 --> 00:22:05,560

És olcsóbb.

302

00:22:05,640 --> 00:22:08,360

A 3,6 méteres New Technology Telescope-ot (Új Technológiájú Távcső)

303

00:22:08,440 --> 00:22:11,760

európai csillagászok építették az 1980-as évek végén.

304

00:22:11,840 --> 00:22:14,840

Ezen a prototípuson próbálták ki számos új technológiát

305

00:22:14,920 --> 00:22:16,120

a távcsőépítésben.

306

00:22:16,200 --> 00:22:20,960

Még a távcső épülete sem hasonlít a hagyományos kupolákra.

307

00:22:21,080 --> 00:22:24,240

A New Technology Telescope hatalmas siker volt.

308

00:22:24,320 --> 00:22:27,280

Felépítésével eljött az idő a hat méteres átmérőhatár áttörésére.

309

00:22:27,600 --> 00:22:31,400

A Mauna Kea Csillagvizsgáló a Csendes-óceáni sziget legmagasabb pontján,

310

00:22:31,480 --> 00:22:34,960

4200 méterrel a tengerszint felett található.

311

00:22:36,960 --> 00:22:41,120

Hawaii tengerpartjain a turisták a napsütést és a habokat élvezik.

312

00:22:41,200 --> 00:22:44,520

De magasan felettük a csillagászok már demesztő hideggel, valamint

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160
a hegyibetegséggel néznek szembe, miközben az Univerzum titkait kutatják.

314
00:22:51,240 --> 00:22:54,120
A Keck-távcsövek a világ legnagyobbjai közé tartoznak.

315
00:22:54,200 --> 00:22:59,120
10 méter átmérőjű tükreik palacsinta-vékonyak.

316
00:22:59,200 --> 00:23:04,040
Fürdőszobáink csempézett padlójához hasonlóan nem egy tömbből, hanem 36 hatszögletű szegmensből állnak,

317
00:23:04,120 --> 00:23:07,480
melyek mindegyikét nanométeres pontossággal pozicionálják.

318
00:23:07,560 --> 00:23:11,200
Ezek valódi óriások, az ég csodáinak kutatására.

319
00:23:11,280 --> 00:23:14,120
A tudomány katedrálisai.

320
00:23:14,200 --> 00:23:16,600
Alkonyat Mauna Keán.

321
00:23:16,680 --> 00:23:21,720
A Keck-távcsövek az Univerzum távoli szegleteiből érkező fotonokat kezdenek begyűjteni.

322
00:23:21,800 --> 00:23:24,520
A két tükör együttesen nagyobb átmérőnek felel meg,

323
00:23:24,600 --> 00:23:27,440
mint bármely más korábbi távcső.

324
00:23:27,520 --> 00:23:30,360
Mi hát a mai célpont?

325
00:23:34,680 --> 00:23:39,520
Tőlünk fényévek milliárdjaira levő ütköző galaxispár?

326
00:23:39,600 --> 00:23:45,320
Egy haldokló, utolsó lehelletével planetáris ködöt fújó csillag?

327
00:23:45,400 --> 00:23:51,040
Vagy egy Naprendszeren kívüli bolygó, melyen akár élet is lehet?

328
00:23:51,120 --> 00:23:55,920
Cerro Paranalon, a chilei Atacama sivatagban, a Föld legszárazabb helyén

329

00:23:55,960 --> 00:24:00,040

találjuk a leghatalmasabb, csillagászati célra épített berendezést:

330

00:24:00,120 --> 00:24:03,560

az európai Nagyon Nagy Távcsövet (Very Large Telescope).

331

00:24:16,200 --> 00:24:19,520

A VLT valójában négy teleszkóp együttese.

332

00:24:19,600 --> 00:24:22,760

Mindegyikben egy-egy 8,2 méteres tükörrel.

333

00:24:22,840 --> 00:24:24,120

Antu.

334

00:24:24,200 --> 00:24:25,240

Kueyen.

335

00:24:25,320 --> 00:24:26,320

Melipal.

336

00:24:26,400 --> 00:24:27,760

Yepun.

337

00:24:27,840 --> 00:24:33,440

Mapucse nyelven Nap, Hold, Dél Keresztje és Vénusz.

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800

A hatalmas tükröket Németországban öntötték, Franciaországban fényezték, majd hajón Chilébe szállították,

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240

végül lassan keresztülutaztatták a sivatagon.

340

00:24:41,320 --> 00:24:44,960

Napnyugtakor a távcsövek kupolája felnyílik.

341

00:24:45,040 --> 00:24:48,560

Csillagfény ömlik a VLT tükreire.

342

00:24:49,280 --> 00:24:52,080

Új felfedezések születnek.

343

00:24:55,920 --> 00:24:58,160

Lézersugár tör az éjszakai égre,

344

00:24:58,240 --> 00:25:00,680
90 kilométeres magasságba, a felső légkörbe

345
00:25:00,760 --> 00:25:03,840
vetít egy műcsillagot.

346
00:25:03,920 --> 00:25:06,920
Hullámfront-érzékelők mérik a műcsillag alakjának torzulását

347
00:25:06,960 --> 00:25:09,120
melyet a légkör örvénylése okoz.

348
00:25:09,200 --> 00:25:12,960
Gyors számítógépek ez alapján egy rugalmas tükör alakját változtatják

349
00:25:13,040 --> 00:25:15,800
annak érdekében, hogy az észlelt torzulásokat ellensúlyozzák.

350
00:25:15,880 --> 00:25:18,960
A csillagok megszűnnek vibrálni.

351
00:25:19,040 --> 00:25:22,600
Ezt nevezik adaptív optikának, és valóban igazi mágikus trükkje

352
00:25:22,680 --> 00:25:24,320
napjaink csillagászatának.

353
00:25:24,400 --> 00:25:28,840
Enélkül az Univerzum képét a légkör elhomályosítaná.

354
00:25:28,920 --> 00:25:32,880
Az adaptív optika segítségével azonban a felvételek borotvaélesek.

355
00:25:35,480 --> 00:25:39,480
Az optika tudományának másik varázslata interferometria néven ismert.

356
00:25:39,560 --> 00:25:43,360
Az alapötlet az, hogy gyűjtsük össze két külön távcső fényét,

357
00:25:43,440 --> 00:25:46,640
és hozzuk őket egy pontba, megőrizve

358
00:25:46,720 --> 00:25:49,320
a fénysugarak által megtett utak közötti különbséget.

359
00:25:49,400 --> 00:25:53,160
Ha ezt elég pontosan sikerül megvalósítani, az eredmény olyan,

360

00:25:53,240 --> 00:25:56,600

mintha a két távcső egyetlen hatalmas műszer lenne,

361

00:25:56,680 --> 00:25:59,920

pontosan akkora átmérővel, mint a két távcső közötti távolság.

362

00:25:59,960 --> 00:26:04,040

A hatás révén az interferometriával a távcsövek valósággal sasszeművé válnak.

363

00:26:04,120 --> 00:26:07,600

Kisebb távcsövek olyan apró részletek feloldására válnak képessé,

364

00:26:07,680 --> 00:26:12,440

melyeket egyébként csak sokkal nagyobb teleszkópok mutatnak meg.

365

00:26:12,520 --> 00:26:15,600

A két Keck-távcső a Mauna Kea csúcsán rendszeresen

366

00:26:15,680 --> 00:26:17,520

végez közös, interferometrikus megfigyeléseket.

367

00:26:17,600 --> 00:26:21,440

A VLT esetében mind a négy távcső dolgozhat együtt.

368

00:26:21,520 --> 00:26:24,760

Sőt, ezekhez további kisebb kiegészítő távcsövek is csatlakozhatnak

369

00:26:24,840 --> 00:26:28,880

a felbontóképesség további növelése érdekében.

370

00:26:29,840 --> 00:26:33,400

Nagy távcsövek találhatóak a világ számos más pontján is.

371

00:26:33,480 --> 00:26:37,480

A Subaru és az Északi Gemini a Mauna Kea csúcsán.

372

00:26:37,560 --> 00:26:42,240

A Déli Gemini és a Magellan-távcső Chilében.

373

00:26:42,320 --> 00:26:46,280

A Nagy Binokuláris Távcső (LBT) Arizonában.

374

00:26:48,200 --> 00:26:50,800

A létező legjobb helyszíneken építették meg őket.

375

00:26:50,840 --> 00:26:53,720

Száraz, tiszta, sötét, magas helyeken.

376

00:26:53,840 --> 00:26:56,640

"Szemeik" akkorák, mint egy úszómedence.

377

00:26:56,760 --> 00:27:00,400

Mindegyikükön a légköri turbulenciát kiküszöbölő

378

00:27:00,440 --> 00:27:02,080

adaptív optika található.

379

00:27:02,200 --> 00:27:05,960

Ha pedig együtt dolgoznak, felbontásuk egy elképzelhetetlenül nagy, behemót távcsővel ér fel

380

00:27:06,040 --> 00:27:08,640

az interferometriának köszönhetően.

381

00:27:09,680 --> 00:27:11,800

Sok mindent mutattak meg nekünk.

382

00:27:11,920 --> 00:27:13,400

Bolygókat.

383

00:27:16,600 --> 00:27:18,240

Ködöket.

384

00:27:19,360 --> 00:27:23,960

Néhány csillag valódi méretét - és furcsán eltorzult alakját.

385

00:27:23,960 --> 00:27:27,160

Egy barna törpe körül keringő rideg világot.

386

00:27:27,200 --> 00:27:31,480

A Tejútrendszer középpontja körül örvénylő óriáscsillagokat,

387

00:27:31,600 --> 00:27:36,720

melyek útját a szupernehéz központi fekete lyuk szabja meg.

388

00:27:36,840 --> 00:27:40,400

Igen messzire jutottunk Galilei kora óta.

389

00:27:40,000 --> 00:27:44,760

4. Az ezüstartól a szilíciumig

390

00:27:45,840 --> 00:27:49,000

400 évvel ezelőtt, amikor Galileo Galilei meg akarta mutatni másoknak

391

00:27:49,120 --> 00:27:53,000
hogy mit látott a távcsővében, rajzokat kellett készítenie.

392
00:27:53,120 --> 00:27:56,240
A Hold himlőhelyes arcát.

393
00:27:56,360 --> 00:28:00,400
A jupiterholdak táncát.

394
00:28:00,520 --> 00:28:02,160
Napfoltokat.

395
00:28:02,280 --> 00:28:04,160
Az Orion csillagait.

396
00:28:04,280 --> 00:28:06,720
Rajzait egy kis könyvben tette közzé.

397
00:28:06,760 --> 00:28:08,400
A Csillagok Követe (The Starry Messenger) c. műben.

398
00:28:08,440 --> 00:28:10,800
Ez volt az egyetlen módja, hogy felfedezéseit megossza

399
00:28:10,920 --> 00:28:12,400
másokkal is.

400
00:28:12,440 --> 00:28:16,640
Jó két évszázadon át, a csillagászok művészek is voltak.

401
00:28:16,760 --> 00:28:19,000
Távcsőükön keresztül vizsgálódva, igen részletes

402
00:28:19,120 --> 00:28:20,960
rajzokat készítettek a látottakról.

403
00:28:21,040 --> 00:28:23,080
A Hold kietlen látképe.

404
00:28:23,200 --> 00:28:25,960
Vihar a Jupiter légkörében.

405
00:28:26,040 --> 00:28:29,000
Szövevényes gázfonatok egy távoli ködben.

406
00:28:29,120 --> 00:28:32,320
Néha azonban túl merész következtetéseket vontak le.

407

00:28:32,440 --> 00:28:36,560

A sötét, vonalas alakzatokat a Mars felszínén csatornáknak vélték,

408

00:28:36,680 --> 00:28:39,880

azt sugallva, hogy civilizált lények élnek a vörös bolygó felszínén.

409

00:28:39,960 --> 00:28:43,480

Ma már tudjuk, hogy a csatornák optikai csalódás következményei.

410

00:28:43,600 --> 00:28:47,160

A csillagászoknak szükségük volt egy módszerre megfigyeléseik tárgyilagos rögzítéséhez,

411

00:28:47,280 --> 00:28:51,480

vagyis a fény összegyűjtésére oly módon, hogy a hordozott információ

412

00:28:51,520 --> 00:28:54,480

ne torzulhasson az emberi agy és a csillagászok rajzeszköze révén.

413

00:28:54,600 --> 00:28:57,400

A fényképezés jelentette a megoldást.

414

00:28:58,760 --> 00:29:01,160

Az első dagerrotípiát a Holdról.

415

00:29:01,200 --> 00:29:03,880

Henry Draper készítette 1840-ben.

416

00:29:03,920 --> 00:29:07,240

A fotográfia még nem volt 15 éves, de

417

00:29:07,360 --> 00:29:10,880

a csillagászok már felismerték a benne rejlő forradalmi lehetőségeket.

418

00:29:10,920 --> 00:29:13,080

Hogyan működik a fotográfia?

419

00:29:13,120 --> 00:29:17,160

Nos, a fotolemezek fényérzékeny emulziója

420

00:29:17,280 --> 00:29:19,400

ezüst-halogenidnek parányi szemcséit tartalmazza.

421

00:29:19,440 --> 00:29:22,160

Fény hatására a szemcsék besötétednek.

422

00:29:22,200 --> 00:29:24,800

Az eredmény tehát az égbolt negatív képe,

423

00:29:24,920 --> 00:29:28,080

sötét csillagokkal világos háttér előtt.

424

00:29:28,200 --> 00:29:31,560

A lényeg azonban az, hogy a fotólemezekre a fényt

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960

akár óráig lehet gyűjteni.

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720

Amikor puszta szemmel csodáljuk az éjszakai eget,

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640

miután szemünk alkalmazkodott a sötétséghez, nem látunk egyre halványabb és halványabb csillagokat

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320

mégha oly sokáig nézünk is egyfolytában.

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240

De a fotólemez pontosan erre képes.

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480

Akár több órán keresztül gyűjtheti és összegezheti a beérkező fényt.

431

00:29:48,600 --> 00:29:52,880

Az egyre hosszabb felvétel tehát egyre több és több csillagot mutat.

432

00:29:52,920 --> 00:29:54,160

Még többet.

433

00:29:54,200 --> 00:29:55,240

Még többet.

434

00:29:55,360 --> 00:29:57,320

És még néhányat.

435

00:29:58,360 --> 00:30:02,000

Az 1950-es években a Palomar-hegyi Csillagvizsgáló Schmidt-távcsövével

436

00:30:02,120 --> 00:30:05,160

végigfotózták a teljes északi égboltot.

437

00:30:05,280 --> 00:30:10,080

Kis híján 2000 fotólemez, mindegyikük közel egy órányi expozícióval.

438

00:30:10,120 --> 00:30:12,960

Felfedezések kincsháza.

439

00:30:12,960 --> 00:30:17,080

A fényképezés a megfigyelő csillagászatot valódi tudományággá tette.

440

00:30:17,200 --> 00:30:21,480

Tárgyilagos, mérhető, és megismételhető.

441

00:30:21,600 --> 00:30:23,240

De az ezüstanyag lassan dolgozik.

442

00:30:23,280 --> 00:30:25,480

Az észlelőnek nagyon türelmesnek kellett lennie.

443

00:30:27,120 --> 00:30:29,880

A digitális forradalom mindent megváltoztatott.

444

00:30:29,920 --> 00:30:31,640

Szilícium került az ezüst helyére.

445

00:30:31,760 --> 00:30:34,480

Pixelek vették át az ezüstszemcsék helyét.

446

00:30:36,360 --> 00:30:40,000

Ma már saját fényképezőgépeinkben sem használunk hagyományos filmet.

447

00:30:40,120 --> 00:30:43,560

Ehelyett a kép egy fényérzékeny chip felületén keletkezik:

448

00:30:43,600 --> 00:30:47,800

ez egy töltéscsatolt eszköz, más néven CCD.

449

00:30:47,920 --> 00:30:51,560

A professzionális CCD érzékelők rendkívül érzékenyek.

450

00:30:51,680 --> 00:30:54,640

És még hatékonyabbá tehetők az érzékelő lehűtésével

451

00:30:54,680 --> 00:30:57,960

jóval fagypont alá, folyékony nitrogén segítségével.

452

00:30:58,040 --> 00:31:00,720

Szinte minden egyes fotont képesek összegyűjteni.

453

00:31:00,760 --> 00:31:05,640

Emiatt a megvilágítási idő sokkalta rövidebb lehet.

454

00:31:05,760 --> 00:31:09,480

Amit a Palomar-hegyi Obszervatórium égbolt felmérése során egy óra alatt értek el,

455

00:31:09,600 --> 00:31:13,160

azt ma egy CCD néhány perc alatt rögzíti.

456

00:31:13,200 --> 00:31:15,560

Akár kisebb távcsővel is.

457

00:31:15,600 --> 00:31:18,080

De a szilícium-forradalomnak még közel sincs vége.

458

00:31:18,200 --> 00:31:21,080

Csillagászok óriás CCD kamerákat építettek

459

00:31:21,200 --> 00:31:23,560

százmilliónyi képérzékelő pixellel.

460

00:31:23,600 --> 00:31:26,320

És még ennél is sokkal több minden történt.

461

00:31:28,120 --> 00:31:32,560

A digitális képek nagy előnye, hogy a digitális tárolási forma révén

462

00:31:32,600 --> 00:31:35,800

számítógépekkel azonnal, közvetlenül feldolgozhatók.

463

00:31:35,840 --> 00:31:38,800

A csillagászok speciális célszoftverekkel veszik kezelésbe

464

00:31:38,840 --> 00:31:40,880

az égboltról készült képeket.

465

00:31:40,880 --> 00:31:45,080

Átskálázás, kontrasztosítás felfedi a leghalványabb részleteket is

466

00:31:45,200 --> 00:31:47,640

ködök, vagy galaxisok képén.

467

00:31:47,760 --> 00:31:51,240

Speciális színskálázás kiemeli azokat a szerkezeteket,

468

00:31:51,280 --> 00:31:53,640

amelyek egyébként csak nehezen észrevehetőek.

469

00:31:53,680 --> 00:31:57,880

Ugyanazon objektumról, különböző színszűrőkön keresztül készített

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400
felvételek kombinálásával pedig

471

00:32:00,520 --> 00:32:04,320
olyan alkotások születnek, melyek

472

00:32:04,440 --> 00:32:06,720
a tudományból már a művészetbe hajlanak.

473

00:32:06,840 --> 00:32:09,880
Akár mi magunk is részesei lehetünk e digitális csillagászatnak.

474

00:32:09,960 --> 00:32:13,960
Sosem volt még ennyire egyszerű megtalálni és élvezni

475

00:32:13,960 --> 00:32:15,800
a kozmoszról készült csodaszép képeket.

476

00:32:15,920 --> 00:32:20,080
Világegyetemünk csodái csak egy egérvattintásnyira vannak!

477

00:32:20,680 --> 00:32:24,160
Érzékeny elektronikus detektorokkal jól felszerelt robottávcsövek

478

00:32:24,280 --> 00:32:27,800
vizsgálják ebben a pillanatban is az eget.

479

00:32:27,920 --> 00:32:30,880
A Sloan-távcső Új Mexikóban immár

480

00:32:30,960 --> 00:32:34,000
több, mint százmillió objektumot fotózott le és katalogizált,

481

00:32:34,120 --> 00:32:38,160
lemérte a távolságát milliónyi galaxisnak,

482

00:32:38,280 --> 00:32:41,480
és százezer új kvazárt fedezett fel.

483

00:32:41,520 --> 00:32:44,000
De egy szisztematikus felmérés még nem minden.

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400
Univerzumunk folyamatos változásban van.

485

00:32:47,520 --> 00:32:51,240

Jeges üstökösök jönnek és mennek, útjuk mentén

486

00:32:51,280 --> 00:32:53,640
törmelékanyagot hagyva.

487

00:32:53,760 --> 00:32:56,720
Kisbolygók száguldanak el.

488

00:32:56,840 --> 00:33:00,560
Távoli bolygók keringenek csillagaik körül, átmenetileg

489

00:33:00,680 --> 00:33:02,880
kitakarva a csillagkorong egy részét.

490

00:33:02,960 --> 00:33:08,800
Szupernóvák robbannak, míg másutt új csillagok születnek.

491

00:33:08,840 --> 00:33:17,960
Pulzárok villognak, gammakitörések robbannak, fekete lyukak gyűjtik magukba az anyagot.

492

00:33:18,040 --> 00:33:21,720
A Természet grandiózus játékának szemmel tartására a csillagászok

493

00:33:21,840 --> 00:33:25,240
évente fel szeretnék venni a teljes égbolt képét.

494

00:33:25,360 --> 00:33:26,840
Vagy akár havonta.

495

00:33:26,920 --> 00:33:28,640
Vagy hetente kétszer.

496

00:33:28,680 --> 00:33:33,800
Ez a nagyratörő terve a Large Synoptic Survey Telescope-nak.

497

00:33:33,920 --> 00:33:39,400
Ha 2015-re elkészül, három gigapixeles kamerája

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080
webkamerát nyit a Világegyetemre.

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960
A csillagászok álmaikat túlhaladva ez a tükrös teleszkóp

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080
csaknem a teljes égboltot lefotózza három éjszakánként.

501

00:33:56,000 --> 00:34:00,760

5. Látni a láthatatlant

502

00:34:02,360 --> 00:34:05,080

Kedvenc zeneszámaink hallgatásakor fülünk igen széles frekvenciatartományban

503

00:34:05,160 --> 00:34:08,800

érezkei a hangokat, kezdve a legmélyebb basszustól

504

00:34:08,920 --> 00:34:12,120

a legmagasabb hangokig.

505

00:34:12,200 --> 00:34:14,960

Képzeljük el, hogy fülünk csak sokkal szűkebb tartományban

506

00:34:15,360 --> 00:34:16,920

volna érzékeny a hangokra.

507

00:34:16,960 --> 00:34:19,520

A legszebb zenedarabokat veszítenénk el!

508

00:34:19,600 --> 00:34:23,000

Épp ilyen helyzetben vannak a csillagászok.

509

00:34:23,080 --> 00:34:26,160

Szemünk csak igen keskeny tartományban érzékeny

510

00:34:26,240 --> 00:34:29,000

a fénysugarakra: a látható fény tartományában.

511

00:34:29,080 --> 00:34:31,560

Teljesen vakon élünk az elektromágneses sugárzás

512

00:34:31,640 --> 00:34:33,600

többi tartományában.

513

00:34:33,680 --> 00:34:36,640

Az Univerzumban viszont az objektumok az elektromágneses spektrum

514

00:34:36,720 --> 00:34:39,960

más részein is sugároznak.

515

00:34:40,040 --> 00:34:43,760

1930-ban egy véletlen folytán fedezték fel,

516

00:34:43,840 --> 00:34:47,240

hogy rádióhullámok érkeznek az űr mélységeiből.

517

00:34:47,320 --> 00:34:49,960

Néhányuk frekvenciája megegyezik rádióadóink frekvenciájával,

518

00:34:50,040 --> 00:34:53,160

de sokkalta gyengébb jelet sugároznak, és természetesen

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280

nem közvetítenek számunkra élvezhető műsort.

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960

Ahhoz, hogy "ráhangolódjunk" az Univerzumra, egy speciális

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560

vevőberendezésre van szükségünk: a rádiótávcsőre.

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960

A leghosszabb hullámhosszak detektálásának kivételével egy rádiótávcső egy egyszerű parabolaantenna.

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080

Épp olyan, mint az optikai távcsövek főtükre.

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400

A rádióhullámok hullámhossza azonban sokszorosa a látható fény hullámhosszának,

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240

így a tükör felszínének nem kell olyan pontosnak lennie,

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000

mint egy optikai távcső tükrének.

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640

Ennél fogva sokkal könnyebb hatalmas

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800

rádiótávcsövet építeni, mint nagy optikai teleszkópot.

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960

A hosszabb hullámhossz miatt rádiótartományban jóval könnyebb az interferometria is.

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080

Ennek révén sokkal apróbb részletek válnak megfigyelhetővé

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960

két távcsőből érkező jelek kombinálásával oly módon, mintha azok

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560

egyetlen hatalmas antennáról érkeztek volna.

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640

A Nagyon Nagy Hálózat (Very Large Array) Új-Mexikóban

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720

27 antennából áll, melyek átmérője egyenként 25 méter.

535

00:35:49,760 --> 00:35:52,960

Az antennák egyedileg mozgathatók az égbolt tetszőleges területére,

536

00:35:53,040 --> 00:35:56,400

a legkülönbözőbb felállásban. Legtávolabbi helyzetükben a hálózat antennái

537

00:35:56,520 --> 00:36:00,800

egy 36 kilométer átmérőjű rádiótávcsőnek felelnek meg.

538

00:36:00,920 --> 00:36:03,560

Hogyan fest hát az Univerzum a rádiótartományban?

539

00:36:03,680 --> 00:36:08,000

Nos, elkezdve a Napunknál: az fényesen ragyog rádió hullámhosszakon.

540

00:36:08,120 --> 00:36:10,720

Hasonlóképp fényes terület a Tejútrendszer központi tartománya.

541

00:36:10,760 --> 00:36:12,400

De számos más égitest is látható.

542

00:36:12,520 --> 00:36:16,480

A pulzárak rendkívül nagy sűrűségű égitestek, amelyek igen keskeny nyaláokban

543

00:36:16,520 --> 00:36:18,640

bocsátanak ki rádiósugárzást.

544

00:36:18,680 --> 00:36:21,800

Forgási sebességük pedig

545

00:36:21,840 --> 00:36:23,720

akár több száz fordulat másodpercenként.

546

00:36:23,760 --> 00:36:27,800

Lényegében a pulzár egy hatalmas rádió-világítótorony.

547

00:36:27,920 --> 00:36:31,320

Amit láthatunk, azok a rendkívül pontosan és gyors egymásutánban

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320
ismétlődő, nagyon rövid rádióimpulzusok.

549
00:36:34,440 --> 00:36:36,640
Nevüket is pulzáló viselkedésükről kapták.

550
00:36:36,680 --> 00:36:39,320
A Cassiopeia A néven ismert rádióforrás például

551
00:36:39,440 --> 00:36:43,640
egy, a XVII. században felrobbant szupernóva maradványa.

552
00:36:43,680 --> 00:36:48,240
A Centaurus A, a Cygnus A és a Virgo A mind hatalmas galaxisok,

553
00:36:48,280 --> 00:36:50,640
melyek igen intenzív rádiósugárzást bocsátanak ki.

554
00:36:50,680 --> 00:36:55,960
A sugárzást a galaxisok középpontjában levő hatalmas tömegű fekete lyuk táplálja.

555
00:36:56,040 --> 00:37:00,000
A rádiógalaxisok és kvazárok némelyike olyan intenzíven sugároz,

556
00:37:00,120 --> 00:37:05,320
hogy jeleik még 10 milliárd fényéves távolságukból is foghatók.

557
00:37:05,360 --> 00:37:08,880
Emellett viszonylag rövid hullámhosszakon halk rádió-sustorgás

558
00:37:08,960 --> 00:37:11,320
tölti be az Univerzumot.

559
00:37:11,360 --> 00:37:14,160
Ez a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás,

560
00:37:14,200 --> 00:37:16,400
amely a Nagy Bumm visszamaradt sugárzása.

561
00:37:16,440 --> 00:37:20,560
Nagyon kései "utóvilágítása" a korai, forró Univerzumnak.

562
00:37:22,120 --> 00:37:26,400
Az elektromágneses sugárzás spektrumának minden szelete más történetet mesél.

563
00:37:26,440 --> 00:37:29,960
Milliméteres és ez alatti tartományokban a csillagászok

564

00:37:29,960 --> 00:37:33,080

a korai Univerzumban formálódó galaxisokat tanulmányozzák,

565

00:37:33,200 --> 00:37:37,240

valamint a csillagok és bolygók születését saját Tejútrendszerünkben.

566

00:37:37,280 --> 00:37:41,400

E sugárzás nagy részét azonban a légköri vízpára elnyeli.

567

00:37:41,520 --> 00:37:44,400

Hogy mégis észlelhessük, magas és száraz helyre kell mennünk.

568

00:37:44,440 --> 00:37:47,320

Ilyen hely a Llano de Chajnantor.

569

00:37:47,440 --> 00:37:50,960

Öt kilométerrel a tengerszint felett, ezen a szürrealisztikus platón,

570

00:37:50,960 --> 00:37:53,960

Chile északi részén folyik az ALMA építése:

571

00:37:54,040 --> 00:37:56,880

az Atacama Large Millimeter Array (Atacama Nagy Milliméteres Hálózat).

572

00:37:56,920 --> 00:38:01,880

2014-es befejezése után az ALMA lesz a valaha épített

573

00:38:01,920 --> 00:38:04,320

legnagyobb csillagászati obszervatórium.

574

00:38:04,840 --> 00:38:09,960

64 darab, egyenként 100 tonnás antenna dolgozik majd együtt.

575

00:38:09,960 --> 00:38:13,880

Hatalmas szállítóeszközök mozgatják őket egymástól távolabb egy London területével megegyező zónában

576

00:38:13,960 --> 00:38:16,800

a felbontóképesség növeléséhez, vagy hozzák közelebb egymáshoz

577

00:38:16,880 --> 00:38:19,000

nagyobb látószögű megfigyelésekhez.

578

00:38:19,120 --> 00:38:23,240

Minden egyes mozgás milliméteres pontosságú lesz.

579

00:38:24,680 --> 00:38:28,160

Sok objektum az infravörös tartományban is világít.

580

00:38:28,280 --> 00:38:31,960

A William Herschel által felfedezett infravörös sugárzást

581

00:38:32,040 --> 00:38:36,720

gyakran "hősugárzásnak" is nevezik, mivel a számunkra meleg tárgyak bocsátják ki,

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080

mint például akár az emberi test.

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240

Az infravörös sugárzás közelebbi ismerősünk, mint azt gondolnánk.

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240

A Földön ezt a sugárzási tartományt használják

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160

éjjellátó készülékekben és kamerákban.

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160

A nagyon távoli objektumokról érkező, rendkívül gyenge sugárzás észleléséhez

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960

a csillagászoknak igen érzékeny detektorokra van szükségük, amelyeket alig néhány fokkal

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000

az abszolút nulla fok fölé hűtenek annak érdekében, hogy saját hősugárzásukat kiküszöböljék.

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720

A mai nagy optikai távcsövek nagy részét felszerelték infravörös kamerákkal is.

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320

Használatukkal átláthatunk a kozmikus porfelhőkön, megvizsgálhatjuk

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240

a bennük született új csillagokat. Ezt lehetetlen megtenni a látható fény tartományában.

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080

Lássuk a híres csillagbölcsőt, az Orion-ködöt, a látható fény tartományában.

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400

Meghökkenően más látványt nyújt azonban

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080

infravörös kamerával nézve!

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320

Az infravörös sugárzás tanulmányozása nagyon hasznos

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960

a legtávolabbi galaxisok vizsgálatában.

597

00:39:35,960 --> 00:39:41,000

A fiatal galaxisokban levő újszülött csillagok nagyon fényesen sugároznak ultraibolya tartományban.

598

00:39:41,120 --> 00:39:45,000

Az ultraibolya fény azonban milliárd évekig utazik

599

00:39:45,120 --> 00:39:46,640

egy folyamatosan táguló Univerzumban.

600

00:39:46,760 --> 00:39:50,560

A tágulás hatására a fény hullámhossza megnő, így a Földre érkezésekor

601

00:39:50,600 --> 00:39:55,240

már a közeli infravörös tartományba csúszott át.

602

00:39:56,600 --> 00:40:00,240

Ez az elegáns műszer a MAGIC távcső La Palmán.

603

00:40:00,360 --> 00:40:02,960

Az eget vizsgálja gammasugárzás után kutatva

604

00:40:02,960 --> 00:40:06,800

amely a Természet legnagyobb energiájú sugárzása.

605

00:40:08,360 --> 00:40:10,960

Szerencsénkre a Föld légköre

606

00:40:10,960 --> 00:40:12,320

megvéd a halálos gammasugárzástól.

607

00:40:12,360 --> 00:40:16,000

De a sugárzás nyomokat hagy, melyeket a csillagászok vizsgálhatnak.

608

00:40:16,120 --> 00:40:19,000

A légkörbe érkezés után nagyenergiájú részecskék

609

00:40:19,120 --> 00:40:20,640

egész záporát váltják ki.

610

00:40:20,760 --> 00:40:25,320

Ezek a részecskék halvány derengést okoznak, amelyet a MAGIC vizsgál.

611

00:40:26,920 --> 00:40:30,640

És itt van a Pierre Auger Observatórium Argentínában.

612

00:40:30,680 --> 00:40:33,080

Mégcsak nem is hasonlít egy távcsőre.

613

00:40:33,120 --> 00:40:38,960

A Pierre Auger összesen 1600 darab, 3000 négyzetkilométeres területen

614

00:40:38,960 --> 00:40:40,240

elhelyezett detektorból áll.

615

00:40:40,360 --> 00:40:44,560

Ezzel a kozmikus sugárzás keltette olyan részecskezápороkat próbálnak felfogni, amelyek távoli szupernóvákból

616

00:40:44,600 --> 00:40:46,480

és fekete lyukakból származnak.

617

00:40:47,680 --> 00:40:52,400

És ejtsünk szót a neutrínó-távcsövekről, amiket mély bányákban a föld alatt

618

00:40:52,520 --> 00:40:55,720

vagy a tenger, netán az Antarktisz jege alatt üzemeltetnek.

619

00:40:55,840 --> 00:40:57,880

Nevezhetjük ezeket távcsöveknek?

620

00:40:57,960 --> 00:40:59,400

Miért is ne?

621

00:40:59,520 --> 00:41:03,800

Ezek is az Univerzumot vizsgálják, még ha nem is rögzítenek adatokat

622

00:41:03,840 --> 00:41:06,080

az elektromágneses spektrumból.

623

00:41:06,120 --> 00:41:09,880

A neutrínók alig megfogható részecskék, melyek a Nap belsejében,

624

00:41:09,960 --> 00:41:12,240

illetve szupernóva-robbanásokban keletkeznek.

625

00:41:12,360 --> 00:41:15,800

A Nagy Bumm során is számos neutrínó keletkezett.

626

00:41:15,920 --> 00:41:20,640

A szokásos elemi részecskéktől eltérően, az elektromos töltés nélküli neutrínók minden nehézség nélkül,

627

00:41:20,680 --> 00:41:25,640

fénysebességgel haladnak át a hagyományos anyagon.

628

00:41:25,760 --> 00:41:30,240

Bár tanulmányozni nehéz ezeket, rendkívül nagy számban vannak jelen a világban.

629

00:41:30,280 --> 00:41:34,160

Másodpercenként több mint 50 trillió, a Napból származó neutrínó érkezik

630

00:41:34,200 --> 00:41:36,560

és halad át akadálytalanul testünkön.

631

00:41:36,680 --> 00:41:40,800

Végül a csillagászok és fizikusok összefogtak a gravitációs hullámok észlelésére

632

00:41:40,920 --> 00:41:42,640

képes detektorok építésére.

633

00:41:42,680 --> 00:41:46,640

Ezek a "távcsövek" nem sugárzást észlelnek vagy részecskéket fognak fel.

634

00:41:46,680 --> 00:41:51,240

Ehelyett a téridőben fellépő apró zavarokat mutatják ki,

635

00:41:51,280 --> 00:41:56,960

melyek létezését Albert Einstein relativitáselmélete jelezte előre.

636

00:41:57,040 --> 00:42:01,160

Különbféle műszerekkel a csillagászok a teljes

637

00:42:01,200 --> 00:42:06,960

elektromágneses szinképtartományt vizsgálják, sőt, még azon is túl kutatnak.

638

00:42:07,040 --> 00:42:11,240

De néhány megfigyelést egyszerűen lehetetlen a földfelszínről elvégezni.

639

00:42:11,280 --> 00:42:12,800

A megoldás?

640

00:42:12,920 --> 00:42:15,240

Úrtávcsövek.

641

00:42:22,000 --> 00:42:26,560

6. Túl a Földön

642

00:42:28,560 --> 00:42:30,400

Ez a Hubble-űrtávcső.

643

00:42:30,480 --> 00:42:33,360

A történelem leghíresebb távcsöve.

644

00:42:33,440 --> 00:42:34,800

Jó okkal.

645

00:42:34,880 --> 00:42:38,560

A Hubble a csillagászat számos területét forradalmasította.

646

00:42:38,640 --> 00:42:42,040

Pedig napjaink legnagyobb távcsöveihez képest a Hubble tükre kicsi.

647

00:42:42,120 --> 00:42:45,040

Mindössze 2,4 méter átmérőjű.

648

00:42:45,120 --> 00:42:48,640

De elhelyezkedése szó szerint kívül van a mi világunkon!

649

00:42:48,720 --> 00:42:52,360

S a földi légkör torzító hatásaitól megszabadulva, kivételesen

650

00:42:52,440 --> 00:42:54,600

éles képet ad az Univerzumból.

651

00:42:54,680 --> 00:42:59,360

Sőt, a Hubble ultraibolya és infravörös tartományban is "lát".

652

00:42:59,440 --> 00:43:02,480

Ezek a sugárzások nem detektálhatóak a földi távcsövekkel

653

00:43:02,560 --> 00:43:05,880

az atmoszféra blokkoló hatása miatt.

654

00:43:05,960 --> 00:43:09,880

Akár telefonfülkényi méretet is elérő kamerák és spektrográfok

655

00:43:09,960 --> 00:43:14,600

érzékelik és elemzik a távoli kozmikus vidékekről érkező fénysugarakat.

656

00:43:14,680 --> 00:43:19,320

A Földön lévő teleszkópokhoz hasonlóan a Hubble-t is karbantartják és fejlesztik időről időre.

657

00:43:19,400 --> 00:43:22,760

A szükséges szervizeléseket asztronauták végzik, űrséták során.

658

00:43:22,840 --> 00:43:24,440

A tönkrement alkatrészeket megjavítják.

659

00:43:24,520 --> 00:43:27,000

A kiöregedett műszereket pedig újakra cserélik,

660

00:43:27,080 --> 00:43:29,800

melyek az aktuális csúcstechnológiát képviselik.

661

00:43:29,880 --> 00:43:33,280

A Hubble a megfigyelési csillagászat "erőműve" lett,

662

00:43:33,360 --> 00:43:37,240

s átformálta a Világegyetemről alkotott képünket.

663

00:43:39,840 --> 00:43:44,800

Rendkívül éles látásával a Hubble megfigyelte a marsi évszakok változását,

664

00:43:45,920 --> 00:43:48,800

egy üstökös becsapódását a Jupiterbe,

665

00:43:50,520 --> 00:43:53,880

a Szaturnusz éléről látszó gyűrűrendszerét,

666

00:43:56,920 --> 00:44:00,400

sőt, még a parányi Pluto felszínét is.

667

00:44:00,480 --> 00:44:06,320

Feltárta a csillagok életútját, születésük és fiatal koruk

668

00:44:06,600 --> 00:44:12,560

porban gazdag gázfelhőkben lezajló időszakától kezdve egészen a végső állapotukig:

669

00:44:12,640 --> 00:44:17,800

ahogyan haldokló csillagokként ritka, lassan táguló gázfelhőket dobnak le magukról

670

00:44:17,920 --> 00:44:24,960

vagy hatalmas szupernóva-robbanás során csaknem túlragyogják egész szülőgalaxisukat.

671

00:44:25,040 --> 00:44:28,960

Az Orion-köd mélyén a Hubble megfigyelt új, születőben lévő

672

00:44:29,040 --> 00:44:34,080

naprendszereket: fiatal csillagok körüli porkorongokat, melyekből hamarosan

673

00:44:34,120 --> 00:44:36,080

bolygók alakulhatnak ki.

674

00:44:36,200 --> 00:44:40,320

Az űrtávcső csillagok ezreit vizsgálta óriási gömbhalmazokban,

675

00:44:40,440 --> 00:44:45,960

a Világegyetem legrégebbi csillagtársulásaiban.

676

00:44:46,040 --> 00:44:48,320

És természetesen galaxisokat is vizsgált.

677

00:44:48,440 --> 00:44:51,960

A csillagászok korábban soha nem látott részleteket tanulmányozhattak.

678

00:44:51,960 --> 00:44:58,800

Fenséges spirálszerkezeteket, fényelnyelő porsávokat, gigantikus ütközéseket.

679

00:45:01,040 --> 00:45:05,480

Rendkívül hosszú expozíciós felvételeken az ég korábban üresnek vélt területein

680

00:45:05,520 --> 00:45:10,080

ezrével tűntek fel a halvány, több milliárd fényévre lévő galaxisok.

681

00:45:10,120 --> 00:45:13,960

Az így detektált fotonok akkor indultak útnak, mikor az Univerzum még egészen fiatal volt.

682

00:45:14,040 --> 00:45:18,400

Egy ablak, amely a távoli műltra nyílik, és új megvilágításba helyezi számunkra

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560

az örökké fejlődő kozmoszt.

684

00:45:22,200 --> 00:45:24,880

A Hubble nem az egyedüli teleszkóp az űrben.

685

00:45:24,920 --> 00:45:29,800

Ez a NASA 2003 augusztusában indított Spitzer-űrtávcsöve.

686

00:45:29,920 --> 00:45:33,720

Tekinthetjük a Hubble infravörös megfelelőjének.

687

00:45:33,760 --> 00:45:37,960

A Spitzer főtükre mindössze 85 centiméter átmérőjű.

688

00:45:37,960 --> 00:45:41,080

Az egész távcsövet egy hópajzs védi

689

00:45:41,200 --> 00:45:42,480

a Nap sugárzásától.

690

00:45:42,520 --> 00:45:47,160

A műszereket folyékony héliumot tartalmazó, zárt tartályokban helyezték el.

691

00:45:47,200 --> 00:45:50,080

Hőmérsékletük mindössze néhány fokkal haladja meg

692

00:45:50,200 --> 00:45:51,800

az abszolút nulla fokot.

693

00:45:51,920 --> 00:45:55,560

Így rendkívül érzékennyé váltak.

694

00:45:55,680 --> 00:45:58,720

A Spitzer egy porban gazdag Univerzum képét tárta elénk.

695

00:45:58,760 --> 00:46:02,560

Sötét, átlátszatlan porfelhőket, melyek infravörösben fényesnek tűnnek,

696

00:46:02,680 --> 00:46:04,560

ha valami fűti őket belülről.

697

00:46:04,600 --> 00:46:08,720

A galaxisütközések lökéshullámai összesöprik a kozmikus port jellegzetes gyűrűkbe,

698

00:46:08,760 --> 00:46:13,480

és az árapályerők által leszakított anyagcsomókba, melyek a csillagkeletkezés új helyszíneivé válnak.

699

00:46:15,520 --> 00:46:19,080

A csillagok halálakor szintén sok por keletkezik.

700

00:46:19,200 --> 00:46:23,080

A Spitzer felfedezte, hogy a planetáris ködök és a szupernóva-maradványok nagy mennyiségben tartalmaznak

701

00:46:23,200 --> 00:46:28,320

porsemcséket, melyekből később bolygók épülhetnek fel.

702

00:46:28,440 --> 00:46:32,080

Más infravörös hullámhosszakon a Spitzer át tud látni a poron,

703

00:46:32,200 --> 00:46:37,720

felfedve a sűrű magjukban rejtőzködő csillagokat.

704

00:46:37,840 --> 00:46:40,960

Végül, az űrtávcső spektrográfjaival sikerült tanulmányozni

705

00:46:40,960 --> 00:46:44,880

néhány exobolygó légkörét is - Jupiterhez hasonló gázóriásokét,

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880

melyek mindössze néhány nap alatt megkerülik csillagukat.

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

Mi a helyzet a röntgen- és a gammasugárzással?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

Nos, ezeket a Föld légköre egyáltalán nem engedi át.

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

Űrtávcsövek nélkül a csillagászok teljesen vakok lennének

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

az elektromágneses sugárzás ezen fajtáira.

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

A röntgen és gamma űrtávcsövek megmutatják a forró,

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

energikus és erőszakos Univerzumot, melyben galaxishalmazokat, fekete lyukakat,

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

szupernóva-robbanásokat és galaxisütközéseket láthatunk.

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

Bár ezeket igen nehéz megépíteni.

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

A nagyenergiájú sugárzás egyszerűen keresztülmegy a hagyományos tükrökön.

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

A röntgensugarakat csak egymásba ágyazott, színarany tükörrendszerrel lehet fókuszálni.

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

A gammasugarakat pedig kifinomult lyukkamerákkal,

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

vagy szcintillátorokkal detektálják, melyek rövid fényfelvillanással jelzik,

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

ha egy gamma-foton éri el őket.

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

A NASA a kilencvenes években működtette a Compton gamma űrtávcsövet.

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

Abban az időben ez számított a valaha felbocsátott

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

legnagyobb és legnehezebb tudományos műholdnak.

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

Egy komplett, repülő laboratórium az űrben.

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

A Compton örökébe 2008-ban a GLAST, azaz a

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

Gamma Ray Large Area Space Telescope lépett.

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

Ez a távcső minden nagyenergiájú eseményt tanulmányoz majd az Univerzumban,

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

a sötét anyagtól a pulzárrokig.

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

Nagy röntgentávcsőből jelenleg kettő is található az űrben.

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

A NASA Chandra-űrtávcsöve és az ESA XMM-Newton obszervatóriuma

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

egyaránt a Világegyetem legforróbb helyeit vizsgálják.

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

Ilyennek látszik az égbolt röntgenfényben.

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

Hatalmas, forró gázfelhők, melyek több millió fokos hőmérsékletre fűtődnek

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

a szupernóvák lökéshullámai által.

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

A fényes pontforrások úgynevezett röntgenkettősök: neutroncsillagok, vagy

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640
fekete lyukak, melyek anyagot szívnak el a társcsillagokról.

736
00:48:43,720 --> 00:48:47,280
A forró, beáramló gáz pedig intenzíven sugároz a röntgentartományban.

737
00:48:47,360 --> 00:48:51,560
Hasonlóképpen, röntgentávcsövekkel mutattak ki szupernehéz fekete lyukakat

738
00:48:51,640 --> 00:48:53,760
távoli galaxisok centrumában.

739
00:48:53,840 --> 00:48:57,800
A beáramló anyag kellőképpen felmelegszik és erős röntgensugárzóvá válik,

740
00:48:57,880 --> 00:49:02,160
mielőtt végleg elnyelődne a fekete lyuk belsejében, és eltűnne a szemünk elől.

741
00:49:02,240 --> 00:49:06,840
A forró de igen híg gáz a galaxisok közötti teret is kitölti

742
00:49:06,920 --> 00:49:08,320
egy-egy galaxishalmazban.

743
00:49:08,400 --> 00:49:12,240
Néha ez a galaxisközi gáz tovább forrósodik

744
00:49:12,320 --> 00:49:16,480
a galaxishalmazok ütközése és összeolvadása során létrejövő lökeshullámok hatására.

745
00:49:16,560 --> 00:49:20,760
Még izgalmasabbak az ún. gammakitörések, az Univerzum

746
00:49:20,840 --> 00:49:22,600
legnagyobb energiájú eseményei.

747
00:49:22,680 --> 00:49:26,920
Ezek valószínűleg nagy tömegű, gyorsan forgó csillagok elemi erejű,

748
00:49:26,960 --> 00:49:28,760
végső robbanásai.

749
00:49:28,840 --> 00:49:32,760
Ilyenkor egy másodperc alatt több energia keletkezik, mint amennyit a Nap termel

750
00:49:32,840 --> 00:49:35,760
10 milliárd év alatt.

751

00:49:38,200 --> 00:49:42,160

A Hubble, a Spitzer, a Chandra, az XMM-Newton és a GLAST

752

00:49:42,240 --> 00:49:44,600

mind-mind sokoldalú óriások.

753

00:49:44,680 --> 00:49:47,640

De néhány űrtávcső jóval kisebb, és

754

00:49:47,720 --> 00:49:49,240

szűkebb területre koncentrált programot lát el.

755

00:49:49,320 --> 00:49:51,280

Vegyük például a COROT űrtávcsövet.

756

00:49:51,360 --> 00:49:54,880

Ez a francia műhold a csillagok rezgéseit vizsgálja, és

757

00:49:54,960 --> 00:49:56,880

más csillagok körüli bolygókat keres.

758

00:49:56,960 --> 00:50:01,240

Vagy a NASA röntgen- és gammatartományban is működő Swift műholdja,

759

00:50:01,320 --> 00:50:05,720

mely a gammavillanások titkát próbálja kibogozni.

760

00:50:05,800 --> 00:50:10,160

Vagy ott van a WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) nevű szonda,

761

00:50:10,240 --> 00:50:13,840

mely mindössze két év alatt példátlan részletességgel térképezte fel

762

00:50:13,920 --> 00:50:17,280

a mikrohullámú kozmikus háttérsugárzást.

763

00:50:17,360 --> 00:50:21,200

A WMAP a kozmológusok kezébe adta az eddigi legjobb képét

764

00:50:21,280 --> 00:50:26,680

az Univerzum legkorábbi korszakának, több, mint 13 milliárd évvel ezeöttről.

765

00:50:26,760 --> 00:50:29,640

A tér határainak felnyitása az egyik legizgalmasabb fejlemény

766

00:50:29,720 --> 00:50:32,240

a távcsövek történetében.

767

00:50:32,320 --> 00:50:34,760

Mi jöhet még ezután?

768

00:50:37,800 --> 00:50:40,680

7. A jövő titkai

769

00:50:42,680 --> 00:50:45,480

Arizonában az első tükröt öntik

770

00:50:45,560 --> 00:50:47,400

a Nagy Magellán Távcsőhöz (Giant Magellan Telescope).

771

00:50:47,480 --> 00:50:50,680

Ezt a hatalmas műszert a Las Campanas Obszervatóriumban

772

00:50:50,760 --> 00:50:52,360

Chilében fogják megépíteni.

773

00:50:52,440 --> 00:50:56,040

Hét darab, egyenként nyolc méternél is nagyobb átmérőjű tükrét

774

00:50:56,120 --> 00:50:59,200

virágszirmokhoz hasonló elrendezésben helyezik majd el.

775

00:50:59,280 --> 00:51:02,200

Együtt több mint négyszer annyi fényt gyűjtenek majd,

776

00:51:02,280 --> 00:51:05,799

mint a jelenlegi legnagyobb optikai távcsövek.

777

00:51:05,880 --> 00:51:10,240

A 2015-re tervezett, 30 méteres CTMT (Californian Thirty Meter Telescope) inkább

778

00:51:10,320 --> 00:51:13,080

a Keck-teleszkópok nagyobb változata.

779

00:51:13,160 --> 00:51:16,360

Több száz szegmensből áll majd össze a gigászi tükör,

780

00:51:16,440 --> 00:51:20,520

mely olyan magas lesz, mint egy hat emeletes épület.

781

00:51:20,600 --> 00:51:25,320

Elkészültek a tervek egy európai távcsőóriás (EELT, European Extremely Large Telescope) megépítésére is.

782

00:51:25,799 --> 00:51:29,160
42 méteres átmérőjével akkora lesz

783
00:51:29,240 --> 00:51:32,640
mint egy olimpiai úszómedence - felülete kétszerese a

784
00:51:32,720 --> 00:51:34,840
Harminc Méteres Távcsőének.

785
00:51:34,920 --> 00:51:39,400
Ezeket a jövőbeli monstrumokat infravörös megfigyelésekre optimalizálják, és

786
00:51:39,480 --> 00:51:44,160
valamennyit érzékeny műszerekkel, és adaptív optikával szerelik fel.

787
00:51:44,240 --> 00:51:46,840
Segítségükkel megpillanthatjuk a galaxisok

788
00:51:46,920 --> 00:51:50,120
és csillagok legelső generációját az Univerzum történetében.

789
00:51:50,200 --> 00:51:53,120
Ezen túl elkészíthetik az első valós képet

790
00:51:53,200 --> 00:51:56,160
egy távoli naprendszerben lévő bolygóról.

791
00:51:56,240 --> 00:52:00,000
A rádiócsillagászok számára persze a 42 méter semmiség.

792
00:52:00,080 --> 00:52:02,720
Ők sok kisebb eszközt kapcsolnak össze, hogy létrehozzanak

793
00:52:02,799 --> 00:52:05,080
egy sokkal nagyobb detektort.

794
00:52:05,160 --> 00:52:08,799
Hollandiában jelenleg a LOFAR (Low Frequency Array) rendszer

795
00:52:08,880 --> 00:52:10,520
van kiépülőben.

796
00:52:10,600 --> 00:52:15,840
A tervek szerint 30 ezer antennát kapcsolnak össze egy szuperszámítógéppel, optikai szálak segítségével.

797
00:52:15,920 --> 00:52:19,440
Az újszerű elrendezésben nem lesznek mozgó részek, de a rendszer egyszerre így is

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840

nyolc különböző irányban lesz képes vizsgáldni.

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120

A LOFAR technológiája a remények szerint elvezet majd a Square Kilometre Array nevű

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600

távcsőhálózat létrejöttéhez, mely jelenleg

801

00:52:28,680 --> 00:52:30,560

a rádiócsillagászok kívánságlistájának élén áll.

802

00:52:30,640 --> 00:52:34,640

A nemzetközi távcsőrendszer Ausztráliában vagy Dél-Afrikában épülhet meg.

803

00:52:34,720 --> 00:52:38,560

A hatalmas tányérantennák és kis vevőberendezések együtteséből összeálló detektor

804

00:52:38,640 --> 00:52:42,920

elképesztően részletes felbontásban mutatja majd meg a rádióégboltot.

805

00:52:43,000 --> 00:52:46,720

Egy négyzetkilométeres gyűjtőfelületével

806

00:52:46,799 --> 00:52:50,440

ez az eszköz lesz messze a legérzékenyebb rádióhullám-detektor,

807

00:52:50,520 --> 00:52:52,920

melyet valaha is építettek.

808

00:52:53,000 --> 00:52:58,040

Fejlődő galaxisok, nagy teljesítményű kvazárok, fel-felvillanó pulzárok,

809

00:52:58,160 --> 00:53:01,799

egyetlen rádióforrás sem bújhat el a

810

00:53:01,880 --> 00:53:04,760

a "Square Kilometre Array" kíváncsi szemei előtt.

811

00:53:04,799 --> 00:53:08,280

A műszerrel még olyan rádiójeleket is keresnek majd, melyek

812

00:53:08,360 --> 00:53:11,840

földönkívüli civilizációk üzeneteit rejthetik.

813

00:53:11,920 --> 00:53:15,160

És mi a helyzet az űrrel?

814

00:53:15,240 --> 00:53:19,040

Nos, az ötödik - és várhatóan utolsó - nagyjavítás után

815

00:53:19,120 --> 00:53:24,480

a Hubble-űrtávcső várhatóan kb. 2013-ig lesz aktív.

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720

Ezidőtájt bocsáthatják fel az utódját is.

817

00:53:30,760 --> 00:53:34,720

Ismerkedjenek meg a James Webb-űrtávcsővel,

818

00:53:34,799 --> 00:53:40,480

a NASA korábbi igazgatójáról elnevezett, infravörös űrobszervatóriummal.

819

00:53:40,560 --> 00:53:44,840

6,5 méteres, több részből álló tükre a pályára állás után

820

00:53:44,920 --> 00:53:48,480

hatalmas űrbeli virágként nyílik majd ki - hétszer nagyobb érzékenységet elérve,

821

00:53:48,560 --> 00:53:51,360

mint a Hubble-űrtávcső.

822

00:53:51,440 --> 00:53:54,520

Egy hatalmas árnyékoló ernyő védi majd az optikai elemeket

823

00:53:54,600 --> 00:53:57,960

és az alacsony hőmérsékletet igénylő detektorokat a napsugárzástól,

824

00:53:58,040 --> 00:54:03,000

melyek így mínusz 233 Celsius-fok környékén működhetnek.

825

00:54:04,200 --> 00:54:07,880

A James Webb-űrtávcső nem a Föld körül fog keringeni.

826

00:54:07,960 --> 00:54:11,640

Bolygónktól mintegy másfél millió kilométeres távolságban,

827

00:54:11,720 --> 00:54:15,880

tág pályán kering majd a Nap körül.

828

00:54:15,960 --> 00:54:19,080

Fél évszázaddal ezelőtt a kaliforniai Palomar-hegyen lévő Hale-teleszkóp volt

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960
a történelem legnagyobb távcsöve.

830
00:54:21,000 --> 00:54:25,120
Most képesek vagyunk egy ennél is nagyobb távcsövet juttatni az űrbe.

831
00:54:25,160 --> 00:54:29,440
Egyelőre csak találgatni tudjuk, milyen felfedezések válnak lehetővé általa.

832
00:54:29,520 --> 00:54:31,680
Figyeljék a híreket!

833
00:54:32,160 --> 00:54:34,880
Eközben kreatív mérnökök forradalmi megoldásokat fejlesztenek ki

834
00:54:34,960 --> 00:54:37,720
az új távcsövek tervezésekor.

835
00:54:37,799 --> 00:54:42,040
Kanadai tudósok ún. folyékony tükrű távcsövet építettek.

836
00:54:42,120 --> 00:54:45,200
Az ilyen teleszkópnál a fénysugarak nem egy

837
00:54:45,280 --> 00:54:49,360
szilárd anyagú főtükörről, hanem egy forgó medencében lévő,

838
00:54:49,440 --> 00:54:52,600
görbült higanyfelületről verődnek vissza.

839
00:54:52,680 --> 00:54:56,360
Az elrendezés miatt a higanytükrű távcsövekkel csak egy irányba lehet nézni,

840
00:54:56,440 --> 00:54:59,120
de nagy előnyük, hogy viszonylag kevés pénzből,

841
00:54:59,200 --> 00:55:01,360
és egyszerűen megépíthetőek.

842
00:55:01,440 --> 00:55:04,440
Rádiócsillagászok a LOFAR-hoz hasonló antennarendszert telepítenének

843
00:55:04,520 --> 00:55:07,360
a Hold felszínére, olyan távol a Földről érkező rádió zaj

844
00:55:07,440 --> 00:55:10,880
zavaró hatásaitól, amennyire csak lehetséges.

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520

Ki tudja, egy napon talán egy nagyméretű

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360

optikai távcső is lesz a Hold túlsó oldalán.

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360

Továbbá űrtávcsövek és takaró korongok segítségével

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960

a röntgenszállagászatban is rendkívüli előrelépések várhatóak

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040

a közeljövőben.

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720

Sikerülhet talán képet alkotni egy fekete lyuk

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760

közvetlen környezetéről.

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560

Távcsöveink révén egy napon választ kaphatunk az emberiség

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840

egyik legalapvetőbb kérdésére: vajon egyedül vagyunk-e a Világmindenségben?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800

Tudjuk, hogy léteznek más naprendszerek is.

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280

Feltételezzük, hogy köztük a Földünkhöz hasonlóak is vannak melyeken akár

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200

folyékony víz is lehet.

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200

De

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440

van-e rajtuk élet?

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120

Ilyen extraszoláris bolygókat találni nem egyszerű dolog.

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680

Többnyire rejtve maradnak a csillagászok szeme elől,

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960

központi csillaguk intenzív sugárzása miatt.

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040

A sötét világűrbe küldendő interferométerek

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760

jelenthetik a megoldást.

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520

A NASA jelenleg a földszerű bolygók keresésére a

865

00:56:13,560 --> 00:56:16,120

TPF (Terrestrial Planet Finder, Földtípusú Bolygó Kereső) programot készíti elő.

866

00:56:16,240 --> 00:56:20,680

Európában ugyanerre a célra szánják a Darwin távcsőrendszert.

867

00:56:20,799 --> 00:56:24,360

Hat távcső kering majd a Nap körül, alakzatba rendeződve.

868

00:56:24,480 --> 00:56:28,520

Egymástól való távolságukat lézerekkel kontrollálják, nanométeres pontossággal.

869

00:56:28,560 --> 00:56:32,200

Ezzel a rendszerrel ma elképzelhetetlen felbontóképességet lehet majd elérni,

870

00:56:32,240 --> 00:56:36,040

s a központi égitest fényének kitakarásával láthatóvá válhatnak

871

00:56:36,160 --> 00:56:39,800

a más csillagok körül keringő, Föld-szerű planéták.

872

00:56:40,640 --> 00:56:44,880

Ezt követően a csillagászoknak elemezniük kell a bolygókról visszaverődő csillagfényt.

873

00:56:45,000 --> 00:56:49,960

Ez tartalmazza a planéták légkörének színeképi jellemzőit is.

874

00:56:50,000 --> 00:56:53,280

S ha szerencsénk van, 15 éven belül izgalmas alkotóelemeket észlelhetünk:

875

00:56:53,320 --> 00:56:55,600

oxigént, metánt, ózont.

876

00:56:55,720 --> 00:56:58,800

Az élet nyomjelzőit.

877

00:57:01,000 --> 00:57:03,520

Az Univerzum tele van meglepetésekkel.

878

00:57:03,640 --> 00:57:05,960

Akárhányszor is tekintünk az égboltra, az mindig nyomot hagy bennünk.

879

00:57:06,080 --> 00:57:08,960

Nem csoda, hogy világszerte amatőr csillagászok százezrei

880

00:57:09,000 --> 00:57:11,520

mennek ki minden derült éjszakán az égbolt alá, hogy

881

00:57:11,640 --> 00:57:13,200

rácsodálkozzanak a kozmosz szépségeire.

882

00:57:13,240 --> 00:57:15,520

Távcsövek sokkal jobbakként, mint amit egykor

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960

Galilei használt.

884

00:57:17,000 --> 00:57:20,600

Digitális felvételeik minősége is messze túlszárnyalja azokat a fényképeket,

885

00:57:20,640 --> 00:57:23,760

melyeket csupán egy-két évtizede készítettek a hivatásos szakemberek.

886

00:57:23,880 --> 00:57:27,200

A csillagászok távcsöves kutatómunkája, mellyel az Univerzum titkainak feltárását célozták meg,

887

00:57:27,240 --> 00:57:30,760

négyszáz éves múlttra tekint vissza.

888

00:57:30,799 --> 00:57:35,040

De még mindig nagyon sok a feltérképezetlen terület.

889

00:57:35,560 --> 00:57:38,880

Hosszú utat tettünk meg, mióta négy évszázada Galilei nekilátott,

890

00:57:39,000 --> 00:57:42,200

hogy távcsövével feltérképezze az égboltot.

891

00:57:42,240 --> 00:57:45,440

Még ma is távcsövekkel figyeljük az Univerzumot

892

00:57:45,480 --> 00:57:50,800

de már nem csak a Földről, hanem az űr határtalan térségeiből is.

893

00:57:50,920 --> 00:57:54,520

Emberi mivoltunk lényege a látszólag kifogyhatatlan tartalékokkal bíró

894

00:57:54,640 --> 00:57:57,680

találékonyágban és tudásvágyban van.

895

00:57:57,799 --> 00:58:00,360

Még csak most kezdtünk hozzá, hogy megválaszoljuk

896

00:58:00,400 --> 00:58:02,440

a legalapvetőbb kérdéseket.

897

00:58:02,480 --> 00:58:05,120

Több mint háromszáz bolygót ismerünk már idegen naprendszerekben

898

00:58:05,160 --> 00:58:09,200

szerte a Galaxisunkban, s kimutattunk szerves molekulákat is

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760

távoli csillagok bolygóin.

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440

Úgy tűnik, ezek a hihetetlen újdonságok jelentik az emberi tudomány csúcsát,

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520

de a java még kétségtelenül hátravan.

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440

Te is csatlakozhatsz a felfedezőkhöz.

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200

Nézz fel, és csodálkozz.