

1

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

Með því að þenja sjónsvið okkar langt út fyrir hugarflug forfeðranna

2

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

vísa þessi undraverðu tæki, sjónaukarnir, veginn í átt að dýpri og

3

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

fullkonnari skilningi á náttúrunni. - René Descartes, 1637

4

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

Um árpúsundir hefur mannkynið horft upp í seiðandi næturhimininn

5

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

án þess að bera skynbragð á stjörnurarnar í Vetrarbrautinni okkar sem aðrar sólar

6

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

eða milljarða systurvetrarbrauta sem fylla aðra hluta heimsins

7

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

eða hvernig við erum aðeins örlítill depill í

8

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

13,7 milljarða ára sögu alheimsins.

9

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

Þegar augu okkar voru einu sjóntækin áttum við enga möguleika á

10

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

að finna sólkerfi umhverfis aðrar stjörnur, eða komast að því

11

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

hvort líf væri að finna annars staðar í alheiminum.

12

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

Nú erum við komin áleiðis við að skýra mörg

13

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

undur alheimsins á tímum sem segja má að séu

14

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

gullöld uppgötvana í stjörnufræði.

15

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

Ég er Dr. J og leiði ykkur í sannleikann um sjónaukann -

16

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

hið undraverða tæki sem hefur opnað alheiminn upp á gátt

17

00:01:11,960 --> 00:01:15,520
fyrir mannkynið.

18

00:01:17,960 --> 00:01:21,880
HORFT TIL HIMINS 400 ára saga uppgötvana með sjónaukanum

19

00:01:22,200 --> 00:01:26,960
1. Ný sýn á himininn

20

00:01:28,960 --> 00:01:32,120
Fyrir fjórum öldum, árið 1609, gekk maður út

21

00:01:32,240 --> 00:01:34,640
á akra í grennd við heimili sitt.

22

00:01:34,720 --> 00:01:39,000
Hann beindi heimagerðum sjónauka sínum í átt að tunglinu, plánetunum og stjörnunum.

23

00:01:39,080 --> 00:01:42,600
Hann hét Galileó Galilei.

24

00:01:44,040 --> 00:01:47,280
Stjörnufræðin varð aldrei söm eftir þetta.

25

00:02:07,440 --> 00:02:12,400
Nú, 400 árum eftir að Galileó beindi fyrst sjónauka í átt til himins

26

00:02:12,640 --> 00:02:18,280
nota stjörnufræðingar risavaxna spegla á fjarlægum fjallstindum til þess að kanna himininn.

27

00:02:18,360 --> 00:02:23,520
Útvarpssjónaukar safna ógreinilegu tísti og hvískri utan úr geimnum.

28

00:02:23,600 --> 00:02:27,680
Vísindamenn hafa jafnvel sent sjónauka út í geim

29

00:02:27,760 --> 00:02:31,960
langt út fyrir truflandi áhrif lofthjúpsins.

30

00:02:33,440 --> 00:02:38,680
Og útsýnið hefur verið stórkostlegt!

31

00:02:42,960 --> 00:02:46,640
Reyndar fann Galileó ekki upp sjónaukann.

32

00:02:46,720 --> 00:02:49,760
Þann heiður á Hans Lipperhey, tiltölulega lítt þekktur

33
00:02:49,840 --> 00:02:53,400
hollensk-þýskur sjóntækjafræðingur.

34
00:02:53,520 --> 00:02:57,880
En Hans Lipperhey notaði aldrei sjónaukann til þess að gá til stjarna.

35
00:02:57,960 --> 00:03:00,840
Þess í stað hélt hann að uppgötvun sín myndi helst gagnast

36
00:03:00,920 --> 00:03:03,640
sæfarendum og hermönnum.

37
00:03:03,800 --> 00:03:07,240
Lipperhey var frá Middelburg sem þá var stór verslunarborg

38
00:03:07,320 --> 00:03:10,440
í hinu nýstofnaða Hollenska Lýðveldi.

39
00:03:13,960 --> 00:03:18,040
Árið 1608 uppgötvaði Lipperhey að þegar horft er á fjarlægagan hlut

40
00:03:18,120 --> 00:03:24,000
í gegnum kúpta og íhvolfa linsu, stækkar hluturinn ef

41
00:03:24,080 --> 00:03:29,640
linsurnar eru staðsettar í réttri fjarlægð hvor frá annarri.

42
00:03:29,720 --> 00:03:33,800
Sjónaukinn var fæddur!

43
00:03:33,880 --> 00:03:37,520
Í september 1608 sýndi Lipperhey uppgötvun sína

44
00:03:37,600 --> 00:03:39,880
hollenska prinsinum Maurits.

45
00:03:39,960 --> 00:03:42,840
Hann hefði ekki getað valið betra augnablik því

46
00:03:42,920 --> 00:03:45,880
á þessum tíma var Holland flækt í

47
00:03:45,960 --> 00:03:49,320
80 ára stríðið við Spánverja.

48

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

Hinn nýuppgötvaði sjónauki gat stækkað hluti og komið upp um

49

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

óvinaskip og hersveitir sem voru of fjarlæggar til þess að sjást

50

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

með berum augum.

51

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

Sem sagt, mjög gagnleg uppgötvun!

52

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

En hollenska ríkistjórnin veitti Lipperhey aldrei einkaleyfi á sjónaukanum.

53

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

Ástæða þess var að aðrir kaupmenn gerðu einnig tilkall til uppgötvunarinnar

54

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

einkum keppinautur Lipperheys, Sacharias Janssen.

55

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

Deilan var aldrei útkljáð.

56

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

Enn þann dag í dag er nákvæmur uppruni sjónaukans sveipaður dulúð.

57

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

Ítalski stjörnufræðingurinn Galileó Galilei, faðir nútíma eðlisfræði

58

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

heyrði af sjónaukanum og ákvað að smíða eigin sjónauka.

59

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

Fyrir um tíu mánuðum barst það mér til eyrna að tiltekinn

60

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

Flæmingi hefði smíðað fjarsjá en með hjálp hennar verða sýnileg fyrirbæri

61

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

þótt fjarlæg séu, auðveldlega sjáanleg

62

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

sem væru þau rétt hjá.

63

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

Galileó var mesti vísindamaður síns tíma.

64

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

Hann studdi eindregið hina nýju heimsmynd

65

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

pólska stjörnufræðingsins Nikulásar Kópernikusar sem varpaði fram þeirri hugmynd að

66

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

jörðin snerist um sólina, en ekki öfugt.

67

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

Út frá því sem hann hafði heyrt um hollenska sjónaukann

68

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

smíðaði Galileó eigin sjóntæki.

69

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

Þau voru af miklu meiri gæðum.

70

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

Að lokum, með því að leggja í mikla vinnu og kostnað, tókst mér

71

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

að smíða handa sjálfum mér svo fullkomið tæki að

72

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

hlutir sem sjást í því virðast nánast þúsund

73

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

sinnum stærri en með berum augum.

74

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

Það var kominn tími til þess að reyna sjónaukann á himninum.

75

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

Ég er orðinn sannfærður um að yfirborð

76

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

tunglsins er ekki slétt, einsleitt og með hárnákvæma kúlulögun

77

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

eins og margir heimspekingar halda

78

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

heldur ójafnt, hrjúft og þakið holum og nibbum

79

00:06:01,800 --> 00:06:06,240

ekki ósvipað yfirborði jarðar.

80

00:06:11,640 --> 00:06:15,320

Landslag með gígum, fjöllum og dölum.

81

00:06:15,400 --> 00:06:18,320

Heimur áþekkur jörðinni okkar!

82

00:06:19,600 --> 00:06:24,040

Fáeinum vikum síðar, í janúar 1610, skoðaði Galileó Júpíter.

83

00:06:24,120 --> 00:06:28,600

Rétt hjá reikistjörnunni sá hann fjóra ljósdepla sem breyttu

84

00:06:28,720 --> 00:06:32,960

stöðu sinni á himninum á hverri nóttu ásamt Júpíter.

85

00:06:33,040 --> 00:06:37,920

Þetta var sem hægur, himneskur ballett tungla sem snerust umhverfis reikistjörnuna.

86

00:06:37,960 --> 00:06:40,760

Ljósdeplarnir fjórir urðu síðar þekktir sem Galileitunglin

87

00:06:40,840 --> 00:06:43,600

við Júpíter.

88

00:06:43,720 --> 00:06:46,240

Hvað fleira uppgötvaði Galileó?

89

00:06:46,320 --> 00:06:48,400

Kvartilaskipti Venusar!

90

00:06:48,560 --> 00:06:51,920

Rétt eins og tunglið, vex Venus og minnkar frá mjórri sigð

91

00:06:51,960 --> 00:06:54,200

upp í heila skífu og aftur til baka.

92

00:06:54,280 --> 00:06:58,600

Furðuleg útskot á báðum hliðum Satúrnusar.

93

00:06:58,720 --> 00:07:01,160

Svartir blettir á yfirborði sólarinnar.

94

00:07:01,280 --> 00:07:03,440

Og að sjálfsögðu stjörnur.

95

00:07:03,560 --> 00:07:06,400
Þúsundir þeirra, jafnvel milljónir.

96
00:07:06,520 --> 00:07:09,320
Hver um sig of daufr til þess að sjást með berum augum.

97
00:07:09,440 --> 00:07:13,920
Það var eins og augu mannkyns hefðu skyndilega opnast.

98
00:07:13,960 --> 00:07:18,000
Fyrir utan beið alheimurinn könnunar.

99
00:07:23,440 --> 00:07:27,760
Fréttir af sjónaukanum breiddust eins og eldur í sinu út um alla Evrópu.

100
00:07:27,880 --> 00:07:32,080
Við hirð Rúdólfs II keisara í Prag bætti Jóhannes Kepler

101
00:07:32,200 --> 00:07:34,800
hönnun tækisins.

102
00:07:34,880 --> 00:07:38,840
Í Antwerpen teiknaði hollenski kortagerðarmaðurinn Michael van Langren

103
00:07:38,960 --> 00:07:41,920
fyrstu áreiðanlegu kortin af tunglinu sem sýndu það sem hann hélt að væru

104
00:07:41,960 --> 00:07:44,400
meginlönd og höf.

105
00:07:44,560 --> 00:07:49,680
Ríkur bruggari í Póllandi, Jóhannes Hevelíus að nafni, smíðaði

106
00:07:49,760 --> 00:07:53,200
risastóran sjónauka í stjörnustöð sinni í Gdansk.

107
00:07:53,280 --> 00:07:57,880
Stjörnustöðin var svo stór að hún náði yfir þrjú húspök!

108
00:07:59,200 --> 00:08:02,240
En bestu tækin á þessum tíma voru sennilega smíðuð

109
00:08:02,320 --> 00:08:05,360
af Christiaan Huygens í Hollandi.

110
00:08:05,440 --> 00:08:11,080
Árið 1655 uppgötvaði Huygens Títan, stærsta tungl Satúrnusar.

111

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

Fáeinum árum síðar leiddu athuganir hans í ljós hringa Satúrnusar

112

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

sem Galileó hafði aldrei skilið.

113

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

Og síðast en ekki síst sá Huygens dökkar rákir og ljósar

114

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

pólhettur á Mars.

115

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

Gæti verið líf að finna á þessum fjarlægga og framandi hnetti?

116

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

Stjörnufræðingar velta ennþá þessari spurningu fyrir sér.

117

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

Fyrstu sjónaukarnir voru allir linsusjónaukar sem notuðu

118

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

linsur til þess að safna saman ljósi og beina því í einn punkt.

119

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

Seinna leystu speglar linsurnar af hólmi.

120

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

Fyrsti spegilsjónaukinn var smíðaður af Niccolò Zucchi

121

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

og síðar betrumbættur af Isaac Newton.

122

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

Á síðari hluta 18. aldar voru stærstu speglar í heiminum

123

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

smíðaðir af William Herschel, organista sem varð stjörnufræðingur

124

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

og starfaði ásamt systur sinni Caroline.

125

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

Í húsi þeirra í Bath í Englandi helltu systkinin rauðglóandi

126

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

málmbráð í mót og þegar hún hafði kólnað

127

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

slípuðu þau yfirborðið svo það gæti endurvarpað ljósi.

128

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

Herschel smíðaði yfir 400 sjónauka á ævi sinni.

129

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

Stærsti sjónaukinn var svo stór að hann þurfti fjóra aðstoðarmenn

130

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

til þess að toga í mismunandi reipi, hjól og taliur sem voru

131

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

nauðsynleg til að fylgja eftir hreyfingum stjarnanna á himninum

132

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

en hann færir að sjálfsögðu til vegna snúnings jarðarinnar.

133

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

Herschel var eins konar könnuður, hann skannaði himininn og

134

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

skráði hjá sér hundruð nýrra geimpoka og tvístirna.

135

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

Hann uppgötvaði einnig að Vetrarbrautin hlyti að vera flöt skífa.

136

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

Hann mældi jafnvel færslu sólkerfisins innan skífunnar

137

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

með því að fylgjast með innbyrðis hreyfingum stjarnanna og plánetanna.

138

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

Þann 13. mars 1781 uppgötvaði hann nýja reikistjörnu - Úranus.

139

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

Það liðu meira en 200 ár þangað til NASA geimfarið Voyager 2

140

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

sendi stjörnufræðingum fyrstu nærmyndirnar af þessari fjarlægju reikistjörnu.

141

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

Í frjósömum héruðum Mið-Írlands smíðaði William Parsons

142

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

priðji lávarðurinn af Rosse, stærsta sjónaukann á 19. öld.

143

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

Með málmpegli sem spannaði 1,8 metra varð tröllaukinn

144

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

sjónaukinn þekktur undir nafninu „Skrímslið frá Parsontown“.

145

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

Af og til á heiðskírum tungllausum nóttum sat lávarðurinn við sjónglerið

146

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

og sigldi á vit ævintýra í alheiminum.

147

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

Til Óríonþokunnar sem nú er þekkt stjörnuverksmiðja.

148

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

Áfram til hinnar dularfullu Krabbapöku sem er leifar sprengistjörnu.

149

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

Og Svelgurinn?

150

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

Rosse lávarður var fyrstur til þess að sjá stórfenglega þyrillögun vetrarbrautarinnar.

151

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

Vetrarbraut, rétt eins og okkar, með margbrotnum dökkum og glóandi gasskýjum

152

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

milljörðum mismunandi stjarna, og hver veit -

153

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

jafnvel með reikistjörnur eins og jörðina.

154

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

Sjónaukinn var orðinn fleyið sem flutti okkur áfram við könnun alheimsins.

155

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

2. Stærri er betra

156

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

Á næturnar aðlagast augun myrkrinu.

157

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

Sjáöldrin breikka og hleypta þannig meira ljósi inn í augun.

158

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

Það þýðir að þú getur séð daufari fyrirbæri og daufari stjörnur.

159

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

Ímyndaðu þér að sjáöldrin væru einn metri í þvermál.

160

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

Þú litir eflaust skringilega út en þú hefur einnig yfirnáttúrulega sjón!

161

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

Sjónaukinn virkar á sama hátt.

162

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

Sjónauki er eins og trekt.

163

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

Safnlinsan eða -spegillinn safnar ljósi frá stjörnunum og beinir því að auga þínu.

164

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

Því stærri sem linsan eða spegillinn er, þeim mun daufari fyrirbæri er unnt að sjá.

165

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

Stærðin skiptir því öllu máli.

166

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

En hversu stóran sjónauka er hægt að smíða?

167

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

Ekkert allt of stóran ef það er linsusjónauki.

168

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

Ljósið þarf að ferðast í gegnum safnlinsuna.

169

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

En aðeins er hægt að styðja við brún linsunnar.

170

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

Ef linsan er of stór verður hún líka of þung og fer að aflagast undan eigin þunga.

171

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

Það þýðir að myndin bjagast.

172

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

Stærsti linsusjónauki sögunnar var smíðaður árið 1897 við Yerkes stjörnustöðina skammt frá Chicago.

173

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

Safnlinsan var rétt rúmur metri að þvermáli.

174

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

En sjónaukapípan var hvorki meira né minna en 18 metra löng.

175

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

Þegar smíði Yerkessjónaukans lauk höfðu hönnuðir linsusjónauka komist á endastöð.

176

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

Viltu enn stærri sjónauka?

177

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

Þá þarftu að nota spegla.

178

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

Í spegilsjónauka endurvarpar spegill ljósinu í stað þess að það ferðist í gegnum linsu.

179

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

Það þýðir að spegillinn getur verið miklu þynnri en linsa og hægt er að styðja við þá aftan frá.

180

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

Þannig er hægt að smíða miklu stærri spegla en linsur.

181

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

Stórir speglar hófu innreið sína í Suður-Kaliforníu fyrir einni öld.

182

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

Í þá daga var Wilsonfjall fjarri mannabyggðum í víðernum San Gabriel fjallgarðsins.

183

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

Himinninn var heiður og næturnar dimmar.

184

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

Á þessum stað reisti George Ellery Hale fyrstur manna 1,5 metra breiðan sjónauka.

185

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

Sjónaukinn var smærri en sjónauki Rosse lávarðs en af mun meiri gæðum.

186

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

Og miklu betur staðsettur.

187

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

Hale sannfærði viðskiptajöfurinn John Hooker um að fjármagna 2,5 metra breiðan sjónauka.

188

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

Mörg tonn af gleri og stáli voru ferjuð upp Wilsonfjall.

189

00:14:12,640 --> 00:14:16,000
Smíði Hooker-sjónaukans lauk árið 1917.

190
00:14:16,080 --> 00:14:20,240
Hann var stærsti sjónauki í heimi um þrjátíu ára skeið.

191
00:14:20,320 --> 00:14:25,400
Eins og risastór fallbyssu sem beið þess að ráðast á alheiminn.

192
00:14:28,480 --> 00:14:31,080
Og það gerði hann svo sannarlega.

193
00:14:31,160 --> 00:14:34,240
Auk geigvænlegrar stærðar nýja stjörnusjónaukans kom fram

194
00:14:34,280 --> 00:14:37,240
ný tækni sem umbylti því hvernig myndirnar voru skoðaðar.

195
00:14:37,280 --> 00:14:40,800
Stjörnufræðingar þurftu ekki lengur að gægjast í gegnum augngler nýja risans.

196
00:14:40,880 --> 00:14:45,960
Þess í stað var ljósinu safnað á ljósmyndaplötur í nokkrar klukkustundir í senn.

197
00:14:46,000 --> 00:14:50,800
Aldrei áður hafði nokkur gægst svo langt út í alheiminn.

198
00:14:50,880 --> 00:14:55,160
Þyrilpokur reyndust uppfullar af ótal stjörnum.

199
00:14:55,240 --> 00:14:59,560
Vorur þær hugsanlega víðfeðm stjörnukerfi líkt og Vetrarbrautin okkar?

200
00:14:59,640 --> 00:15:03,800
Í Andrómeduvetrarbrautinni uppgötvaði Edwin Hubble sérstaka tegund stjörnu

201
00:15:03,880 --> 00:15:07,400
sem breytir birtu sinni lotubundið.

202
00:15:07,480 --> 00:15:11,720
Athuganir Hubbles gerðu honum kleift að áætla fjarlægðina til Andrómedu:

203
00:15:11,800 --> 00:15:15,960
næstum milljón ljósár.

204
00:15:16,080 --> 00:15:22,720
Þyrilpokur eins og Andrómeda, voru greinilega stakar vetrarbrautir.

205

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

En fleiri ótrúlegar staðreyndir áttu eftir að koma í ljós.

206

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

Flestar vetrarbrautirnar reyndust vera að fjarlægast Vetrarbrautina okkar.

207

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

Á Wilsonfjalli uppgötvaði Hubble að nálægar vetrarbrautir fjarlægðust rólega

208

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

á meðan fjarlægari vetrarbrautir þeyttust burt með miklu meiri hraða.

209

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

Hver var niðurstaðan?

210

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

Alheimurinn var að þenjast út.

211

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

Hooker sjónaukinn gaf vísindamönnum færi á merkustu uppgötvun í stjörnufræði á 20. öld.

212

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

Þökk sé sjónaukanum höfum við rakið þróunarsögu alheimsins.

213

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

Fyrir um 14 milljörðum ára varð alheimurinn til

214

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

í gríðarlegri sprengingu tíma og rúms, efnis og orku sem sem kallast

215

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

miklihvellur.

216

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

Órsmáar skammtaður urðu að stórum flekkum í frumsúpunni.

217

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

Úr þessum flekkum mynduðust vetrarbrautir

218

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

af öllum stærðum og gerðum.

219

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

Kjarnasamruni í kjörnum stjarna framleiddi ný atóm.

220

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

Kolefni, súrefni, járn, gull.

221

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

Sprengristjörnur þeyttu þessum þungu frumefnum aftur út í geiminn.

222

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

Hráefni til myndunar nýrra stjarna.

223

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

Og reikistjarna!

224

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

Einhvern tíma, einhvers staðar, einhvern veginn þróuðust einföld lífræn efnasambönd í lífverur.

225

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

Lífið er eitt af kraftaverkunum í þróunarsögu alheimsins.

226

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

Við erum stjörnuryk.

227

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

Það er mikilfengleg sýn og stórbrotin saga

228

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

sem sjónaukinn hefur fært okkur.

229

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

Ímyndaðu þér að án sjónaukans myndum við einungis þekkja sex reikistjörnur

230

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

eitt tungl og fáeinir þúsundir stjarna.

231

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

Stjörnufræðin væri enn að slíta barnsskónum.

232

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

Rétt eins og týndir fjársjóðir hafa fjarlægir staðir í alheiminum laðað fram

233

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

ævintýraþrána í okkur.

234

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

Prinsar og pótintátar, stjörnmálamenn jafnt sem auðmenn, hafa á sama hátt og vísindamenn

235

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

fundið fyrir aðdráttarafli ókunnra djúpa himingeimsins og með sjóntækin

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400
í farteskinu hefur heimur þekkingarinnar vaxið geysihratt.

237
00:17:59,800 --> 00:18:02,640
Hinsti draumur George Ellery Hale var

238
00:18:02,720 --> 00:18:06,960
að reisa tvöfalt stærri sjónauka en fyrirrennarann.

239
00:18:07,000 --> 00:18:10,880
Hér gefur að líta drottningu stjörnufræði 20. aldar.

240
00:18:10,960 --> 00:18:15,880
Fimm metra breiði Hale sjónaukinn á Palomarfjalli.

241
00:18:15,960 --> 00:18:20,560
Yfir fimm hundruð tonna ferlíki jafnvægisstillt af ítrustu nákvæmni

242
00:18:20,640 --> 00:18:24,640
sem hreyfist mjúklega líkt og ballettdansmær.

243
00:18:24,720 --> 00:18:30,240
40 tonna spegillinn sýnir okkur stjörnur sem eru 40 milljón sinnum daufari en augað fær greint.

244
00:18:30,280 --> 00:18:35,240
Lokið var við smíði Hale sjónaukans 1948 sem veitti okkur áður óþekkta sýn til reikistjarnanna

245
00:18:35,280 --> 00:18:38,800
stjörnuþyrpinga, geimpoka og vetrarbrauta.

246
00:18:41,080 --> 00:18:44,960
Gasrisinn Júpíter og fjöldamörg tungl hans.

247
00:18:45,080 --> 00:18:49,080
Hin stórglæsilega Logapoka.

248
00:18:49,160 --> 00:18:54,240
Daufar gasslæður Sverðpokunnar í Óríon.

249
00:18:59,880 --> 00:19:02,080
En gætu sjónaukarnir orðið enn stærri?

250
00:19:02,160 --> 00:19:06,240
Seint á áttunda áratug tuttugustu aldar reyndu sovéskir stjörnufræðingar fyrir sér í þessu.

251

00:19:06,280 --> 00:19:10,640
Hátt uppi í Kákasusfjöllum reistu þeir Bolshoi Teleskop Azimutalnyi sjónaukann

252
00:19:10,720 --> 00:19:14,880
sem skartaði sex metra breiðum spegli.

253
00:19:14,960 --> 00:19:17,640
Sá sjónauki stóðst því miður aldrei væntingar.

254
00:19:17,720 --> 00:19:21,720
Hann var einfaldlega of stór, of dýr og of erfiður í notkun.

255
00:19:21,800 --> 00:19:24,960
Þurftu sjónaukahönnuðir þá að leggja árar í bát?

256
00:19:25,080 --> 00:19:28,480
Þurftu þeir að segja skilið við draum sinn um að smíða stærri sjónauka?

257
00:19:28,560 --> 00:19:31,960
Hafði saga sjónaukans hlotið ótímabæran endi?

258
00:19:32,080 --> 00:19:33,400
Að sjálfsögðu ekki.

259
00:19:33,480 --> 00:19:36,480
Í dag höfum við 10 metra sjónauka að störfum.

260
00:19:36,560 --> 00:19:39,160
Enn stærri sjónaukar eru á teikniborðinu.

261
00:19:39,240 --> 00:19:40,720
Hvað leysti málið?

262
00:19:40,800 --> 00:19:42,640
Tækninýjungar.

263
00:19:44,000 --> 00:19:48,760
3. Tæknin kemur til bjargar

264
00:19:48,960 --> 00:19:52,800
Rétt eins og bílar líta ekki lengur út eins og Ford T módel þá eru nútíma

265
00:19:52,880 --> 00:19:56,280
stjörnusjónaukar mjög frábrugðnir forverum sínum

266
00:19:56,360 --> 00:19:58,680
eins og 5 metra Halesjónaukanum.

267

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

Sjónaukastæðin eru til dæmis miklu minni.

268

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

Gamla gerðin er pólstillt þar sem annar ásanna

269

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

snýr alltaf samsíða snúningsási jarðarinnar.

270

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

Til þess að fylgja eftir hreyfingu himinsins varð sjónaukinn einfaldlega

271

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

að snúast um ásinn á sama hraða og jörðin snýst um sjálfa sig.

272

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

Einfalt en mjög rúmfrekt.

273

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

Nú tíðkast lóðstillt stæði sem eru miklu umfangsminni.

274

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

Á svona stæði er sjónaukanum miðað upp í himininn líkt og fallbyssu.

275

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

Einungis þarf að velja afstöðuna og hæðina til þess að komast af stað.

276

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

Vandinn er að fylgja eftir hreyfingu himinsins.

277

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

Sjónaukinn þarf í raun að snúast um báða ásana á mismunandi hraða.

278

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

Þetta varð í raun fyrst mögulegt þegar sjónaukar urðu tölvustýrðir.

279

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

Það er ódýrara að smíða minna sjónaukastæði.

280

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

Það þarfnast minni hvelfingar sem lækkar kostnaðinn enn frekar

281

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

og bætir myndgæðin.

282

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

Skoðum til dæmis Keck tvíburasjónaukana á Hawaii.

283

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

Þrátt fyrir að 10 metra breiðir speglarnir séu tvöfalt breiðari en

284

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

spegill Hale-sjónaukans passa þeir samt inn í minni sjónaukahvelvingar

285

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

en hvelvinguna á Palomar fjalli.

286

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

Sjónaukaspeglar hafa einnig tekið breytingum

287

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

Áður fyrr voru þeir þykkir og þungir.

288

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

Nú eru þeir þunnir og léttir.

289

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

Speglar sem eru margir metrar í þvermál eru steyptir við snúning í risastórum ofnum.

290

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

Samt eru þeir innan við 20 sentimetra þykkir.

291

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

Flókið burðarvirki kemur í veg fyrir að þunnur spegillinn

292

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

falli saman undan eigin þunga.

293

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

Tölvustýrðir stimplar og stýribúnaður hjálpa einnig til við að halda speglinum

294

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

í fullkominni fleygbogalögun.

295

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

Þetta kerfi er nefnt aðlögunarsjöntækni.

296

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

Hugmyndin er að vinna á móti og leiðrétta alla aflögun aðalspegilsins

297

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

sem á sér stað vegna þyngdarafls, vinds og hitabreytinga.

298

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

Punnur spegill er einnig mun léttari en þykkur.

299

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

Þetta þýðir að burðarvirkið, þar á meðal sjónaukastæðið

300

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

getur verið mun nettara og léttara.

301

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

Og ódýrara!

302

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

Þetta er hinn svonefndi 3,6 metra breiði New Technology sjónauki

303

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

sem evrópskir stjörnufræðingar létu smíða í lok níunda áratugarins.

304

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

Í honum voru prófaðar alls konar tækninýjungar

305

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

í sjónaukasmiði.

306

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

Sjónaukabyggingin var meira að segja gjörólík dæmigerðum sjónaukahvelfingum.

307

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

New Technology sjónaukinn var mjög vel heppnaður.

308

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

Það var kominn tími á það að rjúfa sex metra múrinn.

309

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

Stjörnustöðin á Mauna Kea er á hæsta fjallinu í Kyrrahafinu

310

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

4200 metra yfir sjávarmáli.

311

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

Ferðamenn á ströndum Hawaii sleikja sólina og fara á brimbretti.

312

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

Hátt uppi í fjöllum þurfa stjörnufræðingar hins vegar að þola kulda

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160

og háloftaveiki þegar þeir reyna að afhjúpa leyndardóma alheimsins.

314

00:22:51,240 --> 00:22:54,120
Keck sjónaukarnir eru meðal stærstu sjónauka í heiminum.

315
00:22:54,200 --> 00:22:59,120
Speglar þeirra eru 10 metrar í þvermál og næfurþunnir.

316
00:22:59,200 --> 00:23:04,040
36 sexhyrndum speglum er raðað upp eins og gólflísu

317
00:23:04,120 --> 00:23:07,480
og stjórnað af mikilli nákvæmni.

318
00:23:07,560 --> 00:23:11,200
Þetta eru réttnefndir risar sem er eingöngu ætlað að skoða himingeiminn.

319
00:23:11,280 --> 00:23:14,120
Sannkallaðar dómkirkjur vísindanna.

320
00:23:14,200 --> 00:23:16,600
Nótt skellur á Mauna Kea.

321
00:23:16,680 --> 00:23:21,720
Keck sjónaukarnir byrja að safna ljóseindum frá fjarlægum stöðum í alheiminum.

322
00:23:21,800 --> 00:23:24,520
Speglar tvíbúrasjónaukanna sameinast og verða stærri

323
00:23:24,600 --> 00:23:27,440
en allir sjónaukar sem áður höfðu verið smíðaðir.

324
00:23:27,520 --> 00:23:30,360
Hvað sést í kvöld?

325
00:23:34,680 --> 00:23:39,520
Vetrarbrautir sem rekast saman í milljarða ljósára fjarlægð?

326
00:23:39,600 --> 00:23:45,320
Stjarna í andarslitrunum sem myndar hringpöku?

327
00:23:45,400 --> 00:23:51,040
Ef til vill reikistjarna í öðru sólkerfi þar sem líf gæti verið að finna?

328
00:23:51,120 --> 00:23:55,920
Á Cerro Paranal í Atacama eyðimörkinni í Chile - þurrasta stað í heimi -

329
00:23:55,960 --> 00:24:00,040
er að finna langstærsta stjörnufræðitæki sem smíðað hefur verið:

330

00:24:00,120 --> 00:24:03,560
European Very Large Telescope.

331

00:24:16,200 --> 00:24:19,520
Hann er í raun samsettur úr fjórum sjónaukum.

332

00:24:19,600 --> 00:24:22,760
Hver um sig er með 8,2 metra breiðan spegil.

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
Þetta eru orð Mapuche þjóðflokksins yfir sólina, tunglið, Suðurkrossinn og Venus.

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800
Speglarnir voru mótaðir í Þýskalandi, slípaðir í Frakklandi, sendir til Chile

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240
og fluttir í hægagangi yfir eyðimörkina.

340

00:24:41,320 --> 00:24:44,960
Við sólsetur eru hvelfingar sjónaukans opnaðar.

341

00:24:45,040 --> 00:24:48,560
Ljóni frá stjörnum rignir niður á spegla sjónaukans.

342

00:24:49,280 --> 00:24:52,080
Gerðar eru nýjar uppgötvanir.

343

00:24:55,920 --> 00:24:58,160
Leisigeisli stingst upp í næturhimininn.

344

00:24:58,240 --> 00:25:00,680
Hann varpar gervistjörnu upp í lofthjúpin

345

00:25:00,760 --> 00:25:03,840
90 km yfir höfði okkar.

346

00:25:03,920 --> 00:25:06,920

Skynjarar mæla hvernig ljós gervistjörnnunnar bjagast

347

00:25:06,960 --> 00:25:09,120

vegna ókyrrðar í andrúmsloftinu.

348

00:25:09,200 --> 00:25:12,960

Hraðvirkar tölvur segja því næst til um hvernig sveigjanlegur spegillinn þarf að

349

00:25:13,040 --> 00:25:15,800

breyta lögum sinni til þess að leiðrétta bjögunina.

350

00:25:15,880 --> 00:25:18,960

Í raun stöðvar hann blik stjarnanna.

351

00:25:19,040 --> 00:25:22,600

Þetta kallast aðlögunarsjöntækni og er helsta galdrabrella

352

00:25:22,680 --> 00:25:24,320

nútíma stjörnufræði.

353

00:25:24,400 --> 00:25:28,840

Án hennar væri útsýn okkar til himingeimsins í móðu vegna lofthjúpsins.

354

00:25:28,920 --> 00:25:32,880

Með henni verða myndirnar hins vegar hnífskarpar.

355

00:25:35,480 --> 00:25:39,480

Annað galdratæki er svonefnd víxlmæling.

356

00:25:39,560 --> 00:25:43,360

Hugmyndin gengur út á að beina ljósi frá tveimur aðskildum sjónaukum og

357

00:25:43,440 --> 00:25:46,640

safna því saman í einn punkt en varðveita

358

00:25:46,720 --> 00:25:49,320

bilið á milli ljósbylgjanna.

359

00:25:49,400 --> 00:25:53,160

Ef þetta er framkvæmt af nógu mikilli nákvæmni verður útkoman sú að sjónaukarnir tveir

360

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

virka eins og þeir væru hlutar af einum risastórum spegli

361

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

sem væri jafnbreiður og fjarlægðin á milli þeirra.

362

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

Í raun og veru gefur víxmæling sjónaukanum arnarsjón.

363

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

Hún veldur því að litlir sjónaukar geta greint smáatriði

364

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

sem mundu einungis sjást í miklu stærri sjónauka.

365

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

Keck tvíbúrasjónaukarnir á Mauna Kea eru reglulega samtengdir

366

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

sem víxlmælir.

367

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

Í Evrópska risasjónaukanum er hægt að tengja alla fjóra sjónaukana saman.

368

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

Til viðbótar við þá eru nokkrir smærri sjónaukar í kring sem geta

369

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

slegist í hópinn til þess að skerpa myndina enn frekar.

370

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

Fleiri stóra sjónauka er að finna um alla heim.

371

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

Subaru og Norður-Gemini á Mauna Kea.

372

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

Suður-Gemini og Magellan sjónaukarnir í Chile.

373

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

Stóri tvíspeglasjónaukinn í Arizona.

374

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

Þeir eru allir byggðir á bestu stöðum sem hægt er að finna.

375

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

Hæð og þurr loft, tærleiki og myrkur.

376

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

Augu þeirra eru á stærð við sundlaugar.

377

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

Allir eru þeir búnir aðlögunarsjöntækni til þess að vinna gegn truflandi

378

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

áhrifum lofthjúpsins.

379

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

Stundum ná þeir upplausn á við risavaxinn sjónauka

380

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

þökk sé víxlmælingum.

381

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

Þetta er það sem þeir hafa sýnt okkur.

382

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

Reikistjörnur.

383

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

Geimpokur.

384

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

Raunverulegar stærðir og bjagaðar skífur nokkurra stjarna.

385

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

Kalda reikistjörnu sem snýst umhverfis brúnan dverg.

386

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

Risastjörnur sem þeytast í kringum miðjuna á Vetrarbrautinni okkar

387

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

vegna þyngdaráhrifa frá risasvartholi.

388

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

Við höfum komist talsvert áleiðis síðan á dögum Galileós.

389

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

4. Úr silfri í kísil

390

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

Fyrir 400 árum, þegar Galileo Galilei vildi sýna öðrum það sem hann

391

00:27:49,120 --> 00:27:53,000

sá í gegnum sjónaukann sinn, varð hann að teikna það upp.

392

00:27:53,120 --> 00:27:56,240

Gígótt yfirborð tunglsins.

393

00:27:56,360 --> 00:28:00,400

Dans tungla Júpíters.

394

00:28:00,520 --> 00:28:02,160

Sólbletti.

395

00:28:02,280 --> 00:28:04,160

Eða stjörnur Óríons.

396

00:28:04,280 --> 00:28:06,720

Hann birti teikningar sínar í lítilli bók sem hann nefndi

397

00:28:06,760 --> 00:28:08,400

Sendiboða stjarnanna.

398

00:28:08,440 --> 00:28:10,800

Þetta var eina leiðin sem hann hafði til að deila uppgötvunum sínum

399

00:28:10,920 --> 00:28:12,400

með öðrum.

400

00:28:12,440 --> 00:28:16,640

Í meira en tvær aldir þurftu stjörnufræðingar einnig að vera listamenn.

401

00:28:16,760 --> 00:28:19,000

Um leið og þeir gæðust í gegnum augnglerin, teiknuðu þeir

402

00:28:19,120 --> 00:28:20,960

nákvæmar myndir af því sem þeir sáu.

403

00:28:21,040 --> 00:28:23,080

Hrjóstrugt landslag tunglsins.

404

00:28:23,200 --> 00:28:25,960

Storma í lofthjúpi Júpíters.

405

00:28:26,040 --> 00:28:29,000

Smágerar gasslæður í fjarlægri stjörnuþoku.

406

00:28:29,120 --> 00:28:32,320

En stundum oftúlkuðu þeir það sem fyrir augu bar.

407

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

Dökkar rákir á yfirborði Mars voru taldar vera áveituskurðir

408

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

sem bentu til menningarsamfélags á yfirborði rauðu reikistjörnnar.

409

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

Í dag vitum við að áveituskurðirnir voru skynvillur.

410

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

Stjörnufræðinga vantaði sárlega hlutlæga aðferð til að varðveita

411

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

ljósið sem sjónaukarnir söfnuðu án þess að upplýsingarnar þyrftu fyrst að

412

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

flækjast um heila þeirra og út í pennana.

413

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

Ljósmyndataeknin kom þeim til bjargar.

414

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

Fyrsta daguerreómyndin af tunglinu.

415

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

Henry Draper tók hana árið 1840.

416

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

Ljósmyndataeknin var innan við 15 ára gömul, en stjörnufræðingar

417

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

höfðu þegar áttað sig á byltingarkenndum möguleikum hennar.

418

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

En hvernig virkaði ljósmyndunin?

419

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

Hinn ljósnæmi hluti ljósmyndaplötunnar innihélt

420

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

lítil korn af silfurhaliði.

421

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

Lendi ljós á þeim verða þau dökk.

422

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

Niðurstaðan var því negatíf ljósmynd af himninum

423

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

með dökkum stjörnum á ljósum bakgrunni.

424

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

Aðalávinnurinn var sá að hægt er að lýsa ljósmyndaplötu

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960
í margar klukkustundir samfellt.

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720
Þegar horft er upp í næturhimininn með berum augum sem náð hafa að

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640
aðlagast myrkrinu sjást ekki sífellt fleiri

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320
stjörnur þótt horft sé lengur.

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240
Það er aftur á móti hægt með ljósmyndaplötu.

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480
Hægt er að safna saman ljósi samfleytt í margar klukkustundir.

431

00:29:48,600 --> 00:29:52,880
Lengri lýsingartími leiðir því í ljós fleiri og fleiri stjörnur.

432

00:29:52,920 --> 00:29:54,160
Enn fleiri.

433

00:29:54,200 --> 00:29:55,240
Enn fleiri.

434

00:29:55,360 --> 00:29:57,320
Og jafnvel enn fleiri.

435

00:29:58,360 --> 00:30:02,000
Á sjötta áratug tuttugustu aldar var Schmidt sjónaukinn við Palomar stjörnustöðina

436

00:30:02,120 --> 00:30:05,160
notaður til þess að ljósmynda allt norðurhvel himins.

437

00:30:05,280 --> 00:30:10,080
Tæpar 2000 ljósmyndaplötur voru hver um sig lýstar í næstum því klukkustund.

438

00:30:10,120 --> 00:30:12,960
Heill fjársjóður uppgötvana.

439

00:30:12,960 --> 00:30:17,080
Ljósmyndunin breytti stjörnuathugunum í sanna vísindagrein.

440

00:30:17,200 --> 00:30:21,480
Hlutlausá, mælanlega og endurtakanlega.

441
00:30:21,600 --> 00:30:23,240
En silfrið tók sinn tíma.

442
00:30:23,280 --> 00:30:25,480
Pólinmæði var dyggð.

443
00:30:27,120 --> 00:30:29,880
Stafræna byltingin breytti því öllu saman.

444
00:30:29,920 --> 00:30:31,640
Kísill leysti silfur af hólmi.

445
00:30:31,760 --> 00:30:34,480
Dílar komu í stað korna.

446
00:30:36,360 --> 00:30:40,000
Filmur eru jafnvel ekki lengur notaðar í almennum myndavélum.

447
00:30:40,120 --> 00:30:43,560
Þess í stað eru myndir teknar á ljósnæma flögu:

448
00:30:43,600 --> 00:30:47,800
svonefnda CCD myndflögu.

449
00:30:47,920 --> 00:30:51,560
CCD flögur sem stjörnufræðingar nota eru sérstaklega ljósnæmar.

450
00:30:51,680 --> 00:30:54,640
Svo þær verði enn ljósnæmari eru þær kældar langt niður

451
00:30:54,680 --> 00:30:57,960
undir frostmark með fljótandi nitri.

452
00:30:58,040 --> 00:31:00,720
Næstum hver einasta ljóseind er numin.

453
00:31:00,760 --> 00:31:05,640
Það þýðir að lýsingartíminn getur orðið umtalsvert skemmri.

454
00:31:05,760 --> 00:31:09,480
Það sem Palomar stjörnustöðin komst yfir á einni klukkustund

455
00:31:09,600 --> 00:31:13,160
nær CCD myndflaga að fanga á fáeinum mínútum.

456

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

Með smærri sjónauka.

457

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

Kísilbyltingunni er fjarri því að vera lokið.

458

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

Stjörnufræðingar hafa smíðað risastórar CCD myndavélar með

459

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

hundruð milljóna punkta upplausn.

460

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

En það er fleira í pípunum.

461

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

Helsti kostur stafrænna mynda er sá að þær eru jú stafrænar.

462

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

Allar myndirnar eru tilbúnar til þess að vera unnar í tölvum.

463

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

Stjörnufræðingar nota sérhannaðan hugbúnað til að vinna úr

464

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

athugunum sínum.

465

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

Með því að teygja og skerpa myndir geta stjörnufræðingar dregið fram daufustu

466

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

einkenni stjörnuþoka og vetrarbrauta.

467

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

Litastilling eykur og dregur fram smáatriði sem ella

468

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

væri nánast útilokað að sjá.

469

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

Enn fremur má fella saman nokkrar myndir af sama fyrirbærinu sem

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400

teknar eru í gegnum mismunandi litsiur og útbúa þannig

471

00:32:00,520 --> 00:32:04,320

stórkostlegar ljósmyndir sem sem má út mörkin

472

00:32:04,440 --> 00:32:06,720

á milli vísinda og listar.

473

00:32:06,840 --> 00:32:09,880

Þú getur einnig haft hag af stafrænni stjörnufræði.

474

00:32:09,960 --> 00:32:13,960

Aldrei áður hefur verið eins auðvelt að grafa upp og njóta stórfenglegra

475

00:32:13,960 --> 00:32:15,800

Ljósmynda af alheiminum.

476

00:32:15,920 --> 00:32:20,080

Með einum músarsmelli má nálgast myndir af alheiminum.

477

00:32:20,680 --> 00:32:24,160

Fjarstýrðir sjónaukar útbúnir næmum ljósmyndaflögum

478

00:32:24,280 --> 00:32:27,800

fylgjast með himninum á hverri nóttu.

479

00:32:27,920 --> 00:32:30,880

Sloan sjónaukinn í Nýju-Mexíkó hefur ljósmyndað

480

00:32:30,960 --> 00:32:34,000

og skrásett meira en hundrað milljón fyrirbæri á næturhimninum

481

00:32:34,120 --> 00:32:38,160

mælt fjarlægðir til milljóna vetrarbrauta og uppgötvað

482

00:32:38,280 --> 00:32:41,480

hundrað þúsund ný dulstirni.

483

00:32:41,520 --> 00:32:44,000

En ein kortlagning dugir ekki.

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400

Alheimurinn tekur sífelldum breytingum.

485

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

Halastjörnur koma og fara og skilja eftir sig leifar íss og ryks

486

00:32:51,280 --> 00:32:53,640

á slóð sinni.

487

00:32:53,760 --> 00:32:56,720

Smástirni þjóta framhá okkur.

488

00:32:56,840 --> 00:33:00,560

Fjarlægjar reikistjörnur ferðast umhverfis móðurstjörnu sína

489

00:33:00,680 --> 00:33:02,880

og draga tímabundið úr birtu stjörnnunnar.

490

00:33:02,960 --> 00:33:08,800

Sprengistjörnur deyja á sama tíma og stjörnur fæðast annars staðar.

491

00:33:08,840 --> 00:33:17,960

Tífstirni tifa, gammablossar kvikna og svarthol sópa að sér efni.

492

00:33:18,040 --> 00:33:21,720

Til að skrásetja þessa miklu leikþætti náttúrunnar, vilja stjörnufræðingar

493

00:33:21,840 --> 00:33:25,240

helst yfirfara allt himinhvolfið einu sinni á hverju ári.

494

00:33:25,360 --> 00:33:26,840

Eða einu sinni í mánuði.

495

00:33:26,920 --> 00:33:28,640

Eða tvisvar í viku.

496

00:33:28,680 --> 00:33:33,800

Það er í það minnsta metnaðarfullt markmið Large Synoptic Survey sjónaukans.

497

00:33:33,920 --> 00:33:39,400

Verði smíði hans lokið árið 2015 mun þriggja gígapíxla myndavélin

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080

opnar nýjan glugga út í alheiminn.

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960

Þessi spegilsjónauki fullnægir sannarlega draumum stjörnufræðinga þar sem hann

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080

ljósmyndar næstum allt himinhvolfið á þriggja náttu fresti.

501

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

5. Að sjá hið ósýnilega

502

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

Þegar þú hlustar á upphalds tónlistina þína greina eyrun

503

00:34:05,160 --> 00:34:08,800
mjög breitt tíðnibil frá dýpstu bassatónum

504
00:34:08,920 --> 00:34:12,120
upp í hæstu tónhæð.

505
00:34:12,200 --> 00:34:14,960
Ímyndaðu þér nú að eyru þín næmu einungis tóna á mjög afmörkuðu

506
00:34:15,360 --> 00:34:16,920
tíðnibili.

507
00:34:16,960 --> 00:34:19,520
Þú myndir missa af stærstum hluta af bestu tónlistinni!

508
00:34:19,600 --> 00:34:23,000
Þetta eru hins vegar aðstæðurnar sem stjörnufræðingar þurfa að glíma við.

509
00:34:23,080 --> 00:34:26,160
Augu okkar eru einungis næm fyrir mjög þröngu

510
00:34:26,240 --> 00:34:29,000
tíðnibili ljósgeisla sem er sýnilegt ljós.

511
00:34:29,080 --> 00:34:31,560
En við erum algerlega blind á alla aðra

512
00:34:31,640 --> 00:34:33,600
rafsegulgeislun.

513
00:34:33,680 --> 00:34:36,640
Samt eru mörg fyrirbæri í alheiminum sem senda frá sér

514
00:34:36,720 --> 00:34:39,960
geislun á öðrum sviðum rafsegulrófsins.

515
00:34:40,040 --> 00:34:43,760
Til dæmis uppgötvaðist fyrir slysi á fjórða áratugnum

516
00:34:43,840 --> 00:34:47,240
að útvarpsbylgjur berast utan úr himingeimnum.

517
00:34:47,320 --> 00:34:49,960
Hluti útvarpsbylgjanna hefur sömu tíðni og uppáhalds

518
00:34:50,040 --> 00:34:53,160
útvarpsstöðin þín, en þær eru daufari og að sjálfsögðu

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280
er ekkert þar að heyra.

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960
Til þess að geta stillt sig inn á útvarpsbylgjur utan úr geimnum þarftu einhvers konar

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560
móttakara: útvarpssjónauka.

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960
Fyrir flestar bylgjulengdir er útvarpssjónaukinn diskлага

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080
Svipað og spegillinn í venjulegum spegilsjónauka.

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400
En vegna þess að útvarpsbylgjur eru miklu lengri en bylgjur sýnilegs ljóss

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240
þarf yfirborð disksins ekki að vera jafnslétt

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000
og yfirborð spegils.

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640
Þetta er ástæðan fyrir því að það er miklu auðveldara að smíða

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800
stóran útvarpssjónauka en stóran sjónauka fyrir venjulegt ljós.

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960
Einnig er miklu auðveldara að nota víxlmælingar í útvarpsstjörnufræði.

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080
Með þeim er hægt að sjá miklu fleiri smáatriði

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960
með því að tengja saman geislun frá tveimur aðskildum sjónaukum, rétt eins og

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560
þeir væru hlutar af sama risastóra disknum.

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640
Very Large Array sjónaukinn í Nýju-Mexíkó er til dæmis samsettur úr

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720
27 aðskildum skermum sem hver um sig er 25 metra breiður.

535

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

Hægt er að hreyfa hvern skerm um sig og

536

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

í ystu stöðu geta þeir líkt eftir loftnetsdiski

537

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

sem væri 36 kílómetrar í þvermál.

538

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

En hvernig lítur útvarpsgeislunin frá alheiminum út?

539

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

Til þess að byrja með sendir sólin okkar frá sér mjög bjarta útvarpsgeislun.

540

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

Sama má segja um miðju Vetrarbrautarinnar.

541

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

En það er fleira að sjá.

542

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

Tífstjörnur eru mjög þéttar leifar stjarna sem senda frá sér útvarpsbylgjur

543

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

í örmjóum geisla.

544

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

Þessu til viðbótar snúast þær allt upp í nokkur hundruð

545

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

snúninga á sekúndu.

546

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

Þannig líta tífstjörnur út eins og geislar frá útvarpsvitum.

547

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

Við sjáum stafa frá þeim mjög reglulegum og hröðum

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320

runum af mjög stuttum útvarpsbylgjutífum.

549

00:36:34,440 --> 00:36:36,640

Af þeim draga þær nafn sitt.

550

00:36:36,680 --> 00:36:39,320

Útvarpsuppsprettan Kassiópeia A er í raun

551

00:36:39,440 --> 00:36:43,640

leifar sprengistjörnu sem sást springa á 17. öld.

552

00:36:43,680 --> 00:36:48,240

Kentárus A, Cygnus A og Virgo A eru allar risavetrarbrautir sem

553

00:36:48,280 --> 00:36:50,640

senda frá sér gríðarlega skammta af útvarpsbylgjum.

554

00:36:50,680 --> 00:36:55,960

Hver þessara vetrarbrauta er knúin áfram af risasvartholi í kjarnanum.

555

00:36:56,040 --> 00:37:00,000

Sumar af þessum útvarpsvetrarbrautum og dulstirnum eru svo öflug að

556

00:37:00,120 --> 00:37:05,320

hægt er að greina merki frá þeim í 10 milljarða ljósára fjarlægð.

557

00:37:05,360 --> 00:37:08,880

Þessu til viðbótar er dauft stuttbylgjusuð

558

00:37:08,960 --> 00:37:11,320

sem fyllir allan alheiminn.

559

00:37:11,360 --> 00:37:14,160

Það gengur undir heitinu örbylgjukliðurinn

560

00:37:14,200 --> 00:37:16,400

og er bergmál frá miklahvelli.

561

00:37:16,440 --> 00:37:20,560

Eftirskinið af heitu upphafi alheimsins.

562

00:37:22,120 --> 00:37:26,400

Sérhver hluti rafsegulrófsins hefur sína sögu að segja.

563

00:37:26,440 --> 00:37:29,960

Bylgjur með öldulengd upp á millimetra eða styttri eru notaðar til þess að skoða

564

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

myndun vetrarbrauta skömmu eftir upphaf alheimsins og uppruna

565

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

stjarna og reikistjarna í Vetrarbrautinni okkar.

566

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

Mest af þessari geislun stöðvast hins vegar vegna vatnsgufu í andrúmsloftinu.

567

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

Til þess að kanna geislunina þarf að fara hátt upp í þurrt loftslag.

568

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

Til dæmis til Llano de Chajnantor.

569

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

Í fimm kílómetra hæð yfir sjávarmáli er þessi yfirnáttúrulega háslétta

570

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

í norðurhluta Chile byggingarsvæði fyrir ALMA:

571

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

Atacama Large Millimeter Array.

572

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

Þegar byggingu ALMA lýkur árið 2014 verður hún stærsta

573

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

stjörnustöð sem byggð hefur verið.

574

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

64 skermar, þar sem hver um sig vegur 100 tonn, munu virka sem einn.

575

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

Risaflutningabílar munu dreifa þeim um svæði á stærð við London til þess að

576

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

auka við smáatriði í myndinni eða færa þá saman til þess að

577

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

ná víðara sjónsviði.

578

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

Sérhver færsla verður framkvæmd með nákvæmni upp á millimetra.

579

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

Mörg fyrirbæri í alheiminum lýsa einnig á innrauða sviðinu.

580

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

William Herschel uppgötvaði innrauða geislun sem einnig er nefnd

581

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

hitageislun því að hún streymir frá tiltölulega heitum fyrirbærum,

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080
meðal annars mannslíkamanum.

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240
Það gæti verið að þú kannist betur við innrauða geislun en mætti halda

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240
því að á jörðu niðri er svona geislun notuð í

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160
næturgleraugum og myndavélum.

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160
En til þess að greina dauðu innrauðu geislunina frá fjarlægum fyrirbærum þurfa stjörnufræðingar

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960
mjög næm mælitæki sem eru kæld niður í nokkrar gráður

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000
yfir alkuli til þess að bæla niður hitageislun frá tækjunum sjálfum.

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720
Nú eru flestir stórir sjónaukar einnig búnir innrauðum myndavélum.

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320
Þær gera okkur kleift að sjá í gegnum rykský og birta okkur

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240
nýmyndaðar stjörnur inni í skýjunum sem ekki er hægt að sjá í venjulegu ljósi.

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080
Tökum sem dæmi þessa venjulegu mynd af stjörnumyndunarþoku í Óríon.

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400
Glögggt má sjá hve ólík hún er þegar horft er á hana í gegnum

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080
innrauða myndavél.

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320
Það er einnig mjög gagnlegt að geta séð innrauða geislun við rannsóknir á

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960
fjarlægustu vetrarbrautum.

597

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

Nýmynduðu stjörnurnar í ungri vetrarbraut senda frá sér skært útfjólublátt ljós.

598

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

Útfjólubláa ljósið þarf síðan að ferðast í milljarða ára um

599

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

alheim sem stöðugt þenst út.

600

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

Útþenslan teygir á ljósbylgjunum svo að þegar við nemum þær

601

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

hafa þær færst alla leið yfir á nær-innrauða sviðið.

602

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

Þetta nýtískulega tæki er MAGIC sjónaukinn á La Palma.

603

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

Hann skimar yfir himininn í leit að gammageislum,

604

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

orkumesta formi geislunar í náttúrunni.

605

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

Sem betur fer sleppa banvænir gammageislar ekki í gegnum

606

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

lofthjúp jarðar.

607

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

Þeir skilja á hinn bóginn eftir sig slóð sem stjörnufræðingar geta rakið.

608

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

Eftir að þeir rekast á lofthjúpin myndu þeir flóð

609

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

orkumikilla agna.

610

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

Þær framkalla síðan daufan bjarma sem MAGIC getur séð.

611

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

Hér er Pierre Auger stjörnustöðin í Argentínu.

612

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

Hún virðist ekki einu sinni líta út fyrir að vera sjónauki.

613

00:40:33,120 --> 00:40:38,960
Pierre Auger er sett saman úr 1600 mælum sem dreift er yfir 3000

614
00:40:38,960 --> 00:40:40,240
ferkílómetra svæði.

615
00:40:40,360 --> 00:40:44,560
Þeir safna agnaflóðinu frá geimgeislum sem berast frá fjarlægum sprengistjörnum

616
00:40:44,600 --> 00:40:46,480
og svartholum.

617
00:40:47,680 --> 00:40:52,400
Og hvað með fiseindasjónauka sem eru í námum djúpt í jörðu eða undir

618
00:40:52,520 --> 00:40:55,720
yfirborði sjávar eða í ísnum á Suðurskautinu?

619
00:40:55,840 --> 00:40:57,880
Geta þeir einnig kallast sjónaukar?

620
00:40:57,960 --> 00:40:59,400
Af hverju ekki?

621
00:40:59,520 --> 00:41:03,800
Þeir kanna himingeiminn jafnvel þótt þeir safni ekki upplýsingum frá

622
00:41:03,840 --> 00:41:06,080
rafsegulrófinu.

623
00:41:06,120 --> 00:41:09,880
Fiseindir eru örfinar agnir sem myndast í sólinni

624
00:41:09,960 --> 00:41:12,240
og sprengistjörnum.

625
00:41:12,360 --> 00:41:15,800
Þær mynduðust meira að segja í sjálfum miklahvelli.

626
00:41:15,920 --> 00:41:20,640
Ólíkt öðrum öreindum geta fiseindir komist í gegnum

627
00:41:20,680 --> 00:41:25,640
efni, ferðast á næstum því ljóshraða og þær hafa enga rafhleðslu.

628
00:41:25,760 --> 00:41:30,240
Þótt erfitt geti reynst að rannsaka þessar eindir er nóg til af þeim.

629

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

Á hverri sekúndu fara 50 trilljón fiseindir frá sólinni

630

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

í gegnum líkama þinn.

631

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

Loks hafa stjörnufræðingar og eðlisfræðingar sameinast um að smíða

632

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

þyngdarbylgjunema.

633

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

Þessir sjónaukar skoða hvorki geislun né fanga eindir.

634

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

Þess í stað mæla þeir örlitlar gárur í tímarúminu -

635

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

hugtak sem spáð var fyrir um í afstæðiskeningu Albert Einstein.

636

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

Með ótrúlega fjölbreyttum tækjakosti hafa stjörnufræðingar opnað heim

637

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

alls rafsegulrófsins og komist jafnvel enn lengra.

638

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

Sumar athuganir er þó einfaldlega ekki hægt að framkvæma á jörðu niðri.

639

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

Hvert er svarið við því?

640

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

Geimsjónaukar.

641

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

6. Handan jarðarinnar

642

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

Hubble geimsjónaukinn.

643

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

Langþekktasti sjónauki sögunnar.

644

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

Og skal engan undra.

645

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

Hubble sjónaukinn hefur gerbreytt mörgum sviðum stjarnvísinda.

646

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

Raunar er spegill Hubble sjónaukans heldur lítill á nútímamælikvarða.

647

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

Hann er aðeins um 2,4 metrar í þvermál.

648

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

En staðsetning hans er einfaldlega einstök.

649

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

Handan við þokukenndan lofthjúpin hefur hann óvenju

650

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

skarpa sýn á heiminn.

651

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

En auk þess getur Hubble sjónaukinn séð útfjólublátt og innrautt ljós.

652

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

Sjónaukar niðri á jörðu geta ekki séð þessa geislun þar sem

653

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

andrúmsloftið skyggir á hana.

654

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

Myndavélar og litrófsmælar, sumir á stærð við símaklefa

655

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

rannsaka í þaula og skrásetja ljós frá fjarlægum lendum alheimsins.

656

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

Líkt og sjónaukar á jörðu niðri er Hubble sjónaukinn uppfærður af og til.

657

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

Geimfarar þjónusta hann í geimgöngum.

658

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

Laskaðir hlutar eru endurnýjaðir.

659

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

Og eldri tæki eru leyst af hólmi með nýrri og

660

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

nútímalegri tækni.

661

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

Hubble sjónaukinn er orðinn að aflstöð stjörnuathugana.

662

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

Og hann hefur gjörbreytt skilningi okkar á alheiminum.

663

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

Með haukfránni sjón, hefur Hubble sjónaukinn fylgst með árstíðaskiptum á Mars

664

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

árekstri halastjörnu við Júpíter

665

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

hringum Satúrnusar á rönd

666

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

og jafnvel yfirborði hins agnarsmáa Plútó.

667

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

Hann hefur afhjúpað æviferil stjarna, frá fæðingu þeirra og bernsku

668

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

í fóstri rykmettaðra gasskýja, allt til endaloka þeirra:

669

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

sem fingerðra þoka sem þenjast hægt út í geiminn frá deyjandi stjörnum

670

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

eða sem ógurlegra sprengistjarna sem skína jafnvel skærar en vetrarbrautir.

671

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

Djúpt í Sverðþoku Óríons, sá Hubble sjónaukinn meira að segja fæðingarstað nýrra

672

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

sólkerfa: rykskífur umhverfis nýkviknaðar sólstjörnur sem gætu brátt

673

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

safnast saman í reikistjörnur.

674

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

Geimsjónaukinn hefur rannsakað þúsundir sólstjarna í gríðarstórum kúlubyrpingum

675

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

elstu stjörnuéiningum alheimsins.

676

00:44:46,040 --> 00:44:48,320
Og að sjálfsögðu vetrarbrautir.

677

00:44:48,440 --> 00:44:51,960
Aldrei áður hafa stjörnufræðingar séð svo mörg smáatriði.

678

00:44:51,960 --> 00:44:58,800
Mikilfenglegir þyrilarmar, rykský, ofsafengnir árekstrar.

679

00:45:01,040 --> 00:45:05,480
Með löngum lýsingartíma á auðum svæðum himinhvelvingarinnar, komu í ljós

680

00:45:05,520 --> 00:45:10,080
Þúsundir daufra vetrarbrauta milljarða ljósára í burtu.

681

00:45:10,120 --> 00:45:13,960
Ljóseindir sem lögðu af stað þegar heimurinn var enn mjög ungur.

682

00:45:14,040 --> 00:45:18,400
Gluggi inn í fjarlægga fortíð sem varpar nýju ljósi á

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560
alheim í sífelldri þróun.

684

00:45:22,200 --> 00:45:24,880
Hubble sjónaukinn er ekki eini sjónaukinn í geimnum.

685

00:45:24,920 --> 00:45:29,800
Þetta er Spitzer geimsjónauki NASA, skotið á loft í ágúst 2003.

686

00:45:29,920 --> 00:45:33,720
Á vissan hátt er hann jafngildur Hubble sjónaukanum á innrauða sviðinu.

687

00:45:33,760 --> 00:45:37,960
Spegill Spitzer sjónaukans er aðeins 85 sentimetrar í þvermál.

688

00:45:37,960 --> 00:45:41,080
En sjónaukinn er í vari bak við hitaskjöld sem hlífir honum

689

00:45:41,200 --> 00:45:42,480
fyrir sólinni.

690

00:45:42,520 --> 00:45:47,160
Skynjarar hans eru faldir í loftþéttri flösku fylltri af helíumvökva.

691

00:45:47,200 --> 00:45:50,080
Þar eru skynjararnir kældir niður í örfáar gráður

692

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

yfir alkuli.

693

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

Það gerir þá ofurnæma.

694

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

Spitzer hefur svipt hulunni af rykugum heimi.

695

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

Dökk, ógagnsæ rykský glóa í innrauðu ljósi, þegar þau hitna

696

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

innan frá.

697

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

Höggbylgjur frá árekstrum vetrarbrauta þyrlla upp ryki í hringlaga svæði

698

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

og flóðkraftar mynda ný svæði umfangsmikillar stjörnumyndunar.

699

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

Ryk verður einnig til eftir endalok sólstjarna.

700

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

Spitzer sjónaukinn sýndi að stjörnuþokur og leifar sprengistjarna eru hlaðnar

701

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

rykögnum sem eru nauðsynlegar byggingareiningar seinni tíma reikistjarna.

702

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

Á öðrum bylgjulengdum innrauðs ljóss, getur Spitzer séð í gegnum rykský

703

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

og afhjúpað stjörnur inni í þeim, faldar í myrkum kjörnum skýjanna.

704

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

Loks hafa litrófsmælar geimsjónaukans rannsakað

705

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

andrúmsloft reikistjarna utan okkar sólkerfis - gasrisa eins og Júpíters

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880

sem geysast umhverfis móðurstjörnur sínar á aðeins örfáum dögum.

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

En hvað með röntgengeisla og gamageisla?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

Lofthjúpur jarðar stöðvar þá nánast alfarið.

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

Svo að án sjónauka í geimnum, væru stjörnufræðingar alveg blindir

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

gagnvart þessum tegundum geislunar.

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

Geimsjónaukar sem skoða röntgengeisla og gammageisla, afhjúpa hinn heita

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

orkurika og hamslausa heim vetrarbrautapyrpinga, svarthola

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

sprengistjarna og vetrarbrautaárekstra.

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

Það er þó afar erfitt að smíða þá.

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

Orkurík geislun smígur beint í gegnum venjulega spegla.

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

Röntgengeislum er aðeins hægt að safna með uppröðuðum spegilskeljum úr skíragulli.

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

Gammageislar eru svo rannsakaðir með nýtísku opmyndavélum

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

eða stöflum af sindurnemum sem gefa frá sér örstutta ljósblossa

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

Þegar gammageisli fellur á þá.

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

Á tíunda áratugnum starfrækti NASA Compton gammageislagervitunglið.

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

Á þeim tíma, var það stærsta og umfangsmesta vísindagervitungl

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

sem hafði nokkurn tíma verið skotið upp.

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

Fullbúin rannsóknarstofa í eðlisfræði úti í geimnum.

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

Árið 2008 var Compton skipt út fyrir GLAST:

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

Stóra gammageisla-geimsjónaukann.

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

Hann mun rannsaka allt á háorkusviði heimsins frá huldufni

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

til tífstjarna.

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

Á meðan hafa stjarnfræðingar tvo röntgensjónauka í geimnum.

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

Chandra röntgensjónaukinn frá NASA og XMM-Newton sjónaukinn frá ESA

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

rannsaka báðir heitustu svæði alheimsins.

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

Svona lítur himininn út á röntgensviðinu.

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

Útþöndu fyrirbærin eru gasský, hituð upp í milljónir gráða af

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

þrýstibylgjum í leifum sprengistjarna.

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

Björtu uppsprettur eru röntgengeisla-tvistirni: nifteindastjörnur eða

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640

svarthol sem soga til sín efni frá fylgistjörnu sinni.

736

00:48:43,720 --> 00:48:47,280

Þetta heita, innfallandi gas gefur frá sér röntgengeislun.

737

00:48:47,360 --> 00:48:51,560

Eins afhjúpa röntgensjónaukar gríðarlega umfangsmikil svarthol í

738

00:48:51,640 --> 00:48:53,760

kjörnum fjarlæggra vetrarbrauta.

739

00:48:53,840 --> 00:48:57,800

Efni sem hringsnýst inn á við verður nógu heitt til að lýsa í röntgensviðinu

740

00:48:57,880 --> 00:49:02,160

rétt áður en það fellur inn í svartholið og úr augsýn.

741

00:49:02,240 --> 00:49:06,840

Heitt en þunnt gas fyllir einnig geiminn á milli vetrarbrauta

742

00:49:06,920 --> 00:49:08,320

í vetrarbrautapýrpingum.

743

00:49:08,400 --> 00:49:12,240

Stundum verður þetta innra gas fyrir þrýstibylgjum og enn frekari upphitun

744

00:49:12,320 --> 00:49:16,480

vegna árekstra og sameiningar vetrarbrautapýrpinga.

745

00:49:16,560 --> 00:49:20,760

Gammablossar eru jafnvel enn áhugaverðari sem orkumestu atburðir

746

00:49:20,840 --> 00:49:22,600

í alheiminum.

747

00:49:22,680 --> 00:49:26,920

Þetta eru hamfarasprenningar sem marka endalok gríðarpungra stjarna

748

00:49:26,960 --> 00:49:28,760

sem snúast mjög hratt.

749

00:49:28,840 --> 00:49:32,760

Á minna en einni sekúndu, losnar meiri orka úr læðingi en sólin okkar losar

750

00:49:32,840 --> 00:49:35,760

á 10 milljörðum ára.

751

00:49:38,200 --> 00:49:42,160

Hubble, Spitzer, Chandra, XMM-Newton og GLAST

752

00:49:42,240 --> 00:49:44,600

eru allt fjölhæfir risar.

753

00:49:44,680 --> 00:49:47,640

En sumir geimsjónaukar eru mun smærri og hafa miklu

754

00:49:47,720 --> 00:49:49,240

einbeittari markmið.

755

00:49:49,320 --> 00:49:51,280

Lítið til dæmis á COROT.

756

00:49:51,360 --> 00:49:54,880

Þetta franska gervitungl er ætlað til rannsókna á stjörnskjalftafræði og

757

00:49:54,960 --> 00:49:56,880

reikistjörnum utan okkar sólkerfis.

758

00:49:56,960 --> 00:50:01,240

Eða Swift gervitunglið frá NASA, sameiginleg röntgen- og gammageislarannsóknarstöð

759

00:50:01,320 --> 00:50:05,720

hönnuð til að afhjúpa leyndardóma gammablossa.

760

00:50:05,800 --> 00:50:10,160

Einnig er vert að geta WMAP, Wilkinson örbylgjukannans.

761

00:50:10,240 --> 00:50:13,840

Eftir að hafa aðeins verið tvö ár í geimnum hafði hann kortlagt

762

00:50:13,920 --> 00:50:17,280

bakgrunnsgeislunina með nákvæmni sem ekki hafði áður sést.

763

00:50:17,360 --> 00:50:21,200

WMAP gaf heimsfræðingum bestu sýn til eins af elstu stigum

764

00:50:21,280 --> 00:50:26,680

alheimsins, fyrir meira en 13 milljörðum ára.

765

00:50:26,760 --> 00:50:29,640

Að opna himingeiminn hefur reynst ein

766

00:50:29,720 --> 00:50:32,240

stórkostlegasta þróunin í sögu sjónaukans.

767

00:50:32,320 --> 00:50:34,760

Hvað kemur næst?

768

00:50:37,800 --> 00:50:40,680

7. Hvað kemur næst?

769

00:50:42,680 --> 00:50:45,480

Í Arizona hefur fyrsti spegillinn verið smíðaður fyrir

770

00:50:45,560 --> 00:50:47,400

Stóra Magellan sjónaukann.

771

00:50:47,480 --> 00:50:50,680

Þetta gríðarstóra tæki verður reist í Las Campanas

772

00:50:50,760 --> 00:50:52,360

stjörnustöðinni í Chile.

773

00:50:52,440 --> 00:50:56,040

Hinum sjö speglum sjónaukans sem hver um sig er vel yfir átta metra í þvermál

774

00:50:56,120 --> 00:50:59,200

verður raðað upp eins og krónublöðum á blómi.

775

00:50:59,280 --> 00:51:02,200

Og saman munu þeir safna meira en fjórfalt meira

776

00:51:02,280 --> 00:51:05,799

ljósmagni en nokkur núverandi sjónauki hefur möguleika á.

777

00:51:05,880 --> 00:51:10,240

Þrjátíu metra Kaliforníusjónaukinn sem ráðgert er að smíða 2015

778

00:51:10,320 --> 00:51:13,080

er líkari tröllvaxinni útgáfu af Keck sjónaukanum.

779

00:51:13,160 --> 00:51:16,360

Hundruð stakra parta mynda gríðarstóran spegil

780

00:51:16,440 --> 00:51:20,520

jafnháan og sex hæða íbúðahús.

781

00:51:20,600 --> 00:51:25,320

Í Evrópu eru teikningar tilbúnar fyrir hinn evrópska Extremely Large Telescope.

782

00:51:25,799 --> 00:51:29,160

42 metra breiður verður spegill hans jafnstór og

783

00:51:29,240 --> 00:51:32,640

ólympíusundlaug - tvisvar sinnum stærri en yfirborð

784

00:51:32,720 --> 00:51:34,840

Þrjátíu metra sjónaukans.

785

00:51:34,920 --> 00:51:39,400

Þessi ferlíki framtíðarinnar, gerð til rannsókna á innrauða sviðinu, verða

786

00:51:39,480 --> 00:51:44,160

öll útbúin nænum tækjum og með aðlögunarsjöntækni.

787

00:51:44,240 --> 00:51:46,840

Þau munu afhjúpa allra fyrstu kynslóð vetrarbrauta

788

00:51:46,920 --> 00:51:50,120

og stjarna í sögu alheimsins.

789

00:51:50,200 --> 00:51:53,120

Enn fremur munu þau ef til vill láta okkur í té fyrstu raunverulegu myndina

790

00:51:53,200 --> 00:51:56,160

af reikistjörnu í öðru sólkerfi.

791

00:51:56,240 --> 00:52:00,000

Í útvarpsstjörnufræði eru 42 metrar smámunir.

792

00:52:00,080 --> 00:52:02,720

Þar eru mörg smærri tæki tengd saman til að líkja eftir

793

00:52:02,799 --> 00:52:05,080

mun stærri viðtaka.

794

00:52:05,160 --> 00:52:08,799

Í Hollandi er Low Frequency Array, eða LOFAR

795

00:52:08,880 --> 00:52:10,520

í smíðum.

796

00:52:10,600 --> 00:52:15,840

Ljósleiðarar munu tengja 30.000 loftnet við miðlæga ofurtölvu.

797

00:52:15,920 --> 00:52:19,440

Þessi frumlega hönnun verður án nokkurra hreyfanlegra hluta, en mun geta horft

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840

í átta mismunandi stefnur samtímis.

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120

LOFAR tæknin mun að öllum líkindum verða notuð við Square

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600

Kilometre Array sem er efst á óskalista

801

00:52:28,680 --> 00:52:30,560

útvarpsstjörnufræðinga.

802

00:52:30,640 --> 00:52:34,640

Hin alþjóðlega sjónaukastæða verður reist í Ástralíu eða Suður-Afríku.

803

00:52:34,720 --> 00:52:38,560

Stórir loftnetsdiskar og smágerð móttökutæki verða tengd saman til að kalla fram

804

00:52:38,640 --> 00:52:42,920

mynd af útvarpshimninum með ótrúlegri nákvæmni.

805

00:52:43,000 --> 00:52:46,720

Og með safnsvæði stærra en einn ferkílómetri, verður

806

00:52:46,799 --> 00:52:50,440

nýja sjónaukastæðan langnæmasta útvarpstæki

807

00:52:50,520 --> 00:52:52,920

sem hefur nokkurn tímann verið smíðað.

808

00:52:53,000 --> 00:52:58,040

Vetrarbrautir í þróun, kröftug dulstirni, tifandi tífstjörnur

809

00:52:58,160 --> 00:53:01,799

engin uppspretta útvarpsbylgja verður óhult fyrir árvökulum augum

810

00:53:01,880 --> 00:53:04,760

Square Kilometre Array.

811

00:53:04,799 --> 00:53:08,280

Tækið mun jafnvel leita að mögulegum útvarpsmerkjum frá

812

00:53:08,360 --> 00:53:11,840

siðmenningu utan jarðar.

813

00:53:11,920 --> 00:53:15,160

En hvað með geiminn?

814

00:53:15,240 --> 00:53:19,040

Eftir fimmtu og síðustu geimförina til að þjónusta Hubble sjónaukann

815

00:53:19,120 --> 00:53:24,480

mun hann verða í notkun fram til 2013 eða þar um bil.

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720

Um það leyti, verður arftaki hans settur á loft.

817

00:53:30,760 --> 00:53:34,720

Sjá, James Webb geimsjónaukinn, innrauð geimrannsóknarstöð

818

00:53:34,799 --> 00:53:40,480

sem nefnd er eftir fyrrum forstjóra NASA.

819

00:53:40,560 --> 00:53:44,840

Þegar hann verður kominn út í geim, mun 6,5 metra samsettur spegillinn opnast

820

00:53:44,920 --> 00:53:48,480

líkt og blóm sem springur út - sjö sinnum næmari

821

00:53:48,560 --> 00:53:51,360

en Hubble sjónaukinn.

822

00:53:51,440 --> 00:53:54,520

Stór sólhlíf heldur sjónglerjunum og lághita

823

00:53:54,600 --> 00:53:57,960

tækjunum í varanlegum skugga sem gerir þeim kleift að vinna við

824

00:53:58,040 --> 00:54:03,000

svo lágt hitastig sem mínus 233 gráður á Celsíus.

825

00:54:04,200 --> 00:54:07,880

James Webb geimsjónaukinn mun ekki snúast um jörðina.

826

00:54:07,960 --> 00:54:11,640

Í staðinn verður hann hafður í 1,5 milljón kílómetra fjarlægð frá

827

00:54:11,720 --> 00:54:15,880

jörðinni okkar, á braut umhverfis sólina.

828

00:54:15,960 --> 00:54:19,080

Fyrir hálfri öld var Hale sjónaukinn á Palomarfjalli

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960

stærsti sjónauki sögunnar.

830

00:54:21,000 --> 00:54:25,120

Núna mun jafnvel enn stærri sjónauki sveima um fjarlægum himingeiminn.

831

00:54:25,160 --> 00:54:29,440

Við getum aðeins gert okkur í hugarlund hvaða spennandi uppgötvanir bíða hans.

832

00:54:29,520 --> 00:54:31,680

Verið viðbúin!

833

00:54:32,160 --> 00:54:34,880

Á meðan dettur hugmyndaríkum verkfræðingum í hug

834

00:54:34,960 --> 00:54:37,720

byltingakenndar útfærslur á nýjum sjónaukum.

835

00:54:37,799 --> 00:54:42,040

Í Kanada hafa vísindamenn smíðað sjónauka með svo kölluðum „fljótandi spegli“.

836

00:54:42,120 --> 00:54:45,200

Í þessari sjónaukagerð endurvarpast ljós stjarnanna ekki frá

837

00:54:45,280 --> 00:54:49,360

gegnheilum spegli heldur frá sveigðu yfirborði kvikasilfurdisks

838

00:54:49,440 --> 00:54:52,600

sem er látinn snúast.

839

00:54:52,680 --> 00:54:56,360

Vegna hönnunar sinnar, er einungis hægt að beina kvikasilfurssjónaukum beint upp

840

00:54:56,440 --> 00:54:59,120

en kosturinn við þá er að þeir eru tiltölulega ódýrir

841

00:54:59,200 --> 00:55:01,360

og auðveldir í smíði.

842

00:55:01,440 --> 00:55:04,440

Útvarpsstjórnufræðingar vilja reisa sjónaukastæðu í anda LOFAR úr litlum

843

00:55:04,520 --> 00:55:07,360

loftnetum, á yfirborði tunglsins, eins langt frá hugsanlegum

844

00:55:07,440 --> 00:55:10,880

uppsprettum truflana á jörðinni.

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520

Hver veit, dag einn gæti jafnvel stór spegilsjónauki verið staðsettur

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360

á fjærhlið tunglsins.

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360

Með notkun geimsjónauka og myrkvaskífa, vonast

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960

röntgenstjórnufræðingar til þess að bæta sjón þeirra margfalt

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040

í framtíðinni.

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720

Þeim gæti jafnvel tekist að mynda sjálfan sjóndeildarhring

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760

svarthols.

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560

Einhvern tímann gæti sjónaukinn svarað einni af stærstu

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840

grundvallarspurningum mannkyns: Erum við ein í heiminum?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800

Við vitum að það finnast önnur sólkerfi utan okkar.

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280

Okkur grunar að þar megi jafnvel finna reikistjörnur líkar jörðinni

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200

með fljótandi vatni.

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200

En

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440

er einhvers staðar líf að finna?

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120

Að uppgötva reikistjörnur af þessu tagi utan okkar sólkerfis hefur reynt erfitt.

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680

Þær eru oft huldar sýnum stjörnufræðinga vegna hinnar miklu útgeislunar

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960

ljóss frá móðurstjörnum þeirra.

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040

Víxlunarmælar sem skotið er upp í myrkur geimsins, gætu

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760

veitt ný svör.

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520

Um þessar mundir hyggur NASA að verkefni sem kallað er

865

00:56:13,560 --> 00:56:16,120
Terrestrial Planet Finder.

866
00:56:16,240 --> 00:56:20,680
Og í Evrópu eru vísindamenn að hanna Darwin sjónaukastæðuna.

867
00:56:20,799 --> 00:56:24,360
Sex geimsjónaukar munu snúast umhverfis sólu í uppstillingu.

868
00:56:24,480 --> 00:56:28,520
Leysigeislar stjórna fjarlægðinni á milli þeirra upp á nanómetra.

869
00:56:28,560 --> 00:56:32,200
Saman hafa þeir ótrúlega upplausn, og jafna út

870
00:56:32,240 --> 00:56:36,040
ofbirtuna frá fastastjörnunum svo vísindamenn geta raunverulega séð

871
00:56:36,160 --> 00:56:39,800
reikistjörnur svipaðar jörðinni umhverfis aðrar stjörnur.

872
00:56:40,640 --> 00:56:44,880
Því næst munu stjörnufræðingar rannsaka ljósið sem endurkastast af reikistjörnunni.

873
00:56:45,000 --> 00:56:49,960
Það inniheldur litrófslínurit frá andrúmslofti reikistjörunnar.

874
00:56:50,000 --> 00:56:53,280
Hver veit, eftir 15 ár gætum við uppgötvað ummerki

875
00:56:53,320 --> 00:56:55,600
súrefnis, metans og ósons.

876
00:56:55,720 --> 00:56:58,800
Vegvísa lífsins.

877
00:57:01,000 --> 00:57:03,520
Alheimurinn er uppfullur af heillandi ráðgátum.

878
00:57:03,640 --> 00:57:05,960
Himininn hættir aldrei að hrífa okkur.

879
00:57:06,080 --> 00:57:08,960
Engin furða að hundruð þúsunda stjörnuskoðunaráhugamanna

880
00:57:09,000 --> 00:57:11,520
umhverfis hnöttinn fari út á hverri heiðskirri nóttu til að dást

881

00:57:11,640 --> 00:57:13,200

að alheiminum.

882

00:57:13,240 --> 00:57:15,520

Sjónaukar þeirra eru mun betri en tækin

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960

sem Galileó notaði.

884

00:57:17,000 --> 00:57:20,600

Stafrænar myndir þeirra eru jafnvel betri en ljósmyndir teknar

885

00:57:20,640 --> 00:57:23,760

af atvinnumönnum fyrir aðeins örfáum áratugum.

886

00:57:23,880 --> 00:57:27,200

Leit stjörnufræðinga að skilningi á alheiminum, rannsóknir þeirra

887

00:57:27,240 --> 00:57:30,760

á alheimnum með stjörnusjónaukum, er aðeins 400 ára gömul.

888

00:57:30,799 --> 00:57:35,040

Það eru enn stór ókönnuð svæði úti í geimnum.

889

00:57:35,560 --> 00:57:38,880

Við erum komin vel á veg síðan Galileó hóf að kortleggja himininn

890

00:57:39,000 --> 00:57:42,200

með sjónauka sínum fyrir fjórum öldum.

891

00:57:42,240 --> 00:57:45,440

Enn þann dag í dag horfum við út í alheiminn með sjónaukum

892

00:57:45,480 --> 00:57:50,800

ekki aðeins af jörðu niðri heldur einnig frá víðáttum geimsins.

893

00:57:50,920 --> 00:57:54,520

Vaxtarsproti mannkyns er fólgin í að því er virðist óendanlegri uppsprettu

894

00:57:54,640 --> 00:57:57,680

forvitni og hugvitsemi.

895

00:57:57,799 --> 00:58:00,360

Við erum rétt að hefjast handa við að svara sumum af æðstu

896

00:58:00,400 --> 00:58:02,440

spurningunum sem komið hafa upp.

897

00:58:02,480 --> 00:58:05,120

Við höfum kortlagt yfir 300 reikistjörnur við aðrar sólstjörnur

898

00:58:05,160 --> 00:58:09,200

í vetrarbrautinni okkar og fundið lífrænar sameindir á reikistjörnum

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760

umhverfis fjarlægjar stjörnur.

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440

Þessar ótrúlegu uppgötvanir gætu virst hápunkturinn í könnun mannsins

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520

en það stórbrotnasta á án nokkurs vafa, enn eftir að líta dagsins ljós.

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440

Þú getur slegist í hópinn.

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200

Horfðu til himins og njóttu.