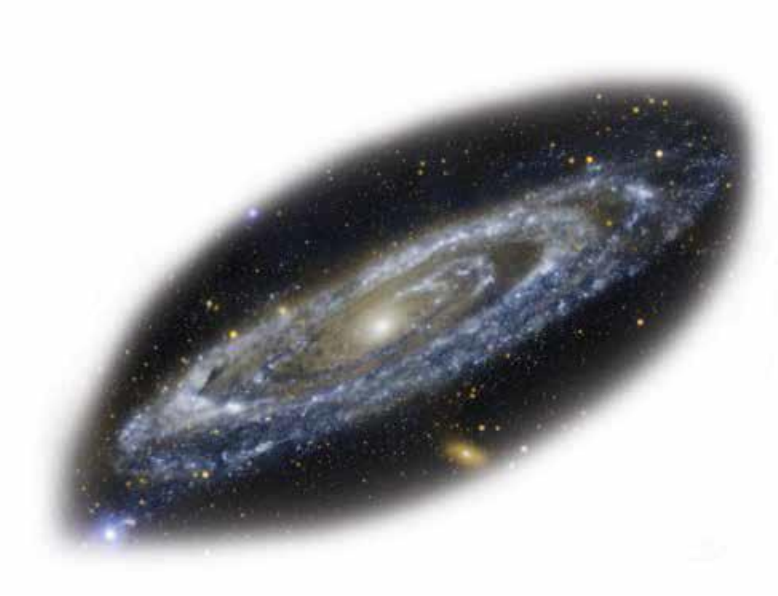
ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು

ಕಪ್ಪು ಶಕ್ತಿಯ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯ

– *ಅಮಿತಾಭ ಮುಖರ್ಜಿ*

ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ ಎಂಬ ರಹಸ್ಯಮಯ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ತುಂಬಿದ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ನಾವು ಜೀವಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ ಎಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ ಎಂದರೆ ಏನು, ಅದು ಅಸ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ನಾವು ಹೇಗೆ ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ.

1920 ನೇ ಇಸವಿ. ಅಮೇರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದ (USA) ನ್ಯಾಷನಲ್ ಅಕಾಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ನಲ್ಲಿ ಜರುಗುತ್ತಿದ್ದ ಸಭೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಅಂದಿನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು “ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಪರಿಮಾಣ” (‘The Scale of the Universe’) ಎಂಬುದನ್ನು ಕುರಿತು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ವಾದಗಳು ಬೃಹತ್ ಆಂಡ್ರೊಮಿಡ ನೆಬ್ಯುಲಾದಂತಹ ಮೋಡದಂತೆ ಕಾಣುವ ಕಾಯಗಳತ್ತ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿತ್ತು. (ನೆಬ್ಯುಲಾ ಎಂದರೆ ಲ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಮೋಡ ಎಂದು ಅರ್ಥ) ಆಂಡ್ರೊಮಿಡಾ ನೆಬ್ಯುಲಾಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಹೆಸರು ಎಂ31 (**ಚಿತ್ರ 1 ಎ** ನೋಡಿ). ಒಂದು ವಿಚಾರ ಪಂಥದ ಪ್ರಕಾರ ನೆಬ್ಯುಲಾಗಳು ಆಕಾಶಗಂಗೆ (Milky Way Galaxy) ಯೊಳಗಿರುವ ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಧೂಳಿನ ಮೋಡವಷ್ಟೆ. ಮತ್ತೊಂದು ವಿಚಾರಪಂಥ ಈ ವಾದದ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನಷ್ಟೆ ಒಪ್ಪುತ್ತದೆ – ಅಂದರೆ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅನಿಲ ಮೋಡಗಳು ಇರುವುದಂತೂ ನಿಜ. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಕೆಲವು ನೆಬ್ಯುಲಾಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗುಂಪಾಗಿದ್ದು, ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯೊಳಗೆ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಷ್ಟು ತುಂಬಾ ದೂರದಲ್ಲಿ ಇವೆ ಎಂದು ಅವರು ವಾದಿಸುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ 1 ಎ ಆಂಡ್ರೊಮಿಡಾ ನೀಹಾರಿಕೆ: ಒಂದು ಆಧುನಿಕ ನೋಟ.

Credits: NASA/JPL-Caltech, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Andromeda_galaxy_2.jpg. License: CC-BY.

ಚಿತ್ರ 1 ಬಿ: ಅಮಾನ್ಯುಯಲ್ ಕ್ಯಾಂಟ್

Credits: A photograph (http://www.philosovieth.de/kantbilder/bilddaten.html) of a painting by Johann Gottlieb Becker uploaded by Daube aus Böblingen, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Kant_gemaelde_3.jpg. License: CC-BY.

ಎರಡನೇ ಪಂಥದವರ ವಾದ ಹೊಸತೇನಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. 1775 ನೇ ಇಸವಿಯಷ್ಟು ಹಿಂದೆಯೇ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿಯಾದ ಅಮಾನ್ಯುಯಲ್ ಕ್ಯಾಂಟ್ (Immanuel Kant) **(ಚಿತ್ರ 1ಬಿ** ನೋಡಿ) **"ದ್ವೀಪ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ"**ಗಳು ಎಂದು ತಾನು ಹೆಸರಿಸಿದ ಈ ನೆಬ್ಯುಲಾಗಳನ್ನು **ದೂರದ** ಕಾಯಗಳೆಂದು ಊಹಿಸಿದ್ದನು. 1925 ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ವಿಸ್ತೃತ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ, ವಿಶೇಷತಃ ಎಡ್ವಿನ್ ಹಬಲ್ ಎಂಬ ಅಮೆರಿಕಾದ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದಾಗಿ, ಈ ವಿವಾದವು ಅಂತ್ಯಗೊಂಡಿತು. ಹಬಲ್ ತನ್ನ ವೀಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯಾದ ಮೌಂಟ್ ವಿಲ್ಸನ್ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದಲ್ಲಿರುವ ಹೂಕರ್ ದೂರದರ್ಶಕದ ನೆರವಿನಿಂದ **ಎಂ–31** ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಗುರುತಿಸುವ ಮೂಲಕ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದನು (**ಚಿತ್ರ 2** ನೋಡಿ). ಅನತಿ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆತ ಮತ್ತು ಆತನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಈ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ದೂರವನ್ನು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲು ಸಮರ್ಥರಾದರು. **ಎಂ–31** ಎಂಬುದು ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದ್ದಲ್ಲದೆ, ಅದು ಸ್ವತಃ ಅನೇಕ ಶತಕೋಟಿ

ತಾರೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ನೀಹಾರಿಕೆಯೇ ಆಗಿದೆ ಎಂದೂ ಇದರಿಂದ ಅರಿವಿಗೆ ಬಂತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡದಾಗಿದೆ ಎಂದು ಸಾಬೀತಾಯಿತು. ಅದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿಯೇ **ಎಂ–31** ರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದ ಬೆಳಕು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ತೋರಿದವು.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿದೆ

1916ರಿಂದ 1919ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅಂಡ್ರೊಮಿಡದಂತಹ ಕೆಲವು 'ನೆಬ್ಯುಲಾಗಳು' ತಮ್ಮ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ **ನೀಲಿ ಪಲ್ಲಟ** (ಛಟಣಜ ,ಖಜಿಣ)ವನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸಿದರೆ, ಬಹಳಷ್ಟು ನೆಬ್ಯುಲಾಗಳು **ಕೆಂಪು ಪಲ್ಲಟ** (ಡಿಜಜ,ಖಜಿಣ) ವನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸಿದವು. ಈ ಅಂಶವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಅತಿ ದೂರದ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ (ಗ್ಯಾಲಾಕ್ಸಿಗಳ) ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಿಜವಾಗಿತ್ತು. ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮವು (ಬಾಕ್ಸ್ 1 ನೋಡಿ) ರೋಹಿತ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯ ಪರಿಣಾಮವೆಂದು ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಬಹಳಷ್ಟು ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತಿವೆ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲು ನಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. 1920 ರ ದಶಕದ ಅಂತಿಮ ಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಹಬಲ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಆಗ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಬಹುತೇಕ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದರು. ನಮ್ಮಿಂದ ಬಹಳ ದೂರವಿರುವ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುವು ಎಂದು ಅವರಿಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಅಂದರೆ, ಅವು ನಮ್ಮಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿವೆ ಎಂದು ಅವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. 1929 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಗೊಂಡ ಹಬಲ್‌ನ ಮೊದಲನೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನ ನೀಹಾರಿಕೆಯೊಂದರ ದೂರಸರಿಯುವಿಕೆಯ ವೇಗ ನಮ್ಮಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಇರುವ ದೂರಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿತು (**ಚಿತ್ರ 3** ನೋಡಿ). ಇದನ್ನು ನಾವೀಗ **ಹಬಲ್ ನಿಯಮ** ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. (**ಬಾಕ್ಸ್ 3** ನೋಡಿ)

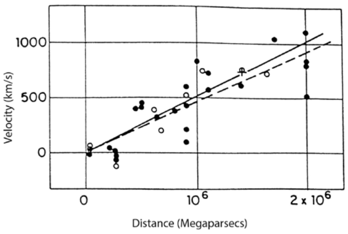
ಚಿತ್ರ೨ಎ

ಎಡ್ವಿನ್ ಹಬಲ್

Credits: Johan Hagemeyer, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Studio_portrait_photograph_of_Edwin_Powel

ಚಿತ್ರ೨ಬಿ. ಮೌಂಟ್ ವಿಲ್ಸನ್ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದ 100 ಇಂಚಿನ ಹೂಕರ್ ದೂರದರ್ಶಕ

Credits: Ken Spencer, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:100_inch_Hooker_Telescope_900_px.jpg. License: CC-BY-SA.



ತಜಡಿಣಥಿಟಜ ವೇಗ (ಕಿಮೀ/ಸೆಕೆಂಡ್) ಙಡಿಣದಠಟಿಚಿಟ : ದೂರ (ಮೆಗಾ ಪಾರಸೆಕೆಂಡ್):

ಚಿತ್ರ 3 ಹಬಲ್‌ಪ್ಲಾಟ್ **ಅಡಿಜಜಜಣ: ಇಜತಿಟಿ ಊಜಿಛಛಟಜ,**
ಕಡಿಠಿಛಿಜಜಜಿಟಿ ಠಜಿ ಣಜ ಓಚಿಣಠಟಿಚಿಟ ಂಛಿಚಿಜಜಟಥಿ ಠಜಿ ಖಛಿಜಟಿಛಿಜ, ತಠಟ. 15 ಟಿಠ. 3, ಠಿಠಿ.168–173. ಗಖಐ: ಹಣಣಠಿ://ತಿತಿತಿ.ಠಿಟಿಚಿ.ಠಡಿರ/ಛಿಠಟಿಣಜಟಿಣ/ಠಿಟಿಚಿ/94/13/6579/ಈ3.ಟಚಿಡಿರಜ.ರಿಠಿರ. ಖಛಿಜಟಿಜ: ಅಠಠಿಥಿಡಿರಿಣ ಕಓಂಖ.

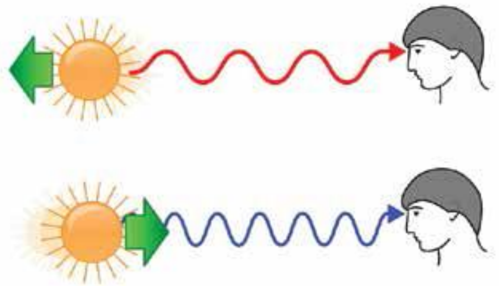
1930ರ ದಶಕದ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಅಧಿಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಲಭ್ಯವಾದಾಗ **ಹಬಲ್ ನಿಯಮ** ದೃಢಪಟ್ಟಿತು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ, ಇಂದಿಗೂ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟವನ್ನು '**ಡಿಜಜಥಿಜಿಣ**' (ಈಗ ವಾಡಿಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪದ) ದೂರದ ಅಳತೆಯಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ **(ಬಾಕ್ಸ್ 2 ನೋಡಿ)**. ಆದಾಗ್ಯೂ, ಹಬಲ್ ಮತ್ತು ಆತನ ಸಹವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದು ವಿವರಿಸಲಾಗಲಿಲ್ಲ. **'ಮಾನವರು ಭಾಗ್ಯವಂತರು, ಅವರು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ್ದಾರೆ'** ಎಂಬ ಪುರಾತನ ಅಭಿಮತವನ್ನು ಇಂದು ನಾವು ನಂಬುವುದಿಲ್ಲ. ಆಕಾಶಗಂಗೆಯು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಶತಕೋಟಿ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು ನೀಹಾರಿಕೆಯಾಗಿದೆ ಎಂದು ಮಾನ್ಯ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಎಲ್ಲಿಂದ ನಿಂತು ವೀಕ್ಷಿಸಿದರೂ ಒಟ್ಟಾರೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಅವರು ಎಲ್ಲೇ ಇರಲಿ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ಎಂಬ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದೇವೆ– ಈ ಗಾಢ ತಾತ್ವಿಕ ಹೇಳಿಕೆಯನ್ನು **"ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ನಿಯಮ"** (ಅಠಠಟಠಠರಿಛಿಚಿಟ ಕಡಿಟಿಛಿಠಿಟಜ) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಇನ್ನೊಂದು ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಹಬಲ್ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಮತ್ತೊಂದು ನೀಹಾರಿಕೆಯಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವ ಬುದ್ಧಿವಂತ ಜೀವಿಗಳಿಗೂ ಇತರ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ತಮ್ಮಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು **ಇತರೆ** ನೀಹಾರಿಕೆ **ಗಳಿಂದ** ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರದ ಅನುಪಾತಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ವೇಗದಿಂದ ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುತ್ತಿವೆ ಎಂಬುದು ಇದರ ಅರ್ಥ.

ಬಾಕ್ಸ್ 1 ಡಾಪ್ಲರ ಪರಿಣಾಮ ಮತ್ತು ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟ

*ನಮ್ಮ ಬಳಿಗೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ಮೋಟರ್ ಸೈಕಲ್ ನಮ್ಮನ್ನು ದಾಟಿ ಹೋದಾಗ ಅದರ ಶಬ್ದದ ಸ್ಥಾಯಿ ಅಥವಾ ಶ್ರುತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗುವುದನ್ನು ನೀವು ಗಮನಿಸಿರಬಹುದು. ತರಂಗವನ್ನು (ಶಬ್ದ) ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರುವ ಶಬ್ದದ ಮೂಲವು (ಅಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಮೋಟರ್ ಸೈಕಲ್) ನಮ್ಮ ಬಳಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಅಥವಾ ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಹೋದಾಗ ಶ್ರುತಿಯಲ್ಲಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ **ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮ** ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.*

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಇತರ ಪ್ರಕಾಶಮಾನ ಕಾಯಗಳಂತೆ, ನೀಹಾರಿಕೆಗಳು ವಿವಿಧ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ತರಂಗಗಳನ್ನು (ಗಾಮಾ ವಿಕಿರಣ, ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣ, ಅತಿನೇರಳೆ ವಿಕಿರಣ, ದೃಗ್ಗೋಚರ ಬೆಳಕು, ಅವಕೆಂಪು ವಿಕಿರಣ ಇತ್ಯಾದಿ) ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 4: ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟ ಮತ್ತು ನೀಲಿಪಲ್ಲಟ

ಅಡಿಜಜುಣ: ೦ಟಜಕ್ ಖಿಂಕ್ಂಥಿಇs, ಫುಇುಟಜಜುಚಿ ಅಂಟಟಂಟಿ. ಗಖಐ: ್ಣಣಠಿ://ಛಿಂಟಟಂಟಿ.ತಿಇುಟಜಜುಚಿ.ಂಡಿಂ/ತಿಇು/ಈುಟಜ:ಖಜಘುಜಿಣ_ಛಟಣಘುಜಿಣ.ತಂ. ಖಛಿಜಟಜ: ಅಅ-ಃಜ-ಖಂ.

ಮೋಟರ್ ಸೈಕಲ್ ದೃಷ್ಟಾಂತದಲ್ಲಿ ಆದಂತಯೇ, ಡಾಪ್ಲರ್ ಪರಿಣಾಮದ ನೆರವಿನಿಂದ ನಮಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿರುವ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಅಧ್ಯಯನ ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀಹಾರಿಕೆಯೊಂದು ನಮ್ಮ ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ರೋಹಿತ ರೇಖೆಗಳು ಕಡಿಮೆ ತರಂಗಾಂತರಗಳತ್ತ (ಹೆಚ್ಚು ನೀಲಿ) ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಹಾಗೂ ಅದು

*ನಮ್ಮಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ರೇಖೆಗಳು ಅಧಿಕ ತರಂಗಾಂತರಗಳತ್ತ (ಹೆಚ್ಚು ಕೆಂಪು) ಪಲ್ಲಟಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (**ಚಿತ್ರ 4** ನೋಡಿ).*

ಬಾಕ್ಸ್ 2 : ಹಬಲ್ ನಿಯಮ

ಹಬಲ್ ನಿಯಮವೆಂದೇ ಹೇಳುವ ನಿಯಮವನ್ನು ಬೆಲ್ಜಿಯಂನ ಪಾದ್ರಿ ಹಾಗೂ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜಾರ್ಜಸ್ ಲಮೈತ್ರನ (ಉಜಾಂಡಿಂಥ ಐಜಟಟಚುಣಡಿಜ) *ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ 'ಲಮೈತ್ರ–ಹಬಲ್' ನಿಯಮ ಎಂದು ಹೆಸರಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಈತ ಹಬಲ್‌ಗಿಂತ ಎರಡು ವರ್ಷ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ, ಅಂದರೆ 1927ರಲ್ಲಿ –ಇದನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದನು (**ಚಿತ್ರ 5** ನೋಡಿ)*

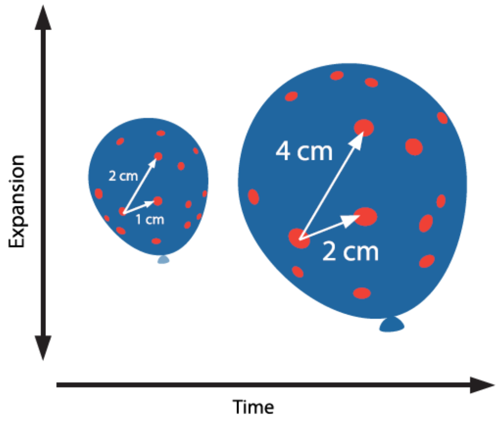
ಚಿತ್ರ 5

ಜಾರ್ಜಸ್ ಲಮೈತ್ರ

ಅಡಿಜಜುಣ: ಂಜಚಿಖಿಣಜಜ ಜಿಡಿಂಟ ಔಡಿುಂಟಿ ಃಟಂರ, ಇಖಂ. ಗಖಐ: ್ಣಣಠಿ://ಛಟಂರ.ಫಚಿ.ಎಟಣ/ಂಡಿುಂಟಿ/2014/03/20/ಂತಜಡಿ–13–ಛುಟಟುಂಟಿ–ಧಿಜಚಿಢಿ–ಚಿಜಿಣಜಡಿ–ಣಖಜ–ಛುಂ–ಛಚಿಟಿಂಂಜಂಡಿಂಜ ಟಜಟಚುಣಡಿಜ–್ಜಚಿಥ–ಣಂ–ಠಿಚಿಛಿಜ/.

ಅಂದ ಹಾಗೆ, ಲಮೈತ್ರ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಹೇಳಿದ್ದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದ್ದನು. ಆದರೆ, ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು, ಅಷ್ಟೇನೂ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಲ್ಲದ ಬೆಲ್ಜಿಯಂನ ಒಂದು ನಿಯತಕಾಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದರಿಂದ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರವಷ್ಟೇ ಅವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾನ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದವು.

ಒಂದು ದೃಷ್ಟಾಂತ: ಮುದ್ರಿತ ಚಿತ್ರಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಒಂದು ಬಲೂನ್ ಅನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಅದನ್ನು ಊದಿದಾಗ ಅದು ಹಿಗ್ಗುವುದು. ಆಗ ಮುದ್ರಿತ ಚಿತ್ರಾಕೃತಿಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವೂ ಮತ್ತೊಂದರಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತದೆ (**ಚಿತ್ರ 6** ನೋಡಿ). ತಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ಈ ದೃಷ್ಟಾಂತ ಅಷ್ಟೇನು ಸಮಂಜಸವಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಒಟ್ಟಾರೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ಹಬಲ್ ನಿಯಮದ ಭೌತಿಕ ಅರ್ಥವನ್ನು ಕಣ್ಣಮುಂದೆ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಇದು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

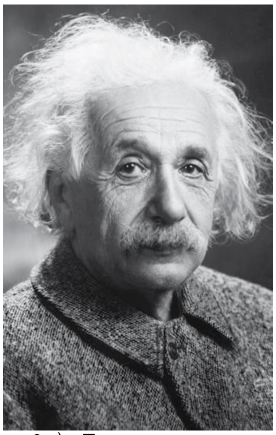


ಗಿಜಡಿಣುಛಿಟಜ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ ಊಂಡಿದಚಿಟಿಣಚಿಟ ಕಾಲ

ಚಿತ್ರ 6 ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿರುವ ಬಲೂನಿನ ಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿರುವ ಮುದ್ರಿತ ತುಣುಕುಗಳು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ದೂರಕ್ಕೆ ಅನುಪಾತೀಯವಾದ ದರದಲ್ಲಿ ದೂರ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಅಡಿಜಜಟುಣ: ೦ಜಚಿರಿಣಜಜ ಜಡಿಂಟ ಚಿಟ ೨ಟಟಣಾಣಡಿಚಿಣುಂಟ ಛಿಥಿ ಜಣಾಜಟ ಕಣು–ಌಂ (ಣಡಿಚಿಟಿಟಚಿಣುಂಟ ಛಿಥಿ ಘಾಂಟಿರ ಏಚಿ–ಟಜು) ಂಟ ಊಂಟಿರ–ಏಂಟಿರ ಕುಥಿಟಿ

ಘಾಂಡಿಟಜ. ಗಖಐ: ೨ಣಣಾರಿ://ತಿತಿತಿ.ಸ಼ಇ–ಝಥಿ.ಂಡಿರ/ಚಿಡಿಣುಛಿಟಜ಼/ಣಾಟುತಜಥರಿಚಿಟಜ/ಣಾಟುತಜಥರಿಚಿಟಜ_ಜ.ಸ಼ಣಟಟ.



ಚಿತ್ರ 7

ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್

ಅಡಿಜಜಟುಣ: ಕುಂಣಾಂಂಡಿಚಿಝ ಛಿಥಿ ಔಡಿಡಿಜಟ ಎಚಿಛಿಇ ಖಿಣಾಡಿಟಜಡಿ, ಕಡುಟಿಛಿಜಣಾಂಟ, ಓ.ಎ.; ಟಂಜುಜಿಜಜ ತಿಣು ಕುಂಣಾಥುಂರಿ ಛಿಥಿ
ಕಬ_ಕಂಂಟ ಚಿಟಜ ಟಚಿಣಾಜಡಿ ಛಿಥಿ ಆಚಿಟಿಣಾಚಿಜಜ; ಣಾರಿಟಂಚಿಜಜಜ ಂಟ ಘುಇುಟಜಜುಚಿ ಅಂಟಟಂಛಿ. ಗಖಐ: ೨ಣಣಾಥಿ://ಛಿಂಟಟಂಛಿ.
ತಿಇುಟಜಜುಚಿ.ಂಡಿರ/ತಿಇು/ಈುಟಜ:ಂಟಛಜಡಿಣ_ಖಟಿಣಾಜುಟ_ಊಜಚಿಜ.ರಿರಿಂ.
ಖುಛಿಜಟಿಜ: ಕಣಾಛಟುಛಿ ಆಂಟಚಿುಟಿ.

ಹಬಲ್ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಆಧಾರವು ಜರ್ಮನಿಯ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ನ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ದೊರಕಿತು. (**ಚಿತ್ರ 7** ನೋಡಿ). 1917ರಲ್ಲಿ, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ರಚನೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಲ್ಲ ಒಂದು ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ತನ್ನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಿದ್ದನು (**ಬಾಕ್ಸ್ 3** ನೋಡಿ). ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಎಲ್ಲವೂ ಬದಲಾಗುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಮೂಲ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಸೂಚಿಸಿದ್ದವು. ಇದರಿಂದ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ

ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿದೆ ಇಲ್ಲವೆ ಕುಗ್ಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ಅಂಶವು ಸೂಚಿತವಾಗುತ್ತಿತ್ತಾದರೂ, ಆ ಕಾಲಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನಾದರೂ ಸಮರ್ಥಿಸುವ ವೀಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಇರಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿ, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಮತ್ತೊಂದು **ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕ** ಎನ್ನಲ್ಪಡುವ ಒಂದು ಹೊಸ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ತನ್ನ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದನು. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿದೆ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವಂಥ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಈ ಸ್ಥಿರಾಂಕವು ಹೊಂದಿತ್ತು. ಈ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನವು ಎಷ್ಟು ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿ ಆಗುತ್ತಾ ಹೋಯಿತೆಂದರೆ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವನ್ನು ಒಟ್ಟಾರೆಯಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವ ಆಧುನಿಕ **ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು** ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ಗುರುತಿಸುವಿಕೆಗೆ ಇದು ನಾಂದಿ ಹಾಡಿತು ಎಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಕೆಲವರ್ಷಗಳ ನಂತರ ಹಬಲ್‌ನ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟದ ಬಗ್ಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಾಗ, ಇದು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿರುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿದನು. ಈ ಘಟನೆಯಿಂದಾಗಿ ಆತ ತಾನು ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ್ದು ತನ್ನ ಜೀವನದ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ತಪ್ಪು ಎಂದು ಹೇಳಿದನು.

ಬಾಕ್ಸ್ 3 ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತ
1905 ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ (ವಿಶೇಷ) ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದನು. ಎಲ್ಲ ಜಡ (ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ರಹಿತ) ವೀಕ್ಷಕರಿಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನಿಯಮಗಳು ಒಂದೇ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಅದರ ಮೂಲ ಅಥವಾ ಅದನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುವವರ ಚಲನೆ ಏನೇ ಇದ್ದರೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದು ಎಂಬೀ ವಿಚಾರವನ್ನು ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಆಧರಿಸಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಕಾಲ–ಅವಕಾಶ (ಸ್ಪೇಸ್ ಟೈಮ್)–ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಅಂದರೆ, ಕಾಲ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧ ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿದು ಬಂತು. ತದನಂತರ, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವುಳ್ಳ ವೀಕ್ಷಕರನ್ನೂ ಒಳಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ತನ್ನ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯೀಕರಿಸಿದನು. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮ ವೀಕ್ಷಕನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನವೆಂದೂ, ಬೃಹತ್‌ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಾಯಗಳು ಕಾಲ–ಅವಕಾಶವನ್ನು ತಿರುಚುತ್ತವೆಯೆಂದೂ ಆತ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಅಂದರೆ, ತಿರುಚಿದ ಕಾಲ–ಅವಕಾಶಗಳ ಪರಿಣಾಮವೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. 1915ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತನ್ನ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಗಣಿತೀಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದನು. ಕಾಲ–ಅವಕಾಶದ ಬಾಗುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಆ ಕಾಲ–ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಭೌತದ್ರವ್ಯ– ಇವೆರಡರ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷತೆಯ ಸಮೀಕರಣಗಳು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುತ್ತವೆ. "ಇದು ಬಹುಶಃ, ಈಗಿರುವ ಎಲ್ಲ ಭೌತಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತ" ಎಂದು ಇದನ್ನು ಬಣ್ಣಿಸಲಾಗಿದೆ. [ಲೆವ್ ಲಾಂಡೌ ಮತ್ತು ಎವ್‌ಗೆನಿ ಲಿಫ್‌ಚಿಟ್ಜ್, ದಿ ಕ್ಲಾಸಿಕಲ್ ಥಿಯರಿ ಆಫ್ ಫೀಲ್ಡ್ಸ್,1975] ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಮೊದಲನೆಯ ವೀಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಪರೀಕ್ಷೆ 1919 ರಲ್ಲಿ ಎದುರಾಯಿತು. ಪೂರ್ಣ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬೃಹತ್ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಾಯದಿಂದಾಗಿ ಬೆಳಕು ಬಗ್ಗಿದ್ದು ಕಂಡು ಬಂದ ಸಂದರ್ಭ ಇದಾಗಿತ್ತು. ಅಂದಿನಿಂದ, ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಖಭೌತಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾ ಬರಲಾಗಿದೆ– ಇತ್ತೀಚಿನ ಘಟನೆಯೆಂದರೆ, ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಶತಮಾನ ಪೂರೈಸಿದ 2015 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದ ಸಂದರ್ಭ.

ಬಾಕ್ಸ್ 4 ಸೂಪರ್ ನೋವಾಗಳು

ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ, ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರವೊಂದು ಭಗ್ಗನೆ ಹತ್ತಿ ಉರಿಯಬಹುದು- ಹಾಗೂ ಹಿಂದಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಬಹಳ ದಿನಗಳವರೆಗೆ ಹಾಗೆಯೇ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಇರಬಹುದು. ಅಂತಹ, 'ಹೊಸ' ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ನೋವ(ಟಿಂತಚಿ) (ಬಹುವಚನ ಟಿಂತಚಿಜ) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. 1885ರಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ನೋವದಂತಹ ವಿದ್ಯಮಾನವೊಂದು ಆಂಡ್ರೊಮಿಡಾ ನೀಹಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂತು. ಈ ನೀಹಾರಿಕೆ ನಮ್ಮಿಂದ ಬಹುದೂರವಿದೆಯೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿದು ಬಂದಾಗ, ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವು ಒಂದು ಮಾದರಿ ನೋವಾಗಿಂತ ಅದೆಷ್ಟೋ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದದ್ದು ಎಂದು ಗುರತಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ, ಅದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು "ಸೂಪರ್ ನೋವ" ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರಲಾಯಿತು.

ಹಲವು ವಿಧದ ಸೂಪರ್‌ನೋವಾಗಳು ಇವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.
ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಟೈಪ್ 1ಎ ಎಂಬ ವಿಧದ ಸೂಪರ್‌ನೋವಾಗಳು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವಿಜ್ಞಾನ (ಛಿಂಟಂಟಂಗಿ) ದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜ ನಕ್ಷತ್ರವು ಮತ್ತೊಂದು ನಕ್ಷತ್ರದೊಂದಿಗೆ ವಿಲೀನವಾದಾಗ ಈ ವಿಧದ ಸೂಪರ್‌ನೋವಾಗಳು ಉಂಟಾಗುವುವು. ಇದರಿಂದ ಹತೋಟಿ ಮೀರಿದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಉಂಟಾಗಿ ಶ್ವೇತಕುಬ್ಜವು ಛಿದ್ರವಾಗುತ್ತದೆ. (**ಚಿತ್ರ 8** ನೋಡಿ). ಈ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ತಲುಪುವ ಗರಿಷ್ಠ ಹೊಳಪು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ (ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ 5 ಬಿಲಿಯನ್ ಪಟ್ಟು ಅಧಿಕ ಹೊಳಪು), ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಕಾಂತಿಮಾನವು ಅವು ನಮ್ಮಿಂದ ಎಷ್ಟು ದೂರವಿದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ .8. ಟೈಪ್ 1ಎ .ಮಾದರಿಯ ಸೂಪರ್‌ನೋವಾದ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ
ಅಡಿಜಜಚಿಣ: ಓಂಖಂ/ಅಘಿಅ/ಗ.ಖಿಜಥಚಿ (ನಣಣಠಿ://ತಿತಿತಿ.ಟಿಚಿಚಿ.ರಂತ/ಽಣಞ/ಜಜಜಿಚಿಣಟಣ/ಜಿಟಭ/ಞಣಟಭಟಿಚುಭ/ಽಟಚಿಂಜ/ಂ299.ರಿರಿಂ), ಘುಇುಟಜಜಚುಚಿ ಅಂಟಟಂಟಿ. ಗಖಿಖಿ: ನಣಣಠಿ://ಛಿಂಟಟಂಟಿ.ತುಇುಟಜಜಚಿ.ಂಡಿಂ/ತುಇು/ಈುಟಜ:ಉ299-ಖಜಟಟಿಚಿಟಣ-ಖಣಂಿಜಡಿಓಂತಚಿ-ಖಿಥಿಂಜ1ಚಿ-20150218.ರಿರಿಂ. ಖಭಿಜಟಜ: ಅಅ-ಃಜ.

ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ ವೇಗಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಹಬಲ್ ಪ್ಲಾಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಾಫ್ ತೋರಿಸುವ ನೇರ ರೇಖೆಯು ಕಾಲದೊಂದಿಗೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆದಾಗ್ಯೂ, 1930 ರ ದಶಕದಲ್ಲಿ ನೀಹಾರಿಕೆಯ ದೂರವು ಮತ್ತು ಅದರ ಹಿಂದೆ ಸರಿಯುವಿಕೆಯ ವೇಗ-ಇವೆರಡರ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧ ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಗ್ರಾಫ್ ನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ರೇಖೆಯ "ವಾಸ್ತವಿಕ" ಆಕಾರ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಗಣಿತೀಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿರುವುದು.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಹಳಷ್ಟು ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವು ಸಮಯದೊಂದಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವದ ಬಲವು ಎಲ್ಲ ಭೌತದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೆಳೆಯುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಈ

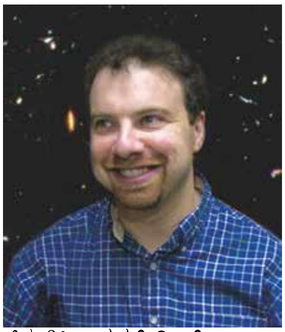
ಇಳಿಕೆಯ ದರವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಒಂದು ವೇಗಾಪಕರ್ಷ ಪ್ರಮಿತಿ (ಜಜಭಿಜಟಜಡಿಚಿಣಡಿಂಟ ಅಂಚಿಡಿಚಿಟಜಣಜಡಿ) ಯನ್ನು ಸಹ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸಿದರು. ಆದರೂ, ಮುಂದಿನ 50 ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೀರ್ಘಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಈ ಪ್ರಮಿತಿಯ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಲು ವಿಫಲವಾದವು. ಇದು ಶೂನ್ಯವಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದೆ?

ಚಿತ್ರ 9ಎ ಸಾಲ್ ಪರ್ಲ್‌ಮಟರ್

ಅಡಿಜಜಿಣ: ಒಚಿಡಿಇಞ ಕ ಜಟ (ಗಜಡಿ ಟಿಚಿಟಜ: ಒಚಿರಿಧ),ಘಿಇುಟಜಜುಚಿ ಅಂಟಟಂಟಿ. ಗಖಐ: ಇಣಣಠಿ://ಛಿಂಟಟಂಟಿ. ತಿಇುಟಜಜುಚಿ.ಂಡಿರ/ತಿಇು/ಈುಟಜ:ಃಡಿಚಿಟಿ_ಖಭಿಟುಜಣ.ರಿರಿರ. ಖಭಿಜಛಿಜ: ಅಅ–ಃಜ–ಖಂ.

ಚಿತ್ರ 9ಬಿ ಬ್ರಿಯಾನ್ ಷಿಮಿಟ್

ಅಡಿಜಜಿಣ: ಃಜಡಿಇಜಟಜಥಿ ಐಚಿಥ. ಗಖಐ: ಇಣಣಠಿ://ತಿತಿತಿ.ಜಿಟುಛಿಇಡಿ.ಛಿಂಟ/ ಖಿಂಣಠಿ/ಛಜಡಿಇಜಟಜಥಿಟಚಿಥ/6211910121/. ಖಭಿಜಛಿಜ: ಅಅ–ಃಜಓಅ–ಓಆ.



ಚಿತ್ರ 9ಸಿ.**ಆಡಮ್ ರೀಸ್**

ಅಡಿಜಜಿಣ: ೦ಜಚಿಟ.ಡಿಚಿ, ಘಿಇುಟಜಜುಚಿ ಅಂಟಟಂಟಿ. ಗಖಐ: ಇಣಣಠಿ://ಛಿಂಟಟಂಟಿ.ತಿಇುಟಜಜುಚಿ.ಂಡಿರ/ತಿಇು/ಈುಟಜ:೦ರಡಿ_ಛಿಂತಜಡಿ.ಠಿಟರ. ಖಭಿಜಛಿಜ: ಅಅ–ಃಜ–ಖಂ.

.

ಇದು ನಿಜವೇ ಆದರೆ, ಹಬಲ್ ಪ್ಲಾಟ್ ನ ಗ್ರಾಫ್ ರೇಖೆಯು ಪಕ್ಕಾ ನೇರ ರೇಖೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದರ್ಥವೇ? ಬಹುತೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಸೂಚಿಸಿರುವಂತೆ ಅದು ಧನಾತ್ಮಕವಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದೇ? ಅಥವಾ, ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿಯೂ ಇದ್ದಿರಬಹುದೇ? ಹಲವು ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ, ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತಿದ್ದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಈ ಮೂರೂ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಬೋಧಿಸಲಾಯಿತು.

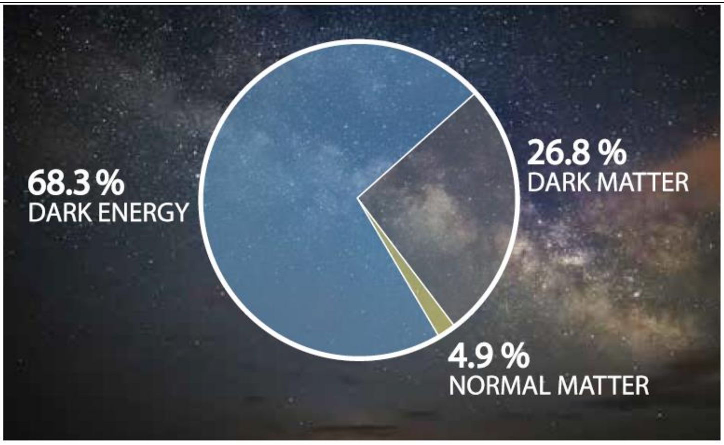
1998ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಮಹತ್ತರ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಆಯಿತು, ಸೂಪರ್‌ನೋವಾಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ, ಸ್ಫೋಟಗೊಳ್ಳುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಎರಡು ತಂಡಗಳು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದವು (**ಬಾಕ್ಸ್ 4** ನೋಡಿ); ವೇಗಾಪಕರ್ಷಕ ಗಣನಾಂಶವು ಋಣಾತ್ಮಕವಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಅಧಿಕ ಕೆಂಪುಪಲ್ಲಟವುಳ್ಳ ಸೂಪರ್‌ನೊವಾಗಳ ದೂರವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ್ದಕ್ಕಿಂತ ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ 10–15% ನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಈಗ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿರುವ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಈ ಹಿಂದೆ ಹಿಗ್ಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಏಕೆಂದರೆ, ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ತಲುಪಬೇಕಾದರೆ ಬೆಳಕು ಹೆಚ್ಚು ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆಯಾದ್ದರಿಂದ, ಸೂಪರ್‌ನೋವಾ ನಮಗೆ ಕೊಂಚ ಮಂದ ಹೊಳಪಿನದಾಗಿ ಕಾಣುವುದು. ಅಂದರೆ, ನಾವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ್ದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವರ್ಧನೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಇದು ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆದ ಒಂದು ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾಗಿದೆ. ಅಮೆರಿಕಾದ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾದ ಪಾಲ್‌ಮಟರ್, ಬ್ರಿಯಾನ್ ಷಿಮಿಟ್ ಮತ್ತು ಆಡಮ್ ರೀಸ್ – ಈ ಮೂವರಿಗೂ ಅವರು ಇದಕ್ಕೆ ನೀಡಿದ ಕೊಡುಗೆಗಾಗಿ ಜಂಟಿಯಾಗಿ 2011ರ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ನೊಬಲ್‌ಪ್ರಶಸ್ತಿ ಪ್ರದಾನ ಮಾಡಲಾಯಿತು. (ಚಿತ್ರ 9 ನೋಡಿ). ಆ ವೇಳೆಗಾಗಲೆ ಸೂಪರ್‌ನೋವಾಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸದ ಇನ್ನೂ ಇತರ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ವೇಗವರ್ಧಿತ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಸಾಬೀತುಪಡಿಸಿದವು.

ವೇಗವರ್ಧಿತ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯ ರಹಸ್ಯ

ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಯಾವುದೇ ತೆರನಾದ ಭೌತದ್ರವ್ಯದ ಅಸ್ತಿತ್ವವು ವಿಶ್ವದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಹೀಗಿರುವಾಗ, ವೇಗವರ್ಧಿತ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಚಕಿತಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.–ಸಾಮಾನ್ಯ ದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ತುಂಬಿರುವ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಅಪಾರ ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯದ ಅಸ್ತಿತ್ವವು ಕೂಡ ಈ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ನೆರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ವೇಗವರ್ಧಿತ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯು ಇಂದಿಗೂ ಅಜ್ಞಾತವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಅಸ್ತಿತ್ವದಿಂದ ನೀಹಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ದೂರ ತಳ್ಳುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಊಹಾ ಕಲ್ಪನೆ ಮಾಡಿದರು. **ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯ** (ಜಚಿಡಿಞ ಟಚಿಣಣಜಡಿ) ಎಂಬ ಹೆಸರಿಟ್ಟಂತೆಯೇ, ಈ ರಹಸ್ಯಮಯ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು **ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ** (ಜಚಿಡಿಞ ಜಟಿಜಡಿಂಥಿ) ಎಂಬ ಹೆಸರನ್ನು ಟಂಕಿಸಲಾಯಿತು. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಈ ಹೆಸರು ಸೂಕ್ತವಾಗಿಲ್ಲ. ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಏಕಮೇವ ಸಾಮ್ಯತೆ ಎಂದರೆ ಇವೆರಡನ್ನೂ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತದ್ರವ್ಯದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ– ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಗುಂಪುಸೇರಿಕೊಂಡು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆ ನಿಧಾನವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ ಎಂಬ ಹೆಸರು “ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯ ವೇಗವನ್ನು ವರ್ಧಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಯಾವುದು ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಿದೆಯೋ ಅದನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಕಿರುನಾಮ ಆಗಿದೆ:’ ಹಾಗಾಗಿ ಇದು ಏನನ್ನೂ **ವಿವರಿಸದಂತೆ** ಆಗಲಿಲ್ಲ.



ಚಿತ್ರ 10 *ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ 68.37%, ಕಪ್ಪುದ್ರವ್ಯ 26.8%*
ಸಾಧಾರಣ ಭೌತದ್ರವ್ಯ 4.9%

ಚಿತ್ರ 10: ಪ್ಲಾಂಕ್ ಪ್ರೋಬ್‌ನ ಅಳತೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ವಿತರಣೆ , ಮಾರ್ಚ್ 2013
ಅಡಿಜಜುಣ: ಂಜಚಿಠಿಣಜಜ ಜಿಡಿಂಟ ಚಿಟಿ ು ಟಚಿರಿಜ ಛಿಥಿ ಖದಛಿದಣಡಿಜಡ, ಘುಋುಟಜಜುಚಿ ಅಂಟಟಂಟಿ. ಗಖಐ: ಧಣಣಠಿ://ಛಿಂಟಟಂಟಿ.ತಿಋುಟಜಜುಚಿ.ಂಡಿಂ/ ತಿಋು/ಈುಟಜ:ಆಒಖಜ_2013.ತಂ. ಖಛಿಜಟಜ: ಅಅ–ಃಜ–ಖಂ.

ಬಾಕ್ಸ್ 5: ನಿರ್ವಾತ ಶಕ್ತಿಯ ಋಣಾತ್ಮಕ ಒತ್ತಡ

ಜಾರುವ ಪಿಸ್ಟನ್ ಹೊಂದಿರುವ, ಅನಿಲದಿಂದ ತುಂಬಿರುವ ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು (ಧಾರಕ) ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ಈ ಅನಿಲವನ್ನು ಸಂಪೀಡಿತಗೊಳಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಪಿಸ್ಟನ್ ಅನ್ನು ನಾವು ಒಳಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನಾವು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡ ಠ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರದ ಬದಲಾವಣೆ –ಇವೆರಡರ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುವುದು. ಈಗ ಅದೇ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾದ ಶಕ್ತಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ρ ನೊಂದಿಗಿನ ನಿರ್ವಾತವಿದೆ ಎಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ. ನಾವು ಪಿಸ್ಟನ್ ಅನ್ನು ತಳ್ಳಿದಾಗ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ρ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರದ ಬದಲಾವಣೆ– ಇವೆರಡರ ಗುಣಲಬ್ಧದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ನಿರ್ವಾತವು ಋಣಾತ್ಮಕ ಒತ್ತಡ ಠ = –ρ ಹೊಂದಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ಎರಡು ಅಭಿವ್ಯಕ್ತಿಗಳೂ ಸರಿಹೊಂದುವುವು.

ಕಳೆದ 20 ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಭಾವ ಊಹಾಪೋಹದ ವಿಷಯವಾಗಿಯೇ ಮುಂದುವರಿದಿದೆ. ಈ 'ಸಮಸ್ಯೆಗೆ' ಪರಿಹಾರದ ಒಂದು ವಿಧಾನವು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಸರಿಯಾಗಿದೆ ಆದರೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಭೌತದ್ರವ್ಯದಂತೆ ವರ್ತಿಸದೆ ಇರುವ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ತುಂಬಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಾರೆ, ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ ಮಾದರಿಗಳು (ಆಇ ಒಂಜಜಟ) ಎನ್ನಲಾಗುವ ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಸೇರುವ ಹಲವು ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕ ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ಇಂದು ಅತಿ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಮಾದರಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ 'ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕ'ವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಈ ಮಾದರಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಯು ಈ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಎಲ್ಲ ಖಾಲಿಜಾಗವನ್ನು ಆವರಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಕಾಲ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕಲ್ಪಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ, ಇದನ್ನು "ನಿರ್ವಾತ ಶಕ್ತಿ" ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಉಷ್ಣಬಲ ವಿಜ್ಞಾನದ (ಖಿಜಡಿಟಂಜಥಿಟಿಚಿಟುಛಿ) ಪ್ರಕಾರ ಖಾಲಿಜಾಗ ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತವು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ ಅದು ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಋಣಾತ್ಮಕ ಒತ್ತಡ ಉಳ್ಳದ್ದಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ (**ಬಾಕ್ಸ್ 5** ನೋಡಿ). ಹೀಗೆ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು

ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಹಿಗ್ಗಿದರೂ, ಖಾಲಿಜಾಗವೂ ಹಿಗ್ಗುವದು. ಇದರಿಂದ ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಅಧಿಕಗೊಂಡು ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದು. ಇದು ವಿಚಿತ್ರ ಎನಿಸಬಹುದು. ಆದರೂ ಈ ಅಂಶವು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ವೇಗವರ್ಧಿತ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾಗಿ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 10 ನೋಡಿ). ಇತರ 'ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ ಮಾದರಿ'ಗಳಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಯನ್ನು "ಸಾರತತ್ವ" ಅಥವಾ "ಫಾಂಟಮ್" ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಾತಶಕ್ತಿಯ ಗತ್ಯಾತ್ಮಕ ಮಾದರಿಗಳೆಂದು (ಆಥಿಟಿಚಿಟುಛಿ ಒಂಜಜಿಟ) ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಆ ಮಾದರಿಗಳ ವಿಸ್ತೃತ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿನ ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸ್ಥಿರವಾದದ್ದಲ್ಲ, ಇದು ಕಾಲ ಮತ್ತು ಅವಕಾಶದೊಂದಿಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧಾನವು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೂಲಕ ಕೊಡುವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ವಿವರಣೆಯು ಅಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ಇದೆ ಎಂಬ ಊಹೆಯನ್ನು ಆಧಾರಿಸಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪರ್ಯಾಯವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವು ವೇಗವರ್ಧಿತ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಒದಗಿಸಿ, ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿ ವಾದವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕೈಬಿಡಬಹುದು.

ಇದು ನಿಜವೇ ಆದಲ್ಲಿ, ಆಗ ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾದ ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಶ್ನೆ ಎಂದರೆ – ಅಂತಹ ಮಾದರಿಯು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಉತ್ತರಿಸುವ ಇತರ ವೀಕ್ಷಣಾತ್ಮಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಉತ್ತರಿಸಬಲ್ಲದೇ? ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಇತರ ಹಲವು ಪರ್ಯಾಯ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಇವೆಯಾದರೂ ಅವು ಯಾವುವೂ ಈ ವರೆಗೆ ಸಮಂಜಸವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ.

ಈ ಎಲ್ಲ ಚರ್ಚೆಗಳಿಂದ ಸಹಜವಾಗಿ ಉದ್ಭವವಾಗುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಇದು– ಈ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ವೇಗವರ್ಧಿತ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಖಾಲಿ ಅವಕಾಶವು ಎಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು? ಪ್ಲಾಂಕ್ ಉಪಗ್ರಹದ ದತ್ತಾಂಶಗಳ ಅನುಸಾರ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಶೇಕಡಾ 68ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯು ಕಪ್ಪುಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಬರುತ್ತಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತದ್ರವ್ಯ ಅಂದರೆ ಮಾನವರು, ಭೂಮಿಯ ಇತರ ಜೀವಿಗಳು, ಭೂಮಿ, ಸೌರವ್ಯೂಹ ಮತ್ತು ನೀಹಾರಿಕೆಗಳ ದೃಗ್ಗೋಚರ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು – ಇವೆಲ್ಲವೂ ಶೇಕಡಾ 5ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಗೆ ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಿವೆ.

ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನಲ್ಲಿ

ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕವನ್ನು ಆಧರಿಸಿದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು ಸಮರ್ಥಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿದರೂ, ಈ ಕಥಾನಕ ಇಲ್ಲಿಗೆ ಮುಕ್ತಾಯವಾಗದು. ಮೂಲಕಣಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಬಲಗಳು– ಇವನ್ನು ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ಸದ್ಯದ ತಿಳಿವು ಕ್ವಾಂಟಂ ಫೀಲ್ಡ್ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಚೌಕಟ್ಟನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಚೌಕಟ್ಟನ್ನು ಖಾಲಿ ಅವಕಾಶವು ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಲು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿ ಬಂದ ಮೌಲ್ಯವು ವೇಗವರ್ಧಿತ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದ ಅಂದಾಜಿಸಲಾದ ವಿಶ್ವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಮೌಲ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹಲವಾರು ಪಟ್ಟು ($\sim 10^{120}$) ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ.

ಈಗ ನಮ್ಮ ಮುಂದಿರುವ ಸವಾಲು ಏನೆಂದರೆ, ನಿರ್ವಾತ ಶಕ್ತಿಯ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು ಎಂಬದನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಕಂಡುಬಂದ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಅದು ಹೊಂದಿರಲು ಕಾರಣವೇನು? ಎಬುದನ್ನು ಸಹ ವಿವರಿಸ ಬೇಕಾಗಿದೆ. ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿನ ಮತ್ತಷ್ಟು ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಇದೊಂದು ರೋಚಕ

ಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿದ್ದು, ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುವ ಮತ್ತು ಈಗಿರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಸಂಸ್ಕರಣೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಓಠಣಜ: ಅಡಿಜಜುಣ ಜಿಠಡಿ ಣುಜ ↄಟಚಿಠಜ ಣಾಜಜ ↄಟಿ ಣುಜ ಛಚಿಛಿಇಠಡಿಠಣಾಟಿಜ ಠಜಿ ಣುಜ ಚಿಡಿಣುಛಿಟಜ ಣುಣಟಜ: ಆಚಿಡಿಇ ಇಟಿಜಡಿಠಥಿ ಖಣಾಡಿತಜಥಿ — ಜುಣಚಿಟಣ ಠಚಿಟಚಿಥುಜ ಛಥಿ ಗಅಐ ಒಚಿಣುಜಟಚಿಣುಛಿಚಿಟ ಚಿಟಿಜ ಕುಥುಛಿಚಿಟ ಖಛಿಜಜಟಿಛಿಜ, ಈಟುಛಿಇಡಿ. ಗಖಐ: ↄಣಣಠಿ://ತಿತಿತಿ.ಜಿಟುಛಿಇಡಿ.ಛಿಠಟ/ಝಠಣಠ/ಣಾಛಿಟಟಚಿಠಿ/14958324522. ಋಛಿಜಟಿಜ: ಅಅ–ಃಜ.

ಅಮಿತಾಭ ಮುಖರ್ಜಿಯವರು ದೆಹಲಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಖಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಿಂದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ನಿವೃತ್ತಿ ಹೊಂದಿರುತ್ತಾರೆ.
ಅನುವಾದ: ಬಿ.ಎಂ.ಚಂದ್ರಶೇಖರ್ **ಪರಿಶೀಲನೆ:** ಗಾಯತ್ರಿ ಮೂರ್ತಿ