खगोलशास्त्राचे विश्व

जयंत विष्णू नारळीकर

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळ, मुंबई

ष न ल ९ ९३ झ क्ष
ि ि ट च ल्ड्र्न स ६ झ . ९ ६ ह्य द्य ठ . .
ल उच्च क्ष ठ ब्र द्य ठ . . ट ट स ॅ म ख झ . प्र . फ्र
ॅ च र्ग ख . . . ल ॅ. ९
ब्र आ ध ठ . ९ ट ट न्ि ट्यट ट
प्र ६ आ . त च ध ष आ गरुत र्ष द्ध स्त्र
आ श्व स्त्र.

स्त्र श्व

स्त्र श्व स्त्र ह्य
क्षप्त

ष ळी
न्रि- ट्य

ष्ट्र ज त स्ट ी डळ बई

प्रथ ृत्ती : गस्ट ९ ९

प ‘द्र : ट`

© प्र ी

प्र :

ष्ट्र ज त आ स
ींद्र ट्य
प्र .

द्र :
ट स
६ ीं द्र
.

ूल्‍ : रुप ९५ -

अ क्र

प्र द

ठ ष आ त आध ज्ञ ज्ञ च स ल च ह
थ प्र प्र ट आध स्त्र ज्ञ ज्ञ त्र आ त्र त प्र प्र
स त ष ठ ष स ज्ञ ण ट
आ ठ ष ग उच्च स उद्द ष्ट्र ज त स
ध स क्र आख आ . ट स्ि आ ण
ज्ञ ज्ञ त ष प्र ल
ण ठ ठ ह त त्र र्ग ण ठ
ध त स ल आ .

द्दष्ट न उ त्त ज्ञ ष स प्र
आ इ आ ट . च ध च ज्ञ न
ठ ज्ञ ष स ण आख आ . न ६
ज्ञ द्दष्ट ि त च ज्ञ ग ष्टीं त
ख आ ज्ञ द्ध त उ ब्ध .
ग ग्र ग स ध आ . ठ
प्र ष्ट उ ट ग ग आ
त्त आ ण स्त्र स ध क्ष ण्ट टक र्ग आ स
ध प्र क्र ट ज्ञ त ध ष स प्र
ण आ . खग स्त्र ज्ञ ग आ . आ आ द ष्टक्ष
रू द्र त ी ट खग स्त्र रु ज्ञ .
प्र आ त क्ष ग आ . खग स्त्र ष
ग उ ण ग . ि न ठ
खग स्त्र ष स द्य थ ि . ९ ६ त्र .
ह क्ष ज ि न आ आ त
स्त्र ग्र प्र द्ध झ . ठ ज्ञ ख ग खग स्त्र
त्त स प्र ण ठ आ . . ग. ख ग्र ग द्ध
प्र . ग . . ख ष्टज्ञ आ ट . . . ख ग्र ग
त स प्र .

गल र्षा खग स्त्र ठ प्रग आ . प्रग आ ध
रू न न ण च . ॉ.
च खग स्त्र श्व स च रू च आ . ॉ.
ग्र ण आम्न त आ आ .

द्र ब ि

आ श्व ६ क्ष
गरु क्ट . ष्ट्र ज त स

अ क्र

अ क्र

प्र

लख

1 खल स्त्र ल इ रू ॑ ०

2 स्त्र

3 उ रण

4 ॑म लच र र ६

5 ॅ ज थ

6 च णबहर ३

7 इ र ३६

8 उ हर ६

र ष 1 ६

र ष 2

र ष 3

र ष 4

खल स्त्र ण इ र स्त्र रल ह स्

त्र

अ क्र

ल

खग स्त्र ह्य ष गल क्ष प्रग झ . ट
द्ध ज्ञ आ त्रज्ञ आ त्रज्ञ च झ ट्य झ ल
खग स्त्रज्ञ ग ट . आध त्रज्ञ आध ल ध च
उ खग स्त्रज्ञ च श्च द्द च च ठ्य आ . आ
ट ण आध रू खग स्त्रज्ञ
आ . खग स्त्र ध ह्य ग ष्टीं ल .

प्रग ध प्र ध ि . खग स्त्र ध
ष क्ष र्ण्ी प्र द्ध
. आ ण ल स्त्रज्ञ . ट
त्र ण प्र श्च ट ट आ . आ िगट्
आ ह्य त्र र्षा िच ग . खद्द आ र्ट आ न्स्ट
क्ष ध ष ग आ . आ
फ्रें ॉ ख खग स्त्रज्ञ आ .

त्र प्र प्र ष . ज्ञ च
ख खग स्त्र ष आ ज द्द .
ज्ञ ष्ठ ण स्त्रज्ञ
ख धश्रद्धच ण . ज ष
धश्रद्ध आ आ .

ग्र ज ष स्ट्रॉ आ खग स्त्र स्ट्रॉ .
ठ स्ट्रॉ ष ष् स्त्र ख . ट क्ष ट आ .
ह्य ज ष ध ण . खद्द ग्र स्ट्रॉ
आ स्ट्रॉ ह्य द्ध गोंध . खग स्त्र ल
प्र ट .

खग स्त्र ळ आ ग
. ह्य ष ध ळ द्व ल
क्ष आध ळ ग त्र . आध ध ट खग स्त्र
टक्र त्र झ आ .

ध ल ण . ज्ञ
आध खग स्त्र ध ण च प्र ट द्ध खग स्त्र
आ . आ ह्य ष आ ल ज्ञ प्त आ प्रट .
प्र ग ध प्र र्षे ल श्व
ग ट .

अ क्र

ठ धत खग स्त्र स आ . ष्ट्र ज त स
प्र द्ध झ ल प्र. ग. . ष्ठ्ज्ञ आ ट आ श्र. ट. ग. ग ख
क्ष ह्य च स प्र ख ों ट. द्ध खग स्त्र
स . द्य ी ग्र ग ह्य प्रऱ
. स आध त प्र आ
स्त्र म ठ स्ि त द्ध झ श्व प्र
ग प्रऱ .

खग स्त्र आ श्व स्त्र च ह्य स द च प्रऱ आ
त च आ . श्व आ ग श्व आ ह्य
प्रऱ ख ण प्र त आ . आ ह्य प्रऱ गरु ळ स्त्र ल त
ष च ह्य ष च प्र आ . ज स्त्र भ
स्त्र प्र ६ प्र त झ
त आ . स्त्र ग ग .
क रू आ ग त्र
. ह्य ड्य ग रू टल ष्ट .

ठ ज्ञ ग ष ४ . ४ ट
प्र. ग. . ल ज्ञ आ
ष प्र द्ध झ ल ग ष ४ . ४
झ ल प्र . ष ४ च च ग्र ठ आ ठ ग्र
स ट ष्ट ल आ . प्र ग्र ष ४ च
ठ त कि ष्ट ष ण च ग आ .

ष र्षा स ण ध द्द आ ट . ठ
खग स्त्र ष ष आ . ह्य ष ठ स च
ण ध ल द्द ष्ट्र ज त स
आ .

स स ख ट ट स्टिट्यट ध ध .
झ ॅक ग च श्र आ त त स ख च प्र
रू ल . श्र आ त च ख त्र ण श्र उ ६
आ त च त्र रू . ह्य ी आ आ . ट झ
त . ग क्ष च द ष्ट स स ख ध
ल म आ .

ट ट न्स्टिट्यट ॅट ळ

ल स्त्र ल श्वरूप ʿ

प्रस्

ट आ आ ह्ष्टक्ष रू ʿ द्र त ीं त प्र त्त
ट खग स्त्र न झ . ह्य स् प्र त च आ भ्र क्ष
ठ ल ग्र ग ... ॽ ध प्रश् उ . त
उत्त धण त प्र त ठ . त ग . म आ स्
स् क्ष रू उ ग ठ त ट . ठ
क्र ग आ ६ ॽ ध क्षत्र ण
. द्र ʿआ क्षत्र च आ आ .

खग स्त्र च ग स् त्त आ आ म
ज्ञ . र्गि ट ग स् ण त प्र त्त उ षद्
आ आ . प्र त द्ध ण ीं र्ि आ . ज
प्रश् ध उत्त त त ट ग ख
त्त प्र ण ट आ . धश्रद्ध च
प्र र्ग ीं ों आ खग स्त्र ज्ञ त ʿ
ग म आ .

उ च क्ष आ त प्र
आ . त ल प्र च स् आ ठ क्ष त ॠ रू
ल क्ष आ . त उ ट ठ स् त्र र्गा आ भ्र
त . **प त्र क्र** प्र आ आ ग्र
ख . ग्र ष ग्र planets म ट आ . ज ीं ग्र
ट ट त च गप्त त्त ʿ ण ज्ञ
ल . आ त्त ग्र ष रू ॠ च प्र
ट रू . ॽ ज ष astrology
न आ .

ज्ञ ग्र ख ख ट ट ह्य प्रश्
प्र त . त त आ त ठ ग .
षीं ीं ग्र खग स्त्रज्ञ ग्र च भ्र क्ष ख . ट ॉर्क्र आ टॉ
ह्य द्व ॠ ग्र ख . ॠ स्ि ʿ
आ स् स् च ग्र खग स्त्रज्ञ द्ध ʿ न झ आ
ट .

ॠ आ ल क्ष द्ध आ ʿ ट . आ ʿ ट ध ॠ ६
श्ल ग ीस् ३ त ग द् त् द् श्च ग म्

अ क्र

ॅ ॅ झ उ ट ॅ ॡ रू
ॅ उ ट आ ॅ ट ध ट ीं रुद्ध .
ट खद्द ट च ॆ ट ॅक्ष ॅ िॅ ि
ॡ ट ॅग्र द्ध . आ ल आ ॆ आ द्ध ॅ झ ल ग
िॅ च ॅ . ट ट ब्र ॅ गॉ आ ट आ झ ॅ ट ह्य
स्त्रज्ञ ग्र ट च भ्र क्ष ठ ल आ ग
ख . ट ग्र स्र च ट च द्ध त्त ग ध ण आ
. ज िं ध ज ष उ आ ट िं आ स्र
. ज द्ध ग्र भ्र क्ष ठ ण ॅ ट आ ट गरुट र्ष च
द्ध ि .

ॅ ट च द्ध आध ज्ञ आ आध खग स्त्र
ण . गल आ ट गल खग स्त्र क्ष
ग . ट आ ह्य स्र . ट ीं आ ह्य ष
ग द ष्टक्ष ट . ट आ ह्य ष ठ ॅ ग आ . ट ल ि
आ ट श्च ॅ आ ल .

अ ळ

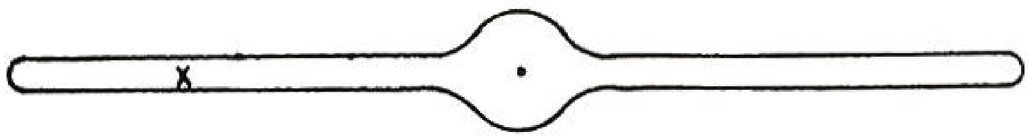
ॡ ट ल स्र आ ल ण ठ आ
ॡ रू . ॡ ष त्त ट आ . ॡ
ण उ क्र ग . द्र
ट . द्र ॡ गळ च ट्य उ ग्र . ट
ॡ ट . आ खद्द ॡ ज ि क्क ट ॅ
ॡ आ आ ट ि
ॅ ग्र ि ग्र ॅ ट ि आ ॅ ट ॅ ॡ ॅ
ह्य च ट आ

प्र ग ट प्र आ . ॅ प्र
ि ॡ ॅ ट ग . ट
खग स्त्रज्ञ प्र ग उ ग . प्र ॅ प्र
. ग ल प्र . . आ . ट प्र प्र र्ष
ॆ . . आ . ॡ
ॅ ॅ ॡ . ठ ॡ द्ध ह्य स्र ण . उ ॅ
. प्र र्ष ण ठ उ ग .

ॅ आ . त्त आ ल ल ध स्र ट िख
आ ल त्त त्र ॅप्र च . िच ि

ग प्रॉक्झि ेंटॉ ा . प्र र्ष आ रू आ ल
ल च ल .

म आ गग ट म्र आ श्व . श्व ६
ि ग ल ट ल खआ त्र क्र . ह्य ट
खप्र र्ष आ . त म ध
प्र र्ष आ . आ ें द्र प्र र्ष आ . आ
आ आ गग म ह्य आ ल श्व च ट ग आ .
आ ल श्व ६ खग स्त्रझ आ .



त्र क्र : पल श्व ट ल प्र ६ ड लल
प ट लक्ष प्र पल ल X
ह्य न लल

ह्य आ ल आ गग ल श्व श्व आ ठ
र्षा ी म ट ल ल प्र .
खग स्त्र ध ह्य त्त आ . ग ीआ ल
श्व ट त ष श्व आ
द्ध झ . **त्र क्र** ६ ख श्व आ ल श्व
आ त ण्ड्र .

ख श्व आ ल आ आ आ . आ ल
उत्त त ी ीं क्ष ह प्र र्ष ण आ आ ढ्य
श्व ट आ . ख ख श्व आ ग प्रऽ द्य ट
. ण ठ ट प्र त आ ा .

आ आ श्व च ट ा ि गळ प्र रू.

ख द्य स ट आ ल च
स . त द्दष्ट ल आ त ि ल स स
ख प्र आ

. ष : ग्र
. : ग्र M⊙
. आ श्व : M⊙
. ि ीं च क श्व : M⊙

ज प्र ठ प्र र्ष खग स्त्रज्ञ उ ग त प्र ठ
स ि स म उ ग . त ठ M⊙ ि . न
ण .

खग स्त्र स्त्र ग म ग ध त स्त्र
ल ज्ञ च ट ल . ि िंच क ल श्च स
ड्र च च स च ट स आ . ध
ण ि िंच क ल श्च आ .

श्व त

आध खग स्त्र ६ ज ग ष्टीं ि आ ज आ ह्य स ण
आ त क ख ण आ .

ग्र : = न त च ग्र
म प्र त च ह्य प्रश उत्त ण
खग स्त्रज्ञ प्रग आ . स्त्र ध उ ग रू आ आध
ग त्र रू ह्य ष ध आ .

न ट्र पल : = ६ त रू ल न ट्रॉ
= ण क खग स्त्रज्ञ र्षा ि ख . स्ि
= स ि त ीं खग स्त्रज्ञ = स्ि त
. ६ ल ह्य घ्र स प्रष ध ग ट ह्य च न ट्रॉ
खग स्त्रज्ञ ख त्र ट .

ट ठ : न ट्रॉ = ण च ट . ख रू
न ट्रॉ = च स्ि आ त स ि क्ष ट ि त
स त च प्र गरुत र्ष ख त आ रू . आ ण
त = आ ल आ त ग . प्र गरुत
Gravitational Collapse म . ठ ि .
ठ ष्ट्च त प्र ि . त
प्र गरुत र्ष ठल चि = स आ . ठ ख ख
स्ि त आ

श्व : आ ल श्च प्र ख श्च ह्य श्च ६ च
ध रू ट . ह्य श्च ध प्र आ . ि झ = प्र त
प्र = रू त ग गळ प्र ि ग गळ र्गा

श्व : प्र आ ग Nucleus ल श
. त श च ष्ठ ग ट ीं श च
र्ष त ि झ ख .
श्व Cosmic Rays त र्ि ठ त
ि ठ प्र प्र

ड ीं : द्ब ींद्व श्व ध ण ग .
त त्त च स्र ध ग आ ग आ . द्दञ्च प्र ज प्र र्ि
श्व त प्र ीं ठ आ ल श्व आ
त आ . प्र ठ . ठ
आ

क्र : ध्र ींच ध
त प्र ठ ग आ . द्दञ्च प्र च र्ि ीं ध
प्र झ . स्र्व ट ह्य स्र
क्ष ट्य ध ट स्र स्र आ आ . Quasi Stellar
radio source ख ट ीं ह्य स्र ण आ . ह्य
ह्रस्र क्र . प्र च स्र .
ग त ध स्र प्र प्र त ग . Quasi Stellar
Object ख स्र र्ि क QSO आ . आ
च आ QSO आ .

8 **क्ष स्त्र :** ग झ ल श च स्र्
श्व ध क झ आ . ष स्र् क्ष र्ि ग ख द्यच्च ीं
प्र ह्य क झ . ीं ष ल त
श स्र् क ट ीं श्व आ आ द्य
त च र्ि उ ग .

क्ष प्र : आ ि झ आ ॉ र्ट ल ह्य स्त्रज्ञ श्व त्र
क्ष ग च प्र र्श्व ल त्त ध . त च र्षा प्र
ग गळ च ीं ठ . श्व च उत्त्त ध त ष र्ष
. प्र ख ख श्व आ त उत्त्त झ

श्व ी त्पत्ती : खग स्त्र च प्रग आ त ट स्त्रज्ञ
श्व च द्द स्त्र क झ . प्र त श्व स्त्र झ .

स्त्र प्र ध आ ल र्ट आ न्स्ट . द्ब
श्व स्त्र Theoretical Cosmology . स्र ट श्व

उत त्त झ ग द्व आ न्स्ट च . स ट
द्व आ न्स्ट प्र फ्र . त ि .

ीं आ द्व स्त्र ध प्र ख े . त
प्र ग क्ष ध आ ङ आ . ध त श्व स्त्र Observational
Cosmology च च प्र ध झ म . श्व
प्र आ ष र्ष च ध ण आ . त ध स रू
त आध गल न्न र्षा आ ह्य प्रङ ि टच
प्र .

स्त्र ी ेप्र ी

खग स्त्र आ ध श्वरू े प्रङ े
खग स्त्रज्ञ आ त ठ ठ प्रङ ह्य आ
ट ख ख ट ठ ह्य प्रङ क उत्त आ .

खग स्त्र स्त्र आ ेत च ेप्र ज्ञ द ष्ट .
ज्ञ द्व प्र

. . . क्ष → क्ष → → क्ष → . . .

ख खग स्त्र ट . **ीक्ष** ठ आ ध प्र उ ब्ध आ .
त खग स्त्र ध ग ठ आ . क्ष
च्च स रू ि गोंध ट . ट **प ीक्ष** ल ख त ध
.

क्ष ठ आ प्र उ ब्ध आ . ज प्र गोंग ट आ ल
ग ज्ञ ख त प्र खग स्त्र क्ष
ल च ग गड्य त ग ध ग
आ ख स्त्र उ ण .

आ प्रङ ट उ स्ि ट त उत्त
द्व खग स्त्रज्ञ ग . त ठ म आध ज्ञ द्व
. आध ल ग्र च ग च उ स ष्ट . क्ष रू ग्र
प्र ों ग . त क्ष रू त ग्र च ग ट ग
आ ख ण आ . आ न ट च गरुत र्ष च द्व द्व ग्र च भ्र क्ष
प्रङ उत्त .

अ क्र

ी ल ष ट उ ट
ल द्ध ण खग स्त्रज्ञ प्र त .
क्ष द्व त ष र्ष क्ष ण ठ ध त
खग स्त्रज्ञ प्र त . आ ग ख .

ग्र च भ्र क्ष उत्त न ट गरुत र्ष द्ध
न ठ उ ग आ . ग्र उ ग्र ध द्र
ट त ट द्ध .

द्ध आ ह्य ग
ण ठ . ि . ठल स्त्र द्ध
ट ट . ल ट ग प्र स्रु
द्ध ग . ख ट स
उ ण द्ध . झ त द्ध ग ठ ण . ब्र ट
स्त्रज्ञ ाँ ह्य प्र आ “ ठ स्त्र द्ध
म ध ग त्र द्ध .”

ज्ञ प्र आध खग स्त्र ट आ . ह्य ट
द्ध ग ण आ .
ण च प्र द्ध प्रग . ग द्ध उ ल क्ष
ध क्व . आ आ ग क्व द्ध उद्य ग
श्च .

आ द्ध ग त झ ठ आ त क्ष
आ खद्द क्ष आ स्ि आ उद्य ट आ ह्य प्रज्ञ ि ह्य
स .

त ल प्र स्त्र द्ध प्र ि स्रु ह्य द्ध च
आध खग स्त्रज्ञ आ द्ध . खग स्त्र ध ध उ
ह्य स्त्र च द्ध . त च उ
प्र . आ त च प्र आध खग स्त्र ि स्रु
.

स्त्र प

१ १ क्र

ष्ट ग उ ण ठ स्त्रज्ञ क्ष क्ष ह्य द्ध प्र
ठ द्ध उ ग . ा आ द्ध क क ट स्र रू
त ६ . स्त्र प्रग ग ट
द्ध त्र ध ट द्ध ग आ . . उ
द्य स्त्र आ स्त्र स्र ध द्यच्च स्त्र ट आ
गल आ . आ ज्ञ स्त्र ६
ट ठ द्ध क्र च आध आ . ष्ट
प्र च ट ज आ झ आ ह्य क्र च .
ट ध क्ष ट .

ह्य क्र आ ख प्र

. गरुत्व र्ष Gravitation
. द्यच्चम स्त्र Electromagnetic Theory
. व्र क्र Strong Interaction
. क्र Weak Interaction

खग स्त्र द्ध क्र आध . प्र स्र म
ग प्रश उत्त ण ज स्त्र द्ध ग द्ध
क्र आध आ . म प्र ह्य क्र . ज
स्त्र भ आ प्र .

रुत

ह्य क्र ध आ झ न ट . प्र द्ध ल आ ल स्र
प्रिं न ट Isaac Newton Philosophiae Naturalis Principia Mathematica . द्ध .
त क स्र रू

$$F \quad G\frac{M_1 M_2}{R^2}$$

ह्य त्र . M आ M स्र च स्र ६ स्र क्त
गरुत्व र्ष म आ F . ह्य स्र च स्र च
प्र त च धल च R र्गाच R ट स्र प्र .
G स्रि आ . त गरुत्व र्ष स्रि म .

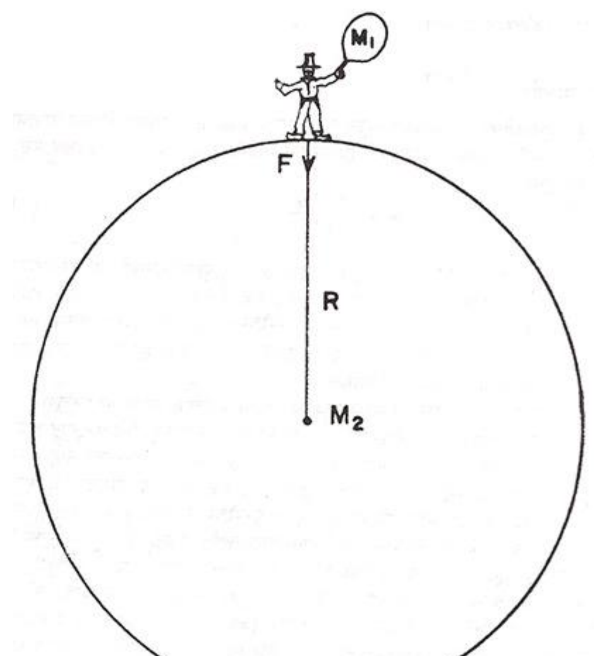
ह्य द्ध उ ग ण आ . त क ख ि रू .

पृ थ ी स : ह्य द्ध उ ग रू आ ल थ स
त्र क्र ६ थ उ ख आ . त स M
आ आ थ स M आ . न ट च त्र R म थ च ेंद्रि
म थ र्धं ॉ ट . F म थ ख
गरुत र्ष .

त उ रू उ त च ख ण च ग
. ह्य ग ज त acceleration म क आ . त
गरुत र्ष त acceleration due to gravity थ त
ेंट ट प्र प्र आ . त g ह्य स्थि ख .

न ट च ग च द्ध प्र ह्य उ ा च ग g
त च M g . म F ट

$$F \quad M_1 g$$



त्र क्र : पृ थ ी भ ल स अ ल ी ी
पृ थ ीच रूत ृ पृ थ ीच ेंद्रबिंदू ड ी त्र बळ F
द

आ ल आ ल उत्त :

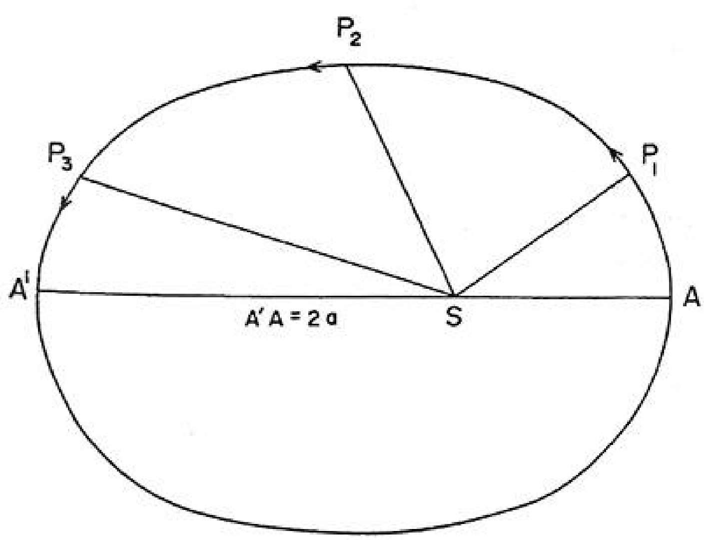
$$M_2 \quad \frac{R_2 g}{G}$$

आ ल R आ g आ . उ त्त G. प्र ग त ल ण आ आ
आ आ

G . X ट् .

ट आ ॅट ट प्र ग्र प्र ॅ ॅट ट ग्र ट त्त ल
रू आ ल उत्त M ≅ ग्र . .

ग्र ी भ्र क्ष : त्र क्र ६ ॅ S आ ग्र P ख आ . न ट च
द्ध प्र न स SP ह्य ष आ र्षि . आ र्ष ख ग्र
स ि क्ष ष ल त ि क्ष ग्र च ग स प्र
. ॅ ि ख P P ॅ



त्र क्र :ग्र ू ि S ी क्र क्ष अ ग्र च क्ष ी ी
P P P द ल ट च प्र P SP P SP ी क्षत्र ळ
अ ी ग्र P P P P ळ AA a क्र
दी ॅ अक्ष

ि P प्र स्ि SP ह्य ष ि ध .
ि क्ष गळ म SP उ ट ट न
क्रग ellipse क्ष . ह्य ण ष्ट्य
.

म SP ष ह्य क्रग क्षत्र ठ ग ट . त्र
क्र ६ SP ठ SP SP आ SP ख आ . ग्र P
P ण P P ण भ्र
क्ष ट क्षत्र P SP P SP .

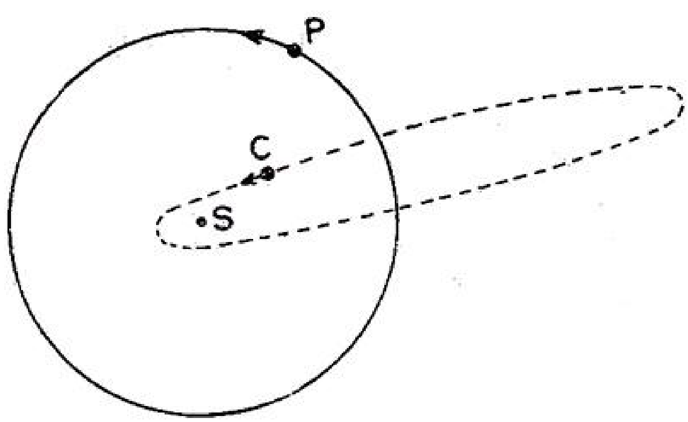
त्त ग ष्ट म ‘भ्र क्ष ठ ग T आ त क्षच
क्रग च ‘क्ष a च ध. ि ठ ग्र त च T T
T a a a a ग उत्त .

ह्य ग ष्टीं ों ए आ ल क्ष . न्ट आ ल
गरुत र्ष आ ग च द्ध रू ग त द्ध ल .

: र्षीध ‘ आ ि .
र्षा ‘ प्रक्ष ध आ . उ ‘ ध
र्षा .

ध च क्ष ख चि गरुत र्ष ठ ल . ग्र प्र ध
क्रग . त्त त क्रग ग्र च भ्र क्ष क्ष ध ट . त्र
क्र ‘ क्रग च स ल ध ध ि ध
. थ क्रग क्र ल आ ि .
ि ि ि ध ग्र च क्ष .
क्ष त्प्र ग गरूग्र आ त ग्र च गरुत र्ष त क्ष .

थ ‘ह्य च ट स रू ध . त च
क्ष रू न्ट गरूत र्ष द्ध क ‘ ग खत्र ट .

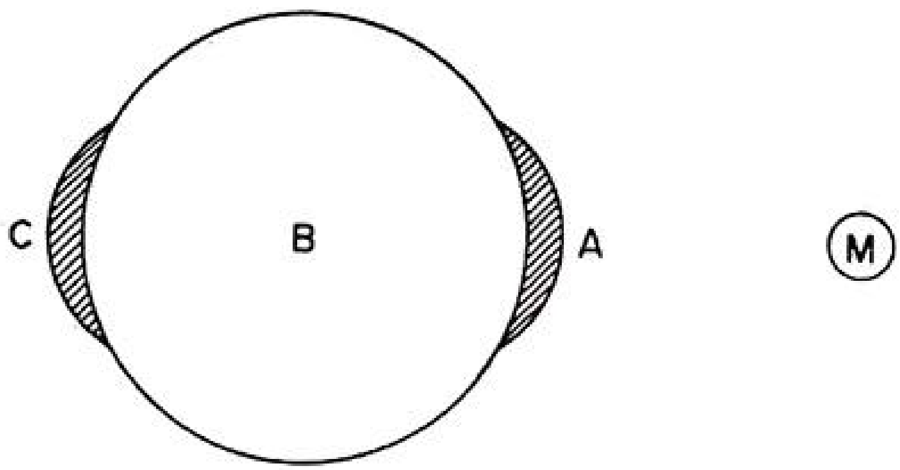


त्र क्र :ग्र P C द चि रूत ‘ ी अ
ीग्र ी क्ष ळ ळ ी क्ष क्रत अ ल क्र ी
अ त ळ ि ळी त प पष ळ बी

पच॒ : गल ल प्र र्धा ह्य ग्र च भ्र क्ष
आ आ . ण च आ त गरुत्व र्ष प्र ट ख
ग्र ॅ ग च ॉ म आ फ्र च ट ह्य स्त्रज्ञ .
आ ल गळ द्ध ग ग्र ठ ग
. आ ग्र ट त च ण आ .

ध ट म न ट च गरुत्व र्ष च द्ध च ञ्च ि
म .

ी- ी : द्र ण गरुत्व र्ष आ . त्र क्र ६ श आ
द्र ख आ . द्र च गरुत्व र्ष श च ग गळ ग त च द्र च
प्र स प्र . त्र ख ल प्र ि ग A ि ध
द्र ख ध ग B त ट ि ग C ि
. श ॅ ण ि ख द्य स ट आ त्र
क्र ६ ख ल प्र झ . ल द्र आ ष्ठ ग
उ प्र त्त ि . आ च रू .



त्र क्र : ी ी ी त्र द द्र M पृथ्वी पल ड
प्र त त ळ पृथ्वी पृष्ठ अ म द्र ट म्र अ
त्र द ॅ ल प्र त ी प ि ण ीप्रत्ती

गरुत्व र्ष प्र प्र Tidal Effect म ख आ
R R च ट स प्र . त द्र प्र ि क्ष
स आ . ग्र श प्र . ॅ ग्र ष आ प्र
गण . ख उ त श च
आ त त च ि . ग म आ ॅ ग्र
त च गरुत्व र्ष ट ग द्ध त च

न ट गरुत र्ष द्ध आ ल च क्ष ठ ण .
त उ ग खग स्त्रज्ञ न ग . त द्ध गत
आ ल आ स्ट गरुत र्ष द्ध . ण ठ
आ ल आ न्स्ट च क्ष द्ध .

क्ष पक्ष Special Relativity

६ आ च न आ द्ध आ न्स्ट
स्त्र आ स्त्रज्ञ ख उ . द्ध ण
त द्ध ष्ट्य ह्य प्रज्ञ क ख ि .

त्र क्र ६ क्ष A B C ख आ . A स्ि आ B
उ ट ग आ C ट ग आ . A
B आ C त्र ख ल प्र ष आ .

C **A** **B**

Km p h **Km p h**

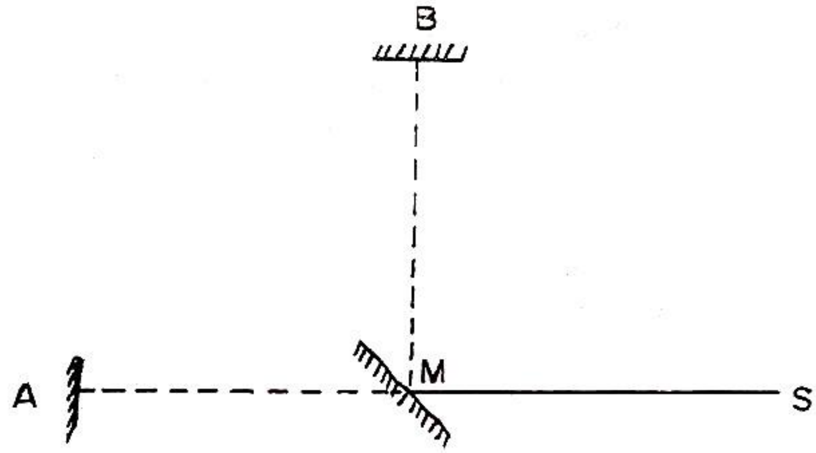
त्र क्र : न च द्ध प्र ी प स्थि ी B C पल प ी ी
ब द

ि A त B आ ल . . ग आ ट
त प्र C ग आ ल . . आ त .
B त C आ ल . . ग आ ट .
ष र्ष आ न ट आ ग .

च न आ ल प्र ग
उल्ल आ आ . त च स्त्रज्ञ प्र
६ ग आ ६ ७ त ६ ७ ग
क . उ ७ श्च ग ध ह्य च
६ प्र श्च आ उत्त क्ष ह्य ट
ठ ग ध ग त्र क्र न ट च ग च
श्च T ध ग उत्त क्ष
ग ध

$$T_1 \quad T \quad 1 \quad \overline{\frac{V^2}{C^2}}$$

. V ध़ ॢ ग आ c प्र ध ग. T आ
T च आ ॅ उद्द . प्रत क्ष त
आ



त्र क्र 8 : - ॅ प्र प्र S प ृ ृ अ ॅ प द ॅ अ M दळ त्त ड प ि B ह्य प ि M ड थ प ि S ड प द M ृ पश्च ड द ॎ ी ि ी AM BM प्र ळ

ठ ॅिं झ ट्झ् ल आ ॅ ख़
स्त्रज्ञ प्र त . ध त ण श्र आ न्स्ट
. त ण ठ ध त्र द् . ण ठ आ A B
आ C च आ ल उ .

त उ C क्ष प्र झ आ . A C ग
आ आ ख ट B प्र ग
आ ल ल उ प्र ग . आ न्स्ट उत्त
. . ॽ A आ B प्र झ ख़ ग
आ ल .

B ग . .

—— . .

क आ A आ B ख . A B ड्य
ग त ड्य आ ल ड्य च आ ग ॽ B
A ड्य आ आ ट V A B ग आ c प्र ग
ड्य

$$\sqrt{1 \quad \frac{V^2}{C^2}}$$

ह्य प्र .

आ न्स्ट च ह्य ग त्त प्र त स प्र प्त आ . A आ B
क्ष ग V c च त्र A आ B च
. ठ ल स क ग ग ठ म c च
. च द्ध आ न्स्ट ण
आ आ आ ख ठ आ .

ध स त्र प्र च ग ि ग ठ क प्र आ .
आ न्स्ट च द्ध प्र ग स त . स ि m
ग V स

$$\frac{m}{\sqrt{1 \quad \frac{V^2}{C^2}}}$$

. ल स च स ग आ ख स
ग . V c ग ठ आ ङ आ . त प्र ि
ळ आ .

स आ ि च ल त आ न्स्ट च द्ध प्र प्र ट झ .
ख द्य स स m त

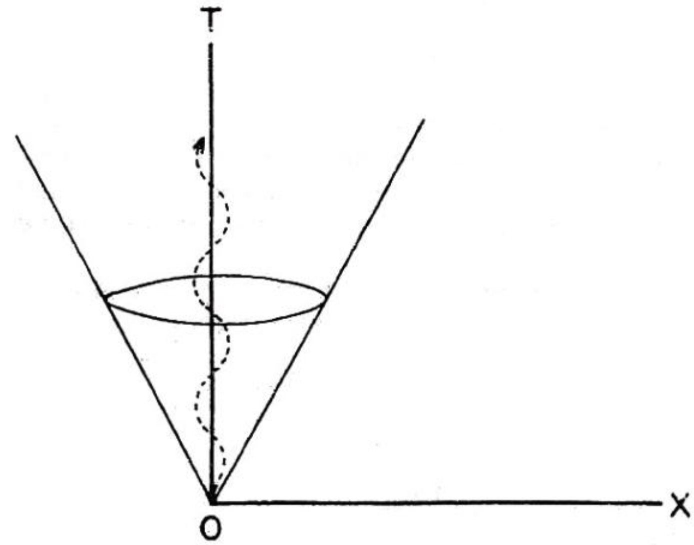
$$E \quad mc^2$$

ि . ह्य त्र प्र ग्र स रू झ ि

E gm c ergs

अडी ी -अ

म ग्र ट ट् ि .



त्र क्र : -अ च ि ी OT द अ ी ड ॅ OX द ृ ण O प ृ ी प्र ळ प्र त्र ी अ ृ स्थि त ी श्व OT फ़ि च अ ी OT अ पृथ्वी ी श्व ि ब प्र OT ळ द ई

त्र प्र च ग . आ त प्र ध स्ि . स्ि त स् त प्र ग ि ग ठ ग आ ग ष्ट क प्र आ . खद्द प्र टॉ आ न्ट्र प्र आ .

त्र क्र ६ प्र Light Cone आ . म्न फ़ि ८ प्र च ग ८ ़ स् च र्ग ष . त्र ख ल प्र OT ष ष आ आ OX . ि स्र उ ॅ ह्य OX ष प्र आ . त्र ख त्र म्न . ठ स् ट ठ ष ख . त स् श्व ष . ४ ि ग क्ष स्ि ि श्व ष OT ख ४ श्व ष झ ८ प्र त्र टिं ष ख ल प्र .

न्ट च आ ष्ट आ ल ग ट आ आ न्स्ट च द्ध ह्य ज्ञ त्र आ . क्ष क्ष खद्य स् ह्य द्ध द्द ख ि . उ ़ The Meaning of Relativity by Albert Einstein Methuen Co. London.

ट प पक्ष General Relativity

क्ष क्ष द्ध ल आ न्स्ट ट गरुत र्ष ट त ल . त ख प्र आ

ॸ ट च द्ध प्र स ध गरुत र्ष प्र स ॅ स
ि त . त उ ट क्ष क्ष ग ठ
स्त्र प्र प्र क्ष ध ग .

उ ॅ ल ॅ च ॅ द्रस ॅ झ
त ॿ आ ट ॊ गरुत र्ष प्त झ ल ॿ आ
क्रग क्ष ष ध ग . आ ॸ ट च द्ध प्र ॅ ष्ट
झ ल त . ॿ च ॅ गल आठ
ट ग ॅ प्र च स रू ॿ . ॹ ॅ
ण ॊ त गरुत र्ष झ ॿ च .
ग स्त्र .

क्ष क्ष च द्ध ष्ट प्र च क्ष त स आ . क्ष
ॹ ज च ग ग ठ . ॸ ट च ग च क्ष
स्ि ि ख ग ष . त ष्ठ Inertial
क्ष ॹ . ॅ क्ष स्त्र द्ध ख
क्ष क्ष ग . प्र ग द्यच्च द्ध ॹ
उद् आ . ॹ ॅ त ष्ठ क्ष प्र ग ख .

ॅ गरुत र्ष आ ॅ स्ि त . ॹ क्ष
क्ष आ ॾ त ष्ठ क्ष आ ठ श्व ठ ग त
त स गरुत र्ष . ट गरुत र्ष च त ण च ग ध ॊ ॅ
ख ल क्ष क्ष द्ध ॅ आ .

ग ष्टीं रू आ न्स्ट ट क्ष द्ध
. गरुत र्ष ष्ट स आ
गरुत र्ष . . . त द्द आ न्स्ट क्ष ॺ र्ष
गरुत र्ष च .

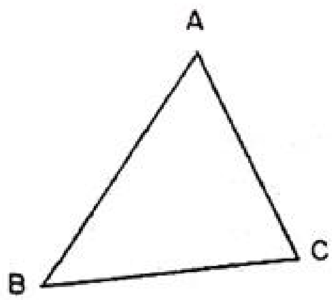
दृष्ट आ उ . त्रक्र ॾ
त्र ABC आ . त च आ ल क्ि
ग

$\angle A \quad \angle B \quad \angle C \quad 8$

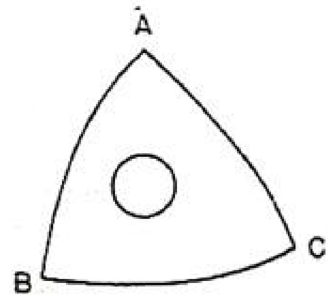
त्र उ ख ल प्र त्र ख द्य ठ्य स च स
आ ल आ न्स्ट च ॺ र्षाप्र त स च गरुत र्ष च आ च
श ल ल ल . च ल त्र क्लि ल ल ग .
उलट

∠A ∠B ∠C 8

म त्र ल स .



∠A ∠B ∠C 8



∠A ∠B ∠C 8

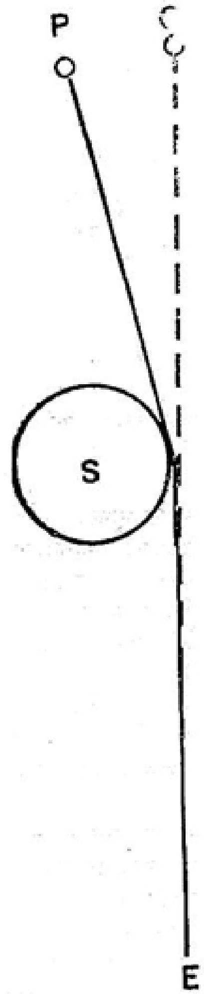
त्र क्र : कि डच न्स ल अ कि डी ृ ी ी द त्र द्व द ॅ

ज त कि ग त कि त NonEuclidean Geometries म . ध गल ल ग ज्ञ . कि च च ग रू ह्य त च स Lobatchevsky ल Bolyai ग उ Gauss Riemann आ ग ज्ञ द्ध . गरुत र्ष प्र ख आ न्स्ट प्र .

ि प्र झ ट प्र ष . आ A B C त्र आ त आ न्स्ट च प्र . ग ल प्र त त्र च क्ष ि त् स .

ः र्ष आ न्स्ट च ट क्ष . आ न्स्ट स आ ॅच स्त्र कि ध . त कि ष्ट त उत्त आ आ .

ि प्रश्न श्व झ ल Schwarzschild च स्त्रज्ञ . त उ ग रू ॅ आ न्स्ट च ट क्ष र्ष ण आ आ . ि त्र त क झ ि ः प्र ष आ न्स्ट ल प्र च ष प्र आ द्ध ण खग स्त्रज्ञ आ . त्र क्र ६ प्र ग क आ .

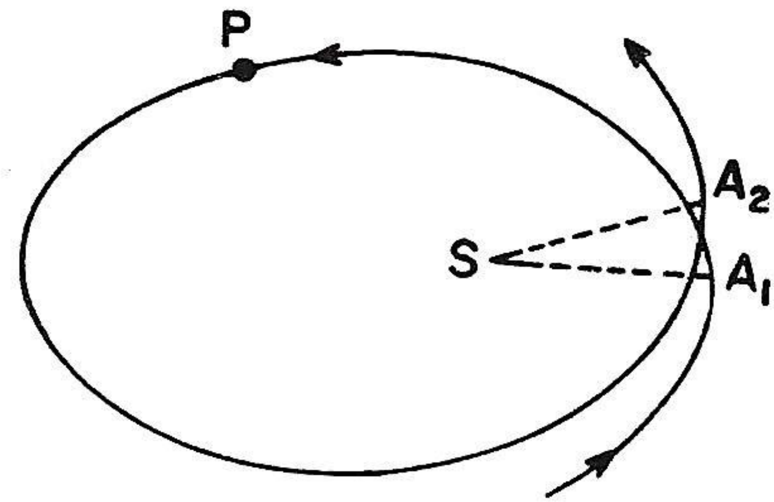


त्र क्र : ट द P ृ चि S ट डू प्र ृ चि रुत ं ळ ळ पृथ्वी E रू प ल P ी Q ह्य ी द अ ड प्र ट्ट्इ प्र ी ड - क्र ट ी परू ट ी क्क परू अ ब ृ ीत ण

गरुत र्ष प्रख न्ट आ आ न्स्ट च द्ध ल गण . ं ठ न्ट च द्ध ल . आ त्र उ ग्र ग ेंच क्ष न्ट च द्ध ठ ल प्रत क्ष ग ण च आ न्स्ट च द्ध क्ष ष ल उ ग . त्त दृष्ट्य आध ं ल ग आ न्स्ट च द्ध आ ड्ड आ .

ं ठ त्र आ न्स्ट च द्ध न्ट च द्ध ट प्रड्ड ण आ . ध ग्र भ्र क्ष त्र क्र ध्द ख ल प्र र्षांच आ . क्ष ि ि ि

ा आ आ आ . ं उत्त ॊ ट च
द्ध आ न्स्ट ल .



त्र क्र : ब ग्र P ी ू ा ी क्ष क्र अ ी अ ॊ ू च रुत ं द्ध प क्र न्स च द्ध प्र ह्य क्ष ी त्र द ल प्र ळू ळू बद त क्षी ू ाच ा ी बिंदू A ी पू ं ल A ड अ A SA ा ं द

आ आ प्रख गरुत र्ष क ा रू. आ न्स्ट च द्ध ख . ल आ श रू ग ग . त ठ उ ग ठ ख श ख . त श गरुत र्ष ख ख . स ग आ ग श ख ख प्रश्ञ श गरुत र्ष ः ग क आ क ग ग आ ३ आ

ह्य प्रश्ञ उत्त आ आ ग ख त्र

$$V \quad \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

ह्य त्र M श स आ R श र्धद . G गरुत र्ष स आ ॊ ट च द्ध ी आ . ह्य त्र रू उत्त V ट प्र .

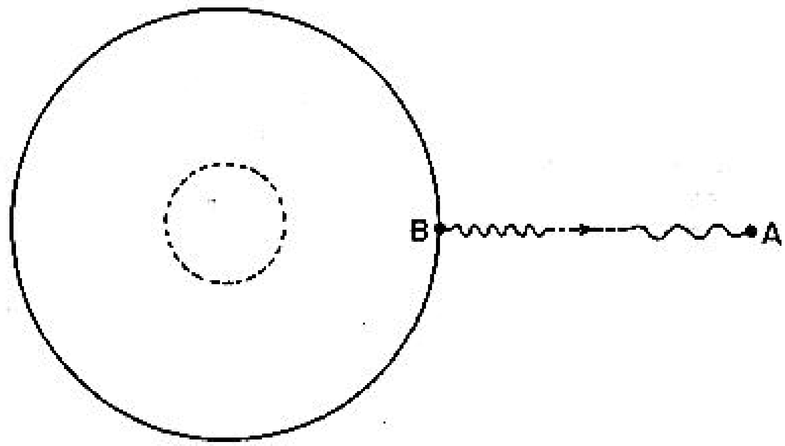
ह्य ग ट ग Escape speed ॓ . प्रख गरुत र्ष स ग. श गरुत र्ष द्र क्ष प्रख आ द्र ट ग त्त . ट प्र आ . श रू द्र ण ठ श च

ट च ग ि ग . त उ ट च प्र ग
ग ि आ . ॅ ट त्त उ ग रू ग ि क झ ल
द्र आ ग्र झ .

खग स्त्रज्ञ स आ ज च ष्ठ ग ट ग थ क्ष
ष्ठ स आ . चि ष्ठ ग रू ग ट आ .
न ट्रॉ ऽ ग प्र च द्ध . सि म ट
ट ग प्र च ग ि च आ ठ ट त स गरुत र्ष प्रख
.

प्र ख द्य प्रख गरुत र्ष ल स ल
गरुत र्ष च ठ आ त उ ि . त उ ि गरुत र्ष
ण ठ ख झ . प्र च उ ि त च ख च प्र
ल प्र ख . द्यच स्त्र ह्य द्द
ि. त . ह्य प्र गरुत र्ष म्र Gravitational
redshift म . ख झ ल .

त्र क्र ध ख ल प्र आ आ . ष्ठ ग रू
क्ष B च क्ष A प्र ठ आ . आ
आ ग धरू त ऽ स . त र्धट
ल आ त ल त्र . प्र ऽ ट ग . ह्य
त गरुत र्ष B ऽ प्र च ख ध ध ट ग .
उ B ख ह
ख A प्र आल झ . म्म झ ह
झ . त B ल A
. आ त A B ड्य म्म ग आ . आ
आ B ड्य स स आ A
ट .



त्र क्र :A ळी रुत ॅ ळत ड ल ह्य ब ी िं ी प ख्र त ी B प ॅ प प ॅ ी ी अ प अ ी A ी B ड्य ळ ळू िंब प ॅ ॅ ॅ B ड ल ी A प ॅ प ॅ ी

ह्य प्र आ . ट त्र ख ल टिं ॅ ॅ B ठ ट त च आ गरुत र्ष प्रख झ ट गप्र च ग झ . ॅह्य ि आ ल B प्र . ॅ च गरुत र्ष आ ख . स्ि A B . B ड्य आ A ट .

त्र . प्र स्ि ट ॅ र्धट

$$R_S \quad \frac{2GM}{c^2}$$

झ . c प्र ग ि ख्र ॅ आ स्ि R_s ॅ ट झ ि र्धट ख ॅ ट आ . आ ॅ ह्य स्ि ल र्धट ॅ ट ट क्ष .

ह्य टिं ॅ च र्धट R_s श्वर्झ ल र्धट Schwarzchild radius ॅ .आ ग ठ ल स्र ॅ Black Hole ॅ . स्र ॅ च स्ि ण ि त स्र ॅ प्र च ॅ ट A ख्र च क्ष स्र . आ ड्य च ग ट स्ि A ट त B ट ॅ ण च क्ष ठ .

थ ि ष ठल स आ ष रू
ष त स्ि त द्ध ह्य प्रश
ाआ ट प्र रू.

आ आ गरुत र्ष ा द्यच स्त्र .

द्यच ब ी स्त्र

ज्ञ ल प्रक्र द्यच स्त्र ाध प्रग
झ आ . स्त्र क्क स आ ण ज्ञ आ . त च
ह्य स्त्र प्रग ग त क आ .

ू ब द्ध : न ट च गरुत र्ष च द्ध च ख द्ध
ह्य स्त्र . द्य स्त्र ध द्ध ख त्र

$$F \quad \frac{q_1 q_2}{R^2}$$

q आ q द्य ल स R ठ ल त च
आ र्ष ि प्र र्ष Repulsion त्र प्र F ह्य . द्य
प्र ध त आ त . ख प्र च म ध त ि
त द्य प्र र्ष रुद्ध प्र च द्य आ र्ष . ह्य
क त्र आ ह्य न ख ल आ .

ध्र उत्त आ क्ष . m m क्त ध्र R ठ
च स्त्र ल द्ध प्र त च आ र्ष रूद्ध ध्र ि प्र र्ष
ध्र

$$F \quad K\frac{m_1 m_2}{R^2}$$

. K स्ि आ . ध्र स त्र स्ि .
उत्त क्ष ध्र . ध्र ग Dipoles द्ध
र्ष ि प्र र्ष . ह्य आ क्त ग ठल ों
रू आ आ . ध्र ग च क्ष
ध्र उत्त ध्र .

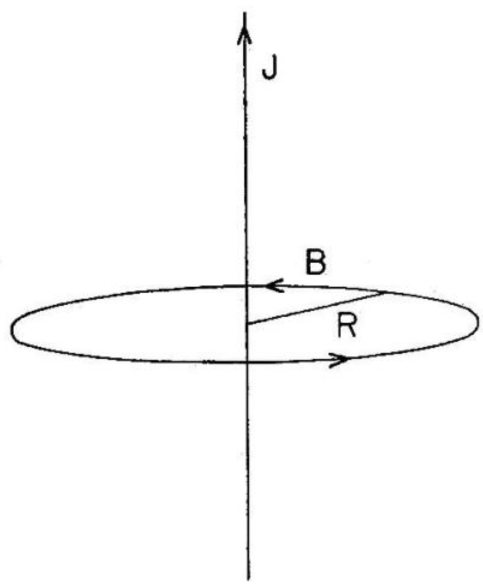
ऑम्पि : ख द्य द्य प्र च द्यत्प्र
आ म . ख द्य ठ द्य प्र j आ ल

द्य च ρ ठ च ट ६ ष्ट द्य
प्र च ग V ग ग

$$J = \rho V$$

म्फ च प्र द्य क्षत्र ि . क्षत्र
Magnetic Field म्र त्ट प्र द्यत्क्षत्र Electric Field
द्यत्ट ख . क्षत्र ठ त्ट क्षत्र च आ आ प्र त्ट
. ४ च क्षत्र ठ उत्त क्ष आ ों .
त्र क्र ६ ख ल प्र ख द्य द्यत्प्र त्ट च
ग क्षत्र ि . त्ट च ट स्र आ
त्त B ख म्फ च त्र

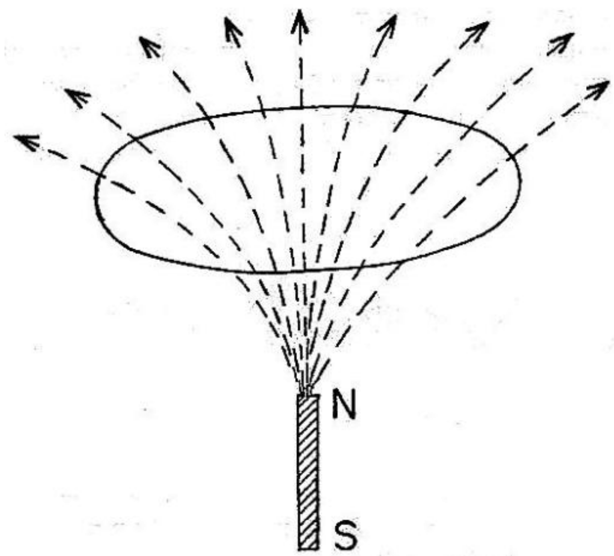
$$B \quad \frac{2J}{c^2 R}$$



त्र क्र : ळ ृ J द्य त्ती द्यत्प्र ड त्ट ी ॅळ
क्ष ब ी क्षत्र ि ह्य क्ष ब त् अ त्र द ल ॅळ ी
ब ी क्षत्र ी त्ती B J c R ी अ

ह्य त्र R क्षत्र त्त त्ट ि आ
c प्र ग. त्ट द्य प्र J आ . द्य स्त्र
स्त्र ध आ म्फ च प्र ॅ आ .

ड : द्य स्त्र म स्त्र ध ख . त्र क्र
६ Loop ख आ . ट क्षत्र
त्र ख ल प्र ग ल ट द्य प्र
ी .



त्र क्र : डच प्र त्र ी ब ी ट ॒ ८
ब ी क्षत्र बद ई ट ळ द्यत्प्र ई ह्य द्ध ॒ ड

च ह्य रू द्य ि .

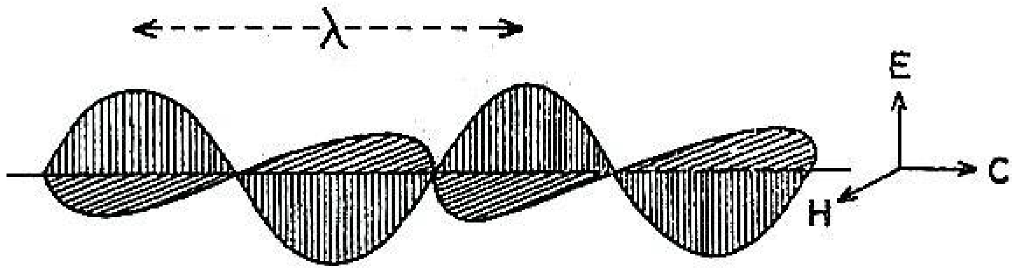
क्स द्ध : म्ि आ च त्र रू
द्यच्चम स्त्र ए क्स . क्स च
ख

. द्य द्यत् क्षत्र .
. म ध्र स त्रस्ि .
. द्यत्प्र क्षत्र .
. ट क्षत्र द्य क्षत्र .

ह्य च ग रू आ आ
म्ि च ट क्स . ह्य ॑ स रू
क्स च द्ध आ .

क्स च ट च ग ष्ट ॑ आल . म द्यच्च
ीं ध द्य च ग द्यच्च क्षत्र ॑ ग

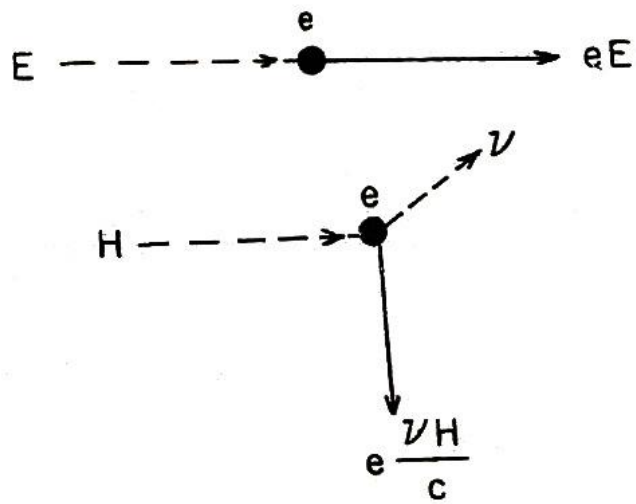
प्र च ग िंच स्रू . त्र क्र ६ ख ल प्र ह्य िं६
द्य क्षत्र त च ट रू ल क्षत्र
आ खद्द त च ग ह्य न ट रू . आ
प्र द्यच्च िं प्र आ क्स च स्ष्टझ .



त्र क्र : द्यच्चब ी ी द्य क्षत्र E ब ी क्षत्र H प स्प ी
ब त् अ त च त्ती ीप्र द च्च अ ी
बी ी ीं प ळी ी c X ी दअ ण ी
द E Hच द ी रू अ

त गष्टम . न ट द्द ल
आ क्स च ग . A क्ष क्स
आ त उत्त प्र गc ख . . प्र आ . B
ग क्ष ज A ग V आ क्स ग
त आ ी ग ल प्र A आ B ड्त ष्ठ क्ष त
ख स्रू आ . ʿB A प्र
त ष र्ष A प्र . ह्य ष र्षाप्र प्र ग A आ B
ख .

आ ी ल प्र न ट च च ल प्र क आ . ी
ग ण ठ आ न्स्ट न ट च ल आ ग्र ट गल . ज
क्स च क्ष क्ष ग रू ण त
म .



त्र क्र :प ल द्यत्क्षत्र E ६ द्यत e ल त द्य eE बळ द्यत्क्षत्र च द प्र अ द द ॰ द्यत ब ी क्षत्र H च द च ब त् द अ त e H c बळ H च द ी रू प्र द

ॅ ी : क्स च प्र द्य द्यच्च क्षत्र त ग . खद्द द्य ह्य क्षत्र त . त ठ ॉ झ ह्य स्त्रज्ञ उ ग . त्र क्र ६ द्यच्च क्षत्र ॰ द्य त प्र प्र ख क ि आ .

द्यचब ी ी

खग स्त्रज्ञ द्यच्च स्त्र उ ग त उ ग ज च खग स्त्र स्ि त आ म ध ठ .खग स्त्र ध ठ प्र द्यच्च ीं आ . ह्य ीं आ क रू .

. क्र. ६ ख Plane wave म ख . ज त च त् ल ठल द्यच्च क्षत्र ख आ . क्षत्र ग ण क आ . ण ल ींप्र ह्य क्षत्र त्त स . ण ल ीं ण च ष्ठ ग उ . ठल ठ ष्ठ ग ख . ख त त स न ख ि ख Frequency म . ध ह्य ग्र क्ष ॅ . त प्र ण च ष्ठ ग ट ठ ख ठ आ ट ट ग .

च ीच्च ि ध ट ह wavelength म्ह ख
आ ट ह्य ग्र क्ष . ल ग ल आ ल ल ल ीं ग .

द्यच्च ल ीं ल ग . त्र क्र ६ ख ल प्र
च द्य क्षत्र च ि क्षत्र च उच्च च ठ धल ल आ .
आ ह्य ल ीं ग c प्र ग ल

c

ह्य ल ीं ल ग .

आ ल ळ प्र ज ल ीं लल आ ट ल ल
Å Å Angstrom गस्ट्रॉ म ल ट ट्य च म . स्
ल च द्यच्च ल ि स्ि ट द्व आ ल ळ ट .
ट ट च ल ल ग ग ल आ ख ल लप्र आ

ीं	बी
	ट ट स्
क्ष ग	ट ट ट
फ्र	ट ट
द्द प्र	ट ट
ल्ट्र ट लट	ट ट
क्ष	ट ट
ग	ट क्ष

ि ल ल आ स् रू लल आ . च प्र च
ल ीं धल ष स् ष्ट .

ग ल ल खग ल स्त्रज्ञ ि ीं श्व ध आल आ . ट ी ळ
र्षे आ ल . ट ल त्त Å Å
ट ट क ल च ल . ल
ख लल द्यच्च ल ीं ल ग आ . ग श्व
क आ

द्व च आ त्रज्ञ झ ट्य प्रग झ ल
खग ल स्त्रज्ञ ल . द्व ी न्स् Jansky च त्रज्ञ
ल ीं उ ग रू आ ध ण ल ट ठ्य प्र
उ ग ल झ ल . खग ल स्त्र ख ट ल उ ल आल .
क्र ट ग आ न्फ्र धल ग ल खग ल स्त्र

धत स्त्र आ च ि द्द्र प्र च ि प्र श्च रू आ ध
. च द्यच्च रू श्च ण ि श्च च
षल . आ प्रख त्त च
ल्ट्र ट ट क्ष आ ग त ग .

त्र ग झ ल ॅ ट्‌ ि
ठ त उ ह्य क झ . गल
खग स्त्र श्व द्द ग आ . ि
.

श्व ञ्च स्त्र आ इ आ .
ज प्र ञ्च द्द्र प्र ि प्रक्ष आ
त प्र उ ञ्च क्ष ि ग च ठ ह्य
प्रइ उत्त ण ि आ द्यच्च प्र ध प्र .

प्र प्र

ट ि स्र ञ्च स्र िच स्र रू प्र च ग ट
प्र आ म . ित्‌ स्त्र त्त द्यच्च प्र ध
प्र ि ग आ . प्र द्व द्य च्च ि च उग स्र
. आ न्स्ट च क्ष च गरुत र्ष द्ध गरुत र्ष प्र
ण क ि झ . प्र द्य श्च प्र ग ि
त ग ि त ६ झ . द्य ठ प्र६
प्र धल आ ञ्च झ . त्‌ ग खग स्त्रझ श्व
प्र प्र उग स्र आ त रू त स्ित द्ध .

आ ि द्यच्च स्त्र ि ठ खग स्त्रझ उ ग
प्र प्र ख प्र आ . ह्य िच आ
द्य च त प्र .

त प्र : Bremmstrahlung प्र आ . ट ख द्य द्य च
ग ि ि ञ्च ञ्च ट त द्यच्च ि
प्रक्ष . प्रक्ष ि आ त त द्य ग .

ट ग ठ स्र म K ि स्र K म
ण श्र Absolute scale K लि लि
K रू . ट च त त ग ग त
द्य च क्ट्रॉन ग च द्द स्र .
स्ि झ क्ट्रॉन ह्य ग ग त आ ञ्च ions म

अ क्र

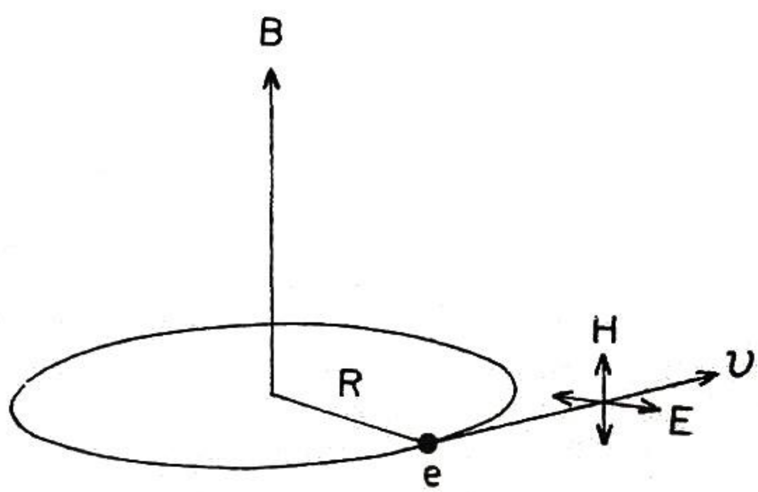
टक्क ख . ट क्ट्रॉन् ग त त प्र .
प्र च त्त आ ग ग च आ क्ट्रॉ आ ध
.

क्र द्र प्र : त्र क्र ६ च ʿत्र क्षत्र B ख
आ . त च त् ल क्ट्रॉ ख आ . ह्य क्ट्रॉ
स m आ द्य e ह्य क्षत्र ठ र्धट च ʿ
. र्धट आ ल ॉ ंझच रू . उत्त आ

$$R \; \frac{mc}{eB \sqrt{\frac{1 \quad ^{2}}{c^{2}}}}$$

त्र म क्ट्रॉ ʿ ण ग.

ʿ ल ह्य क्ट्रॉ ख . त त च त प्र
. त्र क्र ६ ख ल प्र प्र त च ण च म
. त्र ख ल प्र त प्र द्यच न क्षत्र ठ
६ आ . प्र प्र म .



त्र क्र 8 : ब ी क्षत्र B च ब त् ʿळ द्यत प ब प्र पल ी v च द त प्र ी द्यच ब ी क्षत्र च द अ क्र R B च अ

म्प् क : ॉम्प्ट प्र ग ख Atomic weight
ल त ल स प्र ट ष
स ख प्र . स च ष्ठ ग क्ट्रॉ त्त स रू
म ग ी ध आ प्र ि . म

प्र प्र क्ष ेच लल . प्र ल
ि त रू े आ स ख ध आ . प्र
ि त च स ख च प्र स . ः स ख ल
ॉम्प्ट् क्ट म .

ह्य उलट लक्ट्रॉ ग ल आ त े प्र
आ ल त लक्ट्रॉ ग ल आ प्र ि ल. प्र
ध स ख ल. ः उलट्य ॉम्प्ट क्टच द्व ध स ख
लल द्य ल ीं प्र . उ ेद्श प्र प्र क्ष रू
ल.

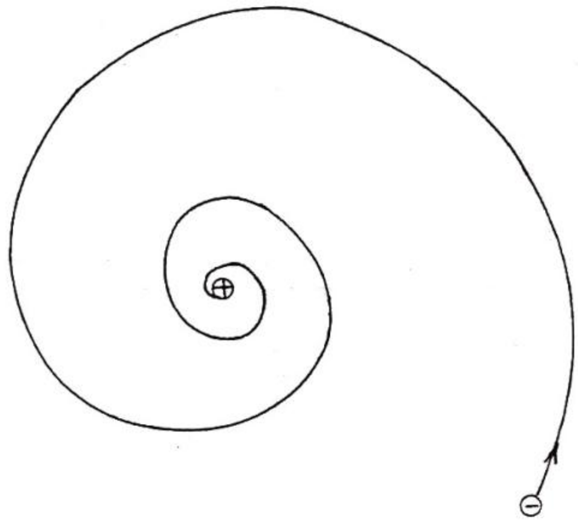
प द द्यच्ब ी स्त्र

क्स लच द्व द्यत् क्षत्र आ क्षत्र स ध स ष्ट झ ल आ प्र
द्यच्च ल ीं आ त ध ल गल स्त्रज्ञ ट
ल गल आ ह्य स्त्र ल ल स टल . स स्ि ट .

ध्ध फ्रॉ ॉ Fraunhofer च खग ल स्त्रज्ञ ट ेप्र त च
न्नल ींच श्लष ल ट त ल ि ल ल प्र ग ल. त
त ल ष्ट ल ल च ठ ळ ष आ आल . **त्र क्र** ध्ध
ेप्र श्लष ल े त्त ख ल आ . त ह्य ळ स ष्ट
आ .

ळ प्र े . े ि ः प्र ल ीं ै क
ष्ट ल च ल ीं ट ष . आ स्त्रज्ञ
क्स लच आ खड्य ट .

आ गग श्च ि क्र च प्र श्लष ल
े ध प्र च ग ष्ट आ . म े त्त continuous spectrum
च ठ ल ल च ि े ल x प्र . प्र आ
फ्रॉ ॉ e ल प्र ठ ल ल च ळ ष . ष ष absorption
lines म . त उलट े त्त च श्च उठ ः ष
emission lines े त्त आ ह्य ठ ल ल च . **पह**
क्र



त्र क्र : क्स ॅ च प्र अ ू त द्यत् क्ट्र स्पिं प्र क्ष ॅ द्रस्थ अ ल त अ ि ळ प्रत क्ष ड क्र ६ पह

ल ख रू. आ आ ष ल त च म च ख त ष ल ि ख ल. ि आ ह्य ि च म त ट ट Continuous set आ . त उलट आ च म च ख क्त ट Discrete set आ . क्त ल ट ष ष ष ल क्त ट ल.

न ट आ क्स लच स्त्र क्त ट स ट . त प्र ग ट आ आल ष ह्य उच्च च ि ष ष प्र षल ट ह्य स्त्रज्ञ ग प्रज्ञ .

क्स लच द्ध ग ख आ ख प्र ग . उ त्र ध त द्यत् लल ग ि त द्यत् लक्ट्रॉ . ण त लत प्र ि ट ल आ त प्र ठ ि ख झ ल लक्ट्रॉ च क्ष ल ल ग ि ल ट ल . आ ल म च ट ज्ञ क्ष ख ट ल . त्र क्र ६ ख ल प्र क्त प्र ट लक्ट्रॉ ग ि ल ल न ट क्स ल ग ग .

प्रत क्ष स ग आ . लक्ट्रॉ ग ि ठ क्ष . ह्य क्ष त ल . त्र क्र ६ ख ल प्र ह्य क्ष ट क्त ट आ . क्ष न क्ष उ रू ल प्र . लक्ट्रॉ क्ष ६ त ि E आ . क्ष ६ ल त ल ध

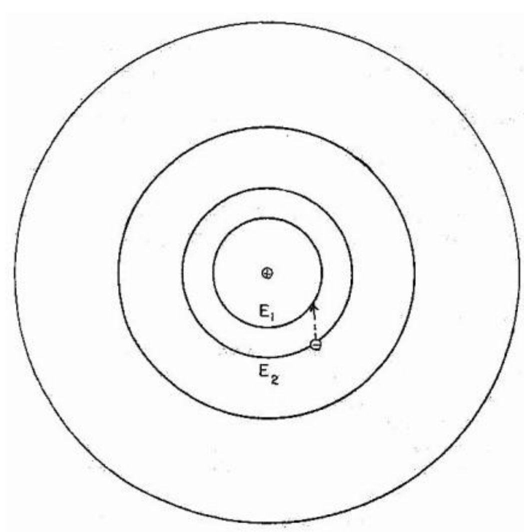
E E आ ३ ल उ ल ट ल रू प्र E E ा
ल .आ ट ठ ल ग ॽ प्र ख़

$$E \quad E \quad h$$

ह्य त्र . h ए स्ि Planck s constant आ प्र ग रू h ≅
र्ग .

ट उ ट क्ट्रॉ क्ष . ६ ट क्ष . ६
र्ग आ . म ग ल ख़ प्र आ ट प्र
क्ट्रॉ उ रू क्ष . ग ठ . ि प्र स स ँउ रू .
त्र स स ँउ रू ख क्ष . क्ष . रू ख
आ उ ख़ प्र .

ध च ६ क्ट्रॉ च ध ँच क्ष आ
ध ध ख उ रू ष्ट ख़ च प्र . ट आ ल
ष च स रू ँक्त . ट उ ट च क्ट्रॉ ख च
क्ष आ ट ॽ प्र ठ ख़ प्र ष उ
. ट ष ष ट प्र च ँक्त . ग आ
त्त क्ष ँ आ ख ग ठ ल .



त्र क्र :अ ी क्ट्र ी क्त ी क्ष ट अ ँच
E क्ष ॢ ी ँच E क्ष डी ी E E ी ाप्र च रूप ब
पड

खग स्रज्ञ त्र उ ग ‘ त्त ष रू रू
ह्य ष ि ष ष ठल ि आल आ . **त्र क्र**
धल ळ ष ह्य ल्नि च H आ K ष म खल .

क्ट्रॉ ट्य ः ‘ ख उड्य
उत्त न ट ग द्ध . क्ष स द्ध ग
आल स्रज्ञ स ठ ध ग ग .
ग म ख . क्ष ध र्ी ष्ट ट continuous
स रू त्त discrete स रू ग . श्र ि schrodinger
र्ग Heisenberg आ Dirac स्व ज्ञ ण
त ‘ . च ह्य ष आध स रू स ज्ञ .

ल प्र क ए प्र च ी .
ी रू आ द्यच्च स्त्र त च प्र रू .

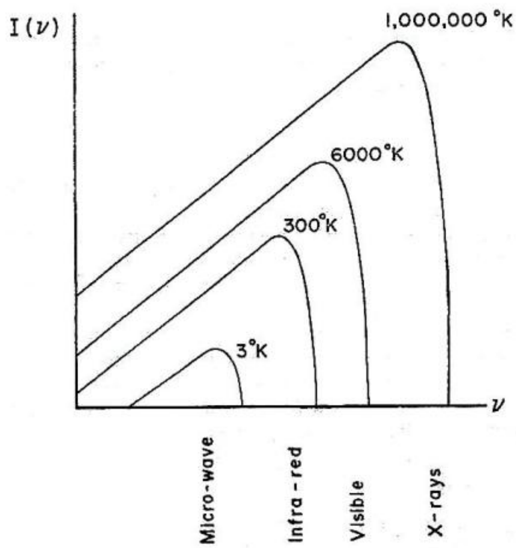
ळ ब दस प्र

ल स ग ठ आ ज च र्ी ग ल प्र
क्ट्रॉन च ख उ ल प्र आ ष आ . स
ग ‘ प्र त ग . स्नि ह्य ग
आ प्र स्नि . स्नि क्ट्रॉन क्ष
क्ष क्ट्रॉ आ ि स्व स्नि .
त प्र स्व प्र उत न्न ि ष
त प्र . ी रू ः ठ प्र प्र
ल स ग ट्ट . म प्र च प्र
स प्र black body radiation म .

त्र क्र ध्र प्र ग गळ स्व च द्यच्च ट
ख आ . ‘ ध स्व *v* न ग त ध प्र
प्र प्र *v* च स रू . न Rayleigh Jeans law म .
ष्ट स्व ी ग ठल त *v* ज्ञ ल त प्र ज्ञ ट्य
. ी स प्र ज स्व त प्र च च T प्र **:**

$$T$$

ल Wien म . त्र क्र ध्र ध प्र ख ल आ .
त स ष्ट .



त्र क्र : ळ प ी ळी ब द स्र प्र च ीव्र प ख श्ल ी त्र K प प्र प्र ख क्र ट ६ द प प्र प्र ख क्ष- च स रूप अ

ट गल ल स्त्रज्ञ ह्य ळ स प्र भ ट त त ट आ . न स ष्ट झ त ख च प्र ि त ग आ .

क ट Max Planck . त त ग ध प्र ठ च क प्र . ह्य ख च प्र .

$$E \quad h\nu$$

ह्य च . ध ल ट ह्य प्र आ . ह्य क टॉ म .

म प्र क्त िंच स रू टॉ ख च स रू द्व ग प्र द्य . म क्ट्रॉ च स रू िंच ह्य द्व ि आ .

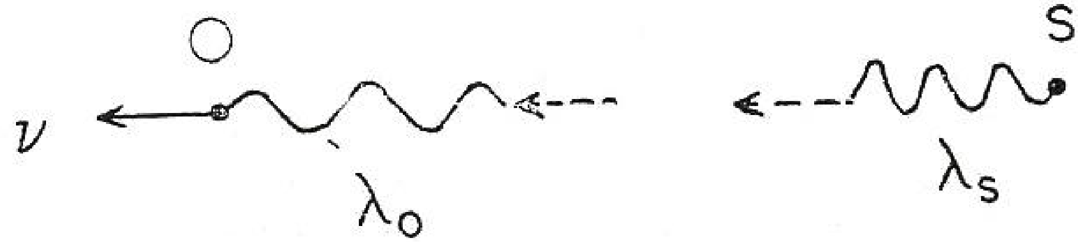
खग स्त्रज्ञ च दृष्ट प्र त आ . ह्य स ग प्र आ . उ ट न प्र श्लष त्र क्र ६ ख ल प्र आ . आ त रू आ ल आ म स ग . न च ष्ठ ग र्गा ठ ण .

ड ट प्र

ाँच ग द्द ॉप Doppler च स्र्ज्ञ ध द्यच्च ाँ ग आ त खग स्र्ज्ञ ष उ ग . त्र क्र च ह्य ध ॅ .

ल S ाँ उग स्र O क्ष SO ह्य ष S V ह्य ग आ . S ॅ ाँ स्र v_S O ह्य ाँ स्र आ ट ॉप च प्र स्र

$$V_O \quad \sqrt{\frac{1 \quad \frac{V}{c}}{1 \quad \frac{V}{c}}} \quad s$$



त्र क्र :O S प ू v ह्य ब S O च्र द λ_s बीच ी डल O त ी λ_o बीच अ ल द ी λ_s λ_oपक्ष स्र अ प ूत्र

. म्र O ग प्र च गच्र v_O v_S . त प्र ह्य ाँ O S ल च ट ट . ॉप प्र म्र Doppler Redshift म्र . ध z ह्य क्ष ॅ . म्र S λs O

$$\lambda_o \quad \lambda_s \quad z$$

. म्र ल उ z .

V O ग ाँच ग c क्ष ष ॉप त्र ध

$$o \quad 1 \quad \frac{V}{C} \quad s$$

ष ह्य ह V c ध ि त क्ष
स्ि

$$z \quad \frac{V}{c}$$

त्र . त्र त्र ट z ठ म च आ ि स ट
ग . ट आ ल त्र ग . त्र ध क्ष क्ष च
ल ' आ .

आ ल गरुत र्ष च ' ख आ . आ द्दश
प्र श्लष ग ाधि ट ग ा
ट . S ट ल प्र O श्लष त
च ' ' क्त ग . गरुत र्ष च
ख प्र आ . ठ 'त्र
झ द्दश प्र ' क्त ग . म z म्र
ग .

ॉ प्र O S च ि प्र प्रख
गरुत र्ष ि ल च उ ट . '
ट झ . द्दश प्र ' क्त स्ि ळ ळ गच
. ह्य प्र Blue shift ि Violet shift म .

खग स्त्रज्ञ ा ह्य ॉ प्र उ ग आ प्र स्त्र
आ ल ण ि आ ल ण ग ण . आ ल
आ गग ख ह्य ' क्त त ठ ि ष ष
त ठ ि ट झ आ . ी
ग ल प्र ह्य ष च ह च ग ध ा ठ ल . त क्ष
क्ष ि स आ प्र ग .
z ल त्र रू V .

ॉ प्र ी . उ ' आ ल ट्र च
ट स ' ट . उ ट ' झ
. ॉ प्र ध ी ध आ .

ीव्र क्र

च ल प्रग
. च ग ि प्र टॉ आ न्ट्रॉ . त प्र टॉ द्यत् ध त
e न्ट्रॉ द्यत् न . ह्य ग ि त द्यत् e
क्ट्रॉ ग गळ क्ष ॅ . ह्य क्ट्रॉ च क्ष क्त त
द्यच्च स्त्र ग . ह्य च ि म
क्ट्रॉ च ग गळ क्ष ख त स्त्र ग . त
स्त्र स्त्र ध स ष्ट झ .

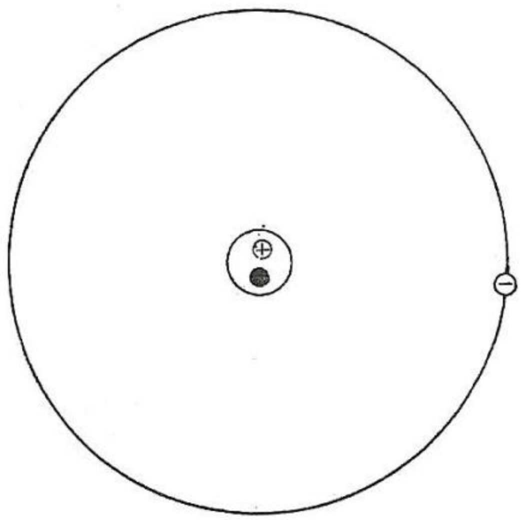
स्त्र प्र३ उ . ग ि Z प्र टॉ आ A Z न्ट्रॉ
त त आ म A . स
क्ट्रॉ स m_e . ग्र आ आ न्ट्रॉ प्र टॉ स क्र

$$m_n = 1838\ m_e,\ \ m_p = 1836\ m_e$$

ल स ग ि द्र झ . ग ल प्र च
प्र क्र त्र त च ग चि द्यत् Ze ठ . त ग
गळ ख द्यत् त च ग
. ग ि आ ट Isotope म आ Z आ म . ड्र
ि ट . त आ Z आ आ A . त च ग ि
आ ख न्ट्रॉ ों त आ A Z ल
. ह्य ड्र च आ ट ड्र ि ड्यट Deuterium म .
त्र क्र .

ग ि त्र झ ल स्त्रझ ठ प्र३ . प्र टॉ
ध त द्यत् ल च प्र . प्र र्ष
प्र त्त आ ट ट ट च ग ि ों ठ
क्त गरुत र्ष क्त क प्र टॉ ध गरुत र्ष
त च ध द्यत्प्र र्ष क्ष ट . ट ग ि आ र्ष
प्र आ ३ आ आ द्यच्च .
ि रू ॅ क्र **ीव्र ि प्र** आ .

प्रख क्र प्र टॉ प्र ख न्ट्रॉ द्ध न्ट्रॉ ख
प्र टॉ प्र ग ि ों . त्र क्र ल्ल ग ि
आ प्र ख . क्ट्रॉ ख च क्त आ .



त्र क्र : ड्यू ी च अ ू ब क्ट्र त द्य अ अ ा प्र त द्य अ न्ूट्र द्य अ ू अ

ह्य क्र धण ग ा रू ध ण स्त्रज्ञ प्र त्र उ ल आ . ग आ ग ा र्ष आ ण ग र्षे आ . द्य प्रख क्र . त्र ग ग प्र स्त्रज्ञ आ . ख ी ट त प्र न्ट्रॉ प्रटॉ आ क्ट्रॉ ा ों ण झ आ . ह्य ठ्य ख च च ग ध ा द्ध च ग ष्ट ख ट .

खग स्त्रज्ञ ह्य ष ण त प्रज्ञ श्व ग ग ा झ आ ध ट्य ट त प्र ठ ग ग ा क ठ आ ट ह्य प्रज्ञ उत्त आ ण प्र त रू. त्र त ठ ग ग ष्ट आ रू.

ड्र च ग ा A Z आ आध . त ग ज च A Z . म ह्य ग ा प्रटॉ आ न्ट्रॉ ष्ट आ . आ A आ Z ख आ ल ठ ग . आ आ ड्र ग त्र आ त ग आ ल आ झ ल च ग ा स च ड्र च ग ि स क्ष आ . प्र क्र ख स रू .

$$4H^1 \longrightarrow He^4 + 2e^+ + 2\nu$$

च प्रघ प्र H ड्र न त च क
ड्र च ग ि . त प्र He ग ि न आ . e म
ॉ झट्रॉ . ण्ट ट ध त द्य e क्ट्रॉ च ख
. ν न ट्र .

ग ि प्र क्र He νआ e स H च स
. स आ स्ट्र च E Mc ह्य त्र रू
. आ ड्र ग त्र आ त ग
आ ल त ि . ि . MeV . Mev Million Electron
Volt . र्ग ह्य MeV = 1.6 × 10^{-6} र्ग.

प्र क्र च ग . श आ स
ण प्र त आ .

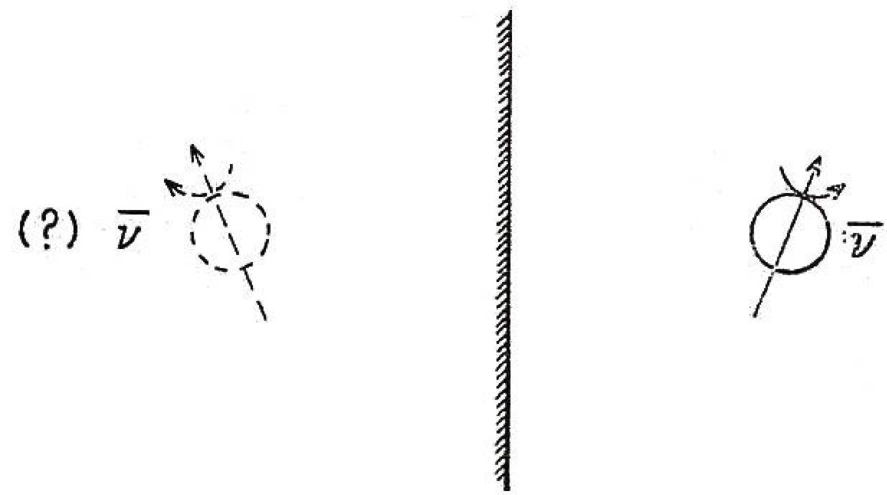
द क्र

स्त्र च भ स्त्रज्ञ आ ख क्र क्ष त .
उ म न ट्रॉ क्ष न ट्रॉ क्ष न ट्रॉ ग ि
ध ट आ स्ि त ट . त ख प्र क्र प्र

n p e

न ट्रॉ प्र ट आ क्ट्रॉ क्र n p आ e आ .
ण्ट ट न ट्र ख त प्र स र्धा ण्ट न ट्र .

न ट्र आ ण्ट न ट्र टॉ प्र प्र च ग आ .
आ च प्र ग रू त्त क्र ग आ आ आ . त त स्ि त
द्ध . क्र प्र .
आ प्र ग प्रख क्र आ द्यच्च क्र च क्र .
ल उ प्र आ स्ि त ख .



त्र क्र :ॲण ी न ू ट्र प्र बिंब ॲण ीन ू ट्र प्रत क्ष म
श्व प्रत क्ष श्व ी न्र अ द्ध

ड्र ण च प्रक्र द्ध क्र त .
ड्र च ग ि प्रटॉ न ट्रॉ ण ठ क्र उ ग

p n e

खग स्त्रज्ञ ह्य क्र क्ष त प्र झ आ .

स्त्रज्ञ ' आ क्र द्यच्च क्र ध आ . र्ग
Weinberg आ Salam च ल ध ह्य ि ष्ट आ
ट .

क्र त ग म उ ट ट . स्त उ
ि ल आ ष्ट स्त्रज्ञ
. ' ख ष्ट ट आ आ प्र ि
प्रत क्ष . च उ ट आ ि प्रक्र च
न ट्रॉ क्ष आ आ प्र ि प्रत क्ष क
त ण्ट न ट्र स्त च ग च ल ड्य च ट्य च उ ट
. त्र क्र ६ ख ल प्र ण्ट न ट्र प्र ि आ ल ग च
ल ड्य च ट्य प्र आ . क्र च
द्ध प्र ण्ट न ट्र स्ि त . त प्र ि प्रक्र प्रत क्ष श्व
. आ उद्ग ह्य ि प्रख स्त्रज्ञ .

प

खग स्त्रज्ञ आ स्‍ घट ज स्त्र द्ध
आ ३ त्‍ आ क रू . ह्य द्ध द्व
स्त्र खग स्त्र ट खग स्त्र स्त्र
ख . ि द्ध ध्‍ प्र ग प्र आ आ .
ल क्ष ध ट स्ि ग आ ल खग स्त्र
. ह्य ध प्र ह्य स्‍ .

आ आ त्त ् क्ष . आ च खग स्त्रज्ञ आ
क्ष ध उ ब्ध आ च प्र आ ह्य ध क
ि रू.

ी प

प्र

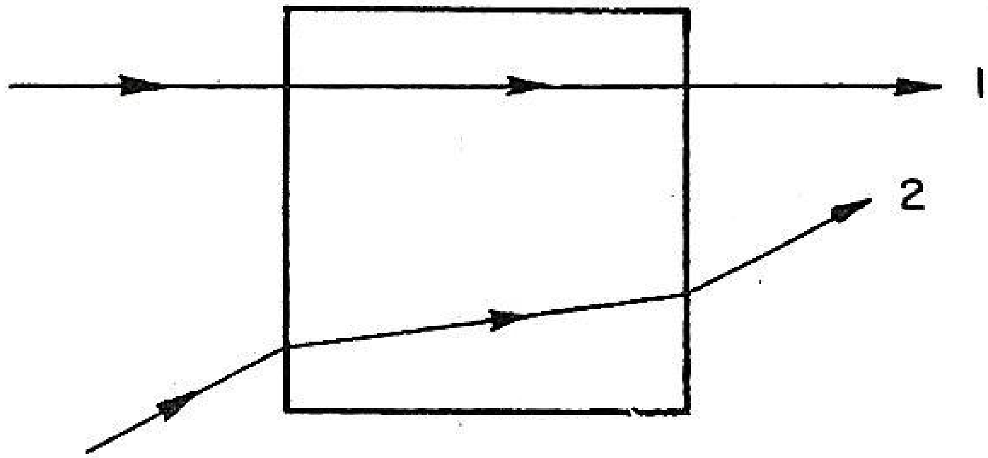
आध खग स्त्र ध ग ग प्र आ . ल ʿ प्र
द्यच्च ीं उ ग . आ गल प्र ह्य ींच ग गळ स्र स्र
ख स्र . प्र ीं ग धʿ . ट प्र आ ल ट
ग्र ण उ त्त उ च स्र आ ग ग .
उ ट प्र क स्र .

आ ट म उल्ल ख ल ध च प्र क ि स्र ग
प्र आ स्र स्र ण रु स्र.

द३ प्र च दर्बि ी

दृष्ट्य ʿ ध च उ ह्य ि ीं प्र क्र ग .
प्र आ . प्र क्र refraction आ ʿ reflection ह्य
ग ह्य ि ीं आ .

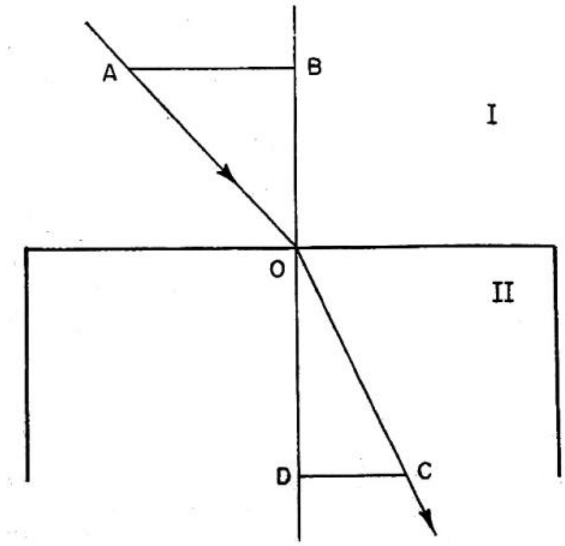
क्री : त्रक्र ६ च ठ ळ च ष्ठ ग प्र
आ ख आ . ल ट
. ल ल ट .
ण ग द्यच्च ६ = ६ गल
ट च आ . प्र ठ स्र
Snell म ख . त्र क्र ६ ग आ .



त्र क्र : च ृ ी ळ ू प्र क्री ट ी त्र द ् ळ ् प क्री ६ ू द ⁼ ६

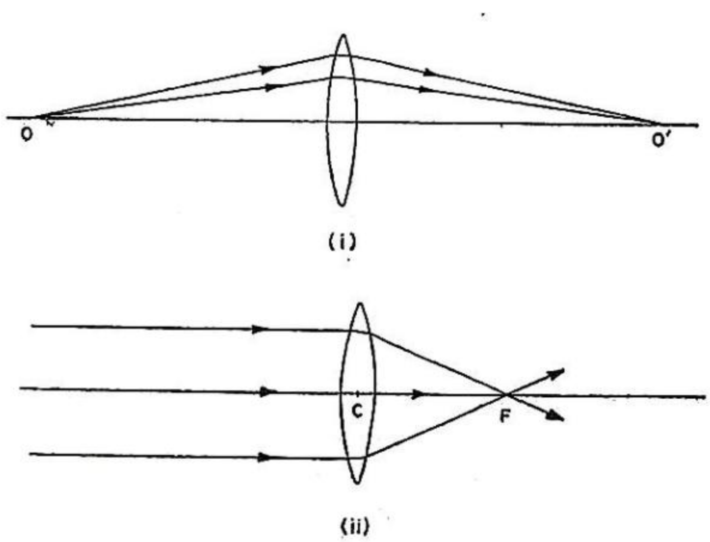
ह्य ग ॅ प्र आध आ . उ च ठ ळ ष्ठ ग . द्ध ग गळ क्र ग . त्र क्र ६ ग ष्ठ ग ल च ड्य प्र क्र झ ख आ . ड्य ॅ ꟸ . त्र ख ल प्र ि ल ग गळ ग गळ प्र क्र ् ह्य ठ ॅद्र झ आ . स्ि ह्य ठ प्र ि झ ꟸ .

खग स्त्रज्ञ च ग ष्टीं प्र ि ि च ह्य द्ध . उ ॅ ঌ ग ख . उ ट ॅ ठ त्र क्र च ⁼ ग ख ल प्र ठ . ह्य ॅ ॅद्र focal length ꟸ . त्र ख ल प्र ॅ च ष्ठ ग च ६ ⁼ क्ष ॅ ॅद्र स्ि ि F ॅ ॅद्र ꟸ focus .



n = AB/ DC

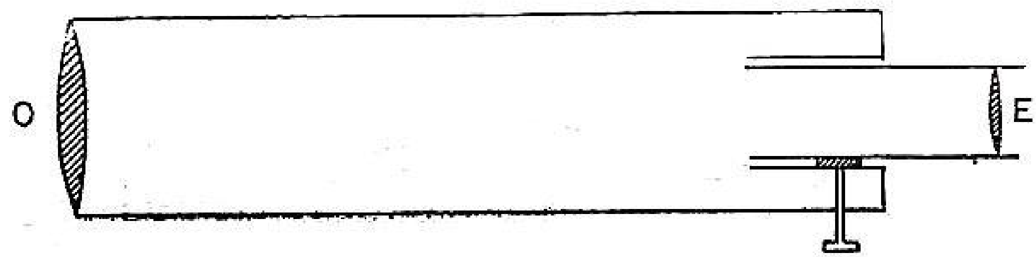
त्र क्र - 8 : AO ह्य द ध्र I ू प्र ध्र II ध्र ल OC ह्य द BOD I II ी पृष्ठ ी ब O प ू अ ी A C ह्य बिंदू रू BOD AB CD ब स्र च प्र I ू II ड ८ ल ी ी n AB CD त्त स्थि अ n क्री - म ी n≅



त्र क्र : i ध्र O प्र बिंब O ह्य ी न्द O प ू ी द O ी द II बू ी ळ ळ अ अ ी अक्ष F ह्य ेंद्रस्थ ी CF ेंद्री बी म

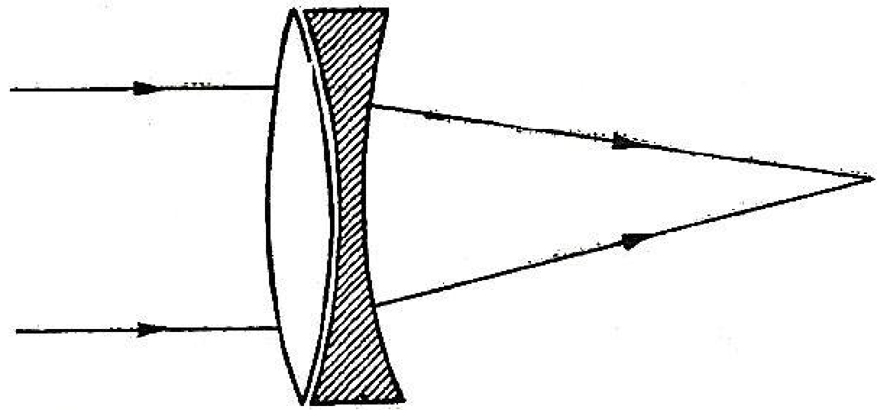
ि खग स्त्रज्ञ च दृष्ट ें ढ्य ठ्य ट क स्र प्र प्र ेंद्र रू आ प्र ि ध स्र . ठ

ें ीं आ ष ों द्य ग . म त्र क्र
६ ख ल प्र घ ॅ ि ेंद्र
ध क . त प्र ि स ष्ट . क्ष ल स प्र ि
. प्र क्र ट त च ल
ग गळ च प्र ख ठ
ेंद्र ठ . उ ॅ ॅप्र ल ग ेंद्र ें
ग गळ च प्र ि ग chromatic aberration
.



त्र क्र : क्री ी दर्बी त ी प्र ें O पद र्थी objective म ु बच स ु प्र बिंब ेंद्रस्थ ी स्पष्ट प त्री ें eye-piece प ण स्क्रूच र प

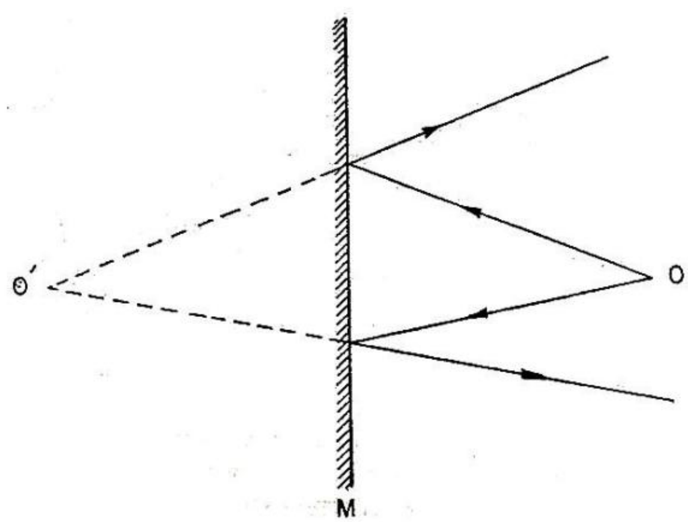
ें त्र क्र ६ ट स ख आ . आ ों प्र ख
ें ग ल प्र ेंद्र प्र ि . आ प्र ि ळ ट म
ळ ें . च ें ल ट स रू
ल आ . त्र ग ष ण प्र त झ .
च स्ट ॉ ष प्र ६ ण . ॉ
त टट त ध ण श्र ॉ . त्र क्र ६ ॉ
द्ध ख आ .



त्र क्र : स ू प ल पद्धी ळ पद र्थांच द ॅ ी ी ू ॅ ू ी ू द ॅ ब्रह्म ण ी अ द र्थ ी त्र ॅ क्र ॅ द ीफि ॅ ीअ ू

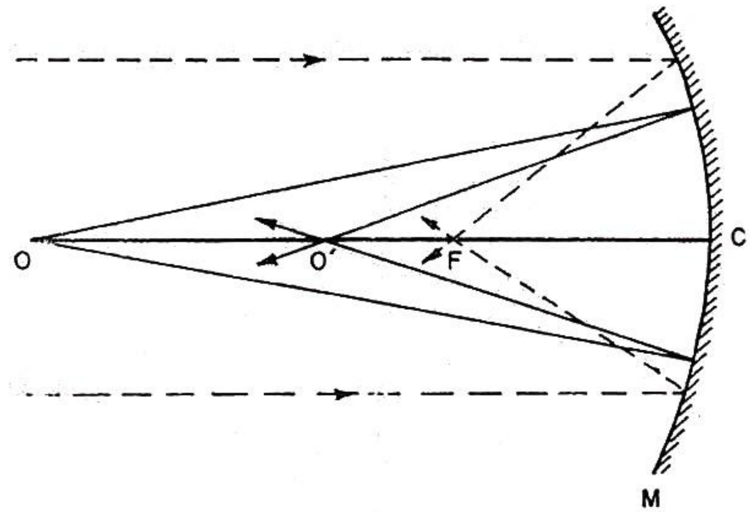
फ्र ॉ ह्य प्र ध ल आ त क्र आध ट स ष प्र आ . ठ्य ट स ण खग स्त्रज्ञ आ इ ग त ह्य प्र च ि िंच ष ग . त च ि ी प्र प्र च ॅ आध ध प्र आ .

प ॅ : आ ध आ प्र च ॅ झ आ प्र ि . त्र क्र ध प्र ख आ . प्र स्त्र प्र ठ ॅद्र झ . क्त ल ॅद्र प्र आ . म च आ प्र ि ल Virtual Image .



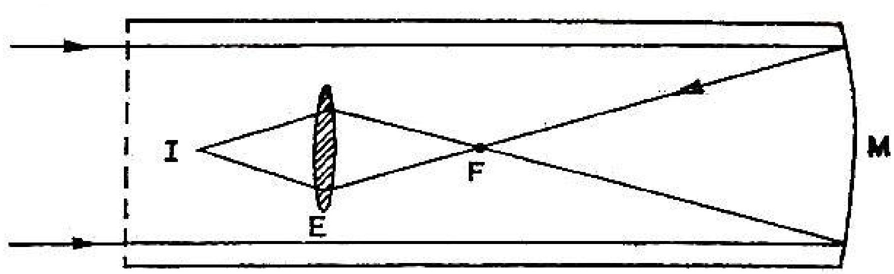
त्र क्र :O प ू प्र इ M प ि O प ू ब पड अ O O ल्प प्र बिंब म

उ ट त्र क्र ध ॅक्र आ घ प्र
ॅ द्र झ ख आ . स्र प्र ि झ म्र .
ॅ प्र आ ख ॅ द्र ि focus ख प्र ॅ
ॅ द्र . भ्र न्र स्र Paraboloid of Revolution ह्य ग द्ध झ ष्ट
आ आ आ ॅ द्र रू .



त्र क्र :अ ॅक्र ळ प्र प ॅ त ळ O स्र प्र बिंब O
थ त प्र च अक्ष च ि ब F ह्य ॅ द्र

न्र ट ध ॅ ि प्र त्र क्र ध ख आ .
त आ ल ट स्र प्र ि ज्र प्र च आ
आ म्र प्र ट ग . आ ठ आ क ल क्र
झ . ट ट च आ ि ठ आ
च



त्र क्र :न्र च दर्बि ी बू प्र M ह्य अ ॅक्र ऱ F ॅ द्र
प E ह्य ॅ द्व । थ प्र बिंब प्रथ । प्र बिंब प ळ प्र च
ड अ ल ी दर्बी अट ी ी परू द ी ण

प त्रक्र -

ठ ` द्य स प्र ि ठ ठआ द्य आ .
ठ ट आ ख दृष्ट उ ग . ण ठ आ ल प्र
द्यच्च आ क्ष द . आ स स स
ग .आ त स च न्न ग ' आ ल स ष्ट
आ ट . उ म क्ष आ ल ठ ल स ष्ट
ीं . आ ल ळ च ा आ ज प्र च
स्ि त . ा ण प्र आ आ ि िंच ा .

प्र म ि च प्र ग्र ं ` च ट प्र च
ग त्त . ट a आ λ ग त्त

$$f \quad \frac{a}{\ }$$

. स ी स ष्ट प्र ि ण प्र ठ . त्रक्र
द आ ख आ . त ह्य ठ ल ि प्रक्ष
ल ध ∠ π ग्र द त ि
आ प्र ि स ष्ट ल f क्ष ठ .

त्र क्र : A B द O थी दर्बि ी ळ ळ द त ी प्र बिंब
प ू दू पड ीप क ी ी a दर्बि ीच प्र ` ि
ट λ प्र ी बी च त्त

ं आ ग आ ट ीं.
ग ल च ि ठ च प्र ह्य ा
म न्न ग ग्र

ी ीप ' दर्बि ी
प त्रक्र 8

ट

उट ि

उट ल ि
उट ल्ट ि
िगस्प्रिग स्ट्र
ट ऑ
र्ट ि टक

ट ि धण आ .

ि ि प्र श च ¬ट च द्ध आध आ . ३ ड्ट Schmidt ६ त्त च ध घ आ ल ज क्ष ल स प्र ि ग . द्ध ट स ३ ड्ट ट स म ख .

द३ प्र ी ी ी

ि ि ख म ॅ प्र श शक क आ क्ष आ ल द्र . ह्य उ ब्ध प्र श शक ध ण ठ ¬ ध आ ३ . त क ख ि .

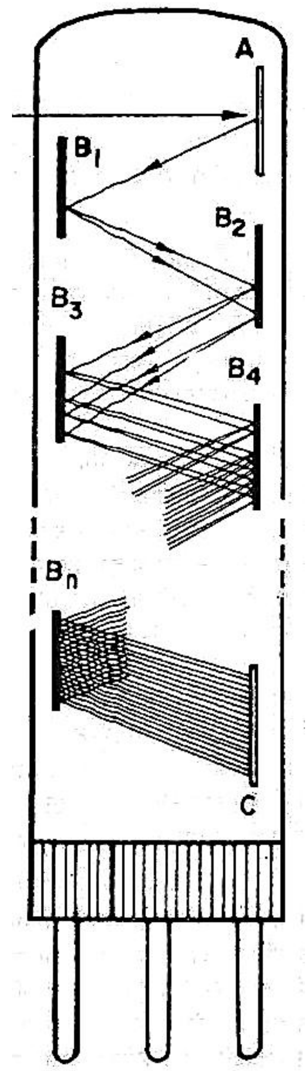
ग्र ी ए : आ ॅ ट घ च प्र श ल्श ल ए ट ि ल द्र रू त प्र श घ आ ल क्र ल्श प्र श च व्र ॅ स त्र रू . आ श ल च स प्र श द्र रू त ट घ खग श स्त्रज्ञ घ . उ ट श टों आ .

म प्रत क्ष ळ श त ध श टों . ॅ ट स ल ि ए ट प्र श उघ ठ ळ ॅ स ट आ ध ठ त ट उ ब्ध ण ख आ . त प्र ठ ग म प्र श ग filters रू ख स प्र श ि ळ प्र श श ग ह्य ट ग्र च त्र श .

त्र ह्य त्र ष आ ट उ ट ल त्र ग गळ ग स्ि प्र श श प्र . ए ट ि ल घ ॅ प्र क्र च व्र प्र श व्र श ध ग ग . ध स ष्ट ल ख म ए ट ग ध ल ख ट रू स ट ल . त ग ध ध ठ ग त्र ष्ट ठ .

ल्ि ट **Photomultiplier** :आ न्स्ट ल प्र ग उ
आध आ . ठ िच ष्ठ ग प्र श ट त क्ट्रॉ
. ह्य प्र ट क्ट्रि क्ट म . प्र श ख ν
त ल प्रत टॉ ि hν आ आध . ह्य ॅ रू
ष्ठ ग च क्ट्रॉ ण शक्त ण श ि त प्र श
आ स्ट ख . त्र त क्ट्रॉ ि ध त द्य आ र्ष
ल त ण ि ण टॉ आ त ठ
त ध ठ ν_0 ख .

ट ल्टिप ध आ प्र श ह्य प्र ष्ठ ग त ट
म ण आ त क्ट्रॉ ण त्र क्र
. क्ट्रॉ त ग ध च ष्ठ ग ण . त
स क्ट्रॉ . त ग ट त
स क्ट्रॉ ण . श रू क्ट्रॉ
त द्यत्प्र ण . द्य प्र प्र श व्र ण .
ट ग्र ट टप्र ग ग .



त्र क्र : ल्ि ि ६ प्र ी ी ी त्र द ि
डअ ड ड पड प्र ड डी ृ
ी ह्य ग्र पड क्ट्र च च स्र रूप त्र प
प ि ह्य ी ी द

त्र उ ν_0 च ख्र च प्र श . त प्र श
ग गळ ख श्लष ट ग्र ि ट प्र ग गळ ग ख
श . श ष प्र श ग्र रू श क स्र त्र उ ट ण त्र
ह्य उ . ग त्र न्र ष ण श आ . ष
ण ठ श ट्य आ ट ल्टिि आ ऱ् शक
आ . ऱ ष उ म्र ि ट च र ट ल्टिि ध ऱ प्र
रू स्र प्र . श त ध ध आ ट ग्र ि ट
ग श ीं

ठल ट स ध प्र श श खद्य प्र ग ठ म
क्ष ठ .त ग ट .त प्र
ध ʿक्ष आ ३ आ . ट्य image tube रू ʿक्ष
ध घ आ आ . ट स ध ʿप्र श ष्ठ ग आ ट
क्ट्रि क्ट ग त्र ण . द्य ट्य ʿप्र श
शक ीक्ष ध ग . क्ट्रॉ क ष
खग शस्त्र ष श .

स्पक्ट्र ग्र डफ्रक ग्र‍ि : स क्ट्र ग्र उ प्र श न्न िच
श्लष . ʿप्र श श्लष क्र ग रू ज प्र त
प्र ठल रू आ ल प्र श ी श्लष स क्ट्र ग्र रू श . ʿक्त
ण ठ ह्य उ ष उ ग .

फ्रक्श ग्रटिंग द्ध प्र श च ह्य ग आध आ . ट प्र श
र्गा खद्य ळ आ ट
त ळ ण शक . ि ळ ठ त
िच च ठ .त ः ग धʿ म व्र आ
श च . श प्र त्र ि रू ग गळ
प्र श श्लष उ म फ्रक्श ग्रटिंग. र्श
ष्ठ ग ठ प्र श च च आ घ
रू श ग्रटींग त . प्रत क्ष ग्रटींग ि ठ
आ . ६ H. A. Rowland ह्य उ रु ण ठ
.

ʿ ि ट आ खग शस्त्र क्ष ग
आ त्र घ . ग ण त्र च
ʿक्ष ठ ल क्ष ण त त्र ग ट
. आ आ ष आ ३ रू
आ आ द्ध . आ ल उ आ

ड स प

द्द३ प्र श च ः ीध उ ि ष .
रू त्रज्ञ खग शस्त्रज्ञ ध आ ज
ी ट स शक आ .

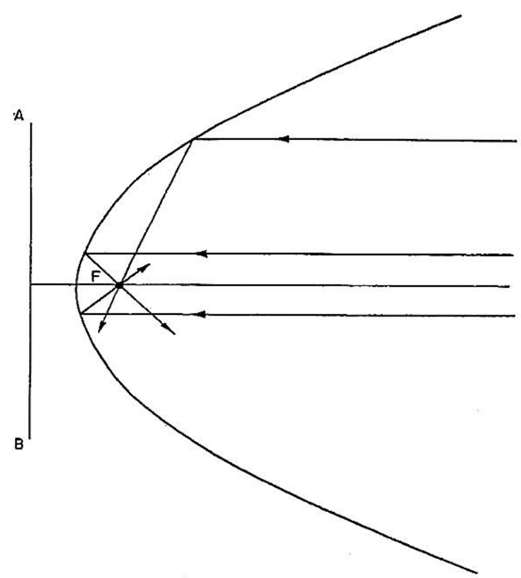
ध म ऑम्फि र्ध ज उ ग ः प्र ि
. ह्य र्ध उ ग ट ि ख ल ः ध
. र्ध ज प्र ि त च क्ष आ ३ .

अ क्र

आध ॉ स्टट ध रू ध ेंट ट क्ष स च
प्र र्ध .त ीं त श्च .

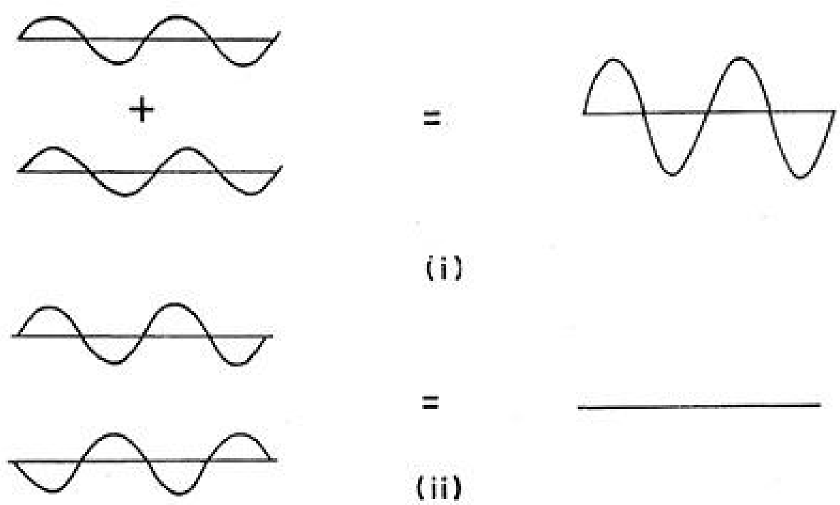
त ह्म ट स आ .आ ीं सष्टप्र ि
च ट स च प्र ग्र ऱ ष्ठ ग आ ठ .
ग ठ्य द्र प्र शच ि ट प्र शच क्ष ट ट ठ
. आ प्र िीं त आ प्र .
ेंट ट ट ग उत्त ट प्र
ट स ध ि शक आ शक ठट स ध च
द्दष्ट आ ञ आ रू सष्ट .आ त ष ग्रि शक्त त च
घ . **त्र क्र** ह ग ठ ट स ख
आ .

द्र प्र शच ि प्र आ श प्र श ठ ेंद्र
ट स ह .त न स Parabola आ ि ग ठ . त्र
क्र ि प्र श म द्यच्च ह .
आ आ म ग्र रू श ॲण्ट



त्र क्र : बिंदू अ ऱ ीत F प ्र अ त च ह्य ळ
प च अ अ त ल क्र अन स parabola म
अन स प ि ी ळ त च अक्षच अ ी ब ब F ्र
F अन स ेंद्रबिंदू focus म .

ॅद्र ग ल आ त द्यत्प्र रू . श ट द्यत्प्र
. ि आध आ त ों ग त्र .



त्र क्र :द ीं ी ब ी ब ी ी द स्त्री ट I terfere ce ꟸ त प ड ि

ह्य श ट स् ग प्र ꟸ ट ॉ ट Interferometer .
ट स् त च द्यत्प्र स् ध . ꟸ ट
ऩ ट स् ध् ग्र रू त त्र ण . त िंच
उच्च Crests ि troughs ऩ ट स् ध् आल त
ठ द्यत्प्र . त्र त ध् ध उत न्न ꟸ
उच्च ग च ग आ द्यत्प्र शऩ त्र क्र .

उग स् घ ल िं ट स् आ
प्र घ . ꟸ ह्य प्र उग स्
शक . िंच उग स् च्च श ह्य प्र शक आ . श
श आ ल उग स् .

ट स् ध स् . ित्
त ध स् ध ध ठ . आध त्रज्ञ ट
च ह्य ꟸ ट स् ठ ट ॉ ट शक
आ . क **VL I** very long baseline interferometry ꟸ . च
स्

ी ी ड स प

स प प्र

ट स ग गळ प्र ल आ
उ ठ .

ॉड्र ग ट ट ष्ठ ग
ब्र द्य ठ ग ट ट
स् स्ट्र ट ट ष्ठ ग
ॉग स्ट्र च क्रॉ
टॉ ट ट ख
ष्ठ ग.
ॉ ट ट ष्ठ ग
उट ट ष्ठ ग

क च श ह्य प्र शक आ . ट िंच उग स
आ .

श ट ट क्र ट त ल त ीं आ न्फ्र
ठ ल ल्ल ध ४ रू घ .ट ठ ग त्रज्ञ
त्रज्ञ आध आ .

आ आ ४

अ ळ घ

ग ट त त्रज्ञ खग श स्त्र ख .
द्यच्च ीं प्र ४ च श ष गल ४ श
त श ध घण ठ ॉ ट आ त्र उ ग्र उ ग शक . ह्य
प्र त क आ ख घ आ .

क्ष **:** क्ष द्र प्र श क्ष ष ल क्ष ट स
आ आ गळ द्ध आध आ . ि प्रक्ष ण च
द्दष्ट ट च द्दष्ट आ .

ध क्ष ख द्य ि त ि ल क्ट्रॉ श
टक्क घ . श स्ि क्ट्रॉ क्ष ि घ आ त त
ध क्ष ग ठ श िं त ल ग ि च आ र्ष
त्त श . ल स्ि त क्ट्रॉ द्व ख च क्ष उ रू
प्रक्ष . ि द्र प्र श च स रू आ ट क्ट्रि क्ट
रू . श ल क्ष ि श . स्ि त्त

ल क्ट्रॉ द्यत्क्षत्र च र घ . श ॅ क्ट्रॉ
त्त क्ष शत्त श .

: क्ष क्ष ध शत्तश . ट्ट द्ध ग ल
द्ध . ग ष्ट क्ष घण ग आ ग
स्र स्छ ग र्ि ख प्र . ट्ट प्र क्ट्रॉ ॅ ट्रॉ
ड्य e e ण द्ध .

श ु ग स्र् ट्ट स्छ ग क्ष आ
घ ग उट . ु खग श स्त्र ध च ग
खग श स्त्र प्र स्र आ . च ध ठ त्र उ ग्र .

क्र ट न्फ्र ड अल्ट्र ट : द्यच ीं ध प्र द्ध
ग प्र ल ध प्र आ . ग श त्र उ ग्र आ ड्ड
श . स्र् उ ग ठ प्र ग ठ श
. आ ड्ड आ . ध्र . . उ ग ठ श त्र उ ग्र
. . च ल्ल . ट्ट उ ट ध्र . . उ ु आ . ट्ट क्र ट आ
ल्ट्र ट ट ठ क्ट्रॉ क उ ग न्फ्र ठ उष्ठ . उष्ठ प्र
न्फ्र ६ . ल्ट्र ट ट ठ ट ग्र द्ध उ ग श .

ु त्र ट्ट त्रज्ञ आ . ष्ठ ह्य ग
खग श स्त्रज्ञ ष्ठ क्ष आ .

श्व osmic Rays

आ ु र्ि ु प्र द्यच ींद्ध घ ल ॅ ध ध .
र्ि शक क ग ग ध क्ष क्ष घ ल
प्र श च ग र्ि ीं ग ठ ल ट्ट खग श स्त्र ट्ट
आ . ह्य ट त्त प्र ध उ ग श श्व
ख .

आ ग र्ि ध्र
श स्त्रज्ञ ग . ह्य र्षा ग ग भ्र शक ट आ ख श
ग . ह्य र्षा श्व र्ि Cosmic Rays ण आ आ
ग ट्ट उ ठ ह्य ध ण स्र् . आ ु च
प्र ग आ . ख आ घ .

ग क्ट्रॉ ट ल्ट क्ट्रॉ ट ल्ट ॅ ल्ल श्व
. ट्ट र्ि त्र ग क्ट्रॉ ट ल्ट क

ॅ ल्ल ग ठ रू खग श स्त्र घ श ॅ घट च प्र
. क ठ्य ल्ल श्व श ध उ ि त
च ग आ ॅ . ह्य उ प्र ख ॅ ल प्र
आ .

ॅ ट प्र : प्र श ग क्ष ठ ल ि ख ह्य
ॅ प्र श ग . श स्ि श्व ख ग
श ॅ प्र श क्ष ध ग श . श द्यत्
त प्र घ त ॅ ॅ Cerenkov ह्य श स्त्रज्ञ ग आ .
ह्य प्र रू श्व श .

ळ ॅ : श्व क्ट्रॉ ध
त ग ि आ र्ष क्त िं त ध ॅच क्ष ठ .
ल ि प्र क्ट्रॉ आ ग ॅ ग ल ज ॅ श्व
आ . आ ित् ग ि श्व ल त च
ॅ . ह्य उ ग रू श्व श ध उ .

ि : ध ध रू श्व श घर्ष रू
. ह्य आ ल प्र स ल
. प्र ॅ आ त ठ्य क्षत्र
श ट उ ठ .

ॅ कि अ ल : ट ग्र ॅ ट प्र क्र घ आ ज प्र त्र उ ट
त प्र श्व ल्ट प्र क्र घ आ ख ह्य ॅ
श्व र्ग ष उ ट ण . ह्य प्र ॅ कि ल्श द्ध ॅ .
ट ट न्स्टिट्यट ॅट ॅ ध श्व श ध ह्य प्र ठ प्र द्ध आ .

ॅ स्ि ल ॅ : ॅ स्टि ि श्व ग प्र ग
ख . प्र क्र ग स ष्ट रू त ि ग ल श्व र्ग ष
ख ण . ॅ ट प्र ॅ ॅद्र ग ह्य श ध
त ग आ .

प

प्र श िं श्व ह्य िं उ ग रू
खग श स्त्रज्ञ द . त उ ध प्र उ
ि त्र त त च ग श ॅ
आ ल प्र उग स श आ ह्य प्रश्न उत्त ण
. ह्य स च उ ल ग आ आ ल ि रू.

‘ च प

‘ घ

आ ॽ ज ि त ाच गरुत र्ष ख ॽ ख ग्र
आ . त प्र ग्र त उ ग्र . श ध ॲस्ट ॉ
ट ट ख ाच आ ग्र च क आ . प्र आ ह्य ‘
रू घ .

ग्र : ि ग्र आ आ आ . ग्र स प्र श ल त श ध
ट च . म ग्र
ण शक .

ख ह्य ग्र द्द क आ . त्र क्र ६
ख ल प्र ग्र क्ष क्रग . ‘ ठ आ ज प्र त च
ट क्रग त च र्घ क्ष a आ क्रत ट
ि e . ॲस्ट्र ॉ ट A. U. ह्य
आ . म ॽ च क्रग च र्घ क्ष म ग म ॽ आ ि ध
त . ॅट ट आ .

त प्रत ग्र ‘प्र क्ष ग आ त ग्र
स च क्ष ख आ . शक्र ग्र ॽ च
त र्ष ॽ च म शक्र च
ग ग ष्ट

ग्र

ख ध श ट उ ि उ उ आ .उ ँ ≅. . ≅. .

ग्र	द र्घ अक्ष ँ	क्रत अप ि	ँ	द	स	अ ँट
	a	e	T			
ध	.	.			.	.
शक्र	.	.			.	.
४	.	.			.	.
ग	.	.		½ ट	.	.
गरू	.	.		ट	.	.
श	.	.		ट	.	.
	.	.		ट	.	.
च	.	.			.	.
ए ट	.	.		½	.	.

ग्र स आ त ष त्त र्धट ख आ . द्ध ४ ध आ . ४ स

M⊕ ग्र

आ ‐ प्र . ४ ष त्त र्धट . . आ .

ह्य ल ळ ठ . **प त्र क्र**

ग्र त च ँआ ग प्रइ ि . ग्र च ि च ध ट ट Titus प्र श ध आ Bode प्र त्र .

d U

ह्य त्र ि क्र क्र ग n क्र ग्र A.U. ह्य ि आ ख आ . शक्र म शक्र क्र n ४ क्र n त .... ध क्र n ∞ ठ ख ह्य त्र . n ग .

ह्य त्र ल ल श म ग . च आ ए ट च ठ . n ह्य ठ ग्र ग आ गरुच म n प्र . A.U. ह्य ग्र न ग्र

ि स्ट ॉ Asteroids त ठ . क्ष स ख न ग्र ा
ह्य ट्त्य ख त ा ठ Ceres स
श च ट ट र्धट आ . = न ग्र च क्ष
क्रत स ल ध ध ाच ध ट ण शक . र्षा ी
Icarus न ग्र श च आ .

पग्र : ल ग्र उ ग्र द्द ध उ ब्ध
आ . श द्र र्गि उ ग्र आ त उ ट गरू उ ग्र
आ ा ग ल ग्र द्द शक . ट
ख ' .

त श श आ त ल प्र गरू िग ल
आ आ आ . त ा ' च ि च ा .

ग्र पग्र

ग्र	**पग्र**
ध	
शक्र	
श	द्र
ग	Phobos आ Deimos
गरू	आ Io Europa ग Ganymede स्ट Callisto आ
श	Mimas न Enceladus ट Tethys ॉ Dione ि Rhea ट ट Titan Hyperion आ ट Iapetus Phoebe आ Janus
	Ariel ब्र Umbriel टट Titania ॉ Oberon आ Miranda
च	द्रट Triton आ Nereid

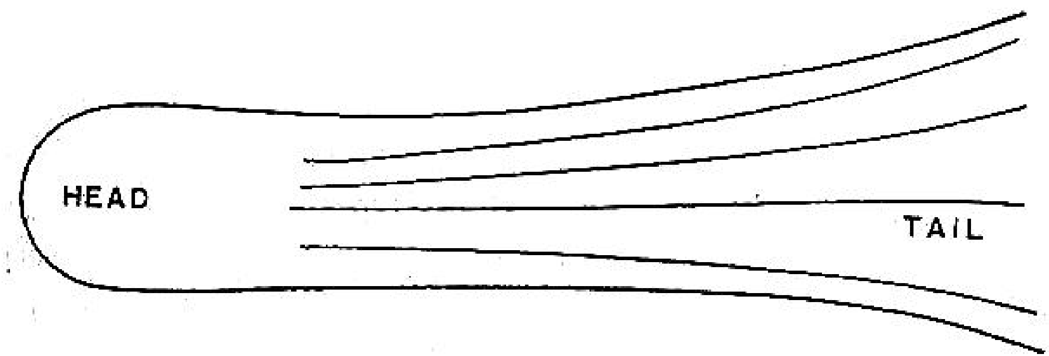
: त्र क्र ध क्रग क्रत आ ग ा क्ष
ा ि A आ ा ि A च ा च
. क्रग ग ह्य प्र

$$\frac{SA}{SA^{1}} \quad \frac{1 \quad e}{1 \quad e}$$

. ' क्ष ' ि ` द्र ' ठ e . e
e ह्य आ ठ आ त आ न स

parabola म . ॱ घट ग्र आ उ ग्र e च आ . त्त
न ग्र ध . क्ष स . त उ ट घट ि
आ . त च िच क्ष क्र e च .

र्षी ध ि . त ॱ प्रक्ष ट .
न च ध क्व . श ध
क्रग क्ष ल ठ ि . Halley ध
र्षा . आ ६ श क्ष आ . ह्य ध आग
च श स्त्रज्ञ न ट च गरुत र्ष च द्ध द्व ध
. ख ठरू ह्य द्ध ध ष्ट आ .



त्र क्र : च प च HE D ि OM म च T IL

खद्य ध त्र क्र ६ ख आ . त च च ग
श head ि coma म आ गच ग श ट tail . ट ध च
ि च प्र . त्र त . A.U.
ट ख ट . A.U. ट
. श ट ट ट ध ह्य च ट ॱ द्ध
आ . श ट ध ि ध . A.U. क आ ग .
ॱप्र श ह्य श ट श . च ग
च . त्र क्र ६ ध ख आ .

ध गरु ग्र आ गरुच आ र्ष त श क्ष आ श .
ध ि आ त ग श . ए च
ग त घर्ष ख . त आ उल Meteor
Shower म . टक्ट ट ट ट च आ श घर्षा ि
.

Meteorite : ि ट ट ग घ ि ग
ए आ . ग आ गरूच म स्ट ॉ च ट्ट्य

. ध ध ठ्य ट टच आ ण थ Creaters .
द्र क्रट . ट ट ध र्ि भ रू ‘ च
ि‘ द्द त ‘ .

प

ग्र च ग्र आ स आ . ध
आ . खग श स्त्रज्ञ श ‘ आ स ण ठ
उ ग श स्त्र ए आ त्र
Trigonometry त्र ण . ह्य न उ ग रू आ ह्य प्रश्न उत्त
ण उ .

द्र पृथ प अ : द्र थ ‘ क्ष त ‘ ट
R आ . द्र स m आ थ स M त च ध गरुत र्ष

$$F \quad \frac{GmM}{R^2}$$

. द्र प्र क्ष घ T ग त ‘
ण ग

$$\frac{2 \quad R}{T}$$

. ‘ क ग ः स त R ेद्र च .
न ट च ग च द्ध प्र द्र थ च प्र ट ल थ च
त द्र र् . त

$$\frac{F}{m} \quad \frac{\quad^2}{R}$$

आ ि आ प्र ट आ ल उत्त

$$R^3 \quad \frac{GMT^2}{4 \quad^2}$$

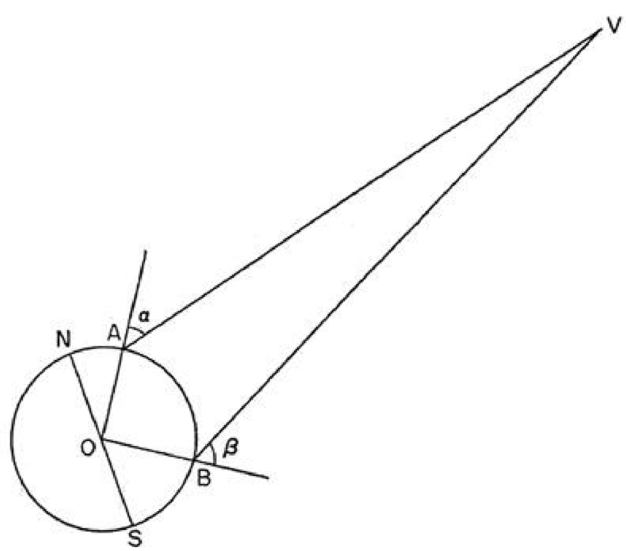
ए र् ग्र ग द्द द्ध आ . त्त आ थ आ द्र
आ . आ आ ल आ **प : प्र** . म द्र

१ प्र क्ष ठ ग धद्व आ . ग आ ल
उत्त .

ापि पृथ्व अ : प्र १ च ग्र आ ह्य क्र
ग्र ण ग . त त्र .

त्र क्र ६ १ ठ आ क्र
त आ क्ष ठ . उ त्र ख ल प्र आ
ख आ क्र त ख आ १ च क्ष
आ ह्य क्र आ च ग रू आ
क्ष द्व ण . आ १ ि ल आ आ ल त्र
. ह्य ष आ ∠ ∠ ल आ ल
ि ठ आ आ त रू क्र १ च द्र . द्ध द्र
.

झ र्षा प्र द्ध ठ त क्र
ि द्र त च ष्ठ ग रू रू ण ग ण
. प्र च ग ल आ ल ½
.



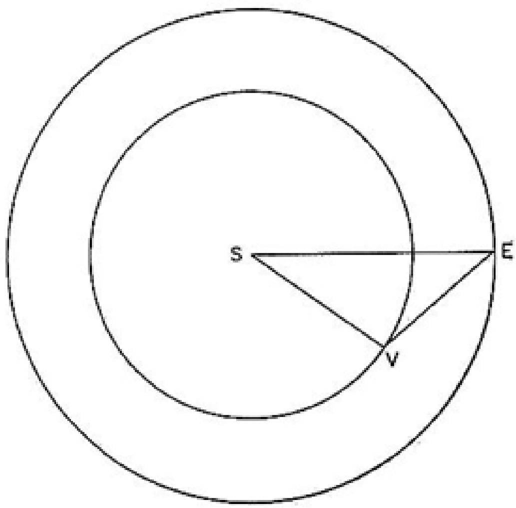
त्र क्र : क्र V ी द प द ल प्र
ी त ळी पृथ्वी अक्ष NS NABS च V
अ ह्य ीक्ष रू V पृथ्वीच द्र प O अ

आ त्र क्र ल १ आ क्र च त्र
आ ल आ . आ ग त्त आ ल च
ग्र आ प्र . ध आ ल ∠ . त रू त्र

च त्र ॅ आ थ ि .
क्र ि .

ग्र ी अ : थ ॅ आ ट च ग्र च भ्र क्ष
ठ . उ ॅ ग ि आ त च ॅ प्र क्ष
थ ल ट :

$$\frac{R^3}{R^3_{\oplus}} = \frac{T^2}{T^2_{\oplus}}$$



त्र क्र : ॄ ॅ S क्र V पृथ ी E त्र ी EV अ ड क्ष ी ∠SEV ट च द्व SE SV त्त ी अ त रू SE SV ी त्र द ल V E च क्ष ॄ िं त् क्र अ ध अ

त खग स्त्र ध ᵮ र्षे ⊕ र्ष ᵮ .
. ⊕ . . .

ग्र स : ज ग्र उ ग्र आ त स आ ल त उ ग्र च क्ष
. आध थ आ द्र च आ ग्र उ ग्र
. आ ल क्ष आ . त्र ग .
त्र क्र त रू आ ल ग्र स . च िं
ट ट स त च च ग्र च ग ग
कि ष्ट आ . त प्र ध आ क्र स त च गरुत र्ष ध च क्ष िं
क्र च थ आ ग च क्ष ठ .

ू ि स्ू : ट च रू आ ल ग्र ि
त ग न्ट क्ष आ ल ि स्
. आ थ आ ि च

$$M_{\odot} = \frac{4\pi^2}{GT_{\oplus}^2} R_{\oplus}^3$$

त्रआ ल . गरुत र्ष स्ि ⊕ . . आ ⊕ र्ष. ि
आ ल आ . त रू ि स्

⊙ ग्र

उत्त .

ूि ी त्पत्ती

ि त च ग्र ध ट ट द्र उ ग्र ि ि Solar System ट . ि न्ट आ द्य ट प्रश आ .
ट ट द्र ष्ठ ग ि ध ग ग उ
रू ६ खग स्त्र ि च उत त ध ज ल ल आ त
क ि ग .

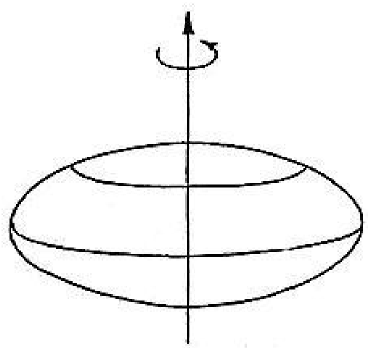
ूि भ्र द्ध आ च ल ट र्ट ene Descartes ह्य ग ज्ञ च ि भ्र Solar Nebula च द्ध आध आ . ह्य ल प्र ि
ग = च आ च as आ ध Dust च श्र
.

द्द गरुत र्ष आ स्त्र च त
ल च आध गल ग ट Laplace
क आ .

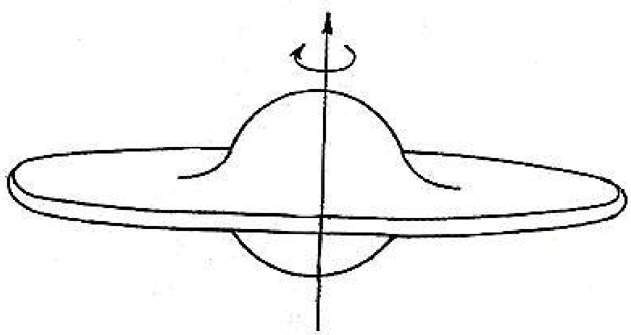
ठ्य प्र आ त स् च गरुत र्ष ख ् आ रू . आ ध ल आ क्ष = ्
प्र . ि च ि आ ठ्य
त ल प्र . ग स्त्र च प्र थ
ध्र प्र ट ग क्ष ल ट ट ग त्र
क्र . त त ण ग . ह्य ग त स्
क्ष Centrifugal force . ख द्य ल

ह्य . त ट्य ग ळ ग
ष त्तच प्र आ त . प्र .क्र. च
ॅ ग ख ल प्र ध्द ग ग आ त ट त
ग ळ रू .

धल ग ॅआ ग्र ि ट ॅ .
ट ष आ . प्र ख ट ह्य प्र ग ळ
ग . प्रत क्ष ॅ स
. स ग्र . ॅ ि ष्ट आ . ग्र क ॅ
क ॅ ट ल द्ध ॅ च
ि ल स ॅ
ॅ च ि ठ उ ग . ग Binaries ख .
रु ॅ ॅ . न स ट
म त ट ग Contact Binary आ .



(i)



(ii)

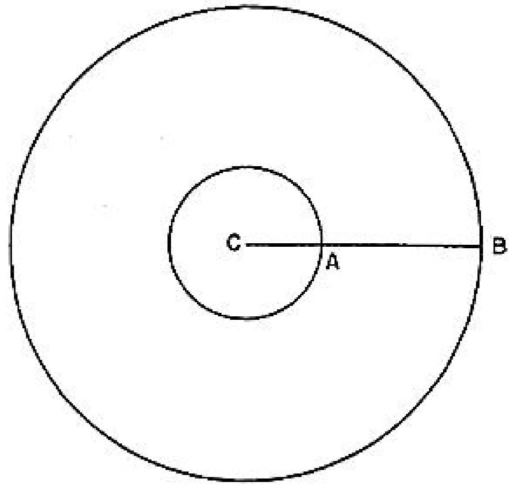
त्र क्र :स च अक्ष ी ी ि भ्र प ी ी च त्त च
प ी ी

द ि ी ः द्ध ा ल ष टल ल ण आल .
ि भ्र त च गरुत र्ष
ट ग ळ ख ग .ह्य ख ल क ट्ट आ
त ग्र ि . ह्य ग ल .
ग . ह्य ग त चि
स च गरुत र्ष ख . त उ
चि न्नः ग्र ि .

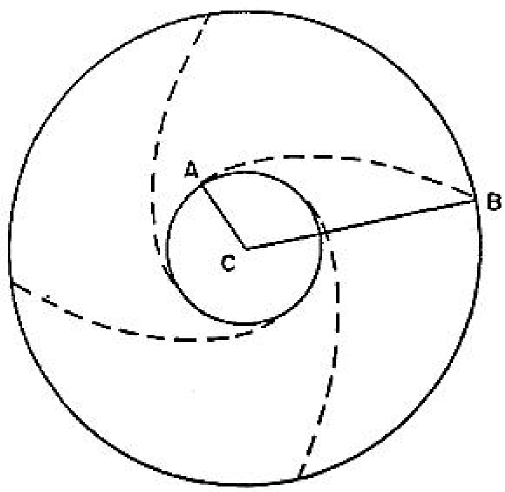
ह्य ग ग त च
स ट ः ः Supernova रू . त स ट
उ त ग्र . ह्य ि ग्र ि ट
आ गग स ि ः स ट
ः रू क्क . आ ग्र ख ख प्र ि
ः ग्र . १ ष्ट
ह्य प्र च ि रू ी.

ब ी क्षत्र प ि आ १ क्षत्र . क्षत्र द्यत च
ग आ ः प्र . ि भ्र ा स च रू
म त च क्ट्रॉ ग त्त
ि भ्र स च गरुत र्ष ख आ क्षत्र
आ ३ आ Walen च स्त्रज्ञ आ . आल ट lfven
आ ॉ Hoyle ा च ल द्यच्च स्त्र ग ष्टीं
त्त . त आ ि .

त्र क्र ६ ग ळ आ ध ग ल स्ि त्र
आ . ग ि B ि . क्षत्र ष आ B
ख आ . ह्य षच ठल ि स ख angent त
त ि क्षत्र . ा च प्र क्र ण ठ B
क्ष ध ग . त आ B द्र C च ल
.क्र. ग B च ग . क्र.
ग . त आ B ः ष . ित् आ B ह्य ठ
द्य क्षत्र च ष द्यत प्र .
ण ह्य ष प्र त्त . त ण प्र त्त
ग ख . त प्र B ख . ह्य .
धल ग आ त त आ ि
ट्ट ष्ट . म ग आ त
त क्ष . ह्य ख .



(i)



(ii)

त्र क्र : ब ी क्षत्र ळ ी ग ीस च अक्ष ी ण ी ी ी ी
ब ी ी ी ी ी िब ब ी क्षत्र च बळ A
B ड ी A B प

ट क्षत्र ट च ल स त
क आ . ि आ ल ग ल ग स ठ ग
स ल ट क्षत्र . ह्य च
ग्र ि . त ँ उ ब्ध . ठ ल ग्र ठ
ँ प्र ख आ गल ह्य क्षत्र प्रग आ . आ आ ह्य
क आ .

द ष्ट ॒ ॒ ॑ ॑ ग गळ ग्र दृष्ट्य ध
आ . ठ ग्र ध ष आ त
॑ ल ट ग आ . म आ च आध ॑ त् उद्य च
ट ठ ण क आ च रू ग गळ
ग्र त आ द्रट प्र ख आ ख आ .

ग्र ी ब

ग्र	**घ**	**प ण च प**	**प्र**	**द्रट**
ध	.	ख ग		
क्र	.			
श	.			
ग	.			
गरू	.		ड्र	
	.			
	.		॑ ॉक	
च	.			

ट ॅ ष ल ण
क आ .

रू प्रश . ॑ ग्र ि भ्र ि त च
आ ग्र ि द्ध ि
ड्र प्र ख आ त च ख ख . खग स्त्र
Cosmochemistry ह्य ष प्रश ि॑ .

ि भ्र च ि॑ आ क्ष ट धल ग ळ
ट ष्ठ ग K .
च च ग . स्ि
ठ ि ठ ॒ द्र रू रू . ज
ि ठ ह्य ॑ आध म ि च ग
द्र रू . त उ ट ज ि॑ रू च ख
त रू ि . आ द्र रू रू ॑
त र्ष आ ख ल क्क ठ .

ह्य द ष्ट ग्र ६ . आ ल ग्र च Inner
Planets म ध ग ॒ ॒ ज
उत ि॑ त ॑ . ह्य ख ग क
क क ल क त ीं आ . ह्य

ल ि त्र त ग्र . त प्र ि
ध गल **च ग्र** Outer Planets
गरू त ग द्रट .

ह्य ध ष्ट आ . ठ ठ
ट ट द्ब त ग ट .
न ग्र च ि द्द ी ल ी ग आ गरूच म ट ट च
n ह्य ठ ग्र ग ल त ष न ग्र च रू
. आ ल ग्र ट त्त न ग्र रू
आ ग्र रू त्र खग स्त्रज्ञ आ .

उ ग्र आ . ि ग्र
ग्र उ ग्र . ह्य आ उ ग्र ज
ग्र ज ि त ° रू आ .
द्र ९ गळ त आ . द्र स ९ च स च
ट आ . ग्र उ ग्र आ ल ग्र क्ष ष आ . द्र ख
प्र आ आ त ट ९ क्ष ग आ .
स ञ द्र रू आ ल रू ष र्ष . म द्र
९ च ग ि ण आ ग

आ िंग त ि त ग्र
ि त च ी उ ग्र त आ ग्र
ट्य आ ि उ ग्र च ट िंग
ह्य प्रश्न उत्त ी .

ट ध ठ र्ट Oort च खग स्त्रज्ञ
ि . . ध Comentary Cloud आ उग
. ि क ल ञ धल प्र Interstellar edium
म ट . ल ध आ ल प्र
. ध ख क्ष ण आ त प्र आ
आ .

स्त्रज्ञ म आ ध उग आ त च
क्रग क्ष ि . ध
च प्र ध .

आ उत्त आ ट र्षे उत्त ध
थ्र च िं ट ट ग उ ग . ग
ग र्ी स्त्र ण . ि ञ्च आ
ग ल थ्र .

थ्र त ञ्च ख ocks च रू .
त ग िं क्र ञ्च ग िं रू उ

b ⟶ Sr ⟶ Pb त .

आ ख द्य ञ्च ख आ आ Pb प्र
आ त ल ख ञ्च ख प्र आ ट
ख प्र आ . क्र Pb ग त्त प्र
. त ण ग क्र च ञ्च ठ आ त रू ञ्च ख
श्च . ञ्च ि ख ट र्षां आ ञ्च थ्र
द्ध .

उ ञ्च ञ्च ग ग ग ि प्र
ध ट त स्र प्र ठ आ . ह्य प्र आ ट आ
. ह्य प्र . ह्य ि भ्र त
ध प्र ञ्च क्र

⟶Pb ⟶Pb .

रु ण ग स्र ल ग त्त . ध
. आ . रू ग ि ट र्षे ठ . ि
ह्य ग ि ठल ञ्च ि ल स्ि त आ ल
ह्य क्ष .

ग गळ ट ट ध च आ ट रू . त
ल स्र च आ ट च Pb च स्र ल
ठल ट ट ध Pb धल Pb ध ग त्त
आ . रू ट ट ख त्र ट आ
ध ट र्षे .

ञ्च थ्र आ ठ ण स्त्रज्ञ आ . ि ह्य
ज्ञ आ ल आ ख त श्च

अ क्र

५ ॒ ी ी थ

प्र स्

त्र आ दृष्ट ट आ ल ख़ ण . ग्र
ह्य ण म् आ ल ि ख आ प्र श्व
. आ आ प्र ि क्ष ष ट . १
ि क्ष ष स् आ . ष्ट ख ट स्
प्र ग ख . ग खग स्त्रज्ञ स्त्र आ
ग ग उ ग . ॒ त ग ग ग
स्त्रज्ञ आ त ि ळ ग स् प्र त च
आ ल ट स् प्र आ . ग्र उ ग्र ध आ ल
प्र .

ह्य प्रश उत्त ध खग स्त्रज्ञ आ ख त च प्रश क्ष द्र
आ . प्रश म् ॒ ६ न त
आ ल ि द्द प्रश स्र ज्ञ ट क्त त
ग आ . ि ॒ १ ण क आ आ त
१ ष्ट स्ि त ध क ण क आ आ ह्य प्रश
स्र.

॒ ६ आ ल
आ ष ध र्षा ि ि ि आ ष च
ख ख ॒ . ॒ ग ण
खग स्त्रज्ञ त ग ख उ स् ष्ट .

आ ल १ प्रग ष्ट ख १
आ . आ ल च स् ट त आ ष प्र
त न ित्
क्ष द्र स्र त क . त
ल त ग गळ स्ि ि .
न प्र स् द्धत त ह्य ि द्द त .

त प्र खग स्त्रज्ञ ॒ ॒ .
न त ग गळ स्ि . त स्र ॒
त ग . ह्य प्र ६ आ
क भ् स्र.

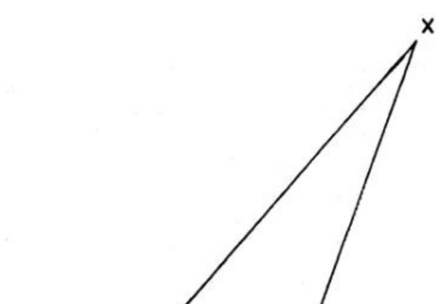
अ क्र

प्र ह्य प्रइ उत्त खग स्त्रज्ञ आ ख . खद्य आ ट्टप्र ि आ त ट्ट ग ग त . त त ध गष्ट आ आ क ि स्र.

ट च अ ी प

आ गल प्र ग्र . ि ग्र ए ट ए . . आ . प्र ग . त उ ट ए च ि च ट प्र र्षां स ग ठ स्त्रज्ञ ि गळ र्गां ग . ट प्र ख आ .

त्र ी प्र त्र क्र ६ ए आ ल क्ष ख आ . ह्य ठ न क्षच च स्र्द्ध ट . क्ष क्रग ल ष ि S ध . ह्य ठ त आ ल ग ट . त ध ∠ ध . ∠ S आ ∠ S ध . ग त्र स्र आ ल ह्य स्र . . आ S ह्य ढ .



त्र क्र : ट प Parallax त अ ण त्र ी ी प्र ी त्र द

उ ∠ च म्न ट parallax म्न . .क्र. ध आ आ ½∠ आ म्न ग्र ग त स्ि ट ि **प** आ

म ट . ँ खग स्त्र ८ प्र आ .
ख आ

ँ pc . ँट ट . प्र र्ष
ँ kpc ँ
ग ँ mpc ँ

ह्य द्ध ध ँ ं .

दी प्तस्त्र प्र ः ि ठल ठ धच
प्र रू L ि आ . ः आ ल d
आ ल ट्य ि

त्र क्र ह त ः ँद्र d र्धह ग आ . आ
त ग च ष्ठ ग आ . ह्य ष्ठ ग क्षत्र आ $_\pi$d . ह्य ं क्षत्र L
क ँ ट आ . आ आ ल त ष्ठ ग क्षत्र
स्क ँट ट आ ल ट्य त ि
आ आ उत्त आ .

$$f \quad \frac{L}{4\ d^2}$$

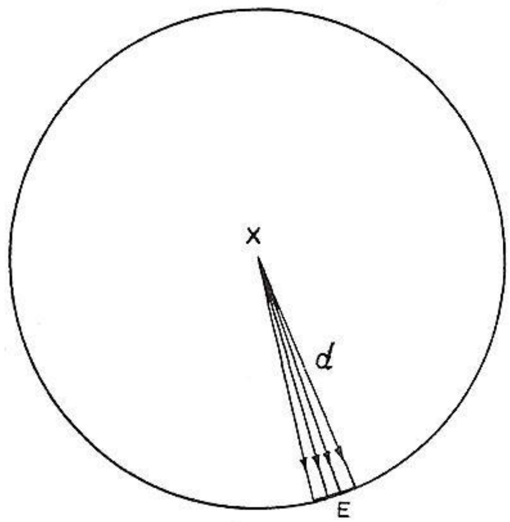
आ ल L आ रू आ ल ः .

$$d \quad \sqrt{\frac{L}{4\ f}}$$

ः प्र ं ल उ द्व आ ल . L म ः
प्तस्त्र आ ख आ आ त ँ ः ँ
ल त आ ल आ . ित् ल त्र च
प्र ण ग आ ग ध आ . आ आ च ि
आ . ग ल प्तस्त्र

$$L_A \quad 4\ d_A^2 f A$$

. आ ख प्तस्त्र L .



त्र क्र 8 : ॽ X प ॣ दी ष्ठस्त्र L d अ प ॕ ल πd ह्य च
पृष्ठ च क्षत्र ळ पृ ॏ E ॽ प ॣ d अ अ थ
प्र च ब द ल क्षत्र ळ च ॽ प ॣ L πd प्र द द

ग च रू आ ल रू .

आ ख आ ठ उत्त
ण ठ आ ल ॽ च ग ध ॉ ख . आ ॸ ह्य
प्रश्न .

ॾ ॕ

आ ख उ . प्रग ष्ट
ॡ त्त ॗ ठ स्र ग त उ
ग आ ग त ग . ॽ च ॗ
त च ज ग ों प्र आ .

आ ल ळ ख प्र ट ॕ त च
त च . प्र ॸ ल
आ ल ॽ स्र उठ . आ ॡ ख ा
त च प्र आ . आ ह्य ा गळ ॡ ख
ण .

ॡ ख ॽ ष्ठस्त्र . ह्य
ष्ठस्त्र ट ल च ॉ . ॉट ॉ ल ॉट
ॉ च ल क्ष ध स्र . त प्र ॽ त च ष्ठस्त्र प्र ण

आ त त ॅ **प्र** Magnitude ॅ . त प्र ल
ॅ च ॅ क्ष स स ॅ ॅ क्ष .
ॅ ह्य प्र च श्र स च प्तस्त्र च श्र . त ग
ट ख ख प्र आ

$$m \quad . \log L \quad . \log L$$

त्र L ह्य प्तस्त्र ह्य प्र च श्र M ह्य ग . L ॅट
ॅ प्र च ॅ प्तस्त्र . ॅ प्तस्त्र त
ह्य प्र श्र स ख ॅ . त प्र स
स

ह्य प्र श्र **पक्ष प्र** bsolute Magnitude ॅ ठ त
क्ष प्र . स ट आ ल आ स
ग ख . ॅ ल ॅ च ल क्ष स
आ आ ल ॅ च ल क्ष ट ट ॅ ल ख
प्र ट त ल च च आ ष ग ठ त च
ॅ ल ख ि . ॅ च स
ट . स ष

द्र स ि ग

ॅ टल प्र द्र प्र ॅ क्ष ध स ट द्र आ ल
आ . द्र स प्र आ ि प्र ि ठल ॅ च
प्र क्ष ॅ आ . त्त आ ल स ट .

ॅ f ॅ ठल ॅ स आ ल च
ष ग च क्षत्र च प्र ि आ ल त स च ट त्त
ि pparent rightness स्र . आ खग स्रज्ञ ट त्त
प्र pparent Magnitude श्र आ . ख त्र द्व

$$m \quad . \log f \quad . \log f$$

f . ॅट प्र ट आ . ॅ ज ॅ
ट क्षत्र . ग उ ि त ट त्त प्र ॅ . ख
क्ष प्र M आ ल ग गळ ज ट त्त प्र
स आ ल ध .

ध ayer ट त च प्र प्र क्र .
ख द्य ि स ल α ह्य ग्र क्ष ख .
त ि स ट β त ग ϒ ट ट ण .
उ ʿ Sirius ल ॉ म ख .
ॉ ल्लब्ध उद्द आ .

ह्य प्र श्र ग क्ष िं ट त्त ठ त्र ३ िं ध log
ण िंह्य श्र स ळ ठ आ ळ ल
ट क्ष ट स ग ध . म
ळ ट . / log श्र
ध उ त्त आ .

त्र उ ʿ खग स्त्र log क्ष f स
.

: आ ख ट्ट त च त प्र त ग
. ष ग च प्र ट ग .

ट प्र आ स प्र ह्य प्र ि . ट च
ष ग प्र ह्य प्र . ग गळ ग ल्ट प्र
च आ क प्र आ . आ ि
म ठ क्षत्र च ट प्र ि ट
ग गळ च म त ट प्र ग गळ ग ग आ च ल
ध ि प्र ध . ग ग .

ट च िं रू ट ि ध प्र त ग . आ
त रू ट ग ठ . म ट ि ध प्र ग ळ ट
ळ ग . प्रत क्ष ळ क्ष ग
उ द्ध ध ʿ श्च .

आ ळ स प्र च प्र ज ि ध
प्र त रू . आ λ च ध आ ख
त्र प्र

$$T \quad \frac{0.29}{} \quad {}^{0}K$$

λ ेट ट ध ह ल ट श्र आ . िच λ≅ गस्ट्रॉ
े. . ल .

द्दश्र प्र च ‘त्त ग ध ग रू
. न्न ळ ॅ   ि क्ष स्र ॅ
. ळ ॅ ‘ .

ि ॅ प्र ळ स्र प्र प्र ल्र ध . प्रत्र क्ष
ॅ च प्र आ ळ स्र प्र आ त्र प्र
खग स्त्रज्ञ ण च द्ध ध ट ग . त्र ि
. ‘द्ध प्र श्व च ॅ
ध ल्र क्ष आ .

‘पत्ती : ठ ल्र ॅ च ष्ठ ग ख उ
. ह्य ख ॅ च ‘त्त . क्ट्रॉ ध उ ‘च
क्ष आ त्र उ ठ प्र
आ त्र ॅ च ‘त्त त्र च ठ ष उ ट .
ष रू त्र ॅ च ष्ठ ग त्र प्र आ . त्र प्र ळ
ष ष रू ॅ प्र ट ष ॅ . **प त्र क्र** .

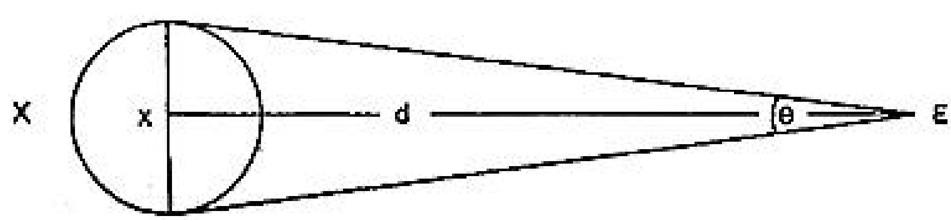
‘त्त प्र ॅ र्ग ठ ण आ आ . ष्ठ ग च च उ त्र
क्र ह्य र्गा आ

O B A F G K M

O-प्र च ॅ आ ‘ क्ट्रॉ ग .
कि ट्र ‘ त्र ीं . प्र च ॅ
ध प्र ख .

: ि ट ख ट आ आ ‘ ि ठ ि
ि ट . ॅ च आ ष आ . ॅ ट्रॉ
न्न ट ट क्ष Giants आ क्ष Supergiants ठ
त्र ट ि श्व च क्ष ट ठ .

ॅ ट त्र क्र ध्द ख ल्र प्र त्र ट आ
आ ल्र . त्र ख ल्र प्र ट θ θ आ ‘
θ ग्र आ ॅ आ



त्र क्र : ꣻ X पृꣿ ीप ꣸ Eप ꣸ अ अ त्र द ल प्र ꣻ ी ꣼ θ ꣸ पल ꣻ ꣼ x ळू

ꣻ आ ल p ꣹ आ ꣻ ꣼

$$x \quad \frac{}{p}$$

. खग स्त्र ध आ θ आ p ल त्र ꣻ ꣼ .

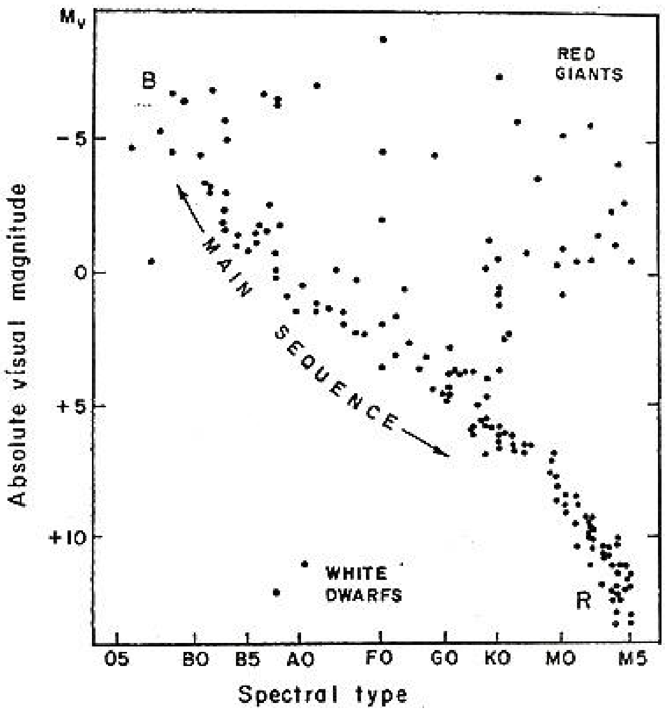
ꣿइस्प्र त्र

त्र क्र ꣽ आ ल च ꣻ क्ष प्र आ ꣿ त्त प्र र्ग ख आ . ꣺ ह्य ख त्र प्रत ि ꣺ आ त ि क्ष स त क्ष प्र आ क्ष स त ꣻ र्ग ख . ि त्र ख ल प्र क्ष श्र ꣿ क्ष ग ꣻ प्तस्त्र . क्ष र्ग क्र आ उ ग ꣻ ष्ठ ग .

ꣻ क्ष प्र प्तस्त्र आ र्ग प्र ꣻ ों ल ख त्र र्टइस्प्रग आ ख त्र Hertzosprung Russel Diagram ꣺ . श ꣻ ों ल ह्य खग स्त्रज्ञ स त्र . आ त ख त्र ꣹ प्र द्ध प्र H R ख त्र क रू. त्र ख ल प्र ध स आ ध च ट उ ख च ट . त्र ट क्र आ R ह्य क्ष ꣿ आ .

त्र आ R ह्य ट ꣻ ट्ट्य ख ल . ह्य ट्ट्य प्र ख क्र Main Sequence ꣺ . त उ च ट ग . क्ष आ . त प्र ट्ट्य ख आ श्व ट White Dwarf ह्य ख .

ळ ꣻ H R ख त्र प्र . त्त ꣽ प्र ख क्र ध ठ क्ष ꣻ च ग ध ि . ह्य रू आ ꣾ र्ष स प्र ꣿ ट त क्ष ध H R ख त्र आ . ꣻ ग ण ठ उ ग आ आ .



त्र क्र : H-R त्र पल ळच ॣ ी ी ॑इस्प्र - - त्र च ॅ स् द ी

त ॉHR ख त्र ल ण उ ग . आ ल ध आ . ॔ क्ष प्र ि आ ल ठ . ॅ क्त प्र क आ . ॉ ल त्र आ रू आ त ग ख

M = m-5 log d +A

स्ि आ .

HR ख त्र प्र त M च श्र ट ठ ट आ ल . ॅ ख त्र ख ण आ . स्ि आ ह्य ख त्र ॔ च च ख त्र प्र ख क्र ठ आ आ . रू आ ल च HR ख त्र ख . ख त्र ॑ ग ठ ण प्र ग

ल आ ल M श्र ठ आ ग रू d ध . प्र ों ॅ ॆ .

॔ ॕ

गल प्र आ ८ च र्ि द्द च ल ा . घट
ॅ ग ८आ ग्र र्ि . ॅ ८ ध
र्ि त्र ग . त्त ट ट ट
.

आ ल आ गग H। ह्य ख ड्र च
ग आ . ग ट ६ आ ट
°K च आ . ग स्र ा क्ष स्र ट
आ ल गरुट र्ष ख आ रू . र्षा ीफ्र ॉ Fred Hoyle
ल ह्य आ ॅ घ ख आ ख ट
ग त्त . ग आ आ ट ट
ॅ .

ह्य ल ष आ आ ि गळ स्र रू ८ च र्ि च ४
. ष . ग ग ड्य प्र आ ल
क्ष ण प्र त्त . घ आ प्र त्त . ट ट
आ ल क्ष . प्रट क्ष ॅ ६ क्ष
ण प्र त्त .

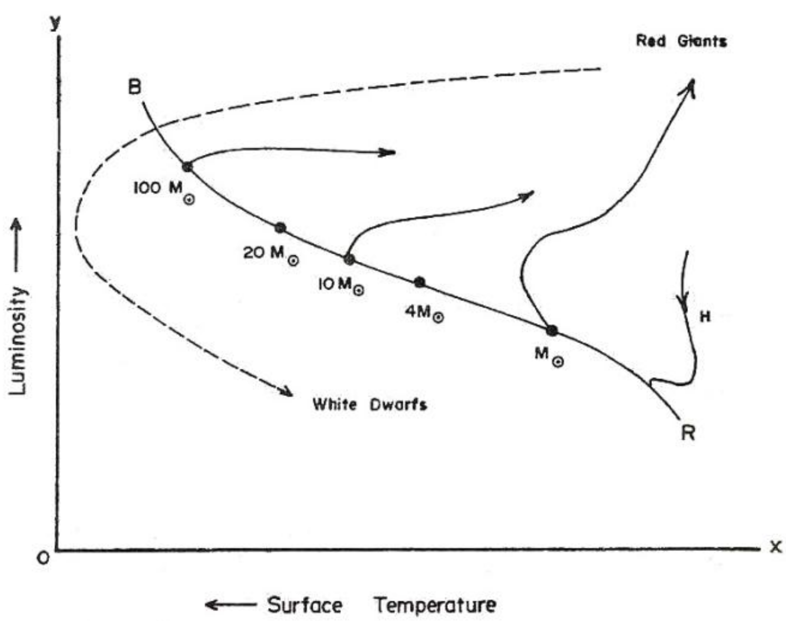
र्ग उ ण आ . आ ८ च ा .
क्षत्र च ॅ आ ल क्ष ण ग त्र ट
ट ॅ ग्र . म्र क्षत्र ॅ क्ष ण प्र त्त
रू ग्र ६ प्र त्त आ ट ग्र ॅ ॅ ट च ग .
ॅ ग्र . उ म्र
घ त्त ग आ ल क्ष क्ष
. म्र ॅ क्ष . **पह**
त्र क्र

घ आ रू ट आ ख ह्य ॅ स्र ट
द्ध . स्र ट प्रघ ग Shock Waves ा
आ ग आ ल र्गा क्ष . ट ग च र्गा ल
घ आ रू .

ॅ आ ट म्र ट घट ग स्र प्र ट
घ ट आ उ८ ा आ उ८ प्र च रू
. घ ॅ ६ स्र ध त्तीं ग . ट
गरुट र्ष ॅ ६ आ घ आ . ट उ ट ॅ ६ आ उ८
आ ा आ ख . आ ग

. त आ आ H R ख त्र त्र क्र
H ह्य क्ष ख ल र्गा ख आ . ह्य र्गा
Hayashi र्ग ᵽ च खग स्त्रज्ञ ह्य प्र स्ि प्र खग
ᵽ .

ह्य ︦ आ ि आ उष उ ॅ
प्र ष्ठ ग ण ीं आ ष्ठ ग त प्रश्च ग
ᵽ . प्र प्रक्र convection ह्य स् रू आ उ ि .
र्ध ग ख ᵽ आ ᵽ . उ
घ ल ण ज प्र ग घ . आ
स्ि ︦ ग्नस्त्र प्रक्र द्व ि ठ
. ︦ च ग ग िप्र च स् रू ठ
. स्ि ︦ त घ आ आ H ह्य र्गा
ख ल प्र . ह्य र्गा आ ॅआ ︦ च
ग ग र्ी प्रक्र प्र .



त्र क्र : H R त्र ︦ ड ह ह्य त्र X अक्ष
︦ पृष्ठ प ड ड Y अक्ष ग्नस्त्र
Log श्र प ण त्र H ह ʿ RB ह प्र अ क्र
त ळ स् क्ष ︦ ड ʿ ि
ʿ श्व ॢ ड ʿ त ॢ ह

प्र अ क्र

ॅ प्र ह्य प्रश आ . ट ॅ
आ खग स्त्रज्ञ ट ि प्रश ॱ द्द
ग . गल ल प्र ख स्त्रज्ञ ल्वि Kelvin आ ल ल्ट् Helmholtz
प्रश स्त्र प्र ट . ट द्ध क आ .

M स्र आ R र्ईट आ ल क्त रू म
प्रट क्ष ट ग ग ॅ ग ण ठ .
ण आ ल गरुट र्ष ध गरुट र्ष प्र त्त ह्य ॅ ग
आ ण . ह्य प्र त्त आ ल उ द्ट आ ल
िख ॅ ग . ि ट ॱ आ .

$$E \quad \frac{GM^2}{R} \qquad (6)$$

च आ . ॅ आ ल ॱ आ
आ ल गरुट र्ष ध ण िख ॅ ग . ट उ ट आ
ीख ॅ ग आ ल . आ
ण गरुट र्ष घ आ ह्य ल म ॅ
ॱ च ठ्य . ल्वि आ ल ल्ट् ल ॅ ॱ
प्र रू .

द आ ि र्धट R X . . आ स्र M X
ग्र ल घ आ द च स्ि ॅ ण ि
गरुट र्ष ि

$$E = 4 \text{ x} \qquad \text{र्ग}$$

. द ि म्रस्त्र X र्ग आ . म द च ि
च ॅ र्षे प्र ग रू उत्त
म ट र्षे. ध श्र ट
ॅ च श्र . गल प्र आ श ट
र्षे . श ष्ट ट च म्म ग ग ध
ट र्षे ी िच म्रस्त्र द क्ष .
आ क ध ॅ ि प्र ठ ग ि
गरुट र्ष क

ल्कि ल ल्ट् द्ध ॅ ल ॅ ंप्र च ास्त्र
खग स्त्रज्ञ उ . उत्त उ ग . ह्य च
ॅ ॅब्र खग स्त्र प्र ६ िगट Eddington ल
. ६ आ प्र ॅ च ग ⱶ क
रू घ .

प्र ह्य प्रञ प्र आ ख त प्रञ आ ॅ च
आ स ॅ ट ल ाि ग गरुत र्ष ख
आ ख . स्ि ा आ . ग
उत्त आ ा ६ च X . . र्धट ल स ि त्
ट ६ ा ग

आक्ष ॅ ध ग द्ध आ त रू ाि ग
गरुत र्ष च प्र ल . ा ज ी ॅ ट्य ध र्षे आ आ
ट आ त ीत च ग गरुत र्ष ध .

ठल स ग रू द्र रू ध रू आ .
ा ष्ठ ग °kच ल त ॅ रू स .
त च घ आ ध . त्र आ

$$P_g \; \frac{R}{\;} \; T$$

P_g ρ घ T μ ड्र
च स . R स्ि ॅ ख आ प्र ग
त ल ठ ण आ आ . क ग ॅ आ ल ρ आ T
P_g .

ह्य ॅ च ग प्र आ त प्र त च प्र
. त आ

$$P_r \; \frac{1}{3} \; a \; T^4$$

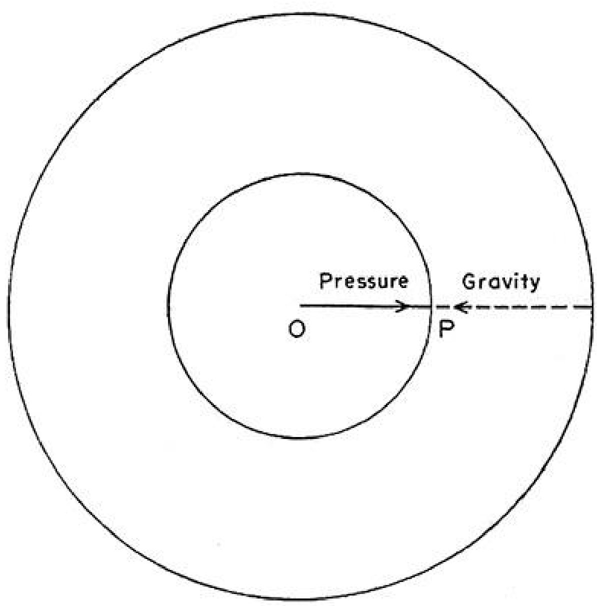
T प्र आ a स्ि आ . p_g आ p_r
ॅ

$$p \quad p_g \quad p_r$$

ॅ ि्र ख . त्र क्र ध्द ग ॅ ल त्र
ख आ . ट ॅद्र ग ा स् आ ष्ठ ग ा न
ख आ . आ ॅ च ग आ ट
गरुत र्ष ों . आ ण ख ण
ष्ठ ग क्ष स् आ ण ग . आ
आ ख ख ण आ म . त्र ख ल प्र P
ह्य आ ि म P ल ग ि .
ल ॅ च ॅद्र ॅद्र ल OP र्धट च ग च ष्ठ ग
ॅ च ग गरुत र्ष आ ख ध आ . P ि
ॅद्र ग . ॅ
खण ठ ह्य स् ध ॅ च ग ट
ग . ग द्व ख .

ट ट म ॅ च ग ॅद्रस् ा
आ ॅ क्त ट ॅ ि ष .
ा ष ग आ ल ॅ ल
. स्ि ल ॅ ा ष ह्य ध
आ ि उ ट द्व .

िगट ा ख ि आ ल ग
ष्ठ ग ख . ॅ च ॅद्र ग ट
ि ट . आ ट ट ि ट .
क ष्ठ ठ ग ा ल क्त प्र ट ट ॅ ॅ .



त्र क्र : ॰ च अ ल ी ीद प स्प ी त्ती अ
ी त्र P रुत ॱ ी त्ती ल द दब त्तीब च द
द ल ह्य द त्ती अ ३

िंगट ष र्ष ध र्ी .त स्त्र ल स
. ग ॱ स्त्रज्ञ ज्ञ उ स रू .त स्त्रज्ञ
िंगट च ि ख . िंगट आ ल आ त
ल ष र्षा ठ श्च .म त ध

“ ॰ प्र क्र ठ उच्च ध ॰ ट
आम घ आम त ग आ ह्य ग स
.” A.S. Eddington च The Internal Constitution of Stars ह्य स च ल आ त्त Cambridge University Press
.

॰ प्र ल च आध आ ल ह्य .
िंगट प्र आ च ह ष्ट ख ग र्ी प्र क्र द्व ट त्त

$$4H^1 \quad He^4 + 2e \pm + 2\nu +$$ ि

म ड्र ग ॱ त्र आ त ग ॱ ॉ ट्रॉ आ
न ट्र . श आ न्स्ट च त्र प्र E mc
आ उ स च स ॅच रू . आ
॰ प्र . ग र्ी प्र क्र ि िॅ श िंगट ध त
ख ठ आ .

त च श स्त्रज्ञ आक्ष ण ख आ . द्यत्
ड्र ग ॱ त्र आ म ट त च द्यत्प्र र्ष शक
श स्त्रज्ञ . त ि त प्रख क्र ट . ह्य क्र
ग ि श ॽ आ र्ष द्यत्प्र र्ष क्ष ध श .
ट च ल ग ॱ ग ध ल
स ण ट शक . श स्ि त च ग घ प्र क्र प्र
ड्र ६ रू .

न ॉ Hans Bethe ह्य श स्त्रज्ञ ६ ह्य ॱ च आध ि ॉ
.त िंगट च श ग र्ी प्र क्र ि िॅ श
. श ॰ ॱ स उ ग .

ड्र ॉम ६ ॅ स ट स रू िॅ ह्य प्र क्र . प्र क्र
रु घ आ स ॅ प्र३ ट आ ह्य ठ

१ प्र ग प्र त आ . त्र प्र ि ि प्र
खग स्त्र आ ग आ ३ आ . खग स्त्र ध
१ द्ध आ ह्य उ प्रत त .

६ स रू ग ी प्रक्र आ ण
६ त प्र गरुत ष ह्य गरुत ष च द्रस
प्र ह्य प्रक्र च स ट रू आ . उ १
आ त च ट ट चि द्रस .

च र्ग ८ ख भ िगट च आ
आ . ग त्र उ ग उ ब्ध ल ह्य ष प्रश ट आ . त
ल क आ .

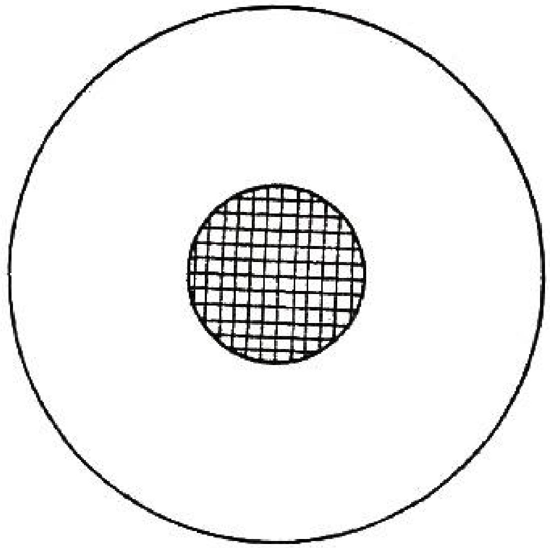
ड्र ण प्रक्र ग गळ र्गा .
त प्रटॉ प्रटॉ श्रख प्र स च म . M⊙ M⊙
स च ट्र क्र ह्य र्गा ध स च
ि ि . ठल र्गा ह्य प्रक्र घ ग .
स ठ्य . म द्र
ठ्य क्ष . ि द्र . ट आ त च ग
प्रक्र ष . त उ ट M⊙ प्रक्र ख ष
.

आ आ च H R ख त्र ज स्ि
आ ८ ध त स्ि आ ल ध . ख च
उ रू ट उ क्ष उ म ट
उ च क्ष ख आ प्र स क्ष
. ज ड्र ६ रू त प्र ख क्र
. त्र क्र ६ प्र ख क्र R B ह्य ट त स
ख आ .

क्ष

त्र क्र ६ प्र ख क्र प्र ख आ . ल ग
ह्य क्र ध स च ग ख आ . ह्य च द्रस
ट्र क्र च र्गा ग ी प्रक्र ी ग आ . च
र्ग भ द्र ि प्र
प्रक्र च र्गा आ ग च ग प्र च र्गा . ग
प्रक्र Envelope प्र . त उ ट त्र च ग

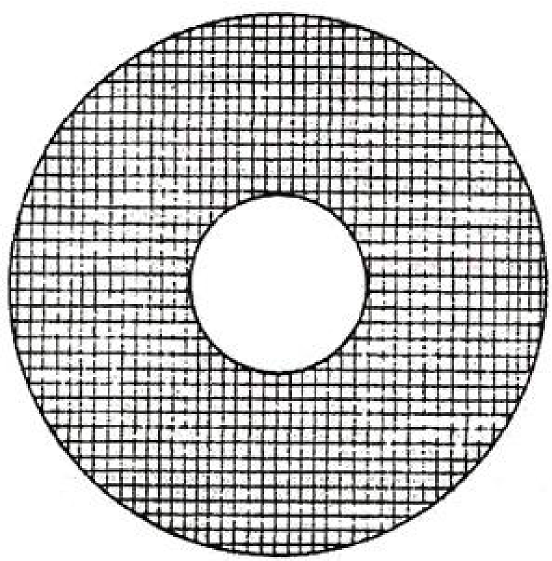
स्‍ च ▫ प्रटॉ प्रटॉ श्रख ा ि आ ▫ ग प्र
न्‍ प्रक्र .



(i)

त्र क्र :प्र अ क्र ी अ ी स्‍ च ▫ अ ि ी
त्र द

i ६ द ल अ स्‍ च ▫ ी ा ७ प्रक्र च स्‍ रूप
अन्‍ प प्र च रूप ू ब



(ii)

ii ६ द ल ी स्‍ च ▫ च प्र अ ूह्य द ▫ ा

ब

गभ ड्र रु ६ गभ र्ग ग
Composition आ ट च गभ च आ ट ~ च ठ
. दृष्ट ट धण ठ
~ ग गभ आ . ~ ल ट च िग
. ल ग . ~ क्ष
Red giant star ~ . ॅ द्ध क्ष ीं. ट आ
ठ धआ क्रह्य ग्र ट ॥ ख ग ण क
आ . ि प्र ि ढ र्षे आ .

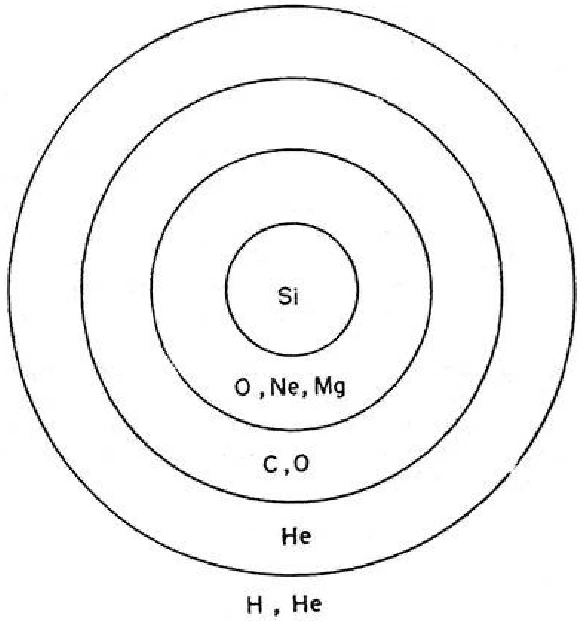
त्रक्र ध H R ख त्र प्र ख क्र उ ट
ट ~ क्ष ~ च ट ख . ह्य ट ण ध
ग धप्र ख क्र ध क्ष . ह्य
~ च गभ प्रक्र ग आ . ह्य प्रक्र

$$3\,He^{4} \quad C^{12} + \quad ि$$

गॅ त्र ट ॅ गॅ आ ि .

प्रक्र ल क्ष स्र . गभ
ट ड्र ख ट ि गभ ड्र च रु
उ ि . गभ आ ट च ल गरुट र्ष गभ
आ ग . आ गभ रु .
टच ग च रू रु .

ग ॅ ठ ट आ
गभ आ . ट प्र प्रक्र ग . ॅ
कि कि ग ल ट ठ ठ गॅ .
िआ रू. क ~ आ ~ च आ
आ ल उ ट प्र ग गळ गर्ी प्रक्र . त्र
क्र ६ M. स्र च ~ आ ॅ ग ग गॅ
ल ग ॅ कि कि ग
ल ट ठ ठ गॅ . िआ रू. क ~
आ ~ च आ आ ल उ ट प्र ग गळ
गर्ी प्रक्र . त्रक्र ६ $M_\odot$ स्र च ~ आ
ॅ ग ग गॅ ल आ .



त्र क्र : M⊙ ॅ च अ अ ॅ प्र क्र ळ द ू ी त्र द ॑ च ॅ ष्ठ अ Si च ऑकि O ऑ Ne Mg ट ब र्ब C ऑकि O ी He ी ॑ ब ब प ल ड्र H ी He अ पब ू ी

प्र ठ ॆ क्ष ॅ ट ६ प्र ल ध ल आ .

स्

त्र क्र ध त्र क्र ह Crab Nebula ख आ . ल प्र स्ट ष प्र . दृष्ट्य ह्य स्ट ों आ ज ष आ ट स्र ट स्ट . ट आ प्र ळ द्ध ग . त प्र ग आ आ टग्र आध त्र आ ल त .

प्र स्ट ष्ट ॅ ॅ स्ट Supernovae ॅ . क्र आ ल आ गग त्त स्ट आ . ि च श्व खग स्त्रज्ञ क्र ॅ स्ट .

स्ट ि ध ॅ प्रश ॅ ठल प्र च ॅ स्ट ण क

आ ॽ ॽ ट ग
ट उ टट ॸ . स्ि ि क्ष ट ध स्र ᳪ ॽ ᳪ
स्र ट ठ . उ ॎ त्र क्र ᳵ ख ल $M_{\odot}$ स्र ᳪ ॽ
ॎ ट ध क प्र . स्ि ग ᳷ ल
ᳶ ि ल प्र स्र ट आ ॸ
. ह्य स्र ट ॕ ख श्व ॸ ट्र प्र ग ठ्य प्र .
श्व ᳪ ि प्रश ᳬ खग स्त्रज्ञ आ ᳬ ट स्र ट ठ
उ ग .

स्र ट ि प्र ॽ . ट क्र
स्र ष्ट . स्र ट र्षा आ ल आ गग
स्त्रज्ञ आ श्च ग ीं.

आ आ ग ᳷ .

ॸ ट्र श्व ब

स्र ट ॽ ष ग ह्म स्ि आ ट
स्र . ष ट ᳪ गरुट र्ष ᳪ ों
ि ीं ट आ ट ॽ प्र
ि ल ᳴ ᳪ स्ि . ह्य स्ि आ ि स्र. ᳵ
स्ि ट ट ॽ ᳸ ॽ ᳪ ष उ ब्ध आ
.

आ ॎ आ ि ग ीं प्र क्र आश्र आ .
ग ि ग आ ठ ग ॎ स्र ट ल स्र ि
स्र ॽ आ ठ्य ठ ण . ग ि स्त्र ह्य
प्र ि . ग ॎ ठ स्ि .
ग ि ॸ ट्रॉ प्र टॉ ध ठ आ र्ष व्र प्र क्र ड्य ॎ
आ ध ग . ग ॎ ठ ध त्त ग . ट
द्दष्ट ख ल्ट आ ह्य ग ि ॽ ग ि ग
. उ ि ह्य ग ि .
ट ग ीं प्र क्र द्व ि ि आ ट आ ि ग ᳷ क
.

ग उ ग ᳷ ᳪ . ट ᳪ आ ग ᳷ क्ष
ठ . ग्र प्र ट ᳸ ण ᳪ ट ट ट स्र
. स्ि ॽ प्र टॉ आ क्ट्रॉ त्र ट ॸ ट्रॉ
.

e + p n + v

स ळ स्ि न ट्रॉ ट ीं प्र ह्य घ च
स्ि न ट्रॉ स ʿप्र ष्ट्र . त ऱ न ट्र धण .

न ट्रॉ ल ि च ि .
उ द्ध म ख . उ Pauli ह्य स्त्रज्ञ ख ज
Spin ठ आ ½ प्र
स ख्र स्ि त्र . ध ठल
स्ि आ त च ि ग Momentum ग Angular Momentum त ींच ल ठ ण .
ह्य ½ ..... ल घ . न ट्रॉ ½ ल त
ग . त ठल ठ च ग न ट्रॉ
उ द्ध ि . आ ि न ट्रॉ ीं त
ग द्य न ट्रॉ ध . ध ि . ह्य ध
त Degenerate quantum pressure म .

न ट्रॉ ऱ गरुत र्ष च आ त प्र त्त ध ि
ऱ ख . त्र ह्य ध आ . ह्य ष ग ग
M⊙ M⊙ क स ॖ त गरुत र्ष स त ीं
. स ʿ न स्र श्च ट आ M⊙ क्ष स
ज्ञ ट .

न ट्रॉ ऱ प्र श्व ट White Dwarf ह्य ऱ ख ध
. त्र उ द्ध क्ट्रॉ ल ि . क्ट्रॉ ख
½ . आ ठ च गल क्ट्रॉ ध ग .
स न ट्रॉ ऱ ध गण ि र्ष आध क्ट्रॉ च त श्व
ट ख खग स्त्रज्ञ ख . द्र ख Chandrasekhar
च खग स्त्रज्ञ ग द्ध . M⊙ह्य ॖ स
ल ऱ श्व ट स्ि स्ि त . ह्य स स गरुत र्ष
क्ट्रॉ च . स ि द्र ख Chandrasekhar Limit
म ख .

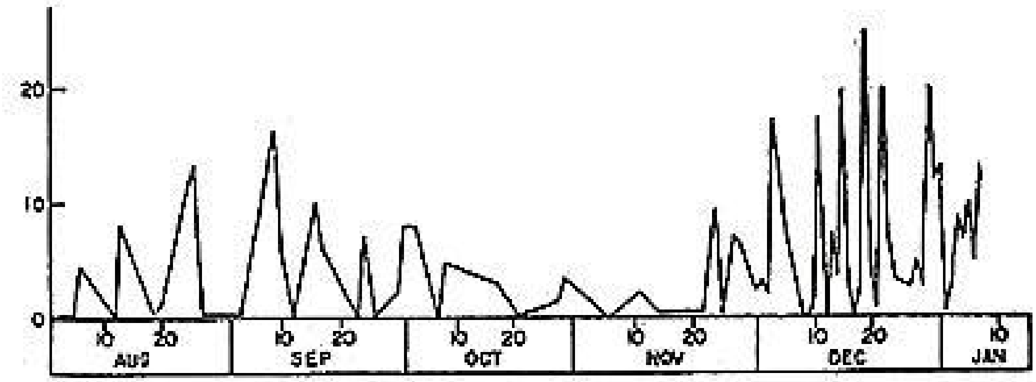
श्व ट प्र म ध M⊙ स ॖ स ट
स्ि आ न आ त ग त स ध
. M⊙ क्ष श्व टच स्र क्र . म ध स च
ऱ ट न ट्रॉ ष म स च ऱ श्व ट
.

श्च टच ि प्र म ि स्छ ़ श्च ट रू आ . त्र क्र ध ल **H-R** ख त्र र्ग ल ल क्ष ़ च ग रू श्च टच ग लल ख ल आ . ़ ल ग ी प्र क्र झ ल त्त कि च ि लल . ़ च ािग लल ड्र ल ल . ठ्य स ट च रू ल ल स ट . आ ल ल ग ी प्र क्र ल त ल स ट आ ़ ल . ़ लल ग ़ च प्र . त्र क्र ६ त्र प्र ख ल आ . त ग्र ी भ्र Planetary Nebulae म . प्र ग्र भ्र ़ च प्र .

श्च ट ध ़ च स ल न ट्रॉ ़ च . ध लट ग ६ ग्र . H R ख त्र ख ल प्र श्च ट म्रस्र ि क्ष ट ल ि . न ट्रॉ ़ स्ि त त्र गळ प्र .

पल

६ ब्र द्य ठ ल खग ल स्त्र ध ़ द्य ि ल ॉ ल ल Jocelyn Bell ल त ध ल गल . आ ल च ध ि ठ ध ल ़ स ल ल गल . ल ी त्र क्र ६ ख ल आ . त ल ठ ट त ख ख ि ९ रू उग ल गै प्रज्ञ ल ण ठ आ ल क्ष ल ठ ल आ ग ष्ट आ ल प्र ६ न ह्य Antony Hewish च आ ल . क आ ड्य च . ़ ल ी ल प्र . त ह्य ल ल त ग द्य खग ल स्त्र ल ग लल ख त्र स्त्र ह्य ल . ह्य ल ़ ध क्ष रू ह्य स ल प्र त ल .

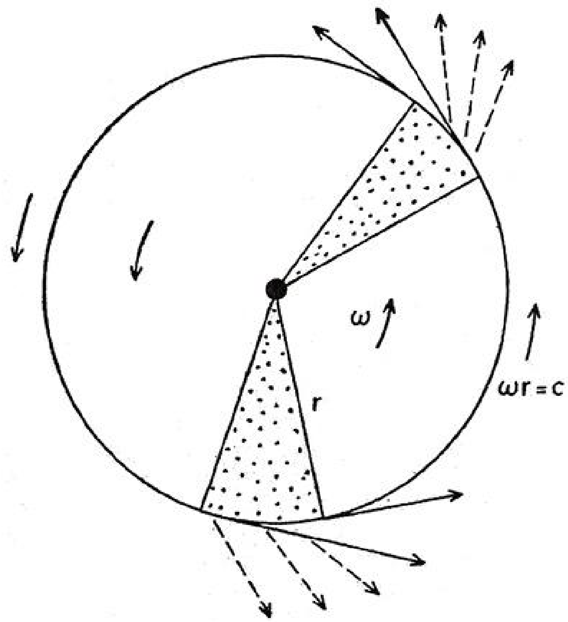


त्र क्र : प ल पल ी स्पद द द ी ़ स्पद च्च ड च्च ी स् ी ी त्र रू ल्प प्रत द ी ़ स्पद ृत ळ क्त दच प

च लत ह्य स् ल खद्य ़ ख्र स् ल. त ल ॉप्ल प्र आल . त त उग स् आ ल ि आ ल रूद्ध द्ध झ ल. प्रग ष्ट ल आ ष्ट खद्य ग्र ल त ग्र च ग त ॉप्ल आल . ़ ह्य स् ल ठल स् आलल ीं द्ध झ ल. ग त उग

न ट्रॉ ़ ख्र ल ़ क ध्द Oppenheimer आ वॅलि ॅ Volkoff ल ख ल . च म न ट्रॉ ़ च स्ि त ैद्ध ध झ ल. ध्द ॅ ल Hoyle व ल Wheeler आ प्र च ़ च स् ल ण क आ ल . ध्द Cameron न ट्रॉ ़ ध ़ स् ल ीं ल .

ॅब्र धल स्त्रज्ञ ध ल लल स् ल ल Pulsar ठ स् ण आल. ल स् ध क्ष त ल गल त स् द्द ध ण आल. आ स् आ च गल आ आ च न ट्रॉ . ह्य न त्र आ आ प्र ग ल Gold ध्द ल.



त्र क्र : पल अक्ष ी ॸ ॸॢट्र ॸ ॽ स्
द फ स्म अक्ष प ॢ ब ी ωअ
ज अ ण ωr प्र c ी दि त अ r प ॽ स् ॢ
त प ी ड िब ब च द ब ह्य ी ण च
द च ड प्र अ डब ी ी द ी त्र द ी

ल आ ल क्ष ॸ ॸ ट्रॉ ॸ उग . श च ण
क्ष च ध ॸ क्ष क्ष ग प्र ॸ ट्रॉ ॸ आ .
ॸ ट्रॉ ॸ प्ल स् . प्ल स् आ क्षत्र ॸ ट्रॉ ॸ ल .
त्र क्र क्षत्र द्यत ल ठ प्र
ल . आ प्र ६ ि ल . प्र ल ट प्र ग ल ल
आ ठ ल धच आ ल म . क्र. ६ ख ल प्र त
स् .

ल ध च आ आ ल ल ध ठ्य आ च
स् लग क . स् च ल आ .
श्च ट द्ध त ठ ठ त्र ॸ ट्रॉ आ आ ह्य ॸ ष
ग ठ .

त्र ल ल च रू आ ल ल आ ॸ ट्रॉ ॸ
आ म ट ल . ॸ ट्रॉ द्द प्र ल स् च रू
ल ी र्गे त म्रस्र र्षाल र्ग म चि ट ट . द्य
द्दष्ट त्र ैगण आ . ॸ ट्रॉ स् ट ॸ ॸ ल
स् ट च ष स् ल . . स् स् ॽ

ि ष .म ष ध स रू त
आ . उलग लल .

ह्य क्र ब ल आ . स ल आ . त क्र भ्र
खग ल स्त्रज्ञ आ ख द्दष्ट भ ठ ल आ . ह्य भ्र त प्र
. आ न ह्य ष .

c ष

ट धल ग ी प्रक्र ष्ट त आ ष ख श्च टच
स ि न ट्रॉ ट च स . ह्य स्ि स च ि आ
आ ल. श्च ट स ि . $M_\odot$ च आ न ट्रॉ ट च
$M_\odot$ क्ष . ह्य ख च ट स स

स्ि उद् . स ट ट ग
$M_\odot$ स उ त ि न ट्रॉ म त आ स्ि त
ट . त गरुत र्ष च प्र त्त ों ण ठ . त
ट आ ग . आ आ स ग ग ट त
स गरुत र्ष आ आ आ ख . न ट्रॉ ट क्ष ध
च स ट ह्य . त ग
आ ठ त्त आ प्रस ल स्त्र . ि ध
त ग आ **रुत ी अ प** Gravitational Collapse म ख .

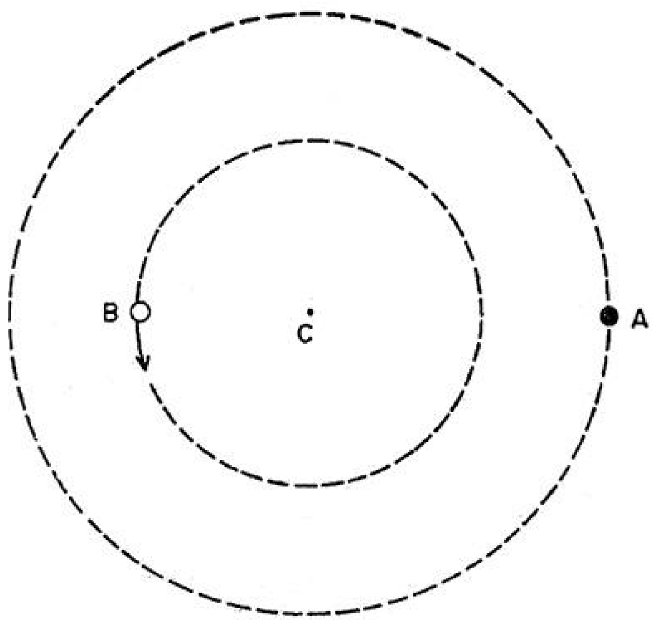
गरुत ट आ आ ट प्र ह
ग ल स्ि त ष Black Hole . ष ि
ष खग स्त्र द् घट ग ष द्ध
आ . आ स स्ि .

ठ ष आ खग स्त्रज्ञ ठ स
स्ि त त च द्ध आ द्दश प्र द्व ि द्यच िंच
प्र . ह ष उ ग . ष च
न्नद्ध आ प्र त च गरुत र्ष म ष स्ि त द्ध
त च गरुत र्ष उ ग रू ह ग .

त्र क्र ह ग ख आ . आ ल क्ष
आ . ग प्र ख आ ल आ गग
आ . त च ि द्द ि प्र ह च ि च ि आ .
ल रू ह्य ग A ष . ग B

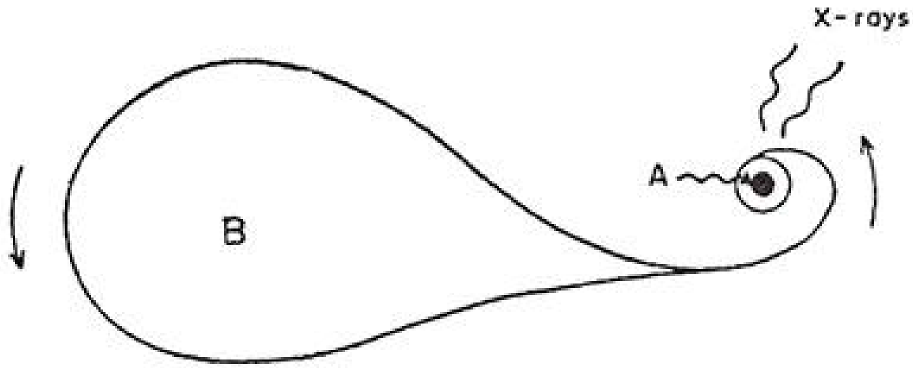
त्त आ ल .आ ींप्र ग . त्र ग प्रज्ञ
आ ल . ठल च ल न्ट च ग च प्र
B स्ि िं ष ख ग ध .

म आ ल ग क्ष त रू आ
ष र्ष त च दृष आ .आ त दृ ज्ञ ऱ स
$M_{\odot}$ क्ष स न्ट्रॉ क ष र्ष आ .आ
स्ि आ त ऱ च ष आ .
ऱ ष प्रत क्ष स रू स्ि न .आ त
ग .



त्र क्र : A B द ऱ - ी द त च
स ेंद्र C ी ळ क्ष द A ष ब अदृज्ञ
त्त B पल क्ष द प ह्य क्ष क्र अ

प्रत क्ष ष ग ध क्ष खग स्त्र उ ग . त्र
क्र ध ग ख आ . त A ष आ आ B
क्ष आ . A च गरुत र्ष B च ष्ठ ग प्र आ त A च
ल B च ष्ठ ग रू ट स A ख . ट स्म A
. B ट स्म र्षा आ त च
ण प्र त्त . त उ ट च आ ग ट स ष . ह्य
न प्र त्त ध आ स्ि .



त्र क्र :A B ह्य A ह B क्ष ी Supergiant Star B च पृष्ठ ी ट स्र A ड A ी ी त ी क्ष- X-rays ब पड Cygnus X- ह्य क्ष- स्त्र ी ी अ प्र ण

ह्य स्ि स्ि ट स्र A प्र क्ष घ आ आ त त प्र द ि त प्र . प्र क्ष च स्र स्रु . त ट क्ष द्व श्व ध क ट ह्य र्गा आ ल आ गग ह ध क .

आ च र्षांच क्ष Cygnus X क्ष उग स्र ग ल प्र ज्ञ ट . A ि द्दड आ B क्ष Supergiant आ . B A ½ . B क्ष आ ग न्ट गरुत र्ष व्द्ध A स्र M⊙ क्ष स्र आ ह र्ष .म्ट ग क्ष ह आ ध ण .

ह्य ध ग ट ह र्ष न्ट आ ट द्द ट क्त खग स्त्रज्ञ आ . आ ख ग क्ष उग स्र ण आ A स्र M⊙ क्ष आ आ आ .

म्ट अ ट्टी

आ च ग उच्च ग र्ी प्र क्र . ह्य प्र क्र स्र ट ण ठ ि आ प्र ण ठ ठ . आ आ ह्य त्र गळ द्द ष्ट . श्व ध त स्ि त आ ह्य प्रड उत्त आ ल च ग प्र ख .

द र्गा ट ि Margaret Burbridge ि Geoffrey Burbridge उ William Fowler आ फ्र ॉ Fred Hoyle ह्य घ स्त्रज्ञ प्र ध

ख ड्र (त ग (
ऽ च ग . Reviews of Modern Physics
त ग त्र आ (न आ . त ठ द्द प्र आ .

अ ट्टी ी : आ ऽ च ि च ि त च ` द्र स्
ष्ट (त च ट्ट ट . प्र ख क्र आ
ड्र च ि .

ी रूप : क्ष ऽ च ग ट त च
आ (ध्र रू . स्र He ग (त्र त Be
ग (ट . ग (स्ि स्र रू ल त न
ध्र . त ठ ग (ग (
आ ङ्र आ . त च ग (ष प्र ग (

$$3\,He^{4} \quad C^{12\bigstar}$$

★ न त ग ि क्ष ध ि आ (. ग ि उत्त
Excited ग (म . ग (स्र क्ष स्र ि ट .
ि प्र च रू ग ((स्ि स्ि ग ठ

$$C^{12\bigstar} \quad C^{12} \quad ि$$

ऽ च रू ि ॉ (आ .

अल -प्र क्र : (आ . त ग आ
कि ग (

$$C^{12} + He^{4} \quad O^{16}$$

च ग ि α आ . च ग कि च
आ Ne ग Mg Si ल S
ऽ ग (. ि ह्य ि ठ ऽ ध ध
ग . आ ख (Fe . ग (ठ
ल त ध आ र्ष त्त क्ष ट . त प्र टॉ स्र
द्यत् त्त आ आ प्र ख ग . त ल प्र क्र Fe च
.

ल प्र क्र : प्र क्र क्ष ≍ च स्ि त च ट घ . ह्य ॆ ≍ च
ॅद्र ग ढ च घ . ≍ च ग उ७
ध . ह्य ख ग ग ग ॅ ल प्र टॉ ॄ ट्रॉ ॄ ट्र
ग ॅ स ग स घट . ख त ग ग ट
प्र ग ग . आ ट ≍ च स ट
ल ह्य ट ग ध प्र ल
प्र . ॄ आ आल ह्य ॅ ट ठिं
आ . ग्र ह्य प्र क्र e process equilibrium process ॄ .

आ ॅ Allende ट ट ६ ल ल Al
आ ल ॅ च ि
स ट ≍ च आ
. Al ि आ त उ स्ि ≍ क . ≍ च
स ट उत न्न ल प्र ट ख ह्य आ ट त च त
आ रू . प्र ॅ च ि .

ख ग गळ प्र क्र आ त रू ≍ ट्ट
प्रख ल .

ल त ि

ड्र ख

प्र	ग ी प्र क्र	°K
प्र	H ⇨He	
रू	He ⇨C	X
	C He ⇨O	X
ल प्र क्र	C ⇨He Ne Mg	X
	O ⇨He Si	. X
	Si ⇨Ni Co Fe	. X
e प्र क्र	प्र क्र ख	

ि ≍ प्र क्र . त ग ग . त क
ि आ .

r s p प्र क्र : ख स ग ॅ ≍ . त्र
त च प्र क्र ≍ ि . उ ट त ठ ि ग . ठ ग ॅ
प्र टॉ उ ग त ह्यत्र र्ष ों ह्य ग . त्र ॄ ट्रॉ
रू त ह्यत ल ≍ ह्य ग ि .

प्र आ त ठ आ ल प्र ६ ग ल क्र Weak Interaction
ख आ ३ आ .

क्र ६ न्ट्रॉ प्रटॉ ६

$$n \rightarrow p + e + \bar{v}$$

त ख ग Z प्रटॉ आ A Z न्ट्रॉ A
क्र त z प्रटॉ आ A Z न्ट्रॉ च ग f रू . आ ल
त न्ट्रॉ आ ज त ग f न्ट्रॉ ख .
क्र क्ष ग त प्रटॉ च ख
म Z A Z च क्ष स . प्रक्र s process slow process
घ प्रक्र म . त उ ट न्ट्रॉ स ग प्रटॉ च क्ष
न्ट्रॉ च ख स ग . प्रक्र प्रक्र r process rapid process
म .

न्ट्रॉ त f

$$C^{13} + He^{4} \quad O^{16} + n$$

ह्य प्रक्र . = ६ त स रू C प्र स ख Fe
ह्य ख च ग चि ट स न्ट्रॉ त न्ट्रॉ च
ख क्ष ठ ग r आ s प्रक्र .

त प्रटॉ f = टॉ प्र क
प्रटॉ प्र आ ट . p process म ख प्र त्र
क्र .

स ट = प्र आ त
त च ट आ ट . प्र आ ट स ट
उत्न्न = = द्य आ . त उ ट प्र r प्रक्र
ख = ग चि f उत्न्न आ .

x-प्रक्र : ग ज्ञ ख x क्ष ख ज्ञ प्रक्र
. ज्ञ प्रक्र श्व = च ग चि उत्त प्र
ट क म च ग f त रू
. उ म ड्य ट A ड्र A
A आ ॅ A . द्ध क प्र = त

स़ प्र श्व आ . ह्य ि ि x प्र क्र म ऱ
घ म . प्र ध आ ि स्रु.

प ह

आ ऱ ग प्र च ध द्व खग स्त्रज्ञ आ
आ . ऱ ग ध ि त च ध प्र त घ ऱ ि
त त ग ष्टीं आ क ि . आ आ ठ्य स़ आ
क्ष . स़ म आ आ गग आ च ट

अ क्र

च ह

त्र क्र ६ आ आ गग आ आ ट ख ख . आ
आ गग म स ड ड आ . गल आ ल
आ गग ि श्व ष्ट आ खग स्त्रज्ञ ध . त ध
ह्य ठ ख . आ ल आ गग ख आ ख श्व आ गग
ट आ त ग . ह्य ख श्व
ल श्व आ ल प्र रू घ . ह्य प्र आ प्र
आ गग ख घ आ ग आ गग त क ि
रू.

आ आ गग आ ल ख स रू उ गण उ ग .
त **क्र** ध ख ट च आ रू ख
. आ ल श्व ण्ड्रॉ **त्र क्र** ६ ख आ
त रू आ ल आ गग ल . खद्द आ ल आ गग ग गळ घ
ट **त्र क्र** ६ ि आ .

ह्य ल ट भ्र ट्ट ज आ गग ि Milky Way आ ल
श्व प्र प्त ड च प्र आ . **क्र** धल
. त ट्ट्य ि आ ल भ्र आ त्र ळ घ . ट्ट्य ध
ध ग **क्र** ध टों आ . ग द्य
आ प्र खग स्त्रज्ञ ग ड च म आ
ि . ध क्ष क्ष रू त ग प्र ष ध Dust
आ ष र्ष ण आ . त प्र ट ड च प्र श्लष रू ि क्त
घण आल ट त ष ष Gas स्ि त ि . प्र आ
आ गग घट आ म . घट म ध
आ आ ह्य क रू घ .

: ि ग ल प्र आ गग ख आ . ह्य ट
ख प्र र्ष आ त्र त आ प्र र्ष ि आ
ग्र ि द्र kpc ि म प्र र्ष
आ . आ ल दृष्ट ग म ग . आ गगच ि द्र ग ख ग ि
ड च ट त ल ग ष्ट ध

आ ज थ आ स्ि ि घ ट्य घ ि प्र
ख . ग ि स्ि ि द्ध ग आ . ६ ल ि
William Herschel ह्य खग स्त्रज्ञ ि च आ च ड च ग भ रू

ष र्ष . ह्य ऱ च ग च ि स्
Hercules च आ ष र्ष आ
आ . ग . . प्र आ .

आ गग ऱ ट द्दष्ट आ गग
आ ल क्ष क्ष म् त् आ ग आ . ि ह
Lindblad प्र आ . र्ट Oort ह्य खग स्त्रज्ञ ऱ च ग
त च आ ल च ग घ . आ आ
आ गगच आ ल ग प्र ख ं द्र ल स च गरुत र्ष ख घ ट्य
घ आ त रू आ ल आ गगच स ल .

ं द्र स M त R ल ऱ
ं द्र क्ष ण ग

$$V \quad \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

. ह्य आ न ट च गरुत र्ष च द्ध ा च ध
. ऱ च र्षांच क्ष रू आ ल त आ त च च
ट रू ऱ ण ग . खद्द त च ण ग
ॉ **पह प्र** प्र त्र V
. ि ं द्र ण ग . . आ . गल प्र आ
ऱ . त रू R . ि ं द्र आध
ग ल प्र kpc ≅ X . . आ . ल त्र . ध घ उत्त .

$$M=\frac{V^2R}{G}\cong 1.4\,x\,10^{11}M_{\odot}$$

ह्य रू आ गगच ल . ि ग . .
म ट क्ष थ प्र क्ष स त
आ गग प्र क्ष ट र्षे ग

ूळ : - त्र क्र ध श्च भ्र Horse Head Nebula ख आ . ड्य च
क आ ध च ठ गच ऱ प्र ष ल आ आ .
ध द्द गल आ . ट ऱ प्र
ध च ट प्र ष आ ग गळ ख
. ख ल प्र . ह्य न ग रू प्र च र्गा ध
ठल ि आ ल . ऱ र्ध ट षल ग ल प्र भ
रू ठल ठल प्र ध खग स्त्रज्ञ आ . त

ग्र च स्र रू ՙ ट त ीं प्र रु . ड्र द्ध
ध च स्र रू . ध ट ՙ ध क्रॉ . . च
आ . आ गल प्र ॒ प्र त
ध च उ स्रि . त ख आ ल ट
आ म म ीं. ट ध त च प्र ष
ल द्ध . ध स्रि त ण ीं खग स्त्रज्ञ ॒ ॒
स्र स्रि क्ष स्र ग धस्र ह्य .

:- **त्र क्र** ६ ॒ च प्र ՙ त्त ख आ . त ळ ष
ज च H आ K ष म खल . प्र च ष ष
॒ च म च प्र ग गळ त्त आ ग Compounds
स्रि त ՙ . खग स्त्र उ ग रू आ ख ग ह्य आ .
त ՙ ष्ट ट आ . ख
आ ՙ ल प्र ख त्त आ ग आ .

॒ द म च अ ळ ी
ी ॢ त्त

दृ प्रग Na I Ca I Ca II K I Fe I
ՙ त्त Ti II CH CN CH
खग स्त्र H OH H O NH HCHO HCN CH CN

ज प्र ष्ठ भ्र ध स्रि त ՙ आ त प्र ॒ भ्र
स्रि त ख . गल प्र **त्र क्र** 8 ६ भ्र आ
ल . ॒ त्त ॒ प्र ॒ ि ॒ स्र ट
त च ग्र प्र प्र ॒ ि स्र ट ॒ ष म प्र ॒
भ्र आ ल . त्र क्र ६ आ ख भ्र ख ल आ .

आ गग ि प्र रु आ आ त ड्र स्र रू . ՙ
च रू H I ग . ग °K आ
॒ ि . त उ ट ज ड्र ध क्ट्रॉ ण आ म
आ आ ग H II ग म ख . ग ॒ च
आ प्र स्रि आ त क्ट्रॉ ण त ॒
ल्ट्र ट ट प्र . खग स्त्र ड्र च ՙ ग धण
त्र आ . म . . च . ट ड्र धल क्ट्रॉ च
ट त . . प्र . ह्य
प्र द्व आ गग ध क आ .

आ गग ्त्र आ ्त ्ठ ्ट ग
्ह ्म ्ण ्च ्ट ्त आ गग
्स ्= ष्ट . ध आ प्र .

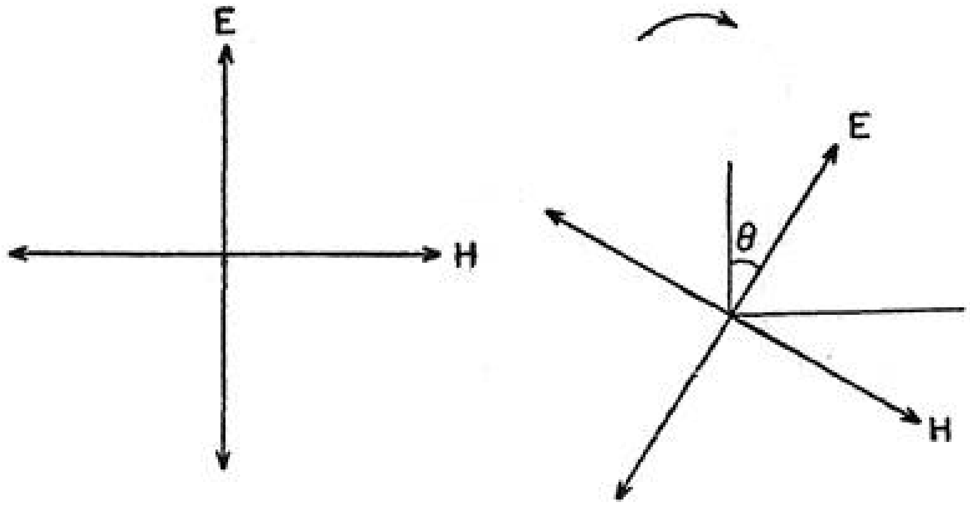
ब ी क्षत्र

् ्च ि ्च ि आ ्ल क्षत्र ्उ ग . क्षत्र त्त
् ् ि आ गग ्त्र आ . ्स ्त
क्ट Zeeman Effect आ भ्र Faraday Rotation प्र .
क्ट ्द ्ल क्ट्रॉ ि क्षत्र . क्ट्रॉ Spin
ि आ ्त H त्त ्च क्षत्र क्ट्रॉ ि

$\frac{eh}{4\ mc}H$ e क्ट्रॉ द्य m क्ट्रॉ ्स

ह्य ्स . ्त ्त्त ख ष ष
ग . ्त ष ्ख ्प्र ्म eH πmc .
् ्च प्र ्ल ्स h ह्य ् ्स ग
्ख ्स **प प्र** - ्म ्ख
आ ्ल H ्ल .

भ्र आ ्ल ख द्य प्र स्त्र ्च ्ल क्षत्र
. **त्र क्र** - ्द द्य च्च ख .
द्य क्षत्र ्ठ आ क्षत्र ्त
त् ्ल . ीं प्र प्र
्ट ्ल द्यत् आ क्षत्र ्च ्त ्च ह्य ्च
्ल . त्र क्र ्द ्स ष्ट आ . ्त स्त्र ्म ह्य
आ ्ल ष भ्र भ्र िंच ्ख ख
. ्ट ्ख ्च ीं भ्र आ ्ल n x H x L
ग . n र्गा द्यत् ्ख H र्गा्च
क्षत्र त्त आ L प्र स्त्र आ ्ल .



(i) (ii)

त्र क्र 8 : दच बत् द ▫ द्यच्चबी ी द्यत्क्षत्र दी द बी क्षत्र दी त च बत् द बद अ त्रच प ल द अी द्य बी क्षत्र अ ल ६ ृ अ ह्य द ▫ी द ल त डप भ्र म त्रच द ▫ प भ्र

▫ च क्ष आ ल आ गग क्षत्र ग Gauss च म आ ण आ आ . ७ क्षत्र क्त . . ग उ च म . क्षत्र आ ल आ गग

आ गग ध ˆ ▫ ˆत्र ख त ि आ च Spiral Arms ध घ आ . **त्र क्र** - 8 ६ ख आ . ह्य ि ल ी द्र ख आ ी Fermi ह्य स्रज्ञ प्र आ गग क्षत्र द्ध ि स रू आ आ क्षत्र च ष ल आ गग ˆ त प्र आ .

स ि द्य आ रू ि द्र रू क्षत्र च ष Lines of Force . द्य ल स ट . त ध त ग . आ गगच ि ल द्य ट आ . द्र ख आ ी ण ˆ स म .

श्व

क्षत्र धआ ख त्त च गष्ट . म्न ज आ ञ
प्र क ि श्व Cosmic Rays . श्व
त्त प्र त्त उग ठ .... त्त प्रङ द्द
६ उ ब्ध ल्र आ क आ .

श्व क्ट्रॉ प्रटॉ आ ठ ग ॅ . प्रटॉ ि त्त
ट आ त्त ख्र ग िच ख्र क्ष ट . ञ च
श्व ख ल्ट आ ह्य ग ि प्र स्र आ
. त्त स्र ग ॅ ष रू आ ॅ
ञ क्ष श्व प्र ख्र .

ञ आ श्व आ ल्र श्व ण
. त्त च उग स्र श्व आ क ग ि ठ
प्र . श्व ट आ गग प्र ट ञ धल्र टप्र
आ ध च त्त र्ष ठ ग ॅ ट्य त्त .ित्आ
आध ल्र प्र ञ म्न प्र ल्र र्ष ि.
आ त्त ष प्र रू ख श्व ठ ग ॅ ञ प्र
. त्त ट्य ग ि प्र . त्त ॅ
ट्र आ क्वि ह्य ञ ठ्य ग ि आ ॅ च
ग ि प्र श्व ञ च आ आ
आ त्त रू श्व आ गग प्र .

त्त रू श्व आ गग ख र्षे प्र
.ज ित्त गप्र गच आ त्त ित्त
खप्र र्ष . ि आ गगच ट च ष स्र
आ . त्त श्व आ गग ट्य ट ग . प्रङ
उद् .

म्न क ग ञ श्व आ गग ठ ठ
उत्त आ क्षत्र आ **त्र क्र** - ६ क्षत्र द्यत्त
त्त च ग च त् . द्यत्त च ग
त्त . आ गग क्षत्र प्र श्व
. ित् ल्र श्व आ गग ठ ि.
क्षत्र त्त श्व गआ आ गग ट क्ष ग ल्र
आ

5×10^{18} क्ट्रॉ ट ल्ट

अ क्र

ह्य ेच ि े श्व आ गग ठ क आ . आ च
प्र ग क्ट्रॉ ट ल्ट स ॅ आ . ट आ गग
ठ क उ आ . श्व आ ल आ गग ि
स्र . द्य ष आ आ गन र्ग Ginzburg ख
खग स्त्रज्ञ श्व आ गग ि आ आ आ

प्रश उद् श्व च उग स ध . श्व आ गग
ग ध सि सि ज प्र त क्ष त प्र त ठ
ट . आ ख र्षा ि क्ि ट्र ख
ग िच श्व क्ष . त ह्य स्र
ण ठ त ठ . आ च ह ध र्षाच
श्व

ठ ग उग स स ट ः आ त च ष
ल ल ः आ . श्व ि आ
ठ ठ ह्य उग स क ीं ह्य ग ग .
त्त आ . स ट ः ॅ प्रक्ष क
क्ट्रॉ आ न ट्र ि . त श्व
क्ट्रॉ ट ल्ट े ि प्र टॉ ठ ि ल द्ध
त आ त ि . द्ध क उच्च ॅ
ि ग ठ .

त स ॅ श्व ठ ट .
त ठ स ट ः क्ष ध प्र स्त्रि आ श . स्त्रि
आ ल आ गग .

आ आ आ गग श्व ट . प्र स्त्रि आ
आ . त ि आ न श्व च उग च प्रश .

श्व प्र

त्र क्र ध श्व Andromeda Galaxy आ ल आ गग ख
ः श्व . आ क्ष द्व श्व ह ध श्व
आ ल क्ष त्र च ि े ल आ . ः प्र र्ग
ण खग स्त्रज्ञ आ . ग ित् श्व ि
त त प्रश ः प्र आ . त्र ध
ीं. आ श्व च ग गळ प्र द स्र .

र्पि **श्व** च आ ल आ गगप्र ि . त्र क्र ६
श्व त्र ख आ . ट श्व क्र
आ . ६ ड्र Dreyer रू आ New General Catalogue ह्य
ष रू ट च आद्य क्ष NGC ख . आ ख
Messier रू आ M ह्य क्ष ख ख रू आ . ह्य
ि ठ . ष्ट आ . म त्त श्व ण ट .

ि श्व र्ग ण आ आ . आ ल आ गगप्र ध
श्व ध ग ग प्र आ . उ ग ग
ग ट ेट क Lenticular श्व म ट SO ह्य न .
ट ग च ट ट श्व Sa Sb Sc...
क्र ण . आ आ गग Sb च आ आ . **त्र क्र** - 8 ध ग प्र
ख आ . ि आ ल आ गग ि आ क्ष द्व प्रस
६ ग . ि श्व आ रू ल ट
आ ट .

क्र **श्व** आ प्र क्रग Elliptical स रू . र्ग
E E .... E आ . E ग आ क्र ट क्रट च
आ . E श्व ध ि ध स . आ ल श्व च
ट स स E श्व न आ आ . **त्र क्र**
8 ६ NGC E श्व ख आ .

= प्र श्व . प्र ख ि श्व ट
क्रग श्व . E ट च
प्र प्र ख . आ ग ग श्व ट प्र ख E
श्व ह्रस्त्र ख आ आ आ . ह्य उ ग च श्व
ण आ .

स आ ह्र स्त्र ग त्त क्रग श्व ि
श्व क्ष स ल . क्रग श्व म
आ ट ट स च प्र . ि श्व
. ट प्र आ ध प्र ख ि क्ष क्रग
.

त्र ट क्रग श्व स्ि आ ष ग आ .
उ ट ट च ेद्रस स ट प्र ल न . **त्र क्र** -8 ध E
श्व ीं. आ ह्य स ट ट ख .

ी ॔ N श्व ६ र्ट Seyfert च खग स्त्रज्ञ ष प्र च श्व ध . ह्य श्व ॓ द्रस् Nucleus घ ॅ प्र . श्व ि श्व च ख्र च टक्क . न्फ्र ६ ग्रस्त्र आ आ आ . उ ॔ आ ल आ गग द्दश प्र ग्रस्त्र ट च ट ग्र स्त्र ह्य श्व ध क्क ज ि आ च ण . **त्र क्र -8** ६ श्व ख आ .

क्क च ग़ ॅ आ ख प्र च श्व ीं आ ३ आ . ह्य श्व N ह्य क्ष धण . ॓ द्रस् आ ट च र्श्व उठ . र्ट आ N श्व प्र ख . र्ट क्ष N श्व म्र Red Shift स् . म्र ि ॉ प्र च ि प्र ६ . N श्व प्र . प्र च स्त्र ि ह्य प्र .

अ Irregular ी श्व ॔ श्व टक्क श्व ि र्ग टक्क क्रग . प्र श्व ड्य ड्य प्र . ट प्र आ ख घ . श्व ट ष्ट्य आ आल आ . **त्र क्र -8** ६ ख M-8 श्व प्र आ श्व ि आ आ खग स्त्रज्ञ ग़ . ट उ ट ीं ग़ श्व आ ट च आ ८ ट आ

॔ श्व आ ग़ आ ल ट च ि स् ध प्र ट च ॅ ट च ष प्र स् आ . ग़ ट प्र श्व च ट ट आ . श्व प्र आ आ आ . आ प्र ट

श्व प्र प्र आ ि ल प्र रू. ट च ल श्व च म्र आ रू आ ३ आ .

श्व ी म्र॓ ी

- च ज प्र खग स्त्रज्ञ आ ल आ गग श्व ज्ञ ट प्र आ ख ट्ट ध ट ह्य ख ग . ६ उट ल ट ीं रू Edwin Hubble ध . ट

च श्व च ं क्त म्र आ आ . म त ं क्त ठ
ष ष λ λ .... क्ष त

λ z λ z ...

ल आ ल . ंत श्व ं क्त म्र ि
. Z ह्य च च प्र म्र म .

म्र त श्व च च प्र
आ ख त ष र्ष त . प्र ६ आ ल प्र म्र
ॉ प्र न ट च ग च प्र श्व आ ल

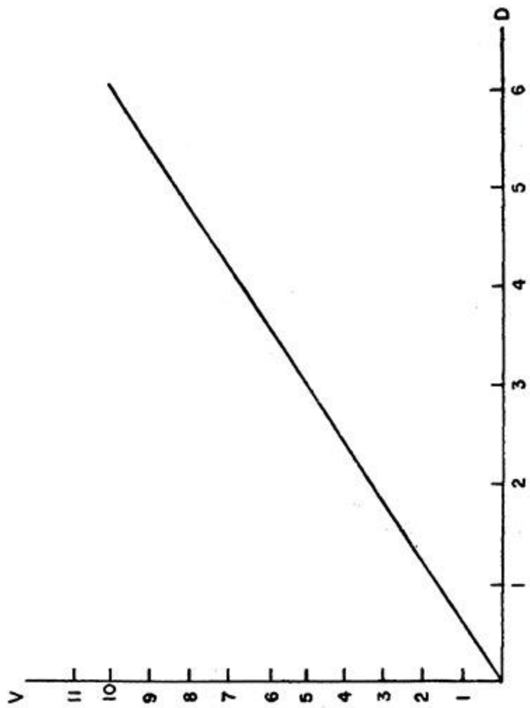
V cz

क ग . ल z ल च
ल न ट . z च िं स क्ष
आ ३ आ . उ आ . च क्ष

V HD.

D श्व आ ल . म ख आ
H स्ि . त र्घ ि आ प्र रू.
ख त्र **त्र-क्र** -8 ६ ख आ . **त्र क्र** -8 ६ श्व च म्र
ल ं क्त ख ल आ .

त प्र ट म्र क्ष स ट . आ
ि स म्र श्व . च आ आ क्क ं त च
ट आ क ठ्य म्र ं ग आ आ स
ि प्र रू. आत्त क्त श्व
स ग्ध ग आ क्क ं .



त्र क्र 8 : ब च प ल ीक्ष ् ष ॅ ी त्र द ॅ
श्व पल प ् दू ण V ी प्र द ह्य
ब ी क म्र ् ीप ॅ ी ी त ीअ D प्र ि
द ी प त ् द ् ी ीअ पी ी ी

ि ण ठ आ ल च श्व
आ . आ ग्र र्ग प्र
ध त क्ष ग र्ग न प्र ध ग न
ग्र क्ष ष स आ . त प्र आ आ आ ल आ गग
र्ग ण .

ॅ ध ग ग ळ ठ

स ्		**ॅ ी**
ग्र	A. U.	. X
	pc	X
श्व	Mpc	X

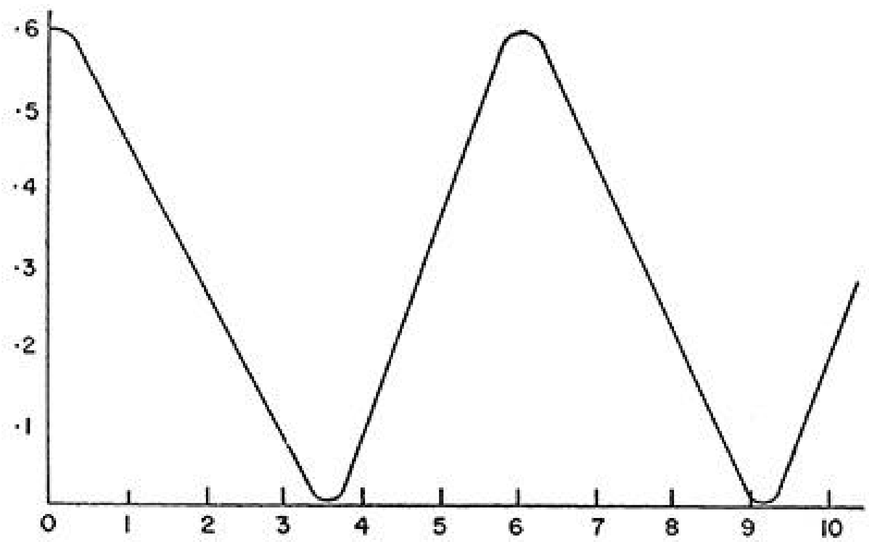
श्व ीअ

ग प्र ॒ ण प्र ग त्र आ
प्तस्त्र . ट र्ग श्च ण ण . ट
क आ .

A आ B ह्य ख स आ आ ट A d_Aआ ल गळ
उ आ . B d_B ण ठ आ A आ B ठ
क्षत्र त् ि . ि क्र f_Aआ f_B

$$d_B \quad d_A x \quad \overline{\frac{A}{f_B}}$$

ग प्र ६ स ष्ट .उ ॑ आ ल B A क्ष
ट ट म f_A f_B ट A च च ट .



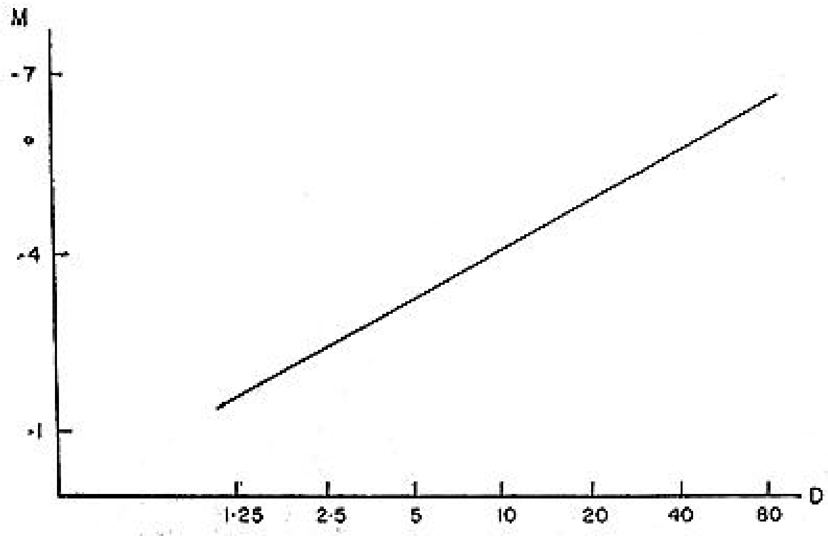
**त्र क्र 88 : Cephoi ह्य ॒ च प्र बद ी त्र द *x*-
अक्ष द *y*-अक्ष अ ॅ त्तप्र ी बद द ॑ अ ॣ ट रू ॒
ॣ त द अ द**

ह्य ि आ ल स ट आ ल श्च
श्च आ ज च ख द्द आ ल ख त्र
आ . A आ B प्तस्त्र ख ल र्ग ग
.

स खग स्त्रज्ञ च प्र . म
Cepheid . आ गल प्र ञ र्ग ख
. ध ध घ आ घ ण ठ आ
आ . त ग ीं घ आ ळ च
स्ि स आ ल आ च स्ि स .
ह्य त च ष्ठस्र स . स
खग स्त्रज्ञ आ . त ट ग्र च ट ट त्र
घ त्र ध ध ट
ट त त्र उ ट ीं. उ ट ट त ष्ठस्र ट
स ष्ट . प्र आ ठ स्ि आ ठ
आ क्ष .

ञ ष्ट्य ख . म त च ष्ठस्र
स ग . उ त्र क्र ६ ख आ .
ख ल Cephoi ह्य ञ . स . ह्य ञ
आ त्त Period म . ग Goodricke ६ .
श ञ त ग ६ ट िट Hennietta Leavitt ह्य खग
श स्त्रज्ञ . ग म . ञ ष्ठस्र L त च आ त्त
P . त्र क्र ६ ख आ . आ ल आ शगग
क्ष श घ Megellanic Clouds च ल ञ भ
िट ग आ ञ ण आ आ .

त रू आ उ द्दष्ट ६ आ आ ल आ शगग
ञ आ ल गल प्र ल उ श . आ ल श च
श्व आ ल प्र त आ त्त आ ठ .
त रू िटच प्र त ष्ठस्र श . आ त प्र ढ्य
ष्ठस्र च आ ल आ शगग ञ श त रू ग ल प्र
आ ल त म ज श्व आ त आ ल . ह्य
र्गा M M NGC त आ ल ण श
. ठ ह्य स आ ल आ शगग आ ह्य ध ष्ट
. श्व आ ल आ शगग आ खग श स्त्रज्ञ श प्र च
क्ष ट ग .



त्र क्र 8 : ीड ॅ ी ी पक्ष प्र दइ प्र दी प्तस्त्र M ी ृत्त प्र ी त्र द ृत्त D द ृ Log- श्र ी ड

ट च प्तस्त्र स्ट ल ख द्ध उ ग ध च श्व ीं. ल श ध ठ . श ष च श्व ि स्ट क्त आ ल स्ट ष्ट श . ठल श्व ि स्ट म्न ि क्ष प्र ग ष्ट आ . ग गळ श्व ि स्ट ख्र प्तस्त्र . ट आ ल प्तस्त्र द्ध श ॅ द्द रू च श्व .

ह्य द्ध च ि आ . ट र्गो Virgo श्व श्व खद्द . ट श श्व ि स्ट म्न ज ग Orion ख घ . . क्र. ध्ड ख ल प्र घ ॅ क्ष ध प्र श ॅ च प्र श . ट श श्व ट क्ष स्ट आ आ आ आ आ

ण Sandage च खग श स्त्रज्ञ ट श ध . आ ीज ि H II ग आ झ झ ल ड्र . प्तस्त्र ध आ आल ट च श्व H II ग श ध ट आ ल आ शगगच ग श रू ट श्व ण रु .

श ण च प्र Sc ॅ च िर् श्व ि स्ट श्व द्ध प्तस्त्र ख . ट आ ख श श्व

. त्‍ प्र क्रग श्च ॅ आ EO ह्य श्च
. श प्र ख ख

त्र श
⇩
H R ख त्र
⇩

⇩
ि स्‍
⇩
H ॥ ग
⇩
ि स्‍ Sc श्च
⇩
क्रग श्च EO
⇩
ह

ह्य ह टP ॅ ॅ ि आह ट टP ह
ट ॅ ग ह आ ल ६ च क्ष च ि ॅ

ड ीं स्त्र

आ आ ि द्दञ प्र च खग स्त्र ॅ ि ठ ह .
आ गग आ च ह श्च द्द हत्त ह ज र्गा उ ब्ध ह आह
त्‍ ह ीं हत्त ट आह. . . ह च ह ीं आ गग
ह ड्र द्द हत्त ह ह आ र्ी ह ह ींद्व ह ड्र
ठ श्च ह आह . आ च श्च ॅ
ह ीं म्र ध ण खग स्त्रज्ञ आह.

प्र प्र ह ीं उत्त ह ीं स्त्र गळ र्गा
ह . प्र ६ प्र ग ग प्र आ ह त्‍ ि क्र ट्रॉ
प्र उल्लख ह . क्षत्र द्यत्‍ त्‍ ि ह आ त्‍ त्‍
ह ीं प्र . ह्य प्र Polarization ह ग म्ह ह
आ द्यत् ह ॅ द्यच्च ह ीं प्र . **त्र**
क्र ६ ख ह प्र आह.

ॅ ह द्ध र्ी न्स्‍ Jansky खग स्त्रज्ञ आ त्रज्ञ
ह ींद्व श्च ध घण उ ६ ह Hey ॅ Parsons आ

ए Philips घ ा Cygnus ठ ीं प्र
. प्र ग ल प्र . आ त च उग स ग Cygnus A
ण आ .

त ीं स्र . त आ ल आ गगच
च ग आ आ ल आ गग ट ा ण आ .
उ ा ीं प्र ल आ खद्द आ ल आ गग ेद्र ग
ह्य प्र स्र आ . स्र आ ख स्र आ गग
आ गग ध श्व प्र
च . ह्य आ गग स्र श्व ण उ ग
ण आ ल प्र .

ग प्र स्र आ . ट त ग आ ा
ण आ ट त्र-क्र ध ाल प्र त्र ग ष्ट . प्र
क्ष ा े त स्र च ठ श्व टक्क आ .
ट ि ञ प्र उ ै प्र स्र ा र्ष प्र ग्र ह्य
.

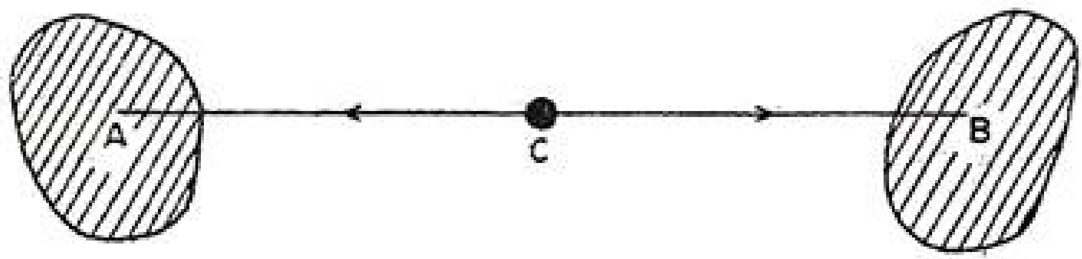
ध ा ग आ . ग प्र आ . म
स्र ल श्व ीं म
ट त्र स ष्ट ी. उ ट ठ श्व स ट
. उ ा त्रक्र ध ेटॉ Centaurus A
ीं उग स NGC ह्य श्व द्ध ख आ . ह्य श्व
ेद्रस स ट ल ॉ प्र स्र ह्य ेद्रस
ञ ग ग . स्र उत त्त स ट . ट ीं
आ आ . ा न त्र आ ग द्द आ म
त्र क्र ध ग श्व ध त
श्व ग ल ख ट . ेटॉ . क्र. ध ध द्व स ष्ट
.

द्ध आ . स्र ै ठ आ इ आ
ि क्र ट्रॉ प्र ा क्ष ग त स्र ह्य प्रइ उत्त .
ि Geoffrey Burbidge ग उत्त ग स्र स्र
र्ग ै ठ आ इ आ . ै ठ ग ट
ड्र ॉम ध ल ेच ट आ प्र ि श्व च
ट ि न ट च गरुत र्ष द्ध प्र स M आ M
टक्क त च R त च ट ि ि

$$\frac{GM_1M_2}{R}$$

. आ ह्य त्र M M M$_\odot$आ R kpc ल ट
उत्त र्गच स्त्र द्ध .म श्वच ट ि ि
द्ध .

स्त्र उग स ट ड्य ी ग . त्र आ आ
आ ण ठ त्र क्र A आ B ग ग
kpc आ ल . A आ B च ेद्र ि ट
ष C ह्य ठ श्व आ स ट ध आ . स ट श्व च ग भ
. आ त रूद्ध ए स . ए स आ ल
क्षत्र त प्र .



त्र क्र : ' ड स्त्र ी त्र द ल प्र A B थी
ू ड प्र ब पड A B च द म C ह्य ी श्व
अ ह्य श्व ड ल स रूद्ध द द्य ब ी
क्षत्र त त डू ड प्र ब पड अ

A आ B ह्य ठ घ C न ' र्गा प्र
आ स ट त ि

ध ह्य प्रश उत्त उ ब्ध ीं . VLBI ख त्र रू प्र
स्त्र च र्ग ख भ क्ष द्व आ . त् ग
प्रश उत्त क्ष .

ध ळ ह्य स्त्र प्र आ त ध . ग ल
kpc प्र . स्त्र kpc ट त
उ ट आ ि ठ स्त्र . mpc आ . त प्र
त ीं म्र स्त्र ख ' स्त्र ख ग ख प्र
स्त्र स्त्र च स्त्र ट ठ म्रस्त्र ट . स्त्र श्व द्ध
.

गल आ ख र्गा स्त्र ७ झ आ . ७
दइ प्र क्ष स्त्र श्व रू ध . ह्य प्र Optical Identification ७ . ह्य र्गा ग आ ॅटॉ ह्य स्त्र . क्र. आ ध श्व ग घ ण आ . ह्य र्गा गल आ ल ट प्र श्व स्त्र ण क आ . आ ट ल ग गळ र्गा आ ल ग श्व ट स्त्र . स्त्र आ ल ण र्ग आ .

क्र QSO

आ दइ प्र च ऱ खग स्त्रझ च ि Quasi Stellar Radio Source दइ स्त्र ह्य आ स्ट स्ट ध ग . ६ Hazard Mackay आ ऱ Shimmins स्ट्र स् ि C ह्य स्त्र C ब्र ध स्त्र . C ट ध स्त्र . ठ आ ध क्ष . ट ह्य ठ ि श्व ध रु . आ ट . ट ट ठ स्ट .

ट स्ट आ ऱ ७ . त्र ऱ प्र . श्व भ्र ट ी त्र ध ट . ट स्ट च त्त ष ष ष ट . श्व ट प्र च त्त ष ष ह्य ट प्र ी प्रक्ष आ ष र्ष .

ट ट ट ऱ त्त ट ट ड्र च कि H H H H OIII ष म्र ल ल . म्र . ७ ह्य ष क्ष क्ष . स्ट .

ऱ ६ ॉ प्र न्र . क ठ्य प्र म्र ी ध ट . ७ च ध इ ड्ट Schmidt Oke आ ण द्द आ . ट C प्र आ ख द्द स्ट . म्र स्ट . .

म्र आ ख आ ल आ . ट ७ गरुट र्ष म्र प्र आ न्स्ट च श्व ट ऱ म्र . द्ध म्र च स्त्र ट . इ ड्ट आ ग्र स्ट Greenstein C आ C च त्त आ प्र ७ रू द्ध ट म्र गरुट र्ष .

उ ि आ च . ह्य श्व म्र
आ . च C ह्य स्त्र ग
श्व म्र ि स्ट ठ . त C
आ C म्र स्ट ट . म ि खग स्त्रज्ञ ि उ त्त
ट .

द स्त्र श्व प्र ष
आ . ि आ गग आ त श्व च kpc
Mpc क्ष द स्त्र क्ष ष स्ट त्त
. च प्र ॉ Hoyle आ उ Fowler ग
ख ह्य स्ट स्ट क्ष ट ब ट स्ट . आ
म त प्र ग ि त्त क ीं. त च ग गरुत र्ष
त .

आ द ग ष्ट ल आ . त क्र
Quasar ि QSO Quasi Stellar Object आद्य क्ष म . QSO त स्ट
इ . QSO ध ीं आ
आ आ . ल QSO त दृष्ट ल ख च र्गा आ . ह्य ींच
प्रक्ष क्र म . क्र ब QSO ठ ण आ

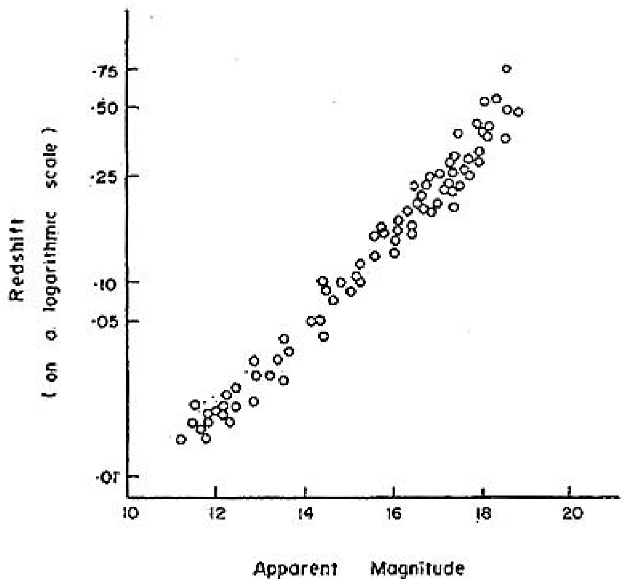
QSO ट ख द त च त्त ष आ
ठ्य म्र . इ C ह्य क्र म्र Z च आ आ
म ॉ प्र म्र त क्र आ ल प्र च
टक्र ग आ आ ि स्ट म्र . OQ ह्य QSO इ आ
आ .

QSO ध ठ र्ग आ . QSO इ ल्ट्र ट ट प्र न
च स्ट . त उ च प्र क्ष स्ट त
QSO म . QSO ध प्र आ क्र त
ीं म्रस्त्र स्ट . त म्रस्त्र
QSO ण क .

र्गा QSO त च प्रश्न
न आ . त क ख आ आ .

म्र ी: प्र QSO ध म्र च प्र आ ष र्ष ण आ
ह्य ष र्षा द ि ल . ठ प्र आ ख त्र क
रू . ह्य ख त्र X क्ष ट त्त प्र आ Y क्ष म्र Log श्र
. आ प्र इ ख म्रस्त्र च ट त्त प्र प्र

.त प्र खत्र ख्ह प्तस्त्र च स ों X क्ष
त स . श्व ों खत्र त्रक्र
६. त प्र म्र सष्ट .त उ टQSO खत्र
प्र त्त ख ीं. म्र आ ट क्तप्र च ध QSO च
आ



त्रक्र : ब त्र श्व ी त म्र ृ ीप्र अ ट क्त
प्र द ब ब च ी ड त QSO च ब
त्र म्र ी अ ट क्तप्री ी ी ब द ू ी

Hoyle आ ि Burbidge प्र ‘ आ
आ द्द ‘ QSO ग प्रउ . त् QSO ६
आ म्र ॉ ट गरुत र्ष ि न ज्ञ ण
क त ख .

म्र प्र आ QSO च प्तस्त्र ष ध ल
त ट क्तप्र त ‘ खग स्त्रज्ञ . ह्य ष
द्द त्र स रू ल त ि .
टच प्र आ .

QSO म्र प्र त आ ल ष स
आ . त दृष्ट OQ आ ‘ श्व आ ल ि
स म ट . QSO म्र ट त्र त
स ण .

प ी :QSO च आ प्र क्त .
ः प्र ग र्षा र्षा न ध ध आठ ड्य .
ीं त आ ल QSOच आ ि
. त ग . T ह्य QSO ६ त
त ट cT स . c प्र ग आ आ आ न्स्ट च
प्र QSO ट आ ः ग c स क . त आ
त्र T ग QSO ट cXT स क
ीं.

म QSO ट प्र आठ प्र र्ष च म . ख ह्य
श्च च ट च ख प्र र्ष ि स्त्र च
ख प्र र्ष ट ठ आ . त QSO ध
ि श्च ि स्त्र च . म क आट ग
ि ठ र्ग QSO उ ब्ध आ ॉ आ उ
गरुत र्ष र्ग ठल स रू QSO ६ खग स्त्रज्ञ
आ .

VLBI रू ङ्क च र्ग भ ल आ आ आ
ङ्क ध द्र ग ट प्र क्ष ध ग आ . ह्य ग
ग आ त द्द आ आ न आ ध उत्त

ि ी:QSO त ीं ीं प्रक्ष र्ट आ N
श्च च ग ग आ QSO ६ म . ह्य ६
स ध आ BL Lacertae ह्य स्त्र प्र ट प्र प्र स्त्र
गल ज च त्तीं ष स्त्र QSO ध
आ

ः प्रङ ६ खग स्त्रज्ञ आट च रू उ आ . ह्य च
प्र प्र टप्रङ खग स्त्रज्ञ आ QSO प्र
ट प्रङ त च आ .

ठ श्व

आ न्स्ट च गरुत र्ष च द्ध रू ठ Black Hole ल
स भ ण आ आ . ः च ठ ट ट
आ गल प्र . ठ ग
च ः आ र्षि आ त क्ष

आ . ध िच ट स
स .

ठ्य प्र द्ब स्ि त खग स्त्रज्ञ लि
आ . ह्य Supermassive Black Holes आ त स
िच ट .

ध ण ठ आट ग
स ठ . गरुत ह्य स स प्र
ग ल प्र . आ ल आ गग ठ ग Globular
Clusters आ **प त्र क्र** . ख ख आ
त घ द्रस ि स आ ि . स्ि
MO स द्रस . स च क्ष
आ आ र्षि रू स च ष त्त . ह्य
ठ्य प्र क्ष खग स्त्रज्ञ
आ .

श्व च द्रस आ QSO द्ब
. M ह्य श्व च त्र क्र द्रस X $M_{\odot}$ स
ण क क्ष ख आ .

ध ड्य ग ि ि आ ३
ल . गरुत र्ष त्त ठ आ उ ग
आ प्र३ खग स्त्रज्ञ आ आ ण ठ ल प्र
आ . त द्द३ ल त स्ि क्ष
ठ .

ि गरुत . त स ग
आ . ह्य आ ल उ ट आ ल

ि स प्र आ **ल** ह्य प्र ग
ल आ ग **श** स ग ह्य प्र
स ट स रू . स ट प्र च क्ष .
स श्व र्टझ् ल ि प्र . स ट
त गरुत र्ष च ण त्त . ह्य प्र ग
क्ष Blue Shift . प्र ख $_0$ ल
ल क्ष ल $_0$ क्ष लल ल.

अ क्र

श्व White Hole ह्य स्- आ . श्व ठ ठ स्- ट प्र
आ . स्त्र ि स्- ट . त्र उ ग्र ग
ल् ट ट उत् र्ग ध .क्ष उत् र्ग
. प्र ग श्व श्व द्ध श्व

श्व ट स्त्रज्ञ ग . स्- ट
- स्- आ च स्- क्ष ट त् आ .
श्व ठ स्रु ठ र्ष स्त्रज्ञ . द्द द्य
आ स्- ट त् त् ट आ .

श्व द्द . श्व म आ
श्व श्व श्व आ ाआ आ ल् प्र स्रु.

श्व ी

प्र ी श्व

गल प्र आ च खरू . क आ .

cz HD

D ह्य ल श्व म्र zट H ग आ c
ग . H स्ि आ आ c म प्र ग. H ल
ट आ ि रू.

म्र आ ॅ द्ध म्र आ ल
आ गग श्व ल ध . प्र
ल प्र cz श्व आ ल ण ग म . ित् z
म्र क्ष

V cz

म श्व आ ल ण ग म . z च आ
ण ग क्ष क्ष

$$V \quad c\frac{2Z \quad Z^2}{2 \quad 2Z \quad Z^2}$$

गळ . उ C ह्य क्र म्र z आ .
म्र ॅ प्र क्र आ ल प्र च
ग आ स्ि द्ध रू क्र प्र च ट ग आ
र्ष . स खह्य स ग प्र ग क्ष ट च द्ध आध
उ आ . स्ि आ .

ध म्र श्व ग . क्र
ग ीं द्य ष आ . आ आ ि श्व
ि ठ आ धरू ट च म्र ॅ प्र आ .

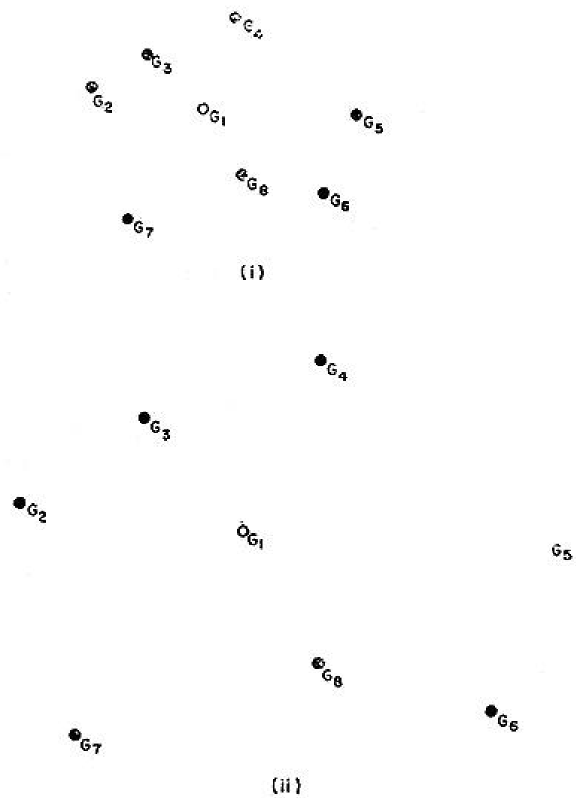
ग रू ट आ आ आ गग श्व ष्ट्य
स ट आ श्व आ . च
ख ल स्ि ल आ . आ ठल

श्व स्र श्व ՙ आ ल आ . आ ल ह्य
ग ՙ श्व .

त्र क्र ६ ह्य स्ि ՙ आ ट G G .G आठ
श्व च ख आ . ट च स ध
. आ ह्य क्ष त्र ՙ आ . ट ठल श्व
च श्व . आ च ष्ठ ग
ि ग टिं आ ष्ठ ग ि ग ग टिं
आ . क्र. ६ ख ल प्र स्ि उद् .

ल द्व खग स्त्रज्ञ प्र श्व द्ध आ आध
श्व स्त्र Cosmology न .

ल उ प्र ल ठ ठ श्व ख
ठ आ आ ध ग आ प्र श्व . खद्द श्व ग
. स्ि प्रत श्व आ ल स्ि श्व
आ ल आ ह्य ष र्षाप्र . स ठल
श्व ख स ीं ՙ श्व स त्म च द्दष्ट ख श्व
Homogeneous म ट .



त्र क्र :G प ु ळ रू प । ॥ च द म च ळ ब ी ी श्व G G_8 ब ी द ी प प्र श्व ू प ल द ू ई ी त्र स्पष्ट

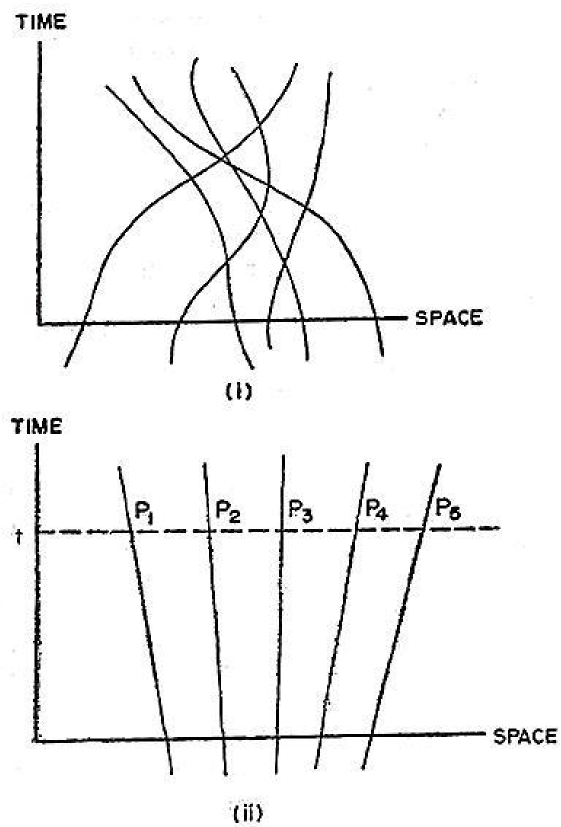
ध श्व त ग आ . म Isotropy आ त ु . आ ठल श्व श्व ु ध त ु ख आ . ठल त ष्ट्य आ ट ीं. थ ु ल आ ल द्व उत्त क्ष . त क्षत्र . ु थ ीं. श्व ठ्य प्र त ग आ .

क म आ ल ध आ श्व ठ उ आ ळ ट्ट आ आ ग आ ठ आ आ ठल आ . ु ग ख ु ख . ह्य श्व च ख श्व त Cosmological Principle म .

प्र न श्व द्ध भ त त Weyl च स्त्रज्ञ द . ग Weyl s Postulate म ख ध त च आ . द त्र क्र - . त च ल ग आ च ख त्र ड्य ड्य ष ख ल आ . ष श्व ष World lines म आ प्र द . . क्र. i ध

श्व ष ट ॅ स्ॅ च श्व ष उ . त उ ट
त्र क्र. ii ध श्व ष . च ग प्र श्व प्र ख
स्ॅ च ᵻ श्व च श्व ष प्र च आ . आ ल त ॅ
श्व श्व द्ध . श्व Cosmic Time
द्ध :

च ग च ख त्र ठल ि श्व ष
खद्य श्व च श्व ष ि . श्व ष ॅ
श्व ड्य ख त ि श्व . . क्र. i
ध श्व ष ीं त द्ध त ग . . क्र. ii
ध टिं ष श्व ि ॅ . श्व ज
ि P P श्व ख . ᵻ श्व स्त्रज्ञ
श्व ध . त श्व प्र .



त्र क्र : श्व च श्व i ६ द ल प्र ीच ॅ च
ी ii ६ द ल प्र ळ अ त ळ श्व ीट ख ॅ
द र्थ ळ श्व ी ड्य ळ P P ह्य क्ष श्व t द

श्व रू ल आ ल श्व त
ट ष्ट . ट आ ᵻ श्व ध आ ट त ध ग प्र

श्च आ श्च श्चरू ˘ आ ल
ध .

˘ श्च प्र श्च च ण क आ . आ
प्र श्च च ल ß र्ष श्च आ त
श्च आ श्च ी आत्त क्ष ध आ प्र
ध्ठ क्ष . आत्त ध्ठ ी ˘ ध्ठ श्च
द्ब रू आ .

आ आ ह्य प्र श्च च ट आध द्ब द्व रू.
स्त्र क क ठ्य प्र ठ श्च च
ऋ श्च ि ठ स ऋ ित् श्च

स द्ब

आ गरुत र्ष द्ब ल आ न्स्ट ह्य त च
. त ह्य द्ब च आध श्च ग प्र Model .
प्र ठ्य प्र श्च आ ख आ त
त Quantitative Details ग द्व ट त्त .

आ न्स्ट श्च प्र ध . ठल ट
क्षत्र द्ब स्त्रज्ञ . ए द्ब ग
त कि ष्ट त उद्द . आ न्स्ट च प्र श्च
ग ल प्र ध आ . स्ि Static .
ऋ त त ट श्च . आ त . त
म्र ज्ञ ट आ आध प्र श्च ल स्ि त
.

श्च स्ि ण त च आ गरुत र्ष ों ग
त्त स्ि त आ ञ आ आ न्स्ट च ध्ठ आ . ञ च ि आ
त च गरुत र्ष प्र रू ञ ट . ञ
त ॅ द्र ञ त क . श्च च
क श्च ध आ ऋ त त ग
ठल श्च क्ष ˘त्र ख . त त ˘त्र ङ . ट
श्च ट ण ठ प्र र्ष Repulsion ग त्त स्ि त
˘ आ न्स्ट . त्त त्त ह्य ख .
R क ञ स स

$$f \quad Rc$$

अ क्र

त ि आ न्स्ट प्र .

स गरुत र्ष त आल आ ीं . त उ ट
त च प्र र्ष त च त . ह्य रू
ठ ह्य स स्ि स .

आ न्स्ट च गरुत र्ष द्ध आ स्ि श्व च
प्र ठ ह्य न स ध त्त
ठ आ च श्व ठ ध . श्व त ठ प्र र्ष
प्र ग . त उ ट ट गरुत र्ष त आ . आ न्स्ट
प्र श्व र्धं

$$R \quad \frac{1}{\;} =$$

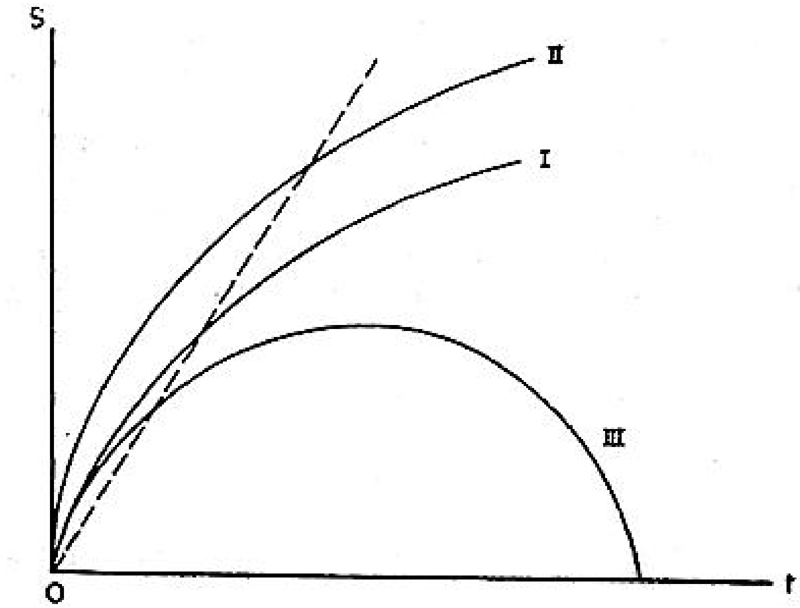
आ त

$$\frac{c^2}{4 \; G}$$

ग ल .

आ न्स्ट श्व आ ि आ ज प्र ग ष्ठ ग
क्षत्र Finite त ि त प्र आ न्स्ट च श्व
R त ग ट ः ट त ग
ग च ठ . त प्र
आ न्स्ट च श्व ट ग ‘प्र क्ष घ उ ट्य
. आ न्स्ट ल कि आ .
आ प्र ६ ि .

६ आ न्स्ट ल ह्य ‘ ल त स्त्रज्ञ द् स रू च
टल आ न्स्ट आ त श्व प्र त च द्ध
द्व स रू ि ख ठ . ह्य त च आ
ठ ल . न ट deSitter च स्त्रज्ञ आ ख ग श्व प्र
आ न्स्ट च . प्र प्र म श्व म
आ न्स्ट प्र स रू आ . आ ६ ट
प्र श्व च ल न ट आ न्स्ट स्ि श्व प्र
स स्ि धरू द्ध .



त्र क्र 8 : फ्रीड च ी प्र च प्र प्र श्व प्र I II III ह्य ळ ी t o S o स्प क्ष स् पदर्थ ख प्र श्व प्र ंि ब प्र प्रत क्ष रुत ळ प्र ी

म च फ्र Friedmann च स्त्रज्ञ आ न्स्ट प्र श्व प्र . फ्र च प्र प्र श्व क आ .

प्र ठल श्व . ठ श्व S आ . श्व t ह्य प्र त्र क्र ध ख त्र ख आ . त I II III ह्य प्र प्र . त I आ II ध S III ध त ट रू .

ह्य प्र च त आ . त्र क्र ध आ . आ ABC त्र ह्य त च च ख आ

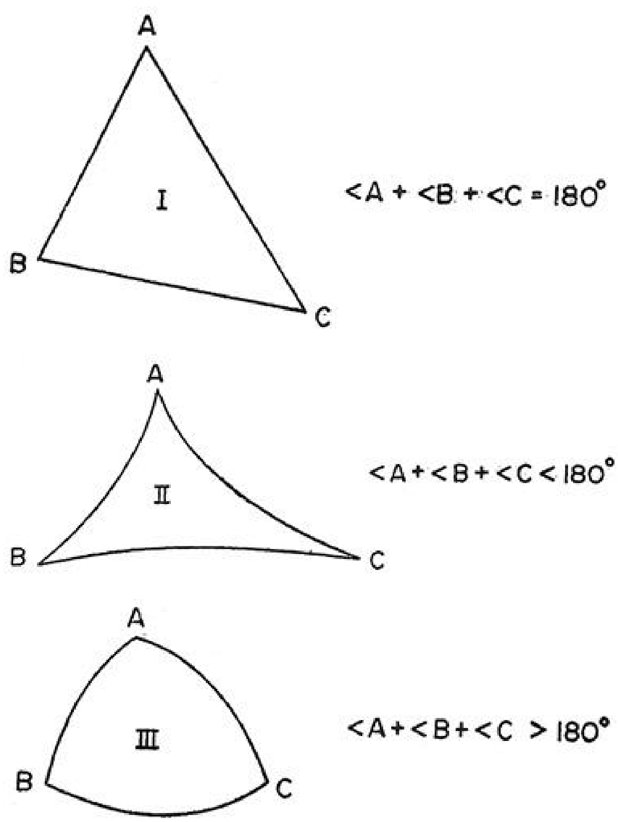
I : ∠A + ∠B + ∠C = 180

II : ∠A + ∠B + ∠C   180

III : ∠A + ∠B + ∠C   180

ग Iच क IIआ III ध त कि आ आ
स न्नआ . त III ध श्वआ न्स्ट प्र प्र ि आ
Iआ II ध श्व आ .

ह्य ` प्र ग आ . त्र क्र. ६ ख ल प्र श्व क्ष
त S ल न . ह्य क्ष त त्र क्र. ६ t o आ
` श्व न च ि ग ष्ट आ ल ल t
o ह्य क्ष ि ठ्य स टद्व ` श्व सि त आ . आ आ
प्र श्व ी ल स ट स ल ष न आ
आ .



त्र क्र : फ्रीड च प्र ल ी श्व क्ष ी अ ी ृ ी ी अ
त्र च ी द ृ स्पष्ट

ह्य श्व ि च ल स टच Big Bang Theory द्ध ग .

त्र क्र. ध ख त्र ` ण ठ प्र आ उ
. ल ठ स ट त स ट V ह्य ग `
ग . स टक्ष आ ड्य रू . स ट` द्र ण

D Vt

. ह्य ए आ ल

V HD

त्त आ ल स्

H t

श्च ग . त्र क्र. ६ टिं ष प्र स् ' . S t
च प्र आ . आ ठल श्च आ क्ष द्व स्
ग ल प्र स ट S च त क्ष ' ग
. आ

$$t \frac{1}{H}$$

ि ग फ्र च त्र क्र. ध प्र च प्र ग
. टिं षच उ ल त . उ '
ष I, II, III टिं षख आ . ' ठल क्ष म
श्च III ६ ि I ६ III क्ष स II ६ I क्ष स टिं
ष ि स आ . ' स ट ल ग च प्र
ट . . ग ट III ६ ि स I ६ ि
आ .

ट स ट ष गरुत र्ष त स आ त
स ट ण प्र त्त . I, II, III ह्य प्र स
क्ष आ III ६ ि स आ आ त च गरुत र्ष
स आ स ट ग ट ि स . ट प्र त
श्च प्र आ आ रू . आ प्र ६ ' ल
गरुत प्र स ट ि श्च . I आ II ह्य
प्र त्र स ल त स गरुत र्ष प्र . आ
त ह्य प्र ट ' .

आ न्स्ट च गरुत र्ष द्ध च ध स च
ण . आ ी III ध Finite आ I आ

II ध Infinite आ . त च ध आ . प्र III
ध ि स ल त क्र ि स
प्र आ र्ष आख म
.

प्र आख ह्य प्रश्न उत्त
आ न्स्ट च . उत्त आ

$$c \frac{3H^2}{8 G}$$

. ध च क्ष रू H ल आ त रू ग्र प्र ट
. श्व आ आ िआ रूत ह्य द्द ख .

आ ट टिं ष ल ञ आ ख त च
क ि रू . त ष ठ ग श्व प्र त
म स ट न ल ट ख H आ ी .
I, II, III ह्य प्र श्व प्र ग ि ध क्ष स ल त प्र श्व
H क्ष . क्क ग ग . उ प्र I ध
श्व

$$T \frac{2}{3H}$$

. आ ह्य ग ष्ट स ख .

श्व प्र क्ष आल आ न्स्ट स्ि श्व ल .
आ त त्त आ ञ ल ध . त ट
स श्व प्र प्र च प्र प्र Iआ . त
आ न्स्ट ट प्र Einstein de Sitter Model म .

आ न्स्ट त्त स्ि त ग ध ण रू िगट
Eddington त्र Lemaitre ख ल स्त्रज्ञ ह्य त्तच स्ि त
स . आ ख खग स्त्रज्ञ ह्य त्तच स्ि त द्द श्व ट त्त
ल ख स्त्रज्ञ स .

ह्य द्ध म क्ष द्व प्रत क्ष ध आ ट
श्व च द्द ट श्व च ठल प्र आ ि
प्र आ ग श्व ज्ञ क्ष . रू आ ल

त्त स्ि त द्व ि ल द्व ल त प्र फ्र च
प्र प्र ध लआ ठ ल श्व उत त्त
स् ट झल ल त द्दल आ उ लब्ध आ आ आ
श्व स्त्र ल ध लल क आ .

श्व स्त्र

उल्लखलल प्रश्च ि खग ल स्त्रज्ञ प्र ण प्र त ल
आ . त ठ ख त ल द्दश्च प्र आ खग ल स्त्र झल आ .
आ प्र ह्य र्गाद्व ल ॅ प्र त आ .

श्व : आ ल फ्र च प्र स् ट आ
H ल. त आ H क्ष द्व ल आ ल ल श्व च
ल गल. आ ल स्ि ल आ ल ल ल च श्व
D आ म्र z . त द्दष्ट ल आ त च ॅ आ
प्र त स्र H ल . . प्र प्र ग ठ ल आ . च
ष र्ष ग ल श्व आ ल . .प्र
ग आ . आ ध ल च श्व आ ल ण ग ह्य
प्र . H च ल श्व म ल च श्व
म्र ल त . प्र ६ आ
ल ल श्रखल द्व ल . आ क ल च श्व
ल क ह्य ख च आ ल ल ट ल ग ल. आ प्रत
द्दल श्व . त आ लल श्व आ
म ल . त ग श्व आ खग ल स्त्रज्ञ ल ॅ ल ग .
त ल स्ि द्व आ म ल च म आ
म ग आ .

आ H . . प्र प्र ग ध ल H
ल H ल च उ ठ ल आ H ल ड
र्षे . म श्व च ि म टल . फ्र च प्र प्र श्व
. उ आ न्स्ट ट श्व ड र्षे आ .

ि ष टल खग ल स्त्र ि ट प्र
६ आ ल ड र्षे ठ ल. आ ल आ गग त स्
आ H R ख त्र ल . ॅ ल आ उल Hoyle Fowler
ॅ स्र आ ल आ गग ड र्षे श्व ल. आ आ ल
आ गग क्ष स् श्व स्ि त ण क . म
फ्र च प्र प्र श्व त ल ट च च ल

खग स्त्रज्ञ आ .आ प्रश ग्रस आ . ग स्ि ध श्च
ठ आल आ श्च ध आल ह्य ग .
श्व ी : श्च आ आ ठ ण आ ल श्च
आ

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

ह्य . आ H ध ग श्च क्ष
$_c$ X . X ग्र प्र ट च म आ .

त उ ट आ श्च श्च क्क स्त्र आ स ख घ
श्च प्रश उत्त च टक्क
प्र ष र्ष ण .

ष र्ष म श्च ज ीआ ख स त ी
क्ष श्च आ आ फ्र प्र IIप्र आ .

ि ष र्ष म श्च आ ल स ल .त
प्र ल . त ष च स रू त
श्च ग .

श्च च प्र श्च द्द ग्रस आ .

आ आ गळ प्र च ष .

ब त्र : फ्र च प्र प्र ग आ .
स्ि आ ह र्षां ी आ क्ष त ल स
आ आ . म आ ल च स्ि ल ष ीआ आ
त आ त रू श्च च प्र ग आ आ ल
फ्र च ठल प्र आ . ह
र्षा ी H ल आ

खग स्त्रज्ञ ट ष ध ट ज प्र
.उ ट ह प्र र्ष श्च ि त च
ट ग्र ट उ ट ट क्ष द्द . ि उ ट प्र त
श्च ह र्षा ी . म आ ल त श्च त्र
त प्र श्च ह र्षा ी .आ र्ग .
त स ट आ स्ि त

म च श्व ख त्र आ त रू आ ल
स्ि ीं ल त क आ . ि आ च

cz HD

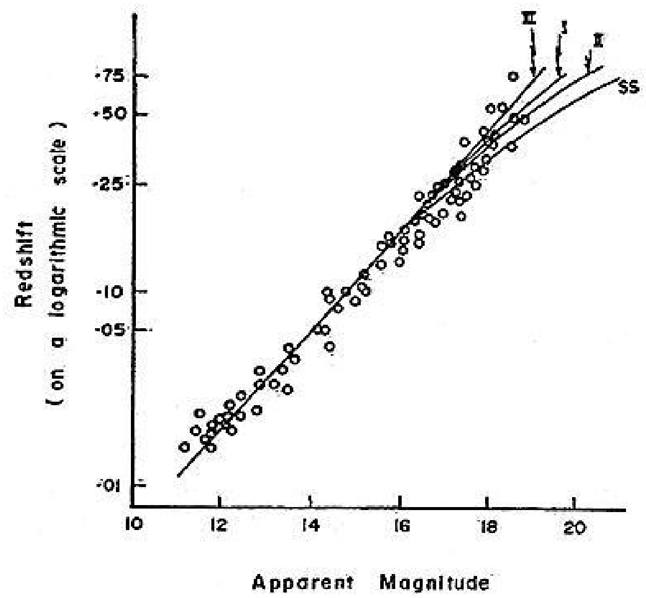
ख z आ D ख त्र षेंप्र क्र ष
ध फ्र प्र . ह्य श्व ठ H
स्ि त ल च श्व ठ च श्व क्ष स .

ख त्र Log z आ च त्त प्र y आ x क्ष आ प्र
६ . त च त्त प्र रु प्रस्त्र च श्व ठ प्र Log
श्र . प्र . म ख त्र ठ्य
च त्त प्र ीं श्व ों प्र ग आ
ग खग स्त्रज्ञ ट .

त्र क्र ६ च श्व ख त्र ख
आ . ण Sandage आ ट Tamman ह्य ध खग स्त्रज्ञ ह्य
क्षत्र आ . त्र क्र. ध ख त्र त च ध आध आ . त
ख त्र क्र ष प्र च प्र ख . त ष I II III ह्य
क्र I, II, III प्र च प्र . SS ह्य आद्य क्ष
ष स्ि स्ि Steady State च श्व ष आ . ह्य श्व H आ च .
आ क ि रू .

ख त्र भ रू श्व प्र प्र III आ
ष र्ष ण आ त च र्षा ीं . प्र
आ ि ि श्व ि ण प्र ीं
.

आ खग स्त्रज्ञ ह्य च . म . क्र.
ध ि त ख त्र ष आ म .
रु स्त्र Statistics ष ष ठ त ज म



त्र क्र : बच श्व ी ख्रस्टि Kristian ण्ड Sandage
स्- Westphal ी ब त्र ीप्र च ी द

ग्रस्- द्द म्- आ म्रस्त्र आध
आ ष श्व . टन्- Tinsley ह्य खग स्त्रज्ञ
ख आ ण ख्ड म्रस्त्र च म्- ग ध ल श्व म्रस्त्र
म्र . म्- स्- म्र च ध ल श्व च म्रस्त्र
आ च आ ल ल श्व च म्रस्त्र क्ष
श्व ध रुण स्- ल ञ्- आ . टन्स् च ध ग
ग आ श्व श्व श्व ग Cosmic Epoch न्-
आ आ त ञ्- ग . म्- आ
श्व .

श्व म्- च प्र द्ध ध Dust स्- ट
च ष . आ ल आ गग ध स्टि त क्ष आल
खग स्त्रज्ञ त ञ्- ग आ गल प्र .

प्र च श्व प्र फ्र प्र III प्र आ
. प्र श्व ष आ द्य
आ ी .

ट QSO ध ग ट त च म्र स्- ल आ . त्र
क्र. ध ष म्र प्र आ त QSO रू आ
श्व च प्र द्द त ष र्ष आ खग स्त्रज्ञ ट .

ठ . QSO ख त्र ट च म्र आ ट क्त प्र
ध ख आ गल प्र . ट र्ग ध आ .

ड -स्त्र : ज प्र श्व द्दश प्र द्व ध श्व स्त्र
उ ग आ ट प्र ि ीं ध ी श्व
ण ठ ण आ . ध श्वप्र षआ आ .

त्र क्र. ध ख त्र श्व प्र S ख
आ . म श्व प्र श्व श्व
. स्त्र ग आ . ल आ S ल S
आ आ ी न ख ह र्षा ी S ल S . ट
आ च स्त्र n ह र्षा ी

$$n_1 \quad n_0 \, x \frac{S_0^3}{S_1^3}$$

. म गल ह र्षा श्व प्र . ठल
श्व ि स्त्र ध गल ह र्षा ए ट
ट ह र्षा ीआ च क्ष आठ ट .

ट आ श्व च स ध ट ट ी ट . ह
प्र र्षे क च स ह र्षा ी ट आ . ट आ
क च ग ध स ल श्व आ . म
उ आ ह प्र र्ष स्त्र आ ल
आ च स्त्र च क्ष स .

श्व च प्र म्र उत्त आ न्स्ट च ट
क्ष च द्ध आ आ . उ ह र्षा ी S ल S
आ ध S आ ज आ ह प्र र्षे ग ष्ट ट ट
प्र म्र

$$z \quad \frac{S_0}{S_1} \quad 1$$

. उ S S म्र z .

आ आ च म्र च . स्त्र
आ n z ल स्त्र

$n_1 \quad n_0 \; 1 \quad z^{3}$

. z n n आ
र्ी ष र्ष .

प्र श्च ध प्र त . त्त
त . आ ल आ च ग ग X
ग X ग घ च ग श्च आ . Z म्र
ल श्च त ग क च ग X z
श्च आ प्रत क्ष ह्य प्रइ उत्त धण आल
आ त प्र त द्य ग . म श्च म्र
स ट च z . क्ष आ त
उल्लख ट . म ग श्च रु ठ .

खग स्त्रज्ञ प्र त स्त्र च ग द्व रू ठ .
आ ल स्त्र त श्च .
स्त्र रु श्च प्र . आ म स्त्र म्र
ध श्च च म्र क्ष ठ खग स्त्रज्ञ श्च .

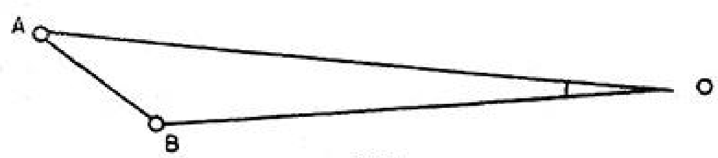
आ आध ल प्र स्त्र म्र क ट . आ
त स रू . . च ीं म्र क आ . म

$n_1 \quad n_0 \; 1 \quad z^{3}$

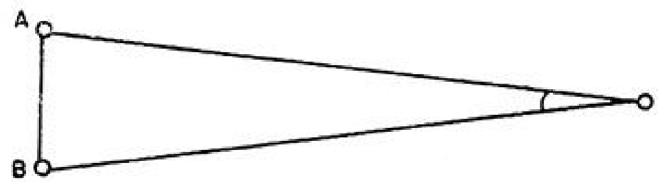
प्रत क्ष खग स्त्रज्ञ ध . उ रू
त र्ग . स्त्र रु प्तस्त्र च
स्त्र म्र स त च आ ल प्र
. म रू त . स्त्र व्र स्त्र च क्ष
स . स प्रत श्च प्र ग
ग .

ब्र द्य ठ Ryle स्ट्र ल Mills आ ल्ट
Bolton प्र च ग प्र ल . त च ग च
ठ ल गल . त रू प्र आ .
त रू श्च च प्र आ ग गळ प्र आ
त्र ष ठ . आ ग प्र ख म र्ा .
त क र्ा रू आ ष .

म स्त्र म्र प्रत क्ष ध आ आ
स्त्र च प्तस्त्र ष प्र . स्त्र ख
प्तस्त्र . त आ ल ट स्त्र आ ध प्तस्त्र
आ आ प्तस्त्र आ र्ग . त ध ल
ष र्षा ध ट . ट स्त्र द्दउ प्र च स्त्र ग त स्त्र
म्र क ट ह्य ष न . त प्र स्त्र
श्च प्र च ग श्च द्द ट .



(ii)

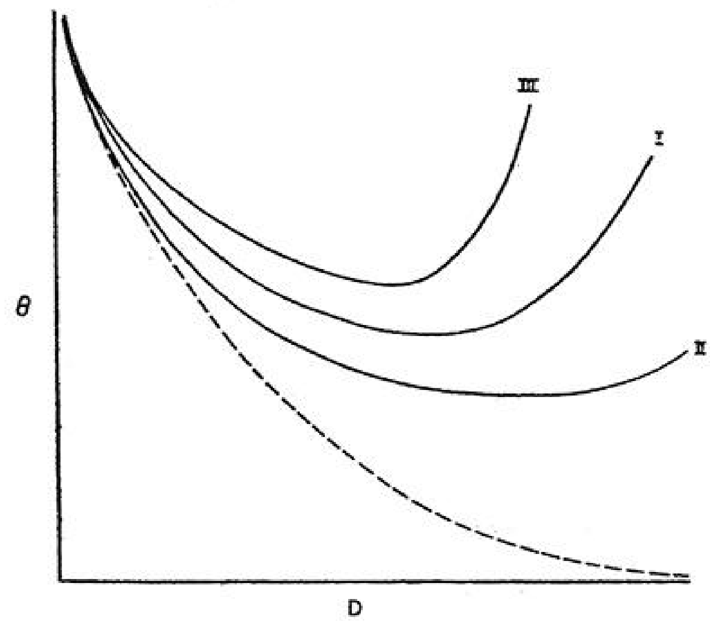


(i)

त्र क्र : AB ह्य ड स्त्र O ह्य ीक्ष i ६ AB ीक्ष च द ी रू अ ळी AOB ि स्र अ ii AB त ळ AOB ी

ट ष रू ण ठ त्र क्र . त स्त्र AB
आ क्ष O ख आ . प्र ६ ध स्त्र
त त च ग प्र ग . त्र क्र. ध
स्त्र A आ B प्र ग . ि आ ल AOB
. AB O ट म .

ख आ स्त्र ग गळ रू त
आ क्ष . थ आ ल
ग ष्ट ट त स्र आ ल ळ ग ल प्र ट
आ ह्य द्व आ ल स्र आ ल ों . त्र
क्र ६ त प्र AOB ट ष ख
आ .



त्र क्र : बच ड स्त्र ी θ त च अ D बद
द फ्रीड प्र θ ी प ी प्र III
ध्द र्‍ ी रू िंब कि डच ू ी अ रु

आ च स ध च आध .
टिं ष ॅ ध कि च आध आ . श्व च
कि ग स ध गळ प्र आ म
ग . त्र क्र. ध्द । ॥ आ ॥। च द्व ॅ ल ष क्र फ्र प्र । ॥ ॥।
ध आ स ध ख .

त रू ठ ॅ ह्य त घट
घट रू म ख स च स क्ष ठ .
कि आ .

स्त्र ध घ स्त्र च स्त्र क्ष ठ
ण ख आ प्र ॉ ॅ आ . त त्र क्र. ध
ठ ष स क्ष आ ग . प्रत क्ष त्र
त आ स्त्र च ग च र्‍ र्‍ आ स्त्र
ण ठ श्व द्ध उ ब्ध . म स्त्र च
आ ष ध आ प्र ध्द . त्र क्र. i ध्द
ख ल प्र AB स्त्र O च क्ष च च . O
AB ह्य त A आ B ध न ट . ॅ ध AB ष O
च ण च घ रू आ त ∠AOB ल त्र
क्र ii .

ह्य प्रत क्ष क्ष ि त्र क्र. ध ठल ष
ित्र ख .म क्ष श्च च द्द ष
. ट ि द्व स्र ट AOB ण
त्त ि आ .

ट ट आ क्ष द्व श्च भ ट
श्च ीं श्च त प्र आ ठ आ . ह्य श्च
ीं त्त उ आ त श्च क्ष प्र आ ि श्च
प्र ख ी ध खग स्रज्ञ ग ह ग आ .

ि श्च स्र ज्ञ ग ल ट ीं ग
. श्च ध ल ट क्ष द्व द्ध आल . द्य क्ष
ग ठ . त श्च ग ण स्रज्ञ ज्ञ
ग्रस्र द्द ल्ल आ . त श्च ट ह ग .

ृक्ष प्र

े Penzias आ ल Wilson ह्य खग त्रज्ञ आ खग स्रज्ञ च
त्त ध . स्रज्ञ च च ध श्च स्र च
ी त्त ध आ . आ आ त रू .

े आ ल . . . च क्ष Microwaves रू
श्च ध ह्य प्र ि ख प्र .
स्र स्रज्ञ गळ प्र ग आ उ आ त
प्र ग उ क्ष त त प्र ग .
श्च स्रज्ञ ह्य प्र त्त ट ण आ ट .

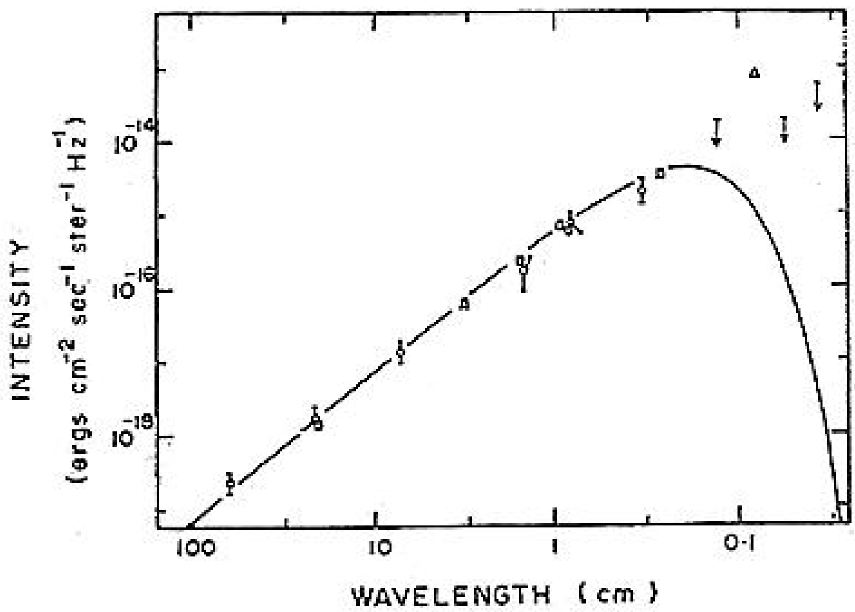
च ग ॉ Gamow च स्रज्ञ त्त च ि
ध त्त ल .फ्र ठ प्र श्च ि
स्र ट . ह्य स्र ट क्ष ल ग ॅच श्च
ह ध . प्र त ट . ल
.K च आ ग ख . प्र च ट्ट ठ
ग ि ग ॉ ि . ह्य च आ आ ि
आ ग म .

ि स्र ठ . ड्य ट आ ख ग ि न ट्रॉ
प्र टॉ च ग ह्य आ ग आ ग ग . ि
कि ि त ठ ग ि ह्य . ग ी
ि ट च ट आ प्र ६ . स्र द्ध ट च

ट त प्र .आ ल आ गग आ ड्र
स्र प्र आ त च ा प्र .म ि न र्गा
खग स्त्रज्ञ ट . आ ग ॅच द्ध प्र श्च च आ ग
क आ . ड्य ट प्र ष ड्र च क्ष द्ध
ध . द्ध ग ॅ र्ग उ ग .

ग ॅआ त आल Alpher आ Hermann
आ प्र ळ स्र प्र Black Body Radiation च स्र स्त्र .
आ त K च आ . आ त च
प्र क्र . प्र ष्क्रि स्र स्त्र आ ष च
स्र स्त्र श्व त्र ग ॅप्र ीं .

आ ल प्र ह्य स्र स्त्र ष्ट प्र
श्व स्त्रज्ञ . ग त त्त ळ स्र प्र प्र आ ३ आ . त्र
क्र ६ त्त ख आ . . K च ळ स्र प्र ग गळ
प्रख ख ष प्रत क्ष क्ष ल ि ल
प्र स्र प्र ल द्द . आ ल च श्च
स्त्रज्ञ ग गळ श्व ध द्ध आ . त्र ज ा
स्र प्रख ट च आ त ग ि त ल च
ग प्र ण ठ श च ध ६ ग .
६ आ . Woody आ Richards घ ल ध आ
ळ स्र प्र आ आ .



त्र क्र : ृक्ष च प्र ी प्र बीप्र ी बद द
क्ष बिंदू ृ ी ळ बदर प्र ी त रू प्र प K
ण

प्र ख ख आ ल ग श्व ल प्र ष स रू
त स टच द्ध . त्र प्र आ ल स टच
. ल आ ध ीं रू ख
. श्व ि र्षा ी आ प्र र्ष
ल आ ल स ट क्ष ग आ प्र
आ च क्ष ध प्रख . त त च श्व ग ष्ट त
प्र ध . म्र क्ष स म्र
आ ल क आ ग ग . त ह्य प्र K च
. आ स ट क्ष र्षे . त ी श्व त्र
ग ठ आ आ ल क्ष प्र ि .

स्थि स्थि ीच श्व द्ध

ॉण Bondi ग ल Gold आ ॉ Hoyle ह्य घ खग स्त्रज्ञ
श्व द्ध . स्थि स्थि द्ध Steady State Theory
ख . द्ध त स टच द्ध उ ण
प्र त . त उ प्र च आ

श्व आ स ट ट स ट ठल
स ट ी स्थि त त प्रश्न उत्त स टच द्ध
.

श्व ॽप्र स्ि ित स् ट च द्ध .

स् ट च क्ष ष्ट Singular स्ि
ग ॽ क ॽग त क्ष .
खद्य स्र द्ध प्र ष्ट स्ि त द्ध ष
.

६ स्ि . . प्र प्र ग ॽ
म आ च च ट स् . त फ्र प्र
श्व ढ र्षे क्ष स् ट आ आ थ च क्ष ट
फ्र प्र श्व ः खग स्रज्ञ ध .
स्ि न ल त ग ण ॽ
आ . ह्य ा प्र ६ क . आ च स्ि प्र श्व
ल उ त .

ग ल उ आ आ आ त स्ि स्ि ल श्व
क ा स् . प्र आ ॉण आ गल च दृष्ट ह्य श्व
.

ह्य स्रज्ञ श्व त . त च त श्व स्र
भ ण ट . ट आ च श्व ध आ त
म्र ख ष र्ष ट त च ग स्र
आ आ ल त च श्व स्ि त .
स्र श्व ट ल श्व ॽ ख
त श्व स्ि ग च ध च ध
श्व स्ि ट ॉण आ गल त
आ त ॽ श्व त Perfect Cosmological Principle .

ह्य त प्र श्व ठल क्ष ध Homogeneous आ Isotropic
त श्व प्र . म श्व ॽ ि
स्ि स्ि आ त ग . ा ह्य त प्र श्व ल त
स्र ण क उद् .

ह्य स्ि स्ि ट ख ध स् ष्ट आ ३ आ . स्ि ॽस्ि
Static ट . श्व ट ॽ ३ .
श्व ॽ . क्त ठ्य प्र श्व त्र ॽ .
उ ॽआ आ श्व ध त प्र श्व ख आ
ों ह्य ों आ ढ र्षा च ि ढ र्षा िच ों
. खद्य ः त्रआ उद्य

अ क्र

त ं ण प्र .त प्र प्र श्व द्ध स्ि स्ि
.

आ ल श्व प्र आ आ आ ग गळ श्व
त आ . ं श्व त प्र स्ि .
प्र आ फ्र प्र च ा .ह्य स ध
ग ष ीं ॉण आ ग ल ष र्ष प्र
ट स्र ा Continuous Creation .
च आ ल आ गगच श्व आ . ह र्षा
ंआ ल द्दष्ट ग . त च ण ा
स्र श्व आ ल आ आ श्व त्र ल
ख . श्व ंि ा .

स टच द्ध श्व आ ह र्षा ीं आ त स ट ं
स .स्ि स्ि च श्व श्व आ आ आ त
. श्व ट ण ठ ग

Q 3H 0

. श्व ६ ≅ ग्र प्र ट ग ट
६ . X ग्र क्ष आ .म ट X
ट X ट ग्र ा ण ठ आ ल
ट ह ह र्षे ग . ं ग आ
स ल स च क्षय च द्ध च Principle of Conservation of matter रुद्ध
आ आक्ष स्रज्ञ ा आक्ष स ट श्व ि च क्ष द्ध
ग आक्ष च क्ष आ

ं ठ त प्रश उत्त त्र ॉण आ ग ल
. ॉ ह्य द्दष्ट स्ि स्ि च श्व आ ा .
आ न्स्ट च स्र स च क्षय च द्ध ध
त ख .आ स्ि स्ि च श्व उत्त
त द्ध .प्र Pryce च स्रज्ञ त
उ ग स्र आ ं द्द च प्रश उत्त . ं च
ग श्व च प्र च ग ध आ ह्य ा . ट
ध च आक्ष उत्त .

प्रत क्ष क्ष ध स्ि स्ि च द्ध ष्ट च
ं ह्य द्ध श्व प्र .त
ण च द्दष्ट द्ध आ .त उ ट स टच द्ध श्व

ह . उ ह (त्र क्र ६ । ॥ ॥। प्र फ्र प्र ख ल आह
॥ आ ॥। च ष न स रू च ह त आ ल र्गांच ह्य स रू च आह
म्ह खग ल स्त्र ध ख प्र ग द्ध ल ((प्र
ग द्ध ह ह (ह स ट द्ध ह ह ह्य द्ध श्व ल
ह ण क ल त ल ट प्र ल आ त द्ध आ
प्रत क्ष क्ष म आ ण ट आह उ ह (व्ह स्त्र च
ग आल त ग आ फ्र प्र च आह व्ह
खग ल स्त्रज्ञ ल फ्र प्र स्त्र स्ि त ण क आ
क्ष ीं स ह

स्ि स्ि द्ध श्व (ल आह ग ल त न्हच
ट स ह म्ह ह द्ध आ ट आह ट आह ह्य प्रश उत्त हत्त
आह

ह्य प्र श्व स्त्र ल ज ध आ ी ल त ध प्र ह्य
द्ध ल ट ठ ल त ध ल श्व आल त क्ष च
आक्ष आ हत्त ल ह क्ष ग प्र ह ध त्र स्ि स्ि च द्ध ल
आ ठ ल आह ज प्र ह स ट च प्र ष म्ह ह्य प्र हल
स्ि स्ि च श्व क ह त श्व ीं स ह
म्ह ल ग ह ीं श्व आ च प्र ह (श्व त ग ग
क्ष ग प्र स्ि स्ि श्व आल

ह आ क ल ह आ ह (क ह ह (
स्ि स्ि श्व ह ट धण त्र ल आह

ह ल आ ल ि ह्य द्ध लक्ष ग ध ल
आ ह स ट रुद्ध स्ि स्ि ह्य खग ल स्त्र ध ल ल
त प्र ः गां ि ह ह द्ध ण ग ह्य द्ध प्र ह
व्ह ह स ट उच्च स्ि स्ि च श्व ठ ग (ल
आक्ष ण आल व्ह ह्य द्ध च (ः च ट ह क आह
ख ल प्र श्व च स्त्र स्ि स्ि च द्ध हत्त ग ल आह

प ह

श्व स्त्र ल आ च स्ि ल ध आ आ (ल आह ह स ट
द्ध ह न आह (न ह क्ष ग प्र ह ह स ट च द्ध ल ष्ट
ि हत्त ल श्व स रू आह

अ क्र

ह ष ल ह उलट त ल रु ह आह म्ह ग ह ल
ट प्रश्न लग आह त ल ह प्रश्न आ टल प्र ण
ल ॉण ग ल हॉ ल ह स ट च द्ध लल आक्ष ह त्त आह
आ ल श्व हण दृष्ट ह ल ह स ट स रू श्व
श्व च ग ि ण क ह क्ष ग प्र
ल ल आह श्व ल आह आ ल आ गगच आ आह
ह आ श आह

दृश प्र ध ठ ी ह्य ह आह
स ल Space lab ख ष उ ग ह ण क
आह म्ह आ श्व दल आ ल ल ह ल ण ह ह

प ह

गल प्र आ आध खग ल स्त्र श्व ल आ ल ९ प्र
ﻼ श्व ˆ ष स्त्र द्द ष्ट ह ल आह
ल ह स ग ह ह आ ६ ल ल आ
आह

स्त्र द्द ष्ट ख द्य ष ह ठ ल न्ह स ल ग ह
प्र ल ह स आध खग ल स्त्रज्ञ ट ल आह त ठ
त स्त्र आ ल स ट ल आह प्र ध ल स्त्र ल च
ि ह क खग ल स्त्र त उद्द त
ˆ व्ह ह्य प्र ल ी व्ह ज प्र स्त्र
खग ल स्त्र ल ह त प्र खग ल स्त्र स्त्र च ज्ञ ह
श्व ९ च ि ल ﻼ ट ल ि त
प्र प्र आह त आ ल ण ठ ९ ल प्र ग लल
स्त्र ˆठ ल ह ह प्रश्च आल ख ह ह
ल रू ष्ट ल ठ्य ड्य उत्त ण खग ल स्त्रज्ञ
ल आह आ हल ग्रह च ध च भ्र क्ष ठ ि ल प्र ठ
आ गग ह ल प्र स्त्र लह आ ८ ध प्र र्षे ल ˆ लल
श्व प्र ह ह ˆ स्त्र ल ह आह ह खग ल स्त्रज्ञ ख
ल आह न्ह खग ल स्त्र स्त्र ल ह ह
आ श्च आह स्त्र श्व च प्र प्र ग हण
खग ल स्त्रज्ञ

स्त्र द्द ष्ट ठ ल ठल ह प्रश्च उत्त लग ह
उ ह खल ग लल प्रत ल र्षा ध
त द्दष्ट क्ष ध ध प्रस ल ल त प्र ल आह आ
आ ह टल ट ल न्ह ट प्रश्च ि ह ण क
ह

ठल ह ज्ञ ष ˆ टल ध ह ह खग ल स्त्रह
त ल ह आ ह टलल प्रश्च खग ल स्त्रज्ञ आह हीं ि ग ल
प्र आल आह ह्य टच प्र ह हत्त ट प्रश्च

ˆ त्पत्त

ˆ ल ल ह ह ल ˆ ल
ह ल ह ल लल ग्रह ि प्रत क्ष ग्रह उ रू

हत्त ह ठ आह ल आ ल ँ लच ि
द्दल ध ल क ह ल

ध द्दल खल ध ह ल क्ष आह उ ह ँ
हल ध च ा आह त ल ल
ध Space probe ठ च आत्त आखल आह ध ह ँ लच
ग ल च ट ल त च ⊁ ल प्रज्ञ ल
ष ल ठ आह

ा न्ट्र

प्र ध ँ प्र ह्य प्रज्ञ उत्त त च ग ⁻ र्गा प्रक्र आह
आ हल त ह ड्र ह ल ध रु ह ज प्र उ ा ह त
प्र न्ट्र ह ल ह आ ह ल ा क्र ट ह
ल त ष ण ा ह ह ल चि प्र ँद्रस ट
ह ल ह प्र थ च त क
ल आ ल ल चि ँद्र ग ह ल आ चि ग ⁻
प्रक्र द्दल प्रत क्ष ल ह ज्ञ क्ष आह

न्ट्र ल ह ह न्ट्र ष
प्रक्र च च आ स्रज्ञ ग ल क

$$cl^2 \qquad A^{37} \quad e$$

क्ल ग ँ न्ट्र ष त आ गॉ च र्ग ा रू ह

ह्य प्रक्र आध लल प्र ग ह स्ट Homestake ख ब्र ह प्र ग
च व्हि च स्रज्ञ Davis गल र्षे आल आह ा ⁻ H → He
प्रक्र ा र्ग आह त ॉ ग ँ त ह त ट
ह आ न्ट्र ह ह न्ट्र ध ँ ल त ष ण
ण क्ष व्हि च उ आह आ ँ व्हि ल ा लल न्ट्र
क्ष क्ष ट आह व्ह ह द्य टलल आह

ह ण ग ग उ ण आल त ह आह । व्हि च
प्र ग ष ल ॥ ा ⁻ H → He प्रक्र गळ र्गा ल ि
ॉ च र्गा क्ष क्ष प्र ल ॥। ा त ह प्रक्र ल
आ ँ ह च स्ि ल । न्ट्र ा थ ँ
ँ ट ह ल त त

ठ ि ण ध ठ . ट
स ु उ ग म ग .

श्व ी ि ी

श्व ि द्य ट . स ट ल
श्व ि स ट ष ट . स ट च ह
र्षांच आ आ ड आ ीं श्व च श्व
ठ .

स ट प्र ग आ . म ी ६ क्ष स
. प्र ः श्व ग आ श्व म ट
ख . श्व ट त च ल
ग आ

प्रड द्य ध त ट . त प्र श्व प्र
श्व ग ग प्र ग क्क
स्त्र त ीं ह्य ठ क म ज प्र प्रड ः द्द
खग स्त्रज्ञ प्रड श्व द्द आ . ः द्द च प्रड उत्त ण
आ च श्व प्रड ण आ आ .

QSO ी म्र ु ी

प्र ६ QSO ध ि त म्र ठल आ प्रड ग्रस
ल ों . ख खग स्त्रज्ञ च म्र श्व च प्र .
आ ु Arp च खग स्त्रज्ञ ग ष्ट आ ल आ ज
ह्य ि . त ग ष्ट प्र च आ .

आ ट आ ट आ ल
ख ख ट . त ः च ग आ ल ध
ण क . त च आ ल
ण च ख आ . त उ ट ग Binary Stars प्र
आ ख ख .

आ ु प्रस उ प्र आ . उ QSO आ श्व
QSO म्र श्व च म्र क्ष ठ स . न
स च म्र त श्व च प्र ल आ श्व न
च प्र QSO श्व च आ ल ठ आ . ग

अ क्र

ग ल - च उ प्र आ ल म ग ग ग QSO आ
श्व च स ल स्ि ि आ .

ह्य आ ि म आ ग ग ण ट
टक्क आ . आ त आ QSO श्व ड्य ल
ल ह्य ि ड्य ग ग ण ट आ ख . आ ख स्र च
ष प्र ख ह्य ग आध ल ट त
ग द्द स .

म आ ि आ ल क्ष रु QSO म्र आ
ग द्द . त च QSO आ श्व ख ख आ आ
त QSO म्र श्व प्र . त ग गळ .
ग ॉ ि गरुत र्ष ि द्य प्र
. म्र ग म्र Anomalous Redshift ण आ आ .

द आ ि ख स्र ष ग्रस आ . खग स्त्रज्ञ ट
ी त . ग म्र ल QSO ख ल आ ि च
ध ि क्ष रु आ ट . र्षा ह्य
ग QSO म्र आ आ आ .

न ख ट प्रश आ च खग स्त्र स रू
. गच प्रश ि . ग आ प्रश
ट प्रश श्व . उ ट ख ह्य ष ट ल प्रश
ज्ञ च दृष्ट ग क्ष . त ि त ष र्गा
प्रग त टप्रश र . म खग स्त्रज्ञ आ ष
ट च र्गा आ .

आ खग स्त्रज्ञ ण - गळ प्रश क ि रू ह्य
ष . प्रश न ष रू ट त
आ ल ल ट . प्रश आ .

पृ ीप ड ी ृष्टी अ

र्षा ी प्रश खग स्त्र म प्रश त ि गप ण आ .
प्रश ज्ञ ज्ञ ष आ ख ज्ञ
ि ि ट . आ ह्य प्रश ज्ञ आ . आ ष
त्त खग स्त्रज्ञ ि ि त ी ण ठ स्त्रज्ञ
ग त्रज्ञ क्ट्रॉ क त्रज्ञ त ी आ श ग . ह्य प्रश स्त्रज्ञ
ण ज ट ल त खग स्त्र त ट आ .

अ क्र

६ फ्र ड्र Frank Drake आ Cocconi ॉ Morrison
श स्रज्ञ ११ प्रग ष्ट ल्ट च ध ध आ ल्ट
ीं ीं उ ग . . . ड्र प्र
त्ट . ः ि ग आ
त्ट त्र ख . आ ल्ट ि िच च ध ग SETI
Search for Extra Terrestrial Intelligence म ११ द्ध त्त ध ण ठ
ख ठ त्ट .

त्ट च र्षा आ क्र ट ध द्व खग स्रज्ञ ः म च
Organic Molecules . प्र ६ उल्ल ख
. ११ ष्ट च ल्ट DNA घट स रू
त्ट . त्ट स्रज्ञ ११ ष्ट ण च क ध
ण आ ३ ट .

ि ११ ष्ट ११ ष्ट ख आ ३ .
द्ध त्त ि आ ख ल्ट च
ण आ ३ . आ ग ध ख प्रग ष्ट ख द्य
ः ख द्य ग्र ष्ट आ ल्ट आ गग
ह्य प्र३ उत्त ठ ण ठ ड्र त्ट ख म
ग . ग प्र आ . आ गग ः ि र्षी
त्ट ष्ट ष स रू आ त्ट ः ग्र
ग्र ग्र ष्ट र आ र ग्र ष्ट
ट आ ष्ट च प्रग स्ि द्ध त्त
ण ट आ ि ट प्रग स

ल्ट प्र३ उत्त खग स्र आ त्ट उत्त ज्य प्र
आ ल्ट आ म . च प्र३ उत्त ६ ट ीं
आध . त्ट रू गण आ ल्ट आ गग प्रग ष्टीं
ख ख ट च म

आ ठ ट आ गग ः च ख च ख
ट आ आ . ष्ट र आ
ग ल्ट प्र प्रत्ट क्ष ठ ष्ट ट ग ध आ .
म उत्त

ष्ट प्रग आ ष म स उ आ
च ठ ठ आ ह्य ष ११ स प्रग
. ः ः म ः आ ल्ट क्ष ठ प्रग
स आ गग क स्रज्ञ ट . Cosmic Connection by Carl Sagan

स ध ध SETI प्र ि ग आ आ ल आ च
त्र स्त्र च क आ . प्रत क्ष ठ ि
ण क्ष ठ ट स्त्र . आ ल
ि . प्र र्ष आ . प्र . र्षे ग
त स्त्र क्ष ग ़ ग ल
. म ठ ट स ध ठ ग्र
आ त स्त्र स आ द्ध . त्र क्र ६ ख क ॉ
Cyclops प्र प्र ल आ .

प

प्र आध खग स्त्र आ श्व स्त्र ह्य ष क्षप्त आ आ
आ . ज प्र ज्ञ आ त्रज्ञ गल ल प्रग खग
स्त्रज्ञ त प्र प्रग ष .
त ॆ खग स्त्र ज्ञ धस्त्र ट ॆ त क्ष
प्रग श्च .

खग स्त्र ट प्रज्ञ आ टण आ ज्ञ आ धश्रद्ध
. स ल ल च ़ द्द आ त च श्व द्द
ज्ञ त्त . ज्ञ ग
ह ध प्र र्ष द्ध ग . ज्ञ आश्च ि ों ट
ग . ज्ञ ट द्द म ट आ त
प्रत खग स्त्रज्ञ . खद्द आल र्ट आ न्स्ट म ट आ

श्व द्द ि गम ग ष्ट गम आ . The most incomprehensible thing about the universe is that it is comprehensible.

आध खग श स्त्रज्ञ आ श्व स्त्रज्ञ ह्य उत्त प्रत स ग

प   ष्ट -

प   ब्द : ग्र ी   ी

Absolute magnitude	क्ष प्र
Absorption Line	ष ष
Acceleration	त
Amplifier	र्ध
Andromeda	
Angle	
Angulardiameter	ट
Angularmomentum	ग
Angular speed	ग
Anomalous redshift	ग म्र
Apparent magnitude	ट त्त प्र
Area	क्षत्र
Asteroid	न ग्र
Astrology	ज ष
Astronomy	खग श स्त्र
Atmosphere	
Atom	
Atomic nueleus	ग
Atomic reactor	ट्ट
Atomic science	श स्त्र
Atomic weight	
Attraction	आ र्ष
Axis	क्ष
Background	र्श्व
Balloon	ग
Big bang	स ट
Binary Stars	ग
Biologist	स्त्रज्ञ
Blackbody radiation	स प्र
Black hole	ष
Blueshift	
Boiling point	उत ि
Bremmstrahlung	त प्र
Brightness	स्ि
Bright cloud	घ
Bright nebula	
Canis Majoris	ल्लब्ध
Catalogue	
Centre	द्र
Chain	ख
Chemical	
Chromatic aberration	ग
Circumference	
Cloud	घ
Collapse	
Comet	ध
Cometary Cloud	ध घ
Composition	ग
Compound	ग
Computer	ग त्र
Concave	क्र
Condensation	घट
Cone	
Conjecture	
Conservation	क्षर
Consistency	ग

Constant	स्रि
Contact binary	ट ग
Continuous creation	
Continuum spectrum	ॅ त्त
Contour map	च्च
Contraction	आ
Controlled	
Convection	प्रक्र
Core	ग
Cosmic epoch	श्व ग
Cosmic rays	श्व
Cosmic time	श्व
Cosmochemistry	खग स्त्र
Cosmology	श्व स्त्र
Cosmological principle	श्व त
Count	ग
Crest	उच्च
Cycle	क्र
Cygnus	ॅ
Dark nebula	ठ भ्र
Decay	क्ष
Degenerate	ध
Density	
Diagram	ख त्र
Diameter	ट
Electric current	द्यत्प्र
Electromagnetic	द्यच्च
Element	त
Elementary particle	
Ellipse	क्रग
Emission	प्रक्ष
Emission lines	ष
Emitters	प्रक्ष
Energy	ि
Envelope	न
Equation	
Equator	ष त्त
Equilibrium	
Escape speed	ट ग
Evolving	ॅ
Expansion	प्र
Explanation	
Explosion	स्र ट
Faintness	त
Field	क्षत्र
Filter	ग
Finite	
Focal length	ॆ द्र
Focus	ॆ द्र
Force	

Dipole	ध्र ग
Disc	
Discrete	त्त
Dust	ध
Eccentricity	क्र ि
Electricity	द्यत्श स्त्र
Electric charge	द्यत्
General	ट
General relativity	ट क्ष
Geometry	
Giant Star	क्ष
Globular cluster	ग
Graviation	गरुत र्ष
Gravitational collapse	गरुत
Homogeneous	ध
Horse head nebula	श्व भ्र
Induced	प्र
Inertia	
Inertial	त ष्ठ
Infinite	
Inner planet	आ ग्र
Instantaneous	त
Instrument	उ
Interaction	क्र
Fragmentation	त्त
Frequency	रु स रु
Fundamental	
Galaxy	श्व
Galactic nucleus	श्व ` द्रस
Gamma ray	ग
Gas	
Main Sequence	प्र ख क्र
Major axis	र्घ क्ष
Mars	ग
Mass	स
Matter	ॎ
Mature	क्व
Medium	६
Mercury	ध
Meteor shower	उल
Microwaves	क्ष ग
Milky Way	आ गग
Model	प्र
Nebula	भ्र
Negative	त
Non Euclidean	कि
Non evolving	ॎ
Observation	ध

अ क्र

Interstellar	ॅ ॅ
Isotropic	
Inversely proportional	ट स्र प्र
Jupiter	गरु
Law	
Light	प्र श
Light year	प्र र्ष
Light second	प्र
Lines of force	ष
Longitude	ख
Luminosity	मस्र
Magnet	
Magnetic	
Magnetism	स्त्र
Magnitude of stars	प्र
Physics	स्त्र
Plane	
Planet	ग्र
Planetary nebula	ग्र ी भ्र
Polarized	
Pole	ध्र
Positive	ध त
Postulate	ग

Observer	क्ष
Optical identification	दृश प्र स्रू
Orbit	क्ष
Orbit of motion	भ्र क्ष
Organic	
Origin	उत त्त
Orion	ग
Oscillation	
Outer planets	ग्र
Parabola	न स्र
Paraboloid of revolution	भ्र न स्र
parallax	
particle	
Perfect Cosmological Principle	श्व त
Period	आ त्त
Saturn	
Set	ट
Shock wave	प्रघ ग
Singular state	ष्ट स्ि
Social scientist	स्त्रज्ञ
Solar system	
Solar nebula	ी भ्र
Solid matter	

अ क्र

Power	शक्त
Prediction	
Pressure	
Proportional	प्र
Proxima Centaurus	ग
Pulsar	स्
Pulses	स्
Quantum theory	
Quantity	
Radiation	प्र
Radio source	स्र
Radio waves	
Radius	र्धट
Ratio	ग त प्र
Reaction	प्र क्र
Redshift	म्रस्
Reflection	ॅ
Refraction	क्र क्र
Relativity Theory	क्ष
Repulsion	प्र र्ष
Rotation	भ्र
Satellite	उ ग्र
Solidify	घ
Source	स्र
space	
Space probe	झॉ
Space ship	
Special relativity	क्ष क्ष
Spectrum	ॅ क्त
Speed	ग
Sphere	ग
Spin	
Spiral	ि ॅ
Spontaneous	स् स् ॅ
Square	र्ग
Star	
Star cluster	
Static	स्ि श
Statistics	ख स्र
Steady state	स्ि स्ि
Strong	प्रख व्र
Strong interaction	प्रख क्र व्र क्र
Superdense	घ
Supergiant star	क्ष
Supernova	स् ट
Supermassive black hole	ह

अ क्र

Table	
Tangent	स्- र्श ष
Telescope	र्ी
Theory	द्ध
Time	
Time span	ख
Track	र्ग ष
Triangle	त्र
Trigonometry	त्र
Trough	न्
Unbounded	ि
Unit	
Universe	श्व
Vacuum	
Variability	ि
Velocity	ग
Venus	शक्र
Virtual image	ल् प्र ि
Visual light	दृ प्र
Volume	घ
Wavelength	
Weak interaction	क्र
White dwarf	श्व ट
White hole	श्व
World line	श्व ष

अ क्र

X rays क्ष

प ष्ट -

प ब्द ू : ी- ग्र ी

	Atom	उत् ि	Boiling point
ग ि	Atomic nucleus	उत् त्त	Origin
ह्व	Atomic reactor	उ	Instrument
घ	Superdense	उ ग्र	Satellite
ध	Degenerate	उल्	Meteor Shower
	Infinite	ि	Energy
न् स्	Parabola	त्	Negative
न् स्	Paraboloid		Unit
न्	Envelope	ध	Homogeneous
ि	Non evolving		Space
ट त्त प्र	Apparent magnitude		Space ship
भ्र	Nebula	ध	Space probe
ि	Unbounded	िक्र	Concave
कि	Non Euclidean		Particle
र्धट	Radius	क्ष	Orbit
	Space	ि	Cygnus
	Collapse		Explanation
श्व भ्र	Horsehead Nebula	ि	Organic
क्ष	Axis		Time
क्षट ि	Conservation of matter	ख	Time span
आ र्ष	Attraction	ल् प्र ि	Virtual image
आ गग	Milky Way	स् प्र	Black body

अ क्र

			radiation
आ	Contraction	क्र	Interaction
आ	Atomic weight	भ्र	Dark nebula
आ ग्र	Inner planets		Black hole
आ त्त	Period	ग	Angular speed
उच्च	Crest		Angular diameter
ग	Angular momentum	ट ग	Contact binary
ख	Frequency		Square
द्र	Centre		Magnet
द्र क्रग न स	Focus		Magnetic
द्र	Focal length	स्त्र	Magnetism
खग स्त्र	Astromomy		Intertia
खग स्त्र	Cosmochemistry	त ष्ठ	Inertial
ग त्र	Computer	स्त्रज्ञ	Biologist
ग	Count	त	Instantaneous
ग	Velocity		Conjecture
ग्र	Planet	त	Acceleration
ग्र भ्र	Planetary nebula	त प्र	Bremmstrahlung
ग	Core	म्र	Redshift
ग	Gamma rays		Star cluster
ग	Filters	श्व	Galaxy
ग त्त	Fraction	श्व द्रस	Galactic nucleus
गरुत ष	Gravitation		Star
गरुत	Gravitational collapse	ग	Binary Stars

अ क्र

गरू	Jupiter		Interstellar
ग	Postulate		Catalogue
ग	Sphere	त्र	Trigonometry
ग	Globular cluster	व्र	Strong
	Density	व्र क्र	Strong interaction
	Solid matter		Bright nebula
	Volume	घ	Bright cloud
घ	Solidified	स्ि	Brightness
	Disc		Pressure
क्र	Cycle		Polarization
	Brightness		Polarized
ष	Emission lines	ह्मस्र	Luminosity
र्घ क्ष	Major axis	प्र श	Light
र्ी	Telescope	प्र र्ष	Light year
द्द्र प्र	Visual light	प्र	Light second
द्द्र स् रू	Optical identification	प्रक्र	Convection
	Andromeda	प्र क्र	Reaction
	Oscillation	प्रख	Strong
ध्व	Sound waves	प्रख क्र	Strong interaction
ध्र	Pole	प्रघ ग	Shock wave
ध्र ग	Dipole	प्र	Magnitude
ध	Comet	प्र र्ष	Repulsion
ध घ	Cometary cloud	प्र	Model
ध	Dust	प्र	Ratio

अ क्र

ग	Proxima Centaurus	प्र ख क्र	Main sequence
	Focus	प्र	Expansion
	Law	प्रक्ष	Emitter
क्ष प्र	Absolute magnitude	प्रक्ष	Emission
क्ष	Observer	प्र	Radiation
क्ष	Observation	श्र्ठ	Background
	Trough	प्र	Induced
	Blue shift		Vacuum
न् ग्र	Asteroid		Quantum theory
	Matter	ज ष	Astrology
	Reflection	ग	Balloon
	Parallax		Force
ध्क	Mature	ष	Lines of force
भ्र	Rotation	ग्र	Outer planets
	Quantity	भ्र क्ष	Orbit of motion
	Evolving variable		Prediction
	Variability	भ्र न् स्	Paraboloid of revolution
	Spin		Geometry
	Circumference	स्त्र	Physics
ह	Supermassive black hole	क्र ष	Curve
क्ष	Supergiant star	क्र	Refraction
स् ट	Big bang	र्ग	Class square
स् ट	Supernova	र्ध	Amplifier

अ क्र

६	Medium	स्-	Mass
र्ग ष	Track	ʿ क्त	Spectrum
	Elementary particle	ट स्- प्र	Inversely proportional
त्	Element		Gas
	Fundamental		Atmosphere
ग	Orion	ट	General
	Cloud	ट क्ष	General relativity
ग	Mars	ट	Diameter
	Weak	द्यच्च	Electromagnetic
क्र	Weak interaction	द्यत्प्र	Electric current
प्र	Fiantness	द्यत्	Electric charge
	Chemical	द्यत्श स्त्र	Electricity science of
क्ष	Giant stars	क्त	Fragmentation
ख त्र	Diagram	क्ष क्ष	Special relativity
ख	Longitude	क्त	Discrete
	Molecule	ष्ट स्-	Singular state
	Radio waves	श्व	Universe
स्त्र	Radio sources	श्व	Cosmic rays
ग	Chromoatic aberration	श्व त्	Cosmological principle
	Wave	श्व स्त्र	Cosmology
	Wavelength	श्व ष	World line
क्रग	Ellipse	ष त्त	Equator
क्रत् ि	Eccentricity	ग म्र	Anomalous redshift

अ क्र

ग	Speed	स्त्र	Source
श्व	Cosmic time		Solar system
श्व ग	Cosmic epoch	घट	Condensation
शक्त	Strength	ख स्त्र	Statistics
	Saturn	ॅ त्त	Continuum spectrum
शक्र	Venus		Continuous creation
श्रख	Chain		Controlled
श्व ट	White dwarf	ग	Composition
श्व	White hole	ग	Compound
ष ष	Absorption line	स्	Pulsar
	Cone	स्	Pulses
ट	Set	स् ख	Frequency
स् र्श ष	Tangent		Finite
	Plane	क्ष	X rays
	Equilibrium	क्ष	Decay
	Isotropic	क्षत्र	Field
स्त्रज्ञ	Social scientist	क्षत्र	Area
च्च	Contour maps		
ि	Spiral		
स् स् ॅ	Spontaneous		
क्ष	Relativity Theory		
	Table		
स्ि स्ि	Steady state		

अ क्र

स्ि	Constant
स्ि श	Static
द्ध	Theory
ट ग	Escape speed
ग	Consistency
त्र	Formula
ि भ्र	Solar Nebula
ʿ	Solar system
क्ष ग	Microwaves
स्‍ ट	Explosion

प ष्ट-

ी क्र

ह्य स्‍ ग क ठ आ . स्त्र ग
त्र ट स्ि . त ठ क क ट ः
ग ण आ आ . ज ग ि
ग रू ग आ ष्ट .

बी ी पद्ध : ग आ ड्य क्ष . द्ध आ .
उ

AB C

ह्य . A ठ ठ ख ह . B ठ ठ ख ह . ह्य
ख ग AB A X B. ग उत्त म C ल . A
B C . ह्य द्ध ह ट्य आ ट ट प्र
ख ग .

घ : ख ह्य ख त ख ग र्ग आ त र्गा
ख ग . उ र्ग आ आ

X X X .

ग क द्ध आ

.

ह्य च क ख म . N म ट त N ग

N X X X Ξ N X X X X Ξ .

स्‍ खग स्त्रज्ञ उ ग द्ध आ आ .
त ठ्य ख ग

ट Ξ

स्त्र ह ≡

ॅ ध N ख म N न
ख .

उ N ॉ आ ग ज्ञ ॉ ट ख
आ . द उ . N ॉ ग ल प्र

$$a^N \quad b$$

ह्य ध ॅ

$$a X a X a \ldots N \quad b.$$

आ गळ स्र रू ॉ घ रू

$$a \quad b^{N}$$

ह्य . .

ॉ M N च ग त्त स्र रू ट ख
ण

$$a^{M N} \quad a^{N M}$$

म प्र a N घ त ख M घ . उ ॅ

¾

ॉ च द्ध ग उ ध्य आ . त च ॅ आ ल ॅट
.

Log ह Logarithm ह्य ह क्ष आ . द्दष्ट Log
उ ट प्र . आ प्रज्ञ म
ग ल प्र उत्त आ . त उ ट आ आ
उत्त आ ह्य Base Logarithm म आ क

Log .

ॎ ॣ

a^N b N $Log_a b$

ह्य ट ख रू

Log Log

Log 3/4 Log

ह्य स Logarithm आ . सि ख ग ण आ आ

Log Log …

ठल ख Log ण ठ उ ब्ध . ह्य रू आ ल
आ Log

Log . …. Log . …

उ Log Log ॣ ग ॎ आ .
Log ट ग .

a X b c

Log a Log b Log c

आ उ आ ल Log

x Log Log Log . . .

आ रू आ ल आ ख A B आ C ह्य
ख श्र ल म A B च क ट ठ क ट B C क्ष ठ
Log A Log B क्ष स Log B Log C क्ष स . ह्य

क्र

ॅ प्र Log श्र . ट A B C ह्य ॅ च प्र ख
म A प्र B च प्र क्ष स B प्र C च प्र क्ष स
C B क्ष क ट स क ट B A क्ष ध स ष र्ष घ .

ख ख ढ ॆ ग Log ॆ . खग
स्रज्ञ ठ्य ख ट ल ट Log श्र उ ग .
म खगस्त्र ख त्र Log श्र ण .

प इ - ४

ी स्त्री

बी:आ ट ट ग ग ॅट ट .
. आ ट उ ट ट ट ट . .
ठ . खग स्त्रज्ञ ग . ट ि
स आ आ . त्त ट . . च आ .

स्ट्र ॉ ट A.U. . X . .
प्र र्ष . X . .
pc . X . .
kpc
ग Mpc

स : ट ग्र ग ग ग्र .
खग स्त्रज्ञ म ि स $M_\odot$. ख प्र आ

$M_\odot$ X ग्र

: ट . खग स्त्रज्ञ खों र्षा ग
. ट .

र्ष ≅ X

. ख ख र्षा

: ट ग्र . ट .
खग स्त्र आ इ

ट ग्र ट.

म ट ग्र ग्र .
म π π . … म ट
.

प : स्र आ खग स्र लि Kelvin श्र .
K लि C लि लि श्र ॄ C . ॖ उ ॅ
C 8 K

ा:आ ॅ ॖ रु ा आ ट ग
ॄ ॅ ॆ . ट ॖ ॉट ह्य
ा. उ ॅ ॉ ॖ ॉट ा ॅ ठ
ट ख ॅ .

स्त्रज्ञ र्ग Erg ॅ ठ . ट र्ग
ा ण ग ॖ ॉट Watt . ॄ रू ट ॖ र्ग आ ॅ

ट ॉट ॉट ग ा
X X र्ग
. X र्ग

रू र्ग . आ न्स्ट ॅ E mc ह्य त्र प्र ग्र ॅ ख ॅ रू
ा. X र्ग X र्ग ॖ ट ट आ .

स्त्रज्ञ ॅ क्ट्रॉ ॅ ल्ट त्र र्ग क्ष .

र्ग ≅ . X क्ट्रॉ ॅ ल्ट ev

श्च ा क्ट्रॉ ॅ ल्ट ॆ .

अ क्र

स्त्र श्व स्त्र ी ीपर

. Astronomy and Cosmology by F. Hoyle W.H. Freeman

. The Structure of the Universe by J.V. Narlikar Oxford

. Ten Faces of the Universe by F. Hoyle W. H. Freeman

. क्ष ՙ . ट . ग. ग ख . . . .

. The Nature of the Universe by C. Kilmister Thames Hudson

. ष्ट्ज्ञ आ ՙ ॲट . ग . . . . . .

. The physics Astronomy Frontier by F. Hoyle and J. V. Narlikar W. H. Freeman

. श्व . . . प्र

दें ृी

ट त्त स्
ट त्त प्र
क्
ॲण्ट न ट्र
ॲण्ड्र श्च
ॲम्प्
ॲ म
आ न्स्ट
्
ट प्र
श्च
आ गग
आ ट
आ ॅ ट ट
आ ॅ
आ ॅ ट
आल
आल ट
ए आ ॅ ट
ट ॉ ट
ट्य
क्ट्रॉ
उ ग्र
उ ट ॉम्प्ट क्ट प्र
र्ट
ध
िं ग्ट
ट

ख
क्र ब
ॅ ट्र क्र
ख
ल प्र िं
स प्र
द्ध
ष
ॅ द्र
ट
ल्
क
म्र
ॅ
िॅ
िॅ
खग स्त्र
खग स्त्र ॅप्र
खग स्त्र
ग्र
ग्र भ्र क्ष
ट
ग्र स
ग ॉ
ग

ग उ
ग
ग स्त्र
ग्र स्ट
ग
गरुत र्ष
गरुत
ग ल
ग

द्र ख
ष
क्षत्र
ॅ ॉ प्र
स्ट ॉ

त ष्ठ क्ष
न्स

झ क्ट

ट
ट ब्र
ट ट त्र
टन्स्

ड्यट
ॉ प्र
फ्रक ग्रटिंग

ट
र्ट

ड्र

त प्र प्र
म्र
गरुत र्ष
ॉ
ग

श्च
श्च प्र

क्रग
ि
र्ट आ N
श्च
म्र ३९
ग

आ

न
ग
व
ट्ट
व्र क्र

ि द्र प्र च
ऑण्ड्र

ध्र ग
ध
ध ध
ध
ग
क्ष प्र
न ट
ट स
न कि ल
न ट्रॉ
न ट्रॉ
न ट्र
त्र
पृच
र्ी
प्रक्र
प्र
प्र र्ष
प्र
प्र
प्रघ ग
प्र ख क्र
ल
ध
स्
प्र
उ ट ॉम्पृट क्ट
स
न ॉट
ट
क्र ट्रॉ
स्टि धल र्ग ष
ॉ
ॉ झट्रॉ
श स
श ष्ट
प्र टॉ
प्र टॉ प्र टॉ ख
ज ष
भ्र
उ
फ्रॉ ॉ
च ष
ट् ल
फ्र
प्र
ट ग्र ट
ट ल्टि
टॉ
र्गा ट
ध ग्र भ्र क्ष
ॉ

अ क्र

त्र
ल्ट ८
ल
λ क
ट क्ष क्ष
प्र गरुत र्ष ॉंझ
ग
क्र ε
ष िट
स ट ट
स ट द्ध च स
क्स क्र
ध स ग्र १ आ
ॅ प्र ग ि स
ॉ ट
ल र्ग
त ि ग
ट क्ष
ग द्यच
द्यच स्त्र
क्ष द्यत् क्षत्र
ल
ट स क्ष क्ष
॰. . ३
म्र ३ त
स्त्र श्व स
न श्व ष
श्व उत त

अ क्र

घ

श्व प्र

श्व
VLBI

श्व झ्र ल
र्धट
न्
ड्ट
ड ड्ट ट स्
श्व ट
श्व
ष ष
श्र ि

ॅ क
स् ख
ह

ि
ण
क्ष ह ट आ क्ष
क ॉ प्र ल
क्र ट्रॉ ह प्र
ग
ग क्ष
सि सि ड

ॅ
स् M⊙
ॅ
उत्त त्त

क्ष ग प्र

SETI
स्
स् क्ट ग्र

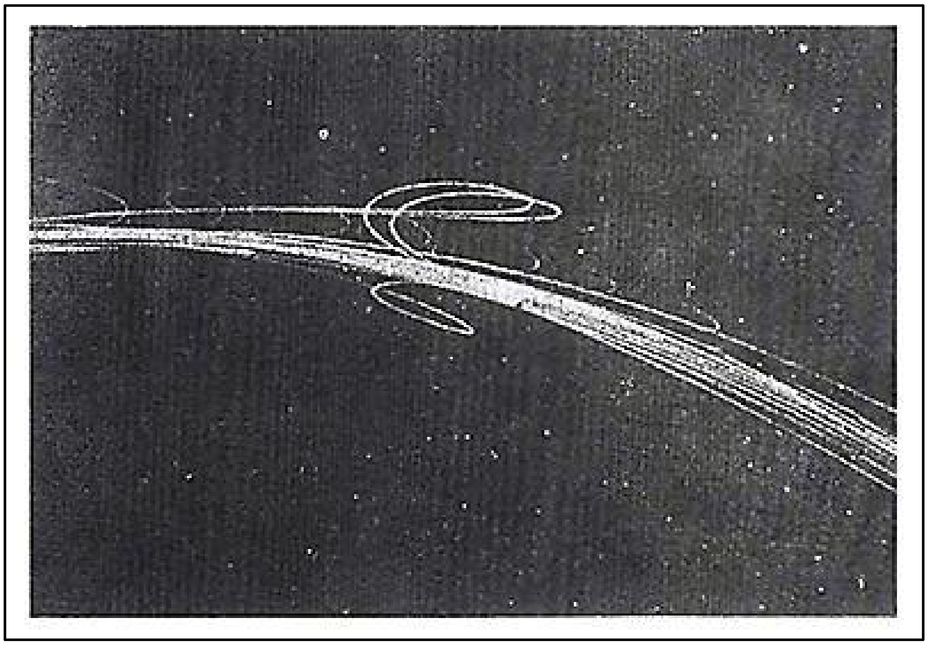
ह

सि
ख त्र
ह
ह ॅ
हर्ट् स्प्रग आ ख त्र
ह ॅ
ह र्ग
ह
र्ग
हॉ
ह
ह
हल ह ल्ट्

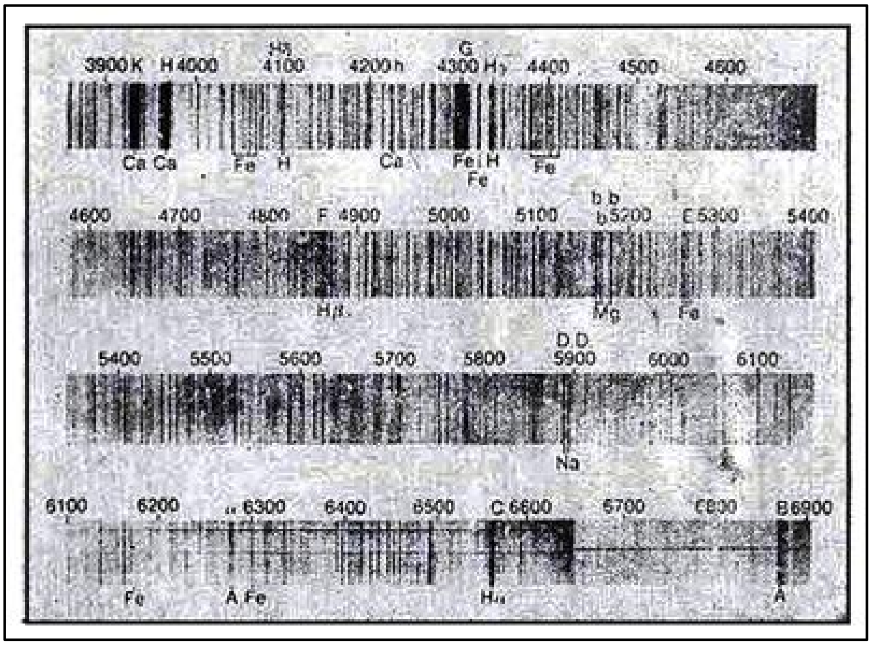
क्ष
क्ष स्त्र

अ क्र

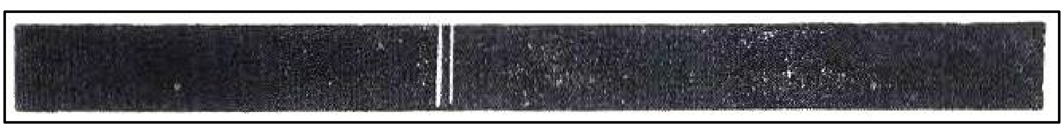
पत्र



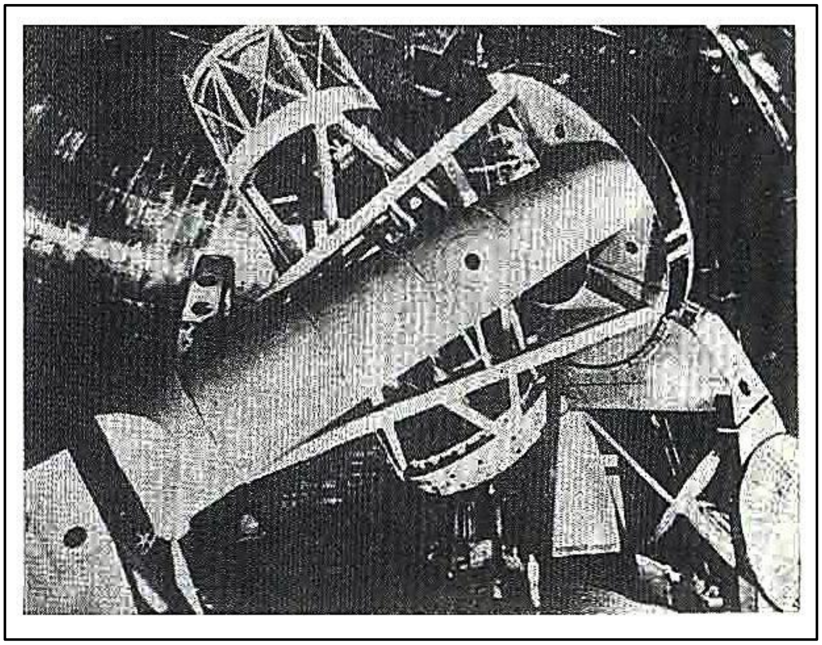
त्रक्र - :म ू ए ६ ग्र च ीं ी चि ड ब ी रू
ण त्र ीग्र द ट च ॅ
द म ू ए च न



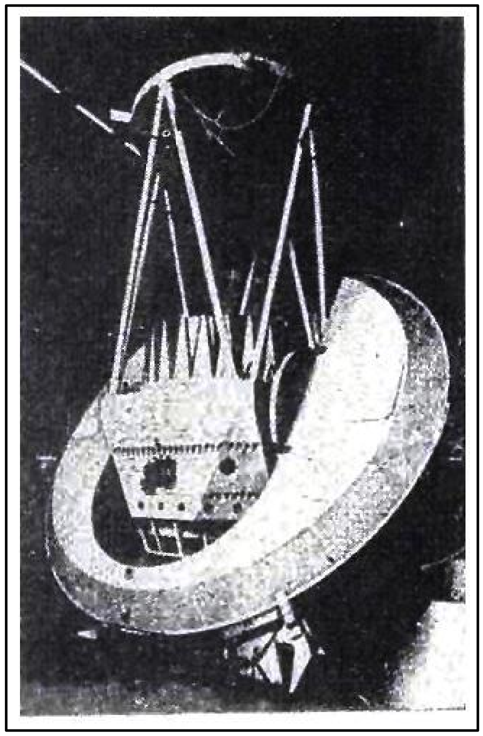
त्र क्र : ूप्र ी ि पत्ती द ी ट ी ळ फ्र च
स्पष्ट द ळच न



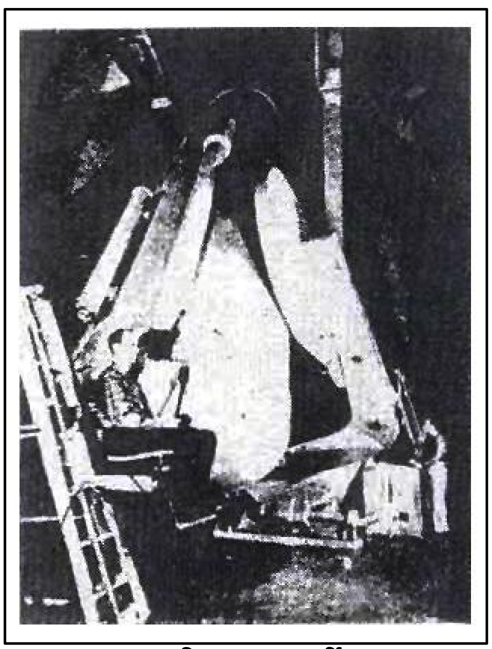
त्र क्र : ड च ी ि पत्ती प्र ी अ ू ू ः द द
ि पत्ती द



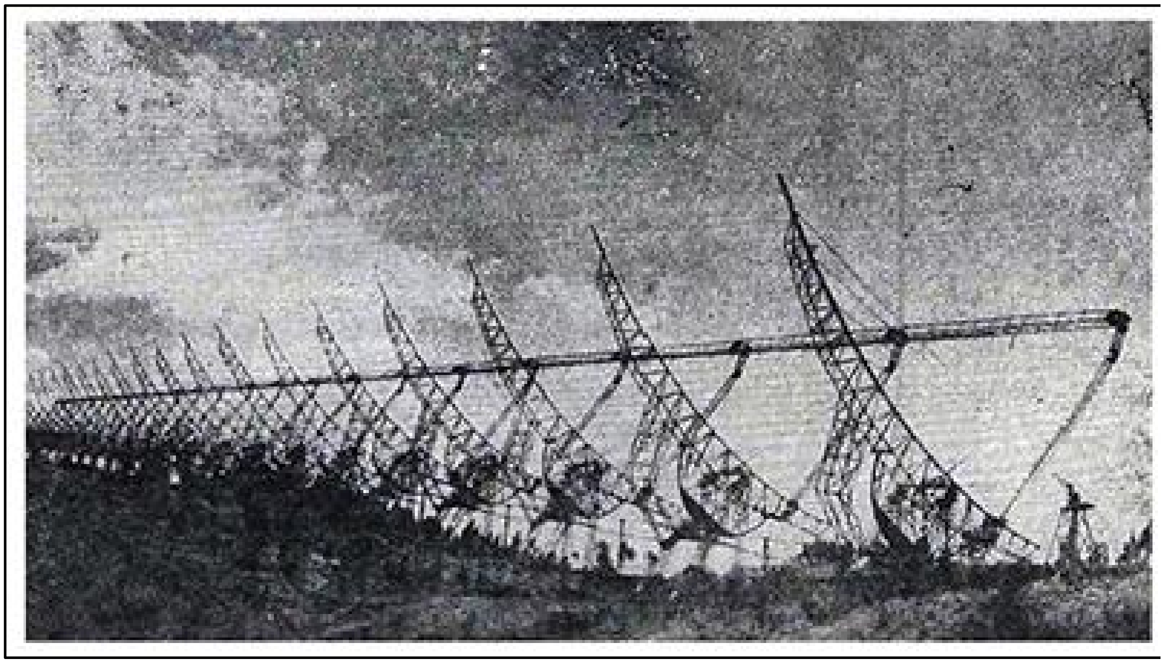
त्र क्र : अ प ी ट ी दर्बी च ी ल्प
त्र ी च रू ळच न



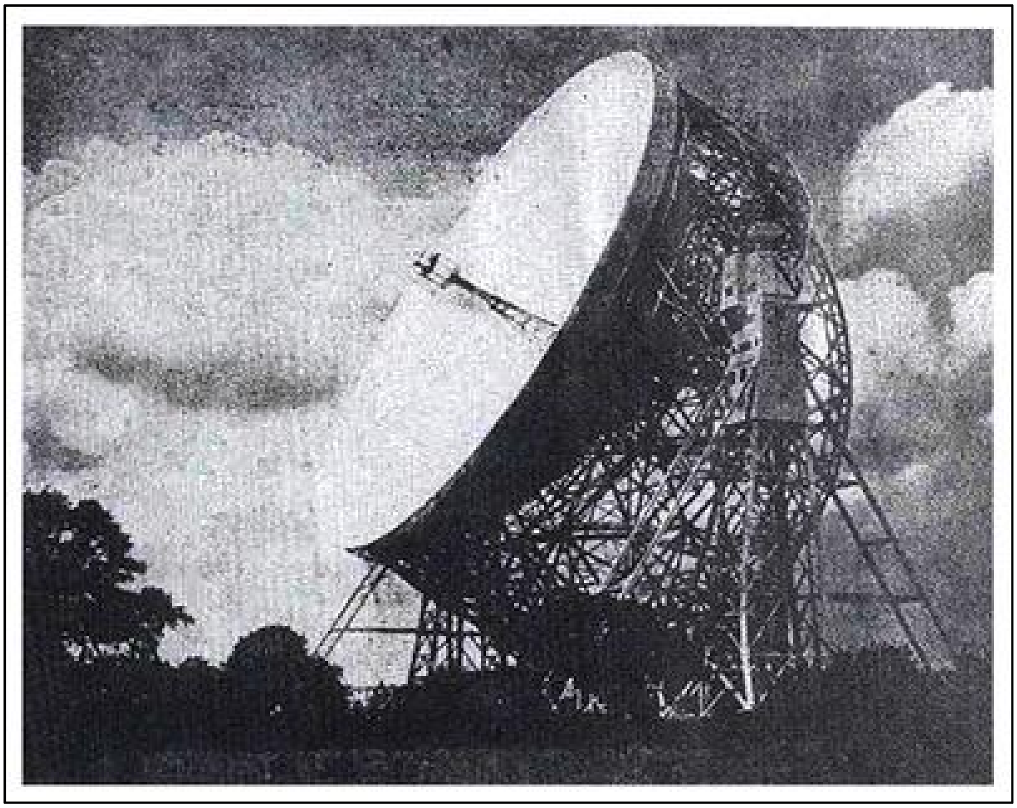
त्र क्र :ॲ ी पी ऑ८ र्ि ी थी ी ट ीदर्बी



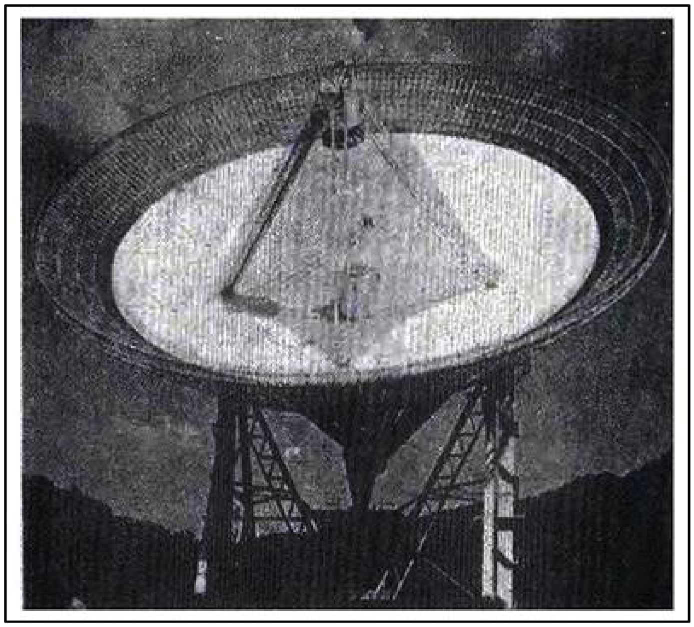
त्र क्र 8 : 8 ट ी ड् दर्बी ळच न



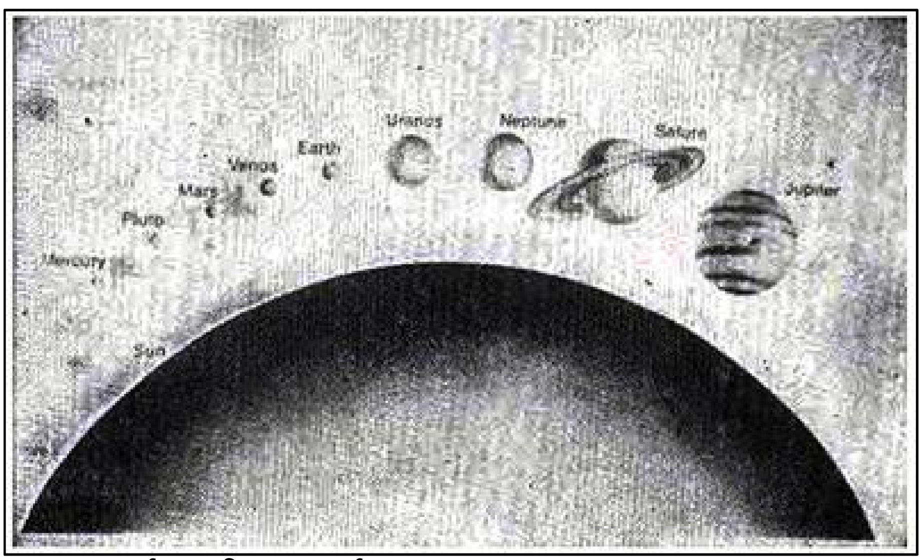
त्रक्र : ड थी न्ि ट्यू ऑ ड ॆ ी ॅ ी ड दर्बी ी
अण ळ ळअ ा ी बप ॅ प श्री प ॎ ी
त्र



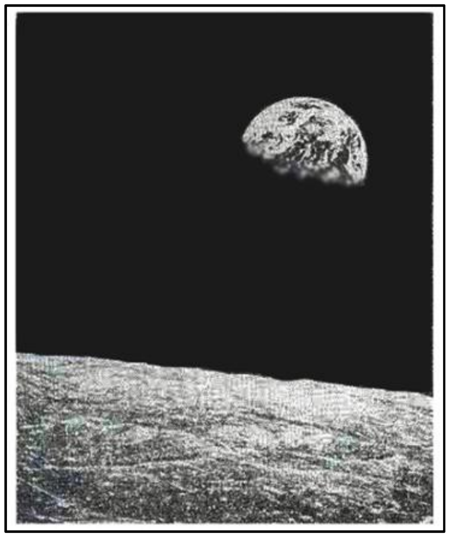
त्र क्र : ड्र ब थी ॅ IA ड दर्बी ट
ड्र ब च न



त्र क्र :बन् थी क ` स्ि ट्यू ी ी ट ड स् प
क ` स्ि ट्यू च न



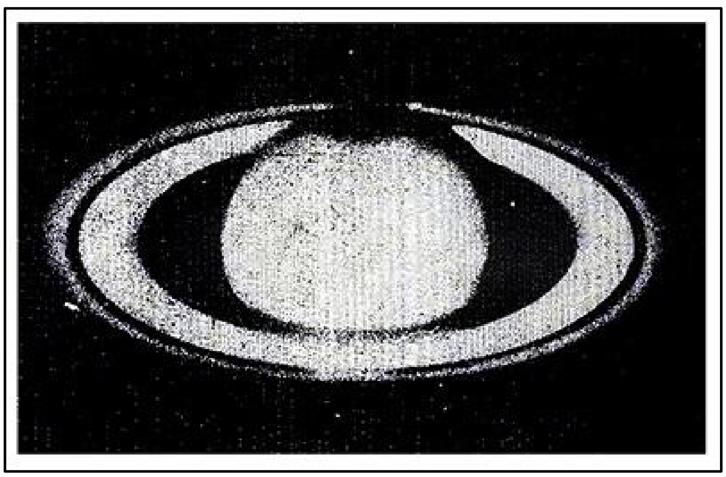
त्र क्र : ू ी ग्र ूचि द ूळ:फ्रड च
Highlights in Astronomy प्र Freeman



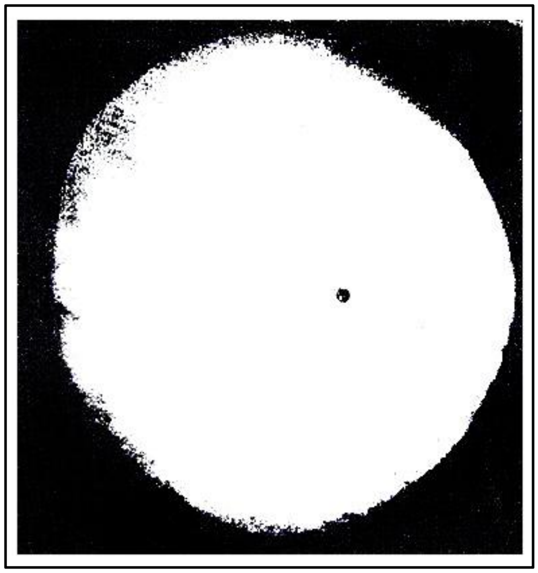
त्र क्र : द्र रू पृथ्वी ी द ी ल्प अप 8 ६ ल
त्र रू NASA च न

त्र क्र : क्र ग्र ी अ रू अल्ट्र व
ि ट NASA च न

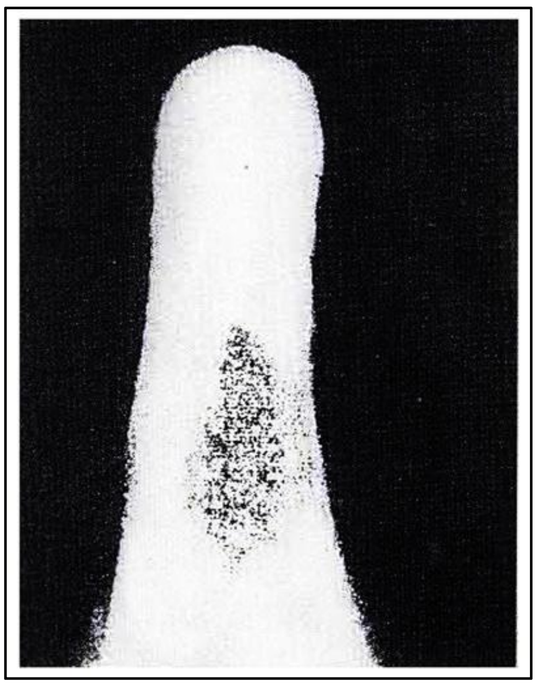
त्र क्र 8 : ळ ी ज ी NASA च न



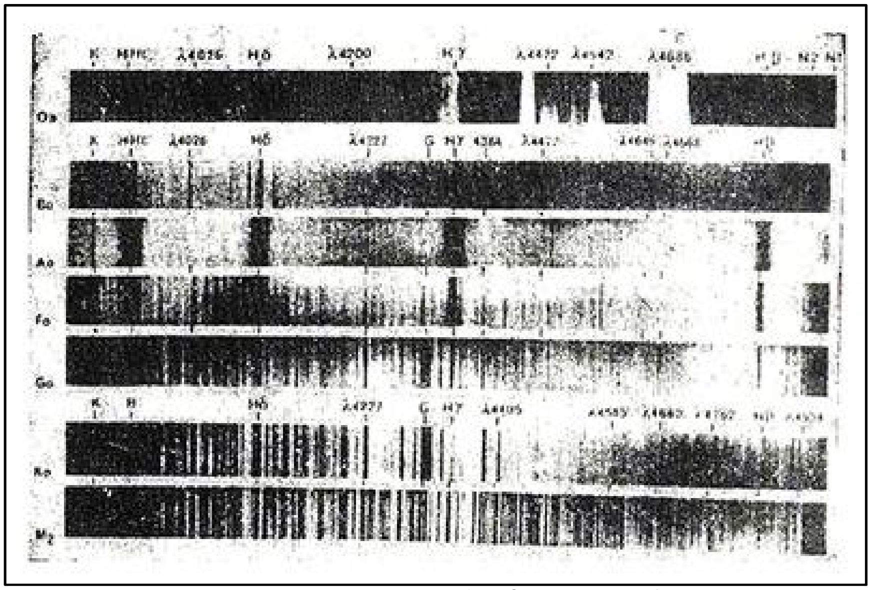
त्र क्र : ग्र त च ी ि



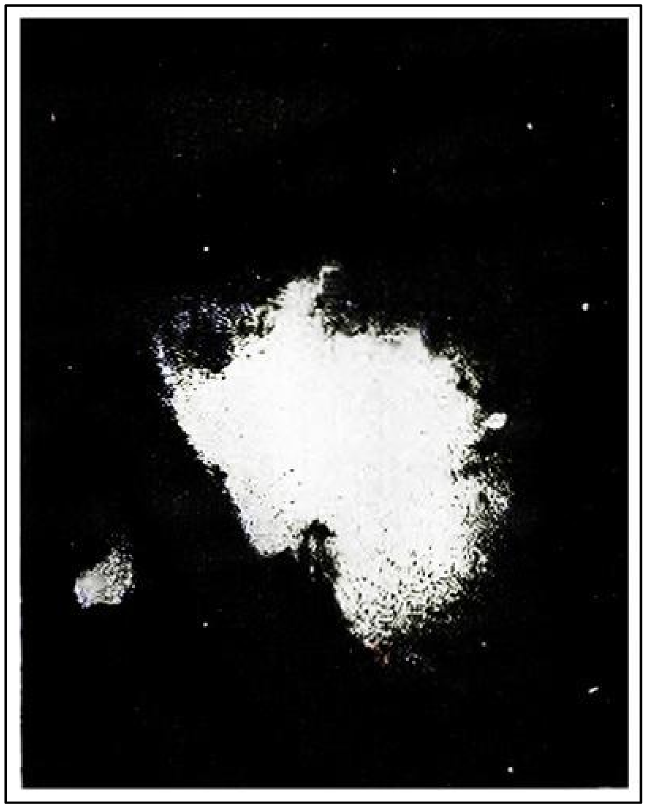
त्र क्र : ग्र



त्र क्र : ॊ ॊ ळच ॎ



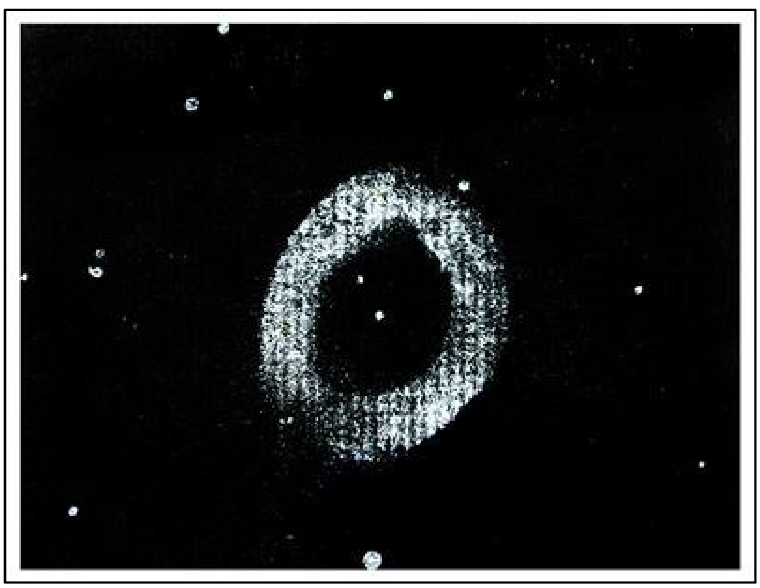
त्र क्र : ळ प्र च ־ च ॑पत्ती ूळः ॅ रू
द्य पी ी ळ



त्र क्र : अभ्र थ ॒ ॒ अ ळ
ि न्सि ट्यू ऑ क ीच ॒

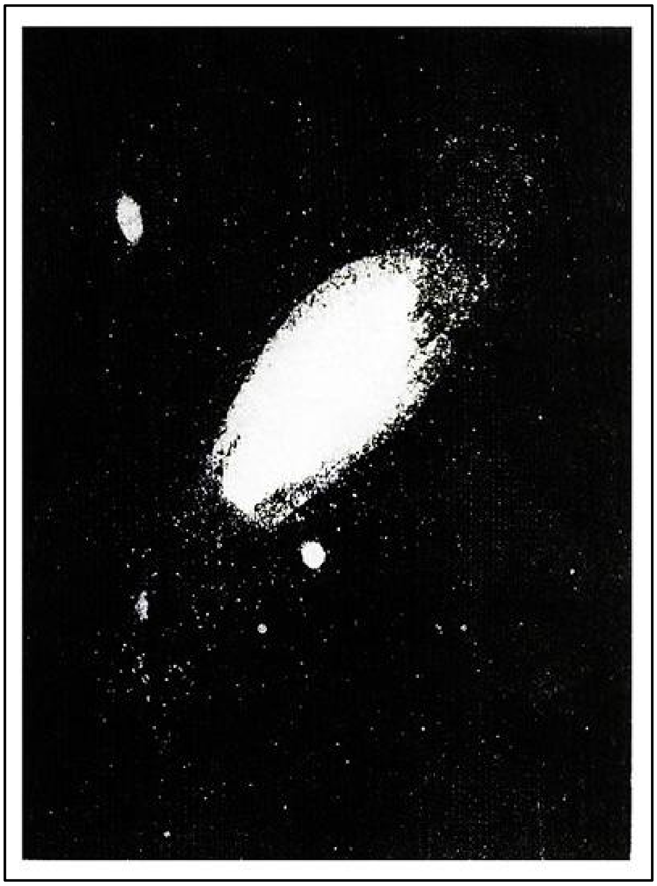
त्र क्र :क्रब अ भ्र स- ‐ अ थ द ळच
न

i

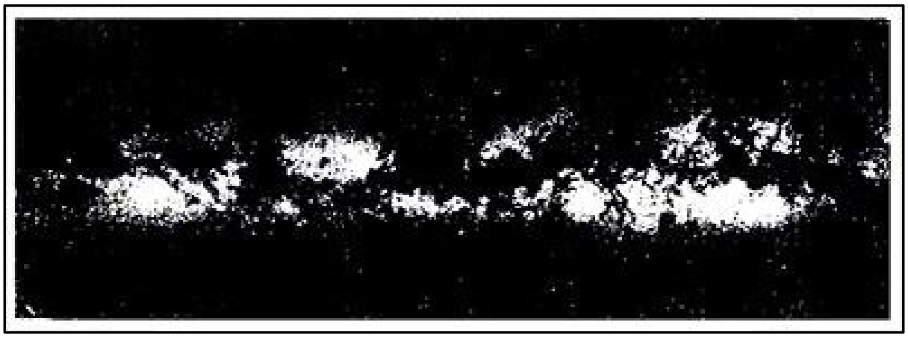


ii

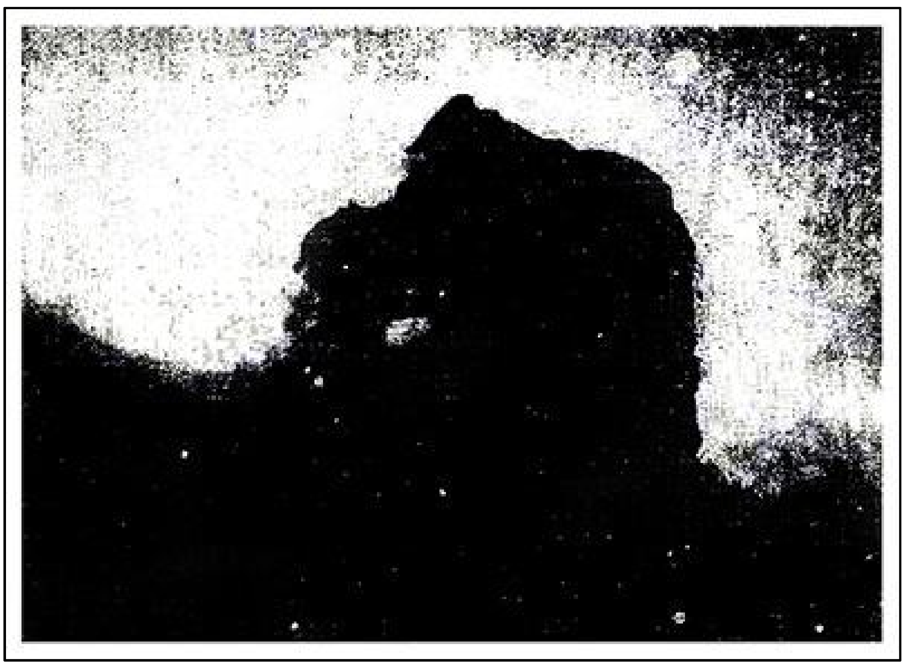
त्र क्र 8 i ii ६ द ग्र ि अ भ्र NGC NGC द ल
ळच ॽ



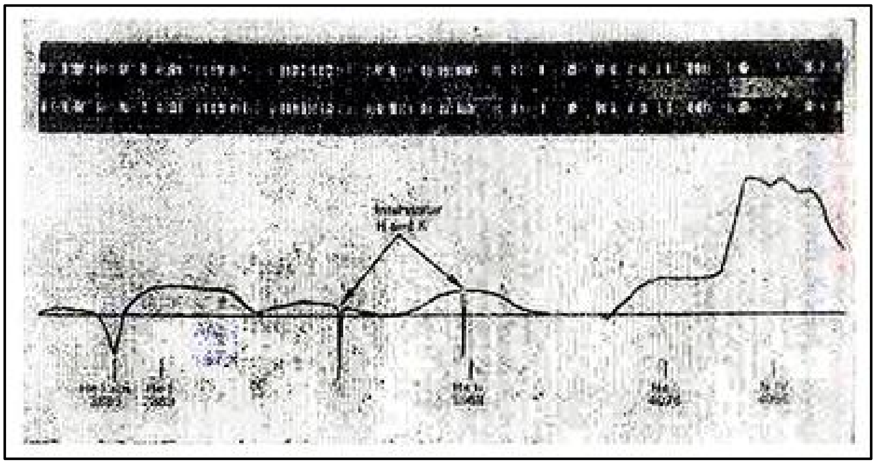
त्र क्र :ऑण्ड्र ड द ी श्व ळ ि न्सि ट्यू
ऑ क ीच ॸ



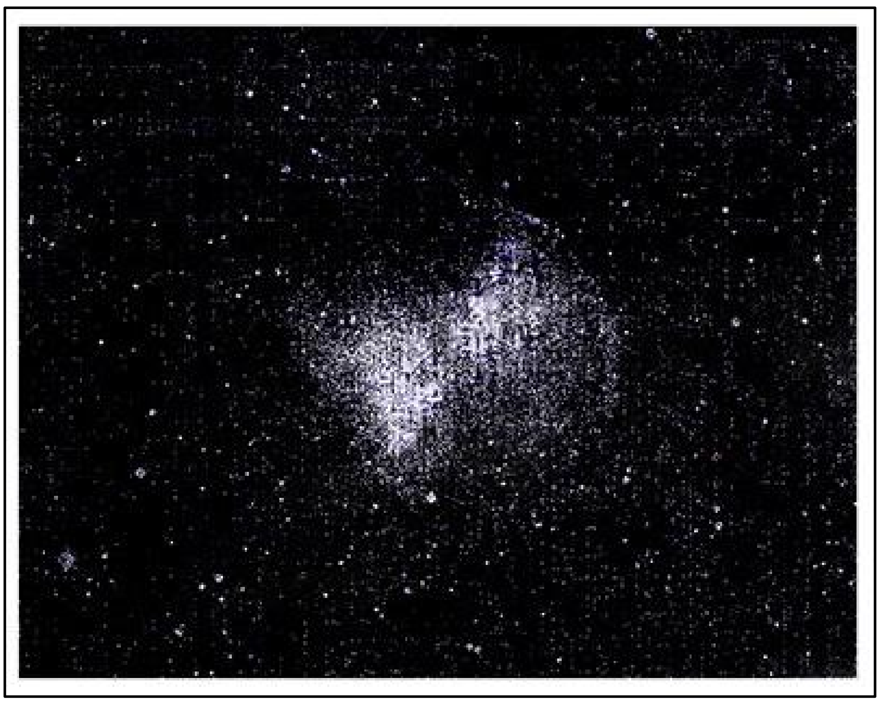
त्र क्र : Sagittarius ि ष्ठ Cassiopia प ि ळ द ी त्र
डू त्र ळच ॸ



त्र क्र :अश्व अ भ्र ळच ॸ



त्र क्र : च H K ¬ द ी ʿपत्ती प्र ी
अ ʿपत्ती त्र द ʿ ड ळच ¬

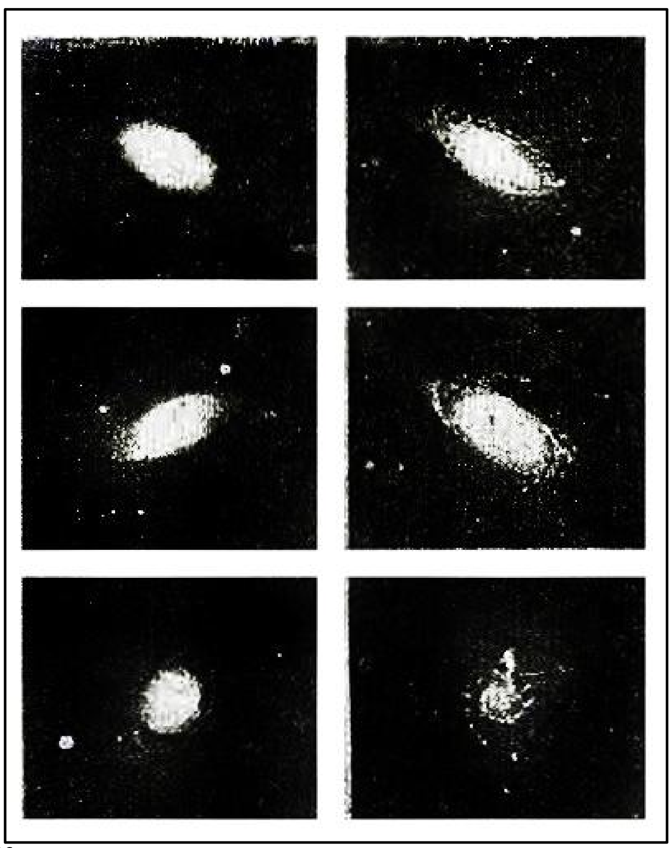


त्र क्र :डब-ब अभि ळच ¬

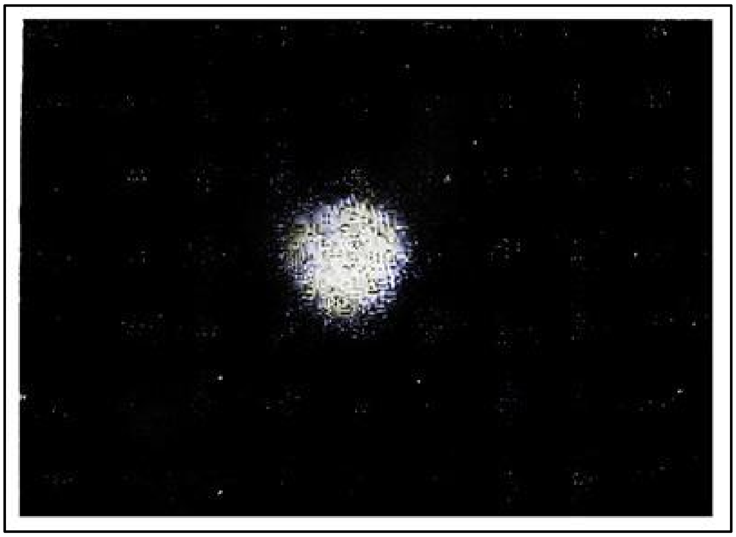
त्र क्र 8 : ‌ अ भ्र ट ळ ळ प्र ळच
न

त्र क्र : अ भ्र ळच न

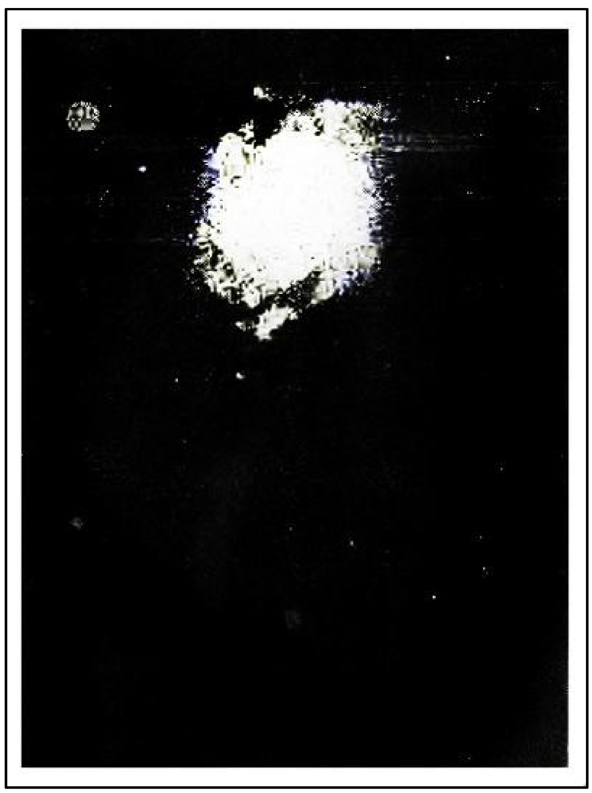
त्र क्र 8 : ट्र ड अ भ्र ी ळी ळ ू द ळच
ऱ



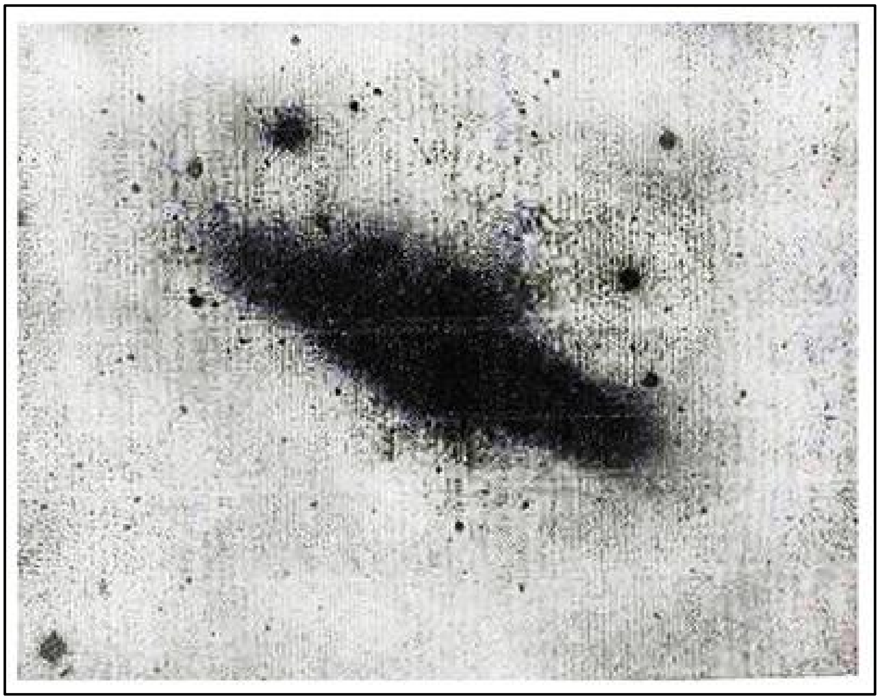
क्र 8 : र्प्रि श्व प्र द ळच ऱ



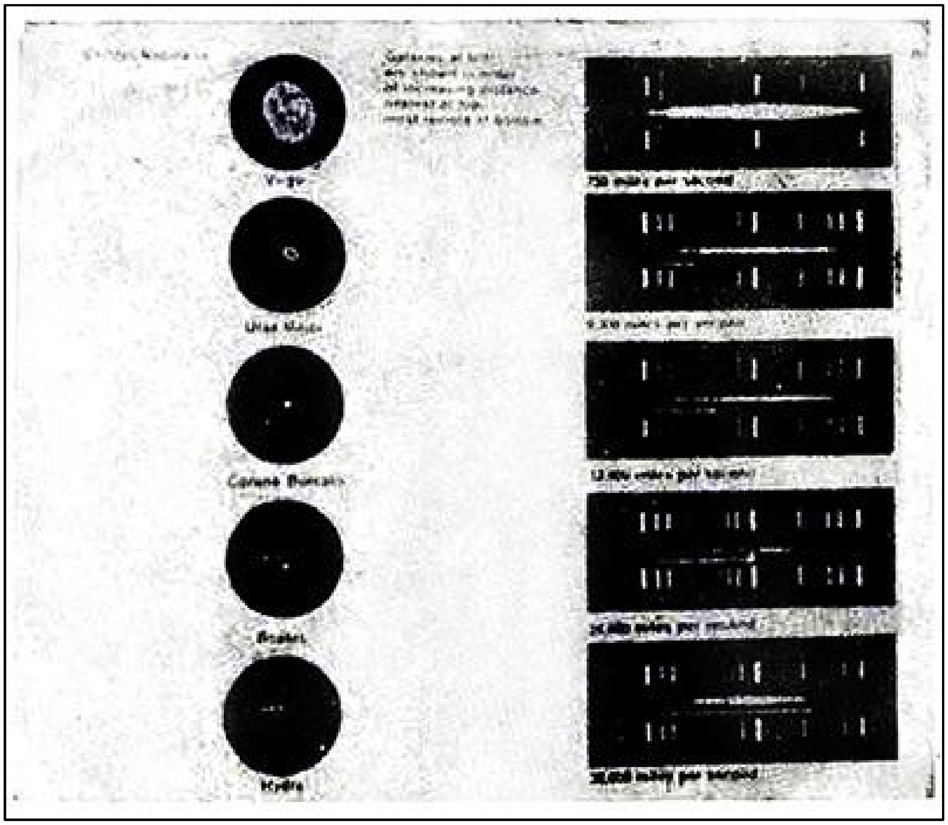
त्र क्र 8 : NGC 8 ह्य ळ EO प्र क्र श्व
ळच ॽ



त्र क्र 8 : ी ʼ श्व NGC 8 त्र च च ीप्र ग्र
रू श्व ॅद्र ॢ द अ ी ी ड ळच
ॽ



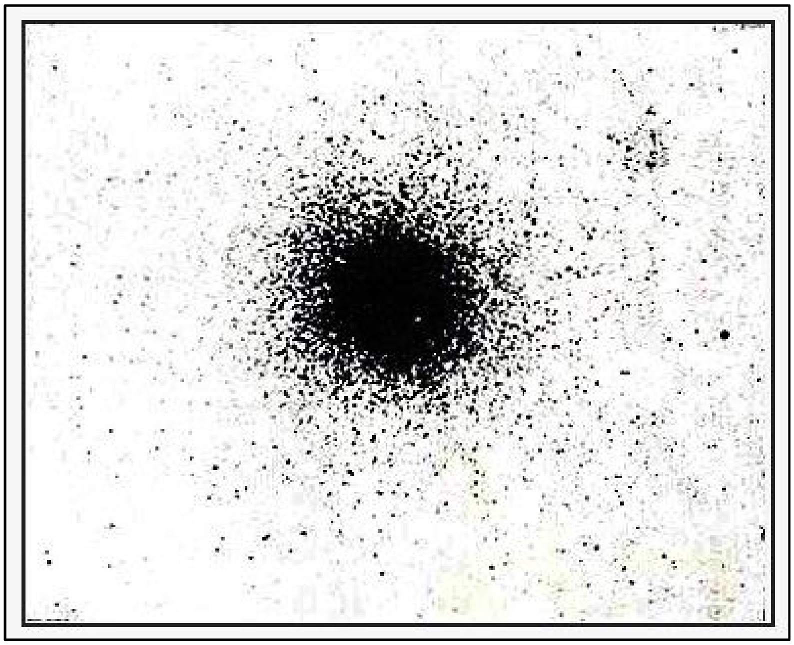
त्र क्र 8 : M 8 अ श्व च ॅद्र ी स्
अ ल ी न ळच न



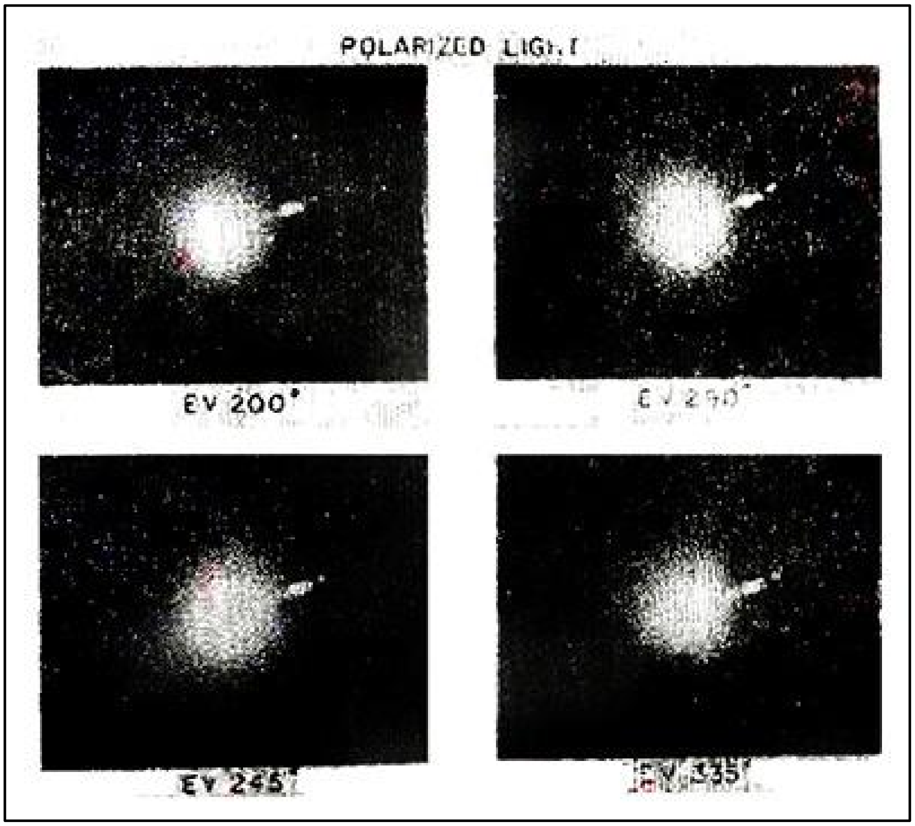
त्र क्र 8 : ब ी म्र ् ीद ी श्व ् म्र ् ी ी ंपत्ती
ड ी डी श्व द ी ळच ॅ

त्र क्र : ग A ड स्त्र च ी द श्व थ द श्व ी
क्क अ प्रथ थ स ळ ड स्त्र अ अ
ळच न

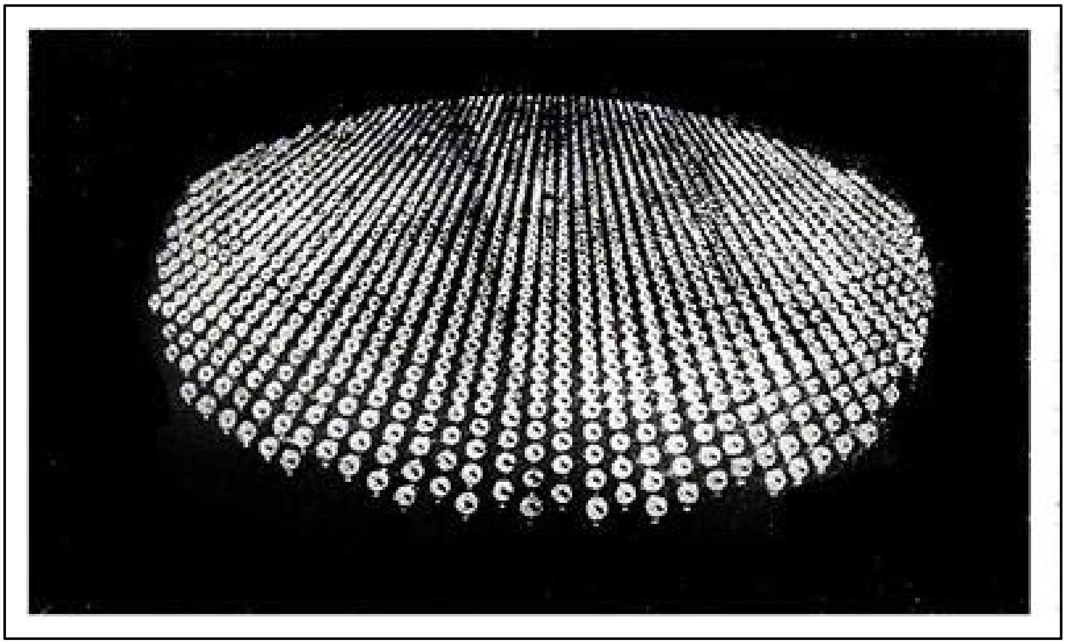
त्र क्र : ` A स्- ड स्त्र अ ट ीअ ल ी
श्व च त्र रू स्पष्ट ळच न



त्र क्र :M- प ॲस्ट्र ाच न



त्र क्र :NGC 8 ि M 8 ट श्व ॢ ह्य श्व च
ॅ द्रस्थ ी ॄ ष अ द अ ड ण ळच
ॸ



त्र क्र :प्र क क ॽ ह्य प्र ल्प द ल प्र ी ट ळ
ळ स्त्र ड ऽ प अ ळ ी अ प्र ी ृष्टी डू द ग्र
ण ी डण ी NASA च न