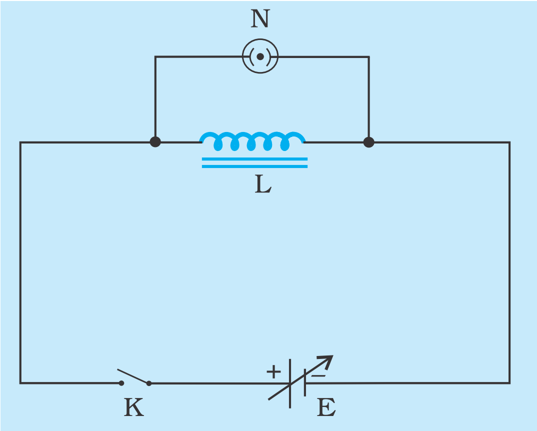
નિદર્શન 13

ઈન્ડક્ટિવ પરિપથમાં ડાયરેક્ટ પ્રવાહ (એકદિશીય પ્રવાહ) (dc) ને જ્યારે સ્વિચ ઑફ કરીએ ત્યારે ઊંચા મૂલ્યનું વિદ્યુતચાલક બળ ઉદ્ભવે છે તેમ નિદર્શન કરવું.

આકૃતિ D 13.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથ બનાવવો. બૅટરી સાથે શ્રેણીમાં જોડેલા ગૂંચળાના બે છેડા સાથે જોડેલા હોલ્ડરમાં ફિટ કરેલા નીઓનનો ગોળો N છે. કળ K બંધ કરતા જોવા મળે છે કે ગોળો ચાલુ થતો નથી. હવે કળ K ઑપન કરો. ગોળો પ્રજ્વલિત થશે જે દર્શાવે છે કે ઈન્ડક્ટર Lમાં મોટું પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળ ઉદ્ભવ્યું છે. વિદ્યુતચાલકબળનું ઉદ્ગમસ્થાન સ્વિચ ઑફ કર્યા પછી પણ આ પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળના ગૂંચળામાંથી પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને જાળવી રાખે છે.



આકૃતિ D 13.1 : જ્યારે પરિપથમાં પ્રવાહ બંધ કરીએ ત્યારે જ નીઓન ગોળો N ચાલુ થાય છે

નોંધ

(1) જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહને સ્વિચ ઑન કર્યો હોય ત્યારે બેક વિદ્યુતચાલકબળ (Back emf) એ બૅટરીના વિદ્યુતચાલકબળ કરતા વધુ ન હોઈ શકે કારણ કે બંનેના પરિણામી એ બૅટરીના ધન છેડામાંથી (રૈવાજિક) પ્રવાહ પસાર કરવો જ પડે. જોકે સ્વિચ ઑફ કરતા, પરિસ્થિતિ કંઈક જુદી હોય છે. ઈન્ડક્ટર Lમાં ઊંચું વિદ્યુતચાલકબળ ઉદ્ભવે છે કે જે પ્રવાહના વહનને જાળવે છે. જેથી ગોળો ચાલુ થાય છે.

(2) ફેરેડેના વિદ્યુતચુંબકીય પ્રેરણના નિયમ પ્રમાણે, જ્યારે કળ ઑપન કરો ત્યારે બૅટરીમાંથી પ્રવાહ તરત જ બંધ થાય છે અને આ હકીકતના કારણે એ ઊંચું પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળ ઉદ્ભવે છે. એટલે જ ગૂંચળામાં ચુંબકીય ફ્લક્સના ઘટાડાનો દર ઊંચો હોઈ એક ઊંચું વિદ્યુતચાલકબળ ઉદ્ભવે અને તેથી જ ગોળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થાય.

(3) પરિપથને સ્વિચ ઑન કર્યા પછી નીઓનનો ગોળો પ્રજ્વલિત થતો નથી. આનું કારણ - નીઓન ગોળાનો સ્ટ્રાઈકિંગ (striking) વોલ્ટેજ (આશરે 150V) એ બૅટરી E ના સપ્લાય વોલ્ટેજ જે સામાન્ય રીતે 2 થી 3V હોય છે, તેના કરતા ઘણું વધારે છે.

(4) જ્યારે વિદ્યુતચાલક બળનું ઉદ્ગમ (બૅટરી) કટ ઑફ કરીએ, ત્યારે નીઓન ગોળાને ચાલુ થવા માટેની ઊર્જા ક્યાંથી આવે છે ? જે ગૂંચળા L માં પસાર થતા પ્રવાહની સાથે સંકળાયેલા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાંથી આવે છે. માટે આ પ્રયોગ ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં ઊર્જા હોવાનું પણ સ્પષ્ટપણે નિદર્શન કરે છે.

(5) જે ગૂંચળામાં પ્રવાહ પસાર થતો હોય તે જ ગૂંચળામાં પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળની હાજરીની ઘટનાને આત્મપ્રેરણ કહે છે. ગાણિતીય રીતે ગૂંચળાના આત્મપ્રેરકત્વ (L)ને સમીકરણ

$E = -L\dfrac{dI}{dt}$ વડે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય.

અહીં E એ પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળ અને $\dfrac{dI}{dt}$ એ ગૂંચળામાંથી પસાર થતા પ્રવાહના ફેરફારનો દર છે. ઉપરના સમીકરણમાં ઋણ નિશાની પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળની દિશા પ્રવાહના ફેરફારની દિશાને વિરુદ્ધ હોય છે અને પ્રવાહને અચળ જાળવવાનું વલણ દર્શાવે છે.

(6) આત્મપ્રેરકત્વની યાંત્રિક સમરૂપતા :

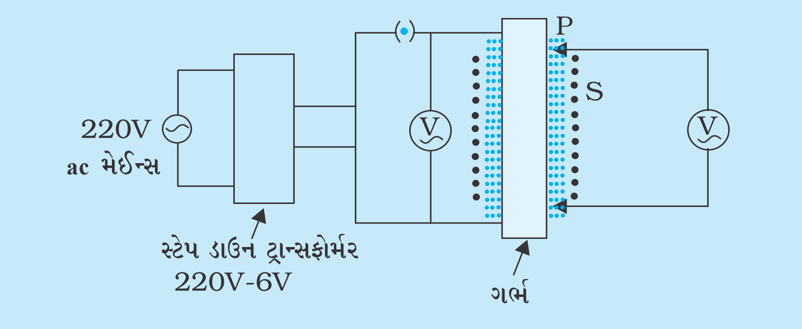
ઉપરનું સમીકરણ યંત્રશાસ્ત્રના નીચેના સમીકરણને સમતુલ્ય છે. પોતાના જડત્વના કારણે ગતિશીલ પદાર્થનું બીજા પદાર્થ પર બળ $= -m\dfrac{dv}{dt}$ જ્યાં m એ દ્રવ્યમાન અને $\dfrac{dv}{dt}$ એ પદાર્થના વેગના ફેરફારનો દર એટલે કે પ્રવેગ છે. અહીં પણ ઋણ નિશાની દર્શાવે છે કે, બળની દિશા વેગના ફેરફાર કરતા વિરુદ્ધ અને વેગ અચળ જાળવી રાખવાનો પ્રયત્ન કરે છે. એટલે જ વિદ્યુતતંત્રમાં ઇન્ડક્ટર L એ યાંત્રિક તંત્રમાં દળ mની ભૂમિકા ભજવે છે. દા.ત., ગૂંચળામાં dc પ્રવાહને સ્વિચ ઑન કરવું એ હથોડાને પ્રવેગિત કરવું તેને સમરૂપ છે. એટલે જ dc પ્રવાહને સ્વિચ ઑફ કરવું એ હથોડી ખીલીને અથડાય અને તરત ઊભી રહી જાય તથા ખીલી ઉપર વધુ બળ લગાવે તેને સમરૂપ છે.

નિદર્શન 14

(i) સ્ટીલના એક સળિયા પર પ્રાઈમરી અને સેકન્ડરીને વીંટાળી ટ્રાન્સફોર્મરના સિદ્ધાંત અને
(ii) લેમિનેટેડ કોર (Laminated Core)નો ઉપયોગ કરીને એડી પ્રવાહોને દૂર કરવાનું નિદર્શન કરવું.

(i) *સ્ટીલના એક સળિયા પર પ્રાઈમરી અને સેકન્ડરીને વીંટાળી ટ્રાન્સફોર્મરના સિદ્ધાંતનું નિદર્શન કરવું:*

15 cm લાંબો અને 13 cm વ્યાસ ધરાવતો નરમ લોખંડનો એક સળિયો લો. તેના પર એક જાડો કાગળ વીંટાળી દો. 200 આંટા ધરાવતી ઈનેમલ્ડ કોટીંગ (enamelled) તાંબાના તાર (22 SWG અથવા 20 SWG)*નું બનેલું ગૂંચળું P તેના પર વીંટાળો. આકૃતિ D 14.1માં બતાવ્યા પ્રમાણે 50 આંટા ધરાવતી ઈનેમલ્ડ તાંબાના તાર (18 SWG અથવા 16 SWG)નું બનેલું બીજું ગૂંચળું S વીંટાળો. બંને ગૂંચળાને સળિયાની સમાન લંબાઈ પર વીંટાળ્યા હોવાથી એક ગૂંચળામાં પ્રવાહ પસાર કરવાથી ઉત્પન્ન થતું ચુંબકીય ફ્લક્સ લગભગ સંપૂર્ણ રીતે બીજા ગૂંચળા સાથે સંકળાય છે. કોઈ એક સ્ટેપ ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર (step down transformer)માંથી મળતા 6V ac સપ્લાયને ગૂંચળા P સાથે જોડવો. ગૂંચળા Sને ac વોલ્ટમીટર (0 – 10V) સાથે જોડવું. એક સમાન ac વોલ્ટમીટર ગૂંચળા P સાથે પણ જોડવું. ગૂંચળા P માં પ્રવાહ ચાલુ કરો અને બંને ગૂંચળા પર મળતો વોલ્ટેજ V_P અને V_S નોંધો. V_P અને V_Sનો ગુણોત્તર શોધો. તમને જોવા મળશે કે, આ ગુણોત્તર P અને Sના આંટાના ગુણોત્તર જેટલો છે એટલે કે $\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S}$



આકૃતિ D 14.1 : "I" આકારના લોખંડના ગર્ભ પર બે ગૂંચળા વિંટાળી બનાવેલું સાદું ટ્રાન્સફોર્મર

* *પાન નંબર 289 પર કોષ્ટક D_s 6 જુઓ.*

નોંધ

(1) ગૂંચળા P (જેની પર ac વોલ્ટેજ આપેલું છે.)ને પ્રાઈમરી (પ્રાથમિક) અને ગૂંચળા S (જેમાં ac પ્રેરિત થાય છે.)ને સેકન્ડરી (ગૌણ) કહે છે.

(2) ગૂંચળું S એ ગૂંચળા Pના એકદમ નજીક હોવાથી (તેઓ એકબીજા સાથે જોડાયેલા નથી પણ અવાહક ઈનેમલના કારણે અલગ છે.) પ્રાથમિકમાંથી પાવર ગૌણ ગૂંચળામાં અન્યોન્ય પ્રેરણથી ટ્રાન્સફર થાય છે.

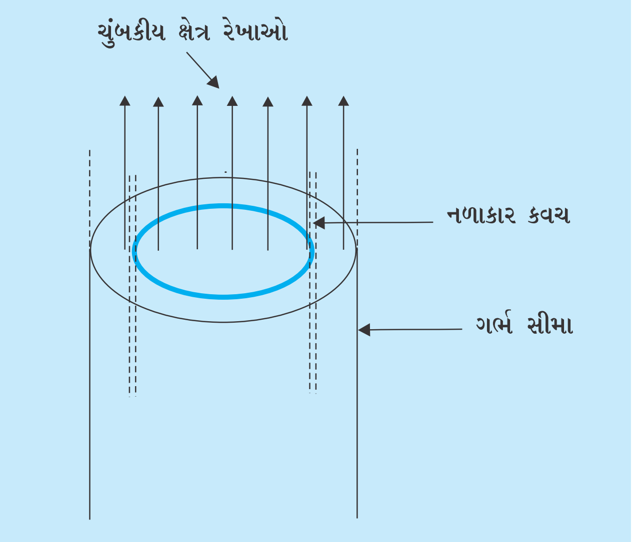
(3) ઉપરના સમીકરણ પરથી એ સ્પષ્ટ થાય છે કે, ટ્રાન્સફોર્મર ગુણોત્તર $\frac{N_p}{N_s}$ ની યોગ્ય પસંદગી કરી, આપણે Pની સરખામણીમાં S માં ઊંચું અથવા નીચું વોલ્ટેજ મેળવી શકીએ.

(4) એ નોંધનીય છે કે સ્થિર dc વોલ્ટેજને ટ્રાન્સફોર્મર વડે સ્ટેપ-અપ અથવા સ્ટેપ-ડાઉન ન કરી શકાય કારણ કે સ્થિર dc વોલ્ટેજ બદલાતું ચુંબકીય ફ્લક્સ ઉત્પન્ન કરી શકતો નથી અને એટલે જ તે વોલ્ટેજ પ્રેરિત કરી શકતો નથી.

(5) ટ્રાન્સફોર્મર એ અન્યોન્યપ્રેરણ (Mutual induction)નો મહત્ત્વનો ઉપયોગ છે. બંને ગૂંચળાના આંટાના ગુણોત્તર પર આધારિત ac વોલ્ટેજને ટ્રાન્સફોર્મર સ્ટેપ-અપ અથવા સ્ટેપ-ડાઉન કરી શકે છે.

(ii) *લેમિનેટેડ કોરનો ઉપયોગ કરી એડી પ્રવાહોને દૂર કરવાનું નિદર્શન કરવું*

ઉપરના નિદર્શનમાં Pને 6 V ac સાથે સતત થોડા સમય માટે રાખી હાથ વડે ગર્ભ અને ગૂંચળાની ઉષ્ણતા અનુભવો. તમને જોવા મળશે કે કોર (ગર્ભ) વધુ ગરમ બને છે જ્યારે તાંબાના તારનું ગૂંચળું પ્રમાણમાં ઠંડું હોય છે. જ્યારે ટ્રાન્સફોર્મર અડકી પણ ન શકાય એવું ગરમ થાય ત્યારે તેને સ્વિચ ઑફ કરવું. નહિતર તાંબાના તાર પરનું ઈનેમલનું પડ સળગી જશે. એડી પ્રવાહના કારણે કોર (ગર્ભ) ગરમ થાય છે (અવરોધક ઉષ્ણતા). ગર્ભને વધુ સંખ્યામાં નળાકાર કવચો (Shells)નો બનેલો માની લેતા અને તેમાંનું એક કવચ ધ્યાનમાં લઈએ (આકૃતિ D 14.2). ગૂંચળાની જેમ જ કવચમાંથી પસાર થતા ચુંબકીય ફ્લક્સમાં ફેરફાર તેમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પ્રેરિત કરે છે. ગર્ભ જેનો બનેલો છે તે બધા જ કવચોમાં પ્રેરિત વિદ્યુતપ્રવાહ ઉદ્ભવે છે. હવે લોખંડના ઘન સળિયાને બદલે ઈનેમલ કોટ વડે એકબીજાથી અલગ કરેલા પાતળા નરમ લોખંડના તારોને ભેગા દબાવીને બનાવેલ લેમિનેટેડ કોર લો. આ કોરનો ઉપયોગ કરી ઉપરના નિદર્શનનું પુનરાવર્તન કરો. તમે જોશો કે તારનો બનેલો કોર ખૂબજ ધીમે-ધીમે ગરમ થાય છે.



***આકૃતિ D 14.2 :** ગર્ભની અંદર બદલાતા ચુંબકીય ફ્લક્સ એ ગર્ભની અંદર કોઈપણ નળાકાર કવચની આજુબાજુ પ્રેરિત વિદ્યુતચાલકબળ ઉત્પન્ન કરે છે.*

નોંધ

(1) નરમ લોખંડના તારમાંનો ઈનેમલ એડી પ્રવાહોને સારા પ્રમાણમાં ઓછું કરે છે કારણ કે વિદ્યુતપ્રવાહ એક તારમાંથી બીજા તારમાં જતો નથી. તેમ છતાં દરેક તારની અંદર તો અમુક એડી પ્રવાહો તો હોય છે જ.

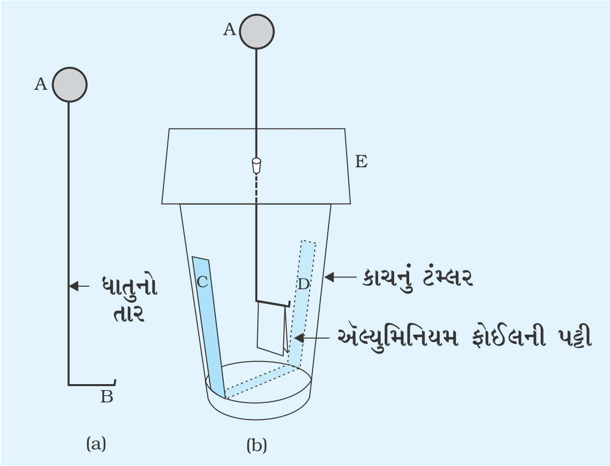
(2) આ પ્રકારના કોર (ગર્ભ) ઊંચી આવૃત્તિ માટે નકામા છે તે ઉલ્લેખ કરવો જ પડે.

પરિશિષ્ટ 1

સાદુ ઈલેક્ટ્રોસ્કૉપ બનાવવું અને પદાર્થ પરના વિદ્યુતભારને પારખવા માટે તેનો ઉપયોગ કરવો

આકૃતિ A_x 1 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ધાતુના તારને વાળો અને તેના એક છેડે દટ્ટો બનાવો. (તમે તારના છેડા Aને ઘણી વખત વળ ચઢાવીને આવો દટ્ટો બનાવી શકો છો.) ઍલ્યુમિનિયમના પાતળા વરખની લગભગ 8 cm લાંબી અને 1/2 cm પહોળી પટ્ટી લો. તેને મધ્યમાંથી ગોળ આકારમાં વાળો. તેને ખૂબ જ હળવેકથી તારના સમક્ષિતિજ છેડા B પર મૂકો. કાચની ઊંચી બરણી અથવા ટંબ્લર લો. 2 cm પહોળી અને 10 cm લાંબી ઍલ્યુમિનિયમના વરખની બે પટ્ટી C અને D કાચના ટંમ્બ્લરની સામસામેની બાજુએ ચોંટાડો. કૉપરના તાર કે જેના B છેડે ઍલ્યુમિનિયમની વાળેલી પાતળી પટ્ટી છે તેને હળવેકથી નીચે ઉતારો. તારની દિશા એવી હોવી જોઈએ કે જેથી C એ વાળેલી ઍલ્યુમિનિયમની પટ્ટીનો અડધા ભાગની સામે આવે અને D એ બાકીના અડધા ભાગની સામે આવે. [આકૃતિ A_x 1 (b)]. E એ તારને ટેકો (આધાર) આપવા માટે પૂંઠા (કાર્ડ બૉર્ડ)ની તકતી છે. આ તમારું ઈલેક્ટ્રૉસ્કોપ છે.

આપેલો પદાર્થ (દા.ત. કાચનો સળિયો) વિદ્યુતભારિત છે કે નહિ તે ચકાસવા માટે તેને ઈલેક્ટ્રૉસ્કોપની નજીક લાવો અને છેડા A સાથે સંપર્ક કરાવો. જો આપેલો પદાર્થ વિદ્યુતભારિત હશે તો તમે જોઈ શકો છો કે ઍલ્યુમિનિયમની પટ્ટી છૂટી પડે છે. ઈલેક્ટ્રૉસ્કોપની મદદથી દર્શાવી શકાય કે, પદાર્થોને ઘસવાથી તેના પર વિદ્યુતભાર સ્થાપિત કરી શકાય છે. તમે એ પણ દર્શાવી શકો છો કે, ઘસવાની



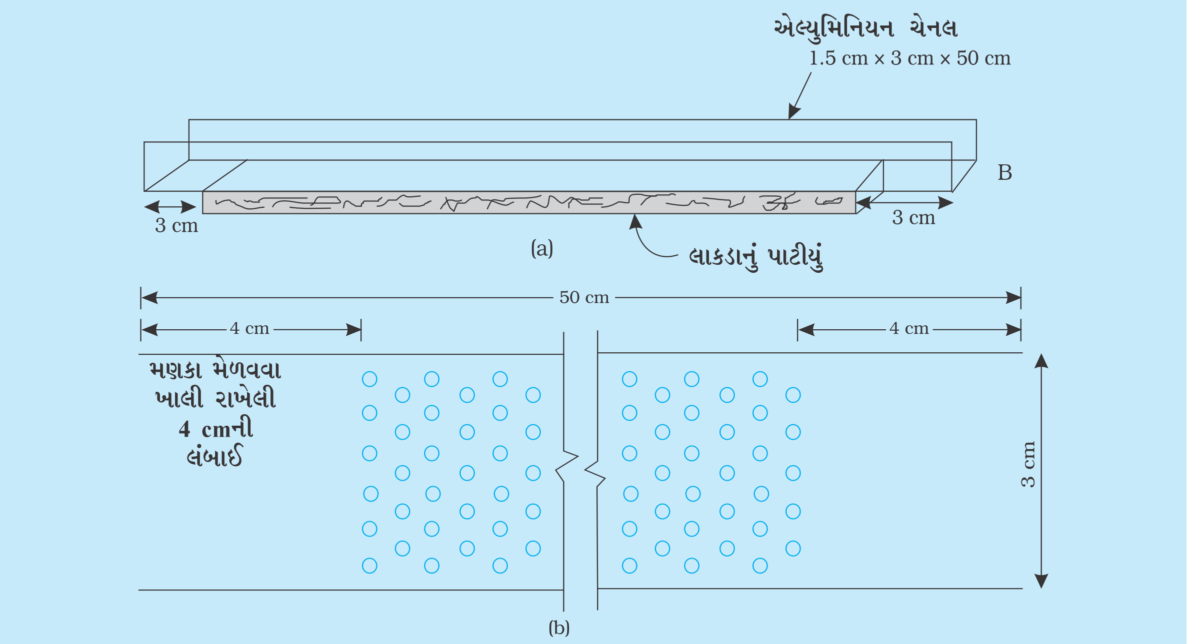
આકૃતિ A_x 1 (a),(b) : ઍલ્યુમિનિયમ ફોઈલ ગોઠવેલ ઈલેક્ટ્રૉસ્કોપ

પ્રક્રિયા દરમિયાન, આ પ્રક્રિયામાં સામેલ બે પદાથો પર વિજાતિય વિદ્યુતભારો પ્રસ્થાપિત થાય છે.

પરિશિષ્ટ 2

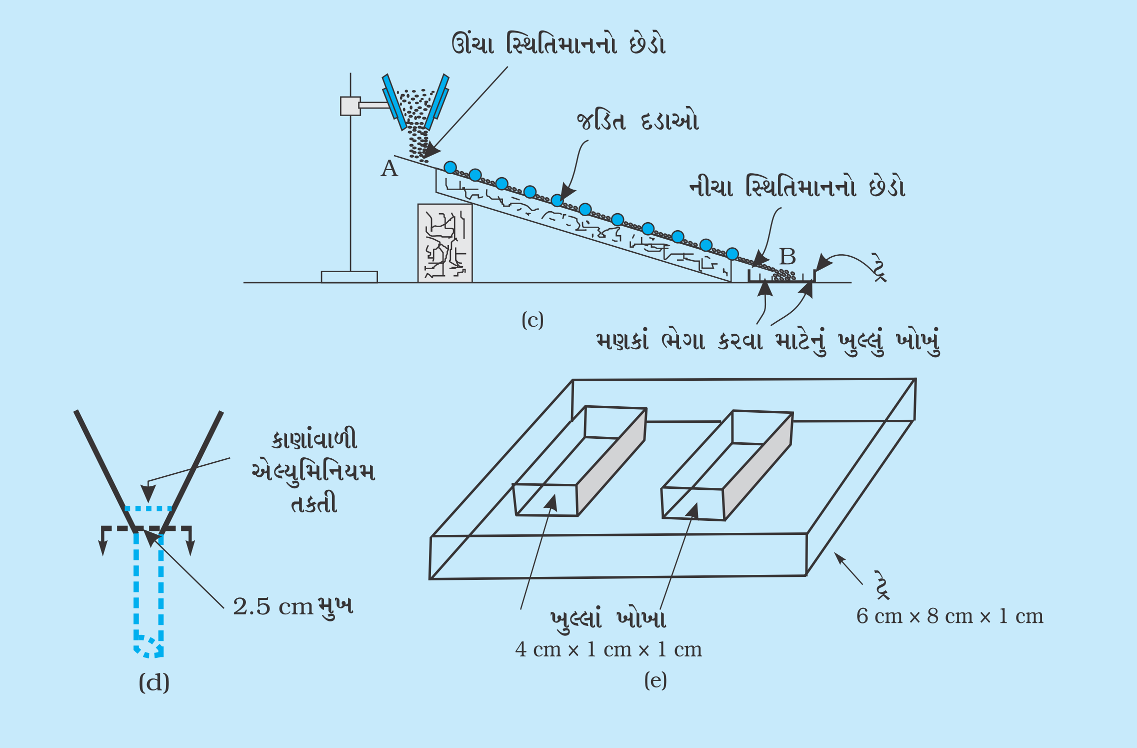
ધાતુના તારમાં 'ઈલેક્ટ્રૉન ડ્રિફ્ટ'નું યાંત્રિક મૉડેલ બનાવવા માટેનું માર્ગદર્શન

લગભગ 3 cm પહોળી અને 50 cm લાંબી સીધી ઍલ્યુમિનિયમ ચેનલ AB લો [આકૃતિ A_x 2 (a)]. પરમાણુઓ કે ધન આયનોને સાઈકલના સ્ટીલના નાના છરાઓ (લગભગ 3 mm વ્યાસવાળા) વડે અને મુક્ત ઈલેક્ટ્રૉનને નાના મોતીઓ (ઈલેક્ટ્રોસ્ટેટ મશીનમાં વાપર્યા છે તે) રજૂ કરેલ છે જ્યારે ચેનલને ત્રાંસી કરવામાં આવે ત્યારે નાના મોતીઓ મુક્ત રીતે ફરી શકે છે. સ્ટીલના ગોળાઓના તળિયે એરેલડાઈટ જેવું પ્રબળ એડહેસિવ લગાવી ઍલ્યુમિનિયમની સપાટી પર ચોંટાડવામાં આવે છે. એડહેસિવના કારણે, નાના મોતીઓ જ્યારે સ્ટીલની ગોળીઓને અથડાય ત્યારે તેના સ્થળાંતર (ઘસડાઈને)માં કોઈ અવરોધ ના આવવો જોઈએ. માટે, એડહેસિવ લગાવતાં પહેલાં, ચેનલ પરના દરેક બિંદુને સ્ફટિક લેટિસ નેટવર્કની પદ્ધતિ (આકૃતિ A_X 2 (b)) પ્રમાણે પુનરાવર્તિત રીતે અંકિત કરવા. આ પદ્ધતિને વધારે સારી રીતે સિદ્ધ કરવા ચેનલના માપના આલેખ પેપરની સ્ટ્રિપને ચોંટાડવી જોઈએ. દડાઓ વચ્ચેની પરસ્પર ગૅપ ઈલેક્ટ્રૉનને રજૂ કરતાં મોતીઓની (મણકાઓની) સાઈઝથી લગભગ બમણી છે.



આકૃતિ $A_x 2$: "ઈલેક્ટ્રૉન ડ્રિફ્ટ"ના યાંત્રિક મૉડેલની બનાવટ. (a) લાકડાના પૂંઠા પર ઍલ્યુમિનિયમ ચેનલની ગોઠવણી (b) બૉલબેરિંગને ફલક કેન્દ્રિય સ્ફટિક (face centred cristal) લૅટિસની પદ્ધતિમાં ગોઠવવા

નોંધ : *આ આકૃતિ માપક્રમિત નથી.*



આકૃતિ A_x 2 : *"ઈલેક્ટ્રૉન ડ્રિફ્ટ"ના યાંત્રિક મૉડેલની બનાવટ (c) નિદર્શનની સંપૂર્ણ ગોઠવણી*
(d) ચેનલના ઉપર છેડે નાના મણકાઓ સતત પૂરા પડે તેવા સાધનની રચના કરવી
(e) ચેનલના નીચેના છેડે મણકા ભેગા કરવા ખુલ્લા અને સૂકાં ખોખાંઓ મૂકવાં

ચેનલના પાયાને સ્થિત બનાવવા તેને તેટલી જ પહોળાઈના પરંતુ 6 cm લંબાઈમાં નાના હોય તેવા, 2.5 cm જાડાઈના લાકડાના પૂંઠા પર એડહેસિવ લગાવી ગોઠવવી વધુ સારી છે. (સ્ક્રૂ વડે ફિક્સ ન કરવી જોઈએ).

નાના મણકાઓને ચેનલના ઉપરના છેડે ભેગા કરવા, દડાઓ (ગોળીઓ) સાથે સંઘાત કરાવવા અને ચેનલ પર ઘસડાઈને સ્થાનાંતર કરાવવા યોગ્ય એવી સુધારેલ પ્લાસ્ટિકની એક ફનેલ(નાળચું Funnel)ને મણકાઓથી ભરી છેડાની નજીક મૂકવી. જેને રિંગ સ્ટૅન્ડ પર આધાર આપી શકાય. [આકૃતિ A_x 2 (c)] ફનેલના સુધારા માટે તેને કાળજીપૂર્વક એવી રીતે કાપવામાં આવે કે જેથી તેની નીચેની બાજુનું મુખ લગભગ 2.5 cm વ્યાસનું થાય. તેના નીચેના છેડે લગભગ દસ કાણાં પાડેલ ઍલ્યુમિનિયમની વર્તુળાકાર તકતી મૂકવામાં આવે છે કે જેમાં કાણાંની સાઇઝ એટલી પૂરતી હોવી જોઈએ કે જેથી તેમાંથી મણકો પડી શકે. [આકૃતિ A_x 2 (d)] તમારે કેટલાંક ખોખાં / પૂંઠાઓ, જે 2 થી 3 cm જાડાં હોય તેની જરૂર પડશે, જેથી ચેનલને ઇચ્છિત ઢાળ આપી શકાય અને નાની ગોળીઓ દડાઓને અથડાઈને ડ્રિફ્ટ (ઘસડાઈને સ્થાનાંતર) થતી રહે. ચેનલના બીજા છેડે મણકાઓ ભેગા કરવા નાનાં ખુલ્લાં ખોખાંઓની જોડી સમાવતી ટ્રે (પ્લેટ)ની જરૂર પડશે. [આકૃતિ A_x 2(e)]. જ્યારે ઊંચા સ્થિતિમાને રહેલ ખોખું 3/4 ભરાઈ ત્યારે મણકાઓ 3 cm^3 જેટલા માપે નીચા સ્થિતિમાને રાખેલ ખોખાંમાં ફેરબદલ થાય છે.

પરિશિષ્ટ 3

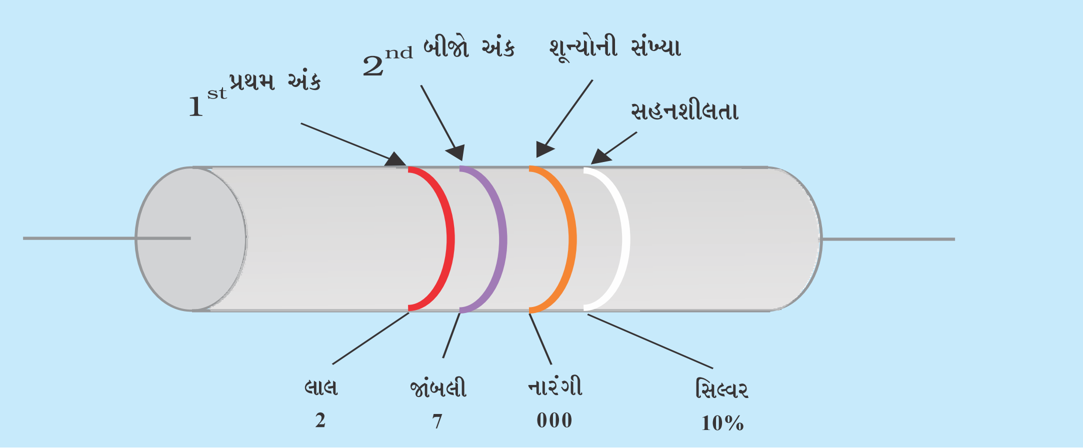
અવરોધકો અને તેનાં મૂલ્યો દર્શાવતા વર્ણસંકેતો (Colour Codes)

કાર્બન અવરોધો કાર્બન બ્લૅક (સુવાહક)ની માટી અને રેઝિન (અવાહક)ના મિશ્રણથી બને છે. આ મિશ્રણને દબાવી, ગરમ કરી સળિયા સ્વરૂપે ઘાટ આપવામાં આવે છે. મિશ્રણની અવરોધકતા કાર્બનના પ્રમાણ પર આધારિત છે. આવા અવરોધની સ્થિરતા નબળી હોય છે અને તેનાં મૂલ્યો લગભગ $\pm$ 10 % સુધી ચોકસાઈવાળા હોય છે પરંતુ તેઓ સસ્તાં, નાનાં અને ઘણાં બધાં કાર્યો કરવા માટે પૂરતાં સારાં હોય છે. અવરોધનાં મૂલ્યો કલરના નિશાનથી દર્શાવાય છે. [આકૃતિ A_x 3 (a)] જુદા-જુદા કલર સાથે સંકળાયેલ અંકો નીચે દર્શાવ્યા મુજબ છે :

કોઠો A_x 3.1

અંક	રંગ	અંક	રંગ
0	કાળો	5	લીલો
1	કથ્થઈ	6	વાદળી
2	લાલ	7	જાંબલી
3	નારંગી	8	ભૂખરો(રાખોડી)
4	પીળો	9	સફેદ

સહનશીલતા : સોનેરી (ગોલ્ડ) $\pm$ 5 %, રૂપેરી (સિલ્વર) $\pm$ 10 %, કોઈ જ કલર ના હોય તો $\pm$ 20 %,



આકૃતિ A_x 3(a) : રંગના સંકેત સાથેનો કાર્બન-અવરોધ

હવે આ કલર સંકેતના સ્થાને સાદા નિશાનનો ઉપયોગ થાય છે, જે નીચેના ઉદાહરણથી સમજી શકાશે.

કોઠો A_x 3.2

મૂલ્ય	0.27 Ω	1 Ω	3.3 Ω	10 Ω	220 Ω	1000 Ω
નિશાન	R 27	1 RO	3 R 3	10 R	K 22	1 K0
મૂલ્ય	1200 Ω	68 KΩ	100 KΩ	1 MΩ	6.8 MΩ	470 KΩ
નિશાન	1 K2	68 K	M10	1M0	6M8	M47

આ પદ્ધતિમાં સહનશીલતાને નીચેના અક્ષરો વડે દર્શાવાય છે :

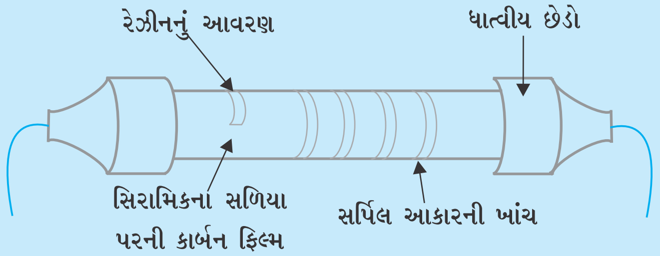
F = $\pm$ 1 %, G = $\pm$ 2 %, J = $\pm$ 5 %, K = $\pm$10 %, M = $\pm$ 20 %

ઉદાહરણ : 5 K 6 K = 5.6 kΩ $\pm$ 10 %

M 47 J = 470 kΩ $\pm$ 5 %

K10F = 100 Ω $\pm$ 1 %

કાર્બન ફિલ્મ અવરોધો તાજેતરમાં પ્રખ્યાત થયા છે. સામાન્ય રીતે આ પ્રકારના અવરોધોની સ્થિરતા અને ચોકસાઈ સામાન્ય રીતે $\pm$ 2 % છે, તથા પાવર રેટિંગ 1/8 અને 1/2 વોટ છે. તેની રચના [આકૃતિ A_x 3(b)] મુજબ છે.



આકૃતિ A_x 3(b) : કાર્બન ફિલ્મ અવરોધ

સિરામિકના સળિયાને 1000° C સુધી મિથેનની બાષ્પમાં ગરમ કરતાં સળિયા પર કાર્બનની સમાન (એકધારી) ફિલ્મ છૂટી થઈ જમા થાય છે. ફિલ્મનો અવરોધ જાડાઈ પર આધાર રાખે છે. ફિલ્મનો અવરોધ હજુ પણ સર્પિલ ખાંચાઓ કાપી વધારી શકાય છે. બે ધાત્વીય છેડાઓને જોડતી પરિણામી સર્પિલ આકારની કાર્બન ફિલ્મ જેટલી પાતળી અને લાંબી તેટલો તેનો અવરોધ વધારે. સર્પિલ આકારની ખાંચને કાપ્યા પછી, ફિલ્મને એપોક્ષી (epoxy) રેઝિનના સ્તર વડે ઢાંકવામાં આવે છે.

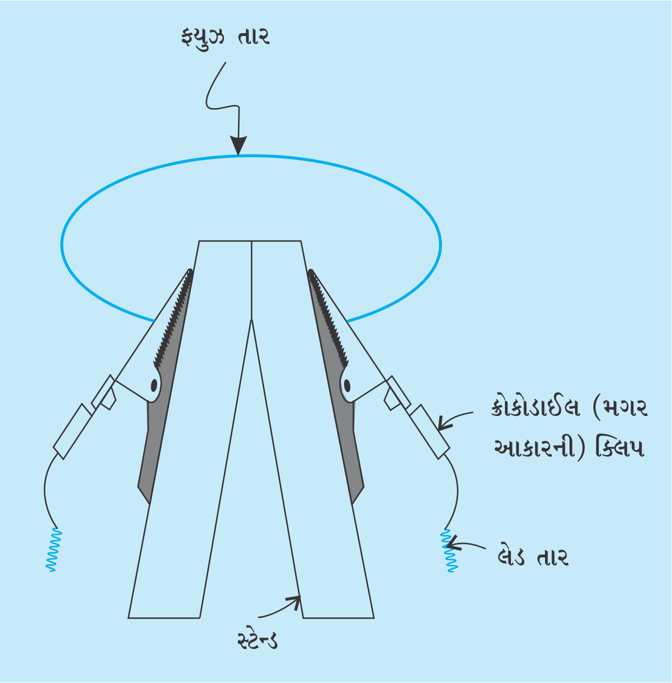
ઉચ્ચ ચોકસાઈ અને સ્થિરતા માટે અવરોધોને હંમેશાં તાર વડે બનાવાય છે, જ્યારે મોટા પાવર રેટિંગ (2 વૉટ કરતાં વધારે)ની જરૂરિયાત હોય. જેમ તાર પાતળો અને લાંબો તેમ તેનો અવરોધ વધુ, આ હકીકતનો ઉપયોગ તેઓ કરે છે. ઊંચી ચોકસાઈ માટે મૅંગેનીન (મૅંગેનીઝ, કૉપર, નિકલની મિશ્ર ધાતુ)ના પ્રમાણિત અવરોધનો તાર વપરાય છે કેમ કે તેનો તાપમાન અવરોધક ગુણાંક ઓછો (= 10^{-5} °C^{-1}) છે. કોન્સ્ટનટન (યુરેકા) જે કૉપર અને નિકલની મિશ્ર ધાતુ છે તેનો ઉપયોગ પણ જુદા-જુદા હેતુસર થાય છે. (તાપમાનનો અવરોધક ગુણાંક = $\pm$ 2 × 10^{-5} ° C^{-1} (અણધારી રીતે)). નિક્રોમ (નિકલ અને ક્રોમિયમની મિશ્રધાતુ)ના તાર વ્યાપારિક અવરોધો અને ઉષ્મીય સાધનોમાં વપરાય છે. (તાપમાનનો અવરોધક ગુણાંક = 10 × 10^{-5} °C^{-1})

પરિશિષ્ટ 4

ખુલ્લા પ્રકારનું કામચલાઉ ફ્યુઝ હૉલ્ડર

ફ્યુઝના કાર્યના નિદર્શન માટે, આ પ્રકારનો ફયુઝ-હૉલ્ડર વર્ગખંડમાં ખૂબ જ ઉપયોગી છે. સફેદ પૃષ્ઠભૂમિ પર તૈયાર કરેલો આ ફ્યુઝ તાર વિદ્યાર્થીઓને સ્પષ્ટ દેખાઈ શકે છે. બળી ગયેલો ફ્યુઝ તાર 5 થી 10 સેકન્ડમાં બદલી શકાય છે.

5 cm લાંબી, 6 mm જાડી (1/4"), 25 mm પહોળી લાકડાની સરખી બે પટ્ટીઓ લો. દરેક પટ્ટીને શંકવાકાર રાખવા તેના એક છેડાને કાચ કાગળથી ઘસો. શંકવાકાર છેડાઓને સાથે મજબૂત એડહેસિવ વડે જોડો અને ઊંધો V– આકાર બનાવો. [આકૃતિ A_x (4)]. બે ક્રોકોડાઈલ ક્લિપ સોલ્ડરમાં લગાવેલા 1 m ના મુક્ત વિદ્યુતતાર વાળી બે ક્રોકોડાઈલ ક્લિપને છેડાઓ તરીકે વાપરો તેની ક્ષમતા 15 Aની હોય તેવા કૉપરના તારના બનેલા છે. બંને ક્રોકોડાઈલ ક્લિપોને મજબૂત એડહેસિવ. (જેવા કે એરેલડાઈટ) વડે ઢાળવાળા હાથા પર ચોંટાડો. હવે ફ્યુઝ-હૉલ્ડર તૈયાર થઈ ગયો.



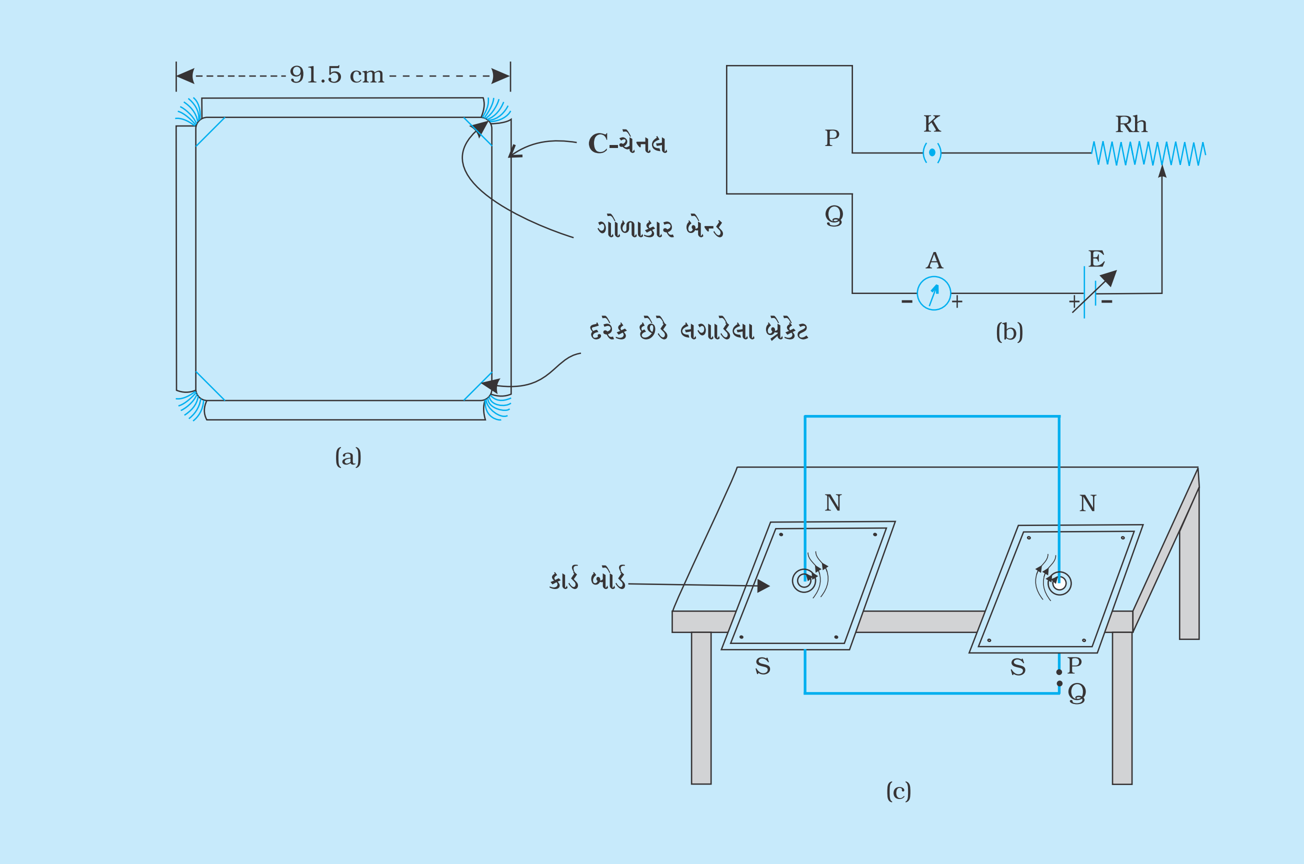
આકૃતિ A_x 4 : ખુલ્લા પ્રકારનો ફ્યુઝ-હૉલ્ડર

ફ્યુઝ તારાને ફ્યુઝ-હૉલ્ડરમાં લગાવવા 12 cm લંબાઈનો ફ્યુઝ તાર લો. ક્રોકોડાઈલ ક્લિપના બાહ્ય છેડે તારના એક છેડાના બે આંટાઓ વીંટાળો. આ જ રીતે બીજા છેડાને બીજી ક્રોકોડાઈલ ક્લિપ સાથે લગાવો, વચ્ચે 5 થી 6 cm તારની લૂપ રાખો.

પરિશિષ્ટ 5

પ્રવાહના સ્રોત તરીકે માત્ર બે સૂકા કોષ વાપરી સુરેખ વાહક વડે ઉત્પન્ન થતા ચુંબકીયક્ષેત્રના અભ્યાસ માટે ચોરસ ગૂંચળું બનાવવું

366 cm લંબાઈની ઍલ્યુમિનિયમ curtain (પડદાની) ચેનલ લો, તેના વડે ચોરસ બનાવો જેથી દરેક બાજુની લંબાઈ કુલ લંબાઈના $\frac{1}{4}$ ગણી એટલે કે 91.5 cm થાય. [આકૃતિ A_x 5(a)] ચેનલની પહોળાઈ 6 mm કે 9 mm ઉપલબ્ધિ પ્રમાણે લઈ શકાય. દરેક ચોરસનો ખૂણો ગોળ હશે. ખૂણાની મજબૂતાઈ આપવા 90° એ યોગ્ય આકારના બ્રેકેટ મૂકવામાં આવે છે.



આકૃતિ A_x 5 : *સુરેખ વાહક વડે ઉત્પન્ન થતા ચુંબકીયક્ષેત્રનો અભ્યાસ (a) મોટી ચોરસ કૉઈલ (ગૂંચળું) (b) ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવા વિદ્યુતપ્રવાહ (c) વિદ્યુતપ્રવાહધારિત સુરેખ તારના લીધે, ચોરસ ગૂંચળાની મદદથી ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન કરવું*

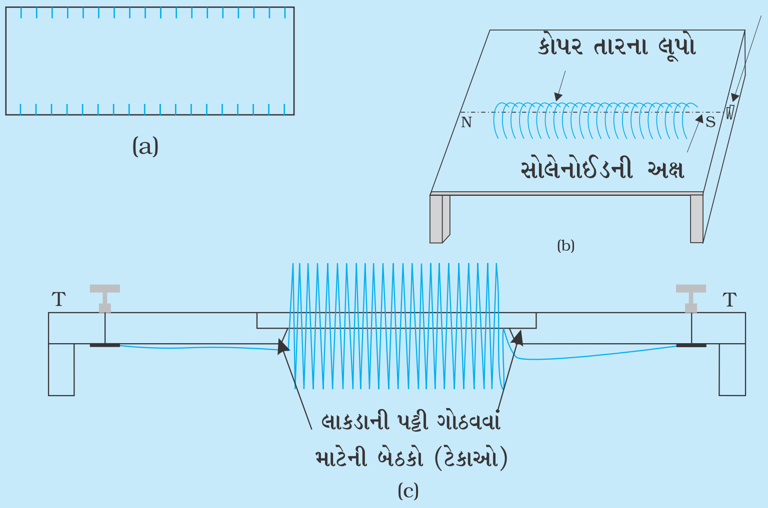
આ ચોરસમાં પડ ચઢાવેલ 24 SWG ના તાંબાના તારના 40 આંટાઓ છે. આ ગૂંચળાનો 20° C તાપમાને અવરોધ લગભગ 11 ohm છે. આથી 2 સૂકા કોષને સામાન્ય બૅટરી બૉક્સ કે જે 3 Vનો emf આપી શકે તેમાં ગોઠવીને તમે ગૂંચળાને 250 mAનો પ્રવાહ આપી શકો. આના કારણે બધા જ વાહકોના એક છેડા પર સંયુક્ત રીતે કુલ પ્રવાહ 10 ampere મળે છે. જે પૃથ્વીના ચુંબકીય ક્ષેત્રની હાજરીમાં 6 cmના અંતરે તટસ્થ બિંદુ આપે છે. લોખંડના ભૂકા વડે ક્ષેત્રની ભાતના નિદર્શન માટે દરેક ભૂજામાં કુલ 40 ampere નો વિદ્યુતપ્રવાહ આપવા માટે 12 volt ના dc પાવર સપ્લાય અથવા લેડ સંગ્રાહક કોષનો ઉપયોગ કરી શકો.

ટેબલ પર ગૂંચળાને શિરોલંબ [આકૃતિ A_x 5(c)] માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે નિશ્ચિત કરો. [આકૃતિ A_x 5(b)] માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુત પરિપથ પૂર્ણ કરો. તેના શિરોલંબ છેડાઓને ટેબલ પર જડિત કરેલા બે સમક્ષિતિજ બૉર્ડના કેન્દ્રમાંથી પસાર કરો. કાર્ડ બૉર્ડ પર લોખંડના ભૂકાને પાથરી દો. 12 volt ના પાવર સપ્લાયની મદદથી 1 Aનો પ્રવાહ ગૂંચળામાંથી પસાર કરો અને કાર્ડ બૉર્ડને ટપારો. લોખંડના કણો પ્રવાહધારિત વર્તુળાકાર લૂપની ફરતે શિરોલંબ ભૂજાઓમાં પોતાને ગોઠવશે.

પરિશિષ્ટ 6

ચુંબકીય ક્ષેત્રના અભ્યાસ માટે સોલેનોઇડ બનાવવું

ઘર-વપરાશ માટેના વાયરિંગમાં સામાન્ય રીતે અર્થિંગ (earthing) જોડાણમાં વપરાતો કૉપર તાર (16 SWG) લો. પડ ચઢાવેલ તારનો ઉપયોગ વધુ યોગ્ય છે. આ તારના એકબીજાની નજીક રહે તેમ 42 આંટાઓ નળાકાર આકારની કાચની બોટલ, જેનો વ્યાસ 5 થી $5\frac{1}{2}$ cm ની વચ્ચે હોય તેના પર વીંટાળો. જ્યારે તમે બોટલને દૂર કરો ત્યારે તેના 4 આંટા નીકળી જાય છે અને માત્ર 38 આંટા જ રહે છે તથા એ જ વખતે તેનો વ્યાસ વધીને 55 mm થી 61 mm થાય છે. હવે 6 mm જાડી પ્લાયવુડની પટ્ટી લો, જેની લંબાઈ 16 થી 20 cm અને પહોળાઈ સોલેનોઇડના બાહ્ય વ્યાસ જેટલી હોય છે [આકૃતિ A_x 6(a)]. તેની લાંબી ધાર પર 1.5 mm ઊંડાઈ અને 4 mm અંતરે ખાંચ બનાવો (એટલે કે 38 ખાંચો, 152 mm લંબાઈ પર બનશે). હવે તેને સોલેનોઇડમાં એવી રીતે લગાવો કે જેથી તેની ઉપરની સપાટી સોલેનોઇડની અક્ષ પરથી પસાર થતું સમક્ષિતિજ સમતલ બને. (નીચેની સપાટી પરના લૂપની ઊંચાઈ, ઉપરની સપાટી પરના લૂપની ઊંચાઈ કરતાં 6 mm ઓછી છે.) દરેક ખાંચમાં એરેલડાઇટ (અથવા અન્ય કોઈ એડહેસિવ)નું ટપકું મૂકી તેને 24 કલાક રહેવા દઈ, સખત થવા દો. આ પ્રમાણે સોલેનોઇડને પટ્ટી પર યોગ્ય સ્થાને ગોઠવી દો.



આકૃતિ A_x 6 : ચુંબકીયક્ષેત્રના અભ્યાસ માટે સોલેનોઇડ (a) અક્ષ પર સમક્ષિતિજ સમતલ ગોઠવવા માટેની પટ્ટી (b) સમક્ષિતિજ બૉર્ડ પર લગાવેલ સોલેનોઇડ (c) લગાડેલ સોલેનોઇડનો છેદીય દેખાવ

લાકડાની પટ્ટીની સાઈઝ જેટલી બારીના કેન્દ્રમાં (30 cm × 40 cm)નું લાકડાનું બૉર્ડ બનાવો. બારીના બંને છેડે લાકડાની પટ્ટી સ્થિર રહી શકે તેમ બેઠકો બનાવો. લાકડાની પટ્ટીને વીંટાળેલા સોલેનોઇડ સહિત બેઠક પર નિશ્ચિત કરો. [આકૃતિ A_x 6(b), (c)] બે ટર્મિનલો T અને T બૉર્ડના છેડા પર જડિત કરો અને તેને સોલેનોઇડના બે છેડાઓ સાથે જોડો.

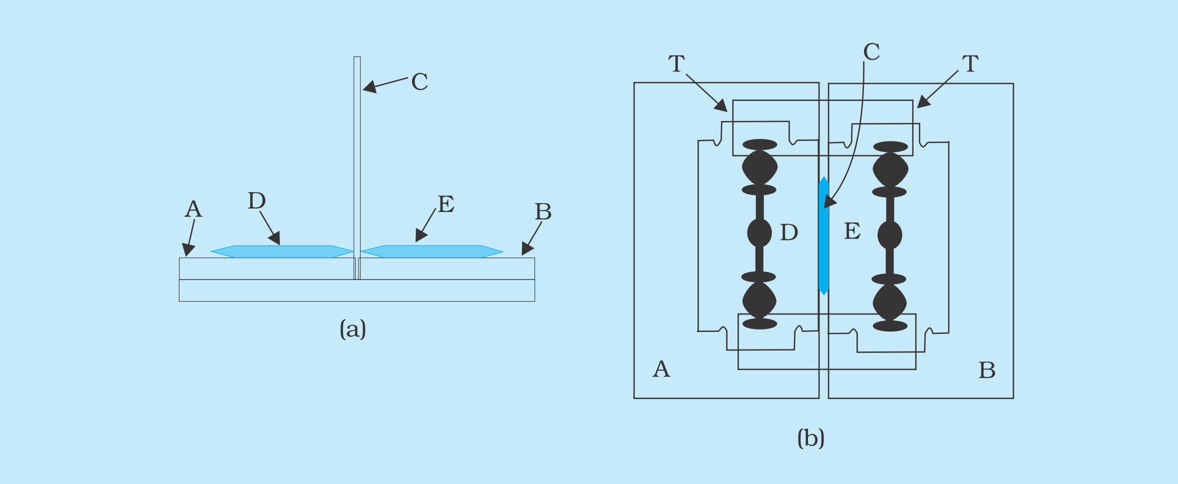
તમારો સોલેનોઇડ તૈયાર છે. સોલેનોઇડને રીઓસ્ટેટ, કળ, બૅટરી અને એમીટર સાથે શ્રેણીમાં જોડો. તમે તેમાંથી 0 થી 10Aનો પ્રવાહ પસાર કરી શકો છો અને તેનું તાપમાન ઓરડાના તાપમાનથી માત્ર 3° C થી 4° C જેટલું વધે છે. પછી 30×10^{-4} T જેટલું ચુંબકીયક્ષેત્ર ઉત્પન્ન થાય છે, જે ક્ષેત્રનું લોખંડના ભૂકા વડે બનતું સ્વરૂપ નિદર્શન માટે પૂરતું છે. સૂકા કોષ વડે તમે માત્ર 300 mA પ્રવાહ પસાર કરી, ચુંબકીય કંપાસની મદદથી ક્ષેત્ર સ્વરૂપ બનાવી શકો છો. 16 SWG કૉપરના ટૂંકા તારને અંદર ગોઠવી કંપાસ બનાવી શકાય છે. જેને સોલેનોઇડના આંટાઓ વચ્ચેની 2.5 mmની જગામાં મૂકી શકાય છે. તમે અંદરની બાજુએ ચુંબકીયક્ષેત્ર દોરવા માટે બૉલપૉઇન્ટ-રીફિલ કે નાની લંબાઈની પેન્સિલની લીડ વડે ટપકાં દોરી શકો છો.

પરિશિષ્ટ 7

રેઝર બ્લેડની જાડાઈ જેટલી એક સમાન પહોળાઈ ધરાવતી પાતળી સ્લિટ બનાવવી

ઓછામાં ઓછી 60 mm × 60 mm ની કાચની તકતી પર, તેટલા જ પરિમાણવાળી બીજી અન્ય કાચની પ્લેટ મૂકો, જેને બે ભાગ A અને B માં કાપો. [આકૃતિ A_x 7(a)] A અને Bને બ્લેડ Cની જાડાઈ જેટલી દૂર રાખો. બ્લેડ Cની અણીદાર ધાર શિરોલંબ રહે તેમ તેમને વચ્ચે ઊભી ગોઠવો. A અને Bના અંત્ય ભાગોને ભેગા કરી એડહેસિવ ટેપ વડે ચોંટાડો, જેથી કામ કરતી વખતે તેમને ધક્કો ન લાગે. લગભગ 50 mm લંબાઈના A અને B એડહેસિવ ટેપ પરથી સ્પષ્ટ છે.

[આકૃતિ A_x 7(b)] નવી બે બ્લેડો D અને Eનો એક-એક છેડો બ્લેડ Cને સ્પર્શે તેમ મૂકો. હવે D અને Eના અંત્ય છેડાઓને ભેગા કરી એડહેસિવ ટેપ T, T વડે ચોંટાડો.



આકૃતિ A_x 7 (a),(b) : રેઝર બ્લેડની જાડાઈ જેટલી સમાન પહોળાઈની પાતળી સ્લિટ બનાવવી

બ્લેડ Cને દૂર કરી અને D અને Eને સંયુક્ત રીતે ઉપરની તરફ નીચે મૂકો. ટેપ T, Tની વધારાની પહોળાઈને જે હવે ઉપરની તરફ છે તે બાજુએ વાળી દો. જો આ જોડાણને કાયમી બનાવવું હોય તો એડહેસિવ ટેપને વાળવાને બદલે બ્લેડના મજબૂત એડહેસિવ (એરલડાઇટ) લગાડેલા નાના ટુકડાઓનો ઉપયોગ કરો. પછી આ D અને Eના જોડાણથી બનતી સ્લિટની સમાન પહોળાઈ, રેઝર બ્લેડ Cની જાડાઈ જેટલી થશે અને લંબાઈ બ્લેડ Cની પહોળાઈથી વધારે થશે. તમે વિવર્તન ભાતનું અવલોકન એક સ્લિટની મદદથી સીધો ફિલામેન્ટ ધરાવતા કાચના વિદ્યુત બલ્બ વડે કરી શકો. (ભૌતિકવિજ્ઞાન, પાઠ્યપુસ્તક, ધોરણ XII, ભાગ 2 (NCERT, 2007), પૃ. 371 જોઈ શકો.)

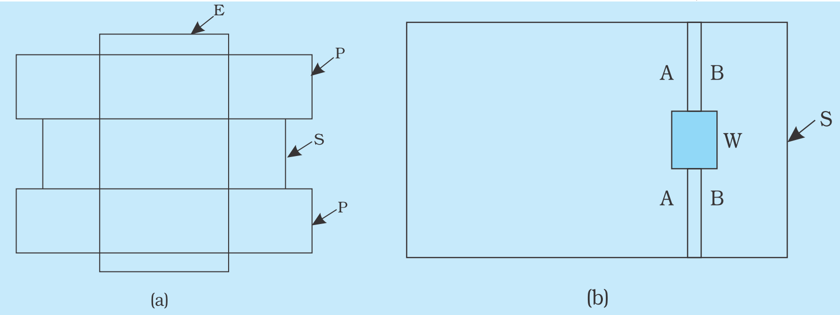
પરિશિષ્ટ 8

યંગના પ્રયોગ માટે સાદી બેવડી (Double) સ્લિટ બનાવવી

માઇક્રોસ્કૉપની સ્લાઇડ લો. સાબુ અને પાણીથી તેને સાફ કરો અને તેને સુકાવા દો. કાચમાં નરી આંખે જોઈ શકાય તેવા તરંગો નથી તે ચકાસો. (તેમાંથી દૂરની વસ્તુને જુઓ અને તેને તેના સમતલમાં ખસેડો. જો દૂરની વસ્તુ હલતી દેખાય તો સ્લાઇડમાં તરંગો (રીપલ) છે અને જો ના તો (સ્લાઇડ) સારા કાચમાંથી બનેલ છે.)

હવે સ્લાઇડને ગ્રેફાઇટના પાતળા શ્લેષ્મ સ્તર જેવો અથવા આર્ટિસ્ટ (ચિત્રકાર) દ્વારા ઉપયોગમાં લેવાતા વોટર પ્રૂફ (પાણીથી દૂર ન થાય તેવા) કાળા રંગ દ્વારા રંગ કરો અથવા મીણબત્તીની જ્યોત ઉપર રાખીને તેના પર મેશને જમા થવા દો. અસ્રા (રેઝર)ની બે પતરી (બ્લેડ) લો. તેમને અંગૂઠા અને તર્જની (અંગૂઠા પાસેની આંગળી) વડે, (તેમના) ખૂણા પાસેથી પકડો અને આ ખૂણા વડે સ્લાઇડ પર રેખાઓની જોડ બનાવો. બે રેખાઓ, A અને B [આકૃતિ A_x 8(a)] વચ્ચેનું અંતર, એ એક બ્લેડની જાડાઈ જેટલી છે. જો તમે તેમના ખૂણાથી દૂર પકડી હશે, તો રેખાઓ દોરતી વખતે, બ્લેડ વચ્ચેનું અંતર બદલાય અને રેખાઓ વચ્ચેનું અંતર અમુક જગાએ વધી શકે કે જ્યાં બ્લેડ એકબીજાથી દૂર થઈ હોય.

તમારે એક જ પ્રયત્નમાં રેખાઓ દોરવાની અને એટલા દબાણથી દોરવાની કે કાચ આ રેખાએ પારદર્શક બને. આ કારણથી ચારથી પાંચ સ્લાઇડ લઈ, દરેક ઉપર રેખાઓ બનાવો અને પછી પ્રકાશના રેખીય ઉદ્‌ગમ તરફ દરેક વડે જોઈને સારામાં સારી એક પસંદ કરવી સલાહભરેલું છે. [આકૃતિ A_x 8 (a)]માં દર્શાવેલ ગોઠવણી સુરેખ રેખાઓની જોડ અને યોગ્ય જગાએ અને દિશામાં દોરવામાં મદદરૂપ થશે. સ્લાઇડ S ને કાચની સહેજ જાડી પ્લેટ P, Pની વચ્ચે રાખો. આ ત્રણને તેમની નીચેની સપાટી કે જે પ્રયોગ કરવાના ટેબલ સાથે સંપર્કમાં હોય પર ચીકણી પટ્ટી (એડહેસિવ ટેપ) વડે ચોંટાડો. ત્યાર બાદ નાની સુરેખ ધાર E (તે ધારવાળી બીજી કાચની પ્લેટ અથવા પ્લાસ્ટિકની માપપટ્ટી હોઈ શકે). P P પ્લેટના આધાર પર, એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી કૉટેડ (કાળા રંગવાળી) સપાટી સ્પષ્ટ રીતે ઉપર તરફ રહે. ત્યાર બાદ ધાર Eની સાથે બ્લેડ વડે રેખાઓની જોડ દોરો.



આકૃતિ A_x 8 (a),(b) : *રેઝર બ્લેડની જાડાઈ જેટલી સમાન પહોળાઈ પાતળી સ્લિટ બનાવવી*

ગ્રેફાઇટના પાતળા શ્લેષ્મ સ્તર અથવા વોટર પ્રૂફ સહી વડે સ્તર બનાવેલ સ્લાઇડમાં ગમે તે બાજુએથી (સ્તર) જોઈ શકાશે. તેમ છતાં, સ્લાઇડ કે જેના મેશ જમા થયેલ છે તેનાં સ્તર વિનાની બાજુ આંખ તરફ રાખવાથી તમારા ચહેરાના સંપર્કથી સ્લાઇડ ખરાબ થઈ શકે છે.

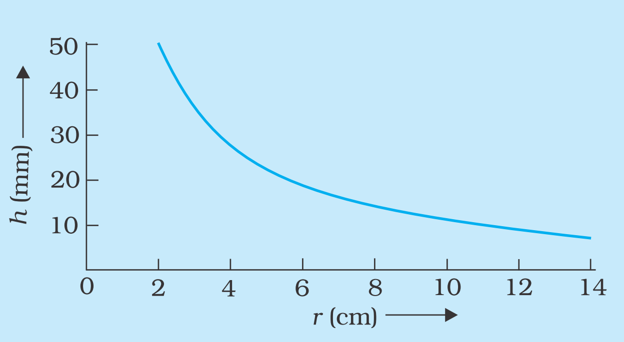
તેમાંથી મીટર (માપ) પટ્ટી, વિવર્તન ભાત સહિત, જોવા સમર્થ થાય તે માટે રેખાઓ A અને Bની જોડની વચ્ચે 5 mm × 5 mm (અથવા 5 mm વ્યાસ ધરાવતી વર્તુળાકાર), સ્પષ્ટ બારી W બનાવો. [આકૃતિ A_x 8(b)] બારી બનાવવા માટે સ્લાઇડને રંગ કરતાં પહેલાં એડહેસિવ ટેપનો નાનો ટુકડો ચોંટાડવો એ શ્રેષ્ઠ વિકલ્પ છે. તેને રંગ કર્યા બાદ છરીની ટોચ વડે કાળજીપૂર્વક ટેપનો ટુકડો ઉખાડી લો. ટેપ સારી ગુણવત્તાવાળી હોવી જોઈએ કે જેથી તેને ઉખાડ્યા બાદ કાચ ઉપર કોઈ નિશાની (ટપકાં) ન છોડે.

પરિશિષ્ટ 9

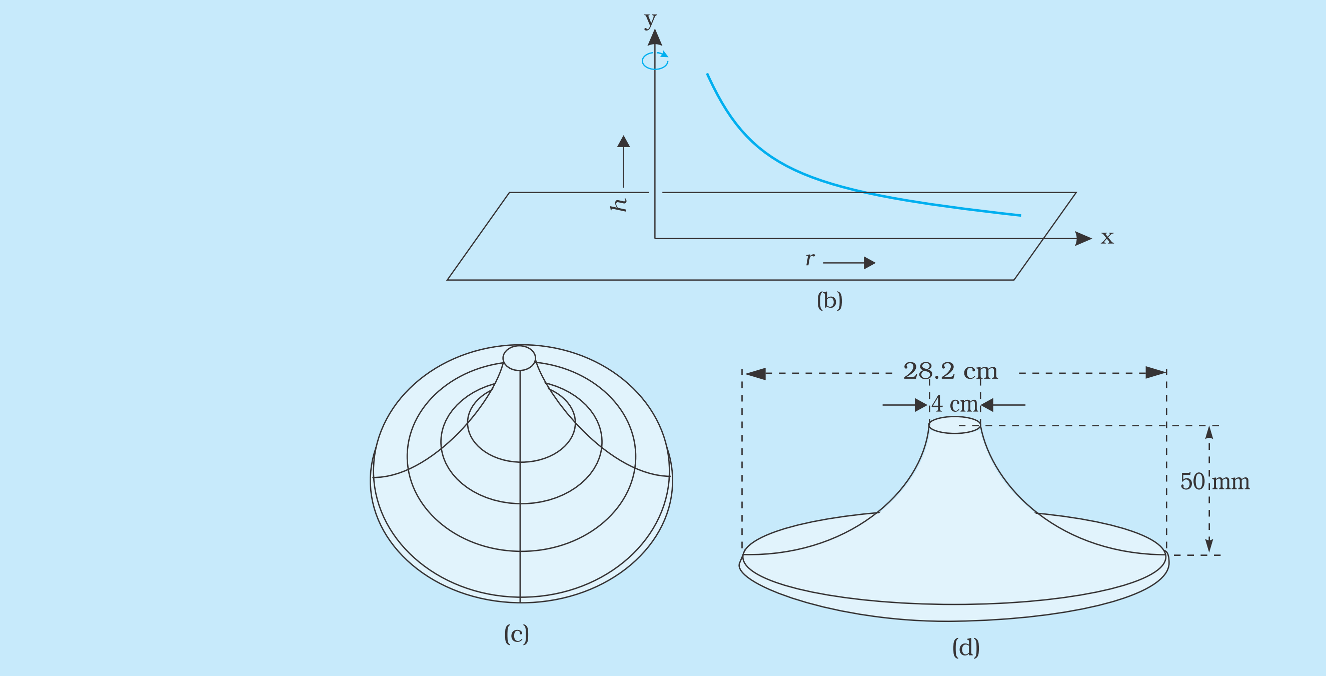
પરમાણવીય ન્યુક્લિયસો માટે α-કણના પ્રકીર્ણનનું યાંત્રિક એકરૂપકરણ

સિદ્ધાંત

વ્યસ્ત વર્ગના બળક્ષેત્રમાં (પરમાણુના ન્યુક્લિયસમાં હોય છે તેવા) કોઈ બિંદુ પાસે સ્થિતિમાન એ ક્ષેત્રના બિંદુવત ઉદ્‌ગમથી અંતરના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. જો બળ અપાકર્ષી પ્રકારનું (જેવું ન્યુક્લિયસ અને α કણ વચ્ચે હોય તેવું), હોય તો સ્થિતિમાન ધન હશે અને h વિરુદ્ધ r નો આલેખ એ અંતર સાથે સ્થિતિમાનમાં થતા ફેરફારને રજૂ કરે છે. [આકૃતિ A_x 9 (a)]. જો આપણે આ વક્રને Y-અક્ષને અનુલક્ષીને પરિક્રમિત કરીએ તો [આકૃતિ A_x 9(b)] આ વક્રના પરિભ્રમણનો ઘન મેળવી શકીએ. આ ઘનના ટોચની સપાટીએ, વક્રના પરિભ્રમણની સપાટી, યાંત્રિક મોડેલની પોટૅન્શિયલ ટેકરી આપે છે. [આકૃતિ A_x 9(c)] સ્થિતિમાન ટેકરી એવી રીતે રચાયેલ છે કે તેની સપાટી પહેલા કોઈ પણ બિંદુએ ઊંચાઈ h એ $1/r$ ના સમપ્રમાણમાં હશે, જ્યાં r એ કેન્દ્રથી સમતલ સુધીનું અંતર છે.



આકૃતિ A_x 9 (a) : અંતર સાથે સ્થિતિમાનનો ફેરફાર



આકૃતિ A_x 9 (b),(c),(d) : *સ્થિતિમાન ટેકરીનું યાંત્રિક મોડલ*

એક દડો આ સ્થિતિમાન ટેકરી પર ઉપર તરફ ગબડે તો તે hના સપ્રમાણમાં ગુરુત્વીય સ્થિતિમાન (સ્થિતિ) ઊર્જા પ્રાપ્ત કરે અને તેથી r તેના સમપ્રમાણમાં હશે. આમ, તેની ગતિ એ વ્યસ્ત વર્ગના અપાકર્ષીબળ ક્ષેત્રની અસર હેઠળ દ્વિપરિમાણમાં ગતિ કરતા કણની ગતિને અનુસરે છે. આમ, તે ન્યુક્લિયસના વિદ્યુતક્ષેત્રમાં, સમતલમાં ગતિ કરતા વિદ્યુતભારની ગતિને અનુસરે છે.

મૉડેલની રચના

સ્થિતિમાન ટેકરી (hill)ના લાક્ષણિક મૉડેલનો પાયાનો વ્યાસ 28.2 cm અને ટોચનો વ્યાસ 4 cm અને ઊંચાઈ 50 mm જેટલો હશે. [આકૃતિ A_x 9 (d)] આ મૉડેલ 30 cm × 30 cm × 5 cm ના લાકડાના પાટિયામાંથી પણ બનાવી શકાય. પહેલાં, નીચેનાં બિંદુઓ સાથે આલેખપત્ર (10 cm ×15 cm કરતાં મોટા માપના) પર h અને r વચ્ચેનો વક્ર દોરો.

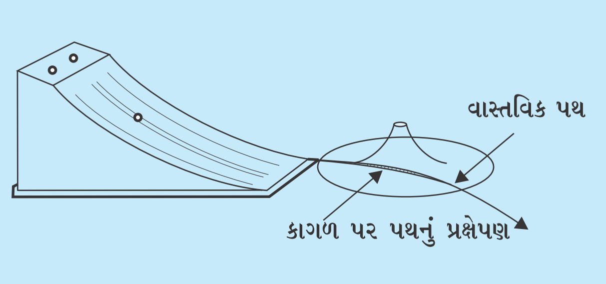
કોષ્ટક A_x 9

x *(r)* cm	14.1	12.5	11.1	10.0	9.0	8.0	7.0
y *(h)* mm	7.0	8.0	9.0	10.0	11.1	12.5	14.1
	6.0	5.0	4.0	3.3	3.0	2.5	2.0
	16.7	20.0	25.0	30.0	33.3	40.0	50.0

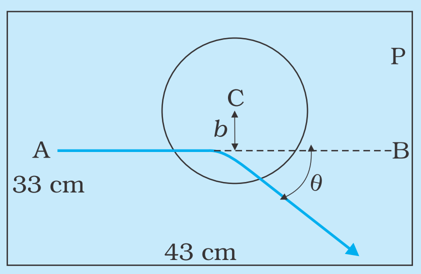
સંદર્ભ માટે આલેખ [આકૃતિ A_x 9(a)] માં દર્શાવેલ છે. વક્રને ચોક્કસ અને સરળ બનાવવો હોય તો, આર્ટિસ્ટ દ્વારા વપરાતું 'ફ્લેક્સિબલ કર્વ' (Flexibile curve) સાધનનો ઉપયોગ કરવો સારો છે. આ વક્ર સાથે બંધબેસતો નમૂનો કાપો. આ નમૂનાનો ઉપયોગ કરી, લાકડાના પાટિયાને લેથ પર જડિત કરી પરિભ્રમણનો ઘન (Solid of revolution) કાપો.

વધારાની સામગ્રી

(1) 12.7 mm વ્યાસના સ્ટીલના છરા



(e)



(f)

આકૃતિ A_x 9 (e) : કેન્દ્ર C થી બહારની દિશામાં મૂકેલ રેમ્પ (ઢાળ)

આકૃતિ A_x 9 (f) : b એ ઇમ્પેક્ટ પેરામિટર છે.

(2) જુદી-જુદી ઊંચાઈએથી છરાઓને ગબડાવવા માટેનો રેમ્પ (પ્રવેગક) માટે 30 cm ની પ્લાસ્ટિકની માપપટ્ટી યોગ્ય રહેશે. રેમ્પના નીચેના છેડાની ઊંચાઈએ પોટૅન્શિયલ હિલની નીચેની સીમાની ઊંચાઈ જેટલી હોવી જોઈએ, જેથી છરો રેમ્પ પર રોલિંગ કરતો હોય અને પોટૅન્શિયલ હિલમાં કોઈ કૂદકા સિવાય સરળતાથી ગબડી શકે. અહીં ગબડતો (રોલિંગ) છરો ઉચ્ચ ઊર્જાવાળા α–કણો જેવા સક્ષમ બને, તે માટે રેમ્પનો ઉપરનો છેડો 12 cm અથવા વધારે ઊંચાઈએ હોવો જોઈએ. માપપટ્ટી વક્રાકારમાં ચોંટાયેલી હોવી જોઈએ કે જેથી તેનો નીચેનો છેડો સમક્ષિતિજ રહે, જેથી છરો ગબડીને જ્યારે નીચેનો છેડો છોડે ત્યારે પોટૅન્શિયલ હિલ પર તેની ગતિ દરમિયાન સમક્ષિતિજ સમતલની સાપેક્ષે ખૂણામાં કોઈ નોંધપાત્ર ફેરફાર સિવાય સરળતાથી ગબડી શકે.

પોટૅન્શિયલ હિલ સાથેના પ્રયોગો

નીચે વર્ણવેલ બે પ્રયોગોમાં મૉડેલ એ આલ્ફા પ્રકીર્ણનનાં વિવિધ પાસાંઓને નિદર્શિત કરવા માટે પોટૅન્શિયલ હિલ તરીકે ઉપયોગી છે. રેમ્પને એવી રીતે રાખવામાં આવે કે તેની નીચેની સીમાઓની ધાર હિલની સપાટીને સ્પર્શે. [આકૃતિ A_x 9(e)]. સ્ટૉપર (સીધી માપપટ્ટી લઈ શકાય) વડે રેમ્પ પર યોગ્ય ઊંચાઈએ છરાને રાખી શકાય. રેમ્પને કેન્દ્ર Cની દિશા સાથે એવી રીતે AB સાથે ગોઠવો. [આકૃતિ Ax 9 (f)] છરાના પથનો લીસોટો મેળવવા, મોટા ડ્રૉઈંગ બૉર્ડ પર અથવા સમતલ અને લીસા ટેબલ કે જે સમક્ષિતિજ ગોઠવેલ છે. તેના મથાળા પર 33 cm × 43 cm માપનો કાગળ P, સમાન માપના કાર્બન કાગળ સાથે ગોઠવો. બંને પ્રયોગો માટે મૉડેલ અને રેમ્પ આ કાગળ પર ગોઠવવા પડે.

પ્રયોગ 1 : પ્રકીર્ણનકોણ (θ)નો કણની પ્રારંભિક ઊર્જા પરના આધારનો અભ્યાસ કરવો.

રેમ્પ પર જુદી-જુદી ઊંચાઈએથી છરાને મુક્ત કરો અને દર્શાવો કે જેમ પ્રારંભિક ઊર્જાના ઘટાડા સાથે પ્રકીર્ણનકોણ (θ) વધે છે.

પ્રયોગ 2 : આલ્ફા કણની આપેલી ઊર્જા માટે પ્રકીર્ણનકોણ અને ઈમ્પેક્ટ પેરામીટર (અસર પ્રાચલ) વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ કરવો.

ચોક્કસ ઊંચાઈએથી છરાને મુક્ત કરો અને પ્રકીર્ણનકોણ (θ) નક્કી કરો. ઈમ્પેક્ટ પેરામીટર b પણ માપો. [જુઓ આકૃતિ A_x 9 (f)] bનાં જુદાં-જુદાં મૂલ્યો માટે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો પરંતુ દરેક વખતે છરાને સમાન ઊંચાઈએથી જ મુક્ત કરો. દરેક કિસ્સામાં પ્રકીર્ણનકોણ માપો અને દર્શાવો

કે $b \propto \dfrac{\cot\theta}{2}$.

ડેટા વિભાગ

કોષ્ટક D_s 1.1 : કેટલાક અગત્યના અચળાંકો

નામ	નિશાની	કિંમત
શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશની ઝડપ	c	2.9979×10^{8} m s^{-1}
ઈલેક્ટ્રૉનનો વિદ્યુતભાર	e	1.602×10^{-19} C
ગુરુત્વાકર્ષણ અચળાંક	G	6.673×10^{-11} N m^2 kg^{-2}
પ્લાન્ક અચળાંક	h	6.626×10^{-34} J s
બોલ્ટ્ઝમૅન અચળાંક	k	1.381×10^{-23} J K^{-1}
એવોગેડ્રો અચળાંક	N_A	6.022×10^{23} mol^{-1}
સાર્વત્રિક વાયુ-અચળાંક	R	8.314 J mol^{-1} k^{-1}
ઈલેક્ટ્રૉનનું દ્રવ્યમાન	m_e	9.110×10^{-31} kg
ન્યુટ્રૉનનું દ્રવ્યમાન	m_n	1.675×10^{-27} kg
પ્રોટોનનું દ્રવ્યમાન	m_p	1.673×10^{-27} kg
ઈલેક્ટ્રૉનના વિદ્યુતભાર અને દ્રવ્યમાનનો ગુણોત્તર	e/m_e	1.759×10^{11} C/kg
ફેરાડે અચળાંક	F	9.648×10^{4} C/ mol
રીડબર્ગ અચળાંક	R	1.097×10^{7} m^{-1}
બોહ્ર ત્રિજ્યા	a_0	5.292×10^{-11} m
સ્ટીફન-બોલ્ટ્ઝમૅન અચળાંક	σ	5.670×10^{-8} W m^{-2}K^{-4}
વીનનો અચળાંક	b	2.898×10^{-3} mK
મુક્ત અવકાશનો પરાવૈદ્યુતાંક	ε_0	8.854×10^{-12} C^2 N^{-1}m^{-2}
	$1/4\pi\varepsilon_0$	8.987×10^{9} N m^2 C^{-2}
મુક્ત અવકાશની પારગમ્યતા	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ T m A^{-1} $\cong 1.257 \times 10^{-6}$ Wb A^{-1} m^{-1}

કોષ્ટક D_s 1.2 : બીજા ઉપયોગી અચળાંકો

નામ	નિશાની	કિંમત
ઉષ્માનો યાંત્રિક તુલ્યાંક	J	4.186 J cal^{-1}
પ્રમાણિત વાતાવરણ દબાણ	1 atm	1.013×10^{5} Pa
નિરપેક્ષ શૂન્ય તાપમાન	0 K	-273.15 °C
ઈલેક્ટ્રૉન વોલ્ટ	1 eV	1.602×10^{-19} J
યુનિફાઈડ પરમાણ્વીય દળ એકમ	1 u	1.661×10^{-27} kg
ઈલેક્ટ્રૉન સ્થિર ઊર્જા	mc^2	0.511 MeV
1u દ્રવ્યમાનને સમતુલ્ય ઊર્જા	1 uc^2	931.5 MeV
આદર્શ વાયુનું કદ (0 °C અને 1 વાતાવરણ)	V	22.4 L mol^{-1}
ગુરુત્વપ્રવેગ (વિષુવવૃત્ત પર, દરિયાઈ સપાટી)	g	9.78049 m s^{-2}

કોષ્ટક D_s 2 : કોષના વિદ્યુતચાલક બળ

કોષ	E.M.F. (V)	કોષ	E.M.F. (V)
ડેનિયલ	1.08 - 1.09	કેડમિયમ 20 °C તાપમાને	1.018 54
ગ્રુવ	1.8 - 1.9	લેડ સંગ્રાહક કોષ	1.9 - 2.2
લેક્લાન્સે	1.45	એડિસન કોષ	1.45
વૉલ્ટેઈક	1.01	ક્લાર્ક	1.43
બન્સેન	1.95	Ni-Fe	1.20

કોષ્ટક D_s 3 : પદાર્થોના વક્રીભવનાંક $\lambda = 5896 \times 10^{-10}$ m તરંગલંબાઈવાળા સોડિયમ પ્રકાશ માટે

ઘન	વક્રીભવનાંક	પ્રવાહી	વક્રીભવનાંક
હીરો	2.417	કેનેડા બાલ્સમ	1.53
કાચ (ક્રાઉન)	1.48-1.61	પાણી	1.333
કાચ (ફ્લિન્ટ)	1.53-1.96	આલ્કોહોલ (ઇથાઈલ)	1.362
કાચ (સોડા)	1.50	એનિલિન	1.595
		બેન્ઝિન	1.501
બરફ	1.31	દેવદાર તેલ	1.516
માઇકા	1.56-1.60	ક્લૉરોફૉર્મ	1.450
દરિયાઈ મીઠું	1.54	ઈથર	1.350
		ગ્લિસરિન	1.47
ક્વાર્ટ્ઝ (સામાન્ય કિરણ)	1.5443	ઑલિવ-જેતુન(નિલગીરી)તેલ	1.46
ક્વાર્ટ્ઝ (અસામાન્ય કિરણ)	1.5534	પૅરાફિન	1.44
ક્વાર્ટ્ઝ (બળેલું)	1.458	કેરોસીન	1.39
		ટર્પેન્ટાઈન તેલ	1.44

કોષ્ટક D_s 4 : વર્ણપટ રેખાઓની તરંગલંબાઈ Å માં (1Å $= 10^{-10}$ m)
દ્રશ્ય વર્ણપટના રંગ (રા ના પી લી વા ની જા)

હાઈડ્રોજન	હિલિયમ	પારો	નિયોન	સોડિયમ
3970 *v*	3889 *v*	4047 *v*	5765 *y*	(D_2) 5890 *o*
4102 *v*	4026 *v*	4078 *v*	5853 *y*	(D_1) 5896 *o*
4340 *b*	4471 *b*	4358 *v*	5882 *o*	
4861 *gb*	5876 *y*	4916 *b, g*	6597 *r*	
6563 *r*	6678 *r*	4960 *g*	7245 *r*	
	7065 *r*	5461 *g*		
		5770 *y*		
		5791 *y*		
		6152 *o*		
		6322 *o*		

કોષ્ટક D_s 5 : વિદ્યુતચુંબકીય વર્ણપટ (તરંગલંબાઈ)

વિસ્તાર	તરંગલંબાઈ		
બિનતારી તરંગો			5 m અને ઉપર
પારરક્ત	3.0 x 10^{-4} m	થી	7.5 x 10^{-7} m
દૃશ્ય લાલ	7.5 x 10^{-7} m	થી	6.5 x 10^{-7} m
દૃશ્ય નારંગી	6.5 x 10^{-7} m	થી	5.9 x 10^{-7} m
દૃશ્ય પીળો	5.9 x 10^{-7} m	થી	5.3 x 10^{-7} m
દૃશ્ય લીલો	5.3 x 10^{-7} m	થી	4.9 x 10^{-7} m
દૃશ્ય વાદળી	4.9 x 10^{-7} m	થી	4.2 x 10^{-7} m
દૃશ્ય નીલો	4.2 x 10^{-7} m	થી	3.9 x 10^{-7} m
દૃશ્ય જાંબલી	3.9 x 10^{-7} m	થી	1.8 x 10^{-7} m
મૃદુ ક્ષ-કિરણો	2.0 x 10^{-7} m	થી	1.0 x 10^{-7} m
સખત ક્ષ-કિરણો	1.0 x 10^{-10} m	થી	1.0 x 10^{-11} m
ગૅમા કિરણો	5.0 x 10^{-11} m	થી	5.0 x 10^{-12} m

કોષ્ટક D_s 6 : કોન્સ્ટનટન અને મેંગેનીન માટે પ્રમાણભૂત તારગેજ અને એકમ લંબાઈ દીઠ અવરોધ

પ્રમાણભૂત તારગેજ		રેઝિસ્ટન્ટ (Ω)		
નં.	વ્યાસ (mm)	તાંબુ	કોન્સ્ટનટન (60 % Cu, 40 % Ni)	મેંગેનીન (84 % Cu, 4 % Ni, 12 % Mn)
10	3.25	0.0021	0.057	0.051
12	2.64	0.0032	0.086	0.077
14	2.03	0.0054	0.146	0.131
16	1.63	0.0083	0.228	0.204
18	1.22	0.0148	0.405	0.361
20	0.914	0.0260	0.722	0.645
22	0.711	0.0435	1.20	1.07
24	0.559	0.070	1.93	1.73
26	0.457	0.105	2.89	2.58
28	0.374	0.155	4.27	3.82
30	0.315	0.222	6.08	5.45
32	0.274	0.293	8.02	7.18
34	0.234	0.404	11.1	9.9
36	0.193	0.590	16.2	14.5
38	0.152	0.950	26.0	23.2
40	0.122	1.48	40.6	36.3
42	0.102	2.10	58.5	53.4
44	0.081	3.30	91.4	81.7
46	0.061	5.90	162.5	145.5

કોષ્ટક D_S 7 : સામાન્ય દ્રવ્યો માટેના ડાઈઈલેક્ટ્રીક અચળાંક

દ્રવ્ય	તાપમાન (°C)	આવૃત્તિ (Hz)	ડાઈઈલેક્ટ્રીક અચળાંક
અંબર	20	10^6	2.8
અંબર	20	3×10^9	2.6
સોડા કાચ	20	10^6	7.5
ફ્યુઝ ક્વાર્ટ્સ	20	10^3 થી 10^8	3.8
પ્રવાહી પૅરાફિન (મેડિકલ ગ્રેડ)	20	10^3	2.2
ટ્રાન્સફોર્મર ઑઇલ (વર્ગ B)	20	10^3	2.2
માર્બલ	20	10^6	8
રેતી (સૂકી)	20	10^6	3
રેતીના પથ્થર	20	10^6	10
કાગળ (ટીસ્યુ પેપર)	20	10^3	2.3
માઈકા	20	10^3 થી 10^8	5.4 થી 7
ઈપોક્ષી રેઝિન (દા.ત. એરેલડાઈટ)	20	10^6	3.3
સેલ્યુલોઝ અસિટેટ	20	10^6	3.5
વિનાઈલ એસિટેટ (પ્લાસ્ટિક સાઈઝડ)	20	10^6	4
વિનાઈલ ક્લોરાઈડ (પી.વી.સી.)	20	10^6	4
એબોનાઈટ (શુદ્ધ)	20	10^6	3
રબર (વેલ્કેનાઈઝ્ડ-મૃદુ)	20	10^6	3.2
રબર, સિન્થેટિક	20	10^6	2.5
પેરાફિન મીણ	20	10^6	2.2
સલ્ફર	20	3×10^9	3.4
વોલનટ વુડ (સૂકું)	20	10^7	2.0
વોલનટ વુડ (ભેજવાળું)	20	10^7	5
શૂન્યાવકાશ	લાગુ પડતુ નથી	ગમે તે	1.00000
હવા	20	3×10^9 સુધી	1.00054
પોર્સેલિન	20	10^6	5.5
બેરિયમ ટિટેનેટ	20	10^6	1200
રુટાઈલ ગ્રૂપ	20	10^6 થી 10^9	40 - 80
પાણી	20	10^9	80
પાણી	20	10^{10}	64

કોષ્ટક D_s 8 : સ્થિર વિદ્યુત ભારીય લાક્ષણિક પદાર્થો

વસ્તુ	C	V	Q	ઊર્જા $E = \frac{1}{2}CV^2$
1 નાયલોનના કપડાં વડે બધી જ દિશામાં ઘસેલો 20 cm વ્યાસનો ફુગ્ગો.	11 pF	200 V	2.2 nC	0.22 μJ*
2 સિલ્ક વડે ઘસેલ, અવાહક સ્ટૅન્ડ પર રાખેલ ધાતુનો ગોળો (9 cm વ્યાસ)	5 pF	500 V	2.5 nC	0.62 μJ*
3 શાળા કક્ષા માટેના વાન-દ્-ગ્રાફ જનરેટર વડે વિદ્યુતભારિત કરેલ ધાતુનો ગોળો.	5 pF	0.25 MV	1.25pF	0.16 J
4 ઈલેક્ટ્રો ફોરસ દ્વારા અવાહક ટેબલ પર રહેલ છોકરાનું વારંવાર વિદ્યુતભારણ.	50 pF	3000 V	150 nC	225 μJ*
5 મીણમાં પલાળવામાં આવેલ અવાહક કાગળ સહિતનું 30 cm x 30 cm નું (સુધારેલ) કેપેસીટર (K = 2.7, A = 700 cm અને d= 0.4mm) અને 9V ની બેટરી વડે વિદ્યુતભારિત કરેલ	4 nF	9 V	36 nC	162 nJ*
6 (5 મુજબ) પરંતુ 2 cm દુર રાખેલ પ્લેટો	80 pF	450 V	36 nC	8.1 μJ*
7 ફ્લેશ ગન કેપેસીટર (વ્યાવસાયિક પ્રમાણેનું)	500 pF	400 V	0.2 nC	40 J
8 પૃથ્વી અને વાદળ વચ્ચે સરેરાશ વીજળી (h = 1 થી 5 km)		10^6 V10 10^9 V	20 C	10^9 થી 10^{10} J
9 (a) પૃથ્વી અને સ્ટ્રેટોસ્ફિયરના મથાળે ઊંચી વાહકતાવાળી આયનયુક્ત હવા (h = 50 km)	–	0.4 MV	5.7×10^5 C	10^{11} J
(b) સારા વાતાવરણમાં હવા અને આયનોસ્ફિયર વચ્ચે આયનીકરણ પ્રવાહ	–	0.4 MV	1800 C/s	7×10^8 J/s
10 સૂકા હવામાનમાં ઊંચે ઊચકયા પછી સારા ઈલેક્ટ્રોફોરસ (20 થી 30 mm વ્યાસ)ની વિદ્યુતભારિત પ્લેટ	10 pF	3000 V	30 nC	45 μJ*

** શાળાની પ્રયોગશાળામાં રાખેલા આ પદાર્થોને સ્પર્શ કરવો ભયજનક નથી.*

કોષ્ટક D_s 9 : ચોક્કસ ધાતુઓ અને મિશ્રધાતુઓ માટે વિદ્યુતીય અવરોધકતા

અવરોધકતા (10^{-8} ohm મીટર)

દ્રવ્ય	0°C	100°C	300°C	700°C	અવરોધકતાનો તાપમાન ગુણાંક (0 °C - 100 °C ની અવધિમાં) (10^{-4})
ઍલ્યુમિનિયમ	2.45	3.55	5.9	24.7	45
ક્રોમિયમ	12.7	16.1	25.2	47.2	
તાંબુ	1.56	2.24	3.6	6.7	43
લોખંડ	8.9	14.7	31.5	85.5	65
સીસું	19.0	27.0	50	107.6	42
સોનુ	2.04	2.84			40
પારો	94.0766*	103.5	128		10
નિકલ	6.14	10.33	22.5		68
પ્લેટિનમ	9.81	13.65	21.0	34.3	39.2
પ્લેટિનમ ર્‌હોડિયમ (87/13)	19.0	22.0			15.6
પ્લેટિનમ ર્‌હોડિયમ (90/10)	18.7	21.8			16.6
પ્લેટિનમ ઈરિડિયમ (90/10)	24.8	28.0			13
ચાંદી	1.51	2.13	3.42	6.5	41
ટિન	11.5(20° C)	15.8	50	60	46
ટંગસ્ટન	4.9	7.3	12.4	24	48
જસત	5.5	7.8	13	37 (500°C)	42

અવરોધના પ્રમાણભૂત એકમ, ઓહ્મ, ને દર્શાવવા માટે 0 ^{0}C તાપમાને પારાને ગૌણ પ્રમાણભૂત તરીકે વપરાય છે.

કોષ્ટક D_s 10 : સામાન્ય અવાહકો અને અર્ધવાહકોની વિદ્યુતીય અવરોધકતા

પદાર્થ	અવરોધકતા (Ω મીટર)	પદાર્થ	અવરોધકતા (Ω મીટર)
હીરો	10^{10} થી 10^{11}	કાર્બન 0°C	3.5×10^{-5}
એબોનાઈટ	10^{14}	કાર્બન 500°C	2.7×10^{-5}
કાચ (સોડાલાઈમ)	5×10^{9}	કાર્બન 1000°C	2.1×10^{-5}
કાચ (પાઈરેક્સ)	10^{12}	કાર્બન 2000°C	1.1×10^{-5}
કાચ (વાહક)	5×10^{6}	કાર્બન 2500°C	0.9×10^{-5}
માઈકા	$10^{11} \times 10^{15}$	જર્મેનિયમ	0.46
કાગળ (સૂકો)	10^{10}	સીલીકોન 0°C	2300
પૅરાફિન મીણ	10^{14}		
પોર્સેલિન	10^{10} થી 10^{13}		
સલ્ફર (રહોમ્બિક)	2×10^{21}		

કોષ્ટક D_s 11 : અંતર્ગત અને બહિર્ગત અર્ધવાહકો માટેની માહિતી

દ્રવ્ય	એનર્જી ગેપ (eV)	300 K તાપમાને ઈલેક્ટ્રૉન હોલ જોડકાં માટે સંખ્યા ઘનતા પ્રતિ m^3*	ઈલેક્ટ્રોનની મોબિલિટી ($m^2\ V^{-1}\ s^{-1}$)	હોલની મોબિલિટી ($m^2\ V^{-1}\ s^{-1}$)	વાહકતા ($S\ m^{-1}$)	ઘનતા ($kg\ m^{-3}$)
અર્ધવાહકો						
જર્મેનિયમ	0.76	6×10^{19}	0.39	0.19	2.18	5320
સિલિકોન	1.12	7×10^{15}	0.135	0.048	4.4×10^{-4}	2300
Pસાથેના અવાહક અશુદ્ધિ સાથેનું Si	0.045	2.5×10^{21}	0.135	.....	2.5×10	2300
હીરો	6 થી 12	$\approx 10^{7}$				

*લગભગ મૂલ્ય છે, જે મૂલ્યના માત્ર ક્રમનો (ઘાતનો) ખ્યાલ આપે છે.

કોષ્ટક D_S 12 : ઉચ્ચ અવરોધ ધરાવતી મિશ્રધાતુઓ

મિશ્રધાતુઓ	અવરોધકતા 20° C (10^{-8} ohm)	અવરોધકતાના તાપમાન ગુણાંકનો વિસ્તાર 0 – 100° C (10^{-4})	મહત્તમ તાપમાન (°C)
કોન્સ્ટનટન (58.8 % Cu, 40 % Ni, 1.2 % Mn)	44 થી 52	- 0.4 થી + 0.1	500
જર્મન સિલ્વર (65 % Cu, 20 % Zn, 15 % Ni)	28 થી 35	+ 0.4	150 થી 200
મૅંગેનીન (85 % Cu, 12 % Mn, 3 % Ni)	42 થી 48	0.3	100
નિકેલાઈન (54 % Cu, 20 % Zn, 26 % Ni)	39 થી 45	0.2	150 થી 200
નાઈક્રોમ (67.5 % Ni, 15 % Cr, 16 % Fe, 1.5 % Mn)	100 થી 110	2.0	1000

કોષ્ટક D_S 13 : અતિવાહકતા (સુપર કંડક્ટિંગ) અવસ્થા માટે સક્રાંતિ તાપમાન

પદાર્થ	સંક્રાંતિ તાપમાન (K)	પદાર્થ	સક્રાંતિ તાપમાન (K)
ધાતુઓ		સંયોજનો	
કેડમિયમ	0.6	NiBi	4.2
જસત	0.8	PbSe	5.0
ઍલ્યુમિનિયમ	1.2	NbB	6.0
યુરેનિયમ	1.3	Nb_2C	9.2
ટિન	3.7	nBC	10.1 થી 10.5
પારો	4.7	nBN	15 થી 16
સીસું	7.3	Nb_3Sn	18
નીઓબિયમ	9.2	$YBa_2Cu_3O_7$	90

કોષ્ટક I

LOGARITHMS (લઘુગણક)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170						5	9	13	17	21	26	30	34	38
						0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	16	2O	24	28	32	36
11	0414	0453	0492	0531	0569						4	8	12	16	20	23	27	31	35
						0607	0645	0682	0719	0755	4	7	11	15	18	22	26	29	33
12	0792	0828	0864	0899	0934						3	7	11	14	18	21	25	28	32
						0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	20	24	27	31
13	1139	1173	1206	1239	1271						3	6	10	13	16	19	23	26	29
						1303	1335	1367	1399	1430	3	7	10	13	16	19	22	25	29
14	1461	1492	1523	1553	1584						3	6	9	12	15	19	22	25	28
						1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	14	17	20	23	26
15	1761	1790	1818	1847	1875						3	6	9	11	14	17	20	23	26
						1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	19	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148						3	6	8	11	14	16	19	22	24
						2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	10	13	16	18	21	23
17	2304	2330	2355	2380	2405						3	5	8	10	13	15	18	20	23
						2430	2455	2480	2504	2529	3	5	8	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648						2	5	7	9	12	14	17	19	21
						2672	2695	2718	2742	2765	2	4	7	9	11	14	16	18	21
19	2788	2810	2833	2856	2878						2	4	7	9	11	13	16	18	20
						2900	2923	2945	2967	2989	2	4	6	8	11	13	15	17	19
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6471	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8

LOGARITHMS (લઘુગણક)

કોષ્ટક 1

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7768	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9997	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

ANTILOGARITHMS (પ્રતિલઘુગણક)

કોષ્ટક II

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
.40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
.42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
.43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
.45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
.48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	3	3	4	5	6	6
.49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	3	3	4	5	6	6

ANTILOGARITHMS (પ્રતિલઘુગણક)

કોષ્ટક II

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
.51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
.53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
.55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
.56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
.58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
.59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
.60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
.61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	42S6	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
.67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
.68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
.70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
.72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
.73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
.74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
.75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
.76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
.77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
.78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
.79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
.80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
.81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
.83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
.84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
.85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
.89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
.90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
.91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
.92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
.93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
.95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
.96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
.97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
.98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
.99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

NATURAL SINES (પ્રાકૃતિક સાઈન)

કોષ્ટક I

	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	Mean				
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9	Differences				
											1'	2'	3'	4'	5'
0	.0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	3	6	9	12	15
1	.0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	3	6	9	12	15
2	.0349	0366	0384	0401	0419	0436	0454	0471	0488	0506	3	6	9	12	15
3	.0523	0541	0558	0576	0593	0610	0628	0645	0663	0680	3	6	9	12	15
4	.0698	0715	0732	0750	0767	0785	0802	0819	0837	0854	3	6	9	12	15
5	.0872	0889	0906	0924	0941	0958	0976	0993	1011	1028	3	6	9	12	14
6	.1045	1063	1080	1097	1115	1132	1149	1167	1184	1201	3	6	9	12	14
7	.1219	1236	1253	1271	1288	1305	1323	1340	1357	1374	3	6	9	12	14
8	.1392	1409	1426	1444	1461	1478	1495	1513	1530	1547	3	6	9	12	14
9	.1564	1582	1599	1616	1633	1650	1668	1685	1702	1719	3	6	9	12	14
10	.1736	1754	1771	1788	1805	1822	1840	1857	1874	1891	3	6	9	12	14
11	.1908	1925	1942	1959	1977	1994	2011	2028	2045	2062	3	6	9	11	14
12	.2079	2096	2113	2130	2147	2164	2181	2198	2215	2232	3	6	9	11	14
13	.2250	2267	2284	2300	2317	2334	2351	2368	2385	2402	3	6	8	11	14
14	.2419	2436	2453	2470	2487	2504	2521	2538	2554	2571	3	6	8	11	14
15	.2588	2605	2622	2639	2656	2672	2689	2706	2723	2740	3	6	8	11	14
16	.2756	2773	2790	2807	2823	2840	2857	2874	2890	2907	3	6	8	11	14
17	.2924	2940	2957	2974	2990	3007	3024	3040	3057	3074	3	6	8	11	14
18	.3090	3107	3123	3140	3156	3173	3190	3206	3223	3239	3	6	8	11	14
19	.3256	3272	3289	3305	3322	3338	3355	3371	3387	3404	3	5	8	11	14
20	.3420	3437	3453	3469	3486	3502	3518	3535	3551	3567	3	5	8	11	14
21	.3584	3600	3616	3633	3649	3665	3681	3697	3714	3730	3	5	8	11	14
22	.3746	3762	3778	3795	3811	3827	3843	3859	3875	3891	3	5	8	11	14
23	.3907	3923	3939	3955	3971	3987	4003	4019	4035	4051	3	5	8	11	14
24	.4067	4083	4099	4115	4131	4147	4163	4179	4195	4210	3	5	8	11	13
25	.4226	4242	4258	4274	4289	4305	4321	4337	4352	4368	3	5	8	11	13
26	.4384	4399	4415	4431	4446	4462	4478	4493	4509	4524	3	5	8	10	13
27	.4540	4555	4571	4586	4602	4617	4633	4648	4664	4679	3	5	8	10	13
28	.4695	4710	4726	4741	4756	4772	4787	4802	4818	4833	3	5	8	10	13
29	.4848	4863	4879	4894	4909	4924	4939	4955	4970	4985	3	5	8	10	13
30	.5000	5015	5030	5045	5060	5075	5090	5105	5120	5135	3	5	8	10	13
31	.5150	5165	5180	5195	5210	5225	5240	5255	5270	5284	2	5	7	10	12
32	.5299	5314	5329	5344	5358	5373	5388	5402	5417	5432	2	5	7	10	12
33	.5446	5461	5476	5490	5505	5519	5534	5548	5563	5577	2	5	7	10	12
34	.5592	5606	5621	5635	5650	5664	5678	5693	5707	5721	2	5	7	10	12
35	.5736	5750	5764	5779	5793	5807	5821	5835	5850	5864	2	5	7	10	12
36	.5878	5892	5906	5920	5934	5948	5962	5976	5990	6004	2	5	7	9	12
37	.6018	6032	6046	6060	6074	6088	6101	6115	6129	6143	2	5	7	9	12
38	.6157	6170	6184	6198	6211	6225	6239	6252	6266	6280	2	5	7	9	11
39	.6293	6307	6320	6334	6347	6361	6374	6388	6401	6414	2	4	7	9	11
40	.6428	6441	6455	6468	6481	6494	6508	6521	6534	6547	2	4	7	9	11
41	.6561	6574	6587	6600	6613	6626	6639	6652	6665	6678	2	4	7	9	11
42	.6691	6704	6717	6730	6743	6756	6769	6782	6794	6807	2	4	6	9	11
43	.6820	6833	6845	6858	6871	6884	6896	6909	6921	6934	2	4	6	8	11
44	.6947	6959	6972	6984	6997	7009	7022	7034	7046	7059	2	4	6	8	10

NATURAL SINES (પ્રાકૃતિક સાઇન)

કોષ્ટક I

	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	Mean				
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9	Differences				
											1'	2'	3'	4'	5'
45	.7071	7083	7096	7108	7120	7133	7145	7157	7169	7181	2	4	6	8	10
46	.7193	7206	7218	7230	7242	7254	7266	7278	7290	7302	2	4	6	8	10
47	.7314	7325	7337	7349	7361	7373	7385	7396	7408	7420	2	4	6	8	10
48	.7431	7443	7455	7466	7478	7490	7501	7513	7524	7536	2	4	6	8	10
49	.7547	7558	7570	7581	7593	7604	7615	7627	7638	7649	2	4	6	8	9
50	.7660	7672	7683	7694	7705	7716	7727	7738	7749	7760	2	4	6	7	9
51	.7771	7782	7793	7804	7815	7826	7837	7848	7859	7869	2	4	5	7	9
52	.7880	7891	7902	7912	7923	7934	7944	7955	7965	7976	2	4	5	7	9
53	.7986	7997	8007	8018	8028	8039	8049	8059	8070	8080	2	3	5	7	9
54	.8090	8100	8111	8121	8131	8141	8151	8161	8171	8181	2	3	5	7	8
55	.8192	8202	8211	8221	8231	8241	8251	8261	8271	8281	2	3	5	7	8
56	.8290	8300	8310	8320	8329	8339	8348	8358	8368	8377	2	3	5	6	8
57	.8387	8396	8406	8415	8425	8434	8443	8453	8462	8471	2	3	5	6	8
58	.8480	8490	8499	8508	8517	8526	8536	8545	8554	8563	2	3	5	6	8
59	.8572	8581	8590	8599	8607	8616	8625	8634	8643	8652	1	3	4	6	7
60	.8660	8669	8678	8686	8695	8704	8712	8721	8729	8738	1	3	4	6	7
61	.8746	8755	8763	8771	8780	8788	8796	8805	8813	8821	1	3	4	6	7
62	.8829	8838	8846	8854	8862	8870	8878	8886	8894	8902	1	3	4	5	7
63	.8910	8918	8926	8934	8942	8949	8957	8965	8973	8980	1	3	4	5	6
64	.8988	8996	9003	9011	9018	9026	9033	9041	9048	9056	1	3	4	5	6
65	.9063	9070	9078	9085	9092	9100	9107	9114	9121	9128	1	2	4	5	6
66	.9135	9143	9150	9157	9164	9171	9178	9184	9191	9198	1	2	3	5	6
67	.9205	9212	9219	9225	9232	9239	9245	9252	9259	9265	1	2	3	4	6
68	.9272	9278	9285	9291	9298	9304	9311	9317	9323	9330	1	2	3	4	5
69	.9336	9342	9348	9354	9361	9367	9373	9379	9385	9391	1	2	3	4	5
70	.9397	9403	9409	9415	9421	9426	9432	9438	9444	9449	1	2	3	4	5
71	.9455	9461	9466	9472	9478	9483	9489	9494	9500	9505	1	2	3	4	5
72	.9511	9516	9521	9527	9532	9537	9542	9548	9553	9558	1	2	3	3	4
73	.9563	9568	9573	9578	9583	9588	9593	9598	9603	9608	1	2	3	3	4
74	.9613	9617	9622	9627	9632	9636	9641	9646	9650	9655	1	2	2	3	4
75	.9659	9664	9668	9673	9677	9681	9686	9690	9694	9699	1	1	2	3	4
76	.9703	9707	9711	9715	9720	9724	9728	9732	9736	9740	1	1	2	3	3
77	.9744	9748	9751	9755	9759	9763	9767	9770	9774	9778	1	1	2	3	3
78	.9781	9785	9789	9792	9796	9799	9803	9806	9810	9813	1	1	2	2	3
79	.9816	9820	9823	9826	9829	9833	9836	9839	9842	9845	1	1	2	2	3
80	.9848	9851	9854	9857	9860	9863	9866	9869	9871	9874	0	1	1	2	2
81	.9877	9880	9882	9885	9888	9890	9893	9895	9898	9900	0	1	1	2	2
82	.9903	9905	9907	9910	9912	9914	9917	9919	9921	9923	0	1	1	2	2
83	.9925	9928	9930	9932	9934	9936	9938	9940	9942	9943	0	1	1	1	2
84	:9945	9947	9949	9951	9952	9954	9956	9957	9959	9960	0	1	1	1	2
85	.9962	9963	9965	9966	9968	9969	9971	9972	9973	9974	0	0	1	1	1
86	.9976	9977	9978	9979	9980	9981	9982	9983	9984	9985	0	0	1	1	1
87	.9986	9987	9988	9989	9990	9990	9991	9992	9993	9993	0	0	0	1	1
88	.9994	9995	9995	9996	9996	9997	9997	9997	9998	9998	0	0	0	0	0
89	.9998	9999	9999	9999	9999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0	0	0
90	1.000														

NATURAL COSINES (પ્રાકૃતિક કોસાઈન)

કોષ્ટક II

	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	Mean				
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9	Differences				
											1'	2'	3'	4'	5'
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0
1	.9998	9998	9998	9997	9997	9997	9996	9996	9995	9995	0	0	0	0	0
2	.9994	9993	9993	9992	9991	9990	9990	9989	9988	9987	0	0	0	1	1
3	.9986	9985	9984	9983	9982	9981	9980	9979	9978	9977	0	0	1	1	1
4	.9976	9974	9973	9972	9971	9969	9968	9966	9965	9963	0	0	1	1	1
5	.9962	9960	9959	9957	9956	9954	9952	9951	9949	9947	0	1	1	1	2
6	.9945	9943	9942	9940	9938	9936	9934	9932	9930	9928	0	1	1	1	2
7	.9925	9923	9921	9919	9917	9914	9912	9910	9907	9905	0	1	1	2	2
8	.9903	9900	9898	9895	9893	9890	9888	9885	9882	9880	0	1	1	2	2
9	.9877	9874	9871	9869	9866	9863	9860	9857	9854	9851	0	1	1	2	2
10	.9848	9845	9842	9839	9836	9833	9829	9826	9823	9820	1	1	2	2	3
11	.9816	9813	9810	9806	9803	9799	9796	9792	9789	9785	1	1	2	2	3
12	.9781	9778	9774	9770	9767	9763	9759	9755	9751	9748	1	1	2	3	3
13	.9744	9740	9736	9732	9728	9724	9720	9715	9711	9707	1	1	2	3	3
14	.9703	9699	9694	9690	9686	9681	9677	9673	9668	9664	1	1	2	3	4
15	.9659	9655	9650	9646	9641	9636	9632	9627	9622	9617	1	2	2	3	4
16	.9613	9608	9603	9598	9593	9588	9583	9578	9573	9568	1	2	2	3	4
17	.9563	9558	9553	9548	9542	9537	9532	9527	9521	9516	1	2	3	3	4
18	.9511	9505	9500	9494	9489	9483	9478	9472	9466	9461	1	2	3	4	5
19	.9455	9449	9444	9438	9432	9426	9421	9415	9409	9403	1	2	3	4	5
20	.9397	9391	9385	9379	9573	9367	9361	9354	9348	9342	1	2	3	4	5
21	.9336	9330	9323	9317	9311	9304	9298	9291	9285	9278	1	2	3	4	5
22	.9272	9265	9259	9252	9245	9239	9232	9225	9219	9212	1	2	3	4	6
23	.9205	9198	9191	9184	9178	9171	9164	9157	9150	9143	1	2	3	5	6
24	.9135	9128	9121	9114	9107	9100	9092	9085	9078	9070	1	2	4	5	6
25	.9063	9056	9048	9041	9033	9026	9018	9011	9003	8996	1	3	4	5	6
26	.8988	8980	8973	8965	8957	8949	8942	8934	8926	8918	1	3	4	5	6
27	.8910	8902	8894	8886	8878	8870	8862	8854		8838	1	3	4	5	7
28	.8829	8821	8813	8805	8796	8788	8780	8771	8763	8755	1	3	4	6	7
29	.8746	8738	8729	8721	8712	8704	8695	8686	8678	8669	1	3	4	6	7
30	.8660	8652	8643	8634	8625	8616	8607	8599	8590	8581	1	3	4	6	7
31	.8572	8563	8554	8545	8536	8526	8517	8508	8499	8490	2	3	5	6	8
32	.8480	8471	8462	8453	8443	8434	8425	8415	8406	8396	2	3	5	6	8
33	.8387	8377	8368	8358	8348	8339	8329	8320	8310	8300	2	3	5	6	8
34	.8290	8281	8271	8261	8251	8241	8231	8221	8211	8202	2	3	5	7	8
3S	.8192	8181	8171	8161	8151	8141	8131	8121	8111	8100	2	3	5	7	8
36	.8090	8080	8070	8059	8049	8039	8028	8018	8007	7997	2	3	5	7	8
37	.7986	7976	7965	7955	7944	7934	7923	7912	7902	7891	2	4	5	7	9
38	.7880	7869	7859	7848	7837	7826	7815	7804	7793	7782	2	4	5	7	9
39	.7771	7760	7749	7738	7727	7716	7705	7694	7683	7672	2	4	6	7	9
40	.7660	7649	7638	7627	7615	7604	7593	7581	7570	7559	2	4	6	8	9
41	.7547	7536	7524	7513	7501	7490	7478	7466	7455	7443	2	4	6	8	10
42	.7431	7420	7408	7396	7385	7373	7361	7349	7337	7325	2	4	6	8	10
43	.7314	7302	7290	7278	7266	7254	7242	7230	7218	7206	2	4	6	8	10
44	.7193	7181	7169	7157	7145	7133	7120	7108	7096	7083	2	4	6	8	10

NATURAL COSINES (પ્રાકૃતિક કોસાઇન)

કોષ્ટક II

	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	Mean				
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9	Differences				
											1'	2'	3'	4'	5'
45	.7071	7059	7046	7034	7022	7009	6997	6984	6972	6959	2	4	6	8	10
46	.6947	6934	6921	6909	6896	6884	6871	6858	6845	6833	2	4	6	8	11
47	.6820	6807	6794	6782	6769	6756	6743	6730	6717	6704	2	4	6	9	11
48	.6691	6678	6665	6652	6639	6626	6613	6600	6587	6574	2	4	7	9	11
49	.6561	6547	6534	6521	6508	6494	6481	6468	6455	6441	2	4	7	9	11
50	.6428	6414	6401	6388	6374	6361	6347	6334	6320	6307	2	4	7	9	11
51	.6293	6280	6266	6252	6239	6225	6211	6198	6184	6170	2	5	7	9	11
52	.6157	6143	6129	6115	6]01	6088	6074	6060	6046	6032	2	5	7	9	11
53	.6018	6004	5990	5976	5962	5948	5934	5920	5906	5892	2	5	7	9	12
54	.5878	5864	5850	5835	5821	5807	5793	5779	5764	5750	2	5	7	9	12
55	.5736	5721	5707	5693	5678	5664	5650	5635	5621	5606	2	5	7	10	12
56	.5592	5577	5563	5548	5534	55]9	5505	5490	5476	5461	2	5	7	10	12
57	.5446	5432	5417	5402	5388	5373	5358	5344	5329	5314	2	5	7	10	12
58	.5299	5284	5270	5255	5240	5225	5210	5195	5180	5165	2	5	7	10	12
59	.5150	5135	5120	5105	5090	5075	5060	5045	5030	5015	3	5	8	10	13
60	.5000	4985	4970	4955	4939	4924	4909	4894	4879	4863	3	5	8	10	13
61	.4848	4833	4818	4802	4787	4772	4756	4741	4726	4710	3	5	8	10	13
62	.4695	4679	4664	4648	4633	4617	4602	4586	4571	4555	3	5	8	10	13
63	.4540	4524	4509	4493	4478	4462	4446	4431	4415	4399	3	5	8	10	13
64	.4384	4368	4352	4337	4321	4305	4289	4274	4258	4242	3	5	8	11	13
65	.4226	4210	4195	4179	4163	4147	4131	4115	4099	4083	3	5	8	11	13
66	.4067	4051	4035	4019	4003	3987	3971	3955	3939	3923	3	5	8	11	14
67	.3907	3891	3875	3859	3843	3827	3811	3795	3778	3762	3	5	8	11	14
68	.3746	3730	3714	3697	3681	3665	3649	3633	3616	3600	3	5	8	11	14
69	.3584	3567	3551	3535	3518	3502	3486	3469	3453	3437	3	5	8	11	14
70	.3420	3404	3387	3371	3355	3338	3322	3305	3289	3272	3	5	8	11	14
71	.3256	3239	3223	3206	3190	3173	3156	3140	3123	3107	3	6	8	11	14
72	.3090	3074	3057	3040	3024	3007	2990	2974	2957	2940	3	6	8	11	14
73	.2924	2907	2890	2874	2857	2840	2823	2807	2790	2773	3	6	8	11	14
74	.2756	2740	2723	2706	2689	2672	2656	2639	2622	2605	3	6	8	11	14
75	.2588	2571	2554	2538	2521	2504	2487	2470	2453	2436	3	6	8	11	14
76	.2419	2402	2385	2368	2351	2334	2317	2300	2284	2267	3	6	8	11	14
77	.2250	2233	2215	2198	2181	2164	2147	2130	2113	2096	3	6	9	11	14
78	.2079	2062	2045	2028	2011	1994	1977	1959	1942	1925	3	6	9	11	14
79	.1908	1891	1874	1857	1840	1822	1805	1788	1771	1754	3	6	9	11	14
80	.1736	1719	1702	1685	1668	1650	1633	1616	1599	1582	3	6	9	12	14
81	.1564	1547	1530	1513	1495	1478	1461	1444	1426	1409	3	6	9	12	14
82	.1392	1374	1357	1340	1323	1305	1288	1271	1253	1236	3	6	9	12	14
83	.1219	1201	1184	1167	1149	1132	1115	1097	1080	1063	3	6	9	12	14
84	.1045	1028	1011	0993	0976	0958	0941	0924	0906	0889	3	6	9	12	14
85	.0872	0854	0837	0819	0802	0785	0767	0750	0732	0715	3	6	9	12	15
86	.0698	0680	0663	0645	0628	0610	0593	0576	0558	0541	3	6	9	12	15
87	.0523	0506	0488	0471	0454	0436	0419	0401	0384	0366	3	6	9	12	15
88	.0349	0332	0314	0297	0279	0262	0244	0227	0209	0192	3	6	9	12	15
89	.0175	0157	0140	0122	0105	0087	0070	0052	0035	0017	3	6	9	12	15
90	.0000														

NATURAL TANGENTS (પ્રાકૃતિક ટેનજેન્ટ)

કોષ્ટક III

	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	Mean				
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9	Differences				
											1'	2'	3'	4'	5'
0	.0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	3	6	9	12	15
1	.0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	3	6	9	12	15
2	.0349	0367	0384	0402	0419	0437	0454	0472	0489	0507	3	6	9	12	15
3	.0524	0542	0559	0577	0594	0612	0629	0647	0664	0682	3	6	9	12	15
4	.0699	0717	0734	0752	0769	0787	0805	0822	0840	0857	3	6	9	12	15
5	.0875	0892	0910	0928	0945	0963	0981	0998	1016	1033	3	6	9	12	15
6	.1051	1069	1086	1104	1122	1139	1157	1175	1192	1210	3	6	9	12	15
7	.1228	1246	1263	1281	1299	1317	1334	1352	1370	1388	3	6	9	12	15
8	.1405	1423	1441	1459	1477	1495	1512	1530	1548	1566	3	6	9	12	15
9	.1584	1602	1620	1638	1655	1673	1691	1709	1727	1745	3	6	9	12	15
10	.1763	1781	1799	1817	1835	1853	1871	1890	1908	1926	3	6	9	12	15
11	.1944	1962	1980	1998	2016	2035	2053	2071	2089	2107	3	6	9	12	15
12	.2126	2144	2162	2180	2199	2217	2235	2254	2272	2290	3	6	9	12	15
13	.2309	2327	2345	2364	2382	2401	2419	2438	2456	2475	3	6	9	12	15
14	.2493	2512	2530	2549	2568	2586	2605	2623	2642	2661	3	6	9	12	16
15	.2679	2698	2717	2736	2754	2773	2792	2811	2830	2849	3	6	9	13	16
16	.2867	2886	2905	2924	2943	2962	2981	‘3000	3019	3038	3	6	9	13	16
17	.3057	3076	3096	3115	3134	3153	3172	3191	3211	3230	3	6	10	13	16
18	.3249	3269	3288	3307	3327	3346	3365	3385	3404	3424	3	6	10	13	16
19	.3443	3463	3482	3502	3522	3541	3561	3581	3600	3620	3	7	10	13	16
20	.3640	3659	3679	3699	3719	3739	3759	3779	3799	3819	3	7	10	13	17
21	.3839	3859	3879	3899	3919	3939	3959	3979	4000	4020	3	7	10	13	17
22	.4040	4061	4081	4101	4122	4142	4163	4183	4204	4224	3	7	10	14	17
23	.4245	4265	4286	4307	4327	4348	4369	4390	4411	4431	3	7	10	14	17
24	.4452	4473	4494	4515	4536	4557	4578	4599	4621	4642	4	7	11	14	18
25	.4663	4684	4706	4727	4748	4770	4791	4813	4834	4856	4	7	11	14	18
26	.4877	4899	4921	4942	4964	4986	5008	5029	5051	5073	4	7	11	15	18
27	.5095	5117	5139	5161	5184	5206	5228	5250	5272	5295	4	7	11	15	18
28	.5317	5340	5362	5384	5407	5430	5452	5475	5498	5520	4	8	11	15	19
29	.5543	5566	5589	5612	5635	5658	5681	5704	5727	5750	4	8	12	15	19
30	.5774	5797	5820	5844	5867	5890	5914	5938	5961	5985	4	8	12	16	20
31	.6009	6032	6056	6080	6104	6128	6152	6176	6200	6224	4	8	12	16	20
32	.6249	6273	6297	6322	6346	6371	6395	6420	6445	6469	4	8	12	16	20
33	.6494	6519	6544	6569	6594	6619	6644	6669	6694	6720	4	8	13	17	21
34	.6745	6771	6796	6822	6847	6873	699	6924	6950	6976	4	9	13	17	21
35	.7002	7028	7054	7080	7107	7133	7159	7186	7212	7239	4	9	13	18	22
36	.7265	7292	7319	7346	7373	7400	7427	7454	7481	7508	5	9	14	18	23
37	.7536	7563	7590	7618	7646	7673	7701	7729	7757	7785	5	9	14	18	23
38	.7813	7841	7869	7898	7926	7954	7983	8012	8040	8069	5	9	14	19	24
39	.8008	8127	8156	8185	8214	8243	8273	8302	8332	8361	5	10	15	20	24
40	.8391	8421	8451	8481	8511	8541	8571	8601	8632	8662	5	10	15	20	25
41	.8693	8724	8754	8785	8816	8847	8878	8910	8941	8972	5	10	16	21	26
42	.9004	9036	9067	9099	9131	9163	9195	9228	9260	9293	5	11	16	21	27
43	.9325	9358	9391	9424	9457	9490	9523	9556	9590	9623	6	11	17	22	28
44	.9657	9691 ‘	9725	9759	9793	9827	9861	9896	9930	9965	6	11	17	23	29

NATURAL TANGENTS (પ્રાકૃતિક ટેનજેન્ટ)

કોષ્ટક III

	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	Mean				
	0°.0	0°.1	0°.2	0°.3	0°.4	0°.5	0°.6	0°.7	0°.8	0°.9	Differences				
											1'	2'	3'	4'	5'
45	1.0000	0035	0070	0105	0141	0176	0212	0247	0283	0319	6	12	18	24	30
46	1.0355	0392	0428	0464	0501	0538	0575	0612	0649	0686	6	12	18	25	31
47	1-0724	0761	0799	0837	0875	0913	0951	0990	1028	1067	6	13	19	25	32
48	1-1106	1145	1184	1224	1263	1303	1343	1383	1423	1463	7	13	20	27	33
49	1.1504	1544	1585	1626	1667	1708	1750	1792	1833	1875	7	14	21	28	34
50	1-1918	1960	2002	2045	2088	2131	2174	2218	2261	2305	7	14	22	29	35
51	1.2349	2393	2437	2482	2527	2572	2617	2662	2708	2753	8	15	23	30	38
52	1.2799	2846	2892	2938	2985	3032	3079	3127	3175	3222	8	16	24	31	39
53	1.3270	3319	3367	3416	3465	3514	3564	3613	3663	3713	8	16	25	33	41
54	1.3764	3814	3865	3916	3968	4019	4071	4124	4176	4229	9	17	26	34	43
55	1-4281	4335	4388	4442	4496	4550	4605	4659	4715	4770	9	18	27	36	45
56	1-4826	4882	4938	4994	5051	5108	5166	5224	5282	5340	10	19	29	38	48
57	1.5399	5458	5517	5577	5637	5697	5757	5818	5880	5941	10	20	30	40	50
58	1.6003	6066	6128	6191	6255	6319	6383	6447	6512	6577	11	21	32	43	53
59	1.6643	6709	6775	6842	6909	6977	7045	7113	7182	7251	11	23	34	45	56
60	1-7321	7391	7461	7532	7603	7.675	7747	7820	7893	7966	12	24	36	48	60
61	1.8040	8115	8190	8265	8341	8418	8495	8572	8650	8728	13	26	38	51	64
62	1.8807	8887	8967	9047	9128	9210	9292	9375	9458	9542	14	27	41	55	68
63	1.9626	9711	9797	9883	9970	2.0057	2.0145	2.0233	2.0323	2.0413	15	29	44	58	73
64	2.0503	0594	0686	0778	0872	0965	1060	1155	1251	1348	16	31	47	63	78
65	2.1445	1543	1642	1742	1842	1943	2045	2148	2251	2355	17	34	51	68	85
66	2.2460	2566	2673	2781	2889	2998	3109	3220	3332	3445	18	37	55	73	92
67	2.3559	3673	3789	3906	4023	4142	4262	4383	4504	4627	20	40	60	79	99
68	2.4751	4876	5002	5129	5257	5386	5517	5649	5782	5916	22	43	65	87	108
69	2.6051	6187	6325	6464	6605	6746	6889	7034	7179	7326	24	47	71	95	119
70	2.7475	7625	7776	7929	8083	8239	8397	8556	8716	8878	26	52	78	104	131
71	2.9042	9208	9375	9544	9714	9887	3.0061	3.0237	3.0415	3.0595	29	58	87	116	145
72	3.0777	0961	1146	1334	1524	1716	1910	2106	2305	2500	32	64	96	129	161
73	3.2709	2914	3122	3332	3544	3759	3977	4197	4420	4646	36	72	108	144	180
74	3.4874	5105	5339	5576	5816	6059	6305	6554	6806	7062	41	811	22	163	204
75	3.7321	7583	7848	8118	8391	8667	8947	9232	9520	9812	46	93	139	186	232
76	4.0108	0408	0713	1022	1335	i653	1976	2303	2635	2972	53	107	160	213	267
77	4.3315	3662	4015	4374	4737	5107	5483	5864	6252	6646					
78	4.7046	7453	7867	8288	8716	9152	9594	5.0045	5.0504	5.0970	Mean differences cease				
79	5.1446	1929	2422	2924	3435	3955	4486	5026	5578	6140	to be sufficiently accurate.				
80	5.6713	7297	7894	8502	9124	9758	6.0405	6.1066	6.1742	6.2432					
81	6.3138	3859	4596	5350	6122	6912	7720	8548	9395	7.0264					
82	7.1154	2066	3002	3%2	4947	5958	6996	8062	9158	8.0285					
83	8.1443	2636	3863	5126	6427	7769	9152	9.0579	9.2052	9.3572					
84	9.5144	9.677	9.845	10.02	10.20	10.39	10.58	10.78	10.99	11-20					
85	1143	11.66	11.91	12.16	12.43	12.71	13.00	13.30	13.62	13.95					
86	14.30	14.67	15.06	15.46	15.89	16.35	16.83	17.34	17.89	18.46					
87	19.08	19.74	20.45	21.20	22.02	22.90	23.86	24.90	26.03	27.27					
88	28.64	30.14	31.82	33.69	35.80	38.19	40.92	44.07	47.74	52.08					
89	57.29	63.66	71.62	81.85	95.49	114.6	143.2	191.0	286.5	573.0					
90	not defined														

નોંધ

નોંધ