

એજ્યુકેશન (b) કેમિસ્ટ્રી એજ્યુકેશન (c) એજ્યુકેશન ઈન કેમિસ્ટ્રી (d) ન્યૂ સાયંટિસ્ટ (e) સ્કૂલ સાયન્સ (f) સ્કૂલ સાયન્સ રિવ્યુ (g) સાયન્સ (h) સાયંટિફિક અમેરિકન (i) સ્કૂલ સાયન્સ રિસર્સ પત્ર, વગેરે. એકવાર પરિયોજના કાર્ય શરૂ થાય, તે બાદ નવા શીર્ષક અને વિચારો પ્રાપ્ત થઈ શકે છે.

જો ઉપરોક્ત વૈજ્ઞાનિક સાહિત્ય સહેલાઈથી પ્રાપ્ત હોય, તો પણ એ માની લેવું યોગ્ય નથી કે વિદ્યાર્થી સ્વયંભૂ પરિયોજના કાર્ય કરી શકશે. વૈજ્ઞાનિક મેગેઝીનોની ઉપરોક્ત યાદીમાંથી મોટાભાગના ભારતીય શાળાઓમાં ઉપલબ્ધ હોતા નથી. તેથી વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષકોના માર્ગદર્શન અને મદદની જરૂર પડે છે. જો કેટલાક વિદ્યાર્થીઓને પરિયોજના માટે કોઈ વિચાર ન મળે, તો શિક્ષક તેઓને પરિયોજના અંગેના મુદ્દાઓની યાદી આપી શકે છે અથવા વિદ્યાર્થીઓને વિજ્ઞાન મેળામાં અથવા પ્રદર્શનમાં તે જોવા લઈ જઈ શકે છે કે બીજા વિદ્યાર્થીઓ શું કામ કરી રહ્યા છે. પરિયોજના અંતર્ગત કામ કરવાની રૂપરેખા નીચે દર્શાવી છે :

1. પરિયોજનાનું શીર્ષક
2. પરિયોજનાના હેતુઓ અને મહત્ત્વ
3. પરિયોજના અંગેના કાર્યની ટૂંકમાં રૂપરેખા

પરિયોજનાનું શીર્ષક તે પ્રમાણે લખવું જોઈએ કે જેથી પરિયોજનાના હેતુઓ અને મહત્ત્વ સ્પષ્ટ રીતે વ્યાખ્યાયિત થતા હોય. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો પરિયોજનાના શીર્ષક અને હેતુઓ રસ અને જિજ્ઞાસા ઉત્પન્ન કરવાવાળા હોવા જોઈએ. ‘પરિયોજનાના કાર્ય-આયોજનનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન’ વિદ્યાર્થીને કાર્ય શરૂ કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

આ વિવાદાસ્પદ હોઈ શકે છે કે પરિયોજના માટેના વિચારો અંગે સૂચનો આપવાથી પરિયોજનાનો મૂળ હેતુ મૌલિકતા સમાપ્ત થઈ જાય છે. પરંતુ દરેક વિદ્યાર્થીને કોઈ હેતુ સંદર્ભે પ્રથમ વખત કાર્યની શરૂઆત કરવા માટે માર્ગદર્શન આપવું તે સંપૂર્ણપણે વૈજ્ઞાનિક અને જરૂરિયાત છે.

સમયની વ્યવસ્થા (Managing Time)

ગુજરાત માધ્યમિક શિક્ષણ બોર્ડ પરિયોજના કાર્ય માટે દસ તાસનો (Periods) સમય ફાળવ્યો છે. વિદ્યાર્થી શૈક્ષણિક વર્ષની શરૂઆતમાં પરિયોજના કાર્ય શરૂ કરી શકે છે અને તેને તબક્કાવાર પૂર્ણ કરી વર્ષના અંતમાં તેના અહેવાલને રજૂ કરી શકે છે.

પ્રૌદ્યોગિક અને શૈક્ષણિક માર્ગદર્શન (Technical and Academic Guidance)

આ પ્રોજેક્ટ કાર્યને સરળતાથી કાર્યરત રાખવા માટેનું એક અગત્યનું પરિબળ છે. વિદ્યાર્થીએ પ્રોજેક્ટ કાર્યનું આયોજન અગાઉથી કરી લેવું જોઈએ અને તેની રૂપરેખા સંદર્ભે શિક્ષક સાથે ચર્ચા કરવી જોઈએ. જો પરિયોજન કાર્ય માટે જરૂરી સાધનો અથવા ઉપકરણો અથવા રસાયણો પ્રયોગશાળામાં પ્રાપ્ય ન હોય, તો તે માટે શિક્ષકની મદદ લઈ શકાય છે. જો પ્રૌદ્યોગિક અને શૈક્ષણિક માર્ગદર્શનની જરૂર હોય, તો માત્ર તમારા રસાયણવિજ્ઞાનના શિક્ષકની જ નહિ પણ ભૌતિકવિજ્ઞાન અને અન્ય વિજ્ઞાનના શિક્ષકોની પણ મદદ લઈ શકો છો.

પ્રયોગશાળાની સગવડો (Laboratory Facilities)

જ્યાં સુધી શક્ય હોય ત્યાં સુધી એવી પરિયોજનાને પસંદ કરવી જોઈએ કે જેના માટેની જરૂરી સામગ્રી (સાધનો, ઉપકરણો, રસાયણો વગેરે) સરળતાથી પ્રાપ્ય હોય. જો રસાયણો કે સાધનો (કામચલાઉ અથવા મૂળ) પ્રયોગશાળામાં પ્રાપ્ય ન હોય, તો વિદ્યાર્થી પરિયોજના કાર્ય માટે એટલો ઉત્સુક હોવો જોઈએ કે તેને ખરીદવાની ઈચ્છા રાખે અને જો તે ખરીદવા સક્ષમ હોય, તો તે ખરીદી શકે છે. વધુ ખર્ચાળ પરિયોજનાથી વિદ્યાર્થી હતોત્સાહી બને છે. અસરકારક પરિયોજના માટે ચોક્કસ વિષયકેન્દ્રી અભિગમ કરતાં એકીકૃત અભિગમ વધુ જરૂરી છે.

પરિયોજના કાર્ય માટે પ્રયોગશાળામાં મોટી અને અલગ જગ્યાની જરૂર હોય છે. એવી વ્યવસ્થા કરવી જોઈએ કે એક જ સમયે બધા વિદ્યાર્થીઓને પ્રયોગશાળામાં કાર્ય ન કરવું પડે. કેટલાક વિદ્યાર્થીઓએ પુસ્તકાલયમાંથી સંદર્ભ-પુસ્તકો મેળવવાનું કાર્ય કરવું જોઈએ તથા અન્ય વિદ્યાર્થીઓએ પ્રયોગની રૂપરેખા તૈયાર કરવી જોઈએ.

પ્રયોગશાળામાં ધાતુક્ષારણ, આથવણ વગેરે જેવા લાંબો સમય ચાલનારા પ્રયોગોને કરવામાં થોડી મુશ્કેલીઓ આવી શકે છે. આ માટે સૂચન છે કે પ્રયોગશાળામાં એક અલગ બેન્ચ (bench) હોવી જોઈએ, જ્યાં લાંબો સમય ચાલનારા પ્રયોગોને ગોઠવી શકાય. પરિયોજના કાર્ય સંબંધિત કેટલાક રસાયણોના નમૂનાઓ અને સાધનોને રાખવા માટે વિદ્યાર્થીઓના નામ લખેલા પૂંઠાના ખોખાનો ઉપયોગ કરી શકાય છે. જો ખાલી બોટલ પ્રાપ્ય હોય, તો તેનો પણ ઉપયોગ રસાયણોનો સંગ્રહ કરવા થાય છે.

પરિયોજના કાર્યની નોંધ (Recording the Project Work)

પરિયોજનામાં વાસ્તવિક અવલોકનોને નોંધવા અતિ આવશ્યક હોય છે. વિદ્યાર્થીઓને નકારાત્મક પરિણામો પણ નોંધવા પ્રોત્સાહિત કરવા જોઈએ. પરિયોજનાના અહેવાલને લખવા માટેનું એક સામાન્ય માળખું નીચે સૂચવ્યું છે. તેમાં નીચે જણાવેલા મુદ્દાઓ હોવા જોઈએ.

1. હેતુઓને પ્રદર્શિત કરતું પરિયોજનાનું શીર્ષક
2. શોધ માટે ઉપયોગમાં લેવાયેલા સિધ્ધાંતો
3. જરૂરી સાધનો અને રસાયણો
4. જો કોઈ કામચલાઉ વ્યવસ્થા ઊભી કરી હોય, તો તે
5. પદ્ધતિ
6. અવલોકનો અને ગણતરીઓ
7. તારણો અને એવા તર્ક કે જે તારણોના આધાર હોય.
8. સાવચેતીઓ
9. બાદની શોધ માટે જો કોઈ સૂચનો હોય, તો તે

ઉપરોક્ત માળખાંને સ્પષ્ટ કરવા માટે પરિયોજનાના અહેવાલનો એક નમૂનો અંતમાં રજૂ કરવામાં આવ્યો છે. એ ધ્યાન રાખવું જોઈએ કે પરિયોજનાના અહેવાલનો

નમૂનો વિદ્યાર્થીને તેની પરિયોજનાનો અહેવાલ લખવા સંદર્ભે માર્ગદર્શન માટે છે. તે સંપૂર્ણ નથી. તેમાં પણ ઘણા સુધારા થઈ શકે છે. કેટલીક પરિયોજનાઓનું સંક્ષિપ્ત વર્ણન નીચે દર્શાવ્યું છે.

પરિયોજના 1

શીર્ષક

પાણીમાં સલ્ફાઈડ આયનની સાંદ્રતા તપાસી બેક્ટેરિયા દ્વારા થતા જલપ્રદૂષણનું પરીક્ષણ કરવું અને પ્રદૂષણના કારણો જાણવા

હેતુ

વિવિધ સ્ત્રોતો દ્વારા એકત્રિત કરેલા પાણીના નમૂનાઓમાં સલ્ફાઈડ આયનની સાંદ્રતા નક્કી કરીને જીવાણુ પ્રદૂષણ તપાસવું.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

પાણીમાં જ્યારે અજારક જીવાણુઓ કાર્બનિક પદાર્થોનું વિઘટન કરે છે અથવા સલ્ફેટનું રિડક્શન કરે છે, ત્યારે સલ્ફાઈડ આયન હાજર હોય છે. તે સ્થિર પાણીમાં જોવા મળે છે. સામાન્ય રીતે કાગળની મિલ, ગેસ ઉદ્યોગ, ચર્મ ઉદ્યોગ, સુએઝ સ્થળ અને અન્ય રાસાયણિક ઉદ્યોગો દ્વારા ઉત્પન્ન થતાં પ્રદૂષકો આ પ્રકારના જીવાણુઓની વૃદ્ધિ માટે જવાબદાર હોય છે.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

નમૂનાઓનું એકત્રિકરણ

સલ્ફાઈડ તરત જ ઓક્સિડેશન પામે છે, તેથી નમૂનો લેતી વખતે કાળજી રાખીને નમૂનામાંથી હવાને નાઈટ્રોજન અથવા કાર્બન ડાયોક્સાઈડના પ્રવાહથી દૂર કરવી જોઈએ. પરંતુ ઉત્તમ રસ્તો તે છે કે નમૂનો લીધા બાદ તુરત જ તેને બંધ કરવો. આ કેડમિયમ-ઝિંક એસિટેટના દ્રાવણનું ઓછું કદ ઉમેરીને કરી શકાય છે. આ માટે 80 mL પાણી લો અને તેમાં 20 mL કેડમિયમ - ઝિંક એસિટેટનું દ્રાવણ ઉમેરી કુલ કદ 100 mL કરો. Cd-Zn એસિટેટનું દ્રાવણ બનાવવા માટે 1 લિટર પાણીમાં 50 g કેડમિયમ એસિટેટ અને 50 g ઝિંક એસિટેટને ઓગાળો. જો એકત્રિત કરેલા નમૂના સ્વભાવે એસિડિક હોય, તો તેઓને પહેલા થોડા વધુ આલ્કલી વડે તટસ્થ બનાવો.

બંધપાત્રમાં રાખેલા દ્રાવણનું અનુમાપન

અનુમાપન ફલાસ્કમાં બંધ પાત્રમાં રાખેલા દ્રાવણનું 100 mL કદ લો. તેમાં 20 mL 0.025 M આયોડિનનું દ્રાવણ ઉમેરી તરત જ 15 mL HCl (1:1) ઉમેરી મિશ્ર કરો. વધારાના આયોડિનનું 0.05M Na₂S₂O₃ વડે અંતિમબિંદુની નજીક સ્ટાર્ટને સૂચક તરીકે ઉમેરી અનુમાપન કરો. H₂S સાથેની પ્રક્રિયામાં વપરાયેલા આયોડિનના જથ્થાના આધારે મૂળ નમૂનામાં રહેલા સલ્ફાઈડ આયનના જથ્થાની ગણતરી કરો. જો નમૂનારહિત (blank) અનુમાપનનું મૂલ્ય પ્રાપ્ય હોય, તો તેને ગણતરી કરેલા મૂલ્યમાંથી બાદ કરવું.

પરિયોજના 2

શીર્ષક

પાણીની શુદ્ધીકરણ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ

હેતુઓ

- શુદ્ધીકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરવો.
- શુદ્ધીકરણ માટે ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પદ્ધતિઓના ફાયદા અને ગેરફાયદાનો અભ્યાસ કરવો.
- શુદ્ધ પાણીના વિશિષ્ટ ઉપયોગો અંગે જાણવું.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

જુદા જુદા કુદરતી સ્ત્રોતોથી મળતી પાણીની શુદ્ધતા જુદી જુદી હોય છે. પ્રદૂષણ અને અશુદ્ધિઓનો આધાર પાણી કયા સ્ત્રોતમાંથી મેળવવામાં આવ્યું છે તેના પર હોય છે. પીવાના ઉપયોગ ઉપરાંત આપણને શુદ્ધ પાણીની અન્ય જુદા જુદા ઉપયોગો માટે આવશ્યકતા રહે છે. દા.ત., રાસાયણિક પૃથક્કરણમાં. પાણીના શુદ્ધીકરણ માટે વિવિધ પદ્ધતિઓ ઉપયોગમાં લેવાય છે. તે અશુદ્ધિઓ અને પ્રદૂષણને જુદા જુદા સ્તરે દૂર કરે છે. આ પદ્ધતિઓના ઉપયોગના કેટલાક ફાયદા અને ગેરફાયદા રહેલા છે. શુદ્ધીકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓની સરખામણી પરથી ચોક્કસ ઉપયોગ માટે ચોક્કસ શુદ્ધતાવાળા પાણી મેળવવાની જાણકારી મળશે.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

વિદ્યાર્થીઓ પીવાના પાણીના શુદ્ધીકરણ માટેની ઉપયોગમાં લેવાતી વિવિધ પ્રવિધિઓને જાણી શકે છે. તેઓ ચોક્કસ શુદ્ધતાવાળા પાણીના ઉપયોગો જાણવા માટે સાહિત્યનું સર્વેક્ષણ તથા ઉદ્યોગોની મુલાકાત પણ કરી શકે છે. પરિયોજનાના વિવિધ પાસાંઓના અભ્યાસ માટે વિદ્યાર્થીઓ સમૂહમાં કાર્ય કરી શકે છે.

નોંધ : આ પરિયોજનાનો અન્ય હેતુ જુદા જુદા સ્ત્રોતો જેવા કે નદી, કૂવા, બંધકૂવા (bore-well), નગરપાલિકા દ્વારા મેળવવામાં આવતા પાણીના શુદ્ધીકરણની વિવિધ પદ્ધતિઓનો અભ્યાસ કરવાનો છે.

પરિયોજના 3

શીર્ષક

જુદા જુદા વિસ્તારોમાંથી મેળવવામાં આવેલા પીવાના પાણીમાં કઠિનતા, આયર્ન, ફ્લોરાઇડ, ક્લોરાઇડ વગેરેની કસોટી કરવી અને આ આયનો માન્ય માત્રાથી વધુ પ્રમાણમાં હાજર હોય, તો તેની અસરોનો અભ્યાસ કરવો.

હેતુઓ

- પાણીના જુદા જુદા નમૂનાઓમાં કુલ કઠિનતા, આયર્ન, ફ્લોરાઈડ અને ક્લોરાઈડ વગેરેની કસોટી કરવી.
- પાણીમાં ઉપરોક્ત આયનોના સ્થાનિક સ્ત્રોતો અંગેની માહિતી એકત્ર કરવી.
- જો આ આયનોની માત્રા, માન્ય માત્રાથી (permissible limits) વધુ હોય તો તેની તંદુરસ્તી પર થતી અસરોનો અભ્યાસ કરો.
- આવી કોઈ સમસ્યા સ્થાનિક કે તેની આસપાસના વિસ્તારમાં હોય તો તે શોધવું.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

પીવાના પાણીની ગુણવત્તાનો સીધો સંબંધ મનુષ્યની તંદુરસ્તી અને જીવન સાથે છે. જો પાણીમાં રહેલા આયર્ન, ફ્લોરાઈડ, ક્લોરાઈડ વગેરે માન્ય માત્રાથી વધુ પ્રમાણમાં હોય, તો તેઓ તંદુરસ્તીને લગતી કેટલીક સમસ્યાઓ સર્જે છે. દા.ત., જો ફ્લોરાઈડનું પ્રમાણ માન્ય માત્રાથી વધુ હોય, તો તે વિસ્તારના લોકોને ફ્લોરોસીસ રોગ થઈ શકે છે. પાણીની કઠિનતા તેમાં રહેલા કેલ્શિયમ અને મેગ્નેશિયમ આયનોની હાજરીને કારણે હોય છે. આ ખૂબ જાણીતી હકીકત છે કે કઠિન પાણી ધોવાઈના હેતુ માટે યોગ્ય નથી. આમ, પાણીમાં હાજર આયનો અને તેની માત્રા જાણવી ખૂબ અગત્યની છે.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

વિદ્યાર્થીઓ જુદા જુદા સ્ત્રોતોથી પાણીના નમૂનાઓ એકત્રિત કરી શકશે. તેઓ તેમાં જુદા જુદા આયનોની હાજરી સામાન્ય પૃથક્કરણ પદ્ધતિઓ દ્વારા જાણી શકે છે. પાણીની કુલ કઠિનતાનું માપન સંકીર્ણમીતીય અનુમાપનની પ્રમાણિત પદ્ધતિ દ્વારા કરી શકાય છે. આ સ્તરે Cl^- , F^- અને Fe^{2+} નું માપન મુશ્કેલ છે. તેથી અભ્યાસના હેતુ માટે માન્ય પ્રયોગશાળામાં રહેલી માહિતી લઈ શકાય છે.

પરિયોજના 4

શીર્ષક

કપડાં ધોવાના વિવિધ સાબુઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતાની તપાસ અને તેઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પર સોડિયમ કાર્બોનેટના ઉમેરાની અસર.

હેતુ

સાબુઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા અને તેઓની ફીણ ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પર સોડિયમ કાર્બોનેટના ઉમેરાની અસરનો અભ્યાસ.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

સાબુના નમૂનાનું 1 g વજન કરો અને તેને 100 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં સંપૂર્ણપણે દ્રાવ્ય કરો. 10 mL સાબુના દ્રાવણને ઉત્કલન નળીમાં લો અને આ નળીનું મુખ બૂચ વડે બંધ કરો. આ દ્રાવણને 20 સમાન ઝટકા આપી હલાવો, જેથી ફીણ એકસમાન રીતે વધે. ઉત્કલન નળીમાં ફીણ જ્યાં સુધી પહોંચ્યો છે, ત્યાં સુધીની લંબાઈ માપો. બરાબર આ જ રીતે અન્ય સાબુના દ્રાવણ માટે પ્રયોગ કરો.

ઉપરના દરેક સાબુના દ્રાવણના 50 mL માં 5 g સોડિયમ કાર્બોનેટને અલગ - અલગ ઉમેરી દ્રાવ્ય કરો. હવે 10 mL દ્રાવણને ઉત્કલન નળીમાં લઈને સમાન વખત (દા.ત., 20 સમાન ઝટકા) હલાવો. જ્યાં સુધી ફીણ પહોંચેલો દેખાય ત્યાં સુધીની ઉત્કલન નળીની લંબાઈ માપો. આજ પ્રકારનો પ્રયોગ અન્ય સાબુના દ્રાવણો માટે કરો. અવલોકનોને કોષ્ટક સ્વરૂપે નોંધો.

સોડિયમ કાર્બોનેટ ઉર્મેયા બાદ અને તે અગાઉના વિવિધ સાબુના દ્રાવણોમાં ફીણ ઉત્પન્ન થયાની ઊંચાઈની સરખામણી કરો અને તારણો કાઢો.

પરિયોજના 5

શીર્ષક

યાના પર્ણોના વિવિધ નમૂનાઓની એસિડિકતા અને આ પર્ણોમાંથી બનેલી યાના રંગમાં જોવા મળતા તફાવતના કારણોનો અભ્યાસ.

હેતુ

યાના વિવિધ નમૂનાઓમાં રહેલા એસિડની સાંદ્રતાનું માપન કરવું અને યાના નિષ્કર્ષના રંગ પર એસિડ અથવા બેઈઝના ઉમેરણની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

(a) યામાં રહેલા એસિડની સાંદ્રતાનું માપન

યાના પર્ણોના નમૂનાનું 10 g વજન કરો અને દરેક નમૂનાનું નિષ્કર્ષ અલગ-અલગ રીતે 200 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં બનાવો. આ માટે યાના પર્ણોના વિવિધ નમૂનાઓને નિસ્યંદિત પાણી સાથે નિશ્ચિત સમય માટે ઉકાળો.

5 mL યાના નિષ્કર્ષને કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લો અને તેને 20 mL નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદ કરો. દ્રાવણને સમાંગ રીતે મિશ્રિત કરવા બરાબર હલાવો અને ફિનોલ્થેલીનનો સૂચક તરીકે ઉપયોગ કરી તેનું M/50 NaOH ના દ્રાવણ સાથે અનુમાપન કરો. બરાબર આ જ રીતે અન્ય યાના નિષ્કર્ષોનું M/50 NaOH સાથે

અનુમાપન કરો. યાના પર્ણોના વિવિધ નમૂનાઓમાં રહેલા એસિડની સાંદ્રતાની ગણતરી મોલારિટીમાં કરો. જો યાના નિષ્કર્ષનો રંગ મુશ્કેલી ઊભી કરતો હોય, તો યાના નિષ્કર્ષને બ્યુરેટમાં લઈ શકાય અને સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડના દ્રાવણને કોનિકલ ફલાસ્કમાં લઈ શકાય. જો સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડને કોનિકલ ફલાસ્કમાં લેવામાં આવે, તો ફિનોલ્ફથેલીનને સૂચક તરીકે લઈ શકાશે. અહીં, રંગપરિવર્તન ગુલાબીમાંથી રંગવિહીન થશે.

(b) યાના નિષ્કર્ષના રંગ પર એસિડ અને બેઈઝની અસર

ગાળણપત્રની પાંચ પટ્ટીઓ લો અને તેઓને A, B, C, D અને E વડે નામાંકિત કરો. કોઈ એક યાના નમૂનાના નિષ્કર્ષમાં આ બધી પટ્ટીઓને ડુબાડીને બહાર કાઢો. પટ્ટીઓ A, B, C અને D પર અનુક્રમે મંદ HCl ના, એસિટિક એસિડનાં દ્રાવણના, NaOH ના દ્રાવણના અને NH_4OH ના દ્રાવણના બે ટીપા મૂકો. આ પટ્ટીઓના રંગમાં થતા ફેરફારની સરખામણી પટ્ટી E ના રંગ સાથે કરો. અન્ય યાના નમૂનાના નિષ્કર્ષ માટે આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.

પરિયોજના 6

શીર્ષક

વિવિધ પ્રવાહીઓના બાષ્પીભવનના દરનો અભ્યાસ

હેતુ

વિવિધ પ્રવાહીઓના બાષ્પીભવનના દર અને તેઓની રાસાયણિક સંરચના વચ્ચેના સંબંધનો અભ્યાસ

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

પાંચ સ્વચ્છ અને વજન માટેની શુષ્ક નળીઓ લો અને તેઓને A, B, C, D અને E વડે નામાંકિત કરો. દરેક વજનનળીનું તેના ઢાંકણ સાથે વજન કરો. હવે જુદી જુદી વજનનળીઓમાં જુદા જુદા પ્રવાહીઓના (ઈથેનોલ, ઈથર, ટેટ્રાકલોરોમિથેન, એસિટોન વગેરે) 10 mL કદ લો. દરેક વજનનળીનું ફરીથી વજન કરી વજનનળીમાં લીધેલા પ્રવાહીનું દળ શોધો.

વજનનળીઓના ઢાંકણ દૂર કરી તેઓને એક કલાક માટે ઓરડાના તાપમાને રહેવા દો. બરાબર એક કલાક બાદ બધી વજનનળીઓના મોઢાં ઢાંકણ વડે બંધ કરી દો અને તેઓનું એક પછી એક વજન કરો.

દરેક પ્રવાહીના દળમાં થયેલો ઘટાડો ગણો. દરેક પ્રવાહીના બાષ્પીભવન માટે તાપમાન અને સપાટીનું ક્ષેત્રફળ સમાન હોવું જોઈએ. દરેક પ્રવાહીના બાષ્પીભવનનો દર ગ્રામ પ્રતિ સેકન્ડમાં માપો. પ્રવાહીઓના બાષ્પીભવનના દરમાં જોવા મળતાં તફાવતને તેઓની રાસાયણિક સંરચના અને આંતરઆણ્વીય / આંતરઆણ્વીય આકર્ષણમાં રહેલા તફાવત સાથે સંબંધિત કરો.

પરિયોજના 7

શીર્ષક

રેસાઓની તનાવ ક્ષમતા પર એસિડ અને બેઈઝની અસરનો અભ્યાસ.

હેતુ

વિવિધ પ્રકારના રેસાઓની તનાવ ક્ષમતા પર એસિડની અસરનો અભ્યાસ.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

રેસાની તનાવ ક્ષમતાનું માપન રેસાને તોડવા જરૂરી ન્યૂનતમ વજન દ્વારા થાય છે. તેને નીચે મુજબ કરી શકાય છે.

લગભગ 20 cm લાંબો એક દોરો લો. તેના એક છેડાને લોખંડના સ્ટેન્ડમાં સ્થિર રહેલી કડી સાથે બાંધો અને બીજા છેડાને વજન લટકાવવાના હુક સાથે જોડો. હુક પર વજન વધારતા જઈ દોરો તોડવા જરૂરી ન્યૂનતમ વજન શોધો. આ દોરા જેટલી લંબાઈ અને જાડાઈ ધરાવતા વિવિધ પ્રકારના પદાર્થોના (દા.ત., રૂ, ઊન, રેશમ, ટેરીલીન વગેરે) દોરા માટે આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. આ વજન રેસાઓની તનાવ ક્ષમતાનું માપ છે.

રેસાઓની તનાવ ક્ષમતા પર એસિડ અને બેઈઝની અસર, તેઓને અલગથી સમાન પ્રબળતાવાળા મંદ HCl ના દ્રાવણમાં અથવા મંદ NaOH નાં દ્રાવણમાં સમાન સમય માટે ડુબાડી રાખીને જાણી શકાય છે. થોડા પણ નિયત સમય બાદ રેસાઓને દ્રાવણમાંથી બહાર કાઢી, પાણી વડે ધોઈ શુષ્ક કરવામાં આવે છે. બાદમાં આ દોરાઓને તોડવા માટે જરૂરી ન્યૂનતમ વજનને માપવામાં આવે છે. આ વજનો એસિડ અને બેઈઝની પ્રક્રિયા કર્યા બાદ રેસાઓની તનાવ ક્ષમતાનું માપ છે. તમારા અવલોકનોનું અર્થઘટન પદાર્થના રેસાઓના રાસાયણિક સંઘટનના આધારે કરો.

પરિયોજના 8

શીર્ષક

શાકભાજી અને ફળોમાં રહેલા એસિડ અને ખનીજોનો અભ્યાસ

હેતુ

(a) વિવિધ શાકભાજી અને ફળોમાં રહેલા એસિડના જથ્થાનું માપન કરવું.

(b) શાકભાજી અને ફળોમાં આયર્ન, કાર્બોહિડ્રેટ, પ્રોટીન અને શર્કરા વગેરેની હાજરી જાણવી.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

(a) એસિડનો જથ્થો

કેટલાક ફળો અને શાકભાજીને (સફરજન, નારંગી, આમળા, લીંબુ, ગાજર, શેરડી વગેરે) દબાવીને તેમાંથી રસ એકઠો કરો. રસનાં નમૂનાઓને અલગ-અલગ પાત્રોમાં રાખો. વિવિધ રસના નમૂનાની pH માપો. તેઓમાં એસિડ જથ્થાનું માપન રસના જ્ઞાત જથ્થાનું M/100 પોટેશિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડના દ્રાવણ વડે ફિનોલ્ફથેલીનને સૂચક તરીકે વાપરી અનુમાપન દ્વારા કરો. જો રસનો રંગ ઘેરો હોય તો તેને પુરતી માત્રામાં નિસ્ચંદિત પાણી વડે મંદ કરો. જેથી અનુમાપન દરમિયાન અંતિમબિંદુ સ્પષ્ટ મળે.

રસના એસિડ મૂલ્યોની સરખામણી દ્વારા રસના એસિડ જથ્થાની સરખામણી કરો. 1 ગ્રામ ફળો અથવા શાકભાજીમાં હાજર એસિડને તટસ્થ કરવા જરૂરી પોટેશિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડના મિલિગ્રામમાં જથ્થાને શાકભાજી અથવા ફળનું એસિડ મૂલ્ય કહે છે.

(b) આયર્ન, કાર્બોદિત (સ્ટાર્ચ અને શર્કરા), પ્રોટીન અને ચરબીની કસોટીઓ

શાકભાજી અને ફળોના રસમાં આયર્નની હાજરી જાણવા માટે તેઓને સાંદ્ર HNO_3 સાથે થોડો સમય ગરમ કરો. ત્યારબાદ આયર્નની કસોટી કરો. કાર્બોદિત (સ્ટાર્ચ, શર્કરા) પ્રોટીન અને ચરબીને સામાન્ય કસોટીઓ દ્વારા પારખી શકાય છે.

પરિયોજના અહેવાલનો નમૂનો

શીર્ષક

એક જ સમાનધર્મી શ્રેણીના કાર્બનિક સંયોજનોના (a) આણ્વીયદળ અને (b) કાર્બન શૃંખલાના બંધારણોમાં ફેરફાર સાથે તેઓની સ્નિગ્ધતામાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ.

પૃષ્ઠ ભૂમિકા

મધ અને મોબિલ તેલ જેવા કેટલાક પ્રવાહીઓ બહુ ધીમે વહન પામે છે જ્યારે પાણી અથવા કેરોસીન જેવા અન્ય પ્રવાહીઓ ઝડપી વહન પામે છે. જે પ્રવાહીઓ ધીરે વહન પામે છે તેને સ્નિગ્ધ પ્રવાહીઓ કહે છે, જ્યારે જે પ્રવાહીઓ ઝડપી વહન પામે છે તેને અસ્નિગ્ધ પ્રવાહીઓ કહે છે. કોઈ પ્રવાહીના વહનનાં અવરોધને સ્નિગ્ધતા કહે છે. તે પ્રવાહીમાં રહેલા આંતરઆણ્વીયબળો સાથે સંબંધિત છે. જુદા જુદા પ્રવાહીઓમાં આંતરઆણ્વીય બળની માત્રા જુદી જુદી હોવાથી તેઓની સ્નિગ્ધતાનું મૂલ્ય જુદું જુદું હોય છે. ચોક્કસ સમાનધર્મી શ્રેણીમાંના વિવિધ સમાનધર્મીઓ અને સમઘટકોની સ્નિગ્ધતાની સરખામણી તેઓમાં રહેલા આંતરઆણ્વીય બળોની માત્રાનો ખ્યાલ આપે છે.

હેતુઓ

આ પરિયોજનાનો હેતુ કાર્બનિક સંયોજનોમાં (a) સ્નિગ્ધતા અને આણ્વીય દળ (b) સ્નિગ્ધતા અને કાર્બન શૃંખલા પ્રકૃતિ વચ્ચે સંબંધ પ્રસ્થાપિત કરવાનો છે.

સમાયેલો સિધ્ધાંત

જોખમ અંગેની ચેતવણી

- આલ્કોહોલ અને એસિટોનની બોટલ ઉપયોગમાં ન હોય ત્યારે ખુલ્લી રાખવી નહિ કારણ કે તેઓ જ્વલનશીલ છે.
- બોટલને જ્યોતથી દૂર રાખો.
- પ્રયોગ પછી તમારા હાથ ધુઓ.
- સુરક્ષા ચશ્મા પહેરો.

પ્રવાહીના વહનના અવરોધને સ્નિગ્ધતા ગુણાંક સ્વરૂપે માપવામાં આવે છે જેને નીચે મુજબ વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. નિયત તાપમાને કોઈ પ્રવાહીના સ્નિગ્ધતા ગુણાંક એવું સ્થિર બળ હોય છે, જે એકમ અંતરે રહેલા પ્રવાહીના બે સમાંતર સ્તરો જે એકમ સંપર્ક ક્ષેત્રફળ ધરાવે છે, તેમની વચ્ચેના વેગનો તફાવત એકમ રાખવા જરૂરી હોય છે.

સ્નિગ્ધતા ગુણાંક ઓસ્વાલ્ડ સ્નિગ્ધતા માપક દ્વારા માપી શકાય છે. જો બે પ્રવાહીઓના સ્નિગ્ધતા ગુણાંક η_1, η_2 ; વહનનો સમય સેકન્ડમાં t_1, t_2 તથા ઘનતા d_1, d_2 હોય, તો તેમની વચ્ચે નીચે દર્શાવ્યા મુજબનો સંબંધ જોવા મળે છે.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 \times t_1}{d_2 \times t_2}$$

જો એક પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા જાણતા હોઈએ, તો અન્ય બીજા પ્રવાહીની સ્નિગ્ધતા જાણી શકાય છે.

જરૂરી સામગ્રી

ઓસ્વાલ્ડ સ્નિગ્ધતામાપક (વિસ્કોમીટર), સ્ટોપ વોચ, બીકર (250 mL), પિપેટ, અંકિત નળાકાર, કેરોસીન, પેટ્રોલ, ડીઝલ, મિથાઈલ આલ્કોહોલ, ઈથાઈલ આલ્કોહોલ, પ્રોપાઈલ આલ્કોહોલ, આઈસો પ્રોપાઈલ આલ્કોહોલ, બ્યુટાઈલ આલ્કોહોલ, આઈસો બ્યુટાઈલ આલ્કોહોલ, તૃતીયક બ્યુટાઈલ આલ્કોહોલ અને એમાઈલ આલ્કોહોલ.

સંક્ષિપ્ત પદ્ધતિ

સ્નિગ્ધતામાપકને ધોયું, આલ્કોહોલથી વીછળ્યું અને શુષ્ક કર્યું. જે પ્રવાહીનું માપન કરવાનું હતું તે પ્રવાહીના 10 mL સ્નિગ્ધતામાપકમાં ભરવામાં આવ્યું. સ્નિગ્ધતામાપકમાં અંકિત કરેલી બે નિશાની વચ્ચે પ્રવાહીના વહનનો સમય સ્ટોપ-વોચની મદદથી નોંધ્યો. આ અવલોકનોને કોષ્ટક I અને II માં નોંધ્યા. સમાયેલો સિધ્ધાંત મથાળા હેઠળ ચર્ચા કરવામાં આવેલા સૂત્રની મદદથી વિવિધ પ્રવાહીઓની સ્નિગ્ધતાની ગણતરી કરવામાં આવી.

અવલોકનો અને ગણતરીઓ

ઓરડાનું તાપમાન = 23 °C

આલ્કોહોલ માટે વિવિધ ક્ષમતાવાળા સ્નિગ્ધતામાપકનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો.

કોષ્ટક 1 : વિવિધ સંયોજનોના વહનના સમયની માહિતી

ક્રમ	સંયોજનનું નામ	વહનનો સમય (સેકન્ડ)	ઘનતા (g / mL)	સ્નિગ્ધતા (મિલિપોઈસ)
1.	પાણી	13.5	1	10.08
2.	પેટ્રોલ	8.5	0.8	6.4
3.	કેરોસીન	22.0	1	16.4
4.	ડિઝલ	48.0	1	18.0

કોષ્ટક 2 : વિવિધ સંયોજનોની સ્નિગ્ધતા વિરૂદ્ધ આણ્વીયદળનાં સંબંધની માહિતી

ક્રમ	સંયોજનનું નામ	આણ્વીય દળ	વહનનો સમય (સેકન્ડ)	ઘનતા (g / mL)	સ્નિગ્ધતા (મિલિપોઈસ)
1.	પાણી	18	180	1	10.08
2.	મિથેનોલ	32	136	0.79	7.6
3.	ઈથેનોલ	46	258	0.78	14.4
4.	પ્રોપેન-1-ઓલ	60	391	0.8	21.9
5.	પ્રોપેન-2-ઓલ	60	546	0.79	30.6
6.	બ્યુટેન-1-ઓલ	74	612	0.81	34.3
7.	બ્યુટેન-2-ઓલ	74	686	0.80	38.4
8.	2-મિથાઈલ પ્રોપેન-1-ઓલ	74	1406	0.79	78.8
9.	પેન્ટેન-1-ઓલ	88	784	0.817	43.9

નોંધ : * જો આલ્કોહોલના સમાનધર્મીઓ / સમઘટકો પ્રાપ્ય ન હોય તો, અન્ય અનુકૂળ સંયોજનનો જે પ્રાપ્ય હોય અથવા જેની સહેલાઈથી વ્યવસ્થા કરી શકાય તેમ હોય તેનો આ અભ્યાસમાં ઉપયોગ કરી શકાય છે.

** કોષ્ટકમાં નોંધાયેલો વહનનો સમય સ્નિગ્ધતા માપક પર આધારિત હોય છે, તેથી તેને પ્રમાણિત મૂલ્યો તરીકે ન ગણવા જોઈએ.

તારણ

કોષ્ટક 1 પરથી કહી શકાય કે વિવિધ હાઈડ્રોકાર્બન ઘટકો એટલે કે પેટ્રોલ, કેરોસીન અને ડિઝલની સરેરાશ સ્નિગ્ધતા અુક્રમે 6.4, 16.4 અને 18.0 છે. આ ઘટકોનું આણ્વીયદળ પેટ્રોલથી ડિઝલ તરફ વધે છે, જે સૂચવે છે કે સ્નિગ્ધતા આણ્વીયદળ વધવાની સાથે વધે છે. આણ્વીયદળ વધે તેમ આંતરઆણ્વીય આકર્ષણબળ પણ વધે છે.

આલ્કોહોલ સંયોજનોના કિસ્સામાં, નવ આલ્કોહોલ સંયોજનોની સ્નિગ્ધતાનું માપન કરવામાં આવ્યું અને તેમના મૂલ્યોને કોષ્ટક 2 માં દર્શાવવામાં આવ્યા છે. મિથેનોલ, ઈથેનોલ, પ્રોપેન-1-ઓલ, બ્યુટેન-1-ઓલની સ્નિગ્ધતા અનુક્રમે 7.6, 14.4, 21.9 અને 34.3 મિલિપોઈસ છે. જે દર્શાવે છે કે આલ્કોહોલ સંયોજનોની સ્નિગ્ધતા તેઓના આણ્વીયદળ વધવાની સાથે વધે છે. આમ, પરિણામો દર્શાવે છે કે સ્નિગ્ધતા આણ્વીયદળ વધવાની સાથે વધે છે.

સાવચેતી

સ્નિગ્ધતામાપકનો ઉપયોગ કરતા અગાઉ તેને યોગ્ય રીતે સાફ કરી, શુષ્ક કરી લેવું જોઈએ.

બાદની શોધ માટે સૂચનો

યોગ્ય સંયોજનોનો ઉપયોગ કરી આંતરઆણ્વીય બળ સાથે સ્નિગ્ધતામાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ કરી શકાય.

સંદર્ભ પુસ્તક

KEENA, C.W. : WOOD, J.H. General Chemistry IVth Edition., Harper and Row Publishers Inc. New York.

પરિશિષ્ટ

પરિશિષ્ટ I

પ્રયોગશાળામાં પ્રક્રિયકોની ગોઠવણી

પ્રયોગશાળા સહાયકે જોવું જ જોઈએ, કે દરેક છાજલી (shelf) પર રહેલી પ્રક્રિયક બોટલો વ્યવસ્થિત ગોઠવાયેલી છે ? તેઓને નામાંકિત કરેલી છે ? તેમાં તાજા બનાવેલા પ્રક્રિયકો પૂરતાં જથ્થામાં છે ?

1. દરેક છાજલી પર રાખવાના થતા પ્રક્રિયકો

પ્રક્રિયકને સાંકડા મુખવાળી ઢાંકણા સહિતની બોટલમાં રાખવા

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. એમોનિયમ કાર્બોનેટ | 5. ચૂનાનું પાણી |
| 2. એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ | 6. નાઈટ્રિક એસિડ (મંદ) |
| 3. હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ (મંદ) | 7. સલ્ફ્યુરિક એસિડ (મંદ) |
| 4. હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ (સાંદ્ર) | 8. સલ્ફ્યુરિક એસિડ (સાંદ્ર) |

2. સામાન્ય છાજલી પર રાખવાના થતાં પ્રક્રિયકો

(A) પ્રક્રિયકને સાંકડા મુખવાળી ઢાંકણા સહિતની બોટલમાં રાખવા

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. એસિટિક એસિડ (ગ્લેસિઅલ) | 19. લેડ એસિટેટ |
| 2. એસિટિક એસિડ (મંદ) | 20. મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ |
| 3. આલ્કલાઈન -β નેપ્થોલ | 21. મરક્યુરિક ક્લોરાઈડ |
| 4. એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ | 22. મિથાઈલ ઓરેન્જ |
| 5. એમોનિયમ ઓકઝેલેટ | 23. નેસ્લરનો પ્રક્રિયક |
| 6. એમોનિયમ સલ્ફેટ | 24. ફિનોલ્થેલીન |
| 7. એમોનિયમ સલ્ફેટ (પીળો) | 25. પોટેશિયમ કોમેટ |
| 8. બેરિયમ ક્લોરાઈડ | 26. પોટેશિયમ ડાયકોમેટ |
| 9. બ્રોમિન જળ | 27. પોટેશિયમ ફેરિસાયનાઈડ |
| 10. કેલ્શિયમ ક્લોરાઈડ | 28. પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ |
| 11. કેલ્શિયમ સલ્ફેટ | 29. પોટેશિયમ આયોડાઈડ |
| 12. કાર્બન ડાયસલ્ફાઈડ | 30. પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ |
| 13. ક્લોરિન જળ | 31. પરિશોષિત સ્પિરિટ |
| 14. કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ | 32. સિલ્વર નાઈટ્રેટ |
| 15. કોપર સલ્ફેટ | 33. સોડિયમ હાઈડ્રોજન ફોસ્ફેટ |
| 16. ડાયમિથાઈલ ગ્લાયકોઝાઈમ | 34. સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ |
| 17. ફેરિક ક્લોરાઈડ | 35. સ્ટેનસ ક્લોરાઈડ |
| 18. ફેરસ સલ્ફેટ | 36. સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ |
| | 37. સાર્વત્રિક સૂચક |

(B) પ્રક્રિયકોને પહોળા મુખવાળી બોટલમાં સામાન્ય છાજલી પર રાખવા

(a) ઘન

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| 1. એમોનિયમ ક્લોરાઈડ | 8. પોટેશિયમ ડાયકોમેટ |
| 2. બોરેક્સ | 9. સોડિયમ કાર્બોનેટ |
| 3. ફેરસ સલ્ફેટ | 10. સોડિયમ હાઈડ્રોજન કાર્બોનેટ |
| 4. ગલન મિશ્રણ | 11. સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ |
| 5. મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઈડ | 12. સોડિયમ નાઈટ્રેટ |
| 6. ઓકઝેલિક એસિડ | 13. સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ |
| 7. પોટેશિયમ કોમેટ | 14. સોડિયમ પેરોસાઈડ |

(b) ધાતુઓ

- | | |
|---------|-----------------|
| 1. કોપર | 3. દાણાદાર ઝિંક |
| 2. ટિન | 4. ઝિંક પાઉડર |

(c) પત્ર

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. લેડ એસિટેટ પત્ર | 5. સ્ટાર્ચ આયોડાઈડ પત્ર |
| 2. લિટમસ પત્ર (વાદળી) | 6. સ્ટાર્ચ પત્ર |
| 3. લિટમસ પત્ર (લાલ) | 7. હળદર પત્ર |
| 4. પોટેશિયમ ડાયકોમેટ પત્ર | 8. સાર્વત્રિક સૂચક પત્ર |

પરિશિષ્ટ II

રસાયણવિજ્ઞાન પ્રયોગશાળા માટેના રસાયણો અને સાધનોની યાદી

ક્રમ	અકાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
1.	ફટકડી (પોટાશ)	L.R.
2.	એલ્યુમિનિયમ કલોરાઇડ	L.R.
3.	એલ્યુમિનિયમ સલ્ફેટ	L.R.
4.	એમોનિયમ એસિટેટ	L.R.
5.	એમોનિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
6.	એમોનિયમ સેરિક નાઇટ્રેટ	L.R.
7.	એમોનિયમ કલોરાઇડ	L.R.
8.	એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ	L.R.
9.	એમોનિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
10.	એમોનિયમ ઓક્સેલેટ	L.R.
11.	એમોનિયમ ફોસ્ફેટ	L.R.
12.	એમોનિયમ સલ્ફેટ	L.R.
13.	એમોનિયમ થાયોસાયનેટ	L.R.
14.	આર્સેનિક ઓક્સાઇડ	L.R.
15.	બેરિયમ કલોરાઇડ	L.R.
16.	બેરિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
17.	બિસ્મથ નાઇટ્રેટ	L.R.
18.	બોરિક એસિડ	L.R.
19.	બ્રોમિન (પ્રવાહી)	L.R.
20.	કેડમિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
21.	કેડમિયમ કલોરાઇડ	L.R.
22.	કેડમિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
23.	કેલ્શિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
24.	કેલ્શિયમ કલોરાઇડ	L.R.
25.	કેલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ	L.R.
26.	નિર્જળ કેલ્શિયમ હાઇડ્રોજનફોસ્ફેટ	L.R.
27.	કેલ્શિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
28.	કેલ્શિયમ ઓક્સાઇડ	L.R.
29.	કલોરિન જળ	L.R.
30.	કોબાલ્ટ નાઇટ્રેટ	L.R.
31.	કોપર કાર્બોનેટ	L.R.
32.	કોપર સલ્ફેટ	L.R.
33.	કોપરની પાતળી વર્ણકવાળી પટ્ટીઓ	-
34.	ક્ર્યુપ્રિક એસિટેટ	L.R.
35.	ક્ર્યુપ્રિક નાઇટ્રેટ	L.R.
36.	ડાયસોડિયમ ટેટ્રાબોરેટ	L.R.
37.	ફેરિક એલમ (ફટકડી)	L.R.
38.	ફેરિક કલોરાઇડ	L.R.
39.	ફેરસ એમોનિયમ સલ્ફેટ	L.R.
40.	ફેરસ સલ્ફેટ	L.R.
41.	ફેરસ સલ્ફાઇડ	L.R.
42.	હાઇડ્રોકલોરિક એસિડ (સાંદ્ર)	L.R.
43.	હાઇડ્રોજન પેરોક્સાઇડ	L.R.
44.	આયોડિન	L.R.
45.	લોખંડનો ભૂકો	L.R.
46.	લેડ એસિટેટ	L.R.
47.	લેડ કલોરાઇડ	L.R.
48.	લેડ નાઇટ્રેટ	L.R.
49.	લિકર એમોનિયા	L.R.
50.	લિટમસ દ્રાવણ	-
51.	મેગ્નેશિયમ બ્રોમાઇડ	L.R.
52.	મેગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
53.	મેગ્નેશિયમ કલોરાઇડ	L.R.
54.	મેગ્નેશિયમ પટ્ટી	L.R.
55.	મેગ્નેશિયમ સલ્ફેટ	L.R.
56.	મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઇડ	L.R.
57.	મેંગેનીઝ સલ્ફેટ	L.R.
58.	આરસપહાણના ટુકડા	L.R.

ક્રમ	અકાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
59.	મરક્યુરિક કલોરાઇડ	L.R.
60.	મિથાઇલ ઓરેન્જ	A.R.
61.	મિથાઇલ રેડ	A.R.
62.	નિકલ(II) નાઇટ્રેટ	L.R.
63.	નાઇટ્રિક એસિડ (સાંદ્ર)	L.R.
64.	pH પેપર અને ચાર્ટ	-
65.	પોટાશ એલમ (ફટકડી)	L.R.
66.	પોટેશિયમ બ્રોમાઇડ	L.R.
67.	પોટેશિયમ કોમેટ	L.R.
68.	પોટેશિયમ ડાયકોમેટ	L.R.
69.	પોટેશિયમ ફેરિસાયનાઇડ	L.R.
70.	પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઇડ	L.R.
71.	પોટેશિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ	L.R.
72.	પોટેશિયમ આયોડેટ	L.R.
73.	પોટેશિયમ આયોડાઇડ	L.R.
74.	પોટેશિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
75.	પોટેશિયમ નાઇટ્રાઇટ	L.R.
76.	પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ	L.R.
77.	પોટેશિયમ સલ્ફેટ	L.R.
78.	પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ	L.R.
79.	સ્કીફનો પ્રક્રિયક (અથવા ફુક્સિન)	L.R.
80.	સિલ્વર નાઇટ્રેટ	L.R.
81.	સોડિયમ એસિટેટ	L.R.
82.	સોડિયમ બ્રોમાઇડ	L.R.
83.	સોડિયમ કાર્બોનેટ	L.R.
84.	સોડિયમ કલોરાઇડ	L.R.
85.	સોડિયમ ડાયહાઇડ્રોજન ઓર્થોફોસ્ફેટ	L.R.
86.	સોડિયમ ડાયહાઇડ્રોજન ફોસ્ફેટ	L.R.
87.	સોડિયમ હાઇડ્રોજન કાર્બોનેટ	L.R.
88.	સોડિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ (પતરી સ્વરૂપે)	L.R.
89.	સોડિયમ મેટાબાયસલ્ફાઇટ	L.R.
90.	સોડિયમ ધાતુ	L.R.
91.	સોડિયમ નાઇટ્રેટ	L.R.
92.	સોડિયમ નાઇટ્રાઇટ	L.R.
93.	સોડિયમ નાઇટ્રોપ્રુસાઇડ	L.R.
94.	સોડિયમ ઓક્સેલેટ	L.R.
95.	સોડિયમ પેરોક્સાઇડ	L.R.
96.	સોડિયમ પોટેશિયમ ટાર્ટ્રેટ (રોચેલનો ક્ષાર)	L.R.
97.	સોડિયમ સલ્ફેટ	L.R.
98.	સોડિયમ ટાર્ટ્રેટ	L.R.
99.	સોડિયમ થાયોસલ્ફેટ	L.R.
100.	સ્ટેનસ કલોરાઇડ	L.R.
101.	સ્ટાર્ચ (દ્રાવ્ય)	L.R.
102.	સલ્ફાનિલિક એસિડ	L.R.
103.	સલ્ફર	L.R.
104.	સલ્ફ્યુરિક એસિડ (વ્યાપારિક)	L.R.
105.	ટિન ધાતુ	-
106.	સાર્વત્રિક સૂચક દ્રાવણ / પત્ર	L.R.
107.	યુરેનાઇલ ઝિંક એસિટેટ	L.R.
108.	ઝિંક એસિટેટ	L.R.
109.	ઝિંક કાર્બોનેટ	L.R.
110.	ઝિંક કલોરાઇડ	L.R.
111.	ઝિંક ધાતુ (દાણાદાર)	-
112.	ઝિંક ઓક્સાઇડ	L.R.
113.	ઝિંક સલ્ફેટ	L.R.

*L.R. = લેબોરેટરી પ્રક્રિયક (Laboratory reagent)

A.R. = વૈશ્લેષિક પ્રક્રિયક (Analytical reagent)

ક્રમ	કાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
1.	એસિટાલ્ડિહાઇડ	L.R.
2.	એસિટાનીલાઇડ	L.R.
3.	એસિટિક એસિડ (ઇથેનોઇક એસિડ)	L.R.
4.	એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડ	L.R.
5.	એસિટોન	L.R.
6.	એસિટાઇલ કલોરાઇડ	L.R.
7.	એમાઇલ આલ્કોહોલ	L.R.
8.	એનીલીન	L.R.
9.	બેનેડિક્ટનો પ્રક્રિયક	L.R.
10.	બેન્ઝિન	L.R.
11.	બેન્ઝોઇક એસિડ	L.R.
12.	બેન્ઝાઇલ આલ્કોહોલ	L.R.
13.	બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ	L.R.
14.	બ્યુટેનોલ	L.R.
15.	કાર્બન ડાયસલ્ફાઇડ	L.R.
16.	કાર્બન ટેટ્રાકલોરાઇડ	L.R.
17.	દિવેલ (એરિયુ)	L.R.
18.	કલોરોફોર્મ	L.R.
19.	સાઇટ્રિક એસિડ	L.R.
20.	કોન્ગો રેડ (પ્રત્યક્ષ એજો રંગક)	L.R.
21.	ડાયએઝોએમિનો બેન્ઝિન	L.R.
22.	p-ડાયકલોરોબેન્ઝિન	L.R.
23.	ડાયઇથાઇલ ઇથર	L.R.
24.	ડાયમિથાઇલ ગ્લાયકોક્ઝાઇમ	L.R.
25.	2,4-ડાયનાઇટ્રો ફિનાઇલ હાઇડ્રોજીન	L.R.
26.	ડાયફિનાઇલ એમાઇન	L.R.
27.	ઇરિયોકોમ બ્લેક-ટી	A.R.
28.	ઇથાઇલ એસિટેટ	L.R.
29.	ઇથાઇલ આલ્કોહોલ	L.R.
30.	ઇથાઇલ એમાઇન	L.R.
31.	ઇથીલીન ડાયએમાઇન ટેટ્રાએસિટિક એસિડ ડાયસોડિયમ સોલ્ટ	A.R.
32.	ફેઇલિંગ દ્રાવણો (A અને B)	L.R.
33.	ફોર્માલ્ડિહાઇડ	L.R.

ક્રમ	કાર્બનિક રસાયણો	ગ્રેડ*
34.	ફોર્મિક એસિડ	L.R.
35.	ફુકટોઝ	L.R.
36.	ગ્લુકોઝ	L.R.
37.	ગ્લિસરોલ	L.R.
38.	લેક્ટોઝ	L.R.
39.	અળસીનું તેલ	L.R.
40.	પ્રવાહી પેરાફીન	L.R.
41.	મેલેયાઇટ ગ્રીન (બેઝિક રંગક)	L.R.
42.	માલ્ટોઝ	L.R.
43.	યંત્ર તેલ	L.R.
44.	મિથાઇલ આલ્કોહોલ	L.R.
45.	મિથાઇલ ઓરેન્જ (એસિડિક રંગક)	L.R.
46.	સરસવનું તેલ	L.R.
47.	નેપ્થેલીન	L.R.
48.	1-નેપ્થાઇલએમાઇન	L.R.
49.	1-નેપ્થોલ	L.R.
50.	2-નેપ્થોલ	L.R.
51.	નીનહાઇડ્રીન	L.R.
52.	ઓકઝેલિક એસિડ	L.R.
53.	પેટ્રોલિયમ ઇથર (60° - 80°)	L.R.
54.	ફિનોલ	L.R.
55.	ફિનોલ્થેલીન	L.R.
56.	ફિનાઇલ હાઇડ્રોજીન હાઇડ્રોકલોરાઇડ	L.R.
57.	થેલિક એસિડ	L.R.
58.	થેલિક એનહાઇડ્રાઇડ	L.R.
59.	પીરીડીન	L.R.
60.	પાયરોગેલોલ	L.R.
61.	રિસોર્સિનોલ	L.R.
62.	સેલિસિલિક એસિડ	L.R.
63.	સકસિનિક એસિડ	L.R.
64.	સુક્રોઝ	L.R.
65.	થાયોયુરિયા	L.R.
66.	p-ટોલ્યુડિન	L.R.
67.	યુરિયા	L.R.

ક્રમ	કાયની વસ્તુઓ (બોરોસિલિકેટ કાચ)
1.	બીકર (50 mL)
2.	બીકર (100 mL)
3.	બીકર (150 mL)
4.	બીકર (250 mL)
5.	બીકર (500 mL)
6.	ઉત્કલન નળીઓ
7.	બ્યુરેટ (50 mL)
8.	કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL)
9.	કોનિકલ ફ્લાસ્ક (150 mL)
10.	કોનિકલ ફ્લાસ્ક (250 mL)
11.	સપાટ તળિયાવાળો ફ્લાસ્ક (1 લિટર)
12.	ગળણી (8 cm વ્યાસ)
13.	કાચનું ડ્રોપર
14.	કિપનું સાધન (વ્યાસ 1000 mm)
15.	જેલ્ડાઇલનો ફ્લાસ્ક
16.	લિબિગનું શીતક

ક્રમ	કાયની વસ્તુઓ (બોરોસિલિકેટ કાચ)
17.	અંકિત નળાકાર (10 mL)
18.	અંકિત નળાકાર (50 mL)
19.	અંકિત નળાકાર (100 mL)
20.	અંકિત ફ્લાસ્ક (100 mL)
21.	અંકિત ફ્લાસ્ક (250 mL)
22.	પેટ્રી ડીશ (8 cm વ્યાસ)
23.	પિપેટ (10 mL)
24.	પિપેટ (25 mL)
25.	ગોળ તળિયાવાળો ફ્લાસ્ક (500 mL)
26.	ગોળ તળિયાવાળો ફ્લાસ્ક (1 લિટર)
27.	ભિન્નકારી ગળણી (250 mL)
28.	ક્સનળી (15 mL)
29.	થીલેની નળી
30.	વોય ગ્લાસ (9 cm વ્યાસ)
31.	જળ ચૂષક વજન કરવાની બોટલ

ક્રમ	વસ્તુની વિગત
1.	અગર - અગર
2.	એમીટર (0-1 amp)
3.	બીહાઈવ શેલ્ફ
4.	ફૂંકણી
5.	વાદળી કાચ
6.	બુન્સેન બર્નર
7.	બ્યુરેટ બ્રશ
8.	બ્યુરેટ સ્ટેન્ડ (લાકડાનું)
9.	કેલરીમીટર
10.	કેશનળી (કેશાકર્ષણ નળી)
11.	કોલસાનો ચોસલો
12.	રાસાયણિક તુલા
13.	ક્લેમ્પ
14.	જોડાણના તાર
15.	કોપર પ્લેટ
16.	ભૂચ
17.	ભૂચને કાણા પાડવાનો સેટ
18.	ભૂચ ખોલવાનું સાધન
19.	સૂકોકોષ (1.5 વોલ્ટ)
20.	ગાળણપત્રની શીટ (વોટમેન અને સામાન્ય)
21.	વિભાગી વજન
22.	ગળણીનું સ્ટેન્ડ
23.	વાયુપાત્ર ઢાંકણ સાથે
24.	કાચનો સળિયો
25.	કાચની નળી
26.	કાચનું રૂ
27.	ગ્લેઝડટાઈલ (સફેદ)
28.	દહનનળી
29.	લોખંડનું સ્ટેન્ડ
30.	ચાકી (એકમાર્ગી)

ક્રમ	વસ્તુની વિગત
31.	ખલ અને દસ્તો
32.	ચીપિયો
33.	પ્લેટિનમ તાર
34.	પોલીથીનની વોશ બોટલ (500 mL)
35.	પોર્સેલીન ડીશ
36.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (150 mL)
37.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (250 mL)
38.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (500 mL)
39.	પ્રક્રિયક શીશી (બોટલ) (2500 mL)
40.	વલય (રિંગ) ક્લેમ્પ
41.	રબરના ભૂચ (બધા જ માપના)
42.	રબરની નળી
43.	રેત પત્ર (sand paper)
44.	રેત ઉખ્મક
45.	ચમચો (પ્લાસ્ટિક)
46.	સ્પિરિટ
47.	સ્પિરિટ દીવો (લેમ્પ)
48.	સ્ટોપ વોચ
49.	કસનળી બ્રશ
50.	કસનળી હોલ્ડર
51.	કસનળી સ્ટેન્ડ (પ્લાસ્ટિક)
52.	થર્મોમીટર - સામાન્ય (100 °C અને 360 °C)
53.	થર્મોમીટર (0-110 °C અને 1/10 કાપાવાળુ)
54.	થીસલ ગળણી
55.	ત્રિકોણીય કાનસ
56.	ત્રિપાઈ સ્ટેન્ડ (લોખંડનું)
57.	છીછરું પાત્ર
58.	વોશ બોટલ
59.	જળ ઉખ્મક
60.	જળ નિસ્કંદન પ્લાન્ટ
61.	મીણ (પેરાફીન)
62.	વજનપેટી (રાસાયણિક તુલા માટે)
63.	તારની જાળી (મધ્યમાં એસ્બેસ્ટોસવાળી)
64.	વુલ્ફ બોટલ
65.	ઝિંક પ્લેટ

પરિશિષ્ટ III

સામાન્ય પ્રયોગશાળા પ્રક્રિયકોની બનાવટ

I. સાંદ્ર એસિડ સંયોજનો

નામ	અંદાજિત સાંદ્રતા	વિશિષ્ટ ઘનતા	અંદાજિત જથ્થો	વજનથી ટકા
1. એસિટિક એસિડ (ગ્લેસિઅલ)	17.6 M (17.6 N)	1.06	1.06 g/mL	99.5%
2. સાંદ્ર હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ	11.7 M (11.7 N)	1.19	0.426 g/mL	36.0%
3. સાંદ્ર નાઈટ્રિક એસિડ	15.6 M (15.6 N)	1.42	0.998 g/mL	69.5%
4. સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડ	18 M (36.0 N)	1.84	1.76 g/mL	98.0%

નોંધ : સાંદ્ર એસિડ સંયોજનોને બજારમાંથી જે સ્વરૂપે પ્રાપ્ત થયાં હોય તે જ સ્વરૂપે વાપરવામાં આવે છે.

II. મંદ એસિડ સંયોજનો

નામ	સાંદ્રતા	બનાવટની રીત
1. મંદ એસિટિક એસિડ	5 M (5 N)	285 mL ગ્લેસિઅલ એસિટિક એસિડને નિસ્ચંદિત પાણી વડે મંદ કરો અને તેનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
2. મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ	5 M (5 N)	નિસ્ચંદિત પાણીમાં 430 mL સાંદ્ર HCl ઉમેરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
3. મંદ નાઈટ્રિક એસિડ	5 M (5 N)	નિસ્ચંદિત પાણીમાં 320 mL સાંદ્ર નાઈટ્રિક એસિડ ઉમેરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
4. મંદ સલ્ફ્યુરિક એસિડ	2.5 M (5 N)	500 mL નિસ્ચંદિત પાણીમાં 140 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડને ધીમે ધીમે ઉમેરો અને સતત હલાવતા રહો. દ્રાવણને ઠંડુ પાડો અને કુલ કદ 1 લિટર કરો.

III. બેઈઝ સંયોજનો

નામ	સાંદ્રતા	બનાવટની રીત
1. એમોનિયા દ્રાવણ (લિકર એમોનિયા)	15 M (15 N)	બજારમાંથી પ્રાપ્ત થયા હોય તે સ્વરૂપે
2. મંદ એમોનિયા દ્રાવણ (એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ)	2 M (2 N)	નિસ્ચંદિત પાણીમાં 266.6 mL સાંદ્ર એમોનિયાના દ્રાવણને ઉમેરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
3. સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ	5 M (5 N)	200 g સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડની ગોળીઓને (pellets) નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળીને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.

IV. અન્ય પ્રક્રિયકો

નામ	સાંદ્રતા	મોલર દળ	બનાવટની રીત
1. એમોનિયમ એસિટેટ	2 M (2 N)	77	154 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
2. એમોનિયમ ક્લોરાઈડ	5 M (5 N)	53.5	267.5 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
3. એમોનિયમ કાર્બોનેટ	1.7 M (3.5 N)	96	160 g એમોનિયમ કાર્બોનેટને 140 mL લીકર એમોનિયામાં ઓગાળો અને નિસ્ચંદિત પાણી વડે દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર બનાવો.

4.	એમોનિયમ મોલિબ્ડેટ			100 ગ્રામ ક્ષારને 100 mL લિકર એમોનિયાના દ્રાવણ અને 250 g એમોનિયમ નાઈટ્રેટના મિશ્રણમાં ઓગાળો અને દ્રાવણને 1 લિટર સુધી નિસ્ચંદિત પાણી વડે મંદ કરો.
5.	એમોનિયમ ઓક્ઝેલેટ	0.5 M (1 N)	142	71 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
6.	એમોનિયમ સલ્ફેટ	1 M (2 N)	132	132 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
7.	બેરિયમ ક્લોરાઈડ $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.5 M (0.5 N)	244	61 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
8.	બ્રોમિન જળ	અંદાજે સંતૃપ્ત	160	2 mL બ્રોમિનને 100 mL નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઉમેરો અને મિશ્રણને ખૂબ હલાવો. તેને ઘેરા રંગની બોટલમાં રાખો.
9.	કેલ્શિયમ ક્લોરાઈડ	0.5 M (0.5 N)	219	55 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કદ 1 લિટર કરો.
10.	ક્લોરિન જળ	-	71	ઘન KMnO_4 ની સાંદ્ર HCl સાથે પ્રક્રિયા કરી ક્લોરિન વાયુ બનાવો. ક્લોરિન વાયુ વડે 1 લિટર નિસ્ચંદિત પાણીને સંતૃપ્ત કરો અને આ દ્રાવણને ઘેરા રંગની બોટલમાં રાખો.
11.	કોપર સલ્ફેટ	14 %	249.5	14 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કદ 100 mL કરો.
12.	કોબાલ્ટ નાઈટ્રેટ	0.15 M (0.075 N)	291	43.65 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
13.	ડાયમિથાઈલ ગ્લાયકોઝાઈમ	1%		1 g પદાર્થને 100 mL ઈથાઈલ આલ્કોહોલમાં ઓગાળો.
14.	ડાયફિનાઈલએમાઈન	0.5 %		0.5 g પદાર્થને 85 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડમાં ઓગાળો અને તેને કાળજીપૂર્વક નિસ્ચંદિત પાણી વડે 100 mL સુધી મંદ કરો.
15.	ડાયસોડિયમ હાઈડ્રોજન ફોસ્ફેટ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	0.3 M (N)	358	120 g પદાર્થને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેનું કદ 1 લિટર કરો.
16.	ફેરિક ક્લોરાઈડ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.33 M (1 N)	270	90 g ક્ષારને 10 mL સાંદ્ર હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડ ધરાવતા પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કદ 1 લિટર કરો.
17.	આયોડિન દ્રાવણ		254	1.0 g આયોડિનના સ્ફટિકોને 2 g પોટેશિયમ આયોડાઈડને પાણીના ઓછામાં ઓછા જથ્થામાં દ્રાવ્ય કરીને બનાવેલા દ્રાવણમાં દ્રાવ્ય કરો અને દ્રાવણને 100 mL સુધી મંદ કરો.
18.	લેડ એસિટેટ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$	0.5 M (N)		15 mL એસિટિક એસિડ ધરાવતા 500 mL નિસ્ચંદિત પાણીમાં 200 g પદાર્થને દ્રાવ્ય કરો અને નિસ્ચંદિત પાણી વડે દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
19.	ચૂનાનું પાણી $\text{Ca}(\text{OH})_2$	0.02 M (0.04N)	74	2 - 3 g કેલ્શિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડને 1 લિટર નિસ્ચંદિત પાણીમાં હલાવો.
20.	લિટમસ દ્રાવણ (વાદળી)	-		10 g લિટમસ પદાર્થને નિસ્ચંદિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
21.	લિટમસ દ્રાવણ (લાલ)	-		વાદળી લિટમસના દ્રાવણમાં 10 ટીપા મંદ હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડના ઉમેરો.
22.	મિથાઈલ ઓરેન્જ	-		1 g પદાર્થને 1 લિટર નિસ્ચંદિત પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો.
23.	મરક્યુરિક ક્લોરાઈડ	0.25 M (0.5 N)	272	70 g ક્ષારને નિસ્ચંદિત પાણીના થોડા જથ્થામાં ઓગાળો અને નિસ્ચંદિત પાણી વડે દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.

24.	નેશ્વરનો પ્રક્રિયક			23 g મરક્યુરિક આયોડાઈડ અને 16 g પોટેશિયમ આયોડાઈડને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કદ 100 mL કરો. તેમાં 150 mL 4M NaOH નું દ્રાવણ ઉમેરો. તેને 24 કલાક રહેવા દો. બાદમાં દ્રાવણને નિતારી દો. દ્રાવણને ઘેરાંગની બોટલમાં રાખવું જોઈએ.
25.	પોટેશિયમ ક્રોમેટ K_2CrO_4	0.25 M (0.5 N)	194	49 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
26.	પોટેશિયમ ડાયક્રોમેટ	0.15 M (1 N)	294	49 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
27.	પોટેશિયમ ફેરોસાયનાઈડ	0.15 M (0.5 N)	368	46 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
28.	પોટેશિયમ ફેરિસાયનાઈડ	0.2 M (0.5 N)	329	55 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
29.	પોટેશિયમ આયોડાઈડ	0.5 M (0.5 N)	166	83 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
30.	પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ	0.06 M (0.3 N)	158	10.0 g ક્ષારને 1 લિટર નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો. દ્રાવણને ગરમ કરો અને તેને કાચના ઊન દ્વારા ગાળો.
31.	પોટેશિયમ થાયોસાયનેટ	0.5 M (0.5 N)	97	49.0 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
32.	ફિનોલ્ફથેલીન	1 %		1.0 g ઘન પદાર્થને 100 mL ઈથાઈલ આલ્કોહોલમાં ઓગાળો.
33.	સિલ્વર નાઈટ્રેટ	0.1 M	170	17 g ક્ષારને 250 mL નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને કથ્થાઈ રંગની બોટલમાં સંગ્રહ કરો.
34.	સોડિયમ એસિટેટ	5 M (5 N)	82	410 g ક્ષારને નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો અને તેને 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
35.	સોડિયમ નાઈટ્રોપ્રુસાઈડ			4 g ઘન પદાર્થને 100 mL નિસ્ચંદ્રિત પાણીમાં ઓગાળો.
36.	સ્ટાર્ચ			1.0 g દ્રાવ્ય સ્ટાર્ચની ઠંડા પાણીમાં લુગદી બનાવો. તેને 100 mL ઉકળતા પાણીમાં ધીમે-ધીમે ઉમેરી સતત હલાવતા રહો. 10 મિનિટ સુધી ઉકાળો અને ઠંડુ પાડો.
37.	સ્ટેનસ ક્લોરાઈડ $SnCl \cdot 2H_2O$	0.25 M (0.5 N)	226	55 g ક્ષારને 200 mL સાંદ હાઈડ્રોક્લોરિક એસિડમાં ગરમ કરીને (જો જરૂરી હોય તો) દ્રાવ્ય કરો. નિસ્ચંદ્રિત પાણી વડે મંદ કરી દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો. ધાત્વીય ટિનના કેટલાક ટુકડાઓને આ દ્રાવણમાં ઉમેરો.
38.	પીળો એમોનિયમ સલ્ફાઈડ $(NH_4)_2Sx$	6 N		એક બોટલમાં આશરે 200 mL સાંદ એમોનિયાનું દ્રાવણ લો અને તેને H_2S વાયુ વડે સંતૃપ્ત કરો. તેમાં 10 g સલ્ફર પાઉડર અને 200 mL સાંદ NH_4OH ઉમેરો. યોગ્ય પ્રમાણમાં ગરમ કરો અને સલ્ફર ઓગળી જાય ત્યાં સુધી વધુ પ્રમાણમાં હલાવો. દ્રાવણને નિસ્ચંદ્રિત પાણી વડે 1 લિટર સુધી મંદ કરો.
39.	બિનજલીય માધ્યમમાં બફર દ્રાવણ (EDTA અનુમાપન માટે)			67.5 g એમોનિયમ ક્લોરાઈડને 570 mL સાંદ એમોનિયાના દ્રાવણમાં ઓગાળો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
40.	બિનજલીય માધ્યમમાં ઈરિથોકોમ બ્લેક ટી (EDTA અનુમાપન માટે સૂચક)			0.5 g ઘન ઈરિથોકોમ બ્લેક ટીને મિથેનોલમાં ઓગાળો અને તેનું કુલ કદ 100 mL કરો.

કાર્બનિક પૃથક્કરણમાં વપરાતા વિશેષ પ્રક્રિયકો

1.	આલ્કોહોલ (1 : 1)	:	પરિશોધિત (rectified) સ્પિરિટ અને નિસ્કંદિત પાણીના સરખા કદને મિશ્ર કરો.
2.	આલ્કોહોલીય પોટેશિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ દ્રાવણ	:	11.2 g પોટેશિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડને 100 mL ઈથેનોલમાં (અથવા પરિશોધિત સ્પિરિટ) 30 મિનિટ ઉકાળીને ઓગાળો.
3.	આલ્કલાઈન β -નેપ્થોલ	:	10 g β -નેપ્થોલને 100 mL 10 % સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડના દ્રાવણમાં ઓગાળો.
4.	બારફોડ પ્રક્રિયક	:	13 g કોપર એસિટેટને 200 mL 1 % એસિટિક એસિડમાં ઓગાળો.
5.	બેનેઝિક્ટનું દ્રાવણ	:	17.3 g સ્ફટિક કોપર સલ્ફેટને 100 mL પાણીમાં ઓગાળો. ઉપરાંત અલગથી 173 g સોડિયમ સાઈટ્રેટ અને 100 g નિર્જળ સોડિયમ કાર્બોનેટને 800 mL પાણીમાં ઓગાળો. આ બંને દ્રાવણોને મિશ્ર કરો અને દ્રાવણનું કુલ કદ 1 લિટર કરો.
6.	સેરિક એમોનિયમ નાઈટ્રેટ દ્રાવણ	:	40 g પ્રક્રિયકને 100 mL 2 N નાઈટ્રિક એસિડમાં ઓગાળો.
7.	કોપર સલ્ફેટનું દ્રાવણ	:	14 g કોપર સલ્ફેટને 100 mL પાણીમાં ઓગાળો (14 % દ્રાવણ)
8.	2,4-ડાયનાઈટ્રોફિનાઈલહાઈડ્રેઝિન પ્રક્રિયક	:	
	(i) પાણીમાં દ્રાવ્ય સંયોજનો માટે	:	0.5 g ઘન પદાર્થને 42 mL સાંદ્ર HCl અને 54 mL પાણીના મિશ્રણમાં ઉમેરો તથા તેને જળઉષ્મક પર ગરમ કરો. પાણી ઉમેરીને દ્રાવણનું કદ 250 mL કરો.
	(ii) પાણીમાં અદ્રાવ્ય સંયોજનો માટે	:	1 g પ્રક્રિયકને 7.5 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક એસિડમાં ઓગાળો. આ દ્રાવણને 7.5 mL પરિશોધિત સ્પિરિટમાં ધીમે-ધીમે ઉમેરો. પાણી ઉમેરીને દ્રાવણનું કુલ કદ 250 mL કરો.
9.	*ફેલિંગનું દ્રાવણ A	:	69.28 g કોપર સલ્ફેટના સ્ફટિકોને 1 લિટર પાણીમાં ઓગાળો.
10.	*ફેલિંગનું દ્રાવણ B	:	350 g રોચેલના ક્ષાર અને 100 g સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડને 1 લિટર પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો.
11.	હાઈડ્રોક્સિલ એમાઈન હાઈડ્રોકલોરાઈડ	:	69.5 g શુદ્ધ ઘન પદાર્થને 1 લિટર મિથાઈલ આલ્કોહોલમાં દ્રાવ્ય કરો.
12.	મોલિસ્થનો પ્રક્રિયક	:	10 g 1-નેપ્થોલને 90 mL પરિશોધિત સ્પિરિટમાં ઓગાળો.
13.	નીનહાઈડ્રિન પ્રક્રિયક	:	0.25 % નું જલીય દ્રાવણ બનાવો.
14.	પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ	:	1 % નું જલીય દ્રાવણ બનાવો.
15.	સ્કીફનો પ્રક્રિયક	:	1 g રોસાનીલીનને 50 mL પાણીમાં યોગ્ય પ્રમાણમાં ગરમ કરી ઓગાળો, ઠંડુ કરો, સલ્ફર ડાયોક્સાઈડ વાયુ વડે સંતૃપ્ત કરો. આ દ્રાવણને 1 લિટર સુધી પાણી વડે મંદ કરો. જો ગુલાબી રંગ ફરીથી જોવા મળે, તો તેમાં સંતૃપ્ત જલીય SO ₂ ના દ્રાવણના થોડા ટીપા જ્યાં સુધી દ્રાવણનો રંગ દૂર ન થાય, ત્યાં સુધી દ્રાવણને હલાવવાની સાથે ઉમેરો.
16.	સેલીવાનોફનો પ્રક્રિયક	:	1 g રિસોર્સિનોલને 100 mL 20 % હાઈડ્રોકલોરિક એસિડમાં ઓગાળો.
17.	સોડિયમ હાઈપોકલોરાઈડ (2 M)	:	એક મોટા બીકરમાં 100 g NaOH ને 200 mL પાણીમાં દ્રાવ્ય કરો. દ્રાવણને ઠંડુ કરો અને તેમાં આશરે 500 g બરફના ભૂકાને ઉમેરો. સાદી તુલા પર બીકરનું વજન કરો અને તેનું વજન 72 g વધે, ત્યાં સુધી તેમાં કલોરિન વાયુ પસાર કરો. દ્રાવણને પાણી વડે 1 લિટર સુધી મંદ કરો. આ દ્રાવણને ઠંડી અંધારી જગ્યાએ જ રાખવું, નહિ તો તે ધીમે-ધીમે વિઘટન પામે છે.
18.	ટોલેન્સ પ્રક્રિયક	:	1 mL 2 % સિલ્વરનાઈટ્રેટના દ્રાવણમાં અવક્ષેપ આવે, ત્યાં સુધી સોડિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડનું દ્રાવણ ઉમેરો. દ્રાવણને હલાવતા જઈ દ્રાવણ પારદર્શક બને ત્યાં સુધી એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ ઉમેરો. એમોનિયમ હાઈડ્રોક્સાઈડ વધુ પ્રમાણમાં ન ઉમેરાવો જોઈએ. હંમેશા તાજા બનાવેલા ટોલેન્સના પ્રક્રિયકનો ઉપયોગ કરો.

* ઉપયોગમાં લેતાં અગાઉ ફેલિંગના દ્રાવણ A અને ફેલિંગના દ્રાવણ B નાં સમાન કદને મિશ્ર કરો.

પરિશિષ્ટ IV

કેટલાંક ઉપયોગી કોષ્ટકો

કોષ્ટક 1 : મૂળભૂત ભૌતિક અચળાંકો

ભૌતિક અચળાંક	સંજ્ઞા	મૂલ્ય
ગુરુત્વપ્રવેગ	g	9.81 ms ⁻²
પરમાણ્વીય દળ એકમ	amu	1.66053 × 10 ⁻²⁷ kg
એવોગેડ્રો અચળાંક	N _A	6.02217 × 10 ²³ mol ⁻¹
બોલ્ટ્ઝમેન અચળાંક	k	1.38062 × 10 ⁻²³ J K ⁻¹
ઈલેક્ટ્રોન વીજભાર	e	1.602192 × 10 ⁻¹⁹ C
ફેરાડે અચળાંક	F	9.64867 × 10 ⁴ C mol ⁻¹
વાયુ અચળાંક	R	8.314 J K ⁻¹ mol ⁻¹
હિમાંક (Ice-point) તાપમાન	T _{ice}	273.150 K
STP એ આદર્શવાયુનું મોલરકદ	V _m	2.24136 × 10 ⁻² m ³ mol ⁻¹
શૂન્યાવકાશનો પરાવૈદ્યતાંક	E ₀	8.854185 × 10 ⁻¹² kg ⁻¹ m ⁻³ s ⁴ A ²
પ્લાન્ક અચળાંક	h	6.62620 × 10 ⁻³⁴ J s
રીડબર્ગ અચળાંક	R _w	1.973731 × 10 ⁷ m ⁻¹
પ્રમાણિત દબાણ (વાતાવરણ)	p	101325 N m ⁻²
પાણીનું ત્રિકબિંદુ		273016 K
શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશનો વેગ	c	2.997925 × 10 ⁸ m s ⁻¹

કોષ્ટક 2 : કાર્બનિક સંયોજનોના સામાન્ય ગુણધર્મો

સંયોજન	ગલનબિંદુ °C	ઉત્કલન બિંદુ °C	ઘનતા kg m ⁻³ (298 K)	વક્રીભવનાંક (n _D) (293 K)	10 ⁴ × સ્નિગ્ધતા N s m ⁻² (298 K)	10 ³ × પૃષ્ઠતાણ N m ⁻¹ (293 K)
એસિટિક એસિડ	16.7	117.9	1044.0	1.3716	11.55	27.8
એસિટોન	-94.7	56.1	785.0	1.3588	3.16	23.7
એનિલીન	-6.3	184.1	1022.0 (293)	1.5863	3.71	42.9
બેન્ઝોઈક એસિડ	122.4	249.0	1266.0 (288)	1.504 (405)	-	-
કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ	-22.9	76.5	1584.0	1.4601	8.8	26.95
ક્લોરોબેન્ઝિન	-45.2	132.0	1106.0	1.5241	7.97	33.56
ક્લોરોફોર્મ	-63.5	61.7	1480.0	1.4459	5.42	27.14
સાયક્લોહેક્ઝેન	6.6	80.7	774.0	1.42662	9.8	25.5
ડાયઈથાઈલઈથર	-116.2	34.51	714.0	1.3526	2.22	17.01
ઈથાઈલ એસિટેટ	-82.4	77.1	900.0 (293)	1.3723	4.41	23.9
ઈથેનોલ	-114.1	78.3	785.0	1.3611	10.6	22.75
ગ્લિસરોલ	18.07	290.0	1264.4	1.4746	942.0	63.4
હેક્ઝેન	-95.3	68.7	655.0	1.37506	2.94	18.43
મિથેનોલ	-97.7	64.5	787.0	1.3288	5.47	22.61
નેપ્થેલીન	80.3	218.0	1180.0	1.4003(297)	-	-
ફિનોલ	40.9	181.8	1132.0	1.5509	-	-
ટોલ્યુઈન	-95.1	110.6	862.0	1.4961	5.50	28.5

કોષ્ટક ૩ : સામાન્ય અકાર્બનિક સંયોજનોની પાણીમાં દ્રાવ્યતા

એનાયનનું નામ	સંજ્ઞા	આ આયનો ધનાયનો સાથે દ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે. (દ્રાવ્યતા 0.1 M કરતાં વધુ)	અલ્પદ્રાવ્ય સંયોજનો બનાવે છે. (દ્રાવ્યતા 0.1 M કરતાં ઓછી)
નાઈટ્રેટ	NO_3^-	મોટાભાગના ધનાયનો	કોઈપણ નહિ
એસિટેટ	CH_3COO^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+
ક્લોરાઈડ	Cl^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}
બ્રોમાઈડ	Br^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}
આયોડાઈડ	I^-	મોટાભાગના ધનાયનો	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}
સલ્ફેટ	SO_4^{2-}	મોટાભાગના ધનાયનો	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+
ક્રોમેટ	CrO_4^{2-}	મોટાભાગના ધનાયનો	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+
સલ્ફાઈડ	S^{2-}	NH_4^+ , આલ્કલી ધાતુ ધનાયનો, આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ ધનાયનો	મોટાભાગના અન્ય ધનાયનો
હાઈડ્રોક્સાઈડ	OH^-	NH_4^+ , આલ્કલી ધાતુ અને આલ્કલાઈન અર્થધાતુ તથા Ba^{2+} , Sr^{2+}	મોટાભાગના અન્ય ધનાયનો
કાર્બોનેટ	CO_3^{2-}	NH_4^+ અને આલ્કલી ધાતુ ધનાયનો	મોટાભાગના અન્ય ધનાયનો
ફોસ્ફેટ	PO_4^{3-}	Li^+ સિવાય	

પરિશિષ્ટ V

તત્વો, તેમના પરમાણ્વીય ક્રમાંક અને મોલર દળ

તત્વ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વીય ક્રમાંક	મોલર દળ (gmol ⁻¹)
Actinium	Ac	89	227.03
Aluminium	Al	13	26.98
Americium	Am	95	(243)
Antimony	Sb	51	121.75
Argon	Ar	18	39.95
Arsenic	As	33	74.92
Astatine	At	85	210
Barium	Ba	56	137.34
Berkelium	Bk	97	(247)
Beryllium	Be	4	9.01
Bismuth	Bi	83	208.98
Bohrium	Bh	107	(264)
Boron	B	5	10.81
Bromine	Br	35	79.91
Cadmium	Cd	48	112.40
Caesium	Cs	55	132.91
Calcium	Ca	20	40.08
Californium	Cf	98	251.08
Carbon	C	6	12.01
Cerium	Ce	58	140.12
Chlorine	Cl	17	35.45
Chromium	Cr	24	52.00
Cobalt	Co	27	58.93
Copper	Cu	29	63.54
Curium	Cm	96	247.07
Dubnium	Db	105	(263)
Dysprosium	Dy	66	162.50
Einsteinium	Es	99	(252)
Erbium	Er	68	167.26
Europium	Eu	63	151.96
Fermium	Fm	100	(257.10)
Fluorine	F	9	19.00
Francium	Fr	87	(223)
Gadolinium	Gd	64	157.25
Gallium	Ga	31	69.72
Germanium	Ge	32	72.61
Gold	Au	79	196.97
Hafnium	Hf	72	178.49
Hassium	Hs	108	(269)
Helium	He	2	4.00
Holmium	Ho	67	164.93
Hydrogen	H	1	1.0079
Indium	In	49	114.82
Iodine	I	53	126.90
Iridium	Ir	77	192.2
Iron	Fe	26	55.85
Krypton	Kr	36	83.30
Lanthanum	La	57	138.91
Lawrencium	Lr	103	(262.1)
Lead	Pb	82	207.19
Lithium	Li	3	6.94
Lutetium	Lu	71	174.96
Magnesium	Mg	12	24.31
Manganese	Mn	25	54.94
Meitneium	Mt	109	(268)
Mendelevium	Md	101	258.10

તત્વ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વીય ક્રમાંક	મોલર દળ (gmol ⁻¹)
Mercury	Hg	80	200.59
Molybdenum	Mo	42	95.94
Neodymium	Nd	60	144.24
Neon	Ne	10	20.18
Neptunium	Np	93	(237.05)
Nickel	Ni	28	58.71
Niobium	Nb	41	92.91
Nitrogen	N	7	14.0067
Nobelium	No	102	(259)
Osmium	Os	76	190.2
Oxygen	O	8	16.00
Palladium	Pd	46	106.4
Phosphorus	P	15	30.97
Platinum	Pt	78	195.09
Plutonium	Pu	94	(244)
Polonium	Po	84	210
Potassium	K	19	39.10
Praseodymium	Pr	59	140.91
Promethium	Pm	61	(145)
Protactinium	Pa	91	231.04
Radium	Ra	88	(226)
Radon	Rn	86	(222)
Rhenium	Re	75	186.2
Rhodium	Rh	45	102.91
Rubidium	Rb	37	85.47
Ruthenium	Ru	44	101.07
Rutherfordium	Rf	104	(261)
Samarium	Sm	62	150.35
Scandium	Sc	21	44.96
Seaborgium	Sg	106	(266)
Selenium	Se	34	78.96
Silicon	Si	14	28.08
Silver	Ag	47	107.87
Sodium	Na	11	22.99
Strontium	Sr	38	87.62
Sulphur	S	16	32.06
Tantalum	Ta	73	180.95
Technetium	Te	43	(98.91)
Tellurium	Tc	52	127.60
Terbium	Tb	65	158.92
Thallium	Tl	81	204.37
Thorium	Th	90	232.04
Thulium	Tm	69	168.93
Tin	Sn	50	118.93
Titanium	Ti	22	47.88
Tungsten	W	74	183.85
Ununbium	Uub	112	(277)
Ununnilium	Uun	110	(269)
Unununium	Uuu	111	(272)
Uranium	U	92	238.03
Vanadium	V	23	50.94
Xenon	Xe	54	131.30
Ytterbium	Yb	70	173.04
Yttrium	Y	39	88.91
Zinc	Zn	30	65.37
Zirconium	Zr	40	91.22

કૌંસમાં દર્શાવેલ મોલરદળનું મૂલ્ય સૌથી વધુ અર્ધ આયુષ્ય ધરાવતા સમસ્થાનિકોનું છે.

પરિશિષ્ટ VI

કેટલાંક ઉપયોગી રૂપાંતર ગુણકો

દળ અને વજનના સામાન્ય એકમો

1 pound = 453.59 gram

1 pound = 453.59 gram = 0.45359 kilogram

1 kilogram = 1000 gram = 2.205 pound

1 gram = 10 decigram = 100 centigram
= 1000 milligram

1 gram = 6.022×10^{23} atomic mass unit or u

1 atomic mass unit = 1.6606×10^{-24} gram

1 metric tonne = 1000 kilogram
= 2205 pound

કદના સામાન્ય એકમો

1 quart = 0.9463 litre

1 litre = 1.056 quart

1 litre = 1 cubic decimetre = 1000 cubic
centimetre = 0.001 cubic metre

1 millilitre = 1 cubic centimetre = 0.001 litre
= 1.056×10^{-3} quart

1 cubic foot = 28.316 litre = 29.902 quart
= 7.475 gallon

ઊર્જાના સામાન્ય એકમો

1 joule = 1×10^7 erg

1 thermochemical calorie** = 4.184 joule
= 4.184×10^7 erg
= 4.129×10^{-2} litre-atmosphere
= 2.612×10^{19} electron volt

1 erg = 1×10^{-7} joule = $2.390.1 \times 10^{-8}$ calorie

1 electron volt = 1.6022×10^{-19} joule
= 1.6022×10^{-12} erg
= 96.487 kJ/mol⁺

1 litre-atmosphere = 24.217 calories
= 101.32 joule
= 1.0132×10^9 erg

1 British thermal unit = 1055.06 joule
= 1.5506×10^{10} erg
= 252.2 calorie

લંબાઈના સામાન્ય એકમો

1 inch = 2.54 centimetres (exactly)

1 mile = 5280 feet = 1.609 kilometre

1 yard = 36 inches = 0.9144 metre

1 metre = 100 centimetre

= 39.37 inches

= 3.281 feet

= 1.094 yard

1 kilometre = 1000 metre

= 1094 yard

= 0.6215 mile

1 Angstrom = 1.0×10^{-8} centimetre

= 0.10 nanometre

= 3.937×10^{-9} inch

બળ* અને દબાણના સામાન્ય એકમો

1 atmosphere = 760 millimetres of mercury

= 1.013×10^5 pascal

= 14.70 pounds per square inch

1 bar = 10^5 pascal

1 torr = 1 millimetre of mercury

1 pascal = 1 kg/ms² = 1 N/m²

તાપમાન

SI આધારિત એકમ : કેલ્વિન (K)

K = -273.15 °C

K = °C + 273.15

°F = 1.8(°C) + 32

°C = $\frac{°F - 32}{1.8}$

* બળ : 1 ન્યૂટન (N) = 1 kg m/s²; એટલે કે બળ એટલે જ્યારે તેને 1 સેકન્ડ માટે લગાડવામાં આવે, તો 1 કિલોગ્રામ દળને 1 મીટર પ્રતિસેકન્ડ જેટલો વેગ આપે છે.

** એક ગ્રામ પાણીના તાપમાનમાં 14.5 °C થી 15.5 °C ના વધારા માટે જરૂરી ઉષ્માનો જથ્થો.

+ નોંધવું જોઈએ કે અન્ય એકમો પ્રતિ કણ છે અને તેઓની સરખામણી કરવા માટે 6.022×10^{23} વડે ગુણવા

પરિશિષ્ટ VII

298 K તાપમાને વિદ્યુતરસાયણમાં પ્રમાણિત પોટેન્શિયલ

રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયા	E ⁻ / V	રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયા	E ⁻ / V
$\text{H}_4\text{XeO}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{XeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	+ 3.0	$\text{Pu}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Pu}^{3+}$	+0.97
$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{F}^-$	+2.87	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+2.07	$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	+0.92
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$	+2.05	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0.89
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+1.98	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$	+0.86
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$	+1.81	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0.80
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.78	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80
$\text{Au}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.69	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}$	+0.79
$\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$	+1.67	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	+0.77
$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.63	$\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Br}^- + 2\text{OH}^-$	+0.76
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ce}^{3+}$	+1.61	$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	+0.62
$2\text{HBrO} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.60	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0.60
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51	$\text{MnO}_4^- + \text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$	+0.56
$\text{Mn}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$	+1.51	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$	+0.54
$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	+1.40	$\text{I}_3^- + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{I}^-$	+0.53
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	+1.36	$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.52
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33	$\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni(OH)}_2 + \text{OH}^-$	+0.49
$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1.24	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag} + \text{CrO}_4^{2-}$	+0.45
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0.40
$\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$	+1.23	$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0.36
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23	$[\text{Fe(CN)}_6]^{3-} + \text{e}^- \rightarrow [\text{Fe(CN)}_6]^{4-}$	+0.36
$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	+1.20	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$	+1.09	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	+0.27

$\text{AgCl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+0.27	$\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$	-0.48
$\text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Bi}$	+0.20	$\text{In}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{In}^{2+}$	-0.49
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0.17	$\text{U}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{U}^{3+}$	-0.61
$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$	+0.16	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.74
$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}$	+0.15	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76
$\text{AgBr} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{Br}^-$	+0.07	$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd} + 2\text{OH}^-$	-0.81
$\text{Ti}^{4+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{3+}$	0.00	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$	(અખ્યાલ દ્રવ્ય) 0.0	$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.91
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.04	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.18
$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$	-0.08	$\text{V}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{V}$	-1.19
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13	$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ti}$	-1.63
$\text{In}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{In}$	-0.14	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14	$\text{U}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{U}$	-1.79
$\text{AgI} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag} + \text{I}^-$	-0.15	$\text{Sc}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Sc}$	-2.09
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.23	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.36
$\text{V}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{V}^{2+}$	-0.26	$\text{Ce}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Ce}$	-2.48
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Co}$	-0.28	$\text{La}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{La}$	-2.52
$\text{In}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{In}$	-0.34	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2.71
$\text{Tl}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Tl}$	-0.34	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	-2.87
$\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0.36	$\text{Sr}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sr}$	-2.89
$\text{Ti}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}^{2+}$	0.37	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ba}$	-2.91
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.40	$\text{Ra}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ra}$	-2.92
$\text{In}^{2+} + \text{e}^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.40	$\text{Cs}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cs}$	-2.92
$\text{Cr}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{2+}$	-0.41	$\text{Rb}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Rb}$	-2.93
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{K}$	-2.93
$\text{In}^{3+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{In}^+$	-0.44	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05

પરિશિષ્ટ VIII

લઘુગણક (Logarithms)

ઘણીવાર મોટી સંખ્યાના ગુણાકાર, ભાગાકાર અથવા સંમેય ઘાતનો સંખ્યાત્મક અભિવ્યક્તિમાં સમાવેશ થાય છે. આવી ગણતરીઓ માટે લઘુગણક ઘણું ઉપયોગી છે. તે મુશ્કેલ ગણતરીઓને સરળ બનાવે છે. રસાયણવિજ્ઞાનમાં રાસાયણિકગતિકી, ઉષ્માગતિશાસ્ત્ર, વીજરસાયણ-વિજ્ઞાન વગેરેના કોયડા ઉકેલવામાં લઘુગણક મૂલ્યોની જરૂર પડે છે. આપણે સૌ પ્રથમ આ સંકલ્પનાની પ્રસ્તાવના જોઈશું અને જેને લઘુગણક સાથે કામ કરવામાં અનુસરવું પડશે તેવા નિયમોની ચર્ચા કરીશું, અને ત્યારબાદ આ પદ્ધતિ અનેક કોયડાઓને લાગુ પાડીશું જેથી મુશ્કેલ ગણતરીઓ કેવી રીતે સરળ બને છે તે દર્શાવી શકીશું.

આપણે જાણીએ છીએ કે,

$$2^3 = 8, 3^2 = 9, 5^3 = 125, 7^0 = 1$$

સામાન્ય રીતે ધન વાસ્તવિક સંખ્યા a માટે અને સંમેય સંખ્યા m માટે ધારોકે $a^m = b$, જ્યાં b વાસ્તવિક સંખ્યા છે.

બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો b આધાર a નો m ઘાત છે.

આને રજૂ કરવાનો બીજો રસ્તો છે કે m આધાર a પરના b નો લઘુગણક છે.

જો ધન વાસ્તવિક સંખ્યા a માટે, $a \neq 1$

$$a^m = b$$

આને આપણે એમ કહીએ છીએ કે m , a ના આધાર પરના b નો લઘુગણક છે.

આને આપણે આમ લખી શકીએ

“log” શબ્દ “logarithm (લઘુગણક)” શબ્દનું ટૂંકું રૂપ છે.

આમ હવે આપણને મળશે,

$$\log_2 8 = 3 \quad \text{કારણ કે } 2^3 = 8$$

$$\log_3 9 = 2 \quad \text{કારણ કે } 3^2 = 9$$

$$\log_5 125 = 3 \quad \text{કારણ કે } 5^3 = 125$$

$$\log_7 1 = 0 \quad \text{કારણ કે } 7^0 = 1$$

લઘુગણકના નિયમો

નીચેની ચર્ચામાં આપણે કોઈપણ આધાર a પર લઘુગણક લઈશું ($a > 0$ અને $a \neq 1$)

પ્રથમ નિયમ : $\log_a (mn) = \log_a m + \log_a n$

સાબિતી : ધારો કે $\log_a m = x$ અને $\log_a n = y$ તો

$$a^x = m ; a^y = n$$

$$\text{તેથી } mn = a^x \cdot a^y = a^{x+y}$$

હવે લઘુગણકની વ્યાખ્યામાંથી એ ફલિત થાય છે કે

$$\log_a (mn) = x + y = \log_a m + \log_a n$$

બીજો નિયમ : $\log_a \left(\frac{m}{n} \right) = \log_a m - \log_a n$

સાબિતી : ધારોકે $\log_a m = x$, $\log_a n = y$

તો $a^x = m$, $a^y = n$

$$\text{તેથી } \frac{m}{n} = \frac{a^x}{a^y} = a^{x-y}$$

$$\text{એટલા માટે } \log_a \left(\frac{m}{n} \right) = x - y = \log_a m - \log_a n$$

ત્રીજો નિયમ :

$$\log_a(m^n) = n \log_a m$$

સાબિતી : અગાઉ પ્રમાણે, જો $\log_a m = x$, તો $a^x = m$

તેથી $m^n = (a^x)^n = a^{xn}$, જે આપણે

$$\log_a(m^n) = nx = n \log_a m$$

આમ પ્રથમ નિયમ પ્રમાણે : બે સંખ્યાઓના ગુણાકારનો લઘુગણક તેઓના લઘુગણકના સરવાળા બરાબર થશે. તે જ પ્રમાણે બીજો નિયમ દર્શાવે છે : બે સંખ્યાના ગુણોત્તરનો લઘુગણક તેઓના લઘુગણકનો તફાવત છે. આમ, આ નિયમોનો ઉપયોગ ગુણાકાર / ભાગાકારના કોયડાને સરવાળા / બાદબાકીમાં ફેરવે છે. જે ગુણાકાર અને ભાગાકાર કરવા કરતાં વધુ સરળ છે. આથી જ સંખ્યાત્મક ગણતરીઓમાં લઘુગણક શા માટે ઉપયોગી છે તે સમજાશે.

10 આધાર પર લઘુગણક

સંખ્યા 10 લખવાની સંખ્યાના આધારને કારણે, લઘુગણકનો ઉપયોગ 10 ના આધાર પર ઘણી અનુકૂળ પડે છે.

$\log_{10} 10 = 1$	કારણ કે $10^1 = 10$
$\log_{10} 100 = 2$	કારણ કે $10^2 = 100$
$\log_{10} 10000 = 4$	કારણ કે $10^4 = 10000$
$\log_{10} 0.01 = -2$	કારણ કે $10^{-2} = 0.01$
$\log_{10} 0.001 = -3$	કારણ કે $10^{-3} = 0.001$
અને $\log_{10} 1 = 0$	કારણ કે $10^0 = 1$

ઉપરના પરિણામો સૂચવે છે કે જો n એ 10 નો સંકલન (integral) ઘાત હોય, એટલે કે 1ની પાછળ કેટલાક શૂન્ય અથવા 1ની આગળ તરત જ આવતા શૂન્ય દશાંશ ચિહ્નની જમણી બાજુ આવે, તો n સહેલાઈથી મેળવી શકાય.

જો n , 10 ના આધારનો સંકલન ઘાત ન હોય, તો $\log n$ ની ગણતરી કરવી સહેલી નથી. પરંતુ ગણિતશાસ્ત્રીઓએ કેટલાક કોષ્ટકો બનાવ્યા છે જેમાંથી આપણે 1 થી 10 વચ્ચેની ધન સંખ્યાના લઘુગણકના અંદાજિત મૂલ્ય વાંચી શકીએ છીએ અને આ આપણા માટે કોઈપણ સંખ્યા જે દશાંશ રૂપમાં દર્શાવવામાં આવી હોય તેના લઘુગણક ગણવા માટે પૂરતા છે. આ હેતુ માટે આપણે હંમેશા આપેલ દશાંશને 10ના સંકલન ઘાતના અને 1 થી 10 વચ્ચેની સંખ્યાના ગુણાકાર તરીકે દર્શાવીએ છીએ.

દશાંશનું પ્રમાણિત સ્વરૂપ

આપણે કોઈપણ સંખ્યાને દશાંશ સ્વરૂપમાં દર્શાવી શકીએ છીએ, (i) 10 ના સંકલન ઘાત અને (ii) 1 અને 10 વચ્ચેની સંખ્યાને ગુણાકાર તરીકે રજૂ કરી શકીએ.

કેટલાંક ઉદાહરણો આપ્યા છે :

(i) 25.2, 10 અને 100 ની વચ્ચે રહે છે.

$$25.2 = \frac{25.2}{10} \times 10 = 2.52 \times 10^1$$

(ii) 1038.4, 1000 અને 10000 ની વચ્ચે રહે છે.

$$\therefore 1038.4 = \frac{1038.4}{1000} \times 10^3 = 1.0384 \times 10^3$$

(iii) 0.005, 0.001 અને 0.01 ની વચ્ચે રહે છે.

$$\therefore 0.005 = (0.005 \times 1000) \times 10^{-3} = 5.0 \times 10^{-3}$$

(iv) 0.00025, 0.0001 અને 0.001 ની વચ્ચે રહે છે.

$$\therefore 0.00025 = (0.00025 \times 10000) \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-4}$$

દરેક કિસ્સામાં આપણે દશાંશને 10ના ઘાત વડે ગુણીએ છીએ કે ભાગીએ છીએ. જેથી શૂન્ય વગરનો આંક દશાંશ ચિહ્નની ડાબી બાજુ આવે અને તે જ 10 ના ઘાતની વિપરિત પ્રક્રિયા કરીએ છીએ જેને અલગથી દર્શાવીએ છીએ.

આમ, કોઈપણ ધન દશાંશને આ રૂપમાં લખી શકાય.

$$n = m \times 10^p$$

જ્યાં પૂર્ણાંક (ધન, શૂન્ય અથવા ઋણ) છે અને $1 \leq m < 10$ આને “nનું પ્રમાણિત રૂપ” કહે છે.

કાર્યગત (Working) નિયમો

1. દશાંશ ચિહ્નને જરૂર હોય, તે પ્રમાણે ડાબી કે જમણીબાજુ ખસેડો જેથી શૂન્ય ન હોય, તે આંક દશાંશ ચિહ્નની ડાબી બાજુ આવે.
2. (i) જો તમે p સ્થાન ડાબી બાજુ ખસો, તો 10^p વડે ગુણો.
(ii) જો તમે p સ્થાન જમણી બાજુ ખસો, તો 10^{-p} વડે ગુણો.
(iii) જો તમે દશાંશ ચિહ્નથી બિલકુલ ખસો નહિ તો 10^0 વડે ગુણો.
(iv) હવે 10 ના ઘાતથી મળેલ નવો દશાંશ લખો (તબક્કો 2) જેથી આપેલા દશાંશનું પ્રમાણિત રૂપ મળશે.

પૂર્ણાંક (Characteristic) અને અપૂર્ણાંક (Mantissa)

nના પ્રમાણિત સ્વરૂપને ધ્યાને લો.

$$n = m \times 10^p \text{ જ્યાં, } 1 \leq m < 10$$

10 ના આધારનો લઘુગણક લેતાં અને લઘુગણકના નિયમોનો ઉપયોગ કરતાં,

$$\begin{aligned} \log n &= \log m + \log 10^p \\ &= \log m + p \log 10 \\ &= p + \log m \end{aligned}$$

અહિંયા, p પૂર્ણાંક છે. અને $1 \leq m < 10$ હોવાથી $0 \leq \log m < 1$ થાય. એટલે કે m, 0 અને 1 ની વચ્ચે રહે છે. જ્યારે $\log n$ ને $p + \log m$ તરીકે દર્શાવીએ, જ્યાં p પૂર્ણાંક છે અને $0 < \log m < 1$ છે. ત્યારે આપણે કહીએ છીએ કે p એ $\log n$ નો “પૂર્ણાંક” છે અને $\log m$ એ $\log n$ નો અપૂર્ણાંક છે. એ નોંધો કે પૂર્ણાંક હંમેશા પૂર્ણ આંક હોય છે - ધન, ઋણ અથવા શૂન્ય તથા અપૂર્ણાંક કદી ઋણ હોતો નથી અને તે હંમેશા 1 કરતાં ઓછો હોય છે. જો આપણે $\log n$ ના પૂર્ણાંક અને અપૂર્ણાંક શોધી શકીએ, તો $\log n$ મેળવવા માટે આપણે માત્ર તેમને ઉમેરવાના જ હોય છે.

આમ, $\log n$ શોધવા માટે આપણે નીચે પ્રમાણે કરવું પડશે.

1. n ને પ્રમાણિત રૂપમાં મૂકો જેમ કે,

$$n = m \times 10^p, 1 \leq m < 10$$

- આ અભિવ્યક્તિ (10 નો ઘાતાંક) માંથી $\log n$ નો p પૂર્ણાંક વાંચવામાંથી દૂર કરો.
- $\log m$ નેકોષ્ટકમાંથી મેળવો, જે નીચે સમજાવેલ છે.
- $\log n = p + \log m$ લખો.

જો n સંખ્યાનો પૂર્ણાંક p હોય, જેમ કે 2 અને અપૂર્ણાંશ 0.4133 હોય, તો $\log n = 2 + 0.4133$ થાય. જેને આપણે 2.4133 તરીકે લખીશું. ધારો કે સંખ્યા m નો પૂર્ણાંક p ને -2 કહો અને અપૂર્ણાંશને 0.4123 કહો તો $\log m = -2 + 0.4123$ થાય. આને આપણે -2.4123 તરીકે લખી શકીએ નહિ (શા માટે ?). આ મૂંઝવણ દૂર કરવા આપણે -2 ને આ પ્રમાણે લખીએ છીએ, $\log m = \bar{2}.4123$.

ચાલો, હવે આપણે અપૂર્ણાંશ શોધવા માટે લઘુગણકના કોષ્ટકનો કેવી રીતે ઉપયોગ કરીશું તે સમજાવે. પરિશિષ્ટના અંતે કોષ્ટક આપેલું છે.

કોષ્ટકનું અવલોકન કરો, દરેક આડી હરોળ બે અંકથી શરૂ થાય છે, 10, 11, 12, 97, 98, 99. દરેક ઊભા સ્તંભ એક અંકી સંખ્યાથી શરૂ થાય છે, 0, 1, 2,, 9. જમણી બાજુ આપણી પાસે એક વિભાગ છે જેને “સરેરાશ તફાવત” કહેવામાં આવે છે, જેમાં 9 સ્તંભો છે જેના મધ્યે 1, 2,, 9 દર્શાવેલા હોય છે.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7803	7810	7817	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7935	7945	7954	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	6	6
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

હવે ધારો કે આપણે $\log (6.234)$ નું મૂલ્ય શોધવું છે, તો 62 થી શરૂ થતી હરોળમાં જોવાનું શરૂ કરો. આ હરોળમાં મધ્યે 3 દર્શાવતા સ્તંભમાં રહેલા અંકને જૂઓ. તે અંક 7945 છે. આનો અર્થ એમ થાય કે,

$$\log (6.230) = 0.7945^*$$

પરંતુ આપણે તો $\log (6.234)$ જોઈએ છે. આથી આપણો જવાબ 0.7945 કરતાં સહેજ વધારે હશે. કેટલો વધારે ? આ આપણે સરેરાશ તફાવત વિભાગમાં જોઈશું. આપણો ચોથો અંક 4 છે. તેથી સરેરાશ તફાવતના વિભાગમાં મધ્યે 4 દર્શાવતા સ્તંભમાં જૂઓ (હરોળ 62 માં). આપણને સંખ્યા 3 મળશે. તેથી 3 ને 7945 માં ઉમેરો. આપણને 7948 મળશે. તેથી અંતે મળશે, $\log (6.234) = 0.7948$. બીજું ઉદાહરણ લો. $\log (8.127)$ શોધવા માટે આપણે 81 સંખ્યાવાળી હરોળમાં 2 સંખ્યાવાળા સ્તંભમાં જોઈએ તો આપણને 9096 મળે છે. આપણે તે જ હરોળમાં આગળ વધીશું અને સરેરાશ તફાવત 7 ની નીચે 4 મળશે. તેને 9096 માં ઉમેરીશું અને તેથી આપણને 9100 મળશે. તેથી, $\log (8.127) = 0.9100$

$\log n$ આપેલ હોય, તો n શોધવો

આપણે હજુ સુધી ધન સંખ્યા n આપેલી હોય તેનો $\log n$ શોધવાની પદ્ધતિની ચર્ચા કરી. હવે આપણે તેનાથી વિપરિત તરફ જઈએ, એટલે કે $\log n$ આપેલ હોય તો n શોધવો અને આ હેતુ માટેની પદ્ધતિ આપવી. જો $\log n = t$ તો, આપણે કોઈકવાર કહીએ છીએ $n = \text{antilog } t$. આથી આપણું કાર્ય એ છે કે t આપેલો છે અને તેનો પ્રતિલઘુગણક શોધવો. આ માટે આપણે તૈયાર આપેલા પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

ધારો કે $\log n = 2.5372$

n શોધવા માટે, સૌ પ્રથમ $\log n$ ના અપૂર્ણાંશ લો. આ કિસ્સામાં તે 0.5372 છે (ખાત્રી કરી કે તે ધન છે). આ સંખ્યાનો પ્રતિલઘુગણક લેવા માટે પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકનો ઉપયોગ લઘુગણક કોષ્ટકની જેમ જ કરો.

* જો કે અહીં નોંધવું જોઈએ કે કોષ્ટકમાં દર્શાવેલા મૂલ્યો ચોક્કસ હોતા નથી. તે માત્ર અંદાજિત મૂલ્યો હોય છે, જો કે આપણે સમાનતા માટેની નિશાની વાપરીએ છીએ જે તેઓ ચોક્કસ મૂલ્ય દર્શાવે છે તેવો પ્રભાવ પાડે છે. આવી સમાન પદ્ધતિ સંખ્યાના પ્રતિલઘુગણક માટે અનુસરી શકીએ છીએ.

આ પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકમાં 0.53 વાળી હરોળમાં 7 વાળા સ્તંભની હેઠળ 3443 મળે છે અને છેલ્લા અંક 2 માટે તે જ હરોળમાં સરેરાશ તફાવતના વિભાગમાં અંક 2 છે. આથી કોષ્ટક 3445 મૂલ્ય આપે છે. આથી,

$$\text{antilog}(0.5372) = 3.445$$

હવે $\log n = 2.5372$, $\log n$ નો પૂર્ણાંક 2 છે. તેથી n નું પ્રમાણિત સ્વરૂપ $n = 3.445 \times 10^2$ અથવા $n = 344.5$ થાય.

ઉદાહરણ 1

જો $\log x = 1.0712$ તો x શોધો.

ઉકેલ : પ્રતિ લઘુગણક કોષ્ટકમાંથી આપણને 0712 ને અનુવર્તી સંખ્યા 1179 મળે છે. $\log x$ નો પૂર્ણાંક 1 છે, તેથી મળશે,

$$x = 1.179 \times 10^1$$

$$= 11.79$$

ઉદાહરણ 2

જો $\log x = \bar{2}.1352$, તો x શોધો.

ઉકેલ : પ્રતિલઘુગણક કોષ્ટકમાંથી, આપણને 1352 ને અનુવર્તી સંખ્યા 1366 મળે છે. આ માટે પૂર્ણાંક $\bar{2}$ છે એટલે કે -2 . તેથી,

$$x = 1.366 \times 10^{-2} = 0.01366$$

સંખ્યાત્મક ગણતરીઓમાં લઘુગણકનો ઉપયોગ

ઉદાહરણ 1

6.3×1.29 શોધો.

ઉકેલ : ધારો કે $x = 6.3 \times 1.29$

$$\text{તો } \log x = \log (6.3 \times 1.29) = \log 6.3 + \log 1.29$$

હવે,

$$\log 6.3 = 0.7993$$

$$\log 1.29 = 0.1106$$

$$\log x = 0.9099$$

પ્રતિલઘુગણક લેતાં, $x = 8.127$

ઉદાહરણ 2

$$\frac{(1.23)^{1/3}}{11.2 \times 23.5} \text{ શોધો.}$$

$$\text{ઉકેલ : ધારો કે } x = \frac{(1.23)^{\frac{1}{3}}}{11.2 \times 23.5}$$

$$\text{તેથી } \log x = \log \frac{(1.23)^{\frac{3}{2}}}{11.2 \times 23.5}$$

$$= \frac{3}{2} \log 1.23 - \log (11.2 \times 23.5)$$

$$= \frac{3}{2} \log 1.23 - \log 11.2 - \log 23.5$$

હવે,

$$\log 1.23 = 0.0899$$

$$\frac{3}{2} \log 1.23 = 0.13485$$

$$\log 11.2 = 1.0492$$

$$\log 23.5 = 1.3711$$

$$\log x = 0.13485 - 1.0492 - 1.3711$$

$$= \bar{3}.71455$$

$$\therefore x = 0.005183$$

ઉદાહરણ 3

$$\sqrt{\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}} \text{ શોધો}$$

$$\text{ઉકેલ : ધારો કે, } x = \sqrt{\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}}}$$

$$\text{તેથી } \log x = \frac{1}{2} \log \left[\frac{(71.24)^5 \times \sqrt{56}}{(2.3)^7 \times \sqrt{21}} \right]$$

$$= \frac{1}{2} [\log (71.24)^5 + \log \sqrt{56} - \log (2.3)^7 - \log \sqrt{21}]$$

$$= \frac{5}{2} \log 71.24 + \frac{1}{4} \log 56 - \frac{7}{2} \log 2.3 - \frac{1}{4} \log 21$$

હવે, લઘુગણક કોષ્ટકનો ઉપયોગ કરતાં,

$$\log 71.24 = 1.8527, \quad \log 56 = 1.7482$$

$$\log 2.3 = 0.3617, \quad \log 21 = 1.3222$$

$$\therefore \log x = \frac{5}{2} (1.8527) + \frac{1}{4} (1.7482) - \frac{7}{2} (0.3617) - \frac{1}{4} (1.3222)$$

$$= 3.4723$$

$$\therefore x = 2967$$

ଅଧ୍ୟୁଗାଣକ

କୋଷ୍ଠକ 1

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	0212	0253	0294	0334	0374	5	9	13	17	21	26	30	34	38
											4	8	12	16	20	24	28	32	36
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4	8	12	16	20	23	27	31	35
											4	7	11	15	18	22	26	29	33
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	11	14	18	21	25	28	32
											3	7	10	14	17	20	24	27	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
											3	7	10	13	16	19	22	25	29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1614	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	19	22	25	28
											3	6	9	12	14	17	2	023	26
15	1791	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	9	11	14	17	20	23	26
											3	6	8	11	14	17	19	22	25
16	2041	2068	2098	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	6	8	11	14	16	19	22	24
											3	5	8	10	13	16	18	21	23
17	2304	2330	2365	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	3	5	8	10	13	15	18	20	23
											3	5	8	10	12	15	17	20	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	17	19	21
											2	4	7	9	11	14	16	18	21
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
											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	3540	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3675	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	4182	4200	4216	4232	4279	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	1548	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	5142	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5238	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	532	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5922	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	6235	6542	6551	6561	6571	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

લધુગણક

કોષ્ટક 1 ચાલુ

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	7127	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7530	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	6	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	8367	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	2	4	5	6
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	9267	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

પ્રતિલઘુગણક

કોષ્ટક ૨

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	1479	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

પ્રતિલઘુગણક

કોષ્ટક 2 ચાલુ

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	3513	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	4256	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	5	7	8	9	10
.69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	4	5	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	6082	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	7765	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	9186	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	9525	2	4	7	9	11	13	15	17	20
.98	9550	9575	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