પદ્ધતિ :

(i) એક શુષ્ક ઉત્કલન નળીમાં 1 mL એનિલીન લો. તેમાં 1 mL ગ્લેસિઅલ ઍસિટિક ઍસિડ ઉમેરો અને બંનેને સારી રીતે મિશ્ર કરો.

(ii) ઉપર્યુક્ત મિશ્રણમાં 1 mL એસિટાઇલ ક્લોરાઇડ થોડો-થોડો (એક વખતમાં 0.3 mL) ઉમેરો. મિશ્રણ ગરમ થશે. જો ઉત્કલન નળીને અડકી શકાય તેમ ન હોય તો તેને નળના પાણી નીચે ઠંડી કરો.

(iii) એસિટાઇલ ક્લોરાઇડના બધા જથ્થાના ઉમેરણ બાદ, આ મિશ્રણને ઉકળતા જળઉષ્મકમાં પાંચ મિનિટ માટે ગરમ કરો.

(iv) ઉત્કલન નળીને ઠંડી પાડો અને તેમાં સતત હલાવતા રહી બરફ જેવું ઠંડું પાણી (~10 mL) ઉમેરો.

(v) સફેદ પાઉડર તરીકે અલગ પડેલા એસિટેનિલાઇડને ગાળી લો અને તેને પાણી વડે ત્યાં સુધી ધુઓ કે જ્યાં સુધી ગાળણ લિટમસ પત્ર પ્રત્યે તટસ્થ ન બને.

(vi) અપરિષ્કૃત (crude) એસિટેનિલાઇડનું ગરમ પાણી દ્વારા સ્ફટિકીકરણ કરો. સફેદ ચળકતા સોયાકાર સ્ફટિકો મળે છે.

(vii) નીપજની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) અને તેનું ગલનબિંદુ નોંધો.

સાવચેતીઓ :

(a) જો એનિલીન વધારે ઘેરા રંગનું હોય તો પ્રયોગ કરતા પહેલાં તેને નિસ્યંદિત કરો, કારણ કે અશુદ્ધ એનિલીન નીપજની પ્રાપ્તિ ઘટાડે છે.

(b) સંપૂર્ણપણે શુષ્ક સાધનસામગ્રી વાપરો.

(c) એસિટાઈલ ક્લોરાઇડના ઉમેરણ દરમિયાન બહાર નીકળતી બાષ્પને શ્વાસમાં ન લો.

(d) સંપૂર્ણપણે શુષ્ક થયેલ અને પુનઃ સ્ફટિકીકરણ પામેલા નમૂનાનું ગલનબિંદુ માપો.

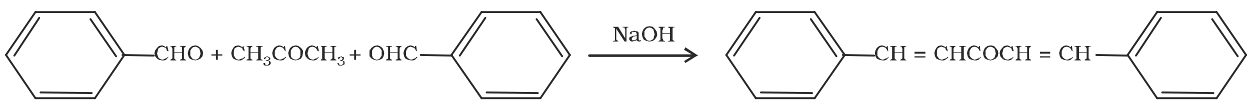
પ્રયોગ 10.2

હેતુ :

ડાયબેન્ઝાલએસિટોન (ડાયબેન્ઝાઈલિડીનએસિટોન) બનાવવો

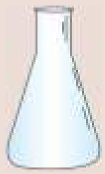
સિદ્ધાંત :

એલિફેટિક આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજનોનો α-હાઇડ્રૉજન પરમાણુ ઍસિડિક સ્વભાવનો હોવાના કારણે મંદ બેઈઝની હાજરીમાં આવું આલ્ડિહાઇડ અને કિટોન સંયોજન એક ઍરોમેટિક આલ્ડિહાઇડ સંયોજન સાથે સંઘનન કરીને α, β - અસંતૃપ્ત આલ્ડિહાઇડ અથવા કિટોન બનાવે છે. આ પ્રક્રિયાને **ક્લેસન સ્મિટ પ્રક્રિયા (Claisen - Schmidt reaction)** કહે છે. ઉદાહરણ તરીકે, બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ જલીય સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડની (NaOH) હાજરીમાં એસિટોન સાથે સંઘનન પામીને ડાયબેન્ઝાલએસિટોન બનાવે છે.



બેન્ઝાલ્ડિહાઇડ એસિટોન ડાયબેન્ઝાલએસિટોન

જરૂરી સામગ્રી :



- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (250 mL) : એક
- બીકર (250 mL) : એક
- ગળણી : એક
- ગલનબિંદુ માટેની સાધનસામગ્રી : એક

- ઈથેનોલ : 25 mL
- NaOH : 3.15 g
- બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ : 3.2 mL
- એસિટોન : 2.3 mL
- બરફ : જરૂરિયાત મુજબ
- ઈથાઈલ એસિટેટ : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

(i) એક 250 mLના બીકરમાં લીધેલા 25 mL ઈથેનોલ અને 30 mL નિસ્યંદિત પાણીના મિશ્રણમાં 3.15 g સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું દ્રાવણ બનાવો. બીકરને આશરે 20-25 °C તાપમાન જાળવી રાખેલા બરફ ભરેલા પાત્રમાં (ice bath) ઠંડું કરો.

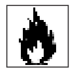
(ii) 3.2 mL બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ અને 2.3 mL એસિટોનનું મિશ્રણ બનાવો અને આ મિશ્રણના અડધા ભાગને ધીમે-ધીમે તબક્કા (i)માં બનાવેલા બરફ જેવા ઠંડા NaOHના દ્રાવણમાં સતત હલાવતા રહીને ઉમેરો. 1-2 મિનિટમાં પોચા અવક્ષેપ બનશે. આ મિશ્રણને ધીમે-ધીમે પંદર મિનિટ સુધી હલાવતા રહો.

(iii) 15 મિનિટ પછી બાકી રહેલા બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ અને એસિટોનના મિશ્રણને ઉમેરો અને વધુ 30 મિનિટ સુધી મિશ્રણને હલાવો.

(iv) આ રીતે મળતા આછા પીળા રંગના ઘન પદાર્થને ગાળો અને ઠંડા પાણી વડે ધુઓ. તેને શુષ્ક કરો અને તેના ઓછા જથ્થાનું ઈથેનોલ અથવા ઈથાઈલ એસિટેટ દ્વારા પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરો.

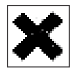
(v) નીપજની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) અને તેનું ગલનબિંદુ નોંધો.

ઈથેનોલ

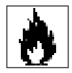


NaOH

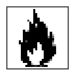
બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ



એસિટોન



ઈથાઈલ એસિટેટ



પરિણામ :

(a) ડાયબેન્ઝાલએસિટોનની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) .... g છે.

(b) ડાયબેન્ઝાલએસિટોનનું ગલનબિંદુ .... °C છે.

સાવચેતીઓ :

(a) જ્યારે પ્રક્રિયા મિશ્રણને હલાવતા હોવ ત્યારે તાપમાન આશરે 20 °C જાળવો.

(b) હંમેશાં તાજો નિસ્યંદિત કરેલો બેન્ઝાલ્ડિહાઈડ અથવા નવી બોટલ ખોલીને મેળવેલ નમૂનાનો ઉપયોગ કરો.

પ્રયોગ 10.3

હેતુ :

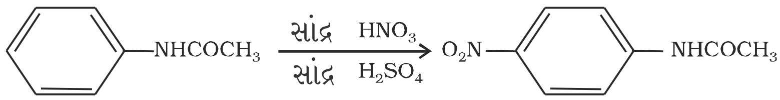
p - નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડ બનાવવો.

સિધ્ધાંત :

સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ અને સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના મિશ્રણનો નાઇટ્રેશનકર્તા તરીકે ઉપયોગ કરી એસિટેનિલાઇડના નાઈટ્રેશન દ્વારા *p* - નાઈટ્રોએસિટેનિલાઈડ બનાવવામાં આવે છે. ઉપરોક્ત બે ઍસિડ સંયોજનોનું મિશ્રણ નાઇટ્રોનિયમ આયન (NO_2^+) મુક્ત કરે છે, જે આ પ્રક્રિયામાં ઇલેક્ટ્રોન અનુરાગી પ્રક્રિયક તરીકે વર્તે છે.

$$HNO_3 + 2H_2SO_4 \longrightarrow \qquad + H_3O^+ + 2HSO_4^-$$

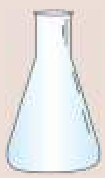
નાઈટ્રોનિયમ આયન એનિલાઈડ સમૂહ ધરાવતા બેન્ઝિન વલયના મુખ્યત્વે પેરા સ્થાન પર હુમલો કરીને મુખ્ય નીપજ તરીકે *p* - નાઇટ્રોએસિટેનિલાઈડ બનાવે છે. આ એરોમેટિક ઇલેક્ટ્રોન અનુરાગી વિસ્થાપન પ્રક્રિયાનું એક ઉદાહરણ છે.



એસિટેનિલાઇડ

p - નાઇટ્રોએસિટેનિલાઈડ
(મુખ્ય નીપજ)

જરૂરી સામગ્રી :



- બીકર (100 mL) : એક
- ગળણી : એક
- કાચનો સળિયો : એક
- બરફ રાખેલું પાત્ર : એક

- એસિટેનિલાઈડ : 2 g
- ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડ : 2 mL
- સાંદ્ર H_2SO_4 : 5 mL
- સાંદ્ર HNO_3 : 1.5 mL
- બરફ : જરૂરિયાત મુજબ
- ઈથેનોલ / મિથેનોલ : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

એસિટિક ઍસિડ ગંભીર રીતે દઝાડે છે.

(i) 2 g એસિટેનિલાઈડને 100 mL બીકરમાં લીધેલા 2 mL ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડમાં ઓગાળો.

(ii) ઉપરોક્ત મિશ્રણમાં 4 mL સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડને મિશ્રણ હલાવતા રહી ધીમેધીમે ઉમેરો. મિશ્રણ ગરમ થશે અને પારદર્શક દ્રાવણ મળે છે. પ્રક્રિયા મિશ્રણને 0-5 ^{0}C તાપમાન જાળવી રાખેલા બરફ ભરેલા પાત્રમાં ઠંડું કરો.

(iii) 1.0 mL સાંદ્ર HNO_3 અને 1.0 mL સાંદ્ર H_2SO_4ના ઠંડા મિશ્રણને ઘટ્ટ પ્રક્રિયા મિશ્રણમાં ટીપે ટીપે સતત હલાવતા રહીને ઉમેરો, જેથી પ્રક્રિયા મિશ્રણનું તાપમાન 10 ^{0}Cથી વધી ન જાય.

(iv) બીકરને બરફ ભરેલા પાત્રમાંથી દૂર કરો અને પ્રક્રિયા મિશ્રણને ઓરડાના તાપમાને આવવા દો. તેને 30 મિનિટ સુધી ઓરડાના તાપમાને રહેવા દો. પ્રક્રિયા મિશ્રણને સતત હલાવો અને તેને 100 g બરફની છીણ (Curshed ice) પર રેડો.

(v) મિશ્રણને ખૂબ હલાવો અને મળતા સંયોજનને ગાળી લો.

(vi) આ સંયોજનને ઠંડા પાણી વડે ધુઓ અને તેને શુષ્ક કરો.

(vii) આછા પીળા રંગના ઘન પદાર્થના ઓછા જથ્થાનું આલ્કોહૉલ દ્વારા પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરો. *p*-નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડના રંગવિહીન સ્ફટિકો મળે છે. થોડી માત્રામાં બનેલો પીળો ઓર્થો-નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડ માતૃદ્રાવણમાં ઓગળેલો રહે છે.

(viii) નીપજની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) અને શુદ્ધ સંયોજનનું ગલનબિંદુ નોંધો.

પરિણામ :

(a) *p* - નાઇટ્રોએસિટેનિલાઈડની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) .... g છે.

(b) *p* - નાઇટ્રોએસિટેનિલાઈડનું ગલનબિંદુ .... ^{0}C છે.

સાવચેતીઓ :

(a) નાઇટ્રેશનકર્તા મિશ્રણને ઉમેરતા સમયે પ્રક્રિયા મિશ્રણનું તાપમાન 10 °Cથી વધવા ન દો.

(b) એસિટેનિલાઇડના દ્રાવણમાં સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ અને સલ્ફ્યુરિક ઍસિડના મિશ્રણને ધીમેથી અને કાળજીપૂર્વક ઉમેરો.

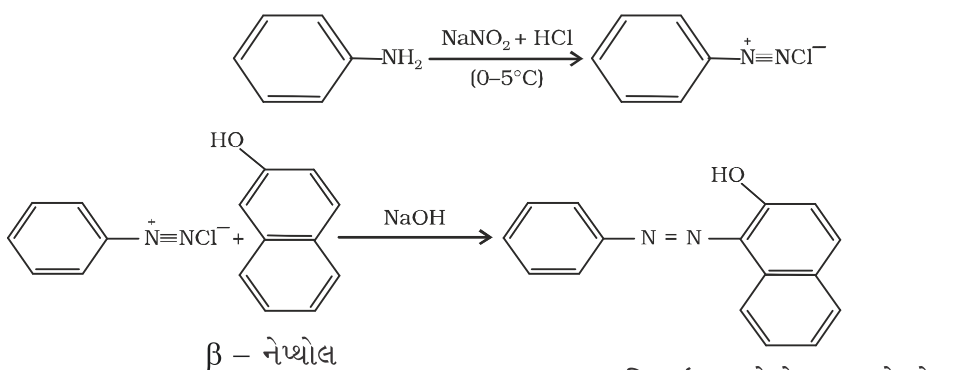
પ્રયોગ 10.4

હેતુ :

ફિનાઈલ - એઝો - β – નેપ્થોલ (એઝોરંગક) બનાવવો.

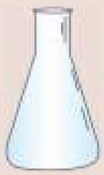
સિદ્ધાંત :

એનિલીન એક ઍરોમેટિક પ્રાથમિક એમાઈન છે. જ્યારે તેની 0-5 °C તાપમાને નાઇટ્રસ ઍસિડ સાથે પ્રક્રિયા કરવામાં આવે છે ત્યારે તે ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર બનાવે છે. નાઇટ્રસ ઍસિડને સોડિયમ નાઇટ્રાઇટની હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડ સાથેની પ્રક્રિયાથી સ્વસ્થાને બનાવવામાં આવે છે. આ પ્રક્રમને **ડાયએઝોટાઈઝેશન** કહે છે. આ ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર β–નેપ્થોલના બેઝિક દ્રાવણ સાથે યુગ્મિત થઈને નારંગી-લાલ એઝો રંગક બનાવે છે.



ફિનાઈલ - એઝો - β – નેપ્થોલ
(નારંગી-લાલ રંગક)

જરૂરી સામગ્રી :

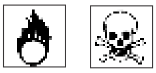


- બીકર (250 mL) : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- કાચનો સળિયો : એક
- થરમૉમિટર (210 °C) : એક
- ગાળણપત્ર : જરૂરિયાત મુજબ
- ગળણી : એક
- ગલનબિંદુ માટેની સાધનસામગ્રી : એક

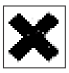
- એનિલીન : 2 mL
- સાંદ્ર HCl : 6.5 mL
- સોડિયમ નાઇટ્રાઈટ : 1.6 g
- β–નેપ્થોલ : 3.2 g
- સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ : 2.0 g
- ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડ : 12 mL
- બરફ : જરૂરિયાત મુજબ
- નિસ્યંદિત પાણી : જરૂરિયાત મુજબ

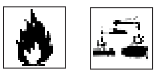
એનિલીન

HCl

સોડિયમ નાઇટ્રાઇટ 

સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડ

β – નેપ્થોલ 

એસિટિક ઍસિડ ગંભીર રીતે દઝાડે છે. 

પદ્ધતિ :

(i) 100 mLના બીકરમાં 6.5 mL સાંદ્ર હાઇડ્રૉક્લારિક ઍસિડ લો. તેને 6.5 mL પાણી વડે મંદ કરો અને 2 mL એનિલીન તેમાં દ્રાવ્ય કરો.

(ii) ઉપર્યુક્ત મિશ્રણવાળા બીકરને 0-5 °C તાપમાન જાળવી રાખેલા બરફ ભરેલા પાત્રમાં રાખીને તેમાંના મિશ્રણને ઠંડું કરો.

(iii) 8 mL પાણીમાં 1.6 g સોડિયમ નાઇટ્રાઇટના બનાવેલા દ્રાવણના ઉમેરણ દ્વારા ઉપર્યુક્ત મિશ્રણનું ડાયએઝોટાઈટેશન કરો.

(iv) 3.2 g β–નેપ્થોલને 18 mL 10 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવણમાં ઓગાળો. તેમાં 25 g બરફના નાના ટુકડા ઉમેરો.

(v) β–નેપ્થોલના દ્રાવણને વધુ સમય હલાવો અને દ્રાવણને સતત હલાવતા રહી તેમાં ખૂબ ઠંડા કરેલા ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડના દ્રાવણને ખૂબ જ ધીમે-ધીમે ઉમેરો.

(vi) ફિનાઇલ - એઝો - β–નેપ્થોલનો નારંગી લાલ રંગક બને છે.

(vii) આ મિશ્રણને બરફ પાત્રમાં 30 મિનિટ સુધી રહેવા દો. સમયાંતરે તેને હલાવતા રહો.

(viii) મળેલાં સ્ફટિકોને ગાળો અને ઠંડા પાણી વડે તેમને સારી રીતે ધુઓ.

(ix) અપરિષ્કૃત નીપજના ચોથા ભાગનું ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડ વડે પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરો.

(x) પુનઃ સ્ફટિકીકરણ પામેલા નમૂનાને ગાળો, એસિટિક ઍસિડને દૂર કરવા માટે થોડા આલ્કોહૉલ વડે સ્ફટિકોને ધુઓ. પુનઃ સ્ફટિકીકરણ પામેલા નમૂનાને ગાળણપત્રની ગડીઓ વચ્ચે શુષ્ક કરો.

(xi) નીપજની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) અને સંયોજનનું ગલનબિંદુ નોંધો.

પરિણામ :

(a) ફિનાઇલ - એઝો - β – નેપ્થોલની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) .... g છે.

(b) ફિનાઇલ - એઝો - β – નેપ્થોલનું ગલનબિંદુ .... °C છે.

સાવચેતીઓ :

(a) ડાયએઝોટાઈઝેશન દરમિયાન તાપમાનનો ગાળો 0-5 °Cનો જાળવો.

(b) રંગક બનાવવા માટે હંમેશાં ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઈડના દ્રાવણને બેઝિક β–નેપ્થોલમાં ઉમેરો, પરંતુ તેનાથી વિપરીત નહિ.

(c) ગલનબિંદુના માપન માટે પુનઃ સ્ફટિકીકરણ પામેલા નમૂનાને સંપૂર્ણપણે શુષ્ક કરો.

***નોંધ :** એઝો રંગક સંશ્લેષણ મુખ્યત્વે એટલું જથ્થાત્મક હોય છે કે તેથી પ્રક્રિયકોનો જથ્થો સમીકરણો મુજબ લેવો જોઈએ. કેટલાક પ્રક્રિયકોના વધુ પડતા પ્રમાણના કારણે બિનવપરાયેલા પદાર્થનું વિઘટન થઈ શકે છે અને ડામર (tar) પદાર્થ બને છે.*

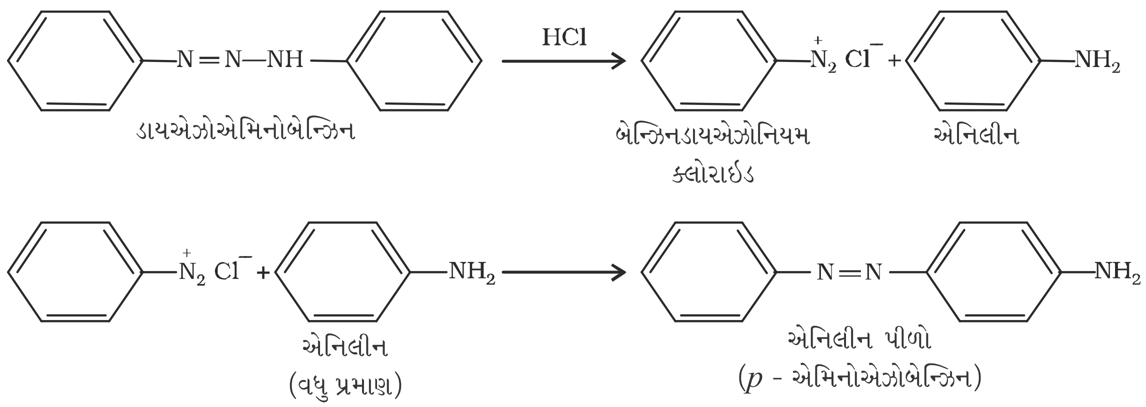
પ્રયોગ 10.5

હેતુ :

એનિલીન પીળો (p - એમિનો-એઝોબેન્ઝિન) બનાવવો

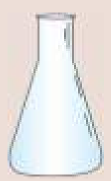
સિદ્ધાંત :

એનિલીનની દ્રાવક તરીકેની હાજરીમાં ડાયએઝોએમિનોબેન્ઝિનની એનિલીન હાઈડ્રૉક્લોરાઈડના થોડા જથ્થા સાથેની પુનર્વિન્યાસ પ્રક્રિયા દ્વારા p - એમિનો બેન્ઝિનને વધુ જથ્થામાં બનાવી શકાય છે. આ પરિવર્તનનું રસાયણવિજ્ઞાન નીચે મુજબ છે :



ઉપર્યુક્ત પ્રક્રિયાને માત્ર નિર્બળ ઍસિડિક પરિસ્થિતિઓમાં જ કરવામાં આવે છે.

જરૂરી સામગ્રી :



• કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL)	: એક	• ડાયએઝોએમિનોબેન્ઝિન	: 3 g
• થરમૉમિટર	: એક	• એનિલીન	: 7 mL
• ગળણી	: એક	• એનિલીન હાઈડ્રૉક્લોરાઈડ	: 1.5 g
• ગલનબિંદુ માટેની સાધનસામગ્રી	: એક	• ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડ	: 9 mL
• જળઉષ્મક	: એક	• કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ	: 9 mL

એનિલીન

એસિટિક ઍસિડ ગંભીર રીતે દઝાડે છે

કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ

પદ્ધતિ :

(i) 100 mLના કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં લીધેલા 7 mL એનિલીનમાં 3 g ડાયએઝોએમિનોબેન્ઝિનના બારિક પાઉડરને ઓગાળો.

(ii) ઉપર્યુક્ત મિશ્રણમાં 1.5 g એનિલીન હાઇડ્રૉક્લોરાઇડના બારિક પાઉડરને ઉમેરો.

(iii) મિશ્રણને થોડા-થોડા સમયે હલાવતા રહીને જળઉષ્મક પર 40-45 °C તાપમાને એક કલાક સુધી ગરમ કરો.

(iv) જળઉષ્મકમાંથી ફ્લાસ્કને દૂર કરો અને તે પ્રક્રિયા મિશ્રણને ઓરડાના તાપમાને 30 મિનિટ સુધી સ્થિર સ્થિતિમાં રહેવા દો.

(v) વધુ પ્રમાણમાં એનિલીનને તેના પાણીમાં દ્રાવ્ય એસિટેટ સંયોજનમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે 9 mL ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડને તેટલા જ કદના પાણીમાં મંદ કરીને પ્રક્રિયા મિશ્રણને સતત હલાવતા રહો.

(vi) મિશ્રણને 15 મિનિટ સુધી રહેવા દો. થોડા-થોડા સમયે મિશ્રણને હલાવતા રહો.

(vii) *p*-એમિનોએઝોબેન્ઝિનને ગાળો, થોડા ઠંડા પાણી વડે ધુઓ અને ગાળણપત્રની ગડીઓ વચ્ચે તેને શુષ્ક કરો.

(viii) અપરિષ્કૃત *p* - એમિનોએઝોબેન્ઝિનના થોડા જથ્થાનું કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ દ્વારા પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરો.

(ix) નીપજની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) અને *p*-એમિનોએઝોબેન્ઝિનનું ગલનબિંદુ નોંધો.

પરિણામ :

p - એમિનોએઝોબેન્ઝિનની પ્રાપ્તિ (જથ્થો) .... g છે અને તેનું ગલનબિંદુ .... °C છે.

સાવચેતીઓ :

(a) પ્રક્રિયા મિશ્રણનું તાપમાન આશરે 40-50 °C જેટલું જાળવો.

(b) અપરિષ્કૃત નીપજને પાણીના થોડા-થોડા જથ્થાથી વારંવાર ધુઓ.

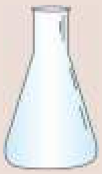
(c) સંપૂર્ણપણે શુષ્ક નમૂનાનું ગલનબિંદુ નોંધો.

એનિલીન પીળો બનાવવા માટેની વૈકલ્પિક પદ્ધતિ

સિદ્ધાંત :

એનિલીન પીળાને પણ ફિનાઈલ - એઝો - β – નેપ્થોલની જેમ સીધા જ ડાયએઝોટાઈઝેશન અને યુગ્મન દ્વારા બનાવી શકાય છે. જોકે ડાયએઝોનિયમ ક્ષારનું એનિલીન અથવા અન્ય કોઈ ઍરોમેટિક એમાઈન સાથેનું યુગ્મન નિર્બળ ઍસિડિક માધ્યમમાં કરવામાં આવે છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- ગળણી : એક
- કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) : એક
- થરમૉમિટર : એક
- ગલનબિંદુ માટેની સાધનસામગ્રી : એક

- એનિલીન : 6 mL
- 1.0 M HCl : 4 mL
- કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

(i) 2 mL એનિલીનનો ઉપયોગ કરીને ફિનાઇલ-એઝો β – નેપ્થોલ રંગકની બનાવટ માટે વર્ણવેલ પદ્ધતિ (જુઓ પ્રયોગ 10.4) મુજબ બેન્ઝિન ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડનું દ્રાવણ બનાવો.

(ii) 4 mL 1.0 M HClમાં 4 mL એનિલીનનું દ્રાવણ બનાવો.

(iii) એનિલીન હાઇડ્રૉક્લૉરાઇડના ઠંડા દ્રાવણને ધીમે-ધીમે બેન્ઝિન ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડના ઠંડા દ્રાવણમાં ઉમેરો.

(iv) પીળા સંયોજનને ગાળો અને તેને ગાળણપત્રની ગડીઓ વચ્ચે શુષ્ક કરો.

(v) અપરિષ્કૃત નમૂનાના થોડા જથ્થાનું કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ દ્વારા પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરો તથા નીપજની પ્રાપ્તિ (જથ્થા) અને ગલનબિંદુ નોંધો.

એનિલીન

કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઈડ

HCl

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) એસિટાઇલેશન પ્રક્રિયા માટે એસિટિક એનહાઇડ્રાઇડને એસિટાઇલ ક્લોરાઇડની સાપેક્ષે શા માટે વધુ પસંદ કરવામાં આવે છે ?

(ii) *p*-નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડની બનાવટમાં અન્ય અલ્પનીપજ (Minor product) કઈ બને છે ? આ સંયોજન કયું છે અને તેને *p*-નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડથી કેવી રીતે અલગ કરી શકાય છે ?

(iii) શું પ્રક્રિયા દ્વારા મળેલા સંયોજનનું પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કરવું આવશ્યક છે ? શા માટે ? સમજાવો.

(iv) કાર્બનિક સંયોજનનું પુનઃ સ્ફટિકીકરણ કેવી રીતે કરવામાં આવે છે ?

(v) એસિટાઇલેશનમાં એસિટિક ઍસિડ અથવા પિરિડીનની શું ભૂમિકા હોય છે ?

(vi) અપરિષ્કૃત ઘન સંયોજનને કેવી રીતે શુદ્ધ કરવામાં આવે છે ?

(vii) નીચે દર્શાવેલાં સંયોજનો પૈકી કોની સાથે ડાયએઝોટાઇઝેશન કર્યા બાદ β–નેપ્થોલ સાથે યુગ્મન કરવાથી એઝોરંગક બનશે ?
(a) *p* - ટોલ્યુડિન (b) બેન્ઝાઇલએમાઇન (c) N - મિથાઇલએનિલીન

(viii) સામાન્ય રીતે ડાયએઝોનિયમ ક્લોરાઇડ સંયોજનો શા માટે પાણીમાં દ્રાવ્ય હોય છે ?

(ix) પ્રયોગશાળામાં મિથાઈલ ઓરેન્જને કેવી રીતે બનાવવામાં આવે છે ?

(x) ફિનોલ અને એનિલીનને રાસાયણિક રીતે કેવી રીતે વિભેદિત કરી શકાય છે ?

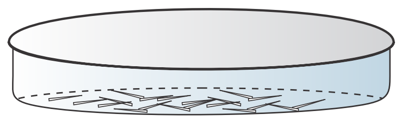
(xi) એનિલીન હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડમાં દ્રાવ્ય છે જ્યારે પાણીમાં તે અદ્રાવ્ય છે. શા માટે ?

(xii) એનિલીન, એમોનિયા કરતાં શા માટે નિર્બળ બેઈઝ છે ?

(xiii) ઍરોમેટિક એમાઈન સંયોજનોથી વિપરીત એલિફેટિક એમાઈન સંયોજનો સ્થાયી ડાયએઝોનિયમ ક્ષાર બનાવતા નથી. શા માટે ?

એકમ 11

કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન સંયોજનોની કસોટીઓ
(Tests for Carbohydrates, Fats and Proteins)



પ્રયોગ 11.1

શુદ્ધ સ્વરૂપમાં રહેલા કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન સંયોજનોની લાક્ષણિકતાઓનો અભ્યાસ અને આપેલા ખાદ્યપદાર્થોમાં તેમની હાજરીની પરખ.

1. શુદ્ધ સ્વરૂપમાં રહેલા કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન સંયોજનોની કસોટી

A. કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનો માટેની કસોટીઓ

સિદ્ધાંત :

કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનો પ્રકાશક્રિયાશીલ પોલિહાઈડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઈડ સંયોજનો, પોલિહાઈડ્રૉક્સિ કિટોન સંયોજનો અથવા એવાં સંયોજનો છે કે જેના જળવિભાજનથી આવા એકમો નીપજે છે. સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ અને શર્કરાઓ કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોના જાણીતા ઉદાહરણો છે. કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોને તેમના જળવિભાજનથી મળતા પોલિહાઈડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઈડ અથવા કિટોન એકમોની સંખ્યાના આધારે વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. ત્રણ મુખ્ય વર્ગો નીચે દર્શાવ્યા મુજબના છે :

(i) *મોનોસેકેરાઈડ સંયોજનો* : આ સંયોજનો વધુ આગળ પોલિહાઈડ્રૉક્સિ આલ્ડિહાઈડ અથવા કિટોન સંયોજનોમાં જળવિભાજન પામતા નથી.

(ii) *ઓલિગોસેકેરાઈડ સંયોજનો* : આ સંયોજનો જળવિભાજન દ્વારા 2-10 મોનોસેકેરાઈડ એકમો નીપજાવે છે. આ પૈકી ડાયસેકેરાઈડ સંયોજનો વધુ સામાન્ય છે, જે બે મોનોસેકેરાઈડ એકમો નીપજાવે છે.

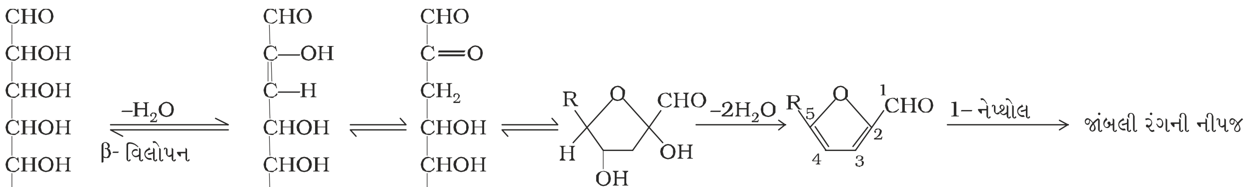
(iii) *પોલિસેકેરાઈડ સંયોજનો* : આ સંયોજનો જળવિભાજન દ્વારા મોટી સંખ્યામાં મોનોસેકેરાઈડ એકમો નીપજાવે છે.

મોનોસેકેરાઈડ સંયોજનોનું વધુ આગળ વર્ગીકરણ તેમનામાં હાજર રહેલા કાર્બન પરમાણુઓની સંખ્યા અને ક્રિયાશીલ સમૂહના આધારે કરવામાં આવે છે. જો મોનોસેકેરાઈડ સંયોજનો આલ્ડિહાઈડ સમૂહ ધરાવતા હોય તો તે **આલ્ડોઝ** કહેવાય છે. જો કિટો સમૂહ ધરાવે તો તેને **કિટોઝ** કહેવાય છે. **કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનોના બધા વર્ગો મોલિશ કસોટી (Molisch's test) આપે છે.** જે કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનો સ્વાદમાં મીઠાં હોય છે તે શર્કરાઓ કહેવાય છે. ગ્લુકોઝ, ફ્રુકટોઝ (ફળશર્કરા) અને સુક્રોઝ (ખાંડ) શર્કરાઓનાં ઉદાહરણો છે. શર્કરાઓને બે મુખ્ય પ્રકારો : રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓ અને બિનરિડક્શનકર્તા શર્કરાઓમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે. શર્કરાઓનાં રિડક્શનકર્તા ગુણધર્મને ત્રણ કસોટીઓ ફેહલિંગ કસોટી, બેનેડિક્ટ કસોટી અને ટોલેન્સ કસોટી દ્વારા પારખી શકાય છે.

ગ્લુકોઝ, ફ્રુકટોઝ અને સુક્રોઝના 1 % ધરાવતા સંગ્રહ દ્રાવણને જુદા-જુદા બીકરમાં બનાવો તથા દરેક દ્રાવણને A, B, C અને D વગેરેથી ચિહ્નિત કરેલી કસનળીઓમાં વહેંચો અને નીચે દર્શાવેલી કસોટીઓ કરો.

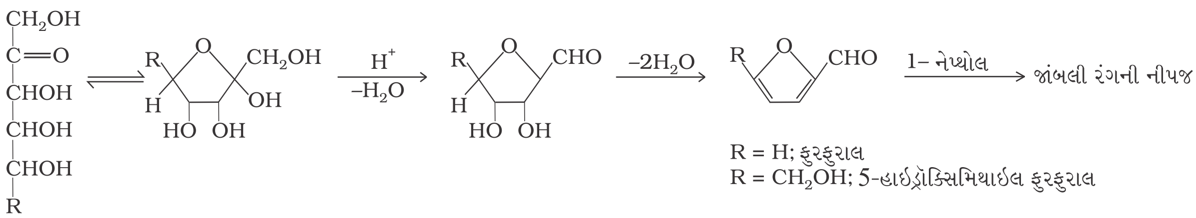
I. મોલિશ કસોટીનો સિદ્ધાંત

1-નેપ્થોલનું આલ્કોહૉલિય દ્રાવણ ધરાવતા કાર્બોહાઇડ્રેટના જલીય દ્રાવણમાં સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરતા બે પ્રવાહીઓના સંગમ સ્થાને ઘેરો જાંબલી રંગ જોવા મળે છે. સાંદ્ર સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ કાર્બોહાઇડ્રેટના ગ્લાયકોસિડિક બંધનું જળવિભાજન કરીને મોનોસેકેરાઈડ સંયોજનો બનાવે છે, જેઓ ફુરફુરાલ તરીકે ઓળખાતા એક આલ્ડિહાઇડમાં નિર્જળીકરણ પામે છે, જે 1-નેપ્થોલ સાથે પ્રક્રિયા કરીને ઘેરા જાંબલી રંગની અસ્થાયી સંઘનન નીપજ બનાવે છે. આ કસોટી કેટલાંક અન્ય કાર્બનિક સંયોજનો પણ આપે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ થાય છે :



R = H; ફુરફુરાલ
R = CH_2OH; 5-હાઇડ્રૉક્સિમિથાઇલ ફુરફુરાલ

R = H; આલ્ડોપેન્ટોઝ
R = CH_2OH; આલ્ડોહેક્સોઝ



R = H; ફુરફુરાલ
R = CH_2OH; 5-હાઇડ્રૉક્સિમિથાઇલ ફુરફુરાલ

R = H; કિટોપેન્ટોઝ
R = CH_2OH; કિટોહેક્સોઝ

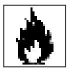
જરૂરી સામગ્રી :

- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક

- ગ્લુકોઝ, ફ્રુક્ટોઝ, ખાંડ (સુક્રોઝ) : જરૂરિયાત મુજબ
- 1-નેપ્થોલનું આલ્કોહૉલિય દ્રાવણ : જરૂરિયાત મુજબ
- સાંદ્ર H_2SO_4 : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

કસનળી 'A'માં 1 % 1-નેપ્થોલના આલ્કોહૉલિય દ્રાવણનાં 2-3 ટીપાં ઉમેરો. ત્યાર બાદ તેમાં 2 mL સાંદ્ર H_2SO_4ને કસનળીની દીવાલને અડકાડીને રેડો, જેથી કસનળીના તળિયે અલગ સ્તર બનાવે છે. બે સ્તરોના સંગમસ્થાને રચાતું જાંબુડિયા રંગનું વલય કાર્બોહાઇડ્રેટ સંયોજનોની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

આલ્કોહૉલ 

H_2SO_4

જોખમી ચેતવણી

- *1-નેપ્થોલની ઊંચી સાંદ્રતા શરીરની બધી પેશીઓ માટે આત્યંતિક વિનાશક છે.*

II રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓની કસોટીનો સિદ્ધાંત

A. ફેહલિંગ કસોટી અને બેનેડિક્ટ કસોટી

આલ્કલાઇન દ્રાવણમાં કૉપર હાઇડ્રૉક્સાઇડના નિલંબનને ગરમ કરતા કાળો કૉપર (II) ઑક્સાઇડ બને છે.

$$Cu(OH)_2 \longrightarrow CuO + H_2O$$

કૉપર (II) ઑક્સાઇડ (કાળો)

જો પ્રક્રિયા માધ્યમમાં કોઈ રિડક્શનકર્તા હાજર હોય તો નારંગી-લાલ રંગનો કૉપર (I) ઑક્સાઇડ અવક્ષેપિત થાય છે.

$$2Cu(OH)_2 \longrightarrow Cu_2O + 2H_2O + [O]$$

કૉપર (I) ઑક્સાઇડ (નારંગી-લાલ)

રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓ આલ્ડિહાઇડ સમૂહ અથવા α - હાઇડ્રૉક્સિ કિટોન સમૂહ ધરાવે છે તેથી આલ્કલાઇન માધ્યમમાં Cu^{2+} આયનોનું રિડક્શન થાય છે. પરંતુ જો પ્રક્રિયા સીધી આલ્કલીની હાજરીમાં કરવામાં આવે તો કૉપર (II) હાઇડ્રૉક્સાઇડ અવક્ષેપિત થાય છે. આ મુશ્કેલીના નિવારણ માટે, કૉપર (II) આયનોનું ટાર્ટરેટ આયનો (ફેહલિંગ પ્રક્રિયક) અથવા સાઇટ્રેટ આયનો (બેનેડિક્ટ પ્રક્રિયક) સાથે સંકીર્ણ સંયોજન બનાવવામાં આવે છે. બંને સંકીર્ણ આયનો આલ્કલાઇન માધ્યમમાં દ્રાવ્ય છે અને તે Cu^{2+} આયનોની એટલી નીચી સાંદ્રતા ઉત્પન્ન કરે છે કે જે ક્યુપ્રિક હાઇડ્રૉક્સાઇડના દ્રાવ્યતા ગુણાકાર સુધી પહોંચતી નથી.

રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓ ફેહલિંગ પ્રક્રિયક સાથે નીચે દર્શાવ્યા મુજબ પ્રક્રિયા કરે છે :

$$RCHO + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow RCOO^- + Cu_2O + 3H_2O$$

(નારંગી-લાલ અવક્ષેપ)

NaOH (aq)

Cu^{2+} આયનોના કારણે જોવા મળતા વાદળી રંગનું દૂર થવું અને Cu_2Oના નારંગી-લાલ અવક્ષેપનું બનવું તે શર્કરાઓનો રિડક્શનકર્તા ગુણધર્મ સૂચવે છે.

$$\text{D-ગ્લુકોઝ} + Cu^{2+}\ (\text{સાઇટ્રેટ}) \xrightarrow{Na_2CO_3(aq)} \text{D-ગ્લુકોનિક ઍસિડ} + Cu_2O$$

(નારંગી-લાલ અવક્ષેપ)

$$\text{D-માલ્ટોઝ} + Cu^{2+}\ (\text{ટાર્ટરેટ}) \xrightarrow{NaOH\ (aq)} \text{D-માલ્ટોબાયોનિકઍસિડ} + Cu_2O$$

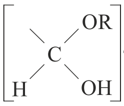
(નારંગી-લાલ અવક્ષેપ)

$$\text{સુક્રોઝ (ડાયસેકેરાઇડ)} \xrightarrow[\text{દ્રાવણ}]{\text{ફેહલિંગ}} \text{પ્રક્રિયા થતી નથી.}$$

કેટલીક વખત ક્યુપ્રસ અવક્ષેપ પીળા ક્યુપ્રસ હાઇડ્રૉક્સાઇડ તરીકે બને છે, પરંતુ તેને સહેજ ગરમ કરતાં તે નારંગી-લાલ કૉપર (I) ઑક્સાઇડમાં રૂપાંતર પામે છે.

કેટલાક કિસ્સાઓમાં, આ પ્રક્રિયાને રુધિર અને પેશાબ વગેરેમાં રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓના માપન માટે જથ્થાત્મક વૈશ્લેષિક પ્રક્રમ તરીકે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

બધા મોનોસેકેરાઇડ રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓ છે. મુક્ત હેમી-એસિટાલ સમૂહ



ધરાવતી ડાયસેકેરાઈડ શર્કરાઓ પણ નિર્બળ રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓ છે.

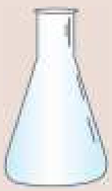
કુદરતી રીતે મળતી મોટા ભાગની ડાયસેકેરાઈડ શર્કરાઓ રિડક્શનકર્તા શર્કરાઓ છે (સુક્રોઝ અપવાદ છે.)

B. ટોલેન્સ કસોટી

ટોલેન્સ પ્રક્રિયક સિલ્વર નાઈટ્રેટનું એમોનિયામય દ્રાવણ છે. રિડક્શનકર્તા શર્કરા સિલ્વર આયનોનું ધાત્વીય સિલ્વરમાં રિડક્શન કરે છે, જે કસનળીની અંદરની સપાટી પર જમા થઈને રજત દર્પણ (Silver mirror) બનાવે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ થાય છે :

$$RCHO + 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 2OH^- \longrightarrow 2Ag + RCOONH_4 + H_2O + 3NH_3$$

જરૂરી સામગ્રી :



- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક
- જળઉષ્મક : એક
- બુન્સેન બર્નર : એક

- ફેહલિંગ દ્રાવણો A અને B : જરૂરિયાત મુજબ
- બેનેડિક્ટ પ્રક્રિયક : જરૂરિયાત મુજબ
- ટોલેન્સ પ્રક્રિયક : જરૂરિયાત મુજબ

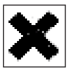
પદ્ધતિ :

A. ફેહલિંગ કસોટી

એક કસનળીમાં ફેહલિંગ દ્રાવણો A અને B બંનેના 1 mL મિશ્ર કરો અને તેને કસનળી Bમાં ઉમેરો. કસનળીમાંના મિશ્રણને જળઉષ્મકમાં ગરમ કરો. બનતા નારંગી-લાલ અવક્ષેપ રિડક્શનકર્તા શર્કરાની હાજરી સૂચવે છે.

B. બેનેડિક્ટ કસોટી

કસનળી Cમાં 1 mL બેનેડિક્ટ પ્રક્રિયક ઉમેરો અને મિશ્રણને ઉકળે ત્યાં સુધી જળઉષ્મકમાં 2 મિનિટ માટે ગરમ કરો. કૉપર (I) ઑક્સાઇડ બનવાના કારણે ઉત્પન્ન થતા નારંગી-લાલ અવક્ષેપ રિડક્શનકર્તા શર્કરાની હાજરી સૂચવે છે.

રિસોર્નિસોલ 

ફુરફુરાલ

C. ટોલેન્સ કસોટી

ટોલેન્સ પ્રક્રિયક બનાવવા માટે 1 mL સિલ્વર નાઇટ્રેટના જલીય દ્રાવણમાં જ્યાં સુધી સિલ્વર ઑક્સાઇડના અવક્ષેપ ન મળે ત્યાં સુધી ટીપે-ટીપે સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. હવે આ મિશ્રણને હલાવતા જઈ તેમાં એમોનિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો કે જેથી શરૂઆતમાં મળેલા સિલ્વર ઑક્સાઇડના અવક્ષેપ ઓગળી જાય. આ પ્રક્રિયકને શર્કરાનું દ્રાવણ ધરાવતી D કસનળીમાં ઉમેરો અને આ પ્રક્રિયા મિશ્રણને જળઉષ્મક પર ગરમ કરો. કસનળીની અંદરની દીવાલ પર બનતું રજતદર્પણ રિડક્શનકર્તા શર્કરાની હાજરી દર્શાવે છે.

ચેતવણી !

*આ કસનળીને સીધી જ્યોત પર કદી ગરમ ન કરવી, તેનાથી **વિસ્ફોટન** થઈ શકે છે.*

III. મોનોસેકેરાઇડને ડાયસેકેરાઇડથી વિભેદિત કરવાની કસોટીનો સિદ્ધાંત

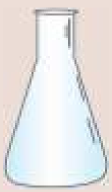
બારફોડ કસોટી

આ પ્રક્રિયક ક્યુપ્રિક એસિટેટનું એસિટિક ઍસિડમાં દ્રાવણ છે. તે નિર્બળ ઍસિડિક છે અને તે માત્ર મોનોસેકેરાઇડ શર્કરાઓ દ્વારા રિડકશન પામે છે. ડાયસેકેરાઇડને લાંબા સમય સુધી ઉકાળવાથી તેનું જળવિભાજન થાય છે અને ખોટી હકારાત્મક કસોટી મળી શકે છે. મોનોસેકેરાઇડ શર્કરાઓ આ પ્રક્રિયક સાથે 5 મિનિટમાં જ પ્રક્રિયા કરીને કૉપર (I) ઑક્સાઇડના ઈંટ જેવા લાલ રંગના અવક્ષેપ આપે છે. ડાયસેકેરાઇડ શર્કરાઓ આ પ્રક્રિયા કરવા માટે લાંબો સમય લે છે કારણ કે આલ્ડિહાઇડ સમૂહ, એસિટાલ સાંકળમાં જોડાયેલો હોય છે.

$$\underset{\text{મોનોસેકેરાઇડ}}{RCHO} + 2Cu^{2+} \longrightarrow RCOOH + \underset{\text{ઈંટ જેવો લાલ}}{Cu_2O}$$

મળતાં ક્યુપ્રસ ઑક્સાઇડના અવક્ષેપ ઓછા ભારે હોય છે અને તેનો રંગ નારંગી-લાલના બદલે ઈંટ જેવો લાલ હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજ
- કસનળીનું સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક
- જળઉષ્મક : એક
- બુન્સેન બર્નર : એક

- ગ્લુકોઝ, ફ્રુક્ટોઝ, ખાંડ (સુક્રોઝ) : જરૂરિયાત મુજબ
- બારફોડ પ્રક્રિયક : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

1 % શર્કરાના દ્રાવણનાં 10 ટીપાંને એક કસનળીમાં લો અને તેમાં 1 mL બારફોડ પ્રક્રિયક ઉમેરો. કસનળીમાંના મિશ્રણને ઉકળે ત્યાં સુધી જળઉષ્મકમાં 5 મિનિટ માટે ગરમ કરો. નારંગી-લાલ અવક્ષેપનું બનવું મોનોસેકેરાઇડ શર્કરાઓની હકારાત્મક કસોટી સૂચવે છે. ડાયસેકેરાઇડ શર્કરાઓ આ કસોટી આપતા નથી.

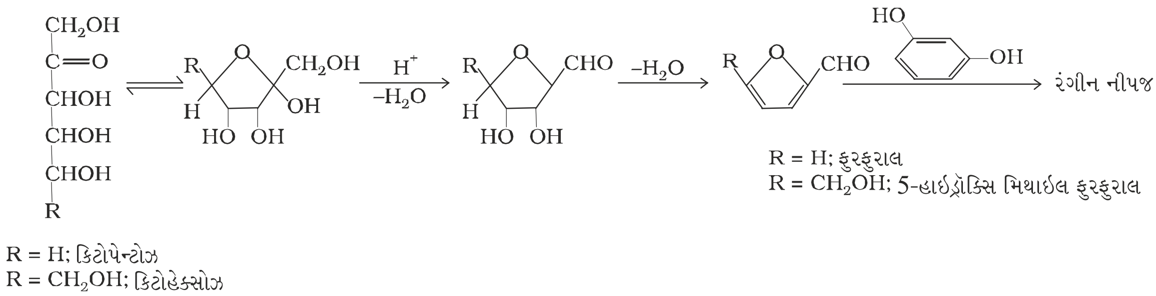
સુક્રોઝ માટે કસોટી

આ કસોટી કરવા માટે સુક્રોઝનું જળવિભાજન કરવામાં આવે છે. આ માટે 5 mL 1 % સુક્રોઝના દ્રાવણમાં સાંદ્ર HClનાં 5 ટીપાં ઉમેરવામાં આવે છે અને આ મિશ્રણને ઉકળતા પાણીવાળા જળઉષ્મકમાં ગરમ કરો. મિશ્રણને ઠંડું કરો અને તેને તટસ્થ અથવા સહેજ બેઝિક દ્રાવણ બનાવવા માટે તેમાં NaOHનું દ્રાવણ ઉમેરો. રિડક્શનકર્તા શર્કરા માટે આ કસોટી કરો તથા જળવિભાજિત નીપજ સાથે નીચે દર્શાવેલી સેલિવાનોફ કસોટી (Seliwanoff's test) કરો અને તમારાં પરિણામો નોંધો.

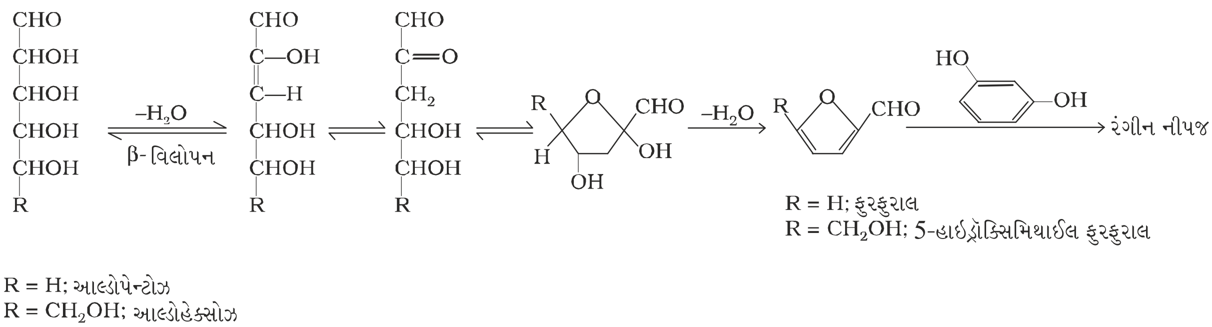
IV. કિટોઝને આલ્ડોઝથી વિભેદિત કરવાની કસોટી

સેલિવાનોફ કસોટી

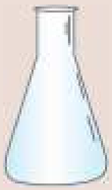
કિટોઝ સંયોજનો ઍસિડિક પરિસ્થિતિમાં વધુ ઝડપી નિર્જળીકરણ પામીને ફુરફુરાલ આપે છે, જે રિસોર્સિનોલ (1, 3 - ડાયહાઈડ્રૉક્સિ બેન્ઝિન) સાથે પ્રક્રિયા કરીને રંગીન નીપજ આપે છે.



કિટોહેક્સોઝ સંયોજનો લાલ રંગ આપે છે અને કિટોપેન્ટોઝ સંયોજનો વાદળી-લીલો રંગ આપે છે. આલ્ડોઝ સંયોજનો આ રંગ આપવા માટે લાંબો સમય લે છે કારણ કે આવી જ પરિસ્થિતિઓમાં આલ્ડોઝ સંયોજનો ધીમેથી ફુરફુરાલ બનાવે છે. જેનું સંભવિત કારણ એ છે કે નિર્જળીકરણથી ફુરફુરાલ બનતા પહેલાં β – વિલોપન જરૂરી છે. તેથી લાંબો સમય ગરમ કરવાનું ટાળવું જોઈએ.



જરૂરી સામગ્રી :



- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક
- જળઉષ્મક : એક
- બુન્સેન બર્નર : એક

- ગ્લુકોઝ, ફ્રુક્ટોઝ, શર્કરા (સુક્રોઝ) : જરૂરિયાત મુજબ
- સેલિવાનોફ પ્રક્રિયક : જરૂરિયાત મુજબ

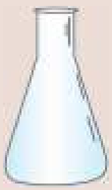
પદ્ધતિ :

એક કસનળીમાં લીધેલા 1 % શર્કરા દ્રાવણનાં 10 ટીપાંમાં 2 mL સેલિવાનોફ પ્રક્રિયક ઉમેરો. આ કસનળીને 2 મિનિટ માટે ઉકળતા પાણીમાં ગરમ કરો. કિટોહેક્સોઝ સંયોજનો લાલ રંગ આપે છે. કિટોપેન્ટોઝ સંયોજનો વાદળી-લીલો રંગ આપે છે. આલ્ડોઝ સંયોજનો 2 મિનિટમાં રંગ આપતા નથી.

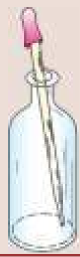
V. પોલિસેકેરાઇડસંયોજનો (સ્ટાર્ચ) માટેની કસોટીનો સિદ્ધાંત

સ્ટાર્ચ, આયોડિનના દ્રાવણ સાથે સ્ટાર્ચ આયોડાઇડ સંકીર્ણ સંયોજન બનવાને કારણે વાદળી રંગ આપે છે. ઘઉં, ચોખા, મકાઈ, બટાટા વગેરેમાં સ્ટાર્ચ રહેલો હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી :



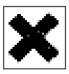
- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક
- જળઉષ્મક : એક
- બુન્સેન બર્નર : એક



- સ્ટાર્ચ દ્રાવણ : જરૂરિયાત મુજબ
- આયોડિન દ્રાવણ : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

આયોડિન કસોટી

આયોડિન 

5 mL પાણીમાં સ્ટાર્ચનું (0.5 g) નિલંબન બનાવો અને તેને 50 mL ઉકળતા પાણીમાં રેડો જેથી જલીય કલિલમય દ્રાવણ મળે છે. તેમાં જલીય આયોડિન દ્રાવણનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો. વાદળી રંગની ઉપસ્થિતિ સ્ટાર્ચની હાજરી સૂચવે છે.

B. તૈલીપદાર્થો અને ચરબીયુક્ત પદાર્થો માટે કસોટી

સિદ્ધાંત :

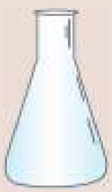
આ પદાર્થો ગ્લિસરોલ અને લાંબી શૃંખલાવાળા ફેટિઍસિડનાં ઍસ્ટર સંયોજનો છે અને તેઓ ટ્રાયગ્લિસરાઇડ સંયોજનો તરીકે ઓળખાય છે. જે ટ્રાયગ્લિસરાઇડ સંયોજનો ઓરડાના તાપમાને પ્રવાહી સ્વરૂપે છે તેઓ તૈલી પદાર્થો અને ઘનસ્વરૂપે છે તેઓ

ચરબીયુક્ત પદાર્થો કહેવાય છે. તૈલીપદાર્થો વનસ્પતિજ ઉત્પત્તિ છે અને ચરબીયુક્ત પદાર્થો પ્રાણિજ ઉત્પત્તિ છે. ટ્રાયગ્લિસરાઈડ સંયોજનો કે જેમાં ત્રણેય એસાઈલ સમૂહો સમાન હોય છે તેને સાદાં ટ્રાયગ્લિસરાઈડ સંયોજનો કહે છે અને જેમાં ત્રણ એસાઈલ સમૂહો જુદા-જુદા હોય તેને મિશ્ર ટ્રાયગ્લિસરાઈડ સંયોજનો કહે છે. કુદરતી રીતે મળતા અનેક ફેટિઍસિડ સંયોજનો બે અથવા ત્રણ દ્વિબંધો ધરાવે છે. ચરબીયુક્ત પદાર્થોમાંથી મળી આવતાં આ સંયોજનોને પોલિઅસંતૃપ્ત ચરબીયુક્ત પદાર્થો અથવા તૈલીપદાર્થો કહે છે, જ્યારે તૈલીપદાર્થો અસંતૃપ્ત ફેટિઍસિડ સંયોજનોના ગ્લિસરાઈડ સંયોજનો છે. ચરબીયુક્ત પદાર્થો અને તૈલીપદાર્થો પાણીમાં અદ્રાવ્ય હોય છે.

તૈલીપદાર્થો અને ચરબીયુક્ત પદાર્થોને પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉજનસલ્ફેટ સાથે ગરમ કરતા એક્રોલીનની લાક્ષણિક વાસ આપે છે. આ ગ્લિસરોલ માટેની કસોટી છે, જે મુક્ત અથવા સંયોજિત સ્વરૂપે એસ્ટર તરીકે હોય છે. પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉજન સલ્ફેટ સાથે ગરમ કરવાથી ગ્લિસરોલ નિર્જળીકરણ પામે છે અને એક્રોલિન બનાવે છે, જે તીવ્ર વાસ ધરાવે છે. આ પ્રક્રિયા નીચે મુજબ છે :

$$\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} \xrightarrow[KHSO_4]{\text{ગરમી}} \begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH \\ | \\ CHO \end{array} + H_2O$$

જરૂરી સામગ્રી :



- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક
- જળઉષ્મક : એક
- બુન્સેન બર્નર : એક

- સરસવ તેલ/ઘી : જરૂરિયાત મુજબ
- પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉજન-સલ્ફેટ : જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

એક કસનળીમાં લીધેલા 3 mL સરસવ તેલ/ઘીમાં શુષ્ક પોટૅશિયમ હાઇડ્રૉજન સલ્ફેટના થોડા સ્ફટિકો (0.5 g) ઉમેરો અને કસનળીમાં રહેલા મિશ્રણને ધીમે-ધીમે ગરમ કરો. તીવ્રવાસ તૈલીપદાર્થ અથવા ચરબીયુક્ત પદાર્થની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

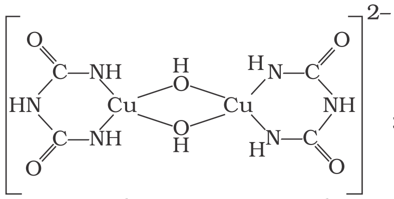
C. પ્રોટીન સંયોજનો માટે કસોટીઓ

સિદ્ધાંત :

પ્રોટીન સંયોજનો નાઇટ્રોજન ધરાવતા અને એમિનોઍસિડ સંયોજનોમાંથી બનેલા જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો છે. ઈંડાના આલ્બ્યુમિન, સોયાબીન, કઠોળ, માછલી, દૂધ વગેરેમાં પ્રોટીન સંયોજનો રહેલાં હોય છે. તેમની હાજરી ઘણી કસોટીઓ દ્વારા નિશ્ચિત કરી શકાય છે. એમિનોઍસિડ સંયોજનોમાં રહેલી લાક્ષણિક શૃંખલાઓના કારણે તેઓ વિશિષ્ટ રંગ પ્રક્રિયાઓ દર્શાવે છે કે જે તેમની ઓળખ માટેના આધાર બને છે. પ્રોટીન સંયોજનો પણ એમિનોઍસિડની રંગપ્રક્રિયાઓ આપે છે પરંતુ તેમને બાયયુરેટ પ્રક્રિયા અને સ્કંદન પ્રક્રિયા દ્વારા એમિનોઍસિડ સંયોજનોથી વિભેદિત કરી શકાય છે.

I. પેપ્ટાઇડ બંધ માટે બાયયુરેટ કસોટી

આલ્ક્લાઈન કૉપર સલ્ફેટ, બે કે તેથી વધુ પેપ્ટાઇડ બંધ ધરાવતા સંયોજનો સાથે પ્રક્રિયા કરી જાંબલી રંગના સંકીર્ણ સંયોજનો બનાવે છે.

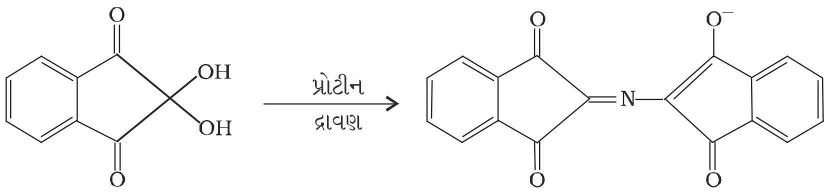


અને $[Cu(NHCONHCONH)_2]^2$

આ કસોટીનું નામ બાયયુરેટ સંયોજનના નામ પરથી પડ્યું છે જે આ કસોટી આપે છે. આ પ્રક્રિયા સંપૂર્ણપણે પેપ્ટાઇડ બંધ માટે વિશિષ્ટ નથી કારણ કે અનેક સંયોજનો કે જેઓમાં બે કાર્બોનિલ સમૂહો નાઇટ્રોજન અથવા કાર્બન પરમાણુઓ દ્વારા જોડાયેલા હોય છે તેઓ પણ હકારાત્મક પરિણામ આપે છે.

II. નીનહાઈડ્રિન પ્રક્રિયા

નીનહાઈડ્રિન શક્તિશાળી ઑક્સિડેશનકર્તા છે અને તે પ્રોટીન સાથે પ્રક્રિયા કરી વાદળી-જાંબલી સંયોજન બનાવે છે તેને રૂહુમાન જાંબુડિયો (Rhumann's Purple) કહે છે.



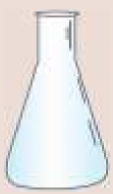
નીનહાઈડ્રિન   રૂહુમાન જાંબુડિયો (વાદળી જાંબલી)

નોંધ : *એમોનિયા, પ્રાથમિક એમાઈન સંયોજનો, એમિનોઍસિડ સંયોજનો અને પેપ્ટાઇડ સંયોજનો પણ નીનહાઈડ્રિન સાથે પ્રક્રિયા કરે છે.*

III. ઝેન્થોપ્રોટિક પ્રક્રિયા

મુક્ત એમિનોઍસિડ સંયોજન અથવા પ્રોટીન સંયોજનને સાંદ્ર નાઇટ્રિક ઍસિડ સાથે ગરમ કરતા તેમના ઍરોમેટિક સમૂહો નાઇટ્રેશન પ્રક્રિયા અનુભવે છે. આ વ્યુત્પન્નોના ક્ષાર નારંગી રંગના હોય છે.

જરૂરી સામગ્રી :



- કસનળીઓ : જરૂરિયાત મુજબ
- કસનળી સ્ટૅન્ડ : એક
- કસનળી હોલ્ડર : એક
- બીકર (100 mL) : એક
- જળઉષ્મક : એક
- બુન્સેન બર્નર : એક

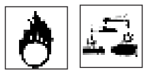
- ઈંડાનું આલ્બ્યુમિન/કેસીન
- નીનહાઈડ્રિન
- કૉપર પ્રક્રિયક
- સાંદ્ર HNO_3
- આલ્કોહૉલ

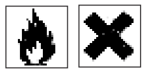
: જરૂરિયાત મુજબ

પદ્ધતિ :

A. બાયયુરેટ કસોટી

કેસીન અથવા ઈંડાના આલ્બ્યુમિનનું 0.5 % (w/V)નું દ્રાવણ 0.1 M NaOHના દ્રાવણમાં બનાવો. આ દ્રાવણના 2-3 mL લો અને તેમાં આશરે 2 mL 10 % સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનું દ્રાવણ ઉમેરો. તેમાં કૉપર પ્રક્રિયકના થોડા ટીપાં ઉમેરો અને મિશ્રણને આશરે 5 મિનિટ સુધી ગરમ કરો. Cu^{2+} આયનો સાથે – CONH – સમૂહની સંકીર્ણ સ્પીસિઝ બનવાના કારણે ઉદ્ભવતો જાંબલી રંગ નમૂનામાં પ્રોટીન સંયોજનની હાજરી નિશ્ચિત કરે છે.

HNO_3 

આલ્કોહૉલ 

B. નીનહાઈડ્રિન પ્રક્રિયા

એક કસનળીમાં 2-3 mL ઈંડાના આલ્બ્યુમિનનું જલીય દ્રાવણ લો. તેમાં 2-3 ટીપાં નીનહાઈડ્રિન દ્રાવણ ઉમેરો અને ગરમ કરો. ઉદ્ભવતો વાદળી રંગ પ્રોટીનની હાજરી સૂચવે છે.

C. ઝેન્થોપ્રોટિક કસોટી

એક કસનળીમાં 1 mL ઈંડાના આલ્બ્યુમિનનું જલીય દ્રાવણ લો અને તેમાં સાંદ્ર નાઈટ્રિક ઍસિડનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો. પ્રક્રિયા મિશ્રણને થોડી મિનિટો માટે બુન્સેન બર્નર પર ગરમ કરો. પીળો રંગ ઉદ્ભવે છે. નળના પાણી નીચે કસનળીને ઠંડી કરો અને 10M સોડિયમ હાઇડ્રૉક્સાઇડનાં થોડા ટીપાં ઉમેરો. નારંગી રંગ ઉદ્ભવે છે.

II. ખાદ્યપદાર્થોમાં કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન પદાર્થો માટે કસોટી

(i) દૂધ, ઘઉંનો લોટ, ચોખા, ચણાનો લોટ અને કઠોળના પાઉડરના નમૂનાઓ, તેમાં કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન પદાર્થોની હાજરી જાણવા માટે લો.

(ii) આ કસોટીઓ કરવા માટે 0.5 mL દૂધનો નમૂનો લો.

(iii) ઘઉંનો લોટ, ચોખાનો લોટ, ચણાનો લોટ અને કઠોળ પાઉડર માટે 100 mg નમૂનાને 10 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં ઉમેરો અને નિલંબનને ઉકાળો જેથી કલિલમય દ્રાવણ મળે છે. આ કલિલમય દ્રાવણ સાથે આ કસોટીઓ કરો અને પરિણામોને કોષ્ટક 11.1માં નોંધો.

કોષ્ટક 11.1 : ખાદ્યપદાર્થોના જુદા-જુદા નમૂનાઓમાં કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન પદાર્થોની કસોટી

નમૂનો	કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનો હાજર / ગેરહાજર	ચરબીયુક્ત પદાર્થો હાજર / ગેરહાજર	પ્રોટીન સંયોજનો હાજર / ગેરહાજર
દૂધ			
ઘઉંનો લોટ			
ચોખાનો લોટ			
ચણાનો લોટ			
કઠોળનો પાઉડર			

પ્રયોગો પરથી તે જોવા મળશે કે ઘઉંનો લોટ, ચણાનો લોટ અને કઠોળના પાઉડર જેવા ખાદ્યપદાર્થો કાર્બોહાઈડ્રેટ સંયોજનો અને પ્રોટીન સંયોજનો ધરાવે છે. ચોખાનો લોટ કાર્બોહાઈડ્રેટ પદાર્થો ધરાવે છે, જ્યારે દૂધ ચરબીયુક્ત પદાર્થો અને પ્રોટીન પદાર્થો ધરાવે છે. તેવી જ રીતે અન્ય ખાદ્યપદાર્થોની કાર્બોહાઈડ્રેટ, ચરબી અને પ્રોટીન સંયોજનોની હાજરી તપાસવા કસોટી કરી શકાય છે.

સાવચેતીઓ :

(a) ચણા, ઘઉં અને ચોખાના લોટનું નિષ્કર્ષ બનાવતી વખતે મિશ્રણને સંપૂર્ણપણે હલાવો.

(b) કસોટીઓ કરવા માટે હંમેશાં તાજા બનાવેલા પ્રક્રિયકોનો ઉપયોગ કરો.

(c) પ્રક્રિયકોના માત્ર જરૂરી જથ્થાનો જ ઉપયોગ કરો.

ચર્ચાત્મક પ્રશ્નો :

(i) તમે સુક્રોઝ અને ગ્લુકોઝને કેવી રીતે વિભેદિત કરશો ?

(ii) કિટોન સમૂહની હાજરીના કારણે ફ્રુક્ટોઝ શા માટે ફેહલિંગ દ્રાવણ અને ટોલેન્સ પ્રક્રિયકનું રિડક્શન કરે છે ?

(iii) ફેહલિંગ પ્રક્રિયક અને બેનેડિક્ટ પ્રક્રિયકમાં અનુક્રમે ટાર્ટરેટ અને સાઈટ્રેટ આયોનોની શું ભૂમિકા છે ?

પરિયોજનાઓ

પરિયોજના 1

શીર્ષક :

જામફળમાં રહેલા ઑક્ઝેલેટ આયનોનું તેના પાકવાના જુદા-જુદા તબક્કે થતા વિચરણ (ફેરફાર) (Variation)નો અભ્યાસ કરવો.

હેતુ :

આ પ્રૉજેક્ટનો ઉદ્દેશ્ય જામફળમાં રહેલા ઑક્ઝેલેટ આયનમાં તેના પાકવા દરમિયાન થતા વિચરણનો (ફેરફાર) અભ્યાસ કરવાનો છે (એટલે કે કાચા, અંશતઃ પાકેલા અને પૂર્ણ પાકેલા)

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

જામફળના જુદા-જુદા નમૂનાઓ (લીલા, આછા લીલા, પીળાશપડતા સફેદ અને પીળા એટલે કે કાચામાંથી પૂર્ણ પાકેલા નમૂનાઓ) એકઠા કરો. આમાંના કોઈ પણ નમૂનાના 100 ગ્રામ લો. તેને ખલમાં કચરીને મળતી લુગદીને (paste) 100 mL પાણીમાં લઈ લો. આ મિશ્રણને 10-15 મિનિટ માટે ઉકાળો અને પછી ગાળો. ગાળણ લો અને તેમાં આશરે 5 mL મંદ સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ ઉમેરો અને તેનું 0.001 M $KMnO_4$ દ્રાવણ સામે અનુમાપન કરો. જામફળના બીજા નમૂનાઓ સાથે આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો અને તારણો મેળવો.

પરિયોજના 2

શીર્ષક :

દૂધના જુદા-જુદા નમૂનાઓમાં રહેતા કેસીનના પ્રમાણની સરખામણીનો અભ્યાસ કરવો.

હેતુ :

દૂધના જુદા-જુદા નમૂનાઓની ગુણવત્તા તેમનામાં રહેલા કેસીનના જથ્થા શોધીને સરખામણી કરવી.

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

જુદા-જુદા 500 mL બીકરમાં દૂધના દરેક નમૂનાના 200 mL લો. દૂધના નમૂનાને 50-60 °C તાપમાને ગરમ કરો. મંદ હાઇડ્રૉક્લોરિક ઍસિડનાં થોડાં ટીપાં ધીમે-ધીમે ઉમેરતા જાવ અને સતત 5-10 મિનિટ માટે હલાવતા રહો. કેસીન અસ્ફટિકમય પદાર્થ તરીકે સ્કંદન પામશે. પદાર્થને ગાળી લો અને અવક્ષેપને નળના પાણીથી વધુ વખત ધૂઓ. ચરબીને યોગ્ય કાર્બનિક દ્રાવકનો ઉપયોગ કરીને લઈ લો. આ રીતે મળેલા કેસીનનું સૂકવ્યા પછી વજન કરો.

પરિયોજના 3

શીર્ષક :

સોયાબીન દૂધની બનાવટ અને તેની કુદરતી દૂધ સાથે સરખામણી

હેતુ :

સોયાબીન દૂધ બનાવવું અને તેને કુદરતી દૂધની સાથે દહીંની બનાવટ, તાપમાનની અસર, સ્વાદ વગેરેના અનુસંધાનમાં સરખામણી કરવી.

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

સોયાબીનના બીજને ગરમ પાણીમાં લઈને તેને પાણીમાં રાતભર રાખી મૂકો અને પછી તેનું દૂધ બનાવો. બીજને કચરીને અને છેવટે દળીને બીજની લુગદી બનાવો. સોયા દૂધ મેળવવા માટે આ લુગદીને ગરમ પાણીમાં મિશ્ર કરો. મિશ્રણને ગાળી લો અને ન ઓગળેલા ભાગને ફેંકી દો. સોયા દૂધને કુદરતી દૂધ સાથે સરખાવો અને તારણ પર આવો કે સોયા દૂધ કુદરતી દૂધનો વિકલ્પ થઈ શકે તેમ છે ? સરખામણી તેમાં રહેલાં પોષક તત્ત્વો, રંગ, વાસ, તાપમાનની અસર, દહીંની બનાવટ વગેરેના સંદર્ભમાં કરો.

પરિયોજના 4

શીર્ષક :

જુદી-જુદી પરિસ્થિતિમાં પોટૅશિયમ મેટાબાયસલ્ફાઇટનો ખાદ્ય (ખોરાક) પરિરક્ષક તરીકે અભ્યાસ કરો.

હેતુ :

ખાદ્યપદાર્થના પરિરક્ષણ પર પોટૅશિયમ મેટાબાયસલ્ફાઇટની (પરિરક્ષક) સાંદ્રતા, તાપમાન અને સમયની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

આમળા ફળ લો અને તેમને પાણીથી ધોઈ નાખો. તેને નાના ટુકડામાં કાપો અને કેટલાક કલાક માટે સૂર્યના તડકામાં સૂકવો. ટુકડામાં મીઠું અને મસાલા ઉમેરો. 1, 2, 3, ... વગેરે નંબર આપેલી છ ઉત્કલન નળીમાં 25 g આમળાના ટુકડા લો. પોટૅશિયમ મેટાબાયસલ્ફાઇટનું 500 mg વજન કરો અને તેને 20 mL નિસ્યંદિત પાણીમાં ઓગાળો. ઉત્કલન નળી નં. 1ને પરિરક્ષક અને તેલ ઉમેર્યા વગર રાખો. ઉત્કલન નળી નં. 2 અને 3માં 1 mL પરિરક્ષક અને 2 mL તેલ ઉમેરીને કાચના સળિયા વડે મિશ્રણને મિશ્ર કરો. ઉત્કલન નળી નં. 2ને ઓરડાના તાપમાને (25-35 °C) રાખો અને ઉત્કલન નળી નં. 3ને 40 °C તાપમાને રાખો. ઉત્કલન

નળી 4, 5 અને 6માં અનુક્રમે 2 mL, 4 mL અને 8 mL પરિરક્ષકનું દ્રાવણ અને 2 mL સરસવનું તેલ ઉમેરો. ઉત્કલન નળીઓને ઓરડાના તાપમાને રાખો. બીજી ઉત્કલન નળી નં. 4, 5, 6માં ફરીથી તાજું મિશ્રણ ઉમેરો અને તેમને 40 °C તાપમાને રાખો.

આ બધી જ ઉત્કલન નળીઓને 3થી 5 દિવસ માટે મૂકી રાખો. આ નળીઓમાં જો કોઈ ફૂગ થયેલી જણાય તો નોંધો. તમારાં અવલોકનો નોંધો અને તારણો મેળવો.

પરિયોજના 5

શીર્ષક :

સ્ટાર્ચના ઉત્સેચકીય જળવિભાજનનો અભ્યાસ

હેતુ :

સ્ટાર્ચનું લાળમય એમાઇલેઝ વડે જળવિભાજન અને તેના પર pH અને તાપમાનની અસરનો અભ્યાસ

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

20-30 mL ગરમ (30 °C - 40 °C) નિસ્યંદિત પાણી મોઢામાં લો અને મોઢામાં ગગળાવીને તેને લાળ સાથે મિશ્ર કરો. પાણી સાથે મિશ્ર લાળને એક બીકરમાં લો.

લાળ દ્રાવણ વડે સ્ટાર્ચનું પાચન

ઉત્કલન નળીમાં 10 mL સ્ટાર્ચનું દ્રાવણ લો અને તેમાં 1 % સોડિયમ ક્લોરાઇડનું 2 mL દ્રાવણ ઉમેરો. 30 - 40 °C તાપમાને રાખેલા જળઉષ્મકમાં ઉત્કલન નળીને આશરે 15 મિનિટ માટે રાખો. ઉત્કલન નળીમાં લાળના દ્રાવણના 2 mL ઉમેરો અને તરત જ સ્ટૉપ વૉચ ચાલુ કરી લો. એક મિનિટ પછી 2-3 ટીપાં મિશ્રણમાંથી લો અને આયોડિન દ્રાવણ ધરાવતી કસનળીમાં ઉમેરો. કસનળીમાંના મિશ્રણને હલાવો અને દ્રાવણનો રંગ નોંધો. આ જ પ્રમાણે દર એક મિનિટના અંતે 2-3 ટીપાં ઉત્કલન નળીમાંના મિશ્રણને લઈને આયોડિન દ્રાવણ ધરાવતી કસનળીઓમાં ઉમેરતા જાઓ. દરેક કિસ્સામાં દ્રાવણનો રંગ જ્યાં સુધી રંગમાં ફેરફાર ન થાય ત્યાં સુધી નોંધતા રહો. અવલોકનોને કોષ્ટક સ્વરૂપે નોંધો.

સ્ટાર્ચના લાળ વડે થતાં પાચનમાં તાપમાનની અસરનો અભ્યાસ કરવા માટે ઉપરનો પ્રયોગ 50 °C તાપમાને કરો.

પ્રક્રિયા માધ્યમની pH અસરના અભ્યાસ માટે ઉપર દર્શાવ્યા પ્રમાણેના અલગ પ્રયોગો મંદ HClના અને મંદ NaOHના દ્રાવણનો થોડો જથ્થો વાપરીને કરી શકાય.

પરિયોજના 6

શીર્ષક :

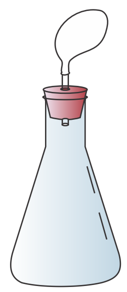
નીચેના પદાર્થોના આથવણના દરનો તુલનાત્મક અભ્યાસ કરવો : (a) ઘઉંનો લોટ (b) ચણાનો લોટ (c) બટાકાનો જ્યૂસ (d) ગાજરનો જ્યૂસ (રસ) (e) નારંગીનો જ્યૂસ (રસ) (f) સફરજનનો જ્યૂસ (રસ) અને (g) શેરડીનો જ્યૂસ (રસ).

હેતુ :

જુદા-જુદા પદાર્થોના આથવણના દર નક્કી કરવા અને આ પદાર્થોના આથવણના દર પર સાંદ્રતા, સમય અને તાપમાનની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

આકૃતિ 12.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે નિકાસ (delivery) નળી બેસાડેલો કોનિકલ ફ્લાસ્ક (100 mL) લો. નિકાસ નળીને દૂર કરો અને 10 g ઘઉંનો લોટ અને 80 mL નિસ્યંદિત પાણી ફ્લાસ્કમાં ઉમેરો. કાચના સળિયા વડે ફ્લાસ્કમાંના પદાર્થોને હલાવો અને 2 g ખમીર (યીસ્ટ) ઉમેરો. ફ્લાસ્કમાંના મિશ્રણને ફરી હલાવો. ફ્લાસ્કના ઉપરના ભાગમાં (ગરદનમાં) નિકાસ નળીને બંધ બેસાડો. આકૃતિ 12.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે નિકાસ નળીના ઉપરના છેડા પર દોરીની મદદ વડે ફુગ્ગો બાંધી દો. જેવું આથવણ આગળ વધે છે તેમ કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે અને ફુગ્ગો ફૂલે છે. આપેલા સમયમાં ફુગ્ગાના ફૂલવાના પ્રમાણ પ્રક્રિયાના દરનું માપન આપે છે. પ્રયોગનું બીજા પદાર્થો જેવાં કે બટાકાનો જ્યૂસ, નારંગીનો જ્યૂસ, સફરજનનો જ્યૂસ અને શેરડીનો જ્યૂસ વાપરીને પુનરાવર્તન કરો.



***આકૃતિ 12.1** : આથવણના દરનું નિર્ધારણ*

ખમીર (યીસ્ટ)ની સાંદ્રતાની અસર

ઉપરમાંના ગમે તે એક પદાર્થ પર ખમીરની સાંદ્રતાની આથવણના દર પરની અસરનો અભ્યાસ કરો. આ માટે પહેલાં 2, 3 અને 4 ગ્રામ ખમીર વાપરીને પ્રક્રિયા કરો અને નિશ્ચિત સમયગાળામાં દરેક કિસ્સામાં ફુગ્ગાના ફૂલવાનું પ્રમાણ નોંધો

સમયની અસર

જુદા-જુદા સમયગાળા માટે ઉપરના જ પદાર્થોના ઉપયોગ કરી પ્રક્રિયા કરો અને ફુગ્ગાના ફૂલવાના માપનું અવલોકન કરો.

તાપમાનની અસર

નિશ્ચિત જુદા-જુદા સમયગાળા માટે ઉપરના જ પદાર્થોનો ઉપયોગ કરીને પરંતુ જુદાં-જુદાં તાપમાને (25 °C, 30 °C અને 35 °C) પ્રક્રિયા કરો. પ્રક્રિયાનું પ્રમાણ આ પ્રક્રિયાઓમાં ફુગ્ગાના ફૂલવાના પ્રમાણ પરથી નોંધો.

પરિયોજના 7

શીર્ષક :

વરિયાળી (Aniseed), અજમો (Carum) અને ઇલાયચીમાં (Cardamon) રહેલા બાષ્પશીલ તેલનું (essential oil) નિષ્કર્ષણ.

હેતુ :

વરિયાળી, અજમો અને ઇલાયચીમાંથી બાષ્પશીલ તેલનું પેટ્રોલિયમ ઇથરનો દ્રાવક તરીકે ઉપયોગ કરીને નિષ્કર્ષણ કરવું.

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

કોનિકલ ફ્લાસ્કમાં 100 g કચરેલી વરિયાળીને લો અને તેમાં 100 mL પેટ્રોલિયમ ઇથર (ઉત્કલન ગાળો 60 °C - 80 °C) ઉમેરો. રબરના બૂચ વડે ફ્લાસ્કનું મુખ બંધ કરો અને થોડા સમય માટે તેને હલાવો. ફ્લાસ્કને એક દિવસ માટે રાખી મૂકો. પેટ્રોલિયમ ઇથરને 60 °C - 80 °C તાપમાને નિસ્યંદિત કરી લો. પેટ્રોલિયમ ઇથર ખૂબ જ જ્વલનશીલ પ્રવાહી છે. તેની નજીક કોઈ પણ જ્યોત લાવશો નહિ. ફ્લાસ્કને ગરમ કરવા માટે હીટિંગ મેન્ટલ વાપરો. તેને જ્યોત ઉપર સીધા જ ગરમ કરશો નહિ. પ્રવાહી (તેલ) જે ફ્લાસ્કમાં રહેલ છે તેને ઉત્કલન નળીમાં લઈ લો અને ઉત્કલન નળીના મુખને રબરના બૂચથી બંધ કરો. આ રીતે એકઠા કરેલ બાષ્પશીલ તેલના રંગ, વાસ અને કદ નોંધો.

આ જ પ્રમાણે અજમો અને ઇલાયચીના બાષ્પશીલ તેલનું નિષ્કર્ષણ કરો.

પરિયોજના 8

શીર્ષક :

કેટલાક સામાન્ય ખાદ્ય અપમિશ્રકોનો (ભેળસેળ કરેલા પદાર્થો) અભ્યાસ કરવો.

હેતુ :

ચરબી, તેલ, માખણ, ખાંડ, હળદર પાઉડર, મરચાં પાઉડર અને મરીમાં ખાદ્ય અપમિશ્રકોને ઓળખી કાઢવા.

પૃષ્ઠભૂમિ (Background) માહિતી

ખાદ્યપદાર્થનું અપમિશ્રણનો અર્થ થાય છે કે વાસ્તવિક (genuine) ખાદ્ય- પદાર્થનું સંપૂર્ણપણે અથવા અંશતઃ બીજા કોઈ સસ્તા અથવા ઊતરતી કક્ષાના પદાર્થ વડે વિસ્થાપન (substitution) અથવા તેનાં ઘટકોને સંપૂર્ણ કે અંશતઃ દૂર કરવાં, જે ખૂબ જ ખરાબ રીતે ખાદ્યપદાર્થની પ્રકૃતિ, પદાર્થ અથવા ગુણવત્તાને અસર કરે છે. ભારતીય ખાદ્ય અપમિશ્રણ પરિરક્ષકધારો (Indian Preservation of Food Adultration Act) (PFA) 1965 પ્રમાણે કોઈ પણ ઘટક જે ખાદ્યપદાર્થમાં હાજર હોય અને આરોગ્યને હાનિકારક હોય તે અપમિશ્રક છે.

ભારતમાં કેટલાક ખાદ્યપદાર્થો જે સામાન્ય રીતે અપમિશ્રિત કરાયેલા હોય છે અને તેમાંથી મળેલા અપમિશ્રકો નીચે પ્રમાણે છે :

ખેસરી દાળને (દાણા / પાપડી / લોટ) દાળ જેવી કે મસૂર, બંગાળી ચણા દાળ, લાલ ચણાદાળ, કાળા ચણા અને ચણા વગેરેમાં મિશ્ર કરવામાં આવે છે. ખેસરી દાળનો લાંબો સમય માટે વપરાશ નીચલા હોઠના લકવામાં પરિણમે છે.

કેટલીક વખત બીજ, છાલ, પાંદડાં અને બીજાં દ્રવ્યો જેને મૂળ (વાસ્તવિક) ખાદ્યપદાર્થ જેવા દેખાવમાં બનાવવામાં આવે છે અને તેમનો ઉપયોગ વાસ્તવિક (મૂળ) પદાર્થોને અપમિશ્રિત કરવા માટે વપરાય છે. ઉદાહરણ તરીકે વપરાયેલી ચાની પત્તીઓ અથવા રંગીન વહેર તાજી ચામાં ભેળવવામાં આવે છે. ચૂર્ણ કરેલ ભૂસું, લાકડાંનો વહેર દળેલા મસાલામાં હાજર હોય છે. સહેલાઈથી મળતા બીજને જીરું, ઇલાયચી, કાળા મરી, રાઈ (સરસવ) વગેરેમાં વિસ્થાપિત (મિશ્ર) કરવામાં આવે છે (ભેળસેળ કરવામાં આવે છે.).

ખાદ્ય તેલ અને ચરબીને સસ્તા ખાદ્ય અને અખાદ્ય તેલ વડે અપમિશ્રિત કરવામાં આવે છે. Argemone maxicanના બીજ સરસવના જેવા હોય છે અને આ બીજમાંથી નિષ્કર્ષિત કરેલ તેલ કોપરા, સરસવ, સીસમ અને મગફળીના તેલને અપમિશ્રિત કરવામાં વપરાય છે. આર્જેમોન મેક્સિકન (દારૂડા) (Argemone maxican) તેલ ઝેરી છે અને તેનો ઉપયોગ મનુષ્યમાં જલશોફમાં (dropsy)પરિણમે છે. તેલ અને ચરબીને પણ પેટ્રોલિયમ પેદાશોથી અપમિશ્રિત કરવામાં આવે છે, જે જઠરાંત્ર ગેરવ્યવસ્થા (gastrointestinal disorder) માટે કારણભૂત બને છે.

શંખજીરું અને ચાકનો ભૂકો, ઘઉંનો લોટ, આરા રૂટનો (Arrowroot) લોટ (પાઉડર) અને મીઠાઈમાં અપમિશ્રિત કરવાના ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. દૂધ અને દૂધની બનાવટોમાં સ્ટાર્ચ પૂરક (filler) તરીકે વપરાય છે.

કોલટાર રંગકો અને ખનીજમય વર્ણકો જેવા કે લેડ ક્રોમેટ અને લાલ અથવા પીળી માટી (earth) સામાન્ય ખાદ્ય અપમિશ્રકો છે જેનો ઉપયોગ દૂધની બનાવટો, મીઠાઈ, ઠંડાં પીણાં, બેવરેજ, ચા, મસાલા, બેકરી પેદાશો, ફળો અને શાકભાજીને સારો દેખાવ આપવામાં થાય છે.

કેટલાક ખાદ્યપદાર્થોમાં ખાદ્ય અપમિશ્રકોના પરીક્ષણ માટેની ટૂંકી પદ્ધતિઓ નીચે આપવામાં આવી છે :

ટૂંકમાં પદ્ધતિ :

માખણમાં વનસ્પતિ ઘી

કસનળીમાં 0.5 g માખણનો નમૂનો લો અને તેને ધીમેથી ગરમ કરીને ઓગાળો. આ પ્રવાહીમાં ખાંડનો થોડો જથ્થો અને HClનાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો અને મિશ્રણને પાંચ મિનિટ માટે હલાવો. ગુલાબી રંગ દેખાય તે સૂચવે છે કે માખણમાં વનસ્પતિ ઘીની હાજરી છે.

ચરબી અને તેલમાં રંગકો

કનસળીમાં 1 mL ચરબી/તેલ લો. તેમાં સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ અને ગ્લેસિઅલ એસિટિક ઍસિડના 1:4 પ્રમાણનું મિશ્રણ 1 mL ઉમેરો. મિશ્રણને ગરમ કરો. ગુલાબી રંગ દેખાય તો ચરબી અને તેલમાં રંગકની હાજરી સૂચવે છે.

ખાંડમાં ચાક

કસનળીમાં 1 g ખાંડ લો અને તેમાં 2 mL મંદ H_2SO_4 ઉમેરો. ઊભરા આવે તો ખાંડમાં ચાકની હાજરી સૂચવે છે.

લાલ મરચામાં કૃત્રિમ રંગ

એક પાણી ભરેલું કાચનું ટંબલર લો અને તેમાં થોડા ગ્રામ લાલ મરચાનો ભૂકો ઉમેરો. કાચના સળિયા વડે મિશ્રણને હલાવો અને કેટલીક મિનિટ માટે રહેવા દો. પાણીમાં લાલ ઈંટ જેવો રંગ દર્શાવે છે કે લાલ મરચામાં કૃત્રિમ રંગ હાજર છે.

હળદરમાં રંગીન ચાક (Chalk) પાઉડર

કસનળીમાં આશરે 0.5 g હળદર પાઉડર લો અને તેમાં 1 mL મંદ H_2SO_4 ઉમેરો. ઊભરો આવે તો દર્શાવે છે કે હળદરમાં રંગીન ચાક હાજર છે.

હળદર પાઉડરમાં કોલટાર રંગક વડે રંગીન બનાવેલ વહેર

કસનળીમાં આશરે 1.0 g હળદર પાઉડર લો અને સાંદ્ર H_2SO_4નાં થોડાં ટીપાં ઉમેરો. તરત જ જાંબલી રંગ દેખાય અને જેનું નિસ્યંદિત પાણી વડે મંદન કરવા છતાં પણ રંગ રહી જ જાય છે તો વહેર મેટાનીલ યલો જે એક કોલટાર રંગક છે તેના વડે રંગીન કરીને વપરાયા છે તે હાજર છે.

કાળા મરીમાં પપૈયાંનાં બીજ

એક પાણી ભરેલું બીકર લો અને એક ચમચી ભરીને મરી નાંખો. પપૈયાંનાં બીજ પાણી પર તરશે અને મરી નીચે બેસી જશે.

પરિશિષ્ટ

પરિશિષ્ટ I

કેટલાંક ઉપયોગી કોષ્ટકો

કોષ્ટક 1 : મૂળભૂત ભૌતિક અચળાંકો

ભૌતિક અચળાંક	સંજ્ઞા	મૂલ્ય
ગુરુત્વપ્રવેગ	g	9.81 ms^{-3}
પરમાણ્વીય દળ એકમ	amu	1.66053×10^{-27} kg
એવોગેડ્રો અચળાંક	N_A	6.02217×10^{23} mol^{-1}
બોલ્ટ્ઝમૅન અચળાંક	k	1.38062×10^{-23} J K^{-1}
ઈલેક્ટ્રૉન 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
STPએ આદર્શવાયુનું મોલરકદ	V_m	2.24136×10^{-2} m^3 mol^{-1}
શૂન્યાવકાશનો પરાવૈદ્યુતાંક	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	1.1325 N m^{-2}
પાણીનું ત્રિકબિંદુ (ત્રિબિંદુ)		273.16 K
શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશનો વેગ	c	2.997925×10^{8} m s^{-1}

કોષ્ટક 2 : કેટલાંક કાર્બનિક સંયોજનોના સામાન્ય ગુણધર્મો

સંયોજન	ગલનબિંદુ °C	ઉત્કલન બિંદુ °C	ઘનતા/ kg m^{-3} (298 K)	વક્રીભવનાંક/(n_D) (293 K)	$10^4 \times$ સ્નિગ્ધતા/ N s m^{-2} (298 K)	$10^3 \times$ પૃષ્ઠતાણ/ N m^{-1} (293 K)
એસિટિક એસિડ	16.7	117.9	1044.0	1.3716	11.55	27.8
એસિટેનિલાઇડ	114.0	-	-	-	-	-
એસિટોન	-94.7	56.1	785.0	1.3588	3.16	23.7
p-એમિનોબેન્ઝિન (એનિલીન યલો)	125.0	-	-	-	-	-
એનિલીન	-6.3	184.1	1022.0(293)	1.5863	3.71	42.9
બેન્ઝોઇક એસિડ	122.4	249.0	1266.0(288)	1.504(405)	-	-
કાર્બન ટેટ્રાક્લોરાઇડ	-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
ક્લૉરોફૉર્મ	-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
ડાયબેન્ઝાલ એસિટોન	112.0	-	-	-	-	-
ડાયઇથાઇલઇથર	-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)	-	-
p-નાઇટ્રોએસિટેનિલાઇડ	214.0	-	-	-	-	-
ફિનોલ	40.9	181.8	1132.0	1.5509	-	-
ફિનાઇલ-એઝો- β-નેપ્થોલ (એઝોડાય)	113.0	-	-	-	-	-
ટોલ્યુઇન	-95.1	110.6	862.0	1.4961	5.50	28.5

કોષ્ટક 3 : 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^-	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	કોઈ પણ નહિ
એસિટેટ	CH_3COO^-	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	Ag^+
ક્લોરાઈડ	Cl^-	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	Ag^+, Pb^{2+},
બ્રોમાઈડ	Br^-	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	Ag^+, Pb^{2+},
આયોડાઈડ	I^-	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	Ag^+, Pb^{2+},
સલ્ફેટ	SO_4^{2-}	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	Ba^{2+}, Sr^{2+}, Pb^{2+}, Ag^+
ક્રોમેટ	CrO_4^{2-}	મોટા ભાગનાં ધનાયનો	Ba^{2+}, Sr^{2+}, Pb^{2+}, Ag^+
સલ્ફાઈડ	S^{2-}	NH_4^+ , આલ્કલી ધાતુ ધનાયનો, આલ્કલાઈન અર્થ ધાતુ ધનાયનો	મોટા ભાગનાં અન્ય ધનાયનો
હાઈડ્રોક્સાઈડ	OH^-	NH_4^+ , આલ્કલી ધાતુ અને આલ્કલાઈન અર્થધાતુ તથા Ba^{2+}, Sr^{2+}	મોટા ભાગનાં અન્ય ધનાયનો
કાર્બોનેટ	CO_3^{2-}	અને આલ્કલી ધાતુ ધનાયનો	મોટા ભાગનાં અન્ય ધનાયનો
ફૉસ્ફેટ	PO_4^{3-}	Li^+ સિવાય	

પરિશિષ્ટ II

તત્ત્વો, તેમના પરમાણ્વીય ક્રમાંક અને મોલર દળ

તત્ત્વ	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

તત્ત્વ	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 મોલર દળનું મૂલ્ય સૌથી વધુ અર્ધ આયુષ્ય ધરાવતા સમસ્થાનિકોનું છે.

પરિશિષ્ટ III

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 kilo gram = 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 = 0.00 1 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^{-1} 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 calorie
= 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 centimetre (exactly)

1 mile = 5280 feet = 1.609 kilometre

1 yard = 36 inch = 0.9144 metre

1 metre = 100 centimetre
= 39.37 inch
= 3.281 feet
= 1.094 yard

1 kilometre = 100 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 millimetre of mercury
= 1.013×10^5 pascal
= 14.70 pound per square inch

1 bar = 10^5 pascal

1 torr = 1millimetre of mercury

1 pascal = 1kg/ms^2 =1 N/m^2

તાપમાન

SI આધારિત એકમ : કેલ્વિન (K)

K = -273.15 °C

K = °C + 273.15

°F = 1.8(°C) + 32

$$°C = \frac{^{0}F - 32}{1.8}$$

---

* બળ : 1 ન્યૂટન (N) = 1 kg m/s^2; 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 °Cના 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 IV

298 K તાપમાને વિદ્યુત રાસાયણિક શ્રેણીમાં પ્રમાણિત પોટૅન્શિયલ

રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયા	E° / V	રિડક્શન અર્ધ-પ્રક્રિયા	E°/ V
$H_4XeO_6 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow XeO_3 + 3H_2O$	+ 3.0	$Pu^{4+} + e^- \rightarrow Pu^{3+}$	+ 0.97
$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+ 2.87	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$	+ 0.96
$O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$	+ 2.07	$2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	+ 0.92
$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	+ 2.05	$ClO^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Cl^- + 2OH^-$	+0.89
$Ag^+ + e- \rightarrow Ag$	+ 1.98	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$	+ 0.86
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	+ 1.81	$NO_3^- + 2H^+ + e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$	+ 0.80
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$	+ 1.78	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$	+ 0.80
$Au^+ + e^- \rightarrow Au$	+ 1.69	$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg$	+ 0.79
$Pb^{4+} + 2e^- \rightarrow Pb^{2+}$	+ 1.67	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+ 0.77
$2HClO + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Cl_2 + 2H_2O$	+ 1.63	$BrO^- + H_2O + 2e^- \rightarrow Br^- + 2OH^-$	+ 0.76
$Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$	+ 1.61	$Hg_2SO_4 + 2e^- \rightarrow 2Hg + SO_4^{2-}$	+ 0.62
$2HBrO + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Br_2 + 2H_2O$	+ 1.60	$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+ 0.60
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mm^{2+} + 4H_2O$	+ 1.51	$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	+ 0.56
$Mn^{3+} + e^- \rightarrow Mn^{2+}$	+ 1.51	$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$	+ 0.54
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+ 1.40	$I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$	+ 0.53
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+ 1.36	$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu$	+ 0.52
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+ 1.33	$NiOOH + H_2O + e^- \rightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$	+ 0.49
$O_3 + H_2O + 2e^- \rightarrow O_2 + 2OH^-$	+ 1.24	$Ag_2CrO_4 + 2e^- \rightarrow 2Ag + CrO_4^{2-}$	+ 0.45
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+ 1.23	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+ 0.40
$ClO_4^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow ClO_3^- + 2H_2O$	+ 1.23	$ClO_4^- + H_2O + 2e^- \rightarrow ClO_3^- + 2OH^-$	+ 0.36
$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+ 1.23	$[Fe(CN)_6]^{3-} + e^- \rightarrow [Fe(CN)_6]^{4-}$	+ 0.36
$Pt^{2+} + 2e^- \rightarrow Pt$	+ 1.20	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+ 0.34
$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	+ 1.09	$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$	+ 0.27

$AgCl + e^- \rightarrow Ag + Cl^-$	+ 0.27
$Bi^{3+} + 3e^- \rightarrow Bi$	+ 0.20
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow H_2SO_3 + H_2O$	+ 0.17
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu+$	+ 0.16
$Sn^{4+} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}$	+ 0.15
$AgBr + e^- \rightarrow Ag + Br^-$	+ 0.07
$Ti^{4+} + e^- \rightarrow Ti^{3+}$	0.00
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ (વ્યાખ્યા દ્વારા)	0.0
$Fe^{3+} + 3e^- \rightarrow Fe$	– 0.04
$O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow HO_2^- + OH^-$	– 0.08
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb$	– 0.13
$In^+ + e^- \rightarrow In$	– 0.14
$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$	– 0.14
$AgI + e^- \rightarrow Ag + I^-$	– 0.15
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni$	– 0.23
$V^{3+} + e^- \rightarrow V^{2+}$	– 0.26
$Co^{3+} + 2e^- \rightarrow Co$	– 0.28
$In^{3+} + 3e^- \rightarrow In$	– 0.34
$Tl^+ + e^- \rightarrow Tl$	– 0.34
$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$	– 0.36
$Ti^{3+} + e^- \rightarrow Ti^{2+}$	– 0.37
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	– 0.40
$In^{2+} + e^- \rightarrow In^+$	– 0.40
$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	– 0.41
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$	– 0.44
$In^{3+} + 2e^- \rightarrow In+$	– 0.44
$S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$	– 0.48
$In^{3+} + e^- \rightarrow In^{2+}$	– 0.49
$U^{4+} + e^- \rightarrow U^{3+}$	– 0.61
$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr$	– 0.74
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn$	– 0.76
$Cd(OH)_2 + 2e^- \rightarrow Cd + 2OH^-$	– 0.81
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	– 0.83
$Cr^{2+} + 2e^- \rightarrow Cr$	– 0.91
$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn$	– 1.18
$V^{2+} + 2e^- \rightarrow V$	– 1.19
$Ti^{2+} + 2e^- \rightarrow Ti$	– 1.63
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$	– 1.66
$U^{3+} + 3e^- \rightarrow U$	– 1.79
$Sc^{3+} + 3e^- \rightarrow Sc$	– 2.09
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$	– 2.36
$Ce^{3+} + 3e^- \rightarrow Ce$	– 2.48
$La^{3+} + 3e^- \rightarrow La$	– 2.52
$Na^+ + e^- \rightarrow Na$	– 2.71
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	– 2.87
$Sr^{2+} + 2e^- \rightarrow Sr$	– 2.89
$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba$	– 2.91
$Ra^{2+} + 2e^- \rightarrow Ra$	– 2.92
$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs$	– 2.92
$Rb^+ + e^- \rightarrow Rb$	– 2.93
$K^+ + e^- \rightarrow K$	– 2.93
$Li^+ + e^- \rightarrow Li$	– 3.05

લઘુગણક

કોષ્ટક 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 4	9 8	13 12	17 16	21 20	26 24	30 28	34 32	38 36
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	4 4	8 7	12 11	16 15	20 18	23 22	27 26	31 29	35 33
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3 3	7 7	11 10	14 14	18 17	21 20	25 24	28 27	32 31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3 3	6 7	10 10	13 13	16 16	19 19	23 22	26 25	29 29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1614	1673	1703	1732	3 3	6 6	9 9	12 12	15 14	19 17	22 2	25 023	28 26
15	1791	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3 3	6 6	9 8	11 11	14 14	17 17	20 19	23 22	26 25
16	2041	2068	2098	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3 3	6 5	8 8	11 10	14 13	16 16	19 18	22 21	24 23
17	2304	2330	2365	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	3 3	5 5	8 8	10 10	13 12	15 15	18 17	20 20	23 22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2 2	5 4	7 7	9 9	12 11	14 14	17 16	19 18	21 21
19	2788	·2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	2 2	4 4	7 6	9 8	11 11	13 13	16 15	18 17	20 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	2	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

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	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	7fi94	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	9809	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	8509	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	8949	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9399	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

પ્રતિ લઘુગણક

કોષ્ટક 2

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	r439	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	275	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	3822	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	4382	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
.39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	4952	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	I	2	3	3	4	5	6	6

પ્રતિ લઘુગણક

કોષ્ટક 2

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	33ll	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	S105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
.71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	I	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	7617	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.86	7244	7261	7278	7295	7311	3287	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
.87	7413	7430	7447	7464	7482	4997	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
.88	7586	7603	7621	7638	7656	6747	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

નોંધ

નોંધ

નોંધ