

# પ્રકરણ 14

## ઉર્જાના સોતો (Sources of Energy)



P4U5X8

ધોરણ IXમાં આપણે શીખ્યાં હતાં કે ભૌતિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કુલ ઉર્જાનું સંરક્ષણ થાય છે. તો પછી આપણે કેમ ઉર્જાસંકટ વિશે આટલું બધું સાંભળતા રહીએ છીએ? જો ઉર્જાને ના તો ઉત્પન્ન કરી શકાય, ના તો નાખ કરી શકાય, તો આપણાને કોઈ ચિંતા હોવી જોઈએ નહિ! આપણે ઉર્જાનાં સંસાધનોની ચિંતા કર્યા વિના અમર્યાદિત પ્રવૃત્તિઓ કરવા માટે સક્ષમ હોવા જોઈએ!

જો આપણે યાદ કરીએ કે આપણે ઉર્જા વિશે આનાથી વધારે બીજું શું-શું શીખ્યાં છીએ તો આ કોયડાનો ઉકેલ લાવી શકાય છે. ઉર્જાનાં વિવિધ સ્વરૂપો છે અને ઉર્જાના એક સ્વરૂપને બીજા સ્વરૂપમાં પરિવર્તિત કરી શકાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, જો આપણે કોઈ પ્લેટને કોઈ ઊંચાઈથી પડતી મૂકીએ તો ખેટની સ્થિતિઉર્જાનો અધિકતમ ભાગ જમીન સાથે અથડાતી વખતે ઘનિઉર્જામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. જો આપણે કોઈ મીણબતી સળગાવીએ છીએ તો પ્રક્રિયા વધારે ઉખાંખેપી બને છે અને આ પ્રકારે સળગાવાથી મીણની રાસાયણિક ઉર્જા, ઉખાઉર્જા તથા પ્રકાશઉર્જામાં પરિવર્તિત થઈ જાય છે. મીણબતીને સળગાવાથી આ ઉર્જાઓ સિવાય બીજી કઈ નીપણો મળે છે?

કોઈ પણ ભૌતિક અથવા રાસાયણિક પ્રક્રિયા દરમિયાન કુલ ઉર્જા અચળ રહેતી હોય છે, પરંતુ જો આપણે સળગતી મીણબતી પર ફરીથી વિચાર કરીએ તો શું આપણે કોઈ પણ પ્રકારે પ્રક્રિયામાં ઉત્પન્ન થયેલ ઉખા અને પ્રકાશને બીજી નીપણો સાથે સાંકળીને મીણના રૂપમાં રાસાયણિક ઉર્જાને ફરીથી પ્રાપ્ત કરી શકીએ?

ચાલો, આપણે એક બીજું ઉદાહરણ ધ્યાનમાં લઈએ. ધારો કે આપણે 100 mL પાણી લઈએ છીએ જેનું તાપમાન 348 K (75 °C) છે અને તેને એક રૂમમાં કે જેનું તાપમાન 298 K (25 °C) છે તેમાં રાખી મૂકીએ. તો થોડા સમય પછી શું થશે? શું એવો કોઈ રસ્તો છે કે જેના દ્વારા પર્યાવરણમાં ગુમાવેલી બધી ઉર્જાને એકત્ર કરીને ઠંડા થઈ ગયેલ પાણીને ફરીથી ગરમ કરી શકાય?

આવા દરેક ઉદાહરણ વિશે વિચાર કરતાં આપણો જોઈ શકીએ કે ઉપયોગી સ્વરૂપમાંની ઉર્જા આસપાસના વાતાવરણમાં પ્રમાણમાં ઓછી ઉપયોગી ઉર્જાના રૂપમાં વિભેરણ પામે છે. તેથી કાર્ય કરવા માટે જે કોઈ ઉર્જાના સોતનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ તે વપરાઈ જાય છે અને તેનો પુનઃઉપયોગ કરી શકતો નથી.

### 14.1 ઉર્જાનો ઉત્તમ સોત ક્યો છે?

**(What is a Good Source of Energy?)**

તો પછી ઉર્જાના ઉત્તમ સોત તરીકે કોને ગણવો જોઈએ? આપણે આપણા રોજિંદા જીવનમાં કાર્ય કરવા માટે વિવિધ સોતમાંથી મળતી ઉર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. ટ્રેનને ચલાવવા માટે આપણે ડીજલનો ઉપયોગ કરીએ છીએ. રસ્તા પરની સ્ટ્રીટલાઈટ પ્રકાશિત કરવા માટે વિદ્યુતનો ઉપયોગ કરીએ છીએ અથવા સાઈકલ લઈને શાળાએ જવા માટે આપણે સ્નાયુઓમાં રહેલી સ્નાયુઉર્જાનો ઉપયોગ કરીએ છીએ.

#### પ્રવૃત્તિ 14.1

- સવારે ઉઠીને તમે શાળાએ પહોંચો છો ત્યાં સુધી ઉપયોગમાં લીધેલ ઉર્જાના ચાર સ્વરૂપની યાદી બનાવો.
- આ વિવિધ પ્રકારની ઉર્જા આપણે ક્યાંથી મેળવીએ છીએ?
- શું આપણે તેને 'ઉર્જાના સોત' કહી શકીએ? કેમ અથવા કેમ નહિ?

શારીરિક કાર્યો કરવા માટે સનાયુગીજર્જ, જુદાં-જુદાં ઉપકરણોને ચલાવવા માટે વિદ્યુતગીજર્જ, રસોઈ બનાવવા અથવા વાહનો ચલાવવા રાસાયનિક ગીજર્જ આ દરેક ગીજર્જઓ કોઈ ને કોઈ ગીજર્જસોતમાંથી પ્રાપ્ત થાય છે. આપણે જાણવું જોઈએ કે ગીજર્જને તેના ઉપયોગી સ્વરૂપમાં મેળવવા માટે જરૂરી સોતની પસંદગી કેવી રીતે કરીએ છીએ.

### પ્રવૃત્તિ 14.2

- રસોઈ બનાવવા માટે બળતણની પસંદગી કરવા આપણી પાસે રહેલ વિવિધ વિકલ્પો પર વિચાર કરો.
- કોઈ બળતણને સારા બળતણની શ્રેષ્ઠીમાં મૂકવાનો પ્રયત્ન કરતી વખતે તમે કયાં માપદંડો પર વિચાર કરશો.
- શું તમારી પસંદગી જુદી હોત, જો તમે
  - (a) જંગલમાં જીવન જીવતા હોત ?
  - (b) કોઈ દૂર પર્વતીય ગામ કે નાના ટાપુ પર જીવન જીવતા હોત ?
  - (c) નવી દિલ્લીમાં જીવન જીવતા હોત ?
  - (d) પાંચ સદીઓ પહેલા જીવન જીવતા હોત ?
- ઉપરની દરેક પરિસ્થિતિમાં પરિબળો કેવી રીતે જુદાં છે ?

ઉપરની બંને પ્રવૃત્તિઓ કર્યા પછી આપણને એટલી જાણકારી મળી કે કેટલાંક કાર્યો કરવા માટે કોઈ ખાસ ગીજર્જસોત અથવા બળતણની પસંદગી અનેક પરિબળો પર આધાર રાખે છે. ઉદાહરણ તરીકે, કોઈ બળતણની પસંદગી કરતી વખતે આપણે પોતાને નીચેના પ્રશ્નો પૂછીશું.

- (i) તે દહન-પ્રક્રિયામાં કેટલી ઉખા મુક્ત કરે છે ?
  - (ii) શું તે ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ધુમાડો ઉત્પન્ન કરે છે ?
  - (iii) શું તે સહેલાઈથી ઉપલબ્ધ છે ?
- શું તમે બળતણ સંબંધિત બીજા ત્રણ વધુ પ્રશ્નો વિચારી શકો છો ?

બળતણના ઉપલબ્ધ પ્રકારોમાંથી રસોઈ બનાવવા જેવા ચોક્કસ કાર્ય માટે બળતણની પસંદગી કરતી વખતે આપણા પસંદગીના વિકલ્પોને મર્યાદિત કરી દે તે પરિબળો કયા છે ? શું જે બળતણ પસંદ કર્યું છે તે જે કાર્ય કરવાનું છે તેના પર પણ આધાર રાખે છે ? ઉદાહરણ તરીકે, શું આપણે રસોઈ બનાવવા જેવા ચોક્કસ કાર્ય માટે એક બળતણ અને શિયાળામાં ઓરડાને ગરમ કરવા માટે બીજું બળતણ પસંદ કરીશું ?

આ રીતે હવે આપણે એ કહી શકીએ કે એક ઉત્તમ ગીજર્જના સોત એ છે કે,

- જે એકમ કદ અથવા દ્રવ્યમાન દીઠ વધારે માત્રામાં કાર્ય કરે,
- સરળતાથી ઉપલબ્ધ હોય,
- સંગ્રહ તથા પરિવહનમાં સરળ હોય અને

### પ્રશ્નો

1. ગીજર્જનો ઉત્તમ સોત કોને કહે છે ?
2. ઉત્તમ બળતણ કોને કહે છે ?
3. જો તમે તમારા ભોજનને ગરમ કરવા માટે કોઈ પણ ગીજર્જ-સોતનો ઉપયોગ કરી શકો છો, તો તમે કોનો ઉપયોગ કરશો અને કેમ ?





આકૃતિ 14.1

ભારતમાં આપણી ઉર્જાની આવશ્યકતાઓ સામે ઉર્જાના મુખ્ય સોત દર્શાવતો પાઈ ચાર્ટ

## 14.2 ઉર્જાના પરંપરાગત સોત (Conventional Sources of Energy)

### 14.2.1 અશિમભૂત બળતાણ (Fossil Fuels)

પ્રાચીન સમયમાં ઉષ્ણીય ઉર્જાનો સામાન્ય સોત લાકડું હતો. કેટલીક મર્યાદિત પ્રવૃત્તિઓ માટે પવન તથા વહેતા પાણીની ઉર્જાનો પણ ઉપયોગ કરવામાં આવતો હતો. શું તમે આ પૈકીના કેટલાક ઉપયોગો વિચારી શકો ? ઉર્જાસોતના રૂપમાં કોલસાના ઉપયોગે ઔદ્યોગિક કાન્ટિને શક્ય બનાવી. વધતાજતા ઉદ્યોગોને કારણે સમગ્ર વિશ્વમાં જીવનની ગુણવત્તામાં વૃદ્ધિ થઈ. તેના પરિણામે સમગ્ર વિશ્વમાં ઉર્જાની માંગમાં પણ આશ્ર્યજનક દરથી વૃદ્ધિ થઈ રહી છે. ઉર્જાની વધતી માંગની પૂર્તિ મોટે ભાગે અશિમભૂત બળતાણ - કોલસા તથા પેટ્રોલિયમથી થઈ છે. માંગમાં થતી વૃદ્ધિની સાથે-સાથે આ ઉર્જાસોતોનો ઉપયોગ કરવા માટે ટેકનોલોજીમાં પણ વિકાસ કરવામાં આવ્યો. પરંતુ આ બળતાણ કરેઠો વર્ષો અગાઉ બનેલા છે અને હવે તેનો મર્યાદિત ભાગ જ બાકી રહ્યો છે. અશિમભૂત બળતાણ ઉર્જા પુનઃઅપ્રાપ્ય સોત છે, તેથી તેનું સંરક્ષણ કરવું જરૂરી છે. જો આપણે આ ઉર્જાસોતનો ઉપયોગ હાલના ચિંતાજનક દરથી કરતા રહીશું તો આ બંડાર ટૂંક સમયમાં ખાલી થઈ જશે ! આવી પરિસ્થિતિને ટાળવા માટે ઉર્જાના વૈકલ્પિક સોતની શોધ કરવામાં આવી. પરંતુ આજે પણ આપણે આપણી ઉર્જાઓની મોટા ભાગની જરૂરિયાત પૂર્ણ કરવા માટે અશિમભૂત બળતાણ ઉપર વધારે માત્રામાં નિર્ભર છીએ (આકૃતિ 14.1).

અશિમભૂત બળતાણના દહનના બીજા ગેરફાયદા પણ છે. આપણે ધોરણ IXમાં કોલસા તથા પેટ્રોલિયમ પેદાશોને સળગાવવાથી થતા વાયુ-પ્રદૂષણ વિશે શીખ્યાં છીએ. અશિમભૂત બળતાણને સળગાવવાથી મુક્ત થતા કાર્બન, નાઈટ્રોજન તથા સદ્ધરના ઓક્સાઇડ એસિડિક ઓક્સાઇડ હોય છે. જેના કારણે એસિડિક વર્ષા થાય છે જે આપણા પાણી તથા જમીન સંસાધનોને પ્રભાવિત કરે છે. વાયુ-પ્રદૂષણની સમસ્યા ઉપરાંત કાર્બન ડાયોક્સાઇડ જેવા ગોસને કારણે ઉદ્ભબતી ગ્રીનહાઉસ અસરને યાદ કરો.

### આના પર વિચારો

જો આપણને વિદ્યુત-પુરવઠો ન મળે તો આપણા જીવનમાં શું ફેરફાર આવે ?

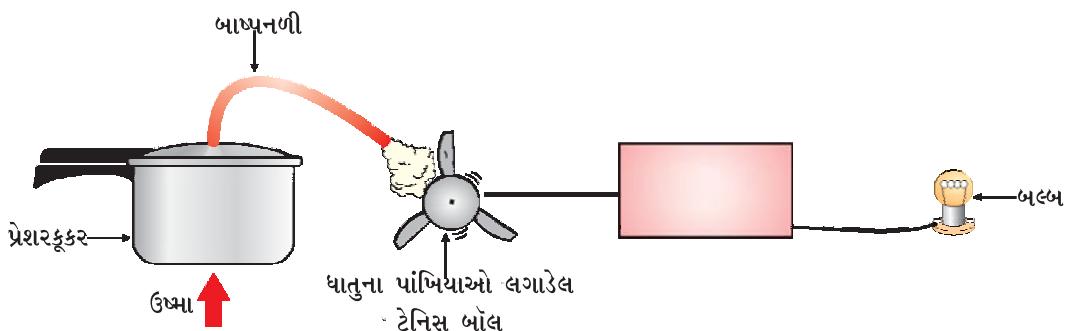
કોઈ પણ દેશમાં પ્રત્યેક વ્યક્તિ દીઠ મળતી વિદ્યુતઊર્જા તે દેશના વિકાસનો એક માપદંડ છે.

અશિમભૂત બળતાણને સળગાવવાને કારણે ઉદ્ભબતા પ્રદૂષણને જુદી-જુદી પ્રવિધિઓ (Techniques) દ્વારા બળતાણના દહનની કાર્યક્ષમતા વધારીને તથા દહનને કારણે ઉદ્ભબતા હાનિકારક ગોસ તથા રાખને વિવિધ પ્રૌદ્યોગિકી (Technology) દ્વારા વાતાવરણમાં ભણતા ઓછા કરીને થોડે અંશે ઘટાડી શકાય છે. શું તમે જાણો છો કે અશિમભૂત બળતાણનો ગોસસ્ટવ તથા વાહનોમાં ઉપયોગ કરવા ઉપરાંત વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પણ તેને મુખ્ય બળતાણ તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે ? ચાલો, આપણે એક નાનકડું ધ્રુવ બનાવી તેના દ્વારા વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરીએ અને જોઈએ કે ઉર્જાના આ મનગમતા સ્વરૂપને મેળવવા માટે શું-શું કરવું પડે છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.3

- એક ટેબલટેનિસનો બોલ લો અને તેમાં ત્રણ સ્લીટ (Slits) બનાવો.
- ધાતુના પતરા (sheet)માંથી અર્ધવર્તુળાકાર [△] પાંખિયા (Fins) કાપીને આ ત્રણ સ્લિટમાં લગાવો.
- દઢ આધાર પર લગાડેલ ધાતુના સુરેખ તાર વડે બોલને તેના કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી ધરી પર કુલકીત કરો. એ સુનિશ્ચિત કરો કે બોલ પોતાની ધરી પર મુક્ત રીતે બ્રમણ કરી શકે છે.

- હવે, એક સાઈકલ ડાઈનેમો તેની સાથે જોડો.
- તેની સાથે એક બલબ શ્રેણીમાં જોડો.
- પાંખ્યાઓ પર પાણીની ધાર અથવા પ્રેશરકૂકરમાં ઉત્પન્ન કરેલી વરાળની ધાર ફેંકો (આફુતિ 14.2). તમે શું અવલોકન કરો છો ?



આફુતિ 14.2 તાપ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની પ્રક્રિયાને નિર્દેશિત કરવા માટેનું માંડલ

વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાનું આ આપણું ટર્ભોઇન છે. સરળ ટર્ભોઇનોમાં ગતિશીલ ભાગ તરીકે રોટર-બ્લેડનું સંયોજન છે. ગતિશીલ તરલ (પાણી કે વરાળ) બ્લેડને ફેરવવા માટે કાર્ય કરે છે તથા રોટરને ઊર્જા આપે છે. આ રીતે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે, મૂળભૂત રીતે આપણે રોટરની બ્લેડને ઝડપી ગતિ આપવી પડે જેથી યાંત્રિકઊર્જાને વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરવા માટે ડાઈનેમોની શાફ્ટને ફેરવે. ઊર્જાનું આ સ્વરૂપ આજની પરિસ્થિતિમાં એક આવશ્યકતા બની ગયું છે. આમ કરવા માટે વિવિધ રસ્તા હોઈ શકે છે કે જે સંસાધનોની ઉપલબ્ધતા પર આધારિત છે. નીચેના વિભાગોમાં આપણે જોઈશું કે, ટર્ભોઇનને ફેરવીને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે ઊર્જાના વિવિધ સોતનો કઈ રીતે ઉપયોગ કરી શકાય છે.

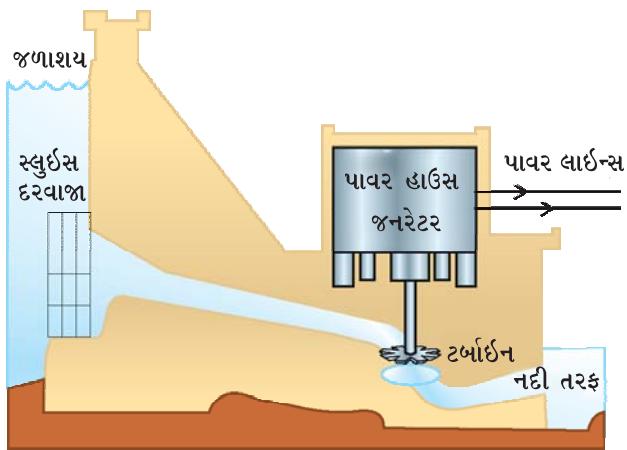
#### 14.2.2 થર્મલ પાવર પ્લાન્ટ (Thermal Power Plant)

પાવર સ્ટેશનમાં દરરોજ પાણીને ઉકાળીને બાધ્ય બનાવવા માટે વિપુલ માત્રામાં અશ્રમભૂત બળતણનો ઉપયોગ થાય છે. આ બાધ્ય ટર્ભોઇનને ફેરવીને વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરે છે. એક સરખા અંતર માટે કોલસા તથા પેટ્રોલિયમના પરિવહનની તુલનામાં વિદ્યુતનું પરિવહન વધારે કાર્યક્ષમ હોય છે. આથી, ઘણા થર્મલ પાવર સ્ટેશન કોલસા તથા તેલકોણોની નજીક બનાવવામાં આવે છે. આ પાવર સ્ટેશનોને થર્મલ પાવર સ્ટેશન કહેવાનું કારણ એ છે કે, તેમાં બળતણના દણન દ્વારા ઊર્જાઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે, જેનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ થાય છે.

#### 14.2.3 જળવિદ્યુત પ્લાન્ટ (Hydro Power Plant)

ઊર્જાનો બીજો એક પરંપરાગત સોત વહેતા પાણીની ગતિઊર્જા અથવા કોઈ ઊંચાઈ પર રહેલા પાણીની સ્થિતિઊર્જા છે. હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટમાં નીચે પડતા પાણીની સ્થિતિઊર્જાનું વિદ્યુતઊર્જામાં રૂપાંતરણ કરવામાં આવે છે. જેનો ઉપયોગ સ્થિતિઊર્જાના સોત સ્વરૂપે કરી શકાય. તેવા જળ-પ્રપાતો (Water-falls)ની સંખ્યા બહુ ઓછી હોવાથી હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટને બંધો સાથે સાંકળવામાં આવ્યા છે. છેલ્લી સદીમાં સમગ્ર વિશ્વમાં ઘણા બંધ બાંધવામાં આવ્યા છે. આફુતિ 14.3માં જોઈ શકાય છે કે, ભારતમાં આપણી ઊર્જાની માંગનો ચોથો ભાગ હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટ દ્વારા પૂરો પાડવામાં આવે છે.

ઊર્જાના સોતો



આકૃતિ 14.3

#### હાઈડ્રો પાવર પ્લાન્ટનું રેખાચિત્ર

બંધોના નિર્માણને કારણે ઘણીબધી ખેતીલાયક જમીન તથા માનવવસવાટ દૂબવાને કારણે નાના પામે છે. બંધના પાણીમાં દૂબવાને કારણે મોટા પ્રમાણમાં પર્યાવરણીય તંત્ર નાશ પામે છે. જે ઝડપ-પાન, વનસ્પતિ વગેરે પાણીમાં દૂબી જાય છે તે અજારક (anaerobic) પરિસ્થિતિઓમાં સરવા લાગે છે તથા વિઘટન પામી વિશાળ માત્રામાં મિથેન ગેસ ઉત્પન્ન કરે છે, જે એક ગ્રીનહાઉસ ગેસ છે. બંધોના નિર્માણને કારણે વિસ્થાપિત લોકોના સંતોષકારક પુનઃવસવાટ તથા ક્ષતિપૂર્તિની સમસ્યાઓ પડ્યા ઉદ્ભવે છે. ગંગાનાદી પર ટિહરી બંધના નિર્માણ તથા નર્મદાનાદી પર સરદાર સરોવર બંધના નિર્માણની પરિયોજનાઓનો વિરોધ આ જ પ્રકારની સમસ્યાઓને લીધે થયો હતો.

#### 14.2.4 ઊર્જાના પરંપરાગત સોતનો ઉપયોગ કરવા માટે પ્રૌદ્યોગિકી (ટેકનોલોજી)માં સુધારા

##### (Improvement in the Technology for Using Conventional Sources of Energy)

###### જૈવભાર (Bio-Mass)

આપણે અગાઉ જણાવ્યું તેમ પ્રાચીનકાળથી લાકડાનો બળતણ સ્વરૂપે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. જો આપણે પૂરતાં પ્રમાણમાં વૃક્ષો ઉગાડવાનું સુનિશ્ચિત કરીએ તો બળતણ માટેના લાકડાનો સતત જથ્થો મળતો રહેશે. તમે ગાયના છાણના છાણાઓના બળતણ તરીકેના ઉપયોગથી પડ્યા પરિચિત છો જ. ભારતમાં પશુધનની વિશાળ સંખ્યા હોવાથી તે આપણને બળતણનો સ્થાયી સોત પૂરો પાડે છે. આ બળતણ વનસ્પતિ અને પ્રાણીજ ઉત્પાદન હોવાથી આ પ્રકારના બળતણ-સોત જૈવભાર (Bio-Mass) તરીકે ઓળખાય છે. તેમ છતાં આ બળતણના દહનથી વધુ પ્રમાણમાં ઉખા ઉત્પન્ન થતી નથી અને જ્યારે તેઓનું દહન થાય ત્યારે ખૂબ મોટા પ્રમાણમાં ધૂમાડો ઉદ્ભવે છે. તેથી આ પ્રકારના બળતણોની કાર્યક્ષમતામાં ટેકનોલોજિકલ સુધારા જરૂરી છે. જ્યારે લાકડાને ઓક્સિજનના મર્યાદિત પુરવઠામાં સણગાવવામાં આવે ત્યારે તેમાં રહેલ પાણી તથા બાધશીલ પદાર્થ બહાર નીકળી જાય છે તથા અવશેષરૂપે ચારકોલ રહે છે. ચારકોલ જ્યોત વગર સણગે છે, પ્રમાણમાં ધૂમ્રહીન છે અને તેની ઉખા ઉત્પન્ન કરવાની ક્ષમતા પડ્યા વધારે હોય છે.

તે જ રીતે ગાયનું છાણ, જુદા-જુદા પ્રકારની વનસ્પતિ-સામગ્રી જેમકે પાકોની કાપણી પછી વધેલા અવશેષ, શાકભાજનો કચરો તથા સુઅેજ (ગટરના પદાર્થો)ને ઓક્સિજનની ગેરહાજરીમાં વિઘટિત કરતાં તે બાયોગેસ આપે છે. તેમાં પ્રારંભિક સામગ્રી તરીકે ગાયનું છાણ હોવાથી તેને પ્રચલિત રીતે ‘ગોબરગેસ’ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. બાયોગેસ આકૃતિ 14.4માં દર્શાવ્યા મુજબના પ્લાન્ટમાં ઉત્પન્ન થાય છે.

જળવિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પાણીના પ્રવાહને રોકી મોટાં જળાશયોમાં પાણી એકત્રિત કરવા માટે નદી પર ઊંચા બંધ બાંધવામાં આવે છે. પાણીનું સ્તર ઊંચું આવે છે અને આ પ્રક્રિયામાં વહેતા પાણીની ગતિજીર્જનું સ્થિતિજીર્જમાં રૂપાંતરણ થાય છે. બંધમાં ઊંચા લેવલ પર રહેલા પાણીને પાઈપો મારફતે બંધના તળીયે રાખેલા ટર્બાઇન સુધી લઈ જવામાં આવે છે (આકૃતિ 14.3). જળાશયમાં દર વખતે વરસાદને કારણે પાણી ફરી ભરાય છે (જળવિદ્યુત એ પુનઃપ્રાપ્ય સોત છે). આમ, આપણે અશ્વિમભૂત બળતણ કે જે એક દિવસ નાશ પામવાનું છે તેની જેમ જળવિદ્યુત સોતોનો નાશ પામવા અંગેની ચિત્તા કરવાની જરૂર નથી.

પરંતુ, મોટા બંધોના નિર્માણ સાથે ઘણી મુશ્કેલીઓ સંકળાયેલી છે. બંધોનું કેટલાક ચોક્કસ વિસ્તારમાં ખાસ કરીને ટેકરીવાળા વિસ્તારમાં જ નિર્માણ કરી શકાય છે,

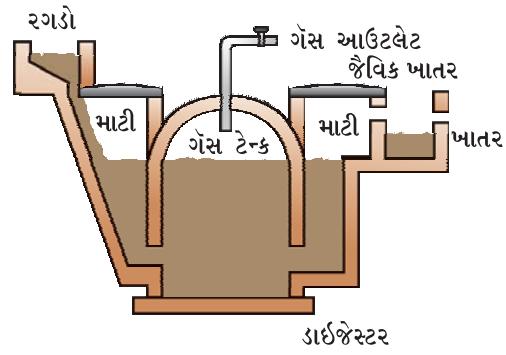
આ પ્લાન્ટમાં ધૂમટ (ગેમ) જેવું ઈંટોનું બનેલું માળખું હોય છે. ગાયના છાણ અને પાણીનો રગડો મિશ્રણની ટાંકીમાં બનાવીને ત્યાંથી ડાઇજેસ્ટરમાં મોકલવામાં આવે છે. ડાઇજેસ્ટર એ ઓક્સિસિઝન વગરની સીલબંધ ચેખર છે. સૂક્ષ્મ સજ્જવો કે જેમના અખરક થસનમાં ઓક્સિસિઝનની જરૂર પડતી નથી, તેઓ ગાયના છાણના રગડામાં રહેલા જટિલ સંપોજનોને નાના-નાના ભાગમાં વિઘ્નિત કરે છે અથવા તોડી નાંખે છે. આ વિઘ્નન પ્રક્રિયા સંપૂર્ણ થવામાં તથા મિથેન, કાર્બન ઇયોક્સાઈડ, હાઇડ્રોજન અને હાઇડ્રોજન સલ્ફાઈડ જેવા વાયુઓ ઉત્પન્ન થવામાં અમુક દિવસો લાગે છે. બાયોગેસ ડાઇજેસ્ટરની ઉપરના ભાગની ગેસની ટાંકીમાં ભેગો કરાય છે. ત્યાંથી નળીઓ દ્વારા ઉપયોગ માટે લઈ જવામાં આવે છે.

બાયોગેસ 75 % સુધી મિથેન ધરાવતો હોવાથી તે ઉત્તમ બળતણ છે. તે ધૂમાડારહિત સણગે છે. લાકડા, ચારકોલ તથા કોલસાના દહનની જેમ રાખ જેવા કોઈ અવશેષો રહેતા નથી. તેની તાપીય ક્ષમતા પણ વધારે છે. બાયોગેસનો ઉપયોગ પ્રકાશના સોત તરીકે પણ કરવામાં આવે છે. વધેલા રગડાને સમય-સમય પર (Periodically) બહાર કાઢી તેને નાઈટ્રોજન તેમજ ફોસ્ફરસયુક્ત ઉત્તમ ખાતર તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. આ રીતે મોટા પાયા પર જૈવિક કચરો તેમજ મળ-મૂત્રનો ઉપયોગ જૈવિક કચરા અને મળ-મૂત્રના નિકાલનો સલામત અને સક્ષમ માર્ગ ઉપરાંત ઊર્જા અને ખાતર આપે છે. શું તમને લાગે છે કે જૈવભાર ઊર્જાનો પુનઃપ્રાપ્ત સોત છે ?

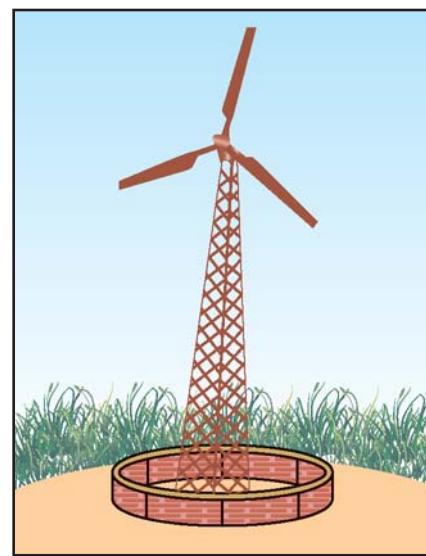
#### પવનઊર્જા

ધોરણ IXમાં આપણે જોયું કે, સૌર વિકિરણો દ્વારા ભૂખંડો તથા જળાશયો અસમાન રીતે ગરમ થવાથી હવાની ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે અને પરિણામે પવન ફૂંકાય છે. પવનમાં રહેલી ગતિઊર્જાનો ઉપયોગ કાર્ય કરવામાં કરી શકાય છે. ભૂતકાળમાં યાંત્રિક કાર્ય મેળવવા આ ઊર્જા પવનચક્કી દ્વારા ઉપયોગમાં લેવામાં આવતી હતી. દાખલા તરીકે, પાણી ખેંચવાના પંપમાં, પવનચક્કીની ચક્કિય ગતિની મદદથી કૂવામાંથી પાણીને બહાર ખેંચવામાં આવતું. હાલમાં, પવનઊર્જા વિદ્યુતઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં પણ વપરાય છે. પવનચક્કી એ મોટા વિદ્યુત પંખા જેવું બંધારણ ધરાવતી રૂચના છે કે જે જરૂરિયત આધાર પર અમુક ઊર્જાઈએ ગોઠવેલ હોય છે (આકૃતિ 14.5).

વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવા માટે પવનચક્કીની પરિભ્રમણ ગતિનો ઉપયોગ, વિદ્યુત જનરેટરના ટર્બોઇનને ફેરવવા માટે કરાય છે. કોઈ એક પવનચક્કીનું આઉટપુટ ખૂબ જ નાનું હોય છે તેથી તેનો વ્યાવસાયિક ધોરણો ઉપયોગ કરી શકતો નથી. પરિણામે, મોટા વિસ્તારમાં ઘણી પવનચક્કીઓ સ્થાપિત કરવામાં આવે છે, જેને પવનઊર્જા ફાર્મ કહે છે. દરેક પવનચક્કીના ઊર્જાના આઉટપુટને એકબીજા સાથે જોડી વ્યાવસાયિક ધોરણો વિદ્યુત મેળવવામાં આવે છે.



આકૃતિ 14.4  
બાયોગેસ પ્લાન્ટનું રેખાચિત્ર



આકૃતિ 14.5 પવનચક્કી

**નોંધું** તેન્માર્કને ‘પવનોનો દેશ’ કહે છે. દેશની 25 ટકાથી પણ વધુ વિદ્યુત આપૂર્ણ પવનચક્કીઓના વિશાળ નેટવર્ક દ્વારા વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરીને કરવામાં આવે છે. કુલ આઉટપુટમાં જરૂરીની અગ્રણી છે, જ્યારે ભારતનું પવનઊર્જા દ્વારા વિદ્યુત-ઉત્પાદન કરવાવાળા દેશોમાં પાંચમું સ્થાન છે. જો આપણે પવનો દ્વારા વિદ્યુત-ઉત્પાદનની અનુમાન અનુસાર લગભગ 45,000 MW વિદ્યુતશક્તિનું ઉત્પાદન કરી શકીએ. તમિલનાડુના કન્યાકુમારી નજીક ભારતનું સૌથી વિશાળ પવનઊર્જાનું ફાર્મ સ્થાપિત કરવામાં આવ્યું છે. તે 380 MW વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરે છે.

પવનગીર્જ એ પર્યાવરણને અનુકૂળ અને પુનઃપ્રાય અસરકારક ગીર્જસોત છે. વિદ્યુતગીર્જના ઉત્પાદન માટે તેમાં વારંવાર ખર્ચો કરવાની જરૂર પડતી નથી. પરંતુ પવનગીર્જનો ઉપયોગ કરવામાં ઘણી મર્યાદાઓ છે. પહેલી મર્યાદા એ છે કે, પવનગીર્જનું ફાર્મ ફક્ત એવા વિસ્તારોમાં સ્થાપિત કરી શકાય છે જ્યાં વર્ષના મોટા ભાગના હિવસો દરમિયાન પવન ફૂંકાતો હોય. ટર્ભાઈનની જરૂરી ગતિ ચાલુ રાખવા માટે પવનની ગતિ 15 km/h થી વધુ હોવી જોઈએ. તદ્દુપરાંત ત્યાં કેટલીક ટેકાર્પ સગવડતાઓ (જેવી કે સંગ્રહક કોષ) હોવી જોઈએ કે જેથી જ્યારે પવન ન હોય તેવા સમયગાળા દરમિયાન ગીર્જની જરૂરિયાતની કાળજી રાખી શકાય. પવનગીર્જનું ફાર્મ સ્થાપવા માટે ખૂબ જ મોટો જમીનનો વિસ્તાર જરૂરી છે. 1 MWના જનરેટર માટે 2 હેક્ટર જમીન ધરાવતાં ફાર્મની જરૂર પડે છે. ફાર્મ સ્થાપવા માટેનો પ્રારંભિક ખર્ચ ખૂબ જ ઉંચો હોય છે. વળી ટાવર અને પાંખિયાઓ ખુલ્લામાં હોવાથી ફુદરતી ફેરફારો જેવી કે વરસાદ, સૂર્યપ્રકાશ, તોફાન અને વાવાડોડા દરમિયાન તેમની ખૂબ જ ઉચ્ચ કક્ષાની જગતાણી જરૂરી હોય છે.

### પ્રશ્નો

- અશેષ બળતાજાના ગેરલાભ શું છે ?
- શા માટે આપણે ગીર્જના વૈકલ્પિક સોત તરફ નજર દોડાવીએ છીએ ?
- પવન અને પાણીગીર્જના પરંપરાગત ઉપયોગમાં આપણી સગવડતા માટે કેવા ફેરફાર કરાયા છે ?



### 14.3 વૈકલ્પિક અથવા બિનપરંપરાગત ગીર્જના સોત

#### (Alternative or Non-Conventional Sources of Energy)

ટેકનોલોજીની પ્રગતિની સાથે હિવસે-હિવસે આપણી ગીર્જની માંગ વધતી જાય છે. આપણી જીવનપદ્ધતિ પણ બદલાય છે, આપણાં વધુ ને વધુ કાર્યો કરવા આપણે મશીનો (યંત્રો)નો ઉપયોગ કરીએ છીએ. આપણી પ્રાથમિક જરૂરિયાતો પણ ઔદ્યોગિકીરણના પગલે આપણા જીવનસ્તરમાં સુધારો થવાથી નિરંતર વધતી રહે છે.

#### પ્રવૃત્તિ 14.4

- તમારાં દાદા-દાદી અથવા અન્ય વડીલો પાસેથી શોધો કે -  
 (a) તેઓ કેવી રીતે શાળાએ જતાં હતાં ?  
 (b) તેઓ જ્યારે યુવાન હતાં ત્યારે તેમની દૈનિક જરૂરિયાત માણેનું પાણી કેવી રીતે મેળવતા હતાં ?  
 (c) મનોરંજનનાં કેવાં સાધનો વાપરતાં હતાં ?
- ઉપરના જવાબોની તુલના હાલમાં તમે આ કાર્યોને કેવી રીતે કરો છો તેની સાથે કરો.
- શું તેમાં તફાવત છે ? જો હા તો કયા કિસ્સામાં બાબુ સોતની વધુ ગીર્જ વપરાય છે ?

જેમ આપણી ગીર્જની જરૂરિયાત વધતી જાય છે તેમ આપણે વધુ ને વધુ ગીર્જના સોતની તરફ નજર કરવી જરૂરી બનશે. આપણે એવી ટેકનોલોજીનો વિકાસ કરીએ કે જેમાં પ્રાય અથવા જાણીતા ગીર્જસોતની ગીર્જનો વધુ કાર્યક્ષમ રીતે ઉપયોગ કરી શકીએ તે ગીર્જના નવા સોત પણ શોધીએ. ગીર્જના કોઈ પણ નવા સોત કે જેનો આપણે ઉપયોગ કરવા માગીએ છીએ તે સોતને ધ્યાનમાં રાખીને ચોક્કસ ઉપકરણોની જરૂર પડશે. હવે આપણે ગીર્જના કેટલાક અધ્યતન સોત જોઈશું કે જેમનો આપણે ઉપયોગ કરવા માંગીએ છીએ તે સોતમાંથી ગીર્જને મેળવવા અને સંગૃહીત કરવા માટેની ટેકનોલોજીની પર ધ્યાન ડેન્યુટ કરીશું.

#### આના વિશે વિચારો !

કેટલાક લોકો કહે છે કે જો આપણે આપણા પૂર્વજો જેવું જીવન જીવવાનું શરૂ કરીએ તો તેનાથી ગીર્જ તથા આપણા નિવસનતંત્રનું સંરક્ષણ થશે. શું તમને લાગે છે કે વિચાર યોગ્ય છે ?

### 14.3.1 સૌરઊર્જી (Solar Energy)

5 અબજ વર્ષોથી સૂર્ય હાલના દરે પ્રચંડ ઊર્જા ઉત્સર્જિત કરી રહ્યો છે અને હજુ 5 અબજ વર્ષો સુધી આ જ દરે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરતો રહેશે. આ સૌરઊર્જાનો માત્ર થોડો ભાગ જ પૃથ્વીના વાતાવરણના બધારના સ્તર સુધી પહોંચે છે. પૃથ્વીના વાતાવરણમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે લગભગ તેનો અડધો ભાગ શોષણ પામે છે અને બાકી રહેલો ભાગ પૃથ્વીની સપાટી સુધી પહોંચે છે.

શાલ્લે તુંન્ન

ભારત, વર્ષના મોટા ભાગ દરમિયાન સૌરઊર્જા મેળવવા માટે નસીબદાર છે. એક અંદાજ મુજબ એક વર્ષ દરમિયાન ભારત સુધી પહોંચતી આ ઊર્જા 5000 ટ્રિલિયન kWh જેટલી છે. સ્વચ્છ આકાશ (વાદળરહિત) હોય ત્યારે પૃથ્વીના કોઈ સ્થળે દરરોજ પ્રાપ્ત થતી સૌરઊર્જાનું સરેરાશ પ્રમાણ 4થી 7 kWh/m<sup>2</sup>ની વચ્ચે હોય છે. પૃથ્વીના વાયુમંડળની બાબત પરિસીમા પર સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચેના સરેરાશ અંતરે સૂર્યકિરણોને લંબ એવા પ્રતિ એકમ ક્ષેત્રફળ દીઠ પ્રતિ સેકન્ડ પહોંચતી સૌરઊર્જાને સૌર-અયળાંક કહે છે. તેનું અંદાજિત સંનિકટ મૂલ્ય 1.4 kJ પ્રતિ સેકન્ડ પ્રતિ વર્ગમીટર અથવા 1.4 kW/m<sup>2</sup> છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.5

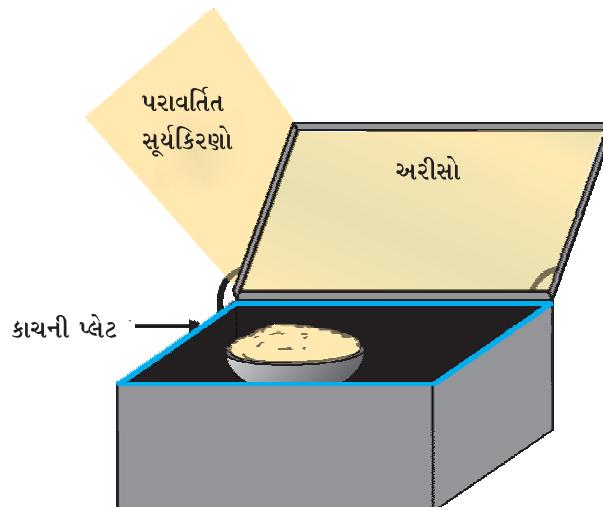
- બે શંકુ આકારના ફ્લાસ્ક લઈ એકને સફેદ રંગથી અને બીજાને કાળા રંગથી રંગો. બંનેને પાણીથી સંપૂર્ણ ભરી દો.
- બંને ફ્લાસ્કને અડધાથી એક કલાક માટે સૂર્યનાં સીધાં કિરણો તેના પર પડે તેમ મૂકો.
- બંને ફ્લાસ્કનો સ્પર્શ કરો. ક્યો ફ્લાસ્ક વધુ ગરમ છે ? તમે થરમોમિટર વડે બંને શંકુ આકારના ફ્લાસ્કમાં રહેલા પાણીનું તાપમાન પણ માપી શકો છો.
- આ જાણકારીનો ઉપયોગ તમારા રોંકિંગ જીવનમાં કરી શકાય તેવી રીતો તમે વિચારી શકો છો ?

સમાન પરિસ્થિતિઓમાં રહેલી સફેદ અથવા પરાવર્તક

સપાટીની સરખામણીએ કાળી સપાટી વધુ ઉખાનું શોષણ કરે છે. આ ગુણધર્મનો ઉપયોગ સૌરકૂકર (આફ્ક્ટિ 14.6) અને સોલર હીટરની કાર્યપદ્ધતિમાં થાય છે. કેટલાંક સૌરકૂકરોમાં સૂર્યનાં કિરણોને કેન્દ્રિત કરવા અરીસાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે, જેથી તે ઊંચું તાપમાન પ્રાપ્ત કરે છે. સૌરકૂકરોમાં કાચની તકતીનું ઢાંકણ હોય છે. ગ્રીનહાઉસ અસર વિશે તમે શું શીખ્યાં હતાં તે યાદ કરો. શું તે સમજાવે છે કે શા માટે કાચનું ઢાંકણું વાપરવામાં આવે છે ?

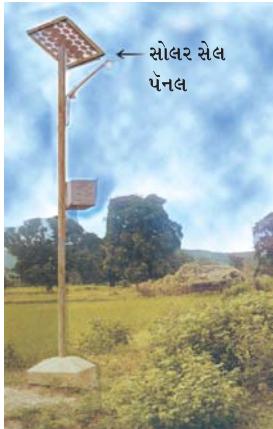
### પ્રવૃત્તિ 14.6

- સૌરકૂકર અને/અથવા સોલર વોટર હીટરની સંરચના અને કાર્યપદ્ધતિનો ખાસ કરીને તે કેવી રીતે અલગ કરેલ છે અને મહત્તમ ઉખા શોષે છે તેના સંદર્ભમાં અભ્યાસ કરો.



આફ્ક્ટિ 14.6 સૌરકૂકર

- સસ્તી સહેલાઈથી પ્રાપ્ત થતી સામગ્રીનો ઉપયોગ કરી સૂર્યકૂકર અથવા સોલર વોટર હીટરની ડિજાઈન બનાવી તેની રચના કરો અને તે તપાસો કે તમારી આ રચનામાં તમે કેટલું તાપમાન મેળવો છો.
- સૂર્યકૂકર તથા વોટરહીટરના ઉપયોગથી થતા ફાયદા અને તેની મર્યાદાની ચર્ચા કરો.



આકૃતિ 14.7  
સોલર સેલ પેનલ

દિવસ દરમિયાન ચોક્કસ સમયે જ આ ઉપકરણો ઉપયોગી છે તે સરળતાથી જોઈ શકાય છે. સૂર્યગીર્જના ઉપયોગની આ મર્યાદા સૌરગીર્જનું વિદ્યુતગીર્જમાં રૂપાંતરણ કરતાં સોલાર સેલનો ઉપયોગ કરી દૂર કરી શકાય છે. એક વિશિષ્ટ સેલ તેને સૂર્યની સામે રાખવામાં આવે ત્યારે તેમાં 0.5 - 1 Vના કમનો વોલ્ટેજ ઉદ્ભબે છે અને આશરે 0.7 W જેટલો વિદ્યુતપાવર પેદા કરે છે. સોલર સેલ પેનલ તરીકે ઓળખાતી ગોઠવણમાં ખૂબ જ મોટી સંઘામાં સોલાર સેલના સંયોજન કરાય છે. (આકૃતિ 14.7) તે વ્યાવહારિક ઉપયોગ માટે પૂરતી વીજળી પૂરી પાડે છે.

સોલાર સેલ સાથે સંકળાયેલ મુખ્ય ફાયદો એ છે કે, તેમાં કોઈ ગતિશીલ ભાગ હોતો નથી, જળવણીની જરૂર ઓછી છે અને કોઈ પણ કેન્દ્રિત કરતી રચના વગર ધણું સંતોષજનક કાર્ય કરે છે. અન્ય ફાયદો એ છે કે તેને અંતરિયાળ, દુર્ગમ અથવા ખૂબ જ ઓછા વસવાટવાળા વિસ્તારોમાં કે જ્યાં પાવર-વિતરણ લાઈન ખર્ચાળ અને વ્યાપારી ધોરણે યોગ્ય ન હોય ત્યાં પ્રસ્થાપિત કરી શકાય છે.

સોલાર સેલ બનાવવા માટે ઉપયોગી એવું સિલિકોન ફુદરતમાં વિપુલ માત્રામાં ઉપલબ્ધ છે, પરંતુ સોલાર સેલ બનાવવા માટેનું વિશિષ્ટ શ્રેષ્ઠીનું સિલિકોન સીમિત માત્રામાં છે. તેની બનાવતી સમગ્ર પ્રક્રિયા હજ્ય ખૂબ જ ખર્ચાળ છે. સોલાર પેનલ તૈયાર કરવા સેલના આંતરિક જોડાશમાં ચાંદીનો ઉપયોગ થાય છે, જે તેની કિમતમાં વધારો કરે છે. ઊંચી કિમત અને ઓછી કાર્યક્ષમતા હોવા છતાં ધણાય વૈજ્ઞાનિક અને ટેકનોલોજીકલ પ્રયોજનોમાં તેનો ઉપયોગ થાય છે. કૃત્રિમ સેટેલાઈટ, માર્સ ઓર્ਬિટરો જેવાં અવકાશીય સાધનોમાં ઊર્જાના મુખ્ય સ્થોત્ર તરીકે સોલાર સેલનો ઉપયોગ થાય છે. અંતરિયાળ વિસ્તારોમાં રેઝિયો, વાયરલેસ ટ્રાન્સમિશન, T.V. રીલે સ્ટેશન માટે સોલાર સેલ પેનલોનો ઉપયોગ થાય છે. ટ્રાફિક સિગનલ, કેલ્ક્યુલેટર અને ધણાં રમકડાંઓમાં સોલાર સેલનો ઉપયોગ થાય છે. વિશિષ્ટ રીતે ડિજાઈન કરેલ ફણતી છત પર સોલર સેલ પેનલોને લગાડવામાં આવે છે, જેથી તેની પર વધુ સૌરગીર્જ આપાત થાય છે. જોકે સોલાર સેલની ઊંચી કિમતને કારણે તેનો ધરેલું વપરાશ હજુ સીમિત છે.

#### 14.3.2 સમુદ્રમાંથી ઊર્જા (Energy from The Sea)

##### ભરતીગીર્જ (Tidal Energy)

ભ્રમણ કરતી પૃથ્વી પર મુખ્યન્યે ચંદ્ર દ્વારા લાગતા ગુરુત્વાકર્ષણ બળને કારણે સમુદ્રના જળસ્તરોમાં ઉત્તાર તથા ચઢાવ આવે છે. જો તમે સમુદ્રની નજીક રહેતા હો અથવા સમુદ્રની નજીકના સ્થળે ગયા હો તો દિવસ દરમિયાન સમુદ્રની સપાટીમાં કેવા ફેરફારો થાય છે તેનું અવલોકન કરો. આ ઘટનાને ભરતી અને ઓટ કહે છે. સમુદ્રની સપાટીનો તફાવત આપણાને ભરતીગીર્જ આપે છે. સમુદ્ર તરફ ખૂલતો સાંકડો તેમ બાંધીને ભરતીગીર્જનું ઉપયોગી રૂપાંતરણ કરી શકાય છે. તેમ જ્યાં ખૂલે છે ત્યાં ટર્ભાઈન ગોઠવીને ભરતીગીર્જનું વિદ્યુતગીર્જમાં રૂપાંતરણ કરી શકાય છે. આ પ્રકારના તેમ બનાવી શકાય તેવાં સ્થળો ખૂબ જ મર્યાદિત છે તે તમે જાતે જ વિચારી શકો છો.

##### તરંગગીર્જ (Wave Energy)

આ જ રીતે સમુદ્રકિનારાની નજીક મોટા તરંગો સાથે સંકળાયેલ ગતિગીર્જને એ જ રીતે આંતરીને વિદ્યુતનું ઉત્પાદન કરી શકાય છે. સમુદ્રતટ પર એક તરફથી બીજી તરફ વહેતા ભારે પવનો વડે તરંગો રચાય છે. તરંગો જ્યાં વધુ તીવ્ર હોય ત્યાં જ તરંગગીર્જનો વ્યાવહારિક ઉપયોગ કરી શકાય છે. તરંગગીર્જને આંતરીને ટર્ભાઈનનું ભ્રમણ કરાવી વિદ્યુતગીર્જનું ઉત્પાદન કરી શકે તેવી જુદી-જુદી સંરચના વિકસાવવામાં આવી છે.

## સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા (Ocean Thermal Energy)

સમુદ્ર કે મહાસાગરની સપાટીનું પાણી સૂર્ય દ્વારા ગરમ થાય છે અને તેની સરખામણીએ ઊંડાઈવાળા ભાગનું પાણી ઠંડું હોય છે. તાપમાનના આ તફાવતનો ઉપયોગ, સમુદ્ર તાપીય�ર્જાના રૂપાંતરણ ખાન્ટમાં ઊર્જા મેળવવામાં થાય છે. જો સપાટી પર રહેલા પાણી અને 2 km સુધીની ઊંડાઈએ રહેલા પાણીનાં તાપમાન વચ્ચેનો તફાવત  $20\text{ K}$  ( $20^{\circ}\text{C}$ ) કે તેનાથી વધારે હોય તો આવા ખાન્ટ કાર્યાન્વિત કરી શકાય છે. એમોનિયા જેવા બાષ્પશીલ (Volatile) પ્રવાહીને ઉકાળવા સપાટીના હૂંફાળા પાણીનો ઉપયોગ થાય છે. પ્રવાહીની બાષ્પ વડે જનરેટરના ટર્બાઇનને ચલાવી શકાય છે. સમુદ્રમાં ઊડે રહેલા ઠંડા પાણીને પંપ કરી ઉપર લાવીને તેના દ્વારા બાષ્પનું ફરીથી પ્રવાહીમાં ઠરવામાં આવે છે.

સમુદ્રમાંથી મળતી આ ઊર્જા (ભરતીઊર્જા, તરંગઊર્જા અને સમુદ્ર તાપીય�ર્જા) ઘણી વધુ હોય છે. પરંતુ ક્ષમતાપૂર્વક વ્યાપારી ઉપયોગ મુશ્કેલ છે.

### 14.3.3 ભૂતાપીય ઊર્જા (Geothermal Energy)

પૃથ્વીના પોપડામાં ઊડે આવેલા ગરમ વિસ્તારોમાં રચાતી પીગળેલા ખડકો ભૂસ્તરિય ફેરફારોને કારણે છે, ઉપર તરફ ધ્કેલાય છે અને કેટલાક વિસ્તારોમાં ધેરાઈ જાય છે. આ વિસ્તારને 'ગરમ વિસ્તારો' (hot spots) કહે છે. જ્યાં ભૂસ્તરિય જળ આવાં ગરમ બિંદુઓના સંપર્કમાં આવે છે ત્યારે વરાળ બને છે. ઘણી વખત આ વિસ્તારમાંથી ગરમ પાણી સપાટી પર કેટલાંક સ્થળે બહાર આવે છે. આવાં સ્થળોને ગરમ પાણીના ઝરા (hot spring) કહે છે. ખડકોમાં આંતરાયેલી ઉભાને પાઈપ દ્વારા ટર્બાઇન સુધી લાવવામાં આવે છે અને તે વિદ્યુતઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં વપરાય છે. ઉત્પાદન-ખર્ચ બહુ નથી, પણ વ્યાપારી ધોરણે યોગ્ય હોય તેવાં સ્થાનો બહુ ઓછાં હોય છે જ્યાં આવી ઊર્જા વાપરી શકાય. ભૂસ્તરિય ઊર્જા પર આધારિત ઘણા પાવર-ખાનાં ન્યૂક્લિયન અને યુનાઇટેડ સ્ટેટ ઓફ અમેરિકામાં કાર્યાન્વિત છે.

### 14.3.4 ન્યુક્લિયર ઊર્જા (Nuclear Energy)

ન્યુક્લિયર ઊર્જા કેવી રીતે મેળવી શકાય છે? ન્યુક્લિયર વિખંડન (ફિશન) તરીકે ઓળખાતી પ્રક્રિયામાં ભારે પરમાણુ (જેવા કે યુરેનિયમ, પ્લુટોનિયમ અથવા થોરિયમ)ના ન્યુક્લિયસ પર ઓછી ઊર્જા ધરાવતા ન્યુટ્રોનોનો મારો ચલાવવામાં આવે ત્યારે તે બે હલકા ન્યુક્લિયસમાં વિભાજિત થાય છે અને જ્યારે આવું બને છે ત્યારે જો મૂળ ન્યુક્લિયસનું દળ બે નિપણ ન્યુક્લિયસના સ્વતંત્ર દળોના સરવાળા કરતાં થોડું વધુ હોય, તો વિપુલ પ્રમાણમાં ઊર્જામુક્ત થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે, યુરેનિયમના એક પરમાણુના વિખંડનથી મળતી ઊર્જા કોલસાના એક કાર્બન પરમાણુના દહનથી મળતી ઊર્જા કરતાં 10 ભિલિયન ગક્કી હોય છે. વિદ્યુતપાવર ઉત્પાદન માટે ડિઝાઇન કરેલ ન્યુક્લિયર રિએક્ટરમાં સ્વયં જળવાતી પ્રક્રિયાનો એક ભાગ આવું ન્યુક્લિયર બળતણ (fuel) છે. જે નિયંત્રિત દરે ઊર્જા મુક્ત કરે છે. મુક્ત થતી ઊર્જાનો ઉપયોગ વરાળ પેદા કરવામાં અને પછી વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં થાય છે.

~

ક્ર

ફ્ર

કુ

ક્ર

ન્યુક્લિયર વિખંડન પ્રક્રિયામાં મૂળ ન્યુક્લિયસ અને ઉત્પન્ન થતાં ન્યક્લિયસોના દળનો તફાવત  $\Delta m$ , 1905માં સૌપ્રથમ આલ્બર્ટ આઈન્સ્ટાઇને તારવેલા વિભ્યાત સૂત્ર  $E = \Delta mc^2$  અનુસાર ઊર્જા  $E$ માં રૂપાંતરિત થાય છે, જ્યાં  $c$  પ્રકાશનો શૂન્યાવકાશમાં વેગ છે. ન્યુક્લિયર વિજ્ઞાનમાં ઊર્જાને ઘણી વાર ઈલેક્ટ્રોન વોલ્ટ (eV)માં દર્શાવવામાં આવે છે.  $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$  ઉપર્યુક્ત સમીકરણ પરથી સરળતાથી ચકાસી શકાય કે 1 એટેમિક માસ યુનિટ (u) 931 મેગા ઇલેક્ટ્રોન વોલ્ટ (MeV) જેટલી ઊર્જાને સમતુલ્ય છે. ન્યુક્લિયર પાવર રીએક્ટર, તારાપુર (મહારાષ્ટ્ર), રાણા

પ્રતાપ સાગર (રાજ્યસ્થાન) કલ્યક્કમ (તમિલનાડુ), નરોરા (UP), કાકરાપાર (ગુજરાત) અને કેગા (કર્ણાટક)માં આવેલાં છે, જેમની વિદ્યુત ઉત્પાદન-ક્ષમતા આપણા દેશની પ્રસ્થાપિત કુલ ક્ષમતાની માત્ર રૂપાઈ પણ ઓછી છે. જ્યારે ઘણા ઔદ્યોગિક દેશો પોતાની કુલ વિદ્યુત-ક્ષમતાની આવશ્યકતાના 30 ટકાથી પણ વધુ ન્યુક્લિયર રીએક્ટરો દ્વારા પ્રાપ્ત કરી રહ્યા છે.

ન્યુક્લિયર પાવર જનરેટરનો સૌથી મોટો ખતરો એ છે કે, ઉપયોગ થયા બાદ વધેલા ન્યુક્લિયર ઈંધણનો સંગ્રહ તથા નિકાલ કેવી રીતે કરવો. કારણ કે વધેલા ઈંધણમાં રહેલ યુરેનિયમ હજુ પણ હાનિકારક કણોમાં વિભંજન પામી વિકિરણોનું ઉત્સર્જન ચાલુ રાખે છે. જો ન્યુક્લિયર ઈંધણના બાકી બચેલા ભાગનો યોગ્ય રીતે સંગ્રહ કે નિકાલ ન કરવામાં આવે તો તેના લીધે પર્યાવરણ પ્રદૂષિત થાય છે. આ ઉપરાંત ન્યુક્લિયર વિકિરણોના અકર્માત, આક્રિમિક સ્ખલન (લીકેજ)નો ખતરો પણ રહેલો છે. ન્યુક્લિયર પાવર પ્લાન્ટ સ્થાપિત કરવાનો મોટો ખર્ચ, વાતાવરણ પ્રદૂષિત થવાનું મોટું જોખમ, યુરેનિયમની મર્યાદિત ઉપલબ્ધતાને લીધે ન્યુક્લિયર ઊર્જાનો મોટા પાયા પરનો ઉપયોગ શક્ય બનતો નથી.

ન્યુક્લિયર પાવર સ્ટેશનની રૂચના પૂર્વ ન્યુક્લિયર ઊર્જાનો ઉપયોગ પ્રથમ તો વિનાશ માટે કરવામાં આવ્યો હતો. ન્યુક્લિયર હથિયારમાં થતી શુંખલા વિખંડન પ્રક્રિયા તથા નિયંત્રિત ન્યુક્લિયર રીએક્ટરોમાં થતી પ્રક્રિયામાં ભૌતિકવિજ્ઞાનના સમાન સિદ્ધાંત છે, પરંતુ બંને પ્રકારનાં સાધનોની રૂચના સંપૂર્ણપણે એકબીજાથી જુદી છે.

### ન્યુક્લિયર સંલયન (Nuclear fusion)

હાલમાં બધા જ વ્યાપારિક ન્યુક્લિયર રીએક્ટરો ન્યુક્લિયર વિખંડન-પ્રક્રિયા પર આધારિત છે, પરંતુ અન્ય પ્રમાણમાં વધુ સુરક્ષિત પ્રક્રિયા જેને ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા કહે છે તેના દ્વારા પણ ન્યુક્લિયર ઊર્જા ઉત્પન્ન કરી શકાય છે. સંલયન એટલે બે હલકા ન્યુક્લિયસોને જોડાને ભારે ન્યુક્લિયસ બનાવવાની પ્રક્રિયા, જેમાં મુખ્યત્વે હાઇડ્રોજન અથવા હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકો વડે હિલિયમ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે.



અહીં પણ, આઈન્સ્ટાઈનના સમીકરણ અનુસાર વિશાળ માત્રામાં ઊર્જા ઉત્સર્જિત થાય છે. ઊર્જા ઉત્સર્જિત થવાનું કારણ એ છે કે, પ્રક્રિયામાં નીપજ ન્યુક્લિયસનું દળ પ્રક્રિયામાં ભાગ લેતાં મૂળ ન્યુક્લિયસોના દળના સરવાળા કરતાં થોડું ઓછું હોય છે.

આ પ્રકારની ન્યુક્લિયસ સંલયન પ્રક્રિયા સૂર્ય તથા અન્ય તારોઓની વિપુલ ઊર્જાનો સોત છે. ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયામાં ન્યુક્લિયસોને પરસ્પર જોડાવા માટે પ્રચ્યંડ ઊર્જા જરૂરી છે. ન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા થવા માટેની આવશ્યક શરતો આત્યાંતિક (extreme) છે-મિલિયન ડિગ્રી જેટલું તાપમાન અને મિલિયન પાસ્કલ જેટલું દબાણ જરૂરી છે.

હાઇડ્રોજન બોંબ થર્મોન્યુક્લિયર સંલયન પ્રક્રિયા પર આધારિત છે. ન્યુક્લિયર બોંબ કે જે યુરેનિયમ અથવા પ્લુટોનિયમના વિખંડન પ્રક્રિયા પર આધારિત છે, તેને હાઇડ્રોજન બોંબની મધ્યમાં રાખવામાં આવે છે. આવા ન્યુક્લિયર બોંબ એવા પદાર્થોમાં સ્થાપિત કરવામાં આવે છે જેમાં ડ્યુટેરિયમ તથા લિથિયમ હોય. જ્યારે આ ન્યુક્લિયર બોંબ (જે વિખંડન પર આધારિત છે)નો વિસ્ફોટ કરવામાં આવે છે ત્યારે આ પદાર્થનું તાપમાન કેટલીક માઈકોસેકન્ડમાં  $10^7$  K જેટલું વધી જાય છે. આટલું ઉચ્ચ તાપમાન હલકા ન્યુક્લિયસોનું સંલયન થવા માટે જરૂરી ઊર્જા ઉત્પન્ન કરે છે અને વિનાશક માત્રામાં ઊર્જા મુક્ત થાય છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.7

- વર્ગમાં એ પ્રેશન પર ચર્ચા કરો કે, સમુદ્ર તાપીય ઊર્જા, પવનો તથા જૈવભાર ઊર્જાઓનો અંતિમ સોત ક્યો છે ?
- શું આ સંદર્ભમાં ભૂતાપીય ઊર્જા તથા ન્યુક્લિયર ઊર્જા જુદી છે ? કેમ ?
- તમે જળવિદ્યુત ઊર્જા તથા તરંગઊર્જાને કઈ શ્રેણીમાં રાખશો ?

## પ્રશ્નો

1. સૌરકૂકર માટે કયો અરીસો-અંતગુણ, બહિગુણ કે સમતલ સૌથી વધારે યોગ્ય છે ? શા માટે ?
2. મહાસાગરોમાંથી પ્રાપ્ત થતી ઊર્જાની કઈ મર્યાદાઓ છે ?
3. ભૂતાપીય ઊર્જા એટલે શું ?
4. ન્યુક્લિયર ઊર્જાના ફાયદાઓ ક્યા છે ?



### 14.4 પર્યાવરણવિષયક પરિણામ (Environmental Consequences)

આગળના વિભાગમાં આપણે ઊર્જાના વિવિધ સોત વિશે અભ્યાસ કર્યો. કોઈ પણ ઊર્જાનો સોત પર્યાવરણને કોઈ ને કોઈ રીતે વિક્ષેપિત કરે છે. આપેલ પરિસ્થિતિમાં જ્યારે આપણે ઊર્જાના સોતની પસંદગી કરીએ ત્યારે તે નીચે પ્રમાણેનાં પરિબળો પર આધાર રાખે છે. સોતમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવાની સરળતા, સોતમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરવામાં આર્થિક ફાયદો, ઉપલબ્ધ સાધનોની કાર્યક્ષમતા તથા તે ઊર્જાસોતનો ઉપયોગ કરવાથી પર્યાવરણને થતી હાનિ. જ્યારે આપણે CNG જેવા ‘સ્વચ્છ’ બળતણના વિષયમાં વાત કરીએ છીએ ત્યારે તે કહેવું વધારે યોગ્ય છે કે, અમુક ઊર્જાસોત બીજા સોતની સરખામણીમાં વધારે સ્વચ્છ છે. આપણે પહેલા જોઈ ચૂક્યા છીએ કે, અશિબ્બૂત બળતણના દહનથી હવા પ્રદૂષિત થાય છે. કેટલાક ડિસ્સાઓમાં સોલાર સેલ જેવાં ઉપકરણોનો ઉપયોગ બરેખર પ્રદૂષણમુક્ત હોય છે, પરંતુ એવું બની શકે કે તેવાં ઉપકરણોની રચનાથી પર્યાવરણને નુકસાન પહોંચતું હોય. આ વિષયમાં સતત સંશોધન થઈ રહ્યા છે તથા તેવી ટેકનોલોજીના વિકાસનો પ્રયાસ કરવામાં આવી રહ્યો છે, જે વધારે સમય સુધી કાર્ય કરી શકે તથા સમગ્ર કાર્યકળામાં ઓછું નુકસાન પહોંચાડે.

#### પ્રવૃત્તિ 14.8

- વિવિધ ઊર્જાસોત વિશેની તથા તે દરેક પર્યાવરણને કેવી રીતે પ્રભાવિત કરે છે તેની જાણકારી પ્રાપ્ત કરો.
- દરેક ઊર્જાસોતના લાભાલાભ પર ચર્ચા કરો તથા તેના આધારે ઊર્જાનો સર્વોત્તમ સોત પસંદ કરો.

## પ્રશ્નો

1. શું કોઈ ઊર્જાસોત પ્રદૂષણમુક્ત હોઈ શકે ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
2. રોકેટમાં બળતણ તરીકે હાઈડ્રોજનનો ઉપયોગ થાય છે. શું તેમે CNG ની સરખામણીમાં તેને વધારે સ્વચ્છ ઈંધણ કહેશો ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?



### 14.5 કોઈ ઊર્જાસોત આપણા માટે ક્યાં સુધી રહેશે ?

#### (How Long will an Energy Source Last Us ?)

આપણે અગાઉ જોયું કે, અશિબ્બૂત બળતણો પર આપણે લાંબો સમય નિર્ભર રહી શકીશું નહિ. આ પ્રકારના સોત કે જે કોઈ ને કોઈ દિવસે સમાપ્ત થઈ જશે તેને ખૂટી જાય તેવા અથવા પુનઃ અપ્રાપ્ય સોત કહે છે. આનાથી વિરુદ્ધ જો આપણે લાકડાં સળગાવવા કપાતાં વૃક્ષોના ઉછર કરી જૈવ દ્રવ્ય ઊર્જાનો યોગ્ય માત્રામાં પ્રબંધ કરીએ તો આપણાને અચળ દરે ઊર્જા મળતી રહેશે. આવા ઊર્જાસોત કે જેનું પુનઃ ઉત્પાદન શક્ય છે તેને પુનઃપ્રાપ્ય સોત કહે છે.

ઊર્જાસોતો

આપણા પ્રાકૃતિક પર્યાવરણમાં પુનઃપ્રાપ્ત ઊર્જા ઉપલબ્ધ છે. આ ઊર્જા, ઊર્જાની સતત અથવા આવર્ત્તિક ધારાઓના રૂપમાં અથવા ભૂમિગત ભંડારોમાં એટલી વિશાળ માત્રામાં સંગૃહીત છે કે તેમાંથી વાપરી શકાય તેવી ઊર્જા ખેંચવા છતાં ભંડાર ખાલી થવાની સંભાવના વ્યાવહારિક દસ્તિઓ નગણ્ય છે.

### પ્રવૃત્તિ 14.9

- વર્ગમાં નીચેની સમસ્યાઓ પર ચર્ચા કરો :
  - (a) કોલસાનો અંદાજિત જથ્થો આવતાં બસો વર્ષો માટે પર્યાપ્ત છે. શું આ કિસ્સામાં આપણે ચિંતા કરવાની જરૂર છે કે આપણા કોલસાના ભંડાર ખાલી થઈ રહ્યા છે ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
  - (b) એવું અનુમાન છે કે સૂર્ય આગામી 500 કરોડ વર્ષ સુધી જીવિત રહેશે શું આપણે સૌરઊર્જા સમાપ્ત થવાની ચિંતા કરવી જોઈએ ? કેમ અથવા કેમ નહિ ?
- ચર્ચાના આધારે એ નક્કી કરો કે કયો ઊર્જાસોત (a) ખૂટી જાય તેવા (b) અખૂટ (c) પુનઃપ્રાપ્ત તથા (d) પુનઃપ્રાપ્ત નથી ? તમારી દરેક પસંદગી માટે કારણ આપો.

### પ્રશ્નો

1. એવા બે ઊર્જાસોતનાં નામ લખો જેને તમે પુનઃપ્રાપ્ત માનો છો. તમારી પસંદગી માટે કારણ આપો.
2. એવા બે ઊર્જાસોતનાં નામ લખો જેને તમે ખૂટી જાય તેવા માનો છો. તમારી પસંદગી માટે કારણ આપો.



### તમે શીખ્યાં કે

- આપણી જીવનશૈલીના સ્તરમાં વધારાની સાથે આપણી ઊર્જાની આવશ્યકતામાં પણ વધારો થાય છે.
- આપણી ઊર્જાની આવશ્યકતાઓની પૂર્તિ કરવા માટે આપણે ઊર્જાના ઉપયોગની કાર્યક્ષમતામાં સુધારા કરવાનો પ્રયાસ કરીએ છીએ. સાથે-સાથે ઊર્જાના નવા સોત શોધવા તેમજ વાપરવાનો પ્રયત્ન કરીએ છીએ.
- આપણે ઊર્જાના નવીન સોત તરફ ધ્યાન દેવાની પણ જરૂરિયાત છે, કારણ કે આપણા પરંપરાગત ઊર્જાસોત જેમકે, અશિભૂત બળતણ ટૂંક સમયમાં જ સમાપ્ત થવાનું સંકટ છે.
- આપણા ઊર્જાના સોતની પસંદગી તેની ઉપલબ્ધતામાં સરળતા, ઊર્જા ઉત્પન્ન કરવામાં થતો ખર્ચો, ઊર્જાસોતના ઉપયોગ માટે ઉપલબ્ધ ટેકનોલોજીની કાર્યક્ષમતા, તે સોતના ઉપયોગથી પર્યાવરણ પર થતી અસર જેવાં પરિબળો પર આધારિત છે.
- આપણા મોટા ભાગના ઊર્જાસોત અંતે તો સૂર્યમાંથી ઊર્જા પ્રાપ્ત કરે છે.

### સ્વાધ્યાય

1. ગરમ પાણી મેળવવા માટે સોલાર વોટરહીટરનો ઉપયોગ આપણે ક્યારે કરી શકીએ નહિ –
  - (a) તડકાવાળો દિવસ
  - (b) વાદળવાળો દિવસ
  - (c) ગરમ દિવસ
  - (d) પવનોવાળો દિવસ



Z5V1G8

2. નીચેના પૈકી કયું જૈવભાર ઉર્જાસોતનું ઉદાહરણ નથી.
  - (a) લાકું
  - (b) ગોબર ગેસ
  - (c) ન્યુક્લિયર ઉર્જા
  - (d) કોલસો
3. જેટલા ઉર્જાસોતનો આપણો ઉપયોગ કરીએ છીએ તેમાંથી મોટા ભાગે સંગૃહીત સૌરઉર્જાને દર્શાવે છે. નીચેના પૈકી ક્યો ઉર્જાસોત, અંતે સૌરઉર્જામાંથી મળેલ નથી.
  - (a) ભૂતાપીય ઉર્જા
  - (b) પવનઉર્જા
  - (c) ન્યુક્લિયર ઉર્જા
  - (d) જૈવભાર
4. પ્રત્યક્ષ ઉર્જાસોતના રૂપમાં અશિષ્ટભૂત બળતાણ અને સૂર્યની સરખામણી કરો અને તફાવત આપો.
5. ઉર્જાસોતના સ્વરૂપમાં જૈવભાર અને જળવિધુતની સરખામણી કરો અને તફાવત લખો.
6. નીચેનામાંથી ઉર્જા પ્રાપ્ત કરવામાં કઈ મર્યાદાઓ છે ?
  - (a) પવનો
  - (b) તરંગો
  - (c) ભરતી
7. ઉર્જાસોતનું નીચે દર્શાવેલ વર્ગોમાં ક્યા આધારે વર્ગીકરણ કરશો :
  - (a) પુનઃપ્રાપ્ત અને પુનઃઅપ્રાપ્ત
  - (b) ખૂટી જાય તેવા અને અખૂટ
  - (a) અને (b)માં આપેલ વિકલ્પો સમાન જ છે ?
8. ઉર્જાના આદર્શ સોતમાં ક્યા ગુણો હોય છે ?
9. સૌરકૂકરના ઉપયોગથી ક્યા લાભ તથા હાનિ થાય છે ? શું તેવાં પણ સ્થળો છે જ્યાં સૌરકૂકરની ઉપયોગિતા મર્યાદિત હશે ?
10. ઉર્જાની વધતી જતી માંગની પર્યાવરણીય અસર શું છે ? ઉર્જાનો વપરાશ ઓછો કરવા માટે તમે ક્યા ઉપાયો સૂચવશો ?