4 വാതകനിയമങ്ങളും മോൾ സങ്കല്പനവും

ഈ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു പോലെ ബലൂണുകളിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലൂടെ പറന്നു നടക്കുന്ന കാഴ്ച ചില ടൂറിസ്റ്റ് കേന്ദ്രങ്ങളിൽ കാണാം. ബലൂണുകളിൽ ഒന്നു പൊങ്ങിപറന്നു നടക്കണം എന്ന് തോന്നാറുണ്ടോ?

ഇവ മുകളിലേക്ക് ഉയർന്നു പോകുന്നതിന്റെയും അന്തരീക്ഷത്തിലൂടെ പറന്നു നടക്കുന്നതിന്റെയും തിരികെ താഴോട്ട് വരുന്നതിന്റെയും കാരണങ്ങൾ എന്തെന്ന് നിങ്ങൾ ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ? ഇത്തരം ബലൂണുകളിൽ ഹീലിയം വാതകമാണ് നിറച്ചിരിക്കുന്നത്. എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കും ഹീലിയം വാതകം നിറച്ച ബലൂണുകൾ വായുവിൽ ഉയരുന്നത്?

ബലൂണിൽ നിറച്ചിരിക്കുന്ന ഹീലിയത്തിന്റെ സാന്ദ്രത സാധാരണ അന്തരീക്ഷവായുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതലാണോ കുറവാണോ?

....

നമുക്കു ചുറ്റുമുള്ള പദാർഥങ്ങളെ അവയുടെ ഭൗതികാവസ്ഥയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പട്ടിക പ്പെടുത്തുക.

ഖരം	ദ്രാവകം	വാതകം

പട്ടിക 4.1

ഇവയിൽ ഏറ്റവും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ അവസ്ഥ ഏതാണെന്നറിയാമോ?

....

സാധാരണ താപനിലയിൽ (20°C-25°C) വാതകാവസ്ഥയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന മൂലകങ്ങൾ ഏതൊക്കെയെന്ന് പീരിയോഡിക് ടേബിൾ ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്തി സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.

....

ചുവടെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന സംയുക്തങ്ങളിൽ സാധാരണ താപനിലയിൽ വാതകാവസ്ഥയിലുള്ളവയെ പട്ടികപ്പെടുത്തുക.

- കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, സോഡിയം ക്ലോറൈഡ്, അമോണിയ, ഗ്ലൂക്കോസ്, അമോണിയം ക്ലോറൈഡ്, മീഥെയ്ൻ, സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ്, കാർബൺ മോണോക്സൈഡ്, നൈട്രിക് ആസിഡ്, നൈട്രജൻ ഡൈഓക്സൈഡ്

ചിത്രം 4.1

വിവിധ അവസ്ഥകളിലെ കണികാക്രമീകരണത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

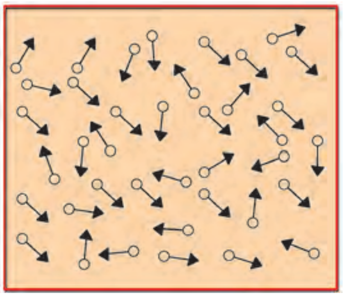
വാതകാവസ്ഥയിലെ തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള അകലം, അവ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലം, അവയുടെ ചലനസ്വാതന്ത്ര്യം, തന്മാത്രകളുടെ ഊർജം എന്നിവ ദ്രവ്യത്തിന്റെ മറ്റ് അവസ്ഥകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്ത് എഴുതൂ.

തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള അകലം	വളരെ കൂടുതൽ
തന്മാത്രകൾ തമ്മിലുള്ള ആകർഷണബലം	
തന്മാത്രകളുടെ ചലനസ്വാതന്ത്ര്യം	
തന്മാത്രകളുടെ ഊർജം	

പട്ടിക 4.2

വാതകങ്ങളുടെ പൊതുസ്വഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞർ ധാരാളം പഠനങ്ങൾ നടത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇവ വിശദീകരിക്കാനായി ജയിംസ് ക്ലർക് മാക്സ്വെൽ, ലുഡ്‌വിഗ് ബോൾട്സ്മാൻ (James Clerk Maxwell, Ludwig Boltzmann) എന്നീ ശാസ്ത്രജ്ഞർ മുന്നോട്ടുവച്ച ഗതിക തന്മാത്രാസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനതത്വങ്ങൾ ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

- വാതകങ്ങൾ സൂക്ഷ്മകണികകളാൽ (ആറ്റങ്ങൾ/തന്മാത്രകൾ) നിർമ്മിതമാണ്.
- വാതക തന്മാത്രകൾ തമ്മിൽ ആകർഷണബലം വളരെ കുറവാണ്.
- തന്മാത്രകൾ തമ്മിൽ അകലം വളരെ കൂടുതലായതിനാൽ വാതകത്തിന്റെ ആകെ വ്യാപ്തവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ വാതക തന്മാത്രകളുടെ ആകെ വ്യാപ്തം വളരെ നിസാരമായിരിക്കും.
- വാതക തന്മാത്രകൾക്കിടയിലെ അകലം കുറച്ചു കൊണ്ടുവന്ന് വ്യാപ്തം കുറയ്ക്കാൻ കഴിയും.
- വാതക തന്മാത്രകൾ എല്ലാ ദിശകളിലേക്കും നിരന്തരം ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഈ ചലനത്തിന്റെ ഫലമായി തന്മാത്രകൾ തമ്മിലും അത് ഉൾക്കൊള്ളുന്ന പാത്രത്തിന്റെ ഭിത്തിയുമായും കൂട്ടിമുട്ടലുകൾ സംഭവിക്കുന്നു. തന്മാത്രകൾ പാത്രത്തിന്റെ ഭിത്തിയിൽ ഇടിച്ചുണ്ടാവുന്ന ബലമാണ് വാതകമർദത്തിന് കാരണം.


ചിത്രം 4.2

- വാതക തന്മാത്രകളുടെ കൂട്ടിമുട്ടൽ ഇലാസ്റ്റികമാണ്. അതായത് കൂട്ടിമുട്ടലുകൾക്ക് മുമ്പും ശേഷവും തന്മാത്രകളുടെ ആകെ ഗതികോർജം തുല്യമായിരിക്കും.
- ഒരു വാതകത്തിലെ തന്മാത്രകളുടെ ശരാശരി ഗതികോർജം അതിന്റെ താപനിലയ്ക്ക് നേർഅനുപാതത്തിലാണ്.

വാതകങ്ങളുടെ പൊതുസ്വഭാവങ്ങൾ

വാതകങ്ങളുടെ അളന്നുതിട്ടപ്പെടുത്താൻ കഴിയുന്ന സ്വഭാവ ഗുണങ്ങളായ വ്യാപ്തം, മർദം, താപനില എന്നിവയെക്കുറിച്ച് ചുവടെ വിശദീകരിക്കുന്നു.

വ്യാപ്തം (Volume)

ഒരു പദാർഥത്തിന് സ്ഥിതി ചെയ്യാനാവശ്യമായ സ്ഥലമാണ് അതിന്റെ വ്യാപ്തം.

1 L വ്യാപ്തം ഉള്ള കുപ്പിയിൽ നിറച്ച ഒരു ദ്രാവകം 2 L വ്യാപ്തമുള്ള കുപ്പിയിലേക്ക് മാറ്റിയാൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തം എത്രയായിരിക്കും?

....

1 L വ്യാപ്തമുള്ള ഒരു കുപ്പിയിൽ നിറച്ച ഓക്സിജൻ വാതകം 2 L വ്യാപ്തമുള്ള കുപ്പിയിലേക്ക് മാറ്റിയാൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തം എത്രയായിരിക്കും?

....

1 L ഓക്സിജൻ 2 L ഓക്സിജൻ

ചിത്രം 4.3

2 L വാതകം 10 L കുപ്പിയിലേക്ക് മാറ്റിയാലോ?

....

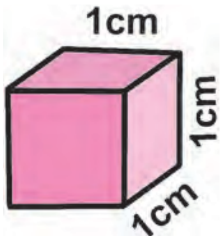
> വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം എന്നത് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന പാത്രത്തിന്റെ വ്യാപ്തമാണ്.

വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം പ്രസ്താവിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന യൂണിറ്റുകൾ ഏതൊക്കെയെന്ന് പരിശോധിക്കാം.

സാധാരണയായി ലിറ്റർ (L) എന്ന യൂണിറ്റാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

1 cm നീളവും 1 cm വീതിയും 1 cm ഉയരവുമുള്ള ഒരു പാത്രത്തിന്റെ വ്യാപ്തമാണ് 1 cm^3.

ഇത് 1 mL ന് തുല്യമാണ്.



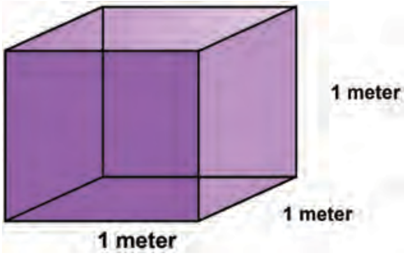
1 cm^3 = 1 cc
(cc=cubic centimeter)

ചിത്രം 4.4

> 1000 cm^3 = 1000 mL = 1 L

വ്യാപ്തത്തിന്റെ SI യൂണിറ്റ് m^3 ആണ്.

1 m നീളവും 1 m വീതിയും 1 m ഉയരവുമുള്ള ഒരു പാത്രത്തിന്റെ വ്യാപ്തമാണ് 1 m^3.



ചിത്രം 4.5

$$1\ m^3 = 1\ m \times 1\ m \times 1\ m$$
$$= 100\ cm \times 100\ cm \times 100\ cm = 1000000\ cm^3$$
$$= 1000000\ mL$$
$$= \frac{1000000}{1000}\ L\ [1000\ mL = 1L]$$
$$= 1000\ L$$

$1\ m^3 = 1000\ L$ ആയിരിക്കും എന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

മർദം (Pressure)

വാതക തന്മാത്രകൾ വ്യത്യസ്ത ദിശകളിൽ നിരന്തരം ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു എന്ന് നാം കണ്ടു. ഈ ചലനത്തിന്റെ ഫലമായി തന്മാത്രകൾ പരസ്പരവും പാത്രത്തിന്റെ ഭിത്തികളിലും കൂട്ടിയിടിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി പ്രതലത്തിൽ ഒരു ബലം അനുഭവപ്പെടുന്നു. യൂണിറ്റ് പരപ്പളവിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന ബലമാണ് വാതകമർദം.

വാതകങ്ങളുടെ മർദം അളക്കുന്നത് മാനോമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ചാണ്.

വിവിധതരം മാനോമീറ്ററുകൾ

$$\text{മർദം} = \frac{\text{ബലം}}{\text{പരപ്പളവ്}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

മർദം സാധാരണയായി പ്രസ്താവിക്കുന്നത് അന്തരീക്ഷ മർദം (atm) എന്ന യൂണിറ്റിലാണ്. അന്തരീക്ഷ മർദത്തെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾ താഴ്ന്ന ക്ലാസ്സുകളിൽ പഠിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

മർദത്തിന്റെ SI യൂണിറ്റ് പാസ്കൽ (Pa) ആണ്. ($Pa = N/m^2$ or Newton per square meter).

$1\ atm = 1.01325 \times 10^5\ Pa$ ആണ്.

താപനില (Temperature)

വാതകത്തിന്റെ അളന്നുതിട്ടപ്പെടുത്താൻ കഴിയുന്ന മറ്റൊരു സ്വഭാവമാണ് അതിന്റെ താപനില.

ചലനം മൂലം തന്മാത്രകൾക്ക് ലഭിക്കുന്ന ഊർജം ഏതാണ്?

(ഗതികോർജം / സ്ഥിതികോർജം)

ഒരു വാതകത്തെ ചൂടാക്കിയാൽ അതിലെ തന്മാത്രകളുടെ ഗതികോർജത്തിന് എന്ത് സംഭവിക്കും? (കൂടുന്നു / കുറയുന്നു)

വാതകങ്ങൾ ചൂടാക്കുമ്പോൾ തന്മാത്രകളുടെ ഊർജം കൂടുന്നതിനാൽ താപനിലയും വർധിക്കുന്നു.

താപനിലയുടെ SI യൂണിറ്റ് കെൽവിൻ (K) ആണ്. സാധാരണ ഉപയോഗിക്കുന്ന യൂണിറ്റ് ആയ °Cനെ കെൽവിനിലേക്ക് മാറ്റാൻ അതിനോട് 273 കൂട്ടിയാൽ മതി.

താപനില t°C ആയാൽ, t°C = (t + 273) K

കെൽവിൻ സ്കെയിലിനെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ ഈ യൂണിറ്റിലെ തുടർന്നുള്ള ഭാഗങ്ങളിൽ പഠിക്കാം.

വാതകനിയമങ്ങൾ

വാതകങ്ങളുടെ ഭൗതികസ്വഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള നിരവധി നൂറ്റാണ്ടുകൾ നീണ്ട പരീക്ഷണങ്ങളുടെയും നിരീക്ഷണങ്ങളുടെയും ഫലമായാണ് വാതകനിയമങ്ങൾ ആവിഷ്ക്കരിച്ചത്.

a) മർദവും വ്യാപ്തവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം- ബോയിൽ നിയമം (Boyle's Law)

(a) (b)

ചിത്രം 4.6

ഒരു വലിയ സിറിഞ്ച് എടുത്ത് അതിന്റെ പിസ്റ്റൺ ഊരി മാറ്റുക. വായു നിറച്ച് അഗ്രഭാഗം കെട്ടിയ ഒരു ചെറിയ ബലൂൺ സിറിഞ്ചിന്റെ ഉള്ളിലേക്ക് ഇടുക. തുടർന്ന് പിസ്റ്റൺ തിരികെ ഘടിപ്പിക്കുക (ചിത്രം 4.6). മറുവശം അടച്ചുപിടിച്ച് പിസ്റ്റൺ അമർത്തുമ്പോഴും പുറകിലേക്ക് വലിക്കുമ്പോഴും ബലൂണിന് ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റം പട്ടികയിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.

പ്രവർത്തനം	നിരീക്ഷണം
പിസ്റ്റൺ അമർത്തുന്നു.	
പിസ്റ്റൺ പുറകിലേക്ക് വലിക്കുന്നു.	

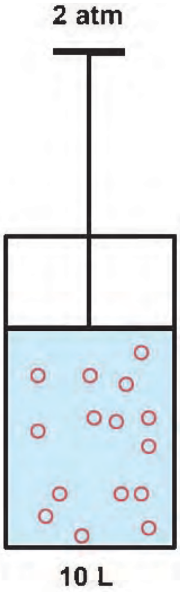
പട്ടിക 4.3

പിസ്റ്റൺ അമർത്തുമ്പോൾ സിറിഞ്ചിനുള്ളിലെ മർദത്തിന് എന്ത് സംഭവിക്കുന്നു?

(കൂടുന്നു / കുറയുന്നു)

പിസ്റ്റൺ പുറത്തേക്കു വലിക്കുമ്പോഴോ?

....



ചിത്രം 4.7 (a)

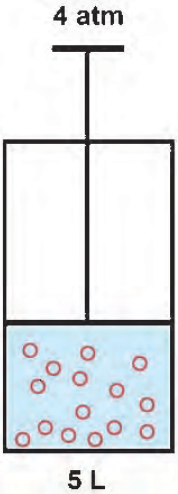
ഇനി മറ്റൊരു സന്ദർഭം നോക്കാം.

സ്വതന്ത്രമായി ചലിപ്പിക്കാവുന്ന പിസ്റ്റൺ ഉള്ള സിലിണ്ടറിൽ ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകം എടുത്തിരിക്കുന്നത് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 4.7 (a)).

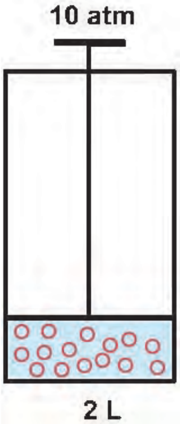
താപനിലയിൽ മാറ്റമില്ലാതെ ഇതിൻമേൽ പ്രയോഗിക്കുന്ന മർദം വർധിപ്പിച്ചു നോക്കാം (ചിത്രം 4.7 (b), (c)).

P (atm)	V (L)
2	10
4	5
10	2

പട്ടിക 4.4



ചിത്രം 4.7 (b)



ചിത്രം 4.7 (c)

ഓരോ സന്ദർഭത്തിലും പ്രയോഗിക്കുന്ന മർദം കൂടുമ്പോൾ വ്യാപ്തത്തിന് എന്താണ് സംഭവിക്കുന്നത്?

....

റോബർട്ട് ബോയിൽ
(1627-1691)

മർദം കൂടുമ്പോൾ വ്യാപ്തം കുറയുന്നു.

ഈ ബന്ധം 1662-ൽ റോബർട്ട് ബോയിൽ (Robert Boyle) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് പ്രസ്താവിച്ചത്.

താപനില സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം മർദത്തിന് വിപരീതാനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

അതായത് $V \alpha \frac{1}{P}$ (താപനില, മാസ് സ്ഥിരം)

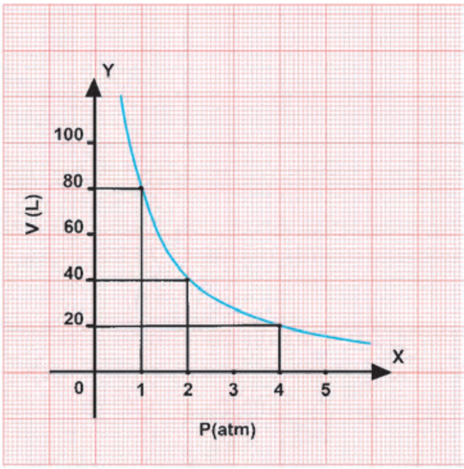
$V =$ ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യ $\times \frac{1}{P}$

$PV = k$ ($k =$ ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യ)

k യുടെ വില വാതകത്തെയും അതിന്റെ മാസിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ മർദം P_1 ആയിരിക്കുമ്പോൾ വ്യാപ്തം V_1 ഉം മർദം P_2 ആയിരിക്കുമ്പോൾ വ്യാപ്തം V_2 ഉം ആയാൽ

$P_1V_1 = P_2V_2$ ആയിരിക്കും.



മർദ - വ്യാപ്ത (P - V) ഗ്രാഫ്
ചിത്രം 4.8

ബോയിൽ നിയമം പൂർണ്ണമായും ബോധ്യപ്പെടുന്നതിന് ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തവും മർദവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ഗ്രാഫിലൂടെ ചിത്രീകരിക്കാം (ചിത്രം 4.8). ഒരു നിശ്ചിത താപനിലയിൽ നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന് PV ഒരു സ്ഥിരസംഖ്യ ആണെന്ന് ഈ ഗ്രാഫിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

ഗ്രാഫിലെ എല്ലാ ബിന്ദുക്കളിലും PV ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യയാണെന്നു കാണാം.

ബോയിൽ നിയമത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ താഴെപ്പറയുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ വിശദീകരിക്കൂ.

a. കാലാവസ്ഥാ ബലൂണുകൾ സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്ന് ഉയരുന്തോറും അതിന്റെ വലിപ്പം കൂടുന്നു.

b. അക്വേറിയത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ നിന്നുയരുന്ന കുമിളകൾ ജലോപരിതലത്തിലെത്തുമ്പോൾ വലിപ്പം കൂടുന്നു.

- ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 1 atm മർദത്തിൽ 44 L ആണ്. മർദം 4 atm ആയി വർധിപ്പിച്ചാൽ വ്യാപ്തം എത്രയായിരിക്കും?

ബോയിൽ നിയമമനുസരിച്ച്

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$1 \times 44 = 4 \times V_2$$

$$V_2 = 44 / 4 = 11\ L$$

ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 1 atm മർദത്തിൽ 1200 L ആണ്. ഈ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 30 L ആക്കി മാറ്റാൻ എത്ര മർദം പ്രയോഗിക്കണം? (താപനിലയിൽ മാറ്റമില്ല)

?

b) വ്യാപ്തവും താപനിലയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം - ചാൾസ് നിയമം (Charles's Law)

നമുക്കൊരു പരീക്ഷണം ചെയ്തു നോക്കാം (ചിത്രം 4.9).

ഒരു ഗ്ലാസ്സ് കുപ്പിയുടെ മൂടിയിൽ ഒരു ചെറുദ്വാരം ഉണ്ടാക്കി ഒഴിഞ്ഞ ഒരു റീഫിൽ ഉറപ്പിക്കുക. റീഫില്ലിൽ ഒരു തുള്ളി മഷി ഒഴിച്ചതിനു ശേഷം ഊതി മഷിയെ റീഫില്ലിന്റെ നടുവിലായി എത്തിക്കുക. കുപ്പി ഇരു കൈകൾ കൊണ്ടും പൊതിഞ്ഞു പിടിക്കുക. എന്തു നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

ചിത്രം 4.9

....

ഈ സംവിധാനത്തിൽ വായു എവിടെവരെയാണ് ഉൾക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നത്?

കുപ്പിയുടെ താഴ്ഭാഗം മുതൽ റീഫില്ലിന്റെ മഷിയുള്ള ഭാഗം വരെയാണല്ലോ. കൈകളിൽ പൊതിഞ്ഞുപിടിക്കുമ്പോൾ കുപ്പിയിലെ വായുവിന്റെ താപനിലയിൽ എന്തു മാറ്റമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്?

....

ഈ സമയത്ത് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം .... (കൂടുന്നു / കുറയുന്നു)

റീഫില്ലിൽ മഷി ഉയരുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

കുപ്പി ജലത്തിൽവച്ച് തണുപ്പിച്ച് നോക്കൂ. എന്താണ് നിരീക്ഷിക്കുന്നത്?

....

കുപ്പി തണുക്കുമ്പോൾ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തത്തിന് എന്ത് മാറ്റമുണ്ടാകുന്നു?

....

ഇതിൽനിന്ന് ഒരു വാതകത്തിന്റെ താപനിലയും വ്യാപ്തവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം എന്താണെന്ന് കണ്ടെത്താമോ?

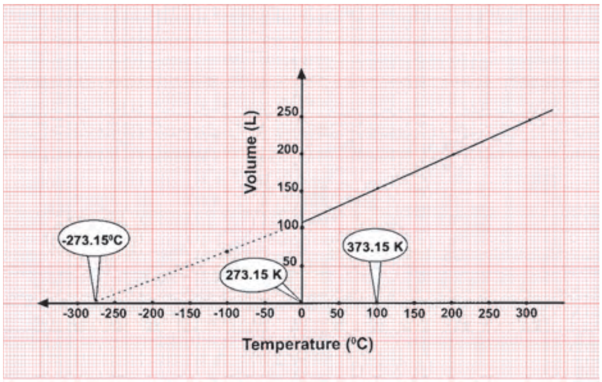
....

ഇവിടെ റീഫില്ലിലെ മഷി സ്വതന്ത്രമായി ചലിക്കുന്ന പിസ്റ്റൺ പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്നു കാണാം. വാതകത്തിന്റെ താപനില കൂടുമ്പോൾ മഷി മുകളിലേക്ക് ഉയരുകയും താപനില കുറയുമ്പോൾ മഷി താഴുകയും ചെയ്യുന്നു.

ജാക്വസ് അലക്സാൺഡ്രെ സീസർ ചാൾസ് (1746-1823)

പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിലെ അവസാന വർഷങ്ങളിൽ ഫ്രഞ്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജാക്വസ് അലക്സാൺഡ്രെ സീസർ ചാൾസ് (Jacques Alexandre Cesar Charles) ആണ് താപനിലയ്ക്കനുസരിച്ച് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളെക്കുറിച്ച് പഠനം നടത്തി നിരീക്ഷണങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തിയത്.

സ്ഥിരമർദത്തിൽ വാതകങ്ങളുടെ താപനിലയും വ്യാപ്തവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ചിത്രീകരിച്ച ഗ്രാഫ് പിന്നിലേക്ക് നീട്ടിയാൽ താപനില അടയാളപ്പെടുത്തിയ അക്ഷത്തെ (X അക്ഷം) –273.15°C ൽ സന്ധിക്കുന്നതായി കാണാം (ചിത്രം 4.10).



വ്യാപ്ത - താപനില (V - T) ഗ്രാഫ്

ചിത്രം 4.10

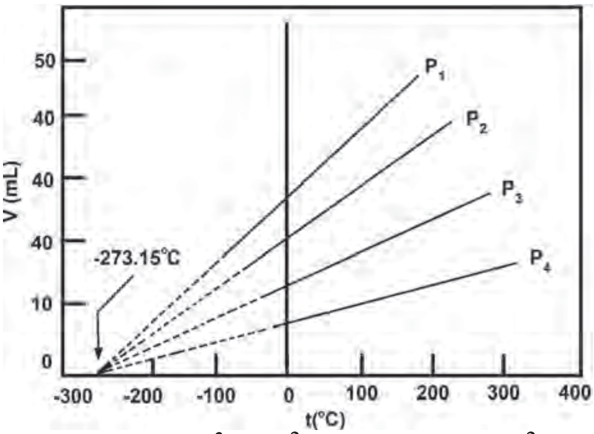
അതായത് –273.15°C ൽ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം പൂജ്യം ആയി മാറുന്നു.

മർദം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി നോക്കിയാലും താപനില - വ്യാപ്ത ഗ്രാഫ് ഒരു നേർരേഖ തന്നെയാണെന്നും എല്ലാം നേർരേഖകളും –273.15°C ൽ സന്ധിക്കുന്നു എന്നും കാണാം (ചിത്രം 4.11).

ഗ്രാഫ് (ചിത്രം 4.11) വിശകലനം ചെയ്ത് ചുവടെ പട്ടികയിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

	കെൽവിൻ സ്കെയിൽ	സെൽഷ്യസ് സ്കെയിൽ	വ്യാപ്തം
കേവല പൂജ്യം	0 K	–273°C	0
ജലത്തിന്റെ ദ്രവനില	273 K	0°C	115 L
ജലത്തിന്റെ തിളനില	373 K	100°C	150 L

പട്ടിക 4.5



വ്യത്യസ്ത മർദങ്ങളിലെ വ്യാപ്ത - താപനില (V - T) ഗ്രാഫ്

ചിത്രം 4.11

ഒരു വാതകത്തിന് എത്തിച്ചേരാൻ കഴിയുന്ന ഏറ്റവും താഴ്ന്ന താപനില -273.15°C ആണെന്ന് കണ്ടെത്തിയതും അതിന് അബ്സല്യൂട്ട് സീറോ (കേവല പൂജ്യം) എന്ന് പേര് നൽകിയതും ലോർഡ് കെൽവിൻ (Lord Kelvin) ആണ്. പ്രായോഗിക ആവശ്യങ്ങൾക്ക് –273°C എന്ന മൂല്യമാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഇതുപയോഗിച്ച് അദ്ദേഹം താപനില അളക്കാനുള്ള കെൽവിൻ സ്കെയിൽ ആവിഷ്കരിച്ചു.

പട്ടിക 4.5 പ്രകാരം താപനില കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കൂടുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

അതായത്

മർദം സ്ഥിരം ആയിരിക്കുമ്പോൾ ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം കെൽവിൻ സ്കെയിലിലെ താപനിലയ്ക്ക് നേർഅനുപാതത്തിലായിരിക്കും. ഇതാണ് ചാൾസ് നിയമം.

$V \alpha T$ (മർദം, മാസ് സ്ഥിരം)

$V = k \times T$ (k - ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യ)

$V/T= k$, ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യ.

T_1,T_2 എന്നീ താപനിലകളിൽ ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം യഥാക്രമം V_1, V_2 ആയാൽ

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

- 27°C ൽ ഒരു വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 150 L ആണെങ്കിൽ 0°C ൽ അതിന്റെ വ്യാപ്തം എത്രയായിരിക്കും?

  27°C = 27 +273 = 300 K

  $$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

  $$\frac{150}{300} = \frac{V_2}{273}$$

  $$V_2 = \frac{150 \times 273}{300} = 136.5 \text{ L}$$

?

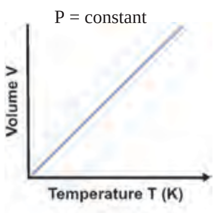
- 300 K താപനിലയിൽ ഒരു നിശ്ചിത മാസ് ഹൈഡ്രജൻ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 60 mL ആണ്. ഏത് താപനിലയിലാണ് ഈ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 20 mL ആയി മാറുന്നത്?
- സ്ഥിര മർദത്തിൽ ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തവും താപനിലയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം രണ്ടു ഗ്രാഫുകളിൽ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

a) താപനിലയും വ്യാപ്തവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധമെന്ത്?

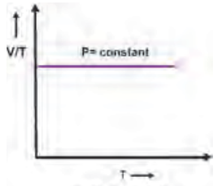
b) ഈ ഗ്രാഫ് എത് വാതക നിയമവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

c) ഈ നിയമം പ്രസ്താവിക്കുക.

d) V/T യുടെ വിലയുടെ പ്രത്യേകത എന്താണ്?



V-T ഗ്രാഫ്



V/T-T ഗ്രാഫ്

ചാൾസ് നിയമം നിത്യജീവിതത്തിൽ പ്രായോഗികമാകുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ.

- വേനൽക്കാലത്ത് വാഹനങ്ങളുടെ ടയറിൽ കുറഞ്ഞ മർദത്തിൽ വായു നിറയ്ക്കുന്നു.

- ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ നിന്ന് വേഗത്തിൽ വാതകാവസ്ഥയിലേക്ക് മാറുന്ന ഒരു രാസവസ്തുവാണ് ദ്രാവക അമോണിയ. തുറക്കുന്നതിന് മുമ്പ് അൽപസമയം തണുത്ത ജലത്തിൽവെച്ചതിനുശേഷമാണ് ഇതിന്റെ കുപ്പികൾ തുറക്കുന്നത്.

അവൊഗാഡ്രോ നിയമം (Avogadro's Law)

വാതകങ്ങളിലെ കണികകളുടെ എണ്ണവും (N) അതിന്റെ വ്യാപ്തവും (V) തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കാണിക്കുന്ന നിയമമാണ് അവൊഗാഡ്രോ നിയമം.

അതായത്

സ്ഥിര താപനിലയിലും മർദത്തിലും തുല്യ വ്യാപ്തത്തിൽ എടുത്തിരിക്കുന്ന ഏതൊരു വാതകത്തിലെയും തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം തുല്യമായിരിക്കും. അഥവാ നിശ്ചിത താപനിലയിലും മർദത്തിലും തുല്യ എണ്ണം വാതക തന്മാത്രകൾ എടുത്താൽ അവയുടെ വ്യാപ്തം തുല്യമായിരിക്കും.

താപനില, മർദം ഇവ സ്ഥിരമായിരിക്കുമ്പോൾ വാതകങ്ങളുടെ വ്യാപ്തം തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണത്തിന് നേർഅനുപാതത്തിൽ ആയിരിക്കും. ഇതാണ് അവൊഗാഡ്രോ നിയമം.

$V \propto N$ (താപനില, മർദം സ്ഥിരം)

നിത്യജീവിതത്തിൽ അവൊഗാഡ്രോ നിയമം ഉപയോഗിക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ

- ബലൂൺ ഊതി വീർപ്പിക്കുന്നു.
- ഫുട്ബോളിൽ വായു നിറയ്ക്കുന്നു.

സംയോജിത വാതക സമവാക്യം (Combined gas equation)

നാം പരിചയപ്പെട്ട ബോയിൽ നിയമം, ചാൾസ് നിയമം എന്നിവ ശ്രദ്ധിക്കുക.

ബോയിൽ നിയമം

$V \propto \frac{1}{P}$ (മാസ്, താപനില സ്ഥിരം)

ചാൾസ് നിയമം

$V \propto T$ (മാസ്, മർദം സ്ഥിരം)

രണ്ടു നിയമങ്ങളും ഒരുമിച്ച് പരിഗണിച്ചാൽ,

$V \propto \frac{1}{P} \times T$

V= ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യ $\times \frac{1}{P} \times T$

$\frac{PV}{T} = k$ (സ്ഥിര സംഖ്യ)

ഒരു നിശ്ചിത മാസ് വാതകത്തിന്റെ മർദം, വ്യാപ്തം, താപനില എന്നിവ P_1, V_1, T_1 എന്നിവയിൽ നിന്ന് P_2, V_2, T_2 ആയി മാറ്റിയാൽ

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ ആയിരിക്കും. ഇതാണ് സംയോജിത വാതക സമവാക്യം.

- ഒരു നിശ്ചിതമാസ് വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 1 atm മർദത്തിലും 300 K താപനിലയിലും 30 L ആണ്. 273 K താപനിലയിലും 0.5 atm മർദത്തിലും ഈ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം എത്രയായിരിക്കും?

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \times 30}{300} = \frac{0.5 \times V_2}{273}$$

$$V_2 = \frac{30 \times 273}{300 \times 0.5} = 54.6 \text{ L}$$

27°C ലും 1 atm മർദത്തിലും ഒരു വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 100 mL ആണെങ്കിൽ 273 K താപനിലയിലും 2 atm മർദത്തിലും വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം എത്രയായിരിക്കും?

മോൾ സങ്കല്പനം

നിത്യജീവിതത്തിൽ വസ്തുക്കൾ എണ്ണിത്തിട്ടപ്പെടുത്താൻ അനേകം യൂണിറ്റുകൾ ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്.

ഉദാ :

2 എണ്ണം : ജോഡി	12 എണ്ണം : ഡസൻ
20 എണ്ണം : സ്കോർ	144 എണ്ണം : ഗ്രോസ്

അതിസൂക്ഷ്മ കണങ്ങളായ ആറ്റങ്ങൾ, തന്മാത്രകൾ, അയോണുകൾ തുടങ്ങിയവയെ എണ്ണിത്തിട്ടപ്പെടുത്താൻ ഈ യൂണിറ്റുകൾ പര്യാപ്തമാണോ?

ശക്തി കൂടിയ ആധുനിക മൈക്രോസ്കോപ്പ് ഉപയോഗിച്ചു മാത്രമേ ഇത്തരം സൂക്ഷ്മ കണങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം തന്നെ അറിയാൻ കഴിയൂ. ഇത്രയും ചെറിയ കണങ്ങളെ (കണികകളെ) എണ്ണുക എന്നത് അസാധ്യമാണ്.

സാധാരണ വലിപ്പമുള്ള ഒരു തുള്ളി ജലത്തിൽ ഏകദേശം 10^{19} ജലതന്മാത്രകൾ ഉണ്ടെന്നു പറഞ്ഞാൽ വിശ്വസിക്കാൻ കഴിയുമോ?

ഇത് എത്ര വലിയ സംഖ്യ ആണെന്ന് സങ്കല്പിക്കാൻ കഴിയുന്നുണ്ടോ?

ഇത് എണ്ണി തീർക്കണമെങ്കിൽ എത്ര വർഷങ്ങൾ വേണ്ടിവരുമെന്ന് ഊഹിക്കാമോ?

ഇത്തരം വലിയ സംഖ്യകളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി നാം ഉപയോഗിക്കുന്ന യൂണിറ്റാണ് മോൾ.

6.022×10^{23} കണികകൾ (ആറ്റങ്ങൾ/തന്മാത്രകൾ/അയോണുകൾ) അടങ്ങിയ പദാർഥത്തിന്റെ അളവിനെ ആണ് മോൾ എന്ന് പറയുന്നത്. അമിഡയോ അവൊഗാഡ്രോ (Amedeo Avogadro) എന്ന ഇറ്റാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ ബഹുമാനാർഥം ഈ സംഖ്യയെ അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യ (N_A) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

അമിഡയോ അവൊഗാഡ്രോ
(1776-1856)

പദാർഥത്തിന്റെ അളവിന്റെ SI യൂണിറ്റാണ് മോൾ. ഇത് ആ പദാർഥത്തിലെ കണികകളുടെ എണ്ണത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഒരു മോൾ ജലത്തിൽ 6.022×10^{23} ജലതന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

രസതന്ത്രത്തിൽ മോൾ സങ്കല്പനം വളരെ പ്രധാനമാണ്. രാസപ്രവർത്തനത്തിൽ ഉപയോഗിക്കേണ്ട അഭികാരകങ്ങളുടെയും ഉൽപന്നങ്ങളുടെയും അളവ് കൃത്യമായി തിട്ടപ്പെടുത്തുന്നതിന് മോൾ എന്ന ആശയം ഉപയോഗിക്കുന്നു.

അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യ (Avogadro number)

ഒരു മോളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന കണികകളുടെ എണ്ണം 6.7×10^{23} ആണെന്ന് 1908 ൽ ജീൻ പെറിൻ എന്ന ഊർജതന്ത്രജ്ഞൻ കണ്ടെത്തി. ഇത് അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യ എന്നറിയപ്പെട്ടു. അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യയുടെ വില കാലാകാലങ്ങളിൽ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. 2001 ൽ ദ് ബിയേവ്റ് (De Bievre) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കൂടുതൽ കൃത്യതയോടെ കണ്ടെത്തിയ 6.022×10^{23} എന്ന വിലയാണ് ഇപ്പോൾ പരിഗണിച്ചു വരുന്നത്. കൂടുതൽ കൃത്യതയോടെയും കാര്യക്ഷമമായും അളവുകൾ കണ്ടുപിടിക്കാനുള്ള നൂതന സംവിധാനങ്ങൾ, ആറ്റം ഘടനയെക്കുറിച്ചുള്ള പുതിയ കണ്ടെത്തലുകൾ, മോൾ എന്ന ആശയത്തിന്റെ പരിഷ്ക്കരിച്ച ശാസ്ത്രീയ നിർവ്വചനം തുടങ്ങിയവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണ് അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യയുടെ വിലയ്ക്ക് മാറ്റം വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നത്.

വർഷം	കണ്ടെത്തിയ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ	അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യ
1908	പെറിൻ (Perrin)	6.7×10^{23}
1917	മുള്ളിക്കൻ (Mullikan)	6.064×10^{23}
1929	ബേർജ് (Birge)	6.0644×10^{23}
1931	ബേർഡൻ (Bearden)	6.019×10^{23}
1945	ബേർജ് (Birge)	6.02338×10^{23}
1951	ഡ്യൂമോണ്ട് (DuMond)	6.02544×10^{23}
1965	ബേർഡൻ (Bearden)	6.022088×10^{23}
1973	കോഹെൻ (Cohen)	6.022045×10^{23}
1987	ഡെസ്‌ലാറ്റേസ് (Deslattes)	6.022134×10^{23}
1994	ബേസിൽ (Basile)	6.0221379×10^{23}
2001	ദ് ബിയേവ്റ് (De Bievre)	6.0221339×10^{23}

അവൊഗാഡ്രോ സംഖ്യയുടെ മാറി വന്ന വിലകൾ

ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസും മോളും (Relative atomic mass and mole)

ഒരു ആറ്റത്തിന്റെ മാസ് മറ്റൊരാറ്റത്തിന്റെ മാസുമായി താരതമ്യം ചെയ്ത് ഒന്ന് മറ്റേതിന്റെ എത്ര മടങ്ങാണെന്ന് പ്രസ്താവിക്കുന്നതാണ് ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസ്. ഒരു കാർബൺ - 12 ആറ്റത്തിന്റെ മാസിന്റെ 12-ൽ ഒരു ഭാഗത്തെ ഒരു യൂണിറ്റായി പരിഗണിച്ച് അതിന്റെ എത്ര മടങ്ങാണ് ഒരു മൂലക ആറ്റത്തിന്റെ മാസ് എന്ന് പ്രസ്താവിക്കുന്നതാണ് അതിന്റെ അറ്റോമിക മാസ്. ഈ മാസിനെ ഏകീകൃത മാസ് അഥവാ യൂണിഫൈഡ് മാസ് എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഐസോടോപ്പുകളുടെ സാന്നിധ്യം പരിഗണിച്ച് ശരാശരി അറ്റോമിക മാസ് കണക്കാക്കുമ്പോൾ, അറ്റോമിക മാസ് ദശാംശസംഖ്യകളായി വരുന്നു. എന്നാൽ

പ്രായോഗിക ആവശ്യങ്ങൾക്ക് പലപ്പോഴും ഇവ പൂർണ്ണ സംഖ്യകളായി കണക്കാക്കുന്നു.

മൂലകം	ശരാശരി അറ്റോമിക മാസ്	ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസ്
ഹൈഡ്രജൻ	1.0079	1
ഓക്സിജൻ	15.9994	16
സോഡിയം	22.989	23
കാർബൺ	12.011	12
നൈട്രജൻ	14.0067	14

പട്ടിക 4.6

അറ്റോമിക മാസ് ഭിന്നസംഖ്യയാകാൻ കാരണം

മൂലകങ്ങളുടെ അറ്റോമിക മാസ് പ്രസ്താവിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഐസോടോപ്പുകളുടെ മാസ് പ്രകൃതിയിലെ സാന്നിധ്യത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പരിഗണിച്ച് ശരാശരി മാസ് കണക്കാക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

ഉദാഹരണത്തിന് നിയോണിന്റെ പ്രകൃതിയിലെ സാന്നിധ്യം $^{20}Ne = 90.48\%$, $^{21}Ne = 0.27\%$, $^{22}Ne = 9.25\%$ എന്നിങ്ങനെയാണ്.

ശരാശരി അറ്റോമിക മാസ് $= \dfrac{(20 \times 90.48) + (21 \times 0.27) + (22 \times 9.25)}{100}$

$= 20.18$ u

Cl-35 ന്റെ പ്രകൃതിയിലെ സാന്നിധ്യം 75 % ഉം Cl-37 ന്റേത് 25 % ഉം ആണ്.

ഈ മൂലകത്തിന്റെ ശരാശരി അറ്റോമിക മാസ് $= \dfrac{(35 \times 75) + (37 \times 25)}{100}$

$= 3550/100 = 35.5$ u

ഇത്തരത്തിൽ ശരാശരി അറ്റോമിക മാസ് എടുക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് മിക്ക മൂലകങ്ങളുടെയും അറ്റോമിക മാസ് ഭിന്നസംഖ്യയായി വരുന്നത്.

ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക വിശകലനം ചെയ്യൂ.

മൂലകം	ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസ്	ഗ്രാം അറ്റോമിക മാസ്	മോൾ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം	ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം
കോപ്പർ	63.5	63.5 g	1	6.022×10^{23}
ഇരുമ്പ്	55.8	55.8 g	1	6.022×10^{23}
സിങ്ക്	65.3	65.3 g	1	6.022×10^{23}
അലുമിനിയം	27	27 g	1	6.022×10^{23}
നൈട്രജൻ	14	14 g	1	6.022×10^{23}

പട്ടിക 4.7

ഒരു മൂലകത്തിന്റെ ആപേക്ഷിക അറ്റോമിക മാസിന്റെ അത്രയും ഗ്രാം അളവിൽ ആ മൂലകം എടുത്താൽ അതിൽ 6.022×10^{23} ആറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഡാൾട്ടൻ

അറ്റോമിക മാസ് പ്രസ്താവിക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു യൂണിറ്റാണ് ഡാൾട്ടൻ. 1993-ലാണ് IUPAC ഏകീകൃത മാസ് യൂണിറ്റിന് സമാനമായ ഒരു SI ഇതര യൂണിറ്റ് ഡാൾട്ടൻ മുന്നോട്ടുവച്ചത്. ഇതിനെ Da എന്ന പ്രതീകം കൊണ്ട് പ്രതിനിധീകരിക്കാം. ഉദാ. ഹൈഡ്രജന്റെ അറ്റോമിക മാസ് - 1.008 Da

ഈ മാസ്, ഗ്രാം അറ്റോമിക മാസ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഒരു ഗ്രാം അറ്റോമിക മാസിൽ ഒരു മോൾ ആറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഇപ്രകാരം വ്യത്യസ്ത പദാർഥങ്ങളുടെ ഒരു മോൾ ആറ്റം എടുത്താൽ അവയിലെ ആറ്റങ്ങളുടെ എണ്ണം തുല്യമാണെങ്കിലും അളവ് വ്യത്യസ്തമാവാൻ കാരണം എന്തായിരിക്കും?

വ്യത്യസ്ത വലിപ്പമുള്ള ആറ്റങ്ങൾ ആയതിനാലാണ് ഒരേ എണ്ണം ആയിരുന്നിട്ടും അളവിൽ വ്യത്യാസം വരുന്നത്.

മോളാർ മാസ്

ഒരു തന്മാത്രയിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ആറ്റങ്ങളുടെ ആകെ മാസ്, മോളിക്യുലാർ മാസ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഉദാ: കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡിന്റെ (CO_2) മോളിക്യുലാർ മാസ് കണക്കാക്കുക. (അറ്റോമിക മാസ് - O = 16, C = 12)

മോളിക്യുലാർ മാസ് $= 1 \times C + 2 \times O$

$= 1 \times 12 + 2 \times 16 = 12 + 32 = 44$

പട്ടികയിൽ നൽകിയ തന്മാത്രകളുടെ മോളിക്യുലാർ മാസ് കണക്കാക്കുക. ഘടക മൂലകങ്ങളുടെ അറ്റോമിക മാസ് ബ്രാക്കറ്റിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നു.

(അറ്റോമിക മാസ് - H = 1, O = 16, N = 14, C = 12, S = 32)

മൂലകം/സംയുക്തം	രാസസൂത്രം	മോളിക്യുലാർ മാസ്
ഓക്സിജൻ	O_2	$2 \times 16 = 32$
അമോണിയ	NH_3	$14 + 3 \times 1 = 17$
ജലം	H_2O	....
ഗ്ലൂക്കോസ്	$C_6H_{12}O_6$	....
സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡ്	H_2SO_4	....
നൈട്രജൻ	N_2	....

പട്ടിക 4.8

6.022×10^{23} ഓക്സിജൻ തന്മാത്രകൾ എടുത്താൽ അതിന്റെ മാസ് 32 g ആയിരിക്കും. ഇത് ഓക്സിജന്റെ മോളിക്യുലാർ മാസ് ഗ്രാമിൽ പ്രസ്താവിക്കുന്നത് ആണ് എന്ന് വ്യക്തമാണല്ലോ. ഇത് ഗ്രാം മോളിക്യുലാർ മാസ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

6.022×10^{23} CO_2 തന്മാത്രകൾ എടുത്താൽ അതിന്റെ മാസ് എത്രയായിരിക്കും?

.... g

ഈ മാസിനെ സംയുക്തത്തിന്റെ മോളാർ മാസ് എന്ന് പറയുന്നു.

ഒരു മോളാർ മാസ് അളവിൽ സംയുക്തം എടുത്താൽ അതിൽ ഒരു മോൾ തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും.

ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.

(അറ്റോമിക മാസ് - H = 1, O = 16, N = 14, C = 12, S = 32, Ca = 40)

സംയുക്തം	മോളിക്യുലാർ മാസ്	മോളാർ മാസ്	മോളുകളുടെ എണ്ണം	തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം
NH_3	17	17g	1	6.022×10^{23}
CO_2	....	....	....	6.022×10^{23}
H_2O	....	....	1	....
NO_2	....	....	....	6.022×10^{23}
$CaCO_3$	....	....	....	....

പട്ടിക 4.9

44 g CO_2 ൽ എത്ര മോൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു?

....

88 g CO_2 ൽ അടങ്ങിയ മോളുകളുടെ എണ്ണം കണ്ടുപിടിച്ചാലോ?

44 g = 1 മോൾ

88 g = $\frac{88}{44}$ = 2 മോൾ

അതായത് മോളുകളുടെ എണ്ണം = $\frac{\text{തന്നിരിക്കുന്ന മാസ്}}{\text{മോളാർ മാസ്}}$

- ഈ സാമ്പിളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണമെത്ര?

ഒരു മോൾ CO_2 ൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം = 6.022×10^{23}

2 മോൾ CO_2 ൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം = $2 \times 6.022 \times 10^{23}$

ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കുക.

(അറ്റോമിക മാസ് - H = 1, O = 16, N = 14, C = 12, S = 32, Ca = 40, Na = 23, Cl = 35.5)

പദാർഥം	മോളാർ മാസ്	തന്നിരിക്കുന്ന മാസ്	മോളുകളുടെ എണ്ണം	തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം
NH_3	....	85 g	....	.... $\times 6.022 \times 10^{23}$
CO_2	....	220 g	....	....
H_2O	....	....	10	$10 \times 6.022 \times 10^{23}$
NO_2	....	92 g	....	....
$C_6H_{12}O_6$	....	360 g	....	....
NaCl	58.5 g	1170 g	....	....

പട്ടിക 4.10

വാതകങ്ങളുടെ വ്യാപ്തവും മോളും

അവൊഗാഡ്രോ നിയമം അനുസരിച്ച്, സ്ഥിര താപനിലയിലും മർദത്തിലും തുല്യ വ്യാപ്തത്തിൽ എടുത്തിരിക്കുന്ന ഏതൊരു വാതകത്തിലും അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം തുല്യമായിരിക്കും.

സ്ഥിര താപനിലയിലും മർദത്തിലും സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന വ്യത്യസ്ത വാതക ങ്ങളിലെ തുല്യ എണ്ണം തന്മാത്രകളുടെ വ്യാപ്തത്തിന്റെ പ്രത്യേകത എന്ത്?

....

താപനില 273 K ആയും മർദം 1 atm ആയും സ്ഥിരപ്പെടുത്തി യാൽ അത് STP (Standard Temperature and Pressure) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. STP യിൽ ഒരു മോൾ ഏതൊരു വാതകത്തിനും 22.4 L വ്യാപ്തം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇത് STP യിലെ മോളാർ വ്യാപ്തം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

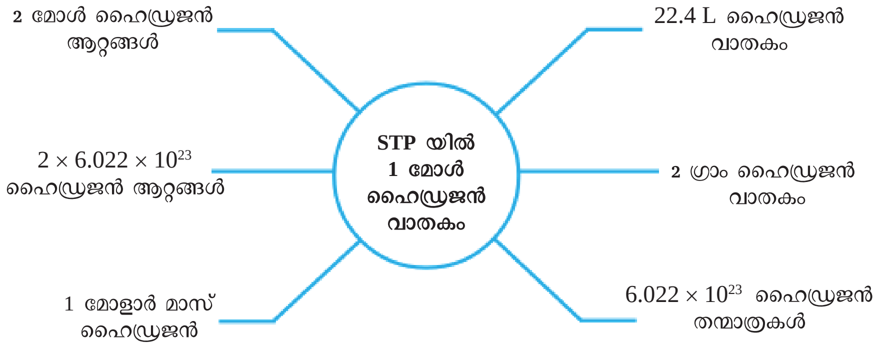
STP യിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന വാതകങ്ങളുടെ മോളുകളുടെ

$$\text{എണ്ണം} = \frac{\text{തന്നിരിക്കുന്ന വ്യാപ്തം (ലിറ്ററിൽ)}}{\text{STP യിലെ മോളാർ വ്യാപ്തം}}$$

ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കുക.

വാതകം	മോളാർ മാസ്	തന്നിരിക്കുന്ന മാസ്	മോളുകളുടെ എണ്ണം	വ്യാപ്തം (L)
O_2	......	32 g	....	22.4
NH_3	....	170 g	....	....
CO_2	....	....	3	....
NO_2	....	....	2	....

പട്ടിക 4.11



ആദർശ വാതക സമവാക്യം (Ideal gas equation)

ബോയിൽ നിയമം, ചാൾസ് നിയമം, അവൊഗാഡ്രോ നിയമം ഇവ പരിഗണിച്ചാൽ,

$V \propto \frac{1}{P}$ (T, n സ്ഥിരം)

$V \propto T$ (P, n സ്ഥിരം)

$V \propto n$ (n = മോളുകളുടെ എണ്ണം), (P, T സ്ഥിരം)

$V \propto \frac{1}{P} \times T \times n$

PV = ഒരു സ്ഥിര സംഖ്യ × nT എന്നു കണ്ടല്ലോ.

ഈ സ്ഥിര സംഖ്യയെ വാതക സ്ഥിരാങ്കം (Universal gas constant) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. ഇതിനെ R എന്ന അക്ഷരം കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

PV = nRT ഇതാണ് ആദർശ വാതക സമവാക്യം.

എല്ലാ താപനിലയിലും മർദത്തിലും ഈ സമവാക്യം അനുസരിക്കുന്ന വാതകങ്ങളെ ആദർശ വാതകങ്ങൾ എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്.

1. STP യിൽ 224 L O_2 (ഓക്സിജൻ) വാതകം എടുത്തിരിക്കുന്നു.
   a) ഇതിൽ എത്ര മോൾ ഓക്സിജൻ ഉണ്ട്?
   b) ഇതിൽ എത്ര തന്മാത്രകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു?
   c) ഇത്രയും O_2 വാതകത്തിന്റെ മാസ് കണക്കാക്കുക (സൂചന അറ്റോമിക മാസ് O = 16)
2. STP യിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന ചുവടെയുള്ള സാമ്പിളുകളിൽ തുല്യ വ്യാപ്തമുള്ളവ കണ്ടെത്തുക.
   a) 64 g O_2
   b) 44 g CO_2
   c) $2 \times 6.022 \times 10^{23}$ NH_3 തന്മാത്രകൾ

?

മോൾ സങ്കല്പനവും സമവാക്യങ്ങളും

സമവാക്യങ്ങൾ സമീകരിക്കാൻ നിങ്ങൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ചുവടെ നൽകിയ സമവാക്യം ശ്രദ്ധിക്കൂ.

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

ഇവിടെ രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകൾ ഒരു ഓക്സിജൻ തന്മാത്രയുമായി ചേർന്ന് രണ്ട് ജല തന്മാത്രകൾ ഉണ്ടാകുന്നു എന്ന് കാണാം.

രണ്ട് ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകൾക്ക് പകരം രണ്ട് മോൾ ഹൈഡ്രജൻ തന്മാത്രകൾ എടുത്താലോ?

2 മോൾ H_2 + 1 മോൾ O_2 → 2 മോൾ H_2O

സമവാക്യത്തെ മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ എങ്ങനെ എഴുതാം?

2 മോൾ ഹൈഡ്രജന്റെ മാസ് എത്രയാണ്?

$2 \times 2 = 4$ g

1 മോൾ ഓക്സിജന്റെയോ? ....

2 മോൾ H_2O യുടെ മാസ് 36 g ആണെന്ന് നേരത്തെ കണ്ടെത്തിയല്ലോ.

$$4\ g\ H_2 + 32\ g\ O_2 \rightarrow 36\ g\ H_2O$$

ഈ സമവാക്യമനുസരിച്ച് 4 g ഹൈഡ്രജൻ പൂർണ്ണമായും ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ 36 g ജലം ലഭിക്കുമല്ലോ.

40 g ഹൈഡ്രജൻ പൂർണ്ണമായും ഓക്സിജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ എത്ര ഗ്രാം ജലം ലഭിക്കും?

4 g H_2 പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന ജലം = 36 g

1 g H_2 പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന ജലം = 36/4= 9 g

40 g H_2 പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന ജലം = 9×40 =360 g

ഇത്രയും H_2 പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിച്ച് ജലം ലഭിക്കാൻ എത്ര ഓക്സിജൻ വേണം?

$$4\ g\ H_2 + 32\ g\ O_2 \rightarrow 36\ g\ H_2O$$

4 g ഹൈഡ്രജൻ പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഓക്സിജന്റെ അളവ് = 32 g

1 g ഹൈഡ്രജൻ പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഓക്സിജന്റെ അളവ് = 32/4 = 8 g

40 g H_2 പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിക്കാൻ ആവശ്യമായ ഓക്സിജന്റെ അളവ് = 8 x 40 = 320 g

മറ്റൊരു സന്ദർഭം വിശകലനം ചെയ്യാം.

നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിച്ച് അമോണിയ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രവർത്തനം കാർഷികരംഗത്ത് വളരെ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒന്നാണ്.

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

മോൾ സങ്കല്പനത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഈ സമവാക്യം വിശകലനം ചെയ്താൽ,

1 മോൾ N_2 + 3 മോൾ H_2 $\rightarrow$ 2 മോൾ NH_3

മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ,

28 g N_2 + 6 g $H_2 \rightarrow$ 34 g NH_3 എന്നു കണ്ടെത്താം.

എത്ര അമോണിയ ഉൽപാദിപ്പിക്കണം എന്ന് അറിയാമെങ്കിൽ ഉപയോഗിക്കേണ്ട അഭികാരകങ്ങളുടെ അളവ് മുൻകൂട്ടി നിശ്ചയിക്കാമല്ലോ?

- 6 മോൾ അമോണിയ നിർമ്മിക്കാൻ എത്ര മോൾ നൈട്രജനും ഹൈഡ്രജനും വേണം?

1 മോൾ N_2 + 3 മോൾ H_2 $\rightarrow$ 2 മോൾ NH_3

അഭികാരകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അംശബന്ധം എത്രയാണ്?

....

2 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ വേണ്ട നൈട്രജന്റെ അളവ് - 1 മോൾ

1 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ പ്രവർത്തിക്കേണ്ട നൈട്രജന്റെ അളവ് - ½ മോൾ

6 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ പ്രവർത്തിക്കേണ്ട നൈട്രജന്റെ അളവ് - ½ × 6 = 3 മോൾ

2 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ വേണ്ട ഹൈഡ്രജന്റെ അളവ് - 3 മോൾ

1 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ പ്രവർത്തിക്കേണ്ട ഹൈഡ്രജന്റെ അളവ് - 3/2 മോൾ

6 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ പ്രവർത്തിക്കേണ്ട ഹൈഡ്രജന്റെ അളവ് - 3/2 × 6 = 9 മോൾ

- 6 മോൾ അമോണിയ ഉണ്ടാവാൻ 3 മോൾ നൈട്രജനും 9 മോൾ ഹൈഡ്രജനും തമ്മിൽ പ്രവർത്തിക്കണം. ഇതിൽ ഏതെങ്കിലും അഭികാരകം കുറവാണെങ്കിൽ അതിന് ആനുപാതികമായി മാത്രമേ ഉൽപന്നം ഉണ്ടാവുകയുള്ളൂ.
- 6 മോൾ നൈട്രജൻ 6 മോൾ ഹൈഡ്രജനുമായി പ്രവർത്തിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന അമോണിയയുടെ അളവെത്ര?

6 മോൾ ഹൈഡ്രജനുമായി 2 മോൾ നൈട്രജൻ മാത്രമേ പ്രവർത്തിക്കൂ. (N : H = 1 : 3)

2 മോൾ നൈട്രജൻ + 6 മോൾ ഹൈഡ്രജൻ → 4 മോൾ അമോണിയ

പ്രവർത്തനശേഷം എത്ര മോൾ നൈട്രജൻ ബാക്കിയാവും?

.... മോൾ

ബയോഗ്യാസിലെ പ്രധാന ഘടകം മീഥെയ്ൻ ആണ് (CH_4). അത് ജ്വലിക്കുന്നതിന്റെ സമവാക്യം ശ്രദ്ധിക്കൂ.

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

മോളുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ

.... മോൾ CH_4 + ... മോൾ O_2 → .... മോൾ CO_2 + ... മോൾ H_2O

മാസിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ,

...... ഗ്രാം CH_4 + ... ഗ്രാം O_2 → .... ഗ്രാം CO_2 + ... ഗ്രാം H_2O

16 g മീഥെയ്നുമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ വേണ്ട ഓക്സിജന്റെ മാസ് എത്ര?

....

16 g മീഥെയ്ൻ പൂർണ്ണമായും ജ്വലിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന CO_2 ന്റെ വ്യാപ്തം കണ്ടെത്താമോ?

....

ഇതിൽ നിന്ന് ഓരോ ഗ്രാം മീഥെയ്ൻ ജ്വലിക്കുമ്പോഴും പുറത്തു വിടുന്ന CO_2 ന്റെ മാസ് ഏകദേശം മീഥെയ്നിന്റെ മാസിന്റെ മൂന്ന് മടങ്ങ് ഉണ്ടെന്നു കാണാം. പാചകവാതകത്തിൽ അടങ്ങിയിട്ടുള്ള ബ്യൂട്ടെയ്ൻ (C_4H_{10}) ജ്വലിക്കുമ്പോഴും ഏകദേശം മൂന്ന് മടങ്ങ് CO_2 പുറത്തു വിടുന്നുണ്ട്.

ഇവയെല്ലാം ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളാണല്ലോ. ഫോസിൽ ഇന്ധനങ്ങളുടെ ഉപയോഗം നിയന്ത്രിക്കണമെന്നു പറയുന്നത് എന്തു കൊണ്ടാണെന്നു മനസ്സിലായോ?

വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളുന്ന ആസിഡ് മാലിന്യങ്ങൾ നിർവീര്യമാക്കാൻ ചുണ്ണാമ്പ്, ബേക്കിങ്ങ് സോഡ തുടങ്ങിയ സംയുക്തങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇവിടെ ഉപയോഗിക്കേണ്ട സംയുക്തങ്ങളുടെ അളവ് കണ്ടെത്താൻ മുകളിൽ നൽകിയ ഉദാഹരണങ്ങൾ സഹായിക്കും.

ഉദാ : $H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$

$H_2SO_4 + 2NaHCO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$

ഫാക്ടറികൾ ഇതിനായി ഉപയോഗിക്കുന്ന കുമ്മായത്തിന്റെയും ബേക്കിങ്ങ് സോഡയുടെയും അളവ് ഈ സമവാക്യങ്ങളിൽ നിന്ന് കണ്ടെത്താമല്ലോ.

- 980 kg സൾഫ്യൂരിക് ആസിഡിനെ നിർവീര്യമാക്കാൻ ആവശ്യമായ ചുണ്ണാമ്പിന്റെ അളവ് കിലോഗ്രാമിൽ കണക്കാക്കുക.

വിലയിരുത്താം

1. ചുവടെ നൽകിയ താപനിലകളെ യൂണിറ്റ് മാറ്റി എഴുതുക.

°C	K
0	273
100	373
30	......
....	300
40	....

2. പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കുക. (അറ്റോമിക മാസ് - H = 1, C = 12, O = 16, N = 14)

പദാർഥം	മോളിക്യുലാർ മാസ്	നൽകിയിരിക്കുന്ന മാസ്	മോളുകളുടെ എണ്ണം	STP യിലെ വ്യാപ്തം
H_2	....	10 g	....	112 L
CO_2	....	440 g	....	....
NH_3	....	340 g	....	....

3. അമോണിയ നിർമ്മിക്കുന്ന പ്രവർത്തനത്തിന്റെ സമീകരിച്ച സമവാക്യം നൽകിയിരിക്കുന്നു.

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

a) 10 മോൾ നൈട്രജൻ പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിക്കാൻ എത്ര മോൾ ഹൈഡ്രജൻ വേണം?

b) 10 മോൾ നൈട്രജൻ പൂർണ്ണമായും പ്രവർത്തിച്ചാൽ ലഭിക്കുന്ന അമോണിയയുടെ അളവെത്ര?

4. 448 L വാതകം 0°C ൽ 1 atm മർദത്തിൽ ഒരു സിലിണ്ടറിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്നു.

a) ഈ വാതകത്തിൽ എത്ര മോൾ തന്മാത്രകൾ അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു?

b) ഈ സാമ്പിളിലെ തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണമെത്ര?

5. 400 L വാതകം 27°C ൽ സ്ഥിര മർദത്തിൽ ഒരു സിലിണ്ടറിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്നു.

a) ഇതേ മർദത്തിൽ ഈ വാതകത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 200 L ആയി കുറച്ചാൽ താപനില എത്രയായിരിക്കും?

b) ഏത് വാതക നിയമമാണ് ഈ സന്ദർഭവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്?

c) ഒരു പദാർഥത്തിന്റെ തിളനില 3°C ആണ്. ഈ പദാർഥം വാതകനിയമങ്ങൾ അനുസരിക്കുന്നത് എത്ര കെൽവിന് മുകളിലുള്ള താപനിലയിലായിരിക്കും?

6. a) 710 g ക്ലോറിൻ വാതകത്തിലെ (Cl_2) തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണമെത്ര?

b) ഇതിൽ ആകെ എത്ര ആറ്റങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കും?

7. അമോണിയ നിർമ്മാണപ്രവർത്തനത്തിൽ 700 g നൈട്രജനുമായി പ്രവർത്തിക്കാൻ എത്ര ഗ്രാം ഹൈഡ്രജൻ ആവശ്യമായി വരും?

8. ചുവടെ നൽകിയിരിക്കുന്നവ കണക്കാക്കുക.

   a) 1 kg $CaCO_3$ ൽ എത്ര $CaCO_3$ മോൾ ഉണ്ട്?

   b) 88 g CO_2 ൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അത്രയും എണ്ണം NH_3 തന്മാത്രകളുടെ മാസ്.

   c) STP ൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന 22.4 L CO_2 ന്റെ മാസ്.

   (സൂചന: അറ്റോമിക മാസ് - H = 1, C = 12, O = 16, N = 14, Ca = 40)

9. STP യിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന NH_3 വാതകം അടങ്ങിയ ഒരു സിലിണ്ടറിന്റെ വ്യാപ്തം 4480 mL ആണ്.

   a) സിലിണ്ടറിൽ എത്ര മോൾ NH_3 ഉണ്ട്?

   b) ഈ NH_3 വാതകത്തിന്റെ മാസ് കണക്കാക്കുക.

   c) ഈ വാതക സിലിണ്ടറിലെ തന്മാത്രകളുടെ എണ്ണം എത്ര?

10. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ എന്ന രാസപ്രവർത്തനം പരിഗണിക്കുക.

    a) 10 മോൾ H_2O ലഭിക്കുന്നതിന് എത്ര മോൾ ഓക്സിജൻ പ്രവർത്തിക്കണം?

    b) 10 മോൾ H_2O ലഭിക്കുന്നതിന് ആവശ്യമായ ഓക്സിജൻ (O_2) വാതകത്തിന്റെ മാസ് കണക്കാക്കുക.
    (അറ്റോമിക മാസ് - H = 1, O = 16)

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. STP യിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന 448 L HCl വാതകം STP യിൽ സൂക്ഷിച്ചിരിക്കുന്ന അമോണിയ വാതകവുമായി പ്രവർത്തിച്ച് പൂർണ്ണമായും NH_4Cl ആയി മാറുന്നു.

   $$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

   ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഉപയോഗിച്ച അമോണിയ വാതകത്തിന്റെ മാസ് കണക്കാക്കുക.

2. 48 g കാർബൺ വായുവിൽ കത്തിച്ച് കാർബൺ മോണോക്സൈഡ് വാതകം ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഉണ്ടായ CO വാതകത്തിന്റെ മാസ് 56 g ആണെങ്കിൽ ഉപയോഗിച്ച ഓക്സിജൻ വാതകത്തിന്റെ STP യിലെ വ്യാപ്തം എത്ര?