Chapter 10
ऊष्मागतिकी तथा ऊष्मारसायन

ऊष्मागतिकी (Thermodynamics)

"ऊष्मागतिकी (Thermo = heat; dynamics = motion) विज्ञान की वह शाखा है, जिसके अन्तर्गत ऊर्जा के विभिन्न रूपों एवं इनके मात्रात्मक सम्बन्ध का अध्ययन किया जाता है।

ऊष्मागतिकी का पूर्ण अध्ययन मुख्यतः तीन अनुमानों पर आधारित है। जिन्हें ऊष्मागतिकी के प्रथम, द्वितीय एवं तृतीय नियम कहते हैं। ये नियम विशुद्ध रूप से मानव अनुभवों के द्वारा आये हैं। इनका कोई सैद्धान्तिक प्रमाण नहीं है"

आधारभूत शब्दावली (Basic concepts)

(1) **तंत्र, परिवेश तथा सीमायें** (System, surroundings and Boundary) : अध्ययन के अन्तर्गत ब्रह्माण्ड का विशिष्ट भाग तंत्र कहलाता है, तथा शेष भाग जो कि तंत्र का भाग नहीं होता हैं परिवेश कहलाता है।

तंत्र तथा परिवेश एक दूसरे से वास्तविक या काल्पनिक सीमाओं द्वारा पृथक रहते हैं, तंत्र तथा वातावरण या परिवेश इन सीमाओं द्वारा एक दूसरे से सम्बन्धित रहते हैं।

(2) **तंत्र के प्रकार** (Types of systems)

(i) ***विलगित तंत्र*** *(Isolated system)* : इस प्रकार के तंत्र का परिवेश से कोई सम्बन्ध नहीं होता है। इनके सीमांत तल (Boundary) पूर्णतः बंद एवं कुचालक होते हैं। इसमें तंत्र तथा परिवेश के मध्य ऊष्मा एवं द्रव्य का कोई विनिमय नहीं होता है। एक आदर्श थर्मस फ्लास्क में उपस्थित पदार्थ विलगित या एकल तंत्र का उदाहरण है।

(ii) ***बन्द तंत्र*** *(Closed system)* : इस प्रकार का तंत्र परिवेश के साथ ऊर्जा का ऊष्मा, कार्य तथा विकिरण के रूप में विनिमय करता है, लेकिन द्रव्य का नहीं करता। अर्थात् तंत्र तथा परिवेश के बीच में बंद सीमांत तल होता है, लेकिन तंत्र कुचालक नहीं होता है। उदाहरण : प्रेशर कुकर।

(iii) ***खुला तंत्र*** *(Open system)* : इस प्रकार का तंत्र ऊर्जा के साथ-साथ द्रव्य का भी परिवेश के साथ विनिमय करता है। इसकी सीमा ना तो बंद रहती है, और ना ही कुचालक रहती है। एक पात्र में, सोडियम की जल के साथ अभिक्रिया खुले तंत्र का उदाहरण है।

(iv) ***समांगी तंत्र*** *(Homogeneous system)* : तंत्र उस अवस्था में समांग होता है, जब वह सम्पूर्ण रूप से एक समान होता है अर्थात् समांग तंत्र में एक प्रावस्था (phase) होती है। विशुद्ध एकल ठोस, द्रव अथवा गैस का मिश्रण इसका उदाहरण है।

(v) ***विषमांगी तंत्र*** *(Heterogeneous system)* : तंत्र उस अवस्था में विषमांग होता है, जब वह सम्पूर्ण रूप से एक समान नहीं होता है, तथा उसमें एक से अधिक प्रावस्थाएँ होती हैं। उदाहरण : बर्फ का जल (द्रव) के साथ सम्पर्क, दो अमिश्रणीय द्रवों का विलयन, अविलेय ठोस तथा द्रवों का मिश्रण, द्रव एवं गैस का सम्पर्क।

(vi) ***स्थूल तंत्र*** *(Macroscopic system)* : ऐसा तंत्र जिसमें अधिक संख्या में कण (अणु, परमाणु तथा आयन) उपस्थित रहते हैं।

(3) **निकाय के स्थूल गुण** (Macroscopic Property of system)

ऊष्मागतिकी द्रव्य के परिमाणात्मक व्यवहार से सम्बन्धित है। अतः ऐसे गुण जो तंत्र के परिमाण से उत्पन्न होते हैं, उनको तन्त्र के स्थूल गुण कहते हैं। उदाहरण : दाब, आयतन, तापमान, पृष्ठ तनाव, श्यानता, घनत्व आदि।

स्थूल गुणों को निम्न दो प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है।

(i) ***सघन गुण*** *(Intensive properties)* : यह वह गुण हैं, जिनका मान तंत्र में उपस्थित पदार्थ की मात्रा पर निर्भर नहीं करता है। उदाहरण : दाब, ताप, घनत्व, विशिष्ट ऊष्मा, पृष्ठ तनाव, अपवर्तनांक, श्यानता, गलनांक, क्वथनांक, आयतन प्रतिमोल, सान्द्रता आदि।

(ii) ***विस्तृत गुण*** *(Extensive properties)* : वे गुण जो तंत्र में उपस्थित पदार्थ की मात्रा पर निर्भर करते हैं, विस्तृत गुण कहलाते हैं। उदाहरण : कुल द्रव्यमान, आयतन, आन्तरिक ऊर्जा, एन्थैल्पी, एन्ट्रॉपी आदि योगशील प्रकृति के गुण होते हैं।

यदि किसी विस्तृत गुण को प्रतिमोल या प्रतिग्राम में दर्शाते हैं तो यह सघन गुण में परिवर्तित हो जाता है। जैसे–द्रव्यमान तथा आयतन विस्तृत गुण हैं।

(4) **तंत्र की अवस्था तथा अवस्था परिवर्तन** (State of a system and state variable)

वह स्थूल गुण जो तंत्र की स्थिति को निर्धारित करते हैं, उन्हें **अवस्था परिवर्ती** (State variable) या **अवस्था फलन** या **ऊष्मागतिक पैरामीटर** कहते हैं।

अवस्था गुणों में परिवर्तन तंत्र की प्रारम्भिक तथा अंतिम अवस्थाओं पर निर्भर करता है। यह उस विधि से स्वतंत्र रहता है जिनके द्वारा यह परिवर्तन किया जाता है। दूसरे शब्दों में कह सकते हैं कि, अवस्था गुण प्रक्रम के पदों पर निर्भर नहीं करते हैं।

(5) **ऊष्मागतिकी साम्य** (Thermodynamic equilibrium) **:** *"किसी तन्त्र की ऊष्मागतिकी साम्य वह अवस्था है, जब यह समय के साथ अपने गुणों में परिवर्तन की प्रवृत्ति नहीं दर्शाता है।"*

ऊष्मागतिकी साम्य स्थापित करने के लिये निकाय में तीन प्रकार की साम्यावस्था होनी चाहिये।

(i) ***रासायनिक साम्य** (Chemical Equilibrium)* : जब तंत्र का संघटन स्थिर एवं निश्चित होता है, तब इसे रासायनिक साम्य कहते हैं।

(ii) ***यांत्रिक साम्य** (Mechanical Equilibrium)* : तन्त्र के विभिन्न भागों के मध्य या तंत्र तथा उसके वातावरण के मध्य कोई रासायनिक कार्य नहीं होता है, तथा दाब भी स्थिर रहता है।

(iii) ***तापीय साम्य** (Thermal Equilibrium)* : सम्पूर्ण तंत्र तथा उसके चारों ओर के परिवेश का ताप एक समान होता है, अतः तंत्र तथा वातावरण के मध्य ऊष्मा का प्रवाह नहीं होता है।

(6) **ऊष्मागतिकी प्रक्रम** (Thermodynamic process) : जब ऊष्मागतिकी तन्त्र एक अवस्था से दूसरी अवस्था में बदलता है, तो यह प्रचालन (Operation) प्रक्रम कहलाता है । विभिन्न प्रकार के प्रक्रम निम्न हैं।

(i) ***समतापीय प्रक्रम** (Isothermal process)* : इस प्रक्रम को समतापी इसलिये कहते हैं, क्योंकि इसमें ताप स्थिर रहता है, अर्थात् प्रचालन (Operation) स्थिर ताप पर किया गया है। समतापी प्रक्रम के लिये $dT = 0$, अतः $\Delta E = 0$

(ii) ***रूद्धोष्म प्रक्रम** (Adiabatic process)* : यदि प्रक्रम ऐसी परिस्थितियों में होता है कि तंत्र तथा उसके वातावरण में ऊष्मा का कोई विनिमय नहीं हो पाता है। तो वह रूद्धोष्म प्रक्रम कहलाता है, निकाय ऊष्मीय विलगित (Thermally isolated) होता है अर्थात् $dQ = 0$, यह निकाय को रोधी पात्र में रखकर किया जा सकता है, अर्थात् थर्मस फ्लास्क में।

(iii) ***समदाबीय प्रक्रम** (Isobaric process)* : वह प्रक्रम जिसमें दाब सम्पूर्ण परिवर्तन के दौरान हमेशा स्थिर रहता है, अर्थात् $dP = 0$, समदाबीय प्रक्रम कहलाता है।

(iv) ***समआयतनिक प्रक्रम** (Isochoric process)* : वह प्रक्रम जिसमें सम्पूर्ण परिवर्तन के दौरान आयतन हमेशा स्थिर रहता है, अर्थात् $dV = 0$, समआयतनिक प्रक्रम कहलाता है।

(v) ***चक्रीय प्रक्रम** (Cyclic process)* : जब तंत्र अनेक प्रक्रमों से होता हुआ अपनी प्रारम्भिक अवस्था में आ जाता है तो इसे चक्रीय प्रक्रम कहते हैं, इसमें $dE = 0$ तथा $dH = 0$ होता है।

(vi) ***उत्क्रमणीय प्रक्रम** (Reversible process)* : उत्क्रमणीय प्रक्रम वह होता है, जिसमें विपरीत परिवर्तन इस प्रकार से होते हैं कि अग्र प्रक्रम के किसी भाग में हुए सभी परिवर्तन, प्रतीप प्रक्रम में पूर्ण रूप से विपरीत हो जाते हैं, तथा परिवेश या प्रक्रम में भाग ले रही किसी भी वस्तु में कोई परिवर्तन शेष नहीं रहता है।

(vii) ***अनुत्क्रमणीय प्रक्रम** (Irreversible process)* : जब प्रक्रम एक ही पद में प्रारम्भिक अवस्था से अन्तिम अवस्था में घटित होता है और यह स्वतः उत्क्रमित नहीं होता है, तो इसे अनुत्क्रमणीय प्रक्रम कहते हैं अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में एण्ट्रॉपी की मात्रा बढ़ती है। अनुत्क्रमणीय प्रक्रम, स्वतः प्रकृति का होता है। सभी प्राकृतिक प्रक्रम अनुत्क्रमणीय प्रकृति के होते हैं।

आंतरिक ऊर्जा, ऊष्मा तथा कार्य
(Internal energy, heat and Work)

(1) **आन्तरिक ऊर्जा** (*E*) : *"प्रत्येक तंत्र के अन्दर ऊर्जा की कुछ निश्चित मात्रा होती है, जिसे आंतरिक ऊर्जा कहते हैं।"*

$$E = E_{\text{संक्रमण}} + E_{\text{घूर्णन}} + E_{\text{कम्पन}} + E_{\text{बन्धन}} + E_{\text{इलेक्ट्रॉनिक}} + \ldots\ldots$$

(i) ***आंतरिक ऊर्जा के विशिष्ट गुण***

(a) आंतरिक ऊर्जा किसी तंत्र का विस्तृत गुण है।

(b) आंतरिक ऊर्जा एक अवस्था फलन है।

(c) आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन तंत्र के अंतिम अवस्था में पहुँचने वाले पथ पर निर्भर नहीं करता है।

(d) चक्रीय प्रक्रम के दौरान आंतरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

(e) आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा केवल ताप का फलन है।

(f) तंत्र की आंतरिक ऊर्जा पदार्थ की मात्रा, उसकी रासायनिक प्रकृति, ताप, दाब तथा आयतन पर निर्भर करती है।

(g) *E* की इकाई अर्ग (*CGS* में), या जूल (*SI* में) होती है।

1 जूल $= 10^7$ अर्ग

(ii) ***आंतरिक ऊर्जा परिवर्तन*** (ΔE) : किसी भी तंत्र की आंतरिक ऊर्जा का परम मान (absolute value) का मापन ना तो सम्भव है, और ना ही आवश्यक है। माना ΔE, अंतिम (E_f) तथा प्रारम्भिक (E_{in}) ऊर्जाओं का अन्तर है। तब $\Delta E = E_f - E_{in}$ यदि $E_f > E_{in}$, तब ΔE धनात्मक होता है। यदि $E_f < E_{in}$ तो ऋणात्मक होता है।

(2) **ऊष्मा** (q) **तथा कार्य** (w) **:** निकाय की ऊर्जा में कमी या वृद्धि विभिन्न विधियों द्वारा होती है, लेकिन दो मुख्य विधियाँ ऊष्मा तथा कार्य है। ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है, और जब दो तंत्रो के तापों में अंतर हो तो, यह एक तंत्र से दूसरे तंत्र की ओर अधिक ताप से कम ताप की ओर प्रवाहित होती है, इसलिये ऊर्जा के गतिक रूप को व्यक्त करती है।

जब किसी पदार्थ पर बल लगाया जाये और पदार्थ का विस्थापन लगाये गये बल की दिशा में होता है, तो यह विस्थापन **कार्य** कहलाता है। यह बल और विस्थापन के गुणनफल के बराबर होता है, तीन मुख्य प्रकार के कार्य निम्न हैं, गुरूत्वीय कार्य, विद्युतीय कार्य तथा यांत्रिक कार्य।

यांत्रिक कार्य = बल × विस्थापन = F.d

विद्युतीय कार्य = विभावान्तर × आवेश = V.q

गुरुत्वीय कार्य = mgh

(i) ***ऊष्मा एवं कार्य की इकाइयाँ*** : ऊष्मा परिवर्तन को कैलोरी (cal), किलो कैलोरी (kcal), जूल (*J*), किलोजूल (*kJ*) आदि में मापा जाता है। इनके मध्य निम्न सम्बन्ध है , 1 कैलोरी = 4.184 जूल; 1किलोकैलोरी = 4.184 किलो जूल

ऊष्मा की *S.I.* इकाई जूल (*J*) या किलो जूल है। जूल, न्यूटन-मीटर के बराबर होती है (1 *J*= 1 *Nm*) ।

कार्य को भी जूल या अर्ग में मापा जाता है। कार्य की *S.I.* इकाई जूल है।

1 जूल $= 10^7$ अर्ग = 0.2390 कैलोरी

1 कैलोरी > 1 जूल > 1 अर्ग

(ii) ***ऊष्मा तथा कार्य के लिये चिन्ह परिपाटी***

तंत्र द्वारा ऊष्मा का अवशोषण = q धनात्मक

तंत्र से ऊष्मा का उत्सर्जन = q ऋणात्मक

तंत्र पर कार्य होता है = w धनात्मक

तंत्र द्वारा कार्य किया जाता है = w ऋणात्मक

ऊष्मागतिकी का शून्य नियम
(Zeroth law of thermodynamics)

यह नियम तापमान कल्पना का आधार रूप है इसे निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं।

"यदि तंत्र A, तंत्र C के साथ ऊष्मीय साम्य में हैं, इसी प्रकार B भी C के साथ ऊष्मीय साम्य में है। अतः A तथा B भी ऊष्मीय साम्य में होंगे, चाहे इनके संघटन कुछ भी हो।"

A ⇌ C   B ⇌ C

A ⇌ B

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम (First law of thermodynamics)

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम **हैल्महॉल्ट्ज तथा रॉबर्ट मेयर** ने प्रस्तावित किया था। इस नियम को ऊर्जा संरक्षण का नियम भी कहते हैं। इसके अनुसार *"ऊर्जा को ना तो नष्ट किया जा सकता है, और ना ही उत्पन्न, सिर्फ इसे एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है"*

$E_2 - E_1 = \Delta E = q + w$

अर्थात् (आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन) = (निकाय पर जोड़ी गई ऊष्मा) + (निकाय पर किया गया कार्य)

यदि निकाय वातावतरण पर कार्य (w) करता है, तो इसकी आन्तरिक ऊर्जा घट जाती है। इस प्रकरण में, $\Delta E = q + (-w) = q - w$

अर्थात् (आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन) = (निकाय पर जोड़ी गई ऊष्मा) – (निकाय द्वारा किया गया कार्य)

आन्तरिक ऊर्जा, कार्य एवं ऊष्मा के बीच सम्बन्ध ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का गणितीय व्यंजक है।

एन्थैल्पी या एन्थैल्पी परिवर्तन (Enthalpy and Enthalpy change)

स्थिर दाब पर निकाय की पूर्ण ऊष्मा को एन्थैल्पी कहते हैं, इसे 'H से निरूपित करते हैं।

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियमानुसार, $q = E + PV$ ....(i)

स्थिर दाब पर ऊष्मा में परिवर्तन

$\Delta q = \Delta E + P\Delta V$ ....(ii)

स्थिर दाब पर ऊष्मा को एन्थैल्पी द्वारा विस्थापित कर सकते हैं

$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$ ....(iii)

$\therefore \Delta H =$ नियत दाब पर ऊष्मा परिवर्तन या अभिक्रिया की ऊष्मा (रासायनिक प्रक्रिया में)

$\Delta E =$ नियत आयतन पर ऊष्मा परिवर्तन या अभिक्रिया की ऊष्मा

जब ठोस तथा द्रव अभिक्रिया में भाग लेते हैं,

$\Delta H = \Delta E (P\Delta V \approx 0)$

ΔH तथा ΔE में अंतर महत्वपूर्ण होता है, जब रासायनिक अभिक्रिया में गैसीय क्रियाकारक भाग लेते हैं

$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$

$\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$

$P\Delta V = \Delta nRT$

यहाँ, $\Delta n = n_p - n_r$

विशिष्ट तथा मोलर ऊष्मा धारिताएँ (Specific and Molar heat capacity)

(1) **विशिष्ट ऊष्मा** (विशिष्ट ऊष्मा धारिता) : 1 ग्राम पदार्थ का $1^o C$ तक तापमान बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा की (कैलोरी, जूल, किलोकैलोरी या किलो जूल में) मात्रा **विशिष्ट ऊष्मा** कहलाती है। इसे नियत दाब (c_p) तथा नियत आयतन (c_v) पर मापते हैं।

(2) **मोलर ऊष्मा धारिता** (Molar heat capacity) : 1 मोल पदार्थ का $1^o C$ तक ताप बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा की मात्रा **मोलर ऊष्मा धारिता** कहलाती है।

$\therefore$ मोलर ऊष्मा धारिता = विशिष्ट ऊष्मा धारिता × अणुभार

अर्थात्, $C_v = c_v \times M$ एवं $C_p = c_p \times M$.

(3) चूँकि गैसें गर्म करने पर प्रसारित होने की प्रवृति दर्शाती हैं, यदि इन्हें नियत दाब पर इनका ताप $1^o C$ बढ़ाने के लिये ऊर्जा दी जाये तो इसे नियत आयतन की स्थिति से निम्न प्रकार सम्बन्धित कर सकते हैं,

$C_p > C_v$ या $C_p = C_v +$ प्रसार में किया गया कार्य, $P\Delta V (= R)$

जहाँ $C_p =$ नियत दाब पर मोलर ऊष्मा धारिता,

$C_v =$ नियत आयतन पर मोलर ऊष्मा धारिता।

(4) **C_p तथा C_v के कुछ उपयोगी सम्बन्ध**

(i) $C_p - C_v = R = 2$ कैलोरी $= 8.314$ जूल

(ii) $C_v = \frac{3}{2}R$ (एक परमाण्विक गैस के लिये) तथा $C_v = \frac{3}{2} + x$ (द्वि तथा बहुपरमाणुक गैसों के लिये), यहाँ x अलग-अलग गैस के लिये अलग-अलग होता है।

(iii) $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ (मोलर ऊष्मा धारिताओं का अनुपात)

(iv) एक परमाणुक गैस के लिये $C_v = 3$ कैलोरी, जबकि, $C_p = C_v + R = 5$ कैलोरी

(v) एक परमाणुक गैस के लिये, $(\gamma) = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = 1.66$

(vi) द्विपरमाणुक गैस के लिये $(\gamma) = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = 1.40$

(vii) त्रिपरमाणुक गैस के लिए $(\gamma) = \frac{C_p}{C_v} = \frac{8R}{6R} = 1.33$

आदर्श गैस में प्रसार (Expansion of an ideal gas)

(1) **समतापीय प्रसार** (Isothermal Expansion) : समतापीय प्रसार के लिये $\Delta T = 0$; $\Delta E = 0$

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से,

$\Delta E = q + w$ $\therefore q = -w$

ये नियम यह दर्शाता है, कि समतापीय प्रसार में कार्य अवशोषित ऊष्मा के द्वारा होता है ।

समतापीय प्रक्रम के लिये ΔE तथा ΔT क्रमशः शून्य होते हैं, अतः $\Delta H = 0$

(i) ***उत्क्रमणीय समतापीय प्रसार में किया गया कार्य*** : माना कि एक सिलेण्डर में आदर्श गैस भरी है। जिसमें एक भारहीन पिस्टन लगा है

सिलेण्डर ऊष्मारोधी (insulated) नहीं है बाह्य दाब $P_{बाह्य}$, गैस के दाब $P_{गैस}$ के बराबर होता है।

$$P_{बाह्य} = P_{गैस} = P$$

यदि बाह्य दाब अत्यन्त सूक्ष्म मात्रा dP तक घटायें तो गैस अतिसूक्ष्म आयतन dV तक प्रसारित होगी। जिसके परिणामस्वरूप सिलेण्डर में भरी गैस का दाब $P_{गैस} - dP$ तक गिर जायेगा। अर्थात् यह बाह्य दाब के बराबर हो जायेगा और पिस्टन स्थिर अवस्था में आ जाता है। इस प्रक्रिया को कई बार दोहराते हैं, तथा प्रत्येक पद में गैस के आयतन में dV प्रसार होता है।

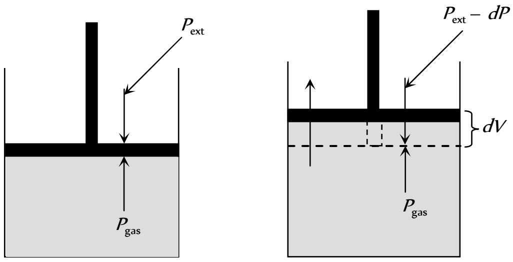


Fig. 10.1

चूँकि तंत्र, वातावरण के साथ तापीय साम्य में रहता है, प्रसार के कारण थोड़ी मात्रा में उत्पन्न ठण्डक वातावरण से अवशोषित ऊष्मा के द्वारा संतुलित हो जाती है, तथा सम्पूर्ण प्रसार में ताप नियत रहता है।

प्रसार के प्रत्येक पद में गैस द्वारा किया गया कार्य,

$$d_w = -(P_{बाह्य} - dP)dV = -P_{बाह्य}.dV - dP\ .\ dV$$

$dP.dV$, दो अतिसूक्ष्म मात्राओं का गुणन नगण्य माना जाता है, मानाकि आदर्श गैस के उत्क्रमणीय समतापीय प्रसार में आयतन V_1 से V_2 होता हो तो,

किया गया कुल कार्य,

$$w = -nRT\log_e \frac{V_2}{V_1} \text{ या } w = -2.303\,nRT\log_{10}\frac{V_2}{V_1}$$

नियत ताप पर, बॉयल के नियमानुसार,

$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ या } \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} \text{ अतः, } w = -2.303\,nRT\log_{10}\frac{P_1}{P_2}$$

समतापी सम्पीडन में किया गया कुल कार्य,

$$w_{संपीडन} = 2.303\,nRT\log\frac{V_1}{V_2} = 2.303\,nRT\log\frac{P_2}{P_1}$$

(ii) ***अनुत्क्रमणीय समतापी प्रसार में किया गया कार्य*:** दो प्रकार के अनुत्क्रमणीय समतापी प्रसार ज्ञात हैं। (a) स्वतंत्र प्रसार तथा (b) मध्यवर्ती प्रसार (Intermediate expansion) स्वतंत्र प्रसार में बाह्य दाब शून्य होता है, अर्थात् निर्वात् में प्रसारित गैस द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है। मध्यवर्ती प्रसार में बाह्य दाब गैस के दाब से कम होता है, अतः आयतन के V_1 से V_2 में परिवर्तन के लिये किया गया कार्य,

$$w = -\int_{V_1}^{V_2} P_{ext} \times dV = -P_{ext}(V_2 - V_1)$$

चूँकि $P_{बाह्य}$ गैस के दाब से कम होता है, अतः मध्यवर्ती प्रसार में किया गया कार्य अनुत्क्रमणीय समतापीय प्रसार में किये गये कार्य से कम होता है। क्योंकि इसमें $P_{बाह्य}$, $P_{गैस}$ के बराबर होता है।

(2) **:)ks"e izlkj** (Adiabatic Expansion) **:** रूद्धोष्म प्रक्रम में ऊष्मा न तो निकाय में आती है, और न ही बाहर जाती है। अतः $q = 0$.

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से,

$$\Delta E = q + w \quad \therefore \quad \Delta E = w$$

गैस के प्रसारित होने में निकाय द्वारा कार्य करने पर आंतरिक ऊर्जा खर्च होती है अतः प्रसार में ΔE घटता है, तथा सम्पीड़न में ΔE बढ़ता है।

आदर्श गैस की नियत आयतन पर मोलर विशिष्ट ऊष्मा,

$$C_v = \left(\frac{dE}{dT}\right)_v \text{ या } dE = C_v.dT$$

एवं नियत परिवर्तन के लिये, $\Delta E = C_v\Delta T$ अतः, $w = \Delta E = C_v\Delta T$

ΔT का मान प्रक्रम पर निर्भर करता है। चाहे वह उत्क्रमणीय हो या अनुत्क्रमणीय ।

(i) ***उत्क्रमणीय रूद्धोष्म प्रसार*:** उत्क्रमणीय रूद्धोष्म प्रसार में आदर्श गैस निम्न सम्बन्ध दर्शाती है।

$$PV^\gamma = \text{स्थिरांक}$$

जहाँ, P = बाह्य दाब, V = आयतन

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

जहाँ, C_p = नियत दाब पर मोलर विशिष्ट ऊष्मा, C_v = नियत आयतन पर मोलर विशिष्ट ऊष्मा

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^\gamma = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1-\gamma}$$

यदि γ, P_1, P_2 तथा प्रारम्भिक तापमान T_1 ज्ञात हैं, तो अंतिम तापमान T_2 ज्ञात कर सकते हैं।

(ii) ***अनुत्क्रमणीय रूद्धोष्म प्रसार*:** स्वतंत्र प्रसार में बाह्य दाब शून्य होता है, अर्थात् किया गया कार्य शून्य होता है, तदानुसार $\Delta E = w$ भी शून्य होता है, यदि ΔE शून्य है, तो ΔT भी शून्य होगा। अतः स्वतंत्र प्रसार में (रूद्धोष्म) $\Delta T = 0$, $\Delta E = 0$, $w = 0$ तथा $\Delta H = 0$.

मध्यवर्ती प्रसार में बाह्य दाब के विपरीत आयतन में V_1 से V_2 परिवर्तन होता है, $P_{बाह्य}$.

$$w = -P_{बाह्य}(V_2 - V_1) = -P_{बाह्य}\left(\frac{RT_2}{P_2} - \frac{RT_1}{P_1}\right)$$

$$= -P_{बाह्य}\left(\frac{T_2P_1 - T_1P_2}{P_1P_2}\right) \times R$$

$$\text{या } w = C_v(T_2 - T_1) = -RP_{बाह्य}\left(\frac{T_2P_1 - T_1P_2}{P_1P_2}\right)$$

स्वतः तथा अस्वतः प्रक्रम
(Spontaneous and Non-spontaneous processes)

स्वतः अथवा तत्कालिक प्रक्रम वे हैं जो बिना किसी बाहरी हस्तक्षेप के स्वतः ही साम्यावस्था स्थापित होने तक चलते रहते हैं। प्रकृति में होने वाले सभी प्रक्रम स्वतः होते हैं। ऐसे प्रक्रम जिनमें स्वतः होने की बिल्कुल प्रवृत्ति नहीं होती है, उन्हे **अस्वतः या अतात्कालिक** प्रक्रम कहते हैं। इन प्रक्रमों को होने के लिये ऊर्जा प्रदान की जाती है।

स्वतः तथा अस्वतः प्रक्रमों के उदाहरण

(1) विलेय का सान्द्र विलयन से तनु विलयन की तरफ विसरण स्वतः प्रक्रम का उदाहरण है।

(2) विभिन्न गैसों का मिश्रित होना स्वतः प्रक्रम है।

(3) ऊष्मा का गर्म संग्राहक से ठण्डे संग्राहक की तरफ बहाव स्वतः प्रक्रम है।

(4) विद्युत का उच्च विभव से निम्न विभव की तरफ बहाव स्वतः प्रक्रम है।

(5) एक पिन छिद्र से निर्वात में एक आदर्श गैस का विस्तारण एक स्वतः प्रक्रम है।

ये सभी स्वतः प्रक्रम, अस्वतः प्रक्रम हो जाते हैं, जब हम इन्हें विपरीत दिशा में ऊर्जा लगाकर करते हैं।

स्वतः प्रक्रम तथा एन्थैल्पी परिवर्तन : स्वतः प्रक्रम आंतरिक ऊर्जा या एन्थैल्पी में कमी के द्वारा घटित होते हैं। अर्थात् स्वतः प्रक्रमों से कार्य प्राप्त किया जा सकता है। यह ये दर्शाता है, कि केवल ऊष्माक्षेपी अभिक्रियायें ही स्वतः होती है। लेकिन बर्फ का पिघलना तथा जल का वाष्पीकरण ऊष्माशोषी अभिक्रियायें हैं, जो स्वतः होती हैं। इसका अर्थ यह है कि एन्थैल्पी के अलावा एक और अन्य घटक है, जो कि स्वतः प्रवर्तिता को व्यक्त करता है। वह घटक एण्ट्रॉपी है।

ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम
(Second law of thermodynamics)

प्रथम नियम की सभी सीमाओं या कमियों को ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम की सहायता से दूर किया जा सकता है। यह नियम कुछ निश्चित अनुभवों ऊष्मा इंजन एवं रेफ्रिजरेटर के बारे में सामान्य करण है। यह कई प्रकारो को कथित करता है किन्तु सभी कथन तार्किक रुप से एक दूसरे के समरुप है।

(1) **नियम के कथन** (Statements of the law)

(i) ***केल्विन का कथन :*** *"वातावरण के ताप से कम ताप पर किसी पिण्ड के ताप को कम करके लगातार कार्य प्राप्त करना असम्भव है।"*

(ii) ***क्लॉसियस का कथन :*** *"बिना कुछ कार्य किये हुए ठण्डी वस्तु से गर्म वस्तु को ऊष्मा स्थानांतरण असम्भव है ।"*

(iii) ***ओस्टवॉल्ड का कथन :*** *"ऐसी किसी मशीन का निर्माण करना असम्भव है जो कि चक्रीय प्रक्रम में स्रोत से ग्रहण की गई ऊष्मा को कार्य की समतुल्य मात्रा में परिवर्तित कर सके, जब तक कि निकाय के किसी दूसरे अंग में परिवर्तन न किया जाये अर्थात् चिरस्थायी गति असम्भव है"*

(iv) ***कॉर्नो का कथन*** : *"गर्म कुण्ड से ऊष्मा लेकर इसका कुछ भाग ठण्डे कुण्ड में स्थानातंरित किये बिना चक्रीय प्रक्रम द्वारा इसको पूर्णतः कार्य में बदलना असम्भव है ।"*

(2) **नियम का स्पष्टीकरण :** द्वितीय नियम के कोई दृढ़ प्रमाण उपलब्ध नहीं हैं। द्वितीय नियम का फॉर्मूलेशन (Formulation) प्रेक्षणों पर आधारित है और अब तक अप्रमाणित है। इस नियम के विचलन ज्ञात नहीं हैं, किन्तु यह नियम केवल चक्रीय प्रक्रमों के लिये लागू होता है।

कॉर्नो चक्र (The Carnot cycle)

1824 में फ्रेंच इंजीनियर **कॉर्नो** ने केवल सैद्धान्तिक और काल्पनिक आधार पर एक उत्क्रमणीय चक्र का प्रतिपादन किया जिसे **कॉर्नो चक्र** कहते हैं। जिसके द्वारा अधिकतम ऊष्मा को कार्य में रूपांतरित किया जा सकता है।

निकाय में एक मोल आदर्श गैस एक सिलिण्डर में भरी है जिसमें पिस्टन लगा हुआ है। जिसे चार उत्तरोत्तर प्रचालनों (operation) की श्रृंखला से गुजारा जाता है ।

चक्रीय प्रक्रमों के लिये, आवश्यक स्थिति यह है, कि किया गया कुल कार्य अवशोषित ऊष्मा के बराबर होता है अतः समीकरण (vii) को (vi) से भाग देने पर

$$\frac{w}{q_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \text{ ऊष्मागतिकी गुणांक}$$

अतः ठण्डे कुण्ड तथा गर्म कुण्ड के तापमानों में जितना अधिक अंतर होगा इंजन द्वारा उतनी ही अधिक ऊष्मा कार्य में परिवर्तित होगी।

चूँकि, $\frac{T_2 - T_1}{T_2} < 1$, यह तब होता है इस प्रकार, जब $w < q_2$ इसका अर्थ यह होता है, कि अवशोषित ऊष्मा का केवल एक भाग ही कार्य में परिवर्तित होता है। शेष ऊष्मा वातावरण को दे दी जाती है।

"बिना किसी हानि के ऊर्जा को पूर्ण रूप से कार्य में बदलना असम्भव है।"

एण्ट्रॉपी तथा एण्ट्रॉपी परिवर्तन
(Entropy and Entropy change)

(1) **परिभाषा :** किसी तंत्र की अनियमितता (disorder) अथवा यादृच्छिकता (randomness) को एक ऊष्मागतिकी राशि जिसे **एण्ट्रॉपी** कहते हैं, के द्वारा व्यक्त किया जाता है। इस राशि को "S" द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

एन्थैल्पी तथा आन्तरिक ऊर्जा की भाँति एण्ट्रॉपी (*S*) भी एक अवस्था फलन (State function) है, अतः एण्ट्रॉपी भी परिवर्तित हो जाती है। एण्ट्रॉपी का परम मान (absolute value) न तो ज्ञात ही किया जा सकता है, और न ही आवश्यक है। यहाँ तो केवल किसी प्रक्रम में होने वाले एण्ट्रॉपी परिवर्तन का अध्ययन किया जाता है। एण्ट्रॉपी परिवर्तन को ΔS द्वारा दर्शाया जाता है।

$$\Delta S = S_{\text{अन्तिम}} - S_{\text{प्रारम्भिक}} = \frac{q_{\text{उत्क्रमणीय}}}{T}$$

यदि ऊष्मा अवशोषित होती है, तब $\Delta S = +ve$ होता है। यदि ऊष्मा उत्सर्जित होती है, तो $\Delta S = -ve$. होता है।

(2) **एण्ट्रॉपी की इकाई :** एण्ट्रॉपी की इकाई, ऊर्जा×तापमान· अर्थात् q का मान जूल में और तापमान कैल्विन में हो तो एण्ट्रॉपी की इकाई JK^{-1} होगी।

(3) **एण्ट्रॉपी के लक्षण :** एण्ट्रॉपी के मुख्य लक्षण निम्न हैं

(i) एण्ट्रॉपी एक विस्तृत गुण (Extensive property) है इसका मान निकाय में उपस्थित पदार्थ की मात्रा पर निर्भर करता है।

(ii) निकाय की एण्ट्रॉपी एक अवस्था फलन है, यह अवस्था परिवर्तकों (T, p, V, n) पर निर्भर करता है।

(iii) एण्ट्रॉपी में परिवर्तन एक अवस्था से दूसरी अवस्था में जाने वाले पद पर निर्भर नहीं करता है।

(iv) चक्रीय प्रक्रम में एण्ट्रॉपी परिवर्तन हमेशा शून्य रहता है।

(v) किसी विलगित निकाय का कुल एण्ट्रॉपी परिवर्तन निकाय की तथा वातावरण की एण्ट्रॉपी परिवर्तन के बराबर होता है तथा दोनों के योग को ब्रह्माण्ड की एण्ट्रॉपी परिवर्तन कहते हैं।

$$\Delta S_{\text{ब्रह्माण्ड}} = \Delta S_{\text{तन्त्र}} + \Delta S_{\text{घिराव}}$$

(a) उत्क्रमणीय प्रक्रम में, $\Delta S_{\text{ब्रह्माण्ड}} = 0$ तथा इसलिए,

$$\Delta S_{\text{तन्त्र}} = -\Delta S_{\text{घिराव}}$$

(b) अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में , $\Delta S_{ब्रह्माण्ड} > 0$ अर्थात् स्वतः परिवर्तन के कारण ब्रह्माण्ड की एण्ट्रॉपी बढ़ रही है

(vi) यह उपयोगी कार्य के लिये अप्राप्य ऊर्जा की माप है।

अप्राप्य ऊर्जा = एण्ट्रॉपी × तापमान

(vii) एण्ट्रॉपी S का ऊष्मागतिक प्रायिकता (W) से सम्बन्ध

$S = k \log_e W$ and $S = 2.303\, k \log_{10} W$

जहाँ, k बोल्ट्ज़मैन नियतांक है।

(4) **वातावरण तथा निकाय में एण्ट्रॉपी परिवर्तन तथा ऊष्माक्षेपी व ऊष्माशोषी प्रक्रम के लिये कुल एण्ट्रॉपी परिवर्तन** अणु या परमाणुओं की तापीय गति के कारण ऊष्मा में वृद्धि होती है जिससे अव्यवस्था बढ़ने से एण्ट्रॉपी भी बढ़ती है। ऊष्माक्षेपी प्रक्रिया में ऊष्मा वातावरण से बाहर निकलती है। जिसके कारण वातावरण की एण्ट्रॉपी में वृद्धि होती है। दूसरे शब्दों में कह सकते हैं, कि ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं में ऊष्मा निकाय में वातावरण से प्रवेश करती है जिससे कि वातावरण की एण्ट्रॉपी घटती है।

सामान्यतः कह सकते हैं कि कुल मिलाकर एण्ट्रॉपी में वृद्धि होती है। जब कभी वातावरण में अव्यवस्था बढ़ती है तो निकाय में अव्यवस्था घटती है। प्रक्रम स्वतः तब होता है। जब कुल एण्ट्रॉपी बढ़ती है।

(5) **अवस्था रूपांतरण के दौरान एण्ट्रॉपी में परिवर्तन** : द्रव्य का एक अवस्था (ठोस, द्रव या गैस) से दूसरी अवस्था में परिवर्तन एक निश्चित तापमान पर होता है। जैसे कि गलनांक (ठोस का द्रव में), क्वथनांक (द्रव का वाष्प में) आदि तथा यह ऊष्मा के अवशोषण या उत्सर्जन से होता है।

जब एक ठोस अपने गलन ताप पर द्रव में परिवर्तित होता है, तो ऊष्मा अवशोषित होती है (गुप्त ऊष्मा) । माना कि ΔH_f गलन की मोलर ऊष्मा है। अतः एण्ट्रॉपी परिवर्तन होगा,

$$\Delta S_f = \frac{\Delta H_f}{T_f}$$

इसी प्रकार, यदि वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा (latent heat) तथा ऊर्ध्वपातन की गुप्त ऊष्मा क्रमशः $\Delta H_{वाष्पन}$ तथा $\Delta H_{ऊर्ध्वपातन}$ है, तो वाष्पीकरण तथा ऊर्ध्वपातन (Sublimation) की एण्ट्रॉपी होगी।

$$\Delta S_{वाष्पन} = \frac{\Delta H_{वाष्पन}}{T_b} \text{ तथा } \Delta S_{ऊर्ध्वपातन} = \frac{\Delta H_{ऊर्ध्वपातन}}{T_s}$$

चूँकि $\Delta H_f, \Delta H_{वाष्पन}$ तथा $\Delta H_{ऊर्ध्वपातन}$ सभी धनात्मक हैं ये प्रक्रियायें एण्ट्रॉपी में वृद्धि का कारण हैं तथा इसकी विपरीत क्रिया एण्ट्रॉपी में कमी करती है।

(6) **आदर्श गैस के लिये एण्ट्रॉपी में परिवर्तन** : जब हम प्रारम्भिक अवस्था से अंतिम अवस्था की ओर जाते हैं, तो आदर्श गैस के लिये एण्ट्रॉपी परिवर्तन, ΔS को निम्न सम्बन्धों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है,

(i) जब T तथा V दो परिवर्तक हों,

$\Delta S = nC_v \ln\frac{T_2}{T_1} + nR \ln\frac{V_2}{V_1}$. को नियत मान लेते हैं।

(ii) जब T तथा p दो परिवर्तक हों,

$\Delta S = nC_P \ln\frac{T_2}{T_1} - nR \ln\frac{p_2}{p_1}$. C_p, को नियत मान लेते हैं।

(a) अतः समतापी प्रक्रम के लिये (T नियत),

$$\Delta S = nR \ln\frac{V_2}{V_1} \text{ या } = -nR \ln\frac{p_2}{p_1}$$

(b) समदाबीय प्रक्रम के लिये (p नियत),

$$\Delta S = n C_p \ln\frac{T_2}{T_1}$$

(c) समआयतनिक प्रक्रम के लिये (V नियत),

$$\Delta S = n C_v \ln\frac{T_2}{T_1}$$

(d) *रूद्धोष्म प्रसार के दौरान एण्ट्रॉपी में परिवर्तन* : ऐसे प्रक्रम के प्रत्येक पद में $q=0$, अतः $\Delta S = 0$ अतः उत्क्रमणीय रूद्धोष्म प्रक्रम को **आइसोएण्ट्रॉपिक प्रक्रम** भी कहते हैं।

मुक्त ऊर्जा तथा मुक्त ऊर्जा परिवर्तन
(Free energy and Free energy change)

गिब्स मुक्त ऊर्जा (G) एक अवस्था फलन है तथा यह नियत दाब तथा ताप पर किये गये अधिकतम कार्य या उत्क्रणीय प्रक्रम में किये गये उपयोगी कार्य की माप होती है।

(1) **मुक्त ऊर्जा के लक्षण**

(i) किसी निकाय की मुक्त ऊर्जा, निकाय की एन्थैल्पी तथा परमताप एवं एण्ट्रॉपी के गुणनफल के अन्तर के बराबर होती है । अर्थात, $G = H - TS$

(ii) अन्य अवस्था फलनों E, H तथा S की तरह मुक्त ऊर्जा को भी ΔG से दर्शाते हैं। अतः $\Delta G = \Delta H - T\Delta S_{तन्त्र}$ जहाँ, ΔS निकाय का एण्ट्रॉपी परिवर्तन है। यह **गिब्स हैल्महोल्ट्स समीकरण** है।

(iii) साम्यावस्था पर $\Delta G = 0$

(iv) स्वतः प्रक्रम के लिये, $\Delta G = -ve$.

(v) परमशून्य ताप पर $T\Delta S$ शून्य होता है। अतः यदि ΔG ऋणात्मक है, तो ΔH भी ऋणात्मक होगा। परमशून्य ताप पर केवल ऊष्माक्षेपी अभिक्रियायें ही स्वतः प्रवर्तित होती हैं।

(vi) $\Delta G_{तन्त्र} = T\Delta S_{ब्रह्माण्ड}$, जहाँ $\Delta H = 0$

(vii) मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन,

$\Delta G^o = -2.303\, RT \log_{10} K$, जहाँ K साम्यस्थिरांक है।

(a) अतः यदि $K < 1$ तब $\Delta G^o = +ve$ इस प्रकार अभिक्रियायें जिनमें साम्य स्थिरांक $K>1$ है, ऊष्मागतिक रूप से स्वतः होती है।

(b) यदि $K < 1$, तब $\Delta G^o = +ve$ इस प्रकार अभिक्रियायें जिनमें $K < 1$ है, वे विपरीत दिशा में ऊष्मागतिक रूप से स्वतः होती है।

(2) **अभिक्रिया के स्वतः प्रवर्तित होने की शर्तें** : स्वतः परिवर्तन के लिये $\Delta G = -ve$ होता है एवं इसलिये $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, का उपयोग स्वतः प्रवर्तिता के लिये निम्न परिस्थितियाँ उपलब्ध हैं

सारणी :10.1 अभिक्रिया के स्वतः प्रवर्तित होने की शर्तें

ΔH	ΔS	ΔG	अभिक्रिया के लक्षण	उदाहरण
−	+	हमेशा ऋणात्मक	सभी तापों पर अभिक्रिया स्वतः होती है	$2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$
+	−	हमेशा धनात्मक	सभी तापों पर अभिक्रिया अस्वतः होती है	$3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$
−	−	निम्न ताप पर ऋणात्मक लेकिन उच्च ताप पर धनात्मक	निम्न ताप पर स्वतः लेकिन उच्च ताप पर अस्वतः होती है	$CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightarrow CaCO_{3(s)}$
+	+	निम्न ताप पर धनात्मक लेकिन उच्च ताप पर ऋणात्मक	निम्न ताप पर अस्वतः तथा उच्च ताप पर स्वतः होती है	$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम
(Third law of thermodynamics)

जर्मन रसायनज्ञ, नर्नस्ट ने 1906 में इस नियम का प्रतिपादन किया था। इस नियम के अनुसार,

"परमशून्य तापमान पर पूर्ण क्रिस्टलीय पदार्थों की एण्ट्रॉपी शून्य होती है चूँकि एण्ट्रॉपी अव्यवस्था की माप है इसलिये यह कहा जा सकता है कि परमशून्य ताप पर किसी पूर्ण क्रिस्टलीय ठोस में संघटक कणों का क्रम बिल्कुल सटीक होता है ।"

ऊष्मागतिकी के तृतीय नियम का सबसे अधिक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग यह है, कि यह किसी ताप T पर पदार्थ की परम एण्ट्रॉपी की गणना करने में सहायक होता है ।

$$S = 2.303\, C_p \log T$$

जहाँ C_p नियत दाब पर पदार्थ की ऊष्माधारिता है तथा यह 0 से T की परास में हमेशा नियत रहता है।

नियम की सीमाएँ

(1) $0K$ पर अर्द्धठोसों की एण्ट्रॉपी शून्य से अधिक होती है।

(2) ठोस आइसोटोपों के मिश्रण की $0K$ पर एण्ट्रॉपी शून्य नहीं होती है। उदाहरण के लिये ठोस क्लोरीन की एण्ट्रॉपी $0K$ पर शून्य नहीं होती है।

(3) CO, N_2O, NO, H_2O, आदि के क्रिस्टलों की $0K$ पर एक निश्चित व्यवस्था नहीं होती है। अतः इनकी एण्ट्रॉपी शून्य नहीं होती है।

ऊष्मारसायन (*Thermochemistry*)

"ऊष्मारसायन भौतिक रसायन की वह शाखा है, जिसमें किसी रासायनिक रूपान्तरण में होने वाले ऊर्जा परिवर्तन का अध्ययन किया जाता है। इसे रासायनिक ऊर्जेकी भी कहते हैं। यह ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम पर आधारित है ।"

ऊष्माक्षेपी तथा ऊष्माशोषी अभिक्रियायें
(Exothermic and Endothermic reactions)

(1) **ऊष्माक्षेपी अभिक्रियायें** : ऐसी रासायनिक अभिक्रियायें जो ऊष्मा के उत्सर्जन या निष्कासन के साथ अग्रसर होती हैं, ऊष्माशोषी अभिक्रियायें कहलाती हैं। अभिक्रिया के समय जो ऊष्मा उत्पन्न होती है, उसे $+q$ द्वारा या फिर संख्यात्मक मान के रूप में उत्पाद के साथ लिखा जाता है, जैसे एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया को निम्नलिखित प्रकार से व्यक्त करते हैं, $A + B \rightarrow C + D + q$ (ऊष्मीय ऊर्जा)

ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिये उत्पादों की एन्थैल्पी, अभिकारकों की एन्थैल्पी से कम होती है। इसलिये इनका एन्थैल्पी परिवर्तन ऋणात्मक होता है। इसको निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं।

$$\Delta H = H_p - H_r \ ; \ H_p < H_r \ ; \ \Delta H = -ve$$

उदाहरण : (i) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393.5kJ$

(स्थिर ताप और दाब)

या $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \quad \Delta H = -393.5kJ$

(ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l); \quad \Delta H = -285.8kJ$

(iii) किण्वन, ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया का उदाहरण है।

(2) **ऊष्माशोषी अभिक्रियायें** (Endothermic reactions) : ऐसी रासायनिक अभिक्रियायें जिसमें अभिक्रिया के दौरान ऊष्मा का अवशोषण होता है, ऊष्माशोषी अभिक्रियायें कहलाती हैं। इस प्रकार की अभिक्रियाओं में अभिकारकों को ऊष्मा दी जाती है। इसमें अवशोषित ऊष्मा के संख्यात्मक मान को अभिकारकों के साथ व्यक्त करते हैं।

$A + B \rightarrow C + D - q$ (ऊष्मीय ऊर्जा)

स्थिर ताप और दाब पर अवशोषित ऊष्मा एन्थैल्पी परिवर्तन को मापती है। ऊष्मा के अवशोषण से उत्पादों की ऊष्मा, अभिकारकों की ऊष्मा से ज्यादा होती है, और ΔH का मान धनात्मक होता है।

$$\Delta H = H_p - H_r \ ; \ H_p > H_r \ ; \quad \Delta H = +ve$$

उदाहरण: (i) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g); \Delta H = +180.5\,kJ$

(ii) $C(s) + 2S(s) \rightarrow CS_2(l)\, \Delta H = +92.0kJ$

(iii) ऑक्सीजन में विद्युत विसर्ग से ओजोन का प्राप्त करना।

(iv) जल का वाष्पीकरण भी ऊष्माशोषी क्रिया का उदाहरण है।

ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया के लिए : ΔH या $\Delta E = -ve$

ऊष्माशोषी अभिक्रिया के लिए : ΔH या $\Delta E = +ve$

अभिक्रिया ऊष्मा या अभिक्रिया की एन्थैल्पी
(Heat of reaction or Enthalpy of reaction)

ऊष्मा की वह मात्रा जो किसी रासायनिक समीकरण में व्यक्त पदार्थों की मात्राओं को पूर्ण रूप से अभिक्रिया करने पर अवशोषित या निष्कासित होती है। उसे अभिक्रिया की ऊष्मा कहते हैं। अभिक्रिया ऊष्मा, अभिक्रिया समीकरणों में व्यक्त अभिकारकों के पूर्ण क्रिया करने पर बने उत्पादों की एन्थैल्पी तथा अभिकारकों की एन्थैल्पी के अन्तर के बराबर होती है।

अतः अभिक्रिया की एन्थैल्पी $= \Delta H = \Sigma H_P - \Sigma H_R$

(1) **अभिक्रिया ऊष्मा को प्रभावित करने वाले कारक** : अभिक्रिया ऊष्मा के परिमाण को प्रभावित करने वाले कारक इस प्रकार हैं।

(i) ***अभिकारकों एवं उत्पादों की भौतिक अवस्था*** (Physical state of reactants and products) : रासायनिक पदार्थों की भौतिक अवस्था को परिवर्तित करने के लिये ऊष्मा प्रयुक्त होती है । जैसे - जल के वाष्प में परिवर्तित होने पर ऊष्मा अवशोषित होती है, और वाष्प के संघनित होने पर ऊष्मा उत्पन्न होती है।

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=H_2O(g);\quad \Delta H=-57.8\,kcal$$

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=H_2O(l);\quad \Delta H=-68.32\,kcal$$

इस तरह स्पष्ट होता है कि जल गैस या द्रव अवस्था में प्राप्त होता है, तो ΔH के मान में परिवर्तन होता है । दूसरे प्रकरण में ΔH का मान उच्च है, क्योंकि वाष्प के संघनन में ऊष्मा उत्पन्न होती है। इस तरह पदार्थ की भौतिक अवस्था अभिक्रिया ऊष्मा को प्रभावित करती है।

(ii) ***तत्व के अपररूप*** *(Allotropic forms of the element)* : जब कोई तत्व एक अपररूप से दूसरे रूप में बदलता है, तो इसमें ऊष्मा प्रयुक्त होती है। इस प्रकार ΔH का मान अभिक्रिया में प्रयुक्त अपररूपों पर निर्भर करता है। जैसे – कार्बन को हीरा या अक्रिस्टलीय रूप में प्रयुक्त करने पर ΔH का मान भिन्न–भिन्न होता है।

C (हीरा) $+O_2(g)\rightarrow CO_2(g);\quad \Delta H=-94.3\,kcal$

C (अक्रिस्टलीय) $+O_2(g)\rightarrow CO_2(g);\quad \Delta H=-97.6\,kcal$

इन दोनों मानों का अन्तर $12g$ हीरे के $12g$ अक्रिस्टलीय कार्बन में बदलने पर अवशोषित ऊष्मा के बराबर होता है। इसे संक्रमण की एन्थैल्पी कहते हैं।

(iii) ***तापमान*** : अभिक्रिया ऊष्मा का मान उस ताप पर निर्भर करता है, जिस पर अभिक्रिया होती है । अभिक्रिया ऊष्मा का ताप के साथ परिवर्तन को किरचॉफ समीकरण द्वारा स्पष्ट कर सकते हैं।

$$\frac{\Delta H_{T_2}-\Delta H_{T_1}}{T_2-T_1}=\Delta C_P$$

स्थिर आयतन पर अभिक्रिया होने पर,

$$\frac{\Delta E_{T_2}-\Delta E_{T_1}}{T_2-T_1}=\Delta C_v$$

(iv) ***अभिक्रिया का स्थिर दाब या स्थिर आयतन पर घटित होना*** : यदि अभिक्रिया स्थिर आयतन पर होती है तो ऊष्मा परिवर्तन को स्थिर आयतन पर अभिक्रिया की आन्तरिक ऊर्जा कहते हैं। यदि अभिक्रिया स्थिर दाब पर होती है तो इसे स्थिर दाब पर अभिक्रिया की एन्थैल्पी कहते हैं । यदि अभिक्रिया में ठोस या द्रव भाग लेते हैं तब इन दोनों का अन्तर नगण्य (Negligible) होता है किन्तु गैसीय अभिक्रियाओं में इन दोनों का अन्तर महत्वपूर्ण होता है।

$\Delta E+\Delta nRT=\Delta H$ या $q_v+\Delta nRT=q_p$

$\Delta E = q_v =$ स्थिर आयतन पर ऊष्मा परिवर्तन

$\Delta E\ \ \Delta H = q_p =$ स्थिर दाब पर ऊष्मा परिवर्तन

$\Delta n=$ गैसीय उत्पादों के मोलों की संख्या – गैसीय अभिकारकों के मोलों की संख्या

(2) **अभिक्रिया ऊष्मा के प्रकार**

(i) ***सम्भवन ऊर्जा*** *(Heat of formation)* : ऊष्मा की वह मात्रा जो दिये गये दाब या ताप की स्थिति में किसी पदार्थ के एक मोल को अपने अवयवी तत्वों से बनने में अवशोषित या उत्सर्जित होती है, सम्भवन ऊष्मा कहलाती है । इसे ΔH_f से व्यक्त करते हैं। $25°C$ तथा 1 वायुमण्डलीय दाब हो तो इस अवस्था में सम्भवन ऊष्मा, मानक सम्भवन ऊष्मा कहलाती है, इसे सामान्यतः ΔH_f^0 से व्यक्त करते हैं।

1 मोल $NH_3(g)$ तथा 1 मोल $HCl(g)$ की मानक सम्भवन ऊष्मा का मान इस प्रकार है।

$$\frac{1}{2}N_2(g)+\frac{3}{2}H_2(g)\rightarrow NH_3(g);\quad \Delta H_{(g)}=-11kcal$$

$$\frac{1}{2}\ H_2(g)+\frac{1}{2}Cl_2(g)\rightarrow HCl\ ;\quad \Delta H_f=-22\,kcal$$

इसको इस प्रकार ज्ञात करते हैं

$$\Delta H^0=[\Sigma\Delta H^0_{(\text{क्रियाफल})}-\Sigma\Delta H^0_{(\text{अभिकारक})}]$$

(ii) ***दहन ऊष्मा*** *(Heat of combustion)* : ऊष्मा की वह मात्रा जो एक मोल पदार्थ के वायु या ऑक्सीजन की उपस्थिति में पूर्ण दहन के कारण अवशोषित या उत्सर्जित होती है।

$$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l);\Delta H=-192\ kcal$$

$$C_2H_6(g)+3.5\ O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+3H_2O(l);\ \ \Delta H=-372.8\ kcal$$

इनको निम्नलिखित समीकरण से ज्ञात कर सकते हैं

$$\Delta H^0=[\Sigma\Delta H^0_{f\,(\text{क्रियाफल})}\text{-}\Sigma H^0_{f\,(\text{अभिकारक})}]$$

दहन एन्थैल्पी या ऊष्मा के अनेक अनुप्रयोग हैं। इसमें से कुछ इस प्रकार हैं

(a) *भोजन एवं ईंधन का कैलोरी मान (Calorific value of foods and fuels)* : सभी इन्जनों को कार्य करने के लिये ऊर्जा की आवश्यकता होती है। मानव शरीर भी इसका अपवाद नहीं है। कोयला, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस, आदि मानव निर्मित इन्जनों के लिये प्रमुख ऊर्जा स्त्रोत हैं तथा जो भोजन हम लेते हैं, वह हमारे शरीर के लिये एक ऊर्जा का स्त्रोत होता है।

ईंधन या भोजनों के दहन से उत्पन्न ऊष्मा को प्रतिग्राम की दहन ऊष्मा के मान के आधार पर तुलना करते हैं, इस मान को कैलोरी मान कहते हैं। अतः ईंधन या भोजन के पूर्णदहन या ऑक्सीकरण से उत्पन्न ऊष्मा की कैलोरी या जूल में मात्रा को कैलोरी मान कहते हैं। मेथेन को जब जलाया जाता है, तो $890.3\ kJ\ mol$ ऊर्जा उत्पन्न होती है।

$$\underset{\text{1 mole (16g)}}{CH_4(g)}+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l);\ \ \Delta H_{CH_4}=-890.3\,kJ$$

इसलिये मेथेन का कैलोरी मान $=-\dfrac{890.3}{16}=-55.6kJ/g$

(b) *सम्भवन की ऊष्मा या एन्थैल्पी* : विभिन्न यौगिकों की सम्भवन एन्थैल्पी के मान जो प्रत्यक्ष प्राप्त नहीं होते हैं, उनको यौगिकों के दहन से प्राप्त आँकड़ों से हैस नियम का प्रयोग करके प्राप्त कर सकते हैं।

अभिक्रिया $=\sum$ अभिकारकों की दहन ऊष्माओं का मान $-\sum$ उत्पादों की दहन ऊष्माओं का मान

(iii) ***उदासीनीकरण ऊष्मा*** *(Heat of neutralisation)* : जब अति तनु विलयन में एक ग्राम तुल्यांक अम्ल या क्षार को एक ग्राम तुल्याँक क्षार या अम्ल द्वारा उदासीन किया जाता है, तो उत्पन्न ऊष्मा को उदासीनीकरण ऊष्मा कहते हैं। यह हमेशा ऋणात्मक $(-ve)$ होती है।

$$HCl(aq.)+NaOH\ (aq.)\rightarrow NaCl(aq.)+H_2O$$

$$\Delta H=-13.7\ kcal$$

प्रबल अम्ल और प्रबल क्षार की उदासीनीकरण ऊष्मा का मान हमेशा स्थिर (13.7 *kcal* या 57 *kJ mole*$^{-1}$) होता है, ऐसा इसलिये है कि प्रबल अम्ल एवं प्रबल क्षार तनु विलयन में पूर्ण आयनित रहते हैं, इस तरह उदासीनीकरण ऊष्मा इस अवस्था में H^+ तथा OH^- से एक मोल जल के निर्माण की ऊष्मा होती है।

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O; \Delta H = -13.7\ kcal$$

किसी दुर्बल अम्ल या क्षार के प्रबल क्षार या अम्ल से उदासीनीकरण की ऊष्मा का मान 13.7 *kcal mole*$^{-1}$ (57 *kJ mole*$^{-1}$) से कम होता है, क्योंकि उत्पन्न उदासीनीकरण ऊष्मा का कुछ भाग दुर्बल अम्ल या क्षार के आयनीकरण में प्रयुक्त हो जाता है, उदाहरण के लिये,

$$HCN\ (aq.) + NaOH\ (aq.) \rightarrow NaCN(aq.) + H_2O$$

$$\Delta H = -2.9\ kcal$$

$$HCN\ (aq.) \rightleftharpoons H + CN; \Delta H = 10.8\ Kcal$$

(iv) ***विलयन की ऊष्मा*** *(Heat of solution)* : विलायक के आधिक्य में एक मोल विलेय को घोलने पर अवशोषित या उत्सर्जित ऊष्मा के मान को विलयन की ऊष्मा कहते हैं,

$$NH_4Cl(s) + H_2O(l) \rightarrow NH_4Cl(aq.); \quad \Delta H = +3.90\ kcal$$

$$BaCl_2(s) + H_2O(l) \rightarrow BaCl_2(aq.); \quad \Delta H = -2.70\ kcal$$

(v) ***जलयोजन ऊष्मा*** *(Heat of hydration)* : एक मोल निर्जल या आंशिक जलयोजित लवण जब जल के आवश्यक अणुओं के साथ जलयोजन करता है, तो अवशोषित या उत्सर्जित ऊष्मा के मान को जलयोजन ऊष्मा कहते हैं तथा बना हुआ जलयोजित अणु विशिष्ट हाइड्रेट कहलाता है।

$$CuSO_4(s) + 5H_2O(l) \rightarrow CuSO_4.5H_2O(s); \quad \Delta H = -18.69$$

(vi) ***वाष्पीकरण ऊष्मा*** *(Heat of vapourisation)* : जब द्रव वाष्पित होता है, तो यह वातावरण से ऊष्मा का अवशोषण करता है और एन्थैल्पी में वृद्धि के साथ वाष्पन होता रहता है। जैसे 25^oC ताप पर जब जल का एक मोल वाष्पित होता है, तब इसकी एन्थैल्पी में 10.5 *k cals* की वृद्धि हो जाती है। और जब वाष्प संघनित होकर द्रव अवस्था में आती है, तो ऊष्मा उत्पन्न होती है और एन्थैल्पी में कमी के साथ संघनन होता रहता है।

जल के वाष्पीकरण एवं संघनन को निम्न प्रकार व्यक्त करते हैं

$$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g); \ \Delta H = +10.5\ kcals\ \ (+43.93\ kJ)$$

$$H_2O(g) \rightarrow H_2O(l); \quad \Delta H = -10.5\ kcals \quad (-43.93\ kJ)$$

इस तरह किसी द्रव को वाष्प अवस्था से द्रव या द्रव अवस्था से वाष्प में बदला जाये तो इसे वाष्पन की ऊष्मा कहते हैं।

(vii) ***गलन की ऊष्मा*** *(Heat of fusion)* : ठोस जब गलता है, तो द्रव अवस्था में बदलता है और इसमें ऊष्मा अवशोषण होता है और जब द्रव, ठोस में बदलता है, तो ऊष्मा का उत्सर्जन होता है। इस प्रकार के परिवर्तन में उत्पन्न या अवशोषित ऊष्मा को गलन की ऊष्मा कहते हैं। जैसे –

$$H_2O(\text{बर्फ}) \rightarrow H_2O(\text{द्रव}); \quad \Delta H = +1.44\ kcals\ \ (+6.02\ kJ)$$

$$H_2O\ (\text{द्रव}) \rightarrow H_2O\ (\text{बर्फ}); \quad \Delta H = -1.44\ kcals\ (-6.02\ kJ)$$

(viii) ***अवक्षेपण की ऊष्मा*** *(Heat of precipitation)* : ऊष्मा की वह मात्रा जो विद्युत अपघट्यों के विलयनों को मिलाने पर अल्प विलेय लवण के अवक्षेपण से उत्पन्न होती है, अवक्षेपण की ऊष्मा कहलाती है।

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s): \ \Delta H = -4.66\ kcal$$

(ix) ***ऊर्ध्वपातन ऊष्मा*** *(Heat of sublimation)* : जब एक मोल ठोस अपने गलनांक से नीचे ठोस अवस्था से सीधे गैस अवस्था में या गैस से ठोस में बदलता है, तो ऊष्मा परिवर्तन, ऊर्ध्वपातन ऊष्मा कहलाता है।

अधिकतर ऐसे ठोस जो ऊर्ध्वपातित होते हैं, आण्विक प्रकृति के होते हैं जैसे आयोडीन, नैप्थेलीन आदि ।

$$I_2(s) \rightarrow I_2(g); \quad \Delta H = +62.39\ kJ$$

$$\Delta H_{\text{ऊर्ध्वपातन}} = \Delta H_{\text{संगलन}} + \Delta H_{\text{वाष्पन}}$$

(3) **अभिक्रिया ऊष्मा का प्रयोगात्मक निर्धारण** : किसी रासायनिक अभिक्रिया में उत्पन्न या अवशोषित ऊष्मा का मापन जिस उपकरण द्वारा किया जाता है उसे कैलोरीमीटर कहते हैं। इस मापन का सिद्धान्त यह है कि जो ऊष्मा प्राप्त होती है, वह ली गई ऊष्मा के तुल्य होती है। $Q = (W + m) \times s \times (T_2 - T_1)$,

जहाँ Q अभिक्रिया की ऊष्मा, W कैलोरीमीटर का जल तुल्यॉंक, m कैलोरीमीटर में जल का द्रव्यमान, s = विशिष्ट ऊष्मा, T_2 अन्तिम ताप तथा T_1 प्रारम्भिक ताप है । विभिन्न प्रकार के कैलोरीमीटर इसके लिये प्रयोग किये जाते हैं। जिनमें दो इस प्रकार हैं

(i) जल कैलोरीमीटर (ii) बम कैलोरीमीटर

बम कैलोरीमीटर (Bomb calorimeter) : यह कार्बनिक यौगिकों के दहन की ऊष्मा ज्ञात करने में प्रयुक्त होने वाला सबसे सामान्य कैलोरीमीटर है ।

बम कैलोरीमीटर में अभिक्रिया स्थिर आयतन पर होती है। तब दहन ऊष्मा का मापन ΔE के रूप में करते हैं। अतः

$$\Delta E = \frac{(W + m)(t_2 - t_1) \times s}{w_1} \times M\ kcal$$

जहाँ M पदार्थ का अणुभार, w_1 पदार्थ का भार, W कैलोरीमीटर का जल तुल्यॉंक, m द्रव का भार, s विशिष्ट ऊष्मा आदि ।

ΔH की गणना निम्न सम्बन्ध से करते हैं, $\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$

ऊष्मा रसायन के नियम (Laws of thermochemistry)

(1) **लैवोशियर तथा लाप्लास का नियम** (Levoisier and Laplace law) : इस नियम के अनुसार किसी यौगिक की विघटन ऊष्मा का मान संख्यात्मक रूप से यौगिक की सम्भवन ऊष्मा के बराबर होता है, किन्तु संख्यात्मक मान का चिन्ह विपरीत होता है । उदाहरण :

$$C(s) + O_2 \rightarrow CO_2(g); \Delta H = -94.3\ kcal$$

$$CO_2(g) \rightarrow C(s) + O_2(g); \Delta H = +94.3 kcal$$

(2) **हैस का नियम** (स्थिर ऊष्मा संकलन का नियम) : इस नियम को 1840 में हैस ने प्रतिपादित किया था । इस नियम के अनुसार, *"यदि कोई रासायनिक अभिक्रिया, एक से अधिक विधियों द्वारा एक या अनेक पदों में सम्पन्न होती है तो इसमें होने वाला एन्थैल्पी परिवर्तन हमेशा समान*

होता है।' इस तरह अभिक्रिया का कुल एन्थैल्पी परिवर्तन अभिक्रिया में प्रयुक्त माध्यमिक पदों से स्वतन्त्र होता है। रासायनिक अभिक्रिया का एन्थैल्पी परिवर्तन केवल प्रारम्भिक और अन्तिम पद पर निर्भर करता है।

माना, पदार्थ A तीन पदों द्वारा D में बदलता है। इसमें A से B पद में एन्थैल्पी परिवर्तन, ΔH_1 कैलोरी, B से C में परिवर्तन ΔH_2 तथा C से D में परिवर्तन ΔH_3 है। तो A से D में परिवर्तन की एन्थैल्पी इन विभिन्न पदों के एन्थैल्पी परिवर्तन के योग के बराबर होती है। अतः $\Delta H_{\text{पद}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

अब यदि D को सीधे A में बदला जाये और इसका एन्थैल्पी परिवर्तन $\Delta H_{\text{सीधे}}$ तो हैस के नियमानुसार, $\Delta H_{\text{पद}} + \Delta H_{\text{सीधे}} = 0$, अर्थात् $\Delta H_{\text{पद}}$ का मान $\Delta H_{\text{सीधे}}$ का तुल्य होता है, किन्तु इसका चिन्ह विपरीत होता है। यदि ऐसा न हो अर्थात् $\Delta H_{\text{पद}}$ (जो कि ऋणात्मक है) का मान $\Delta H_{\text{सीधे}}$ (धनात्मक) से अधिक है तो एक पूर्ण चक्र में कुछ ऊर्जा उत्पन्न होगी जो ऊष्मागतिकी के प्रथम नियमानुसार असम्भव है। अतः $\Delta H_{\text{पद}}$ का मान $\Delta H_{\text{सीधे}}$ के मान के बराबर होगा।

(i) ***हैस के नियम का प्रायोगिक सत्यापन***

(a) कार्बन से कार्बन डाईऑक्साइड का बनना

प्रथम विधि : कार्बन को सीधे $CO_2(g)$. में बदला जाये

$$C(s) + O_2(g) = CO_2(g);\ \Delta H = -94.0\, kcal$$

द्वितीय विधि : कार्बन को पहले $CO(g)$ में बदला जाये उसके बाद $CO(g)$ को $CO_2(g)$ में, इस तरह परिवर्तन दो पदों में पूर्ण होता है।

$$C(s) + \frac{1}{2}O_2 = CO(g)\ ;\ \Delta H = -26.0\, kcal$$

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2 = CO_2(g);\ \ \Delta H = -68.0\, kcal$$

$C(s)$ से $CO_2(g)$ में कुल एन्थैल्पी परिवर्तन; $\Delta H = -94.0\, kcal$

(b) अमोनियम क्लोराइड का अमोनिया और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से बनना

प्रथम विधि : $NH_3(g) + HCl = NH_4Cl(g);\ \Delta H = -42.2\, kcal$

$NH_4Cl(g) + aq = NH_4Cl(aq);\ \Delta H = +4.0\ kcal$

$$NH_3(g) + HCl(g) + aq = NH_4Cl(aq);\ \ \Delta H = -38.2\, kcal$$

द्वितीय विधि :

$$NH_3(g) + aq = NH_3(aq);\ \Delta H = -8.4\, kcal$$

$$HCl(g) + aq = HCl(aq); \Delta H = -17.3\, kcal$$

$$NH_3(aq) + HCl(aq) = NH_4Cl(aq);\ \ \Delta H = -12.3\, kcal$$

$$NH_3(g) + HCl(g) + aq = NH_4Cl(aq);\ \ \Delta H = -38.0\, kcal$$

(ii) ***हैस के नियम के अनुप्रयोग***

(a) ऐसे यौगिकों की सम्भवन एन्थैल्पी को ज्ञात करने के लिये जिनको उनके संघटक तत्वों द्वारा सीधे नहीं बना सकते हैं।

(b) अतिमन्द अभिक्रियाओं के एन्थैल्पी परिवर्तन के निर्धारण में ।

(c) एक अपररूप से दूसरे अपररूप में संक्रमण की एन्थैल्पी के निर्धारण में ।

(d) बन्ध ऊर्जा के निर्धारण में,

$\Delta H_{\text{reaction}} = \Sigma$ अभिकारकों की बन्ध ऊर्जा – Σ उत्पादों की बन्ध ऊर्जा

(e) अनुनादी ऊर्जा के निर्धारण में ।

(f) जालक ऊर्जा के निर्धारण में ।

बन्ध ऊर्जा या बन्ध एन्थैल्पी
(Bond energy or Bond enthalpies)

परमाणुओं के मध्य जब बन्ध का निर्माण होता है, तो ऊर्जा उत्पन्न होती है। स्पष्ट है कि जब बन्ध को तोड़ा जाये तो उतनी ही ऊर्जा की मात्रा की आवश्यकता होती है, इसी आवश्यक ऊर्जा को बन्ध ऊर्जा कहते हैं। इसको और अधिक अच्छे प्रकार से परिभाषित कर सकते हैं।

"गैसीय अवस्था में उपस्थित परमाणुओं के मध्य उपस्थित किसी विशेष प्रकार के बन्ध को तोड़ने के लिये आवश्यक ऊर्जा की मात्रा को बन्ध ऊर्जा कहते हैं। अतः एक वायुमण्डलीय दाब तथा विशिष्ट ताप पर गैसीय अवस्था में परमाणुओं को पृथक करने लिये आवश्यक ऊर्जा, बन्ध ऊर्जा या बन्ध विघटन ऊर्जा कहलाती है।"

उदाहरण :, $H - H(g) \to 2H(g);\ \Delta H = +433\, kJ\, mol^{-1}$

$$Cl - Cl(g) \to 2Cl(g);\ \Delta H = +242.5\, kJ\, mol^{-1}$$

$$H - Cl(g) \to H(g) + Cl(g);\ \Delta H = +431\, kJ\, mol^{-1}$$

द्विपरमाणुक अणुओं की बन्ध विघटन ऊर्जा को भी बन्ध ऊर्जा कहते हैं किन्तु बन्ध विघटन ऊर्जा बन्ध की प्रकृति, तथा अणु की प्रकृति पर निर्भर करती है । जब यौगिक के अणु में एक से अधिक समान बन्ध हो तो बन्धों की वियोजन ऊर्जा का औसत लिया जाता है। अतः **यौगिक में प्रत्येक बन्ध को तोड़ने के लिये लगी औसत विघटन ऊर्जा, बन्ध ऊर्जा कहलाती है।**

बन्ध ऊर्जा को गैसीय परमाणुओं से बन्ध के निर्माण की ऊर्जा भी कहते हैं, किन्तु इसका चिन्ह विपरीत होता है।

$$H(g) + Cl(g) \to H - Cl(g);\ \Delta H = -431\, kJ\, mol^{-1}$$

$H - Cl$ की बन्ध ऊर्जा

= –(सम्भवन की एन्थैल्पी) $= -(-431) = +431\, kJ\, mol^{-1}$

माना जल के विघटन में दो $O - H$ बन्ध हैं जिनका वियोजन दो पदों में होता है।

$$H_2O(g) \to H(g) + OH(g);\ \ \Delta H = 497.89\, kJ\, mol^{-1}$$

$$OH(g) \to H(g) + O(g);\ \Delta H = 428.5\, kJ\, mol^{-1}$$

इन बन्धों की विघटन ऊर्जा का औसत $O-H$. बन्ध की बन्ध ऊर्जा देता है।

$O-H$ बन्ध की बन्ध ऊर्जा

$$= \frac{497.8+428.5}{2} = 463.15\, kJ\, mol^{-1}$$

इसी के समान NH_3 में $N-H$ की बन्ध ऊर्जा NH_3 के पूर्ण विघटन की ऊर्जा का एक तिहाई (one third) होती है तथा CH_4 में $C-H$ बन्ध की ऊर्जा, CH_4 के विघटन ऊर्जा की एक चौथाई (one fourth) होती है।

$$C-H \text{ की बंध ऊर्जा } = \frac{1664}{4} = 416\, kJ\, mol^{-1}$$

$$[CH_4(g) \rightarrow C(g) + 4H(g);\ \Delta H = 1664\, kJ\, mol^{-1}]$$

बन्ध ऊर्जा का अनुप्रयोग (Application of bond energy)

(1) **अभिक्रिया ऊष्मा** $= \Sigma$ **अभिकारकों की बन्ध ऊर्जा**

$-\Sigma$ **उत्पादों की बन्ध ऊर्जा**

(2) **अनुनादी ऊर्जा के निर्धारण में** : जब यौगिक अनुनाद दर्शाता है, तो बन्ध ऊर्जा से ज्ञात की गई सम्भवन ऊष्मा एवं प्रयोगात्मक ऊष्मा के मान में अन्तर होता है। इसी अन्तर को अनुनादी ऊर्जा कहते हैं।

अनुनादी ऊर्जा = वास्तविक या प्रयोगात्मक सम्भवन ऊष्मा ~ गणनाओं से प्राप्त सम्भवन ऊष्मा

Tips & Tricks

- जूल थॉमसन गुणांक $\mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$

  शीतलन के लिये $\mu = +ve$

  ताप के लिये $\mu = -ve$

  न तो शीतलन और न ही ताप के लिये $\mu = 0$
- ताप जिसपर वास्तविक गैसे रूद्धोष्म प्रसार पर (अर्थात्, $\mu = 0$) ना तो शीतलन और ना ही ताप प्रभाव प्रदर्शित करती है प्रतिलोमन ताप कहलाता है।
- हाइड्रोजन का उच्च कैलोरी मान होता है।
- $13.7\, Kcal/mol = 57\, KJ/mol$ (क्योंकि एक कैलोरी = 4.2 Joule)
- बर्फ के गलन की प्रतिमोल एन्थैल्पी $6 KJ$ है।
- हैलोजन में बन्ध ऊर्जा का क्रम $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$ है।
- जल के वाष्पन की प्रतिमोल ऊष्मा 10.5 $KCal$ है
- अभिक्रिया की ऊष्मा, प्रक्रम में लगे समय से स्वतन्त्र होती है।

Ordinary Thinking

Objective Questions

vk/kkjHkwr /kkj.kk

1. आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा निर्भर करती है

   (a) आयतन पर (b) तापमान पर
   (c) दाब पर (d) इनमें से कोई नहीं

2. जब प्रक्रमों की कोई श्रृंखला निकाय के अन्त में आती है तो वह अपने प्रारम्भिक अवस्था में वापिस आ जाती है, कहलाती है

   (a) बॉयल चक्र में (b) उत्क्रमणीय प्रक्रम
   (c) रूद्धोष्म प्रक्रम (d) चक्रीय प्रक्रम

3. एक कैलोरी किसके बराबर है [CPMT 1988]

   (a) 0.4184 जूल (b) 4.184 जूल
   (c) 41.84 जूल (d) 418.4 जूल

4. उत्क्रमणीय समतापीय चक्र के लिए कुल आन्तरिक ऊर्जा परिवर्तन है

   (a) हमेशा 100 कैलोरी प्रति डिग्री
   (b) हमेशा ऋणात्मक
   (c) 0
   (d) हमेशा धनात्मक

5. एक अच्छी तरह बन्द थर्मस फ्लास्क में कुछ बर्फ के टुकड़े हैं । यह उदाहरण है [AIIMS 1992]

   (a) बन्द निकाय का
   (b) खुले निकाय का
   (c) विलगित निकाय का
   (d) ऊष्मागतिकीय निकाय का

6. निम्न में सघन (intensive) राशि है [IIT JEE 1993]

   (a) एन्थैल्पी तथा ताप
   (b) आयतन तथा ताप
   (c) एन्थैल्पी तथा आयतन
   (d) ताप तथा अपवर्तनांक

7. निम्नलिखित में से कौनसी इकाई ऊर्जा की अधिकतम मात्रा को निरूपित करती है [CPMT 1989; MP PET 2000]

   (a) इलेक्ट्रॉन वोल्ट (b) अर्ग
   (c) जूल (d) कैलोरी

8. एक अर्ग, एक जूल तथा एक कैलोरी के तुल्यांकी ऊर्जा का क्रम होगा [NCERT 1980; CPMT 1997]

   (a) । अर्ग >। जूल >। कैलोरी
   (b) । अर्ग >। कैलोरी >। जूल
   (c) । कैलोरी >। जूल >। अर्ग
   (d) । जूल >। कैलोरी >। अर्ग

9. 1 ग्राम कार्बन का दहन करने पर कैलोरी में ऊष्मा उत्पन्न होती है, उसे कहते हैं
(a) कार्बन की दहन ऊष्मा
(b) कार्बन की संभवन ऊष्मा
(c) कार्बन का कैलोरी मान
(d) कार्बन के उत्पादन की ऊष्मा

10. ऊष्मा रसायन में प्रयुक्त मानक अवस्था की शर्त है
(a) 0^oC एवं 1 atm (b) 20^oC एवं 1 atm
(c) 25^oC एवं 1 atm (d) $0K$ एवं 1 atm

11. तन्त्र (निकाय) का तापमान किसमें घटता है [KCET 2005]
(a) रुद्धोष्म संपीडन (b) समतापीय संपीडन
(c) समतापीय प्रसार (d) रुद्धोष्म प्रसार

12. एक आदर्श गैस के समतापी प्रसार के लिए
(a) E तथा H में वृद्धि होती है
(b) E में वृद्धि लेकिन H में कमी होती है
(c) H में वृद्धि लेकिन E में कमी होती है
(d) E तथा H अपरिवर्तित हैं

13. रेफ्रिजरेटर का दरवाजा खोलने से होता है [CPMT 1980]
(a) कमरा गर्म
(b) कमरा ठंडा
(c) ऊष्मा की अधिक मात्रा निकलती है
(d) कमरे पर कोई प्रभाव नहीं होता

14. रेफ्रिजरेटर में ठंडक का कारण है [KCET 2005]
(a) रेफ्रिजरेटर गैस की अभिक्रिया
(b) बर्फ का विस्तार
(c) रेफ्रिजरेटर में गैस का विस्तार
(d) संपीडक का कार्य

15. एन्थैल्पी के सम्बन्ध में गलत कथन का चुनाव कीजिए
(a) यह एक अवस्था फलन है
(b) यह एक सघन गुणधर्म है
(c) परिवर्तन के उपयोग में लाए गए पथ के प्रति यह स्वतंत्र होता है
(d) इसका मान मूल निकाय में उपस्थित पदार्थ की मात्रा पर निर्भर करता है

16. एक समआयतनिक (isochoric) प्रक्रम के लिये निम्नांकित में से किसका मान शून्य होता है
(a) dP (b) dV
(c) dT (d) dE

17. सही कथन इंगित कीजिये [MP PET 1997]
(a) रासायनिक अभिक्रिया सम्भव होने के लिये ΔG को शून्य होना चाहिए
(b) एन्ट्रॉपी किसी निकाय में कोटि की माप है
(c) रासायनिक अभिक्रिया सम्भव होने के लिये ΔG धनात्मक होना चाहिए
(d) किसी विलगित निकाय की सम्पूर्ण ऊर्जा स्थिर रहती है

18. किसी सम आयतनिक प्रक्रम में आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि [MP PMT 1997]
(a) अवशोषित ऊष्मा के बराबर होती है
(b) उत्सर्जित ऊष्मा के बराबर होती है
(c) किये गये कार्य के बराबर होती है
(d) किये गये कार्य तथा अवशोषित ऊष्मा के योग के बराबर होती है

19. एक सामान्य सिद्धांत के अनुसार एक तंत्र जिसकी ऊर्जा कम है, [MH CET 1999]
(a) कम स्थायी होता है (b) अधिक स्थायी होता है
(c) अस्थायी होता है (d) अधिक अस्थायी होता है

20. आंतरिक ऊर्जा उदाहरण है [Pb. PMT 2000]
(a) पथ फलन का (b) अवस्था फलन का
(c) (a) और (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

21. ऐसी क्रिया जिसमें तन्त्र द्वारा न तो ऊष्मा ली जा सकती है और न दी जाती है कहलाता है [Pb. PMT 1999; Kerala (Med.) 2002; J & K 2005]
(a) समआयतनिक (b) समदाबीय
(c) समतापीय (d) रुद्धोष्म

22. इन मात्राओं में से कौनसा सघन गुण है [KCET 2002]
(a) एन्थैल्पी (b) द्रव्यमान/आयतन
(c) द्रव्यमान (d) आयतन

23. ऊष्मागतिकी में निम्न में से कौनसा सघन गुण नहीं है [Kerala (Med.) 2002]
(a) दाब (b) घनत्व
(c) आयतन (d) ताप

24. यदि एक पात्र में द्रव्यमान और ऊष्मा का आदान प्रदान नहीं होता तो यह कहलाता है [MP PMT 1993; AFMC 2003]
(a) बंद तंत्र (b) खुला तंत्र
(c) विलगित तंत्र (d) काल्पनिक तंत्र

25. निम्न में से कौनसा एक अवस्था फलन नहीं है [DCE 2002]
(a) ΔS (b) ΔG
(c) ΔH (d) ΔQ

26. निम्न में से कौनसा रूद्धोष्म प्रक्रम के लिए सत्य है [DCE 2002; MP PET 1995, 98, 2004; CPMT 1990; MP PMT 1998, 2002]
(a) $\Delta H = 0$ (b) $\Delta W = 0$
(c) $\Delta Q = 0$ (d) $\Delta V = 0$

27. निम्न में से कौन अवस्था फलन नहीं है [MH CET 2004; AIIMS 2001]
(a) आंतरिक ऊर्जा (b) एन्थैल्पी
(c) कार्य (d) एन्ट्रॉपी

28. इनमें से सघन गुण है [AFMC 2004]
(a) द्रव्यमान (b) आयतन
(c) पृष्ठ तनाव (d) एन्थैल्पी

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम तथा हैस का नियम

1. ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम केवल है
(a) ऊर्जा के संरक्षण का नियम
(b) द्रव्यमान के संरक्षण का नियम
(c) संवेग के संरक्षण का नियम
(d) (a) एवं (b) दोनों

2. कार्बन मोनोऑक्साइड के दो मोल एवं ऑक्सीजन के एक मोल के मिश्रण को एक बंद पात्र में, कार्बन मोनोऑक्साइड को कार्बनडाईऑक्साइड में परिवर्तित करने के लिये ज्वलित किया जाता है। यदि ΔH एन्थैल्पी में परिवर्तन है एवं ΔE आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन है, तब [KCET 2005]
(a) $\Delta H > \Delta E$
(b) $\Delta H < \Delta E$
(c) $\Delta H = \Delta E$
(d) यह सम्बंध पात्र की क्षमता पर निर्भर करता है

3. ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिये निम्न में से कौन हमेशा ऋणात्मक होता है [BCECE 2005]

(a) ΔH (b) ΔS

(c) ΔG (d) इनमें से कोई नहीं

4. ΔE तथा ΔH में सम्बन्ध है

[MP PET 1992; MP PMT 1996; MP PET/PMT 1998]

(a) $\Delta H = \Delta E - P\,\Delta V$ (b) $\Delta H = \Delta E + P\,\Delta V$

(c) $\Delta E = \Delta V + \Delta H$ (d) $\Delta E = \Delta H + P\,\Delta V$

5. स्थिर T एवं P पर दी गई अभिक्रिया के लिए निम्न में से कौन–सा कथन सत्य है $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

[AIIMS 1982, 83; KCET 1988; BHU 1995; MP PET 1997, 99]

(a) ΔH अभिकारकों की भौतिक अवस्था से स्वतन्त्र है

(b) $\Delta H > \Delta E$

(c) $\Delta H < \Delta E$

(d) $\Delta H = \Delta E$

6. बम कैलोरीमीटर में एक मोल जिंक रज की एक मोल सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया के लिये ΔU एवं W संगत होते हैं

[AIIMS 2005]

(a) $\Delta U < 0, w = 0$ (b) $\Delta U = 0, w < 0$

(c) $\Delta U > 0, w = 0$ (d) $\Delta U < 0, w > 0$

7. एन्थैल्पी (ΔH) तथा आन्तरिक ऊर्जा (ΔE) के बीच कौनसा सम्बन्ध सत्य नहीं है [EAMCET 1992]

(a) $\Delta H = \Delta E + P\,\Delta V$ (b) $\Delta H = \Delta E + n\,RT$

(c) $\Delta H = \Delta E - P\,\Delta V$ (d) $\Delta E = \Delta H - P\,\Delta V$

8. लेवोजियर तथा लाप्लास का सिद्धांत बताता है [KCET 1989]

(a) ऊर्जा के संरक्षण के नियम को

(b) तापीय तथा यांत्रिक ऊर्जाओं की समतुल्यता को

(c) पदार्थ के संरक्षण के नियम को

(d) यांत्रिक तथा रासायनिक ऊर्जाओं की समतुल्यता को

9. निम्न अभिक्रिया के लिये

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 ; \Delta H =$

[Roorkee 2000; CBSE PMT 1991, 2002]

(a) $\Delta E - RT$ (b) $\Delta E - 2RT$

(c) $\Delta E + RT$ (d) $\Delta E + 2RT$

10. किसी गैसीय अभिक्रिया में यदि ΔH एन्थैल्पी परिवर्तन तथा ΔE आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन हो तो एक गैसीय अभिक्रिया के लिए

[KCET 1989; CBSE PMT 1990]

(a) ΔH , ΔE से हमेशा बड़ा होगा

(b) $\Delta H < \Delta E$ यह तभी सम्भव है जब उत्पाद के मोलों की संख्या अभिकारकों की संख्या से अधिक हो

(c) ΔH , ΔE से हमेशा कम होता है

(d) $\Delta H < \Delta E$ यह तभी सम्भव है जब उत्पाद के मोलों की संख्या अभिकारकों की संख्या से कम हो

11. "एक अभिक्रिया में परिणामी ऊष्मा परिवर्तन समान होगा चाहे वह एक या अनेक पदों में सम्पन्न होती है ।" इस कथन को कहते हैं

[MP PMT/PET 1988; MP PMT 1989]

(a) लेवोजियर एवं लाप्लास नियम

(b) हैस का नियम

(c) जूल का नियम

(d) ली–शातालिये का सिद्धान्त

12. हैस का स्थिर ऊष्मा संकलन का नियम आधारित है

[MP PET 2001]

(a) $E = mc^2$

(b) द्रव्यमान का संरक्षण

(c) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम

(d) इनमें से कोई नहीं

13. माना कि अभिक्रिया $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ स्थिर ताप एवं दाब पर होती है। यदि ΔH एवं ΔU अभिक्रिया के लिये एन्थैल्पी एवं आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन है तो निम्न में से कौनसा व्यंजक सत्य है [AIEEE 2005]

(a) $\Delta H = 0$ (b) $\Delta H = \Delta U$

(c) $\Delta H < \Delta U$ (d) $\Delta H > \Delta U$

14. निम्न में से कौनसा समीकरण सही है [CBSE PMT 1996]

(a) $\Delta U = \Delta Q - W$ (b) $\Delta W = \Delta U + \Delta Q$

(c) $\Delta U = \Delta W + \Delta Q$ (d) इनमें से कोई नहीं

15. हैस के नियम से निम्न का निर्धारण होता है

[AIIMS 1998; Pb. PET/PMT 1999]

(a) अभिक्रिया की ऊष्मा (b) संभवन ऊष्मा

(c) संक्रमण ऊष्मा (d) सभी का

16. अभिक्रिया $C + O_2 \rightarrow CO_2$ के लिए एन्थैल्पी है

[DPMT 1987, 91]

(a) धनात्मक (b) ऋणात्मक

(c) शून्य (d) इनमें से कोई नहीं

17. आदर्श गैस के समतापी प्रसार के समय इसकी

[CBSE PMT 1991]

(a) आन्तरिक ऊर्जा बढ़ती है

(b) एन्थैल्पी घटती है

(c) एन्थैल्पी अप्रभावित रहती है

(d) एन्थैल्पी घटकर शून्य हो जाती है

18. एक मोल आदर्श गैस को 25^oC पर 10 लीटर आयतन से 20 लीटर करने पर उत्क्रमणीय प्रसार से अर्ग में कार्य होगा

[CMC Vellore 1991]

(a) $2.303 \times 298 \times 0.082 \log 2$

(b) $298 \times 10^7 \times 8.31 \times 2.303 \log 2$

(c) $2.303 \times 298 \times 0.082 \log 0.5$

(d) $8.31 \times 10^7 \times 298 - 2.303 \log 0.5$

(e) $2.303 \times 298 \times 2 \log 2$

19. ऊर्जा संरक्षण का नियम दर्शाता है [NCERT 1984]

(a) तंत्र की आंतरिक ऊर्जा स्थिर रहती है

(b) तंत्र की ऊष्मा की मात्रा स्थिर रहती है

(c) ऊर्जा न तो नष्ट की जा सकती है और न ही उत्पन्न की जा सकती है

(d) यहाँ ऊर्जा और द्रव्यमान के बीच समतुल्यता है

20. प्रामाणिक अवस्थाओं में तत्वों की एन्थैल्पी होती है

(a) 298 K पर शून्य (b) 298 K पर इकाई

(c) सभी तापक्रमों पर शून्य (d) 273 K पर शून्य

21. स्थिर आयतन पर अभिक्रिया की ऊष्मा Q बराबर होती है

(a) $H_P - H_R$ (b) $H_R - H_P$

(c) $E_P - E_R$ (d) इनमें से कोई नहीं

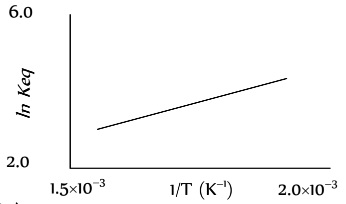
22. निम्नलिखित में से कौनसा व्यंजक ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम प्रदर्शित करता है [MP PET 1996, 2000; AFMC 1997; BHU 1999; AMU 2000; KCET (Med.) 2000, 01; CBSE PMT 2000; MP PMT 2002]

(a) $\Delta E = -q + W$ (b) $\Delta E = q - W$
(c) $\Delta E = q + W$ (d) $\Delta E = -q - W$

23. किसी समतापी उत्क्रमणीय अभिक्रिया में आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन है

(a) शून्य (b) धनात्मक
(c) ऋणात्मक (d) इनमें से कोई नहीं

24. एक अभिक्रिया के लिये lnK_{eq} एवं ताप के व्युत्क्रम के बीच ग्राफ नीचे दर्शाया गया है



अभिक्रिया होनी चाहिये [AIEEE 2005]

(a) ऊष्माक्षेपी
(b) ऊष्माशोषी
(c) नगण्य एथैल्पी परिवर्तन के साथ
(d) सामान्य ताप पर अधिक स्वतः

25. ऊष्मा योग के हैस के नियम में शामिल हैं [AFMC 1992]

(a) सिर्फ प्रारम्भिक क्रियाकारक
(b) प्रारम्भिक क्रियाकारक तथा अन्तिम उत्पाद
(c) सिर्फ अन्तिम उत्पाद
(d) सिर्फ माध्यमिक

26. स्थिर ताप एवं दाब पर एक आदर्श गैस का प्रसार होता है तो उसकी [BHU 1998]

(a) आंतरिक ऊर्जा समान रहती है
(b) आंतरिक ऊर्जा घटती है
(c) आंतरिक ऊर्जा बढ़ती है
(d) एण्ट्रॉपी पहले बढ़ती है एवं फिर घटती है

27. पदार्थ की आंतरिक ऊर्जा [KCET 1998; AFMC 2001; AIIMS 2001]

(a) ताप के बढ़ने के साथ बढ़ती है
(b) ताप के बढ़ने के साथ घटती है
(c) सम्बन्ध $E = mc^2$ से गणना की जा सकती है
(d) ताप के परिवर्तन से अप्रभावित रहती है

28. आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन (ΔE), एन्थैल्पी में परिवर्तन (ΔH) तथा किये गये कार्य (W) में संबंध दर्शाया जाता है [AFMC 1999]

(a) $\Delta H = \Delta E + W$ (b) $W = \Delta E - \Delta H$
(c) $\Delta E = W - \Delta H$ (d) $\Delta E = \Delta H + W$

29. निम्न में से किन अम्ल और क्षारों के उदासीनीकरण की एन्थैल्पी लगभग $-13.6\, kcal$ है [Roorkee 1999]

(a) HCN तथा $NaOH$ (b) HCl तथा KOH
(c) HCl तथा $NaOH$ (d) HCl तथा NH_4OH

30. एक आदर्श गैस के 1 मोल का 300 K पर 10 वायुमण्डलीय दाब से 1 वायुमण्डल दाब तक समतापीय प्रसार कराये जाने पर किया गया कार्य होगा (गैस स्थिरांक = 2) [AIIMS 2000]

(a) 938.8 *cal.* (b) 1138.8 *cal.*
(c) 1381.8 *cal.* (d) 1581.8 *cal.*

31. जूल–थॉमसन प्रसार है [JIPMER 2000]

(a) समदाबीय (b) समएन्थैल्पिक
(c) समतापीय (d) इनमें से कोई नहीं

32. निम्न में से किसमें $\Delta E = \Delta H$ होगा [MP PMT 2001]

(a) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
(b) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
(c) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$
(d) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l)$

33. एक आदर्श गैस के रूद्धोष्म प्रसार में [KCET (Med.) 2001; MH CET 2000]

(a) $W = -\Delta E$ (b) $W = \Delta E$
(c) $\Delta E = 0$ (d) $W = 0$

34. अभिक्रिया $CH_3COOH(l) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$ के लिये 25^oC ताप और 1 वायुमण्डल दाब पर $\Delta H = -874\, kJ$ है तब आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन (ΔE) है [Orissa JEE 2002]

(a) – 874 *kJ* (b) – 871.53 *kJ*
(c) – 876.47 *kJ* (d) + 874 *kJ*

35. एक बंद ऊष्मारोधी पात्र मे एक द्रव का ताप बढ़ाने के लिए इसे एक डंडे से हिलाया गया । तो इस प्रक्रम के लिए निम्न में से कौनसा सही है [CBSE PMT 2002]

(a) $\Delta E = W = Q = 0$ (b) $\Delta E \neq 0, Q = W = 0$
(c) $\Delta E = W \neq 0, Q = 0$ (d) $\Delta E = Q \neq 0, W = 0$

36. हैस का नियम आधारित है [MH CET 2002]

(a) द्रव्यमान संरक्षण का नियम
(b) ऊर्जा संरक्षण का नियम
(c) एन्थैल्पी एक अवस्था फलन है
(d) इनमें से कोई नहीं

37. अभिक्रिया $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$ के लिए स्थिर ताप पर $\Delta H - \Delta E$ है [CBSE PMT 2003]

(a) $-RT$ (b) $+RT$
(c) $-3RT$ (d) $+3RT$

38. हैस के नियमानुसार, अभिक्रिया की ऊष्मा निर्भर करती है [MP PMT 2003]

(a) क्रियाकारक की प्रारंभिक स्थिति पर
(b) क्रियाकारक की प्रारंभिक और अंतिम स्थितियों पर
(c) अभिक्रिया के माध्यमिक मार्ग पर
(d) क्रियाकारक की अंतिम परिस्थितियों पर

39. अभिक्रिया $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$ के लिये 27^oC पर $\Delta H - \Delta E$ का मान होगा [Kerala (Med.) 2002]

(a) $8.314 \times 273 \times (-2)$ (b) $8.314 \times 300 \times (-2)$
(c) $8.314 \times 27 \times (-2)$ (d) $8.314 \times 300 \times (2)$

40. निम्न में से किस अभिक्रिया के लिए $\Delta E = \Delta H$ है [MP PET 2003]

(a) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
(b) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
(c) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$
(d) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l)$

41. आदर्श गैस के एक मोल को निर्वात में रूद्धोष्मीय (adiabatically) तथा मुक्त रुप से तब तक प्रसारित होने दिया गया जब तक उसका आयतन दुगना ना हो जाये। इस व्यंजक के लिए कौनसा कथन सही नहीं है [Pb. PMT 1998]

(a) $\Delta H = 0$ (b) $\Delta S = 0$
(c) $\Delta E = 0$ (d) $W = 0$

42. 27^oC, पर एक आदर्श गैस के 1 मोल को समतापीय तथा उत्क्रमणीय रूप से 2 वायुमण्डलीय दाब से 10 वायुमण्डलीय दाब तक संपीड़ित किया गया तो ΔE और q के मान होंगे $(R = 2)$ [BHU 2001]

(a) 0, – 965.84 *cal*
(b) – 965.84 *cal*, + 965.84 *cal*
(c) + 865.58 *cal*, – 865.58 *cal*
(d) – 865.58 *cal*, – 865.58 *cal*

43. एक तंत्र द्वारा किया गया कार्य 8 जूल है, तब इसे 40 जूल ऊष्मा दी जाती है, तो इस तंत्र की आंतरिक ऊर्जा में होने वाली वृद्धि क्या है [BHU 2001]

(a) 25 *J* (b) 30 *J*
(c) 32 *J* (d) 28 *J*

44. एक प्रक्रम 600*J* ऊष्मा अवशोषित कर अपने वातावरण पर 300*J* के तुल्य कार्य करता है । आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन है [Pb. PMT 2004]

(a) 300 *J* (b) 400 *J*
(c) 500 *J* (d) 600 *J*

45. समतापीय प्रसार के दौरान एक आदर्श गैस के एक मोल द्वारा 300K पर 10 atm से 1 atm तक प्रसारित होने पर किया गया कार्य है [BHU 2004]

(a) 4938.8 *J* (b) 4138.8 *J*
(c) 5744.1 *J* (d) 6257.2 *J*

46. यदि गैस, स्थिर ताप पर और दाब पर प्रसारित होती है तो इसकी [MH CET 2003]

(a) एण्ट्रॉपी बढ़ती है और फिर घटती है
(b) आंतरिक ऊर्जा बढ़ती है
(c) आंतरिक ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है
(d) आंतरिक ऊर्जा घटती है

47. अभिक्रिया
$PCl_5(g) \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$ के लिये [MH CET 2004]

(a) $\Delta H = \Delta E$ (b) $\Delta H > \Delta E$
(c) $\Delta H < \Delta E$ (d) इनमें से कोई नहीं

48. एन्थैल्पी (H) बराबर है [MH CET 2004]

(a) आंतरिक ऊर्जा (E) के
(b) गैस के दाब (P) और आयतन (V) के गुणनफल के
(c) आंतरिक ऊर्जा (E)+PV
(d) प्रक्रम द्वारा किये गये कार्य (w) के

49. आईसो ब्यूटाइलीन के दहन पर $\Delta E^o - X\, kJ\, mol^{-1}$.है तो ΔH^o का मान है [DCE 2004]

(a) $= \Delta E^o$ (b) $> \Delta E^o$
(c) $= 0$ (d) $< \Delta E^o$

50. एक आदर्श गैस के एक मोल को 27^oC ताप पर उत्क्रमणीय तथा रूद्धोष्म तरीके से प्रसारित किया गया । यदि इस क्रिया में किया गया कार्य $3\, kJ$ है तो गैस का अंतिम ताप होगा $(C_V = 20\ J/K)$ [Pb. CET 2002]

(a) 100 *K* (b) 150 *K*
(c) 195 *K* (d) 255 *K*

51. पदार्थ की आंतरिक ऊर्जा के संबंध में निम्न में से कौनसा कथन सत्य है [Pb. CET 2002]

(a) यह एक अवस्था फलन है
(b) यह ताप बढ़ने पर बढ़ती है
(c) इसे प्रयोग द्वारा मापा जा सकता है
(d) यह ताप परिवर्तन के साथ अप्रभावित रहती है

52. गैसीय अभिक्रिया $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$ के लिये [Pb. CET 2003]

(a) $\Delta H < \Delta E$ (b) $\Delta H = \Delta E$
(c) $\Delta H = 0$ (d) $\Delta H > \Delta E$

53. अभिक्रिया, $2C + O_2 \rightarrow 2CO; \Delta H = -220\, kJ$
के लिये निम्न में से कौनसा कथन सत्य है [BVP 2004]

(a) कार्बन की दहन ऊष्मा 110 *kJ है*
(b) अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है
(c) अभिक्रिया को प्रारंभ करने की आवश्यकता नहीं है
(d) सभी कथन सत्य हैं

54. एक आदर्श गैस 300 *K* ताप तथा $1 \times 10^5\, Nm^{-2}$ स्थिर दाब पर $1 \times 10^{-3} m^3$ से $1 \times 10^{-2} m^3$ आयतन में प्रसारित होती है । किया गया कार्य है [AIEEE 2004]

(a) 270 *kJ* (b) –900 *kJ*
(c) –900 *J* (d) 900 *kJ*

55. आंतरिक ऊर्जा है [AFMC 2004]

(a) आंशिक स्थितिज तथा आंशिक गतिज
(b) पूरी तरह से गतिज
(c) पूरी तरह से स्थितिज
(d) इनमें से कोई नहीं

56. किस अभिक्रिया के लिए $\Delta H = \Delta E$ है [MP PET 2004]

(a) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ (b) $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$
(c) $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$ (d) $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$

57. एक गैस का स्थिर बाह्य दाब $3atm$ के विरूद्ध आयतन में $4dm^3$ से $6dm^3$ प्रसार करने में किया गया कार्य है $(1L\, atm = 101.32\ J)$ [CBSE PMT 2004]

(a) + 304 *J* (b) –304 *J*
(c) – 6 *J* (d) –608 *J*

58. अभिक्रिया $A_{(s)} + 2B_{(g)} \rightarrow 4C_{(s)} + D_{(l)}$ के लिये ΔH और ΔU में संबंध है [Orissa JEE 2004]

(a) $\Delta H = \Delta U$ (b) $\Delta H = \Delta U + 3RT$
(c) $\Delta H = \Delta U + RT$ (d) $\Delta H = \Delta U - 3RT$

ऊष्मागतिकी का द्वितीय और तृतीय नियम तथा एण्ट्रॉपी

1. उत्क्रमणीय स्वतः परिवर्तन के लिए ΔS है
(a) $\frac{\Delta E}{T}$ (b) $\frac{P\,\Delta V}{T}$
(c) $\frac{q}{T}$ (d) $RT \log K$

2. जब निकाय में अव्यवस्था बढ़ती है तो परिवर्तन को कहा जाता है
(a) ऊष्माक्षेपी (b) अस्वतः
(c) ऊष्माशोषी (d) स्वतः

3. ऊष्मा का स्वतः प्रवाह हमेशा
(a) कम दाब से उच्च दाब की ओर होता है
(b) उच्च दाब से उच्च दाब की ओर होता है
(c) एक ही दिशा में कम ताप से उच्च ताप की ओर होता है
(d) एक ही दिशा में उच्च ताप से निम्न ताप की ओर होता है

4. अक्रियाकारी गैसों के मिलाने के साथ ही सामान्य रूप से साथ–साथ चलती है
(a) एन्ट्रॉपी में कमी
(b) एन्ट्रॉपी में वृद्धि
(c) एन्थैल्पी में परिवर्तन
(d) मुक्त ऊर्जा में परिवर्तन

5. एक विलगित निकाय में समतापीय विधि से सम्पन्न होने वाली अनुत्क्रमणीय प्रक्रम अनुसरण करेगा
(a) शून्य एन्ट्रॉपी
(b) निकाय की सम्पूर्ण एन्ट्रॉपी में वृद्धि
(c) निकाय की सम्पूर्ण एन्ट्रॉपी में कमी
(d) इनमें से कोई नहीं

6. 298 K एवं 1 वायुमण्डलीय दाब पर H_2, Cl_2, एवं HCl के एन्ट्रॉपी मान (JK mol) क्रमशः 130.6, 223.0 एवं 186.7 है। तब अभिक्रिया $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ के लिये एन्ट्रॉपी परिवर्तन होगा [BHU 2005]
(a) + 540.3 (b) + 727.3
(c) – 166.9 (d) + 19.8

7. निम्न में से कौन जल की निम्नतम अव्यवस्थित (Random) अवस्था है
(a) बर्फ
(b) द्रव जल
(c) भाप
(d) सभी समान अव्यवस्थित अवस्था में हैं

8. निम्नलिखित में से कौनसा प्रक्रम स्वतः नहीं है
(a) जल में $CuSO_4$ का वियोजन
(b) H_2 तथा O_2 के बीच अभिक्रिया से जल का बनना
(c) जल का पहाड़ी से बहना
(d) निम्न विभव से उच्च विभव की ओर विद्युत का प्रवाह

9. गैस के रूद्धोष्म प्रसार के समय निम्नलिखित में से कौन शून्य होगा
(a) ΔT (b) ΔS
(c) ΔE (d) इनमें से कोई नहीं

10. ऊष्मागतिकी के तृतीय नियम के अनुसार परम शून्य पर क्रिस्टलीय पदार्थ की एन्ट्रॉपी होती है। [J & K 2005]
(a) 100
(b) 50
(c) शून्य
(d) विभिन्न पदार्थों के लिये भिन्न

11. किस अवस्था में पदार्थ की एन्ट्रॉपी अधिकतम होगी
(a) ठोस (b) द्रव
(c) गैस (d) सभी में समान

12. रासायनिक अभिक्रियाओं का कौनसा युग्म स्वतः अभिक्रिया में निश्चित परिणाम देगा [CBSE PMT 2005]
(a) ऊष्माक्षेपी तथा घटती हुई अनियमितता
(b) ऊष्माशोषी तथा बढ़ती हुई अनियमितता
(c) ऊष्माक्षेपी तथा बढ़ती हुई अनियमितता
(d) ऊष्माशोषी तथा घटती हुई अनियमितता

13. जब एक परमाणुक आदर्श गैस का 1 मोल TK एवं 1 वायुमण्डलीय दाब पर रूदोष्म प्रक्रम में आता है एवं आयतन 1 लीटर से 2 लीटर परिवर्तित करता है। तब कैल्विन में अंतिम ताप होगा [IIT 2005]
(a) $\frac{T}{2^{(2/3)}}$ (b) $T + \frac{2}{3 \times 0.0821}$
(c) T (d) $T - \frac{2}{3 \times 0.0821}$

14. 1 वायुमण्डल दाब और $100^o C$ पर 9.0 ग्राम H_2O वाष्पित होता है । यदि जल के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा $x\, J/gm$ है, तब ΔS दिया जावेगा
(a) $\frac{x}{373}$ (b) $\frac{18x}{100}$
(c) $\frac{18x}{373}$ (d) $\frac{1}{2} \times \frac{18x}{373}$

15. एक मोल जल वाष्पन के लिए ΔS = 88.3 $J/mole\ K$. है, तो वाष्प के एक मोल के संघनन के लिए ΔS का मान होगा
(a) 88.3 $J/mol\ K$ (b) $(88.3)^2$ $J/mol\ K$
(c) – 88.3 $J/mol\ K$ (d) $\frac{1}{88.3}$ $J/mol\ K$

16. निम्नलिखित में से किस अभिक्रिया के लिए ΔS अधिकतम होगा [AIIMS 1982, 83, 94; AMU 2000]
(a) $Ca(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CaO(s)$
(b) $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$
(c) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
(d) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

17. अभिक्रिया का सम्पन्न होना असम्भव है यदि [AIIMS 1982, 91; MP PET 1997; MP PMT 1999; DPMT 2002]
(a) ΔH धनात्मक (+) है, ΔS भी धनात्मक (+) है लेकिन $\Delta H < T\Delta S$
(b) ΔH ऋणात्मक (–) है, ΔS भी ऋणात्मक (–) है लेकिन $\Delta H > T\Delta S$
(c) ΔH ऋणात्मक (–) है, ΔS धनात्मक (+) है
(d) ΔH धनात्मक (+) है, ΔS ऋणात्मक (–) है

18. जल की वाष्पीकरण की एन्थैल्पी 186.5 $kJ\ mol^{-1}$ है, तो इसकी वाष्पीकरण की एण्ट्रॉपी होगी [CPMT 1988; DCE 2000]

(a) $0.5\,JK^{-1}mol^{-1}$ (b) $1.0\,JK^{-1}mol^{-1}$

(c) $1.5\,JK^{-1}mol^{-1}$ (d) $2.0\,JK^{-1}mol^{-1}$

19. निम्न में से कौनसा कथन सत्य है ? विश्व की एन्ट्रॉपी [MP PMT 1993; CET Pune 1998]

(a) बढ़ती है और अधिकतम मान की ओर प्रवृत्त होती है

(b) घटती है और शून्य की ओर प्रवृत्त होती है

(c) स्थिर रहती है

(d) एक आवर्त दर से घटती एवं बढ़ती रहती है

20. किसी रासायनिक अभिक्रिया के लिए एन्थैल्पी तथा एण्ट्रॉपी परिवर्तन का मान क्रमशः $-2.5\times10^3\,cal$ तथा $7.4\,cal\,deg^{-1}$ है तब $298\,K$ पर किस अभिक्रिया की संभावना होगी [AFMC 1998; MH CET 1999; CBSE PMT 2000]

(a) स्वतः (Spontaneous) (b) उत्क्रमणीय

(c) अनुत्क्रमणीय (d) अस्वतः (Non-spontaneous)

21. किसी निकाय और उसके परिवेश की पूर्ण एण्ट्रॉपी के परिवर्तन में वृद्धि पाई जाती है, यदि क्रिया

(a) उत्क्रमणीय हो (b) अनुत्क्रमणीय हो

(c) ऊष्माक्षेपी हो (d) ऊष्माशोषी हो

22. रासायनिक अभिक्रियाओं के लिये एन्ट्रॉपी परिवर्तन की गणना सामान्यतः करते हैं

(a) स्थिर दाब पर (b) स्थिर ताप पर

(c) स्थिर ताप और दाब पर (d) स्थिर आयतन पर

23. जब एन्ट्रॉपी का मान अधिकतम होता है तब कार्य करने की क्षमता

(a) अधिकतम होती है (b) न्यूनतम होती है

(c) माध्यमिक होती है (d) इनमें से कोई नहीं

24. अभिक्रिया $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ (100^oC ताप तथा एक वायुमण्डलीय दाब) के लिये कौनसा कथन सही है [KCET 1991; AIIMS 1996]

(a) $\Delta E = 0$ (b) $\Delta H = 0$

(c) $\Delta H = \Delta E$ (d) $\Delta H = T\Delta S$

25. $373\,K$ पर द्रव जल के वाष्प में संक्रमण के लिये एन्थैल्पी परिवर्तन $\Delta H_{vap} = 37.3\,kJ\,mol^{-1}$ है । इसके लिये एन्ट्रॉपी परिवर्तन होगा [MP PET 1994]

(a) $111.9\,J\,mol^{-1}K^{-1}$ (b) $37.3\,J\,mol^{-1}K^{-1}$

(c) $100\,J\,mol^{-1}K^{-1}$ (d) $74.6\,J\,mol^{-1}K^{-1}$

26. जब एक ठोस द्रव में परिवर्तित होता है तो एन्ट्रॉपी [MP PET 1993, 95; MP PMT 1996]

(a) शून्य हो जाती है (b) समान रहती है

(c) घटती है (d) बढ़ती है

27. स्वतः घटित होने वाले प्रक्रम में निकाय एवं उसके परिवेश की एन्ट्रॉपी [MP PET 1996; NCERT 1975]

(a) शून्य के बराबर होती है (b) घटती है

(c) बढ़ती है (d) स्थिर रहती है

28. ΔS के धनात्मक मान से प्रकट होता है कि [MP PMT 1997]

(a) निकाय कम अव्यवस्थित हो जाता है

(b) निकाय अधिक अव्यवस्थित हो जाता है

(c) निकाय साम्य की स्थिति में है

(d) निकाय साम्य की स्थिति में पहुँचने के लिये प्रेरित होता है

29. अभिक्रिया $2Cl(s) \rightarrow Cl_2(s)$ में ΔH तथा ΔS का चिन्ह क्रमशः होगा [KCET 1996]

(a) +, – (b) +, +

(c) –, – (d) –, +

30. जल की एन्थैल्पी $386\,kJ$ है, जल की एण्ट्रॉपी होगी [BHU 1997]

(a) 0.5 *kJ* (b) 1.03 *kJ*

(c) 1.5 *kJ* (d) 22.05 *kJ*

31. किस प्रक्रम में ΔS ऋणात्मक होता है [Pb. PMT 1998]

(a) $H_2(g) \rightarrow 2H(g)$

(b) $N_2(g) 1atm \rightarrow N_2(g) 8\,atm$

(c) $2SO_3(g) \rightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$

(d) $C_{(\text{हीरा})} \rightarrow C_{(\text{ग्रेफाइट})}$

32. एण्ट्रॉपी के लिए कौनसा कथन सही है [CBSE PMT 1998; BHU 2001]

(a) 0^oC पर क्रिस्टलीय पदार्थ के लिए एण्ट्रॉपी का मान शून्य होता है

(b) परम शून्य ताप पर क्रिस्टलीय पदार्थ के लिए एण्ट्रॉपी का मान धनात्मक होता है

(c) परम शून्य ताप पर समस्त क्रिस्टलीय पदार्थ के लिए एण्ट्रॉपी का मान शून्य होता है

(d) परम शून्य ताप पर पूर्ण क्रिस्टलीय पदार्थ की एण्ट्रॉपी का मान शून्य होता है

33. $300\,K$ पर आदर्श गैस के एक मोल को समतापी प्रक्रम में प्रारंभिक आयतन 1 लीटर से से 10 लीटर बढ़ाया गया । इस प्रक्रम में ऊर्जा परिवर्तन होगा $(R = 2\,cal\,mol^{-1}K^{-1})$ [CBSE PMT 1998]

(a) 163.7 *cal* (b) 850.2 *cal*

(c) 1381.1 *cal* (d) शून्य

34. यदि जल के क्वथनांक पर $900\,J/g$ ऊष्मा का विनिमय होता हैं तब एण्ट्रॉपी में बढ़ोत्तरी होगी [BHU 1998]

(a) 43.4 *J/mole* (b) 87.2 *J/mole*

(c) 900 *J/mole* (d) शून्य

35. एक पात्र में हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन का मिश्रण, द्रव्यमान के अनुसार अनुपात 4 : 1 है, तब [BHU 1998]

(a) मिश्रण की आंतरिक ऊर्जा घटती है

(b) मिश्रण की आंतरिक ऊर्जा बढ़ती है

(c) मिश्रण की एण्ट्रॉपी बढ़ती है

(d) मिश्रण की एण्ट्रॉपी घटती है

36. एक आदर्श गैस के 0.75 मोल 27^oC ताप पर समतापीय स्थिति में 15 लीटर से 25 लीटर तक प्रसारित हो जाते हैं किया गया अधिकतम कार्य होगा [AFMC 1999]

(a) 8.40 J (b) 9.34 J
(c) 10.86 J (d) 10.43 J

37. एक रासायनिक अभिक्रिया निम्न में से किन परिस्थितियों में नहीं हो सकती [AMU 1999]

(a) जब ΔH और ΔS बढ़ जाते हैं और $T\Delta S > \Delta H$

(b) जब ΔH और ΔS कम हो जाते हैं और $\Delta H > T\Delta S$

(c) जब ΔH बढ़ जाता हैं और ΔS कम हो जाता है

(d) जब ΔH कम हो जाता है और ΔS बढ़ जाता है

38. एक इंजन उच्च तापीय संग्राहक से 500 J ऊष्मा लेकर 150^oC और 25^oC ताप पर कार्य करता है । यदि वहाँ कोई घर्षणात्मक हानि नहीं है तो इंजन द्वारा किया गया कार्य होगा [MH CET 1999]

(a) 147.7 J (b) 157.75 J
(c) 165.85 J (d) 169.95 J

39. एक पूर्ण रूप से क्रिस्टलीय ठोस की एन्ट्रॉपी परम शून्य पर होती है [AMU 2000]

(a) धनात्मक (b) ऋणात्मक
(c) शून्य (d) निश्चित नहीं है

40. निम्न में से कौनसी परिस्थितियां सदैव एक अस्वतः परिवर्तन को बढ़ावा देती है [AMU 2000; KCET (Med.) 2000]

(a) धनात्मक ΔH और धनात्मक ΔS

(b) ऋणात्मक ΔH और ऋणात्मक ΔS

(c) धनात्मक ΔH और ऋणात्मक ΔS

(d) ऋणात्मक ΔH और धनात्मक ΔS

41. एक यौगिक AB के गलन से संबंधित निम्न आँकड़े ज्ञात हैं $\Delta H = 9.2\,kJ\,mol^{-1}$, $\Delta S = 0.008\,kJ\,K^{-1}mol^{-1}$ तो इसका गलनांक होगा [Pb. PMT 2000; AIIMS 2000]

(a) 736 K (b) 1050 K
(c) 1150 K (d) 1150^oC

42. यदि एक गैस के नमूने को एक औसत दाब 0.6 वायुमण्डलीय से दबाया जाता है तब इस गैस का आयतन 500 cc से घटकर 300 cc हो जाता है । तो इस क्रिया के फलस्वरूप 10 J ऊष्मा भी मुक्त होती है आंतरिक ऊर्जा में होने वाला परिवर्तन होगा [Pb. PMT 2000]

(a) – 2.16 J (b) 12.156 J
(c) 2.16 J (d) 101.3 J

43. यदि $CO_2(g), C(s)$ और $O_2(g)$ की मानक एन्ट्रॉपियों के मान क्रमशः 213.5, 5.690 और 205 JK^{-1} है, तब $CO_2(g)$ के निर्माण की मानक एन्ट्रॉपी होगी [CPMT 2001]

(a) $1.86\,JK^{-1}$ (b) $1.96\,JK^{-1}$
(c) $2.81\,JK^{-1}$ (d) $2.86\,JK^{-1}$

44. निम्न में से कौनसी ऊष्माशोषी अभिक्रियायें स्वतः प्रवर्तित है [CBSE PMT 2001]

(a) बर्फ का पिघलना (b) जल का वाष्पन
(c) दहन ऊष्मा (d) (a) और (b) दोनों

45. 0^oC ताप व सामान्य दाब पर अभिक्रिया $H_2O(s) \rightleftharpoons H_2O(l)$ के लिए है [KCET 2001]

(a) $\Delta H > T\Delta S$ (b) $\Delta H = T\Delta S$
(c) $\Delta H = \Delta G$ (d) $\Delta H < T\Delta S$

46. 27^oC ताप से एक आदर्श गैस के 1 मोल को उत्क्रमणीय और रूद्धोष्म प्रक्रम द्वारा प्रसारित किया गया । यदि क्रिया के दौरान किया गया कार्य 3 kJ हो तो अंतिम ताप बराबर होगा $(C_v = 20\,JK^{-1})$ [KCET 2000; AFMC 2000; AIIMS 2001]

(a) 150 K (b) 100 K
(c) 26.85^oC (d) 295 K

47. 373 K पर एक मोल द्रवीय जल को उसी ताप पर वाष्प में परिवर्तित करने पर एन्ट्रॉपी में परिवर्तन होगा–(जल के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा, $\Delta H_{vap} = 2.257\,kJ/g$) [AFMC 2002; KCET 2002]

(a) $105.9\,Jk^{-1}$ (b) $107.9\,Jk^{-1}$
(c) $108.9\,Jk^{-1}$ (d) $109.9\,Jk^{-1}$

48. यदि एक ऊष्मा इंजन T_1 ताप पर Q_1 ऊष्मा अवशोषित करता है और T_2 ताप पर Q_2 ऊष्मा अवशोषित करता है । तो इंजन द्वारा किया गया कार्य $(Q_1 + Q_2)$ है, तो यह आँकड़े [AIEEE 2002]

(a) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का उल्लंघन करते हैं

(b) यदि Q_1 ऋणात्मक है तो ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का उल्लंघन है

(c) यदि Q_2 ऋणात्मक है तो ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का उल्लंघन है

(d) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का उल्लंघन नहीं है

49. यदि एकपरमाण्विक तथा द्विपरमाण्विक गैसों के समान आयतन को उनके प्रारंभिक ताप और दाब पर मिलाया गया है, तो इस मिश्रण की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात (C_p/C_v) होगा [AFMC 2002]

(a) 1 (b) 2
(c) 1.67 (d) 1.5

50. डॉ. नर्नस्ट द्वारा दिया गया नियम है [Kerala (Med.) 2002]

(a) ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम

(b) ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम

(c) ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम

(d) (a) और (b) दोनों

51. एन्ट्रॉपी का मात्रक है [CBSE PMT 2002]

(a) $J\,mol^{-1}$ (b) $JK\,mol^{-1}$
(c) $J\,mol^{-1}K^{-1}$ (d) $J^{-1}K^{-1}mol^{1}$

52. 373 K पर एक मोल जल (l) को उसी ताप पर वाष्प में परिवर्तित करने में एंट्रॉपी में होने वाला परिवर्तन होगा $[\Delta H_{vap} = 2.257\,kJ/gm]$ [MP PET 2002]

(a) 0.119 kJ (b) 0.109 kJ
(c) 0.129 kJ (d) 0.120 kJ

53. जब एक द्रव उबलता है तो [JIPMER 2002]

(a) एन्ट्रॉपी में वृद्धि होती है

(b) एन्ट्रॉपी में कमी हो जाती है

(c) वाष्पन ऊष्मा में वृद्धि होती है

(d) मुक्त ऊर्जा में वृद्धि होती है

54. निम्न में से किसमें ΔS^o शून्य से अधिक होगा [AIIMS 2003]

(a) $CaO + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$

(b) $NaCl(aq) \rightleftharpoons NaCl(s)$

(c) $NaNO_3(s) \rightleftharpoons Na^+(aq) + NO_3^-(aq)$

(d) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

55. स्थिर दाब पर जल की मोलर ऊष्मा क्षमता 75 $JK^{-1}mol^{-1}$ है । यदि 100 *g* जल जो कि प्रसारित होने के लिए मुक्त है, इसे 1.0 *kJ* ऊष्मा दी जाती है । तब जल के ताप में होने वाली वृद्धि है [CBSE PMT 2003]

(a) 6.6 *K* (b) 1.2 *K*
(c) 2.4 *K* (d) 4.8 *K*

56. एक सिलैण्डर में एक गैस को संपीड़ित करने के लिये 462 *J* कार्य किया जाता है, तो इस प्रक्रम में 128 *J* ऊर्जा उत्सर्जित होती है । इस प्रक्रम में आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन क्या होगा [MP PMT 2003]

(a) + 590 जूल (b) – 334 जूल
(c) + 334 जूल (d) – 590 जूल

57. सर्वाधिक एन्ट्रॉपी है [BVP 2003]

(a) हाइड्रोजन की (b) जल की
(c) ग्रेफाइट की (d) पारा की

58. $\underset{S^o(298\,K)K^{-1}mol^{-1}}{H^+(aq)} + \underset{-10.7}{OH^-(aq)} \longrightarrow \underset{+70}{H_2O(l)}$

उपरोक्त अभिक्रिया के लिए मानक एन्ट्रॉपी परिवर्तन है [DPMT 2004]

(a) $60.3\ JK^{-1}mol^{-1}$ (b) $80.7\ JK^{-1}mol^{-1}$
(c) $-70\ JK^{-1}mol^{-1}$ (d) $+10.7\ JK^{-1}mol^{-1}$

59. 100^oC ताप तथा 1 atm. स्थिर दाब पर जल के 1 मोल को भाप में परिवर्तित किया गया । एन्ट्रॉपी में परिवर्तन है [100^oC पर जल की वाष्पन ऊष्मा = 540 *cal / gm*] [Pb. PMT 2004]

(a) 8.74 (b) 18.76
(c) 24.06 (d) 26.06

60. एक कार्नो इंजन का स्त्रोत $500\,K$ पर है तथा सिंक $300\,K$ पर है। इस इंजन की दक्षता क्या है [BHU 2004]

(a) 0.2 (b) 0.4
(c) 0.6 (d) 0.3

61. एक पदार्थ के 1 मोल का ताप 1^oC बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा कहलाती है [DCE 2002]

(a) विशिष्ट ऊष्मा (b) मोलर ऊष्मीय क्षमता
(c) जल तुल्यांक (d) विशिष्ट गुरूत्व

62. निम्न में से किसकी एन्ट्रॉपी अधिकतम होगी [DCE 2004]

(a) बर्फ (b) जल द्रव रूप में
(c) हिम (d) जल वाष्प

63. $CO_2(g), C(s)$ और $O_2(g)$ के लिए मानक एन्ट्रॉपियों के मान क्रमशः 213.5, 5.740 और 205 JK^{-1} है । CO_2 के बनने की मानक एन्ट्रॉपी है [Pb. CET 2001]

(a) $2.76\ JK^{-1}$ (b) $2.12\ JK^{-1}$
(c) $1.12\ JK^{-1}$ (d) $1.40\ JK^{-1}$

64. ऊष्मागतिकी का कौनसा नियम भिन्न–भिन्न तापों पर एन्ट्रॉपी की गणना में सहायता करता है [Pb. CET 2003]

(a) प्रथम नियम (b) द्वितीय नियम
(c) तृतीय नियम (d) शून्य नियम

65. इसमें एन्ट्रॉपी अधिकतम होगी [BVP 2004]

(a) भाप (b) 0^oC पर जल
(c) 4^oC पर जल (d) बर्फ

66. एन्ट्रॉपी (S) को ऊष्मागतिकी पैरामीटर मान कर, किसी प्रक्रम के स्वतः प्रवर्तन के लिए मानदण्ड है [CBSE PMT 2004]

(a) केवल $\Delta S_{\text{तन्त्र}} > 0$

(b) केवल $\Delta S_{\text{घिराव}} > 0$

(c) $\Delta S_{\text{तन्त्र}} + \Delta S_{\text{घिराव}} > 0$

(d) $\Delta S_{\text{तन्त्र}} - \Delta S_{\text{घिराव}} > 0$

67. एक प्रक्रम यदि स्थिर ताप और दाब पर किया जा रहा है, तब [KCET 2004]

(a) $\Delta H = \Delta E$ (b) $\Delta H = T\Delta S$
(c) $\Delta H = 0$ (d) $\Delta S = 0$

68. एक द्रव के वाष्पन की एन्थैल्पी $30\,kJ\,mol^{-1}$ तथा वाष्पन की एन्ट्रॉपी $75\ J\,mol^{-1}K$ है, तो 1 *atm* पर उस द्रव का क्वथनाँक है [IIT JEE (Screening) 2004]

(a) 250*K* (b) 400*K*
(c) 450*K* (d) 600*K*

अभिक्रिया की ऊष्मा

1. यदि $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 94.2\,kcal$

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + 68.3\,kcal$

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 210.8\,kcal$

तो मेथेन की संभवन ऊष्मा होगी [MP PET 1990]

(a) 47.3 *kcal* (b) 20.0 *kcal*
(c) 45.9 *kcal* (d) – 47.3 *kcal*

2. एक द्रव के वाष्पन की मोलर ऊष्मा $6kJ\,mol^{-1}$ है यदि एण्ट्रॉपी में परिवर्तन $16\,J\,mol^{-1}\,K^{-1}$ है तो द्रव का क्वथनांक होगा [KCET 2005]

(a) 375^oC (b) $375\,K$
(c) $273\,K$ (d) 102^oC

3. बर्फ के गलन की एन्थैल्पी प्रति मोल है

(a) 18 *kJ* (b) 8 *kJ*
(c) 80 *kJ* (d) 6 *kJ*

4. निम्नलिखित में से किस उदासीनीकरण अभिक्रिया में उदासीनीकरण की ऊष्मा अधिकतम होगी [MP PMT 1989, 91; AIIMS 1999]

(a) NH_4OH तथा CH_3COOH

(b) NH_4OH तथा HCl

(c) $NaOH$ तथा CH_3COOH

(d) $NaOH$ तथा HCl

5. यदि $S+O_2 \rightarrow SO_2; (\Delta H=-298.2)$

$SO_2+\frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3; (\Delta H=-98.2)$

$SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4; (\Delta H=-130.2)$

$H_2+\frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O; (\Delta H=-287.3)$

तो 298K पर H_2SO_4 के संभवन की एन्थैल्पी होगी

[DPMT 1983; Orissa JEE 2005]

(a) $-433.7\,kJ$ (b) $-650.3\,kJ$

(c) $+320.5\,kJ$ (d) $-813.9\,kJ$

6. किरचॉफ समीकरण के अनुसार कौन–सा कारक अभिक्रिया ऊष्मा को प्रभावित करेगा [MP PMT 1990]

(a) दाब (b) तापमान

(c) आयतन (d) आण्विकता

7. $NaOH$ एवं HCl की मोलर उदासीनीकरण ऊष्मा की तुलना में KOH तथा HNO_3 की मोलर उदासीनीकरण की ऊष्मा होती है

[MP PMT 1989]

(a) कम (b) अधिक

(c) समान (d) दाब पर निर्भर होगी

8. एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया वह है जिसमें क्रियाकारक पदार्थ में

[CPMT 1974, 79; Bihar MEE 1982; KCET 1992; JIPMER 2001]

(a) उत्पादों की अपेक्षा अधिक ऊर्जा होती है

(b) उत्पादों की अपेक्षा कम ऊर्जा होती है

(c) उत्पादों की अपेक्षा अधिक ताप पर होते हैं

(d) इनमें से कोई नहीं

9. बैंजीन के ज्वलन पर उत्पन्न ऊष्मा को निम्न समीकरण द्वारा दिया जाता है

$C_6H_6+7\frac{1}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2(g)+3H_2O(l); \Delta H=-3264.6\,kJ$

निम्नलिखित में से ताप ऊर्जा की कौनसी मात्रा उत्सर्जित होगी जब $39\,g\,C_6H_6$ को जलाया जाता है

[NCERT 1978; MP PET 1990; JIPMER 2001]

(a) 816.15 *kJ* (b) 1632.3 *kJ*

(c) 6528.2 *kJ* (d) 2448.45 *kJ*

10. ऊष्मारसायन अभिक्रियाएँ

$C(\text{ग्रेफाइट})+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g); \Delta H=-110.5\,kJ$

$CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \Delta H=-283.2\,kJ$

उपरोक्त अभिक्रिया से $C(\text{ग्रेफाइट})+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ के लिए अभिक्रिया ऊष्मा होगी [CPMT 1988; MP PMT 1989]

(a) – 393.7 *kJ* (b) + 393.7 *kJ*

(c) – 172.7 *kJ* (d) + 172.7 *kJ*

11. ऊष्माशोषी अभिक्रिया है [IIT JEE 1999]

(a) मेथेन का दहन

(b) जल का विघटन

(c) एथेन का एथिलीन में डिहाइड्रोजनीकरण

(d) ग्रेफाइट का हीरे में परिवर्तन

12. जल का वाष्पन है

[CPMT 1973; DPMT 1982; MP PMT 1989; MP PET 1999]

(a) एक ऊष्माशोषी परिवर्तन

(b) एक ऊष्माक्षेपी परिवर्तन

(c) एक प्रक्रम जिसमें ऊष्मा परिवर्तन नहीं होता

(d) एक प्रक्रम जो रासायनिक अभिक्रिया के साथ–साथ होती है

13. एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया वह है जो

[NCERT 1977; MP PMT 1990]

(a) केवल गर्म करने पर सम्पन्न होती है

(b) ज्वाला के साथ–साथ होती है

(c) ऊष्मा के शोषण के साथ–साथ होती है

(d) ऊष्मा के उत्सर्जन के साथ–साथ होती है

14. एक ऊष्माशोषी अभिक्रिया वह है जिसमें

[MNR 1980; NCERT 1976]

(a) ऊष्मा का परिवर्तन विद्युत में होता है

(b) ऊष्मा का शोषण होता है

(c) ऊष्मा का उत्सर्जन होता है

(d) ऊष्मा का परिवर्तन यान्त्रिक कार्य में होता है

15. निम्नलिखित में से कौनसा कथन सत्य है [NCERT 1978]

(a) ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया के लिए ΔH धनात्मक है

(b) ऊष्माशोषी अभिक्रिया के लिए ΔH ऋणात्मक है

(c) प्रबल अम्ल एवं प्रबल क्षार की उदासीनीकरण की ऊष्मा हमेशा समान होती है

(d) गलन की एन्थैल्पी ऋणात्मक है

16. अभिक्रिया $MgO(s)+2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq)+H_2O(l)$ के उदासीनीकरण की परम एन्थैल्पी होगी [CBSE PMT 2005]

(a) $-57.33\,kJ\,mol^{-1}$ से कम

(b) $-57.33\,kJ\,mol^{-1}$

(c) $-57.33\,kJ\,mol^{-1}$ से अधिक

(d) $57.33\,kJ\,mol^{-1}$

17. 298 (*K*) पर मेथेनॉल का ΔH°_f निम्न रासायनिक अभिक्रिया द्वारा दिया गया है [AIIMS 2005]

(a) $CH_4(g)+1/2O_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$

(b) C (ग्रेफाइट) $+1/2O_2(g)+2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(l)$

(c) C (हीरा) $+1/2O_2(g)+2H_2(g)\rightarrow CH_3OH(l)$

(d) $CO(g)+2H_2(g)\rightarrow CH_3OH(l)$

18. यदि H_2O_2 तथा H_2O के लिए ΔH_f^o के मान $-188\ kJ/mole$ एवं $-286\ kJ/mole$ है तो अभिक्रिया $2H_2O_2(l)\rightarrow 2H_2O(l)+O_2(g)$ के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन क्या होगा [MP PMT 1992]

(a) $-196\ kJ/mole$ (b) $146\ kJ/mole$

(c) $-494\ kJ/mole$ (d) $-98\ kJ/mole$

19. ग्रेफाइट की हीरे में संक्रमण की ऊष्मा (ΔH_t) होगी, जहाँ

C(ग्रेफाइट)$+O_2(g)\rightarrow CO_2(g);\ \Delta H = x\ kJ$

C(हीरा)$+C_2(g)\rightarrow CO_2(g);\ \Delta H = y\ kJ$ [Pb. PET 1985]

(a) $(x+y)kJ\ mol^{-1}$ (b) $(x-y)kJ\ mol^{-1}$

(c) $(y-x)kJ\ mol^{-1}$ (d) इनमें से कोई नहीं

20. गलन की ऊष्मा (ΔH_{fus}), वाष्पन की ऊष्मा (ΔH_{vap}) तथा ऊर्ध्वपातन की ऊष्मा (ΔH_{sub}) के बीच सही सम्बन्ध है

(a) $\Delta H_{fus}=\Delta H_{vap}+\Delta H_{sub}$

(b) $\Delta H_{vap}=\Delta H_{fus}+\Delta H_{sub}$

(c) $\Delta H_{sub}=\Delta H_{vap}+\Delta H_{fus}$

(d) $\Delta H_{sub}=\Delta H_{vap}-\Delta H_{fus}$

21. निम्न में से कौनसा ऊष्माशोषी अभिक्रिया का उदाहरण है [MP PMT 1980]

(a) $C_2H_2+2H_2\rightarrow C_2H_6;\ \Delta E=-314.0\,kJ$

(b) $C+O_2\rightarrow CO_2;\ \Delta E=-393.5\,kJ$

(c) $N_2+O_2\rightarrow 2NO;\ \Delta E-180.5\,kJ$

(d) $2H_2+O_2\rightarrow 2H_2O;\ \Delta E+571.8\,kJ$

22. यदि B की एन्थैल्पी *A* से अधिक हो, तो अभिक्रिया $A\rightarrow B$ है [MP PMT 1997]

(a) ऊष्माशोषी (b) ऊष्माक्षेपी

(c) तात्कालिक (d) स्वतः

23. दिया गया है

$2C(s)+2O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g);\ \Delta H=-787\ kJ$

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l);\ \Delta H=-286\ kJ$

$C_2H_2(g)+2\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+H_2O(l);\Delta H=-1301\ kJ$

एसीटिलीन की संभवन ऊष्मा है [KCET 1989; Orissa JEE 2005]

(a) $-1802\ kJ$ (b) $+1802\ kJ$

(c) $-800\ kJ$ (d) $+228\ kJ$

24. अभिक्रिया $\frac{1}{2}H_2+\frac{1}{2}Cl_2\rightarrow HCl$ के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन को कहते हैं

(a) संयोजन की एन्थैल्पी (b) अभिक्रिया की एन्थैल्पी

(c) संभवन की एन्थैल्पी (d) गलन की एन्थैल्पी

25. किस युग्म के लिए उदासीनीकरण की एन्थैल्पी लगभग 57.3 *kJ* है

(a) HCl तथा NH_4OH

(b) NH_4OH तथा HNO_3

(c) HCl तथा $NaOH$

(d) CH_3COOH तथा $NaOH$

26. ऑक्सीजन का ओजोन में परिवर्तन एक ऊष्माशोषी अभिक्रिया $3O_2\rightarrow 2O_3$ द्वारा दर्शाया जाता है। इस अभिक्रिया में एन्थैल्पी परिवर्तन ΔH होगा [KCET 1988, 92]

(a) ऋणात्मक (b) धनात्मक

(c) शून्य (d) ताप पर निर्भर करेगा

27. 40 *gm* $NaOH$ तथा 60 *gm* CH_3COOH के उदासीनीकरण की ऊष्मा होगी [MP PET/PMT 1988]

(a) 56.1 *kcal* (b) 56.1 *kcal* से कम

(c) 56.1 *kcal* से अधिक (d) 13.7 *kcal*

28. $CO(g)$ तथा $CO_2(g)$ की संभवन ऊष्मायें क्रमशः -26.4 *kcal* एवं -94.0 *kcal* हैं, तो कार्बन मोनोऑक्साइड की दहन ऊष्मा होगी [MP PET/PMT 1988; EAMCET 1993]

(a) $+26.4\,kcal$ (b) $-67.6\,kcal$

(c) $-120.6\,kcal$ (d) $+52.8\,kcal$

29. 25°*C* पर *H*, साइक्लोहैक्सेन (*CH*) एवं साइक्लोहैक्सीन (*CH*) की दहन की एन्थैल्पी क्रमशः –241, –3920 एवं –800 *KJ / mole* है। साइक्लोहैक्सीन के हाइड्रोजनीकरण की ऊष्मा है [BHU 2005]

(a) – 121 *KJ / mole* (b) + 121 *KJ / mole*

(c) – 242 *KJ / mole* (d) + 242 *KJ / mole*

30. NH_4OH तथा HCl के उदासीनीकरण की ऊष्मा होती है [EAMCET 1980; Roorkee 1990; MP PMT 1994]

(a) $13.7\,kcal$ (b) $>13.7\,kcal$

(c) $<13.7\,kcal$ (d) इनमें से कोई नहीं

31. समान ताप पर CH_4, C_2H_6, C_2H_4 तथा C_2H_2 गैसों की ज्वलन ऊष्मा क्रमशः – 212.8, – 373.0, – 337.0 तथा – 310.5 *kcal* हैं। इनमें से उत्तम ईंधन है

(a) CH_4 (b) C_2H_6

(c) C_2H_4 (d) C_2H_2

32. $CO_2(g), H_2O(l)$ तथा $CH_4(g)$ के लिए संभवन ऊष्मा क्रमशः – 94.0, – 68.4 तथा – 17.9 *kcal* है। मेथेन की ज्वलन ऊष्मा है

(a) – 212.9 *kcal* (b) – 136.8 *kcal*

(c) – 304.3 *kcal* (d) – 105.2 *kcal*

33. अभिक्रिया की ऊष्मा निर्भर नहीं करती है

(a) अभिक्रिया के तापमान पर

(b) अभिकारक एवं उत्पादों की भौतिक अवस्था पर

(c) चाहे अभिक्रिया स्थिर दाब या स्थिर आयतन पर सम्पन्न होती है

(d) वह विधि जिससे अभिकारकों से अन्तिम उत्पाद प्राप्त होता है

34. प्रबल अम्ल द्वारा प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा नियत रहती है क्योंकि [KCET 1984]

(a) बनने वाले लवण का जल अपघटन नहीं होता

(b) प्रत्येक स्थिति में केवल H^+ तथा OH^- आयन क्रिया करते हैं

(c) प्रबल अम्ल तथा प्रबल क्षार पूर्णतः क्रिया करते हैं

(d) प्रबल अम्ल तथा प्रबल क्षार जलीय विलयन में क्रिया करते हैं

35. क्षार द्वारा किसी अम्ल की उदासीनीकरण की ऊष्मा उच्च होती है जबकि [KCET 1985]

(a) अम्ल तथा क्षार दोनों दुर्बल हों
(b) अम्ल तथा क्षार दोनों प्रबल हों
(c) प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षार हों
(d) दुर्बल अम्ल तथा प्रबल क्षार हों

36. एथेन, CO_2 एवं जल (*l*) की मानक मोलर संभवन ऊष्मा क्रमशः – 21.1, – 94.1 तथा – 68.3 *kcal* है। एथेन की मानक मोलर ज्वलन की ऊष्मा होगी [IIT JEE 1986; DPMT 2005]

(a) – 372 *kcal* (b) 162 *kcal*
(c) –240 *kcal* (d) 183.5 *kcal*

37. निम्नलिखित में से कौनसी अभिक्रिया ऊष्माशोषी है [AFMC 1988]

(a) $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
(b) $Fe + S \rightarrow FeS$
(c) $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$
(d) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

38. इस अभिक्रिया में

$CO_2(g) + H_2(g) \rightarrow CO(g) + H_2O(g); \Delta H = 80\, kJ$

ΔH को कहा जाता है [CPMT 1987; KCET 1993; Bihar CEE 1995]

(a) संभवन की ऊष्मा (b) दहन की ऊष्मा
(c) उदासीनीकरण की ऊष्मा (d) अभिक्रिया की ऊष्मा

39. एक पदार्थ की दहन ऊष्मा [CPMT 1987, 96; AFMC 1992]

(a) हमेशा धनात्मक होती है
(b) हमेशा ऋणात्मक होती है
(c) संभवन ऊष्मा के बराबर होती है
(d) अभिक्रिया के बिना कुछ नहीं कहा जा सकता है

40. अभिक्रिया $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$ के लिए ऊष्मा परिवर्तन कहलाता है

(a) अभिक्रिया की ऊष्मा (b) संभवन की ऊष्मा
(c) वाष्पन की ऊष्मा (d) इनमें से कोई नहीं

41. अभिक्रिया $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2; \Delta H = -135\, kcal$ में ऊष्मा परिवर्तन ΔH कहलाता है

(a) संभवन की ऊष्मा (b) अभिक्रिया की ऊष्मा
(c) दहन की ऊष्मा (d) विलयन की ऊष्मा

42. विषमलम्बाक्ष एवं एकनताक्ष गन्धक के दहन की ऊष्मा क्रमशः 70960 एवं 71030 कैलोरी है, तो विषमलम्बाक्ष गन्धक को एकनताक्ष गन्धक में बदलने के लिए परिवर्तन की ऊष्मा क्या होगी [MP PMT/PET 1988]

(a) 70960 कैलोरी (b) 71030 कैलोरी
(c) – 70 कैलोरी (d) + 70 कैलोरी

43. $H_2O(l)$ की संभवन की ऊष्मा – 68.0 *kcal* है तो $H_2O(g)$ की संभवन ऊष्मा संभावित होगी

(a) – 68.0 *kcal* (b) – 67.4 *kcal*
(c) 80.0 *kcal* (d) – 58.3 *kcal*

44. किस ईंधन का ऊष्मीय मान (*kJ/kg*) अधिकतम होगा [MP PMT 1990]

(a) चारकोल (b) कैरोसिन
(c) लकड़ी (d) गोबर

45. 1 वायुमण्डल दाब पर कार्बन की दहन ऊष्मा –94 *kcal* है तो CO_2 की आन्तरिक ऊर्जा है

(a) $+94\, kcal$ (b) $-94\, kcal$
(c) $+47\, kcal$ (d) $-47\, kcal$

46. प्रबल क्षार द्वारा प्रबल अम्ल की उदासीनीकरण की ऊष्मा $57.0\, kJ$ मोल$^{-1}$ है। अतः 0.5 मोल HNO_3 को 0.2 मोल KOH में मिलाने पर निकलने वाली ऊष्मा होगी [KCET 1991; AIIMS 2002; AMU (Engg.) 2002]

(a) $57.0\, kJ$ (b) $11.4\, kJ$
(c) $28.5\, kJ$ (d) $34.9\, kJ$

47. $0.2\, M\, KOH$ के $500\, ml$ तथा $0.2\, M\, HCl$ के $500\, ml$ को मिलाकर हिलाया गया जिससे ताप वृद्धि T_1 हुई। इसी प्रयोग को दोनों विलयनों की $250\, ml$ मात्रा को लेकर दोहराया गया तब ताप वृद्धि T_2 प्राप्त हुई। निम्न में से कौन सही है [EAMCET 1987; MP PET 1994]

(a) $T_1 = T_2$ (b) $T_1 = 2T_2$
(c) $T_1 = 4T_2$ (d) $T_2 = 9T_1$

48. एक यौगिक की एन्थैल्पी बराबर है इसके [CMC Vellore 1991]

(a) दहन की ऊष्मा के (b) संभवन की ऊष्मा के
(c) अभिक्रिया की ऊष्मा के (d) विलयन की ऊष्मा के
(e) तनुकरण की ऊष्मा के

49. उदासीनीकरण की ऊष्मा की सर्वोत्तम परिभाषा कौनसी है [CMC Vellore 1991]

(a) जब निर्धारित तापमान पर तनु विलयन में एक ग्राम अणु अम्ल से एक ग्राम अणु क्षार को उदासीन करने पर ऊष्मा मुक्त होती है
(b) किसी निर्धारित तापमान पर तनु विलयन में जब एक ग्राम अणु अम्ल को एक ग्राम अणु क्षार से उदासीन करने पर ऊष्मा अवशोषित होती है
(c) किसी निर्धारित तापमान पर जब एक ग्राम परमाणु अम्ल को एक ग्राम परमाणु क्षार से उदासीन करने पर ऊष्मा मुक्त या अवशोषित होती है
(d) किसी निर्धारित तापमान पर जब एक नार्मल विलयन जिसमें एक ग्राम तुल्यांक अम्ल को क्षार के एक नार्मल विलयन जिसमें एक ग्राम तुल्यांक घुला है, से उदासीन करने पर ऊष्मा मुक्त या अवशोषित होती है
(e) किसी निर्धारित तापमान पर तनु विलयन में मुक्त हुई ऊष्मा की मात्रा जो एक ग्राम तुल्यांक अम्ल को एक ग्राम तुल्यांक क्षार से उदासीन करने पर प्राप्त होती है

50. ऋणात्मक संभवन ऊष्मा वाले यौगिक कहलाते हैं [DPMT 1981]

(a) ऊष्माशोषी यौगिक (b) ऊष्माक्षेपी यौगिक
(c) संभवन ऊष्मा यौगिक (d) इनमें से कोई नहीं

51. यदि $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O + 13.7\, kcal$ है तब एक मोल H_2SO_4 को क्षार द्वारा पूर्ण उदासीन करने पर ऊष्मा होगी [MP PMT 1990]

(a) 13.7 *kcal* (b) 27.4 *kcal*

(c) 6.85 *kcal* (d) 3.425 *kcal*

52. उदासीनीकरण की ऊष्मा का न्यूनतम मान किसके लिये प्राप्त होगा [KCET 1988; MP PMT 1990]

(a) $HCl + NaOH$

(b) $CH_3COOH + NH_4OH$

(c) $NH_4OH + HCl$

(d) $NaOH + CH_3COOH$

53. अभिक्रिया $NaOH + HCl \to NaCl + H_2O$ के लिये उदासीनीकरण ऊष्मा $57.1 kJ\ mol^{-1}$ है। यदि $0.25\ mole$ $NaOH$ को $0.25\ mole$ HCl के साथ अनुमापित किया जाये तो कितनी ऊष्मा मुक्त होगी [CPMT 1990]

(a) $22.5 kJ\ mol^{-1}$ (b) $57.1 kJ\ mol^{-1}$

(c) $14.3 kJ\ mol^{-1}$ (d) $28.6 kJ\ mol^{-1}$

54. अभिक्रिया $H_2(g) + I_2(g) \to 2HI(g)\ \ \Delta H = -12.40\ kcal$ के अनुसार *HI* की संभवन ऊष्मा होगी [MP PET 1990]

(a) 12.4 *kcal* (b) – 12.4 *kcal*

(c) – 6.20 *kcal* (d) 6.20 *kcal*

55. रासायनिक वियोजन की सभी अभिक्रियायें हैं [MP PMT 1990]

(a) उत्क्रमणीय

(b) उत्क्रमणीय और ऊष्माशोषी

(c) ऊष्माक्षेपी

(d) उत्क्रमणीय या अनुत्क्रमणीय तथा ऊष्माशोषी या ऊष्माक्षेपी

56. 298 *K* व । वायुमण्डलीय दाब पर तत्वों से बनने वाले पदार्थ की एन्थैल्पी में परिवर्तन ही संभवन ऊष्मा है, चूँकि तत्वों की एन्थैल्पी शून्य ली है, तो यौगिकों की संभवन ऊष्मा (ΔH) होगी [NCERT 1978; KCET 1993]

(a) सदैव ऋणात्मक

(b) सदैव धनात्मक

(c) ऋणात्मक अथवा धनात्मक

(d) शून्य

57. $CH_{4(g)}, C_{(\text{ग्रेफाइट})}$ तथा $H_{2(g)}$ की दहन ऊष्मा का मान क्रमशः $20\ kcal, -40\ kcal$ तथा $-10\ kcal$ हैं, मेथेन की संभवन ऊष्मा है [EAMCET 1998]

(a) $-4.0\ kcal$ (b) $+40\ kcal$

(c) $-80\ kcal$ (d) $+80\ kcal$

58. एक रासायनिक अभिक्रिया ऊष्मा के उत्सर्जन से पूर्ण होती है, वह है [BHU 1979]

(a) उत्प्रेरकीय (b) प्रकाश रासायनिक

(c) ऊष्माशोषी (d) ऊष्माक्षेपी

59. एक अभिक्रिया ऊर्जा के अवशोषण से होती है तो वह है [EAMCET 1977]

(a) मोमबत्ती का जलना (b) लोहे पर जंग लगना

(c) जल का वैद्युत अपघटन (d) भोजन का पाचन

60. निम्न में से कौनसी ऊष्माशोषी क्रिया है [EAMCET 1980; MP PMT 1980; IIT JEE 1989; JIPMER 2002]

(a) $2H_2 + O_2 \to 2H_2O$

(b) $N_2 + O_2 \to 2NO$

(c) $2NaOH + H_2SO_4 \to Na_2SO_4 + 2H_2O$

(d) $3O_2 + C_2H_5OH \to 2CO_2 + 3H_2O$

61. निम्न में से कौनसी घटना दहन से नहीं समझाई जा सकती [EAMCET 1979]

(a) कोल का वायु में ऑक्सीकरण

(b) *Mg* का नाइट्रोजन में जलना

(c) एन्टीमनी *(Sb)* की क्लोरीन से क्रिया

(d) विद्युत लैम्प का प्रकाशित होना

62. दहन की ऊष्मा के सम्बन्ध में कौनसा तथ्य सही है [MADT Bihar 1982]

(a) कुछ प्रकरणों में ऊष्माक्षेपी तथा अन्य प्रकरणों में ऊष्माशोषी हो सकती है

(b) केवल गैसीय पदार्थों के लिए लागू है

(c) सदैव ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया होती है

(d) तापक्रम से इसका मान परिवर्तन नहीं होता

63. $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \to H_2O; \Delta H = -68.39\ kcal$

$K + H_2O + \text{जल} \to KOH(aq) + \frac{1}{2}H_2; \Delta H = -48\ kcal$

$KOH + \text{जल} \to KOH(aq); \Delta H = -14\ kcal$

KOH की (*kcal* में) संभवन ऊष्मा है [CPMT 1988]

(a) $-68.39 + 48 - 14$ (b) $-68.39 - 48 + 14$

(c) $68.39 - 48 + 14$ (d) 68.39 + 48 + 14

64. $CO_2(g)$ की संभवन ऊष्मा को परिभाषित करने के लिए निम्न में से कौनसी अभिक्रिया का उपयोग कर सकते हैं [MP PMT 1989; MH CET 2001]

(a) $C(\text{ग्रेफाइट}) + O_2(g) = CO_2(g)$

(b) $CH_4(g) + 2O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(l)$

(c) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = CO_2(g)$

(d) $C_6H_6(l) + 7\frac{1}{2}O_2(g) = 6CO_2 + 3H_2O(l)$

65. अमोनिया के निर्माण की एन्थैल्पी $-46.0 kJ\ mol^{-1}$ है, तो अभिक्रिया $2NH_3(g) \to 2N_2(g) + 3H_2(g)$ के लिये एन्थैल्पी परिवर्तन होगा

(a) 46.0 $kJ\ mol^{-1}$ (b) 92.0 $kJ\ mol^{-1}$

(c) – 23.0 $kJ\ mol^{-1}$ (d) – 92.0 $kJ\ mol^{-1}$

66. 25^oC पर बम कैलोरीमीटर द्वारा बेन्जीन की दहन ऊष्मा का मान $-870\ kcal\ mol^{-1}$ प्राप्त होता है। अभिक्रिया के लिए ΔE का मान होगा

(a) $-1740\ kcal$ (b) $-870\ kcal$

(c) $-872\ kcal$ (d) $-874\ kcal$

67. $H_2(g)$ व $O_2(g)$ से पानी के बनने की क्रिया ऊष्माक्षेपी होती है क्योंकि [MP PMT/PET 1988]

(a) $H_2(g)$ व $O_2(g)$ की रासायनिक ऊर्जा जल से अधिक होती है

(b) $H_2(g)$ व $O_2(g)$ की रासायनिक ऊर्जा जल से कम होती है

(c) ऊर्जा पर निर्भर नहीं करती

(d) $H_2(g)$ व $O_2(g)$ का तापक्रम जल से ज्यादा है

68. कार्बन का हीरे की अवस्था से ग्रेफाइट कार्बन अवस्था में संक्रमण होने की क्रिया में $\Delta H = -453.5\,cal$ है तो यह बिन्दु दर्शाता है [BHU 1981; KCET 1986, 89]

(a) हीरे से ग्रेफाइट रासायनिक रूप से भिन्न होता है

(b) हीरे के समान ग्रेफाइट स्थायी है

(c) हीरे से ग्रेफाइट अधिक स्थायी है

(d) ग्रेफाइट से हीरा अधिक स्थायी है

69. हाइड्रोकार्बनों के दहन में ΔH है [BHU 1981]

(a) ऋणात्मक (b) शून्य

(c) धनात्मक (d) अनिर्धारित

70. $NO_2(g)$ व $N_2O_4(g)$ की मानक संभवन ऊष्मा $kcal\ mol^{-1}$ में क्रमशः 8.0 व 2.0 है तो NO_2 की द्विलकीकरण की ऊष्मा $kcal$ में होगी : $2NO_2(g) = N_2O_4(g)$ [NCERT 1983]

(a) 10.0 (b) – 6.0

(c) – 12.0 (d) – 14.0

71. स्थिर दाब व स्थिर आयतन पर अभिक्रिया $2C_6H_6(l) + 15O_2(g) \rightarrow 12CO_2(g) + 6H_2O(l)$ के लिये अभिक्रिया ऊष्माओं में 25^oC पर kJ में अन्तर है [IIT JEE 1991; Kerala PMT 2004]

(a) –7.43 (b) + 3.72

(c) –3.72 (d) + 7.43

72. C (हीरा) $+C_2(g) \rightarrow CO_2(g); \Delta H = -395\ kJ$

C (ग्रेफाइट) $+O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \Delta H = -393.5\ kJ$

यदि ग्रेफाइट से हीरा बने तो उपरोक्त आँकड़ों से ΔH है [CBSE PMT 1989; BHU 1987]

(a) $-1.5\,kJ$ (b) $+1.5\,kJ$

(c) $+3.0\,kJ$ (d) $-3.0\,kJ$

73. निम्न में से कौनसे संभवन ऊष्मा के मान दर्शाते हैं कि उत्पाद कम स्थायी है [MP PMT 1991]

(a) $-94\,kcal$ (b) $-231.6\,kcal$

(c) $+21.4\,kcal$ (d) $+64.8\,kcal$

74. निम्न में से कौनसा समीकरण मेथेन को बनाने की मानक ऊष्मा (ΔH_f^o) को सही प्रदर्शित करता है [IIT JEE (Screening) 1992]

(a) C(हीरा)$+ 2H_2(g) = CH_4(g)$

(b) C(ग्रेफाइट)$+ 2H_2(g) = CH_4(l)$

(c) C(ग्रेफाइट)$+ 2H_2(g) = CH_4(g)$

(d) C(ग्रेफाइट)$+ 4H = CH_4(g)$

75. निम्न में से किस अभिक्रिया में ऊष्मा परिवर्तन, जल की संभवन ऊष्मा को प्रदर्शित करता है [EAMCET 1991]

(a) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l); \Delta H = -116\,kcal$

(b) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l); \Delta H = -58\,kcal$

(c) $H^+(aq.) + OH^-(aq.) \rightarrow 2H_2O(l); \Delta H = -13.7\,kcal$

(d) $C_2H_2(g) + 2\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$; $\Delta H = -310\,kcal$

76. SiO_2 तथा MgO के संभवन की ऊष्मायें क्रमशः -48.4 तथा $-34.7\,kJ$ हैं। अभिक्रिया $2Mg + SiO_2 \rightarrow 2MgO + Si$ के लिये ऊष्मा होगी [KCET 1990]

(a) $21.16\,kJ$ (b) $-21.10\,kJ$

(c) $-13.62\,kJ$ (d) $13.6\,kJ$

77. निम्न ऊष्मा रासायनिक समीकरणों के आधार पर X का मान बताइये

$H_2O(g) + C(s) \rightarrow CO(g) + H_2(g); \Delta H = 131\,kJ$

$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \Delta H = -282\,kJ$

$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g); \Delta H = -242\,kJ$

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \Delta H = X\,kJ$ [CBSE PMT 1992]

(a) $-393\,kJ$ (b) $-655\,kJ$

(c) $+393\,kJ$ (d) $+655\,kJ$

78. संक्रमण की ऊष्मा, निकलने वाली या अवशोषित होने वाली ऊष्मा होती है। जब एक पदार्थ परिवर्तित होता है [KCET 1984]

(a) ठोस से द्रव में

(b) ठोस से वाष्प में

(c) द्रव से वाष्प में

(d) एक अपररूप से दूसरे अपररूप में

79. अपररूप परिवर्तन को समीकरण C(हीरा)$\rightarrow C$(ग्रेफाइट); द्वारा प्रदर्शित करने पर इसमें एन्थैल्पी परिवर्तन $\Delta H = -1.89\,kJ$ है। कार्बन डाईऑक्साइड को प्राप्त करने के लिये यदि $6\,g$ हीरा तथा $6\,g$ ग्रेफाइट को अलग–अलग जलाया जाये तो पहली स्थिति में मुक्त ऊष्मा होगी [KCET 1988; DPMT 2000]

(a) दूसरी स्थिति से $1.89\,kJ$ कम

(b) दूसरी स्थिति से $1.89\,kJ$ अधिक

(c) दूसरी स्थिति से $11.34\,kJ$ कम

(d) दूसरी स्थिति से $0.945\,kJ$ अधिक

80. किसी ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया के लिये [MP PET 1994; Manipal MEE 1995]

(a) क्रियाफलों का H, अभिकारकों के H से कम होता है

(b) क्रियाफलों का H, अभिकारकों के H से अधिक होता है

(c) क्रियाफलों का H, अभिकारकों के H के बराबर होता है

(d) ΔH हमेशा धनात्मक होता है

81. निम्नलिखित अभिक्रियाओं में से किसमें सर्वाधिक ऊर्जा निकलती है [MP PET 1994]

(a) $F+e^- \rightarrow F^{-1}$ (b) $Cl+e^- \rightarrow Cl^-$

(c) $S+2e^- \rightarrow S^{2-}$ (d) $O+2e^- \rightarrow O^{2-}$

82. $2.0\,gm$ मेथेन को जलाने पर $25\,kcal$ ताप उत्पन्न होता है, मेथेन की दहन ऊष्मा होगी [MP PMT 1994]

(a) $100\,kcal$ (b) $200\,kcal$

(c) $300\,kcal$ (d) $400\,kcal$

83. CH_4 के पूर्ण दहन से प्राप्त होता है [BHU 1995]

(a) CO_2+H_2O (b) CO_2+H_2

(c) $COCl_2$ (d) $CO+CO_2+H_2O$

84. यदि $C_2H_4(g), CO_2(g)$ तथा $H_2O(l)$ की 25^oC और $1\,atm$ दाब पर संभवन एन्थैल्पियाँ क्रमशः 52, –394 और $-286\,kJ\,mol^{-1}$ हों तो $C_2H_4(g)$ की ज्वलन एन्थैल्पी होगी [CBSE PMT 1995; AIIMS 1998; Pb. PMT 1999]

(a) $+1412\,kJ\,mol^{-1}$ (b) $-1412\,kJ\,mol^{-1}$

(c) $+141.2\,kJ\,mol^{-1}$ (d) $-141.2\,kJ\,mol^{-1}$

85. ऑक्सीजन के साथ दहन कर कार्बन तथा कार्बन मोनोक्साइड निम्न अभिक्रियाओं के अनुसार कार्बन डाईऑक्साइड में परिवर्तित होते हैं

$C+O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = -394\,kJ\,mol^{-1}$

$2CO+O_2 \rightarrow 2CO_2; \Delta H = -569\,kJ\,mol^{-1}$

1 मोल कार्बन मोनोक्साइड की संभवन ऊर्जा है [MP PET 1995]

(a) $-219.0\,kJ\,mol^{-1}$ (b) $-109.5\,kJ\,mol^{-1}$

(c) $-175.0\,kJ\,mol^{-1}$ (d) $-87.5\,kJ\,mol^{-1}$

86. अभिक्रिया $H_2+Cl_2 \rightarrow 2HCl+44\,kcal$ में HCl की संभवन ऊष्मा है [MP PMT 1995]

(a) 44 *kcal* (b) 44000 *kcal*

(c) 22 *kcal* (d) 11 *kcal*

87. बिना बुझे चूने पर जब जल डाला जाता है तो अभिक्रिया होती है [MP PMT 1995]

(a) ऊष्माक्षेपी (b) ऊष्माशोषी

(c) विस्फोटक (d) इनमें से कोई नहीं

88. ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया में ΔH होता है [MP PMT 1995; CPMT 1999]

(a) धनात्मक

(b) ऋणात्मक

(c) शून्य

(d) धनात्मक या ऋणात्मक दोनों

89. निम्नलिखित अभिक्रिया $C(s)+2S(s) \rightarrow CS_2(l)$ में ऊष्मा परिवर्तन कहलाता है [MP PMT 1996]

(a) वाष्पीकरण की ऊष्मा (b) विलयन की ऊष्मा

(c) गलन की ऊष्मा (d) संभवन की ऊष्मा

90. नीचे दिये गये आंकड़ों के आधार पर बैंजीन के दहन की एन्थैल्पी का मान होगा

(i) $6C(s)+3H_2(g) \rightarrow C_6H_6(l); \Delta H = +45.9\,kJ$

(ii) $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l); \Delta H = -285.9\,kJ$

(iii) $C(s)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \Delta H = -393.5\,kJ$

(a) + 3172.8 *kJ* (b) – 1549.2 *kJ*

(c) – 3172.8 *kJ* (d) – 3264.6 *kJ*

91. यदि HF तथा HCl के निर्माण की एन्थैल्पी क्रमशः $-161\,kJ$ तथा $-92\,kJ$ है तो निम्न में से कौनसा कथन असत्य है [KCET 2003]

(a) HCl, HF की तुलना में अधिक स्थायी है

(b) HF तथा HCl ऊष्माक्षेपी यौगिक हैं

(c) फ्लोरीन की हाइड्रोजन के लिए बंधुता क्लोरीन की हाइड्रोजन के लिए बंधुता से अधिक होती है

(d) HF, HCl की तुलना में अधिक स्थायी है

92. स्थिर ताप पर अभिक्रिया की ऊष्मा होती है [MP PMT 1997]

(a) $E_P - E_R$ (b) $E_R - E_P$

(c) $H_P - H_R$ (d) $H_R - H_P$

93. ऊष्माशोषी अभिक्रिया में ΔH का मान है [CBSE PMT 1999; AIIMS 1998; BHU 2000; MP PMT 2000]

(a) शून्य (b) धनात्मक

(c) ऋणात्मक (d) स्थिरांक

94. $2.2016\,gm$ ऐसिटल्डिहाइड को O_2 में दहन करने पर $13.95\,kcal$ ऊष्मा प्राप्त होती है, तो CH_3CHO की दहन ऊष्मा (Heat of combustion) ज्ञात करो [Bihar CEE 1995]

(a) 279 *kcal* (b) 972 *kcal*

(c) 27.9 *kcal* (d) 2.79 *kcal*

95. $C+\frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO; \Delta H = -42\,kJ$

$CO+\frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = -24\,kJ$

CO_2 की संभवन ऊष्मा है [CPMT 1996]

(a) – 16 *kJ* (b) + 66 *kJ*

(c) + 16 *kJ* (d) – 66 *kJ*

96. CO_2 के सम्भवन की मानक मोलर एन्थैल्पी का मान है [IIT JEE 1997; BHU 2001]

(a) शून्य

(b) गैसीय कार्बन के दहन की मानक मोलर एन्थैल्पी

(c) CO तथा O_2 की सम्भवन की मानक मोलर एन्थैल्पी का योग

(d) कार्बन (ग्रेफाइट) के दहन की मानक मोलर एन्थैल्पी

97. $C_4H_9OH(l)$ (ब्यूटेनॉल) के पूर्ण दहन में यदि स्थिर आयतन पर ΔE दहन ऊष्मा, ΔH दहन की एन्थैल्पी हो तो [EAMCET 1997]

(a) $\Delta H < \Delta E$

(b) $\Delta H = \Delta E$

(c) $\Delta H > \Delta E$

(d) $\Delta H, \Delta E$ सम्बन्ध में कोई अनुमान नहीं लगाया जा सकता

98. $C+O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = X$

$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = Y$

तब CO की संभवन ऊष्मा होगी [BHU 1997; DPMT 2002]

(a) $X - Y$ (b) $Y - 2X$

(c) $X + Y$ (d) $2X - Y$

99. SO_2 तथा SO_3 की संभवन ऊष्मा का मान $-298.2\,kJ$ तथा $-98.2\,kJ$ है। तब निम्न क्रिया की अभिक्रिया ऊष्मा होगी

$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3$ [BHU 1997; CBSE PMT 2000]

(a) $-200\,kJ$ (b) $-356.2\,kJ$

(c) $+200\,kJ$ (d) $-396.2\,kJ$

100. कार्बन डाइसल्फाइड (l) की मानक संभवन ऊष्मा ज्ञात कीजिए। यदि कार्बन (s), सल्फर (s) तथा कार्बन डाइसल्फाइड (l) की मानक दहन ऊष्मा का मान क्रमशः $-393.3, -293.72$ तथा $-1108.76\,kJ\,mol^{-1}$ है [Roorkee 1989; BHU 1997]

(a) $-128.02\,kJ\,mol^{-1}$ (b) $+12.802\,kJ\,mol^{-1}$

(c) $+128.02\,kJ\,mol^{-1}$ (d) $-12.802\,kJ\,mol^{-1}$

101. किण्वन (Fermentation) अभिक्रिया है [RPMT 1997]

(a) ऊष्माशोषी (b) ऊष्माक्षेपी

(c) समतापी (d) उत्क्रमणीय

102. $8\,gm$, CH_4 को हवा में पूर्ण रूप से दहन किया गया। प्राप्त जल के मोलों की संख्या होगी [Orissa JEE 1997]

(a) 0.5 (b) 1

(c) 2 (d) 18

103. अभिक्रिया $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2C(g) + 3D(g)$ के लिए 27^oC पर ΔE का मान 19.0 *kcal* है तब अभिक्रिया के लिये ΔH का मान होगा $(R = 2.0\,cal\,K^{-1}mol^{-1})$ [Roorkee Qualifying 1998]

(a) 20.8 *kcal* (b) 19.8 *kcal*

(c) 18.8 *kcal* (d) 20.2 *kcal*

104. $BaCl_2(s)$ तथा $BaCl_2.2H_2O(s)$ के विलयन की एन्थैल्पी का मान क्रमशः -20.6 तथा $8.8\,kJ\,mol^{-1}$ है। अभिक्रिया $BaCl_2(s) + 2H_2O \rightarrow$ के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन होगा [Roorkee Qualifying 1998]

(a) 29.4 *kJ* (b) – 11.8 *kJ*

(c) – 20.6 *kJ* (d) – 29.4 *kJ*

105. अभिक्रिया का एन्थैल्पी परिवर्तन निर्भर नहीं करता [AIIMS 1997]

(a) अभिकारक एवं उत्पाद की अवस्था पर

(b) अभिकारक एवं उत्पाद की प्रकृति पर

(c) अलग–अलग मध्यवर्ती अभिक्रियाएं

(d) अभिक्रिया के प्रारंभिक एवं अन्तिम एन्थैल्पी परिवर्तन पर

106. $S + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow SO_3 + 2x\,kcal$

$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3 + y\,kcal$

तब SO_2 की संभवन ऊष्मा ज्ञात करो

[AIIMS 1997; CBSE PMT 1999; KCET 1999]

(a) $2x - y$ (b) $2x + y$

(c) $x + y$ (d) $2x / y$

107. 25^oC पर कार्बन, हाइड्रोजन तथा मेथेन की दहन एन्थैल्पी क्रमशः $-395.5\,kJ\,mol^{-1}$, $-285.8\,kJ\,mol^{-1}$ तथा $-890.4\,kJ\,mol^{-1}$ है इस ताप पर मेथेन की मानक संभवन एन्थैल्पी होगी

[Pb. PMT 1998]

(a) $890.4\,kJ\,mol^{-1}$ (b) $-298.8\,kJ\,mol^{-1}$

(c) $-74.7\,kJ\,mol^{-1}$ (d) $-107.7\,kJ\,mol^{-1}$

108. मेथेनोइक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड के समान आयतन को मिलाया गया यदि जल की संभवन ऊष्मा x है, तो उदासीनीकरण पर उत्सर्जित ऊष्मा होगी [BHU 1998]

(a) x से अधिक (b) x के बराबर

(c) x से दुगुनी (d) x से कम

109. प्रबल अम्ल का प्रबल क्षार द्वारा उदासीनीकरण करने पर H^+ के प्रति मोल उत्पन्न ऊर्जा की मात्रा [BHU 1998]

(a) निर्भर करता है कि कौनसा अम्ल तथा क्षार उपयोग किया गया

(b) निर्भर करता है कि किस ताप पर अभिक्रिया की गई

(c) निर्भर करता है कि कौनसा उत्प्रेरक प्रयोग किया गया

(d) हमेशा समान रहती है

110. जब $0.5g$ गंधक को सल्फर डाइऑक्साइड में दहन किया जाता है तो 4.6 *kJ* ऊष्मा उत्पन्न होती है तो सल्फर डाइऑक्साइड के संभवन की एन्थैल्पी ज्ञात करो

[KCET 1998; AFMC 2001]

(a) + 147.2 *kJ* (b) – 147.2 *kJ*

(c) – 294.4 *kJ* (d) + 294.4 *kJ*

111. जब ऑक्सीजन से साइलेंट विद्युत डिस्चार्ज प्रवाहित किया जाता है तो ओजोन प्राप्त होती है, इस अभिक्रिया में [AFMC 1998]

(a) ऊर्जा उत्पन्न होती है

(b) ऊर्जा अवशोषित होती है

(c) ऑक्सीजन ऊर्जा से भर जाती है

(d) ऑक्सीजन परमाणुओं में वियोजित हो जाती है

112. ग्लूकोज का दहन निम्न अभिक्रिया के अनुसार होता है।

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$, $\Delta H = -72\,kcal$, 1.6 *g* ग्लूकोज के उत्पादन के लिए कितनी ऊर्जा की आवश्यकता होगी (ग्लूकोज का आण्विक द्रव्यमान = 180 *g*) [AFMC 1999]

(a) 0.064 *kcal* (b) 0.64 *kcal*

(c) 6.4 *kcal* (d) 64 *kcal*

113. दिया गया है

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g), \Delta H = -394\,kJ$

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l), \Delta H = 568\,kJ$

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)\ \Delta H = -892\,kJ$

तो CH_4 की संभवन ऊष्मा होगी [DCE 1999]

(a) – 70 *kJ* (b) 71.8 *kJ*

(c) – 244 *kJ* (d) + 782 *kJ*

114. $PCl_5(s)$ की संभवन ऊष्मा निम्न आंकड़ों के आधार पर परिकलित कीजिये

$2P(s)+3Cl_2(g) \rightarrow 2PCl_3(l); \Delta H = -151.8\, kcal$

$PCl_3(l)+Cl_2(g) \rightarrow PCl_5(s); \Delta H = -32.8\, kcal$

[JIPMER 1999]

(a) – 108.7 *kcal* (b) + 108.7 *kcal*
(c) – 184.6 *kcal* (d) + 184.6 *kcal*

115. जब एक प्रबल अम्ल के $50\, cm^3$ को एक क्षार के $50\, cm^3$ के साथ मिलाया जाता है तब ताप में $5^o C$ की वृद्धि होती है। यदि दोनों द्रव के $250\, cm^3$ मिलाये जायें तो ताप में होने वाली वृद्धि होगी [KCET 1999]

(a) $5^o C$ (b) $10^o C$
(c) $25^o C$ (d) $20^o C$

116. $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$;

298 *K* ताप पर ΔH = – 285.8 *kJ*

यदि जल के वाष्पन की मोलर एन्थैल्पी 1 वायुमण्डलीय दाब तथा $25^o C$ पर 44 *kJ* है, तो $25^o C$ पर जल वाष्प के 1 मोल की संभवन मानक एन्थैल्पी होगी [KCET 1999]

(a) – 241.8 *kJ* (b) 241.8 *kJ*
(c) 329.8 *kJ* (d) –329.8 *kJ*

117. यदि 4 *g* आयरन स्थिर दाब पर जलकर फैरिक ऑक्साइड देता है तथा 29.28 *kJ* ऊष्मा उत्सर्जित होती है, तो फैरिक ऑक्साइड के संभवन की एन्थैल्पी क्या होगी (*Fe* का परमाणु भार = 56)

[AIIMS 1999]

(a) – 81.98 *kJ* (b) – 819.8 *kJ*
(c) – 40.99 *kJ* (d) + 819.8 *kJ*

118. जब एक प्रबल अम्ल, प्रबल क्षार या उनके लवण को जल में घोला जाता है तो वे पूरी तरह से आयनित हो जाते हैं। यदि एक प्रबल अम्ल को प्रबल क्षार के साथ मिलाया जाता है तो पहले वाले के H^+ आयन दूसरे वाले के OH^- आयनों के साथ मिलकर जल का निर्माण करते हैं। प्रत्येक जल के अणु के बनने में ऊर्जा मुक्त होती है अर्थात् अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड को मिलाने पर बनने वाले जल के 1 मोल से 13.7 *kcal* ऊष्मा मुक्त होती है। इसी प्रकार सल्फ्यूरिक अम्ल तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड को मिलाने पर बनने वाले जल के 1 मोल से मुक्त ऊष्मा की मात्रा होती है [AMU (Engg.) 1999]

(a) 25.5 *kcal* (b) 8.5 *kcal*
(c) 13.7 *kcal* (d) 34 *kcal*

119. यदि *Fe* के 2.1 *g*, *S* के साथ मिलकर 3.77 *kJ* ऊष्मा उत्पन्न करते हैं। तो *FeS* की संभवन ऊष्मा *kJ/mol* में होगी [AMU (Engg.) 1999]

(a) – 1.79 (b) – 100.5
(c) – 3.77 (d) इनमें से कोई नहीं

120. अभिक्रिया $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl, \Delta H = 194\, kJ$ में HCl की संभवन ऊष्मा है [KCET 2000; AFMC 2000; CPMT 2000]

(a) + 97 *kJ* (b) + 194 *kJ*
(c) – 194 *kJ* (d) – 97 *kJ*

121. एसीटिक अम्ल के $NaOH$ द्वारा उदासीनीकरण की एन्थैल्पी $-50.6\, kJ/mol$. है। एवं एक प्रबल अम्ल और एक प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा – 55.9 *kJ/mol* है तो CH_3COOH के आयनन के लिए ΔH का मान क्या होगा [AIIMS 2000]

(a) + 5.3 *kJ/mol* (b) + 6.2 *kJ/mol*
(c) + 8.2 *kJ/mol* (d) + 9.3 *kJ/mol*

122. निम्न में से किस अम्ल क्षार अभिक्रिया के उदासीनीकरण की ऊष्मा 57.32 *kJ* होगी [JIPMER 2000]

(a) $HNO_3 + LiOH$ (b) $HCOOH + KOH$
(c) $HCl + NH_4OH$ (d) $CH_3COOH + NaOH$

123. यदि 298 K एवं स्थिर दाब निम्न अभिक्रिया के लिए ऊष्मा में परिवर्तन $+7.3\, kcal$ है

$A_2B(s) \rightarrow 2A(s) + 1/2\, B_2(g)$, $\Delta H = +7.3\, kcal$

तो स्थिर आयतन पर ऊष्मा में परिवर्तन होगा [DCE 2000]

(a) 7.3 *kcal* (b) 7.3 से अधिक
(c) शून्य (d) इनमें से कोई नहीं

124. बेंजीन के दहन में उत्पन्न होने वाली ऊष्मा को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है

$C_6H_6(l)+7\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow 3H_2O(l)+6CO_2(g)$

$\Delta H = 781.0\, kcal\ mol^{-1}$

जब 39 *g* बेंजीन का एक खुले पात्र में दहन किया जाता है तो निकलने वाली ऊष्मा की निम्न में से कौनसी मात्रा होगी

[MP PET 2000]

(a) 122.25 *kcal* mol^{-1} (b) 390.5 *kcal* mol^{-1}
(c) 1562.0 *kcal* mol^{-1} (d) 586.75 *kcal* mol^{-1}

125. $H_2(g)+Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g). \Delta H = -44\, kcal$

$2Na(s)+2HCl(g) \rightarrow 2NaCl(s)+H_2(g),\ \Delta H = -152\, kcal$

अभिक्रिया $Na(s)+\frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow NaCl(s)$, के लिये $\Delta H =$

[KCET 2000]

(a) – 108 *kcal* (b) – 196 *kcal*
(c) – 98 *kcal* (d) 54 *kcal*

126. यदि $CO_2(g)$, $CO(g)$ और $H_2O(g)$ के लिए ΔH_f^o क्रमशः –393.5, –110.5 और –241.8*kJ/mol* है। तो अभिक्रिया $CO_2(g)+H_2(g) \rightarrow CO(g)+H_2O(g)$ के लिए मानक एन्थैल्पी परिवर्तन (*kJ* में) क्या होगा [IIT JEE (Screening) 2000]

(a) 524.1 (b) 41.2
(c) – 262.5 (d) – 41.2

127. यदि नीचे दिये गये यौगिकों की समान मात्रा को जल में घोला जाये तो इनमें से कौनसा यौगिक सबसे अधिक ऊष्मा अवशोषित करेगा? इन यौगिकों के विलयन की ऊष्मा प्रत्येक विलेय के साथ $25^o C$ पर *kJ/mole* में कोष्ठक में दी गई है [AMU (Engg.) 2000]

(a) $HNO_3(\Delta H = -33)$ (b) $KCl(\Delta H = +17.64)$
(c) $NH_4NO_3(\Delta H = +25.5)$ (d) $HCl(\Delta H = -74.1)$

128. अभिक्रिया $C + 2S \rightarrow CS_2 + \Delta H$ में ΔH है [AMU (Engg.) 2000]

(a) दहन की ऊष्मा (b) उदासीनीकरण की ऊष्मा
(c) विलयन की ऊष्मा (d) इनमें से कोई नहीं

129. स्थिर दाब तथा 25^oC पर अभिक्रिया $C(s)+2H_2(g)\rightarrow CH_4(g)$ में मेथेन की संभवन ऊष्मा 18500 *cal* है। तो इस अभिक्रिया की ऊष्मा स्थिर आयतन पर होगी [MH CET 2000]

(a) 17904 *cal* (b) 18202 *cal*
(c) 18798 *cal* (d) 19096 *cal*

130. $C_6H_{6(l)}$ के दहन की एन्थैल्पी – 3250 *kJ* है। जब 0.39 *g* बेंजीन को एक खुले पात्र में ऑक्सीजन की अधिकता में जलाया जाता है तो उत्सर्जित ऊष्मा की मात्रा होगी [KCET 2000; AFMC 2000; DCE 2000]

(a) 16.25 *J* (b) 16.25 *kJ*
(c) 32.5 *J* (d) 32.5 *kJ*

131. $C(s)+O_2(g)\rightarrow CO_2;\ \Delta H=-94\,kcal$

$CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow CO_2;\ \Delta H=135.2\,kcal$

तब $CO(g)$ की संभवन ऊष्मा है [DCE 2001]

(a) – 26.4 *kcal* (b) 41.2 *kcal*
(c) 26.4 *kcal* (d) – 229.2 *kcal*

132. HCl और $NaOH$ की उदासीनीकरण की ऊष्मा होगी [MP PET 2001]

(a) शून्य (b) – 57.3 *kJ*
(c) + 57.3 *kJ* (d) इनमें से कोई नहीं

133. नीचे कुछ ऊष्मा रासायनिक अभिक्रियायें दी गई हैं

$M+\frac{1}{2}O_2\rightarrow MO+351.4\,kJ$

$X+\frac{1}{2}O_2\rightarrow XO+90.8\,kJ$

इसका अनुसरण करते हुये अभिक्रिया $M+XO \rightleftharpoons MO+X$ के लिए अभिक्रिया की ऊष्मा होगी [AMU 2001]

(a) 422.2 *kJ* (b) 268.7 *kJ*
(c) – 442.2 *kJ* (d) 260.6 *kJ*

134. स्थिर आयतन और 17^oC पर यदि कार्बन मोनोक्साइड की दहन ऊष्मा – 283.3 *kJ* है, तब स्थिर दाब पर इसकी दहन ऊष्मा होगी $(R=8.314\ J\ \text{degree}^{-1} mol^{-1})$ [CPMT 2001]

(a) – 284.5 *kJ* (b) 284.5 *kJ*
(c) 384.5 *kJ* (d) – 384.5 *kJ*

135. यदि H_2O और H_2O_2 की संभवन ऊष्मायें क्रमशः $-188\,kJ/mole$ तथा $-286\,kJ/mole$. है। तो अभिक्रिया $2H_2O_2\rightarrow 2H_2O+O_2$ के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन होगा [BHU 2001]

(a) 196 *kJ* (b) – 196 *kJ*
(c) 984 *kJ* (d) – 984 *kJ*

136. एथीन और एथाइन के दहन के लिए ΔH के मान क्रमशः – 341.1 और – 310.0*kcal* है। तो निम्न में से कौनसा अच्छा ईंधन होगा [BHU 2001]

(a) C_2H_2 (b) C_2H_4
(c) (a) तथा (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

137. ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया के लिए, साम्य स्थिरांक [JIPMER 2001]

(a) *P* बढ़ने के साथ बढ़ता है
(b) *P* बढ़ने के साथ घटता है
(c) ताप बढ़ने के साथ बढ़ता है
(d) ताप बढ़ने के साथ घटता है

138. 9 *g* जल को वियोजित करने के लिए 142.5 *kJ* ऊष्मा की आवश्यकता होती है। अतः जल के संभवन की एन्थैल्पी है [KCET 2001]

(a) – 142.5 *kJ* (b) + 142.5 *kJ*
(c) – 285 *kJ* (d) + 285 *kJ*

139. यदि 298 *K* पर क्रियाकारक तथा क्रियाफल दोनों गैसें हैं तो 1 मोल बेंजीन के दहन के लिए Δn होगा [Pb. PMT 2001]

(a) 0 (b) 3/2
(c) – 3/2 (d) 1/2

140. यदि $C+O_2\rightarrow CO_2+94.2\,kcal$

$H_2+\frac{1}{2}O_2\rightarrow H_2O+68.3\,kcal$

$CH_4+2O_2\rightarrow CO_2+2H_2O+210.8\,kcal$

तब मेथेन की संभवन ऊष्मा होगी [UPSEAT 2001]

(a) 47.3 *kcal* (b) 20.0 *kcal*
(c) 45.9 *kcal* (d) – 47.3 *kcal*

141. प्रबल अम्ल और प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा है [UPSEAT 2001]

(a) $57.1\,kJ\,mol^{-1}$
(b) $13.7\,kJ\,mol^{-1}$
(c) $13.7\,kcal\,mol^{-1}$ से कम
(d) $13.7\,kcal\,mol^{-1}$ से अधिक

142. एक तंत्र अवस्था *A* से अवस्था *B* में एक पथ द्वारा तथा *B* से *A* में एक दूसरे पथ द्वारा परिवर्तित होता है। यदि E_1 तथा E_2 उनकी संगत आंतरिक ऊर्जाओं में परिवर्तन है तब [Pb. PMT 2001]

(a) $E_1+E_2=-ve$ (b) $E_1+E_2=+ve$
(c) $E_1+E_2=0$ (d) इनमें से कोई नहीं

143. 24 *g C* और 128 *g S* को मिलाने पर निकलने वाली ऊष्मा क्या होगी? यदि निम्न अभिक्रिया के अनुसार परिवर्तन होता है

$C+S_2\rightarrow CS_2;\Delta H=22.0\,kcal$ [MH CET 2001]

(a) 11 *kcal* (b) 32 *kcal*
(c) 44 *kcal* (d) 22 *kcal*

144. जब 0.5 मोल HNO_3 के जलीय विलयन को 0.3 मोल OH^- विलयन के साथ मिश्रित किया जाये तब उत्सर्जित ऊष्मा क्या होगी (उदासीनीकरण की एन्थैल्पी है = 57.1 *kJ*) [Kerala CET 2005]

(a) 28.5 *kJ* (b) 17.1 *kJ*
(c) 45.7 *kJ* (d) 1.7 *kJ*
(e) 2.85 *kJ*

145. एक गैस के सिलेण्डर में 11.2 *kg* ब्यूटेन (C_4H_{10}) होती है। यदि एक सामान्य परिवार के लिए 20000 *kJ* ऊर्जा की आवश्यकता प्रतिदिन

होती है तो वह सिलेण्डर खत्म हो जायेगा – (दिया गया है ब्यूटेन के दहन के लिए $\Delta H = -2658\ kJ$) [AMU (Engg.) 2002]

(a) 20 दिनों में (b) 25 दिनों में
(c) 26 दिनों में (d) 24 दिनों में

146. उच्च संभवन ऊष्मा वाले यौगिक कम स्थायी होते हैं क्योंकि [KCET 2002]

(a) उनके संश्लेषण के लिए उच्च ताप की आवश्यकता होती है
(b) ऐसे यौगिकों के अणु विकृत होते हैं
(c) उनका संश्लेषण कठिन होता है
(d) अधिक ऊर्जा वाली अवस्था अस्थायी होती है

147. मेथेन के दहन से निकलने वाली ऊष्मा को निम्न समीकरण द्वारा दिया गया है

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l);\ \Delta H = -890.3\,kJ$

445.15 kJ दहन ऊष्मा प्राप्त करने के लिए कितने ग्राम मेथेन की आवश्यकता होगी [AMU 2002]

(a) 4 g (b) 8 g
(c) 12 g (d) 16 g

148. यदि $C(s), H_2(g)$ और $CH_4(g)$ की दहन ऊष्माएँ क्रमशः $-94, -68$ और $-213\ kcal/mol$. हैं, तो अभिक्रिया $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ के लिए (ΔH^o) का मान होगा [CBSE PMT 2002]

(a) – 85 $kcal$ (b) – 111 $kcal$
(c) – 17 $kcal$ (d) – 170 $kcal$

149. यदि एक अभिक्रिया के लिए ΔH का मान धनात्मक है तो अभिक्रिया कहलायेगी [BHU 2002]

(a) ऊष्माक्षेपी (b) ऊष्माशोषी
(c) बहुरूपता (Polymorphic) (d) पॉलीट्रॉपिक

150. NH_4OH और HCl के लिए उदासीनीकरण की एन्थैल्पी का संख्यात्मक मान होगा [JIPMER 2002; Kurukshetra CEE 2002]

(a) $57.1\ kJ\ mol^{-1}$ (b) $< 57.1\ kJ\ mol^{-1}$
(c) $> 57.1\ kJ\ mol^{-1}$ (d) शून्य

151. उदासीनीकरण की ऊष्मा सबसे अधिक किसमें होगी [MP PMT 2002]

(a) NH_4OH और CH_3COOH
(b) NH_4OH और HCl
(c) KOH और CH_3COOH
(d) KOH और HCl

152. यदि H_2 अणु के 1 मोल को उच्च ताप तक गर्म किया जाता है तो निम्न अभिक्रिया होती है [Kerala (Med.) 2002]

(a) $H_2(g) + 436\ kJ = H(g) + H(g)$
(b) $H_2(g) + 820\ kJ = 2H_2(g)$
(c) $2H_2(g) + 436\ J = 2H_2$
(d) $H_2 + H_2 = H^+ + H^+$

153. निम्न में से कौनसी अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी नहीं है [MP PET 2002]

(a) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
(b) $C(s) + 2S(s) \rightarrow CS_2(g)$
(c) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$
(d) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

154. कार्बन के दहन पर दो ऑक्साइड CO और CO_2 बनते हैं। यदि CO_2 गैस की संभवन ऊष्मा 94.3 $kcal$ और CO की संभवन ऊष्मा 26.0 $kcal$ है, तो कार्बन की दहन ऊष्मा होगी [JIPMER 2002]

(a) 26.0 $kcal$ (b) – 94.3 $kcal$
(c) 68.3 $kcal$ (d) – 120.3 $kcal$

155. सांद्र HCl के 1 मोल को उदासीन करने के लिये तनु $NaOH$ के X मोल की आवश्यकता होती है और 1 मोल सांद्र H_2SO_4 को उदासीन करने के लिए थोड़े तनु $NaOH$ के Y मोल लगते हैं तब निम्न में से कौनसी अभिक्रिया सत्य है [MH CET 2002]

(a) $Y = \frac{1}{2}X$ (b) $X = \frac{1}{2}Y$
(c) $X = 2Y$ (d) इनमें से कोई नहीं

156. कौनसी अभिक्रिया ΔH_f^o को परिभाषित करती है [IIT -JEE (Screening) 2003]

(a) $C_{(\text{हीरा})} + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
(b) $\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}F_2(g) \rightarrow HF(g)$
(c) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
(d) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

157. यदि NH_4NO_3 के एक ग्राम नमूने को एक बम कैलोरीमीटर में वियोजित किया गया है, तो कैलोरीमीटर का ताप 6.12 K बढ़ जाता है, तो तंत्र की ऊष्मीय क्षमता 1.23 $kJ/g/deg$ है NH_4NO_3 की वियोजन मोलर ऊष्मा होगी [AIIMS 2003]

(a) – 7.53 kJ/mol (b) – 398.1 kJ/mol
(c) – 16.1 kJ/mol (d) – 602 kJ/mol

158. निम्न में से किस एक समीकरण में $\Delta H^o_{\text{react}}$, उत्पाद के लिए ΔH_f^o के बराबर है [CBSE PMT 2003]

(a) $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$
(b) $N_2(g) + O_3(g) \rightarrow N_2O_3(g)$
(c) $CH_4(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow CH_2Cl_2(l) + 2HCl(g)$
(d) $Xe(g) + 2F_2(g) \rightarrow XeF_4(g)$

159. एक अभिक्रिया के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन का मान निर्भर नहीं करता [AIEEE 2003]

(a) क्रियाकारक और क्रियाफलों की भौतिक अवस्था पर
(b) विभिन्न क्रियाकारकों के लिए समान उत्पाद का प्रयोग करने पर
(c) अभिक्रिया के माध्यमिक पदों की प्रकृति पर
(d) प्रयुक्त पदार्थों के प्रारंभिक और अंतिम तापों में अंतर पर

160. $C_{\text{हीरा}} + O_2 \rightarrow CO_2;\ \Delta H = -395.3\,kJ/mole$

$C_{ग्रेफाइट} + O_2 \to CO_2; \Delta H = -393.4\, kJ / mole$

$C_{ग्रेफाइट} \to C_{हीरा}; \Delta H =$ [BHU 2003]

(a) – 3.8 (b) – 1.9
(c) + 3.8 (d) + 1.9

161. 2.8 *kg* एथिलीन के पूर्ण दहन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन का भार क्या है [BVP 2003]

(a) 9.6 *kg* (b) 96.0 *kg*
(c) 6.4 *kg* (d) 2.8 *kg*

162. HCl का $NaOH$, से पूर्ण उदासीनीकरण करने के लिए उदासीनीकरण की ऊष्मा है [MP PET 2003]

(a) $+13.70\, kJ\, mol^{-1}$ (b) $-13.70\, kJ\, mol^{-1}$
(c) $-57.32\, kJ\, mol^{-1}$ (d) $+57.32\, kJ\, mol^{-1}$

163. कार्बन का दहन CO_2 में करने में दहन ऊष्मा $-393.5\, kJ / mol$ है। कार्बन तथा ऑक्सीजन से 35.2 g CO_2 बनाने में उत्पन्न ऊष्मा होगी [UPSEAT 2004]

(a) $+315\, kJ$ (b) $-31.5\, kJ$
(c) $-315\, kJ$ (d) $+31.5\, kJ$

164. निम्न में से कौनसा समीकरण मेथेन की मानक संभवन ऊष्मा (ΔH_f^o) को व्यक्त करता है [UPSEAT 2004]

(a) C (हीरा) $+4H_{(g)} \to CH_{4(g)}$
(b) C (हीरा) $+2H_{2(g)} \to CH_{4(g)}$
(c) C (ग्रेफाइट) $+2H_{2(g)} \to CH_{4(g)}$
(d) C (ग्रेफाइट) $+4H_{(g)} \to CH_{4(g)}$

165. यदि CO_2 की संभवन ऊष्मा $-393\, kJ$ है। तो 0.156 kg CO_2 के बनने में निकलने वाली ऊष्मा की मात्रा है [MH CET 2004]

(a) $-1357.9\, kJ$ (b) $-1275.9\, kJ$
(c) $-1572.0\, kJ$ (d) $-1165.5\, kJ$

166. निम्न में से किस युग्म की उदासीनीकरण की ऊष्मा 13.7 Kcals के बराबर होगी [DCE 2003]

(a) HCl, NH_4OH (b) HNO_3, KOH
(c) $NaOH, CH_3COOH$ (d) H_2SO_4, NH_4OH

167. कार्बन और कार्बन मोनोक्साइड के दहन की एन्थैल्पी क्रमशः –393.5 और –283 *kJ mol* है। कार्बन मोनोक्साइड की प्रति मोल संभवन की एन्थैल्पी है [AIEEE 2004]

(a) $-676.5\, kJ$ (b) $676.5\, kJ$
(c) $110.5\, kJ$ (d) $-110.5\, kJ$

168. 25^oC पर मेथेन के दहन की एन्थैल्पी $890\, kJ$ है। जब $3.2\, g$ मेथेन को हवा में जलाते हैं तो मुक्त ऊष्मा होगी [KCET 2004]

(a) $445\, kJ$ (b) $278\, kJ$
(c) $-890\, kJ$ (d) $178\, kJ$

169. यदि (i) $C + O_2 \to CO_2$, (ii) $C + 1/2 O_2 \to CO$, (iii) $CO + 1/2 O_2 \to CO_2$ अभिक्रियाओं की ऊष्माएँ क्रमशः $Q, -12, -10$ हैं तब $Q =$ [Orissa JEE 2004]

(a) – 2 (b) 2
(c) – 22 (d) – 16

170. 6 मोल ऑक्टेन को हवा में जलाने पर कितनी ऊर्जा मुक्त होगी? दिया है $CO_2(g), H_2O(g)$ और $C_8H_{18}(l)$ के लिए ΔH_f^o क्रमशः – 490,– 240 और + 160 *kJ/mol* है [AIIMS 2004]

(a) – 6.2 *kJ* (b) – 37.4 *kJ*
(c) – 35.5 *kJ* (d) – 20.0 *kJ*

171. दिया गया है : $2Fe + \frac{3}{2} O_2 \to Fe_2O_3, \Delta H = -193.4\, kJ$;

$Mg + \frac{1}{2} O_2 \to MgO, \Delta H = -140.2\, kJ$

तब अभिक्रिया $Mg + Fe_2O_3 \to 3MgO + 2Fe$ के लिए ΔH क्या है [Orissa JEE 2005]

(a) – 1802 *kJ* (b) +1802 *kJ*
(c) – 800 *kJ* (d) + 228 *kJ*

172. $298\, K$ पर $1M\, HCl$ का उदासीनीकरण कास्टिक पोटॉश द्वारा तनु विलयन में कराने पर एन्थैल्पी परिवर्तन (ΔH) होगा [DPMT 2005]

(a) 68 *kJ* (b) 65 *kJ*
(c) 57.3 *kJ* (d) 50 *kJ*

बंध ऊर्जा

1. यदि XY, X_2 एवं Y_2 (सभी द्विपरमाणुक अणु) की बंध वियोजन ऊर्जा 1 : 1 : 0.5 अनुपात में हैं एवं XY के निर्माण के लिये $\Delta_f H$ $-200\, kJ\, mole^{-1}$ है। X_2 की बंध वियोजन ऊर्जा होगी [AIEEE 2005]

(a) $100\, kJ\, mol^{-1}$ (b) $800\, kJ\, mol^{-1}$
(c) $300\, kJ\, mol^{-1}$ (d) $400\, kJ\, mol^{-1}$

2. 25^oC पर 4 ग्राम गैसीय हाइड्रोजन को मुक्त गैसीय परमाणु में वियोजित करने के लिये आवश्यक ऊर्जा 208 kcal है, तो $H-H$ बंध की बंध ऊर्जा होगी [CPMT 1989; MP PET 2000; J & K 2005]

(a) 104 *kcal* (b) 10.4 *kcal*
(c) 1040 *kcal* (d) 104 *cal*

3. मेथेन से मेथिल मूलक बनाने में प्रयुक्त बन्ध वियोजन ऊर्जा की तुलना में टॉलुईन से बैन्जिल मूलक बनाने में प्रयुक्त बंध वियोजन ऊर्जा होती है [IIT 1994]

(a) कम (b) अधिक
(c) बराबर (d) इनमें से कोई नहीं

4. निम्न में से किस बन्ध की औसत बन्ध ऊर्जा (*kcal/mol*) सबसे अधिक है [CPMT 1994]

(a) $S = O$ (b) $C \equiv C$
(c) $C \equiv N$ (d) $N \equiv N$

5. गैसीय H_2, Cl_2 तथा HCl की बन्ध वियोजन ऊर्जाएँ क्रमशः 104, 58 तथा 103 *kcal* हैं। HCl गैस के निर्माण की एन्थैल्पी होगी

[MP PET 1997; MP PMT 1999, 2001]

(a) – 44 *kcal* (b) 44 *kcal*
(c) – 22 *kcal* (d) 22 *kcal*

6. यदि *Li* के लिए प्रथम आयनन ऊर्जा 5.4 *eV* है और *Cl* की इलेक्ट्रॉन बंधुता 3.61*eV* है। अभिक्रिया $Li(g)+Cl(g)\rightarrow Li^{+}+Cl^{-}$ के लिए ΔH (*kJ/mol* में) क्या होगा (यदि परिणामी आयन एक दूसरे से नहीं जुड़ते हों) $(1\,eV=1.6\times10^{-19}\,J)$ [MP PMT 2000, 03]

(a) 70 (b) 100
(c) 170 (d) 270

7. दिया गया है $C(g)+4H(g)\rightarrow CH_4(g); \Delta H=-166\,kJ$
$C-H$ की बंध ऊर्जा होगी [AMU 2002]

(a) 208 *kJ/mole* (b) – 41.6 *kJ/mole*
(c) 832 *kJ/mole* (d) इनमें से कोई नहीं

8. $H-H$ बंध की बंध ऊर्जा 430 *kJ mol* है और $Cl-Cl$ की बंध ऊर्जा $240\,kJ\,mol^{-1}$ है HCl के लिए $\Delta H\ -90\,kJ$ हो तो $H-Cl$ की बंध ऊर्जा लगभग है [BVP 2003]

(a) $180\,kJ\,mol^{-1}$ (b) $360\,kJ\,mol^{-1}$
(c) $213\,kJ\,mol^{-1}$ (d) $425\,kJ\,mol^{-1}$

9. यदि मेथेन और एथेन की एन्थैल्पी क्रमशः 320 और 360 कैलोरी है तो $C-C$ बंध ऊर्जा होगी [UPSEAT 2003]

(a) 80 कैलोरी (b) 40 कैलोरी
(c) 60 कैलोरी (d) 120 कैलोरी

10. यदि $H-H$, $Br-Br$ और HBr की बंध ऊर्जाएँ क्रमशः 433, 192 और 364 $kJ\,mol^{-1}$ है। अभिक्रिया $H_2(g)+Br_2(g)\rightarrow 2HBr(g)$ के लिए ΔH^o है [CBSE PMT 2004]

(a) + 261 *kJ* (b) – 103 *kJ*
(c) – 261 *kJ* (d) + 103 *kJ*

मुक्त ऊर्जा एवं कार्य फलन

1. साम्यावस्था पर उत्क्रमणीय अभिक्रिया के लिए मुक्त ऊर्जा परिवर्तन है [NCERT 1984; Kurukshetra CEE 1998; AMU 1999]

(a) उच्च धनात्मक (b) कम ऋणात्मक
(c) कम धनात्मक (d) 0 (शून्य)

2. स्वतः परिवर्तन में मुक्त ऊर्जा परिवर्तन ΔG है [MNR 1983; BHU 1981, 95; AMU 1999; DCE 2000, 01; BHU 2000; MP PMT 2003]

(a) धनात्मक
(b) ऋणात्मक
(c) शून्य
(d) धनात्मक या ऋणात्मक कोई भी हो सकता है

3. मुक्त ऊर्जा परिवर्तन का ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है कि

(a) अभिक्रिया पूर्णतः की ओर स्वतः चलेगी
(b) अभिक्रिया अस्वतः है
(c) तन्त्र साम्यावस्था में है
(d) अभिक्रिया संभावित नहीं होगी

4. ΔG तथा ΔH में संबंध है [MP PMT 1994, 95, 97; AFMC 1997; Kurukshetra CEE 1998]

(a) $\Delta H=\Delta G-T\,\Delta S$ (b) $\Delta G=\Delta H-T\,\Delta S$
(c) $T\,\Delta S-\Delta G=\Delta H$ (d) $\Delta H=T\,\Delta G+\Delta S$

5. 300 *K* ताप पर स्वतः होने वाली अभिक्रिया के लिए ऊष्मागतिक चरों के मान निम्न होंगे [Roorkee 1999]

(a) $\Delta G^o=-400\ kJ\ mol^{-1}$
(b) $\Delta H^o=200\ kJ\ mol^{-1},\ \Delta S^o=-4\ JK^{-1}mol^{-1}$
(c) $\Delta H^o=-200\,kJ\,mol^{-1},\ \Delta S^o=4\ JK^{-1}mol^{-1}$
(d) $\Delta H^o=200\ J\,mol^{-1},\ \Delta S^o=40\ JK^{-1}mol^{-1}$

6. $\Delta G=\Delta H-T\Delta S$ समीकरण किसके द्वारा प्रस्तुत किया गया [MP PMT 2000; KCET 2002]

(a) बोल्ट्जमैन (b) फैराडे
(c) गिब्स–हेल्महोल्ट्ज (d) थॉमसन

7. $NaCl$ के साथ Ag^{+} आयनों की अवक्षेपण क्रिया के लिए कौनसा कथन सत्य है [CPMT 1988]

(a) अभिक्रिया का ΔH शून्य है
(b) अभिक्रिया की ΔG शून्य है
(c) अभिक्रिया का ΔG ऋणात्मक है
(d) $[\Delta G]=[\Delta H]$

8. स्थिर दाब और ताप पर किसी रासायनिक अभिक्रिया के संपन्न होने की दिशा उस तरफ होती है जहाँ कम मात्रा में होती है

(a) एण्ट्रॉपी (b) एन्थैल्पी
(c) गिब्स मुक्त ऊर्जा (d) इनमें से कोई नहीं

9. एक समतापीय प्रक्रम में, किसी आदर्श गैस के गिब्स मुक्त ऊर्जा की दाब पर निर्भरता को निम्न द्वारा व्यक्त किया जाता है [MP PET 1996]

(a) $\Delta G_T=nRT\ln\frac{P_2}{P_1}$ (b) $\Delta G_T=nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$
(c) $\Delta G_T=nRT\log\frac{P_1}{P_2}$ (d) $\Delta G_T=nRT\log\frac{V_2}{V_1}$

10. $H_2O(l)\rightarrow H_2O(g); P=1\,atm$, $T=373\,K$ परिवर्तन के लिये मुक्त ऊर्जा परिवर्तन $\Delta G=0$ है। इससे ज्ञात होता है कि

(a) $H_2O(l)$ तथा $H_2O(g)$ साम्यावस्था में है
(b) जल $373\,K$ पर स्वतः उबलता है
(c) जल $373\,K$ पर स्वतः नहीं उबलता है
(d) जल वाष्प $373\,K$ पर स्वतः संघनित होती है

11. जल का $1.0\,mole$ 100^oC तथा $1\,atm$ दाब पर जब 100^oC तथा $1\,atm$ दाब पर भाप में परिवर्तित होता है तो मुक्त ऊर्जा परिवर्तन, ΔG कितनी है [MP PET/PMT 1998]

(a) $540\,cal$ (b) $-9800\,cal$
(c) $9800\,cal$ (d) $0\,cal$

12. यदि अभिक्रिया $X+Y \rightleftharpoons Z$ के लिए ΔG^o का मान – 4.606 *kcal* है। तो 227^oC पर अभिक्रिया के साम्य स्थिरांक का मान होगा $(R = 2.0\, cal.mol^{-1}K^{-1})$ [Roorkee 1999]
(a) 100 (b) 10
(c) 2 (d) 0.01

13. N_2O_4 के NO_2 में विघटन की मानक एन्थैल्पी का मान 58.04 *kJ* तथा इस अभिक्रिया की मानक एन्ट्रॉपी 176.7 *J/K* है। तो 25^oC पर इस अभिक्रिया के लिए मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन क्या होगा [AIIMS 1999]
(a) 539 *kJ* (b) – 539 *kJ*
(c) – 5.39 *kJ* (d) 5.39 *kJ*

14. एक रासायनिक अभिक्रिया की स्वतः प्रवर्तिता किसमें ऋणात्मक परिवर्तन से निश्चित होती है [MP PET 2001]
(a) आंतरिक ऊर्जा में (b) एन्थैल्पी में
(c) एन्ट्रॉपी में (d) मुक्त ऊर्जा में

15. 25^oC पर एक अभिक्रिया के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन तथा एन्ट्रॉपी परिवर्तन क्रमशः $-11.7\times10^3\, J\, mol^{-1}$ तथा $-105\, J\, mol^{-1}K^{-1}$ हैं, तो गिब्स मुक्त ऊर्जा क्या होगी [BHU 2001]
(a) 15.05 *kJ* (b) 19.59 *kJ*
(c) 2.55 *kJ* (d) 22.55 *kJ*

16. बॉर्न-हैबर चक्र का उपयोग किसकी गणना में किया जाता है [UPSEAT 2001]
(a) क्रिस्टल ऊर्जा (b) इलेक्ट्रॉन बंधुता
(c) जालक ऊर्जा (d) सभी

17. गिब्स मुक्त ऊर्जा *(G)*, एन्थैल्पी *(H)* और एन्ट्रॉपी *(S)* को किस समीकरण द्वारा संबंधित किया गया है [MP PMT 2002]
(a) $G = H + TS$ (b) $G = H - TS$
(c) $G - TS = H$ (d) $G = S = H$

18. अभिक्रिया की सुगमता के लिए आवश्यक शर्त है [JIPMER 2002]
(a) अभिक्रिया को ऊष्माक्षेपी होना चाहिए
(b) उत्पाद की एन्ट्रॉपी क्रियाकारक की एन्ट्रॉपी से अधिक होना चाहिए
(c) अभिक्रिया मुक्त ऊर्जा में कमी के साथ होनी चाहिए
(d) अभिक्रिया की सक्रियण ऊर्जा उच्च होना चाहिए

19. एक अभिक्रिया में मुक्त ऊर्जा परिवर्तन तथा संबंधित साम्य स्थिरांक K_c के बीच सही सम्बन्ध है [AIEEE 2003]
(a) $\Delta G = RT \ln K_c$ (b) $-\Delta G = RT \ln K_c$
(c) $\Delta G^o = RT \ln K_c$ (d) $-\Delta G^o = RT \ln K_c$

20. एक अनुत्क्रमणीय प्रक्रम जो कि स्थिर ताप और दाब पर हो रहा है और जिसमें केवल दाब आयतन कार्य किया जा रहा है। उसमें गिब्स मुक्त ऊर्जा (dG) और एन्ट्रॉपी में परिवर्तन (dS) निम्न में से किसके द्वारा संतुष्ट होते हैं [AIEEE 2003]
(a) $(dS)_{V,E} < 0, (dG)_{T,P} < 0$
(b) $(dS)_{V,E} > 0, (dG)_{T,P} < 0$
(c) $(dS)_{V,E} = 0, (dG)_{T,P} = 0$
(d) $(dS)_{V,E} = 0, (dG)_{T,P} > 0$

21. 298 *K* पर ग्रेफाइट और हीरे का घनत्व क्रमशः 2.25 और 3.31 *g cm* है। यदि मानक मुक्त ऊर्जा अंतर (ΔG^o) 1895 $J\, mol^{-1}$ है तो 298 *K* ताप पर दाब क्या होगा जिस पर ग्रेफाइट, हीरे में परिवर्तित हो जायेगा [CBSE PMT 200
(a) $9.92\times10^5\, Pa$ (b) $9.92\times10^8\, Pa$
(c) $9.92\times10^7\, Pa$ (d) $9.92\times10^6\, Pa$

22. निम्न अभिक्रियाओं के लिए मुक्त ऊर्जा परिवर्तन नीचे दिया गया है

$$C_2H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l); \Delta G^o = -1234\, kJ$$

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)\ \Delta G^o = -394\, kJ$$

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)\ \Delta G^o = -237\, kJ$$

अभिक्रिया $H_2(g) + 2C(s) \rightarrow C_2H_2(g)$ के लिए मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन क्या है [Kerala (Med.) 2002]
(a) – 209 *kJ* (b) – 2259 *kJ*
(c) + 2259 *kJ* (d) 209 *kJ*

23. अभिक्रिया $A + B \equiv C + D$ के लिए 300 *K* पर प्रजातियों की साम्य सांद्रताएँ क्रमशः 3, 5, 10 और 15 $mole\ L^{-1}$ हैं तो अभिक्रिया के लिए ΔG है [Pb. PMT 2004]
(a) 13.81 (b) – 1381.8
(c) – 138.18 (d) 1391.6

24. गिब्स मुक्त ऊर्जा को परिभाषित किया जाता है [Pb. CET 2001]
(a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ (b) $\Delta G = \Delta H + \frac{T}{\Delta S}$
(c) $\Delta H = \Delta G - T\Delta S$ (d) $\Delta G = \Delta H + T.C_p$

25. 298 *K* पर अमोनिया के ऑक्सीकरण के लिए मानक एन्थैल्पी और मानक एन्ट्रॉपी परिवर्तन क्रमशः $-382.64\, kJ\, mol^{-1}$ और $-145.6\, JK^{-1}mol^{-1}$ है। उसी अभिक्रिया के लिए 298 *K* पर मानक गिब्स ऊर्जा परिवर्तन है [CBSE PMT 2004]
(a) – 439.3 kJ mol^{-1} (b) – 523.2 $kJ\, mol^{-1}$
(c) – 221.1 $kJ\, mol^{-1}$ (d) – 339.3 $kJ\, mol^{-1}$

26. एक सेल की स्वतः प्रवर्तिता के लिए कौनसा तथ्य सत्य है [Orissa JEE 2004]
(a) $\Delta G = 0, \Delta E = 0$
(b) $\Delta G = -ve, \Delta E = 0$
(c) $\Delta G = +ve, \Delta E = +ve$
(d) $\Delta G = -ve, \Delta E = +ve$

27. 1000^oC पर एक अभिक्रिया जिसका $\Delta H = 31400\ cal$ $\Delta S = 32\, cal\, K^{-1}\, mol^{-1}$ है उसकी मुक्त ऊर्जा है [Orissa JEE 2005]
(a) – 9336 *cal* (b) – 7386 *cal*
(c) –1936 *cal* (d) + 9336 *cal*

28. एक वायुमंडलीय दाब पर एक अभिक्रिया के लिए ΔH और ΔS के मान क्रमशः +30.558 *kJ* और $0.066\, kJk^{-1}$ हैं। वह ताप जिस पर

मुक्त ऊर्जा परिवर्तन शून्य हो और उससे निम्न ताप पर अभिक्रिया की प्रकृति होगी [Kerala CET 2005]

(a) 483 *K*, स्वतः (b) 443 *K*, अस्वतः

(c) 443 *K*, स्वतः (d) 463 *K*, अस्वतः

(e) 463 *K*, स्वतः

Critical Thinking
Objective Questions

1. ठोसों की सतह पर गैसों का अधिशोषण सामान्यतः ऊष्माक्षेपी है क्योंकि [IIT JEE (Screening) 2004]

(a) एन्थैल्पी धनात्मक है (b) एन्ट्रॉपी घटती है

(c) एन्ट्रॉपी बढ़ती है (d) मुक्त ऊर्जा बढ़ती है

2. एक आदर्श गैस के दो मोल को $300\,K$ पर समतापीय तथा उत्क्रमणीय रूप से 1 लीटर से 10 लीटर तक प्रसारित किया गया। इस प्रक्रम के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन (kJ में) होगा [IIT JEE (Screening) 2004]

(a) 11.4 *kJ* (b) –11.4 *kJ*

(c) 0 *kJ* (d) 4.8 *kJ*

3. प्रबल अम्ल के विरूद्ध प्रबल क्षार की उदासीनीकरण की ऊष्मा स्थिर एवं किसके बराबर है [EAMCET 1980; AFMC 1989; DPMT 1991; MP PET 1999; BHU 1999; MP PMT 1995]

(a) 13.7 *kcal* (b) 57 *kJ*

(c) $5.7\times10^4\ J$ (d) सभी सही हैं

4. जब 36.5 *gm* HCl और 40 *gm* $NaOH$ उदासीनीकरण के समय क्रिया करते हैं तो उत्पन्न ऊष्मा का मान [NCERT 1984; CPMT 1993]

(a) 76.5 *kcal* (b) 13.7 *kcal*

(c) 13.7 *kcal* से अधिक (d) 108 kcal

5. जब एक गैस का रूद्धोष्म प्रसार किया जाता है तो यह ठंडी हो जाती है क्योंकि [DCE 2002]

(a) गतिज ऊर्जा के खोने से

(b) ताप कम होने से

(c) वेग कम होने से

(d) कार्य करने में ऊर्जा प्रयुक्त होने से

6. एक निकाय की निहित ऊष्मा कहलाती है

(a) आन्तरिक ऊर्जा (b) एन्ट्रॉपी

(c) मुक्त ऊर्जा (d) एन्थैल्पी

7. एक आदर्श गैस के उत्क्रमणीय समतापीय प्रसार के समय किये गये कार्य की मात्रा की गणना जूल में करने के लिए आयतन को निम्न में व्यक्त करना पड़ेगा [KCET (Med.) 2001]

(a) केवल m^3 (b) केवल dm^3

(c) केवल cm^3 (d) इनमें में से कोई भी

8. एक समदाबीय प्रक्रम में द्विपरमाण्विक गैस के लिए तंत्र को दी गई ऊष्मा (dQ) तथा तंत्र द्वारा किये गये कार्य (dW) का अनुपात है [AFMC 2002]

(a) 1 : 1 (b) 7 : 2

(c) 7 : 5 (d) 5 : 7

9. एथिलीन के 50.00 *ml* की अभिक्रिया 50.00 ml H_2 के साथ 1.5 atm दाब पर कराने से एन्थैल्पी परिवर्तन $\Delta H = -0.31\,kJ$ है। ΔE का मान होगा [DPMT 2004]

(a) –0.3024 *kJ* (b) 0.3024 *kJ*

(c) 2.567 *kJ* (d) –0.0076 *kJ*

10. $NaOH$ (ठोस) के जल में विलयन की एन्थैल्पी $-41.6\,kJ\,mol^{-1}$ है। जब $NaOH$ को जल में विलेय किया जाता है तो जल का ताप [UPSEAT 2004]

(a) बढ़ता है

(b) घटता है

(d) परिवर्तित नहीं होता

(d) अनियमित रूप से परिवर्तित होता है

11. निम्न में से किसकी एन्ट्रॉपी घटती है [CPMT 1988, 94; MP PMT 2000]

(a) विलयन से सुक्रोज का क्रिस्टलीकरण

(b) लोहे में जंग लगना

(c) बर्फ का गलना

(d) कपूर का वाष्पीकरण

12. C (ग्रेफाइट) $\rightarrow$ C (हीरा) के परिवर्तन में ΔS है [MP PMT 2001; MP PET 2003]

(a) शून्य (b) धनात्मक

(c) ऋणात्मक (d) ज्ञात नहीं

13. एक अभिक्रिया के लिए $\Delta H = 9.08\,kJ\,mol^{-1}$ और $\Delta S = 35.7\,JK^{-1}mol^{-1}$ है। इस अभिक्रिया के लिए निम्न में से कौनसा कथन सत्य है [AMU (Engg.) 2000]

(a) उत्क्रमणीय और समतापीय

(b) उत्क्रमणीय और ऊष्माक्षेपीय

(c) स्वतः (स्वैच्छिक) और ऊष्माशोषी

(d) स्वतः और ऊष्माक्षेपी

14. किसी अभिक्रिया के स्वतः चालित होने के लिये आवश्यक है, ऋण होना [CBSE PMT 1995]

(a) $(\Delta H - T\Delta S)$ का (b) $(\Delta H + T\Delta S)$ का

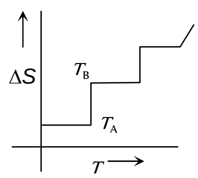
(c) ΔH का (d) ΔS का

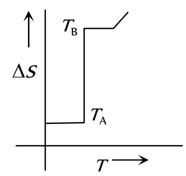
15. ब्रह्माण्ड की समस्त ऊर्जा निश्चित है लेकिन [AMU (Engg.) 1999]

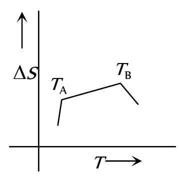
(a) अव्यवस्था बढ़ रही है (b) प्रकाश बढ़ रहा है

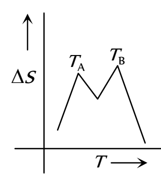
(c) द्रव्य बढ़ रहा है (d) गुरूत्व घट रहा है

16. यदि एक दिये गये पदार्थ के लिए गलनांक T_B तथा हिमांक T_A है। तब एन्ट्रॉपी परिवर्तन तथा ताप के बीच किस ग्राफ द्वारा सही परिवर्तन प्रदर्शित किया गया है [DCE 2001]

(a)


(b)






(c) (d)

17. ऊष्माशोषी अभिक्रिया में एन्थैल्पी परिवर्तन (ΔH) का मान है [Pb. CET 2001]

(a) धनात्मक (b) ऋणात्मक

(c) शून्य (d) इनमें से कोई नहीं

18. निम्न में से किसकी एन्ट्रॉपी प्रति मोल अधिकतम होगी [MP PMT 2004]

(a) $SO_2Cl_2(s)$ (b) $SO_2Cl_2(g)$

(c) $SO_2Cl_2(l)$ (d) $SO_2(g)$

19. यदि Al_2O_3 तथा Cr_2O_3 के निर्माण की एन्थैल्पी क्रमशः $-1596\ kJ$ तथा $-1134\ kJ$ हैं तो अभिक्रिया $2Al + Cr_2O_3 \rightarrow 2Cr + Al_2O_3$ के लिए ΔH होगा [KCET 2003]

(a) $-2730\ kJ$ (b) $-462\ kJ$

(c) $-1365\ kJ$ (d) $+2730\ kJ$

20. स्थिर आयतन पर अभिक्रिया ऊष्मा को किस उपकरण में मापित करते हैं

(a) बम कैलोरीमीटर (b) कैलोरीमीटर

(c) पिकनोमीटर (d) पायरोमीटर

21. निम्नलिखित में से किस गैस की दहन की ऊष्मा उच्चतम होगी

(a) मेथेन (b) एथेन

(c) एथिलीन (d) एसीटिलीन

22. बम कैलोरीमीटर में अभिक्रिया के लिए ऊर्जा की मात्रा की माप है [AIIMS 1991]

(a) ΔG (b) ΔH

(c) ΔE (d) $P\Delta V$

23. यदि ऊष्माशोषी अभिक्रिया के लिए एन्थैल्पी ΔH *kJ/mole* में हो तो अभिक्रिया की न्यूनतम सक्रियण ऊर्जा होगी [IIT JEE 1992; MP PET 1993]

(a) ΔH से कम (b) शून्य

(c) ΔH से अधिक (d) ΔH के बराबर

24. प्रबल अम्ल की प्रबल क्षार से उदासीनीकरण की ऊष्मा बराबर है [MP PET 1993; BCECE 2005]

(a) + 57.32 *J* (b) – 57.32 *kJ*

(c) + 13.7 *J* (d) – 13.7 *kJ*

25. एक बेकमैन थर्मामीटर का उपयोग निम्न के मापन में किया जाता है [Kurukshetra CEE 2002]

(a) उच्च ताप (b) निम्न ताप

(c) सामान्य ताप (d) सभी ताप

26. निकाय का ताप 1 *K* बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को कहते हैं [AIEEE 2002]

(a) विशिष्ट ऊष्मा (b) तापीय क्षमता

(c) जल तुल्यांक (d) इनमें से कोई नहीं

27. यांत्रिक कार्य विशेष रूप से उस तंत्र में महत्वपूर्ण होता है जिसमें होता है [Kerala (Med.) 2002]

(a) ठोस–द्रव (b) द्रव–द्रव

(c) ठोस–ठोस (d) अमलगम

(e) गैसें

28. "एक यौगिक को तत्वों में विघटित करने के लिए प्रदान की गई ऊष्मा की मात्रा तत्वों से यौगिक के निर्माण के समय उत्सर्जित ऊर्जा के बराबर होगी।" यह कथन जाना जाता है

(a) हैस नियम

(b) जूल नियम

(c) ली–शातालिये सिद्धान्त

(d) लेवोजियर एवं लाप्लास नियम

29. हैस नियम सम्बन्धित है [BHU 1979]

(a) अभिक्रिया ऊष्मा के परिवर्तन से

(b) अभिक्रिया के वेग से

(c) साम्यावस्था स्थिरांक से

(d) गैस के आयतन पर दाब के प्रभाव से

30. निम्न में से किस अभिक्रिया में ΔH और ΔE बराबर नहीं हैं [IIT JEE 1995]

(a) $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$

(b) $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$

(c) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

(d) $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightleftharpoons NaCl_{(aq)} + H_2O$

31. जब 1.89 *g* बेंजोइक अम्ल को 25^oC पर एक बम कैलोरीमीटर में जलाया जाता है, तो ऊष्मा मुक्त होती है तब यह 18.94 *kg* जल का ताप 0.632^oC बढ़ा देता है, यदि 25^oC पर जल की विशिष्ट ऊष्मा 0.998 *cal/g-deg* है। तो बेंजोइक अम्ल की दहन ऊष्मा का मान होगा [CPMT 1999; BHU 2000]

(a) 771.1 *kcal* (b) 871.2 *kcal*

(c) 881.1 *kcal* (d) 981.1 *kcal*

32. एक काल्पनिक अभिक्रिया $A \rightarrow B$ के लिए अग्र तथा पश्च अभिक्रिया की सक्रियण ऊर्जायें क्रमशः 19 *kJ/mole* तथा 9 *kJ/mole* है। तब अभिक्रिया की ऊष्मा है [CBSE PMT 2000]

(a) 28 *kJ* (b) 19 *kJ*

(c) 10 *kJ* (d) 9 *kJ*

33. HCN का $NaOH$ द्वारा उदासीनीकरण की एन्थैल्पी का मान $-12.13\,kJ\,mol^{-1}$ है। HCN के आयनन की एन्थैल्पी का मान होगा [BHU 1997]

(a) 4.519 *kJ* (b) 45.10 *kJ*

(c) 451.9 *kJ* (d) 45.19 *kJ*

34. ऊष्मागतिकी में, एक उपक्रम उत्क्रमणीय कहलाता है, जब [AIIMS 2001]

(a) वातावरण और तंत्र एक दूसरे में परिवर्तित होते हैं

(b) तंत्र और वातावरण के बीच कोई सीमा नहीं है

(c) वातावरण, तंत्र के साथ हमेशा साम्य में रहता है

(d) तंत्र, वातावरण में स्वतः परिवर्तित हो जाये

35. निम्न में से कौनसी इकाई ऊर्जा की सबसे अधिक मात्रा को व्यक्त करती है [AMU 2001]

(a) कैलोरी (b) जूल

(c) अर्ग (d) इलेक्ट्रॉन वोल्ट

36. निम्नलिखित में से किसकी बन्ध ऊर्जा अधिकतम होगी

[MP PMT 1990]

(a) F_2 (b) Cl_2

(c) Br_2 (d) I_2

37. $C_{(\text{ग्रेफाइट})} + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

$\Delta H = -94.05\ kcal\ mol^{-1}$

$C_{(\text{हीरा})} + O_2(g) \rightarrow CO_2(g);\ \Delta H = -94.50\ kcal\ mol^{-1}$

इसलिए [DPMT 2001]

(a) $C_{(\text{ग्रेफाइट})} \rightarrow C_{(\text{हीरा})}$; $\Delta H^o_{298\,K} = -450\ cal\,mol^{-1}$

(b) $C_{(\text{हीरा})} \rightarrow C_{(\text{ग्रेफाइट})}$; $\Delta H^o_{298\,K} = +450\ cal\,mol^{-1}$

(c) ग्रेफाइट स्थायी अपररूप है

(d) हीरा ग्रेफाइट से कठोर है

38. यदि दो यौगिक x और y की संभवन ऊष्मायें क्रमशः – 84 kJ और – 156 kJ है। तो निम्न में से कौनसा कथन सही है [CBSE PMT 2001]

(a) x, y से अधिक स्थायी है

(b) x, y से कम स्थायी है

(c) x और y दोनों अस्थायी हैं

(d) x और y दोनों ऊष्माशोषी यौगिक हैं

39. अभिक्रिया शुष्क बर्फ $\longrightarrow CO_2(g)$ के लिए [KCET 2000]

(a) ΔH धनात्मक है जबकि $\Delta\rho$ ऋणात्मक है

(b) ΔH तथा $\Delta\rho$ दोनों ही ऋणात्मक हैं

(c) ΔH तथा $\Delta\rho$ दोनों ही धनात्मक हैं

(d) ΔH ऋणात्मक है जबकि $\Delta\rho$ धनात्मक है

40. 0^oC पर जल के 3 मोल को पिघलाने के लिए ΔG^o है [MP PMT 2001]

(a) शून्य (b) धनात्मक

(c) ऋणात्मक (d) कुछ कहा नहीं जा सकता

41. $298\,K$ पर अभिक्रिया का साम्य स्थिरांक 5×10^{-3} है तथा $1000\,K$ पर 2×10^{-5} है तो अभिक्रिया के लिए ΔH का चिन्ह होगा [Pb. CET 1998]

(a) $\Delta H = 0$ (b) ΔH ऋणात्मक है

(c) ΔH धनात्मक है (d) इनमें से कोई नहीं

42. निम्न में से किसका गलन ताप न्यूनतम है [MP PET 2003]

(a) नेफ्थैलीन (b) हीरा

(c) $NaCl$ (d) Mn

43. अभिक्रिया पर विचार करो

$C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g), \Delta H = -x\ kcal$

$C(g) + 4H(g) \rightarrow CH_4(g), \Delta H = -x_1\ kcal$

$CH_4(g) \rightarrow CH_3(g) + H(g), \Delta H = +y\ kcal$

$C-H$ बन्ध की बन्ध ऊर्जा है [JIPMER 1997]

(a) $y\ kcal\ mol^{-1}$ (b) $x_1\ kcal\ mol^{-1}$

(c) $x/4\ kcal\ mol^{-1}$ (d) $x_1/4\ kcal\ mol^{-1}$

44. $N\equiv N, H-H$ तथा $N-H$ बन्धों की बन्ध ऊर्जायें क्रमशः $945, 436$ तथा $391\,kJ\ mole^{-1}$ हैं। निम्न अभिक्रिया की एन्थैल्पी है $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

[EAMCET 1992; JIPMER 1997]

(a) $-93\,kJ$ (b) $102\,kJ$

(c) $90\,kJ$ (d) $105\,kJ$

45. किसी सैल के लिये ΔG तथा E में सम्बन्ध है $\Delta G = -nFE$; सैल अभिक्रिया स्वतः होगी यदि [MP PET 1995]

(a) G ऋणात्मक हो (b) G धनात्मक हो

(c) E ऋणात्मक हो (d) E धनात्मक हो

46. निम्न में से कौनसा कथन सही नहीं है [AMU (Engg.) 2002]

(a) जब ΔG ऋणात्मक है, तो उपक्रम स्वतः होगा

(b) जब ΔG शून्य है, तो उपक्रम साम्य अवस्था में होगा

(c) जब ΔG धनात्मक है, तो उपक्रम स्वतः नहीं होगा

(d) इनमें से कोई नहीं

47. 298 K पर यदि $C-H, C-C,\ C=C$ और $H-H$ बंधों की बंध ऊर्जायें क्रमशः 414, 347, 615 और 435 $kJ\ mol^{-1}$ है, तब 298 K ताप पर अभिक्रिया $H_2C=CH_2(g) + H_2(g) \rightarrow H_3C-CH_3(g)$ के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन का मान होगा [AIEEE 2003]

(a) + 250 kJ (b) – 250 kJ

(c) + 125 kJ (d) – 125 kJ

48. समीकरण $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow HCl$ ($\Delta H_{298} = -22060\ kcal$) का अर्थ है [CMC Vellore 1991]

(a) 25^oC पर 22.060 $kcal$ ऊष्मा अवशोषित है जब एक ग्राम अणु HCl का उसके तत्वों से निर्माण होता है

(b) 298 K पर 22.060 $kcal$ ऊष्मा उत्सर्जित होती है जब एक ग्राम अणु HCl का उसके तत्वों से निर्माण होता है

(c) 25^oC एवं एक वायुमण्डल दाब पर 22.060 $kcal$ ऊष्मा अवशोषित होती है जब एक परमाणु हाइड्रोजन का क्लोरीन के एक परमाणु से क्रिया करके एक अणु HCl का बनाता है

(d) जब एक ग्राम तुल्यांक HCl उसके अवयवी तत्वों से 298 K पर बनता है तो 22.060 $kcal$ ऊष्मा अवशोषित होती है

(e) HCl के एक अणु की नैज ऊष्मा 22.060 $kcal$ है जोकि एक परमाणु हाइड्रोजन तथा एक परमाणु क्लोरीन की नैज ऊष्मा की अपेक्षा अधिक है

49. $H_2O(g)$ अणु का वियोजन इस प्रकार होता है

(i) $H_2O(g) \rightarrow H(g) + OH(g); \Delta H = 490\ kJ$

(ii) $OH(g) \rightarrow H(g) + O(g); \Delta H = 424\ kJ$

जल की औसत आबन्ध ऊर्जा (kJ में) कितनी है

(a) 490 (b) 424
(c) 914 (d) 914/2

50. जब $0.2\,N\,H_2SO_4$ के $50cm^3$ को $1\,N\,KOH$ के $50cm^3$ के साथ मिलाया जाता है तो मुक्त ऊष्मा है [KCET 2004]

(a) 11.46 kJ (b) 57.3 kJ
(c) 573 kJ (d) 573 J

51. ऑटोमोबाइल में निम्न अभिक्रिया होती है $2C_8H_{18}(g)+25O_2(g)\rightarrow 16CO_2(g)+18H_2O(g)$. तब $\Delta H, \Delta S$ तथा ΔG का चिन्ह होगा [CBSE PMT 1994; KCET 1999]

(a) +, –, + (b) –, +, –
(c) –, +, + (d) +, +, –

52. $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(l), \Delta H=-285.8\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta S=-0.163\,kJ\,mol^{-1}K^{-1}$. उपरोक्त अभिक्रिया के लिए 27^oC पर मुक्त ऊर्जा परिवर्तन का मान क्या होगा [KCET 1999]

(a) $-236.9\,kJ\,mol^{-1}$ (b) $-281.4\,kJ\,mol^{-1}$
(c) $-334.7\,kJ\,mol^{-1}$ (d) $+334.7\,kJ\,mol^{-1}$

AR Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रक्कथन (Assertion) के वक्तव्य के पश्चात कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही है और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है
(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नहीं देता है
(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है
(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत है
(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है।

1. प्रक्कथन : गैसीय ऑक्सीजन अणुओं के बनने की एन्थैल्पी $298\,K$ पर, $1atm$ से कम दाब पर शून्य होती है।
कारण : गैसीय ऑक्सीजन अणुओं की संभवन एन्थैल्पी समान परिस्थितियों में शून्य होती है। [AIIMS 1996]

2. प्रक्कथन : बर्फ छूने पर हमें ठंडा लगता है।
कारण : बर्फ जल की ठोस अवस्था है। [AIIMS 1999]

3. प्रक्कथन : बर्फ की एण्ट्रॉपी जल से कम होती है।
कारण : बर्फ की संरचना पिंजरे जैसी होती है। [AIIMS 2000]

4. प्रक्कथन : एक आदर्श गैस द्वारा निर्वात के विरूद्ध समतापीय प्रसार करने में अवशोषित ऊष्मा शून्य होती है।
कारण : एक आदर्श गैस के अणुओं द्वारा घेरा गया आयतन शून्य होता है। [AIIMS 2002]

5. प्रक्कथन : किसी पदार्थ की आंतिरक ऊर्जा के परम मानों को ज्ञात नहीं किया जा सकता।
कारण : किसी पदार्थ की घटक ऊर्जाओं के सटीक मानो को ज्ञात करना असंभव है। [AIIMS 2002]

6. प्रक्कथन : द्रव्यमान और आयतन विस्तृत गुण है।
कारण : द्रव्यमान / आयतन भी एक विस्तृत प्राचल है। [AIIMS 2002]

7. प्रक्कथन : जल के वाष्पन की मोलर एण्ट्रॉपी एथेनॉल से अलग होती है।
कारण : जल एथेनॉल से अधिक ध्रुवीय है।

8. प्रक्कथन : 1 atm और 373 K पर जल के एक मोल के वाष्पन के लिए आंतरिक ऊर्जा में वृद्धि शून्य होती है।
कारण : सभी समतापीय प्रक्रमों के लिए $\Delta E=0$ [AIIMS 2003]

9. प्रक्कथन : अभिक्रिया $N_2(g)+O_2(g)\rightleftharpoons 2NO(g)$ के लिए ΔH और ΔE लगभग समान होते हैं।
कारण : सभी क्रियाकारक और क्रियाफल गैसें हैं। [AIIMS 2003]

10. प्रक्कथन : प्रबल अम्ल और प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की एन्थैल्पी हमेशा समान होती है।
कारण : उदासीनीकरण जल के संभवन की ऊष्मा है। [AIIMS 1996]

11. प्रक्कथन : जीरोथ (Zeroth) नियम को तापीय साम्य के नियम के रूप में भी जानते हैं।
कारण : दो वस्तुऐं यदि किसी तीसरे के साथ तापीय साम्य में है तो वे सभी एक दूसरे से तापीय साम्य में होंगे।

12. प्रक्कथन : ऐसी कोई अभिक्रिया ज्ञात नहीं है जिसका ΔG धनात्मक हो, यद्यपि यह स्वतः क्रिया है।
कारण : प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए ΔG ऋणात्मक है।

13. प्रक्कथन : परक्लोरिक अम्ल ($HClO_4$) और $NaOH$ के उदासीनीकरण की ऊष्मा HCl और $NaOH$ की उदासीनीकरण ऊष्मा के समान है।
कारण : HCl और $HClO_4$ दोनों ही प्रबल अम्ल है।

14. प्रक्कथन : स्थिर ताप और स्थिर आयतन पर एक अभिक्रिया द्वारा अवशोषित ऊष्मा $-\Delta G$ है।
कारण : अभिक्रिया को स्वतः प्रवर्तित होने के लिए ΔG ऋणात्मक होना चाहिए।

15. प्रक्कथन : T, P तथा V चर हैं या अवस्था फलन।
कारण : इनके मान तंत्र की अवस्था पर निर्भर करते हैं और तंत्र किस प्रकार पहुँचा है।

16. प्रक्कथन : आंतरिक ऊर्जा एक विस्तृत गुण है।
कारण : आंतरिक ऊर्जा तंत्र की मात्रा पर निर्भर करती है।

17. प्रक्कथन : दहन अभिक्रियाओं के लिए ΔH हमेशा ऋणात्मक होता है।
कारण : दहन अभिक्रियाएँ हमेशा ऊष्माशोषी होती हैं।

18. प्रक्कथन : एक समतापीय उत्क्रमणीय प्रक्रम के लिए $Q = -w$ अर्थात् प्रक्रम द्वारा किया गया कार्य प्रक्रम द्वारा अवशोषित ऊष्मा के बराबर होता है।

कारण : समतापीय प्रक्रम के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन (ΔH) शून्य होता है।

19. प्रक्कथन : ग्रेफाइट के संभवन की एन्थैल्पी शून्य होती है परंतु हीरे की शून्य नहीं होती।

कारण : सर्वाधिक स्थायी अपररूप के संभवन की एन्थैल्पी शून्य मानी जा सकती है।

20. प्रक्कथन : यदि रेफ्रिजरेटर का दरवाजा खुला रखा जाये तो कमरा ठन्डा हो जाता है।

कारण : रेफ्रिजरेटर के अंदर रखा सामान ठंडा बना रहता है।

21. प्रक्कथन : किसी प्राथमिक पदार्थ की मानक अवस्था में एन्थैल्पी व एन्ट्रॉपी शून्य मानी जाती है।

कारण : परम शून्य डिग्री पर घटक कण पूरी तरह से गतिहीन हो जाते हैं।

22. प्रक्कथन : यदि प्रक्रम अपने वातावरण से ऊष्मा का आदान प्रदान नहीं करता तो प्रक्रम रूद्धोष्म कहलाता है।

कारण : इसमें प्रक्रम के ताप में वृद्धि या कमी नहीं होती है।

Answers

आधारभूत धारणा

1	b	2	d	3	b	4	c	5	c
6	d	7	d	8	c	9	c	10	c
11	d	12	d	13	a	14	c	15	b
16	b	17	d	18	a	19	b	20	b
21	d	22	b	23	c	24	c	25	d
26	c	27	c	28	c				

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम तथा हैस का नियम

1	d	2	b	3	a	4	b	5	c
6	a	7	c	8	a	9	b	10	d
11	b	12	c	13	c	14	c	15	b
16	b	17	c	18	b	19	c	20	a
21	c	22	c	23	a	24	a	25	b
26	a	27	a	28	a	29	bc	30	c
31	b	32	c	33	b	34	a	35	c
36	b	37	c	38	b	39	d	40	c
41	d	42	a	43	c	44	a	45	c
46	c	47	b	48	c	49	d	50	b
51	a	52	d	53	b	54	c	55	a
56	b	57	d	58	d				

ऊष्मागतिकी का द्वितीय और तृतीय नियम तथा एण्ट्रॉपी

1	c	2	d	3	d	4	b	5	b
6	d	7	a	8	d	9	b	10	c
11	c	12	c	13	d	14	d	15	c
16	b	17	d	18	a	19	a	20	a
21	d	22	c	23	a	24	d	25	c
26	d	27	c	28	b	29	c	30	b
31	b	32	d	33	d	34	a	35	c
36	b	37	c	38	a	39	c	40	c
41	c	42	c	43	c	44	d	45	b
46	a	47	c	48	d	49	d	50	c
51	c	52	b	53	a	54	c	55	c
56	c	57	a	58	b	59	d	60	b
61	b	62	d	63	a	64	c	65	a
66	c	67	b	68	b				

अभिक्रिया की ऊष्मा

1	b	2	b	3	d	4	d	5	d
6	b	7	c	8	a	9	b	10	a
11	bcd	12	a	13	d	14	b	15	c
16	a	17	b	18	a	19	b	20	c
21	c	22	a	23	d	24	c	25	c
26	b	27	b	28	b	29	a	30	c
31	a	32	a	33	d	34	b	35	b
36	a	37	a	38	d	39	b	40	b
41	c	42	c	43	b	44	b	45	b
46	b	47	a	48	c	49	e	50	b
51	a	52	b	53	c	54	c	55	b
56	c	57	c	58	d	59	c	60	b
61	d	62	c	63	b	64	a	65	b
66	b	67	a	68	c	69	a	70	d
71	a	72	b	73	d	74	c	75	b
76	b	77	a	78	d	79	d	80	a
81	b	82	b	83	a	84	b	85	b
86	c	87	a	88	b	89	d	90	d
91	a	92	c	93	b	94	a	95	d
96	d	97	c	98	a	99	c	100	c
101	b	102	c	103	d	104	d	105	c
106	a	107	c	108	d	109	d	110	c
111	a	112	b	113	a	114	a	115	a
116	a	117	b	118	c	119	b	120	a
121	a	122	a	123	d	124	b	125	b
126	b	127	c	128	d	129	d	130	b
131	d	132	b	133	d	134	a	135	a
136	a	137	d	138	c	139	d	140	b
141	c	142	d	143	c	144	b	145	c
146	d	147	b	148	c	149	b	150	b
151	d	152	a	153	b	154	b	155	b
156	b	157	a	158	d	159	c	160	d
161	a	162	c	163	c	164	c	165	c
166	b	167	d	168	d	169	c	170	b
171	a	172	c						

बन्ध ऊर्जा

1	b	2	a	3	a	4	d	5	c
6	c	7	b	8	d	9	b	10	b

मुक्त ऊर्जा एवं कार्य फलन

1	d	2	b	3	a	4	b	5	acd
6	c	7	c	8	c	9	a	10	a
11	d	12	a	13	d	14	d	15	b
16	d	17	b	18	c	19	d	20	b
21	b	22	d	23	b	24	a	25	d
26	d	27	a	28	d				

Critical Thinking Questions

1	b	2	c	3	d	4	b	5	b
6	d	7	d	8	b	9	a	10	a
11	a	12	c	13	c	14	a	15	a
16	a	17	a	18	d	19	b	20	a
21	b	22	c	23	c	24	b	25	b
26	b	27	e	28	d	29	a	30	c
31	a	32	c	33	d	34	ac	35	a
36	b	37	c	38	b	39	c	40	a
41	b	42	a	43	a	44	a	45	d
46	d	47	d	48	b	49	d	50	d
51	b	52	a						

Assertion & Reason

1	b	2	b	3	b	4	c	5	a
6	b	7	b	8	a	9	b	10	a
11	a	12	d	13	a	14	e	15	c
16	a	17	c	18	b	19	a	20	e
21	c	22	c						

AS Answers and Solutions

आधारभूत धारणा

1. (b) एक आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा केवल ताप का एक फलन होती है।

2. (d) चक्रीय प्रक्रम में, एक तंत्र दी गई अवस्थाओं की कई विधियों से गुजरता है लेकिन अंत में अपनी प्रारंभिक अवस्था में लौट आता है।

4. (c) समतापीय उत्क्रमणीय चक्र के लिए $\Delta E = 0$

5. (c) विलगित प्रक्रम में अपने वातावरण से ना तो द्रव्य का आदान–प्रदान संभव है और ना ही ऊर्जा का।

9. (c) यह कैलोरी मान की परिभाषा है।

11. (d) जब एक वास्तविक गैस को छिद्रित प्लग में से बलपूर्वक कम दाब वाले क्षेत्र में भेजा जाता है। तो यह पाया गया कि प्रसारण के कारण कम दाब की तरफ गैस ठंडी हो जाती है ताप कम करने की घटना जब एक गैस को उच्च दाब वाले क्षेत्र से कम दाब वाले क्षेत्र में रुद्धोष्म तरीके से प्रसारित किया जाता है तो इसे जूल थॉमसन प्रभाव कहते हैं।

12. (d) समतापीय उत्क्रमणीय प्रक्रम में आदर्श गैस का आयतन स्थिर होता है और $\Delta E = 0$ और $\Delta H = \Delta E = 0$

13. (a) संपीडक को अपने वातावरण को ज्यादा ऊष्मा देने के लिए लंबे समय तक चलना पड़ता है।

14. (c) यह जूल–थॉमसन प्रभाव पर आधारित है।

15. (b) एन्थैल्पी एक विस्तृत गुण है।

16. (b) एक समआयतनिक प्रक्रम के लिए $dV = 0$

17. (d) एक विलगित तंत्र की कुल ऊर्जा स्थिर होती है।

18. (a) समआयतनिक प्रक्रम के लिए $\Delta V = 0$ इसलिए $q_V = \Delta E$ अर्थात् स्थिर आयतन पर तंत्र को दी गई ऊष्मा ΔE को बढ़ाने में प्रयुक्त होती हैं।

19. (b) तंत्र की ऊर्जा जितनी कम होगी उतना ही वह स्थायी होगा।

20. (b) ऐसे फलन जिनके मान केवल तंत्र की अवस्था पर निर्भर करते हैं, अवस्था फलन कहलाते हैं।

21. (d) रुद्धोष्म प्रक्रम के लिए $q = 0$

22. (b) द्रव्यमान/आयतन एक सघन गुण है।

23. (c) आयतन एक सघन गुण नहीं है।

24. (c) एक विलगित तंत्र में अपने वातावरण से ना तो ऊष्मा का आदान प्रदान होता है ना ही द्रव्य का।

25. (d) ΔQ एक अवस्था फलन नहीं है।

26. (c) रुद्धोष्म प्रक्रम के लिए $\Delta Q = 0$

27. (c) कार्य एक अवस्थाफलन नहीं है, एक प्रक्रम के दौरान इसका मान निर्धारित पथ पर निर्भर करता है
एन्थैल्पी, आंतरिक ऊर्जा और एन्ट्रॉपी का मान अवस्था पर निर्भर करता है ना कि इस अवस्था को पाने के लिए निर्धारित पथ पर, इसलिये ये अवस्था फलन है।

28. (c) पृष्ठ तनाव एक सघन गुण है जो कि तंत्र में उपस्थित पदार्थ की मात्रा पर निर्भर नहीं करता।

ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम तथा हैस का नियम

1. (d) ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम द्रव्यमान और ऊर्जा के संरक्षण के नियम के नाम से भी जाना जाता है।

2. (b) CO से CO_2 का बनना एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है। तंत्र से ऊष्मा निकलती है अर्थात् ऊर्जा कम होती है। अतः ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएँ तंत्र की एन्थैल्पी कम होने पर स्वतः होती हैं अतः
$\Delta E > \Delta H$

4. (b) $\Delta H = \Delta E + P\Delta V$.

5. (c) $\Delta n_g = 1 - \frac{3}{2} = \frac{-1}{2}$, Δn_g ऋणात्मक है अतः $\Delta H < \Delta E$

6. (a) बम कैलोरीमीटर का उपयोग कार्बनिक यौगिकों की दहन ऊष्मा को ज्ञात करने के लिए होता है, जिसमें एक सील्ड दहन कक्ष जिसे बम कहते हैं, होता है। यदि यह प्रक्रम सील्ड कंटेनर में होता है जहाँ प्रसार या संकुचन नहीं होता तो $w = 0$
और $\Delta U = q, \Delta U < 0, w = 0$

9. (b) $\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$
चूँकि $\Delta n = -2$
तब $\Delta H = \Delta E - 2RT$

10. (d) यदि $\Delta n = -ve$ तब $\Delta H < \Delta E$

12. (c) हैस का नियम, ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का अनुप्रयोग हैं।

13. (c) स्थिर P या T पर
$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT \Rightarrow \Delta n = n_p - n_R = 2 - 4 = -2$
$\therefore \Delta H < \Delta U$.

16. (b) यह एक दहन अभिक्रिया है, $\Delta H = -ve$

17. (c) एक आदर्श गैस के समतापीय प्रसार के दौरान $\Delta T = 0$
$\Delta H = \Delta E + P\Delta V = \Delta E + nR\Delta T = 0 + 0 = 0$.

18. (b) $W = 2.303\ nRT \log \frac{V_2}{V_1}$
$= 2.303 \times 1 \times 8.314 \times 10^7 \times 298 \log \frac{20}{10}$
$= 298 \times 10^7 \times 8.314 \times 2.303 \log 2$.

20. (a) $25^\circ C$ या $298K$ पर सभी तत्वों की मानक अवस्था में एन्थैल्पी शून्य होती है।

21. (c) $\Delta E_V = E_P - E_R$

22. (c) $\Delta E = q + w$

23. (a) $\Delta E = 0$, उत्क्रमणीय समतापीय प्रक्रमों के लिए।

25. (b) हैस के नियम में प्रारंभिक, क्रियाकारक व अंतिम उत्पाद दोनों होते हैं।

26. (a) स्थिर ताप व दाब पर आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है।

27. (a) ΔE ताप के साथ बढ़ती है।

28. (a) $\Delta H = \Delta E + W$ या $\Delta H = \Delta E + P\Delta V$

29. (b,c) प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा $-13.7\,kcal$ के बराबर होती है।

30. (c) $-W = +2.303\, nRT \log \frac{p_1}{p_2}$

$-W = 2.303 \times 1 \times 2 \times 300 \log \frac{10}{1} = 1381.8\, cal.$

31. (b) जूल–थॉमसन प्रसार समएन्थैल्पी है।

32. (c) यहॉं $\Delta n = 0$ इसलिए $\Delta E = \Delta H$

33. (b) रुद्धोष्म प्रक्रम के लिए यदि $q = 0$, $q = \Delta E - W$ तब $\Delta E = W$

34. (a) इस अभिक्रिया के लिए $\Delta n = 0$ तब $\Delta E = \Delta H.$

35. (c) जैसा कि तंत्र बंद व रोधित है अतः ना तो ऊष्मा आ सकती है और ना ही तंत्र को छोड़ सकती है। अर्थात्

$q = 0$; $\therefore \Delta E = Q + W = W$

37. (c) $\Delta H - \Delta E = \Delta nRT$; $\Delta n = -3$

अतः $\Delta H - \Delta E = -3RT$

38. (b) हैस के नियमानुसार अभिक्रिया की ऊष्मा क्रियाकारकों की प्रारंभिक व अंतिम अवस्था पर निर्भर करती है।

39. (d) $\Delta H - \Delta E = \Delta nRT$

$2NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

$\Delta n = 2$

40. (c) इस अभिक्रिया के लिए $\Delta n = 0$ अतः $\Delta E = \Delta H$

41. (d) $W = 0$ सत्य नहीं हैं।

42. (a) $W = 2.303\, nRT \log \frac{P_2}{P_1}$

$= 2.303 \times 1 \times 2 \times 300 \log \frac{10}{2} = 965.84$

स्थिर ताप पर $\Delta E = 0.$

$\Delta E = q + w$; $q = -w = -965.84\, cal$.

43. (c) $q = 40\, J$

$w = -8\, J$ (तंत्र द्वारा किया गया कार्य)

$\Delta E = q + w = 40 - 8 = 32\, J$.

44. (a) हम जानते हैं कि $\Delta E = Q + W = 600 + (-300) = 300\, J$

$W = 300$, क्योंकि तंत्र द्वारा कार्य किया गया है।

45. (c) दिया गया है

$P_1 = 10\, atm$, $P_2 = 1\, atm$, $T = 300\, K$, $n = 1$

$R = 8.314\, J/K/mol$

अब $W = 2.303\, nRT \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$ का उपयोग करके

$= 2.303 \times 1 \times 8.314 \times 300 \log_{10} \frac{1}{10}$

$W = 5744.1$ जूल।

46. (c) हम जानते हैं कि एक गैस की आंतरिक ऊर्जा उसके ताप और दाब पर निर्भर करती है। अतः यदि एक गैस स्थिर ताप और दाब पर प्रसारित होती है तो इसकी आंतरिक ऊर्जा समान रहती है।

47. (b) $PCl_5(g) \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

इस अभिक्रिया के लिए $\Delta ng = 2 - 1 = 1$

Δng धनात्मक है अतः यहॉं गैस के मोलों में वृद्धि होगी तब

$\Delta H > \Delta E$

48. (c) एन्थैल्पी (H) को आंतरिक ऊर्जा के योग के रूप में परिभाषित किया जा सकता है $E + PV$, $H = E + PV$.

49. (d) $(CH_3)_2C = CH_2(g) + 6O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 4H_2O(l)$

$\Delta ng = 4 - 6 = -2$ (अतः ऋणात्मक)

हम जानते हैं कि $\Delta H = \Delta E + \Delta ngRT$

$= \Delta E - (\Delta ng)RT$ $(\because \Delta ng = -ve)$

$\therefore \Delta H < \Delta E$

50. (b) दिये गये मोल =1

प्रारंभिक ताप $= 27^o C = 300\, K$

तंत्र द्वारा किया गया कार्य $= 3\, KJ = 3000\, K$

यह ऋणात्मक होगा क्योंकि तंत्र द्वारा कार्य किया गया है स्थिर आयतन पर ऊष्माधारिता $(Cv) = 20\, J/k$

हम जानते हैं कि किया गया कार्य

$W = -nC_V(T_2 - T_1)$; $3000 = -1 \times 20\, (T_2 - 300)$

$3000 = -20T_2 + 6000$

$20T_2 = 3000$; $T_2 = \frac{3000}{20} = 150\, K$

51. (a) एक तंत्र की आंतरिक ऊर्जा एक अवस्था फलन है और विस्तृत गुण है और उस पथ से मुक्त होती है जिसके द्वारा इसको प्राप्त किया गया है।

52. (d) $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

इस अभिक्रिया के लिए $\Delta ng = 2 - 1 = 1$

Δng धनात्मक है अतः यहाँ गैस के मोलों में वृद्धि होगी तब $\Delta H > \Delta E$

53. (b) $2C + O_2 \rightarrow 2CO$; $\Delta H = -220\, KJ$

यह अभिक्रिया कार्बन के पूर्ण दहन को व्यक्त नहीं करती इसलिए कार्बन की दहन ऊष्मा $110\, kJ$ के बराबर नहीं होगी। ΔH का ऋणात्मक चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है। अभिक्रिया स्वतः होते हुए भी, इसे प्रारंभ करना पड़ता है।

54. (c) $W = -P\Delta V = -1 \times 10^5 (1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3})$

$= -1 \times 10^5 \times 9 \times 10^{-3} = -900\, J$

55. (a) आंतरिक ऊर्जा का सटीक मान ज्ञात नहीं किया जा सकता क्योंकि इसमें पदार्थ के दिए गये द्रव्यमान से बने अणु की सभी ऊर्जाएँ जैसे संक्रमण, कंपन, घूर्णन आदि निहित होती है। प्रत्येक अणु के नाभिक तथा इलेक्ट्रॉन की गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा तथा वे अणु जिस ढंग से जुड़े हुए हैं उसकी गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा

$E = E_{\text{संक्रमण}} + E_{\text{घूर्णन}} + E_{\text{कम्पन्न}}$

अतः हम कह सकते हैं कि आंतरिक ऊर्जा आंशिक स्थितिज व आंशिक गतिज होती है।

56. (b) $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$; $\Delta n_g = 2 - 2 = 0$

$\Delta H = \Delta E + \Delta n_g RT$; $\Delta H = \Delta E + 0$; $\Delta H = \Delta E$

57. (d) $W = -p\Delta V$; $W = -3 \times (6 - 4)$

$W = -6 \times 101.32$ $(\therefore 1\, L\, atm = 101.32\, J)$

$W = -608\ J$

58. (d) $A(s) + 3B(g) \rightarrow 4C(s) + D(l)$

$\Delta ng = 0 - 3 = -3$; $\Delta H = \Delta E + \Delta ngRT$ $[\because \Delta E = \Delta U]$

$\therefore \Delta H = \Delta U + (-3)(RT)$

$\Delta H = \Delta U - 3(RT)$; $\Delta H = \Delta U - 3RT$

ऊष्मागतिकी का द्वितीय व तृतीय नियम तथा एण्ट्रॉपी

2. (d) जब $\Delta S = +ve$ तब परिवर्तन स्वतः होता है।
3. (d) ऊष्मा सदैव उच्च ताप से निम्न ताप की ओर बहती है।
4. (b) क्रिया न करने वाली गैसों को मिलाने पर यादृच्छिकता बढ़ती है इसलिए एण्ट्रॉपी भी बढ़ जाती है।
5. (b) यदि एक विलगित तंत्र को अनुत्क्रमणीय व समतापीय रूप से किया जाता है तो तंत्र की एण्ट्रॉपी बढ़ती है।
6. (d) $\Delta S^o = 2S^o_{HCl} - (S^o_{H_2} + S^o_{Cl_2})$

$= 2 \times 186.7 - (130.6 + 223.0) = 19.8\ JK^{-1}mol^{-1}$

9. (b) रुद्धोष्म प्रसार के लिए $q = 0$ तब संबंध के अनुसार $\Delta S = \frac{q}{T}, \Delta S = 0$
10. (c) यह ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम है।
11. (c) गैसों की एण्ट्रॉपी सर्वाधिक होती है।
12. (c) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

स्वतः प्रक्रम के लिए ΔG ऋणात्मक होना चाहिए तथा विकल्प (3) में $\Delta H = -ve$ और $\Delta S = +ve$ तब

$\Delta G = (-ve) - T(+ve) = -ve$

15. (c) उत्क्रमणीय अभिक्रिया के लिए चिन्ह बदल जायेगा।
16. (b) ठोस $\longrightarrow$ गैस, ΔS सर्वाधिक है।
17. (d) धनात्मक ΔH और ऋणात्मक ΔS दोनों अभिक्रिया का विरोध करते हैं।
18. (a) $\Delta S_{vap} = 186.5 / 373 = 0.5\ JK^{-1}\ mol^{-1}$
20. (a) जब $\Delta H = -ve$, $\Delta S = +ve$ और $\Delta G = -ve$ तब अभिक्रिया स्वतः होती है।
21. (d) ऊष्माशोषी अभिक्रिया के लिए ΔS बढ़ जाता है।
22. (c) एण्ट्रॉपी परिवर्तन की गणना स्थिर ताप और दाब दोनों पर की जा सकती है।
23. (a) जब एण्ट्रॉपी का मान अधिक हो तो कार्य करने की क्षमता अधिकतम होती है।
24. (d) साम्य पर $\Delta G = 0$

अतः $0 = \Delta H - T\Delta S$ या $\Delta H = T\Delta S$

25. (c) $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T} = \frac{37.3\ KJ\ mol^{-1}}{373\ K}$

$= 0.1\ kJ\ mol^{-1}\ K^{-1} = 100\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$.

26. (d) ठोस $\rightarrow$ द्रव ΔS में वृद्धि होती है।
27. (c) यदि $\Delta S = +ve$ है तब प्रक्रम स्वतः होगा।
28. (b) $\Delta S = +ve$ तब तंत्र अधिक अव्यवस्थित होगा।
29. (c) क्योंकि ठोस $\rightarrow$ ठोस, ΔS समान है और ΔH $-ve$ है।
30. (b) $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T} = \frac{386}{298} = 1.2\, kJ$.
31. (b) प्रक्रम (a) और (c) गैसीय प्रजाति के मोलों की संख्या बढ़ने पर होते हैं और इसलिए अव्यवस्था या एण्ट्रॉपी बढ़ जाती है। (b) का दाब बढ़ाने पर अव्यवस्था या यादृच्छिकता घट जाती है। और एण्ट्रॉपी भी घट जाती है (d) प्रक्रम ऊष्माशोषित है तथा ΔS धनात्मक है।
32. (d) यह ऊष्मागतिकी के तृतीय नियम का कथन है।
33. (d) आदर्श गैस के समतापीय प्रसार के लिए, $\Delta E = 0$
34. (a) $\Delta S_{vap} = \frac{(900 \times 18)}{373} = 43.4\ JK^{-1}\ mol^{-1}$.
35. (c) अशुद्धता बढ़ने से मिश्रण की एण्ट्रॉपी बढ़ती है।
37. (c) यदि $\Delta H = +ve$ तथा $\Delta S = -ve$ तब अभिक्रिया अस्वतः होगी अर्थात यह हो नहीं सकता है।
38. (a) $T_2 = 150 + 273 = 423\ K$

$T_1 = 25 + 273 = 298\ K$

$Q = 500\ K$

$\frac{W}{Q} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$; $W = 500\left(\frac{423 - 298}{423}\right) = 147.7\ J$.

39. (c) ऊष्मागतिकी के तृतीय नियमानुसार।
40. (c) जब $\Delta H = +ve$ और $\Delta S = -ve$ तो अभिक्रिया अस्वतः है।
41. (c) $T_m = \frac{\Delta H_{\text{गलन}}}{\Delta S_{\text{गलन}}} = \frac{9.2}{0.008} = 1150\ K$.
42. (c) यहाँ : आयतन में परिवर्तन

$(V) = 500 - 300 = 200\, cc = 0.2$ लीटर

दाब $(P) = 0.6\, atm$ और मुक्त ऊष्मा (q) = 10J

किया गया कार्य,

$(W) = P\Delta V = (0.2 \times 0.6) = 0.12$ लीटर $-atm$

लेकिन 1 लीटर $-atm = 101.3\ J$

इसलिये $W = 0.12 \times 101.3 = 12.156\ J$, हम जानते हैं कि ऊष्मा मुक्त हो रही है अतः यह ऋणात्मक होगी, अतः $\Delta E = q + W = -10 + 12.16 = 2.16\ J$

43. (c) CO_2 का निर्माण

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$

$\Delta S^o = 213.5 - 5.690 - 205 = 2.81\ JK^{-1}$

45. (b) $H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$

हम जानते हैं, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

साम्य पर $\Delta G = 0$

अतः $\Delta H = T\Delta S$

46. (a) हम जानते हैं कि किया गया कार्य $W = C_v(T_1 - T_2)$

$3 \times 1000 = 20(300 - T_2)$; $\therefore 3000 = 6000 - 20T_2$

$\therefore T_2 = \frac{3000}{20} = 150\ K$.

48. (d) यह ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का उल्लंघन नहीं करता लेकिन ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम का उल्लंघन करता है।

49. (d) $C_v = \frac{3}{2}RT; C_p = \frac{5}{2}RT$ एकपरमाणुक गैस के लिए

$C_v = \frac{5}{2}RT; C_p = \frac{7}{2}RT$ द्विपरमाणुक गैस के लिए

अतः प्रत्येक के 1 मोल के मिश्रण के लिए

$C_v = \frac{\frac{3}{2}RT + \frac{5}{2}RT}{2}$ और $C_p = \frac{\frac{5}{2}RT + \frac{7}{2}RT}{2}$

अतः, $C_p / C_v = \frac{3RT}{2RT} = 1.5$

51. (c) $\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$ $\therefore S$ का मात्रक $JK^{-1}mol^{-1}$ है।

52. (b) $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$, $\Delta S = \frac{\Delta H_{vap}}{T}$,

$\Delta H_{vap.} = 2.257\ KJ/g$

या $\Delta H_{vap} = 2.257 \times 18\ kJ/mol. = 40.7\ KJ/mol$

अतः, $\Delta S = \frac{40.7}{373} = 0.109\ kJ/mol/K.$

53. (a) द्रव $\longrightarrow$ वाष्प, एण्ट्रॉपी बढ़ती है।

54. (c) $NaNO_3$ एक ठोस है, जोकि द्रव आयनों में परिवर्तित हो जाता है।

55. (c) जल के प्रति ग्राम के लिए ऊष्माधारिता $= \frac{75}{18} = 4.17\ J$

$Q = mst$; $1000 = 100 \times 4.17 \times t$

$t = \frac{1000}{100 \times 4.17} = 2.4\ K$.

56. (c) क्योंकि तंत्र पर कार्य किया जा रहा है। यह धनात्मक होगा अर्थात् $W = +462$ जूल, $E = -128$ जूल (ऊष्मा निकल रही है)

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से

$\Delta E = q + w = (-128) + (+462) = +334$ जूल।

57. (a) गैसें सबसे अधिक एण्ट्रॉपी प्रदर्शित करती हैं।

58. (b) $\underset{S^o(298\ K)K^{-}mol^{-1}}{} H^+_{(aq)} + \underset{-10.7}{OH^-_{(aq)}} \rightarrow \underset{+70}{H_2O_{(l)}}$

$\Delta S^o(298\ K) = \Delta S_P - \Delta S_R = 70 - (-10.7 + 0)$

$80.7\ JK^{-1}mol^{-1}$

59. (d) एण्ट्रॉपी परिवर्तन $= \frac{\text{वाष्पन की ऊष्मा}}{\text{ताप}}$

यहाँ वाष्पन की ऊष्मा $= 540\ cal/gm$

$= 540 \times 18\ cal\,mol^{-1}$

जल का ताप $= 100 + 273 = 373\ K$

$\therefore$ एण्ट्रॉपी परिवर्तन $= \frac{540 \times 18}{373} = 26.06\ cal\,mol^{-1}K^{-1}$

60. (b) दिया गया है $T_1 = 500\ K, T_2 = 300\ K$, $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ का उपयोग करके $= \frac{500 - 300}{500} = \frac{200}{500} = 0.4$

61. (b) यह मोलर ऊष्माधारिता है।

62. (d) एण्ट्रॉपी अणुओं की यादृच्छिकता की माप है। यादृच्छिकता गैसों में अधिक होती है। अतः जल वाष्प की एण्ट्रॉपी अधिकतम होगी।

63. (a) $CO_2(g)$ के बनने की मानक एण्ट्रॉपी = $CO_2(g)$ की मानक एण्ट्रॉपी – [$C(s)$ की मानक एण्ट्रॉपी – $O_2(g)$ की मानक एण्ट्रॉपी]

$= 213.5 - [5.740 + 205] = 2.76\ J/K$.

64. (c) विभिन्न तापों पर एण्ट्रॉपी की गणना करने में ऊष्मागतिकी का तृतीय नियम सहायता करता है।

65. (a) गैसों की यादृच्छिकता सबसे अधिक होती है इसलिए उनकी एण्ट्रॉपी भी अधिकतम होती है अतः जल वाष्प की भी एण्ट्रॉपी अधिकतम है।

66. (c) $\Delta S_{\text{तन्त्र}} + \Delta S_{\text{घिराव}} > O$ (स्वतः प्रवर्तिता के लिए)

लेकिन $\Delta S = R \ln \frac{V_2}{V_1}$

यहाँ गैस का आयतन स्थिर ताप T पर V_1 से V_2 तक बढ़ता है।

अतः तंत्र और उसके वातावरण की स्वतः प्रक्रम के प्रसारण के दौरान एण्ट्रॉपी में कुल वृद्धि जैसाकि ऊपर बताया गया है। यह सामान्य बात है कि एक गैस का अनुत्क्रमणीय और समतापीय प्रसार तंत्र में एण्ट्रॉपी वृद्धि के साथ होता है।

$\Delta S_{\text{तन्त्र}} + \Delta S_{\text{घिराव}} > 0$.

67. (b) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

स्थिर ताप व दाब पर $\Delta G = 0$

$0 = \Delta T - T\Delta S$ इसलिये $\Delta H = T\Delta S$

68. (b) $dS = \frac{dQ_{rev.}}{T}$; $T = \frac{30 \times 10^3}{75}$; $T = 400\ K$

अभिक्रिया की ऊष्मा

1. (b) $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 94.2\ Kcal.$ .....(i)

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O + 68.3\ Kcal.$ ....(ii)

समी. (ii) को 2 से गुणा करने पर व समी. (i) में जोड़ने पर

$C + 2H_2 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 230.8\ Kcal$ ...(iii)

समी. (iii) को निम्न समी. में से घटाने पर

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 210.8\ Kcal.$ हमें प्राप्त होता है

$C + 2H_2 \rightarrow CH_4$ $\Delta H = 20\ Kcal.$

2. (b) $\Delta S = 16\ J\,mole^{-1}K^{-1}$

$$T_{b.p.} = \frac{\Delta H_{वाष्प}}{\Delta S_{वाष्प}} = \frac{6\times1000}{16} = 375\,K$$

4. (d) प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा लगभग $-13.7\,Kcal$ होती हैं।

6. (b) अभिक्रिया की ऊष्मा पर ताप के प्रभाव को किरचॉफ समीकरण से दिया जा सकता है।

7. (c) प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा लगभग $-13.7\,Kcal.$ होती है।

8. (a) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिए $H_p < H_R$
ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $H_p > H_R$

9. (b) बेंजीन के 78*g* का दहन करने पर उत्पन्न ऊष्मा =–3264.6 *kJ*
$\therefore 39\,g$ उत्पन्न करेंगे $= \frac{-3264.6}{2} = -1632.3\,kJ$

10. (a) समी. (i) + समी. (ii) वांछित परिणाम देता है।

11. (b,c,d) सभी ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ हैं क्योंकि ये ऊष्मा का शोषण कर लेती है।

12. (a) द्रव का वाष्प में परिवर्तन वातावरण से ऊष्मा के रूप में ऊर्जा लेता है, इसलिए यह ऊष्माशोषी अभिक्रिया है।

13. (d) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं में ऊष्मा निकलती है।

15. (c) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिए $\Delta H = -ve$
ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $\Delta H = +ve$
संलयन की एन्थैल्पी + *ve* होगी।

16. (a) उदासीनीकरण की ऊष्मा $-57.33\,kJ/mole$ से कुछ कम होगी क्योंकि इस ऊर्जा का कुछ भाग दुर्बल क्षार (MgO) के वियोजन में प्रयुक्त होगा।

18. (a) $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2 \quad \Delta H_f^o = -188\,kJ/mole$ ....(i)
$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \quad \Delta H_f^o = -286\,kJ/mole$ ....(ii)
समी. (i) – समी. (ii) × 2 आवश्यक परिणाम देता है।

19. (b) ग्रेफाइट $\longrightarrow$ हीरा $\Delta H_t = (x-y)kJ\,mol^{-1}$

21. (c) नाइट्रोजन के ऑक्सीकरण के अलावा दहन ऊष्मा सदैव ऊष्माक्षेपी होती हैं।
$N_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow N_2O \quad \Delta H = +ve$
$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO \quad \Delta H = +ve$

22. (a) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिए $H_p < H_R$
ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $H_p > H_R$

23. (d) उद्देश्य : $2C + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)}$.
समी. (ii) + समी. (iii) $\rightarrow$ समी. (iv) – समी. (i)
इस समीकरण से आवश्यक परिणाम ज्ञात किया जा सकता है।

24. (c) *HCl* के बनने की एन्थैल्पी।

25. (c) प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा लगभग $-13.7\,Kcal$ होती है।

26. (b) ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $\Delta H = +ve$

27. (b) जब एक प्रबल क्षार और एक दुर्बल अम्ल आपस में क्रिया करते हैं तो उदासीनीकरण की ऊष्मा 56.1 *Kcal* से कम होगी।

28. (b) उद्देश्य : $CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$
$$\Delta H = \Delta H_f^0(CO_2) - \left[\Delta H_f^0(CO) + \frac{1}{2}\Delta H_f^0(O_2)\right]$$
$$= -94.0 - (-26.4) = -67.6\ kcal.$$

29. (a)
(i) $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O, \Delta H = -241\,kJ$
(ii) $C_6H_{10} + \frac{17}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 5H_2O, \Delta H = -3800\,kJ$
(iii) $C_6H_{12} + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O,\ \Delta H = -3920\,kJ$
$C_6H_{10} + H_2 \rightarrow C_6H_{12}$
समी. (i) + समी. (ii) – समी. (iii)
$\Delta H = -241 - 3800 - (-3920)$
$= -4041 + 3920 = -121\,kJ$

30. (c) NH_4OH एक दुर्बल क्षार है। उदासीनीकरण की ऊष्मा <13.7*kcal*

31. (a) CH_4 एक सर्वोत्तम ईंधन है क्योंकि इसका कैलोरी मान $= \frac{-212.8}{16} = -13.3\,kcal/g$ दूसरी गैसों से अधिक है।

32. (a) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O_{(g)}$ के लिए ΔH का मान ज्ञात करते हैं।

34. (b) प्रबल अम्ल और क्षार के उदासीनीकरण में केवल H^+ और OH^- आयन क्रिया करते हैं।

35. (b) जब अम्ल और क्षार दोनों प्रबल होते हैं तो उदासीनीकरण की ऊष्मा $57.1\,kJ\,mol^{-1}$ होती हैं।

36. (a) $C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ में मान रखकर।

37. (a) विघटन एक ऊष्माशोषी अभिक्रिया है।

38. (d) इस अभिक्रिया के लिए ΔH का मान अभिक्रिया की ऊष्मा है।

40. (b) प्रारंभिक घटकों से H_2O का एक मोल बनता हैं।

41. (c) एक पदार्थ का 1 मोल वायु में पूरी तरह ऑक्सीकृत हो जाता है।

42. (c) *S* (rhombic) $+O_2 \rightarrow SO_2$, $\Delta H = 70960\ cal.$ ...(i)
S (monoclinic) $+O_2 \rightarrow SO_2\ \Delta H = 71030\ cal$ ...(ii)
उद्देश्य : S (rhombic) $\rightarrow$ *S* (monoclinic)
समी. (i) – समी. (ii) वांछित परिणाम देता है।

43. (b) जब $H_2O_{(l)}$ को $H_2O_{(g)}$ में परिवर्तित किया जाता है ऊष्माशोषित होती है, अतः $\Delta H_1 > \Delta H_2$

44. (b) दिये गये पदार्थों में से मिट्टी के तेल का कैलोरी मान सर्वाधिक होता है।

45. (b) $C_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta n_g = 1 - 1 = 0$

$\therefore \Delta E = \Delta H = -94 \; kcal$

$\Delta E = E_{CO_2} - (E_C + E_{O_2}) = E_{CO_2} - (0+0)$

या $E_{CO_2} = \Delta E = -94 \; kcal.$

46. (b) 0.2 मोल HNO_3 के 0.2 मोल को उदासीन करती हैं निकलने वाली ऊष्मा $= 57 \times 0.2 = 11.4 \, kJ.$

47. (a) माना कि प्रथम प्रकरण में निकलने वाली ऊष्मा Q_1 है और यही दूसरे प्रकरण में Q_2 है। तब $Q_2 = \frac{1}{2} Q_1.$

लेकिन $Q_1 = 1000 \; T_1$ तथा $Q_2 = 500 \; T_2$

$\therefore 500 \; T_2 = \frac{1}{2} \times 1000 \; T_1$ अर्थात् $T_2 = T_1$.

48. (c) एक यौगिक की एन्थैल्पी = उस यौगिक की अभिक्रिया की ऊष्मा।

49. (e) यह उदासीनीकरण की ऊष्मा की परिभाषा है।

50. (b) ऊष्माक्षेपी यौगिकों के लिए $\Delta H = -ve$

51. (a) यदि अम्ल या क्षार या दोनों प्रबल हैं तो उदासीनीकरण की ऊष्मा $= 13.7 \; kcal.$

52. (b) NH_4OH और CH_3COOH दोनों ही दुर्बल हैं।

53. (c) $57.1 \times 0.25 = 14.3 \;\; kJ \, mol^{-1}$

54. (c) 1 मोल के लिए संभवन ऊष्मा होती है अतः

$\Delta H_f^0 (HI) = -12.40 / 2 = -6.20 \, kcal.$

55. (b) रासायनिक वियोजन उत्क्रमणीय और ऊष्माशोषी है।

57. (c) दिया है

(i) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$, $\Delta H = +20 \; kcal$

(ii) $C + O_2 \rightarrow CO_2$, $\Delta H = -40 \; kcal.$

(iii) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$, $\Delta H = -10 \; kcal.$

उद्देश्य : $C + 2H_2 \rightarrow CH_4$

(ii) + 2 × (iii) – (i) देता है

$\Delta H = -40 + 2(-10) - (+20) = -80 \; kcal.$

58. (d) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं में ऊष्मा मुक्त होती है।

59. (c) $H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{वैद्युत अपघटन}} H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)}$

61. (d) और सभी दहन घटनाएं हैं।

62. (c) $\Delta H_{\text{दहन}}$ = –ve, अतः प्रक्रम ऊष्माक्षेपी है।

63. (b) उद्देश्य : $K_{(S)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} + \frac{1}{2} H_{2(g)} \rightarrow KOH_{(S)}$

समी. (ii) + समी. (i) – समी. (iii) देता है

$\Delta H = -48 + (-68.39) - (-14) = -68.39 - 48 + 14$.

64. (a) संभवन ऊष्मा की परिभाषा से।

68. (c) $C_D \rightarrow C_G \, , \Delta H = -453.5 \; cal.$

अर्थात् C_G की ऊर्जा कम है और इस तरह वह ज्यादा स्थायी है।

69. (a) $\Delta H_{\text{दहन}}$ सदैव ऋणात्मक होता है।

70. (d) $\Delta H_{\text{अभिक्रिया}} = \Delta H_f^0 (N_2O_4) - 2\Delta H_f^0 (NO_2)$

$= 2 - 2(8) = -14 \;\; kcal.$

71. (a) $\Delta H - \Delta E = \Delta nRT \;\; = 3 \times 8.314 \; \times 298$

$= -7432 \;\; J = -7.43 \, kJ.$

72. (b) उद्देश्य : $C_{(\text{ग्रेफाइट})} \rightarrow C_{(\text{हीरा})}$; समी. (i) – (ii) परिणाम देगा

73. (d) एक यौगिक के बनने में जितनी ऊष्मा अवशोषित होगी यौगिक उतना ही कम स्थायी होगा।

74. (c) $C_{(\text{ग्रेफाइट})} + 2H_{2(g)} = CH_{4(g)}$

75. (b) किसी पदार्थ के 1 मोल का उसके तत्वों से बनना ही संभवन ऊष्मा कहलाता है।

76. (b) $\Delta H_{(\text{अभिक्रिया})} = 2\Delta H_f^0 (MgO) = -\Delta H_f^0 (SiO_2)$

$= 2(-34.7) - (-48.4) = -21 \, kJ.$

77. (a) समी. (i) + समी. (ii) + समी. (iii) देगा

$X = 131 - 282 - 242 = -393 \, kJ$

78. (d) यह संक्रमण की ऊष्मा की परिभाषा है।

79. (d) $C_{(\text{ग्रेफाइट})} \rightarrow C_{(\text{हीरा})}, \Delta H = 1.9 \, kJ$

$C_{(\text{ग्रेफाइट})} + O_2 \rightarrow CO_2, \Delta H = -\Delta H_1$

$C_{(\text{हीरा})} + O_2 \rightarrow CO_2, \Delta H = -\Delta H_2$

$(-\Delta H_1) - (-\Delta H_2) = 1.9 \, kJ$ या $\Delta H_2 = \Delta H_1 + 1.9$

$6g$, के दहन के लिये $1.9 / 2 = 0.95 \, kJ$ द्वारा $\Delta H_2 > \Delta H_1$

80. (a) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिए $H_{\text{क्रियाफल}} \times H_{\text{अभिकारक}}$

81. (b) *Cl* की अधिकतम इलेक्ट्रॉन बंधुता के कारण सर्वाधिक ऊर्जा निकलती है।

82. (b) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

CH_4 का आण्विक द्रव्यमान $= 12 + 4 = 16$

$\therefore$ 2.0ग्राम मेथेन के दहन पर = 25.0 *kcal*

$\therefore$ 16.0 ग्राम के दहन पर $= \frac{25 \times 16}{2} = 200 \, kcal.$

83. (a) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

84. (b) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

$\Delta H_{\text{अभिक्रिया}} = [2 \times \Delta H_f^o (CO_2) + 2 \times \Delta H_f^o (H_2O)]$

$- [\Delta H_f^o (C_2H_4) + 3 \times \Delta H_f^o (O_2)]$

$= [2(-394) + 2(-286)] - [52 + 0] = -1412 \; kJ$.

85. (b) $C + O_2 \rightarrow CO_2 + 394 \; kJ$

$2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 788 \; kJ$ ....(i)

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 569\ kJ$ ....(ii)

$2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2 - 569\ kJ$ .....(iii)

समी. (i) + समी. (iii) = –109.5 $kJ\ mol^{-1}$.

86. (c) $\Delta H_f = \frac{44}{2} kcal = 22\ kcal$.

87. (a) $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca(OH)_2$ ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है।

88. (b) ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं में $\Delta H = -ve$

89. (d) संभवन ऊष्मा की परिभाषानुसार।

90. (d) समी. (ii) को (iii) तथा समी. (iii) को (iv) से गुणा करने पर

$6C + 3H_2 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O; \Delta H = 3218.7$

समी. (i) को उपरोक्त समीकरण में से घटाते हैं और आवश्यक परिणाम प्राप्त करते हैं।

91. (a) *HF* HCl. से अधिक स्थायी है।

92. (c) $\Delta H(H_P - H_R) = q_p$

93. (b) ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $\Delta H = +ve$

94. (a) $\Delta H = \frac{13.95 \times 44}{2.2016} = 278.7\ kcal$.

95. (d) समी. (i) + समी. (ii) वांछित परिणाम देता है।

96. (d) एक यौगिक की मानक मोलर ऊष्मा एन्थैल्पी उसके प्रारंभिक घटकों की सबसे स्थायी अवस्था की मानक संभवन ऊष्मा के बराबर होती है।

97. (c) ब्यूटेनॉल के पूर्ण दहन के लिए $\Delta H > \Delta E$

98. (a) *X – Y* और वांछित परिणाम ज्ञात होगा।

99. (c) $S + O_2 \rightarrow SO_2 \quad \Delta H = -298.2\ kJ$ ....(i)

$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow SO_3 \quad \Delta H = -98.2\ kJ$ ....(ii)

समी. (i) – (ii) से आवश्यक परिणाम प्राप्त करते हैं।

100. (c) $C + 2S \rightarrow CS_2 \quad \Delta H = ?$

$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H = -393.3\ kJ$ ....(i)

$S + O_2 \rightarrow SO_2 \quad \Delta H = -293.72\ kJ$ .....(ii)

$CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 \quad \Delta H = -1108.76\ kJ$ .....(iii)

समी. (ii) × 2 + समी. (i) – (iv) समी. (iii) – समी. (iv) एवं आवश्यक परिणाम प्राप्त करते हैं।

101. (b) किण्वन एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया हैं।

102. (c) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

103. (d) $\Delta H = \Delta E + \Delta n\ RT$ का प्रयोग करने पर

$= 20.2\ kcal$; $\Delta n = 2$

104. (d) $-20.6 - 8.8\ KJ\ mol^{-1} = -29.4\ kJ$

106. (a) समी. (ii) को समी. (i) में से घटाने पर।

107. (c) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O, \Delta H = -890.4\ kJ$ ....(i)

$C + O_2 \rightarrow CO_2, \quad \Delta H = -395.5\ kJ$ .....(ii)

$C + O_2 \rightarrow CO_2, \quad \Delta H = -395.5\ kJ$ .....(ii)

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O, \Delta H = -285.8\ kJ$ .....(iii)

(i), (ii), (iii) से

$\Delta H_{comb.}(CH_4)$

$= \Delta H_f(CO_2) + 2\Delta H_f(H_2O) - \Delta H_f(CH_4) - 2\Delta H_f(O_2)$

$= -890.4 = -395.5 + 2(-285.5) - \Delta H_f(CH_4) - 2 \times 0$

$\Delta H_f(CH_4) = -76.7\ kJ\ mol^{-1}$.

108. (d) मेथेनोइक अम्ल एक दुर्बल अम्ल है। अतः उदासीनीकरण की ऊष्मा < *x* होगी।

109. (d) एक प्रबल अम्ल से प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा सदैव समान होती है।

110. (c) $S + O_2 \rightarrow SO_2, \quad \Delta H_f = -4.6\ kJ$

$\because$ 0.5 ग्राम सल्फर दहन पर 1 ग्राम SO_2 बनायेगा

$\therefore$ 32 ग्राम सल्फर दहन पर 64 ग्राम SO_2 बनायेगा

$\therefore \Delta H = (-4.6\ kJ) \times 64 = -294.4\ kJ$

111. (a) $3O_2 \rightleftharpoons 2O_3 -$ ऊर्जा निकलती है।

112. (b) ΔH प्रति $1.6g = \frac{72 \times 1.6}{180} = 0.64\ kcal$.

113. (a) $C + O_2 \rightarrow CO_2, \quad \Delta H = -394\ kJ$ .....(i)

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O, \ \Delta H = -568\ kJ$ ....(ii)

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O, \ \Delta H = -892\ kJ$ .....(iii)

(i) + (ii) – (iii) एवं आवश्यक परिणाम प्राप्त करते हैं।

115. (a) $250\ cm^3$ प्रत्येक अम्ल और क्षार के उदासीनीकरण से उत्पन्न ऊष्मा $50\ cm^3$ प्रत्येक अम्ल और क्षार के उदासीनीकरण से उत्पन्न ऊष्मा के पाँच गुना होती है और यदि विलयन ऊष्मा ले रहा है तो वह पाँच गुना होगी और ताप में समान वृद्धि होगी।

116. (a) $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O_{(l)}; \ \Delta H = -285.8\ KJ$

$H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}; \ \Delta H = 44\ KJ$

$\therefore H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O_{(g)}; \ \Delta H^o = -241.8\ KJ$

117. (b) दिया है : जलाये गये आयरन का भार $= 4g$; मुक्त ऊष्मा $= 29.28\ KJ$ और आयरन का परमाण्विक द्रव्यमान $(Fe) = 56$, हम जानते हैं कि फैरिक ऑक्साइड (Fe_2O_3) मे 2 मोल आयरन या $2 \times 56 = 112$ ग्राम आयरन जलाया है। हम जानते हैं कि जब आयरन के 4 ग्राम जलते हैं तो मुक्त ऊष्मा = 29.28 *kJ*, इसलिए जब लोहे के 112 ग्राम जलाये गये तो मुक्त ऊष्मा $= \frac{29.28 \times 112}{4} = -819.8\ kJ$ (–चिन्ह मुक्त ऊष्मा को दर्शाता है।)

118. (c) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O, \Delta H_{\text{उदासीनीकरण}} = 13.7\ kcal$

119. (b) FeS का ΔH / मोल $= \frac{3.77 \times 56}{2.1} = 100.5$

120. (a) संभवन ऊष्मा $= \frac{194}{2} = 97\, kJ$

121. (a) $\Delta H = \Delta H_{\text{आयनिक}} + \Delta H_{\text{उदासीनीकरण}}$

$= -50.6 = \Delta H_{\text{आयनिक}} + (-55.9)$

$\Delta H_{\text{आयनिक}} = +5.3\, kJ / mol$

122. (a) प्रबल अम्ल (HNO_3) और प्रबल क्षार $(LiOH)$

123. (d) $\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$ या $\Delta E = \Delta H - \Delta nRT$

$\therefore \Delta E = +7.3 - \frac{1}{2} \times 0.002 \times 298 = 7.3 - 0.298 = 7\, kcal$

124. (b) 39 ग्राम दहन में निकलने वाली ऊष्मा

$C_6H_6 = \frac{781.0 \times 39}{78} = 390.5\, kcal\, mol^{-1}$

125. (b) (i) + (ii) से; $Na + \frac{1}{2} Cl_2 \rightarrow NaCl,\ \Delta H = -196\, kcal$

126. (b) $C + O_2 \rightarrow CO_{2(g)},\ \Delta H_f^o = -393.5\, kJ\, mol^{-1}$ ....(i)

$C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_{(g)},\ \Delta H_f^o = -110.5\, kJ\, mol^{-1}$ ....(ii)

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O_{(g)},\ \Delta H_f^o = -241.8\, kJmol^{-1}$ ...(iii)

(ii) + (iii) – (i) द्वारा

$CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(g)},\ \Delta H = +41.2$

127. (c) ΔH_s जितना *+ve* है उतनी ही अधिक विलयन की ऊष्मा होगी।

128. (d) प्रारंभिक घटक कार्बन और सल्फर से CS_2 बनता है, इसलिये ΔH , CS_2 के संभवन की ऊष्मा है।

129. (d) $\Delta H = 18500 = \Delta E + \Delta nRT$

या $18500 = \Delta E + (-1) \times 2 \times 298 = 19096\ cal$

130. (b) 0.39ग्राम पदार्थ के दहन में मुक्त ऊष्मा

$C_6H_6 = \frac{3250 \times 0.39}{78} = 16.25\, kJ.$

131. (d) (i) – (ii) द्वारा : $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO;\ \Delta H = -229.2.$

132. (b) प्रबल अम्ल (HCl) और प्रबल क्षार $(NaOH)$ प्रदर्शित करते हैं $\Delta H_{\text{उदासीनीकरण}} = -57.3\ kJ$

133. (d) (i) – (ii) के द्वारा वांछित परिणाम ज्ञात कर सकते हैं।

134. (a) $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)}, \Delta n = 1 - 1 + \frac{1}{2} = -\frac{1}{2}$

$\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$

$\Delta H = -283.3 - \frac{1}{2} \times \frac{8.314}{1000} \times 290 = -284.5 kJ$

135. (a) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O\ \ \Delta H = -188\ kJ/mole$ ....(i)

$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2;\ \Delta H = -286\ kJ/mole$ ......(ii)

2 × (i) एवं (ii) द्वारा

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O;\ \Delta H = -376\ kJ/mole$ .....(iii)

$2H_2 + 2O_2 \rightarrow 2H_2O_2\ \ \Delta H = -572\ kJ/mole$ .....(iv)

(iii) – (iv) द्वारा

$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2\ \ \Delta H = +196\ kJ$

136. (a) C_2H_6 के लिये $\Delta H = -341.1\, K\, cal$

इसका कैलोरीमान $= \frac{-341.1}{30} = -11.37\, kcal / g$

C_2H_2 के लिये $\Delta H = -310.0\, kcal$

इसका कैलोरीमान $= \frac{-310.0}{26} = -11.92,$

अतः C_2H_2 एक बेहतर ईंधन है।

138. (c) 9ग्राम जल के विघटन के लिए आवश्यक ऊष्मा $= 142.5\, kJ$

हम जानते हैं $H_2O = 2 + 16 = 18$

इसलिए 18ग्राम जल को विघटित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा $= \frac{18}{9} \times 142.5 = 285\ KJ$

तब जल के वाष्पन की एन्थैल्पी, आवश्यक ऊष्मा की विपरीत होगी । = – 285 *kJ*

139. (d) $C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2} O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

$\Delta n = 6 + 3 - 1 - \frac{15}{2} = +\frac{1}{2}$

140. (b) 2 × (i) + (ii) – (iii) द्वारा

मेथेन की $\Delta H = 20.0\, kcal$

141. (c) प्रबल अम्ल और दुर्बल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा $13.7\, kcal\, mol^{-1}$ से कम होती है।

142. (d) $\Delta E = 0$ चक्रीय प्रक्रम के लिए

143. (c) $22.0 \times 2 = 44\, kcal$

144. (b) 0.3 मोल OH^- HNO_3 के 0.3 मोल को उदासीन करते हैं

उत्सर्जित ऊष्मा $= 57.1 \times 0.3 = 17.13 kJ$

146. (d) उच्च संभवन ऊष्मा वाले यौगिक कम स्थायी होते हैं क्योंकि ऊर्जा बाहुल्य अवस्था अस्थायित्व देती है।

147. (b) आवश्यक $CH_4 = \frac{445.15 \times 16}{890.3} = 8$ ग्राम

148. (c) $C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$ .....(i)

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}\ \ \Delta H = -94\, kcal\, mol^{-1}$ .....(ii)

$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}\ \ \Delta H = -68\, kcal\, mol^{-1}$ ... (iii)

$CH_4 + 3/_2\, O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

$\Delta H = -213\, kcal\, mol^{-1}$ ... (iv)

समी. (i) प्राप्त करने के लिये -(ii) + 2 × (iii) – (iv) करते हैं

149. (b) ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $\Delta H = +ve$

150. (b) यह प्रबल अम्ल और दुर्बल क्षार के उदासीनीकरण के लिए रहता है।

151. (d) प्रबल क्षार (*KOH*) और प्रबल अम्ल (*HCl*)

153. (b) इस अभिक्रिया में ऊष्मा शोषित होती है अतः यह ऊष्माशोषी अभिक्रिया है।

154. (b) $C + O_2 \rightarrow CO_2,\ \Delta H = -94.3$
यह CO_2 की भी संभवन ऊष्मा है
$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO,\ \Delta H = -26.0$

155. (b) $X = \frac{1}{2}Y$

157. (a) NH_4NO_3 का अणुभार = 80
मुक्त ऊष्मा $= 1.23 \times 6.12$
$\therefore$ मोलर ऊष्माधारिता $= 1.23 \times 6.12 \times C$

158. (d) 25^oC पर X_e व F_2 दोनों ही गैसीय तत्व है और अपनी मानक अवस्थाओं में है और $XeF_{4(g)}$ बनाते हैं अतः
$\Delta H^\circ_{(f)} = \Delta H^\circ_{\text{अभिकारक}}$

159. (c) हैस नियम के अनुसार एक अभिक्रिया के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन माध्यमिक अभिक्रिया पदों की प्रकृति पर निर्भर नहीं करती।

160. (d) (ii) – (i), से $C_{\text{हीरा}} \rightarrow C_{\text{ग्रेफाइट}},\ \Delta H = +1.9$

162. (c) प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के उदासीनीकरण की ऊष्मा $-57.32\ KJ\,mol^{-1}$ के बराबर होती है।

163. (c) $C + O_2 \rightarrow CO_2\ \Delta H = -393.5\ KJ/mol$
$\because$ CO_2 के 44 ग्राम बनने में मुक्त ऊष्मा $= -393.5\,kJ$
$\therefore$ CO_2 के 1 ग्राम बनने में मुक्त ऊष्मा $= -\frac{393.5}{44}$
$\therefore$ CO_2 के 35.2 ग्राम बनने में मुक्त ऊष्मा
$= -\frac{393.5}{44} \times 35.2 = -315\ kJ$

164. (c) $C_{(\text{ग्रेफाइट})} + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$

165. (c) किसी पदार्थ का उसके अवयवी घटकों से 1 मोल बनाने में जो ऊष्मा परिवर्तन होता है उसे उस पदार्थ की संभवन ऊष्मा कहते हैं।
$\because$ 1 मोल (44ग्राम) CO_2 के बनने में मुक्त ऊष्मा $= 393\ kJ$
$\therefore$ $0.156\ Kg(156\,g)$ के बनने में मुक्त ऊष्मा $= \frac{393 \times 156}{44}$
$\therefore$ अतः प्रक्रम के लिए $\Delta H = 1572\ kJ = -1572.0\,kJ$

166. (b) यह प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के उदासीनीकरण के लिए ऊष्मा $(13.7\ Kcal)$ है।

167. (d) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
$\Delta H = -393.5\ KJ\,mol^{-1}$ .....(i)
$CO(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
$\Delta H = -283\ KJ\,mol^{-1}$ .....(ii)
अतः समी. (ii) को (i) में से घटाने पर
हमें प्राप्त होता है
$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO(g);\ \Delta H = -110.5\ KJ\,mol^{-1}$
कार्बन मोनोक्साइड के एक मोल बनाने के लिए संभवन ऊष्मा $= -110.5\ KJ\,mol^{-1}$

168. (d) 16ग्राम अर्थात् 1 मोल मेथेन के दहन पर मुक्त ऊष्मा $890\,kJ$
$\therefore$ 3.2 ग्राम मुक्त करेगा $= \frac{890 \times 3.2}{16} = 178\ KJ$

169. (c) $C + O_2 \rightarrow CO_2;\ \Delta H = q$
$C + 1/2O_2 \rightarrow CO;\ \Delta H = -12$ .....(i)
$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2;\ \Delta H = -10$ .....(ii)
समी. (i) और (ii) को जोड़ने पर हमें प्राप्त होता है
$\Delta H = -12 + (-10) = -22$

170. (b) $C + O_2 \rightarrow CO_2;\ \Delta H_F = -490\ KJ/mol$ – (I)
$H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O;\ \Delta H_F = -240\ KJ/mol$ – (II)
$8C + 18H \rightarrow C_8H_{18};\ \Delta H_F = +160\ KJ/mol$ – (III)
(I)$\times 8 +$ (II) $\times 9 +$ (III) लगाने पर
$C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9H_2O$
$\Delta H^o = -3920 - 2160 - 160 = 6240\ KJ/mol$
$\Delta H^o =$ ऑक्टेन के 6 मोलों के लिये $= 6240 \times 6$
$= 37440\ KJ/mol = -37.4\ KJ$

171. (d) $2Fe + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3;\Delta H = -193.4\,kJ$ .....(i)
$Mg + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow MgO;\ \Delta H = -140.2\,kJ$ .....(ii)
समी. (ii) में 3 का गुणा करने पर
$3Mg + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow 3MgO;\ \Delta H = -420.6\,kJ$ ......(iii)
परिणामी समीकरण समी. (i) से समी. (ii) को घटाने से प्राप्त हो सकता है
$3Mg + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow 3MgO;\ \Delta H = -420.6\,kJ$
$2Fe + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3;\ \Delta H = -193.4\,kJ$

घटाने पर :

$3Mg + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + 3MgO; \Delta H = -227.2 kJ$

172. (c) HCl और KOH दोनों प्रबल हैं।

बन्ध ऊर्जा

1. (b) $XY \longrightarrow X_{(g)} + Y_{(g)}$; $\Delta H = +a\ kJ$ / मोल ....(i)

$X_2 \longrightarrow 2X$; $\Delta H = +a\ kJ$ / मोल .... (ii)

$Y_2 \longrightarrow 2Y$; $\Delta H = +0.5\,a\ kJ$ / मोल ....(iii)

$\frac{1}{2} \times (ii) + \frac{1}{2} \times (iii) - (i)$, देता है

$\frac{1}{2}X_2 + \frac{1}{2}Y_2 \longrightarrow XY$;

$\Delta H = \left(+\frac{a}{2} + \frac{0.5}{2}a - a\right) kJ$ / मोल

$+\frac{a}{2} + \frac{0.5a}{2} - a = -200$

$a = 800$

2. (a) 4 ग्राम $H_2 = 2$ मोल 1 मोल H_2 के लिए बंध ऊर्जा $= 208/2 = 104\ kcal.$

4. (d) हैस के नियम की परिभाषानुसार।

5. (c) उद्देश्य : $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow HCl$

$\Delta H = \sum B.E._{(\text{उत्पाद})} - \sum B.E._{(\text{अभिकारक})}$

$= B.E.(HCl) - \left[\frac{1}{2}B.E.(H_2) + \frac{1}{2}B.E.(Cl_2)\right]$

$= -103 - \left[\frac{1}{2}(-104) + \frac{1}{2}(-58)\right]$

$= -103 - (-52 - 29) = -22\ kcal$

6. (c) Li का प्रथम आयनन विभव $= 5.4eV$

Cl की इलेक्ट्रॉन बंधुता $= 3.61eV$

हमारे पास है $\Delta H = I.P. - E.A.$

$= 5.4 - 3.61 = 1.80eV = 1.80 \times 1.6 \times 10^{-22} kJ$

$\Delta H = 2.86 \times 10^{-22} kJ$,

1 मोल एवोगेड्रो संख्या $= 6.02 \times 10^{23}$

$\Delta H = 2.86 \times 10^{-22} \times 6.02 \times 10^{23} = 170\ kJ$ / मोल।

7. (b) $\frac{-166}{4} = -41.5\ kJ$ / मोल।

8. (d) $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow HCl,\ \Delta H = -90\ KJ$

$\therefore \Delta H = \frac{1}{2}E_{H-H} + \frac{1}{2}E_{Cl-Cl}$

या $-90 = \frac{1}{2} \times 430 + \frac{1}{2} \times 240 - E_{HCl}$

$\therefore E_{H-Cl} = 425\ kJ\ mol^{-1}$

9. (b) $CH_4 \rightarrow C + 4H,\ \Delta H = 320$

$E_{C-H} = 90\ cal$

$C_2H_6 \rightarrow 2C + 6H,\ \Delta H = 360$

$\therefore 360 = E_{C-C} + 6E_{C-H}$

$\therefore E_{C-C} = 360 - 320 = 40\ cal$

10. (b) $H - H + Br - Br \rightarrow 2H - Br$

$433 + 192$ $\quad$ 2×364

625 $\quad$ 728

अवशोषित ऊर्जा = मुक्त ऊर्जा

नेट मुक्त ऊर्जा $= 728 - 625 = 103\ kJ$

i.e., $= \Delta H = -103\ KJ$

मुक्त ऊर्जा एवं कार्य फलन

1. (d) साम्य पर ΔG = 0

2. (b) स्वतः परिवर्तन के लिए $\Delta G = -ve$

3. (a) जब $\Delta G = -ve$ तब अभिक्रिया की प्रकृति स्वतः होगी।

5. (a,c,d)जब $\Delta H = +ve$ और $\Delta S = -ve$ तब अभिक्रिया अस्वतः होगीं।

7. (c) क्योंकि अभिक्रिया स्वतः है।

8. (c) $\Delta G = -ve$

9. (a) $\Delta G_T = nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$

10. (a) साम्य पर $\Delta G = 0$

11. (d) साम्य पर $\Delta G = 0$

12. (a) $\Delta G^o = -2.303\ RT \log K$

$-4.606 = -2.303 \times 0.002 \times 500 \log K$

$\log K = 2,\ K = 100$

14. (d) स्वतः परिवर्तन $\Delta G = -ve$ प्रदर्शित करते हैं।

15. (b) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S,\ T = 25 + 273 = 298\ K$

$= -11.7 \times 10^3 - 298 \times (-105) = 19590\ J = 19.59 kJ$

18. (c) यदि $\Delta G = -ve$ तब अभिक्रिया स्वतः है।

20. (b) $(dS)_{V,E} > 0, (dG)_{T,P} < 0$

21. (b) केवल उच्च दाब ही परिवर्तन का पक्षधर है।

22. (d) 2× (ii) – (i) – (iii) द्वारा

$H_{2(g)} + 2C_{(s)} \rightarrow C_2H_{2(g)},\ \Delta G^\circ = 209\ kJ$

23. (b) $\Delta G = -2.303\, RT \log K'$, यहाँ $R = 2\, cal,\ T = 300\, K$

$K' = \frac{10 \times 15}{3 \times 5} = 10$; $\Delta G = -2.303 \times 2 \times 300 \times \log_{10} 10$

$= -2.303 \times 2 \times 300 \times 1 = -1381.8\, cal$

24. (a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ (गिब्स मुक्त ऊर्जा समीकरण)

25. (d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = -382.64 - (-145.6) \times 10^{-3} \times 298$

$= -339.3\, KJ\, mol^{-1}$

26. (d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; $\Delta G = \Delta E + P\Delta V - T\Delta S$

स्वतः प्रवर्तिता के लिये $(\Delta G = -ve)$

$\because\ \ \Delta G = -ve\ ,\ \Delta E = +ve$

27. (a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 31400 - 1273 \times 32$

$= 31400 - 40736 = -9336\ cal$

28. (d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$0 = +30.558 - T \times 0.066$

या $T = \frac{30.558}{0.066} = 463\, K$

यदि $(dG)_{T,P} = 0$ चिन्ह '=' का मतलब यह उत्क्रमणीय प्रक्रम हैं।

Critical Thinking Questions

1. (b) कणों की यादृच्छिकता के कारण घट जाता है और एण्ट्रॉपी घट जाती है।

2. (c) $\Delta H = nCp\, \Delta T$

प्रक्रम समतापीय है इसलिए

$\Delta G = 0$; $\therefore \Delta H = 0$

3. (d) $13.7\ kcal = 57\, kJ = 5.7 \times 10^4\, J$

4. (b) जब प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार का उदासीनीकरण होता है तो जनित ऊष्मा का मान लगभग 13.7 *kcal* होगा।

5. (b) ताप में गिरावट के कारण।

6. (d) $q_p = \Delta H$

7. (d) $w = 2.303\ RT \log \frac{V_2}{V_1}$. जैसा कि इसमें आयतन का एक अनुपात $\frac{V_2}{V_1}$, जिसे किसी भी इकाई के साथ उपयोग किया जाता है। (R जूल में होना चाहिए)

8. (b) $-\frac{dQ}{dW} = \frac{dQ}{dQ - dE}$; $dE = dW + dQ$; $-dW = dQ - dE$

$= \frac{nc_p\, dT}{nc_p dT - nc_v dT} = \frac{c_p}{(c_p - c_v)}$

$= \frac{7R}{2R}$ {द्विपरमाण्विक गैस के लिये $c_p = \frac{7R}{2}$}

9. (a) $C_2H_2(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g)$

$\Delta ng = 1 - 2 = -1$; $\Delta H = -0.31\, KJ\, mol^{-1}$

$P = 1.5\, atm$, $\Delta V = -50\, mL = -0.050\, L$

$\Delta H = \Delta E + P\Delta V$

$-0.31 = \Delta E - 0.0076$; $\Delta E = -0.3024\ KJ$

10. (a) प्रक्रम ऊष्माक्षेपी है अतः ऊष्मा निकलने के कारण जल का ताप बढ़ जायेगा।

11. (a) क्योंकि यादृच्छिकता घटती है।

12. (c) ग्रेफाइट का हीरे में परिवर्तन ऊष्माशोषी अभिक्रिया है इसलिए हीरे की ऊष्मा ग्रेफाइट की ऊष्मा से अधिक है लेकिन ग्रेफाइट का हीरे में परिवर्तन के लिए ΔS ऋणात्मक होगा।

13. (c) ΔH और ΔS दोनों ही स्वतः क्रियाओं के लिए $+ve$ है और ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए $\Delta H = +ve$ है।

14. (a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ स्वतः प्रवर्तिता के लिए ऋणात्मक है।

15. (a) ब्रह्मांड की यादृच्छिकता अधिकता की ओर बढ़ रही है। यही ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम है।

16. (a) एक शुद्ध पदार्थ के लिए T_A और T_B समान ताप प्रदर्शित करते हैं। अतः A सही चुनाव है।

17. (a) ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं के लिए

उत्पादों की एन्थैल्पी (H_P) > क्रियाकारकों की एन्थैल्पी (H_R)

अतः एन्थैल्पी में परिवर्तन $\Delta H = H_P - H_R$ = धनात्मक

18. (d) माना कि ग्रामों की संख्या प्रत्येक प्रकरण के लिए 1ग्राम है इसलिए $SO_2(g)$ के अनुमानित मोलों की संख्या वह है जिनकी अनुमानित एन्ट्रॉपी अधिकतम है।

19. (b) $2Al + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3,\ \Delta H = -1596\ kJ$ .....(i)

$2Cr + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Cr_2O_3,\ \Delta H = -1134\ kJ$ .....(ii)

(i) – (ii) द्वारा

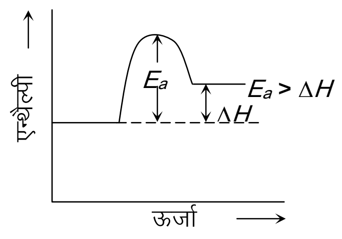
$2Al + Cr_2O_3 \rightarrow 2Cr + Al_2O_3,\ \Delta H = -462\ kJ$

20. (a) बम कैलोरीमीटर का उपयोग अभिक्रिया की ऊष्मा के मापन में होता है।

21. (b) *C* और *H* परमाणुओं की संख्या जितनी अधिक होती है, उतनी ही दहन ऊष्मा भी अधिक होती है।

22. (c) बम कैलोरीमीटर का उपयोग ΔE की गणना में होता है।

23. (c)



24. (b) $\Delta H_{\text{उदासीनीकरण}} = -57.1\, kJ = -13.7\, kcal$

25. (b) निम्न ताप को बेकमैन थर्मामीटर से मापा जाता है।

26. (b) शरीर का ताप 1*K* बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा को शरीर की ऊष्माधारिता कहते हैं।

27. (e) यांत्रिक कार्य गैसों में ही महत्वपूर्ण होता है क्योंकि उनके आयतन में प्रशंसनीय परिवर्तन आता है।

28. (d) यह लेवोजियर और लेप्लास नियम है। यह ऊष्मा रसायन का दूसरा नियम है जिसे हैस के नियम से पहले दिया गया।

29. (a) इसे "स्थिर ऊष्मा संकलन" का नियम भी कहते हैं। इसके अनुसार एक अभिक्रिया में अवशोषित या उत्सर्जित ऊष्मा की कुल मात्रा समान होती है, चाहे वह अभिक्रिया एक पद में हो या कई पदों में।

30. (c) इस अभिक्रिया में $\Delta n = 2 - 4 = -2$ इसलिये $\Delta H \neq \Delta E$

31. (a) $Q = \dfrac{18.94 \times 0.632 \times 0.998 \times 122}{1.89} = 771.1\ Kcal$

32. (c) $\Delta H = E_a$ अग्र अभिक्रिया के लिए तथा $-E_a$ पश्च् अभिक्रिया के लिए $= 19 - 9 = 10\, kJ$

33. (d) $Q = 18.94 \times 0.632 \times 0.998 \times 1000$

$-57.4 + x = -12.13$

$x = 45.2$

34. (c) ऊष्मागतिकी एक उत्क्रमणीय प्रक्रम है जिसमें तंत्र अपने परिवेश के साथ हमेशा साम्य में रहता है।

35. (a) $1\, cal = 4.18\, J = 4.18 \times 10^7\, erg = \dfrac{4.18}{1.602} \times 10^{19}\, eV$

36. (b) बंध ऊर्जा का क्रम : $Cl_2 > Br_2 > F_2 > I_2$.

37. (c) जब एक तत्व के एक अपररूप को दूसरे में बदला जाता है तो ऊष्मीय ऊर्जा प्रयुक्त होती है। ग्रेफाइट एक स्थायी अपररूप है क्योंकि इसकी संक्रमण ऊर्जा है $C_{(\text{हीरा})} \to C_{(\text{ग्रेफाइट})}$

(i) $C_{(\text{हीरा})} + O_{2(g)} = CO_{2(g)} \Delta H = -94.5 kcal$

(ii) $C_{(\text{ग्रेफाइट})} + O_{2(g)} = CO_{2(g)} \Delta H = -94.0\, k\, cal$

$\Delta H_{\text{स्थानान्तरण}} = -94.5 - (-94.0)$

$= -0.5 k\, cal$

38. (b) यौगिक *Y* की ऊर्जा *X* से कम होती है और इसलिए *Y, X* से ज्यादा स्थायी होता है।

39. (c) ΔH और Δp दोनों ही धनात्मक हैं।

40. (a) साम्य के लिए $\Delta G^o = 0$

41. (b) साम्य स्थिरांक ताप के साथ घटता है और ΔH भी घटता है इसलिए यह $-ve$ होता है।

42. (a) नेफ्थलिन का गलन ताप बहुत कम है क्योंकि यह अध्रुवीय सहसंयोजी यौगिक है और कम गलन ताप वाला है।

43. (a) $C - H$ बंध की बंध ऊर्जा $y\, kcal\, mol^{-1}$ है।

44. (a) $$\underbrace{N \equiv N + 3H - H}_{\substack{945 \quad +3 \times 436 \\ \text{अवशोषित ऊर्जा}}} \longrightarrow \underbrace{2\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{N}}\underset{\underset{\displaystyle H}{|}}{-}H}_{\substack{2\times(3\times 391)=2346 \\ \text{उत्सर्जित ऊर्जा}}}$$

कुल उत्सर्जित ऊर्जा = 2346 – 2253 = 93 k*J*

अर्थात् $\Delta H = -93\, kJ$.

45. (d) यदि $E = +ve$ है तो सेल अभिक्रिया स्वतः होगी।

46. (d) सभी कथन सही हैं।

47. (d) $CH_2 = CH_{2(g)} + H_{2(g)} \to H_3C - CH_{3(g)}$

$414 \times 4 = 1656 \qquad 414 \times 6 = 2484$

$615 \times 1 = 615 \qquad 347 \times 1 = 347$

$435 \times 1 = 435 \qquad\qquad 2831$

$\qquad 2706$

$\Delta H = 2706 - 2831 = -125\, kJ$

48. (b) इसका अर्थ है कि HCl के तत्वों से उसके 1 ग्राम अणु बनने में ऊष्माशोषित होती है। जोकि $= 22.060\, k\, cal$

49. (d) समी. (i) + समी. (ii) को 2 से भाग देकर आवश्यक परिणाम ज्ञात कर सकते हैं।

50. (d) प्रबल अम्ल और प्रबल क्षार के पूर्ण उदासीनीकरण के लिए मुक्त ऊष्मा $57.32\, KJ/mol$ होती है।

H_2SO_4 के मोलों की संख्या $= \dfrac{0.2 \times 50}{1000} = 10^{-2}$

KOH के मोलों की संख्या $= \dfrac{1}{1000} \times 50 = 5 \times 10^{-2}$

इसलिए $= 57.32 \times 10^{-2} = 0.5732\, KJ = 573.2$ जूल।

51. (b) दहन अभिक्रिया के लिए ΔH ऋणात्मक होता है। $\Delta n = (16 + 18) - (25 + 2) = +7$ इसलिए ΔS $+ve$ है। अभिक्रिया स्वतः है अतः ΔG ऋणात्मक है।

52. (a) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, $T = 27 + 273 = 300\, K$

$\Delta G = (-285.8) - (300)(-0.163) = -236.9\, kJ\, mol^{-1}$

Assertion & Reason

1. (b) प्रक्कथन और कारण के अनुसार अभिक्रिया साम्य पर है जिसमें $\Delta G = 0$, $\Delta S = 0$, $\Delta H = 0$

2. (b) यह सही है कि बर्फ को छूने पर ठंडा लगता है क्योंकि बर्फ हमारे हाथ से ऊष्मा अवशोषित करती है।

3. (b) बर्फ की एण्ट्रॉपी जल से कम होती है क्योंकि जल के अणु ठोस अवस्था में गतिज ऊर्जा खो देते हैं और उनकी गति कम हो जाती है। अतः ठोस अवस्था में एण्ट्रॉपी घटती है। उसका कारण बर्फ की आकृति पिंजरे जैसी होना भी सही है लेकिन कारण प्रक्कथन की पूरी व्याख्या नहीं करता।

4. (c) एक आदर्श गैस का निर्वात के विरूद्ध समतापीय प्रसार शून्य होता है क्योंकि प्रसार समतापीय है। लेकिन कारण के अनुसार एक आदर्श गैस के अणुओं द्वारा घेरा गया आयतन शून्य है। यह गलत है।

5. (a) यह तथ्य है कि किसी पदार्थ की आंतरिक ऊर्जाओं का परम मान ज्ञात नहीं किया जा सकता। इसलिए यह भी सत्य है कि पदार्थ की घटक ऊर्जाओं के परम मान को ज्ञात करना असंभव है।

6. (b) द्रव्यमान और आयतन विस्तृत गुण हैं और द्रव्यमान/आयतन भी एक विस्तृत गुण है। यहाँ प्रक्कथन और कारण दोनों सत्य हैं।

7. (b) जल के वाष्पन की मोलर एण्ट्रॉपी एथेनॉल से भिन्न होती है यह हाइड्रोजन बंध के कारण होता है VSEPR सिद्धांत के अनुसार जल के अणु के पास दो एकाकी इलैक्ट्रॉन युग्म होते हैं जिससे इसका आकार कोणीय हो जाता है और यह कुछ ध्रुवणता प्रदर्शित करता है जो एथेनॉल से अधिक होती है इसलिए प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं लेकिन कारण प्रक्कथन की व्याख्या नहीं करता।

8. (a) प्रक्कथन के अनुसार 1 *atm* और 373 *K* पर जल के 1 मोल के वाष्पन के लिए आंतरिक ऊर्जा में वृद्धि शून्य है, यह सही है यह इसलिए है क्योंकि सभी समतापीय प्रक्रमों के लिए आंतरिक ऊर्जा शून्य होती है।

9. (b) $N_2(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

हम जानते हैं कि $\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$

$\Delta n = 2-2=0$ अतः $\Delta nRT = 0$

इसलिए $\Delta H = \Delta E$

10. (a) प्रबल अम्लों और प्रबल क्षारों के उदासीनीकरण की एन्थैल्पी समान होती है और ये है 13.7 Kcal। कारण है कि यह H^+ और OH^- आयनों से जल के बनने की संभवन ऊष्मा है। $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O, \Delta H = 13.7\,Kcal$ अतः प्रक्कथन और कारण दोनों सही है।

11. (a) जीरोथ (ताप का नियम) को संक्षेप में कह सकते हैं कि यदि दो भिन्न तापों वाली दो वस्तुओं का यदि ऊष्मीय संपर्क किया जाये तो ताप का प्रवाह इस प्रकार होगा कि दोनों का ताप समान हो जाये।

12. (d) प्रकाश रासायनिक अभिक्रिया का ΔG धनात्मक होता है।

14. (e) स्थिर ताप और स्थिर आयतन पर एक अभिक्रिया द्वारा अवशोषित ऊष्मा $(Qv) = E$ है।

15. (c) अवस्था फलनों के मान तंत्र की अवस्था पर निर्भर करते हैं न कि इस पर कि यह अवस्था पर कैसे पहुँचा।

16. (a) पदार्थ के वे गुण जो तंत्र में उपस्थित पदार्थ की मात्रा पर निर्भर करते हैं विस्तृत गुण कहलाते हैं।

17. (c) दहन अभिक्रियाएँ सदैव ऊष्मा उत्सर्जन के साथ पूर्ण होती हैं इसलिए इनके ΔH का मान सदैव ऋणात्मक होता है।

18. (b) एक समतापीय प्रक्रम में आंतरिक ऊर्जा (ΔE) में परिवर्तन शून्य होता है (क्योंकि यह एक ताप का फलन है) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम के अनुसार

$\because q + w = \Delta E$, अतः $Q = -W$ (यदि $\Delta E = 0$)

यदि एक तंत्र में परिवर्तन होता है जिसमें तंत्र की आंतरिक ऊर्जा स्थिर होती है (अर्थात्, $\Delta E = 0$), तब $-W = Q$

अर्थात् तंत्र द्वारा किया गया कार्य तंत्र द्वारा अवशोषित ऊष्मा के बराबर होता है।

20. (e) यदि रेफ्रिजरेटर का दरवाजा खुला रखा जाये तो कमरा गर्म हो जाता है क्योंकि यह वातावरण को ऊष्मीय ऊर्जा उत्सर्जित करेगा।

21. (c) एन्थैल्पी शून्य है, लेकिन एण्ट्रॉपी शून्य नहीं है। परम शून्य पर कंपन गति मौजूद रहती है।

22. (c) यह तंत्र के ताप की वृद्धि या कमी में सम्मिलित है तंत्र जब इस प्रक्रम से होता है तो यह वातावरण से ऊष्मीय रूप से रोधित होता है।

ऊष्मागतिकी तथा ऊष्मारसायन

SET Self Evaluation Test -10

1. जब एक तंत्र अवस्था *A* से *B* में जाता है तो उसकी आंतरिक ऊर्जा में परिवर्तन 40 *kJ/mole* होता है। यदि तंत्र अवस्था *A* से *B* में एक उत्क्रमणीय पथ द्वारा जाता है और पुनः अवस्था *A* में अनुत्क्रमणीय पथ द्वारा आता है, तो आंतरिक ऊर्जा में परिणामी परिवर्तन क्या होगा **[CBSE PMT 2003]**

   (a) 40 *kJ* (b) > 0 *kJ*
   (c) < 40 *kJ* (d) शून्य

2. सही संबध है **[DPMT 2002]**

   (a) $\Delta H + P\Delta V = \Delta V$ (b) $\Delta H - \Delta nRT = \Delta E$
   (c) $\Delta E + \Delta nRT = \Delta P$ (d) इनमें से कोई नहीं

3. अभिक्रिया $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$ के लिए 977^oC पर $\Delta H = 176$ *kJ mol* है तब ΔE है **[BVP 2003]**

   (a) 180 *kJ* (b) 186.4 *kJ*
   (c) 165.6 *kJ* (d) 160 *kJ*

4. पाँच भिन्न अभिक्रियाओं के लिए ΔH और ΔS के मान नीचे दिए गए हैं

अभिक्रिया	$\Delta H\,(kJ\,mol^{-1})$	$\Delta S\,(JK^{-1}\,mol^{-1})$
I	+98.0	+14.8
II	– 55.5	–84.6
III	+28.3	–17.0
IV	– 40.5	+24.6
V	+ 34.7	0.0

   इन मानों के आधार पर बताइये कि इनमें से कौनसी अभिक्रिया सभी तापों पर स्वतः होगी

   [Kerala PMT 2004; KCET 1988,90]

   (a) अभिक्रिया I (b) अभिक्रिया II
   (c) अभिक्रिया III (d) अभिक्रिया IV
   (e) अभिक्रिया V

5. स्थिर दाब पर जल की बर्फ के साथ साम्यावस्था पर मोलर ऊष्मा धारिता है **[IIT JEE 1997]**

   (a) शून्य (b) अनन्त (∞)
   (c) $40.45\,kJ\,K^{-1}mol^{-1}$ (d) $75.48\,J\,K^{-1}$

6. आंतरिक ऊर्जा किसमें सम्मिलित नहीं होती है

   [AIIMS 1999; CPMT 2000]

   (a) नाभिकीय ऊर्जा में
   (b) घूर्णन ऊर्जा में
   (c) कम्पन्न ऊर्जा में
   (d) गुरूत्वाकर्षण के खिंचाव से उत्पन्न ऊर्जा में

7. एक आदर्श गैस के 2 मोल निर्वात में स्वतः प्रसारित हो जाते हैं, तो किया गया कार्य होगा **[AMU 2000]**

   (a) 2 जूल (b) 4 जूल
   (c) शून्य (d) अनन्त

8. स्थिर दाब तथा ताप पर रासायनिक अभिक्रिया में ऊष्मा का विनिमय कहलाता है **[BHU 1998; Pb. PET 2000; MP PET 2002]**

   (a) आंतरिक ऊर्जा (b) एन्थैल्पी
   (c) एन्ट्रॉपी (d) मुक्त ऊर्जा

9. निम्न में से कौनसा कथन सत्य है **[KCET 2002]**

   (a) ΔE हमेशा ΔH से बड़ी होती है
   (b) ΔE हमेशा ΔH से छोटी होती है
   (c) ΔE , ΔH से छोटी, बड़ी या बराबर हो सकती है
   (d) ΔE हमेशा ΔH के समानुपाती होती है

10. द्रव्यमान और ऊर्जा का संरक्षण किसके द्वारा प्रदर्शित होता है

    [MH CET 2002]

    (a) ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम
    (b) ऊर्जा संरक्षण का नियम
    (c) द्रव्यमान संरक्षण का नियम
    (d) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का संशोधित रूप

11. अभिक्रिया

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ के लिए एन्थैल्पी ΔH_1 और

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ के लिए एन्थैल्पी ΔH_2 है। तब

[KCET 2004]

(a) $\Delta H_1 < \Delta H_2$ (b) $\Delta H_1 + \Delta H_2 = 0$

(c) $\Delta H_1 > \Delta H_2$ (d) $\Delta H_1 = \Delta H_2$

12. अभिक्रिया के स्वतः होने के लिए निम्न में से कौनसा मान सही है

[MP PET 2002; CBSE PMT 2005]

(a) $T\Delta S < \Delta H$ एवं ΔH और ΔS दोनों +ve है

(b) $T\Delta S > \Delta H$ एवं ΔH और ΔS दोनों +ve है

(c) $T\Delta S = \Delta H$ एवं ΔH और ΔS दोनों +ve है

(d) $T\Delta S > \Delta H$ एवं ΔH +ve है और ΔS –ve है

13. एक आदर्श गैस के रुद्धोष्म उत्क्रमणीय प्रसार में कार्य के लिये कौनसाा समीकरण सही होगा [AMU 2002]

(a) $W = nRT \ln\frac{V_2}{V_1}$ (b) $W = n_e \ln\frac{T_2}{T_1}$

(c) $W = P\Delta V$ (d) $W = -\int_1^2 PdV$

14. यदि एक ऊष्माशोषी अभिक्रिया जल के हिमांक पर स्वतः है तथा इसके क्वथनांक पर स्वतः और सुगम हो जाती है, तब

[AIEEE 2002]

(a) ΔH ऋणात्मक है, ΔS धनात्मक है

(b) ΔH और ΔS दोनों धनात्मक है

(c) ΔH और ΔS दोनों ऋणात्मक है

(d) ΔH धनात्मक और ΔS ऋणात्मक है

15. जब 1 मोल बर्फ को $0^o C$ पर जल में बदला जाता है तो उसमें एंट्रॉपी परिवर्तन ($JK^{-1} mol^{-1}$ में) क्या होगा? (बर्फ को जल में परिवर्तित करने के लिए $0^o C$ पर एन्थैल्पी परिवर्तन 6.0 kJ mol^{-1} है) [CBSE PMT 2003]

(a) 21.98 (b) 20.13

(c) 2.013 (d) 2.198

16. एक मोल $NaCl$ (*s*) पिघलने पर $30.5\,kJ$ ऊष्मा अवशोषित करता है और इसकी एण्ट्रॉपी $28.8\,JK^{-1}$ बढ़ जाती है। $NaCl$ का गलनांक है [DPMT 2004]

(a) 1059 *K* (b) 30.5 *K*

(c) 28.8 *K* (d) 28800 *K*

17. अभिक्रिया $N_2H_4(g) \rightarrow 2N(g) + 4H(g)$ के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन (ΔH)) $1724\ KJ\,mol^{-1}$ है। यदि अमोनिया में $N-H$ की बंध ऊर्जा $391\ KJ\,mol^{-1}$ है तो N_2H_4 में $N-N$ बंधों की बंध ऊर्जा क्या है [MP PMT 2004]

(a) $160\ KJ\ mol^{-1}$ (b) $391\ KJ\ mol^{-1}$

(c) $1173\ KJ\ mol^{-1}$ (d) $320\ KJ\ mol^{-1}$

18. द्रव अमोनिया को प्रशीतन में उपयोग किया जाता है क्योंकि

[DCE 2003]

(a) इसका अधिक द्विध्रुव आघूर्ण

(b) इसकी अधिक वाष्पन ऊष्मा

(c) इसकी अधिक क्षारीयता

(d) सभी

19. माना कि भारत पेट्रोलियम द्वारा सप्लाई किये गये सिलैण्डर में $14\,kg$ ब्यूटेन है। यदि एक सामान्य परिवार को भोजन पकाने के लिए $20{,}000\,kJ$ ऊर्जा प्रतिदिन चाहिए तो सिलैण्डर की ब्यूटेन गैस .... दिनों में खत्म होगी [Kerala PMT 2004]

(C_4H_{10} का $\Delta H_c = -2658\ KJ$ प्रतिमोल)

(a) 15 दिनों में (b) 20 दिनों में

(c) 50 दिनों में (d) 40 दिनों में

(e) 32 दिनों में

20. कुछ विशिष्ट परिस्थितियों में HCl को $NaOH$ द्वारा उदासीनीकरण की ऊष्मा – 55.9 *kJ* है और उसी तरह HCN को $NaOH$ द्वारा उदासीनीकरण की ऊष्मा –12.1 *kJ* है। तो HCN के आयनन की ऊष्मा होगी [MP PET 2001]

(a) $-68.0\,kJ\ mol^{-1}$ (b) $-43.8\,kJ\ mol^{-1}$

(c) $68.0\,kJ\ mol^{-1}$ (d) $43.8\,kJ\ mol^{-1}$

21. एक अभिक्रिया का साम्यावस्था स्थिरांक सम्बन्धित है **[AIIMS 1991]**

(a) मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन, ΔG^o

(b) मुक्त ऊर्जा परिवर्तन, ΔG

(c) तापमान, T

(d) इनमें से कोई नहीं

22. मानक अवस्था में गिब्स मुक्त ऊर्जा परिवर्तन, ΔG^o का साम्य स्थिरांक, K_p से सम्बन्ध है **[MP PET/PMT 1998]**

(a) $K_p = -RT \ln \Delta G^o$ (b) $K_p = \left(\frac{e}{RT}\right)^{\Delta G^o}$

(c) $K_p = -\frac{\Delta G^o}{RT}$ (d) $K_p = e^{-\frac{\Delta G^o}{RT}}$

23. N_2O_5 के NO_2 में विघटन के लिए मानक एन्थैल्पी 58.04 kJ है और इसी अभिक्रिया के लिए मानक एन्ट्रॉपी $176.7\,J/K$ है। इस अभिक्रिया के लिए 25^oC पर मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन है **[DCE 2004]**

(a) –5.38 *kJ* (b) 5.38 *kJ*

(c) 5.38 *kJ* (d) –538 *kJ*

24. 1 atm और 298 *K* पर साम्य $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ के लिए **[AIIMS 2004]**

(a) मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन शून्य के बराबर है $(G\Delta^o = 0)$

(b) मुक्त ऊर्जा परिवर्तन शून्य से कम है $(\Delta G < 0)$

(c) मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन शून्य से कम है $(\Delta G^o < 0)$

(d) मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन शून्य से अधिक है $(\Delta G^o > 0)$

25. अभिक्रिया $Ag_2O(s) \rightarrow 2Ag(s) + (1/2)O_2(g)$ के लिए $\Delta H = 30.56\ kJ\ mol^{-1}$ और $\Delta S = 0.066\ kJK^{-1}\ mol^{-1}$ है, तो अभिक्रिया के लिए वह ताप जिस पर मुक्त ऊर्जा परिवर्तन शून्य होगा **[MH CET 1999]**

(a) 373 *K* (b) 413 *K*

(c) 463 *K* (d) 493 *K*

AS Answers and Solutions

(SET -10)

1. (d) $A \xrightarrow{40} B$

$A \xleftarrow{-40} B$

$\Delta H = 40 - 40 = 0$

2. (b) $\Delta H = \Delta E + \Delta nRT$

3. (c) $\Delta n = 1 - 0 = 1$

$\Delta E = \Delta H + \Delta nRT$

$\Delta E = +176 - 1 \times \frac{8.314}{1000} \times 1240 = 165.6\,kJ.$

4. (d) एक स्वतः प्रक्रम, एन्थैल्पी में कमी के साथ तथा एण्ट्रॉपी में वृद्धि के साथ होता है अर्थात ΔH ऋणात्मक तथा ΔS धनात्मक होता है।

5. (b) $C_P = \left(\frac{\delta H}{\delta T}\right)_P$, साम्य पर T स्थिर है अर्थात् $\delta T = 0$, अतः $C_P = \infty$

6. (d) $E = E_{\text{इलेक्ट्रॉन}} + E_{\text{नाभिक}} + E_{\text{रासायनिक}} + E_{\text{स्थितिक}} + E_{\text{गतिक}}(E_t + E_v + E_r)$.

7. (c) एक आदर्श गैस जो निर्वात में प्रसारित होती है, प्रदर्शित करती है $\Delta E = 0, W = 0$ और $q = 0$

8. (b) $\Delta H = q_p$.

9. (c) ΔE, ΔH से अधिक या कम या बराबर हो सकती है।

$\because \Delta H = \Delta E + P\Delta V = \Delta E + \Delta nRT$.

10. (d) यह ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का संशोधित रुप है। यह द्रव्यमान और ऊर्जा के संरक्षण का नियम है।

11. (a) अभिक्रिया (i) के लिए $\Delta n_1 = 0.5$

अभिक्रिया (ii) के लिए $\Delta n_2 = 1.5$

इसलिए $\Delta H_1 < \Delta H_2$

12. (b) स्वतः अभिक्रियाओं के लिए ΔG का मान ऋणात्मक होना चाहिए $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = (+ve) - T(+ve)$

यदि $T\Delta S > \Delta H$ हो तब ΔG ऋणात्मक होगा और अभिक्रिया स्वतः होगी।

13. (b) $W = P\Delta V$

14. (b) ΔH और ΔS दोनों ही $+ve$ हो तो अभिक्रिया स्वतः है।

15. (a) $\Delta S = \frac{q_{rev}}{T} = \frac{6000}{273} = 21.98\ JK^{-1}mol^{-1}$

***

16. (a) $NaCl(s) \rightleftharpoons NaCl(l)$

दिया गया है : $\Delta H = 30.5\ KJ\ mol^{-1}$

$\Delta S = 28.8\ JK^{-1} = 28.8 \times 10^{-3}\ KJ\ K^{-1}$

$\Delta S = \frac{\Delta H}{T}$ का उपयोग करके

$= \frac{30.5}{28.8 \times 10^{-3}} = 1059\ K$

17. (a) $H - \overset{\overset{H}{|}}{N} - \overset{\overset{H}{|}}{N} - H$ (अतः $4\ N - H$ बंध उपस्थित है)

अर्थात् उनकी ऊर्जा $= 391 \times 4 = 1564$

अतः N_2H_4 में $N - N$ की बंध ऊर्जा

$= 1724 - 1564 = 160\ KJ/mol$

18. (b) अमोनिया की वाष्पन ऊष्मा अधिक है इसलिए इसका उपयोग प्रशीतन में किया जाता है।

19. (e) ब्यूटेन का कैलोरीमान $= \frac{\Delta H_c}{\text{अणु भार}} = \frac{2658}{58} = 45.8\ KJ/$ ग्राम

सिलैण्डर में $14\ Kg$ ब्यूटेन अर्थात् 14000 ग्राम ब्यूटेन है।

$\because$ 1 ग्राम देता है $45.8\ KJ$

$\therefore$ 14000 ग्राम देता है 14000×45.8

$= 641200\ KJ$

परिवार को $20,000\ KJ/$ दिन आवश्यकता है

अतः गैस $\frac{641200}{20,000} = 32.06$ दिन तक चलेगी।

20. (d)

21. (a) $\Delta G^o = -2.303 \log k$.

22. (d) $K_p = e^{-\Delta G^o / RT}$

23. (d)

24. (b) अभिक्रिया $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$ के लिए

$\Delta n = 1$ अर्थात् धनात्मक अतः जब Δn धनात्मक तब $\Delta G < 0$

25. (c) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

साम्य पर $\Delta G = 0$

$\therefore \Delta H = T\Delta S$ या $30.56 = T \times 0.066$

$T = 463\ K$