PHYSICS

1. $$F = -\frac{dU}{dr} = -\frac{d}{dr}\left[\frac{M}{r^6} - \frac{N}{r^{12}}\right]$$

$$= -\left[-\frac{6M}{r^7} + \frac{12N}{r^{13}}\right]$$

सन्तुलन की स्थिति में, $F = 0$

$\therefore \quad \frac{6M}{r^7} - \frac{12N}{r^{13}} = 0$ या, $r^6 = \frac{2N}{M}$

$\therefore$ साम्य स्थिति में स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{M}{2N/M} - \frac{N}{(2N/M)^2}$

$$= \frac{M^2}{2N} - \frac{M^2}{4N} = \frac{M^2}{4N}$$

2. आदमी का द्रव्यमान $= m$

लड़के का द्रव्यमान $= \frac{m}{2}$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{m}{2}\right)v_2^2 \quad \text{या,} \quad v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$$

अब, $$\frac{1}{2}m(v_1 + 2)^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{m}{2}(v_2 + x)^2$$

या, $$(v_1 + 2)^2 = \frac{(v_2 + x)^2}{2}$$

या, $$v_1 + 2 = \frac{v_2 + x}{\sqrt{2}}$$

परन्तु $v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$, अत: $\frac{x}{\sqrt{2}} = 2$

या, $$x = 2\sqrt{2}$$

4. न्यूट्रॉन का द्रव्यमान, $m_1 = m$

अल्फा-कण का द्रव्यमान, $m_2 = 4m$

ज्ञात है : $u_1 = v, u_2 = 0$

टक्कर के बाद न्यूट्रॉन का अन्तिम वेग

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)u_1}{m_1 + m_2} + \frac{2m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{(m - 4m)v}{(m + 4m)} + \frac{2\times 4m\times 0}{m + 4m} = -\frac{3v}{5}$$

6. बल $\vec{F} = (-2\hat{i} + 15\hat{j} + 6\hat{k})$ न्यूटन

विस्थापन, $\vec{s} = (0\hat{i} + 10\hat{j} + 0\hat{k})$ मीटर

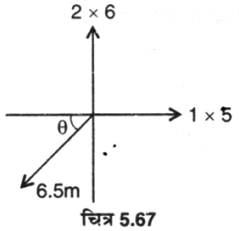
$\therefore$ किया गया कार्य

$$W = \vec{F}\cdot\vec{s} = (-2\hat{i} + 15\hat{j} + 6\hat{k})\cdot(0\hat{i} + 10\hat{j} + 0\hat{k})$$

$= 150$ जूल

9. संवेग 6.5 m का x एवं y-अक्षों के अनुदिश वियोजन करिए। अब, स्पष्ट है कि

$$6.5\,m\cos\theta = 1\times 5$$



चित्र 5.67

तथा $6.5\,m\sin\theta = 6\times 2$

या, $(6.5\,m)^2 = (5)^2 + (12)^2 = 169$

$\therefore \quad 6.5\,m = \sqrt{169} = 13$

या, $m = 2$ किग्रा

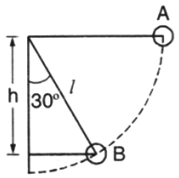
$\therefore$ कुल द्रव्यमान $= 1 + 2 + 2 = 5$ किग्रा

10. ऊर्ध्वाधर ऊँचाई $= h = l\cos 30°$

स्थितिज ऊर्जा में हानि

$$= mgh = mgl\cos 30°$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2}mgl$$



चित्र 5.68

$\therefore$ अर्जित गतिज ऊर्जा

$$= \frac{\sqrt{3}}{2}mgl$$

11. माना कमानी का सम्पीडन $= x$

द्रव्यमान की प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा = कमानी की स्थितिज ऊर्जा + घर्षण के कारण किया गया कार्य

$$\frac{1}{2}\times 2\times 4^2 = \frac{1}{2}\times 10000\times x^2 + 15x$$

या, $5000x^2 + 15x - 16 = 0$

या, $x = 0.0555$ मीटर

$= 5.5$ सेमी

12. ज्ञात है कि द्रव्यमान $m = 1$ ग्राम $= 0.001$ किग्रा

बल $F = 5$ ग्राम भार

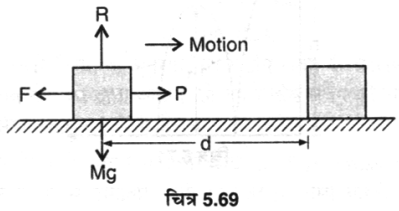
$= 5\times 10^3$ डाइन $= 0.05$ न्यूटन

वेग $v = 10$ मी/से

$\therefore$ प्रति सेकण्ड दागी जाने वाली गोलियों की संख्या

$$= \frac{F}{mv} = \frac{0.05}{0.001\times 10} = 5$$

13. जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, द्रव्यमान M का एक गुटका एक खुरदरी क्षैतिज सतह पर रखा है। माना कि सम्पर्क में आने वाले दो पृष्ठों



चित्र 5.69

के बीच गतिज घर्षण का गुणांक μ है। गुटके एंव क्षैतिज पृष्ठ के बीच घर्षण बल निम्न प्रकार दिया जाता है :

$$f = \mu R = \mu Mg \qquad (\because R = Mg)$$

गुटके को त्वरण रहित चलाने के लिए, आवश्यक बल (P) घर्षण बल के ठीक बराबर होगा, अर्थात

$$P = f = \mu R$$

यदि तय की गयी दूरी d हो तो किया गया कार्य निम्न प्रकार दिया जाता है :

$$W = P\times d = \mu Rd$$

14. पहली उछाल (bounce) के बाद प्राप्त ऊँचाई

$$h_1 = e^2h = (0.9)^2\times 20$$

$$= 0.9\times 0.9\times 20 = 16.2 \text{ मीटर}$$

15. विराम द्रव्यमान m_0 के एक कण की आपेक्षकीय गतिज ऊर्जा (relativistic kinetic energy) दी जाती है।

$$k = (m - m_0)c^2$$

जहाँ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$; m वेग v से गति करने वाले कण का द्रव्यमान है।

$\therefore \quad k = \left[\frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - m_0\right]c^2$

प्रश्न के अनुसार,

गतिज ऊर्जा = विराम ऊर्जा

अत: $$\left[\frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - m_0\right]c^2 = m_0c^2$$

या, $\dfrac{m_0c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} = 2m_0c^2$

या, $\dfrac{1}{(1-v^2/c^2)} = 4, \quad 4v^2/c^2 = 3$

या, $v = \dfrac{\sqrt{3}c}{2}$

16. $a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{4}{20} = \dfrac{1}{5}$ मी/से^{2}

वस्तु द्वारा तीसरे सेकण्ड में तय की गयी दूरी

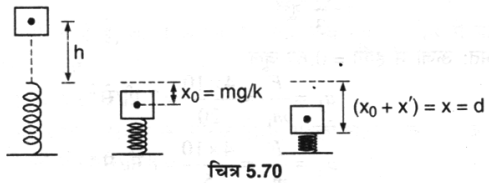
$= \dfrac{1}{2} \times \dfrac{1}{5}(2\times 3 - 1) = \dfrac{1}{2}$ मीटर

$\therefore \quad W = 4 \times \left(\dfrac{1}{2}\right) = 2$ जूल

17. जब एक द्रव्यमान h ऊँचाई से एक स्प्रिंग पर गिरता है तब द्रव्यमान की स्थितिज ऊर्जा की हानि द्वारा किया गया कार्य स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा के रूप में संग्रहीत हो जाता है।

तब हम लिख सकते हैं कि

$$mg(h+d) = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kd^2$$



चित्र 5.70

किया गया कार्य [= (प्रारम्भिक स्थितिज ऊर्जा – अंन्तिम स्थितिज ऊर्जा)] शून्य होता है, जब किया गया कार्य पूर्ण रूप से ऊर्जा में बदल जाता है। (यह मानते हुए कि ऊर्जा की कोई भी हानि नहीं होती) संपीडन या प्रसार में किया गया कार्य सदैव धनात्मक होता है चूँकि यह कार्य $\propto x^2$ अपेक्षित उत्तर निम्न है :

किया गया नेट कार्य

$= mg(h+d) - \dfrac{1}{2}kd^2$ या $\dfrac{1}{2}kd^2 - mg(h+d)$

22. $\dfrac{e_1}{e_2} = \dfrac{3}{1}$

परन्तु $e_1 = \dfrac{v}{2v} = \dfrac{1}{2}$

$\therefore \quad 3e_2 = \dfrac{1}{2}$ या $e_2 = \dfrac{1}{6}$

अत: दूसरे संघट्ट में, पास आने के सापेक्ष वेग एवं दूर जाने के सापेक्ष वेग के बीच अनुपात = 6 : 1

42. द्रव्यमान, $dm = \dfrac{m}{l}dx$

किया गया कार्य $dm = \int_{l_0}^{l} \dfrac{m}{l} gx\, dx$

$= \dfrac{mg}{l}\left[\dfrac{x^2}{2}\right]_{l_0}^{l}$

$= \dfrac{mg}{2l}(l^2 - l_0^2)$

अत: $\dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{mg}{2l}(l^2 - l_0^2)$

$\therefore \quad v = \sqrt{\dfrac{g(l^2 - l_0^2)}{l}}$

43. माना कुल लम्बाई का द्रव्यमान m है। चूँकि, चाहे किसी भी दिशा में, बैल्ट के ऊपरी एवं निचले भाग गति करे, गतिज ऊर्जा वेग की दिशा पर निर्भर नहीं करती। अत: ट्रैक्टर बैल्ट की गतिज ऊर्जा $\dfrac{1}{2}mv^2$ है।

44. माना दूसरी वस्तु विरामावस्था में है। अत: संवेग संरक्षण के नियम से

$0.5 \times 2 + 1 \times 0 = 1.5v$

$\therefore \quad v = \left(\dfrac{2}{3}\right)$ मी/से

$\therefore \quad \Delta K = K_f - K_i$

$= \dfrac{\left(\dfrac{3}{2}\right) \times \left(\dfrac{2}{3}\right)^2}{2} - \dfrac{1}{2} \times \dfrac{2^2}{2}$

$= -\dfrac{2}{3}$ जूल

अत: ऊर्जा में हानि = 0.67 जूल

45. $a_1 = \dfrac{F}{m_1} = \dfrac{4\times 10}{20} = 2$ मी/से^{2}

$a_2 = \dfrac{F}{m_2} = \dfrac{4\times 10}{5} = 8$ मी/से^{2}

ज्ञात है $k_A = k_B$

अर्थात् $\dfrac{1}{2}m_1u_1^2 = \dfrac{1}{2}m_2u_2^2$

या, $m_1(u + a_1t_1)^2 = m_2(u + a_2t_2)^2 \qquad (\because v = u + at)$

या, $m_1a_1^2t_1^2 = m_2a_2^2t_2^2 \qquad (\because u = 0)$

या, $\dfrac{t_1}{t_2} = \sqrt{\dfrac{m_2}{m_1} \times \dfrac{a_2^2}{a_1^2}} = \sqrt{\dfrac{5}{20} \times \dfrac{(8)^2}{(2)^2}}$

$= \sqrt{\dfrac{5\times 64}{20\times 4}} = 2$

CHEMISTRY

46. (d)

47. (a) ऐसी अवस्था में कम्प्रेशर काफी समय तक चलता रहता है जो वातावरण को अधिक ऊष्मा देता है तथा कमरा गर्म हो जाता है।

48. (c) हम जानते है कि $\Delta E = q + W$

यदि ऊष्मा वातावरण से ली गई है तो $q = 0$

अतः $\Delta E = W$

अर्थात कार्य आन्तरिक ऊर्जा के सापेक्ष किया गया है तथा $q = 0$ होता है रूद्धोष्म प्रक्रम के लिये।

49. (b) एक ऊष्मागतिकी अवस्था फलन एक राशि है जिसका मान पथ पर निर्भर नहीं करता है। इसका मान तन्त्र की अवस्था पर निर्भर करता है।

50. (c) ऊष्मागतिकी के अर्न्तगत ऊर्जा परिवर्तन, सुसंगतता, क्रिया के विस्तार आदि का अध्ययन करते हैं परन्तु गति तथा क्रियाविधि का अध्ययन नहीं करते हैं।

51. (c) क्रियाकारक नमूना की बन्द बीकर में उपस्थिति —बन्द तन्त्र
पदार्थ व ऊर्जा का परिवर्तन — खुला तन्त्र
बन्द पात्र में क्रियाकारकों की उपस्थिति — बन्द तन्त्र
थर्मस फ्लास्क में क्रियाकारकों की उपस्थिति — विलगित तन्त्र

52. (c)

53. (c) हम जानते हैं कि आन्तरिक ऊर्जा ताप व दाब पर निर्भर करतीं है। अतः यदि गैस का प्रसार निश्चित ताप व दाब पर किया जाता है तब इसकी आन्तरिक ऊर्जा में कोई प्रभाव नही होता है।

54. (a) $W = 2.303\, nRT \log \frac{p_2}{p_1}$

$= 2.303 \times 1 \times 2 \times 300 \log \frac{10}{2} = 965.84$

निश्चित ताप पर, $\Delta E = 0$

$\Delta E = q + W;$

$q = -W = -965.84$ कैलोरी

55. (c) दिया गया है; $q = +701$ जूल
(ऊष्मा का शोषण,अतः q धनात्मक होगी)
$W = -394$ जूल (तन्त्र द्वारा किया गया कार्य,अतः W ऋणात्मक)
ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से
आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन, $\Delta E = q + W$
$= +701$ जूल $+ (-394$ जूल$) = +307$ जूल

56. (a) एक विलगित तन्त्र के लिये, कोई ऊर्जा परिवर्तन नहीं; ऊष्मा एवं कार्य में अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से

$\Delta U = q + W$

$\Delta U = 0 + 0 = 0$

57. (c) मुक्त प्रसार में, $W = 0$
रुद्धोष्म प्रक्रम में, $q = 0$

$\Delta U = q + W = 0$

इसका अर्थ है आन्तरिक ऊर्जा स्थिर रहेगी

अतः $\Delta T = 0$

आदर्श गैस में अन्तर आणविक आकर्षण नहीं होता
अतः इस प्रकार की गैस का रूद्धोष्म परिवर्तन होता है तो निर्वात में; कोई ऊष्मा अवशोषित या मुक्त नहीं होती है क्योंकि अणुओं को अलग-अलग करने के लिये कोई कार्य नहीं करना पड़ता है।

58. (a) चूँकि तन्त्र बन्द तथा ऊष्मारोधी है अतः ऊष्मा का प्रवाह बाहर-अन्दर नही होता है
अर्थात् $q = 0,\ \Delta E = q + W$

59. (d) जैसा कि प्रक्रम में अवस्था परिवर्तन होता है तथा ऊष्मा का शोषण होता है अतः

Q = संहति × वाष्पन की गुप्त ऊष्मा

दिया है, संहति $= 70.0$ ग्राम $= 0.07$ किलोग्राम

$L_v = 2260$ किलोजूल प्रति किलोग्राम

$Q = 0.07 \times 2260$ किलोजूल

$= 158.2$ किलोजूल $= 158200$ जूल

60. (a) जैसा कि चित्र से स्पष्ट है कि प्रक्रम अनन्त पदों में पूरा हुआ है। अतः यह समतापीय उत्क्रमणीय प्रसार है।

$W = -2.303 nRT \log \frac{V_2}{V_1}$

परन्तु $p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{2}{1} = 2$

$\therefore W = -2.303 nRT \log \frac{p_1}{p_2}$

$= -2.303 \times 1$ मोल $\times 8.314$ जूल मोल$^{-1}$

केल्विन$^{-1} \times 298$ केल्विन$^{-1} \times \log 2$

$= -2.303 \times 8.314 \times 298 \times 0.3010$ जूल

$= -1717.46$ जूल

61. (c) $W = -p_{\text{बाह्य}}(V_f - V_i) = -2 \times 40 = -80$ ली-बार

$= -8$ किलोजूल

ऋणात्मक चिन्ह प्रदर्शित करता है कार्य तन्त्र द्वारा वातावरण पर किया गया है। अधिक कार्य किया गया है उत्क्रमणीय प्रसार में, क्योंकि आन्तरिक दाब तथा बाह्य दाब प्रत्येक पद पर समान रहते हैं।

62. (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
तापकम 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।

63. (a) संपीडक को अपने वातावरण को ज्यादा ऊष्मा देने के लिए लंबे समय तक चलना पड़ता है।

64. (c) यह जूल–थॉमसन प्रभाव पर आधारित है।

65. (b) एन्थैल्पी एक विस्तृत गुण है।

66. (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।

67. (b) द्रव्यमान/आयतन एक सघन गुण है।

68. (d) ΔQ एक अवस्था फलन नहीं है।

69. (c) रुद्धोष्म प्रक्रम के लिए $\Delta Q = 0$

70. (d) ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम द्रव्यमान और ऊर्जा के संरक्षण के नियम के नाम से भी जाना जाता है।

71. (a)

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

73. (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 $\Delta U = q$, $\Delta U < 0$, $w = 0$

74. (a)

75. (d) यदि $\Delta n = -ve$ तब $\Delta H < \Delta E$

76. (c) एक आदर्श गैस के समतापीय प्रसार के दौरान $\Delta T = 0$
$\Delta H = \Delta E + P\Delta V = \Delta E + nR\Delta T = 0 + 0 = 0$.

77. (b) $W = 2.303\, nRT \log \frac{V_2}{V_1}$

$= 2.303 \times 1 \times 8.314 \times 10^7 \times 298 \log \frac{20}{10}$

$= 298 \times 10^7 \times 8.314 \times 2.303 \log 2$.

78. (a) स्थिर ताप व दाब पर आदर्श गैस की आंतरिक ऊर्जा

अपरिवर्तित रहती है।

79. (a) ΔE ताप के साथ बढ़ती है।

80. (c) $-W = +2.303\, nRT \log \frac{p_1}{p_2}$

$-W = 2.303 \times 1 \times 2 \times 300 \log \frac{10}{1} = 1381.8\, cal.$

81. (c) जैसा कि तंत्र बंद व रोधित है अतः ना तो ऊष्मा आ सकती है और ना ही तंत्र को छोड़ सकती है। अर्थात्
$q = 0$; $\therefore \Delta E = Q + W = W$

82. (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 $\Delta E = 0.$
$\Delta E = q + w$; $q = -w = -965.84\, cal$.

83. (c) $q = 40\, J$
$w = -8\, J$ (तंत्र द्वारा किया गया कार्य)
$\Delta E = q + w = 40 - 8 = 32\, J$.

84. (a) हम जानते हैं कि $\Delta E = Q + W = 600 + (-300)$ $= 300\, J$
$W = 300$, क्योंकि तंत्र द्वारा कार्य किया गया है।

85. (c) दिया गया है
$P_1 = 10\, atm$, $P_2 = 1\, atm$, $T = 300K$, $n = 1$
$R = 8.314\, J/K/mol$

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।

86. (b) दिये गये मोल $= 1$
प्रारंभिक ताप $= 27^{o}C = 300K$
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
$W = -nC_V (T_2 - T_1)$; $3000 = -1 \times 20\, (T_2 - 300)$
$3000 = -20T_2 + 6000$

$20T_2 = 3000$; $T_2 = \frac{3000}{20} = 150K$

87. (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।

88. (c) $W = -P\Delta V = -1 \times 10^5 (1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3})$

$= -1 \times 10^5 \times 9 \times 10^{-3} = -900\, J$

89. (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।

90. (d) $W = -p\Delta V$; $W = -3 \times (6 - 4)$
$W = -6 \times 101.32$ ($\therefore 1\, L\, atm = 101.32\, J$)
$W = -608\, J$