Chapter
6
कार्य, ऊर्जा, शक्ति एवं संघट्ट

प्रस्तावना (Introduction)

'कार्य', 'शक्ति' एवं 'ऊर्जा' बोलचाल में अक्सर प्रयुक्त होने वाले शब्द है। जैसे एक किसान अपने खेतों से खरपतवार नष्ट कर रहा हो तो हम कहेगें वह कठिन कार्य कर रहा है। एक महिला कुएँ से अपने घर तक पानी लाती है, तो वह कार्य करती है। सूखा प्रभावित क्षेत्रों में उसे दूर से पानी लाना पड़ता है, यदि वह ऐसा करती है तो हम कहते हैं कि वह अधिक ऊर्जावान है। इस प्रकार ऊर्जा कार्य करने की क्षमता है। जब कार्य के साथ गति का भी उल्लेख हो तो शक्ति शब्द का प्रयोग करते हैं। शक्ति सामान्यतः चाल से संबंधित है। जैसे कराटे (karate) के खेल में शक्तिशाली घूंसा (Punch) मारने के लिए उसकी गति बढ़ाना पड़ती है।

भौतिकी में, इन पदों को अधिक यथार्थतापूर्वक परिभाषित किया जाता है। इस अध्याय में, हम इन राशियों के भौतिक अर्थ, इनके निरूपण व इनकी परिभाषाओं में सह-संबंध का अध्ययन करेंगे।

यदि किसी वस्तु पर आरोपित बल वस्तु को बल की दिशा में किसी निश्चित दूरी तक विस्थापित करता है तो हम कहते हैं कि कार्य किया गया है।

अचर बल द्वारा किया गया कार्य
(Work Done by a Constant Force)

माना किसी पिण्ड पर क्षैतिज से θ कोण पर एक अचर बल $\vec{F}$ लगाने पर पिण्ड दूरी s तक विस्थापित हो जाता है

बल $\vec{F}$ को दो घटकों में वियोजित करने पर

(i) $F\cos\theta$, पिण्ड के विस्थापन की दिशा में

(ii) $F\sin\theta$, पिण्ड के विस्थापन के लम्बवत्

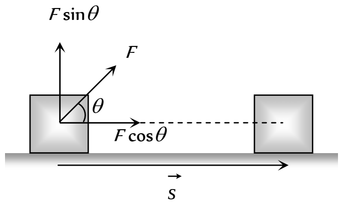


Fig. 6.1

चूँकि पिण्ड $F\cos\theta$ की दिशा में विस्थापित होता है, अतः पिण्ड को दूरी s तक विस्थापित करने में किया गया कार्य

$$W = (F\cos\theta)s = Fs\cos\theta$$

अथवा $W = \vec{F}.\vec{s}$

इस प्रकार बल द्वारा किया गया कार्य, बल व विस्थापन का अदिश गुणन होता है।

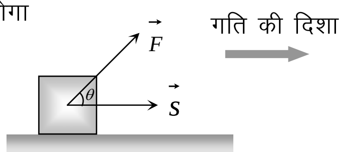
यदि किसी पिण्ड पर एक साथ बल $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 ...... \vec{F}_n$ आरोपित हों व पिण्ड स्थिति सदिश $\vec{r}_1$ से $\vec{r}_2$ तक विस्थापित हो तब

$$W = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + ... \vec{F}_n).(\vec{r}_2 - \vec{r}_1)$$

कार्य की प्रकृति (Nature of Work Done)

धनात्मक कार्य

यदि बल (अथवा उसका घटक) विस्थापन के समांतर हो तो कार्य धनात्मक होगा



$0^o \le \theta < 90^o$

Fig. 6.2

धनात्मक कार्य दर्शाता है कि बाह्य बल पिण्ड की गति का समर्थन कर रहा है।

उदाहरण : (i) यदि कोई व्यक्ति किसी पिण्ड को पृथ्वी की सतह से ऊपर उठाता है तो उसके द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा

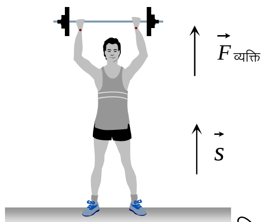


Fig. 6.3

(ii) जब किसी लॉन रोलर को हत्थे के अनुदिश, क्षैतिज से न्यूनकोण पर बल लगाकर खींचा जाता है तो, आरोपित बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा

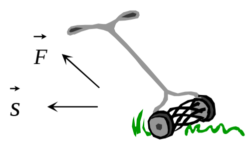
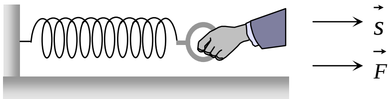


Fig. 6.4

(iii) जब किसी स्प्रिंग को खींचा जाता है, तो बाह्य बल (खिंचाव बल) द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा



अधिकतम कार्य: W_{max} =

Fig. 6.5

जब $\cos\theta = 1$ (अधिकतम) अर्थात् $\theta = 0^o$

अर्थात् यदि बल व विस्थापन के मध्य कोण शून्य हो तो बल द्वारा किया गया कार्य अधिकतम होगा

ऋणात्मक कार्य

यदि बल (या उसका घटक) विस्थापन के विपरीत हो तो कार्य ऋणात्मक होगा

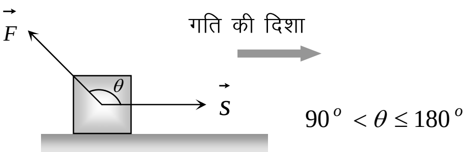


Fig. 6.6

ऋणात्मक कार्य दर्शाता है कि बाह्य बल पिण्ड की गति का विरोध कर रहा है।

उदाहरण : (i) यदि कोई व्यक्ति किसी पिण्ड को पृथ्वी की सतह से ऊपर उठाता है तो गुरुत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा।

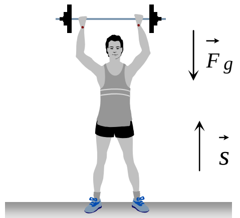


Fig. 6.7

(ii) जब किसी पिण्ड पर ... र वह खुरदरे (Rough) तल पर फिसलता है, तो घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा

न्यूनतम कार्य : $W_{min} = -F s$

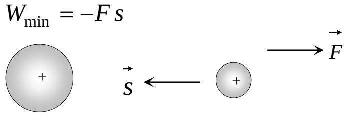


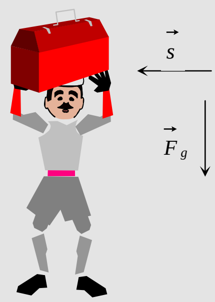
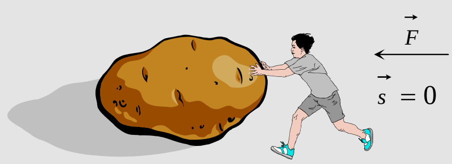
Fig. 6.8

जब $\cos\theta = -1$ (न्यूनतम) अर्थात् $\theta = 180^o$

अर्थात् यदि बल व विस्थापन के मध्य कोण 180° हो तो बल द्वारा किया कार्य न्यूनतम [अधिकतम ऋणात्मक] होगा।

(iii) जब एक धनात्मक आवेश अन्य किसी धनात्मक आवेश की ओर जाता है, तो उनके बीच स्थिर वैद्युत बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा।

Table 6.1 : विभिन्न स्थितियों में शून्य कार्य

शून्य कार्य	
निम्न तीन स्थितियों में किया गया कार्य शून्य होगा अर्थात् $W = Fs\cos\theta = 0$	
(1) **यदि आरोपित बल विस्थापन के लम्बवत् हो ($\vec{F} \perp \vec{s}$)** *उदाहरण* : (i) जब एक कुली अपने सिर पर समान रखकर क्षैतिज प्लेटफार्म पर चलता है तो उसके द्वारा गुरुत्व के विरुद्ध किया गया कार्य शून्य होगा। (ii) जब कोई कण वृत्ताकार मार्ग पर गति करता है, तो अभिकेन्द्रीय बल द्वारा किया कार्य सदैव शून्य होता है। (iii) जब कोई आवेशित कण चुम्बकीय क्षेत्र में गति करता है, तो बल $[\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})]$ सदैव गति की दिशा के लम्बवत् होता है, अतः इस बल द्वारा किया गया कार्य सदैव शून्य होगा।	
(2) **यदि बल लगाने पर भी विस्थापन शून्य हो** [$s = 0$] *उदाहरण* :(i) जब एक मनुष्य किसी दीवार अथवा भारी पिण्ड को बल लगाकर विस्थापित करने का प्रयास करे परंतु पिण्ड विस्थापित ना हो, तो उसके द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा (ii) एक भारोत्तोलक, भार को पृथ्वी तल से उठाने में तो कार्य करता है परन्तु उसे ऊपर पकड़ कर रखने में कोई कार्य नही करता	
(3) **यदि पिण्ड पर लगने वाला बल शून्य हो** [$F = 0$] *उदाहरण* : किसी विलगित पिण्ड की अंतरिक्ष में गति।	

परिवर्ती बल द्वारा किया गया कार्य
(Work Done by a Variable Force)

यदि स्थिति के साथ किसी बल का परिमाण व दिशा परिवर्तित होते हों, तो बल द्वारा अत्यन्त सूक्ष्म विस्थापन के लिए किया गया कार्य $dW = \vec{F}.d\vec{s}$ होगा।

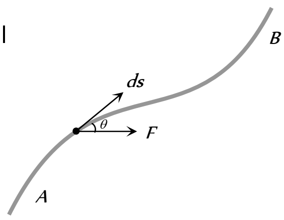


Fig. 6.9

चित्रानुसार, बिन्दु A से बिन्दु B तक विस्थापन के लिए किया गया कुल कार्य $W=\int_A^B \vec{F}.d\vec{s}=\int_A^B (F\cos\theta)ds$

समकोणिक घटकों के पदों में $\vec{F}=F_x\hat{i}+F_y\hat{j}+F_z\hat{k}$

तथा $d\vec{s}=dx\hat{i}+dy\hat{j}+dz\hat{k}$

$\therefore\ W=\int_A^B (F_x\hat{i}+F_y\hat{j}+F_z\hat{k}).(dx\hat{i}+dy\hat{j}+dz\hat{k})$

अथवा $W=\int_{x_A}^{x_B} F_x dx+\int_{y_A}^{y_B} F_y dy+\int_{z_A}^{z_B} F_z dz$

कार्य के मात्राक एवं विमीय सूत्र
(Dimension and Units of Work)

विमीय सूत्र : $\because$ कार्य = बल $\times$ विस्थापन

$$[W]=[MLT^{-2}]\times[L]=[ML^2T^{-2}]$$

मात्रक : कार्य के मात्रक दो प्रकार के होते हैं

Table 6.2 : निरपेक्ष एवं गुरुत्वीय मात्रक

निरपेक्ष मात्रक	गुरुत्वीय मात्रक
[SI] *जूल* : यदि 1 N का बल किसी पिण्ड को अपनी दिशा में 1 m तक विस्थापित करे तो उसके द्वारा किया गया कार्य 1 जूल होगा। सूत्र $W=F.s$ से, 1 जूल = 1 न्यूटन ×1 m	[SI] *kg-m* : यदि 1*kg-wt* का बल किसी पिण्ड को अपनी दिशा में 1*m* तक विस्थापित करे तो उसके द्वारा किया गया कार्य 1*kg-m* होगा। सूत्र $W=F.s$ से, 1 *kg-m* = 1 *kg-wt* × 1 *m* = 9.81 N × 1 m = 9.81 जूल
[CGS] अर्ग : यदि 1 डाइन बल किसी पिण्ड को अपनी दिशा में 1 *cm* तक विस्थापित करे तो उसके द्वारा किया कार्य 1 अर्ग होगा। सूत्र $W=F\,s$ से 1 अर्ग = 1 डाइन × 1 सेमी **जूल व अर्ग में संबंध** 1 जूल = 1 N × 1 m = 10^5 डाइन × 10^2 *cm* = 10^7 डाइन × *cm* = 10^7 *erg*	[CGS] *gm-cm* : यदि 1*gm-wt* का बल किसी पिण्ड को अपनी दिशा में 1*cm* तक विस्थापित करे तो उसके द्वारा किया गया कार्य 1 *gm-cm* होगा। सूत्र $W=F\,s$ से 1 *gm-cm* = 1*gm-wt* × 1*cm* = 981 डाइन × 1सेमी = 981 अर्ग

बलविस्थापन ग्राफ द्वारा कार्य की गणना
(Work Done Calculation by Force Displacement Graph)

माना किसी पिण्ड, जिसकी प्रारम्भिक स्थिति x_i हो, पर एक परिवर्ती बल (जिसका परिमाण लगातार बदलता है) लगाया जाता है जिसके परिणाम स्वरूप पिण्ड स्थिति x_f पर पहुँच जाता है।

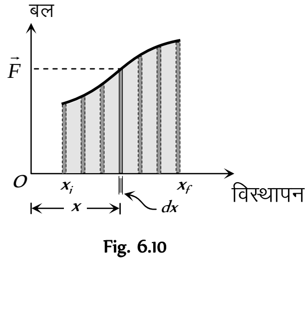


Fig. 6.10

माना सूक्ष्म अंतराल dx (x से $x+dx$) अर्थात् सूक्ष्म विस्थापन dx के लिये परिवर्ती बल का औसत मान F है, तो बल द्वारा किया गया कार्य dx चौड़ाई की पट्टी (छायांकित भाग) के क्षेत्रफल के तुल्य होगा। पिण्ड को x_i से x_f तक विस्थापित करने में किया गया सम्पूर्ण कार्य, इसी प्रकार की सूक्ष्म पट्टिकाओं के क्षेत्रफलों का योग होगा।

$$dW=\vec{F}\,dx \Rightarrow W=\int_{x_i}^{x_f} dW=\int_{x_i}^{x_f} F\,dx$$

$\Rightarrow W=\int_{x_i}^{x_f}$ (dx चौड़ाई वाली सूक्ष्म पट्टी का क्षेत्रफल)

$\Rightarrow W=$ x_i व x_f के मध्य ग्राफ द्वारा घिरा क्षेत्रफल

अर्थात् बल-विस्थापन वक्र व विस्थापन अक्ष के मध्य घिरा क्षेत्रफल (उचित बीजगणित चिन्हों सहित) बल द्वारा किये गये कार्य को प्रदर्शित करता है।

संरक्षी तथा असंरक्षी क्षेत्र में किया गया कार्य
(Work Done in Conservative and Non-conservative Field)

(1) संरक्षी क्षेत्र में, बल द्वारा किया गया कार्य (बल का रेखीय समाकलन अर्थात् $\int \vec{F}.d\vec{l}$) किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य के मार्ग पर निर्भर नहीं करता है।

$$\underset{\text{मार्ग I}}{W_{A\to B}}=\underset{\text{मार्ग II}}{W_{A\to B}}=\underset{\text{मार्ग III}}{W_{A\to B}}$$

अथवा $\underset{\text{मार्ग I}}{\int \vec{F}.d\vec{l}}=\underset{\text{मार्ग II}}{\int \vec{F}.d\vec{l}}=\underset{\text{मार्ग III}}{\int \vec{F}.d\vec{l}}$

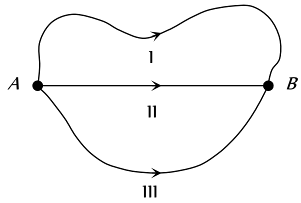


Fig. 6.11

(2) संरक्षी क्षेत्र में, किसी बंद पथ में, बल द्वारा किया गया कार्य (बल का रेखीय समाकलन अर्थात् $\int \vec{F}.d\vec{l}$) शून्य होता है

$$W_{A\to B}+W_{B\to A}=0$$

अथवा $\oint \vec{F}.d\vec{l}=0$

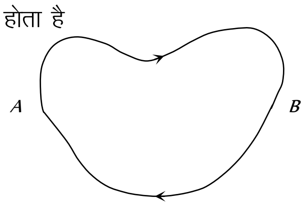


Fig. 6.12

संरक्षी बल : निम्न प्रकार के बल, संरक्षी बल कहलाते हैं

उदाहरण : स्थिर वैद्युत बल, गुरुत्वाकर्षण बल, प्रत्यास्थ बल, चुम्बकीय बल आदि। सभी केन्द्रीय बल संरक्षी बल होते हैं।

चित्र में, m द्रव्यमान के पिण्ड को पृथ्वी तल से, विभिन्न मार्गों से, h ऊँचाई तक ले जाया गया है

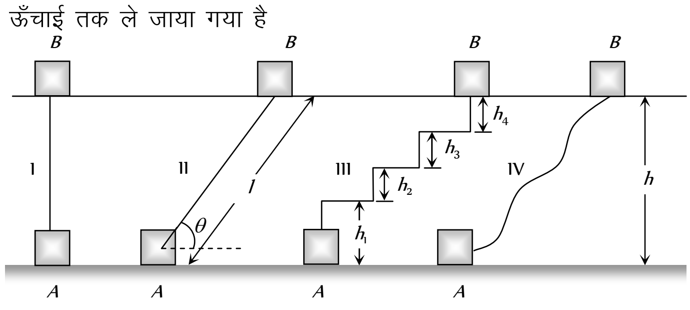


Fig. 6.13

विभिन्न मार्गों से पिण्ड को h ऊँचाई तक ले जाने में किया गया कार्य

$$W_I=F.s=mg\times h=mgh$$

$$W_{II}=F.s=mg\sin\theta\times l=mg\sin\theta\times\frac{h}{\sin\theta}=mgh$$

$$W_{III}=mgh_1+0+mgh_2+0+mgh_3+0+mgh_4$$

$$=mg(h_1+h_2+h_3+h_4)=mgh$$

$$W_{IV}=\int\vec{F}.d\vec{s}=mgh$$

अतः स्पष्ट है कि $W_I=W_{II}=W_{III}=W_{IV}=mgh$

यदि पिण्ड पुनः प्रारम्भिक स्थिति A, तक लाया जाए तो निकाय समान परिमाण का कार्य (ऊर्जा) मुक्त करेगा अर्थात् $W_{AB}=mgh$ तथा $W_{BA}=-mgh$

अतः एक पूर्ण चक्र में गुरुत्व के विरुद्ध किया गया कार्य शून्य होगा।

$W_{Net}=W_{AB}+W_{BA}=mgh+(-mgh)=0$

अर्थात् गुरुत्वीय बल, संरक्षी बल है।

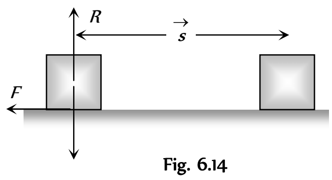
असंरक्षी बल : यदि बल द्वारा अथवा बल के विरुद्ध, किसी पिण्ड को एक स्थिति से दूसरी स्थिति तक ले जाने में किया गया कार्य, प्रथम व द्वितीय स्थिति के मध्य अनुसरित मार्ग पर निर्भर करे, तो बल असंरक्षी बल कहलाता है। असंरक्षी बल द्वारा बंद पथ में किया गया कार्य कभी शून्य नहीं होगा।

उदाहरण : घर्षण बल, श्यान बल, वायु प्रतिरोध आदि।

यदि कोई पिण्ड किसी खुरदरे तल पर स्थिति A से स्थिति B तक गति करता है। तो बल द्वारा घर्षण बल के विरुद्ध किया गया कार्य, A व B के मार्ग की लम्बाई पर निर्भर करेगा न कि सिर्फ स्थिति A व B पर।

$$W_{AB}=\mu mgs$$

पुनः यदि पिण्ड को प्रारम्भिक स्थिति A, तक लाया जाए तो घर्षण के विरुद्ध कार्य करना होगा, जो पिण्ड की गति का विरोध करेगा अर्थात् पूर्ण चक्र में घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य शून्य नहीं होगा।



$W_{BA}=\mu mgs.$

Fig. 6.14

$\therefore W_{\text{कुल}}=W_{AB}+W_{BA}=\mu mgs+\mu mgs=2\mu mgs\neq 0$

अर्थात् घर्षण असंरक्षी बल है।

निर्देश फ्रेम पर कार्य की निर्भरता

(Work Depends on Frame of Reference)

निर्देश फ्रेम (जड़त्वीय) का परिवर्तन करने पर बल अपरिवर्तित रहता है, जबकि विस्थापन परिवर्तित होता है, अर्थात विभिन्न निर्देश फ्रेमों में बल द्वारा किया गया कार्य भिन्न-भिन्न होगा।

उदाहरण : (1) एक कुली अपने सिर पर सूटकेस लिये सीढियों पर चढता है, तो स्वयं के सापेक्ष सूटकेस ऊपर ले जाने में किया गया कार्य शून्य होगा (चूँकि स्वयं के सापेक्ष सूटकेस का विस्थापन शून्य है) जबकि पृथ्वी पर खड़े किसी प्रेक्षक से जुड़े निर्देश फ्रेम के सापेक्ष किया गया कार्य *mgh* होगा।

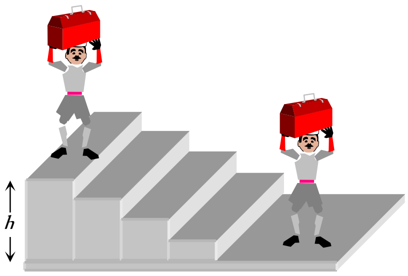


Fig. 6.15

(2) यदि एक व्यक्ति किसी गतिशील ट्रेन में एक बॉक्स s दूरी तक विस्थापित करता है, तो ट्रेन से जुड़े निर्देश तंत्र के सापेक्ष किया गया कार्य $\vec{F}.\vec{s}$ होगा, परन्तु इस दौरान पृथ्वी के सापेक्ष ट्रेन भी विस्थापित (माना $\vec{s_0}$) होगी अतः पृथ्वी पर स्थित किसी प्रेक्षक से जुड़े निर्देश तंत्र के सापेक्ष किया गया कार्य $\vec{F}.(\vec{s}+\vec{s_0})$ होगा।

ऊर्जा (Energy)

किसी वस्तु की कार्य करने की क्षमता को उस वस्तु की ऊर्जा कहते हैं।

(1) चूँकि ऊर्जा, कार्य की कुल मात्रा है, अतः यह एक अदिश राशि है।

(2) **विमीय सूत्र:** $[ML^2T^{-2}]$, यह कार्य एवं बल आघूर्ण के विमीय सूत्र के समान है।

(3) **मात्रक** : जूल [SI], अर्ग [CGS]

प्रायोगिक इकाई : इलेक्ट्रॉन वोल्ट (*eV*), किलोवाट घण्टा (*KWh*), कैलोरी (*Cal*)

विभिन्न मात्रकों में संबंध

1 जूल= 10^7 अर्ग, 1 eV = 1.6×10^{-19} जूल

1 kWh = 3.6×10^6 जूल, 1 cal = $4.18\ J$

(4) **द्रव्यमान-ऊर्जा समतुल्यता :** आइन्स्टीन के सापेक्षिता के विशिष्ट सिद्धान्त के अनुसार, प्रत्येक द्रव्यकण स्वयं ऊर्जा का एक रूप है। इस सिद्धान्त के अनुसार द्रव्यमान m व उसके समतुल्य ऊर्जा E में निम्न संबंध है

$E=mc^2$ जहाँ c = निर्वात् में प्रकाश की चाल

यदि $m=1\,amu=1.67\times10^{-27}\,kg$

तब $E=931\,MeV=1.5\times10^{-10}\,J$

यदि $m=1kg$ तब $E=9\times10^{16}\,J$

उदाहरण : (i) **युग्म शून्यकरण अथवा युग्म विनाशीकरण** (Annihilation) : जब एक इलेक्ट्रॉन व एक पॉजीट्रान (e^+) एक दूसरे से संयुक्त होते हैं, तो वे एक दूसरे को नष्ट कर देते हैं। इलेक्ट्रॉन व पॉजीट्रॉन का द्रव्यमान ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है, यह ऊर्जा γ -किरणों के रूप में मुक्त होती है।

$$e^-+e^+\rightarrow\gamma+\gamma$$

प्रत्येक γ फोटॉन की ऊर्जा = 0.51 *MeV*

यहाँ एक γ फोटॉन के स्थान पर, दो γ फोटॉनों का उत्सर्जन होता है, ताकि रेखीय संवेग संरक्षित रहे।

(ii) **युग्म उत्पादन :** यह प्रक्रिया शून्यकरण की विपरीत है। इस प्रक्रिया में एक फोटॉन, (γ) जिसकी ऊर्जा 1.02 *MeV* है, किसी नाभिक से टकराता है तथा एक इलेक्ट्रॉन (e^-) व एक पॉजीट्रॉन (e^+) उत्पादित करता है। यहाँ ऊर्जा द्रव्य में परिवर्तित होती है।

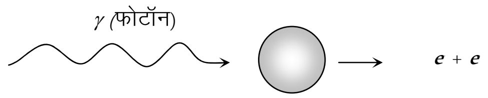


Fig. 6.16

(iii) **नाभिकीय बम :** जब नाभिक, द्रव्यमान क्षति (Mass defect) अर्थात् नाभिक में उपस्थित कणों व नाभिक के द्रव्यमान में अंतर, के कारण विभक्त होता है तो ऊर्जा γ -विकिरणों व ऊष्मा के रूप में मुक्त होती है।

(5) **ऊर्जा के विभिन्न रूप**

(i) यांत्रिक ऊर्जा (गतिज व स्थितिज)

(ii) रासायनिक ऊर्जा

(iii) विद्युत ऊर्जा

(iv) चुम्बकीय ऊर्जा

(v) नाभिकीय ऊर्जा

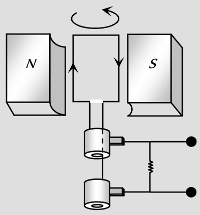
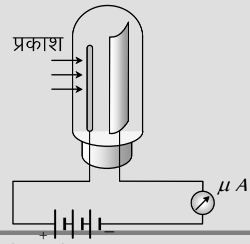
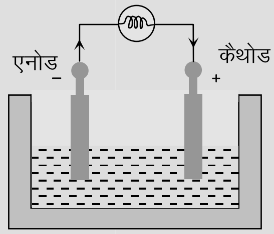
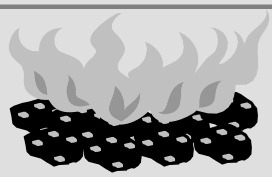
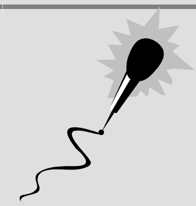
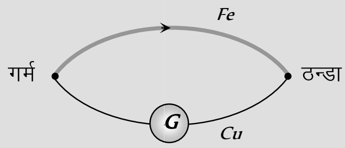
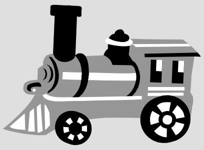
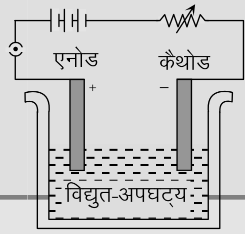
(vi) ध्वनि ऊर्जा

(vii) प्रकाश ऊर्जा

(viii) ऊष्मीय ऊर्जा

(6) **ऊर्जा का रूपांतरण** : ऊर्जा का एक रूप से, दूसरे रूप में परिवर्तन कई यंत्रों व विधियों से सम्भव है।

Table : 6.3 विभिन्न युक्तियों द्वारा ऊर्जा का एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरण

यांत्रिक → विद्युत	प्रकाश → वैद्युत	रासायनिक → वैद्युत
डायनमो 	प्रकाश वैद्युत सेल 	प्राथमिक सेल 
रासायनिक→ ऊष्मीय	**ध्वनि→ विद्युत**	**ऊष्मीय → विद्युत**
कोयले का जलना 	माइक्रोफोन 	ताप-वैद्युत युग्म 
ऊष्मीय→ यांत्रिक	**विद्युत → यांत्रिक**	**विद्युत → ऊष्मीय**
इंजन 	मोटर	हीटर
विद्युत → ध्वनि	**विद्युत → रासायनिक**	**विद्युत → प्रकाश**
स्पीकर	वोल्टामीटर 	बल्ब

गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)

किसी पिण्ड में, उसकी गति के कारण अतंर्निहित ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा कहलाती है।

उदाहरण : (i) बहते पानी में निहित गतिज ऊर्जा द्वारा ही जल चक्कियाँ (water mills) चलायी जाती हैं।

(ii) गतिशील वाहनों में गतिज ऊर्जा होती है।

(iii) बहती पवन में निहित गतिज ऊर्जा पवन चक्कियों (wind mills) को चलाती है।

(iv) हथोड़े (Hammer) की गतिज ऊर्जा के कारण ही कील को लकड़ी में ठोकना संभव है।

(v) बंदूक से छोड़ी गयी गोली अपनी गतिज ऊर्जा के कारण ही लक्ष्य को वेधती है।

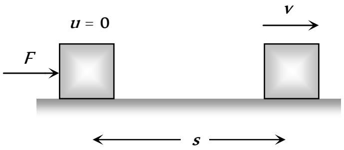


Fig. 6.17

(1) **गतिज ऊर्जा हेतु व्यंजक :**

माना m = पिण्ड का द्रव्यमान, u = प्रारम्भिक वेग (= 0)

F =पिण्ड पर कार्यरत् बल, a = पिण्ड का त्वरण

s =पिण्ड द्वारा चली गयी दूरी, v = पिण्ड का अंतिम वेग

सूत्र $v^2 = u^2 + 2as$ से $v^2 = 0 + 2as \Rightarrow s = \frac{v^2}{2a}$

चूँकि पिण्ड का विस्थापन, आरोपित बल की दिशा में है, अतः बल द्वारा किया गया कार्य

$$W = F \times s = ma \times \frac{v^2}{2a} \Rightarrow W = \frac{1}{2}mv^2$$

यह कार्य वस्तु की गतिज ऊर्जा के रूप में परिवर्तित होता है।

अतः, $KE = W = \frac{1}{2}mv^2$

(2) **कलन विधि :** माना एक पिण्ड प्रारम्भ में विरामावस्था में है तथा बल $\vec{F}$ लगाने पर उसमें बल की दिशा में सूक्ष्म विस्थापन $\vec{ds}$ होता है। तब किया गया सूक्ष्म कार्य

$$dW = \vec{F}.d\vec{s} = F\,ds$$

$\Rightarrow \quad dW = m\,a\,ds$ [चूँकि $F = ma$]

$\Rightarrow \quad dW = m\frac{dv}{dt}ds$ $\left[\text{चूँकि } a = \frac{dv}{dt}\right]$

$\Rightarrow \quad dW = mdv.\frac{ds}{dt}$

$\Rightarrow \quad dW = m\,v\,dv$ ...(i) $\left[\text{चूँकि } \frac{ds}{dt} = v\right]$

अतः पिण्ड के वेग को शून्य से बढ़ाकर v करने में किया गया कुल कार्य $W = \int_0^v mv\,dv = m\int_0^v v\,dv = m\left[\frac{v^2}{2}\right]_0^v = \frac{1}{2}mv^2$

यह किया गया कार्य पिण्ड की गतिज ऊर्जा के रूप में परिवर्तित होता है $KE = \frac{1}{2}mv^2$

सदिश रूप में, $KE = \frac{1}{2}m(\vec{v}.\vec{v})$

$\because m$ व $\vec{v}.\vec{v}$ हमेशा धनात्मक होते हैं, अतः गतिज ऊर्जा भी हमेशा धनात्मक अदिश होगी अर्थात् गतिज ऊर्जा कभी ऋणात्मक नहीं हो सकती।

(3) **गतिज ऊर्जा की निर्देश फ्रेम पर निर्भरता :** v वेग से गतिमान ट्रेन में बैठे, m द्रव्यमान के एक व्यक्ति की गतिज ऊर्जा ट्रेन से जुड़े निर्देश फ्रेम के सापेक्ष शून्य होगी जबकि पृथ्वी पर खड़े किसी प्रेक्षक से जुड़े निर्देश तंत्र के सापेक्ष $\frac{1}{2}mv^2$ होगी।

(4) **सापेक्षिता के आधार पर गतिज ऊर्जा :** जैसा कि हम जानते हैं, $E = \frac{1}{2}mv^2$,परन्तु यह सूत्र तभी मान्य है, जब ($v << c$) यदि v का मान c (निर्वात में प्रकाश का वेग = $3\times10^8\, m/s$) की कोटि का हो तो आइंस्टीन के सापेक्षिता के सिद्धान्त से

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-(v^2/c^2)}} - mc^2$$

(5) **कार्य-ऊर्जा प्रमेय :** समी. (i) से $dW = mv\,dv$

पिण्ड का वेग u से v तक बढ़ाने में किया गया कार्य

$$W = \int_u^v mv\,dv = m\int_u^v v\,dv = m\left[\frac{v^2}{2}\right]_u^v$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2}m[v^2 - u^2]$$

कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

$W = \Delta E$

अर्थात् पिण्ड पर आरोपित बल द्वारा किया गया कार्य उसकी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के तुल्य होता है। यही कार्य-ऊर्जा प्रमेय है।

यह प्रमेय सभी प्रकार के बलों (आंतरिक या बाह्य, सरंक्षी या असंरक्षी) द्वारा किये गये कार्य के लिए सत्य है।

यदि पिण्ड की गतिज ऊर्जा बढ़ती है तो कार्य धनात्मक होगा अर्थात् पिण्ड, बल (क्षेत्र) की दिशा में गति करता है। परन्तु यदि गतिज ऊर्जा घटती है तो कार्य ऋणात्मक होगा अर्थात् पिण्ड बल (क्षेत्र) के विपरीत गति करेगा।

उदाहरण : (i) पिण्ड की गुरुत्व के प्रभाव में, ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर गति में, गुरुत्वीय बल पिण्ड की गति के विपरीत है अतः पिण्ड की गतिज ऊर्जा घटेगी और जब वह ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर गिरेगा, गुरुत्वीय बल उसकी गति की दिशा में होगा, अतः गतिज ऊर्जा बढ़ेगी।

(ii) जब कोई पिण्ड किसी खुरदरी क्षैतिज सतह पर गति करता है तो घर्षण बल उसकी गति का विरोध करता है अतः पिण्ड की गतिज ऊर्जा घटेगी,। गतिज ऊर्जा में यह परिवर्तन घर्षण के विरुद्ध किये गये कार्य के तुल्य होगा।

(6) **गतिज ऊर्जा व रेखीय संवेग में संबंध :** हम जानते हैं, कि

$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left[\frac{P}{v}\right]v^2$ [चूँकि $P = mv$]

$\therefore \; E = \frac{1}{2}Pv$

अथवा $E = \frac{P^2}{2m}$ $\left[\text{चूँकि } v = \frac{P}{m}\right]$

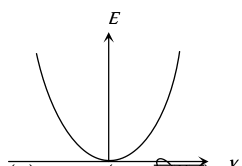
अतः हम कह सकते हैं कि

गतिज ऊर्जा $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}Pv = \frac{p^2}{2m}$

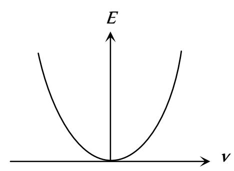
तथा संवेग $P = \frac{2E}{v} = \sqrt{2mE}$

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है, कि यदि किसी पिण्ड में गतिज ऊर्जा न हो तो उसका संवेग भी शून्य होगा। इसी प्रकार पिण्ड का संवेग शून्य होने पर उसमें गतिज ऊर्जा भी नहीं होगी।

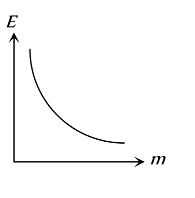
(7) **गतिज ऊर्जा से संबंधित विभिन्न ग्राफ**

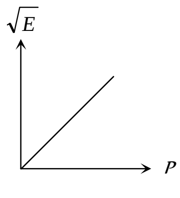


(A) $E \propto v$ (m = नियत)



(B) $E \propto P^2$ m = नियत





(C) $E \propto \frac{1}{m}$ P = नियत (D) $P \propto \sqrt{E}$ m = नियत

मंदक बल द्वारा गतिशील वाहन को रोकना (Stopping of Vehicle by Retarding Force)

यदि प्रारम्भिक वेग से गतिशील कोई वाहन, मंदक बल लगाने पर कुछ दूरी तय करके विराम में आ जाता है, तो

(1) **विराम में आने से पूर्व तय की गयी दूरी**

माना m = वाहन का द्रव्यमान, v = वेग, P = संवेग,

E = गतिज ऊर्जा, F = मंदक बल, x = अभीष्ट दूरी,

t = विराम में आने में लगा समय

इस प्रक्रिया में अवरोधी बल वाहन पर कार्य करता है व उसकी गति को समाप्त करेगा।

कार्य-ऊर्जा प्रमेय से, $W = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2$

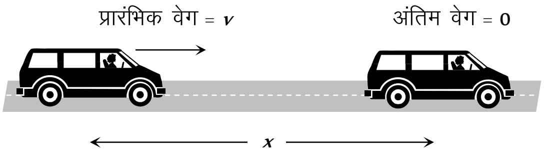


Fig 6.18

$\Rightarrow$ मंदक बल (F) × दूरी (x) = गतिज ऊर्जा (E)

$\Rightarrow$ विराम में आने से पूर्व तय की गई दूरी (x) = $\frac{\text{गतिज ऊर्जा } (E)}{\text{मंदक बल} (F)}$

$\Rightarrow x = \frac{mv^2}{2F}$ ...(i)

(2) **वाहन को विराम में आने से पूर्व लगा समय** : आवेग-संवेग प्रमेय से,

$F \times \Delta t = \Delta P \Rightarrow F \times t = P \Rightarrow t = \frac{P}{F}$ अथवा $t = \frac{mv}{F}$ ...(ii)

(3) **दो वाहनों द्वारा विराम में आने से पूर्व चली गई दूरियों व विराम में आने में लगे समय की तुलना** : m_1 व m_2 द्रव्यमान के दो वाहन क्रमशः v_1 व v_2 वेगों से गतिशील हैं। यदि वे समान मंदक बल (F) द्वारा रोके जायें तो

विराम में आने से पूर्व चली दूरियों का अनुपात $\frac{x_1}{x_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2}$

तथा विराम में आने में लगे समयों का अनुपात, $\frac{t_1}{t_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2}$

(i) यदि वाहनों के वेग समान हो

$v_1 = v_2 \Rightarrow \frac{x_1}{x_2} = \frac{m_1}{m_2}$ तथा $\frac{t_1}{t_2} = \frac{m_1}{m_2}$

(ii) यदि वाहनों के संवेग समान हो

$P_1 = P_2$

$\frac{x_1}{x_2} = \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{P_1^2}{2m_1}\right)\left(\frac{2m_2}{P_2^2}\right) = \frac{m_2}{m_1}$ $\frac{t_1}{t_2} = \frac{P_1}{P_2} = 1$

(iii) यदि वाहनों की गतिज ऊर्जाएँ समान हों

$\frac{x_1}{x_2} = \frac{E_1}{E_2} = 1$

$\frac{t_1}{t_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{\sqrt{2m_1E_1}}{\sqrt{2m_2E_2}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

Note : ❑ यदि वाहन घर्षण बल द्वारा रोका जाये तब

विराम में आने से पूर्व चली दूरी $x = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{F} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{ma} = \frac{v^2}{2\mu g}$

[चूँकि $a = \mu g$]

विराम में आने में लगा समय $t = \frac{mv}{F} = \frac{mv}{m\mu g} = \frac{v}{\mu g}$

स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)

स्थितिज ऊर्जा मात्र संरक्षी बलों के लिए ही परिभाषित की जाती है। संरक्षी बल द्वारा अधिग्रहित आकाश में प्रत्येक बिन्दु से उसकी स्थिति के कारण संबद्ध ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा कहलाती है। स्थितिज ऊर्जा प्रायः तीन प्रकार की होती है : प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा, वैद्युत स्थितिज ऊर्जा तथा गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा।

(1) **स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन** : किन्ही दो बिन्दुओं के मध्य स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन, संरक्षी बल द्वारा किसी कण को, उसकी गतिज ऊर्जा में बिना किसी परिवर्तन के, एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने में किये गये कार्य के तुल्य होता है।

$U_2 - U_1 = -\int_{r_1}^{r_2} \vec{F}.d\vec{r} = -W$ ...(i)

किसी बिन्दु को निर्देश बिन्दु मानकर तथा वहाँ स्थितिज ऊर्जा का एक विशेष मान देकर हम स्थितिज ऊर्जा का अद्वितीय मान परिभाषित कर सकते हैं। यथासम्भव निर्देश बिन्दु अनंत पर लिया जाता है, तथा वहाँ स्थितिज ऊर्जा शून्य मानी जाती है अर्थात्, यदि $r_1 = \infty$ और $r_2 = r$ हो तो समीकरण (i) से

$U = -\int_{\infty}^{r} \vec{F}.d\vec{r} = -W$

अर्थात् संरक्षी बलों की स्थिति में, स्थितिज ऊर्जा, किसी पिण्ड को अनंत से (निर्देश बिन्दु) दिये गये बिन्दु तक लाने में संरक्षी बल द्वारा किये गये कार्य के ऋणात्मक मान के तुल्य होती है।

इसी कारण किसी कण को संरक्षी क्षेत्र (गुरुत्वाकर्षण अथवा विद्युत) में क्षेत्र के विपरीत एक स्थान से दूसरे स्थान तक स्थानातंरित करने में, क्षेत्र द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा अर्थात् स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन धनात्मक होगा अर्थात् स्थितिज ऊर्जा बढ़ेगी। परन्तु जब कण क्षेत्र की दिशा में गति करता है, तो क्षेत्र धनात्मक कार्य करेगा अर्थात् स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन ऋणात्मक होगा अतः स्थितिज ऊर्जा घटेगी।

(2) **स्थितिज ऊर्जा का त्रिविमीय सूत्र** : केवल संरक्षी क्षेत्रों के लिये $\vec{F}$ स्थितिज ऊर्जा की ऋणात्मक प्रवणता $(-\vec{\nabla})$ के बराबर होता है।

अतः $\vec{F} = -\vec{\nabla}U$ $\vec{\nabla}$ को डेल ऑपरेटर (Del Operator) अथवा 'नेबला' ऑपरेटर (Nabla Operator) कहते हैं तथा ($\vec{\nabla}$ डेल्टा ऑपरेटर) $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$)

$$\Rightarrow \quad \vec{F} = -\left[\frac{\partial U}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z}\hat{k}\right]$$

जहाँ,

$\frac{\partial U}{\partial x} =$ x के सापेक्ष U का आंशिक अवकलन (y व z को नियत रखकर)

$\frac{\partial U}{\partial y} =$ y के सापेक्ष U का आंशिक अवकलन (x व z को नियत रखकर)

$\frac{\partial U}{\partial z} =$ z के सापेक्ष U का आंशिक अवकलन (x व y को नियत रखकर)

(3) **स्थितिज ऊर्जा ग्राफ :** किसी पिण्ड की स्थितिज ऊर्जा तथा बल के केन्द्र से पिण्ड के विस्थापन के मध्य खींचा गया ग्राफ स्थितिज-ऊर्जा ग्राफ कहलाता है।

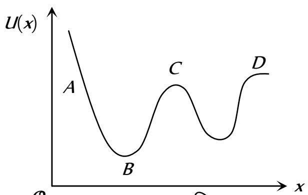


Fig. 6.19

चित्र में स्थितिज ऊर्जा फलन $U(x)$ व विस्थापन (एक विमीय गति) के मध्य ग्राफ प्रदर्शित है

चूँकि हम जानते हैं कि स्थितिज ऊर्जा की ऋणात्मक प्रवणता बल के तुल्य होती है अतः $-\frac{dU}{dx} = F$

(4) **बल की प्रकृति :**

(i) आकर्षण बल : x बढ़ाने पर, यदि U बढ़े तब $\frac{dU}{dx} =$ धनात्मक, तब F ऋणात्मक दिशा में होगा, अर्थात् बल की प्रकृति आकर्षण होगी। ग्राफ का भाग BC इस स्थिति को प्रदर्शित करता है।

(ii) प्रतिकर्षण बल : x बढ़ाने पर, यदि U घटे, तब $\frac{dU}{dx} =$ ऋणात्मक

तब F धनात्मक होगा अर्थात् बल की प्रकृति प्रतिकर्षण होगी। ग्राफ का AB भाग इसे प्रदर्शित करता है।

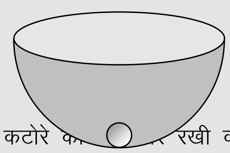
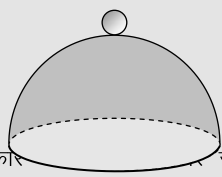
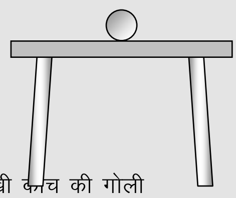
(iii) शून्य बल : x बढ़ाने पर, यदि U अपरिवर्तित रहे, तब $\frac{dU}{dx} = 0$

तब इस स्थिति में बल शून्य होगा अर्थात् कण पर कोई बल कार्य नहीं करेगा। बिन्दु B, C व D शून्य बल बिन्दु हैं। इन बिन्दुओं को साम्यावस्था की स्थितियाँ भी मान सकते हैं।

(5) **साम्यावस्था के प्रकार :** यदि कण पर कार्यरत् कुल बल शून्य हो, तो यह साम्यावस्था की स्थिति कहलाती है।

साम्यावस्था के लिए $\frac{dU}{dx} = 0$, परन्तु साम्यावस्था तीन प्रकार की हो सकती है – स्थायी, अस्थायी तथा उदासीन।

Table 6.4 : साम्यावस्था के प्रकार

स्थायी	अस्थायी	उदासीन
यदि कण को किसी स्थिति से थोड़ा सा विस्थापित करते हैं और कण पर लगने वाले बल उसे पुनः प्रारम्भिक स्थिति में ले आते हैं, तो कण की यह स्थिति स्थायी साम्यावस्था कहलाती है।	यदि कण को किसी स्थिति से थोड़ा सा विस्थापित करते हैं तथा तो कण पर लगने वाले बल उसे साम्यावस्था से और दूर लें जाने का प्रयास करते हैं, तो कण की यह स्थिति अस्थायी साम्यावस्था कहलाती है।	यदि कण को किसी स्थिति से थोड़ा सा विस्थापित करते हैं और कण किसी बल का अनुभव ना करें तथा विस्थापित स्थिति में भी साम्यावस्था में रहें, तो कण की यह स्थिति उदासीन साम्यावस्था कहलाती है।
स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम होती है।	स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है।	स्थितिज ऊर्जा नियत होती है।
$F = -\frac{dU}{dx} = 0$	$F = -\frac{dU}{dx} = 0$	$F = -\frac{dU}{dx} = 0$
$\frac{d^2U}{dx^2} =$ धनात्मक अर्थात् $\frac{dU}{dx}$ में परिवर्तन की दर धनात्मक होगी।	$\frac{d^2U}{dx^2} =$ ऋणात्मक अर्थात् $\frac{dU}{dx}$ के परिवर्तन की दर ऋणात्मक होगी।	$\frac{d^2U}{dx^2} = 0$ अर्थात् $\frac{dU}{dx}$ के परिवर्तन की दर शून्य होगी।
उदाहरण :  अर्ध गोलाकार कटोरे के तल पर रखी काँच की छोटी गोली	*उदाहरण* :  उल्टे अर्ध गोलाकार कटोरे पर संतुलित कांच की गोली	*उदाहरण* :  क्षैतिज टेबल पर रखी काँच की गोली

प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा (Electrical Potential Energy)

(1) **प्रत्यानन बल व स्प्रिंग नियतांक :** जब किसी स्प्रिंग को उसकी सामान्य स्थिति ($x = 0$) से, थोड़ी दूरी x तक खींचा या दबाया जाता है तो स्प्रिंग में प्रत्यानन बल उत्पन्न हो जाता है, जो स्प्रिंग को सामान्य स्थिति में लाने का प्रयास करता है।

हुक के नियमानुसार, प्रत्यानन बल, विस्थापन x के समानुपाती होता है तथा इसकी दिशा सदैव विस्थापन के विपरीत होती है

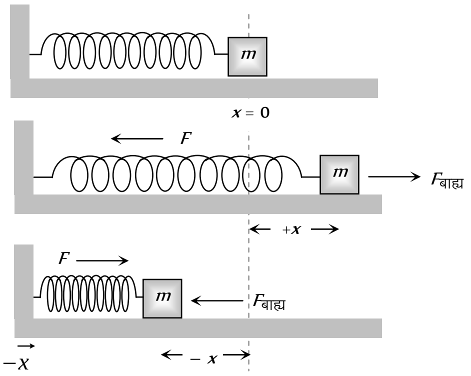


Fig. 6.20

अर्थात $\vec{F} \propto -\vec{x}$

अथवा $\vec{F} = -k\,\vec{x}$ ...(i)

जहाँ k स्प्रिंग नियतांक है

यदि $x = 1$ तो $F = k$ (संख्यात्मक रूप में)

अथवा $k = F$

अर्थात् स्प्रिंग नियतांक आंकिक रूप से उस बल के तुल्य होता है जो (खींचने या दबाने पर) स्प्रिंग की लम्बाई में एकांक परिवर्तन कर दें। यदि स्प्रिंग कड़ा (stiff) हो तो एकांक लम्बाई वृद्धि के लिए अधिक बल की आवश्यकता होगी।

वास्तव में, k स्प्रिंग के कड़ा अथवा नर्म (Stiffness/Softness) होने की माप है।

विमीय सूत्र : चूँकि $k = \frac{F}{x}$

$$\therefore\ [k] = \frac{[F]}{[x]} = \frac{[MLT^{-2}]}{L} = [MT^{-2}]$$

मात्रक : SI मात्रक N/m, CGS मात्रक $Dyne/cm$ है।

स्प्रिंग नियतांक का विमीय सूत्र पृष्ठ तनाव के विमीय सूत्र के समान है।

(2) **प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक :** जब स्प्रिंग को उसकी सामान्य स्थिति ($x = 0$) सें खींचा या दबाया जाता है, तो बाह्य बल द्वारा प्रत्यानन बल के विरुद्ध कार्य किया जाता है। $\vec{F}_{बाह्य} = -\vec{F}_{प्रत्यानन} = k\vec{x}$

यदि स्प्रिंग को सूक्ष्म दूरी dx, तक विस्थापित किया (खींचा) जाता है तो किया गया कार्य

$$dW = \vec{F}_{बाह्य}.d\vec{x} = F_{बाह्य}.dx\cos 0^o = kx\,dx \quad [\text{चूँकि } \cos 0^o = 1]$$

अतः स्प्रिंग को सामान्य स्थिति से x दूरी तक विस्थापित करने (खींचनें) में किया गया कुल कार्य

$$W = \int_0^x dW = \int_0^x kx\,dx = k\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^x = \frac{1}{2}kx^2$$

यह कार्य स्प्रिंग में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

$\therefore$ प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2}kx^2$

$$U = \frac{1}{2}Fx \qquad \left[\text{चूँकि } k = \frac{F}{x}\right]$$

$$U = \frac{F^2}{2k} \qquad \left[\text{चूँकि } x = \frac{F}{k}\right]$$

$\therefore$ प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}Fx = \frac{F^2}{2k}$

(i) यदि स्प्रिंग को प्रारम्भिक स्थिति x_1 से अंतिम स्थिति x_2 तक खींचा जाए तो बाह्य बल के द्वारा किया गया कार्य

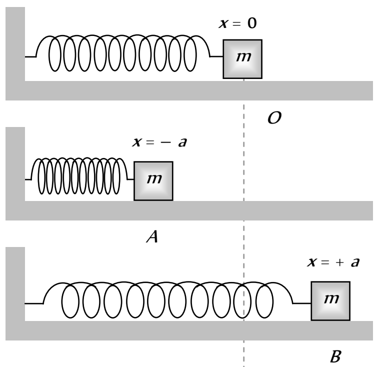
= प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि $= \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$

(ii) स्प्रिंग के प्रत्यानयन बल द्वारा भिन्न-भिन्न स्थितियों में किया गया कार्य निम्न सारणी में प्रदर्शित है -

Table 6.5 : स्प्रिंग के लिये किया गया कार्य

स्प्रिंग की प्रारम्भिक स्थिति (x_1)	स्प्रिंग की अंतिम स्थिति (x_2)	किया गया कार्य (W)
सामान्य (x_1=0)	संपीड़ित (x_2=-x)	$-1/2\ kx^2$
सामान्य (x_1=0)	प्रसारित (x_2=x)	$-1/2\ kx^2$
प्रसारित (x_1=x)	सामान्य (x_2=0)	$1/2\ kx^2$
संपीड़ित (x_1=-x)	सामान्य (x_2=0)	$1/2\ kx^2$
प्रसारित (x_1=x)	संपीड़ित (x_2=-x)	0
संपीड़ित (x_1=-x)	प्रसारित (x_2=-x)	0

(3) **स्प्रिंग का ऊर्जा ग्राफ :** यदि स्प्रिंग से संलग्न द्रव्यमान अपनी माध्य स्थिति के परितः सरल आवर्ती गति करे तो किसी स्थिति x पर उसकी स्थितिज ऊर्जा



$$U = \frac{1}{2}kx^2 \quad \text{...(i)}$$

Fig. 6.21

अतः चरम स्थिति के लिए

$$U = \frac{1}{2}ka^2 \qquad [\text{चूँकि } x = \pm a, \text{ चरम स्थिति के लिए}]$$

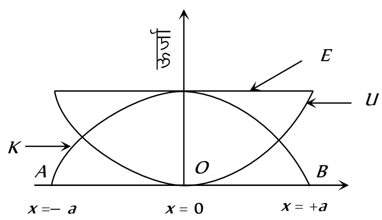


Fig. 6.22

यह द्रव्यमान की अधिकतम स्थितिज ऊर्जा या कुल ऊर्जा है।

$\therefore$ कुल ऊर्जा $E = \frac{1}{2}ka^2$ ...(ii)

[$\because$ चरम स्थिति पर द्रव्यमान का वेग = 0 अतः $K = \frac{1}{2}mv^2 = 0$]

किसी स्वैच्छिक स्थिति पर गतिज ऊर्जा

$$K = E - U = \frac{1}{2}k\,a^2 - \frac{1}{2}k\,x^2$$

$$K = \frac{1}{2}k(a^2 - x^2) \quad ...(iii)$$

उपरोक्त सूत्र से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि

$U_{\max} = \frac{1}{2}ka^2$ [चरम स्थिति $x = \pm a$ पर]

तथा $U_{\min} = 0$ [माध्य स्थिति $x = 0$ पर]

$K_{\max} = \frac{1}{2}ka^2$ [माध्य स्थिति $x = 0$ पर]

तथा $K_{\min} = 0$ [चरम स्थिति $x = \pm a$ पर]

$E = \frac{1}{2}ka^2 =$ नियतांक (सभी स्थितियों में)

अर्थात् गतिज ऊर्जा, तथा स्थितिज ऊर्जा स्थिति के सापेक्ष परवलय रूप में परिवर्तित होती हैं, परन्तु कुल ऊर्जा प्रत्येक स्थिति में नियत रहती है।

विद्युत स्थितिज ऊर्जा (Electrical Potential Energy)

एक दूसरे पर विद्युत बल लगाने वाले आवेशित कणों की एक दूसरे के सापेक्ष स्थिति के कारण, निकाय में संचित ऊर्जा, विद्युत स्थितिज ऊर्जा कहलाती है। दो बिन्दु आवेश q_1 व q_2, एक दूसरे से r दूरी पर स्थित हों तो,

$$U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q_1q_2}{r}$$

विद्युत क्षेत्र के किसी बिन्दु पर विभव V हो, तो बिन्दु आवेश q के लिए

$U = qV$

चूँकि आवेश धनात्मक अथवा ऋणात्मक हो सकता है, अतः स्थितिज ऊर्जा भी धनात्मक अथवा ऋणात्मक हो सकती है।

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (Gravitational Potential Energy)

एक दूसरे पर गुरुत्वाकर्षण बल लगाने वाले द्रव्य कणों की एक दूसरे के सापेक्ष स्थिति के कारण निकाय में संचित कुल ऊर्जा, गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

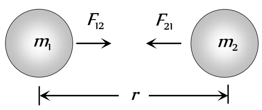


Fig. 6.23

यदि दो कणों के द्रव्यमान m_1 व m_2 हों व उनके मध्य दूरी r हो तो,

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा $U = -\frac{G\,m_1m_2}{r}$

(1) यदि m द्रव्यमान का द्रव्य कण को पृथ्वी की सतह से h ऊँचाई पर ले जायें तब,

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन $\Delta U = \dfrac{mgh}{1 + \dfrac{h}{R}}$

जहाँ R = पृथ्वी की त्रिज्या, g = पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण

(2) यदि $h << R$ हो तो उपरोक्त सूत्र, $\Delta U = mgh$ में परिवर्तित हो जाता है।

(3) यदि क्षेत्र के किसी बिन्दु पर विभव V हो तो उस बिन्दु पर m द्रव्यमान के किसी पिण्ड की स्थितिज ऊर्जा

$U = mV$

(4) **ऊँचाई-ऊर्जा ग्राफ** : जब किसी पिण्ड को पृथ्वी तल से किसी प्रारम्भिक वेग से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंका जाता है, तो प्रारम्भ में पिण्ड की गतिज ऊर्जा अधिकतम होती है तथा स्थितिज ऊर्जा शून्य। जैसे-जैसे पिण्ड ऊपर की ओर जाता है उसकी गतिज ऊर्जा घटती है व स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है तथा उच्चतम बिन्दु पर गतिज ऊर्जा शून्य हो जाती है व स्थितिज ऊर्जा अधिकतम। अब पिण्ड पुनः नीचे की ओर आता है तो गतिज ऊर्जा बढ़ने लगती है व स्थितिज ऊर्जा घटने लगती है। प्रारम्भिक स्थिति में आने पर स्थितिज ऊर्जा शून्य हो जाती है व गतिज ऊर्जा अधिकतम। परन्तु पूरे चक्र में कुल ऊर्जा नियत रहती है।

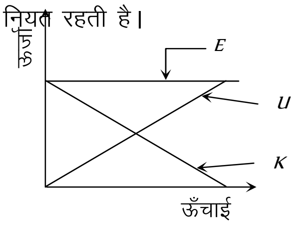


Fig. 6.24

गुरुत्व के विरुद्ध जंजीर खींचने में किया कार्य (Work Done in Pulling the Chain Against Gravity)

M द्रव्यमान व L लम्बाई की जंजीर घर्षण रहित एक मेज पर इस प्रकार रखी है कि उसका $1/n$ भाग मेज के किनारे से नीचे लटका है।

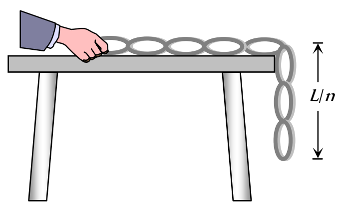


Fig. 6.25

माना $m = \frac{M}{L}$ जंजीर का प्रति एकांक लम्बाई द्रव्यमान तथा y मेज के किनारे पर लटकी जंजीर की लम्बाई है। अतः y लम्बाई की जंजीर का द्रव्यमान my होगा तथा इस पर कार्यरत् गुरुत्वीय बल mgy होगा।

जंजीर की dy लम्बाई को मेज पर खींचने में किया कार्य $dW = F(-dy)$

$dW = F(-dy)$ [$\because$ y घट रहा है]

अतः $dW = mgy\,(-dy)$

अतः लटके भाग को टेबिल पर खींचने में किया गया कुल कार्य

$$W = -\int_{L/n}^{0} mgy\,dy = -mg\left[\frac{y^2}{2}\right]_{L/n}^{0} = \frac{mg\,L^2}{2n^2}$$

$\therefore \quad W = \frac{MgL}{2n^2}$ [चूँकि $m = M/L$]

वैकल्पिक विधि :

यदि एक बिन्दु द्रव्यमान m को h ऊँचाई तक खींचा जाये तो किया गया कार्य $W = mgh$

इसी प्रकार, जंजीर के लिये हम लटके हुए भाग का द्रव्यमान केन्द्र लटके हुए भाग के मध्य बिन्दु पर मान सकते हैं। अर्थात्

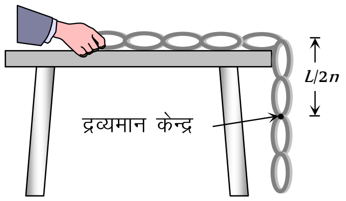


Fig. 6.26

मेज के किनारे से $L/(2n)$ दूरी पर तथा लटके भाग का द्रव्यमान $= \frac{M}{n}$

अतः लटके भाग के द्रव्यमान केन्द्र को मेज पर खींचने में किया गया कार्य

$$W = \frac{M}{n} \times g \times \frac{L}{2n} \qquad [\text{चूँकि } W = mgh]$$

अथवा $W = \frac{MgL}{2n^2}$

मेज से गिरते समय जंजीर का वेग
(Velocity of Chain While Leaving the Table)

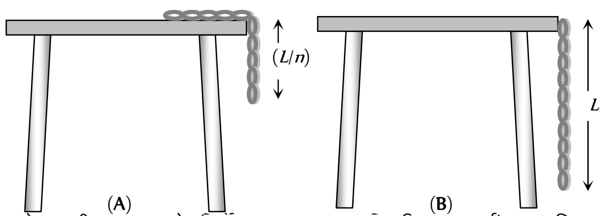


Fig. 6.27

मेज की [illegible] को [illegible] ऊर्जा) का बिन्दु मानने पर

जब जंजीर का $1/n$वाँ भाग किनारे से लटक रहा हो तो जंजीर की स्थितिज ऊर्जा $= \frac{-MgL}{2n^2}$

जब जंजीर मेज की सतह छोड़ती है, तब उसकी स्थितिज ऊर्जा $= -\frac{MgL}{2}$

जंजीर की गतिज ऊर्जा = स्थितिज ऊर्जा में कमी

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{MgL}{2} - \frac{MgL}{2n^2}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{MgL}{2}\left[1 - \frac{1}{n^2}\right]$$

$\therefore$ जंजीर का वेग $v = \sqrt{gL\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)}$

ऊर्जा संरक्षण का नियम (Law of Conservation of Energy)

(1) **ऊर्जा संरक्षण का नियम**

किसी एक पिण्ड या विलगित निकाय के लिए कार्य-ऊर्जा प्रमेय से,

$$K_2 - K_1 = \int \vec{F}.d\vec{r} \qquad ...(i)$$

परन्तु संरक्षी क्षेत्र में स्थितिज ऊर्जा की परिभाषा से,

$$U_2 - U_1 = -\int \vec{F}.d\vec{r} \qquad ...(ii)$$

समी (i) व (ii) से $K_2 - K_1 = -(U_2 - U_1)$

अथवा $K_2 + U_2 = K_1 + U_1$ अर्थात् $K + U =$ नियतांक

किसी विलगित निकाय अथवा संरक्षी बलों के क्षेत्र में किसी पिण्ड के लिये किसी बिन्दु पर स्थितिज व गतिज ऊर्जाओं का योग सम्पूर्ण गति के दौरान नियत रहता है। यह समय पर निर्भर नहीं करता। यही यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण का नियम है।

$$\Delta(K + U) = \Delta E = 0 \quad (\because \text{ संरक्षी बल क्षेत्र में } E = \text{नियत})$$

$\therefore \ \Delta K + \Delta U = 0$

अर्थात् यदि पिण्ड की गतिज ऊर्जा बढ़ेगी तो उसकी स्थितिज ऊर्जा उतनी ही मात्रा में घटेगी तथा इसका विलोम भी सत्य है।

(2) **कुल ऊर्जा संरक्षण का सिद्धान्त :** यदि कण पर कुछ असंरक्षी बल जैसे घर्षण भी कार्य करें तो उसकी यांत्रिक ऊर्जा संरक्षित नहीं रहेगी। यह घर्षण के विरुद्ध कार्य करने में प्रयुक्त हो जाएगी।

$$\Delta(K + U) = \Delta E = W_f \quad (\text{यहाँ } W_f \text{ घर्षण के विरूद्ध किया गया कार्य})$$

यांत्रिक ऊर्जा समान मात्रा में ऊष्मीय ऊर्जा के रूप में उत्पन्न हो जाती है तथा यह ऊष्मा ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा में ह्रास के तुल्य होती है।

अतः हम कह सकते है कि, $\Delta E + Q = 0$ (यहाँ Q-उत्पन्न ऊष्मा है।)

अतः स्पष्ट है कि यदि पिण्ड पर संरक्षी व असंरक्षी बल दोनों कार्य करें तो यांत्रिक ऊर्जा संरक्षित नहीं रहेगी बल्कि कुल ऊर्जा संरक्षित होगी, जोकि ऊष्मीय, प्रकाश, ध्वनि या यांत्रिक आदि हो सकती है।

दूसरे शब्दों में : "किसी विलगित निकाय की सम्पूर्ण ऊर्जा संरक्षित रहती है परंतु ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित तो किया जा सकता है पर न नष्ट किया जा सकता है और न ही उत्पन्न किया जा सकता है"। यही ऊर्जा संरक्षण का नियम है।

शक्ति (Power)

किसी पिण्ड (मशीन अथवा व्यक्ति) के कार्य करने की दर उसकी शक्ति कहलाती है।

औसत शक्ति $(P_{av}) = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{W}{t}$

तात्क्षणिक शक्ति $(P_{inst}) = \frac{dW}{dt} = \frac{\vec{F}.d\vec{s}}{dt}$ [चूँकि $dW = \vec{F}.d\vec{s}$]

$dW = \vec{F}.d\vec{s}$ [चूँकि $\vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt}$]

अर्थात् शक्ति, बल तथा वेग के अदिश गुणन के तुल्य होती है।

(1) **विमीय सूत्र** : $[P] = [F][v] = [MLT^{-2}][LT^{-1}]$

$\therefore \ [P] = [ML^2T^{-3}]$

(2) **मात्रक** : वॉट या जूल / सैकण्ड [SI]

अर्ग /सैकण्ड [CGS]

व्यवहारिक इकाई : किलो वॉट (kW), मेगा वॉट (MW) तथा अश्व शक्ति (hp)

विभिन्न मात्रकों में संबंध :

$1\,Watt = 1$ जूल / सैकण्ड $= 10^7$ अर्ग / सैकण्ड

$1hp = 746$ वाट, $1\,MW = 10^6$ वाट, $1\,KW = 10^3$ वाट

(3) यदि दो पिण्ड समान कार्य करें तो शक्ति $\propto \frac{1}{\text{समय}}$

अर्थात् जो पिण्ड दिया गया कार्य कम समय में सम्पन्न करे तो उसकी शक्ति ज्यादा होगी तथा विलोम भी सत्य है।

(4) चूँकि शक्ति = कार्य/समय, अतः यदि शक्ति की किसी इकाई का समय की इकाई से गुणा करें तो कार्य की इकाई प्राप्त होगी अर्थात् किलोवॉट-घण्टा अथवा वॉट-दिवस, कार्य अथवा ऊर्जा की इकाई हैं

$$1\,KWh = 10^3\,\frac{J}{sec}\times(60\times 60\,sec) = 3.6\times 10^6 \text{ जूल}$$

(5) कार्य -समय ग्राफ का ढाल (slope) तात्क्षणिक शक्ति के तुल्य होता है। चूँकि $P = dW/dt = \tan\theta$

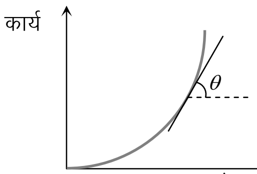


Fig. 6.28

(6) शक्ति-समय ग्राफ व समय अक्ष के मध्य घिरा क्षेत्रफल किये गये कार्य के तुल्य होता है, चूँकि $P = \frac{dW}{dt}$

$\therefore\ W = \int P\,dt$ = P-t ग्राफ द्वारा घिरा क्षेत्रफल

समय के सापेक्ष किसी ऑटोमोबाइल की स्थिति व वेग (Position and Velocity of an Automobile w.r.t Time)

m द्रव्यमान का एक ऑटोमोबाइल विराम से अपनी गति प्रारम्भ कर त्वरित होता है। उसका इंजन एकसमान शक्ति P प्रदान करता है। समय के सापेक्ष इसकी स्थिति व वेग परिवर्तित होते हैं

(1) **OSX** : चूँकि, P = नियतांक

अर्थात् $m\frac{dv}{dt}v = P$ $\qquad \left[\because F = \frac{mdv}{dt}\right]$

अथवा $\int v\,dv = \int \frac{P}{m}dt$

दोनों पक्षों का समाकलन करने पर हमें ज्ञात होता है

$$\frac{v^2}{2} = \frac{P}{m}t + C_1$$

प्रारम्भ में पिण्ड विराम में है अर्थात् $t = 0$ पर $v = 0 \Rightarrow C_1 = 0$

अतः $v = \left(\frac{2Pt}{m}\right)^{1/2}$

(2) **स्थिति :** उपरोक्त सूत्र $v = \left(\frac{2Pt}{m}\right)^{1/2}$ से,

अथवा $\frac{ds}{dt} = \left(\frac{2Pt}{m}\right)^{1/2}$ $\qquad \left[\because v = \frac{ds}{dt}\right]$

अर्थात $\int ds = \int \left(\frac{2Pt}{m}\right)^{1/2} dt$

दोनों ओर समाकलन करने पर, हमें ज्ञात होता है

$$s = \left(\frac{2P}{m}\right)^{1/2}\cdot\frac{2}{3}t^{3/2} + C_2$$

अब चूँकि $t = 0$ पर $s = 0$, अतः $C_2 = 0 \Rightarrow s = \left(\frac{8P}{9m}\right)^{1/2} t^{3/2}$

संघट्ट (Collision)

दो या अधिक वस्तुओं की आपस में टक्कर अथवा अन्योन्य क्रिया संघट्ट कहलाती हैं, जिसमें वस्तुओं के मध्य एक शक्तिशाली बल अल्प समय के लिए लगता है। संघट्ट के दौरान पिण्डों की ऊर्जा व संवेग में परिवर्तन होता है।

संघट्ट में पिण्डों के मध्य भौतिक सम्पर्क आवश्यक नहीं हैं। उदाहरण के लिए जब दो बिलियर्ड गेदों के मध्य संघट्ट होता है तो वे भौतिक सम्पर्क में आती हैं परन्तु जब α -कण व किसी नाभिक के मध्य संघट्ट (जैसे-रदर फोर्ड प्रयोग में) होता है तो वे भौतिक सम्पर्क में नहीं आते।

(1) **संघट्ट की अवस्थाएँ :** संघट्ट में तीन विभिन्न अवस्थाएँ होती है जिन्हें संघट्ट के पूर्व, दौरान व पश्चात् अवस्थायें कहते हैं। संघट्ट के पूर्व व पश्चात् की अवस्था में अन्योन्य बल शून्य होते हैं। परन्तु इन दोनों अवस्थाओं के मध्य अन्योन्य बल बड़े परिमाण के होते हैं व प्रायः वही बल होते हैं जो वस्तु की गति को संचालित करते हैं। बलों का परिमाण प्रायः ज्ञात नहीं होता, अतः न्यूटन का गति विषयक द्वितीय नियम प्रयोग नहीं किया जा सकता। प्रारम्भिक व अंतिम वेग को संबंधित करने के लिए संवेग संरक्षण नियम प्रयुक्त किया जाता है।

(2) **संघट्ट में ऊर्जा व संवेग संरक्षण**

(i) संवेग संरक्षण : संघट्ट में बाह्य बल जैसे गुरुत्वीय, घर्षण आदि गणना में नहीं लिए जाते, क्योंकि सूक्ष्म अंतराल (Δt) में लगने वाले, संघट्ट के लिए उत्तरदायी औसत आवेगीय बलों का परिमाण बाह्य बलों की तुलना में अत्यधिक होता है। चूँकि आवेगीय बल आंतरिक हैं, अतः निकाय का संवेग सदैव संरक्षित रहता है।

(ii) ऊर्जा संरक्षण : संघट्ट में कुल ऊर्जा भी सदैव संरक्षित रहती है। कुल ऊर्जा में, ऊर्जा के सभी रूप जैसे यांत्रिक, आंतरिक ऊष्मीय, विकिरण, यहाँ तक कि द्रव्यमान ऊर्जा भी समाहित होते हैं।

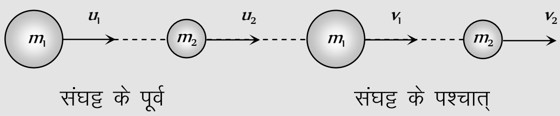
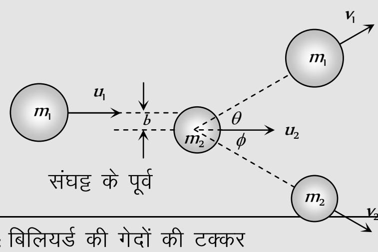
ये नियम भौतिकी के मूल नियम हैं जो किसी भी प्रकार के संघट्ट पर लागू हो सकते हैं, परन्तु गतिज ऊर्जा संरक्षण के लिये यह लागू नहीं होते।

Table 6.6 : गतिज ऊर्जा संरक्षण पर आधारित संघट्ट के प्रकार

पूर्णतः प्रत्यास्थ संघट्ट	अप्रत्यास्थ संघट्ट	पूर्णतः अप्रत्यास्थ संघट्ट
यदि संघट्ट के पूर्व व संघट्ट के पश्चात् गतिज ऊर्जा समान रहे, तो संघट्ट पूर्णतः प्रत्यास्थ संघट्ट कहलाता है।	यदि संघट्ट के पश्चात् गतिज ऊर्जा संघट्ट पूर्व गतिज ऊर्जा के समान न हो तो संघट्ट अप्रत्यास्थ कहलाता है।	यदि संघट्ट के पश्चात् दोनों पिण्ड आपस में चिपककर समान वेग से गति करें तो संघट्ट पूर्णतः अप्रत्यास्थ कहलाता है।

प्रत्यवस्थान गुणांक $e = 1$	प्रत्यवस्थान गुणांक $0 < e < 1$	प्रत्यवस्थान गुणांक $e = 0$
$(KE)_{अंतिम} = (KE)_{प्रारम्भिक}$	गतिज ऊर्जा अन्य रूपों में परिवर्तित होती है। कुछ स्थितियों में $(KE)_{अंतिम} < (KE)_{प्रारम्भिक}$ अर्थात् पिण्डों की गतिज ऊर्जा, आंतरिक ऊर्जा (जैसे ऊष्मा, प्रत्यास्थ आदि) में परिवर्तित होती है। जबकि कुछ स्थितियों में $(KE)_{अंतिम} > (KE)_{प्रारम्भिक}$ अर्थात् पिण्डों की संचित आंतरिक ऊर्जा मुक्त हो जाती है।	'पूर्णतः अप्रत्यास्थ' का अर्थ यह नहीं है कि प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा पूर्णतः नष्ट हो जाती हैं वरन् यह है कि गतिज ऊर्जा में यथासम्भव हानि होती है, जबकि संवेग संरक्षित ही रहता है।
उदाहरण : (1) आणविक कणों के मध्य संघट्ट (2) पृथ्वी से टकराने के पश्चात् किसी गेंद का समान वेग से उछलना	उदाहरण : (1) विलियर्ड की दो गेदों के मध्य संघट्ट. (2) सड़क पर दो वाहनों का टकराना वास्तव में, अधिकतर संघट्ट इसी श्रेणी में आते हैं	उदाहरण : बंदूक की गोली को लकड़ी के किसी गुटके पर दागना (जब गोली उसमें धँस जाए)

Table 6.7 : संघट्ट करने वाले पिण्डों की दिशा पर आधारित संघट्ट के प्रकार

एक विमीय अथवा प्रत्यक्ष संघट्ट	तिर्यक संघट्ट
यदि संघट्ट के पूर्व तथा पश्चात् पिण्डों का वेग एक ही सरल रेखा के अनुदिश रहे तो इस प्रकार के संघट्ट को एक विमीय अथवा प्रत्यक्ष संघट्ट कहते हैं।	यदि संघट्ट के पश्चात् पिण्डों की गति की दिशा पूर्ववत् न रहे, तो इस प्रकार के संघट्ट को तिर्यक संघट्ट कहते हैं। यदि तिर्यक संघट्ट में, संघट्ट के पूर्व व पश्चात् पिण्ड एक ही तल में रहें तो संघट्ट द्वि-विमीय होगा अन्यथा त्रिविमीय।
इस प्रकार के संघट्ट में संघट्ट प्राचल b का मान शून्य होता है। 	संघट्ट प्राचल b का मान 0 व $(r_1 + r_2)$ के मध्य होता है अर्थात् $0 < b < (r_1 + r_2)$ जहाँ r_1 व r_2 पिण्डों की त्रिज्याएँ हैं। 
उदाहरण : वायु मार्ग पर दो ग्लाइडर्स की टक्कर	*उदाहरण* : बिलियर्ड की गेदों की टक्कर

पूर्ण प्रत्यास्थ प्रत्यक्ष संघट्ट (Perfectly elastic head on collision)

माना m_1 व m_2 द्रव्यमान के दो पिण्ड क्रमशः u_1 व u_2 $(u_1 > u_2)$ वेगों से एक ही दिशा में गतिशील हैं व पिण्डों में संघट्ट होने के पश्चात् उनके अंतिम वेग क्रमशः v_1 व v_2 हो जाते हैं। तो

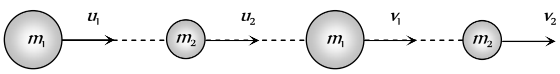


Fig. 6.30

संवेग संरक्षण के नियम से,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad \text{... (i)}$$

$$\Rightarrow \quad m_1(u_1 - v_1) = m_2(v_2 - u_2) \quad \text{...(ii)}$$

गतिज ऊर्जा संरक्षण के नियम से,

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad \text{...(iii)}$$

$$\Rightarrow m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(v_2^2 - u_2^2) \quad \text{...(iv)}$$

समी (iv) को (ii) से भाग देने पर

$$v_1 + u_1 = v_2 + u_2 \quad \text{...(v)}$$

$$\Rightarrow u_1 - u_2 = v_2 - v_1 \quad \text{...(vi)}$$

पिण्डों के पास आने का आपेक्षिक वेग = पिण्डों के दूर जाने का आपेक्षिक वेग

दूर जाने के आपेक्षिक वेग व पास आने के आपेक्षिक वेग का अनुपात, प्रत्यावस्थन गुणांक e कहलाता है।

$$e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2}$$

अथवा $v_2 - v_1 = e(u_1 - u_2)$

- ❑ पूर्णतः प्रत्यास्थ संघट्ट के लिए, $e = 1$

$\therefore \ v_2 - v_1 = u_1 - u_2$ (जैसा कि समी. (vi) से स्पष्ट है)

- ❑ पूर्णतः अप्रत्यास्थ संघट्ट में $e = 0$

$\therefore \ v_2 - v_1 = 0$ अथवा $v_2 = v_1$

इसका अर्थ है कि दोनों पिण्ड संयुक्त रूप से एवं समान वेग से गति करेंगे।

- अप्रत्यास्थ संघट्ट के लिए $0 < e < 1$

$\therefore\ v_2 - v_1 = e(u_1 - u_2)$

संक्षेप में हम कह कहते हैं कि e संघट्ट की प्रत्यास्थता की कोटि है तथा एक विमाहीन राशि है

पुनः समी. (v) से

$$v_2 = v_1 + u_1 - u_2$$

समी. (i) में v_2 का मान रखकर पुनर्व्यवस्थित करने पर

हमें प्राप्त होता है $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \frac{2m_2u_2}{m_1 + m_2}$ ...(vii)

इसी प्रकार

$$v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 + \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2} \qquad ...(viii)$$

(1) प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट की विशेष स्थितियाँ

(i) यदि प्रक्षेप्य व लक्ष्य समान द्रव्यमान के हों अर्थात् $m_1 = m_2$

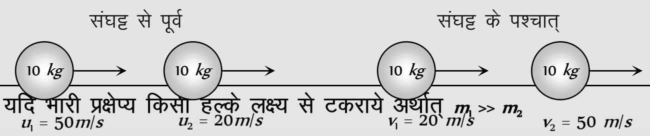
चूँकि $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2$ तथा $v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 + \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2}$

$m_1 = m_2$ प्रतिस्थापित करने पर

$v_1 = u_2$ अथवा $v_2 = u_1$

अर्थात् जब समान द्रव्यमान के दो पिण्डों के मध्य प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट होता हैं, तो उनके वेग आपस में बदल जाते हैं।

उदाहरण : बिलियर्ड की दो गेदों के मध्य संघट्ट



उप स्थिति : $u_2 = 0$ अर्थात् लक्ष्य विराम में हो
$v_1 = 0$ एवं $v_2 = u_1$

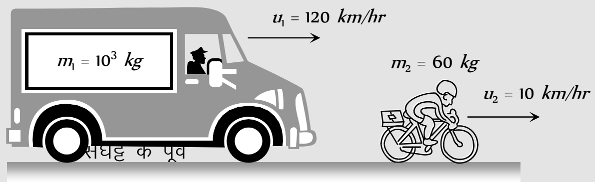
(ii) यदि भारी प्रक्षेप्य किसी हल्के लक्ष्य से टकराये अर्थात् $m_1 >> m_2$

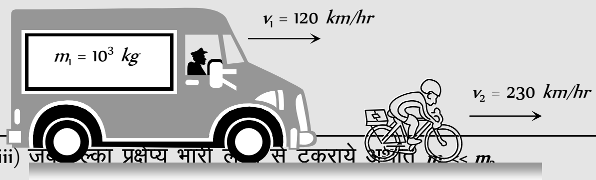
चूँकि $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \frac{2m_2u_2}{m_1 + m_2}$ तथा $v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 + \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2}$

$m_2 = 0$ रखने पर, हमें प्राप्त होता है

$v_1 = u_1$ अथवा $v_2 = 2u_1 - u_2$

उदाहरण : किसी ट्रक का साईकिल चालक से टकराना





उप स्थिति : $u_2 = 0$ अर्थात् लक्ष्य विराम में हो
$v_1 = u_1$ तथा $v_2 = 2u_1$

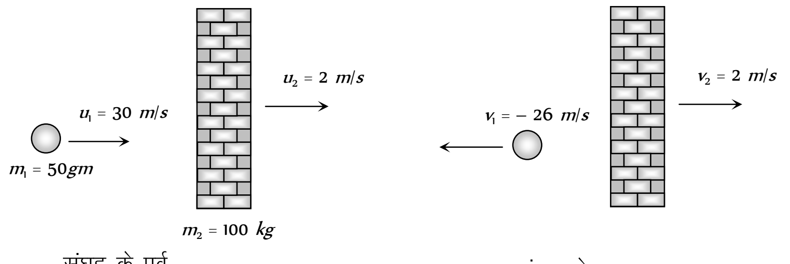
(iii) जब हल्का प्रक्षेप्य भारी लक्ष्य से टकराये अर्थात् $m_1 << m_2$

चूँकि $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \frac{2m_2u_2}{m_1 + m_2}$ तथा $v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 + \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2}$

$m_1 = 0$ रखने पर, हमें ज्ञात होता है

$v_1 = -u_1 + 2u_2$ तथा $v_2 = u_2$

उदाहरण : भारी दीवार से गेंद का टकराना



उप स्थिति : $u_2 = 0$ अर्थात् लक्ष्य विराम में हो

$v_1 = -u_1$ तथा $v_2 = 0$

अर्थात् जब स्थिर व भारी दीवार से कोई गेंद टकराती है तो समान वेग से विपरीत दिशा में वापस आ जाएगी।

(2) **प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट में गतिज ऊर्जा का स्थानांतरण**

संघट्ट से पूर्व प्रक्षेप्य की गतिज ऊर्जा $K_i = \frac{1}{2}m_1u_1^2$

संघट्ट के पश्चात् प्रक्षेप्य की गतिज ऊर्जा $K_f = \frac{1}{2}m_1v_1^2$

प्रक्षेप्य से लक्ष्य को स्थानातंरित गतिज ऊर्जा ΔK = प्रक्षेप्य की गतिज ऊर्जा में कमी

$$\Delta K = \frac{1}{2}m_1u_1^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_1(u_1^2 - v_1^2)$$

गतिज ऊर्जा में भिन्नात्मक ह्रास

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\frac{1}{2}m_1(u_1^2 - v_1^2)}{\frac{1}{2}m_1u_1^2} = 1 - \left(\frac{v_1}{u_1}\right)^2 \quad ...(i)$$

v_1 का मान निम्न समीकरण से प्रतिस्थापित कर सकते हैं।

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

यदि लक्ष्य विराम में हो तो अर्थात् $u_2 = 0$ तब $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1$

अतः समी (i) से $\frac{\Delta K}{K} = 1 - \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2 \quad ...(ii)$

अथवा $\frac{\Delta K}{K} = \frac{4m_1m_2}{(m_1 + m_2)^2} \quad ...(iii)$

अथवा $\frac{\Delta K}{K} = \frac{4m_1m_2}{(m_1 - m_2)^2 + 4m_1m_2} \quad ...(iv)$

Note : ❑ द्रव्यमानों में अंतर जितना अधिक होगा गतिज ऊर्जा उतनी ही कम स्थानांतरित होगी व विलोम भी सत्य है।

❑ द्रव्यमानों में अंतर न्यूनतम होने पर, अधिकतम गतिज ऊर्जा स्थानांतरित होगी।

अर्थात $m_1 - m_2 = 0$ अथवा $m_1 = m_2$ तब $\frac{\Delta K}{K} = 1 = 100\%$

अतः प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट में (जब लक्ष्य विराम में हो) यदि पिण्डों के द्रव्यमान समान हों अर्थात् द्रव्यमानों का अनुपात 1 हो, तो 100% गतिज ऊर्जा का स्थानांतरण होगा।

❑ यदि $m_2 = nm_1$ तब समी. (iii) से $\frac{\Delta K}{K} = \frac{4n}{(1+n)^2}$

❑ प्रक्षेप्य में शेष गतिज ऊर्जा, $\left(\frac{\Delta K}{K}\right)_{\text{शेष}} = 1 -$ लक्ष्य को स्थानांतरित गतिज ऊर्जा

$$\Rightarrow \left(\frac{\Delta K}{K}\right)_{\text{शेष}} = 1 - \left[1 - \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2\right] = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2$$

(3) **प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट के पश्चात् स्थिर लक्ष्य का वेग, संवेग व गतिज ऊर्जा**

(i) लक्ष्य का वेग : हम जानते हैं कि

$$v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 + \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2}$$

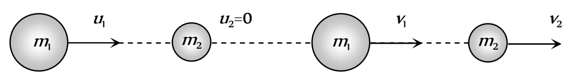


Fig. 6.31

$\Rightarrow v_2 = \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2} = \frac{2u_1}{1 + m_2/m_1}$ चूँकि $u_2 = 0$ तथा

माना $\frac{m_2}{m_1} = n \Rightarrow v_2 = \frac{2u_1}{1+n}$

(ii) **लक्ष्य का संवेग** : $P_2 = m_2v_2 = \frac{2nm_1u_1}{1+n}$

$$\left[\because m_2 = m_1 n \text{ व } v_2 = \frac{2u_1}{1+n}\right]$$

$$\therefore \quad P_2 = \frac{2m_1u_1}{1 + (1/n)}$$

(iii) **लक्ष्य की गतिज ऊर्जा** :

$$K_2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}nm_1\left(\frac{2u_1}{1+n}\right)^2 = \frac{2m_1u_1^2n}{(1+n)^2}$$

$$= \frac{4(K_1)n}{(1-n)^2+4n} \qquad \left[\text{जबकि } K_1 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 \right]$$

Table 6.8 : अधिकतम वेग, संवेग और गतिज ऊर्जा के लिए द्रव्यमानों में सम्बन्ध

वेग	$v_2 = \frac{2u_1}{1+n}$	v_2 के अधिकतम मान के लिए n न्यूनतम होना चाहिए अर्थात् $n = \frac{m_2}{m_1} \to 0 \therefore m_2 << m_1$	लक्ष्य बहुत हल्का होना चाहिए
संवेग	$P_2 = \frac{2m_1u_1}{(1+1/n)}$	P_2 के अधिकतम मान के लिए $(1/n)$ न्यूनतम या n अधिकतम होना चाहिए। अर्थात् $n = \frac{m_2}{m_1} \to \infty \therefore m_2 >> m_1$	लक्ष्य, प्रक्षेप्य से भारी होना चाहिए
गतिज ऊर्जा	$K_2 = \frac{4K_1 n}{(1-n)^2+4n}$	K_2 के अधिकतम मान के लिए $(1-n)^2$ न्यूनतम होना चाहिए अर्थात् $1-n=0 \Rightarrow n = 1 = \frac{m_2}{m_1} \therefore m_2 = m_1$	प्रक्षेप्य व लक्ष्य दोनों के द्रव्यमान समान होना चाहिए

पूर्ण प्रत्यास्थ तिर्यक संघट्ट
(Perfectly Elastic Oblique Collision)

माना दो पिण्ड चित्रानुसार गतिशील हैं।

संवेग संरक्षण के नियम से,

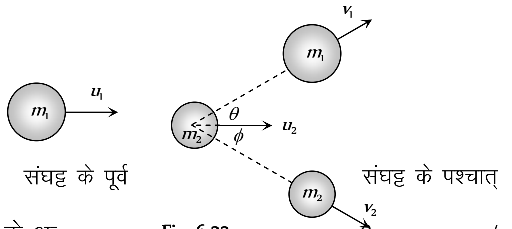


Fig. 6.32

x-अक्ष के अ[illegible] $\cos\theta + m_2v_2\cos\phi$ ...(i)

y-अक्ष के अनुदिश, $0 = m_1v_1\sin\theta - m_2v_2\sin\phi$ ...(ii)

ऊर्जा संरक्षण के नियम से,

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \qquad ...(iii)$$

तिर्यक संघट्ट की स्थिति में, प्रश्न हल करना कठिन होता है जब तक कि कोई प्रायोगिक आँकड़ा न दिया गया हो, क्योंकि इस स्थिति में अज्ञात चरों की संख्या बनने वाले समीकरणों से अधिक होती है।

विशेष स्थिति : यदि $m_1 = m_2$ और $u_2 = 0$ हो, तो समी. (i), (ii) व (iii) से, हमें ज्ञात होता है कि

$$u_1 = v_1\cos\theta + v_2\cos\phi \qquad ...(iv)$$

$$0 = v_1\sin\theta - v_2\sin\phi \qquad ...(v)$$

तथा $u_1^2 = v_1^2 + v_2^2$ ...(vi)

समी. (iv) व (v) को वर्ग करके जोड़ने पर,

$$u_1^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2\cos(\theta+\phi) \qquad ...(vii)$$

समी. (vi) व (vii) से $\cos(\theta+\phi) = 0$

$\therefore \quad \theta + \phi = \pi/2$

अर्थात् दो समान द्रव्यमान की वस्तुओं के पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट के पश्चात् (यदि $u_2 = 0$) पिण्डों के मध्य प्रकीर्णन कोण (Scattering Angle) $\theta + \phi$ का मान 90^o होगा।

प्रत्यक्ष अप्रत्यास्थ संघट्ट (Head on Inelastic Collision)

(1) **संघट्ट के पश्चात् वेग :** यदि दो पिण्ड A व B अप्रत्यास्थ संघट्ट करें और प्रत्यवस्थान गुणांक e हो, तब

$$e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \frac{\text{पिण्डों के दूर जाने का आपेक्षिक वेग}}{\text{पिण्डों के पास आने का आपेक्षिक वेग}}$$

$\Rightarrow v_2 - v_1 = e(u_1 - u_2)$

$\therefore \quad v_2 - v_1 = e(u_1 - u_2)$ ...(i)

रेखीय संवेग संरक्षण के नियम से,

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ ...(ii)

समी (i) व (ii) को हल करने पर,

$$v_1 = \left(\frac{m_1 - em_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{(1+e)m_2}{m_1+m_2}\right)u_2$$

इसी प्रकार $v_2 = \left[\frac{(1+e)m_1}{m_1+m_2}\right]u_1 + \left(\frac{m_2 - em_1}{m_1+m_2}\right)u_2$

$e = 1$ रखने पर हमें पूर्ण प्रत्यास्थ सम्मुख संघट्ट के लिए v_1 व v_2 के मान प्राप्त होंगे।

(2) **अप्रत्यास्थ संघट्ट के पश्चात् वेगों का अनुपात :** m द्रव्यमान का एक गोलाकार पिण्ड u वेग से चलकर समान द्रव्यमान के स्थिर गोलाकार पिण्ड से अप्रत्यास्थतः टकराता है

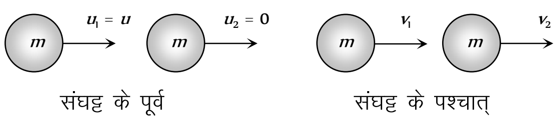


Fig. 6.33

$\therefore \quad e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \frac{v_2 - v_1}{u - 0} \Rightarrow v_2 - v_1 = eu$ ...(i)

संवेग संरक्षण के नियम से,

संघट्ट के पूर्व संवेग = संघट्ट के पश्चात् संवेग

$mu = mv_1 + mv_2 \Rightarrow v_1 + v_2 = u$ ...(ii)

समी. (i) व (ii) से हमें ज्ञात होता है कि $v_1 = \frac{u}{2}(1-e)$

तथा $v_2 = \frac{u}{2}(1+e) \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1-e}{1+e}$

(3) **गतिज ऊर्जा का क्षय**

गतिज ऊर्जा का क्षय (ΔK) = कुल प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा – कुल अंतिम गतिज ऊर्जा

$$= \left(\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right)$$

उपरोक्त समीकरण में v_1 व v_2 का मान रखने पर

क्षय (ΔK) = $\frac{1}{2}\left(\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}\right)(1-e^2)(u_1-u_2)^2$

$e = 1$ रखने पर, $\Delta K = 0$ प्राप्त होता है अर्थात् पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट के लिए गतिज ऊर्जा में हानि शून्य होगी अथवा संघट्ट के पूर्व व पश्चात् गतिज ऊर्जा नियत रहेगी।

जमीन से संघट्ट के पश्चात् गेंद का उछलना (Rebounding of Ball After Collision With Ground)

यदि एक गेंद क्षैतिज तल पर h ऊँचाई से छोड़ी जाए तो तल से टकराने के ठीक पूर्व उसका वेग

$v_0 = \sqrt{2gh_0}$ [सूत्र $v^2 = u^2 + 2gh$ से]

वह धरातल से निम्न वेग से उछलेगी

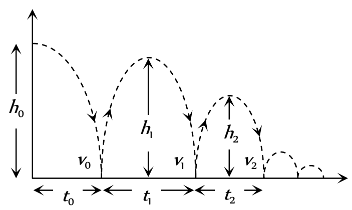


Fig. 6.34

$$v_1 = ev_0 = e\sqrt{2gh_0} \quad \left[\because e = \frac{\text{संघट्ट के पश्चात् वेग}}{\text{संघट्ट के पूर्व वेग}}\right]$$

(1) **प्रथम उछाल के बाद ऊँचाई :** $h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = e^2h_0$

$\therefore h_1 = eh_0$

(2) ***n* वें उछाल के बाद ऊँचाई :** स्पष्टतः nवें उछाल के बाद गेंद का वेग $v_n = e^nv_0$

अतः nवें उछाल के बाद गेंद की ऊँचाई

$$h_n = \frac{v_n^2}{2g} = e^{2n}h_0 \Rightarrow h_n = e^{2n}h_0$$

(3) **उछलना बंद करने के पहले गेंद द्वारा चली गई कुल दूरी**

$$H = h_0 + 2h_1 + 2h_2 + 2h_3 + \ldots = h_0 + 2e^2h_0 + 2e^4h_0 + 2e^6h_0 + \ldots$$

$$H = h_0[1 + 2e^2(1 + e^2 + e^4 + e^6 \ldots)]$$

$$= h_0\left[1 + 2e^2\left(\frac{1}{1-e^2}\right)\right] \quad \left[\because 1 + e^2 + e^4 + \ldots. = \frac{1}{1-e^2}\right]$$

$$\therefore \quad H = h_0\left[\frac{1+e^2}{1-e^2}\right]$$

(4) **उछलना बंद करने में गेंद द्वारा लिया गया समय**

$$T = t_0 + 2t_1 + 2t_2 + 2t_3 + .. = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} + 2\sqrt{\frac{2h_1}{g}} + 2\sqrt{\frac{2h_2}{g}} + ..$$

$$= \sqrt{\frac{2h_0}{g}}\,[1 + 2e + 2e^2 + \ldots\ldots] \quad [\text{चूँकि } h_1 = e^2h_0 \,;\, h_2 = e^4h_0]$$

$$= \sqrt{\frac{2h_0}{g}}\,[1 + 2e(1 + e + e^2 + e^3 + \ldots\ldots)]$$

$$= \sqrt{\frac{2h_0}{g}}\left[1 + 2e\left(\frac{1}{1-e}\right)\right] = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}\left(\frac{1+e}{1-e}\right)$$

$$\therefore T = \left(\frac{1+e}{1-e}\right)\sqrt{\frac{2h_0}{g}}$$

पूर्णतः अप्रत्यास्थ संघट्ट (Perfectly Inelastic Collision)

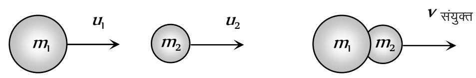
इस प्रकार के संघट्ट के पूर्व पिण्ड स्वतंत्र गति करते हैं, परन्तु संघट्ट के पश्चात् वे संयुक्त होकर एक ही पिण्ड के समान गति करते हैं।

(1) **जब पिण्ड समान दिशा में गतिशील हों**

संवेग संरक्षण के नियम से,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v_{\text{संयुक्त}}$$

$$\Rightarrow v_{\text{संयुक्त}} = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$$



(A) संघट्ट से पूर्व (B) संघट्ट के पश्चात्

Fig. 6.35

गतिज ऊर्जा में हानि

$$\Delta K = \left(\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2\right) - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_{\text{संयुक्त}}^2$$

$$\Delta K = \frac{1}{2}\left(\frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}\right)(u_1 - u_2)^2$$

[$v_{\text{संयुक्त}}$ का मान रखने पर]

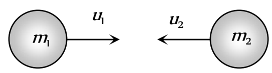
(2) **जब पिण्ड विपरीत दिशा में गतिशील हों**

संवेग संरक्षण के नियम से,

$$m_1u_1 + m_2(-u_2) = (m_1 + m_2)v_{\text{संयुक्त}}$$

(बायीं से दायीं ओर धनात्मक दिशा मानने पर)

$$\therefore v_{\text{संयुक्त}} = \frac{m_1u_1 - m_2u_2}{m_1 + m_2}$$



संघट्ट से पहले

Fig. 6.36

जब $m_1u_1 > m_2u_2$ तो $v_{संयुक्त} > 0$ (धनात्मक)

अर्थात् संयुक्त पिण्ड, द्रव्यमान m_1 की दिशा के अनुदिश चलेगा।

जब $m_1u_1 < m_2u_2$ तो $v_{संयुक्त} < 0$ (ऋणात्मक)

अर्थात् संयुक्त पिण्ड, द्रव्यमान m_1 की दिशा के विपरीत चलेगा।

(3) **गतिज ऊर्जा में हानि**

ΔK = प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा – अंतिम गतिज ऊर्जा

$$= \left(\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2\right) - \left(\frac{1}{2}(m_1+m_2)v_{संयुक्त}^2\right)$$

$$= \frac{1}{2}\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2)^2$$

ऊर्ध्वाधर लटके पिण्ड व क्षैतिजतः गतिशील गोली के मध्य संघट्ट (Collision Between Bullet and Vertically Suspended Block)

माना m द्रव्यमान की गोली क्षैतिज वेग u से गतिशील है व M द्रव्यमान का पिण्ड ऊर्ध्वाधर लटका है।

संघट्ट के पश्चात् गोली पिण्ड में धँस जाती है जिसमें संयुक्त निकाय h ऊँचाई तक ऊपर जाता है व निलम्बित डोरी ऊर्ध्वाधर से θ कोण बनाती है।

(1) **निकाय का वेग**

माना संघट्ट के पश्चात् निकाय (गोली + पिण्ड) का वेग v है।

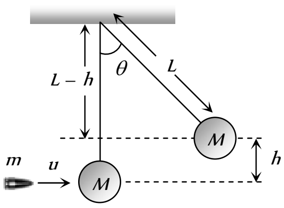


Fig. 6.37

गोली का संवेग + पिण्ड का संवेग = निकाय (गोली + पिण्ड) का संवेग

$mu + 0 = (m+M)v$

$$\therefore \quad v = \frac{mu}{(m+M)} \qquad ...(i)$$

(2) **गोली का वेग :** निकाय (पिण्ड + गोली) में शेष ऊर्जा के कारण माना कि संघट्ट के पश्चात् निकाय (गोली + पिण्ड) h ऊँचाई तक जाता है।

यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण के नियम से, $\frac{1}{2}(m+M)v^2 = (m+M)gh$

$\Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

समी. (i) में यह मान रखने पर $\sqrt{2gh} = \frac{mu}{m+M}$

$$\Rightarrow \quad u = \left[\frac{(m+M)\sqrt{2gh}}{m}\right] \qquad ...(ii)$$

(3) **गतिज ऊर्जा में हानि :** हम जानते हैं कि पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट में गतिज ऊर्जा में हानि

$$\Delta K = \frac{1}{2}\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2)^2$$ (जब पिण्ड समान दिशा में गतिशील हो)

$$\therefore \ \Delta K = \frac{1}{2}\frac{mM}{m+M}u^2$$

[चूँकि $u_1 = u$, $u_2 = 0$, $m_1 = m$ तथा $m_2 = M$]

(4) **ऊर्ध्व दिशा से निलंबन डोरी का कोण**

गोली के वेग के सूत्र से $u = \left[\frac{(m+M)\sqrt{2gh}}{m}\right]$

अतः $h = \frac{u^2}{2g}\left(\frac{m}{m+M}\right)^2$

चित्रानुसार, $\cos\theta = \frac{L-h}{L} = 1 - \frac{h}{L} = 1 - \frac{u^2}{2gL}\left(\frac{m}{m+M}\right)^2$

अथवा $\theta = \cos^{-1}\left[1 - \frac{1}{2gL}\left(\frac{mu}{m+M}\right)^2\right]$

Tips & Tricks

✍ बल-विस्थापन ग्राफ से घिरा क्षेत्रफल किये गये कार्य को प्रदर्शित करता है।

✍ गुरूत्वाकर्षण अथवा वैद्युत बलों द्वारा किया गया कार्य, तय किये गये मार्ग पर निर्भर नहीं करता। यह वस्तु की प्रारंभिक तथा अंतिम स्थितियों पर निर्भर करता है। इस प्रकार के बलों को संरक्षी बल कहा जाता है। जब संरक्षी बल के प्रभाव में गति कर रही कोई वस्तु अपने प्रारंभिक बिन्दु पर वापस लौट आती है, तब किया गया कुल कार्य $\oint dW = 0$

✍ घर्षण के विरूद्ध किया गया कार्य, मार्ग पर निर्भर करता है। श्यानता तथा घर्षण संरक्षी बल नहीं है। असंरक्षी बलों के लिए किसी बंद पथ में किया गया कार्य शून्य नहीं होता, $\oint dW \neq 0$

✍ किया गया कार्य केवल संरक्षी क्षेत्र में ही मार्ग से स्वतंत्र होता है।

✍ किया गया कार्य निर्देश फ्रेम पर निर्भर करता है।

✍ अभिकेंद्रीय बल द्वारा किया गया कार्य हमेशा शून्य होता है।

✍ ऊर्जा, भविष्य में किए जाने वाले कार्य का ही रूप है। यह कार्य करने के लिए वस्तु में संचित सामर्थ्य को दर्शाती है।

✍ किसी वस्तु की ऊर्जा वस्तु द्वारा किये गये कार्य के बराबर होती है तथा कार्य करने में लगने वाले समय पर निर्भर नहीं करती। दूसरे शब्दों में, किसी वस्तु की शक्ति कार्य करने में लगने वाले समय पर निर्भर करती है।

✍ जब किसी वस्तु पर कार्य किया जाता है, इसकी गतिज अथवा स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है।

✍ जब किसी वस्तु द्वारा कार्य किया जाता है, इसकी गतिज अथवा स्थितिज ऊर्जा घटती है।

✍ कार्य ऊर्जा प्रमेय के अनुसार, किया गया कार्य ऊर्जा में परिवर्तन

के बराबर होता है, अतः $W = \Delta E$

✍ कार्य ऊर्जा प्रमेय मुख्यतः किसी गतिशील वस्तु को रोकने हेतु आवश्यक न्यूनतम बल अथवा इस प्रक्रिया में वस्तु द्वारा तय की गई न्यूनतम दूरी की गणना में सहायक होती है। किसी गतिशील वस्तु को विरामावस्था में लाने में किया गया कार्य वस्तु की गतिज ऊर्जा में होने वाली कमी के बराबर होता है।

✍ निकाय की स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है, जब इस पर संरक्षी बल कार्य करता है।

✍ किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा हमेशा धनात्मक होती है।

✍ यदि किसी वस्तु का संवेग n गुना कर दिया जाए, तो उसकी गतिज ऊर्जा n गुना बढ़ जाती है।

✍ यदि किसी वाहन का वेग n गुना कर दिया जाये, तब रूकने से पूर्व वस्तु द्वारा तय की गई दूरी का मान n गुना हो जाता है।

✍ ब्रह्मांड की कुल ऊर्जा (द्रव्यमान ऊर्जा सहित) नियत रहती है।

✍ ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुसार ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है। ऊर्जा के एक रूप में होने वाला ह्रास, दूसरे रूप में उत्पन्न होने वाली ऊर्जा अथवा ऊर्जाओं के मान के बराबर होता है।

✍ गतिज ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा में तथा स्थितिज ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है।

जब वस्तु गिरती है, तब उसकी स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में बदल जाती है।

✍ किसी लोलक के दोलन करने की प्रक्रिया में गतिज ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा में अथवा स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में बदलती है। यही ऊर्जा परिवर्तन किसी स्प्रिंग से जुड़े हुए द्रव्यमान की दोलन प्रक्रिया में भी होता है।

✍ संरक्षण नियम की सहायता से किसी यांत्रिक निकाय की प्रकृति की व्याख्या की जा सकती है, चाहें हमें निकाय पर लग रहे बलों की प्रकृति ज्ञात न हो।

✍ यद्यपि नाभिकीय बलों की पूर्ण प्रकृति हमें ज्ञात नहीं है, परंतु संरक्षण नियमों की सहायता से हम उन प्रश्नों को भी हल कर सकते हैं, जो कि नाभिकीय बलों पर आधारित हैं।

✍ संरक्षण नियमों का उल्लंघन यह दर्शाता है कि उस घटना का कोई अस्तित्व नहीं है अर्थात् वह घटना संभव नहीं है।

✍ पृथ्वी सतह (त्रिज्या R) से h ऊँचाई ऊपर ले जाने पर द्रव्यमान m की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन $\Delta U = \dfrac{mgh}{1 + h/R}$ जब $h << R$, हम पाते हैं कि $\Delta U = mgh$

✍ किसी संधारित्र में स्थिर वैद्युत ऊर्जा $U = \frac{1}{2}CV^2$, जहाँ C धारिता है तथा V = प्लेटों के बीच विभवांतर है।

✍ किसी परीक्षण आवेश q की विद्युत विभव ऊर्जा, जो कि उस स्थान पर रखा है, जहाँ विद्युत विभव V है, दी जाती है : $U = qV$

✍ दो आवेशों (q_1 तथा q_2) जिनके बीच की दूरी r है, की स्थिर विद्युत स्थितिज ऊर्जा दी जाती है, $U = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_1 q_2}{r}$ यहाँ ε_0 निर्वात की विद्युतशीलता तथा $1/4\pi\varepsilon_0 = 9\times10^9\ Nm^2C^{-2}$

✍ प्रेरकत्व में संचित चुंबकीय ऊर्जा,

$U = \frac{1}{2}LI^2$, जहाँ L = प्रेरकत्व, I = धारा

✍ किसी द्रव्यमान m, जिसकी विशिष्ट ऊष्मा C, तथा इसके ताप में परिवर्तन $\Delta\theta$ है, द्वारा प्राप्त ऊर्जा : $Q = mC\Delta\theta$

✍ जब स्प्रिंग नियतांक k वाली किसी स्प्रिंग को x दूरी तक खींचा अथवा संपीडित किया जाता है, तब उसमें संचित स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2}kx^2$

✍ सरल आवर्त गति कर रहे किसी कण की गतिज ऊर्जा दी जाती है : $K = \frac{1}{2}m\omega^2(a^2 - y^2)$ जहाँ m = द्रव्यमान, ω = कोणीय आवृत्ति, a = आयाम, y = विस्थापन,

✍ सरल आवर्त गति करते किसी कण की स्थितिज ऊर्जा दी जाती है $U = \frac{1}{2}m\omega^2y^2$

✍ सरल आवर्त गति करते किसी कण की कुल ऊर्जा दी जाती है $E = K + U = \frac{1}{2}m\omega^2a^2$

✍ किसी तरंग का ऊर्जा घनत्व $= \frac{1}{2}\rho\omega^2a^2$ जहाँ ρ = माध्यम का घनत्व, ω = कोणीय आवृत्ति, a = तरंग का आयाम है।

✍ फोटोन की ऊर्जा : $E = h\nu = hc/\lambda$, यहाँ h = प्लांक नियतांक, ν = प्रकाश तरंग की आवृत्ति, c = प्रकाश का वेग, λ = तरंग दैर्ध्य है।

✍ द्रव्यमान तथा ऊर्जा अंतर्परिवर्ती हैं अर्थात् द्रव्यमान को ऊर्जा में तथा ऊर्जा को द्रव्यमान में परिवर्तित किया जा सकता है।

✍ द्रव्यमान (किग्रा) तथा ऊर्जा (जूल) में संबंध, $E = mc$, जहाँ c = प्रकाश की चाल है।

✍ किसी दृढ़ अथवा कठोर स्प्रिंग का बल नियतांक बहुत अधिक होता है, जबकि किसी मृदु स्प्रिंग का बल नियतांक अत्यंत कम होता है।

✍ ऊर्जा, शक्ति से भिन्न है। जहाँ ऊर्जा, किसी वस्तु ह्रास किए जाने वाले कार्य की सामर्थ्य को प्रदर्शित करती है वहीं शक्ति कार्य करने की दर को प्रदर्शित करती है। अतः शक्ति ज्ञात करने में, लगने वाला समय महत्वपूर्ण होता है, जबकि ऊर्जा की गणना समय पर आधारित नहीं होती।

✍ संघट्ट वह घटना है जिसमें दो वस्तुऐं एक दूसरे से टकराकर परस्पर बल आरोपित करती हैं।

✍ सामान्यतः संघट्ट बहुत कम समयांतराल के लिए होता है।

✍ संघट्ट के लिए टकराने वाली वस्तुओं का भौतिक संपर्क होना आवश्यक नहीं है।

✍ संघट्टकारी वस्तुओं के बीच लगने वाले पारस्परिक बल क्रिया तथा प्रतिक्रिया बल होते हैं। न्यूटन के तृतीय नियम के अनुसार, ये बल समान तथा विपरीत होते हैं।

✍ कोई संघट्ट प्रत्यास्थ संघट्ट होता है, यदि गतिज ऊर्जा संरक्षित रहती है।

✍ प्रत्यास्थ संघट्ट में लगने वाले बल संरक्षी बल होते हैं।

✍ प्रत्यास्थ संघट्ट में, गतिज अथवा यांत्रिक ऊर्जा, ऊर्जा के किसी अन्य रूप में नहीं बदलती है।

✍ प्रत्यास्थ संघट्ट में ऊष्मा अथवा ध्वनि उत्पन्न नहीं होती।

✍ प्रत्यास्थ संघट्ट तथा पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट में कोई अंतर नहीं होता।

✍ प्रत्यास्थ संघट्ट में, संघट्ट के पूर्व सापेक्षिक वेग का मान, संघट्ट के पश्चात् सापेक्षिक वेग के मान के बराबर होता है। अतः $\vec{u}_1 - \vec{u}_2 = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ जहाँ $\vec{u}_1$ तथा $\vec{u}_2$ प्रारंभिक वेग हैं तथा $\vec{u}_1 - \vec{u}_2 = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ तथा $\vec{v}_2$ संघट्ट के पश्चात् वस्तुओं के वेग हैं। इसे न्यूटन का संघट्ट नियम कहते हैं।

✍ कोई संघट्ट अप्रत्यास्थ संघट्ट कहलाता है, यदि गतिज ऊर्जा संरक्षित नहीं रहती है।

✍ पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट में, टकराने वाली वस्तुऐं परस्पर जुड़ जाती हैं। अतः संघट्ट के पश्चात् वस्तुओं का आपेक्षिक वेग शून्य होता है।

✍ दो समान द्रव्यमानों के प्रत्यास्थ संघट्ट में, उनकी गतिज ऊर्जायें परस्पर बदल जाती हैं।

✍ जब कोई m द्रव्यमान की वस्तु v वेग से किसी दृढ़ दीवार से प्रत्यास्थतः टकराती है, तब वस्तु के संवेग में परिवर्तन $= 2mv$

✍ $e = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\vec{u}_1 - \vec{u}_2}$ को प्रत्यावस्थन गुणांक कहा जाता है। प्रत्यास्थ संघट्ट के लिए इसका मान 1 होता है जबकि अप्रत्यास्थ संघट्ट के लिए इसका मान 1 से कम तथा पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट के लिए शून्य होता है।

✍ संघट्ट के दौरान, संघट्टकारी वस्तुओं के वेग परिवर्तित हो जाते हैं।

✍ सभी प्रकार के संघट्टों में रेखीय संवेग संरक्षित रहता है।

✍ पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट एक दुर्लभ भौतिक घटना है।

✍ दो हाथी दाँत अथवा स्टील अथवा काँच की गेंदों के बीच संघट्ट को लगभग प्रत्यास्थ संघट्ट माना जा सकता है।

✍ किसी अप्रत्यास्थ संघट्ट में लगने वाले अंतर्क्रिया बल असंरक्षी प्रकृति के होते हैं।

✍ अप्रत्यास्थ संघट्ट में गतिज ऊर्जा, ऊष्मा ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा तथा प्रकाश ऊर्जा इत्यादि में परिवर्तित होती है।

✍ प्रत्यक्ष संघट्ट में संघट्ट करने वाली वस्तुऐं संघट्ट से पूर्व तथा संघट्ट के पश्चात् एक सीधी रेखा में ही गति करती हैं।

✍ प्रत्यक्ष संघट्ट को एक विमीय संघट्ट भी कहा जाता है।

✍ तिर्यक संघट्ट में, टकराने वाली वस्तुऐं टकराने से पूर्व अथवा टकराने के पश्चात् परस्पर एक निश्चित कोण पर गति करती है।

✍ तिर्यक संघट्ट द्विविमीय संघट्ट होते हैं।

✍ जब कोई भारी वस्तु किसी हल्की वस्तु से प्रत्यास्थतः प्रत्यक्ष संघट्ट करती है, तब हल्की वस्तु भारी वस्तु के वेग के लगभग दुगुने वेग से गति करने लगती है।

✍ जब कोई हल्की वस्तु किसी भारी वस्तु से संघट्ट करती है तब हल्की वस्तु उसी चाल से वापस लौट आती है।

✍ यदि किसी हल्की तथा भारी वस्तु का संवेग समान है, तब हल्की वस्तु की गतिज ऊर्जा अधिक होती है।

✍ माना कि एक वस्तु को h_0 ऊँचाई से गिराया जाता है, तथा यह पृथ्वी तल से v_0 वेग से टकराती है। संघट्ट (अप्रत्यास्थ) के पश्चात् माना कि यह h_1 ऊँचाई तक तथा v_1 वेग से उठती है, तब

$$e = \frac{v_1}{v_0} = \left[\frac{2gh_1}{2gh_0}\right]^{1/2} = \left[\frac{h_1}{h_0}\right]^{1/2}$$

यदि पृथ्वी तल से n संघट्टों के पश्चात् वस्तु का वेग v_n है तथा यह h_n ऊँचाई तक उठती है, तब $e^n = \frac{v_n}{v_0} = \left[\frac{h_n}{h_0}\right]^{1/2}$

✍ $P = \vec{F}.\vec{v} = Fv\cos\theta$ जहाँ $\vec{v}$ वस्तु का वेग है तथा θ, $\vec{F}$ तथा $\vec{v}$ के बीच का कोण है।

✍ $F - v$ ग्राफ से घिरा क्षेत्रफल अपव्यय होने वाली शक्ति को प्रदर्शित करता है।

✍ संरक्षी बलों (गुरुत्वाकर्षण, विद्युत बल आदि) द्वारा अपव्यय शक्ति, प्रक्रिया के मार्ग पर निर्भर नहीं करती। यह वस्तु की प्रारंभिक तथा अंतिम स्थितियों पर निर्भर करती है। अतः $\oint dP = 0$

✍ घर्षण के विरुद्ध व्यय होने वाली शक्ति मार्ग पर निर्भर करती है अतः $\oint dP \neq 0$

✍ शक्ति को 'अश्वशक्ति' (hp) में भी मापा जाता है। यह शक्ति का fps मात्रक है। $1\ hp = 746\ W$

✍ एक इंजन m द्रव्यमान की रेलगाड़ी को नियत वेग से खींचता है। यदि पटरियाँ समतल सतह पर हों, तथा उनके बीच कोई घर्षण न हो, तब इंजन द्वारा व्यय शक्ति शून्य होगी।

✍ उपरोक्त स्थिति में, यदि पटरियों का घर्षण गुणांक μ है, तब इंजन द्वारा व्यय शक्ति $P = \mu mgv$

✍ उपरोक्त स्थिति में, यदि इंजन रेलगाड़ी को किसी नतसमतल (झुकाव कोण θ), के चिकने मार्ग पर खींचता है, तब इसकी शक्ति $P = (mg\sin\theta)v$

✍ उपरोक्त स्थिति में, यदि इंजन किसी रुक्ष नतसमतल पर, जिसका

घर्षण गुणांक μ है, रेलगाड़ी को ऊपर की ओर खींचता है। इंजन की शक्ति

$$P = (\mu \cos\theta + \sin\theta) mg\, v$$

✍ यदि इंजन रुक्ष नत समतल पर गाड़ी को नीचे की ओर खींचता है, तब इंजन की शक्ति

$$P = (\mu \cos\theta - \sin\theta) mg\, v$$

Ordinary Thinking

Objective Questions

नियत बल द्वारा किया गया कार्य

1. m द्रव्यमान का एक पिण्ड r त्रिज्या के वृत्त में अचर वेग v से गति कर रहा है। इस पिण्ड पर केन्द्र की ओर लगने वाला बल mv^2/r है। वृत्त की आधी परिधि तक पिण्ड को इस बल द्वारा घुमाने में किया गया कार्य होगा [NCERT 1977,

(a) $\frac{mv^2}{\pi r^2}$ (b) शून्य

(c) $\frac{mv^2}{r^2}$ (d) $\frac{\pi r^2}{mv^2}$

2. यदि बल तथा लम्बाई दोनों के मात्रक चार गुने कर दिये जायें, तो ऊर्जा का मात्रक हो जायेगा [CPMT 1987]

(a) 16 गुना (b) 8 गुना

(c) 2 गुना (d) 4 गुना

3. एक व्यक्ति एक दीवार पर बल लगाता है परन्तु उसे विस्थापित नहीं कर पाता, इस स्थिति मे [CPMT 1992]

(a) उसने ऋणात्मक कार्य किया

(b) उसने धनात्मक कार्य किया जो अधिकतम नहीं है

(c) उसने कोई कार्य नहीं किया

(d) उसके द्वारा अधिकतम कार्य किया गया

4. एक चलती हुई रेलगाड़ी को ब्रेक (मंदक बल) लगाकर रोका जाता है, तो यह 80 मीटर चलकर रुक जाती है। यदि गाड़ी का वेग दोगुना कर दिया जाये तो इस अवमन्दक बल से गाड़ी रुकेगी [CPMT 1984]

(a) समान दूरी पर (b) दोगुनी दूरी पर

(c) आधी दूरी पर (d) चार गुनी दूरी पर

5. 5 न्यूटन बल के प्रभाव में एक वस्तु सरल रेखा में 10 मीटर दूरी तय करती है। यदि किया गया कार्य 25 जूल हो, तो बल द्वारा वस्तु की दिशा से बनाया गया कोण होगा [NCERT 1980; JIPMER 1997; CBSE PMT 1999; BHU 2000; RPMT 2000; Orissa JEE 2002]

(a) 0° (b) 30°

(c) 60° (d) 90°

6. आप एक भारी पुस्तक को कमरे के फर्श से उठाकर एक अल्मारी में रख देते हैं, जिसकी ऊँचाई 2 मीटर है। इस क्रिया में आपको 5 सैकण्ड का समय लगता है। आपके द्वारा किया गया कार्य निर्भर करेगा [MP PET 1993]

(a) पुस्तक की संहति तथा लिये गये समय पर

(b) पुस्तक के भार तथा अल्मारी की ऊँचाई पर

(c) अल्मारी की ऊँचाई तथा लिये गये समय पर

(d) पुस्तक की संहति, अल्मारी की ऊँचाई तथा लिये गये समय पर

7. m किग्रा द्रव्यमान वाली वस्तु को एक आदमी 1 मीटर की ऊँचाई तक उठाने में 30 सैकण्ड लगाता है। दूसरा आदमी उसी वस्तु को उसी ऊँचाई तक उठाने में 60 सैकण्ड लगाता है। इन आदमियों के द्वारा किये गये कार्य का अनुपात है [MP PMT 1993]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 1

(c) 2 : 1 (d) 4 : 1

8. एक कण पर $\vec{F} = (5\hat{i} + 3\hat{j})$ न्यूटन बल लगाने पर यह मूल बिन्दु से एक दूसरे बिन्दु पर जिसकी स्थिति $\vec{r} = (2\hat{i} - 1\hat{j})$ मीटर है, विस्थापित होता है। कण पर किए गए कार्य का मान होगा [MP PMT 1995; RPET 2003]

(a) – 7 जूल (b) + 13 जूल

(c) + 7 जूल (d) + 11 जूल

9. 30 ग्राम के एक कण पर एक बल इस प्रकार कार्य करता है कि समय के सापेक्ष कण की स्थिति $x = 3t - 4t^2 + t^3$ से दी जाती है जहाँ x मीटर में तथा t सैकण्ड में है। प्रथम चार सैकण्ड में किया गया कार्य होगा [CBSE PMT 1998]

(a) 5.28 *J* (b) 450 *mJ*

(c) 490 *mJ* (d) 530 *mJ*

10. 10 किग्रा द्रव्यमान का एक पिण्ड पृथ्वी की सतह से 10 मीटर की ऊँचाई से छोड़ा जाता है। गुरुत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य होगा $(g = 9.8\, m/sec^2)$ [SCRA 1994]

(a) – 490 जूल (b) + 490 जूल

(c) – 980 जूल (d) + 980 जूल

11. निम्न में से अदिश राशि है [AFMC 1998]

(a) विस्थापन (b) विद्युत क्षेत्र

(c) त्वरण (d) कार्य

12. 15^o के झुकाव कोण वाले घर्षण रहित नत समतल पर, $2\, kN$ भार वाले लकड़ी के एक गुटके को ऊपर की ओर $10\, m$ दूरी तक खींचने में किया गया कार्य होगा [AFMC 1999; Pb PMT 2003]

(a) 4.36 *kJ* (b) 5.17 *kJ*

(c) 8.91 *kJ* (d) 9.82 *kJ*

13. किसी वस्तु पर कार्यरत् एक बल $\vec{F} = 5\hat{i} + 6\hat{j} - 4\hat{k}$ द्वारा विस्थापन $\vec{S} = 6\hat{i} + 5\hat{k}$ है बल द्वारा किया गया कार्य है [KCET 1999]

(a) 18 इकाई (b) 15 इकाई

(c) 12 इकाई (d) 10 इकाई

14. विराम में स्थित 15 *kg* की किसी वस्तु पर 5 *N* का बल लगाया जाता है। वस्तु की गति के प्रथम सैकण्ड के दौरान बल द्वारा किया गया कार्य है [JIPMER 1999]

(a) 5 *J* (b) $\frac{5}{6} J$

(c) 6 *J* (d) 75 *J*

15. किसी वस्तु पर क्षैतिज से θ कोण पर 5 *N* का एक बल लगाया जाता है जो इसे क्षैतिजतः 0.4 *m* विस्थापित करता है, यदि वस्तु द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा 1*J* हो, तो बल का क्षैतिज घटक होगा [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) 1.5 *N* (b) 2.5 *N*
(c) 3.5 *N* (d) 4.5 *N*

16. 10 *kg* द्रव्यमान को 1*m* ऊँचाई तक 1 सैकण्ड में ले जाने में गुरुत्व के विरुद्ध किया गया कार्य है [RPMT 2000]

(a) 49 *J* (b) 98 *J*
(c) 196 *J* (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

17. 1 वोल्ट विभवान्तर से त्वरित इलेक्ट्रॉन द्वारा प्राप्त ऊर्जा कहलाती है [UPSEAT 2000]

(a) 1 जूल (b) 1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट
(c) 1 अर्ग (d) 1 वॉट

18. 6 *kg* द्रव्यमान की एक वस्तु में किसी बल द्वारा उत्पन्न विस्थापन $S=\frac{t^2}{4}$ मीटर से प्रदर्शित है, जहाँ *t* समय है। 2 सैकण्ड में बल द्वारा किया गया कार्य है [EAMCET 2001]

(a) 12 *J* (b) 9 *J*
(c) 6 *J* (d) 3 *J*

19. विराम में स्थित 10 *kg* द्रव्यमान की एक वस्तु पर $4\,N$ व $3\,N$ के दो बल, एक दूसरे के लम्बवत् लग रहे हैं। 10 सैकण्ड के पश्चात् वस्तु की गतिज ऊर्जा होगी [Kerala (Engg.) 2001]

(a) 100 *J* (b) 300 *J*
(c) 50 *J* (d) 125 *J*

20. 10 *kg* द्रव्यमान का एक बेलन 10 *m/s* के प्रारम्भिक वेग से किसी समतल पर लुढ़क रहा है। यदि समतल व बेलन के मध्य घर्षण गुणांक 0.5 हो, तो रुकने से पूर्व इसके द्वारा तय दूरी होगी [Pb. PMT 2001]

(a) 12.5 *m* (b) 5 *m*
(c) 7.5 *m* (d) 10 *m*

21. किसी वस्तु में बल $(3\hat{i}+4\hat{j})$ न्यूटन द्वारा विस्थापन $(3\hat{i}+4\hat{j})$ मीटर उत्पन्न होता है। बल द्वारा किया गया कार्य है [AIIMS 2001]

(a) 10 *J* (b) 12 *J*
(c) 16 *J* (d) 25 *J*

22. 50 *kg* का एक व्यक्ति अपने सिर पर 20 *kg* के भार के साथ प्रत्येक 0.25 *m* मीटर ऊँचाई की 20 सीढियाँ चढ़ता है। ऊपर चढने में किया गया कार्य है [JIPMER 2002]

(a) 5 *J* (b) 350 *J*
(c) 100 *J* (d) 3430 *J*

23. किसी कण पर कार्यरत् बल $\overrightarrow{F}=6\hat{i}+2\hat{j}-3\hat{k}$ द्वारा उत्पन्न विस्थापन $\overrightarrow{S}=2\hat{i}-3\hat{j}+x\hat{k}$ है। यदि किया गया कार्य शून्य हो, तो *x* का मान है [Kerala PMT 2002]

(a) – 2 (b) 1/2
(c) 6 (d) 2

24. एक कण स्थिति $\overrightarrow{r_1}=(3\hat{i}+2\hat{j}-6\hat{k})$ मीटर से स्थिति $\overrightarrow{r_2}=(14\hat{i}+13\hat{j}+9\hat{k})$ मीटर तक $4\hat{i}+\hat{j}+3\hat{k}$ न्यूटन बल के कारण विस्थापित होता है। किया गया कार्य है [Pb. PMT 2002,03]

(a) 100 *J* (b) 50 *J*
(c) 200 *J* (d) 75 *J*

25. किसी बल $(\overrightarrow{F})=3\hat{i}+c\hat{j}+2\hat{k}$ द्वारा किसी कण में बल की दिशा में ही विस्थापन $(\overrightarrow{S})=-4\hat{i}+2\hat{j}+3\hat{k}$ होता है। यदि किया गया कार्य $6\,J$, हो, तो 'c' का मान है [CBSE PMT 2002]

(a) 0 (b) 1
(c) 6 (d) 12

26. विस्फोट होने के पश्चात् एक वस्तु दो असमान द्रव्यमानों के टुकड़ों मे टूट जाती है। तब [MP PET 2002]

(a) दोनों टुकड़ो के संवेग आंकिक रूप से समान होंगे
(b) हल्के भाग का संवेग अधिक होगा
(c) भारी भाग का संवेग अधिक होगा
(d) दोनों भागों की गतिज ऊर्जाऐं समान होगीं

27. ऊर्जा का मात्रक है [AFMC 2002]

(a) इकाई (b) वाट
(c) अश्वशक्ति (d) इनमें से कोई नही

28. यदि बल की दिशा में कण के बल और विस्थापन दोनों को दोगुना कर दिया जाये तो कार्य हो जायेगा [AFMC 2002]

(a) दोगुना (b) चार गुना
(c) आधा (d) $\frac{1}{4}$ गुना

29. मूल बिन्दु पर रखी 5 *kg* द्रव्यमान की एक वस्तु केवल *x*-अक्ष पर गति कर सकती है। इस पर *x*-अक्ष से 60^o कोण बनाते हुये 10 *N* का बल लगाकर इसे *x*-अक्ष के अनुदिश 4 *m* तक विस्थापित किया जाता है। बल द्वारा किया गया कार्य है [MP PET 2003]

(a) 2.5 *J* (b) 7.25 *J*
(c) 40 *J* (d) 20 *J*

30. एक बल $\overrightarrow{F}=(5\hat{i}+4\hat{j})N$ किसी वस्तु में विस्थापन $\overrightarrow{S}=(6\hat{i}-5\hat{j}+3\hat{k})m$ उत्पन्न करता है, तो किया गया कार्य है [CPMT 2003]

(a) 10 *J* (b) 20 *J*
(c) 30 *J* (d) 40 *J*

31. 2*m* लम्बाई की एकसमान जंजीर एक मेज पर इस प्रकार रखी है कि इसकी 60 सेमी. लंबाई मेज के किनारे से लटकी है। जंजीर का कुल द्रव्यमान 4*kg* है, तो लटके हुए भाग को ऊपर खींचने में सम्पादित कार्य होगा [AIEEE 2004]

(a) 7.2 *J* (b) 3.6 *J*
(c) 120 *J* (d) 1200 *J*

32. किसी वस्तु पर एक नियत परिमाण का बल आरोपित होता है जो हमेशा वस्तु के वेग के लम्बवत् होता है। वस्तु एक समतल में गति कर रही है इससे स्पष्ट है कि [AIEEE 2004]

(a) वस्तु का वेग नियत रहता है

(b) वस्तु का त्वरण नियत रहता है

(c) वस्तु की गतिज-ऊर्जा नियत रहती है

(d) वस्तु एक सरल रेखा में गति करती है

33. m द्रव्यमान की एक गेंद v वेग से गतिशील है तथा अनन्त द्रव्यमान की एक दीवार से टकराती है। टकराने के पश्चात् गेंद उसी वेग से लौट आती है, तो गेंद के द्वारा दीवार पर सम्पादित कार्य है [BCECE 2004]

(a) शून्य (b) mv J

(c) m/v J (d) v/m J

34. एक बल $\vec{F} = (5\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k})N$ किसी कण पर आरोपित किया जाता है, जो कण को मूल बिन्दु से बिन्दु $\vec{r} = (2\hat{i} - \hat{j})m$ मी तक विस्थापित कर देता है, कण पर किया गया कार्य (जूल में) होगा [AIEEE 2004]

(a) – 7 (b) +7

(c) +10 (d) +13

35. एक नियत बल के प्रभाव में गतिशील m द्रव्यमान की वस्तु के द्वारा विराम से गति प्रारम्भ कर s दूरी तय करने में प्राप्त गतिज ऊर्जा समानुपाती होती है [Pb. PET 2000]

(a) m^0 (b) m

(c) m^2 (d) $\sqrt{m}$

36. यदि एक बल $\vec{F} = 4\hat{i} + 5\hat{j}$ के द्वारा उत्पन्न विस्थापन $\vec{s} = 3\hat{i} + 6\hat{k}$ हो, तो सम्पादित कार्य है [Pb. PET 2002]

(a) 4×6 इकाई (b) 6×3 इकाई

(c) 5×6 इकाई (d) 4×3 इकाई

37. एक व्यक्ति पृथ्वीतल (घर्षण रहित) पर स्थित किसी बिन्दु से गति प्रारंभ कर विकर्णतः विपरीत बिंदु पर पहुँचता है। उसके द्वारा किया गया कार्य है [DCE 2004]

(a) शून्य (b) धनात्मक

(c) ऋणात्मक (d) कुछ नहीं कहा जा सकता

38. किसी लकड़ी के गुटके को एक नत समतल पर खींचना, उसे ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर खींचने से आसान होता है, क्योंकि [CPMT 1977; JIPMER 1997]

(a) घर्षण कम हो जाता है

(b) द्रव्यमान कम हो जाता है

(c) भार के थोड़े भाग को खींचना होता है

(d) 'g' कम हो जाता है

39. 1 किग्रा तथा 5 किग्रा द्रव्यमान के दो पिण्ड किसी मीनार के शीर्ष से छोड़े जाते हैं। पृथ्वी से 20 सेमी की ऊँचाई पर दोनों पिण्डों में कौनसी राशि समान होगी [SCRA 1998]

(a) संवेग (b) गतिज ऊर्जा

(c) वेग (d) कुल ऊर्जा

40. बल $(6\hat{i} + 2\hat{j})N$ के कारण किसी वस्तु का विस्थापन $(3\hat{i} - \hat{j})m$ हो, तो किया गया कार्य है [Orissa JEE 2005]

(a) 16 J (b) 12 J

(c) 8 J (d) शून्य

41. एक गेंद को मीनार के शीर्ष से छोड़ा जाता है। गति के दौरान गुरुत्व बल के द्वारा प्रथम, द्वितीय एवं तृतीय सैकण्ड में किये गये कार्य का अनुपात है [Kerala PET 2005]

(a) 1 : 2 : 3 (b) 1 : 4 : 9

(c) 1 : 3 : 5 (d) 1 : 5 : 3

परिवर्ती बल द्वारा किया गया कार्य

1. एक कण $F = Cx$ बल के प्रभाव में $x = 0$ से $x = x_1$ तक विस्थापित होता है। इस प्रक्रिया में किया गया कार्य होगा [CPMT 1982; DCE 2002;Orissa JEE 2005]

(a) Cx_1^2 (b) $\frac{1}{2}Cx_1^2$

(c) Cx_1 (d) शून्य

2. M द्रव्यमान के एक पिण्ड को एक अचर त्वरण $g/4$ से एक रस्सी द्वारा d दूरी तक ऊर्ध्वाधर नीचे किया जाता है। इस पिण्ड पर रस्सी द्वारा किया गया कार्य होगा [CPMT 1972]

(a) $Mg\frac{d}{4}$ (b) $3Mg\frac{d}{4}$

(c) $-3Mg\frac{d}{4}$ (d) Mgd

3. दो स्प्रिंग जिनके बल नियतांक k_1 व $k_2 (k_1 > k_2)$ हैं। यदि वे एकसमान बल से खींची जाती हैं, तो [EAMCET 1981]

(a) दोनों स्प्रिंगों में कोई कार्य नहीं होता

(b) दोनों स्प्रिंगों में समान कार्य होता है

(c) दूसरी स्प्रिंग में अधिक कार्य होता है

(d) पहले स्प्रिंग में अधिक कार्य होता है

4. 10 N/m बल नियतांक के एक स्प्रिंग में प्रारम्भिक खिंचाव 0.20 m है, तो खिंचाव को 0.25 m करने में स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि होगी [CPMT 1977]

(a) 0.1 जूल (b) 0.2 जूल

(c) 0.3 जूल (d) 0.5 जूल

5. किसी स्प्रिंग को 'S' दूरी तक खींचने पर स्थितिज ऊर्जा 10 जूल है। इस स्प्रिंग को 'S' दूरी तक और खींचने के लिए आवश्यक कार्य (जूल में) है [MNR 1991; CPMT 2002; UPSEAT 2000; Pb. PET 2004]

(a) 30 (b) 40

(c) 10 (d) 20

6. दो स्प्रिंग जिनके स्प्रिंग नियतांक क्रमशः 1500 *N/m* और 3000 *N/m* हैं, को एकसमान बल से खींचा जाता है। उनकी स्थितिज ऊर्जा का अनुपात होगा [MP PMT/PET 1998; Pb. PMT 2002]

(a) 4 : 1 (b) 1 : 4
(c) 2 : 1 (d) 1 : 2

7. किसी स्प्रिंग की लम्बाई 40 *mm* है। 10 *N* का बल लगाने से इसकी लम्बाई 1 मिमी बढ़ जाती है। स्प्रिंग को 40 मिमी खींचने में किया गया कार्य होगा [AIIMS 1998; AFMC 2000; JIPMER 2000]

(a) 84 *J* (b) 68 *J*
(c) 23 *J* (d) 8 *J*

8. एक स्थिति पर निर्भर बल $F = 7 - 2x + 3x^2\ N$, 2 किग्रा द्रव्यमान के छोटे पिण्ड पर कार्य करके इसे $x = 0$ से $x = 5m$ तक विस्थापित कर देता है, किया गया कार्य जूल में होगा [CBSE PMT 1994]

(a) 70 (b) 270
(c) 35 (d) 135

9. 3 *kg* के पिण्ड पर बल लगाने से उसमें उत्पन्न विस्थापन का समीकरण $S = \frac{t^3}{3}$ मीटर है। इस बल द्वारा प्रथम 2 सैकण्ड में किया गया कार्य होगा [BHU 1998]

(a) 2 *J* (b) 3.8 *J*
(c) 5.2 *J* (d) 24 *J*

10. एक तार का बल नियतांक *k* है जबकि एक अन्य तार का $2k$ है। जब दोनों तार समान लम्बाई तक खीचें जाते हैं, तो किया गया कार्य होगा [MH CET 2000]

(a) $W_2 = 2W_1^2$ (b) $W_2 = 2W_1$
(c) $W_2 = W_1$ (d) $W_2 = 0.5W_1$

11. $0.1\,Kg$ द्रव्यमान की एक वस्तु $10\,m/s$ के वेग से $1000\ N/m$ बल नियतांक वाली स्प्रिंग (जिसका एक सिरा स्थिर है) से टकराती है तथा स्प्रिंग को संपीडित कर स्थिर हो जाती है। स्प्रिंग का संपीडन होगा [MP PMT 2001]

(a) $0.01\,m$ (b) $0.1\,m$
(c) $0.2\,m$ (d) $0.5\,m$

12. जब 1.0 *kg* द्रव्यमान को 50 *cm* लम्बाई की स्प्रिंग से लटकाया जाता है, तो स्प्रिंग 2 *cm* खिंच जाती है। यदि द्रव्यमान को तब तक नीचे खींचा जाये जब तक कि स्प्रिंग 60 *cm* लम्बी न हो जाये तो इस स्थिति में स्प्रिंग में संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा होगी (यदि $g = 10\ m/s$)

(a) 1.5 *J* (b) 2.0 *J*
(c) 2.5 *J* (d) 3.0 *J*

13. बल-नियतांक 800 *N/m* वाली एक स्प्रिंग में प्रसार 5 *cm* है। इसे 5*cm* से 15 *cm* तक प्रसारित करने में किया गया कार्य है [AIEEE 2002]

(a) 16 *J* (b) 8 *J*
(c) 32 *J* (d) 24 *J*

14. जब किसी स्प्रिंग को 2 *cm* तक खींचा जाता है, तो इसमें $100\ J$ ऊर्जा संचित हो जाती है। यदि इसे 2 *cm* और खींचा जाये तो संचित ऊर्जा में वृद्धि है [Orissa JEE 2002]

(a) 100 *J* (b) 200 *J*
(c) 300 *J* (d) 400 *J*

15. एक स्प्रिंग को जब 2 *mm* खींचा जाता है, तो इसकी स्थितिज ऊर्जा 4 *J* हो जाती है। यदि इसे 10 *mm* खींचा जाये तो स्थितिज ऊर्जा होगी [BCECE 2003]

(a) 4 *J* (b) 54 *J*
(c) 415 *J* (d) इनमें से कोई नहीं

16. $5 \times 10^3\,N/m$ स्प्रिंग नियतांक की स्प्रिंग को सामान्य स्थिति से $5\,cm$ खींचा जाता है। इसे $5\,cm$ और खींचने के लिए आवश्यक कार्य होगा [AIEEE 2003]

(a) 6.25 *N-m* (b) 12.50 *N-m*
(c) 18.75 *N-m* (d) 25.00 *N-m*

17. एक चिकने क्षैतिज तल पर 1.5 मी/सै के वेग से गतिशील 0.5*kg* द्रव्यमान की एक वस्तु लगभग भारहीन स्प्रिंग, जिसका स्प्रिंग नियतांक $k = 50\ N/m$ है, से टकराती है। स्प्रिंग का अधिकतम संपीड़न होगा [CBSE PMT 2004]

(a) 0.15 *m* (b) 0.12 *m*
(c) 1.5 *m* (d) 0.5 *m*

18. एक कण सरल रेखीय पथ पर गतिशील है, जिसका मंदन विस्थापन के समानुपाती है। इसके विस्थापन *x* में होने वाला गतिज ऊर्जा ह्रास समानुपाती होगा [AIEEE 2004]

(a) x^2 (b) e^x
(c) x (d) $\log_e x$

19. एक स्प्रिंग, जिसका स्प्रिंग नियतांक *k* है, को 1 *cm* तक खींचने पर इसकी स्थितिज ऊर्जा *U* है। यदि इसे 4 *cm* की दूरी तक खींचा जाये तो स्थितिज ऊर्जा होगी [Orissa PMT 2004]

(a) 4*U* (b) 8*U*
(c) 16 *U* (d) 2*U*

20. एक स्प्रिंग, जिसका स्प्रिंग नियतांक *k* है, को $x = 0$ से $x = x_1$ दूरी तक खींचा जाता है। सम्पादित कार्य होगा [Orissa PMT 2004]

(a) kx_1^2 (b) $\frac{1}{2}kx_1^2$
(c) $2kx_1^2$ (d) $2kx_1$

21. यदि एक लम्बी स्प्रिंग को 0.02 *m* खींचा जाता है, तो इसकी स्थितिज ऊर्जा *U* हो जाती है। यदि इसे 0.1 *m* तक खींचा जाये तो स्थितिज ऊर्जा होगी [MP PET 2002; MP PMT 2002; CBSE PMT 2003; UPSEAT 2004]

(a) $\frac{U}{5}$ (b) U
(c) 5*U* (d) 25*U*

22. एक स्प्रिंग की प्राकृतिक लम्बाई 60 *cm* है, तथा इसका स्प्रिंग नियतांक 4000 *N/m* है। इससे 20 *kg* द्रव्यमान लटकाने पर उत्पन्न खिंचाव होगा, (जहाँ $g = 9.8\ m/s^2$) [DCE 2004]

(a) 4.9 *cm* (b) 0.49 *cm*

(c) 9.4 *cm* (d) 0.94 *cm*

23. किसी स्प्रिंग से भार लटकाने पर उत्पन्न खिंचाव x हो, तो संचित ऊर्जा का मान होगा, (यदि स्प्रिंग का तनाव T एवं स्प्रिंग नियतांक K हो) [Pb. PMT 2003]

(a) $\frac{T^2}{2k}$ (b) $\frac{T^2}{2k^2}$

(c) $\frac{2k}{T^2}$ (d) $\frac{2T^2}{k}$

24. किसी वस्तु की स्थितिज ऊर्जा, $U = A - Bx^2$ (जहाँ x विस्थापन है) से दी जाती है। कण पर कार्यरत् बल का परिमाण है [BHU 2002]

(a) नियत (b) x के अनुक्रमानुपाती

(c) x^2 के अनुक्रमानुपाती (d) x के व्युत्क्रमानुपाती

25. एक अणु के दो परमाणुओं के बीच स्थितिज ऊर्जा $U(x) = \frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}$ सूत्र द्वारा दी जाती है; जबकि a और b धनात्मक अचर हैं तथा x परमाणुओं के बीच की दूरी है। परमाणु स्थायी साम्य में होगा, जब [CBSE PMT 1995]

(a) $x = \sqrt[6]{\frac{11a}{5b}}$ (b) $x = \sqrt[6]{\frac{a}{2b}}$

(c) $x = 0$ (d) $x = \sqrt[6]{\frac{2a}{b}}$

26. निम्न में से कौनसा संरक्षी बल नहीं है [Kerala PMT 2005]

(a) गुरुत्वाकर्षण बल

(b) दो आवेशों के बीच का विद्युतीय बल

(c) दो चुम्बकीय द्विध्रुवों के बीच का चुम्बकीय बल

(d) घर्षण बल

ऊर्जा तथा संवेग का संरक्षण

1. m_1 व m_2 का द्रव्यमान के दो पिण्डों की गतिज ऊर्जायें समान हैं। यदि p_1 व p_2 क्रमशः उनके संवेग हों, तो $p_1 : p_2$ का मान तुल्य होगा [MP PMT 1985; CPMT 1990]

(a) $m_1 : m_2$ (b) $m_2 : m_1$

(c) $\sqrt{m_1} : \sqrt{m_2}$ (d) $m_1^2 : m_2^2$

2. एक बॉक्स को किसी ऊँचाई तक उठाने में किया गया कार्य निर्भर करता है

(a) किस तेजी के साथ उसे उठाया गया है

(b) बॉक्स को उठाने वाले व्यक्ति की सामर्थ्य पर

(c) ऊँचाई पर जहाँ तक उसे उठाया गया है

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

3. एक हल्के तथा एक भारी पिण्ड के संवेग समान हैं। किसकी गतिज ऊर्जा अधिक होगी

[MP PMT 1985; CPMT 1985; Kerala PMT 2004]

(a) हल्के पिण्ड की (b) भारी पिण्ड की

(c) दोनों की समान (d) जानकारी अपूर्ण है

4. एक स्थिर वस्तु में

(a) ऊर्जा हो सकती है (b) संवेग हो सकता है

(c) चाल हो सकती है (d) वेग हो सकता है

5. v वेग से गतिमान m द्रव्यमान के पिण्ड में गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ होगी, यदि

(a) पिण्ड की चाल प्रकाश की चाल की तुलना में नगण्य न हो।

(b) पिण्ड की चाल प्रकाश की चाल की तुलना में नगण्य हो

(c) पिण्ड की चाल प्रकाश की चाल से अधिक हो

(d) उपरोक्त कोई भी कथन सत्य नहीं है

6. यदि किसी पिण्ड के संवेग को n गुना कर दिया जाये, तो उसकी गतिज ऊर्जा हो जायेगी

(a) n गुनी (b) $2n$ गुनी

(c) $\sqrt{n}$ गुनी (d) n^2 गुनी

7. जब किसी बाह्य बल द्वारा किसी पिण्ड पर कार्य किया जाता है, तब

(a) केवल उसकी गतिज ऊर्जा बढ़ती है

(b) केवल स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है

(c) दोनों गतिज व स्थितिज ऊर्जायें बढ़ सकती हैं

(d) स्थितिज ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा का योग अचर रहता है

8. m द्रव्यमान व l लम्बाई के एक सरल लोलक का गोलक क्षैतिज दिशा से छोड़ा जाता है। यह गोलक समान द्रव्यमान के पिण्ड, जो क्षैतिज चिकनी सतह पर रखा है, को प्रत्यास्थ टक्कर मारता है। पिण्ड की गतिज ऊर्जा होगी

(a) 2 *mgl* (b) *mgl*/2

(c) *mgl* (d) शून्य

9. 125000 पाउण्ड के एक स्थिर टैंक से 25 पाउण्ड द्रव्यमान का एक छोटा गोला (Shell) 1000 फीट/सैकण्ड के वेग से दागा जाता है। टैंक निम्न वेग से पीछे हटेगा [NCERT 1973]

(a) 0.1 *ft/sec* (b) 0.2 *ft/sec*

(c) 0.4 *ft*/sec (d) 0.8 *ft/sec*

10. 12 किग्रा का एक बम विस्फोट के पश्चात् 4 किग्रा व 8 किग्रा के दो भागों में विभक्त हो जाता हैं। 8 किग्रा के पिण्ड का वेग 6 मी/सै है। दूसरे पिण्ड की गतिज ऊर्जा होगी

[MNR 1985; CPMT 1991; Manipal MEE 1995; Pb. PET 2004]

(a) 48 *J* (b) 32 *J*

(c) 24 *J* (d) 288 *J*

11. बन्दूक की एक गोली एक तख्ते को पार करते समय अपने वेग का $1/20$ वाँ भाग खो देती है। गोली को ठीक विराम में लाने के लिये तख्तों की न्यूनतम संख्या क्या होनी चाहिये

[EAMCET 1987; AFMC 2004]

(a) 5 (b) 10

(c) 11 (d) 20

12. $2 kg$ के एक पिण्ड को 490 जूल की गतिज ऊर्जा के साथ ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंका गया है। यदि गुरुत्वीय त्वरण 9.8 मी/सै हो, तो पिण्ड की वह ऊँचाई, जहाँ पर इसकी गतिज ऊर्जा प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा की आधी रह जायेगी, होगी [EAMCET 1986]

(a) 50 m (b) 12.5 m
(c) 25 m (d) 10 m

13. 1 ग्राम व 4 ग्राम के दो पिण्ड समान गतिज ऊर्जा से गति कर रहे हैं। इनके रेखीय संवेगों की निष्पत्ति होगी
[AIIMS 1987; NCERT 1983; MP PMT 1993; IIT 1980; RPET 1996; CBSE PMT 1997; Orissa JEE 2003; KCET 1999; DCE 2004]

(a) 4 : 1 (b) $\sqrt{2}:1$
(c) 1 : 2 (d) 1 : 16

14. यदि किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा 300% बढ़ा दी जाये तो उसके संवेग में वृद्धि होगी [JIPMER 1978; AFMC 1993; RPET 1999; CBSE PMT 2002]

(a) 100% (b) 150%
(c) $\sqrt{300}\,\%$ (d) 175%

15. एक हल्के एवं भारी पिण्ड की गतिज ऊर्जायें समान हैं, तो किसका संवेग अधिक होगा [NCERT 1974; CPMT 1997; DPMT 2001]

(a) हल्के पिण्ड का
(b) भारी पिण्ड का
(c) दोनों के संवेग बराबर होंगे
(d) किसी अतिरिक्त सूचना के बिना कुछ नहीं कहा जा सकता

16. यदि रेखीय संवेग 50% बढ़ा दिया जाए, तो गतिज ऊर्जा बढ़ जाएगी [CPMT 1983; MP PMT 1994; MP PET 1996, 99; UPSEAT 2001]

(a) 50% (b) 100%
(c) 125% (d) 25%

17. एक 8 kg द्रव्यमान का स्वतंत्र पिण्ड 2 m/s के वेग से रेखीय गति कर रहा है। आन्तरिक विस्फोट के कारण किसी क्षण पिण्ड दो बराबर भागों में टूट जाता है जिससे 16 जूल ऊर्जा मुक्त होती है। यदि किसी भी पिण्ड की गति मूल रेखा से विचलित नहीं होती है, तो [NCERT 1979]

(a) दोनों भाग समान दिशा में मूल पिण्ड के वेग से गति करते रहेंगे
(b) एक भाग विराम में आ जाएगा तथा दूसरा भाग मूल पिण्ड की दिशा में गतिशील रहेगा
(c) एक भाग विराम में आ जाएगा एवं दूसरा भाग मूल पिण्ड की दिशा के विपरीत दिशा में गतिशील रहेगा
(d) एक भाग उसी दिशा में गतिशील रहेगा एवं दूसरा भाग मूल पिण्ड की दिशा के विपरीत दिशा में गतिशील रहेगा

18. यदि किसी कण की गतिज ऊर्जा दोगुनी कर दी जाए तो इसका संवेग [EAMCET 1979; CPMT 2003: Kerala PMT 2005]

(a) अपरिवर्तित रहेगा (b) दोगुना हो जाएगा
(c) चार गुना हो जाएगा (d) $\sqrt{2}$ गुना हो जाएगा

19. यदि एक पत्थर को ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंका गया है, जो वापस पृथ्वी पर लौटता है, तो स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होगी [EAMCET 1979]

(a) ऊपर जाते समय (b) अधिकतम ऊँचाई पर
(c) वापस आते समय (d) पृथ्वी की सतह पर

20. 2 kg द्रव्यमान के एक पिण्ड को ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर $2\,m\,sec^{-1}$ के वेग से फेंका जाता है, तो पृथ्वी से टकराने के ठीक पहले इसकी गतिज ऊर्जा है [EAMCET 1980]

(a) 2 J (b) 1 J
(c) 4 J (d) 8 J

21. चाबी भरी हुई घड़ी की स्प्रिंग में संरक्षित ऊर्जा है [EAMCET 1982]

(a) गतिज ऊर्जा (b) स्थितिज ऊर्जा
(c) ऊष्मीय ऊर्जा (d) रासायनिक ऊर्जा

22. दो असमान द्रव्यमानों m_1 तथा m_2 के पिण्डों के संवेग बराबर हैं, तो उनकी गतिज ऊर्जाओं E_1 व E_2 का अनुपात है [EAMCET 1990]

(a) $\sqrt{m_1}:\sqrt{m_2}$ (b) $m_1 : m_2$
(c) $m_2 : m_1$ (d) $m_1^2 : m_2^2$

23. 30 km/hr के वेग से गतिशील कार को ब्रेक का प्रयोग करके 8 मीटर दूरी के भीतर रोका जाता है। यदि यही कार 60 km/hr से गतिशील हो, तो उसी ब्रेक (बल) का प्रयोग करके इसे रोका जा सकता है [NCERT 1976]

(a) 8 m (b) 16 m
(c) 24 m (d) 32 m

24. कार की चाल को तीन गुना करने पर इसे रोकने के लिए दूरी को करना पड़ेगा [NCERT 1978]

(a) 3 गुना (b) 6 गुना
(c) 9 गुना (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

25. यदि किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा में 0.1% की वृद्धि होती है, तो उसके संवेग में प्रतिशत वृद्धि होगी [MP PMT 1994]

(a) 0.05% (b) 0.1%
(c) 1.0% (d) 10%

26. यदि किसी वस्तु का वेग इसके प्रारम्भिक वेग का दोगुना हो जाये, तो उसकी गतिज ऊर्जा होगी [AFMC 1996]

(a) दोगुनी (b) आधी
(c) चार गुनी (d) अपरिवर्तित

27. दो पिण्ड A तथा B के द्रव्यमानों का अनुपात 3 : 1 है। उनकी गतिज ऊर्जा समान है इनके रेखीय संवेगों का अनुपात होगा [Haryana CEE 1996]

(a) 3 : 1 (b) 9 : 1
(c) 1 : 1 (d) $\sqrt{3}:1$

28. किस दशा में स्थितिज ऊर्जा घटती है [MP PET 1996]

(a) स्प्रिंग को संपीड़ित करने पर
(b) स्प्रिंग को खींचने पर

(c) किसी पिण्ड के गुरुत्वीय बल के विरुद्ध गति करने में

(d) जल में वायु के बुलबुले के ऊपर उठने पर

29. V वेग से गतिशील m द्रव्यमान का एक गोला एक रेत के लटके हुए बोरे में घुस कर रुक जाता है। यदि बोरे का द्रव्यमान M है और वह h ऊँचाई तक उठता है, तो गोले का वेग था

[MP PET 1997]

(a) $\frac{M+m}{m}\sqrt{2gh}$ (b) $\frac{M}{m}\sqrt{2gh}$

(c) $\frac{m}{M+m}\sqrt{2gh}$ (d) $\frac{m}{M}\sqrt{2gh}$

30. समान संवेग वाली दो वस्तुओं के द्रव्यमान क्रमशः m तथा $2m$ हैं। उनकी गतिज ऊर्जाओं E_1 व E_2 का अनुपात है

[MP PET 1997; KCET 2004]

(a) 1 : 2 (b) 2 : 1

(c) $1:\sqrt{2}$ (d) 1 : 4

31. यदि एक हल्के पिंड (द्रव्यमान M_1 तथा वेग V_1) तथा एक भारी पिंड (द्रव्यमान M_2 तथा वेग V_2) दोनों की गतिज ऊर्जायें समान हों, तो [MP PMT 1997]

(a) $M_2V_2 < M_1V_1$ (b) $M_2V_2 = M_1V_1$

(c) $M_2V_1 = M_1V_2$ (d) $M_2V_2 > M_1V_1$

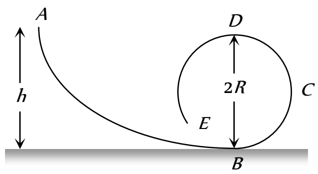
32. चित्र में दर्शाये अनुसार घर्षणरहित पथ $ABCDE$ का अंतिम भाग वृत्तीय लूप बनाता है, जिसकी त्रिज्या R है। यदि बिन्दु A की ऊँचाई h = 5 cm हो, तो वृत्त की अधिकतम त्रिज्या R क्या होगी जिससे बिन्दु A से छोड़ा गया एक पिण्ड फिसलकर वृत्ताकार लूप का चक्कर लगा ले [MP PMT/PET 1998]

(a) 5 cm

(b) $\frac{15}{4}cm$

(c) $\frac{10}{3}cm$

(d) 2 cm



33. एक भारहीन स्प्रिंग का बल-नियतांक 16 N/m है। इससे 1.0 किग्रा द्रव्यमान का एक पिण्ड लटकाकर उसे 5 सेमी नीचे खींचकर छोड़ दिया जाता है। निकाय (स्प्रिंग + पिण्ड) की अधिकतम गतिज ऊर्जा होगी [MP PET 1999; DPMT 2000]

(a) $2\times10^{-2}\ J$ (b) $4\times10^{-2}\ J$

(c) $8\times10^{-2}\ J$ (d) $16\times10^{-2}\ J$

34. दो वस्तुओं की गतिज ऊर्जाओं का अनुपात 4 : 1 है, तथा उनके रेखीय संवेग बराबर हैं। इनके द्रव्यमानों का अनुपात होगा

[CBSE PMT 1999]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 1

(c) 4 : 1 (d) 1 : 4

35. यदि पिण्ड की गतिज ऊर्जा प्रारम्भिक मान की चार गुनी हो जाए तब इसका संवेग [AIIMS 1998; AIIMS 2002; KCET 2000; J & K CET 2004]

(a) प्रारम्भिक मान का दो गुना हो जाएगा

(b) प्रारम्भिक मान का तीन गुना हो जाएगा

(c) प्रारम्भिक मान का चार गुना हो जाएगा

(d) अपरिवर्तित रहेगा

36. एक बंदूक से गोली दागी जाती है, यदि बन्दूक पीछे की ओर गति करने हेतु स्वतंत्र हो, तब बन्दूक की गतिज ऊर्जा होगी

[AIIMS 1998; JIPMER 2001; UPSEAT 2000]

(a) गोली से कम (b) गोली से ज्यादा

(c) गोली के समान (d) गोली के समान अथवा कम

37. बाँध से 19.6 मी की ऊँचाई से पानी गिरकर टर्बाइन से टकराता है, टकराते समय पानी का वेग होगा $(g = 9.8\,m/s^2)$

[AIIMS 1998]

(a) 9.8 m/s (b) 19.6 m/s

(c) 39.2 m/s (d) 98.0 m/s

38. $2m$ तथा m द्रव्यमानों के दो पिण्डों की गतिज ऊर्जाओं का अनुपात 8 : 1 है तब उनके रेखीय संवेगों का अनुपात होगा

[EAMCET (Engg.) 1995]

(a) 1 : 1 (b) 2 : 1

(c) 4 : 1 (d) 8 : 1

39. 12 किग्रा द्रव्यमान का एक बम दो भागों में विभक्त हो जाता है, इनके द्रव्यमानों का अनुपात 1 : 3 है। यदि छोटे भाग की गतिज ऊर्जा 216 जूल हो, तो बड़े भाग का रेखीय संवेग किग्रा-मी / सैकण्ड में होगा [RPET 1997]

(a) 36 (b) 72

(c) 108 (d) आँकड़े अपर्याप्त हैं

40. 4 किग्रा तथा 1 किग्रा के दो पिण्ड समान गतिज ऊर्जाओं से गतिशील हैं, उनके रेखीय संवेगों के परिमाणों का अनुपात होगा

[CBSE PMT 1993; Orissa JEE 2003]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 1

(c) 2 : 1 (d) 4 : 1

41. दो एक समान बेलनाकार पात्रों के आधार समान तल पर हैं तथा प्रत्येक पात्र का आधार क्षेत्रफल A है। प्रत्येक पात्र में समान घनत्व ρ का द्रव अलग-अलग ऊँचाइयों h_1 तथा h_2 तक भरा हुआ है। यदि दोनों पात्रों को एक दूसरे से जोड़ दिया जाए तब दोनों पात्रों में द्रव का तल समान करने हेतु गुरुत्व द्वारा किया गया कार्य होगा

[SCRA 1996]

(a) $(h_1-h_2)g\rho$ (b) $(h_1-h_2)gA\rho$

(c) $\frac{1}{2}(h_1-h_2)^2 gA\rho$ (d) $\frac{1}{4}(h_1-h_2)^2 gA\rho$

42. यदि पिण्ड की गतिज ऊर्जा 22% बढ़ा दी जाए तो उसके संवेग में वृद्धि होगी [RPET 1996; DPMT 2000]

(a) 22% (b) 44%

(c) 10% (d) 300%

43. 200 ग्राम द्रव्यमान की एक वस्तु पृथ्वी से 200 मीटर की ऊँचाई से छोड़ी जाती है, पृथ्वी की सतह के संपर्क में आने के क्षण इसकी सम्पूर्ण स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है। इसकी स्थितिज ऊर्जा में होने वाली कमी होगी $(g = 10\,m/s^2)$

[AFMC 1997]

(a) 200 J (b) 400 J

(c) 600 J (d) 900 J

44. यदि संवेग 20% बढ़ा दिया जाए तो पिण्ड की गतिज ऊर्जा में वृद्धि होगी [AFMC 1997; MP PMT 2004]

(a) 44% (b) 55%

(c) 66% (d) 77%

45. 2 किग्रा द्रव्यमान तथा 2 न्यूटन सैकण्ड संवेग वाले पिण्ड की गतिज ऊर्जा होगी [AFMC 1998; DPMT 2000]

(a) 1 J (b) 2 J

(c) 3 J (d) 4 J

46. 50 सेमी ऊँचाई से पृथ्वी तक आने वाली 20 किग्रा की वस्तु की स्थितिज ऊर्जा में कमी होगी [AIIMS 1997]

(a) 968 J (b) 98 J

(c) 1980 J (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

47. किसी 1 किग्रा द्रव्यमान की वस्तु का संवेग 10 $kg\ m/sec$ है। वस्तु की गतिज ऊर्जा होगी [RPMT 1999]

(a) 100 J (b) 50 J

(c) 1000 J (d) 200 J

48. किसी निश्चित ऊँचाई से एक गेंद को गिराया जाता है। जमीन तल से टकराने पर यह 50% गतिज ऊर्जा खो देती है। यह पुनः कितनी ऊँचाई तक उछलेगी [RPMT 2000]

(a) प्रारम्भिक ऊँचाई की एक चौथाई

(b) प्रारम्भिक ऊँचाई की आधी

(c) प्रारम्भिक ऊँचाई की तीन चौथाई

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

49. 0.5 kg द्रव्यमान की एक गेंद को प्रारम्भिक वेग 14 m/s से ऊपर की ओर फेंकने पर यह अधिकतम 8m ऊँचाई तक पहुँचती है, तो गति के दौरान गेंद पर लगने वाले वायु घर्षण के कारण कितनी ऊर्जा व्यय होगी [AMU (Med.) 2000]

(a) $19.6 J$ (b) $4.9 J$

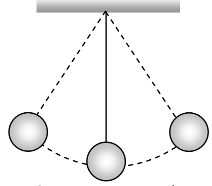
(c) $10 J$ (d) $9.8 J$

50. आइसक्रीम पर अंकित ऊर्जा 700 किलोकैलोरी है। इसे पचाने के पश्चात् यह कितने किलोवॉट × घण्टा ऊर्जा शरीर को देगी [AMU (Med.) 2000]

(a) $0.81\, kWh$ (b) $0.90\, kWh$

(c) $1.11 kWh$ (d) $0.71\, kWh$

51. सरल लोलक का मध्यमान स्थिति में वेग क्या होगा, यदि यह $10\, cm$ ऊर्ध्वाधर ऊँचाई तक उठता है ($g = 9.8\, m/s^2$) [BHU 2000]



(a) 0.6 m/s

(b) 1.4 m/s

(c) 1.8 m/s

(d) 2.2 m/s

52. 'm' द्रव्यमान तथा 'q' आवेश का एक कण विभवान्तर 'V' से त्वरित हो रहा है, इसकी ऊर्जा है [UPSEAT 2001]

(a) qV (b) $mq\, V$

(c) $\left(\frac{q}{m}\right)V$ (d) $\frac{q}{mV}$

53. एक दौड़ते हुये मनुष्य की गतिज ऊर्जा उस लड़के की गतिज ऊर्जा की आधी है जिसका द्रव्यमान मनुष्य के द्रव्यमान का आधा है। मनुष्य अपनी चाल 1 m/s बढ़ा लेता है ताकि इसकी गतिज ऊर्जा लड़के की गतिज ऊर्जा के बराबर हो जाये। मनुष्य की प्रारम्भिक चाल है [Pb. PMT 2001]

(a) $\sqrt{2}\, m/s$ (b) $(\sqrt{2}-1) m/s$

(c) $\frac{1}{(\sqrt{2}-1)} m/s$ (d) $\frac{1}{\sqrt{2}} m/s$

54. दो पदार्थो के द्रव्यमान क्रमशः $4\, gm$ व $9\, gm$ है। यदि उनकी गतिज ऊर्जायें समान हों, तो उनके संवेगों का अनुपात होगा [CPMT 2001]

(a) 4 : 9 (b) 9 : 4

(c) 3 : 2 (d) 2 : 3

55. यदि किसी वस्तु का संवेग 100% बढ़ा दिया जाये तो गतिज ऊर्जा में प्रतिशत वृद्धि होगी [BHU 1999; Pb. PMT 1999; CPMT 2000; CBSE PMT 2001; BCECE 2004]

(a) 150% (b) 200%

(c) 225% (d) 300%

56. यदि एक वस्तु किसी लकड़ी के गुटके में 3 cm तक प्रवेश करने पर अपना आधा वेग खो देती हो, तो विराम में आने से पूर्व यह कितना और चलेगी [AIEEE 2002; DCE 2002]

(a) 1 cm (b) 2 cm

(c) 3 cm (d) 4 cm

57. 9 kg द्रव्यमान का एक बम 3 kg व 6 kg के दो टुकड़ों में विस्फोटित हो जाता है। यदि 3 kg के टुकड़े का वेग $1.6\, m/s$, हो, तो 6 kg के टुकड़े की गतिज ऊर्जा होगी [AIEEE 2002]

(a) 3.84 J (b) 9.6 J

(c) 1.92 J (d) 2.92 J

58. 1 kg व 16 kg द्रव्यमान के दो पिण्ड समान गतिज ऊर्जाओं से गतिमान है। इनके रेखीय संवेगों का अनुपात है [AIEEE 2002]

(a) 1 : 2 (b) 1 : 4

(c) $1:\sqrt{2}$ (d) $\sqrt{2}:1$

59. 75% दक्षता वाली किसी मशीन द्वारा 1 kg द्रव्यमान को किसी निश्चित ऊँचाई तक उठाने में 12 जूल ऊर्जा उपयोग होती है तथा फिर इस ऊँचाई से इसे गिरने दिया जाता है। इसके गिरने के अंतिम बिन्दु पर वेग होगा (ms^{-1} में) [Kerala PMT 2002]

(a) $\sqrt{24}$ (b) $\sqrt{32}$

(c) $\sqrt{18}$ (d) $\sqrt{9}$

60. एक दूसरे की ओर गतिमान वस्तुयें आपस में टकराकर विपरीत दिशाओं में गतिमान हो जाती हैं। इससे वस्तुओं का ताप कुछ बढ़ जाता है। क्योंकि गतिज ऊर्जा का कुछ भाग परिवर्तित हो जाता है [BHU 2002]

(a) ऊष्मा ऊर्जा में (b) विद्युत ऊर्जा में

(c) नाभिकीय ऊर्जा में (d) यांत्रिक ऊर्जा में

61. m द्रव्यमान के एक स्थिर कण पर t समय तक बल F लगाया जा रहा है। t समय-अन्तराल पश्चात् इसकी गतिज ऊर्जा होगी [Kerala PET 2002]

(a) $\frac{F^2t^2}{m}$ (b) $\frac{F^2t^2}{2m}$

(c) $\frac{F^2t^2}{3m}$ (d) $\frac{Ft}{2m}$

62. a दूरी तक संपीड़ित भारहीन स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा अनुक्रमानुपाती होती है [MP PET 2003]

(a) a (b) a^2

(c) a^{-2} (d) a^0

63. A व B, m द्रव्यमान के एकसमान गुटके हैं। ये दोनों एक घर्षण-हीन तल पर एक स्प्रिंग द्वारा जोड़कर रखे हैं। स्प्रिंग की सामान्य लम्बाई L एवं बल नियतांक K है। प्रारम्भ में स्प्रिंग सामान्य अवस्था में है। अब एक अन्य सर्वसम गुटका C (द्रव्यमान-m) v वेग से A व B को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश A से टकराता है। स्प्रिंग में उत्पन्न अधिकतम संपीड़न है [EAMCET 2003]

(a) $v\sqrt{\frac{m}{2k}}$ (b) $m\sqrt{\frac{v}{2k}}$

(c) $\sqrt{\frac{mv}{k}}$ (d) $\frac{mv}{2k}$

64. दो वस्तुयें जिनके द्रव्यमान m व $4\ m$ हैं, समान गतिज ऊर्जाओं से गतिमान हैं। इनके रेखीय संवेगों का अनुपात है [Orissa JEE 2003; AIIMS 1999]

(a) 4 : 1 (b) 1 : 1

(c) 1 : 2 (d) 1 : 4

65. एक स्थिर कण m_1 व m_2 द्रव्यमानों के दो कणों में विस्फोटित हो जाता है। ये द्रव्यमान विपरीत दिशाओं में v_1 व v_2 की चाल से गतिमान हो जाते हैं। इनकी गतिज ऊर्जाओं का अनुपात E_1/E_2 है [CBSE PMT 2003]

(a) m_1/m_2 (b) 1

(c) m_1v_2/m_2v_1 (d) m_2/m_1

66. 3 kg द्रव्यमान की एक वस्तु की गतिज ऊर्जा क्या होगी, यदि उसका संवेग 2 N-s है [MP PET 2004]

(a) 1 J (b) $\frac{2}{3}J$

(c) $\frac{3}{2}J$ (d) 4 J

67. 3.0 kg द्रव्यमान के एक बम में विस्फोट होता है तथा यह 2.0 किग्रा तथा 1.0 किग्रा के टुकड़ों में टूट जाता है। छोटे द्रव्यमान का टुकड़ा 80 मी/सै के वेग से गति करता है। दोनों टुकड़ों की कुल गतिज ऊर्जा है [AIIMS 2004]

(a) 1.07 kJ (b) 2.14 kJ

(c) 2.4 kJ (d) 4.8 kJ

68. 100 मी / सै की चाल से गति कर रही गोली, समान मोटाई के दो गुटकों को ठीक भेदती है। यदि गोली का वेग दोगुना कर दिया जाये, तो वही गोली ऐसे कितने गुटकों को भेदने में समर्थ होगी [KCET 2004]

(a) 4 (b) 8

(c) 6 (d) 10

69. m_1 द्रव्यमान का कोई पिण्ड v_1 वेग से गतिशील है, तथा m_2 द्रव्यमान का एक अन्य पिण्ड v_2 वेग से गतिशील है। दोनों पिण्डों के संवेग समान परंतु गतिज ऊर्जा भिन्न, व क्रमशः E_1 व E_2 हैं। यदि $m_1 > m_2$ तब [CBSE PMT 2004]

(a) $E_1 < E_2$ (b) $\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_1}{m_2}$

(c) $E_1 > E_2$ (d) $E_1 = E_2$

70. 2 किग्रा द्रव्यमान की एक गेंद तथा 4 किग्रा द्रव्यमान की एक अन्य गेंद को 60 फीट ऊँची इमारत से एक साथ गिराया जाता है। पृथ्वी की ओर 30 फीट गिरने के पश्चात् दोनों गेंदों की गतिज ऊर्जाओं का अनुपात होगा [CBSE PMT 2004]

(a) $\sqrt{2}:1$ (b) $1:4$

(c) $1:2$ (d) $1:\sqrt{2}$

71. दिए हुए चार कणों के संवेग समान हैं, तो किस कण की गतिज ऊर्जा अधिकतम होगी [Orissa PMT 2004]

(a) प्रोटॉन (b) इलेक्ट्रॉन

(c) ड्यूट्रॉन (d) α कण

72. v वेग से गतिशील एक वस्तु के संवेग तथा गतिज ऊर्जा का आंकिक मान समान है। v का मान होगा [Pb. PMT 2002; J&K CET 2004]

(a) 2m/s (b) $\sqrt{2}m/s$

(c) 1m/s (d) $0.2\ m/s$

73. यदि एक व्यक्ति अपनी चाल को 2 मी/सै से बढ़ाता है, तो उसकी गतिज ऊर्जा दुगुनी हो जाती है। व्यक्ति की वास्तविक चाल है [Pb. PET 2002]

(a) $(1+2\sqrt{2})\ m/s$ (b) 4 m/s

(c) $(2+2\sqrt{2})m/s$ (d) $(2+\sqrt{2})\ m/s$

74. 3m द्रव्यमान की कोई वस्तु तीन समान टुकड़ों में टूट जाती है। दो टुकड़ों के वेग $v\hat{j}$ तथा $v\hat{i}$ हैं। तीसरे टुकड़े का वेग होगा [UPSEAT 2004]

(a) $v(\hat{j}-\hat{i})$ (b) $v(\hat{i}-\hat{j})$

(c) $-v(\hat{i}+\hat{j})$ (d) $\frac{v(\hat{i}+\hat{j})}{\sqrt{2}}$

75. एक बम को स्थिर रखा गया है। अचानक इसमें विस्फोट होता है तथा यह 1 g तथा 3 g के टुकड़ों में टूट जाता है। टुकड़ों की कुल गतिज ऊर्जा $6.4\times10^4\ J$ है। छोटे टुकड़े की गतिज ऊर्जा होगी

(a) $2.5\times10^4\ J$ (b) $3.5\times10^4\ J$

(c) $4.8\times10^4\ J$ (d) $5.2\times10^4\ J$

76. निम्न में से कौनसी राशि ऊर्जा का एक रूप है [DCE 2004]

(a) प्रकाश (b) दाब
(c) संवेग (d) शक्ति

77. v वेग से गतिशील एक वस्तु दो समान भागों में विभक्त हो जाती है। एक भाग उसी मार्ग पर v वेग से वापस लौटता है। दूसरे भाग का वेग होगा [DCE 2004]

(a) v, अग्र दिशा में (b) $3v$, अग्र दिशा में
(c) v, पश्च दिशा में (d) $3v$, पश्च दिशा में

78. किसी तोप से चलाये गये गोले में वायु में विस्फोट होता है, तब [Pb. PET 2004]

(a) इसकी कुल गतिज ऊर्जा बढ़ती है
(b) इसका कुल संवेग बढ़ता है
(c) इसका कुल संवेग घटता है
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

79. m द्रव्यमान का एक कण V_0 वेग से m द्रव्यमान के ही सरल लोलक से टकराता है तथा इससे चिपक जाता है। लोलक द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई होगी [RPET 2002]

(a) $\frac{V_0^2}{8g}$ (b) $\sqrt{V_0 g}$
(c) $2\sqrt{\frac{V_0}{g}}$ (d) $\frac{V_0^2}{4g}$

80. दो पदार्थों के द्रव्यमान क्रमशः 1 gm तथा 9 gm हैं। यदि उनकी गतिज ऊर्जाएँ समान हों, तब उनके संवेगों का अनुपात है [BHU 2004]

(a) 1 : 9 (b) 9 : 1
(c) 3 : 1 (d) 1 : 3

81. 5 किग्रा द्रव्यमान का एक पिण्ड 10 किग्रा मी/से के संवेग से गतिशील है। 0.2 न्यूटन का एक बल पिण्ड पर उसकी गति की दिशा में 10 सैकण्ड तक लगाया जाता है। पिण्ड की गतिज ऊर्जा में वृद्धि होगी [MP PET 1999]

(a) 2.8 जूल (b) 3.2 जूल
(c) 3.8 जूल (d) 4.4 जूल

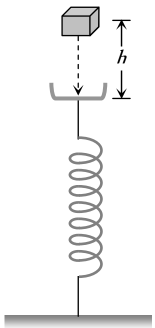
82. यदि वस्तु का संवेग 0.01% बढ़ा दिया जाये तो इसकी गतिज ऊर्जा बढ़ जायेगी [MP PET 2001]

(a) 0.01% (b) 0.02%
(c) 0.04% (d) 0.08%

83. 1 $a.m.u.$ बराबर है [UPSEAT 2001]

(a) 1.6×10^{-12} जूल (b) 1.6×10^{-19} जूल
(c) 1.5×10^{-10} जूल (d) 1.5×10^{-19} जूल

84. m द्रव्यमान का एक गुटका, जो प्रारंभ में विरामावस्था में हैं, h ऊँचाई से स्प्रिंग नियतांक k वाली स्प्रिंग पर गिराया जाता है। यदि स्प्रिंग में अधिकतम संपीडन x उत्पन्न होता है, तब [BCECE 2005]

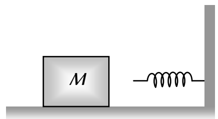


(a) $mgh = \frac{1}{2}kx^2$
(b) $mg(h+x) = \frac{1}{2}kx^2$
(c) $mgh = \frac{1}{2}k(x+h)^2$
(d) $mg(h+x) = \frac{1}{2}k(x+h)^2$

85. 20 किग्रा द्रव्यमान की एक गोलाकार गेंद 100 मी. ऊँचाई की एक पहाड़ी के शीर्ष पर स्थिर अवस्था में है। यह पहाड़ी की चिकनी सतह पर तल की ओर फिसलना प्रारंभ करती है, तथा पुनः 30 मी ऊँचाई की एक अन्य पहाड़ी पर चढ़ जाती है, तथा अंत में तल से 20 मी ऊँचाई पर स्थित क्षैतिज आधार की ओर फिसलती है। गेंद द्वारा प्राप्त वेग का मान है [AIEEE 2005]

(a) 10 m/s (b) $10\sqrt{30}$ m/s
(c) 40 m/s (d) 20 m/s

86. M द्रव्यमान का एक गुटका जो घर्षणहीन क्षैतिज सतह पर गति कर रहा है, K स्प्रिंग नियतांक की एक स्प्रिंग से टकराता है, तथा इसे L दूरी तक संपीड़ित करता है। संघट्ट के पश्चात् गुटके का अधिकतम संवेग है [AIEEE 2005]

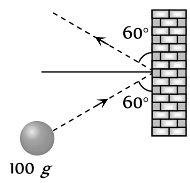


(a) शून्य
(b) $\frac{ML^2}{K}$
(c) $\sqrt{MK}\,L$
(d) $\frac{KL^2}{2M}$

87. विरामावस्था में रखा $30 kg$ द्रव्यमान का एक बम क्रमशः $18\,kg$ तथा $12\,kg$ द्रव्यमान के दो टुकड़ों में विस्फोटित हो जाता है। $18\,kg$ द्रव्यमान के टुकड़े का वेग $6\,ms^{-1}$ है। दूसरे टुकड़े की गतिज ऊर्जा है [CBSE PMT 2005]

(a) 256 J (b) 486 J
(c) 524 J (d) 324 J

88. 100gm द्रव्यमान का कोई कण 5m/s की चाल से किसी दीवार से चित्र में दर्शाये गए कोण पर टकराता है, तथा उसी चाल से वापस लौट आता है। यदि संपर्क समय 2×10^{-3} sec हो, तो कण द्वारा दीवार पर लगाए गए बल का मान है [Orissa JEE 2005]



(a) $250\sqrt{3}$ N दायीं ओर
(b) 250 N दायीं ओर
(c) $250\sqrt{3}$ N बांयी ओर
(d) 250 N बांयी ओर

शक्ति

1. यदि किसी पिण्ड पर बल F लगाने पर उसमें वेग v उत्पन्न हो जाता हो, तो सामर्थ्य का मान होगा [CPMT 1985, 97; DCE 1999; UPSEAT 2004]

(a) $F \times v$ (b) F / v

(c) F / v^2 (d) $F \times v^2$

2. m द्रव्यमान का एक कण विराम से समान त्वरण से t_1 समय में v_1 वेग प्राप्त कर लेता है। इस कण को प्रदत्त तात्क्षणिक शक्ति समय t के फलन के रुप में होगी [AIEEE 2004]

(a) $\frac{mv_1 t}{t_1}$ (b) $\frac{mv_1^2 t}{t_1}$

(c) $\frac{mv_1 t^2}{t_1}$ (d) $\frac{mv_1^2 t}{t_1^2}$

3. एक साइकिल सवार 7.2 किमी / घण्टे की चाल से एक पहाडी पर चढ़ रहा है, जिसकी ढलान 20 में 1 है। साइकिल और साइकिल सवार का कुल द्रव्यमान 100 किग्रा है। साइकिल सवार की शक्ति होगी

(a) 200 W (b) 175 W

(c) 125 W (d) 98 W

4. 12 $H.P.$ की एक मोटर 8 घण्टे प्रतिदिन उपयोग में लाई जा रही है। यदि इस मोटर को 10 दिन तक उपयोग में लाया जाये तो 50 पैसे प्रति किलो वॉट घण्टा की दर के हिसाब से कितना खर्च आयेगा

(a) रुपये 350/- (b) रुपये 358/-

(c) रुपये 375/- (d) रुपये 397/-

5. एक मोटर बोट 3.0 m/sec के वेग से गति कर रही है। यदि पानी के प्रवाह के कारण इस पर 500 N का बल लगता हो, तो बोट की शक्ति है [EAMCET 1982]

(a) 150 kW (b) 15 kW

(c) 1.5 kW (d) 150 W

6. एक विद्युत मोटर किसी केबिल पर 40 N का बल आरोपित करती है एवं इसे एक मिनट में 30 m तक खींच लेती है, तो मोटर द्वारा प्रदान की गयी शक्ति वाट में है [EAMCET 1984]

(a) 20 (b) 200

(c) 2 (d) 10

7. एक विद्युत मोटर एक केबिल में 4500 न्यूटन का तनाव बल आरोपित करती है जो मोटर में 2 m/sec की दर से घिसटता है। विद्युत मोटर की शक्ति है [MNR 1984]

(a) 15 kW (b) 9 kW

(c) 225 W (d) 9000 HP

8. एक भारोत्तोलक (Weight lifter) 300 kg भार को पृथ्वी से 2 मीटर ऊँचाई तक 3 सैकण्ड में उठा देता है, तो उसके द्वारा उत्पादित औसत शक्ति है [CPMT 1989; JIPMER 2001,02]

(a) 5880 वॉट (b) 4410 वॉट

(c) 2205 वॉट (d) 1960 वॉट

9. किसी पानी के पम्प की शक्ति 2 kW है। यदि $g = 10\ m/\sec^2$ हो, तो इसके द्वारा एक मिनट में 10 मीटर ऊँचाई तक चढ़ाये गये पानी की मात्रा है [CBSE PMT 1990; Kerala PMT 2004]

(a) 2000 लीटर (b) 1000 लीटर

(c) 100 लीटर (d) 1200 लीटर

10. एक इंजन की शक्ति 10 kW है। 200 kg पानी को 40 m ऊपर पहुँचाने के लिए इस इंजिन द्वारा लिया गया समय है $(g = 10\ m/\sec^2)$ [CPMT 1992]

(a) 4 sec (b) 5 sec

(c) 8 sec (d) 10 sec

11. 'm' द्रव्यमान की एक कार बाह्य प्रतिरोधक बल 'R' के विरुद्ध त्वरण 'a' से एक सरल समतल सड़क पर गतिशील है। जब कार का वेग 'V' है तब कार के इंजन की कार्य करने की दर होगी

[MP PMT/PET 1998; JIPMER 2000]

(a) RV (b) maV

(c) $(R + ma)V$ (d) $(ma - R)V$

12. 100 किग्रा द्रव्यमान को पृथ्वी से 50 मीटर की ऊँचाई तक 50 सैकण्ड में ले जाने के लिये आवश्यक औसत शक्ति होगी

[SCRA 1994; MH CET 2000]

(a) 50 J/s (b) 5000 J/s

(c) 100 J/s (d) 980 J/s

13. किसी जल प्रपात से 100 किग्रा/सैकण्ड की दर से टर्बाइन के ब्लेड (blade)पर पानी गिरता है। यदि जल प्रपात की ऊँचाई 100 मीटर हो, तो टर्बाइन को दी गई शक्ति होगी

[KCET 1994; BHU 1997; MP PET 2000]

(a) 100 kW (b) 10 kW

(c) 1 kW (d) 1000 kW

14. उस पम्प की शक्ति क्या होगी जो $200\ kg$ पानी को $200\ m$ ऊँचाई तक 10 सैकण्ड में भेज सके $(g = 10 m/s^2)$

[CBSE PMT 2000]

(a) 40 kW (b) 80 kW

(c) 400 kW (d) 960 kW

15. एक 10 $H.P.$ की मोटर द्वारा 20m गहरे कुएँ से पानी निकाला जाता है तथा 22380 लीटर आयतन के एक टैंक को, जो तल से 10m ऊँचाई पर स्थित है, भरा जाता है खाली टैंक को पानी से भरने के लिये मोटर पम्प को कितनी देर तक चलाना होगा $(g = 10 ms^{-2})$

(a) 5 मिनिट (b) 10 मिनिट

(c) 15 मिनिट (d) 20 मिनिट

16. 1250 kg द्रव्यमान की एक कार 30 m/s की चाल से गतिमान है इसका इंजन 30 kW शक्ति देता है जबकि पृष्ठ के कारण प्रतिरोध बल 750 N है। कार में कितना अधिकतम त्वरण दिया जा सकता है

(a) $\frac{1}{3} m/s^2$ (b) $\frac{1}{4} m/s^2$

(c) $\frac{1}{5} m/s^2$ (d) $\frac{1}{6} m/s^2$

17. $2.05 \times 10^6 kg$ द्रव्यमान की एक रेलगाड़ी पर इंजन द्वारा बल लगाकर इसका वेग 5 मिनिट में 5 m/s से 25 m/s तक परिवर्तित कर दिया जाता है इंजन की शक्ति होगी [EAMCET 2001]

(a) $1.025\,MW$ (b) $2.05\,MW$

(c) $5\,MW$ (d) $6\,MW$

18. 30,000 kg द्रव्यमान का एक ट्रक किसी नत-समतल, जिसका ढाल 1 में 100 है, पर ऊपर की ओर 30 किलोमीटर प्रतिघन्टा की चाल से चढ़ रहा है। ट्रक की शक्ति होगी $(g = 10\,ms^{-2})$ [Kerala (Engg.) 2001]

(a) 25 kW (b) 10 kW

(c) 5 kW (d) 2.5 kW

19. 60 kg द्रव्यमान का एक व्यक्ति किसी सीढ़ी पर 12 sec में चढ़ता है जबकि 50 kg का व्यक्ति उसी सीढ़ी पर 11 sec में चढ़ता है। तो उनके द्वारा किये गये कार्यों की दरों का अनुपात है [AMU (Engg.) 2001]

(a) 6 : 5 (b) 12 : 11

(c) 11 : 10 (d) 10 : 11

20. दिये गये पाइप से एक निश्चित दर पर पानी निकलने के लिए एक मोटर पम्प का उपयोग किया जाता है। समान समय में उसी पाइप से दोगुना पानी प्राप्त करने के लिए मोटर की शक्ति बढ़ाना पड़ेगी [JIPMER 2002]

(a) 16 गुनी (b) 4 गुनी

(c) 8 गुनी (d) 2 गुनी

21. 80 kg के एक व्यक्ति को ऊर्ध्वतः $6\,m$ ऊँची सीढियों पर $10\,sec$ में चढ़ने के लिये अपने अन्दर कितनी औसत अश्वशक्ति ऊर्जा उत्पन्न करनी पड़ेगी [AMU (Med.) 2002]

(a) 0.63 $H.P.$ (b) 1.26 $H.P.$

(c) 1.8 $H.P.$ (d) 2.1 $H.P.$

22. 1000 kg द्रव्यमान की एक कार 5 sec में विराम से $54\,km/h$ के वेग तक एकसमान रूप से त्वरित होती है। इस समय में इंजन की औसत शक्ति वॉट में है (घर्षण नगण्य मानते हुये) [Kerala PET 2002]

(a) 2000 W (b) 22500 W

(c) 5000 W (d) 2250 W

23. एक चौथाई अश्व शक्ति की मोटर 600 $r.p.m.$ की चाल से चल रही है। यदि दक्षता 40% हो, तो एक घूर्णन में मोटर द्वारा किया गया कार्य होगा [Kerala PET 2002]

(a) 7.46 J (b) 7400 J

(c) 7.46 अर्ग (d) 74.6 J

24. एक इंजन 10 m की ऊँचाई पर 5 सैकण्ड में 100 किग्रा पानी ऊपर की ओर पंप करता है। दिया गया है इंजन की दक्षता 60% है। यदि $g = 10\,ms^{-2}$, तो इंजन की शक्ति है [DPMT 2004]

(a) $3.3\,kW$ (b) $0.33\,kW$

(c) $0.033\,kW$ (d) $33\,kW$

25. एक बल $2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}\ N$ द्वारा किसी वस्तु में 4 सैकण्ड में उत्पन्न विस्थापन $(3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k})m$ है। प्रयुक्त शक्ति है [Pb. PET 2001; CBSE PMT 2001]

(a) 9.5 W (b) 7.5 W

(c) 6.5 W (d) 4.5 W

26. उस पंप की शक्ति क्या होगी, जो 200 किग्रा पानी को 50 मी. ऊँचाई तक 10 सैकण्ड में पहुँचाता है [DPMT 2003]

(a) 10×10^3 वॉट (b) 20×10^3 वॉट

(c) 4×10^3 वॉट (d) 60×10^3 वॉट

27. एक स्वचलित गन से एक व्यक्ति प्रति मिनट 360 गोलियाँ 360 किमी/घंटे की चाल से दाग रहा है। यदि प्रत्येक गोली का भार 20 ग्राम हो, तो गन की शक्ति है [Pb. PET 2003]

(a) $600\,W$ (b) $300\,W$

(c) $150\,W$ (d) $75\,W$

28. अनुप्रस्थ परिच्छेद A के एक पाइप से ρ घनत्व वाले किसी द्रव को इंजन पंप के द्वारा लगातार पंप किया जा रहा है। यदि पाइप में प्रवाहित हो रहे द्रव का वेग v है, तब द्रव को गतिज ऊर्जा किस दर से मिल रही है

(a) $\frac{1}{2}A\rho v^3$ (b) $\frac{1}{2}A\rho v^2$

(c) $\frac{1}{2}A\rho v$ (d) $A\rho v$

29. यदि हृदय 20000 N/m^2 दाब पर 1 सैकण्ड में 1 cc रक्त पम्प करता है, तब हृदय की शक्ति है [J&K CET 2005]

(a) 0.02 W (b) 400 W

(c) 5×10^{-10} W (d) 0.2 W

30. एक व्यक्ति कोई कार्य 10 सैकण्ड में करता है। एक अन्य व्यक्ति उसी कार्य को 20 सैकण्ड में करता है। प्रथम व्यक्ति तथा द्वितीय व्यक्ति की शक्तियों का अनुपात है [J & K CET 2005]

(a) 1 (b) 1/2

(c) 2/1 (d) इनमें से कोई नहीं

प्रत्यात्थ तथा अप्रत्यात्थ संघट्ट

1. एक पूर्ण प्रत्यास्थ टक्कर में प्रत्यावस्थान गुणांक (Coeficient of restitution) e का मान होता है [CBSE PMT 1988]

(a) 1 (b) 0

(c) ∞ (d) -1

2. रेखीय संवेग के संरक्षण का सिद्धान्त उसी स्थिति में लागू होता है जब दो टकराने वाले कणों में टक्कर का समय

(a) अत्यन्त कम हो (b) थोड़ा कम हो

(c) अत्यन्त अधिक हो (d) विशेष स्थिति पर निर्भर करेगा

3. एक स्थिर बम धमाके के साथ दो बराबर भागों में बँट जाता है। यह दोनों टुकड़े [CPMT 1982; EAMCET 1988; Orissa PMT 2004]

(a) स्थिर रहेंगे

(b) विभिन्न वेगों से विभिन्न दिशाओं में चलेंगे

(c) विपरीत दिशा में समान वेग से चलेंगे

(d) समान दिशा में समान वेग से चलेंगे

4. अचर वेग u से गतिमान m द्रव्यमान का एक गोला उसी द्रव्यमान के स्थिर गोले से टकराता है। यदि प्रत्यावस्थान गुणांक e हो, तो टक्कर के पश्चात दोनों गोलों के वेगों का अनुपात होगा [RPMT 1996; BHU 1997]

(a) $\frac{1-e}{1+e}$ (b) $\frac{1+e}{1-e}$

(c) $\frac{e+1}{e-1}$ (d) $\frac{e-1}{e+1}t^2$

5. रबर की दो ठोस गेंदें A और B जिनके द्रव्यमान क्रमशः 200 व 400 ग्राम हैं, एक दूसरे की विपरीत दिशा में गतिशील हैं तथा A का वेग 0.3 मी/सै है। संघट्ट के पश्चात् दोनों गेंदें स्थिर हो जाती हैं। गेंद B का वेग होगा [CPMT 1978, 86, 88]

(a) 0.15 *m/sec* (b) 1.5 *m/sec*

(c) – 0.15 *m/sec* (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

6. समान द्रव्यमान के दो पूर्ण प्रत्यास्थ कण P व Q, उनको जोड़ने वाली रेखा के अनुदिश क्रमशः $15\,m/\sec$ व $10\,m/\sec$ के वेग से गति कर रहे हैं। टक्कर के पश्चात् उनके वेग क्रमशः होंगे (*m/s* में) [CPMT 1988; MP PMT 1994]

(a) 0, 25 (b) 5, 20

(c) 10, 15 (d) 20, 5

7. क्षैतिज से 60° के कोण पर एक तोप के गोले को 200 *m/sec* के वेग से दागा जाता है। यह अपनी उड़ान के महत्तम बिन्दु पर तीन बराबर हिस्सों में बंट जाता है, जिनमें एक ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर 100 *m/sec* व एक ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर 100 *m/sec* के वेग से गिरता है। तीसरे टुकड़े का वेग है [NCERT 1983; AFMC 1997]

(a) 100 *m/s* क्षैतिज दिशा में

(b) 300 *m/s* क्षैतिज दिशा में

(c) 300 *m/s* क्षैतिज से 60° कोण पर

(d) 200 *m/s* क्षैतिज से 60° कोण पर

8. एक सीसे की गेंद दीवार से टकराकर नीचे गिर जाती है। उसी द्रव्यमान की एक टेनिस की गेंद उसी दीवार से टकराकर पुनः पीछे-उछलती (Bounce) है। सही कथन चुनिए

(a) सीसे की गेंद का संवेग टेनिस की गेंद से अधिक है

(b) सीसे की गेंद के संवेग में परिवर्तन टेनिस की गेंद की तुलना में अधिक होता है

(c) टेनिस की गेंद के संवेग में परिवर्तन सीसे की गेंद की तुलना में अधिक होता है

(d) दोनों में समान संवेग परिवर्तन होता है

9. जब दो पिण्डों में प्रत्यास्थ टक्कर होती है, तो [CPMT 1974; MP PMT 2001; RPET 2000; Kerala PET 2005]

(a) निकाय की केवल गतिज ऊर्जा संरक्षित रहती है

(b) निकाय का केवल संवेग संरक्षित रहता है

(c) निकाय का संवेग व ऊर्जा दोनों संरक्षित रहते हैं

(d) न तो ऊर्जा और न ही संवेग संरक्षित रहता है

10. समान ताप पर दो गेंदें टकराती हैं। क्या संरक्षित रहता है [NCERT 1974; CPMT 1983; DCE 2004]

(a) ताप (b) वेग

(c) गतिज ऊर्जा (d) संवेग

11. 5 *kg* द्रव्यमान का एक स्थिर पिण्ड विस्फोटित होकर तीन भागों में टूट जाता है, जिनके द्रव्यमानों का अनुपात 1 : 1 : 3 है। बराबर द्रव्यमान के भाग परस्पर लम्बवत् दिशा में 21 *m/s* के वेग से गति करते हैं, तो सबसे भारी भाग का वेग होगा [CBSE PMT 1991]

(a) 11.5 *m/s* (b) 14.0 *m/s*

(c) 7.0 *m/s* (d) 9.89 *m/s*

12. 1 *kg* से अधिक द्रव्यमान की स्टील की एक गेंद $2\,m\,\sec^{-1}$ के वेग से एक छोटी 0.1 ग्राम से कम द्रव्यमान की पिंगपोंग गेंद से प्रत्यक्षतः टकराती है तथा टक्कर प्रत्यास्थ है। टक्कर के पश्चात् पिंगपोंग गेंद लगभग निम्न चाल से गति करती है [EAMCET 1982]

(a) $2\,m\,\sec^{-1}$ (b) $4\,m\,\sec^{-1}$

(c) $2\times10^4\,m\,\sec^{-1}$ (d) $2\times10^3\,m\,\sec^{-1}$

13. 'M' द्रव्यमान का एक पिण्ड v वेग से दीवार से टकराकर उसी चाल से उसी पथ पर वापस लौटता है। संवेग में परिवर्तन है (यदि वेग की प्रारम्भिक दिशा को धनात्मक माना जाये) [EAMCET 1982]

(a) शून्य (b) 2M*v*

(c) M*v* (d) – 2 M*v*

14. एक बन्दूक 50 ग्राम की गोली को $30\,m\,\sec^{-1}$ के वेग से छोड़ती है। इस कारण बन्दूक $1\,m\,\sec^{-1}$ के वेग से पीछे हटती है। बन्दूक का द्रव्यमान होगा [EAMCET 1989; AIIMS 2001]

(a) 15 *kg* (b) 30 *kg*

(c) 1.5 *kg* (d) 20 *kg*

15. दो पिण्डों के प्रत्यास्थ संघट्ट में निम्नलिखित राशि संरक्षित रहती है [MP PET 1994; DPMT 2001]

(a) प्रत्येक कण का संवेग

(b) प्रत्येक कण की चाल

(c) प्रत्येक कण की गतिज ऊर्जा

(d) दोनों कणों की सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा

16. एक ^{238}U नाभिक $v\,ms^{-1}$ चाल के α-कण उत्सर्जित कर विघटित होता है, तो शेष नाभिक वापस पीछे की ओर किस वेग से लौटेगा (मी/सै में) [CBSE PMT 1995; AIEEE 2003]

(a) $-4v/234$ (b) $v/4$

(c) $-4v/238$ (d) $4v/238$

17. M द्रव्यमान का एक चिकना गोला u वेग से एक अन्य स्थिर तथा m द्रव्यमान के गोले को सीधी प्रत्यास्थ टक्कर मारता है। संघट्ट के पश्चात् उनके अन्तिम वेग क्रमशः V तथा v हैं। v का मान है [MP PET 1995]

(a) $\frac{2uM}{m}$ (b) $\frac{2um}{M}$

(c) $\frac{2u}{1+\frac{m}{M}}$ (d) $\frac{2u}{1+\frac{M}{m}}$

18. एक पिण्ड जिसकी संहति m तथा प्रारम्भिक वेग v है, दूसरे पिण्ड जो कि स्थिर रखा है तथा जिसकी संहति M है, से प्रत्यक्ष संघट्ट करता है। यदि संघट्ट के पश्चात् m संहति वाला पिण्ड स्थिर हो जाये और केवल M संहति वाला पिण्ड गति करे, तो यह संभव होगा जब [MP PMT 1995]

(a) $m >> M$ (b) $m << M$

(c) $m = M$ (d) $m = \frac{1}{2}M$

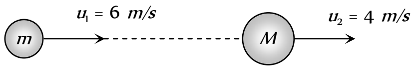
19. द्रव्यमान m का एक कण, वेग $\vec{V}$ से चलते हुए एक उसी द्रव्यमान के स्थिर कण से प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट करता है। संघट्ट के पश्चात् प्रथम कण का वेग होगा

[MP PMT 1997; MP PET 2001; UPSEAT 2001]

(a) $\vec{V}$ (b) $-\vec{V}$

(c) $-2\vec{V}$ (d) शून्य

20. 6 मी / सै की क्षैतिज चाल से गतिमान एक m द्रव्यमान का कण, उसी दिशा में 4 मीटर / सै की चाल से चल रहे M द्रव्यमान के एक भारी कण से संघट्ट करता है। यदि $m << M$ हो, तो संघट्ट के पश्चात् हल्के कण की चाल होगी, जबकि संघट्ट एकविमीय प्रत्यास्थ है [MP PMT 2003]



(a) 2 मीटर/सैकण्ड, मूल दिशा में

(b) 2 मीटर/सैकण्ड, मूल दिशा के विपरीत

(c) 4 मीटर/सैकण्ड, मूल दिशा के विपरीत

(d) 4 मीटर/सैकण्ड, मूल दिशा में

21. एक m द्रव्यमान का पिण्ड v वेग से गतिशील है तथा अचानक दो भागों में बँट जाता है। पिण्ड का $m/4$ द्रव्यमान वाला भाग विराम में रहता है। शेष भाग का वेग होगा [CPMT 1999]

(a) v (b) $2v$

(c) $\frac{3}{4}v$ (d) $\frac{4}{3}v$

22. दो समान द्रव्यमान m_1 तथा m_2 एक ही सरल रेखा के अनुदिश क्रमशः +3 मी/सैकण्ड तथा – 5 मी/सैकण्ड के वेगों से गति करते हुए प्रत्यास्थ संघट्ट करते हैं। संघट्ट के पश्चात् उनके वेग क्रमशः होंगे

(a) दोनों के लिये + 4 m/s (b) – 3 m/s और +5 m/s

(c) – 4 m/s और + 4 m/s (d) – 5 m/s और + 3 m/s

23. 5 मीटर की ऊँचाई से एक रबर की गेंद को एक ग्रह की सतह पर गिराया जाता है, जहाँ गुरुत्वीय त्वरण ज्ञात नहीं है। उछलने के पश्चात् यह 1.8 मीटर तक ऊपर जाती है। उछलने पर गेंद किस गुणांक से अपना वेग खो देती है [CBSE PMT 1998]

(a) 16/25 (b) 2/5

(c) 3/5 (d) 9/25

24. एक धातु की गेंद 32 मीटर की ऊँचाई से गिरकर स्टील की प्लेट से टकराती है। यदि प्रत्यावस्थान गुणांक (निष्कृति गुणांक) का मान 0.5 हो तब दूसरी संघट्ट के पश्चात् गेंद किस ऊँचाई तक उठेगी [EAMCET 1994]

(a) 2 मीटर (b) 4 मीटर

(c) 8 मीटर (d) 16 मीटर

25. बहुत अधिक ऊँचाई पर विराम में स्थित एक पिण्ड, विस्फोटित होकर दो बराबर भागों में बंट जाता है तथा एक भाग 10 मीटर/सैकण्ड का क्षैतिज वेग प्राप्त कर लेता है। विस्फोट के बिन्दु से दोनों द्रव्यमानों को जोड़ने वाले त्रिज्य सदिशों के बीच 90° का कोण विस्फोट के कितने समय पश्चात् होगा (g = 10 मी / सैकण्ड^2) [EAMCET (E

(a) 10 सैकण्ड (b) 4 सैकण्ड

(c) 2 सैकण्ड (d) 1 सैकण्ड

26. 10 किग्रा द्रव्यमान की एक गेंद 10 मी/सैकण्ड के वेग से गतिशील है। यह उसी दिशा में 4 मी / सैकण्ड के वेग से गतिशील 5 kg द्रव्यमान की एक अन्य गेंद से टकराती है। यदि संघट्ट प्रत्यास्थ हो तो संघट्ट के पश्चात गेंदों के वेग क्रमशः होंगे

[CMEET Bihar 1995]

(a) 6 मी/सै, 12 मी/सै (b) 12 मी/सै, 6 मी/सै

(c) 12 मी/सै, 10 मी/सै (d) 12 मी/सै, 25 मी/सै

27. 2 किग्रा द्रव्यमान की एक वस्तु दीवार से 100 मी/सै की चाल से टकराती है तथा टकराकर उसी चाल से वापस लौटती है। यदि संपर्क काल 1/50 सैकण्ड हो तो गेंद द्वारा दीवार पर आरोपित बल होगा [CPMT 1993]

(a) 8 न्यूटन (b) 2×10^4 न्यूटन

(c) 4 न्यूटन (d) 10^4 न्यूटन

28. एक पिण्ड पृथ्वी से 1 मीटर की ऊँचाई से छोड़ा जाता है, यदि संघट्ट हेतु निष्कृति (प्रत्यावस्थान) गुणांक 0.6 हो, तो संघट्ट के पश्चात गेंद किस ऊँचाई तक उठेगा [CPMT 1993; Pb. PET 2001]

(a) 0.6 मीटर (b) 0.4 मीटर

(c) 1 मीटर (d) 0.36 मीटर

29. गेंद को पृथ्वी से h ऊँचाई से छोड़ा जाता है यदि निष्कृति गुणांक e हो, तो दूसरी संघट्ट के पश्चात् गेंद पृथ्वी से किस ऊँचाई तक होगी

(a) $eh/2$ (b) $2eh$

(c) eh (d) e^4h

[CBSE PMT 1994, 98; AIIMS 2000]

30. 0.1 किग्रा द्रव्यमान की एक गेंद 30 मी/सैकण्ड की चाल से बल्ले से टकराती है तथा विपरीत दिशा में 40 मी/सैकण्ड की चाल से वापस लौटती है। तब आवेग है (वेग की अंतिम दिशा धनात्मक मानी जाये) [AFMC 1997]

(a) $-0.1\times(40)-0.1\times(30)$ (b) $0.1\times(40)-0.1\times(-30)$

(c) $0.1\times(40)+0.1\times(-30)$ (d) $0.1\times(40)-0.1\times(20)$

31. एक बिलियर्ड की गेंद 5 मी/सैकण्ड की चाल से एक अन्य विराम मे स्थित समरूप गेंद से टकराती है। यदि पहली गेंद टक्कर के पश्चात् विराम में आ जाती है, तो दूसरी गेंद की अग्र दिशा में चाल होगी

[SCRA 1998]

(a) 10 मी / सैकण्ड (b) 5 मी / सैकण्ड

(c) 2.5 मी / सैकण्ड (d) 1.0 मी / सैकण्ड

32. समान द्रव्यमान 0.06 किग्रा की दो गेंदें परस्पर विपरीत दिशा में 4 मी/सैकण्ड के वेग से आकर टकराती हैं, तथा उसी वेग से वापस

लौटती हैं। प्रत्येक गेंद द्वारा दूसरी को कितना आवेग प्रदान किया जाएगा [AFMC 1998,2001]

(a) 0.48 किग्रा×मी / सैकण्ड (b) 0.24 किग्रा×मी / सैकण्ड

(c) 0.81 किग्रा×मी / सैकण्ड (d) शून्य

33. m द्रव्यमान की एक गेंद ऊँचाई h_1 से ऊर्ध्वाधरतः नीचे की ओर गिरती है, तथा h_2 ऊँचाई तक उछलती है। जमीन तल से टकराने पर गेंद के संवेग में परिवर्तन होगा [AMU (Engg.) 1999]

(a) $mg(h_1 - h_2)$ (b) $m(\sqrt{2gh_1} + \sqrt{2gh_2})$

(c) $m\sqrt{2g(h_1 + h_2)}$ (d) $m\sqrt{2g}(h_1 + h_2)$

34. 50 kg द्रव्यमान की एक वस्तु को ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर 100 m/sec के वेग से प्रक्षेपित किया जाता है। 5 सैकण्ड पश्चात् यह वस्तु 20 kg व 30 kg के दो टुकड़ों में टूट जाती है। यदि 20 kg का टुकड़ा ऊपर की ओर 150 m/sec से गति करे, तो दूसरे टुकड़े का वेग होगा [RPMT 1999]

(a) 15 m/sec नीचे की ओर (b) 15 m/sec ऊपर की ओर

(c) 51 m/sec नीचे की ओर (d) 51 m/sec ऊपर की ओर

35. 2 cm त्रिज्या की एक स्टील की गेंद घर्षण रहित पृष्ठ पर स्थिर अवस्था में है। एक अन्य गेंद जिसकी त्रिज्या 4cm है, प्रथम गेंद से प्रत्यास्थ रूप से 81 cm/sec के वेग से टकराती है। संघट्ट के पश्चात् छोटी गेंद किस चाल से गति करेगी [RPMT 1999]

(a) 81 cm/sec (b) 63 cm/sec

(c) 144 cm/sec (d) इनमें से कोई नही

36. M द्रव्यमान का एक अंतरिक्ष यान V वेग से गति कर रहा है। यह अचानक दो टुकड़ों में विघटित हो जाता है। इसके m द्रव्यमान का एक भाग स्थिर हो जाता है, तब दूसरे भाग का वेग होगा [RPMT 1999]

(a) $\frac{MV}{M-m}$ (b) $\frac{MV}{M+m}$

(c) $\frac{mV}{M-m}$ (d) $\frac{(M+m)V}{m}$

37. एक गेंद क्षैतिजतः $10\,m/s$ के वेग से ऊर्ध्वाधर दीवार से टकराती है तथा $10\,m/s$ के वेग से वापस लौटती है तो, [JIPMER 1999]

(a) इस क्रिया में त्वरण नहीं होगा क्योंकि $10\,m/s - 10\,m/s = 0$

(b) त्वरण हो सकता है, क्योंकि गेंद की प्रारम्भिक दिशा क्षैतिज है

(c) त्वरण होगा, क्योंकि संवेग में परिवर्तन होता है

(d) संवेग में कोई परिवर्तन नहीं हो रहा है परन्तु दिशा परिवर्तन होने से गेंद में त्वरण होगा

38. किसी 5 kg की बन्दूक से 50 ग्राम द्रव्यमान की एक गोली 1 km/s के वेग से दागी जाती है। बन्दूक का प्रतिक्षिप्त (Recoil) वेग होगा [JIPMER 1999]

(a) $5\,m/s$ (b) $1\,m/s$

(c) $0.5\,m/s$ (d) $10\,m/s$

39. 10 m ऊँचाई से गिरकर एक वस्तु कठोर तल पर उछलती है यदि यह टकराने में 20% ऊर्जा खो देती है, तो निष्कृति गुणांक है [AIIMS 2000]

(a) 0.89 (b) 0.56

(c) 0.23 (d) 0.18

40. m_1 द्रव्यमान की एक वस्तु $3ms^{-1}$ के वेग से गति करते हुये विराम में स्थित अन्य m_2 द्रव्यमान की वस्तु से टकराती है। संघट्ट के पश्चात् m_1 की गति की दिशा में इनके वेग क्रमशः $2ms^{-1}$ व $5ms^{-1}$ है। तो m_1/m_2 है [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) $\frac{5}{12}$ (b) 5

(c) $\frac{1}{5}$ (d) $\frac{12}{5}$

41. 100 gm द्रव्यमान की लोहे की एक गेंद 10 m/s के वेग से एक दीवार से 30^o के कोण पर टकराती है तथा समान कोण से वापस लौटती है यदि गेंद व दीवार के बीच सम्पर्क समय 1 सैकण्ड हो, तो दीवार द्वारा अनुभव किया गया बल है [DPMT 2000]

(a) 100N (b) 10 N

(c) 0.1 N (d) 1.0 N

42. समान द्रव्यमान 40 kg की दो वस्तुयें विपरीत दिशाओं में गतिमान है एक का वेग $10\,m/s$ तथा दूसरी का $7\,m/s$ है। यदि वे प्रत्यास्थ रूप से टकराने के पश्चात् संयुक्त होकर गति करें तो, इस संयोजन का वेग होगा [Pb. PMT 2000]

(a) $10\,m/s$ (b) $7\,m/s$

(c) $3\,m/s$ (d) $1.5\,m/s$

43. विराम में स्थित एक वस्तु 3 भागों में टूट जाती है। यदि समान द्रव्यमान के दो भाग एक दूसरे के लम्बवत् $12\,m/s$ के वेग से गतिमान हो, तो तीसरे भाग का वेग क्या होगा जिसका द्रव्यमान प्रत्येक भाग का 3 गुना है [UPSEAT 2001]

(a) $4\sqrt{2}\,m/s$, प्रत्येक भाग से 45^o के कोण पर

(b) $24\sqrt{2}\,m/s$, प्रत्येक भाग से 135^o के कोण पर

(c) $6\sqrt{2}\,m/s$, प्रत्येक भाग से 135^o के कोण पर

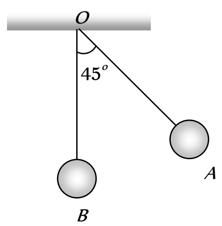
(d) $4\sqrt{2}\,m/s$, प्रत्येक भाग से 135^o के कोण पर

44. एक कण h ऊँचाई से एक स्थिर क्षैतिज तल पर गिरता है तथा ऊछलता है। यदि e निष्कृति गुणांक हो, तो कण के विराम में आने से पहले चली गई कुल दूरी होगी [EAMCET 2001]

(a) $h\left(\frac{1+e^2}{1-e^2}\right)$ (b) $h\left(\frac{1-e^2}{1+e^2}\right)$

(c) $\frac{h}{2}\left(\frac{1-e^2}{1+e^2}\right)$ (d) $\frac{h}{2}\left(\frac{1+e^2}{1-e^2}\right)$

45. किसी सरल लोलक की डोरी जब ऊर्ध्वाधर से 45^o का कोण बनाती है तब लोलक के गोलक A को छोड़ दिया जाता है। यह समान पदार्थ व समान द्रव्यमान के अन्य गोलक B जो कि टेबिल पर विराम में है, से टकराता है। यदि संघट्ट प्रत्यास्थ हो, तो [Kerala (Engg.) 2001]



(a) A तथा B दोनों समान ऊँचाई तक ऊपर उठेंगे

(b) A तथा B दोनों, B पर विराम में आ जायेंगे

(c) A तथा B दोनों A के समान वेग से चलेंगे

(d) A विराम में आ जाएगा तथा B, A के वेग से चलेगा

46. M द्रव्यमान की एक बड़ी गेंद जो कि u वेग से गतिमान है, विराम में स्थित m द्रव्यमान की एक अन्य छोटी गेंद से टकराती है। अन्त में छोटी गेंद का वेग u तथा बड़ी गेंद का वेग v हो जाता है। तो v का मान है [RPET 2001]

(a) $\frac{M-m}{M+m}u$ (b) $\frac{m}{M+m}u$

(c) $\frac{2m}{M+m}u$ (d) $\frac{M}{M+m}u$

47. 5 kg द्रव्यमान की एक वस्तु 10 m/s के वेग से विराम में रखी 20 kg की एक अन्य वस्तु से टकराती है तथा विराम में आ जाती है। संघट्ट के कारण दूसरी वस्तु का वेग होगा [Pb. PMT 1999; KCET 2001]

(a) 2.5 m/s (b) 5 m/s

(c) 7.5 m/s (d) 10 m/s

48. V वेग से गतिमान m द्रव्यमान की एक गेंद इसकी ओर $2V$ वेग से गतिमान समान द्रव्यमान की एक अन्य गेंद से प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट करती है। V की दिशा को धनात्मक माना जाये तो संघट्ट के पश्चात् दोनों गेंदों के वेग होंगे [MP PMT 2002]

(a) $-V$ तथा $2V$ (b) $2V$ तथा $-V$

(c) V तथा $-2V$ (d) $-2V$ तथा V

49. M_1 द्रव्यमान की एक वस्तु विरामावस्था में रखी M_2 द्रव्यमान की एक अन्य वस्तु के साथ प्रत्यास्थ संघट्ट करती है तो अधिकतम ऊर्जा स्थानान्तरण होगा, जब [Orissa JEE 2002; DCE 2001, 02]

(a) $M_1 > M_2$

(b) $M_1 < M_2$

(c) $M_1 = M_2$

(d) M_1 व M_2 के सभी मानों के लिये समान होगी

50. 2 kg द्रव्यमान की एक वस्तु विराम में स्थित अन्य वस्तु से प्रत्यास्थ संघट्ट करती है तथा मूल दिशा में ही प्रारम्भिक चाल की एक चौथाई चाल से गतिमान रहती है, तो दूसरी वस्तु (जो पहली वस्तु से टकराती है) का द्रव्यमान होगा [Kerala PET 2002]

(a) 2 kg (b) 1.2 kg

(c) 3 kg (d) 1.5 kg

51. वस्तुओं के प्रत्यास्थ संघट्ट में [RPET 2003]

(a) केवल संवेग नियत रहता है

(b) केवल गतिज ऊर्जा नियत रहती है

(c) दोनों नियत रहते हैं

(d) इनमें से कोई नही

52. दो कण, जिनके स्थिति सदिश $\vec{r_1} = (3\hat{i} + 5\hat{j})m$ तथा $\vec{r_2} = (-5\hat{i} - 3\hat{j})m$ है, क्रमशः $\vec{V_1} = (4\hat{i} + 3\hat{j})m/s$ तथा $\vec{V_2} = (\alpha\hat{i} + 7\hat{j})m/s$ चाल से गतिमान है। यदि ये 2 सैकण्ड पश्चात् टकराते हों, तो α का मान है [EAMCET 2003]

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

53. एक न्यूट्रॉन, किसी स्थिर डयूट्रॉन के साथ प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट करता है। संघट्ट में न्यूट्रॉन की भिन्नात्मक ऊर्जा हानि है [AIIMS 2003]

(a) 16/81 (b) 8/9

(c) 8/27 (d) 2/3

54. m द्रव्यमान की एक वस्तु विरामावस्था में है। समान द्रव्यमान की एक अन्य वस्तु V वेग से गतिशील है, जो प्रथम स्थिर वस्तु के साथ प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट करती है। संघट्ट के पश्चात् प्रथम वस्तु किस वेग से गति करेगी [Orissa PMT 2004]

(a) V (b) $2V$

(c) विरामावस्था में ही रहेगी (d) कुछ कहा नहीं जा सकता

55. M द्रव्यमान की कोई वस्तु v वेग से m द्रव्यमान ($M>>m$) की एक स्थिर वस्तु से प्रत्यास्थ संघट्ट करती है। तब m द्रव्यमान की वस्तु का वेग है [BCECE 2004]

(a) v (b) $2v$

(c) $v/2$ (d) शून्य

56. चार चिकनी स्टील की समान द्रव्यमान की गेंदें विरामावस्था में हैं तथा घर्षण रहित एक सीधी रेखा के अनुदिश गति करने हेतु स्वतंत्र हैं। प्रथम गेंद को 0.4 मी/सै वेग दिया जाता है, तो यह दूसरी गेंद के साथ प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट करती है, ठीक इसी प्रकार दूसरी गेंद तीसरी गेंद से टकराती है, तथा तीसरी गेंद चौथी गेंद से टकराती है। अंतिम गेंद का वेग होगा [UPSEAT 2004]

(a) 0.4 मी / सैकण्ड (b) 0.2 मी / सैकण्ड

(c) 0.1 मी / सैकण्ड (d) 0.05 मी / सैकण्ड

57. M द्रव्यमान का एक अंतरिक्ष यान v वेग से गति कर रहा है। यह अचानक समान द्रव्यमान m के दो टुकड़ों में टूट जाता है। विस्फोट के पश्चात् m द्रव्यमान का एक भाग स्थिर हो जाता है। यान के दूसरे भाग का वेग होगा [DCE 2003]

(a) $\frac{Mv}{M-m}$ (b) v

(c) $\frac{Mv}{m}$ (d) $\frac{M-m}{m}v$

58. दो द्रव्यमान m_A व m_B विपरीत दिशा में v_A तथा v_B वेग से गतिशील हैं तथा परस्पर प्रत्यास्थ संघट्ट करते हैं। संघट्ट के पश्चात् m_A तथा m_B क्रमशः v_B व v_A वेग से गति करने लगते हैं। (m_A/m_B) का अनुपात है [RPMT 2003, AFMC 2002]

(a) 1 (b) $\frac{v_A - v_B}{v_A + v_B}$

(c) $(m_A + m_B)/m_A$ (d) v_A/v_B

59. एक गेंद को 10 मीटर की ऊँचाई से गिराये जाने पर टक्कर के कारण उसकी 40% ऊर्जा क्षय होती है। प्रथम टक्कर के पश्चात् गेंद कितनी ऊँचाई तक ऊपर उछलेगी [CPMT 1985]

(a) 10 मीटर (b) 8 मीटर

(c) 4 मीटर (d) 6 मीटर

60. निम्नलिखित कथनों में से कौनसा कथन सत्य है [NCERT 1984]

(a) प्रत्यास्थ टक्कर में संवेग का संरक्षण होता है, पर अप्रत्यास्थ टक्कर में नहीं

(b) प्रत्यास्थ व अप्रत्यास्थ टक्करों में गतिज ऊर्जा व संवेग दोनों का संरक्षण होता है

(c) अप्रत्यास्थ टक्कर में सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा का संरक्षण नहीं होता है परंतु संवेग संरक्षित रहता है

(d) प्रत्यास्थ टक्कर में सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा का संरक्षण होता है परंतु, संवेग का नहीं

61. टेनिस की एक गेंद को 2 मीटर की ऊँचाई से छोड़ा जाता है जो जमीन से टकराने के पश्चात् 1.5 मीटर ऊपर उछलती है। इस संघट्ट में ऊर्जा का कितना भाग नष्ट होगा

(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{2}$

(c) $\frac{1}{3}$ (d) $\frac{1}{8}$

62. एक m द्रव्यमान की वस्तु v वेग से गति करती हुई एक दूसरी $2m$ द्रव्यमान को वस्तु जो प्रारम्भ में स्थिर है, से सीधी प्रत्यास्थ संघट्ट करती है। टकराने वाली वस्तु (m द्रव्यमान) की गतिज ऊर्जा में ह्रास होता है [MP PMT 1996]

(a) उसकी प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा का $\frac{1}{2}$ गुना

(b) उसकी प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा का $\frac{1}{9}$ गुना

(c) उसकी प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा का $\frac{8}{9}$ गुना

(d) उसकी प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा का $\frac{1}{4}$ गुना

63. एक संघट्ट में जो राशियाँ नियत रहती हैं, वह हैं [MP PET 1997]

(a) संवेग, गतिज ऊर्जा तथा ताप

(b) संवेग तथा गतिज ऊर्जा परंतु ताप नहीं

(c) संवेग तथा ताप परंतु गतिज ऊर्जा नहीं

(d) संवेग परंतु न गतिज ऊर्जा तथा न ताप

64. एक अप्रत्यास्थ गेंद पृथ्वी से 100 मीटर की ऊँचाई से छोड़े जाने पर पृथ्वी से टक्कर के दौरान 20% ऊर्जा खो देती है। संघट्ट के पश्चात् गेंद किस ऊँचाई तक जाएगी [RPMT 1996]

(a) 80 मीटर (b) 40 मीटर

(c) 60 मीटर (d) 20 मीटर

65. 20 मीटर ऊँचाई से एक गेंद ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर किसी प्रारम्भिक वेग से क्षैतिज तल पर प्रक्षेपित की जाती है। संघट्ट के दौरान यह 50% ऊर्जा खो देती है तथा समान ऊँचाई तक उछलती है। इसका प्रारम्भिक प्रक्षेपण वेग होगा [EAMCET (Engg.) 2000]

(a) $20\,ms^{-1}$ (b) $15\,ms^{-1}$

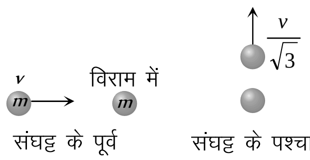
(c) $10\,ms^{-1}$ (d) $5\,ms^{-1}$

66. एक टेनिस की गेंद पृथ्वी तल से h ऊँचाई से छोड़ी जाती है। यदि गेंद तल से अप्रत्यास्थ संघट्ट करती है, तो तृतीय संघट्ट के पश्चात् यह कितनी ऊँचाई तक ऊपर उठेगी [RPET 2002]

(a) he^6 (b) e^2h

(c) e^3h (d) इनमें से कोई नहीं

67. एक द्रव्यमान 'm' v वेग से एक अन्य समान द्रव्यमान से अप्रत्यास्थतः टकराता है। संघट्ट के पश्चात् प्रथम द्रव्यमान $\frac{v}{\sqrt{3}}$ वेग से अपनी पूर्व गति की दिशा के लंबवत दिशा में गति करने लगता है। संघट्ट के पश्चात् दूसरे द्रव्यमान का वेग होगा [AIEEE 2005]



(a) $\frac{2}{\sqrt{3}}v$

(b) $\frac{v}{\sqrt{3}}$

(c) v

(d) $\sqrt{3}\,v$

68. एक गोला समान द्रव्यमान के एक अन्य गोले से अप्रत्यास्थतः टकराता है। संघट्ट के पश्चात् दोनों गोले गति करते हैं, तब दोनों गोलों की गति की दिशाओं के बीच का कोण है [KCET 1994]

(a) 90° (b) 0°

(c) 45° (d) 90° से भिन्न

पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट

1. m द्रव्यमान का एक कण v वेग से पूर्व दिशा में गति करते हुए एक दूसरे समान द्रव्यमान के कण, जो उत्तर दिशा में समान चाल v से गति कर रहा है, से टकराता है। टकराने के पश्चात् दोनों कण परस्पर जुड़ जाते हैं तो नया $2m$ द्रव्यमान का कण उत्तर-पूर्व दिशा में निम्न वेग से गति करेगा [NCERT 1980; CPMT 1991; MP PET 1999; DPMT 1999, 2005]

(a) $v/2$ (b) $2v$

(c) $v/\sqrt{2}$ (d) v

2. एक पूर्ण अप्रत्यास्थ टक्कर के लिये निष्कृति गुणांक e का मान होता है [DPMT 1988]

(a) 1 (b) 0

(c) ∞ (d) -1

3. संघट्ट के पश्चात् जब दो पिण्ड एक साथ चिपक जाते हैं, तो संघट्ट कहलायेगा

(a) आंशिक प्रत्यास्थ (b) पूर्णतः प्रत्यास्थ

(c) पूर्णतः अप्रत्यास्थ (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

4. b वेग से a द्रव्यमान की एक गोली c द्रव्यमान के एक बड़े तख्ते पर दागी गई है। निकाय का अन्तिम वेग होगा

[AFMC 1981, 94, 2000; NCERT 1971; MNR 1998]

(a) $\frac{c}{a+b}\cdot b$ (b) $\frac{a}{a+c}\cdot b$

(c) $\frac{a+b}{c}.a$ (d) $\frac{a+c}{a}\cdot b$

5. 100 सेमी / सै के वेग से क्षैतिज धरातल में गति करता एक 10 ग्राम का द्रव्यमान, एक लोलक से टकराकर चिपक जाता है। लोलक के गोले की संहति भी 10 ग्राम है। इस निकाय द्वारा तय की गई अधिकतम ऊँचाई होगी $(g = 10\, m/s^2)$ [MP PET 1993]

(a) शून्य (b) 5 *cm*

(c) 2.5 *cm* (d) 1.25 *cm*

6. एक पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट उसे कहते हैं जिसमें संघट्टकारी कण

(a) संघट्ट के पश्चात् अलग-अलग हो जाते हैं

(b) संघट्ट के पश्चात् परस्पर जुड़ जाते हैं

(c) संघट्ट के पश्चात् छोटे भागों में बँट जाते हैं, जो प्रत्येक दिशा में छिटक जाते हैं

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

7. एक क्षैतिज व घर्षण रहित मेज पर रखे एक ठोस गुटके से एक गोली टकराती है एवं इसमें धँस जाती है। इसमें संरक्षित रहता है [NCERT 1973; CPMT 1970; AFMC 1996; BHU 2001]

(a) संवेग व गतिज ऊर्जा (b) केवल गतिज ऊर्जा

(c) केवल संवेग (d) न संवेग न ही गतिज ऊर्जा

8. 3 *m/sec* के वेग से गतिशील 2 *kg* का एक पिण्ड एक अन्य 1 *kg* के पिण्ड, जो कि 4 *m/sec* से विपरीत दिशा में गति कर रहा है, टकराता है। टक्कर के पश्चात् दोनों पिण्ड चिपक जाते हैं, तो उनका उभयनिष्ठ वेग (*m/sec*) है [NCERT 1984; MNR 1995, 98; UPSEAT 2000]

(a) 1/4 (b) 1/3

(c) 2/3 (d) 3/4

9. नियत वेग *v* से गतिशील *m* द्रव्यमान का एक पिण्ड उसी द्रव्यमान के एक अन्य पिण्ड से, जो उसी वेग *v* से विपरीत दिशा में गतिशील है, टकराता है एवं इससे चिपक जाता है, तो टक्कर के पश्चात् संयुक्त निकाय का वेग होगा [NCERT 1977; RPMT 1999]

(a) *v* (b) 2*v*

(c) शून्य (d) *v*/2

10. उपरोक्त प्रश्न में, यदि दूसरा पिण्ड विरामावस्था में है, तो टक्कर के पश्चात् संयुक्त निकाय का वेग होगा

(a) *v*/2 (b) 2*v*

(c) *v* (d) शून्य

11. एक थैला (द्रव्यमान *M*) किसी लम्बे धागे से लटका है, तथा एक गोली (द्रव्यमान *m*) क्षैतिज वेग *v* से आती है एवं थैले में धँस जाती है, तो संयुक्त निकाय (थैला + गोली) के लिए [CPMT 1989; Kerala PMT 2002]

(a) संवेग $\frac{mvM}{M+m}$ होगा (b) गतिज ऊर्जा $\frac{mv^2}{2}$ होगी

(c) संवेग $\frac{mv(M+m)}{M}$ होगा (d) गतिज ऊर्जा $\frac{m^2v^2}{2(M+m)}$ होगी

12. 50 ग्राम द्रव्यमान की एक गोली 10 मी/सैकण्ड के वेग से 950 ग्राम के एक स्थिर गुटके से टकराकर उसमें धँस जाती है। गतिज ऊर्जा में हानि होगी [MP PET 1994]

(a) 100% (b) 95%

(c) 5% (d) 50%

13. दो समान द्रव्यमान की चमकीली गेंदें समान वेग से परस्पर लम्बवत् दिशा में गति कर रही है तथा टकराने के पश्चात् एक दूसरे से चिपक जाती है। यदि गेंदों का प्रारम्भिक वेग $45\sqrt{2}\, ms^{-1}$ हो, तो संयुक्त गेंद का वेग होगा [Haryana CEE 1996; BVP 2003]

(a) $45\sqrt{2}\, ms^{-1}$ (b) $45\, ms^{-1}$

(c) $90\, ms^{-1}$ (d) $22.5\sqrt{2}\, ms^{-1}$

14. *m* द्रव्यमान वाला कण *v* वेग से गतिशील है तथा 2*m* द्रव्यमान के किसी स्थिर कण से टकराकर उससे चिपक जाता है। इस निकाय का वेग होगा [MP PMT/PET 1998; AIIMS 1999; JIPMER 2001, 02]

(a) $v/2$ (b) 2*v*

(c) $v/3$ (d) 3*v*

15. *m* द्रव्यमान तथा 3 किमी/घंटा के वेग से गतिशील एक पिण्ड एक अन्य विराम में रखे 2*m* द्रव्यमान से टकराकर उससे चिपक जाता हैं संयुक्त निकाय का वेग होगा [CBSE PMT 1996; JIPMER 2001, 02]

(a) 3 किमी/घंटा (b) 2 किमी/घंटा

(c) 1 किमी/घंटा (d) 4 किमी/घंटा

16. किसी स्कैटर का द्रव्यमान 3 किग्रा तथा प्रारम्भिक चाल 32 मी/सैकण्ड तथा दूसरे स्कैटर का द्रव्यमान 4 किग्रा तथा चाल 5 मी/सैकण्ड है। संघट्ट के पश्चात् दोनों एक साथ मिलकर 5 मी/सैकण्ड की चाल से चलने लगते हैं। गतिज ऊर्जा में हानि होगी [CPMT 1996]

(a) 48 *J* (b) 96 *J*

(c) शून्य (d) उपरोक्त में से कोई नही

17. किसी गेंद को 10 मीटर की ऊँचाई से छोड़ा जाता है। गेंद रेत के अन्दर 1 मीटर तक धंस कर रुक जाती है, तो [AFMC 1996]

(a) केवल संवेग संरक्षित रहेगा

(b) केवल गतिज ऊर्जा संरक्षित रहेगी

(c) संवेग तथा गतिज ऊर्जा दोनों संरक्षित रहेंगे

(d) न संवेग न गतिज ऊर्जा, कोई भी संरक्षित नहीं रहेगा

18. 2 किग्रा की धात्विक गेंद 36 किमी/घंटा के वेग से गति करती हुयी विराम में रखी 3 किग्रा द्रव्यमान की एक अन्य गेंद से टकराती है। यदि टक्कर के पश्चात् दोनों द्रव्यमान एक साथ गति करें, तो गतिज ऊर्जा में हानि होगी [CBSE PMT 1997; AIIMS 2001]

(a) 40 जूल (b) 60 जूल

(c) 100 जूल (d) 140 जूल

19. 2*kg* द्रव्यमान का एक पिण्ड 10 मी/सैकण्ड के वेग से पूर्व की ओर गतिशील है। एक अन्य पिण्ड जिसका द्रव्यमान तथा वेग समान है उत्तर दिशा की ओर गतिशील है। दोनों पिण्ड एक दूसरे से टकराकर जुड़ जाते हैं तथा संयुक्त निकाय उत्तर पूर्व की ओर गति करता है, इस संयुक्त निकाय का वेग होगा [CPMT 1997; JIPMER 2000]

(a) 10 मी / सैकण्ड (b) 5 मी / सैकण्ड

(c) 2.5 मी / सैकण्ड (d) $5\sqrt{2}$ मी / सैकण्ड

20. निम्न में से कौनसा पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट नहीं है [BHU 1998; JIPMER 2001, 02; BHU 2005]

(a) काँच की दो गेंदों का टकराना
(b) रेत के थैले से गतिशील गोली का टकराना
(c) प्रोटॉन का इलेक्ट्रॉन से टकराना
(d) गतिशील कार पर व्यक्ति का कूदना

21. 20 *kg* द्रव्यमान की एक वस्तु 10 *m/s* की चाल से, एक अन्य स्थिर 5 *kg* की वस्तु से टकराती है। संघट्ट के परिणाम स्वरूप दोनों वस्तुयें परस्पर चिपक जाती हैं। संयुक्त द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा होगी

(a) 600 जूल (b) 800 जूल
(c) 1000 जूल (d) 1200 जूल

22. एक न्यूट्रॉन का द्रव्यमान $1.67\times10^{-27}kg$ है। यह $10^8 m/s$ की चाल से गति करते हुये विराम में स्थित ड्यूट्रॉन से टकराता है तथा इससे चिपक जाता है। यदि ड्यूट्रॉन का द्रव्यमान $3.34\times10^{-27}kg$ हो, तो संयुक्त कण की चाल है [CBSE PMT 2000]

(a) $2.56\times10^3 m/s$ (b) $2.98\times10^5 m/s$
(c) $3.33\times10^7 m/s$ (d) $5.01\times10^9 m/s$

23. अप्रत्यास्थ संघट्ट में कौनसी राशि संरक्षित नही रहती है [Pb. PMT 2000]

(a) संवेग (b) गतिज ऊर्जा
(c) कुल ऊर्जा (d) उपरोक्त सभी

24. 40 *kg* द्रव्यमान की एक वस्तु जिसका वेग 4 *m/s* है, 60 *kg* की एक अन्य वस्तु, जिसका वेग 2 *m/s* है, से टकराती है। यदि संघट्ट अप्रत्यास्थ हो, तो गतिज ऊर्जा में हानि होगी [Pb. PMT 2001]

(a) 440 *J* (b) 392 *J*
(c) 48 *J* (d) 144 *J*

25. m_1 द्रव्यमान की एक वस्तु *V* वेग से गतिमान है, यह m_2 द्रव्यमान की अन्य स्थिर वस्तु से टकराती है। यह एक दूसरे में धँस जातीं हैं। संघट्ट बिन्दु पर इस निकाय का वेग [DCE 1999, 2001]

(a) बढ़ेगा (b) घटेगा परन्तु शून्य नहीं होगा
(c) समान रहेगा (d) शून्य हो जायेगा

26. *m* द्रव्यमान की गोली *v* वेग से विराम में स्थित *M* द्रव्यमान के गुटके से टकराती है, तथा इसमें धँस जाती है। संयुक्त गुटके की गतिज ऊर्जा होगी [MP PET 2002]

(a) $\frac{1}{2}mv^2\times\frac{m}{(m+M)}$ (b) $\frac{1}{2}mv^2\times\frac{M}{(m+M)}$
(c) $\frac{1}{2}mv^2\times\frac{(M+m)}{M}$ (d) $\frac{1}{2}Mv^2\times\frac{m}{(m+M)}$

27. अप्रत्यास्थ संघट्ट में क्या संरक्षित रहता है [DCE 2004]

(a) गतिज ऊर्जा (b) संवेग
(c) (a) व (b) दोनों (d) न तो (a) न (b)

28. 0.1 किग्रा तथा 0.4 किग्रा द्रव्यमान की दो वस्तुऐं क्रमशः 1 मी / सैकण्ड तथा 0.1 मी / सैकण्ड के वेग से एक दूसरे की ओर गतिशील हैं। संघट्ट के पश्चात् दोनों वस्तुऐं जुड़ जाती हैं। 10 सैकण्ड में संयुक्त द्रव्यमान कितनी दूरी तय करेगा [Pb. PET 2003]

(a) 120 मीटर (b) 0.12 मीटर
(c) 12 मीटर (d) 1.2 मीटर

29. 4 किग्रा द्रव्यमान की एक वस्तु 12 मी/सैकण्ड के वेग से 6 किग्रा द्रव्यमान की एक अन्य स्थिर वस्तु से टकराती है। यदि दोनों वस्तुऐं संघट्ट पश्चात् परस्पर जुड़ जातीं [MP PMT 2000] हैं, तब निकाय की गतिज ऊर्जा में हानि होगी [J&K CET 2005]

(a) शून्य (b) 288 J
(c) 172.8 J (d) 144 J

30. निम्न में से कौनसा पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट का उदाहरण नहीं है [AFMC 2005]

(a) एक गोली को गुटके की ओर दागने पर यह गुटके में धँस जाती है
(b) किसी परमाणु द्वारा इलेक्ट्रॉनों का संग्रहण
(c) एक व्यक्ति जो गतिशील नाव पर कूदता है
(d) एक बाल-बियरिंग जो किसी अन्य बाल बियरिंग से टकराती है

Critical Thinking

Objective Questions

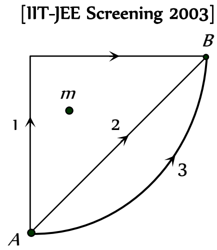
1. एक गेंद फर्श से अप्रत्यास्थ टक्कर के पश्चात् ऊपर उठती है, इस स्थिति में [IIT 1986]

(a) गेंद का संवेग टकराने से ठीक पहले तथा टकराने के ठीक पश्चात् समान होता है
(b) गेंद की यांत्रिक ऊर्जा इस संघट्ट में अपरिवर्तित रहती है
(c) गेंद तथा पृथ्वी का कुल संवेग संरक्षित रहता है
(d) गेंद तथा पृथ्वी की कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है

2. एक चिकनी मेज पर L लम्बाई तथा M द्रव्यमान की एक समरुप चेन इस प्रकार रखी है कि इसकी लम्बाई का $1/3$ भाग मेज के किनारे से नीचे लटका है। यदि g गुरुत्वीय त्वरण है, तो इसके लटके हुए भाग को मेज के ऊपर खींचने में कार्य होगा [IIT 1985; MNR 1990; AIEEE 2002; MP PMT 1994, 97, 2000; JIPMER 2000]

(a) *MgL* (b) *MgL*/3
(c) *MgL*/9 (d) *MgL*/18

3. बिन्दु द्रव्यमान *m* के गुरुत्व क्षेत्र में, किसी गतिमान कण को *A* से *B* तक तीन विभिन्न पथों 1, 2 व 3 से ले जाने में किये गये कार्य क्रमशः W_1, W_2 तथा W_3 हैं तो W_1, W_2 व W_3 में सही सम्बंध है [IIT-JEE Screening 2003]



(a) $W_1 > W_2 > W_3$
(b) $W_1 = W_2 = W_3$
(c) $W_1 < W_2 < W_3$

(d) $W_2 > W_1 > W_3$

4. m द्रव्यमान का एक कण r त्रिज्या के एक क्षैतिज वृत्तीय मार्ग पर, $-K/r^2$ मान के अभिकेन्द्रीय बल के प्रभाव में गति कर रहा है, जहाँ K एक नियतांक है। कण की कुल ऊर्जा होगी [IIT 1977]

(a) $\frac{K}{2r}$ (b) $-\frac{K}{2r}$

(c) $-\frac{K}{r}$ (d) $\frac{K}{r}$

5. किसी नियत बल के प्रभाव में एक विमीय गति कर रहे कण का विस्थापन x, समय t पर समीकरण $t=\sqrt{x}+3$ के अनुसार निर्भर करता है, जहाँ x मीटर में तथा t सैकण्ड में है। प्रथम 6 सैकण्ड में बल द्वारा किया गया कार्य है [IIT 1979]

(a) 9 *J* (b) 6 *J*

(c) 0 *J* (d) 3 *J*

6. *xy* तल में गतिशील कण पर बल $\vec{F}=-K(y\hat{i}+x\hat{j})$ (यहाँ *K* एक धनात्मक नियतांक है) कार्य करता है। मूल बिन्दु से प्रारम्भ करके *x*-अक्ष के अनुदिश (*a*, 0) बिन्दु तक तत्पश्चात *y*-अक्ष के समान्तर बिन्दु (*a*, *a*) तक कण को विस्थापित करने में बल *F* द्वारा किया गया कुल कार्य होगा [IIT 1998]

(a) $-2Ka^2$ (b) $2Ka^2$

(c) $-Ka^2$ (d) Ka^2

7. पृथ्वी सतह पर गुरुत्व जनित त्वरण का मान g है। यदि m द्रव्यमान के एक पिण्ड को सतह से पृथ्वी की त्रिज्या R के तुल्य ऊँचाई पर ले जायें, तो पिण्ड की स्थितिज ऊर्जा होगी [IIT 1983]

(a) $\frac{1}{2}mgR$ (b) 2 mgR

(c) mgR (d) $\frac{1}{4}mgR$

8. एक लौरी व एक कार समान गतिज ऊर्जा से गतिशील हैं एवं इन्हें एकसमान अवमंदक बल लगाकर विराम में लाया जाता हैं, तो [IIT 1973; MP PMT 2003]

(a) लौरी कम दूरी चलकर विराम में आ जाएगी

(b) कार कम दूरी चलकर विराम में आ जाएगी

(c) दोनों समान दूरी चलकर विराम में आ जायेंगी

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

9. एक कण, जो कि *x*-अक्ष के अनुदिश गति करने के लिये स्वतंत्र है, की स्थितिज ऊर्जा निम्न समीकरण से दी जाती है, $U(x)=k[1-\exp(-x)^2]$ जहाँ $-\infty \le x \le +\infty$ तथा *k* उपयुक्त विमा का धनात्मक स्थिरांक है। तब [IIT-JEE 1999; UPSEAT 2003]

(a) मूल बिन्दु से दूरस्थ बिन्दु पर कण अस्थायी संतुलन में होगा

(b) x के किसी भी परिमित अशून्य मान के लिये, मूल बिन्दु से दूर की दिशा में एक बल है

(c) यदि कण की कुल यांत्रिक ऊर्जा *k*/2 है, तब इसकी गतिज ऊर्जा मूल बिन्दु पर न्यूनतम है

(d) $x=0$ पर छोटे विस्थापनों के लिये गति सरल आवर्त गति है

10. m द्रव्यमान का पिण्ड विराम से प्रारंभ होकर नियत बल के अधीन d दूरी तय करता है। इस पिण्ड द्वारा प्राप्त की गई गतिज ऊर्जा समानुपाती है [CBSE PMT 1994]

(a) $\sqrt{m}$ (b) m से स्वतंत्र

(c) $1/\sqrt{m}$ (d) m

11. h ऊँचाई से 'm' द्रव्यमान का एक चाकू लकड़ी के तख्ते पर गिराया जाता है। यदि यह लकड़ी में 'd' गहराई तक घुस जाता हो, तो लकड़ी द्वारा चाकू की नोंक पर आरोपित औसत प्रतिरोधी बल होगा [BHU 2002]

(a) mg (b) $mg\left(1-\frac{h}{d}\right)$

(c) $mg\left(1+\frac{h}{d}\right)$ (d) $mg\left(1+\frac{h}{d}\right)^2$

12. निम्न दो कथनों पर विचार करें

1. कणों के निकाय का रेखीय संवेग शून्य है
2. कणों के निकाय की गतिज ऊर्जा शून्य है तब [AIEEE 2003]

(a) 1, 2 को दर्शाता है तथा 2, 1 को दर्शाता है

(b) 1, 2 को नहीं दर्शाता है तथा 2, 1 को नहीं दर्शाता

(c) 1, 2 को दर्शाता है परंतु 2, 1 को नहीं दर्शाता

(d) 1, 2 को नहीं दर्शाता है परंतु 2, 1 को दर्शाता है

13. एक पिण्ड सरल रेखीय गति कर रहा है जिस पर मशीन नियत शक्ति लगा रही है। पिण्ड द्वारा t समय में चली गयी दूरी समानुपाती होगी [IIT 1984; BHU 1984, 95; MP PET 1996; JIPMER 2000; AMU (Med.) 1999]

(a) $t^{1/2}$ (b) $t^{3/4}$

(c) $t^{3/2}$ (d) t^2

14. क्षैतिज दिशा से θ कोण पर बन्दूक से एक गोली v मी/सैकण्ड के वेग से दागी जाती है। जब गोली अपनी अधिकतम ऊँचाई पर होती है, तब विस्फोट होने से दो बराबर भागों में बँट जाती है। उनमें से एक भाग वापस विपरीत दिशा में बन्दूक के पास पहुँचता है। दूसरे भाग का विस्फोट के तुरन्त पश्चात् वेग होगा (मी/सै में) [IIT 1984; RPET 1999, 2001; UPSEAT 2002]

(a) $3v\cos\theta$ (b) $2v\cos\theta$

(c) $\frac{3}{2}v\cos\theta$ (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}v\cos\theta$

15. एक गोला विरामावस्था में तीन टुकड़ों में विस्फोटित हो जाता है। समान द्रव्यमान के दो टुकड़े, एक दूसरे के लम्बवत् समान वेग 30 m/s से गतिमान हो जाते हैं। तीसरे टुकड़े का द्रव्यमान अन्य टुकड़ों का तीन गुना है। तीसरे टुकड़े के वेग का परिमाण तथा दिशा होगी [AMU (Engg.) 1999]

(a) $10\sqrt{2}\,m/s$ तथा प्रत्येक भाग से 135° कोण पर

(b) $10\sqrt{2}\,m/s$ तथा प्रत्येक भाग से 45° कोण पर

(c) $\frac{10}{\sqrt{2}}m/s$ तथा प्रत्येक भाग से 135° कोण पर

(d) $\frac{10}{\sqrt{2}}m/s$ तथा प्रत्येक भाग से 45° कोण पर

16. प्रक्षेप्य गति में m_1 व m_2 द्रव्यमानों के कणों के वेग समय $t=0$ पर क्रमशः $\vec{v_1}$ व $\vec{v_2}$ हैं। ये समय t_0 पर टकराते हैं। उनके वेग समय $2t_0$ पर $\vec{v_1}'$ व $\vec{v_2}'$ हो जाते हैं, जबकि अभी भी वे हवा में गतिमान हैं। तो $|(m_1\vec{v_1}'+m_2\vec{v_2}')-(m_1\vec{v_1}+m_2\vec{v_2})|$ का मान है [IIT-JEE Screening 2001]

(a) शून्य (b) $(m_1+m_2)gt_0$

(c) $2(m_1+m_2)gt_0$ (d) $\frac{1}{2}(m_1+m_2)gt_0$

17. माना m द्रव्यमान का कोई कण u वेग से विरामावस्था में स्थित समान द्रव्यमान के एक अन्य कण से प्रत्यास्थ संघट्ट करता है। संघट्ट के पश्चात् प्रक्षेप्य तथा संघट्ट कण अपनी गति की प्रारंभिक दिशा से क्रमशः θ_1 तथा θ_2 कोण पर गति करने लगते हैं। कोणों के योग $\theta_1+\theta_2$, का मान होगा [UPSEAT 2004]

(a) 45° (b) 90°

(c) 135° (d) 180°

18. m द्रव्यमान का एक पिण्ड वेग v से $2m$ द्रव्यमान के स्थिर पिण्ड से प्रत्यक्ष संघट्ट करता है। संघट्ट के पश्चात् पिण्डों की गतिज ऊर्जाओं का अनुपात होगा [Roorkee 1982]

(a) 1 : 1 (b) 2 : 1

(c) 4 : 1 (d) 9 : 1

19. एक कण P, v चाल से चलते हुये विराम में स्थित समान द्रव्यमान के एक अन्य कण Q से प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट करता है। संघट्ट के पश्चात् [Roorkee 2000]

(a) P व Q दोनों, चाल $\frac{v}{2}$ से आगे गति करते हैं

(b) P व Q दोनों चाल $\frac{v}{\sqrt{2}}$ से आगे गति करते हैं

(c) P विराम में आ जाता है तथा Q चाल v से आगे बढ़ता है

(d) P तथा Q विपरीत दिशाओं में चाल $\frac{v}{\sqrt{2}}$ से चलते हैं

20. n एकसमान घनाकार गुटके एक दूसरे के समान्तर एक चिकने क्षैतिज पृष्ठ पर एक रेखा के अनुदिश विराम में स्थित हैं। किन्ही दो समीपस्थ गुटकों के पास वाले पृष्ठों की बीच की दूरी L है। समय $t=0$ पर, एक सिरे पर स्थित गुटके को v चाल से दूसरे की ओर गतिशील किया जाता है। सभी संघट्ट पूर्णरूप से अप्रत्यास्थ हैं, तो [IIT 1995]

(a) अन्तिम गुटका $t=\frac{(n-1)L}{v}$ पर गति प्रारम्भ करेगा

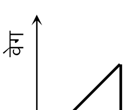
(b) अन्तिम गुटका $t=\frac{n(n-1)L}{2v}$ पर गति प्रारम्भ करेगा

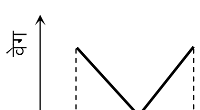
(c) निकाय के द्रव्यमान केन्द्र की अन्तिम चाल v होगी

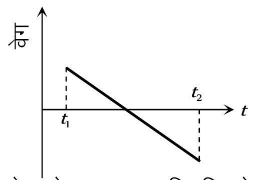
(d) निकाय के द्रव्यमान केन्द्र की अन्तिम चाल $\frac{v}{n}$ होगी

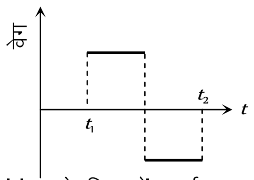
GQ Graphical Questions

1. एक क्रिकेट खिलाड़ी छक्का लगाता है, और गेंद मैदान के बाहर जाकर गिरती है। निम्न में से कौनसा ग्राफ समयान्तराल t_1-t_2 के दौरान गेंद के ऊर्ध्वाधर वेग v में परिवर्तन को दर्शाता है; (जहाँ– t_1 वह समय है जब गेंद बल्ले से टकराती है तथा t_2 वह समय है जब गेंद जमीन पर आ जाती है) [AMU (Med.) 2001]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

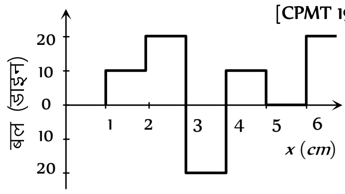
2. लगाये गये बल तथा स्थिति के बीच संबंध को चित्र में दर्शाया गया है(एक विमीय गति में)। चित्र के अनुसार किसी पिण्ड को $x=1$ सेमी से $x=5$ सेमी तक विस्थापित करने में किया गया कार्य होगा [CPMT 1976]

(a) 20 अर्ग

(b) 60 अर्ग

(c) 70 अर्ग

(d) 700 अर्ग



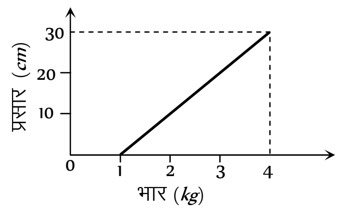
3. स्प्रिंग तुला के लिये भार तथा पाठ्यांक के बीच ग्राफ दर्शाया गया है। स्प्रिंग का बल नियतांक होगा

(a) 0.1 किग्रा/सेमी

(b) 5 किग्रा/सेमी

(c) 0.3 किग्रा/सेमी

(d) 1 किग्रा/सेमी



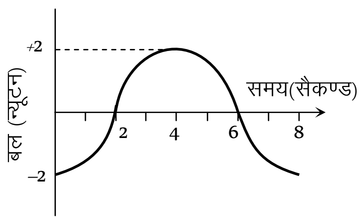
4. रेखीय गति के लिए बल-समय ग्राफ नीचे दिया गया है, जहाँ ग्राफीय खण्ड वृत्तीय हैं। शून्य तथा 8 सैकण्ड के बीच प्राप्त रेखीय संवेग होगा [CPMT 1989]

(a) -2π न्यूटन × सैकण्ड

(b) शून्य न्यूटन × सैकण्ड

(c) $+4\pi$ न्यूटन × सैकण्ड

(d) -6π न्यूटन × सैकण्ड



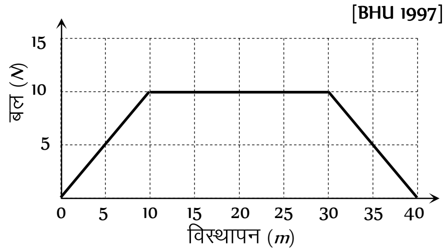
5. किसी कण की गति के लिये बल-विस्थापन ग्राफ चित्र में प्रदर्शित है। कण को $x=0$ से $x=35\,m$ तक विस्थापित करने में कार्य होगा [BHU 1997]

(a) 50 जूल

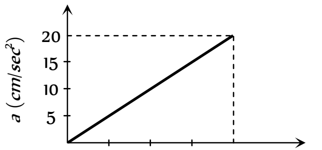
(b) 25 जूल

(c) 287.5 जूल

(d) 200 जूल



6. एक 10 kg द्रव्यमान x-अक्ष की दिशा में गतिमान है। इसके त्वरण तथा स्थिति के मध्य ग्राफ चित्रानुसार प्रदर्शित है। यदि द्रव्यमान



$x=0$ से $x=8$ तक गतिमान हो, तो बल द्वारा द्रव्यमान पर किया गया कार्य होगा [AMU (Med.) 2000]

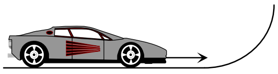
(a) 8×10^{-2} जूल

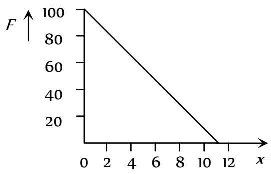
(b) 16×10^{-2} जूल

(c) 4×10^{-4} जूल

(d) 1.6×10^{-3} जूल

7. 5 किग्रा द्रव्यमान की एक खिलौना कार बल F के प्रभाव में चित्रानुसार ऊपर की ओर गति करती है। बल F तथा विस्थापन x के बीच का ग्राफ चित्र में प्रदर्शित है। कार द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई का मान है





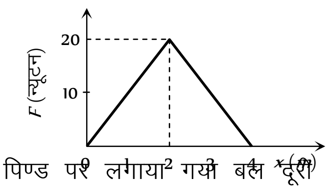
(a) $y_{\max}=20m$

(b) $y_{\max}=15m$

(c) $y_{\max}=11m$

(d) $y_{\max}=5m$

8. किसी वस्तु पर कार्यरत प्रतिरोधक बल F तथा वस्तु द्वारा तय की गई दूरी के बीच का ग्राफ चित्र में दर्शाया गया है। वस्तु का द्रव्यमान 25 kg है तथा इसका प्रारम्भिक वेग 2 मी/सैकण्ड है। जब वस्तु द्वारा तय की गई दूरी 4 मीटर है, इसकी गतिज ऊर्जा होगी



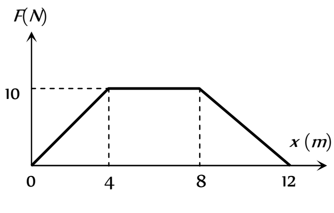
(a) 50 J

(b) 40 J

(c) 20 J

(d) 10 J

9. द्रव्यमान 0.1 किग्रा के पिण्ड पर लगाया गया बल दूरी के साथ चित्रानुसार परिवर्तित होता है। यदि इसकी गति $x=0$ पर विरामावस्था से प्रारंभ होती है, तब $x=12\,m$ पर पिण्ड का वेग होगा [AIIMS 1995]



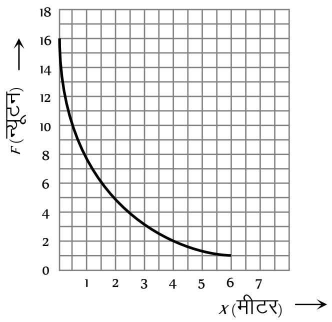
(a) 0 m/s

(b) $20\sqrt{2}\ m/s$

(c) $20\sqrt{3}\ m/s$

(d) $40\ m/s$

10. किसी पिण्ड पर लग रहे परिवर्ती बल F तथा उसके विस्थापन X के बीच का संबंध चित्र में दर्शाए गए ग्राफ द्वारा प्रदर्शित है। यदि पिण्ड का विस्थापन $X=0.5\,m$ से $X=2.5\,m$ तक होता है, तब किया गया कार्य होगा (लगभग) [CPMT 1986]



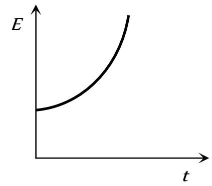
(a) 16 J

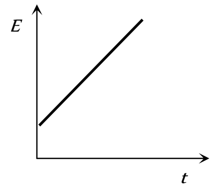
(b) 32 J

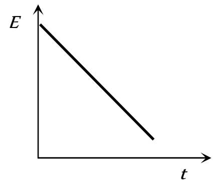
(c) 1.6 J

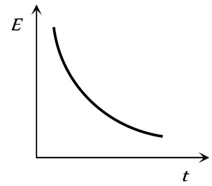
(d) 8 J

11. एक कण को h ऊँचाई से गिराया जाता है। कण को एक नियत क्षैतिज वेग प्रदान किया जाता है। यदि g का मान प्रत्येक स्थान पर नियत रहे, तब कण की गतिज ऊर्जा E तथा समय t के बीच का सही ग्राफ होगा

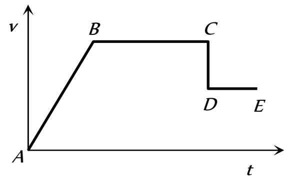
(a)


(b)


(c)


(d)


12. किसी कण के वेग तथा समय के बीच ग्राफ चित्र में प्रदर्शित है। कण पर बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा



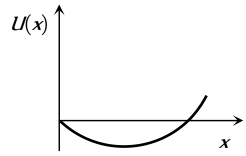
(a) A से B तक

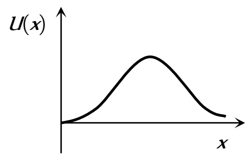
(b) B से C तक

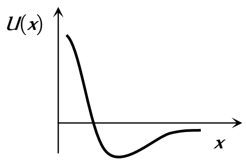
(c) C से D तक

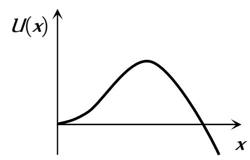
(d) D से E तक

13. एक कण x-अक्ष के अनुदिश गति के लिए बाध्य है। उस पर x दिशा में ही परिवर्ती बल $F(x)=-kx+ax^3$ लगाया जाता है, जहाँ x मूल बिन्दु से कण की दूरी तथा k व a धनात्मक नियतांक है। $x\ge0$ के लिए, स्थितिज ऊर्जा $U(x)$ का क्रियात्मक रूप होगा

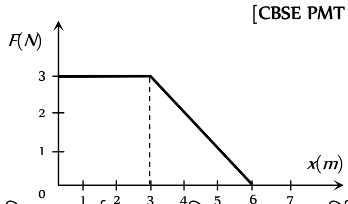
(a)


(b)


(c)


(d)


14. एक पिण्ड पर आरोपित बल F दूरी x के साथ परिवर्तित होता है, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। बल न्यूटन में तथा दूरी मीटर में व्यक्त की गई है। बल के द्वारा पिण्ड को स्थिति $x=0$ से $x=6m$ तक विस्थापित करने में किया गया कार्य होगा [CBSE PMT 2005]



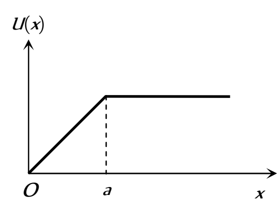
(a) 4.5 J

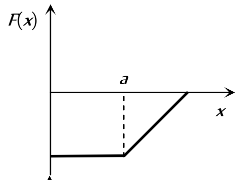
(b) 13.5 J

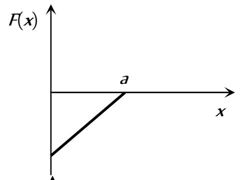
(c) 9.0 J

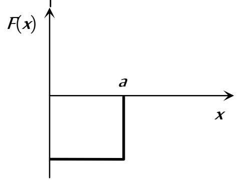
(d) 18.0 J

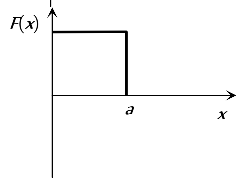
15. किसी निकाय की स्थितिज ऊर्जा प्रथम चित्र द्वारा प्रदर्शित है निकाय पर कार्यरत् बल निम्न में से कौनसा ग्राफ प्रदर्शित करेगा



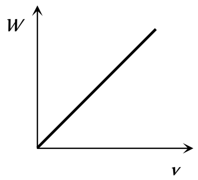
(a)


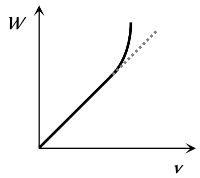
(b)


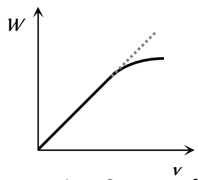
(c)


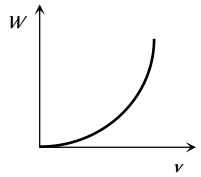
(d)


16. एक कण प्रारंभ में घर्षण रहित क्षैतिज तल पर विराम में स्थित है। कण पर नियत परिमाण व दिशा का क्षैतिज बल आरोपित किया जाता है। पिण्ड पर किये गये कार्य (W) व उसके वेग (v) के मध्य सही ग्राफ होगा (यदि कण पर कोई अन्य क्षैतिज बल नहीं लग रहा है)

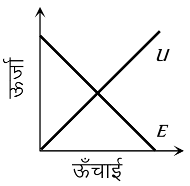
(a)


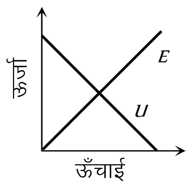
(b)


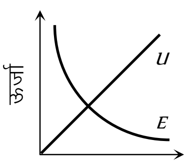
(c)


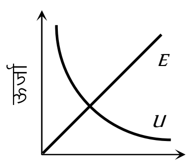
(d)


17. किसी कण की गतिज ऊर्जा (E), स्थितिज ऊर्जा (U) तथा पृथ्वी तल से ऊँचाई (h) के बीच प्रदर्शित ग्राफों में से कौन सा ग्राफ सही है

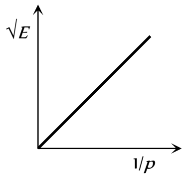
(a)


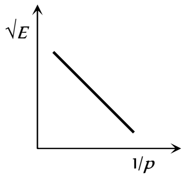
(b)


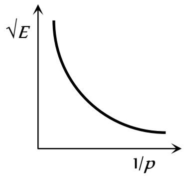
(c)


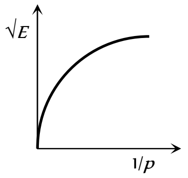
(d)


18. $\sqrt{E}$ तथा $\frac{1}{p}$ के बीच का ग्राफ निम्न में से कौनसा है, (E =गतिज ऊर्जा तथा p = संवेग)

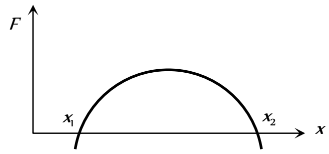
(a)


(b)


(c)


(d)


19. x-अक्ष के अनुदिश गति कर रहे किसी कण पर कार्यरत बल का स्थिति के साथ परिवर्तन चित्र में प्रदर्शित है। वस्तु स्थायी संतुलन में होगी



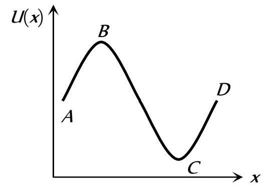
(a) $x = x_1$ पर

(b) $x = x_2$ पर

(c) x_1 तथा x_2 दोनों पर

(d) न x_1 पर न x_2 पर

20. किसी कण की स्थितिज ऊर्जा का दूरी x के साथ परिवर्तन ग्राफ में प्रदर्शित है। कण पर लगने बल शून्य होगा



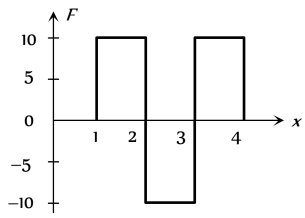
(a) C पर

(b) B पर

(c) B तथा C पर

(d) A तथा D पर

21. चित्र में F-x ग्राफ प्रदर्शित है, जहाँ F आरोपित बल तथा x वस्तु द्वारा सीधी रेखा में तय की गयी दूरी है। यदि F न्यूटन में तथा x मीटर में हो, तब किया गया कार्य होगा



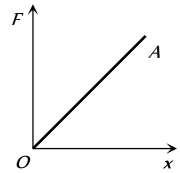
(a) 10 J

(b) 20 J

(c) 30 J

(d) 40 J

22. किसी स्प्रिंग को खींचने के लिए आवश्यक बल का दूरी के साथ परिवर्तन चित्र में प्रदर्शित है। यदि यह प्रयोग दी गई स्प्रिंग की आधी लंबाई के लिये किया जाए, तब रेखा OA



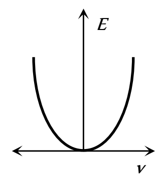
(a) F-अक्ष की ओर विस्थापित होती है

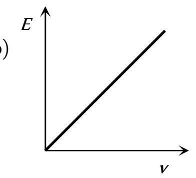
(b) x-अक्ष की ओर विस्थापित होती है

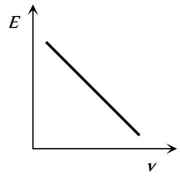
(c) उसी प्रकार बनी रहती है

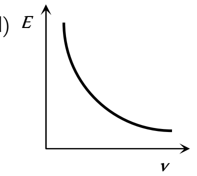
(d) लंबाई में दुगुनी हो जाती है

23. E तथा v के बीच ग्राफ है

(a)


(b)


(c)


(d)


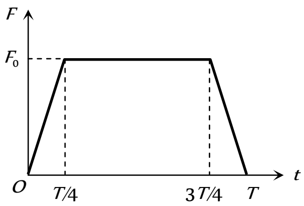
24. m द्रव्यमान का एक कण u वेग से m द्रव्यमान के एक अन्य स्थिर कण से एक विमीय प्रत्यास्थ संघट्ट करता है, तथा संघट्ट के पश्चात् दोनों कण अल्प समय T तक परस्पर संपर्क में रहते हैं। समयांतराल $\frac{T}{4}$ में संपर्क बल का मान 0 से F तक रैखिक रूप से बढ़ता है, तत्पश्चात् $\frac{T}{2}$ समय तक नियत रहता है तथा फिर $\frac{T}{4}$ समय में रैखिक रूप से घटकर शून्य हो जाता है, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। F का परिमाण है

(a) $\frac{mu}{T}$

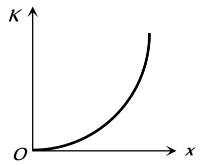
(b) $\frac{2mu}{T}$

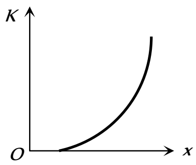
(c) $\frac{4mu}{3T}$

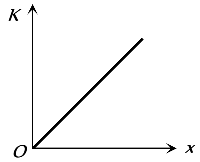
(d) $\frac{3mu}{4T}$

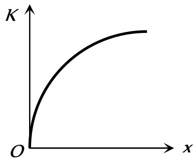


25. एक वस्तु विरामावस्था से नियत त्वरण से गतिशील होती है। इनमें से कौन सा ग्राफ वस्तु की गतिज ऊर्जा K तथा वस्तु द्वारा तय की गई दूरी x के बीच के संबंध को दर्शाता है

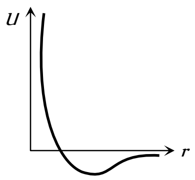
(a)


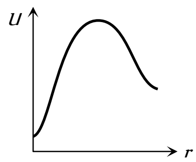
(b)


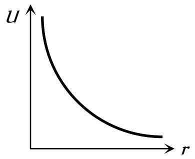
(c)


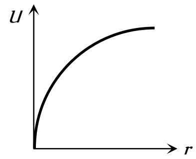
(d)


26. दिए गए चित्रों में कण की स्थितिज ऊर्जा U तथा अंतरपरमण्विक दूरी r के बीच का संबंध दर्शाया गया है। प्राकृतिक अवस्था में स्थायी अणु के लिए कौन सा ग्राफ सबसे सही है

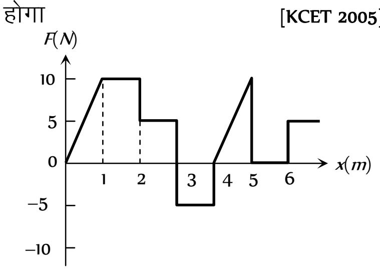
(a)


(b)


(c)


(d)


27. किसी वस्तु पर लग रहे बल F तथा स्थिति x के बीच का संबंध चित्र में प्रदर्शित है। वस्तु को $x = 1\ m$ से $x = 5\ m$ तक विस्थापित करने में किया गया कार्य होगा **[KCET 2005]**



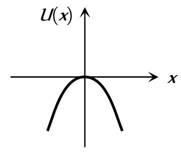
(a) 30 J

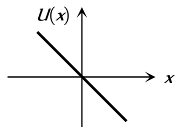
(b) 15 J

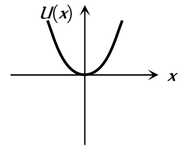
(c) 25 J

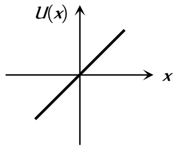
(d) 20 J

28. एक कण मूलबिन्दु पर स्थित है, तथा इस पर एक बल $F = kx$ कार्यरत है (जहाँ k एक धनात्मक नियतांक है) यदि $U(0) = 0$ हो तब $U(x)$ तथा x के बीच का ग्राफ होगा (जहाँ U स्थितिज ऊर्जा फलन है) **[IIT-JEE (Screening) 2004]**

(a)


(b)


(c)


(d)


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 हैं और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है

(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नही देता है

(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है

(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत हैं

(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है

1. प्रक्कथन : एक व्यक्ति अपने सिर पर भार रखकर क्षैतिज सड़क पर गति कर रहा है, वह कोई कार्य नहीं करता।

कारण : यदि बल तथा भार के विस्थापन की दिशा परस्पर लंबवत् हो, तब किया गया कार्य शून्य होता है।

2. प्रक्कथन : किसी वस्तु को एक पूर्ण चक्कर लगाने के लिये किसी बल की आवश्यकता नहीं होती।

कारण : एक पूर्ण चक्कर लगाने में वस्तु पर कोई बल नहीं लगाया जाता है।

3. प्रक्कथन : किसी नतसमतल पर फिसलती हुई वस्तु पर लग रहे घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होता है।

कारण : यदि बल तथा विस्थापन के बीच न्यूनकोण हो या दोनों एक ही दिशा में हों, तब किया गया कार्य शून्य से अधिक होता है।

4. प्रक्कथन : जब किसी गैस में प्रसार होता है, गैस द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होता है।

कारण : गैस के दाब के कारण लगने वाला बल तथा पिस्टन का विस्थापन दोनों एक ही दिशा में होते हैं।

5. प्रक्कथन : किसी हल्की वस्तु तथा भारी वस्तु के संवेग समान हैं, तब उनकी गतिज ऊर्जा का मान भी समान होगा।

कारण : गतिज ऊर्जा वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करती है।

6. प्रक्कथन : किसी कण की तात्क्षणिक शक्ति उस क्षण कण पर लग रहे बल तथा तात्क्षणिक वेग के अदिश गुणनफल के बराबर होती है।

कारण : तात्क्षणिक शक्ति का मात्रक "वाट" है।

7. प्रक्कथन : किसी कण की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन प्रभावी बल द्वारा किए कार्य के बराबर होता है।

कारण : केवल एक कण वाले निकाय में कण की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन किये गए कार्य के तुल्य होता है।

8. प्रक्कथन : जब किसी स्प्रिंग को खींचा अथवा संपीड़ित किया जाता है, दोनों स्थितियों में इसमें स्थितिज ऊर्जा संचित होती है।

कारण : खींचने या संपीड़ित करने की प्रक्रिया में प्रत्यानन बल के विरुद्ध स्प्रिंग पर कार्य किया जाता है।

9. प्रक्कथन : पुच्छल तारे सूर्य के चारों ओर दीर्घवृत्तीय कक्षा में चक्कर लगाते हैं। सूर्य के कारण पुच्छल तारे पर लग रहा गुरुत्वाकर्षण बल पुच्छल तारे के वेग के अभिलंबवत् नहीं होता है, किन्तु गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा पुच्छल तारे को अपनी कक्षा का एक पूर्ण चक्कर लगाने में किया गया कार्य शून्य होता है।

कारण : गुरुत्वाकर्षण बल एक असंरक्षी बल है।

10. प्रक्कथन : अनेक कणों वाले निकाय के कुल संवेग परिवर्तन की दर निकाय के आंतरिक बलों के योग के समानुपाती होती है।

कारण : आंतरिक बल निकाय की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन कर सकते हैं, किन्तु संवेग में नहीं।

11. प्रक्कथन : किसी जल-प्रपात के पाद पर स्थित जल का तापक्रम शीर्ष पर स्थित जल के तापक्रम से हमेशा भिन्न होता है।

कारण : पानी गिरने की प्रक्रिया में शीर्ष पर स्थित जल की स्थितिज ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।

12. प्रक्कथन : 100 किग्रा जल को 10 सैकण्ड में 100 मीटर की ऊँचाई तक उठाने वाले पंप द्वारा प्रयुक्त शक्ति 10 kW है।

कारण : शक्ति का व्यवहारिक मात्रक अश्वशक्ति है।

13. प्रक्कथन : यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण के नियमानुसार स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर तथा विपरीत होता है।

कारण : यांत्रिक ऊर्जा एक संरक्षित राशि नहीं है।

14. प्रक्कथन : जब कोई बल किसी वस्तु की गति को अवमंदित करता है, तो किया गया कार्य शून्य होता है।

कारण : किया गया कार्य बल तथा विस्थापन के बीच के कोण पर निर्भर करता है।

15. प्रक्कथन : दो वस्तुओं के प्रत्यास्थ संघट्ट में, प्रत्येक वस्तु का संवेग तथा ऊर्जा संरक्षित रहती है।

कारण : यदि दो वस्तुऐं संघट्ट के पश्चात् परस्पर जुड़ जाती है, तो ऐसा संघट्ट पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट होता है।

16. प्रक्कथन : एक वस्तु में संवेग के बिना ऊर्जा नहीं हो सकती है, किन्तु ऊर्जा के बिना वस्तु का संवेग हो सकता है।

कारण : संवेग तथा ऊर्जा की विमाऐं समान होती हैं।

17. प्रक्कथन : वृत्तीय गति में उत्पन्न शक्ति हमेशा शून्य होती है।

कारण : वृत्तीय गति में किया गया कार्य शून्य होता है।

18. प्रक्कथन : जब वस्तु के वेग को दोगुना कर दिया जाता है, तो इसकी गतिज ऊर्जा चार गुनी हो जाती है।

कारण : गतिज ऊर्जा वेग के वर्ग के समानुपाती होती है।

19. प्रक्कथन : दो वस्तुओं के बीच तीव्र संघट्ट, धीमे संघट्ट की तुलना में अधिक विध्वंसकारी होता है, चाहे वस्तु के प्रारंभिक तथा अंतिम वेग समान हों।

कारण : बल के अधिक या कम होने का निर्धारण संवेग परिवर्तन की दर द्वारा किया जाता है।

20. प्रक्कथन : वस्तु के एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक गति करने में लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा अथवा गुरुत्वाकर्षण बल के विरुद्ध किया गया कार्य दोनों बिंदुओं के बीच के तय किये गये वास्तविक मार्ग पर निर्भर नहीं करता।

कारण : गुरुत्वाकर्षण बल संरक्षी बल होते हैं।

21. प्रक्कथन : किसी तार से धारा प्रवाहित करने पर तार गर्म हो जाता है।

कारण : जब सेल (बैटरी) द्वारा धारा प्रदान की जाती है, तो सेल की रासायनिक ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा में बदलती है।

22. प्रक्कथन : किसी स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा तथा स्प्रिंग के खिंचाव अथवा संपीडन के बीच खींचा गया ग्राफ एक सीधी रेखा होता है।

कारण : खिंची हुई अथवा संपीडित स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा स्प्रिंग के खिंचाव अथवा संपीडन के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है।

23. प्रक्कथन : भारी जल नाभिकीय रिएक्टरों में मंदक के रूप मे प्रयुक्त होता है।

कारण : जल तीव्र गति के न्यूट्रॉन को ठण्डा करता है।

24. प्रक्कथन : द्रव्यमान तथा ऊर्जा परस्पर अलग-अलग संरक्षित नहीं रहते, बल्कि ये "द्रव्यमान-ऊर्जा" के एक ही निकाय के रूप में संरक्षित रहते हैं।

कारण : द्रव्यमान तथा ऊर्जा का संरक्षण ऊर्जा के आइंस्टीन समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

25. प्रक्कथन : जब दो प्रोटोन परस्पर समीप लाए जाते हैं, निकाय की स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है।

कारण : प्रोटोन पर आवेश $+1.6\times10^{-19}\ C$ होता है।

26. प्रक्कथन : बंदूक तथा उससे निकलने वाली गोली के निकाय के संदर्भ में, बंदूक तथा गोली की गतिज ऊर्जाओं का अनुपात गोली तथा बंदूक के द्रव्यमान के अनुपात के बराबर होता है।

कारण : बंदूक से गोली दागने की प्रक्रिया में संवेग संरक्षित रहता है।

27. प्रक्कथन : किसी मशीनगन की शक्ति प्रति सैकण्ड दागी जाने वाली गोलियों की संख्या तथा गोलियों की गतिज ऊर्जा दोनों के द्वारा ज्ञात की जाती है।

कारण : किसी मशीन की शक्ति मशीन द्वारा प्रति इकाई समय में किए गए कार्य द्वारा दी जाती है।

28. प्रक्कथन : किसी बंद लूप में गति करती हुई वस्तु पर प्रकृति में उपस्थित प्रत्येक बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।
कारण : किया गया कार्य बल की प्रकृति पर निर्भर नहीं करता है।

29. प्रक्कथन : पर्वतीय मार्ग चढ़ाई पर सीधा बहुत ही कम होता है।
कारण : पर्वतों का ढाल काफी अधिक होता है, अतः वाहन के मार्ग पर फिसलने की संभावना अधिक रहती है।

30. प्रक्कथन : नर्म इस्पात पर लगातार हथौड़े मारकर इसे रक्त तप्त किया जा सकता हैं, किंतु कठोर इस्पात नहीं।
कारण : नर्म इस्पात में कठोर इस्पात की तुलना में ऊर्जा स्थानांतरण अधिक होता है।

Answers

नियत बल द्वारा किया गया कार्य

1	b	2	a	3	c	4	d	5	c
6	b	7	b	8	c	9	a	10	d
11	d	12	b	13	d	14	b	15	b
16	b	17	b	18	d	19	d	20	d
21	d	22	d	23	d	24	a	25	c
26	a	27	d	28	b	29	d	30	a
31	b	32	c	33	a	34	b	35	a
36	d	37	a	38	c	39	c	40	a
41	c								

परिवर्ती बल द्वारा किया गया कार्य

1	b	2	c	3	c	4	a	5	a
6	c	7	d	8	d	9	d	10	b
11	b	12	c	13	b	14	c	15	d
16	c	17	a	18	a	19	c	20	b
21	d	22	a	23	a	24	b	25	d
26	d								

ऊर्जा तथा संवेग का संरक्षण

1	c	2	c	3	a	4	a	5	b
6	d	7	c	8	c	9	b	10	d
11	c	12	b	13	c	14	a	15	b
16	c	17	b	18	d	19	b	20	c
21	b	22	c	23	d	24	c	25	a
26	c	27	d	28	d	29	a	30	b
31	d	32	d	33	a	34	d	35	a
36	a	37	b	38	c	39	a	40	c
41	d	42	c	43	b	44	a	45	a
46	b	47	b	48	b	49	d	50	a
51	b	52	a	53	c	54	d	55	d
56	a	57	c	58	b	59	c	60	a
61	b	62	b	63	a	64	c	65	d
66	b	67	d	68	b	69	a	70	c
71	b	72	a	73	c	74	c	75	c
76	a	77	b	78	a	79	a	80	d
81	d	82	b	83	c	84	b	85	c
86	c	87	b	88	c				

शक्ति

1	a	2	d	3	d	4	b	5	c
6	a	7	b	8	d	9	d	10	c
11	c	12	d	13	a	14	a	15	c
16	c	17	b	18	a	19	c	20	c
21	a	22	b	23	a	24	a	25	a
26	a	27	a	28	a	29	a	30	c

प्रत्यास्थ तथा अप्रत्यास्थ संघट्ट

1	a	2	a	3	c	4	a	5	c
6	c	7	b	8	c	9	c	10	d
11	d	12	b	13	d	14	c	15	d
16	a	17	c	18	c	19	d	20	a
21	d	22	d	23	b	24	a	25	c
26	a	27	b	28	d	29	d	30	b
31	b	32	a	33	b	34	a	35	c
36	a	37	c	38	d	39	a	40	b
41	b	42	d	43	d	44	a	45	d
46	a	47	a	48	d	49	c	50	b
51	c	52	d	53	b	54	a	55	b
56	a	57	a	58	a	59	d	60	c
61	a	62	c	63	d	64	a	65	a
66	a	67	a	68	d				

पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट

1	c	2	b	3	c	4	b	5	d
6	b	7	c	8	c	9	c	10	a
11	d	12	b	13	b	14	c	15	c
16	d	17	a	18	b	19	d	20	a
21	b	22	c	23	b	24	c	25	b
26	a	27	b	28	d	29	c	30	d

Critical Thinking Questions

1	c	2	d	3	b	4	b	5	c
6	c	7	a	8	c	9	d	10	b
11	c	12	d	13	c	14	a	15	a
16	c	17	b	18	d	19	c	20	bd

ग्राफीय प्रश्न

1	c	2	a	3	a	4	b	5	c
6	a	7	c	8	d	9	d	10	a
11	a	12	a	13	d	14	b	15	c
16	d	17	a	18	c	19	b	20	c
21	a	22	a	23	a	24	c	25	c
26	a	27	b	28	a				

प्रक्कथन एवं कारण

1	a	2	d	3	e	4	a	5	d
6	b	7	c	8	a	9	c	10	e
11	a	12	b	13	c	14	e	15	d
16	d	17	e	18	a	19	a	20	a
21	c	22	e	23	c	24	a	25	b
26	a	27	a	28	d	29	a	30	a

Answers and Solutions

नियत बल द्वारा किया गया कार्य

1. (b) अभिकेंद्रीय बल द्वारा किया गया कार्य हमेशा शून्य होता है क्योंकि बल तथा तात्कालिक विस्थापन हमेशा लंबवत् होते हैं।

$W = \vec{F}.\vec{s} = Fs\cos\theta = Fs\cos(90°) = 0$

2. (a) कार्य = बल × विस्थापन (लम्बाई)

यदि बल तथा लम्बाई के मात्रक को 4 गुना कर दिया जाये तो ऊर्जा का मात्रक 16 गुना बढ़ जाएगा।

3. (c) क्योंकि इस प्रक्रिया में कोई विस्थापन नहीं होता।

4. (d) रुकने से पूर्व तय की गई दूरी $S \propto u^2$, यदि चाल को दोगुना कर दिया जाये तब दूरी चार गुना अधिक होगी।

5. (c) $W = Fs\cos\theta \Rightarrow \cos\theta = \frac{W}{Fs} = \frac{25}{50} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60°$

6. (b) किया गया कार्य = बल × विस्थापन

= किताब का भार × किताब की अलमारी की ऊँचाई

7. (b) किया गया कार्य समय पर निर्भर नहीं करता।

8. (c) $W = \vec{F}.\vec{s} = (5\hat{i} + 3\hat{j}).(2\hat{i} - \hat{j}) = 10 - 3 = 7\,J$

9. (a) $v = \frac{dx}{dt} = 3 - 8t + 3t^2$

$\therefore\ v_0 = 3\,m/s$ तथा $v_4 = 19\,m/s$

$W = \frac{1}{2}m(v_4^2 - v_0^2)$ (कार्य-ऊर्जा प्रमेय के अनुसार)

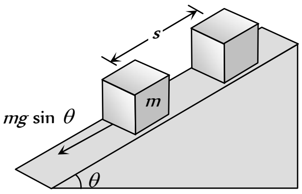
$= \frac{1}{2} \times 0.03 \times (19^2 - 3^2) = 5.28\,J$

10. (d) चूँकि वस्तु बल की दिशा में ही गति करती है, अतः गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा

$W = Fs = mgh = 10 \times 9.8 \times 10 = 980\,J$

11. (d)

12. (b) $W = mg\sin\theta \times s$



$= 2\times 10^3 \times \sin 15° \times 10$

$= 5.17\ kJ$

13. (d) $W = \vec{F}.\vec{s} = (5\hat{i}+6\hat{j}-4\hat{k}).(6\hat{i}+5\hat{k}) = 30-20 = 10$ इकाई

14. (b) $W = Fs = F\times\frac{1}{2}at^2$ $\left[s = ut+\frac{1}{2}at^2 \text{ से}\right]$

$\Rightarrow W = F\left[\frac{1}{2}\left(\frac{F}{m}\right)t^2\right] = \frac{F^2t^2}{2m} = \frac{25\times(1)^2}{2\times 15} = \frac{25}{30} = \frac{5}{6}\ J$

15. (b) वस्तु पर किया गया कार्य = वस्तु द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा

$Fs\cos\theta = 1 \Rightarrow F\cos\theta = \frac{1}{s} = \frac{1}{0.4} = 2.5N$

16. (b) किया गया कार्य $= mgh = 10\times 9.8\times 1 = 98\ J$

17. (b)

18. (d) $s = \frac{t^2}{4}$ $\therefore ds = \frac{t}{2}dt$

$F = ma = \frac{md^2s}{dt^2} = \frac{6d^2}{dt^2}\left[\frac{t^2}{4}\right] = 3N$

अब,

$W = \int_0^2 F\,ds = \int_0^2 3\frac{t}{2}dt = \frac{3}{2}\left[\frac{t^2}{2}\right]_0^2 = \frac{3}{4}[(2)^2-(0)^2] = 3J$

19. (d) वस्तु पर कुल बल $= \sqrt{4^2+3^2} = 5N$

$\therefore a = F/m = 5/10 = 1/2\ m/s^2$

गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(at)^2 = 125\ J$

20. (d) $s = \frac{u^2}{2\mu g} = \frac{10\times 10}{2\times 0.5\times 10} = 10\,m$

21. (d) $W = \vec{F}.\vec{s} = (3\hat{i}+4\hat{j}).(3\hat{i}+4\hat{j}) = 9+16 = 25\ J$

22. (d) कुल द्रव्यमान = (50 + 20) = 70 *kg*

कुल ऊँचाई = 20 × 0.25 = 5*m*

$\therefore$ किया गया कार्य = *mgh* = 70 × 9.8 × 5 = 3430 *J*

23. (d) $W = \vec{F}.\vec{s} = (6\hat{i}+2\hat{j}-3\hat{k}).(2\hat{i}-3\hat{j}+x\hat{k}) = 0$

$12-6-3x = 0 \Rightarrow x = 2$

24. (a) $W = \vec{F}.(\vec{r_2}-\vec{r_1}) = (4\hat{i}+\hat{j}+3\hat{k})(11\hat{i}+11\hat{j}+15\hat{k})$

$W = 44+11+45 = 100$ जूल

25. (c) $W = (3\hat{i}+c\hat{j}+2\hat{k}).(-4\hat{i}+2\hat{j}+3\hat{k}) = 6\ J$

$W = -12+2c+6 = 6 \Rightarrow c = 6$

26. (a) दोनों भागों का संवेग आंकिक रूप से समान होगा तथा हल्के भाग का वेग अधिक होगा।

27. (d) 'वाट' तथा 'अश्वशक्ति' शक्ति के मात्रक हैं।

28. (b) कार्य = बल × विस्थापन

यदि बल तथा विस्थापन दोनों को दुगुना कर दिया जाए तब कार्य चार गुना हो जाता है।

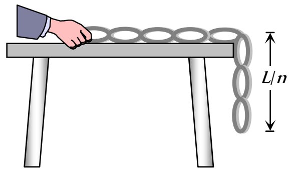
29. (d) $W = FS\cos\theta = 10\times 4\times\cos 60° = 20$ जूल

30. (a) $W = \vec{F}.\vec{s} = (5\hat{i}+4\hat{j}).(6\hat{i}-5\hat{j}+3\hat{k}) = 30-20 = 10\ J$

31. (b) मेज से लटकी हुई चेन की लंबाई का भाग

$= \frac{1}{n} = \frac{60\,cm}{200\,cm} = \frac{3}{10} \Rightarrow n = \frac{10}{3}$

मेज पर रखी चेन को खींचने में किया गया कार्य



$W = \frac{mgL}{2n^2}$

$= \frac{4\times 10\times 2}{2\times(10/3)^2} = 3.6\,J$

32. (c) जब कोई नियत परिमाण का बल जो कि कण के वेग के लम्बवत् है, कण पर कार्य करता है, तो किया गया कार्य शून्य होता है, अतः गतिज ऊर्जा में परिवर्तन भी शून्य होता है।

33. (a) गेंद टकराकर समान चाल से वापस लौटती है, अतः इसकी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन शून्य होगा अर्थात् दीवार पर गेंद द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा।

34. (b) $W = \vec{F}.\vec{r} = (5\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k}).(2\hat{i}-\hat{j}) = 10-3 = 7\ J$

35. (a) वस्तु द्वारा प्राप्त ऊर्जा = वस्तु पर किया गया कार्य

गतिज ऊर्जा $(KE) = \frac{1}{2}mv^2 = Fs$ अर्थात् यह वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करती जबकि वेग द्रव्यमान पर निर्भर करता है।

$v^2 \propto \frac{1}{m}$ [यदि F तथा s नियत रहें]

36. (d) $W = \vec{F}.\vec{s} = (4\hat{i}+5\hat{j}+0\hat{k}).(3\hat{i}+0\hat{j}+6\hat{k}) = 4\times 3$ इकाई

37. (a) चूँकि सतह चिकनी है, अतः घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य शून्य होगा तथा विस्थापन व गुरुत्वीय बल परस्पर लम्बवत् हैं, अतः गुरुत्व के विरुद्ध किया गया कार्य शून्य होगा।

38. (c) ऊर्ध्वाधरतः खींचने में लगने वाला प्रतिरोधी बल = mg

परन्तु नत तल पर कार्यरत प्रतिरोधी बल $mg\sin\theta$ होता है, जो कि mg से कम है।

39. (c) किसी गिरती हुई वस्तु का वेग उसके द्रव्यमान से स्वतंत्र होता है।

40. (a) किया गया कार्य $= \vec{F}.\vec{s}$

$= (6\hat{i}+2\hat{j})\cdot(3\hat{i}-\hat{j}) = 6\times 3-2\times 1 = 18-2 = 16\ J$

41. (c) जब गेंद को किसी मीनार के शीर्ष से छोड़ा जाता है, तब गेंद द्वारा प्रथम, द्वितीय तथा तृतीय सैकण्ड में तय की गई दूरियों का अनुपात है

$h_I : h_{II} : h_{III} = 1:3:5:$ [क्योंकि $h_n \propto (2n-1)$]

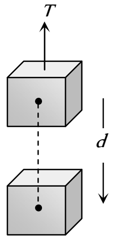
$\therefore$ अतः बल द्वारा किए गए कार्य का अनुपात

$mgh_I : mgh_{II} : mgh_{III}$ = 1 : 3 : 5

परिवर्ती बल द्वारा किया गया कार्य

1. (b) $W \int_0^{x_1} F.dx = \int_0^{x_1} Cx\, dx = C\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{x_1} = \frac{1}{2}Cx_1^2$

2. (c) जब गुटका ऊर्ध्वाधरतः नीचे की ओर $\frac{g}{4}$ त्वरण से गति करता है, तब डोरी में तनाव



$T = M\left(g - \frac{g}{4}\right) = \frac{3}{4}Mg$

डोरी द्वारा किया गया कार्य

= $\vec{F}.\vec{s} = Fs\cos\theta$

= $Td\cos(180°) = -\left(\frac{3Mg}{4}\right)\times d = -3Mg\frac{d}{4}$

3. (c) $W = \frac{F^2}{2k}$

यदि दोनों स्प्रिंगों को समान बल से खींचा जाए तब $W \propto \frac{1}{k}$

चूँकि $k_1 > k_2$ अतः $W_1 < W_2$

अतः दूसरी स्प्रिंग को खींचने में अधिक कार्य किया जाता है।

4. (a) $\Delta P.E. = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2) = \frac{1}{2}\times 10[(0.25)^2 - (0.20)^2]$

$= 5\times 0.45 \times 0.05 = 0.1\, J$

5. (a) $\frac{1}{2}kS^2 = 10\ J$ (प्रश्न में दिया गया है)

$\frac{1}{2}k\left[(2S)^2 - (S)^2\right] = 3\times\frac{1}{2}kS^2 = 3\times 10 = 30\ J$

6. (c) $U = \frac{F^2}{2k} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{k_2}{k_1}$ (यदि बल समान हैं)

$\therefore \frac{U_1}{U_2} = \frac{3000}{1500} = \frac{2}{1}$

7. (d) यहाँ $k = \frac{F}{x} = \frac{10}{1\times 10^{-3}} = 10^4\ N/m$

$W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times 10^4 \times (40\times 10^{-3})^2 = 8\ J$

8. (d) $W = \int_0^5 F dx = \int_0^5 (7 - 2x + 3x^2)\, dx = [7x - x^2 + x^3]_0^5$

= 35 – 25 + 125 = 135 J

9. (d) $S = \frac{t^3}{3} \Rightarrow dS = t^2 dt$

$a = \frac{d^2S}{dt^2} = \frac{d^2}{dt^2}\left[\frac{t^3}{3}\right] = 2t\ m/s^2$

अब, बल द्वारा किया गया कार्य $W = \int_0^2 F.dS = \int_0^2 ma.dS$

$\int_0^2 3\times 2t\times t^2 dt = \int_0^2 6t^3 dt = \frac{3}{2}\left[t^4\right]_0^2 = 24\ J$

10. (b) $W = \frac{1}{2}kx^2$

यदि दोनों तारों को समान दूरी तक खींचा जाता है, तब $W \propto k$. चूँकि $k_2 = 2k_1$ अतः $W_2 = 2W_1$

11. (b) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow x = v\sqrt{\frac{m}{k}} = 10\sqrt{\frac{0.1}{1000}} = 0.1\, m$

12. (c) स्प्रिंग का बल नियतांक

$k = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{1\times 10}{2\times 10^{-2}} \Rightarrow k = 500\ N/m$

लम्बाई में वृद्धि = 60 – 50 = 10 cm

$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}500\,(10\times 10^{-2})^2 = 2.5\ J$

13. (b) $W = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2) = \frac{1}{2}\times 800\times(15^2 - 5^2)\times 10^{-4} = 8\ J$

14. (c) $100 = \frac{1}{2}kx^2$ (दिया है)

$W = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2) = \frac{1}{2}k[(2x)^2 - x^2]$

$= 3\times\left(\frac{1}{2}kx^2\right) = 3\times 100 = 300\ J$

15. (d) $U = \frac{1}{2}kx^2$, यदि x का मान 5 गुना बढ़ता है, तब ऊर्जा का मान 25 गुना बढ़ जाएगा अर्थात् $4\times 25 = 100\ J$

16. (c) $W = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2) = \frac{1}{2}\times 5\times 10^3(10^2 - 5^2)\times 10^{-4} = 18.75\ J$

17. (a) द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा स्प्रिंग में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाती है।

$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{mv^2}{k}} = \sqrt{\frac{0.5\times(1.5)^2}{50}} = 0.15\, m$

18. (a) यह स्थिति सरल आवर्त गति के लिए लागू होती है। जब कण अपनी माध्य स्थिति से उच्चतम स्थिति में आता है, तब इसकी स्थितिज ऊर्जा समीकरण $U = \frac{1}{2}kx^2$ के अनुसार बढ़ती है, तथा उसी के अनुसार गतिज ऊर्जा घटती है।

19. (c) स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2}kx^2$

$\therefore U \propto x^2$ [यदि k = नियत है]

यदि लम्बाई का प्रसार 4 गुना कर दिया जाये तो स्थितिज ऊर्जा 16 गुनी हो जायेगी।

20. (b)

21. (d) $U \propto x^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2 = \left(\frac{0.1}{0.02}\right)^2 = 25 \therefore U_2 = 25U$

22. (a) यदि स्प्रिंग में उत्पन्न खिंचाव x है, तब

$F = kx \Rightarrow x = \frac{F}{k} = \frac{mg}{k} = \frac{20\times 9.8}{4000} = 4.9\, cm$

23. (a) $U = \frac{F^2}{2k} = \frac{T^2}{2k}$

24. (b) $U = A - Bx^2 \Rightarrow F = -\frac{dU}{dx} = 2Bx \Rightarrow F \propto x$

25. (d) स्थायी संतुलन के लिये आवश्यक शर्त है $F = -\frac{dU}{dx} = 0$

$\Rightarrow -\frac{d}{dx}\left[\frac{a}{x^{12}} - \frac{b}{x^6}\right] = 0 \Rightarrow -12ax^{-13} + 6bx^{-7} = 0$

$\Rightarrow \frac{12a}{x^{13}} = \frac{6b}{x^7} \Rightarrow \frac{2a}{b} = x^6 \Rightarrow x = \sqrt[6]{\frac{2a}{b}}$

26. (d) घर्षण एक असंरक्षी बल है।

ऊर्जा तथा संवेग का संरक्षण

1. (c) $P = \sqrt{2mE}$ $\therefore P \propto \sqrt{m}$ (यदि E = नियत) $\therefore \frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

2. (c) बक्से को उठाने में किया गया कार्य

= (बक्से का भार) × (बक्से द्वारा प्राप्त ऊँचाई)

3. (a) $E = \frac{P^2}{2m}$ यदि P = नियतांक तब $E \propto \frac{1}{m}$

4. (a) विराम स्थिति में वस्तु में स्थितिज ऊर्जा हो सकती है।

5. (b) सापेक्षता के सिद्वान्त के अनुसार।

6. (d) $E = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow E \propto P^2$

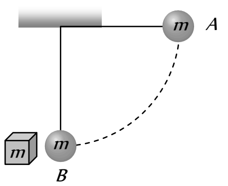
अतः यदि P को n गुना बढ़ा दिया जाता है, तब E का मान n गुना बढ़ जाएगा।

7. (c)

8. (c) बिन्दु A पर गोलक की स्थितिज ऊर्जा = mgl

यही स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होगी

$\therefore$ बिन्दु B पर गोलक की गतिज ऊर्जा = mgl



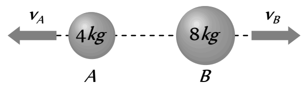
अब चूँकि समान द्रव्यमान के गुटके तथा गोलक के बीच प्रत्यास्थ संघट्ट होता है, अतः संघट्ट के पश्चात् गोलक विरामावस्था में आ जाएगा तथा उसकी कुल गतिज ऊर्जा गुटके में संचरित हो जाएगी। अतः गुटके की गतिज ऊर्जा = mgl

9. (b) संवेग संरक्षण के सिद्धान्त से,

टैंक का संवेग = गोले का संवेग

$125000 \times v_{टैंक} = 25 \times 1000 \Rightarrow v_{टैंक}$ 0.2 $ft/sec.$

10. (d) चूँकि बम का प्रारंभिक संवेग शून्य है, अतः विस्फोट के पश्चात् दोनों भागों के संवेग आंकिक रूप से समान होने चाहिये।



अतः $m_A v_A = m_B v_B \Rightarrow 4 \times v_A = 8 \times 6 \Rightarrow v_A = 12\ m/s$

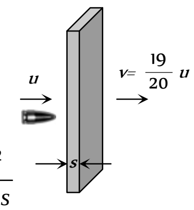
दूसरे द्रव्यमान A की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2} m_A v_A^2$

= $\frac{1}{2} \times 4 \times (12)^2$ = 288 J

11. (c) माना कि एक गुटके की मोटाई s है।

यदि गोली गुटके में u वेग से प्रवेश करती है तथा v वेग से निकलती है, तब

$v = \left(u - \frac{u}{20}\right) = \frac{19}{20}u$



समीकरण $v^2 = u^2 - 2as$ से

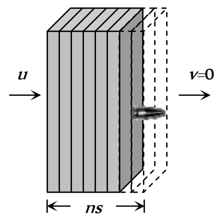
$\Rightarrow \left(\frac{19}{20}u\right)^2 = u^2 - 2as \Rightarrow \frac{400}{39} = \frac{u^2}{2as}$

गोली को ठीक रोकने के लिए यदि ऐसे n गुटके व्यवस्थित किए जाऐं तो $v^2 = u^2 - 2as$ से,

$0 = u^2 - 2ans$

$\Rightarrow n = \frac{u^2}{2as} = \frac{400}{39}$

$\Rightarrow n = 10.25$



चूँकि गुटके 10 से अधिक हैं अतः n = 11

12. (b) माना h वह ऊँचाई हैं, जिस पर वस्तु की गतिज ऊर्जा अपने वास्तविक मान की आधी हो जाती है, अर्थात् इसकी आधी गतिज ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा में बदल जाती है।

$\therefore mgh = \frac{490}{2} \Rightarrow 2 \times 9.8 \times h = \frac{490}{2} \Rightarrow h = 12.5m.$

13. (c) $P = \sqrt{2mE}$, यदि E समान हो तब $P \propto \sqrt{m}$

$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$

14. (a) माना कि प्रारंभिक गतिज ऊर्जा $E_1 = E$

अंतिम गतिज ऊर्जा, $E_2 = E + E$ का 300% = $4E$

चूँकि $P \propto \sqrt{E} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} = \sqrt{\frac{4E}{E}} = 2 \Rightarrow P_2 = 2P_1$

$\Rightarrow P_2 = P_1 + P_1$ का 100%

अर्थात् संवेग 100% से बढ़ जायेगा।

15. (b) $P = \sqrt{2mE}$ यदि E समान है तब $P \propto \sqrt{m}$

अतः भारी वस्तु का संवेग अधिक होगा।

16. (c) माना $P_1 = P$, $P_2 = P_1 + P_1$ का 50% = $P_1 + \frac{P_1}{2} = \frac{3P_1}{2}$

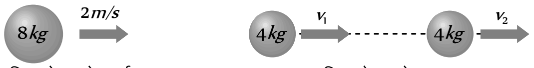
$E \propto P^2 \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 = \left(\frac{3P_1/2}{P_1}\right)^2 = \frac{9}{4}$

$\Rightarrow E_2 = 2.25E = E_1 + 1.25E_1$

$\therefore E_2 = E_1 + E_1$ का 125%

अतः गतिज ऊर्जा 125% बढ़ जाएगी।

17. (b)



विस्फोट से पूर्व — विस्फोट के पश्चात्

चूँकि वस्तु आंतरिक विस्फोट के कारण दो समान भागों में विभक्त होती है, अतः निकाय का संवेग संरक्षित रहेगा। अर्थात्

$8 \times 2 = 4v_1 + 4v_2 \Rightarrow v_1 + v_2 = 4$ ...(i)

ऊर्जा संरक्षण के नियम से,

प्रारंभिक गतिज ऊर्जा + विस्फोट की प्रक्रिया में मुक्त ऊर्जा = निकाय की अंतिम गतिज ऊर्जा

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 8 \times (2)^2 + 16 = \frac{1}{2} 4v_1^2 + \frac{1}{2} 4v_2^2$

$\Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 16$ ...(ii)

समी. (i) तथा समी. (ii) को हल करने पर $v_1 = 4$ तथा $v_2 = 0$

अर्थात् एक भाग विरामावस्था में आ जाएगा तथा दूसरा भाग मूल वस्तु की दिशा में गति करेगा।

18. (d) $P = \sqrt{2mE} \Rightarrow P \propto \sqrt{E}$, अर्थात् यदि कण की गतिज ऊर्जा दुगुनी कर दी जाए तब इसका संवेग $\sqrt{2}$ गुना हो जाएगा।

19. (b) स्थितिज ऊर्जा = mgh

स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होगी जब h अधिकतम है।

20. (c) यदि कण को ऊर्ध्वाधरतः ऊपर की ओर 2 मी/सै के वेग से प्रक्षेपित किया जाता है, तब यह उसी वेग से वापस लौटता है।

अतः इसकी गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (2)^2 = 4\ J$

21. (b)

22. (c) $E = \frac{P^2}{2m}$, यदि वस्तुओं के रेखीय संवेग समान हैं, तब

$E \propto \frac{1}{m}$ अतः $\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2}{m_1}$

23. (d) $s \propto u^2$, अर्थात् यदि चाल दुगुनी कर दी जाती है, तो रुकने से पूर्व वस्तु द्वारा तय की गई दूरी चार गुना हो जाती है अर्थात् $8 \times 4 = 32m$

24. (c) $s \propto u^2$ अर्थात् यदि चाल तीन गुनी हो जाए, तो रुकने से पूर्व वस्तु द्वारा तय की जाने वाली दूरी नौ गुना हो जाती है।

25. (a) $P = \sqrt{2mE}\ \therefore P \propto \sqrt{E}$

P में प्रतिशत वृद्धि $= \frac{1}{2}$ (E में प्रतिशत वृद्धि)

$= \frac{1}{2}(0.1\%) = 0.05\%$

26. (c) गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \text{K.E.} \propto v$

यदि वेग को दुगुना कर दिया जाए तो गतिज ऊर्जा चार गुनी हो जाएगी।

27. (d) $P = \sqrt{2mE} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ (यदि E = नियत है)

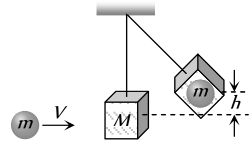
$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{3}{1}}$

28. (d) स्प्रिंग को संपीडित करने अथवा खींचने में प्रत्यानन बल के विरुद्ध कार्य किया जाता है।

गुरुत्व के विरुद्ध वस्तु की गति के लिए गुरुत्वाकर्षण बल के विरुद्ध कार्य किया जाता है।

इसका अर्थ है कि तीनों स्थितियों में निकाय की स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है। परंतु जब बुलबुला उत्प्लावन बल की दिशा में ऊपर उठता है तो निकाय द्वारा कार्य किया जाता है। अतः निकाय की स्थितिज ऊर्जा घटती है।

29. (a)



रेखीय संवेग संरक्षण के सिद्धान्त से,

गोले का प्रांरभिक संवेग = निकाय का अंतिम संवेग

$mV = (m+M)v_{\text{निकाय}}$ ...(i)

यदि निकाय h ऊँचाई तक उठता है, तब ऊर्जा संरक्षण के सिद्धांत से

$\frac{1}{2}(m+M)v_{\text{निकाय}}^2 = (m+M)gh$ ...(ii)

$\Rightarrow v_{\text{निकाय}} = \sqrt{2gh}$

यह मान समीकरण (i) में रखने पर

$V = \left(\frac{m+M}{m}\right)\sqrt{2gh}$

30. (b) $E = \frac{P^2}{2m}$ यदि संवेग समान है तब $E \propto \frac{1}{m}$

$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{2m}{m} = \frac{2}{1}$

31. (d) $P = \sqrt{2mE}$ यदि गतिज ऊर्जा समान है, तब $P \propto \sqrt{m}$

अर्थात् भारी वस्तु का संवेग अधिक होता है।

$M_1 < M_2$ अतः $M_1V_1 < M_2V_2$

32. (d) ऊर्ध्वाधर लूपिंग के लिए शर्त है, $h = \frac{5}{2}r = 5cm\ \ \therefore r = 2\ cm$

33. (a) निकाय की अधिकतम गतिज ऊर्जा = निकाय की अधिकतम स्थितिज ऊर्जा

$\frac{1}{2}kx^2 = = \frac{1}{2} \times (16) \times (5 \times 10^{-2})^2 = 2 \times 10^{-2}\ J$

34. (d) $E = \frac{p^2}{2m}\ \therefore m \propto \frac{1}{E}$ (यदि संवेग नियत है)

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{4}$

35. (a) $P = \sqrt{2mE}\ \therefore P \propto \sqrt{E}$ अर्थात् यदि गतिज ऊर्जा चार गुनी हो जाती है तब नया संवेग दुगुना हो जाएगा।

36. (a) $E = \frac{P^2}{2m}$. यदि P = नियत तब $E \propto \frac{1}{m}$

अर्थात् भारी वस्तु की गतिज ऊर्जा कम होगी। चूँकि बंदूक का द्रव्यमान गोली से अधिक होता है, अतः इसकी गतिज ऊर्जा गोली से कम होती है।

37. (b) जल की स्थितिज ऊर्जा = टर्बाइन की गतिज ऊर्जा

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times 9.8\times 19.6} = 19.6\, m/s$$

38. (c) $p = \sqrt{2mE}$ $\therefore$ $\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}\frac{E_1}{E_2}} = \sqrt{\frac{2}{1}\times\frac{8}{1}} = \frac{4}{1}$

39. (a) माना कि 12 किग्रा का बम दो द्रव्यमानों m_1 तथा m_2 में विभक्त हो जाता है, तब $m_1 + m_2 = 12$ ...(i)

तथा $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$ ...(ii)

हल करने पर $m_1 = 3kg$ तथा $m_2 = 9kg$

छोटे भाग की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = 216\, J$

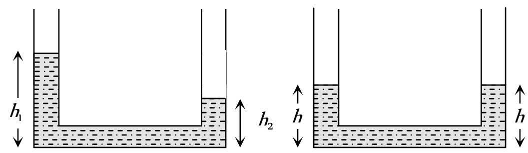
$\therefore$ $v_1^2 = \frac{216\times 2}{3} \Rightarrow v_1 = 12 m/s$

अतः इसका संवेग = $m_1v_1 = 3\times 12 = 36$ kg-m/s

चूँकि दोनों भागों का संवेग समान होगा, अतः प्रत्येक भाग का संवेग 36 kg-m/s है।

40. (c) $P = \sqrt{2mE}$, यदि E नियत रहे तब $\frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{4}{1}} = 2$

41. (d)



यदि दो बर्तनों को जोड़ने पर दोनों की उभयनिष्ठ ऊँचाई h है, तो द्रव्यमान संरक्षण के नियमानुसार

$$\rho A_1h_1 + \rho A_2h_2 = \rho h(A_1 + A_2)$$

$h = (h_1 + h_2)/2$ $\quad$ [$A_1 = A_2 = A$ दिया है]

चूँकि (h/2) तथा (h/2) दोनों बर्तनों के गुरुत्व केंद्रों की प्रारंभिक ऊँचाईयाँ हैं, तब निकाय की प्रारंभिक स्थितिज ऊर्जा

$$U_i = (h_1A\rho)g\frac{h_1}{2} + (h_2A\rho)\frac{h_2}{2} = \rho gA\frac{(h_1^2 + h_2^2)}{2} \quad ...(i)$$

जब बर्तनों को परस्पर जोड़ा जाता है, तब प्रत्येक बर्तन में द्रव का गुरुत्व केन्द्र h/2 अर्थात् ($\frac{(h_1 + h_2)}{4}$ [$h = (h_1 + h_2)/2$] पर होगा

निकाय की अंतिम गतिज ऊर्जा

$$U_F = \left[\frac{(h_1 + h_2)}{2}A\rho\right]g\left(\frac{h_1 + h_2}{4}\right)$$

$$= A\rho g\left[\frac{(h_1 + h_2)^2}{4}\right] \quad ...(ii)$$

गुरुत्व द्वारा किया गया कार्य

$$W = U_i - U_f = \frac{1}{4}\rho gA[2(h_1^2 + h_2^2) - (h_1 + h_2)^2]$$

$$= \frac{1}{4}\rho gA(h_1 \sim h_2)^2$$

42. (c) $P = \sqrt{2mE}$, यदि m नियत रहे तो

$$\frac{P_2}{P_1} = \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} = \sqrt{\frac{1.22E}{E}} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \sqrt{1.22} = 1.1$$

$\Rightarrow P_2 = 1.1P_1 \Rightarrow P_2 = P_1 + 0.1P_1 = P_1 + P_1$ का 10%

अतः संवेग 10% बढ़ जाता है।

43. (b) $\Delta U = mgh = 0.2\times 10\times 200 = 400\, J$

$\therefore$ गतिज ऊर्जा में वृद्धि = स्थितिज ऊर्जा में कमी = 400 J

44. (a) $E = \frac{P^2}{2m}$ यदि m नियत रहे तब $E \propto P^2$

$$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 = \left(\frac{1.2P}{P}\right)^2 = 1.44$$

$\Rightarrow$ $E_2 = 1.44E_1 = E_1 + 0.44E_1 = E_1 + E_1$ का 44%

अर्थात् गतिज ऊर्जा 44% बढ़ जाती है।

45. (a) $E = \frac{P^2}{2m} = \frac{(2)^2}{2\times 2} = 1J$

46. (b) $\Delta U = mgh = 20\times 9.8\times 0.5 = 98\, J$

47. (b) $E = \frac{P^2}{2m} = \frac{(10)^2}{2\times 1} = 50\, J$

48. (b) क्योंकि 50% गतिज ऊर्जा का ह्रास होने से इसकी स्थितिज ऊर्जा भी प्रभावित होती है, जिसके कारण गेंद प्रारंभिक ऊँचाई की आधी ऊँचाई तक ही वापस उठती है।

49. (d) यदि वायु प्रतिरोध नगण्य है, तब अधिकतम ऊँचाई

$$H = \frac{u^2}{2g} = \frac{14\times 14}{2\times 9.8} = 10\, m$$

परंतु वायु प्रतिरोध होने पर गेंद केवल 8 मी. की ऊँचाई तक ही पहुँचती है। अतः ऊर्जा में हानि

$$= mg(10 - 8) = 0.5\times 9.8\times 2 = 9.8\, J$$

50. (a) $1\, kcal = 10^3$ कैलोरी $= 4200\, J = \frac{4200}{3.6\times 10^6} kWh$

$$\therefore\ 700\, kcal = \frac{700\times 4200}{3.6\times 10^6} kWh = 0.81\, kWh$$

51. (b) $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times 9.8\times 0.1} = \sqrt{1.96} = 1.4\, m/s$

52. (a)

53. (c) माना m = लड़के का द्रव्यमान, M = व्यक्ति का द्रव्यमान

v = लड़के का वेग, V = व्यक्ति का वेग

$$\frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{2}mv^2\right] \quad .....(i)$$

$$\frac{1}{2}M(V+1)^2 = 1\left[\frac{1}{2}mv^2\right] \quad .....(ii)$$

$m = \frac{M}{2}$ रखने पर तथा हल करने पर $V = \frac{1}{\sqrt{2} - 1}$

54. (d) $P=\sqrt{2mE} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\sqrt{\frac{4}{9}}=\frac{2}{3}$

55. (d) $E=\frac{P^2}{2m} \Rightarrow E_2=E_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2=E_1\left(\frac{2P}{P}\right)^2$

$\Rightarrow E_2=4E=E+3E=E+E$ का 300%

56. (a) प्रथम स्थिति में

प्रारंभिक वेग = u, अंतिम वेग = $u/2$, $s=3\ cm$

$v^2=u^2-2as$ से $\Rightarrow \left(\frac{u}{2}\right)^2=u^2-2as \Rightarrow a=\frac{3u^2}{8s}$

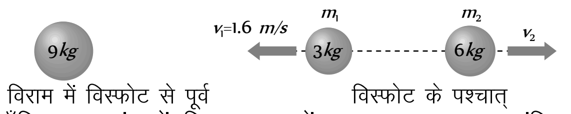
द्वितीय स्थिति में

प्रारंभिक वेग = $u/2$, अंतिम वेग = 0

$v^2=u^2-2ax \Rightarrow 0=\frac{u^2}{4}-2ax$

$\therefore\ x=\frac{u^2}{4\times 2a}=\frac{u^2\times 8s}{4\times 2\times 3u^2}=s/3=1\,cm$

57. (c)



चूँकि बम प्रारंभ में विरामावस्था में था, अतः बम का प्रारंभिक संवेग = 0

निकाय का अंतिम संवेग = $m_1v_1+m_2v_2$

चूँकि निकाय पर कोई बाह्य बल नहीं है,

$\therefore\ m_1v_1+m_2v_2=0 \Rightarrow 3\times 1.6+6\times v_2=0$

6 किग्रा द्रव्यमान का वेग $v_2=0.8\,m/s$ (आंकिक रूप से)

इसकी गतिज ऊर्जा $=\frac{1}{2}m_2v_2^2=\frac{1}{2}\times 6\times(0.8)^2=1.92\ J$

58. (b) $P=\sqrt{2mE}$, $P\propto\sqrt{m}\ \therefore\ \frac{P_1}{P_2}=\sqrt{\frac{1}{16}}=\frac{1}{4}$

59. (c) वस्तु की स्थितिज ऊर्जा = 12 J का 75%

$mgh=9\ J \Rightarrow h=\frac{9}{1\times 10}=0.9m$

जब इस द्रव्यमान को गिराया जाता है, तब इसके द्वारा प्राप्त वेग $v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\times 10\times 0.9}=\sqrt{18}\ m/s$

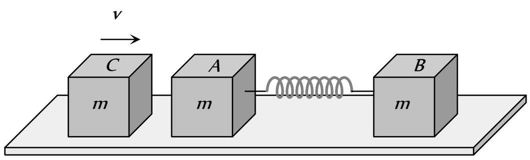
60. (a)

61. (b) गतिज ऊर्जा $E=\frac{P^2}{2m}=\frac{(Ft)^2}{2m}=\frac{F^2t^2}{2m}$ [चूँकि $P=Ft$]

62. (b) स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}Kx^2$

$\Rightarrow PE\propto x^2 \Rightarrow PE\propto a^2$

63. (a)



निकाय का प्रारंभिक संवेग (गुटके C के लिए) = mv

A से टकराने के बाद गुटका C स्थिर हो जाता है तथा A व B, V वेग से गति करते हैं। जब स्प्रिंग का संपीडन अधिकतम होता है,

रेखीय संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$mv=(m+m)\ V \Rightarrow V=\frac{v}{2}$

ऊर्जा संरक्षण के नियम से

गुटके C की गतिज ऊर्जा = निकाय की गतिज ऊर्जा + निकाय की स्थितिज ऊर्जा

$\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}(2m)V^2+\frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}(2m)\left(\frac{v}{2}\right)^2+\frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow kx^2=\frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow x=v\sqrt{\frac{m}{2k}}$

64. (c) $P=\sqrt{2mE} \Rightarrow P\propto\sqrt{m} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}=\sqrt{\frac{m}{4m}}=\frac{1}{2}$

65. (d) $E=\frac{P^2}{2m} \Rightarrow E\propto\frac{1}{m} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2}=\frac{m_2}{m_1}$

66. (b) $E=\frac{P^2}{2m}=\frac{4}{2\times 3}=\frac{2}{3}J$

67. (d) दोनों टुकड़ों का रेखीय संवेग समान होगा

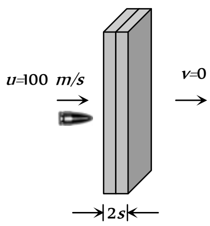
$m_1v_1=m_2v_2 \Rightarrow 1\times 80=2\times v_2 \Rightarrow v_2=40\ m/s$

$\therefore$ निकाय की कुल ऊर्जा $=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$

$=\frac{1}{2}\times 1\times(80)^2+\frac{1}{2}\times 2\times(40)^2$

= 4800 J = 4.8 kJ

68. (b)



माना कि प्रत्येक गुटके की मोटाई s है। यदि गोली की प्रारंभिक चाल 100 मी/से है, तब यह $2s$ दूरी तय करने के पश्चात् रुकती है।

समीकरण $v^2=u^2-2as$ से $\Rightarrow 0=u^2-2as$

$s=\frac{u^2}{2a}$ $s\propto u^2$ [यदि मंदन नियत रूप से होता है]

अब यदि गोली की चाल को दुगुना कर दिया जाए, तो गोली विराम स्थिति में आने से पूर्व चार गुना दूरी तय करेगी

अर्थात् $s_2=4(s_1)=4(2s) \Rightarrow s_2=8s$

अतः आवश्यक गुटकों की संख्या = 8

69. (a) $E = \frac{P^2}{2m}$ यदि P = नियत, तब $E \propto \frac{1}{m}$

प्रश्नानुसार $m_1 > m_2 \;\therefore\; E_1 < E_2$

70. (c) गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$, चूँकि दोनों गेंदें समान ऊँचाई से गिरती हैं, अतः उनके वेग समान होंगे

परंतु $KE \propto m$ (यदि v नियत है)

$\Rightarrow \frac{(KE)_1}{(KE)_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

71. (b) $E = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow E \propto \frac{1}{m}$ (यदि P नियत है)

अर्थात् हल्के कण की गतिज ऊर्जा अधिकतम होगी तथा दिए गए विकल्पों में इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान न्यूनतम है।

72. (a) $P = E \Rightarrow mv = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = 2\,m/s$

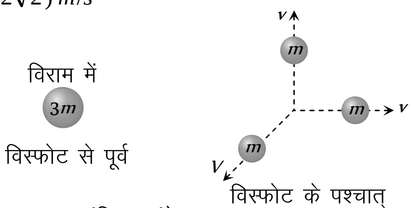
73. (c) प्रारंभिक गतिज ऊर्जा $E = \frac{1}{2}mv^2$ ...(i)

अंतिम गतिज ऊर्जा $2E = \frac{1}{2}m(v+2)^2$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को हल करने पर हमें प्राप्त होता है

$v = (2 + 2\sqrt{2})\,m/s$

74. (c)



$3m$ द्रव्यमान का प्रारंभिक संवेग = 0 ...(i)

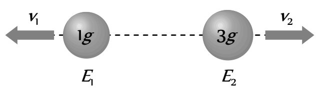
विस्फोट के कारण यह द्रव्यमान तीन समान टुकड़ों में टूट जाता है।

निकाय का अंतिम संवेग = $m\vec{V} + mv\hat{i} + mv\hat{j}$ ...(ii)

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से

$m\vec{V} + mv\hat{i} + mv\hat{j} = 0 \Rightarrow \vec{V} = -v(\hat{i} + \hat{j})$

75. (c)



चूँकि दोनों टुकड़ों के संवेग समान हैं, अतः $\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{3}{1}$

अर्थात् $E_1 = 3E_2$ ...(i)

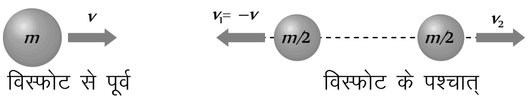
प्रश्नानुसार $E_1 + E_2 = 6.4 \times 10^4\,J$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) को हल करने पर

$E_1 = 4.8 \times 10^4\,J$ तथा $E_2 = 1.6 \times 10^4\,J$

76. (a)

77. (b)



माना कि वस्तु का प्रारंभिक द्रव्यमान = m

प्रारंभिक रेखिक संवेग = mv ...(i)

जब वस्तु दो समान द्रव्यमानों में विभक्त हो जाती है, तथा एक भाग उसी वेग से तथा उसी मार्ग से वापस लौट आता है, तब

$\therefore$ अंतिम रेखीय संवेग = $\frac{m}{2}(-v) + \frac{m}{2}(v_2)$ ...(ii)

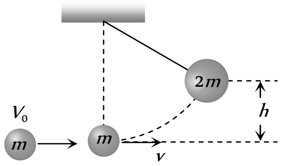
रेखीय संवेग संरक्षण के अनुसार

$\Rightarrow mv = \frac{-mv}{2} + \frac{mv_2}{2} \Rightarrow v_2 = 3v$

अर्थात् दूसरा भाग $3v$ वेग से अग्र दिशा में गति करता है।

78. (a)

79. (a)



कण का प्रारम्भिक संवेग = mV_0

निकाय (कण + लोलक) का अंतिम संवेग = $2mv$

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से

$\Rightarrow mV_0 = 2mv \Rightarrow$ निकाय का प्रारंभिक वेग $v = \frac{V_0}{2}$

$\therefore$ निकाय की प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}(2m)v^2$

$= \frac{1}{2}(2m)\left(\frac{V_0}{2}\right)^2$

यदि निकाय h ऊँचाई तक ऊपर उठता है तब

P.E. = $2mgh$

ऊर्जा संरक्षण के नियम से

$\frac{1}{2}(2m)\left(\frac{V_0}{2}\right)^2 = 2mgh \Rightarrow h = \frac{V_0^2}{8g}$

80. (d) $\frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{1}{3}$

81. (d) संवेग में परिवर्तन = बल × समय

$P_2 - P_1 = F \times t = 0.2 \times 10 = 2$

$\Rightarrow P_2 = 2 + P_1 = 2 + 10 = 12\,kg\text{-}m/s$

गतिज ऊर्जा में वृद्धि = $\frac{1}{2m}(P_2^2 - P_1^2)$

$= \frac{1}{2 \times 5}\left[(12)^2 - (10)^2\right] = \frac{44}{10} = 4.4\,J$

82. (b) $E \propto P^2$ (यदि m = नियत)

E में प्रतिशत वृद्धि = 2 (P में प्रतिशत वृद्धि)

= 2 × 0.01%=0.02%

83. (c) 1 $amu = 1.66 \times 10^{-27}\,kg$

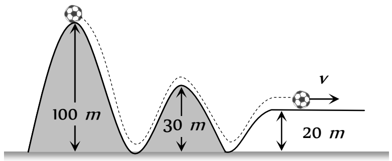
$E = mc^2 = 1.66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 1.5 \times 10^{-10}\,J$

84. (b) गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन

= संपीडित स्प्रिंग में संचित प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा

$\Rightarrow mg(h + x) = \frac{1}{2}kx^2$

85. (c)



गेंद 100 मी ऊँची पहाड़ी के शीर्ष से फिसलना शुरू करती है तथा अंत में तल से 20 मीटर की ऊँचाई पर स्थित क्षैतिज आधार तक फिसलती है, अतः ऊर्जा संरक्षण के सिद्धांत से

$mg\,(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2\times 10\times(100-20)} = 40\ m/s$

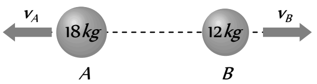
86. (c) जब M द्रव्यमान का गुटका स्प्रिंग से टकराता है, तो इसकी गतिज ऊर्जा स्प्रिंग की प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।

ऊर्जा संरक्षण के सिद्धांत से, $\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}KL^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{K}{M}}L$

जहाँ v गुटके का वह वेग है, जिस वेग से यह स्प्रिंग से टकराता है, अतः इसका अधिकतम संवेग

$P = Mv = M\sqrt{\frac{K}{M}}L = \sqrt{MK}\,L$, संघट्ट के पश्चात् गुटका इसी रेखीय संवेग से वापस लौटता है।

87. (b)



रेखीय संवेग संरक्षण के नियम से

$m_A v_A = m_B v_B = 18\times 6 = 12\times v_B \Rightarrow v_B = 9\ m/s$

12 किग्रा द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा, $E_B = \frac{1}{2}m_B v_B^2$

$= \frac{1}{2}\times 12\times(9)^2 = 486\ J$

88. (c) बल = संवेग परिवर्तन की दर

प्रारंभिक संवेग $\vec{P}_1 = mv\sin\theta\,\hat{i} + mv\cos\theta\,\hat{j}$

अंतिम संवेग $\vec{P}_2 = -mv\sin\theta\,\hat{i} + mv\cos\theta\,\hat{j}$

$\therefore\ \vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \frac{-2mv\sin\theta}{2\times 10^{-3}}$

$m = 0.1$ किग्रा, $v = 5$ मी/सै, $\theta = 60^\circ$ प्रतिस्थापित करने पर,

गेंद पर बल $\vec{F} = -250\sqrt{3}\,N$

ऋणात्मक चिन्ह बल की दिशा को प्रदर्शित करता है।

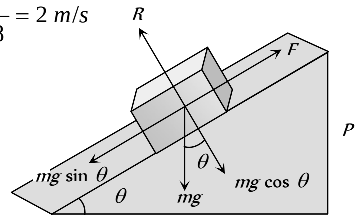
शक्ति

1. (a)

2. (d) $P = \vec{F}.\vec{v} = ma\times at = ma^2 t$ [चूँकि $u = 0$]

$= m\left(\frac{v_1}{t_1}\right)^2 t = \frac{mv_1^2 t}{t_1^2}$ [चूँकि $a = v_1/t_1$]

3. (d) $v = 7.2\frac{km}{h} = 7.2\times\frac{5}{18} = 2\ m/s$



दिया है, ढाल 1/20

$\therefore\ \sin\theta = \frac{1}{20}$

जब व्यक्ति तथा साइकिल पहाड़ी पर ऊपर की ओर गति करना प्रारंभ करते हैं, तब भार का घटक जो कि गति का विरोध करता है, $F = mg\sin\theta$

अतः व्यक्ति की शक्ति $P = F\times v = mg\sin\theta\times v$

$= 100\times 9.8\times\left(\frac{1}{20}\right)\times 2 = 98\ Watt$

4. (b) यदि 12 HP की किसी मोटर से 8 घण्टे/प्रतिदिन की दर से 10 दिन तक कार्य लिया जाता है,

तब प्रयुक्त ऊर्जा = शक्ति× समय

$= 12\times 746\frac{J}{sec}\times(80\times 60\times 60)\,sec$

$= 12\times 746\times 80\times 60\times 60\ J = 2.5\times 10^9\ J$

ऊर्जा की दर = $50\frac{\text{पैसा}}{\text{किलोवाट घण्टा}}$

अर्थात् $3.6\times 10^6\ J$ ऊर्जा की कीमत 0.5 रूपए

अतः $2.5\times 10^9\ J$ ऊर्जा की कीमत

$= \frac{2.5\times 10^9}{2\times 3.6\times 10^6} = 358\ Rs$

5. (c) $P = Fv = 500\times 3 = 1500\ W = 1.5\ kW$

6. (a) $P = Fv = F\times\frac{s}{t} = 40\times\frac{30}{60} = 20W$

7. (b) $P = Fv = 4500\times 2 = 9000\ W = 9\ kW$

8. (d) $P = \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{स्वयं}} = \frac{mgh}{t} = \frac{300\times 9.8\times 2}{3} = 1960\ W$

9. (d) $P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow m = \frac{p\times t}{gh} = \frac{2\times 10^3\times 60}{10\times 10} = 1200\ kg$

चूँकि आयतन = $\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{घनत्व}} \Rightarrow v = \frac{1200\,kg}{10^3\,kg/m^3} = 1.2m^3$

आयतन = $1.2m^3 = 1.2\times 10^3$ लीटर $= 1200$ लीटर

10. (c) $P = \frac{mgh}{t} = 10\times 10^3 \Rightarrow t = \frac{200\times 40\times 10}{10\times 10^3} = 8\sec$

11. (c) नियत वेग से गति करने के लिए आवश्यक बल F

$\therefore$ शक्ति = Fv

यह बल m द्रव्यमान की वस्तु में त्वरण a उत्पन्न करता है, तथा यह प्रतिरोधी बल R के विरुद्ध लगता है।

$\therefore$ शक्ति = $(R + ma)v$

12. (d) $P = \frac{mgh}{t} = \frac{100\times 9.8\times 50}{50} = 980\ J/s$

13. (a) $P = \left(\frac{m}{t}\right)gh = 100 \times 10 \times 100 = 10^5 W = 100\ kW$

14. (a) $p = \frac{mgh}{t} = \frac{200 \times 10 \times 200}{10} = 40\ kW$

15. (c) पंप किए जाने वाले पानी का आयतन

$= 22380\ l = 22380 \times 10^{-3} m^3$

$P = \frac{mgh}{t} = \frac{V\rho gh}{t} \Rightarrow t = \frac{V\rho gh}{P}$

$t = \frac{22380 \times 10^{-3} \times 10^3 \times 10 \times 10}{10 \times 746} = 15\ min$

16. (c) इंजन द्वारा उत्पन्न बल $F = \frac{P}{v} = \frac{30 \times 10^3}{30} = 10^3 N$

त्वरण $= \frac{\text{इंजन द्वारा अग्रदिशा में बल} - \text{प्रतिरोधी बल}}{\text{कार का द्रव्यमान}}$

$= \frac{1000 - 750}{1250} = \frac{250}{1250} = \frac{1}{5} m/s^2$

17. (b) शक्ति $= \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{समय}} = \frac{\frac{1}{2}m(v^2 - u^2)}{t}$

$P = \frac{1}{2} \times \frac{2.05 \times 10^6 \times [(25)^2 - (5^2)]}{5 \times 60}$

$P = 2.05 \times 10^6 W = 2.05\ MW$

18. (a) जब ट्रक नत समतल पर ऊपर की ओर गति करता है, तब भार का घटक $(mg \sin\theta)$ इस गति का विरोध करता है।

शक्ति = बल × वेग = $mg \sin\theta \times v$

$= 30000 \times 10 \times \left(\frac{1}{100}\right) \times \frac{30 \times 5}{18} = 25\ kW$

19. (c) $P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2} \times \frac{t_2}{t_1}$ (h नियत है)

$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{60}{50} \times \frac{11}{12} = \frac{11}{10}$

20. (c) पंप की शक्ति $= \frac{1}{2}\rho A v^3$

समान पाइप से दुगुनी मात्रा में पानी प्राप्त करने के लिए वेग को दुगुना करना होगा, अतः प्रयुक्त शक्ति का मान 8 गुना हो जाएगा।

21. (a) $p = \frac{mgh}{t} = \frac{80 \times 9.8 \times 6}{10} W = \frac{470}{746} HP = 0.63\ HP$

22. (b) शक्ति $= \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{समय}} = \frac{\text{गतिज ऊर्जा में वृद्धि}}{\text{समय}}$

$P = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{\frac{1}{2} \times 10^3 \times (15)^2}{5} = 22500\ W$

23. (a) मोटर 600 चक्कर प्रति मिनट की आवृत्ति से चलती है।

$\therefore n = 600 \frac{\text{चक्कर}}{\text{मिनिट}} = 10 \frac{\text{चक्कर}}{\text{सैकण्ड}}$

$\therefore$ एक चक्कर के लिए आवश्यक समय $= \frac{1}{10}\ sec$

एक चक्कर के लिए आवश्यक ऊर्जा = शक्ति × समय

$= \frac{1}{4} \times 746 \times \frac{1}{10} = \frac{746}{40} J$

किन्तु किया गया कार्य = दी गई ऊर्जा का 40%

$= 40\% \times \frac{746}{40} = \frac{40}{100} \times \frac{746}{40} = 7.46\ J$

24. (a) इंजन द्वारा निर्गत कार्य = $mgh = 100 \times 10 \times 10 = 10^4 J$

दक्षता $(\eta) = \frac{\text{निर्गत ऊर्जा}}{\text{निवेश ऊर्जा}} \Rightarrow$ निवेश ऊर्जा $= \frac{\text{निर्गत ऊर्जा}}{\eta}$

$= \frac{10^4}{60} \times 100 = \frac{10^5}{6} J$

$\Rightarrow$ शक्ति $= \frac{\text{निवेश ऊर्जा}}{\text{समय}} = \frac{10^5/6}{5} = \frac{10^5}{30} = 3.3\ kW$

25. (a) $P = \frac{\vec{F}.\vec{s}}{t} = \frac{(2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}).(3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k})}{4} = \frac{38}{4} = 9.5\ W$

26. (a) $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{200 \times 10 \times 50}{10} = 10 \times 10^3\ W$

27. (a) गन की शक्ति $= \frac{\text{दागी गयी गोली की कुल गतिज ऊर्जा}}{\text{समय}}$

$= \frac{n \times \frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{360}{60} \times \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-2} \times (100)^2 = 600\ W$

28. (a) पंप द्वारा द्रव को प्रति सैकण्ड प्रदत्त ऊर्जा

$= \frac{1}{2}\frac{mv^2}{t} = \frac{1}{2}\frac{V\rho v^2}{t} = \frac{1}{2} A \times \left(\frac{l}{t}\right) \times \rho \times v^2 \quad \left[\frac{l}{t} = v\right]$

$= \frac{1}{2} A \times v \times \rho \times v^2 = \frac{1}{2} A\rho v^3$

29. (a) शक्ति $= \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{समय}} = \frac{\text{दाब} \times \text{आयतन में परिवर्तन}}{\text{समय}}$

$= \frac{20000 \times 1 \times 10^{-6}}{1} = 2 \times 10^{-2} = 0.02\ W$

30. (c) शक्ति $= \frac{W}{t}$. यदि W नियत रहे तब $P \propto \frac{1}{t}$

अर्थात् $\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{20}{10} = \frac{2}{1}$

प्रत्यास्थ तथा अप्रत्यास्थ संघट्ट

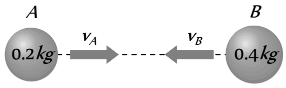
1. (a)

2. (a)

3. (c) रेखीय संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार विस्फोट के पश्चात् दोनों टुकड़ों के संवेग समान होना चाहिए। चूँकि दोनों टुकड़ों के द्रव्यमान समान है, अतः टुकड़े परस्पर विपरीत दिशा में समान वेग से चलेंगे।

4. (a)

5. (c)



निकाय का प्रारंभिक रेखीय संवेग = $m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B$

$= 0.2 \times 0.3 + 0.4 \times v_B$

अंत में दोनों गेंदें विराम स्थिति में आ जाती हैं।

∴ अंतिम रेखीय संवेग = 0

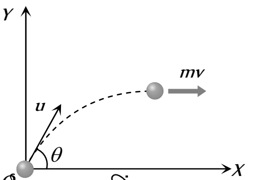
रेखीय संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार

$0.2 \times 0.3 + 0.4 \times v_B = 0$

$\therefore\ v_B = -\dfrac{0.2\times 0.3}{0.4} = -0.15\ m/s$

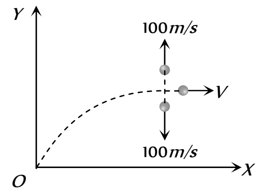
6. (c) जब दो समान द्रव्यमान के एक समान कणों के बीच पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट होता है, तब उनके वेग परस्पर परिवर्तित हो जाते हैं।

7. (b)



विस्फोट से पूर्व उच्चतम बिंदु पर m द्रव्यमान की गेंद का वेग

$= mv\hat{i} = mu\cos 60°\hat{i} = m\times 200\times \frac{1}{2}\hat{i} = 100\ m\hat{i}\ kgms^{-1}$



माना कि विस्फोट के पश्चात् तीसरे टुकड़े का वेग V है।

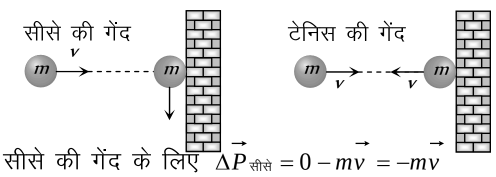
तब विस्फोट के पश्चात् निकाय का संवेग = $\vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3$

$= \frac{m}{3}\times 100\hat{j} - \frac{m}{3}\times 100\hat{j} + \frac{m}{3}\times V\hat{i}$

विस्फोट से पूर्व तथा विस्फोट के पश्चात् के संवेगों की तुलना करने पर

$\frac{m}{3}\times 100\hat{j} - \frac{m}{3}\times 100\hat{j} + \frac{m}{3}V\hat{i} = 100m\hat{i} \Rightarrow V = 300\ m/s$

8. (c) संवेग में परिवर्तन = अंतिम संवेग – प्रारंभिक संवेग



सीसे की गेंद के लिए $\Delta\vec{P}_{सीसे} = 0 - m\vec{v} = -m\vec{v}$

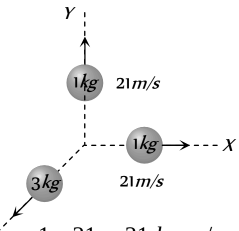
टेनिस की गेंद के लिए $\Delta\vec{P}_{टेनिस} = -m\vec{v} - m\vec{v} = -2m\vec{v}$

अर्थातः टेनिस की गेंद के संवेग में सीसे की गेंद के संवेग की अपेक्षा अधिक परिवर्तन होता है।

9. (c)

10. (d)

11. (d)



$P_x = m\times v_x = 1\times 21 = 21\ kg\ m/s$

$P_y = m\times v_y = 1\times 21 = 21\ kg\ m/s$

∴ परिणामी संवेग = $\sqrt{P_x^2 + P_y^2} = 21\sqrt{2}\ kg\ m/s$

भारी टुकड़े के संवेग का मान, $\vec{P}_x$ तथा $\vec{P}_y$ के परिणामी के आंकिक मान के बराबर होता है।

$3\times v = \sqrt{P_x^2+P_y^2} = 21\sqrt{2}\ \therefore\ v = 7\sqrt{2} = 9.89\ m/s$

12. (b) हमें ज्ञात है कि जब भारी वस्तु हल्की वस्तु से प्रत्यास्थतः टकराती है, तब संघट्ट के पश्चात् हल्की वस्तु भारी वस्तु के वेग के दुगुने वेग से गति करने लगती है।

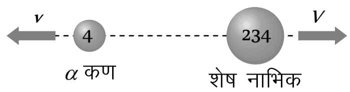
अर्थात् पिंग पोंग की गेंद का वेग होगा $2\times 2 = 4\ m/s$

13. (d) संवेग में परिवर्तन $= m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = -mv - mv = -2mv$

14. (c) $m_G = \dfrac{m_B v_B}{v_G} = \dfrac{50\times 10^{-3}\times 30}{1} = 1.5\ kg$

15. (d)

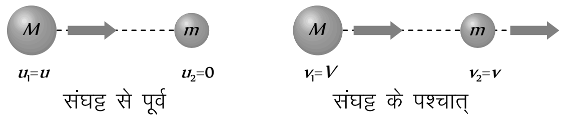
16. (a) प्रारंभ में ^{238}U नाभिक विरामावस्था में रहता है तथा विघटन के पश्चात् इसका बचा हुआ भाग विपरीत दिशा में गति करने लगता है।



अब संवेग संरक्षण के सिद्धांत से,

$4v + 234\,V = 238\times 0 \Rightarrow V = -\dfrac{4v}{234}$

17. (c)

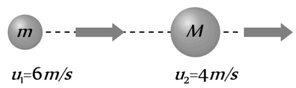


$$v_2 = \left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right)u_2 + \frac{2m_1u_1}{m_1+m_2} = \frac{2Mu}{M+m} = \frac{2u}{1+\frac{m}{M}}$$

18. (c) जब वस्तुओं के द्रव्यमान समान होते हैं, तो प्रत्यास्थ संघट्ट होने पर उनमें वेग विनिमय (Velocity exchange) होता है।

19. (d) जब दो समान द्रव्यमान वाले पिण्डों के बीच पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट होता है, तब उनके वेग आपस में बदल जाते हैं।

20. (a)



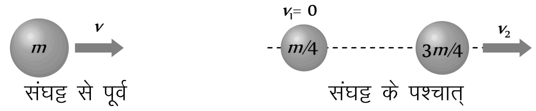
$$v_1 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1 + \frac{2m_2u_2}{m_1+m_2}$$

$m_1 = 0$, $v_1 = -u_1 + 2u_2$ प्रतिस्थापित करने पर

$\Rightarrow v_1 = -6 + 2(4) = 2m/s$

अर्थात् हल्का कण गति की वास्तविक दिशा में 2 m/s की चाल से गति करेगा।

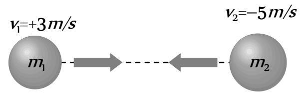
21. (d)



संवेग संरक्षण के नियम से

$$mv = \left(\frac{m}{4}\right)v_1 + \left(\frac{3m}{4}\right)v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{4}{3}v$$

22. (d)

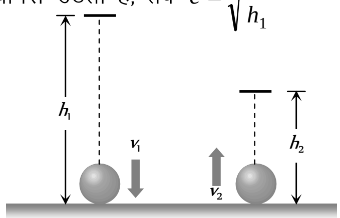


चूँकि $m_1 = m_2$ अतः प्रत्यास्थ संघट्ट के पश्चात् द्रव्यमानों के वेग परस्पर परिवर्तित हो जाऐंगे।

अतः m_1 द्रव्यमान का वेग $= -5\ m/s$

तथा m_2 द्रव्यमान का वेग $= +3\ m/s$

23. (b) यदि गेंद h_1 ऊँचाई से गिरती है तथा टकराकर पुनः h_2 ऊँचाई तक वापस उठती है, तब $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$



इसी प्रकार यदि संघट्ट से पूर्व तथा संघट्ट के पश्चात् गेंद के वेग क्रमशः v_1 तथा v_2 हैं, तब $e = \frac{v_2}{v_1}$

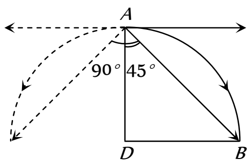
अतः $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{1.8}{5}} = \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3}{5}$

अतः वेग में भिन्नात्मक ह्रास $= 1 - \frac{v_2}{v_1} = 1 - \frac{3}{5} = \frac{2}{5}$

24. (a) $h_n = he^{2n} = 32\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{32}{16} = 2m$ (यहाँ $n = 2$, $e = 1/2$)

25. (c) चूँकि वस्तु विरामावस्था में विस्फोटित होने के कारण दो समान भागों में विभक्त होती है, अतः संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार दोनों भागों के वेग समान किन्तु दिशाऐं विपरीत होंगी। विस्फोट के बिन्दु से दोनों टुकड़ों को त्रिज्यीय सदिश द्वारा मिलाने पर त्रिज्यीय सदिशों के बीच का कोण 90° होगा, अतः प्रत्येक त्रिज्यीय सदिश ऊर्ध्वाधर से 45° का कोण बनाता है।

इस स्थिति को संतुष्ट करने के लिए, मुक्त रूप से तय की गई दूरी AD उसी समयांतराल में तय की गई क्षैतिज परास के बराबर होना चाहिए।



अतः $AD = DB$

$AD = 0 + \frac{1}{2} \times 10t^2 = 5t^2$

$DB = ut = 10t$

$\therefore\ 5t^2 = 10t \Rightarrow t = 2 \sec$

26. (a) $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$ तथा

$v_2 = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$

दिये गये मान रखने पर, $v_1 = 6\,m/s$ तथा $v_2 = 12\,m/s$

27. (b) $F = \frac{dp}{dt} = m\frac{dv}{dt} = \frac{m \times 2v}{1/50} = \frac{2 \times 2 \times 100}{1/50} = 2 \times 10^4\,N$

28. (d) $h_n = he^{2n} = 1 \times e^{2 \times 1} = 1 \times (0.6)^2 = 0.36m$

29. (d) $h_n = he^{2n}$, यदि $n = 2$ तब $h_n = he^4$

30. (b) आवेग = संवेग में परिवर्तन

$mv_2 - mv_1 = 0.1 \times 40 - 0.1 \times (-30)$

31. (b) परस्पर प्रत्यास्थ संघट्ट में वेगों का आदान प्रदान होता है।

32. (a) आवेग = संवेग में परिवर्तन = 2 mv

$= 2 \times 0.06 \times 4 = 0.48\ kg\ m/s$

33. (b) जब गेंद h_1 ऊँचाई से ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर गिरती है, तब इसका वेग $\vec{v}_1 = \sqrt{2gh_1}$

तथा संघट्ट के पश्चात् इसका वेग $\vec{v}_2 = \sqrt{2gh_2}$

संवेग में परिवर्तन

$\Delta\vec{P} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1) = m(\sqrt{2gh_1} + \sqrt{2gh_2})$

(क्योंकि $\vec{v}_1$ तथा $\vec{v}_2$ की दिशाऐं विपरीत हैं)

34. (a) प्रक्षेपण के 5 सैकण्ड पश्चात् 50 किग्रा द्रव्यमान का वेग $v = u - gt = 100 - 9.8 \times 5 = 51\ m/s$

इस क्षण वस्तु का संवेग ऊपर की दिशा में होगा

$P_{\text{प्रारंभिक}} = 50 \times 51 = 2550\ kg\ m/s$

टूटने के पश्चात् 20 किग्रा द्रव्यमान का टुकड़ा ऊपर की ओर 150 मी/सै के वेग से गति करने लगता है। माना कि 30 किग्रा द्रव्यमान का वेग V है,

$P_{\text{अंतिम}} = 20 \times 150 + 30 \times V$

संवेग संरक्षण के सिद्धांतानुसार $P_{\text{प्रारंभिक}} = P_{\text{अंतिम}}$

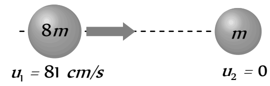
$\Rightarrow 2550 = 20 \times 150 + 30 \times V \Rightarrow V = -15\ m/s$

अर्थात् यह नीचे की ओर गति करता है।

35. (c) स्टील की गेंदों की त्रिज्याओं का अनुपात = 1/2

अतः उनके द्रव्यमानों का अनुपात $= \frac{1}{8}$ [चूँकि $M \propto V \propto r^3$]

माना कि $m_1 = 8m$ तथा $m_2 = m$



$v_2 = \frac{2m_1u_1}{m_1 + m_2} = \frac{2 \times 8m \times 81}{8m + m} = 144\ cm/s$

36. (a) विस्फोट के पश्चात् m द्रव्यमान विरामावस्था में आ जाता है तथा माना कि शेष $(M-m)$ द्रव्यमान v वेग से गति करता है।

संवेग संरक्षण के नियम से $MV=(M-m)v$

$$\Rightarrow v=\frac{MV}{(M-m)}$$

37. (c) चूँकि गेंद टकराकर उसी चाल से वापस लौटती है, अतः संवेग में परिवर्तन = 2 mv

तथा हम जानते हैं कि बल = संवेग परिवर्तन की दर, अतः गेंद पर बल लगेगा जिसके कारण उसमें त्वरण होगा।

38. (d) संवेग संरक्षण के सिद्धांत से,

$$m_Bv_B+m_Gv_G=0 \Rightarrow v_G=-\frac{m_Bv_B}{m_G}$$

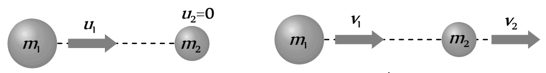
$$v_G=\frac{-50\times10^{-3}\times10^3}{5}=-10\ m/s$$

39. (a) चूँकि संघट्ट में 20% ऊर्जा का ह्रास होता है, अतः

$mgh_2=mgh_1$ का 80% $\Rightarrow \frac{h_2}{h_1}=0.8$

किन्तु $e=\sqrt{\frac{h_2}{h_1}}=\sqrt{0.8}=0.89$

40. (b)



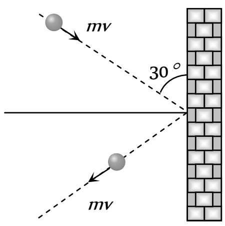
संघट्ट से पूर्व   संघट्ट से पश्चात्

यदि लक्ष्य विरामावस्था में हैं, तब वस्तुओं के अंतिम वेग

$v_1=\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1$ ...(i) तथा $v_2=\frac{2m_1u_1}{m_1+m_2}$ ...(ii)

समीकरण (i) तथा (ii) से, $\frac{v_1}{v_2}=\frac{m_1-m_2}{2m_1}=\frac{2}{5}\Rightarrow\frac{m_1}{m_2}=5$

41. (b) F = संवेग परिवर्तन की दर



$$=\frac{2mv\sin\theta}{t}$$

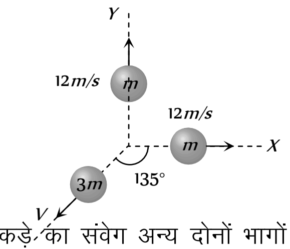
$$=\frac{2\times10^{-1}\times10\sin30°}{0.1}$$

$\therefore F=10\ N$

42. (d) संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$40\times10+(40)\times(-7)=80\times v \Rightarrow v=1.5\ m/s$

43. (d)



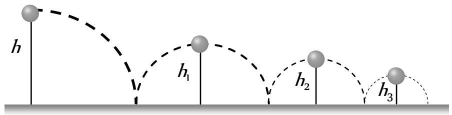
तीसरे टुकड़े का संवेग अन्य दोनों भागों के परिणामी संवेग के बराबर तथा विपरीत होगा

माना कि तीसरे भाग का वेग V है, तब

रेखीय संवेग संरक्षण के अनुसार

$3m\times V=m\times12\sqrt{2}\Rightarrow V=4\sqrt{2}\ m/s$

44. (a)



जब कण h ऊँचाई से गिरता है, तब n वीं टक्कर के बाद गेंद द्वारा प्राप्त ऊँचाई $h_n=he^{2n}$

जहाँ e = निष्कृति गुणांक, n = गेंद की उछालों की संख्या

गेंद के टकराने तथा उछलने की प्रक्रिया के रूकने से पूर्व कण द्वारा तय की गई कुल दूरी

$$H=h+2h_1+2h_2+2h_3+2h_n+........$$

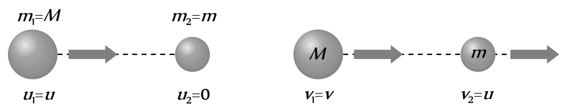
$$=h+2he^2+2he^4+2he^6+2he^8+.........$$

$$=h+2h(e^2+e^4+e^6+e^8+.......)$$

$$=h+2h\left[\frac{e^2}{1-e^2}\right]=h\left[1+\frac{2e^2}{1-e^2}\right]=h\left(\frac{1+e^2}{1-e^2}\right)$$

45. (d) A तथा B के समान द्रव्यमान तथा उनके बीच प्रत्यास्थ संघट्ट के कारण गोले के वेग संघट्ट पश्चात् परस्पर परिवर्तित हो जाते हैं।

46. (a)



संघट्ट से पूर्व   संघट्ट के पश्चात्

समीकरण $v_1=\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1$ से

हमें प्राप्त होता है, $v=\left(\frac{M-m}{M+m}\right)u$

47. (a) संवेग संरक्षण के सिद्धांत से,

$5\times10+20\times0=5\times0+20\times v\Rightarrow v=2.5\ m/s$

48. (d) दो समान द्रव्यमान की वस्तुओं के प्रत्यास्थ संघट्ट में उनके वेग आपस में परिवर्तित हो जाते हैं।

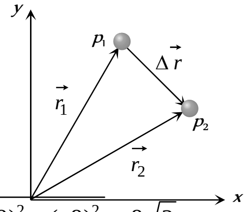
49. (c)

50. (b) $m_1=2\ kg$ तथा $v_1=\left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1=\frac{u_1}{4}$ (दिया है)

हल करने पर हमें प्राप्त होता है $m_2=1.2\ kg$

51. (c)

52. (d) चित्र से स्पष्ट है कि दो कणों p_1 तथा p_2 के बीच का विस्थापन सदिश $\Delta \vec{r} = \vec{r_2} - \vec{r_1} = -8\hat{i} - 8\hat{j}$



$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{(-8)^2 + (-8)^2} = 8\sqrt{2}$ .....(i)

चूँकि कण एक दिशा में गतिशील हैं

($\because \vec{v_1}$ तथा $\vec{v_2}$ धनात्मक हैं), अतः आपेक्षिक वेग होगा

$\vec{v}_{rel} = \vec{v_2} - \vec{v_1} = (\alpha - 4)\hat{i} + 4\hat{j}$

$\vec{v}_{rel} = \sqrt{(\alpha - 4)^2 + 16}$ .....(ii)

हम जानते हैं कि $|\vec{v}_{rel}| = \frac{|\Delta \vec{r}|}{t}$

समीकरण (i) से $|\Delta \vec{r}|$ का मान तथा $t = 2s$ रखने पर $\left|\vec{v}_{rel}\right|$ का मान प्राप्त होगा। अब $\vec{v}_{rel}$ का मान समीकरण (ii) में रखकर हल करने पर, $\alpha = 8$

53. (b) न्यूट्रॉन की गतिज ऊर्जा में भिन्नात्मक कमी

$= 1 - \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2$ [चूंकि $m_1 = 1$ तथा $m_2 = 2$]

$= 1 - \left(\frac{1-2}{1+2}\right)^2 = 1 - \left(\frac{1}{3}\right)^2 = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$

54. (a)

55. (b) जब लक्ष्य बहुत हल्का हो तथा विरामावस्था में हो, तब प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट के पश्चात् यह स्वयं से टकराने वाले भारी द्रव्यमान के दुगुने वेग से चलने लगता है। अतः m द्रव्यमान की वस्तु का वेग $2v$ होगा।

56. (a) प्रत्यक्ष प्रत्यास्थ संघट्ट में वेग-विनिमय (Velocity exchange) होता है (यदि कणों के द्रव्यमान समान हों) अतः अंतिम गेंद प्रथम गेंद के वेग से गति करेगी अर्थात् 0.4 मी/से

57. (a) रेखीय संवेग संरक्षण के सिद्धांत से,

$$Mv = mv_1 + mv_2 \Rightarrow Mv = 0 + (M - m)v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{Mv}{M - m}$$

58. (a) चूँकि वस्तुओं में वेग-विनिमय होता है, अतः उनके द्रव्यमान समान होंगे। अतः $\frac{m_A}{m_B} = 1$

59. (d) mgh = प्रारंभिक स्थितिज ऊर्जा

mgh' = उछाल के पश्चात् अंतिम स्थितिज ऊर्जा

चूँकि संपर्क के दौरान 40% ऊर्जा ह्रास होती है।

$\therefore mgh' = mgh$ का 60%

$\Rightarrow h' = \frac{60}{100} \times h = \frac{60}{100} \times 10 = 6\,m$

60. (c)

61. (a) भिन्नात्मक ह्रास $= \frac{\Delta U}{U} = \frac{mg(h - h')}{mgh} = \frac{2 - 1.5}{2} = \frac{1}{4}$

62. (c) $\frac{\Delta K}{K} = \left[1 - \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)^2\right] = \left[1 - \left(\frac{m - 2m}{m + 2m}\right)^2\right] = \frac{8}{9}$

$\Delta K = \frac{8}{9} K$, अतः संघट्ट में गतिज ऊर्जा का ह्रास प्रारंभिक गतिज ऊर्जा का $\frac{8}{9}$ गुना होता है।

63. (d)

64. (a) $mgh = \frac{80}{100} \times mg \times 100 \Rightarrow h = 80\,m$

65. (a) माना कि गेंद को h ऊँचाई से ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर v वेग से प्रक्षेपित किया जाता है।

बिन्दु A पर कुल ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2 + mgh$

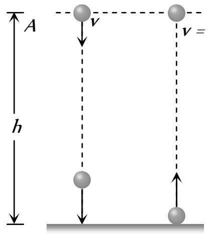
संघट्ट में 50% ऊर्जा का ह्रास होता है, तथा गेंद उतनी ही ऊँचाई तक वापस लौटती है। इसका अर्थ है कि उतनी ही ऊँचाई पर इसमें केवल स्थितिज ऊर्जा रहती है।

$50\%\left(\frac{1}{2}mv^2 + mgh\right) = mgh$

$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv^2 + mgh\right) = mgh$

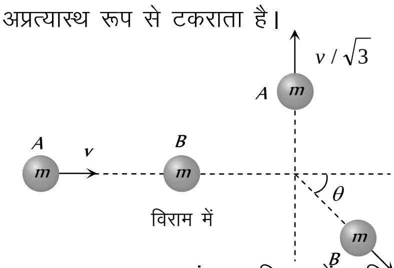
$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20}$

$\therefore v = 20\,m/s$



66. (a) $h_n = he^{2n}$, तृतीय संघट्ट के पश्चात् $h_3 = he^6$ [क्योंकि $n = 3$]

67. (a) माना द्रव्यमान A, v वेग से गति करता है तथा स्थिर द्रव्यमान B से अप्रत्यास्थ रूप से टकराता है।



प्रश्नानुसार, द्रव्यमान A लंबवत् दिशा में गति करता है, तथा द्रव्यमान B क्षैतिज से θ कोण पर V वेग से गति करता है।

निकाय का प्रारंभिक क्षैतिज संवेग

(संघट्ट से पूर्व) $= mv$ ....(i)

निकाय का अंतिम क्षैतिज संवेग

(संवेग के पश्चात्) $= mV\cos\theta$ ....(ii)

क्षैतिज दिशा के लिए रेखीय संवेग संरक्षण नियम से

$mv = mV\cos\theta \Rightarrow v = V\cos\theta$ ....(iii)

निकाय का प्रारंभिक ऊर्ध्वाधर (संघट्ट से पूर्व) संवेग शून्य है।

ऊर्ध्वाधर दिशा में रेखीय संवेग संरक्षण के नियम से

$\frac{mv}{\sqrt{3}} - mV\sin\theta = 0 \Rightarrow \frac{v}{\sqrt{3}} = V\sin\theta$ ...(iv)

समीकरण (iii) तथा (iv) को हल करने पर

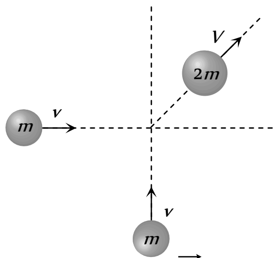
$v^2 + \frac{v^2}{3} = V^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta)$

$\Rightarrow \frac{4v^2}{3} = V^2 \Rightarrow V = \frac{2}{\sqrt{3}}v$

68. (d) पूर्ण प्रत्यास्थ संघट्ट के लिए कोण 90° होता है।

पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट

1. (c)



निकाय का प्रारंभिक संवेग $\vec{P}_i = mv\hat{i} + mv\hat{j} \mid \vec{P}_i \mid = \sqrt{2}mv$

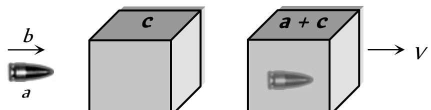
निकाय का अंतिम संवेग = $2mV$

संवेग संरक्षण के नियमानुसार $\sqrt{2}mv = 2mV \Rightarrow V = \frac{v}{\sqrt{2}}$

2. (b)

3. (c)

4. (b)



प्रारंभ में गोली b वेग से गति करती है तथा संघट्ट के पश्चात् गोली गुटके में धँस जाती है, तथा दोनों साथ-साथ उभयनिष्ठ वेग से गति करते हैं।

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से,

$\Rightarrow a \times b + 0 = (a + c)\, V \Rightarrow V = \frac{ab}{a+c}$

5. (d) प्रारंभ में 10 ग्राम का द्रव्यमान 100 सेमी/सै के वेग से गति करता है।

$\therefore$ प्रारंभिक संवेग = 10 × 100 = $1000\ \frac{gm \times m}{\sec}$

संघट्ट के पश्चात् निकाय $v_{\text{निकाय}}$ वेग से गति करता है, तब

अंतिम संवेग = $(10 + 10) \times v_{\text{निकाय}}$

संवेग संरक्षण के अनुसार

$10000 = 20 \times v_{\text{निकाय}} \Rightarrow v_{\text{निकाय}} = 50\ cm/s$

यदि निकाय h ऊँचाई तक उठता है, तब

$h = \frac{v^2_{\text{निकाय}}}{2g} = \frac{50 \times 50}{2 \times 1000} = \frac{2.5}{2} = 1.25\ cm$

6. (b)

7. (c)

8. (c) $m_1v_1 - m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$

$\Rightarrow 2 \times 3 - 1 \times 4 = (2+1)v \Rightarrow v = \frac{2}{3}\ m/s$

9. (c) निकाय का प्रारंभिक संवेग = $mv - mv = 0$

चूँकि वस्तुऐं परस्पर जुड़ जाती हैं

$\therefore$ अंतिम संवेग = $2mV$

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से $2mV = 0 \Rightarrow V = 0$

10. (a) यदि प्रारंभ में दूसरी वस्तु विरामावस्था में है, तब

प्रारंभिक संवेग = mv एवं अंतिम संवेग = $2mV$

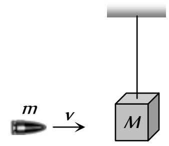
संवेग संरक्षण सिद्धांत के अनुसार $2mV = mv \Rightarrow V = \frac{v}{2}$

11. (d) प्रारंभिक संवेग = mv

अंतिम संवेग = $(m + M)V$

संवेग संरक्षण के नियम से,

$mv = (m + M)V$



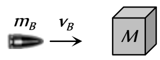
$\therefore$ (थैले + गोली) के निकाय का वेग, $V = \frac{mv}{M+m}$

$\therefore$ गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}(m+M)V^2$

$= \frac{1}{2}(m+M)\left(\frac{mv}{M+m}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{M+m}$

12. (b) निकाय की प्रारंभिक गतिज ऊर्जा = गोली की गतिज ऊर्जा

$= \frac{1}{2}m_Bv_B^2$



रेखीय संवेग संरक्षण के नियम से,

$m_Bv_B + 0 = m_{\text{निकाय}} \times v_{\text{निकाय}}$

$\Rightarrow v_{\text{निकाय}} = \frac{m_Bv_B}{m_{\text{निकाय}}} = \frac{50 \times 10}{50 + 950} = 0.5\ m/s$

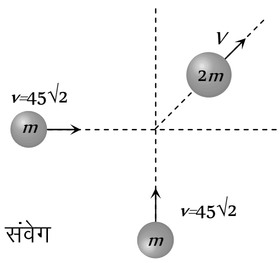
गतिज ऊर्जा में प्रतिशत ह्रास = $\frac{\frac{1}{2}m_Bv_B^2 - \frac{1}{2}m_{\text{निकाय}}v^2_{\text{निकाय}}}{\frac{1}{2}m_Bv_B^2}$

मान प्रतिस्थापित करने पर

$m_B = 50 \times 10^{-3}kg, v_B = 10\ m/s, m_{\text{निकाय}} = 1kg, v_s = 0.5\ m/s$

भिन्नात्मक ह्रास = $\frac{95}{100} \Rightarrow$ प्रतिशत ह्रास = 95%

13. (b)



प्रारंभिक संवेग

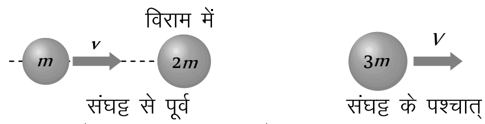
$\vec{P} = m45\sqrt{2}\,\hat{i} + m45\sqrt{2}\,\hat{j} \Rightarrow \mid \vec{P} \mid = m \times 90$

अंतिम संवेग= $2m \times V$

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से, $2m \times V = m \times 90$

$\therefore V = 45\ m/s$

14. (c)

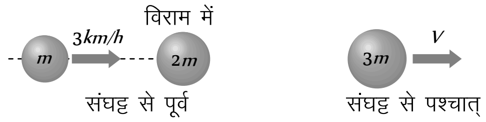


प्रारंभिक संवेग = mv, अंतिम संवेग = $3mV$

संवेग सरक्षण के सिद्धांत से, $mv = 3mV$

$\therefore V = v/3$

15. (c)



प्रारंभिक संवेग = $m \times 3 + 2m \times 0 = 3m$

अंतिम संवेग = $3m \times V$

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से $3m = 3m \times V \Rightarrow V = 1\, km/h$

16. (d) गतिज ऊर्जा में ह्रास = निकाय की (प्रारंभिक गतिज ऊर्जा – अंतिम गतिज ऊर्जा)

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2$$

$$= \frac{1}{2}3 \times (32)^2 + \frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2 - \frac{1}{2} \times (3+4) \times (5)^2 = 986.5\, J$$

17. (a) पृथ्वी तथा गेंद के निकाय का संवेग संरक्षित रहता है।

18. (b) $v = 36\, km/h = 10\, m/s$

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से, $2 \times 10 = (2+3)V \Rightarrow V = 4\, m/s$

गतिज ऊर्जा में ह्रास $= \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2 - \frac{1}{2} \times 5 \times (4)^2 = 60\, J$

19. (d) प्रारंभिक संवेग $\vec{P} = mv\hat{i} + mv\hat{j} \Rightarrow |\vec{P}| = \sqrt{2}mv$

अंतिम संवेग = $2m \times V$

संवेग संरक्षण के सिद्धांत से, $2m \times V = \sqrt{2}\, mv \Rightarrow V = \frac{v}{\sqrt{2}}$

प्रश्न में दिया है, $v = 10 m/s$ (दिया है) $\Rightarrow V = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}\, m/s$

20. (a) पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट में संघट्ट करने वाली वस्तुऐं परस्पर जुड़ जाती हैं, तथा फिर उभयनिष्ठ वेग से गति करती हैं।

21. (b) $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_{\text{निकाय}}$

$20 \times 10 + 5 \times 0 = (20+5)v_{\text{निकाय}} \Rightarrow v_{\text{निकाय}} = 8\, m/s$

संयुक्त द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा

$= \frac{1}{2}(20+5) \times (8)^2 = 800\, J$

22. (c) संवेग संरक्षण के सिद्धांत से,

न्यूट्रॉन का संवेग = संयुक्त कणों का संवेग

$\Rightarrow 1.67 \times 10^{-27} \times 10^8 = (1.67 \times 10^{-27} + 3.34 \times 10^{-27})v$

$\therefore v = 3.33 \times 10^7\, m/s$

23. (b)

24. (c) गतिज ऊर्जा में ह्रास

$$= \frac{1}{2}\frac{m_1m_2(u_1 - u_2)^2}{m_1 + m_2} = \frac{1}{2}\left(\frac{40 \times 60}{40 + 60}\right)(4-2)^2 = 48\, J$$

25. (b) संघट्ट से पूर्व तथा संघट्ट के पश्चात् संवेग संरक्षण के सिद्धांत से, $m_1V + m_2 \times 0 = (m_1 + m_2)v \Rightarrow v = \frac{m_1}{m_1 + m_2}V$

अर्थात् निकाय का वेग V से कम होगा।

26. (a) संवेग संरक्षण के सिद्धांत से, $mv + M \times 0 = (m + M)V$

संयुक्त गुटके का वेग $V = \left(\frac{m}{m+M}\right)v$

संयुक्त गुटके की गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}(M+m)V^2$

$$= \frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{m}{M+m}\right)^2 v^2 = \frac{1}{2}mv^2\left(\frac{m}{m+M}\right)$$

27. (b)

28. (d) संयुक्त द्रव्यमान का वेग, $v = \frac{m_1v_1 - m_2v_2}{m_1 + m_2}$

$= \frac{0.1 \times 1 - 0.4 \times 0.1}{0.5} = 0.12\, m/s$

$\therefore$ संयुक्त द्रव्यमान द्वारा तय की गई दूरी

$= v \times t = 0.12 \times 10 = 1.2\, m$

29. (c) गतिज ऊर्जा में ह्रास = $\frac{m_1m_2}{2(m_1 + m_2)}(u_1 - u_2)^2$

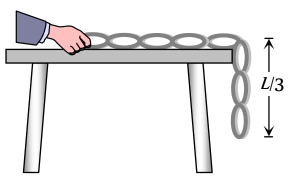
$= \frac{4 \times 6}{2 \times 10} \times (12 - 0)^2 = 172.8\, J$

30. (d) पूर्व अप्रत्यास्थ संघट्ट में संघट्ट के पश्चात् वस्तुऐं परस्पर जुड़ जातीं हैं।

Critical Thinking Questions

1. (c) संवेग संरक्षण नियम के अनुसार बाह्य बल की अनुपस्थिति में निकाय (गेंद + पृथ्वी) का कुल संवेग नियत रहता है।

2. (d)



$W = \frac{MgL}{2n^2} = \frac{MgL}{2(3)^2} = \frac{MgL}{18}$ (दिया है $n = 3$)

3. (b) गुरूत्वाकर्षण बल एक संरक्षी बल है तथा इसके विरूद्ध किया गया कार्य बिन्दु फलन (Point function) है, अर्थात् यह कार्य के मार्ग पर निर्भर नहीं करता।

4. (b) यहाँ $\frac{mv^2}{r} = \frac{K}{r^2} \Rightarrow \text{K.E.} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{K}{2r}$

$$U = -\int_\infty^r F.dr = -\int_\infty^r \left(-\frac{K}{r^2}\right)dr = -\frac{K}{r}$$

कुल ऊर्जा $E = \text{K.E.} + \text{P.E.} = \frac{K}{2r} - \frac{K}{r} = -\frac{K}{2r}$

5. (c) $x=(t-3)^2 \Rightarrow v=\frac{dx}{dt}=2(t-3)$

$t=0$ पर $v_1=-6\,m/s$ तथा $t=6$ sec पर $v_2=6\,m/s$

अतः गतिज ऊर्जा में परिवर्तन $W=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=0$

6. (c) बिंदु (0,0) से (a,0) तक गति करने पर x-अक्ष की धनात्मक दिशा के अनुदिश, y = 0 $\Rightarrow \vec{F}=-kx\hat{j}$

अर्थात् बल y-की ऋणात्मक दिशा में है जबकि विस्थापन धनात्मक x दिशा में होता है अतः $W_1=0$

क्योंकि बल विस्थापन के अभिलंबवत् है।

अतः जब कण y-अक्ष के समांतर $(x=+a)$ रेखा के अनुदिश $(a,0)$ से (a,a) बिन्दु तक गति करता है, तो इस दौरान कार्यरत् बल $\vec{F}=-k(y\hat{i}+a\hat{j})$

इस बल का प्रथम घटक $-ky\hat{i}$ कोई कार्य नहीं करेगा क्योंकि यह घटक x की ऋणात्मक दिशा के अनुदिश है जबकि विस्थापन धनात्मक y-दिशा में (a,0) से (a,a) तक होता है। बल का द्वितीय घटक अर्थात् $-ka\hat{j}$ द्वारा ऋणात्मक कार्य किया जाता है।

$\therefore W_2=(-ka\hat{j})(a\hat{j})=(-ka)(a)=-ka^2$

अतः कण पर किया गया कुल कार्य $W=W_1+W_2$

$=0+(-ka^2)=-ka^2$

7. (a) स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि $\Delta U=\frac{mgh}{1+\frac{h}{R}}$

यदि $h=R$ तब $\Delta U=\frac{mgR}{1+\frac{R}{R}}=\frac{1}{2}mgR$

8. (c) रुकने से पूर्व तय की गई दूरी $=\frac{\text{गतिज ऊर्जा}}{\text{मंदक बल}}$

$\Rightarrow s=\frac{1}{2}\frac{mu^2}{F}$

यदि लौरी तथा कार दोनों की गतिज ऊर्जा समान है तथा मंदक बल भी समान हैं, तब दोनों समान दूरी तय करने के पश्चात् रुकेंगी।

9. (d) कण की गतिज ऊर्जा $U=k(1-e^{-x^2})$

कण पर कार्यरत् बल $F=\frac{-dU}{dx}=-k[-e^{-x^2}\times(-2x)]$

$F=-2kxe^{-x^2}=-2kx\left[1-x^2+\frac{x^4}{2!}-......\right]$

कम विस्थापन के लिए $F=-2kx$

$\Rightarrow F\propto -x$ अर्थात् गति सरल आवर्त गति होगी।

10. (b) वस्तु द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा

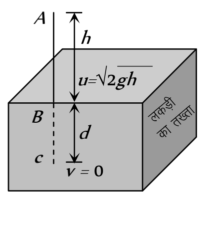
= वस्तु पर लगने वाला बल × वस्तु द्वारा तय की गई दूरी

K.E. = $F\times d$

यदि F तथा d दोनों समान हैं, तब वस्तु द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा भी समान होगी।

11. (c) माना कि ब्लेड लकड़ी में d गहराई तक धँस जाती है।

$v^2=u^2+2aS$



$\Rightarrow 0=(\sqrt{2gh})^2+2(g-a)d$

हल करने पर $a=\left(1+\frac{h}{d}\right)g$

अतः लकड़ी द्वारा किया गया प्रतिरोध $=mg\left(1+\frac{h}{d}\right)$

12. (d) क्योंकि रेखीय संवेग एक सदिश राशि है, जबकि गतिज ऊर्जा एक अदिश राशि है।

13. (c) $P=Fv=mav=m\left(\frac{dv}{dt}\right)v\Rightarrow \frac{P}{m}dt=v\,dv$

$\Rightarrow \frac{P}{m}\times t=\frac{v^2}{2}\Rightarrow v=\left(\frac{2P}{m}\right)^{1/2}(t)^{1/2}$

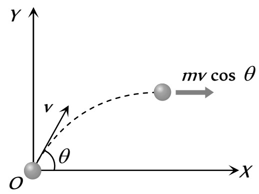
अब $s=\int v\,dt=\int\left(\frac{2P}{m}\right)^{1/2}t^{1/2}dt$

$\therefore s=\left(\frac{2P}{m}\right)^{1/2}\left[\frac{2t^{3/2}}{3}\right]\Rightarrow s\propto t^{3/2}$

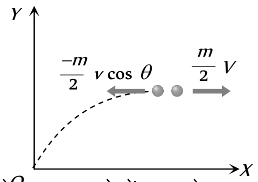
14. (a) गोले को क्षैतिज से θ कोण पर v वेग से छोड़ा जाता है। अतः उच्चतम बिन्दु पर इसका वेग

= वेग का क्षैतिज घटक $=v\cos\theta$

अतः विस्फोट से पूर्व संवेग = $mv\cos\theta$



जब यह दो बराबर टुकड़ों में टूट जाता है तथा एक टुकड़ा उसी मार्ग पर वापस तोप की ओर लौट आता है, तब दूसरा भाग V वेग से गति करने लगता है।



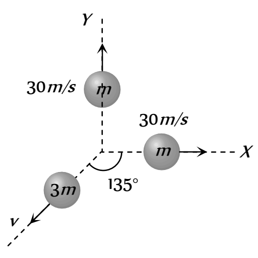
अतः विस्फोट के पश्चात् दोनों टुकड़ो का संवेग

$=\frac{m}{2}(-v\cos\theta)+\frac{m}{2}V$

संवेग संरक्षण के नियम से

$mv\cos\theta=\frac{-m}{2}v\cos\theta+\frac{m}{2}V\Rightarrow V=3v\cos\theta$

15. (a) माना कि दोनों टुकड़ों के द्रव्यमान समान (m) हैं तथा तीसरे टुकड़े का द्रव्यमान $3m$ है।



रेखीय संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार, चूँकि निकाय का प्रारंभिक संवेग शून्य है, अतः निकाय का अंतिम संवेग भी शून्य होना चाहिए अर्थात् दोनों टुकड़ों के संवेग का परिणामी तीसरे टुकड़े के संवेग के बराबर होना चाहिए। हम जानते हैं कि यदि दो कणों के संवेग समान हों तथा दोनों के बीच का कोण 90° हो, तब परिणामी संवेग का मान होगा

$P\sqrt{2} = mv\sqrt{2} = m30\sqrt{2}$

माना कि $3m$ द्रव्यमान के टुकड़े का वेग V है।

अतः $3mV = 30m\sqrt{2}$

$\therefore$ $V = 10\sqrt{2}$ तथा प्रत्येक टुकड़े से कोण 135°

(जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है)

16. (c) $t = 0$ पर दो कणों के निकाय का संवेग पर

$\vec{P}_i = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$

दोनों कणों के बीच संघट्ट होने से निकाय का मूल संवेग अप्रभावित रहता है।

निकाय पर एक नियत बाह्य बल $(m_1 + m_2)g$ कार्य करता है।

इस बल के कारण समय $t = 0$ से $t = 2t_0$ के दौरान उत्पन्न आवेग $(m_1 + m_2)g \times 2t_0$ होगा।

$\therefore$ अतः इस समयांतराल में संवेग में परिवर्तन

$= |m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2 - (m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)| = 2(m_1 + m_2)gt_0$

17. (b) यदि द्रव्यमान समान हैं तथा लक्ष्य स्थिर है तथा संघट्ट के पश्चात् दोनों द्रव्यमान विभिन्न दिशाओं में गति करतें हैं। तब उनके वेग की दिशाओं के बीच का कोण 90° होगा, यदि संघट्ट प्रत्यास्थ है।

18. (d) संघट्ट से पूर्व वस्तु की गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$

संघट्ट के पश्चात इसका वेग हो जाएगा

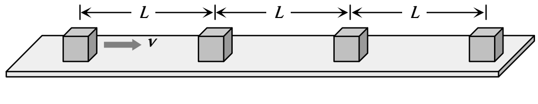
$v' = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)}v = \frac{m}{3m}v = \frac{v}{3}$

$\therefore$ संघट्ट के पश्चात् गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}\frac{mv^2}{9}$

गतिज ऊर्जा का अनुपात $= \frac{\text{K.E.}_{\text{पहले}}}{\text{K.E.}_{\text{बाद में}}} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}\frac{mv^2}{9}} = 9:1$

19. (c)

20. (b,d)



चूँकि संघट्ट पूर्णतः अप्रत्यास्थ है अतः सभी गुटके परस्पर एक के बाद एक करके जुड़ जाते हैं, तथा संयुक्त द्रव्यमान के रूप में गति करते हैं।

प्रथम गुटके द्वारा 'L' दूरी तय करने में लगा समय $= \frac{L}{v}$

अब प्रथम तथा द्वितीय गुटका परस्पर जुड़कर $v/2$ वेग से (संवेग संरक्षण के नियम से) गति करते हैं तथा संयुक्त द्रव्यमान द्वारा तीसरे गुटके तक L दूरी तय करने में लगा समय $\frac{L}{v/2} = \frac{2L}{v}$ होगा। अब ये तीनों गुटके $v/3$ वेग से गति करेंगे तथा संयुक्त निकाय द्वारा चौथे गुटके तक पहुँचने के लिए L दूरी तय करने में लगने वाला समय $\frac{L}{v/3} = \frac{3L}{v}$ होगा

अतः कुल समय $= \frac{L}{v} + \frac{2L}{v} + \frac{3L}{v} + ... + \frac{(n-1)L}{v} = \frac{n(n-1)L}{2v}$ तथा n गुटकों के संयुक्त निकाय का वेग $\frac{v}{n}$

ग्राफीय प्रश्न

1. (c) समय t_1 पर गेंद का वेग अधिकतम होगा तथा यह समय के साथ घटता जाता है।

मार्ग के उच्चतम बिन्दु पर इसका वेग शून्य हो जाता है, तथा फिर बढ़ता हैं, किन्तु दिशा विपरीत हो जाती है। यह वर्णन ग्राफ (c) से मेल खाता है।

2. (a) किया गया कार्य = बल स्थिति ग्राफ तथा स्थिति अक्ष के बीच का क्षेत्रफल

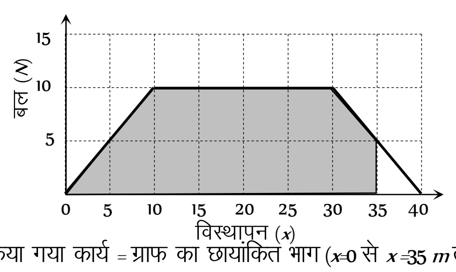
$W = 10 \times 1 + 20 \times 1 - 20 \times 1 + 10 \times 1 = 20$ अर्ग

3. (a) स्प्रिंग-नियतांक $k = \frac{F}{x} =$ वक्र का ढाल

$\therefore k = \frac{4-1}{30} = \frac{3}{30} = 0.1\, kg/cm$

4. (b) चूँकि समय अक्ष के ऊपर का क्षेत्रफल आंकिक रूप से समय अक्ष के नीचे के क्षेत्रफल के बराबर है। अतः वस्तु द्वारा प्राप्त कुल संवेग शून्य होगा क्योंकि संवेग एक सदिश राशि है।

5. (c)



किया गया कार्य = ग्राफ का छायांकित भाग (x=0 से x=35 m तक)

$= 287.5\ J$

6. (a) किया गया कार्य = बल-विस्थापन वक्र तथा विस्थापन अक्ष के बीच घिरा हुआ क्षेत्रफल

= द्रव्यमान × त्वरण-विस्थापन वक्र तथा विस्थापन अक्ष के बीच का क्षेत्रफल

$= 10 \times \frac{1}{2}(8 \times 10^{-2} \times 20 \times 10^{-2}) = 8 \times 10^{-2}\ J$

7. (c) किया गया कार्य = स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि

वक्र से घिरा हुआ क्षेत्रफल $= mgh$

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 11 \times 100 = 5 \times 10 \times h \Rightarrow h = 11m$

8. (d) वस्तु की प्रारंभिक गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 4 = 50\ J$

प्रतिरोधी बल के विरुद्ध किया गया कार्य

= F-x ग्राफ से घिरा क्षेत्रफल $= \frac{1}{2} \times 4 \times 20 = 40\,J$

अंतिम गतिज ऊर्जा = प्रारंभिक गतिज ऊर्जा – प्रतिरोधी बल के विरुद्ध किया गया कार्य $= 50 - 40 = 10\ J$

9. (d) वक्र तथा विस्थापन अक्ष के बीच का क्षेत्रफल

$= \frac{1}{2} \times (12 + 4) \times 10 = 80\ J$

इस समय में वस्तु द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$

ऊर्जा संरक्षण के नियम के अनुसार $\frac{1}{2}mv^2 = 80\,J$

$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.1 \times v^2 = 80 \Rightarrow v = 1600 \Rightarrow v = 40\ m/s$

10. (a) किया गया कार्य = वक्र तथा विस्थापन अक्ष से घिरा क्षेत्रफल

= समलंब चतुर्भुज का क्षेत्रफल

$= \frac{1}{2} \times$(दो समांतर रेखाओं का योग) × उनके बीच की दूरी

$= \frac{1}{2}(10 + 4) \times (2.5 - 0.5) = \frac{1}{2}(14 \times 2) = 14\ J$

चूँकि क्षेत्रफल पूर्णतः समलंब चतुर्भुज नहीं हैं, अतः किया गया कार्य $14\ J$ से अधिक अर्थात् लगभग $16\ J$ होगा।

11. (a) चूँकि कण को कुछ वेग से प्रक्षेपित किया जाता है, अतः इसकी प्रारंभिक गतिज ऊर्जा शून्य नहीं होगी।

अब चूँकि कण गुरूत्व के अंतर्गत नीचे की ओर गति करता है, अतः इसका वेग समय के साथ बढ़ता है, K.E. $\propto v \propto t$ (चूँकि $v \propto t$) अतः गतिज ऊर्जा तथा समय के बीच के ग्राफ की प्रकृति परवलयाकार होगी।

12. (a) ग्राफ से स्पष्ट है, कि क्षेत्र AB में कण पर बल कार्यरत् है, तथा इस बल के कारण कण की गतिज ऊर्जा (वेग) बढ़ती है। अतः बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा।

13. (d) $F = \frac{-dU}{dx} \Rightarrow dU = -F\ dx$

$\Rightarrow U = -\int_0^x (-Kx + ax^3)dx = \frac{kx^2}{2} - \frac{ax^4}{4}$

$\therefore$ अतः $x = 0$ तथा $x = \sqrt{2k/a}$ पर हमें $U = 0$ प्राप्त होता है तथा U = ऋणात्मक, जब $x > \sqrt{2k/a}$

अतः $F = 0$ पर $x = 0$

अर्थात् $x = 0$ पर $U - x$ ग्राफ का ढाल शून्य है।

14. (b) किया गया कार्य = $F - x$ ग्राफ से घिरा क्षेत्रफल

$= \frac{1}{2} \times (3 + 6) \times 3 = 13.5\ J$

15. (c) चूँकि चित्र में दर्शाए गए ग्राफ का ढाल पहले धनात्मक तथा फिर कुछ दूरी तक नियत तथा फिर शून्य हो जाता है।

अतः $F = \frac{-dU}{dx}$ से, दूरी a तक, F = नियत (ऋणात्मक) तथा फिर अचानक शून्य हो जाता है।

16. (d) किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

$W = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow W \propto v^2$ अतः ग्राफ की प्रकृति परवलयाकार होगी।

17. (a) जब कण की ऊँचाई बढ़ती है, तब इसकी स्थितिज ऊर्जा भी बढ़ती है तथा गतिज ऊर्जा घटती है, यह स्थिति ग्राफ (a) में प्रदर्शित है।

18. (c) $P = \sqrt{2mE}$ अतः यह स्पष्ट है कि $P \propto \sqrt{E}$

अतः P तथा $\sqrt{E}$ के बीच का ग्राफ एक सीधी रेखा होगी, परंतु $\frac{1}{P}$ तथा $\sqrt{E}$ के बीच का ग्राफ अतिपरवलय होगा

19. (b) जब कण मूल बिन्दु से दूर की ओर गति करता है, तब $x = x_1$ पर बल शून्य है तथा $x > x_1$ पर बल का मान धनात्मक (प्रतिकर्षण प्रकृति का) है। अतः कण गति करता रहता है, तथा अपनी पूर्व स्थिति में वापस नहीं आता अर्थात् संतुलन स्थायी नहीं होगा।

इसी प्रकार $x = x_2$ पर बल शून्य है तथा $x > x_2$ पर बल ऋणात्मक (आकर्षण प्रकृति का) है। अतः कण अपनी पूर्व (वास्तविक) स्थिति में वापस आ जाता है अर्थात् संतुलन स्थायी होगा।

20. (c) $F = \frac{-dU}{dx}$, यह स्पष्ट है, कि $U - x$ वक्र का ढाल बिन्दु B तथा C पर शून्य है।

$\therefore$ बिन्दु B तथा C पर $F = 0$

21. (a) किया गया कार्य = वक्र तथा विस्थापन अक्ष से घिरा क्षेत्रफल

$= 1 \times 10 - 1 \times 10 + 1 \times 10 = 10\ J$

22. (a) जब स्प्रिंग की लम्बाई आधी कर दी जाती है तब इसका स्प्रिंग नियतांक दुगुना हो जाता है।

(क्योंकि $k \propto \frac{1}{x} \propto \frac{1}{L} \Rightarrow k \propto \frac{1}{L}$)

बल विस्थापन ग्राफ का ढाल, स्प्रिंग नियतांक (k) का मान देता है।

यदि k दुगुना कर दिया जाए तब ग्राफ का ढाल बढ़ जाता है अर्थात् ग्राफ बल-अक्ष की ओर खिसक जाता है।

23. (a) गतिज ऊर्जा $E = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E \propto v^2$

ग्राफ E-अक्ष के सममित परवलय होगा।

24. (c) संवेग में परिवर्तन = आवेग = बल-समय ग्राफ से घिरा क्षेत्रफल

$\therefore mv =$ समलंब चतुर्भुज का क्षेत्रफल

$$\Rightarrow mv = \frac{1}{2}\left(T + \frac{T}{2}\right)F_0 \Rightarrow mv = \frac{3T}{4}F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{4mu}{3T}$$

25. (c) जब वस्तु एक नियत बल के प्रभाव में गति करती है, तब वस्तु द्वारा प्राप्त गतिज ऊर्जा K.E. = $F \times S$

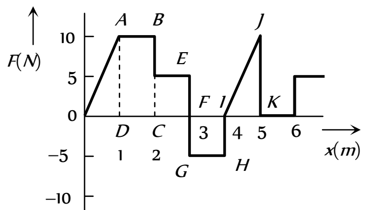
$\therefore$ KE $\propto$ S (यदि F = नियत) अतः ग्राफ एक सीधी रेखा होगा।

26. (a) जब परमाणुओं के बीच की दूरी अधिक होती है तब अंतरपरमाणविक बल बहुत कमजोर होते हैं। जब वे परस्पर समीप आते हैं, तब आकर्षण बल बढ़ता है, तथा एक निश्चित दूरी पर बल शून्य हो जाता है। जब उन्हे और अधिक समीप लाया जाता है, तब बल प्रतिकर्षण प्रकृति का हो जाता है। ग्राफ (a) में प्रदर्शित U-x वक्र के ढाल से यह व्याख्या समझी जा सकती है।

27. (b) किया गया कार्य = F-x ग्राफ से घिरा क्षेत्रफल

= आयत $ABCD$ का क्षेत्रफल + आयत $LCEF$ का क्षेत्रफल

+ आयत $GFIH$ का क्षेत्रफल + त्रिभुज IJK का क्षेत्रफल



$$= (2-1)\times(10-0) + (3-2)(5-0) + (4-3)(-5-0)$$

$$+\frac{1}{2}(5-4)(10-0) = 15\ J$$

28. (a) $U = -\int F dx = -\int kx\, dx = -k\frac{x^2}{2}$

यह एक परवलय का समीकरण है, जो कि ऋणात्मक दिशा में U-अक्ष के सममित है।

प्रक्कथन एवं कारण

1. (a) किया गया कार्य $W = \vec{F}.\vec{s} = Fs\cos\theta$, जब कोई व्यक्ति अपने सिर पर भार रखकर क्षैतिज सड़क पर चलता है,

तब $\theta = 90°$, अतः $W = Fs\cos 90° = 0$

अतः व्यक्ति द्वारा कोई कार्य नहीं किया जाता।

2. (d) एक पूर्ण चक्कर लगाने में किया गया कार्य केवल तभी शून्य होता है, जबकि बल की प्रकृति संरक्षी होती है।

किसी वस्तु के संरक्षी अथवा असंरक्षी क्षेत्र में गति करने के लिए हमेशा बल की आवश्यकता होती है।

3. (e) जब किसी नतसमतल पर वस्तु फिसलना प्रारंभ करती है, तो घर्षण द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होता है क्योंकि यह गति का विरोध करता है।

(बल तथा विस्थापन के बीच कोण $\theta = 180°$)

यदि $\theta < 90°$ तब W =धनात्मक, क्योंकि $W = F.s.\cos\theta$

4. (a) चूँकि गैसीय दाब तथा पिस्टन का विस्थापन दोनों एक ही दिशा में हैं, अतः $\theta = 0°$

$\therefore$ किया गया कार्य = $Fs\cos\theta = Fs =$ धनात्मक

अतः प्रसार के दौरान गैस द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।

5. (d) जब दो वस्तुओं का संवेग समान हैं, तब हल्की वस्तु की गतिज ऊर्जा अधिक होगी, क्योंकि $E = \frac{P^2}{2m}$

$\therefore E \propto \frac{1}{m}$ जब P नियत है

6. (b) $P = \vec{F}.\vec{v}$ तथा शक्ति का मात्रक "वाट" है।

7. (c) गतिज ऊर्जा में परिवर्तन = कुल बल द्वारा किया गया कार्य यह संबंध किसी कण तथा कणों के निकाय के लिए भी सत्य है।

8. (a) प्रत्यानन बल के विरूद्ध स्प्रिंग पर किया गया कार्य दोनों स्थितियों में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है, जब इसे खींचा अथवा संपीडित किया जाता है।

9. (c) सूर्य के द्वारा पुच्छल तारे पर लगने वाला आकर्षण बल एक संरक्षी बल होता है। चूँकि किसी पूर्ण चक्कर में संरक्षी बल द्वारा किया गया कार्य हमेशा शून्य होता है। (चाहे मार्ग की प्रकृति कुछ भी हो) अतः पुच्छल तारे की प्रत्येक पूर्ण कक्षा के लिए गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।

10. (e) संवेग परिवर्तन की दर निकाय पर कार्यरत बाह्य बलों के समानुपाती होती है। पूरे निकाय का कुल संवेग नियत रहता है, जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल न लगे।

आंतरिक बल निकाय की गतिज ऊर्जा को परिवर्तित कर सकते हैं।

11. (a) जल प्रपात के शीर्ष पर स्थित जल की स्थितिज ऊर्जा mgh है। (जहाँ जल का द्रव्यमान m तथा प्रपात की ऊँचाई h है) जल के नीचे गिरने की प्रक्रिया में, स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है, जो कि ऊष्मा ऊर्जा में बदल जाती है, जिससे जल का ताप बढ़ जाता है।

12. (b) किसी पंप की शक्ति, पंप के द्वारा प्रति सैकण्ड किए जाने वाले कार्य के तुल्य होती है।

$$\therefore \text{शक्ति} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}} = \frac{mgh}{t} = \frac{100 \times 10 \times 100}{10}$$

$= 10^4 W = 10\, kW$

साथ ही 1 अश्वशक्ति (hp) =746 W

13. (c) संरक्षी बलों के लिए किसी बिन्दु पर गतिज तथा स्थितिज ऊर्जाओं का योग हमेशा नियत रहता है। इसे यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण का नियम कहते हैं। इस नियम के अनुसार,

गतिज ऊर्जा + स्थितिज ऊर्जा = नियतांक

अथवा $\Delta K + \Delta U = 0$ अथवा $\Delta K = -\Delta U$

14. (e) जब कोई बल गति को अवमंदित करता है, तब किया गया कार्य ऋणात्मक होता है।

किया गया कार्य बल तथा विस्थापन के बीच के कोण पर निर्भर करता है। $W = Fs\cos\theta$

15. (d) किसी प्रत्यास्थ संघट्ट में संवेग तथा गतिज ऊर्जा दोनों संरक्षित रहते हैं, यह नियम किसी अकेली वस्तु के लिए लागू नहीं होते, बल्कि संघट्ट करने वाली वस्तुओं के निकाय के लिए लागू होते हैं। जब संघट्ट के दौरान गतिज ऊर्जा का ह्रास होता है, तो संघट्ट अप्रत्यास्थ संघट्ट कहलाता है। दैनिक जीवन में होने वाले संघट्ट अथवा टक्कर अप्रत्यास्थ होते हैं। संघट्ट पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट कहलाते हैं जब दो वस्तुऐं परस्पर जुड़ जाती हैं।

16. (d) एक वस्तु में संवेग के बिना ऊर्जा हो सकती है, जैसे वस्तु में स्थितिज ऊर्जा होती है, परंतु जब वस्तु में संवेग होता है तब उसमें गतिज ऊर्जा आवश्यक रूप से होती है।

संवेग तथा ऊर्जा की विमाऐं भिन्न-भिन्न होती हैं।

17. (e) केवल एक समान वृत्तीय गति में किया गया कार्य तथा उत्पन्न शक्ति का मान शून्य होता है।

18. (a) $K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K \propto v^2$, यदि वेग को दुगुना कर दिया जाए तब गतिज ऊर्जा का मान चार गुना हो जाता है।

19. (a) किसी तीव्र संघट्ट में समय t अत्यंत कम होता है। चूँकि $F \times t =$ नियतांक, अतः लगने वाला बल अधिक होता है। अतः तीव्र संघट्ट धीमे संघट्ट की तुलना में अधिक विध्वंसकारी होता है।

20. (a) परिभाषा के अनुसार, किसी संरक्षी बल के विरूद्ध वस्तु को गति कराने में किया गया कार्य वस्तु के मार्ग पर निर्भर नहीं करता।

21. (c) जब हम सेल (Cell) से धारा प्राप्त करते हैं, तो सेल में रासायनिक क्रिया होती है, अतः सेल की रासायनिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। जब तार से अधिक समय तक अधिक परिमाण की धारा ली जाती है केवल तभी तार गर्म होता है।

22. (e) स्थितिज ऊर्जा $U = \frac{1}{2}kx^2$ अर्थात् $U \propto x^2$

यह परवलय का समीकरण है, अतः U तथा x के बीच का ग्राफ सीधी रेखा न होकर एक परवलय होगा।

23. (c) जब समान द्रव्यमान की दो वस्तुओं के बीच प्रत्यास्थ संघट्ट होता है, तो संघट्ट के पश्चात् उनके वेग परस्पर बदल जाते हैं। जल तथा भारी जल हाइड्रोजन युक्त पदार्थ हैं, जिसमें उपस्थित प्रोटोनों का द्रव्यमान लगभग न्यूट्रॉन के द्रव्यमान के तुल्य होता है। जब न्यूट्रॉन तीव्र गति से प्रोटोनों से टकराते हैं, तब न्यूट्रॉन विराम अवस्था में आ जाते हैं तथा प्रोटोन न्यूट्रोनों के वेग से गतिशील हो जाते हैं।

24. (a) आंइस्टीन के समीकरण $E = mc^2$ से,

यह अनुभव किया जा सकता है कि यदि द्रव्यमान संरक्षित रहे तभी ऊर्जा संरक्षित रहती है अथवा इसके विपरीत भी सत्य है, अतः दोनों को पृथक नहीं माना जा सकता।

25. (b) यदि दो प्रोटोनों को परस्पर समीप लाया जाता है, तब स्थिर वैद्युत बल के विरूद्ध कार्य किया जाता है, क्योंकि समान आवेशों के बीच प्रतिकर्षण होता है। यह कार्य निकाय की स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

26. (a) $E = \frac{P^2}{2m}$, गोली दागने की प्रक्रिया में संवेग संरक्षित रहता है

$\therefore E \propto \frac{1}{m}$ अतः $\frac{E_{\text{बंदूक}}}{E_{\text{गोली}}} = \frac{m_{\text{गोली}}}{m_{\text{बंदूक}}}$

27. (a) एक गोली की गतिज ऊर्जा = k

$\therefore$ n गोलियों की गतिज ऊर्जा = nk

ऊर्जा संरक्षण के सिद्धांतानुसार, गोलियों की गतिज ऊर्जा मशीनगन द्वारा प्रति सैकण्ड किए गए कार्य के बराबर होती है।

28. (d) किसी बंद लूप में वस्तु की गति में किया गया कार्य केवल तभी शून्य होता है, जब वस्तु संरक्षी बलों (जैसे गुरूत्वाकर्षण, स्थिरवैद्युत बल) के प्रभाव के अतंर्गत गति करती है अर्थात् किया गया कार्य बल की प्रकृति पर निर्भर करता है।

29. (a) यदि पर्वत की सड़कें ऊपर की ओर सीधी जाती हैं, तब ढाल θ का मान अधिक होता है, अतः घर्षण बल $\mu mg\cos\theta$ का मान कम होता है। कम घर्षण के कारण वाहन के पहियों के फिसलने की संभावना अधिक रहती है तथा अधिक ढाल वाले मार्ग पर ऊपर की ओर जाने के लिए अधिक शक्ति की भी आवश्यकता रहती है।

30. (a) मृदु इस्पात का ताप बढ़ना, कार्य द्वारा निकाय को प्रदत्त ऊर्जा का एक उदाहरण है, जो कि निकाय की आंतरिक ऊर्जा को बढ़ाता है। चूँकि मृदु इस्पात मृदु होती है, अतः यह सिद्धांत मृदु इस्पात के लिए अच्छा कार्य करता है। इस मृदुता के कारण ही हथौड़े के द्वारा इस्पात के स्वरूप में परिवर्तन आसानी से किया जा सकता है। हथौड़े द्वारा बल के क्रियाबिन्दु को विस्थापित किया जाता है, तथा इस्पात पर धनात्मक कार्य किया जाता है। कठोर इस्पात में स्वरूप में परिवर्तन कम होता है, अतः बल का क्रियाबिन्दु कम विस्थापित होता है। अतः हथौड़े द्वारा कार्य के रूप में प्रदत्त ऊर्जा को मृदु इस्पात अच्छी तरह अवशोषित करती है तथा इसका ताप तेजी से बढ़ जाता है।

कार्य, ऊर्जा, शक्ति एवं संघट्ट

SET Self Evaluation Test - 6

1. 40 न्यूटन का एक खिंचाव बल 20 किग्रा के एक बॉक्स पर लग रहा है, जो उसे एक चिकने फर्श पर अचर चाल से 8 मीटर तक खींचता है। यदि यह बल क्षैतिज से 60° के कोण पर लगता हो, तब इसके द्वारा किया गया कार्य होगा

(a) 160 *J* (b) 277 *J*

(c) 784 *J* (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

2. एक 10 किग्रा के गुटके को एक खुरदरी सतह पर 2 मी/सैकण्ड के वेग से गतिमान बनाये रखने के लिए 5 न्यूटन का क्षैतिज बल आवश्यक है। इस बल द्वारा एक मिनट में किया गया कार्य है

(a) 600 *J* (b) 60 *J*

(c) 6 *J* (d) 6000 *J*

3. m द्रव्यमान का एक पिण्ड विराम से t_1 समय में v वेग प्राप्त कर लेता है। इस पिण्ड पर t समय में किया गया कार्य, समय t के फलन के रुप में होगा

(a) $\frac{1}{2}m\frac{v}{t_1}t^2$ (b) $m\frac{v}{t_1}t^2$

(c) $\frac{1}{2}\left(\frac{mv}{t_1}\right)^2 t^2$ (d) $\frac{1}{2}m\frac{v^2}{t_1^2}t^2$

4. किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा तथा चाल के बीच ग्राफ खींचा जाये तो उसकी प्रकृति होगी

(a) सीधी रेखा (b) अतिपरवलय

(c) परवलय (d) चरघातांकी

5. जब कोई पिण्ड किसी घर्षण युक्त सतह पर गति करता है, तब

(a) उसकी गतिज ऊर्जा क्षय होती है परन्तु संवेग अचर रहता है

(b) उसकी गतिज ऊर्जा क्षय होती है परन्तु स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है

(c) उसकी गतिज ऊर्जा व संवेग दोनों ही क्षय होते हैं

(d) यान्त्रिक ऊर्जा का संरक्षण होता है

6. v वेग से गतिमान m ग्राम की एक गोली M ग्राम के लटके हुए एक लकड़ी के तख्ते से टकराती है, जिससे लकड़ी का तख्ता h ऊँचाई तक उठ जाता है। तख्ते का प्रारम्भिक वेग होगा

(a) $\sqrt{2gh}$ (b) $\frac{M+m}{m}\sqrt{2gh}$

(c) $\frac{m}{M+m}2gh$ (d) $\frac{M+m}{M}\sqrt{2gh}$

7. किसी निकाय की स्थितिज ऊर्जा में कमी होती है, यदि उस पर कार्य किया जाये

(a) किसी भी संरक्षी अथवा असंरक्षी बल द्वारा

(b) असंरक्षी बल द्वारा

(c) संरक्षी बल द्वारा

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

8. किसी गतिशील कण के गतिज ऊर्जा–विस्थापन वक्र के ग्राफ का ढलान

(a) कण के त्वरण के बराबर होगा

(b) कण के त्वरण के व्युत्क्रमानुपाती होगा

(c) कण के त्वरण के समानुपाती होगा

(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

9. एक कार को 10 मी/सै से 20 मी/सै तक त्वरित करने में दी गयी ऊर्जा, उस ऊर्जा से कितना गुना होगी जो कार को विराम अवस्था से 10 मी/सै तक त्वरित करने के लिये आवश्यक है

(a) बराबर (b) चार गुनी

(c) दो गुनी (d) तीन गुनी

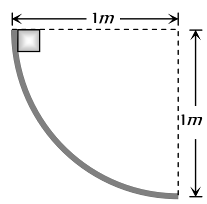
10. एक 2 *kg* द्रव्यमान का पिण्ड, 1 *m* त्रिज्या के वृत्तीय चतुर्थांश के वक्रीय पथ पर (चित्रानुसार) फिसलता है। सभी पृष्ठ घर्षण रहित हैं। यदि पिण्ड विरामावस्था से चलना प्रारम्भ करे, तो पथ की तली पर इसकी चाल है

(a) 4.43 *m/sec*

(b) 2 *m/sec*

(c) 0.5 *m/sec*

(d) 19.6 *m/sec*



11. किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा 36% घटती है, तो उसके संवेग में होने वाली कमी होगी

(a) 36% (b) 20%

(c) 8% (d) 6%

12. एक 3*m* किलोग्राम द्रव्यमान का बम, विस्फोटित होकर *m* किलोग्राम तथा 2*m* किलोग्राम के दो टुकड़ो में विभाजित हो जाता है। यदि *m*

किग्रा वाले टुकडे का वेग 16 मी/सैकण्ड है, तो विस्फोट में मुक्त कुल गतिज ऊर्जा है

(a) 192 *mJ* (b) 96 *mJ*

(c) 384 *mJ* (d) 768 *mJ*

13. जब दो द्रव्यमानों m_1 व m_2 के बीच प्रत्यास्थ टक्कर होती है तब निम्न में से कौन सा कथन लागू नहीं होता है

(a) जब $m_1 << m_2$ तथा m_2 स्थिर हो तब अधिकतम संवेग का स्थानान्तरण होता है

(b) जब $m_1 >> m_2$ तथा m_2 स्थिर हो तब संघट्ट के पश्चात् m_2 द्रव्यमान की चाल m_1 द्रव्यमान से चार गुनी हो जाती है

(c) जब $m_1 = m_2$ हो तथा m_2 स्थिर हो, तब अधिकतम गतिज ऊर्जा का स्थानांतरण होता है।

(d) जब टक्कर तिरछी हो तथा m_2 स्थिर हो तथा $m_1 = m_2$, तब टक्कर के पश्चात् दोनों द्रव्यमान एक–दूसरे की विपरीत दिशा में गति करते हैं

14. द्रव्यमान संख्या A के परमाणु के स्थिर नाभिक से एक न्यूट्रॉन वेग v तथा गतिज ऊर्जा E के साथ प्रत्यास्थ प्रत्यक्ष (Head-on) संघट्ट करता है। कुल ऊर्जा का वह भाग जो न्यूट्रॉन में बचा रहेगा

(a) $\left(\frac{A-1}{A+1}\right)^2$ (b) $\left(\frac{A+1}{A-1}\right)^2$

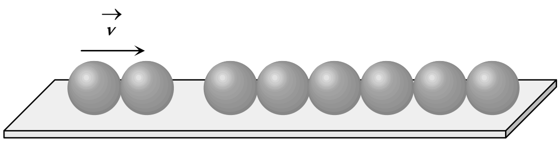
(c) $\left(\frac{A-1}{A}\right)^2$ (d) $\left(\frac{A+1}{A}\right)^2$

15. m_1 द्रव्यमान का एक पिण्ड 40 मी/सै के एक समान वेग से एक m_2 द्रव्यमान वाले स्थिर पिण्ड से टकराता है। इसके पश्चात् दोनों पिण्ड एकसाथ 30 मी/सै की अचर चाल से चलते हैं। इनके द्रव्यमानों की निष्पत्ति (m_1/m_2) होगी

(a) 0.75 (b) 1.33

(c) 3.0 (d) 4.0

16. घर्षण रहित सतह पर एक क्षैतिज खाँचे में एक समान छः गेंदें रखी गई हैं जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है। यदि एक जैसी दो गेंदें वेग v के साथ बाँयी ओर से इन छः गेंदों की पंक्ति से प्रत्यास्थतः टकराती हैं, तब



(a) दायीं ओर से एक गेंद वेग $2v$ के साथ आगे की ओर फिसलेगी जब कि बची हुयी गेंदें स्थिर रहेंगी।

(b) दायीं ओर से दो गेंदें, प्रत्येक वेग v के साथ बाहर फिसलेंगी, जबकि बची हुयी गेंदें स्थिर रहेंगी।

(c) पंक्ति की सभी छः गेंदें, प्रत्येक $v/6$ के वेग से आगे फिसलेंगीं तथा टक्कर मारने वाली दोनों गेंदें स्थिर हो जायेंगी

(d) कोई भी गेंद आगे की ओर नहीं फिसलेगी तथा टक्कर मारने वाली दोनों गेंदें भी स्थिर हो जायेंगी

17. लकडी का एक ब्लॉक जिसका द्रव्यमान M है एक क्षैतिज सतह पर रखा है। एक बन्दूक की गोली क्षैतिज दिशा में गति करती हुई इससे टकराकर उसमें धँस जाती है, जिससे गोली सहित ब्लॉक सतह पर x दूरी तक गति करता है। यदि सतह और ब्लॉक के बीच घर्षण गुणांक μ हो, तो ब्लॉक से टकराते समय गोली का वेग है (जहाँ m गोली का द्रव्यमान है)

(a) $\sqrt{\frac{2Mg}{\mu m}}$ (b) $\sqrt{\frac{2\mu mg}{Mx}}$

(c) $\sqrt{2\mu gx}\left(\frac{M+m}{m}\right)$ (d) $\sqrt{\frac{2\mu mx}{M+m}}$

18. v वेग से गतिमान एक गेंद विराम में स्थित एक अन्य समरूप गेंद से टकराती है। संघट्ट के पश्चात् दोनों आपस में चिपक जाती है। यदि गेंदो के पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा S हो, तो संघट्ट के कारण ताप वृद्धि होगी [Roorkee 1999]

(a) $\frac{v^2}{8S}$ (b) $\frac{v^2}{4S}$

(c) $\frac{v^2}{2S}$ (d) $\frac{v^2}{S}$

19. M द्रव्यमान के एक रेत से भरे बोरे को रस्सी द्वारा लटकाया गया है। m द्रव्यमान की एक गोली v वेग से इससे टकराकर इसमें धँस जाती है। इस प्रक्रिया में गतिज ऊर्जा में हानि होगी

(a) $\frac{1}{2}mv^2$ (b) $\frac{1}{2}mv^2 \times \frac{1}{M+m}$

(c) $\frac{1}{2}mv^2 \times \frac{M}{m}$ (d) $\frac{1}{2}mv^2\left(\frac{M}{M+m}\right)$

Answers and Solutions

1. (a) $W = \vec{F}.\vec{s} = 40 \times 8 \times \cos 60° = 160\ J$

2. (a) $W = F \times s = F \times v \times t = 5 \times 2 \times 60 = 600\ J$

3. (d) किया गया कार्य

$$= F \times s = ma \times \frac{1}{2} at^2 \quad \left[s = ut + \frac{1}{2} at^2 \text{से} \right]$$

$$\therefore W = \frac{1}{2} ma^2 t^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{v}{t_1} \right)^2 t^2 \quad \left[\text{चूँकि } a = \frac{v}{t_1} \right]$$

4. (c) गतिज ऊर्जा $k = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow k \propto v^2$

अर्थात् चाल एवं गतिज ऊर्जा के बीच ग्राफ एक परवलय होगा।

5. (c) घर्षण निकाय पर कार्यरत असंरक्षी बाह्य बल है, जिसके कारण संवेग तथा गतिज ऊर्जा दोनों कम हो जाते हैं।

6. (a) जब गोली गुटके से टकराती है, तब गुटके की प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}(m + M)V^2$

इस गतिज ऊर्जा के कारण गुटका h ऊँचाई तक उठेगा

गुटके की स्थितिज ऊर्जा $= (m + M)gh$

ऊर्जा संरक्षण के नियमानुसार

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = (m + M)gh \qquad \therefore V = \sqrt{2gh}$$

7. (c)

8. (c) $E = \frac{1}{2} mv^2$, x के सापेक्ष अवकलन करने पर हमें प्राप्त होता है। $\frac{dE}{dx} = \frac{1}{2} m \times 2v \frac{dv}{dx} = mv \times \frac{dv}{dt} \times \frac{dt}{dx} = mv \times \frac{a}{v} = ma$

9. (d) प्रथम स्थिति में गतिज ऊर्जा

$$= \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m (20^2 - 10^2) = 150\ mJ$$

द्वितीय स्थिति में गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2} m (10^2 - 0^2) = 50 mJ$

$$\therefore \frac{(\text{गतिज ऊर्जा})I}{(\text{गतिज ऊर्जा})II} = \frac{150 m}{50 m} = 3$$

10. (a) ऊर्जा संरक्षण के नियम से, $mgh = \frac{1}{2} mv^2$

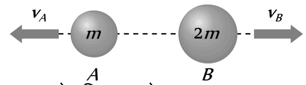
$$\Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1} = \sqrt{19.6} = 4.43\ m/s$$

11. (b) $P = \sqrt{2mE} \Rightarrow P \propto \sqrt{E}$

दिये गये प्रश्न में गतिज ऊर्जा वास्तविक मान की 64% हो जाती है $\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} = \sqrt{\frac{64E}{100E}} = 0.8 \Rightarrow P_2 = 0.8P$

$\therefore P_2 =$ वास्तविक मान का 80% अर्थात् संवेग 20% घट जायेगा।

12. (a)



संवेग संरक्षण के नियम से $m_A v_A = m_B v_B$

$$\Rightarrow m \times 16 = 2m \times v_B \Rightarrow v_B = 8\ m/s$$

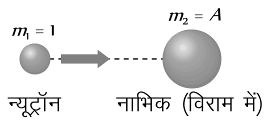
निकाय की गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2$

$$= \frac{1}{2} \times m \times (16)^2 + \frac{1}{2} \times (2m) \times 8^2 = 192\ mJ$$

13. (b,d) जब $m_1 > m_2$ है तथा m_2 विराम में है, तब संघट्ट के पश्चात् m_2 द्रव्यमान की गेंद u_1 के दोगुने वेग से गति करेगी। अतः विकल्प (b) असत्य है।

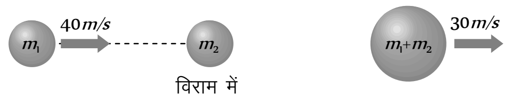
जब $m_1 = m_2$ है तथा m_2 विराम में है एवं संघट्ट तिर्यक है, तब संघट्ट के पश्चात् गेंद लम्बवत् दिशा में गति करेगी। अतः विकल्प (d) भी असत्य है।

14. (a)



$$\left(\frac{\Delta k}{k} \right)_{\text{शेष}} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right)^2 = \left(\frac{1 - A}{1 + A} \right)^2$$

15. (c)



निकाय का प्रारंभिक संवेग $= m_1 \times 40 + m_2 \times 0$

निकाय का अंतिम संवेग $= (m_1 + m_2) \times 30$

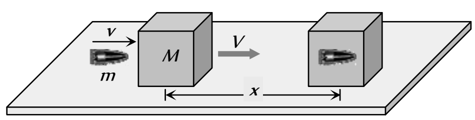
ऊर्जा संरक्षण के नियम से

$$m_1 \times 40 + m_2 \times 0 = (m_1 + m_2) \times 30$$

$$\Rightarrow 40 m_1 = 30 m_1 + 30 m_2 \Rightarrow 10 m_1 = 30 m_2 = \frac{m_1}{m_2} = 3$$

16. (b) केवल इसी स्थिति में संवेग तथा ऊर्जा संरक्षित हैं।

17. (c)



माना कि गोली की चाल $= v$

संघट्ट के पश्चात् निकाय की चाल = V

संवेग संरक्षण के नियमानुसार $mv = (m+M)V$

$$\Rightarrow V = \frac{mv}{M+m}$$

अतः निकाय द्वारा प्राप्त प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

$$= \frac{1}{2}(M+m)V^2 = \frac{1}{2}(m+M)\left(\frac{mv}{M+m}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{(m+M)}$$

यह गतिज ऊर्जा घर्षण के विरूद्ध कार्य करने में खर्च होगी

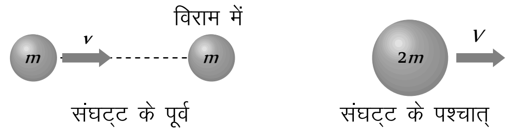
अतः घर्षण द्वारा किया गया कार्य= $\mu R \times x = \mu(m+M)g \times x$

ऊर्जा संरक्षण के नियमानुसार

$$\frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{(m+M)} = \mu(m+M)g \times x \Rightarrow v^2 = 2\mu gx\left(\frac{m+M}{m}\right)^2$$

$$\therefore v = \sqrt{2\mu gx}\left(\frac{M+m}{m}\right)$$

18. (a)



प्रारम्भिक संवेग = mv, अन्तिम संवेग = $2mV$

संवेग संरक्षण के नियमानुसार, $mv = 2mV \Rightarrow V = \frac{v}{2}$

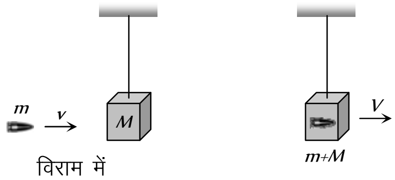
संघट्ट के पश्चात् निकाय की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}(2m)\left(\frac{v}{2}\right)^2$

$\therefore$ गतिज ऊर्जा में क्षय = $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{4}mv^2 = \frac{1}{4}mv^2$

गतिज ऊर्जा में यह क्षय ताप में वृद्धि करेगा

$$\therefore 2m \times s \times \Delta t = \frac{1}{4}mv^2 \Rightarrow \Delta t = \frac{v^2}{8s}$$

19. (d)



गोली की प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}mv^2$

अप्रत्यास्थ संघट्ट के पश्चात् निकाय V वेग से गति करेगा

संवेग संरक्षण के नियमानुसार

$$mv + 0 = (m+M)V \Rightarrow V = \frac{mv}{m+M}$$

निकाय की गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}(m+M)V^2$

$$= \frac{1}{2}(m+M)\left(\frac{mv}{m+M}\right)^2$$

गतिज ऊर्जा का क्षय= $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}(m+M)\left(\frac{mv}{m+M}\right)^2$

$$= \frac{1}{2}mv^2\left(\frac{M}{m+M}\right)$$

***