@amarwah450

लोक शिक्षण संचालनालय, म.प्र. भोपाल
द्वारा वर्ष 2023 के लिए जारी प्रश्न बैंक

GPH®

प्रश्न बैंक

(रेमेडियल माड्यूल के प्रश्नोत्तर सहित)

@mpboardofficialyt

उत्तर सहित

भौतिक शास्त्र

कक्षा 11

असली प्रश्न बैंक की पहचान

GUPTA PUBLISHING HOUSE, INDORE (M.P.)

GPH

प्रश्न बैंक

भौतिक शास्त्र : कक्षा–11वीं

समय : 3 घण्टे] प्रश्न पत्र : ब्लू प्रिन्ट (Blue Print of Question Paper) [पूर्णांक : 70

क्र.	इकाई एवं विषय वस्तु	इकाई पर आवंटित अंक	वस्तुनिष्ठ प्रश्न	अंकवार प्रश्नों की संख्या				कुल प्रश्न
			01 अंक	02 अंक	03 अंक	04 अंक	05 अंक	
1.	भौतिक जगत एवं मात्रक और मापन	06	1	1	1	-	-	2
2.	सरल रेखा में गति एवं समतल से गति	09	2	1	-	-	1	2
3.	गति के नियम	08	4	2	-	-	-	2
4.	कार्य, ऊर्जा और शक्ति	05	2	-	1	-	-	1
5.	कणों के निकाय एवं घूर्णी गति	06	03	-	1	-	-	1
6.	गुरूत्वाकर्षण	06	4	1	-	-	-	1
7.	ठोस एवं तरल के यांत्रिक गुण	06	3	-	1	-	-	1
8.	द्रव्य के तापीय गुण एवं ऊष्मागतिकी	09	2	1	-	-	1	2
9.	अणुगति का सिद्धान्त	05	3	1	-	-	-	1
10.	दोलन एवं तरंगे	10	4	1	-	1	-	2
	कुल योग	**70**	**28**	**16**	**12**	**04**	**10**	**15+4 =19**

प्रश्न–पत्र निर्माण हेतु विशेष निर्देश–

- 40% वस्तुनिष्ठ प्रश्न, 40% विषयपरक प्रश्न, 20% विश्लेषणात्मक प्रश्न होंगे।

(1) प्रश्न क्रमांक 1 से 4 तक 28 वस्तुनिष्ठ प्रश्न होंगे। सही विकल्प 07 अंक, रिक्त स्थान 07 अंक, सही जोड़ी 07 अंक, एक शब्द या वाक्य में उत्तर 07 अंक, संबंधी प्रश्न होंगे। प्रत्येक प्रश्न पर 01 अंक निर्धारित हैं।

(2) वस्तुनिष्ठ प्रश्नों को छोड़कर सभी प्रश्नों में आंतरिक विकल्प का प्रावधान होगा। यह विकल्प समान इकाई/उप इकाई से तथा समान कठिनाई स्तर वाले होंगे। इन प्रश्नों की उत्तर सीमा निम्नानुसार होगी–

- अति लघु उत्तरीय प्रश्न – 2 अंक, लगभग 30 शब्द।
- लघु उत्तरीय प्रश्न – 3 अंक, लगभग 75 शब्द।
- विश्लेषणात्मक प्रश्न – 4 अंक, लगभग 120 शब्द।
  – 5 अंक, लगभग 150 शब्द।

(3) **कठिनाई स्तर** – 40% सरल प्रश्न, 45% सामान्य प्रश्न, 15% कठिन प्रश्न।

@mpboardofficialyt

भौतिक शास्त्र : कक्षा-11वीं

अध्याय-2 मात्रक एवं मापन

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) एक प्रकाश वर्ष का मान होता है-
(a) [illegible] (b) 3×10^{8} m
(c) [illegible] (d) 1.5×10^{11} m

(2) 1 a.m.u. बराबर होता है-
(a) 1.66×10^{-27} kg (b) 1.6×10^{-19} [illegible]
(c) 931 MeV (d) 9.46×10^{15} m

(3) 1 फर्मी बराबर होता है-
(a) 10^{-15} m (b) 10^{-10} m
(c) [illegible] (d) [illegible]

(4) विमीय रूप से सही संबंध है-
(a) [illegible] (b) [illegible]
(c) $E=\frac{1}{2}mv^2-mgh$ (d) $E=mc^2$

(5) प्रकाश वर्ष मात्रक है-
(a) समय का (b) दूरी का
(c) प्रकाश ऊर्जा का (d) तीव्रता का

(6) निम्नलिखित में से कौन-सा व्युत्पन्न मात्रक है-
(a) किलोग्राम (b) न्यूटन
(c) मीटर (d) केण्डेला

(7) निम्नलिखित में मूल मात्रक नहीं है-
(a) मीटर (b) केल्विन
(c) वॉट (d) ऐम्पियर

(8) भौतिक राशियों के निम्न जोड़ों में से किस जोड़े के विमीय सूत्र समान नहीं है-
(a) कार्य और बल आघूर्ण
(b) कोणीय संवेग और प्लांक नियतांक
(c) तनाव और पृष्ठ तनाव
(d) आवेग और रेखीय संवेग

उत्तर- (1) b (2) a (3) a (4) a (5) b (6) b (7) c (8) c.

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) किसी 1 से.मी. भुजा वाले घन का आयतन .... मी³ के बराबर है।

(2) कोई गाड़ी 18km/h की चाल से चल रही है तो 1s में .... मीटर चलेगी।

(3) ग्रह, तारों आदि की दूरियों को .... विधि द्वारा मापा जाता है।

(4) वह दूरी जिस पर पृथ्वी की कक्षा की औसत त्रिज्या 1 आर्क से. का कोण अन्तरित करे .... कहलाती है।

(5) बल का विमीय सूत्र .... है।

(6) 1 किग्रा मी² .... g सेमी²

(7) 1 nm = ...m

(8) आवेश का विमीय सूत्र .... है।

उत्तर- (1) 1×10^{-6} (2) 5 (3) लम्बन (4) पारसेक (5) $[MLT^{-2}]$ (6) 10^{7} (7) 10^{-9} (8) [AT].

प्रश्न 3. सही जोड़ियाँ बनाकर लिखिए-

कालम 'अ'	कालम 'ब'
(1) प्लांक नियतांक की विमा	(a) $M^1L^1T^{-1}$
(2) संवेग की विमा	(b) $M^1L^2T^{-1}$
(3) पारसेक	(c) 10^{-10} मीटर
(4) एंगस्ट्रम	(d) 3.08×10^{16} मीटर
(5) आपेक्षिक घनत्व	(e) $M^0L^0T^0$
(6) खगोलीय मात्रक	(f) ML^2T^{-2}
(7) ऊर्जा का विमीय सूत्र	(g) 1.496×10^{11} मीटर

उत्तर- (1) b (2) a (3) d (4) c (5) e (6) g (7) f.

प्रश्न 4. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) पारसेक किस राशि का मात्रक है?

(2) किसी वर्नियर यंत्र के मुख्य स्केल के एक खाने का मान 1mm तथा वर्नियर पर खानों की संख्या 20 हो तो इसका अल्पतमांक ज्ञात कीजिए।

(3) बल के मात्रक न्यूटन को मूल मात्रकों के रूप में लिखिए।

(4) परमाणवीय नाभिक के आकार की कोटि लिखिए।

(5) मूल राशियाँ किसे कहते हैं?

(6) ऐम्पियर तथा न्यूटन में से कौन सा मूल मात्रक है?

उत्तर- (1) दूरी का (2) अल्पतमांक = $\frac{1mm}{20}$ = 0.05 mm (3) ग्राम सेमी. × से.$^{-2}$ (4) 10^{-14} मीटर (5) वे राशियाँ जो एक दूसरे से स्वतंत्र होती है, मूल राशियाँ कहलाती है (6) ऐम्पियर।

@mpboardofficialyt

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. एस.आई. पद्धति की सभी मूल राशियाँ एवं उनके मात्रक लिखिए।

उत्तर-

मूल राशियाँ	मात्रक
(1) लम्बाई	मीटर (m)
(2) द्रव्यमान	किग्रा. (kg)
(3) समय	सेकण्ड (s)
(4) विद्युत धारा	ऐम्पियर (A)
(5) पदार्थ की मात्रा	मोल (mol)
(6) ताप	केल्विन (K)
(7) ज्योति तीव्रता	केण्डेला (Cd)

प्रश्न 2. विमीय विश्लेषण की सीमाएँ क्या हैं?

उत्तर- (1) यह विधि सूत्र के विमाहीन नियतांकों के विषय में कोई सूचना नहीं प्रदान करती है। (2) M, L व T मूल मात्रकों के अतिरिक्त किसी अन्य राशि का विश्लेषण नहीं किया जा सकता है। (3) sinθ, logx आदि के पदों का विश्लेषण भी नहीं किया जा सकता है। (4) उस सूत्र की स्थापना भी नहीं किया जा सकता है। (5) उस सूत्र की स्थापना भी नहीं की जा सकती है, जो तीन से अधिक राशियों पर निर्भर करता है।

प्रश्न 3. विमीय विश्लेषण के उपयोग लिखिए।

उत्तर- उपयोग

(1) एक पद्धति के मात्रकों को दूसरी पद्धति के मात्रकों में बदलना।

(2) समीकरण की शुद्धता की जाँच करना।

(3) किसी भौतिक राशि का मात्रक ज्ञात करना।

(4) समीकरण की स्थापना करना।

प्रश्न 4. कार्य व विकृति का विमीय सूत्र तथा मात्रक लिखिए।

उत्तर- (1) कार्य → $[ML^2T^{-2}]$ अर्ग

(2) विकृति → विमाहीन राशि।

प्रश्न 5. एक पारसेक में कितने खगोलीय मात्रक (AU) होते हैं।

उत्तर- 1 पारसेक = 206, 265 A.U.

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. समीकरण $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ की शुद्धता की जाँच कीजिए।

जहाँ T = सरल लोलक का आवर्तकाल, l = प्रभावकारी लम्बाई, g = गुरूत्वीय त्वरण।

उत्तर- किसी समीकरण की सत्यता की विमीय सन्तुलन द्वारा जाँच करना- किसी भौतिक परिकल्पना की शुद्धता (सत्यता) की जाँच करने के लिये विमीय संतुलन अथवा विमीय समांगता के सिद्धांत का उपयोग करते हैं, इस सिद्धांत के अनुसार "किसी भी शुद्ध भौतिक परिकल्पना के दोनों पक्षों के पदों की विमाएँ सदैव समान होती हैं।"

जैसे- समीकरण $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ की शुद्धता की जाँच करना

इसके लिए L.H.S. की विमा $T = [M^0L^0T^1]$

R.H.S. की विमा $\sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{L}{LT^{-2}}} = T$

समीकरण में दोनों ओर की विमाएँ समान हैं। अतः समीकरण विमीय दृष्टि से शुद्ध है।

प्रश्न 2. एक ही भौतिक राशि के लिए भिन्न-भिन्न मात्रकों का उपयोग क्यों करते हैं?

उत्तर- क्योंकि भौतिक राशि का परिमाण विमा से अधिक परास तक जा सकता है।

प्रश्न 3. मूल मात्रक तथा व्युत्पन्न मात्रक में अन्तर लिखिए।

उत्तर- मूल मात्रक तथा व्युत्पन्न मात्रक में अन्तर निम्न है-

क्र.	मूल मात्रक	व्युत्पन्न मात्रक
(1)	ये परस्पर स्वतंत्र होते हैं।	ये परस्पर स्वतंत्र नहीं होते हैं।
(2)	इन्हें स्वतंत्र रूप से परिभाषित किया जा सकता है।	इन्हें केवल मूल मात्रकों की सहायता से ही परिभाषित किया जा सकता है।
(3)	पद्धति में मूल मात्रकों की संख्या सात है।	इनकी संख्या असीमित होती है।

प्रश्न 4. भौतिक समीकरण $v^2 = u^2 + 2as$ की शुद्धता की जाँच कीजिए।

उत्तर- $v^2 = u^2 + 2as$ समीकरण की शुद्धता की जाँच करना।

L.H.S. की विमा $v^2 = [LT^{-1}]^2$

$= [L^2T^{-2}]$

R.H.S. की विमा $v^2 + 2as$

$= [LT^{-1}]^2 + 2[LT^{-2}][L^1]$

$= [LT^{-1}] + 2[LT^{-1}]$

$= 3[LT^{-1}]$

$= [LT^{-1}]$

समीकरण में दोनों ओर की विमाएँ समान हैं। अतः समीकरण विमीय दृष्टि से शुद्ध है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 5. वायु में ध्वनि का वेग V वायु दाब P एवं घनत्व d पर निर्भर करता है। विमीय विधि से ध्वनि के वेग V के लिए न्यूटन सूत्र की स्थापना कीजिए।

उत्तर- प्रश्नानुसार

$$V \propto P^a \text{ तथा } V \propto d^b$$

$$V \propto P^a d^b$$

या

$$V = K P^a d^b \quad ...(1)$$

K एक विमाहीन राशि है।

वेग V का विमीय सूत्र = $[M^0LT^{-1}]$

दाब P का विमीय सूत्र = $[ML^{-1}T^{-2}]$

घनत्व d का विमीय सूत्र = $[ML^{-3}T^0]$

समी. (1) में उपरोक्त मान रखने पर।

$$[M^0LT^{-1}] = [ML^{-1}T^{-2}]^a [ML^{-3}T^0]^b$$

$$[M^0LT^{-1}] = M^{a+b} L^{-a-3b} T^{-2a}$$

दोनों ओर M, L व T की विमाओं की तुलना करने पर।

$a + b = 0, -a - 3b = 0$ व $-2a = -1$

या

$$a = +\frac{1}{2}, b = -\frac{1}{2}$$

a व b के मान समी. (1) में रखने पर

$$V = k P^{1/2} d^{-1/2}$$

$$V = k \sqrt{\frac{P}{d}}$$

$$k = 1$$

अत:

$$V = \sqrt{\frac{P}{d}}$$

नोट- विभिन्न राशियों के विमीय सूत्र, भौतिक राशियों में संबंध तथा समीकरण की शुद्धता की जाँच का अध्ययन अवश्य करें। □

अध्याय-3 सरल रेखा में गति

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए।

(1) स्थिति समय ग्राफ का ढाल प्रदर्शित करता है-

(a) वेग (b) त्वरण

(c) मंदन (d) विस्थापन

(2) गुरूत्व के अधीन स्वतंत्रतापूर्वक छोड़ी गई वस्तु के लिए शून्य होगा-

(a) प्रारंभिक वेग (b) अंतिम वेग

(c) त्वरण (d) विस्थापन

(3) स्थिति-समय ग्राफ समय अक्ष के समान्तर है, इसका अर्थ है कि-

(a) वस्तु एक समान वेग से गतिशील है।

(b) वस्तु परिवर्ती वेग से गतिशील है।

(c) वस्तु स्थिर है

(d) वस्तु एक समान त्वरण से गतिशील है।

(4) वेग-समय ग्राफ द्वारा समय अक्ष से घेरा गया क्षेत्रफल दर्शाता है-

(a) दूरी (b) चाल

(c) मंदन (d) त्वरण

(5) वेग-समय ग्राफ समय अक्ष के समवत् कब होगा ?

(a) एक समान गति में (b) तात्क्षणिक गति में

(c) विराम अवस्था में (d) कभी नहीं

(6) किसी गतिशील पिण्ड के लिए शून्य हो सकता है-

(a) वेग (b) विस्थापन

(c) त्वरण (d) उपरोक्त सभी

उत्तर- (1) (a) (2) (a) (3) (c) (4) (a) (5) (d) (6) (b).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) वेग व चाल के मात्रक ..... होते हैं।

(2) वेग प्रवणता का S.I. मात्रक ..... होता है।

(3) ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंकी गई वस्तु द्वारा क्षैतिज में चली गई दूरी ..... होगी।

(4) तात्क्षणिक चाल व तात्क्षणिक वेग का अनुपात सदैव ..... होता है।

(5) एक वस्तु ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंकने पर वह 8 सेकण्ड बाद पुन: हाथ में आ जाती है। अधिकतम ऊँचाई तक पहुँचने में लगा समय ..... होगा।

(6) क्षैतिज दिशा में गुरूत्वीय त्वरण का मान ..... होता है।

उत्तर- (1) एक हो (2) से$^{-1}$ (3) शून्य (4) एक समान (5) 4 से. (6) स्थिर।

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) नियत वेग से गतिशील वस्तु का त्वरण क्या होगा?

(2) त्वरण ऋणात्मक होने स्थित - समय ग्राफ कैसा प्राप्त होगा?

(3) वृत्तीय गति में एक चक्कर पूर्ण होने पर उत्पन्न विस्थापन कितना होगा?

(4) v - t ग्राफ के अंतर्गत आने वाला क्षेत्रफल क्या व्यक्त करता है?

(5) सूर्य के चारों ओर दीर्घवृत्ताकार गति में पृथ्वी किस प्रकार की वस्तु है?

@mpboardofficialyt

(6) 60 किमी./घण्टा की चाल से उत्तर दिशा की ओर गतिशील ट्रेन में बैठे एक यात्री के सापेक्ष दूसरे सहयात्री की गति कितनी होगी?

(7) दूरी अशून्य होने पर किसी वस्तु का विस्थापन शून्य कब होता है? एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर- (1) शून्य (2) वक्र (3) शून्य (4) विस्थापन (5) घूर्णन गति (6) शून्य (7) वृत्तीय गति।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. एक वस्तु को प्रारंभिक वेग -u से ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंका जाता है। अधिकतम ऊँचाई पर वस्तु का वेग तथा त्वरण ज्ञात कीजिए।

उत्तर- ऊर्ध्वाधर ऊपर फेंके जाने पर अधिक ऊँचाई पर वेग शून्य होगा।

सूत्र $v^2 = u^2 + 2as$ से

$0^2 = u^2 - 2gh$

$2gh = u^2$

$h = \frac{u^2}{2g}$ होगा।

प्रश्न 2. एक समान व परिवर्ती त्वरण को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- एक समान त्वरण- यदि वस्तु की गति के दौरान, त्वरण का परिमाण व दिशा निश्चित रहे तो अर्थात् त्वरण एक समान त्वरण कहलाता है।

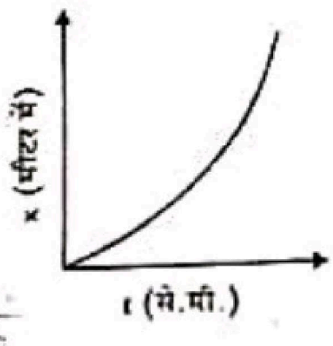
परिवर्ती त्वरण- वस्तु के त्वरण का परिमाण अथवा दिशा अथवा दोनों परिवर्तित होते हैं, तो इसका त्वरण परिवर्ती त्वरण कहलाता है।

प्रश्न 3. आपेक्षिक वेग किसे कहते हैं?

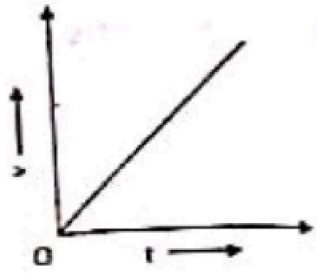
उत्तर- किसी गतिशील वस्तु के सापेक्ष दूसरी वस्तु का आपेक्षिक वेग, पहली वस्तु के सापेक्ष दूसरी की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन की दर के बराबर होता है।

प्रश्न 4. एक समान त्वरित गति में x - t ग्राफ v - t ग्राफ तथा a - t ग्राफ बनाइए।

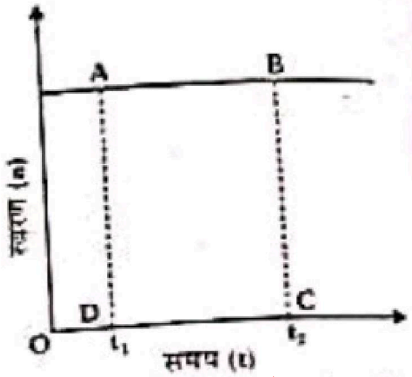
उत्तर- (1) x - t ग्राफ



(2) v - t ग्राफ



(3) a - t ग्राफ



प्रश्न 5. किसी गतिशील वस्तु के वेग की दिशा उसके त्वरण की दिशा में होगी या नहीं। उदाहरण द्वारा अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

उत्तर- विस्थापन की दिशा ही गति की दिशा होती है। अतः वेग की दिशा ही गति की दिशा है। त्वरण, वेग के परिवर्तन की दिशा में होता है न कि वेग की दिशा में। यदि क्षणों पर वेग क्रमशः तथा है तो त्वरण की दिशा की दिशा होगी जो वेग की दिशा से भिन्न है।

प्रश्न 6. ग्लोब पर रेंगते हुए साँप और चींटी की गति में अमाप के आधार पर क्या अन्तर है?

उत्तर- ग्लोब पर रेंगते हुए सांप व चींटी की गति, समतल पर द्वि विमीय गति होगी।

प्रश्न 7. R त्रिज्या के वृत्तीय मार्ग में गतिशील पिण्ड के लिए एक चक्कर पूर्ण होने पर चली गई दूरी और विस्थापन ज्ञात है।

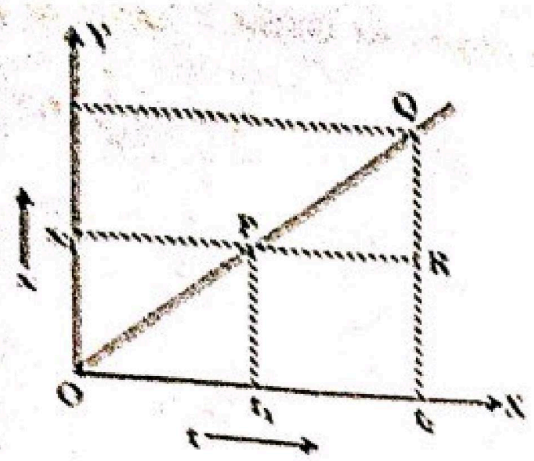
उत्तर- दूरी - $2\pi r$

विस्थापन - शून्य।

प्रश्न 8. एक समान वेग से गतिशील किसी कण के स्थिति समय ग्राफ का ढाल ज्ञात कीजिए। यह किस भौतिक राशि को प्रदर्शित करेगा?

उत्तर- चित्र में एक समान वेग v से गतिशील कण का स्थिति समय ग्राफ प्रदर्शित है जो समय अक्ष पर झुकी एक सरल रेखा है।

@mpboardofficialyt



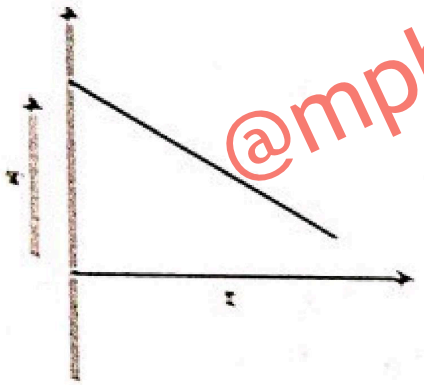
सरल रेखा का ढाल = $\tan\theta = \frac{QR}{RP}$

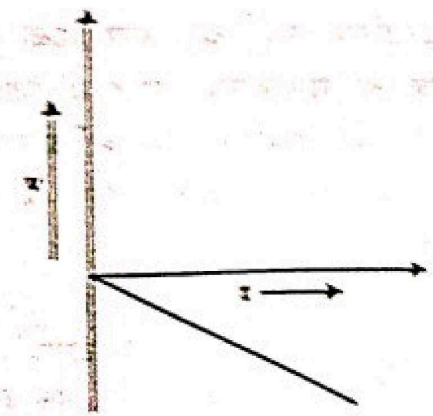
किंतु $QR = x_2 - x_1$ तथा $RP = t_2 - t_1$

$$\therefore \quad v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

यह भौतिक राशि वेग को प्रदर्शित करता है।

प्रश्न 9. कोई कण एक समान त्वरित गति से गतिशील है। v - t ग्राफ बनाइये जबकि (1) त्वरण धनात्मक (2) त्वरण ऋणात्मक है।





उत्तर-

चित्र-(1)

चित्र-(2)

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 10. फलन विधि का उपयोग कर एक समान त्वरित गति के लिए शुद्ध गतिक समीकरण ज्ञात कीजिए।

उत्तर- माना एक समान त्वरित गति के लिए वस्तु की स्थिति x, वेग v तथा त्वरण a, समय t फलन है।

तब वेग $v = \frac{dx}{dt}$

एवं त्वरण $a = \frac{dv}{dt}$,

(1) गति का प्रथम समीकरण- वस्तु का त्वरण, समय के सापेक्ष वेग v के अवकल गुणांक के बराबर होता है, लेकिन $v = \frac{dx}{dt}$ तब त्वरण $a = \frac{dv}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$

त्वरण की परिभाषा से $a = \frac{dv}{dt}$

$$dv = a\,dt$$

$$v = \int a\,dt + c \text{ (नियतांक)}$$

$$v = at + c$$

अब यदि $t = 0$, पर $v = u$ तो $u = c_1$

$$v = at + u$$

या $$v = u + at$$

(2) गति का दूसरा समीकरण

वेग की परिभाषा से $v = \frac{dx}{dt}$

स्थिति $x = \int v\,dt + c$

$$x = \int (u + at)dt + c$$

$$= ut + \frac{at^2}{2} + c$$

यदि $t = 0$ पर $x = 0$ तो $x_0 = c$

$$x = ut + \frac{1}{2}at^2 + x_0$$

$$x - x_0 = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad \Big| \quad x - x_0 = S \text{ विस्थापन}$$

(3) गति का तीसरा समीकरण

त्वरण की परिभाषा से

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \times \frac{dx}{dt} = \frac{v\,dv}{dx}$$

@mpboardofficialyt

$v\,dv = a\,dx$

समाकलन करने पर $\int v\,dv = \int a\,dx + C$

यदि a नियत है तो $\frac{v^2}{2} = ax + C_1$

यदि t = 0 पर स्थिति x_0 व प्रारंभिक वेग u है तो

$$\frac{u^2}{2} = ax_0 + C_1 \text{ या } C_1 = \frac{u^2 - ax_0}{2}$$

$$\frac{v^2}{2} = ax + \frac{u^2}{2} - ax_0$$

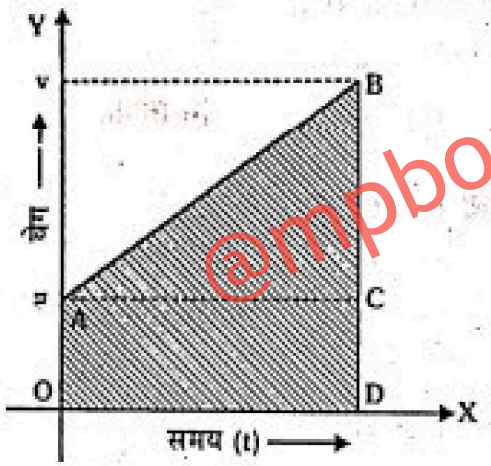
या $\frac{v^2 - u^2}{2} = a(x - x_0)$

$v^2 - u^2 = 2as$

$$\boxed{v^2 = u^2 + 2as}$$

प्रश्न 11. एक समान त्वरित गति में v – t ग्राफ खींचकर गति के समीकरण प्राप्त कीजिए।

उत्तर-



चित्र में एक समान त्वरित एक वित्तीय गति के लिए वेग-समय ग्राफ प्रदर्शित है।

(1) गति का प्रथम समीकरण (वेग-समय संबंध)

वस्तु का त्वरण a = सरल रेखा AB का ढाल

$$\Rightarrow \quad a = \frac{BC}{CA} = \frac{v - u}{t - 0}$$

$$\Rightarrow \quad v = u = at$$

$$\boxed{v = u + at}$$

(2) गति का दूसरा समीकरण

वस्तु का समयान्तराल 0 से t तक

विस्थापन = वेग-समय ग्राफ पर सरल रेखा AB द्वारा समय O से t तक समय अक्ष से घिरा क्षेत्रफल

अर्थात् S = क्षेत्रफल ABDOA

= आयत ACDO का क्षेत्रफल + ΔABC का क्षेत्रफल

$$S = (OD \times OA) + \frac{1}{2}(AC \times CB)$$

$$= (t \times u) + \frac{1}{2} t \times (v - u)$$

परन्तु $V - u = at$

$$= ut + \frac{1}{2} t \times at$$

$$\boxed{S = ut + \frac{1}{2} at^2}$$

(3) गति का तीसरा समीकरण

वस्तु का समयान्तराल 0 से t में

विस्थापन = वेग-समय ग्राफ पर सरल रेखा AB द्वारा समय O से t तक समय अक्ष से घिरा क्षेत्रफल

अर्थात् S = क्षेत्रफल ABDOA

$$= \frac{1}{2}(OA + DB) \times (OD)$$

या $$S = \frac{1}{2}(u + v) \times t$$

परन्तु $\frac{v - u}{a} = t$

$$S = \frac{1}{2}(v + u)\frac{(V - u)}{a}$$

$2as = v^2 - u^2$

$$\boxed{v^2 = u^2 + 2as}$$

प्रश्न 12. ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंके गए पिण्ड के लिए राशि के समीकरण प्राप्त कीजिए।

उत्तर- यदि वस्तु को पृथ्वी से ऊपर की ओर फेंका जाता है, तो a = –g होगा। अत: गति के समीकरण निम्नलिखित होंगे-

(1) $V = u - gt$ (2) $h = ut - \frac{1}{2} gt^2$

(3) $v^2 = u^2 - 2gh$.

@mpboardofficialyt

अध्याय-4 समतल में गति

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) निम्नलिखित में सदिश राशियों का समूह है-
(a) दाब, वेग, बल
(b) त्वरण, क्षेत्रफल, संवेग
(c) जड़त्व आघूर्ण, बल आघूर्ण, विस्थापन
(d) त्वरण, दाब, क्षेत्रफल

(2) यदि किन्हीं दो सदिशों के परिणामी का परिमाण दोनों के परिमाण के योग के बराबर है तो निम में से कौन-सा कथन सत्य है-
(a) दोनों सदिश समान है
(b) दोनों सदिश लम्बवत है
(c) दोनों के मध्य कोण 180° है
(d) दोनों के मध्य 0° का कोण है।

(3) दो सदिशों A व B के मध्य θ कोण हो तो इनके परिणामी सदिश का परिमाण होगा-
(a) $|A+B|$ (b) $\sqrt{A^2+B^2}$
(c) $\sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\theta}$
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं।

(4) अधिकतम दूरी तक प्रक्षेपित करने हेतु प्रक्षेप्य कोण होना चाहिए-
(a) 45° (b) 60°
(c) 90° (d) 0°

(5) निम में से किन कोणों के जोड़ों के लिए क्षैतिज परास समान रहेगा-
(a) 50°, 75° (b) 40°, 50°
(c) 50°, 60° (d) 40°, 45°

(6) अदिश राशि वह है जो-
(a) किसी भी प्रक्रिया से संरक्षित रहती है।
(b) कभी ऋणात्मक नहीं होती
(c) विमाहीन होती है
(d) उन सभी दर्शकों के लिए एक ही मान रखती है चाहे अक्षों से उनके अभिविन्यास भिन्न-भिन्न हो।

(7) घड़ी की सेकंड सुई का कोणीय वेग है-
(a) 60π रेडियन/सेकंड (b) 30 रेडियन/सेकंड
(c) π/30 रेडियन/सेकंड (d) 2π रेडियन/सेकंड

(8) निम में कौन की द्विविमीय गति नहीं है-
(a) वृत्तीय गति (b) प्रक्षेप्य गति
(c) बन्दूक की गोली की गति
(d) किसी मीनार से स्वतंत्रता पूर्वक गिरती गेंद की गति।

(9) उड़ान के समय उच्चतम बिंदु पर किसी प्रक्षेप्य का त्वरण होता है-
(a) g (b) 0
(c) न्यूनतम (d) अधिकतम

(10) किसी प्रक्षेप्य द्वारा क्षैतिज में चली गई दूरी उसकी अधिकतम ऊंचाई की चार गुनी है। प्रक्षेपण कोण का मान होगा-
(a) 90° (b) 60°
(c) 45° (d) 30°

(11) महत्तम ऊँचाई प्राप्त करने के लिए प्रक्षेपण कोण होना चाहिए-
(a) 90° (b) 60°
(c) 45° (d) 30°

(12) एक समान वृत्तीय गति में वस्तु के वेग तथा त्वरण के मध्य कोण होगा-
(a) 90° (b) 60°
(c) 45° (d) 30°

(13) अभिकेन्द्र त्वरण सदैव होता है-
(a) केन्द्र की ओर (b) केन्द्र से परे
(c) स्पर्श रेखीय दिशा में (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

उत्तर- (1) (b) (2) (d) (3) (c) (4) (a) (5) (b) (6) (c) (7) (c) (8) (d) (9) (c) (10) (c) (11) (c) (12) (a) (13) (a).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) अधिकतम ऊँचाई प्राप्त करने के लिए पिंड को ..... दिशा में फेंकना चाहिए।
(2) वृत्तीय मोड पर सड़क ..... की ओर ऊँची बनाई जाती है।
(3) प्रक्षेपण कोण A और 90°-A के लिए प्रेक्षप्य का ..... समान रहता है।
(4) कोणीय वेग का मात्रक ..... होता है।
(5) प्रक्षेप्य गति ..... नियत रहता है।
(6) महत्तम ऊँचाई प्राप्त करने के लिए प्रक्षेप्य कोण ..... होना चाहिए।

उत्तर- (1) ऊर्ध्वाधर (2) किनारे (3) क्षैतिज परास (4) रेडियन/से. (5) क्षैतिज व त्वरण (6) 90°

प्रश्न 3. एक शब्द/एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) शून्य अदिश किसे कहते हैं?
(2) प्रक्षेप्य किसे कहते हैं?
(3) किसी सदिश A की दिशा में एकांक सदिश लिखिए

@mpboardofficialyt

(4) अभिकेन्द्री त्वरण का सूत्र कोणीय वेग के पद में लिखिये।

(5) द्विविमीय गति के तीन उदाहरण दीजिए।

(6) समतल में गति करते हुए एक कण के किसी क्षण निर्देशांक (3,4) है। मूल बिन्दु से उसकी दूरी कितनी है।

(7) त्रिमीय गति में एकसमान त्वरित गति के विस्थापन समीकरणों को लिखिए।

(8) प्रक्षेप्य पथ के किस बिंदु पर चाल अधिकतम एवं किस बिंदु पर न्यूनतम होती है।

(9) प्रक्षेप्य पथ के उच्चतम बिन्दु पर वेग और त्वरण के बीच कितना कोण बनता है?

(10) क्या प्रक्षेप्य गति से प्रक्षेप्य का त्वरण उसके वेग के सदैव लंबवत होता है?

(11) एक खिलाड़ी गेंद को क्षैतिज से किस झुकाव पर फैके कि गेंद अधिकतम दूरी तक जाये?

(12) 5 किग्रा. व 10 किग्रा. के दो गोले समान वेग से एक ही दिशा में फेंके जाते हैं। कौन-सा गोला पृथ्वी से पहले टकराएगा?

उत्तर- (1) वह सदिश जिसका परिमाण शून्य हो शून्य सदिश कहलाता है। (2) यदि किसी पिण्ड को किसी प्रारंभिक वेग से ऊर्ध्वाधर दिशा में भिन्न किसी अन्य दिशा में फेंका जाता है, तो फेंके गए पिण्ड को प्रक्षेप्य कहते हैं।

(3) किसी सदिश $\bar{A}$ का एकांक सदिश $\hat{A}$ $\frac{\text{सदिश } \bar{A}}{\text{परिमाण } |\bar{A}|}$

(4) अभिकेन्द्रीय त्वरण $a = v\omega = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ (5) (अ) बिलियर्ड बाल की गति (ब) कैरम की गोटी की गति (स) सूर्य के चारों ओर ग्रहों की वृत्तीय (अथवा दीर्घवृत्त) मार्ग में गति। (6) 5 (7) विस्थापन सदिश $\bar{S} = \bar{r} - \bar{r}_0$

$$\bar{v} = \bar{u} + \bar{a}t$$

$$\bar{S} = \bar{r} - \bar{r}_0 + \frac{1}{2}\bar{a}t^2$$

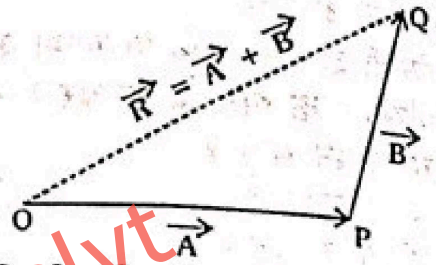
$$v^2 = u^2 + 2\bar{a}.\bar{s}$$

(8) प्रक्षेपण बिन्दु तथा पृथ्वी तल पर वापस टकराने के बिन्दु पर अधिकतम एवं उच्च बिन्दु पर न्यूनतम। (9) 90° (10) हाँ (11) 45° से कम (12) दोनों पृथ्वी पर एक साथ पहुंचेंगे, क्योंकि उड्डयन काल वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. सदिशों के योग संबंधी त्रिभुज नियम लिखिये।

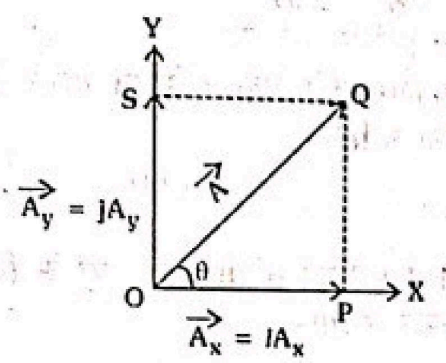
उत्तर- यदि दो सदिश परिमाण व दिशा में एक त्रिभुज की 'दो संलग्न भुजाओं द्वारा एक क्रम में प्रदर्शित किये जा सकते हैं तो उनका परिणामी सदिश, परिमाण तथा दिशा में त्रिभुज की तीसरी भुजा द्वारा विपरीत क्रम में प्रदर्शित होता है।



प्रश्न 2. किसी सदिश A को किसी XY समतल में वियोजित करके लिखिये।

उत्तर- एक समतल में सदिश वियोजन

$$\bar{A} = \bar{A}x + \bar{A}y$$
$$\bar{A}x = \hat{i}Ax$$
$$\bar{A}y = \hat{j}Ay$$



प्रश्न 3. एकांक सदिश किन्हें कहते हैं? $\hat{i}$, $\hat{j}$ और $\hat{k}$ क्या है?

उत्तर- $\hat{R} = \frac{\bar{R}}{|\bar{R}|} = \frac{x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$

प्रश्न 4. कोणीय वेग किसे कहते हैं? इसका सूत्र लिखिये।

उत्तर- वृत्तीय गति में समय के साथ कोणीय विस्थापन की दर को कोणीय वेग कहते हैं। इसे अक्षर ω (ओमेगा) से दर्शाते हैं।

प्रश्न 5. वृत्तीय गति के लिये आवर्तकाल और आवृत्ति की परिभाषा एवं सूत्र लिखिये।

उत्तर- आवर्तकाल- वृत्तीय गति करते हुए कण द्वारा

@mpboardofficialyt

एक पूर्ण चक्कर लगाने में लगा समय कण का आवर्तकाल कहलाता है। हमें अक्षर T से दर्शाते हैं। इसका मात्रक सेकण्ड है।

प्रश्न 6. अक्षों x,y,z के अनुदिश एकांक सदिश लिखिए।

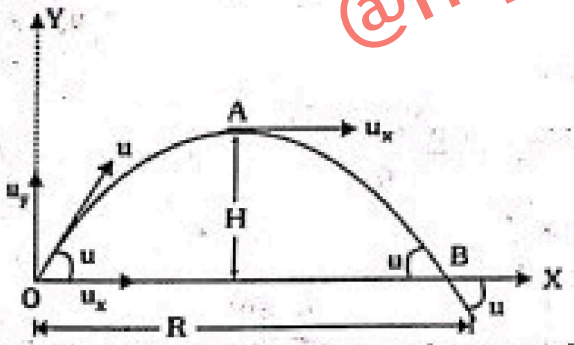
उत्तर- $\vec{r} = \frac{x\hat{i}+y\hat{j}+z\hat{k}}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$

$$\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}, \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}, \frac{z}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$$

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. प्रक्षेप्य गति किसे कहते हैं? पृथ्वी सतह से क्षैतिज से किसी कोण θ पर फेंके गये प्रक्षेप्य के लिये उड्डयन काल, प्राप्त अधिकतम ऊँचाई एवं क्षैतिज परास के लिए सूत्र स्थापित करो।

हल- **प्रक्षेप्य गति-** यदि किसी पिण्ड को किसी प्रारंभिक वेग से ऊर्ध्वाधर दिशा से भिन्न किसी अन्य दिशा में फेंका जाता है तो वह पिण्ड गुरूत्वीय त्वरण (ऊर्ध्वाधर दिशा में) के अधीन ऊर्ध्वाधर तल में एक वक्र पर गति करता हुआ पृथ्वी पर किसी अन्य स्थान पर लौटकर आ गिरता है। इस गति में प्रक्षेप गति कहते हैं।



माना एक पिण्ड बिन्दु O से u वेग पर कोण () बनाते हुए प्रक्षेपित किया जाता है।

स्थिर क्षैतिज वेग $u_x = u\cos\theta$

गुरुत्वीय त्वरण के अन्तर्गत ऊर्ध्वाधर वेग- $uy = u\sin\theta$

उड्डयन काल- प्रक्षेप्य को O से B तक जाने में लगा समय उड्डयन कहलाता है।

उड्डयन काल T = O से A तक + A से B तक पहुँचने का समय = 2×OA = 2t

T = 2t

ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर गति के लिए

$u_y = u\sin\theta, a_y = -g, t = \frac{T}{2}$

$v_y = 0$

अब समीकरण $v_y = u_y + a_y t$ से

$$O = u\sin\theta + (-g) \times \frac{T}{2}$$

$$T = \frac{2u\sin\theta}{g}$$

क्षैतिज परास- प्रक्षेपण बिन्दु से पृथ्वी तल से टकराने की क्षैतिज दूरी को प्रक्षेप्य का क्षैतिज परास कहते हैं।

क्षैतिज परास = क्षैतिज वेग × उड्डयन काल

$$\text{क्षैतिज परास } R = u\cos\theta \times \frac{2u\sin\theta}{g}$$

$$R = \frac{u^2\sin 2\theta}{g}$$

अधिकतम ऊँचाई (H)- प्रक्षेपण बिन्दु (O) से प्रक्षेप्य द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊर्ध्वाधर दूरी (ऊँचाई) को प्रक्षेप्य की अधिकतम ऊँचाई कहते हैं। इसे H से दर्शाते हैं।

बिन्दु O से बिन्दु A तक प्रक्षेप्य की ऊर्ध्वाधर गति के लिए

सूत्र- $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ से

$S = H, u = u_y = u\sin\theta$

$$a = a_y = -g, t = \frac{u\sin\theta}{g}$$

$$H = u\sin\theta \times \frac{u\sin\theta}{g} + (-g) \times \left(\frac{u\sin\theta}{g}\right)^2$$

$$= \frac{u^2\sin^2\theta}{g} - \frac{1}{2}g\frac{u^2\sin^2\theta}{g^2}$$

$$H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}$$

प्रश्न 2. क्षैतिज से 30° का कोण बनाते हुए एक गेंद प्रारंभिक वेग 15 m/s के वेग से फेंकी जाती है। निम्नलिखित की गणना कीजिए- (1) अधिकतम ऊँचाई (2) उड्डयन काल (3) क्षैतिज परास।

हल- दिया है- θ = 30° वेग u = 15 मी./से.

(1) अधिकतम ऊँचाई -

$$H_{max} = \frac{u^2}{2g} = \frac{(15)^2}{2\times 10} = \frac{15\times 15}{2\times 10}$$

= 11.25 मीटर **-उत्तर**

(2) उड्डयन काल

$$T = \frac{2u\sin\theta}{g} = \frac{2\times 15\times \text{Sin}30}{10}$$

@mpboardofficialyt

$$= \frac{2 \times 15 \times 1}{10 \times 2}$$

$= 1.5$ सेकण्ड -उत्तर

(3) क्षैतिज परास

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$= \frac{(15)^2 \times \sin 2 \times 30}{10}$$

$$= \frac{15 \times 15 \times \sin 60}{10}$$

$$= \frac{15 \times 15 \times \sqrt{3}}{10 \times 2}$$

$$= \frac{225 \times \sqrt{3}}{20}$$

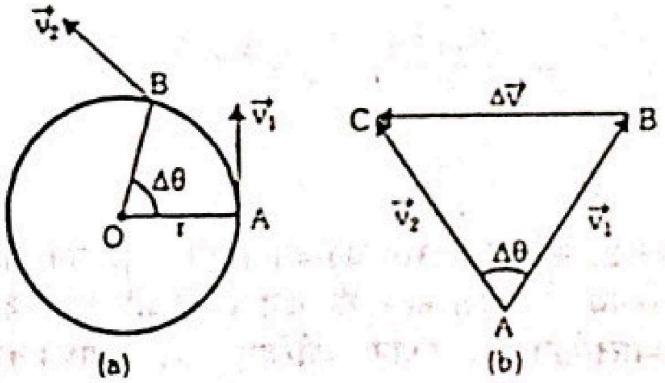
$$= \frac{225 \times 1732}{20} = \frac{389.7}{20}$$

$= 19.485$ मीटर उत्तर

प्रश्न 3. वृत्तीय गति किसे कहते हैं? एक समान वृत्तीय गति के लिये अभिकेन्द्री त्वरण ज्ञात कीजिए।

हल– वृत्तीय गति– जब कोई कण किसी अक्ष के चारों ओर एक क्षैतिज वृत्ताकार मार्ग में नियत गति करती है, तो उसकी गति एक समान वृत्तीय गति कहलाती है।

एक समान वृत्तीय करने वाली वस्तु पर कार्यरत् त्वरण को वस्तु का अभिकेन्द्री त्वरण कहते हैं।



व्यंजक– माना कोई कण केन्द्र o त्रिज्या r के वृत्तीय मार्ग में कोणीय वेग w से एक समान वृत्तीय गति कर रहा है। समय t पर उसकी स्थिति A तथा $t + \Delta t$ पर B है।

माना $\overline{AB} = \vec{v}_1$ तथा $= \overline{AC} = \vec{v}_2$

तब $\angle BAC = \Delta\theta$

वेग में परिवर्तन $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = \overline{BC}$

ΔABC में कोण $= \frac{\text{चाप}}{\text{त्रिज्या}}$

$$\Delta\theta = \frac{|\Delta\vec{v}_1|}{|\vec{v}_1|}$$

या $\Delta\theta = \frac{\Delta v}{v}$

परन्तु कोणीय वेग $w = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

या $\Delta\theta = \omega\Delta t$

समी. (1) व (2) से

$$\frac{\Delta v}{v} = \omega\Delta t, \quad \frac{\Delta v}{\Delta t} = v\omega$$

परन्तु $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$ ...(3)

समी. (3) से त्वरण $a = v\omega$

किन्तु $v = \omega r$ या $\omega = \frac{v}{r}$

त्वरण $a = v \cdot \frac{v}{r}$

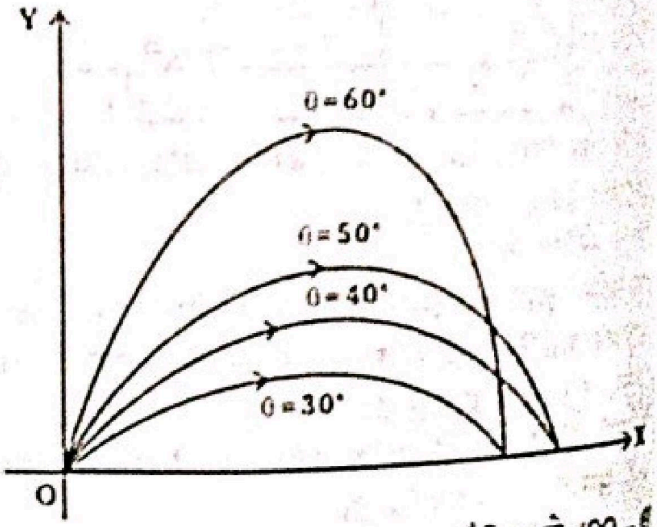
$$a = \frac{v^2}{r}$$

यही अभिकेन्द्री त्वरण का व्यंजक है।

प्रश्न 4. उन उन्नयनों के लिए जिनके मान 45° से बराबर मात्रा द्वारा अधिक या कम है, के लिए परास बराबर होते हैं। इस कथन को सिद्ध कीजिए।

हल– जब प्रक्षेप्य बनाते हुए वेग u से प्रक्षेपित किया जाता है तो प्रक्षेप्य द्वारा प्राप्त क्षैतिज परास

$$R_1 = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} \quad ...(1)$$



अब यदि प्रक्षेप्य को उसी स्थान पर क्षैतिज से $(90 - \theta)$ कोण बनाते हुए उसी वेग से प्रक्षेपित किया जाये तो प्रक्षेप्य द्वारा प्राप्त क्षैतिज परास $R_2 = \frac{u^2 \sin^2(90 - \theta)}{g}$

@mpboardofficialyt

2022/11/17 06:58

$$R_2 = \frac{u^2 \sin(180 - 2\theta)}{g}, \quad R_2 = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} \quad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से $R_1 = R_2$

प्रश्न 5. क्रिकेट का कोई खिलाड़ी किसी गेंद को 100m की अधिकतम क्षैतिज दूरी तक फेंक सकता है। वह खिलाड़ी उसी गेंद को जमीन से ऊपर कितनी ऊँचाई तक फेंक सकता है?

हल– प्रश्नानुसार अधिकतम क्षैतिज दूरी,

$R_{maximum} = 100$ मीटर

क्षैतिज परास $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

$\theta = 45^0 \quad R_{अधिकतम} = \frac{u^2}{g}$

$$100 = \frac{u^2}{g} \quad ...(1)$$

जब क्रिकेट का खिलाड़ी समान प्रारंभिक वेग u से गेंद को ऊर्ध्वाधर फेंकता है तो गेंद H ऊँचाई तक जाती है। ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर गति के लिए गति के समीकरण से

$V^2 = u^2 - 2gH$

$O = u^2 - 2gH$

या $H = \frac{u^2}{2g} = \frac{1}{2}\left(\frac{u^2}{g}\right)$

समी. (1) से $\frac{u}{g}$ का मान रखने पर $H = \frac{1}{2} \times 100$

= 50 मीटर उत्तर

प्रश्न 6. सिद्ध कीजिए कि मूल बिंदु से θ पर फेंके गए प्रक्षेप्य के लिये प्रक्षेप्य कोण का मान $\theta = \tan^{-1}\frac{4h}{R}$ होगा। यह प्रयुक्त प्रतीकों के अर्थ सामान्य हैं।

उत्तर– प्रक्षेप्य द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई

$$h_m = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \quad ...(1)$$

क्षैतिज परास $R = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{g}$

$$R = u^2 \times \frac{2 \sin\theta_0 \cos\theta_0}{g} \quad ...(2)$$

समी. (1) ÷ (2)

$$\frac{h_m}{R} = \frac{\frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g}}{u^2 \times \frac{2 \sin\theta_0 \cos\theta_0}{g}}$$

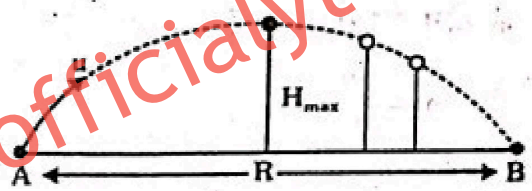
$$\frac{h_m}{R} = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \times \frac{g}{u^2 \times 2 \sin\theta_0 \cos\theta_0}$$

$$\frac{h_m}{R} = \frac{\sin\theta_0}{4\cos\theta_0}$$

$$\tan\theta_0 = \frac{4h_m}{R}$$

$$\theta_0 = \tan^{-1}\left(\frac{4h_m}{R}\right)$$

प्रश्न 7. प्रक्षेप्य की गति किस कोण पर क्षैतिज परास, ऊँचाई परास, ऊँचाई के बराबर होती है, गणना कीजिए।



क्षैतिज परास $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

अधिकतम ऊँचाई $H_{max} = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$

$R = H_{max}$

$$\frac{u^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

$$\sin 2\theta = \frac{\sin^2 \theta}{2}$$

$$2\sin\theta\cos\theta = \frac{\sin^2 \theta}{2}$$

$$2\cos\theta = \frac{\sin\theta}{2}$$

$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = 4$$

$\tan\theta = 4$

$$\boxed{\theta = \tan^{-1}(4)}$$

प्रश्न 8. अभिकेन्द्र करण किसे कहते हैं? व्यंजक ज्ञात करें।

उत्तर– अभिकेन्द्रीय त्वरण– वृत्तीय गति में रेखीय

@mpboardofficialyt

$$R_2 = \frac{u^2 \sin(180 - 2\theta)}{g}, \quad R_2 = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} \quad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से $R_1 = R_2$

प्रश्न 5. क्रिकेट का कोई खिलाड़ी किसी गेंद को 100m की अधिकतम क्षैतिज दूरी तक फेंक सकता है। वह खिलाड़ी उसी गेंद को जमीन से ऊपर कितनी ऊँचाई तक फेंक सकता है?

हल– प्रश्नानुसार अधिकतम क्षैतिज दूरी,

$R_{maximum} = 100$ मीटर

क्षैतिज परास $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

$$\theta = 45^0 \quad R_{\text{अधिकतम}} = \frac{u^2}{g}$$

$$100 = \frac{u^2}{g} \quad ...(1)$$

जब क्रिकेट का खिलाड़ी समान प्रारंभिक वेग u से गेंद को ऊर्ध्वाधर फेंकता है तो गेंद H ऊँचाई तक जाती है। ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर गति के लिए गति के समीकरण से

$$V^2 = u^2 - 2gH$$
$$O = u^2 - 2gH$$

या $$H = \frac{u^2}{2g} = \frac{1}{2}\left(\frac{u^2}{g}\right)$$

समी. (1) से $\frac{u}{g}$ का मान रखने पर $H = \frac{1}{2} \times 100$

= 50 मीटर उत्तर

प्रश्न 6. सिद्ध कीजिए कि मूल बिंदु से θ पर फेंके गए प्रक्षेप्य के लिये प्रक्षेप्य कोण का मान $\theta = \tan^{-1}\frac{4h}{R}$ होगा। यह प्रयुक्त प्रतीकों के अर्थ सामान्य हैं।

उत्तर– प्रक्षेप्य द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई

$$h_m = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \quad ...(1)$$

क्षैतिज परास $R = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{g}$

$$R = u^2 \times \frac{2 \sin\theta_0 \cos\theta_0}{g} \quad ...(2)$$

समी. (1) ÷ (2)

$$\frac{h_m}{R} = \frac{\frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g}}{u^2 \times \frac{2\sin\theta_0 \cos\theta_0}{g}}$$

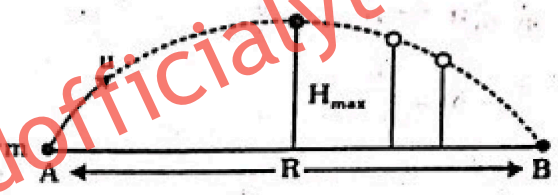
$$\frac{h_m}{R} = \frac{u^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \times \frac{g}{u^2 \times 2\sin\theta_0 \cos\theta_0}$$

$$\frac{h_m}{R} = \frac{\sin\theta_0}{4\cos\theta_0}$$

$$\tan\theta_0 = \frac{4h_m}{R}$$

$$\theta_0 = \tan^{-1}\left(\frac{4h_m}{R}\right)$$

प्रश्न 7. प्रक्षेप्य की गति किस कोण पर क्षैतिज परास, ऊँचाई परास, ऊँचाई के बराबर होती है, गणना कीजिए।



क्षैतिज परास $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

अधिकतम ऊँचाई $H_{max} = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$

$$R = H_{max}$$

$$\frac{u^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

$$\sin 2\theta = \frac{\sin^2 \theta}{2}$$

$$2\sin\theta\cos\theta = \frac{\sin^2 \theta}{2}$$

$$2\cos\theta = \frac{\sin\theta}{2}$$

$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = 4$$

$$\tan\theta = 4$$

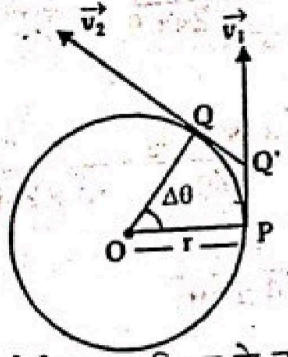
$$\boxed{\theta = \tan^{-1}(4)}$$

प्रश्न 8. अभिकेन्द्र करण किसे कहते हैं? व्यंजक ज्ञात करें।

उत्तर– अभिकेन्द्रीय त्वरण– वृत्तीय गति में रेखीय

@mpboardofficialyt

वेग व कोणीय वेग के गुणनफल को अभिकेन्द्र त्वरण कहते हैं।



व्यंजक– माना कोई कण r त्रिज्या के वृत्तीय पथ पर एक समान कोणीय वेग ω से गति कर रहा है। समयान्तराल t पर जब वह बिन्दु P से Q तक जाता है तो उसका वेग $\overline{v_1}$ से $\overline{v_2}$ हो जाता है। कण की चाल नियत है अर्थात्

$$|\overline{v_1}| = |\overline{v_2}| = v$$

t समयान्तराल में केन्द्र 'O' पर अन्तरित कोण एवं स्पर्शी रेखाओं के बीच का कोण θ है।

कोणीय वेग $\omega = \frac{\theta}{t}$

$$\theta = \omega t \quad ...(1)$$

t सेकण्ड में वेग परिवर्तन $|\Delta\overline{v}| = |\overline{v_2} - \overline{v_1}|$

$$\theta = \frac{|\Delta\overline{v}|}{|\overline{v_1}|} = \frac{|\Delta\overline{v}|}{|\overline{v_2}|} \text{ या } \theta = \frac{\Delta v}{v} \quad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से ()

$$\omega t = \frac{\Delta v}{v}$$

$$\omega v = \frac{\Delta v}{t} = a_c = \text{अभिकेन्द्र त्वरण}$$

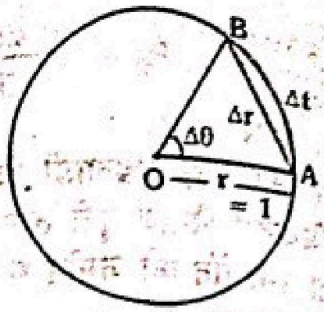
$$v = r\omega$$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

या $$a_c = \frac{v^2}{r} = \text{अभिकेन्द्र त्वरण}$$

प्रश्न 9. सिद्ध कीजिए कि एकांक त्रिज्या की वृत्तीय गति में रेखीय विस्थापन वस्तु के कोणीय विस्थापन के बराबर होता है।

उत्तर– माना कोई कण एक समान चाल से एकांक त्रिज्या (r = 1) के वृत्तीय मार्ग की परिधि पर Δt समय में Δr विस्थापन (रेखीय विस्थापन) तय करता है, और मार्ग के केन्द्र पर θ कोणीय विस्थापन Δθ (कोण) अन्तरित करता है।



सूत्र v = rw से

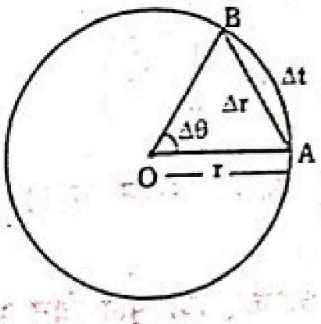
$$\frac{\Delta r}{\Delta t} = 1 \times \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\Delta r = \Delta\theta$$

अत: वृत्तीय गति में रेखीय विस्थापन (Δr) वस्तु के कोणीय विस्थापन (Δθ) के बराबर होता है।

प्रश्न 10. सिद्ध कीजिए कि– एकांक त्रिज्या के वृत्तीय गति में रेखीय वेग वस्तु के कोणीय वेग के बराबर होता है।

उत्तर– माना कोई कण एक समान चाल से, r त्रिज्या के वृत्तीय मार्ग की परिधि पर Δt समय में Δr विस्थापन तय करता है और मार्ग के केन्द्र पर Δθ कोण अन्तरित करता है।



अत: रेखीय वेग $v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$

एवं कोणीय वेग $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

सूत्र कोण = $\frac{\text{चाप}}{\text{त्रिज्या}}$ से $\Delta\theta = \frac{\Delta r}{\theta r}$

$$\Delta r = r\Delta\theta$$

समी. (3) से Δr का मान समी. (1) में रखने पर

$$V = \frac{r\Delta\theta}{\Delta t}$$

समी. (2) व (4) से

$$V = r\omega$$

यहाँ r = 1 (एकांक त्रिज्या)

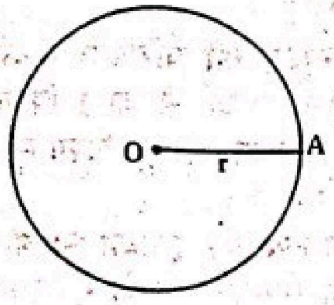
@mpboardofficialyt

तब $v = w$

अत: रेखीय वेग वस्तु के कोणीय वेग के बराबर होता है।

प्रश्न 11. सिद्ध कीजिए कि एकांक क्रिया की वृत्तीय गति में रेखीय त्वरण वस्तु के कोणीय त्वरण के बराबर होता है

उत्तर– माना कोई कण r त्रिज्या के वृत्ताकार मार्ग में गति कर रहा है। तथा किसी क्षण उसका रेखीय वेग v व कोणीय वेग ω है। तो



$$v = r\omega$$

समय t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{dv}{dt} = r\frac{d\omega}{dt}$$

रेखीय त्वरण $a = r\omega$ (कोणीय त्वरण)

$r = 1$ (एकांक त्रिज्या)

तब $a = \omega$

रेखीय त्वरण = कोणीय त्वरण।

प्रश्न 12. सिद्ध कीजिए कि एक समान वृत्तीय गति में पिण्ड का आवर्तकाल उसकी आवृत्ति के व्युत्क्रम के बराबर होता है।

उत्तर– आवर्तकाल– एक समान वृत्तीय गति करते हुए कण द्वारा एक पूर्ण चक्कर लगाने में लगा समय, कण का आवर्तकाल कहलाता है, इसे t से दर्शाते हैं। इसका मात्रक सेकण्ड है।

आवर्तकाल $t = \frac{2\pi}{\omega}$

आवृत्ति– किसी कण द्वारा एक सेकण्ड में लगाये गये चक्करों की कुल संख्या को आवृत्ति कहते हैं। इसे अक्षर f, या n या υ से दर्शाते हैं। इसका मात्रक प्रति सेकण्ड या हर्ट्ज है।

संबंध– यदि एक समान वृत्तीय गति करती वस्तु की आवृत्ति n तथा आवर्तकाल T है, तो

∵ T सेकण्ड में दोलनों की संख्या = 1

∴ 1 सेकण्ड में दोलनों की संख्या (अर्थात् आवृत्ति)

$$n = \frac{1}{T}$$

अत: आवृत्ति $= \frac{1}{\text{आवर्तकाल}}$ ❑

अध्याय-5 गति के नियम

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) एक वस्तु एक समान वेग से गतिशील है, निम्नलिखित में से कौन सा कथन सत्य है–

(a) उस पर परिणामी बल शून्य है

(b) उसमें कोई त्वरण नहीं है

(c) दोनों कथन सत्य हैं (d) दोनों कथन असत्य हैं

(2) संवेग परिवर्तन की दर बराबर होती है-

(a) वेग के (b) त्वरण के

(c) बल के (d) आवेग के

(3) गतिशील गोली लकड़ी के एक टुकड़े में टकराकर उसमें धँस जाती है। क्या संरक्षित रहेगा-

(a) संवेग (b) गतिज ऊर्जा

(c) कोणीय संवेग (d) इनमें से कोई नहीं

(4) किसी वस्तु के जड़त्व का कारण है-

(a) केवल द्रव्यमान (b) केवल वेग

(c) दोनों (d) कोई नहीं

(5) रॉकेट नोदन आधारित है-

(a) द्रव्यमान संरक्षण पर (b) ऊर्जा संरक्षण पर

(c) संवेग संरक्षण पर (d) उपरोक्त तीनों पर

(6) लिफ्ट के अचानक टूटकर नीचे की ओर जाने पर उसमें खड़ा व्यक्ति स्वयं को

(a) भारी अनुभव करेगा (b) हल्का अनुभव करेगा

(c) भारहीन अनुभव करेगा

(d) कोई परिवर्तन अनुभव नहीं करेगा

(7) नाव से किसी संचार के किनारे पर कूदते समय क्रिया बल लगता है-

(a) किनारे पर (b) नाव पर

(c) व्यक्ति पर (d) किसी पर नहीं

उत्तर- (1) (a) (2) (c) (3) (a) (4) (a) (5) (c) (6) (c) (7) (a).

@mpboardofficialyt

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए

(1) किसी वस्तु का .... उसके जड़त्व की माप है।

(2) प्रकृति में बल सदैव .... में होते है।

(3) यदि किसी निकाय पर कोई बाह्य बल न लगाया जाये तो उसका .... नियत रहता है।

(4) दो वस्तुएं समान वेग से गतिमान हैं, तो भारी वस्तु का संवेग हल्की वस्तु के संवेग से .... होता है।

(5) न्यूटन के गति के .... नियम को जड़त्व का नियम कहते हैं।

(6) बल = द्रव्यमान × ....

(7) SI पद्धति में बल का मात्रक .... है।

(8) रॉकेट नोदन .... पर आधारित है।

(9) प्रत्येक क्रिया के बराबर तथा विपरीत ....होती है।

उत्तर- (1) द्रव्यमान या संहति (2) युग्म या जोड़े (3) वेग (4) अधिक (5) प्रथम (6) त्वरण (7) न्यूटन (8) संवेग संरक्षण नियम (9) प्रतिक्रिया।

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) जड़त्व किसी वस्तु के द्रव्यमान से किस प्रकार संबंधित है?

(2) संवेग का SI मात्रक तथा विमीय सूत्र लिखिए।

(3) न्यूटन के गति के द्वितीय नियम को सूत्र के रूप में लिखिए।

(4) यदि कोई वस्तु एक समान गति में है, तो उस पर लगने वाला कुल परिणामी बाह्य बल शून्य हो सकता है अथवा नहीं।

(5) पानी पर तैरते हुए m द्रव्यमान के एक कार्क पर नेट बल का मान कितना होगा?

(6) वर्षा की बूंद नियत वेग से गिर रही है उस पर क्रियाशील नेट बल का परिमाण व दिशा बताइए।

(7) एक पिंड एकसमान वेग से चल रहा है। क्या उसके वेग को नियत रखने के लिए बल की आवश्यकता होगी?

उत्तर- (1) द्रव्यमान जड़त्व की माप है (2) किग्रा. × मी./से. [MLT^{-1}] (d3) $\vec{F} = m\vec{a}$ (4) शून्य हो सकता है (5) नेट बल का मान शून्य होगा (6) क्रियाशील नेट बल शून्य व दिशा नीचे की ओर (7) नहीं।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. जड़त्व से आप क्या समझते हो?

उत्तर- किसी वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह विरामावस्था या गतिशील अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है, जड़त्व कहलाता है।

प्रश्न 2. जड़त्व कितने प्रकार का होता है?

उत्तर- जड़त्व दो प्रकार का होता है.

(1) गति का जड़त्व (2) विराम का जड़त्व

प्रश्न 3. संवेग की परिभाषा लिखिए।

उत्तर- किसी वस्तु के द्रव्यमान व उसके वेग के गुणनफल को संवेग कहते है।

प्रश्न 4. बल का SI मात्रक व विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर- SI मात्रक - न्यूटन

विमीय सूत्र - [MLT^{-2}]

प्रश्न 5. एक न्यूटन को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- एक न्यूटन वह बल है जो 1 किग्रा. द्रव्यमान पर आरोपित करने पर उसमें बल की दिशा में 1 मी./से.^{2} का त्वरण उत्पन्न कर देता है।

प्रश्न 6. आवेग क्या है? इसका SI मात्रक लिखिए।

उत्तर- बल तथा समयान्तराल के गुणनफल को बल का आवेग कहते हैं।

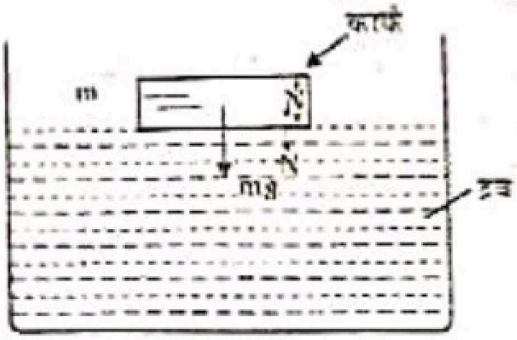
बल का आवेग = बल × समयान्तराल F = × Δt

यह सदिश राशि है।

SI मात्रक - न्यूटन × से.

प्रश्न 7. पानी में तैरते हुए m द्रव्यमान के एक कार्क के लिए फ्री बॉडी डायग्राम (FBD) बनाइए।

उत्तर-



प्रश्न 8. एक वस्तु पर एक समान बल आरोपित किया गया है, क्या नियत रहेगा - वेग, संवेग, त्वरण या गतिज ऊर्जा।

उत्तर- त्वरण।

प्रश्न 9. घर्षण किसे कहते हैं?

उत्तर- घर्षण (घर्षण बल) परस्पर सम्पर्क में दो पृष्ठों के बीच लगने वाला वह बल है, जो सम्पर्क पृष्ठ के स्पर्शीय लगता है, तथा उसकी आपेक्षिक गति का विरोध करता है।

प्रश्न 10. स्थैतिक घर्षण तथा इसके सीमांत मान को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- **स्थैतिक घर्षण**- जब दो वस्तुएं एक दूसरे के

@mpboardofficialyt

संपर्क में विरामावस्था में होती हैं, तो उनके बीच लगने वाले घर्षण बल को स्थैतिक घर्षण कहते हैं, इसे f_s से प्रदर्शित करते हैं।

सीमान्त घर्षण बल- सीमान्त संतुलन की अवस्था में दोनों सम्पर्क पृष्ठों के बीच लगने वाला स्थैतिक घर्षण बल ही सीमान्त घर्षण बल कहलाता है।

प्रश्न 11. गतिक घर्षण के प्रकार बताइए।

उत्तर- घर्षण के प्रकार- स्थैतिक, फिसलने, लुढ़कने और द्रव घर्षण।

प्रश्न 12. घर्षण से होने वाले लाभ-हानि बताइए।

उत्तर- लाभ- (1) घर्षण के कारण भोजन चबाया जाना। (2) घर्षण के कारण ही पृथ्वी पर चल पाना।

हानि- (1) मशीनों की दक्षता कम होना। (2) मशीनों के कलपूर्जों का घिस जाना।

प्रश्न 13. घर्षण को कम करने तथा बढ़ाने के उपाय लिखिए।

उत्तर- घर्षण को कम करने के उपाय- (1) पालिश करके (2) स्नेहल का उपयोग करके (3) बॉल बियरिंग का उपयोग करके।

घर्षण को बढ़ाने के उपाय- (1) बहुत चिकनी सतह (जैसे बर्फ) पर सूखी मिट्टी या बालू डाल कर। (2) पहियों के टायरों में खाँचे बनाकर (3) मशीनों में लगे पट्टे (या बेल्ट) पर चिपचिपा (या गाढ़ा) तरल पदार्थ लगाकर।

प्रश्न 14. क्रिकेट में खिलाड़ी कैच लेते समय अपने हाथों को पीछे की ओर क्यों खींचते हैं?

उत्तर- क्योंकि इससे समयान्तराल Δt अधिक होगा, अतः बल F का परिमाण कम होगा। जिससे उसके हाथ में चोट लगने का भय नहीं रहेगा।

प्रश्न 15. पहियों में बाल-बियरिंग का उपयोग क्यों किया जाता है?

उत्तर- बाल बियरिंग का उपयोग करके सर्पी घर्षण को लोटनिक घर्षण में बदल देते हैं, क्योंकि लोटनिक घर्षण, सर्पी घर्षण की अपेक्षा कम होता है।

प्रश्न 16. रोलर (लॉन मूवर) को धकेलने की अपेक्षा खींचना क्यों आसान होता है?

उत्तर- क्योंकि धकेलने की अपेक्षा खींचने में घर्षण बल कम लगता है।

प्रश्न 17. लम्बी कूद में खिलाड़ी कुछ दूरी से दौड़कर आते हैं, ताकि वे अधिक दूरी तक कूद सकें। इससे गति के किस नियम का उपयोग किया जाता है?

उत्तर- गति के जड़त्व का नियम

प्रश्न 18. संवेग संरक्षण का नियम लिखिए।

उत्तर- यदि किसी निकाय पर कोई बाह्य बल आरोपित नहीं होता है, तो उसका कुल रैखिक संवेग संरक्षित रहता है।

प्रश्न 19. तोप या बंदूक के प्रतिक्षिप्त वेग के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- बन्दूक का द्रव्यमान = M
गोली का द्रव्यमान = m
गोली का वेग = v
बंदूक का प्रतिक्षिप्त वेग = V
गोली दागने के पूर्व
बन्दूक तथा गोली का कुल रैखिक संवेग = 0
गोली दागने के बाद
बन्दूक तथा गोली का कुल रैखिक संवेग = $mV + mv$
संवेग संरक्षण नियम से
गोली दागने के बाद कुल रैखिक संवेग = गोली लगने के पूर्व रैखिक संवेग

$MV + mv = 0$

बन्दूक का प्रतिक्षिप्त वेग $V = -\frac{m}{M}v$

आंकिक प्रश्न

प्रश्न 1. 25 m/s से गतिशील 60kg के पिण्ड पर 50 न्यूटन का मंदन बल लगाया जाता है। पिण्ड को रुकने में लगा समय ज्ञात कीजिए।

हल- दिया है- पिण्ड का वेग = 25 m/s
पिण्ड का द्रव्यमान m = 60 kg
बल F = 50 न्यूटन
समय t = ?

$$\text{बल} = \text{द्रव्यमान} \times \text{त्वरण}$$

$$\text{बल} = \text{द्रव्यमान} \times \frac{\text{वेग}}{\text{समय}}$$

$$\text{समय} = \frac{\text{द्रव्यमान} \times \text{वेग}}{\text{बल}}$$

$$= \frac{60 \times 25}{50}$$

$$= 30 \text{ से.}$$ उत्तर

प्रश्न 2. 90 km/h से गतिशील 600kg वाहन को ब्रेक लगाकर रोका जाता है। यदि वाहन को रुकने में लगा समय 20 सेकण्ड लगा है, तो अवरोधक बल (मंदन बल) तथा ब्रेक लगाने के बाद वाहन द्वारा चली गई दूरी ज्ञात कीजिए।

हल- दिया है - वाहन का द्रव्यमान

@mpboardofficialyt

$m = 60$ किग्रा

वेग = 90 कि.मी./घंटा

$= \frac{90 \times 1000}{60 \times 60}$ मी./से.

= 25 मी./से.

समय $t = 20$ सेकण्ड

मन्दक बल $F = ?$

चली गई दूरी $S = ?$

बल = द्रव्यमान × त्वरण

$=$ द्रव्यमान × $\frac{\text{वेग}}{\text{समय}}$

$= \frac{60 \times 25}{20}$

= 75 न्यूटन **उत्तर**

चली गई दूरी = 25 × 20

= 500 मीटर **उत्तर**

प्रश्न 3. 60 कि.ग्रा. द्रव्यमान का एक व्यक्ति एक लिफ्ट के फर्श पर खड़ा है। निम्न स्थितियों में व्यक्ति के आभासी भार की गणना कीजिए। (m = 10 मी./से.²)

(अ) लिफ्ट 10 मीटर/से. के एक समान वेग से ऊपर की ओर गतिशील हो।

(ब) लिफ्ट 10 मी./से. के एक समान वेग से नीचे की ओर गतिशील हो।

(स) लिफ्ट 10 मी./से.² के एक समान त्वरण से ऊपर की ओर गतिशील हो।

(द) लिफ्ट 10 मी./से.² के एक समान त्वरण से नीचे की ओर गतिशील हो।

हल- (अ) व्यक्ति का द्रव्यमान m = 60 किग्रा.

वास्तविक भार = mg (नीचे की ओर)

= 60 × 10

= 600

छद्म बल = 0

(ब) इसमें भी वास्तविक भार = 600

छद्म बल = 0

(स) आभासी भार = mg + ma

= m(g + a)

= 60 (10 + 10)

= 60×20

= 120

(द) आभासी भार = mg - ma

= m(g − a)

= 60 (10 − 10)

= 0

प्रश्न 4. 20 ग्राम की एक गोली 900 कि.मी./घंटे की चाल से चलकर एक रेत की ढेर में 25 से.मी. तक घुस जाती है। गोली में उत्पन्न मंदन ज्ञात कीजिए।

हल- दिया है गोली का द्रव्यमान m = 20 ग्राम

गोली का वेग v = 900 कि.मी./घंटा

$= \frac{900 \times 1000 \times 100}{60 \times 60}$ सेमी./से.

= 25000 से.मी./से.

समीकरण $v^2 = u^2 - 2as$ से

$0 = (25000)^2 - 2a(25)$

$a = \frac{-(25000)^2}{(25)^2}$

$a = -\frac{25000 \times 25000}{2 \times 25 \times 25}$

$= 5 \times 10^5$ सेमी./से.²

प्रश्न 5. 10 किग्रा की वस्तु पर 20 न्यूटन का बल 2.5 सेकण्ड तक लगाया जाता है निम्न की गणना कीजिए-

(अ) आवेग (ब) संवेग में परिवर्तन (स) वस्तु का त्वरण

हल- दिया है

वस्तु का द्रव्यमान m = 10 किग्रा.

बल F = 20 न्यूटन

समय t = 2.5 सेकण्ड

(अ) आवेग = F × Δt = 20×2.5

= 50 न्यूटन × से. **उत्तर**

(ब) संवेग में परिवर्तन = बल का आवेग

= 50 किग्रा. × मी./से. **उत्तर**

(स) वस्तु का त्वरण = वेग में परिवर्तन/समय अन्तराल

वेग में परिवर्तन = संवेग में परिवर्तन/वस्तु का द्रव्यमान

$= \frac{50}{10} = 5$

वस्तु का त्वरण $= \frac{5}{2.5}$

= 2 मी./से.² **उत्तर**

प्रश्न 6. 10 किग्रा. के दो पिण्ड एक दूसरे की ओर क्रमश: 10 m/s और 15 m/s के वेग से आ रहे हैं। अप्रत्यास्थ टक्कर (संघट्ट) होने पर निकाय का वेग तथा दिशा ज्ञात कीजिए।

हल- दिया है

@mpboardofficialyt

पिण्डों के द्रव्यमान $m_1 = 10$ किग्रा.
एवं $m_2 = 10$ किग्रा.
वेग $v_1 = 10$मी./से.
$v_2 = 15$मी/से.
निकाय का वेग = ?
प्रत्यक्ष संघट्ट है तब
निकाय का वेग v हो तो संवेग संरक्षण नियम से

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$$

$$v = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{10\times10 + 10\times15}{10+10}$$

$$= \frac{100-150}{20} \Rightarrow \frac{-50}{20} = 02.50 \text{ मी./से.}$$

वेग = -2.50 मी./से.
दिशा - विपरीत ❑

अध्याय-6 कार्य, ऊर्जा और शक्ति

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

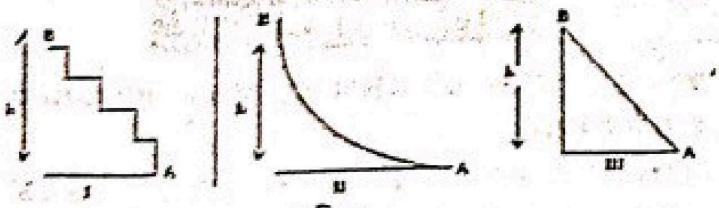
(1) निम्नलिखित में से ऊर्जा का मात्रक नहीं है-
(a) डूल (b) अर्ग
(c) इलेक्ट्रॉन-वोल्ट (d) वाट

(2) किसी निकाय की स्थितिज ऊर्जा बढ़ेगी यदि-
(a) निकाय पर संरक्षी बल द्वारा कार्य किया जाये
(b) निकाय पर संरक्षी अथवा असंरक्षी बल द्वारा कार्य किया जाये।
(c) निकाय द्वारा संरक्षी बल के विरुद्ध कार्य किया जाये।
(d) निकाय द्वारा संरक्षी अथवा असंरक्षी बल के विरुद्ध कार्य किया जाये।

(3) अप्रत्यास्थ संघट्ट में संरक्षित रहता है-
(a) गतिज ऊर्जा (b) संवेग
(c) दोनों (d) कोई नहीं

(4) जब कोई संरक्षी बल किसी वस्तु पर धनात्मक करता है तो उसकी स्थितिज ऊर्जा-
(a) घटती है (b) अपरिवर्तित रहती है
(c) बढ़ती है (d) कुछ कह नहीं सकते

(5) एक व्यक्ति किसी वस्तु को निम्नानुसार मार्ग से A से B तक (पृथ्वी तल से ऊँचाई h) पहुँचाता है-



चित्र-

किस स्थिति में किया गया कार्य अधिक होगा-
(a) I (b) II
(c) III (d) सभी में समान कार्य

उत्तर- (1) (d) (2) (c) (3) (b) (4) (a) (5) (d).

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए

(1) किसी वस्तु पर किया गया कार्य उसकी ..... में परिवर्तन के बराबर होता है।
(2) घर्षण द्वारा किया गया कार्य ..... होता है।
(3) बंद पथ में संरक्षी बल द्वारा किया गया कार्य .....होता है।
(4) कार्य करने की दर को ..... कहते हैं।
(5) असंरक्षी बल द्वारा किया गया कार्य ..... पर निर्भर करता है।
(6) दृढ़ स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक मृदु स्प्रिंग के स्प्रिंग नियतांक से ..... होता है।
(7) किसी बंद पथ में संरक्षी बल द्वारा किया गया कार्य ..... होता है।

उत्तर- (1) गतिज ऊर्जा (2) ऋणात्मक (3) शून्य (4) शक्ति (5) पथ (6) अधिक (7) शून्य।

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) यदि कोई मशीन 10 सेकेण्ड में 100 जूल कार्य करे तो उसकी शक्ति बताइये।
(2) कार्य का SI मात्रक लिखिए।
(3) शक्ति का SI मात्रक लिखिए।
(4) जब बल और विस्थापन के मध्य अधिक कोण हो तो कार्य की प्रकृति कैसी होगी?
(5) स्प्रिंग नियतांक का मात्रक लिखिये।
(6) द्रव्यमान ऊर्जा तुल्यता समीकरण लिखिये।
(7) एकविमीय संघट्ट किसे कहते हैं?
(8) द्विविमीय संघट्ट किसे कहते हैं?

उत्तर- (1) शक्ति = कार्य/समय, शक्ति = 100/10, शक्ति = 10 वाट (2) कार्य का SI मात्रक जूल है (3) शक्ति का SI मात्रक वाट है (4) ऋणात्मक (5) न्यूटन/मीटर (6) $E = mc^2$ (7) जब एक ही सरल रेखा में गतिशील दो पिण्डों के बीच संघट्ट होता है तो उसे एक विमीय संघट्ट कहते हैं। (8) दो विमाओं में होने वाली संघट्ट को द्विविमीय संघट्ट कहते हैं।

@mpboardofficialyt

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. शक्ति की परिभाषा, मात्रक एवं विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर- किसी कार्यकर्ता के कार्य करने की दर को उसकी शक्ति कहते है या कोई कार्यकर्ता इकाई समय मे जितने कार्य करता है, उसे उसकी शक्ति कहते है।

विमीय सूत्र = $[ML^2T^{-3}]$

प्रश्न 2. यदि $f = 3\hat{i}+4\hat{j}+5\hat{k}$ तथा विस्थापन d $= 5\hat{i}+4\hat{j}-3\hat{k}$ हो तो कार्य की गणना कीजिये।

उत्तर- दिया है $f = 3\hat{i}+4\hat{j}+5\hat{k}$, $d = 5\hat{i}+4\hat{j}-3\hat{k}$

कार्य w = ?

सूत्र $w = f.d = (3\hat{i}+4\hat{j}+5\hat{k}).(5\hat{i}+4\hat{j}-3\hat{k})$

$= 15+16-15$

$= 16$ जूल उत्तर

प्रश्न 3. प्रत्यास्थ संघट्ट क्या होता है?

उत्तर- प्रत्यास्थ संघट्ट वे संघट्ट होते है जिनमे निकाय का संवेग व गतिज ऊर्जा संरक्षित रहती है। उदा. स्टील अथवा कॉच की दो गोलियो की टक्कर।

प्रश्न 4. अप्रत्यास्थ संघट्ट क्या होता है?

उत्तर- अप्रत्यास्थ संघट वे होते है जिनमे निकाय का संवेग तो संरक्षित रहता है किन्तु गतिज ऊर्जा संरक्षित नहीं रहती। दैनिक जीवन में कीचड़ को छिटककर दीवार पर चिपकना तथा गोली का लक्ष्य के अंदर घुसकर रुक जाना अप्रत्यास्थ संघट्ट के उदाहरण है।

प्रश्न 5. कार्य ऊर्जा प्रमेय लिखिये।

उत्तर- किसी गतिमान वस्तु पर बल लगाने पर, बल द्वारा किया गया कार्य, उसकी गतिज ऊर्जा मे परिवर्तन के बराबर होता है।"

प्रश्न 6. सदिशों के अदिश गुणा के कोई दो गुण लिखिये।

उत्तर- (1) अदिश गुणनफल क्रम विनिमेय नियम का पालन करता है।

(2) अदिश गुणनफल वितरण नियम का पालन करता है।

प्रश्न 7. प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा की परिभाषा लिखिये।

उत्तर- वस्तु के प्रत्यास्थता के गुण के कारण उसमे संचित स्थितिज ऊर्जा को प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा कहते है।

प्रश्न 8. नाभिकीय विखंडन में ऊर्जा किस प्रकार प्राप्त होती है?

उत्तर- नाभिकीय विखंडन मे अत्यधिक ऊर्जा का उत्सर्जन होता है जिसे नाभिकीय ऊर्जा कहते है।

प्रश्न 9. शक्ति के लिये सूत्र P = f.v स्थापित कीजिये।

उत्तर- मान लो किसी वस्तु पर नियत बल $\vec{F}$ लगाने पर t समय मे वस्तु का विस्थापन $\vec{d}$ होता है। तब,

कार्य $W = \vec{F}.\vec{d}$

∴ शक्ति $P = \frac{W}{t}$ से

$P = \frac{\vec{F}.\vec{d}}{t} = \vec{F}.\frac{\vec{d}}{t}$

परन्तु $\frac{\vec{d}}{t} = \vec{v}$ = वस्तु का वेग

$P = \vec{F}.\vec{v}$ यही सिद्ध करना था।

प्रश्न 10. कोई बाईक 5 ms^{-1} के एक समान वेग से गतिमान है। यदि सड़क द्वारा टायर पर 300 N का घर्षण आरोपित होता है, तो बाईक के इंजन की शक्ति ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है बल = 300N, वेग = 5मी/से, शक्ति = ?

इंजन की शक्ति = बल × वेग

P = 300×5

= 1500 वाट उत्तर

प्रश्न 11. प्रश्न 3. किसी भवन के भूतल पर लगा पंप 30 m^3 आयतन की पानी की टंकी को 15 मिनिट में भर देता है। यदि टंकी भूतल से 40m ऊपर हो तो पंप द्वारा व्यय शक्ति ज्ञात कीजिए। ($g = 10\ m/s^2$)

उत्तर- दिया है- समय (t) = 15 मिनट = 15×60 = 900 से.

आयतन $V = 30m^3$

ऊंचाई h = 40m

g = 10 मी/से.

$P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t}$

$m = d \times v$

$m = 10^3 \times 30 = 3\times10^4$ किग्रा.

$m = \frac{3\times10^4\times10\times40}{15\times60}$

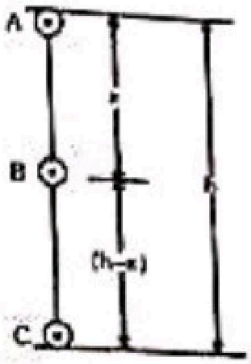
$= \frac{4}{3}\times10^3$ वाट

@mpboardofficialyt

प्रश्न 12. सिद्ध कीजिये मुक्त रूप से गिरती किसी वस्तु की कुल गतिज ऊर्जा एवं यांत्रिक ऊर्जा अचर रहती है।

उत्तर- ऊर्जा संरक्षण नियम- इस नियम के अनुसार, ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही नष्ट की जा सकती है, केवल इसका रूपान्तरण होता है। इस प्रकार ब्रह्माण्ड में सम्पूर्ण ऊर्जाओं का कुल योग नियत रहता है।

उपपत्ति- माना कि m द्रव्यमान की एक वस्तु पृथ्वी सतह से h ऊँचाई पर बिन्दु A से स्वतंत्रतापूर्वक नीचे की ओर गिरती है।



चित्र-

1 बिन्दु A पर- बिन्दु A पर गतिज ऊर्जा K.E. = 0
क्योंकि $u = 0$
गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा = mgh
कुल यांत्रिक ऊर्जा = K.E. + P.E.
= 0 + mgh
= mgh

2. बिन्दु B पर- जब वस्तु x दूरी नीचे गिर चुकी होती है, तब पृथ्वी सतह से वस्तु की ऊँचाई = (h-x)
तथा वस्तु की स्थितिज ऊर्जा

$$P.E. = mg(h - x)$$

यदि, बिन्दु B पर वस्तु का वेग v हो तो गति के समीकरण

$$v^2 = u^2 + 2as \text{ से}$$
$$v^2 = (0)^2 + 2gx$$
$$v^2 = 2gx$$

अतः बिन्दु B पर वस्तु की गतिज ऊर्जा $K.E. = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2}m \times 2gx$$

$$K.E. = mgx$$

बिन्दु B पर कुल ऊर्जा = K.E. + P.E.

$$= mgx + mg(h - x)$$
$$= mgh$$

3. बिन्दु C पर- माना कि पृथ्वी की सतह पर पहुँचते समय वस्तु का वेग v_1 हो जाता है, अतः गति के समीकरण $v^2 = u^2 + 2as$ से

$$v_1^2 = 0^2 + 2gh$$
$$v_1^2 = 2gh$$

वस्तु की गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv_1^2$

$$= \frac{1}{2}m \times 2gh$$

$$K.E. = mgh$$

तथा वस्तु की स्थितिज ऊर्जा P.E. = 0
बिन्दु C पर वस्तु की कुल ऊर्जा K.E. + P.E.

$$= mgh + 0$$
$$= mgh$$

इस प्रकार स्पष्ट है कि स्वतंत्रतापूर्वक गिरती हुई वस्तु के प्रत्येक बिन्दु पर कुल ऊर्जा नियत रहती है।

प्रश्न 13. संरक्षी बल एवं असंरक्षी बल में अंतर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- संरक्षी बल एवं असंरक्षी बल में अंतर-

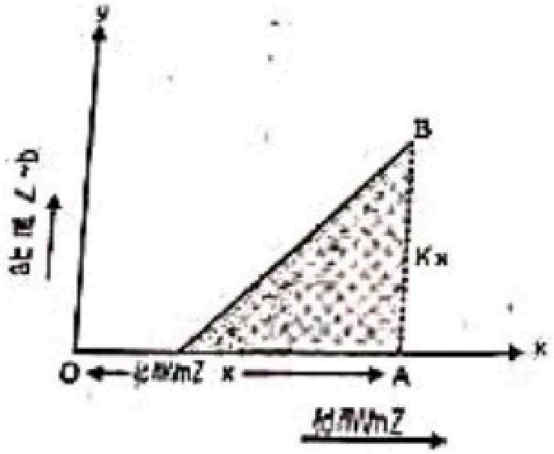
क्र.	संरक्षी बल	असंरक्षी बल
(1)	इस बल द्वारा किसी कण को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में किया गया कार्य कण के मार्ग पर निर्भर नहीं करता है।	इस बल द्वारा किसी कण को एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ले जाने में किया गया कार्य कण के मार्ग पर निर्भर करता है।
(2)	इस बल द्वारा कण को एक पूर्ण चक्र में ले जाने में किया गया कार्य शून्य होता है।	इस बल द्वारा कण को एक पूर्ण चक्र में ले जाने में किया गया कार्य शून्य नहीं होता है।
(3)	उदा. सभी केन्द्रीय बल जैसे गुरुत्वीय बल, गुरुत्वाकर्षण बल आदि।	उदा. घर्षण बल तथा श्यान बल।

प्रश्न 14. किसी स्प्रिंग को खींचने या दबाने पर संचित स्थितिज ऊर्जा के लिए सूत्र स्थापित कीजिए

उत्तर- माना एक पूर्ण प्रत्यास्थ स्प्रिंग के एक सिरे को दृ दीवार के सिरे से जोड़कर उसके दूसरे सिरे पर m द्रव्यमा

@mpboardofficialyt

का एक पिण्ड जोड़ा गया है, जो एक घर्षण रहित क्षितिजी सतह पर गति कर सकता है।
स्प्रिंग के द्रव्यमान को नगण्य तथा साम्य स्थिति में स्प्रिंग का विस्थापन $x = 0$ माना गया है।



चित्र-

यदि स्प्रिंग को खींचकर पिण्ड का विस्थापन x कर दिया जाए, तो एक प्रत्यानयन बल कार्य करने लगता है, जो पिण्ड को अपनी पूर्व अवस्था में लाने की चेष्टा करता है, अर्थात् इस बल की दिशा विस्थापन x के विपरीत है। पिण्ड पर लगने वाला प्रत्यानयन बल $F \propto$ विस्थापन (x)

$$F = -Kx$$
$$= Kx \text{ (संख्यात्मक मान)}$$

यहाँ K एक बल नियतांक है, जिसे स्प्रिंग नियतांक भी कहते हैं। ऋणात्मक चिन्ह बल की दिशा विस्थापन x के विपरीत प्रदर्शित करता है।

स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा ज्ञात करने के लिए बल व विस्थापन के बीच खींचे गए ग्राफ का क्षेत्रफल वस्तु द्वारा किए गए कार्य, स्प्रिंग में संचित स्थितिज ऊर्जा के बराबर होता है। इस प्रकार स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा E_p = (W)

= ΔOAB का क्षेत्रफल

$$= \frac{1}{2} OA \times OB$$

$$= \frac{1}{2} \times x \times Kx = \frac{1}{2} Kx^2$$

या $$Ep = \frac{1}{2} Kx^2$$

प्रश्न 15. कोई साइकिल सवार ब्रेक लगाने पर फिसलता हुआ 10m दूर जाकर रुकता है। इस प्रक्रिया की अवधि में सड़क द्वारा साइकिल पर लगाया गया बल 200N है, जो उसकी गति के विपरीत है। सड़क द्वारा साइकिल पर किये गये कार्य की गणना कीजिए।

उत्तर- दिया है-

बल = 200N
कार्य = ?
दूरी = 10m
$\theta = 180^0$
$w = FS\cos\theta$
$= 200 \times 10 \times \cos 180^0$
$= 200 \times 10 \times (-1)$
$= -2000J$

उत्तर

अध्याय-7 कणों के निकाय तथा घूर्णी गति

बहुविकल्पीय प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) जड़त्व आघूर्ण का SI मात्रक है

(a) $Kg\ m^2$ (b) $Kg^2\ m$
(c) Kgm^{-2} (d) Kgm

(2) किसी बलयुग्म का आघूर्ण-

(a) उस बिन्दु पर निर्भर नहीं करता जिसके परित: आघूर्ण ज्ञात करते हैं।
(b) उस बिन्दु पर निर्भर करता है जिसके परित: आघूर्ण ज्ञात करते हैं।
(c) युग्म बनाने वाले बलों के आघूर्ण पर निर्भर नहीं करता है।
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

(3) कोणीय संवेग का SI मात्रक है-

(a) Js (b) Nm
(c) Kgm^2 (d) Nms^{-1}

(4) एक दृढ़ पिंड को यांत्रिक संतुलन में होने के लिये-

(a) नेट बाह्य बल शून्य होना चाहिए।
(b) नेट बाह्य बल आघूर्ण शून्य होना चाहिये।
(c) ए व बी दोनों आवश्यक है
(d) ए व बी दोनों आवश्यक नहीं है

उत्तर-(1) (a), (2) (a) (3) (a) (4) (c).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) कोणीय संवेग = रेखीय संवेग × .....

@mpboardofficialyt

(2) $|\hat{i}|$ = ...

(3) $\vec{A} \times \vec{A}$ = ...

(4) ऐसा पिंड जिसके कणों पर बल लगाने पर भी इसके कणों की दूरी नहीं बदलती है, को ...... कहते है।

(5) सदिशों का सदिश गुणा क्रम विनिमय नियम का पालन ...... है।

(6) घूर्णन गति एवं स्थानान्तरण गति के संयोजन को ...... गति कहते है।

(7) किसी त्रिभुजाकार प्लेट का द्रव्यमान केन्द्र उस त्रिभुज के ...... पर स्थित होता है।

(8) यदि किसी निकाय के कणों पर बाह्य बल शून्य है तो इसके द्रव्यमान केन्द्र का संवेग ...... होता है।

उत्तर- (1) आघूर्ण भुजा (2) 1 (3) शून्य (4) दृढ़ पिण्ड (5) करता है (6) लोटनिक गति (7) केन्द्रक (8) कोणीय संवेग।

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) वह बिन्दु जिसके परितः किसी पिंड का कुल गुरुत्वीय बल आघूर्ण शून्य हो, क्या कहलाता है?

(2) किसी त्रिभुज का द्रव्यमान केन्द्र त्रिभुज के किस विशेष बिन्दु पर स्थित होता है?

(3) किसी पिंड का द्रव्यमान केन्द्र और गुरुत्व केन्द्र कब संपाती नहीं होगा?

(4) घूर्णन गति करते पिंड के कोणीय वेग और इस पिंड के किसी कण के रेखीय वेग के मध्य कितना कोण होता है?

(5) किसी ठोस गोले को पीट कर उसी त्रिज्या की मोटी वृत्ताकार चकती के रूप में बदल दिया जाता है इसके जड़त्व आघूर्ण पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

(6) यदि पृथ्वी की समस्त बर्फ पिघल जाये तो पृथ्वी पर एक दिन के समय पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उत्तर-(1) द्रव्यमान (2) माध्यिकाओं का कटान बिन्दु (3) यदि वस्तु बड़ी हो (4) $v = r\omega$ (5) जड़त्व आघूर्ण बढ़ जाएगा (6) समय अधिक लगेगा।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. सिद्ध कीजिए कि कणों के निकाय का द्रव्यमान केन्द्र इस प्रकार गति करता है, मानों निकाय का सम्पूर्ण द्रव्यमान उसमें संकेन्द्रित है।

उत्तर- द्रव्यमान का केन्द्र गति- माना किसी निकाय में n कण है जिनके द्रव्यमान $m_1, m_2 ...... m_n$ है व एक निश्चित बिन्दु के सापेक्ष स्थिति सदिश क्रमशः $\vec{r}_1, \vec{r}_2 ...... \vec{r}_n$

माना इन कणों पर बाहर से आरोपित बाह्य बल $\vec{F}_1, \vec{F}_2 ...... \vec{F}_n$ लगे हैं। निकाय के द्रव्यमान केन्द्र का वेक्टर

$$\vec{r}_{cm} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + ... + m_n\vec{r}_n}{m_1 + m_2 + ... + m_n}$$

$$\vec{r}_{cm} = \frac{1}{M}\left[m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + ... + m_n\vec{r}_n\right] \quad ...(1)$$

समय के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{d\vec{r}_{cm}}{dt} = \frac{1}{m}\left[m_1\frac{d\vec{r}_1}{dt} + m_2\frac{d\vec{r}_2}{dt} + ... + m_n\frac{d\vec{r}_n}{dt}\right]$$

$$\text{या } M\vec{a}_{cm} = m_1\vec{a}_1 + m_2\vec{a}_2 + ... + m_n\vec{a}_n \quad ...(2)$$

जहाँ $\vec{a}_{cm}$ = द्रव्यमान केन्द्र का त्वरण है।

समी. (2) में न्यूटन का द्वितीय नियम लगाने पर

$$M\vec{a}_{cm} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_n$$

$$M\vec{a}_{cm} = \vec{F}_{ext} \quad ...(3)$$

स्पष्ट है कि कणों को किसी निकाय का द्रव्यमान इस प्रकार गति करता है, माना कि निकाय का संपूर्ण द्रव्यमान, द्रव्यमान केन्द्र पर हो तथा सभी बाह्य बल इन्हीं पर लगाये गये हों।

प्रश्न 2. कोणीय संवेग संरक्षण का नियम लिखिये।

उत्तर- "किसी घूमते हुए पिण्ड या निकाय पर यदि कोई बाह्य बल आघूर्ण कार्य न कर रहा हो, तो उसका कोणीय संवेग नियत रहता है।"

यदि $\tau = 0$ तो $L = 0$

हम जानते है कि कोणीय संवेग में परिवर्तन की दर आरोपित बाह्य बल आघूर्ण के बराबर होती है।

$$\tau = \frac{dL}{dt}$$

यदि बाह्य बल आघूर्ण शून्य हो तो

$$\frac{dL}{dt} = 0$$

$$L = \text{नियतांक}$$

प्रश्न 3. दो सदिशों के सदिश गुणा के कोई दो गुण लिखिये।

उत्तर- (1) सदिश गुणनफल क्रम विनिमेय नियम का पालन नहीं करता है।

(2) सदिश गुणनफल वितरण नियम का पालन करता है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 4. कोणीय वेग एवं रेखीय वेग में संबंध लिखिये। कोणीय वेग का परिभाषित कीजिये।

उत्तर- संबंध- $v = rw$

रेखीय वेग = कोणीय वेग × त्रिज्या

कोणीय वेग- घूर्णन गति से एकांक समय में कण द्वारा घूमे गये कोण को कण का कोणीय वेग कहते हैं।

प्रश्न 5. घूर्णन गति में जड़त्व आघूर्ण के भौतिक महत्व को स्पष्ट कीजिये।

उत्तर- घूर्णी गति में जड़त्व आघूर्ण की वही भूमिका है जो रेखीय गति में द्रव्यमान (m) की है।

प्रश्न 6. किसी पिण्ड का जड़त्व आघूर्ण किन-किन कारणों पर निर्भर करता है?

उत्तर- निर्भरता- (1) पिण्ड के द्रव्यमान पर

(2) घूर्णन अक्ष के सापेक्ष द्रव्यमान वितरण पर।

प्रश्न 7. कोई पहियाँ 1200 r.p.m. से घूम रहा है। इसका कोणीय वेग rad/s में ज्ञात कीजिये।

उत्तर- दिया है $n = 1200$ r.p.m. $w = ?$

$$w = 2\pi n$$

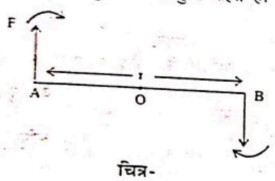
$$= 2\pi \times 1200$$

प्रश्न 8. द्रव्यमान केन्द्र किसे कहते हैं?

उत्तर- जब निकाय किसी बाह्य बल के अंतर्गत गति करता है। तब उसका कोई बिन्दु इस प्रकार गति करता है कि जैसे निकाय का सम्पूर्ण द्रव्यमान इस बिन्दु पर केन्द्रित हो तथा बाह्य बल भी इसी बिन्दु पर आरोपित हो, तो इस बिन्दु को निकाय का द्रव्यमान केन्द्र कहते हैं। इसे "C" द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

प्रश्न 9. बल युग्म किसे कहते हैं? बल युग्म के आघूर्ण का सूत्र स्थापित कर दैनिक जीवन में बलयुग्म के दो उदाहरण दीजिये।

उत्तर- जब किसी दृढ़ पिण्ड पर समान परिमाण के दो बल विपरीत दिशाओं में इस प्रकार लगाए जाते है कि उनकी क्रियाएं भिन्न-भिन्न हो तो उन बलों के प्रभाव से पिंड घूमने लगता है। बलों के युग्म को बलयुग्म कहते हैं।



चित्र-

चित्र में, बिन्दु A पर लगे बल F का बिन्दु O के परितः आघूर्ण = F×OA दक्षिणावर्त

बिन्दु B पर लगे बल F का बिन्दु O के परितः आघूर्ण = F×OB दक्षिणावर्त।

कुल बलयुग्म आघूर्ण = F×OA + F×AB

F×(OA + OB) = F×AB

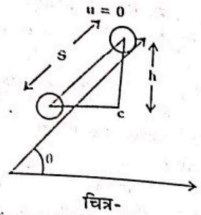
बलयुग्म आघूर्ण = एक बल × दोनों बलों के बीच की लम्बवत् दूरी

उदाहरण- (1) नल की टोटी का खोलना व बंद करना।

(2) पेन या पेंसिल को हथेलियों के बीच रगड़ना।

प्रश्न 10. लोटनिक गति किसे कहते हैं? लोटनिक गति करते पिण्ड की सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिये।

उत्तर- जब कोई लुढ़कती हुई गति करती है तो उस गति को लोटनिक गति कहते हैं।



चित्र-

माना चित्र में एक दृढ़ पिण्ड जिसका द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R है। क्षैतिज से कोण θ पर झुके एक नव समतल पर स्थित बिन्दु A से बिना फिसले हुए नीचे लुढ़क रहा है। माना पिण्ड विरामावस्था (u = 0) से लुढ़क कर t समय में समतल पर दूरी S तय करके बिन्दु B पर पहुँचता है तथा बिन्दु B पर पिण्ड का रैखिक वेग v है तो बिन्दु B पर पिण्ड की सम्पूर्ण गतिज ऊर्जा E = रैखिक गतिज ऊर्जा + घूर्णन गति ऊर्जा

$$= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Iw^2$$

लेकिन $I = MK^2$ तथा $w = U/R$

अतः $$E = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}MK^2 \times \left(\frac{U}{R}\right)^2$$

$$E = \frac{1}{2}Mv^2\left[1 + \frac{K^2}{R^2}\right]$$

@mpboardofficialyt

प्रश्न 11. कोणीय संवेग एवं बल आघूर्ण में संबंध स्थापित कीजिये।

उत्तर- माना किसी अक्ष के सापेक्ष एक पिंड का जड़त्व आघूर्ण I है। जब उस पर बल आघूर्ण τ लगाया जाता है तो उसमें कोणीय त्वरण α उत्पन्न हो जाता है। अतः $\tau = I\alpha$

किन्तु $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

$$\tau = I\frac{d\omega}{dt} \quad ...(1)$$

यदि पिण्ड का कोणीय संवेग L हो तो $L = I\omega$

t के सापेक्ष अवकलन करने पर $\frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt}(I\omega)$

$$\frac{dL}{dt} = I\frac{d\omega}{dt} \quad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से

$$\frac{dL}{dt} = \tau$$

प्रश्न 12. कोई बच्चा किसी घूर्णी मंच पर अपनी दोनों भुजाएं फैलाकर खड़ा है। घूर्णी मंच को 40rpm से घूर्णन कराया जाता है। यदि बच्चा अपने हाथों को सिकोड़ कर अपना जड़त्व आघूर्ण आरम्भिक जड़त्व आघूर्ण से 2/5 गुना कर ले तो इस स्थिति में उसकी कोणीय चाल ज्ञात कीजिये।

उत्तर- यदि बच्चे की पहली स्थिति का जड़त्व आघूर्ण = I_1 एवं बच्चे की दूसरी स्थिति का जड़त्व आघूर्ण I_2

तो $I_2 = \frac{2}{5}I$, प्रारंभिक कोणीय चाल $w_1 = 40$ चक्कर/मिनट

निकाय के अन्दर बल आघूर्ण न लगने से, इसका कोणीय संवेग संरक्षित है, अर्थात् $I_1w_1 = I_2w_2$

$$w_2 = \frac{I_1w_1}{I_2} = \frac{I_1 \times 40}{\frac{2}{5}I_1}$$

$$w_2 = 100 \text{ चक्कर/मिनट}$$

प्रश्न 13. जड़त्व आघूर्ण आरम्भिक जड़त्व आघूर्ण से 2/5 गुना कर ले तो इस स्थिती में उसकी कोणीय चाल ज्ञात कीजिए।

उत्तर- प्रश्न क्रमांक 12 के अनुसार है।

प्रश्न 14. किसी घूर्णक (रोटर) को 200 rad/s की एक समान कोणीय चाल बनाये रखने के लिये एक इंजन को 180 Nm का बल आघूर्ण (टार्क) प्रेषित करना आवश्यक है। इंजन की शक्ति ज्ञात कीजिये।

उत्तर- प्रश्नानुसार $w = 200$ रेडियन/सेकण्ड,

$\tau = 180$ न्यूटन मीटर

इंजन की शक्ति $P = \tau w$

$= 180 \times 200$

$= 36000$ वाट

$= 36$ किलोवाट -उत्तर

प्रश्न 15. 20kg द्रव्यमान और 0.25m त्रिज्या का कोई ठोस बेलन (सिलेण्डर) 100 rad/s की कोणीय चाल से घूर्ण कर रहा है, बेलन की घूर्णन गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है

द्रव्यमान (m) = 20 किग्रा.

त्रिज्या (r) = 0.25 मीटर

कोणीय चाल (w) = 100 रेडियन/से.

घूर्णन गतिज ऊर्जा = ?

$I = mr^2, = 20 \times (0.25)^2$

$$E = \frac{1}{2}Iw^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 20 \times (0.25)^2 \times (100)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 20 \times \frac{25}{100} \times \frac{25}{100} \times (100 \times 100)$$

$= 6250$ जूल -उत्तर

प्रश्न 16. निम्नलिखित का कारण स्पष्ट कीजिये-

(1) पाने की सहायता से नट को खोलना आसान होता है।

(2) साइकिल के पहिये में स्पोक लगाये जाते हैं।

(3) किसी इंजन के साथ भारी पहिया (गतिपालक चक्र) लगाया जाता है।

उत्तर- (1) कारण- बल की क्रियारेखा घूमने वाली अक्ष से अधिक दूरी पर होने के कारण, बल का आघूर्ण अधिक होता है अथवा पिण्ड को घुमाने के लिए कम बल की आवश्यकता होती है।

(2) पहिये का जड़त्व आघूर्ण अधिक करने के लिए।

(3) इंजन के साथ भारी पहिया (गति पालक चक्र) लगाने से शैफ्ट का घूर्णन एक समान हो जाता है।

@mpboardofficialyt

अध्याय-8 गुरुत्वाकर्षण

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता का मात्रक .... है।

(2) गुरुत्वीय विभव का मात्रक .... है।

(3) यदि पृथ्वी वर्तमान की अपेक्षा अधिक तेज घूमने लगे तो हमारा भार .... जाएगा।

(4) सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक का मान .... है।

(5) तुल्यकाली उपग्रह का परिक्रमण काल .... होता है।

(6) भूस्थिर उपग्रह की पृथ्वी तल से ऊँचाई लगभग .... होती है।

(7) .... के मान के कारण ही किसी ग्रह पर वायुमंडल की उपस्थिति निर्धारित होती है। (पलायन वेग/कक्षीय वेग)

(8) पृथ्वी की सतह के निकट परिक्रमा कर रहे उपग्रह का परिक्रमण काल लगभग .... होता है।

(9) पृथ्वी तल से ऊपर की ओर जाने पर किसी पिंड की स्थितिज ऊर्जा .... है।

(10) पृथ्वी सतह पर .... गुरुत्वीय त्वरण का मान अधिकतम होता है।

(11) खोखले गोले के अन्दर स्थित किसी बिन्दु द्रव्यमान पर बाह्य स्थित दूसरे पिण्डों के कारण गुरुत्वाकर्षण बल .... है।

उत्तर- (1) मी/से.^{2} (2) J/C (3) घट (4) 6.67×10^{-8} सेमी.^{2}/ग्रा.^{2} (5) 24 घंटे (6) 36000 किमी. (7) पलायन (8) 84.4 मिनट (9) बढ़ती (10) ध्रुवों पर (11) लगता है।

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) दो पिण्डों के बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल F है उनके द्रव्यमान तथा उनके बीच की दूरी दोगुनी कर दी जाए तो उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल होगा-

(a) F (b) 2F (c) F/2 (d) 4F
(e) F/4

(2) 2 पिण्डों के बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल F है। यदि उनकी द्रव्यमान वही रहे तथा उनके बीच की दूरी दोगुनी कर दी जाए तो गुरुत्वाकर्षण बल होगा-

(a) F (b) 2F (c) F/2 (d) 4F
(e) F/4

(3) दो पिण्डों के बीच की दूरी R है इनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल समानुपाती होगा-

(a) R^2 (b) R^4 (c) R^{-2} (d) R^{-4}

(4) समान द्रव्यमान के दो पिण्डों ... गुरुत्वाकर्षण बल F है यदि एक पिण्ड ... द्रव्यमान दूसरे पिण्ड में स्थानांतरित कर ... तो उनके बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण ...

(a) F (b) 3F (c) F/2 (d) ...
(e) 3F/2

(5) प्रकृति के निम्नलिखित बलों में से ... बल सबसे दुर्बल है-

(a) विद्युत चुम्बकीय बल (b) प्रबल नाभिकीय बल
(c) दुर्बल नाभिकीय बल (d) गुरुत्वाकर्षण बल

(6) निम्नलिखित में से किस बल का ... प्रकृति के प्रत्येक स्थान पर है-

(a) विद्युत चुंबकीय बल (b) गुरुत्वाकर्षण बल
(c) नाभिकीय बल (d) कूलाम बल

(7) किसी कृत्रिम उपग्रह पर भारहीनता का ... है-

(a) द्रव्यमान केन्द्र (b) शून्य गुरुत्व
(c) उपग्रह की सतह द्वारा शून्य प्रतिक्रिया बल
(d) उपरोक्त में से कोई नहीं

(8) पृथ्वी सतह से कितनी ऊँचाई पर गुरुत्वीय त्वरण का मान शून्य हो जाएगा-

(a) R (b) R/2
(c) अनंत पर (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

(9) 100 ग्राम द्रव्यमान वाली वस्तु का भार पृथ्वी सतह पर कितना होगा (पृथ्वी का गुरुत्वीय त्वरण = 10 मीटर/सेकण्ड^2)

(a) 1N (b) 10N
(c) 100N (d) 1000N

(10) पृथ्वी की सतह पर किसी पिण्ड का द्रव्यमान 100 ग्राम है चन्द्रमा की सतह पर इसका द्रव्यमान होगा-

(a) 100 किग्रा. (b) 100 ग्राम से अधिक
(c) 100 ग्राम से कम (d) कुछ कहा नहीं जा सकता

(11) पृथ्वी की सतह पर किसी पिण्ड का द्रव्यमान 100 किलोग्राम है पृथ्वी की सतह से उसकी त्रिज्या के बराबर गहराई पर पिण्ड का द्रव्यमान होगा-

(a) 0 किग्रा. (b) 10 किग्रा
(c) 100 किग्रा. (d) 1000 किग्रा.

@mpboardofficialyt

(12) किसी पिंड के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सत्य है-

(a) पलायन वेग, कक्षीय वेग का दुगना होता है।
(b) कक्षीय वेग, पलायन वेग का दुगना होता है।
(c) पलायन वेग का मान कक्षीय वेग के मान के बराबर होता है।
(d) पलायन वेग का वर्ग कक्षीय वेग के वर्ग का दुगना होता है।
(e) कक्षीय वेग का वर्ग पलायन वेग के वर्ग का दुगना होता है।

(13) M द्रव्यमान के पिण्ड के लिए पलायन वेग (v) के लिए निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सत्य है-

(a) $v \propto M^{\circ}$ (b) $v \propto M1/2$
(c) $v \propto M^2$ (d) $v \propto M^{-1}$

(14) पृथ्वी की परिक्रमा कर रहे किसी और उपग्रह की स्थितिज ऊर्जा एवं गतिज ऊर्जा का अनुपात होगा

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

(15) किसी पिंड को पहले 100 मीटर एवं फिर 200 मीटर की ऊंचाई से गिराया जाता है, तो-

(a) पिंड पर पहली स्थिति की तुलना में दूसरी स्थिति में गुरुत्वाकर्षण बल अधिक लगेगा।
(b) पिंड पर पहली स्थिति की तुलना में दूसरी स्थिति में गुरुत्वाकर्षण बल कम लगेगा।
(c) [illegible] गुरुत्वाकर्षण बल समान लगेगा।
(d) कुछ कह [illegible] सकता।

(16) R भुजा वाले किसी समबाहु त्रिभुज के तीनों शीर्षों पर M द्रव्यमान के तीन पिंड रखे हैं त्रिभुज के केन्द्रक पर रखे 2M द्रव्यमान के पिंड पर लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल होगा

(a) $5GM^2/R^2$ (b) $4GM^2/R^2$
(c) $2GM^2/R^2$ (d) 0

(17) केप्लर का ग्रहों की गति संबंधी दूसरा नियम (क्षेत्रफल का नियम), किसके संरक्षण पर आधारित है-

(a) ऊर्जा (b) रेखीय संवेग
(c) कोणीय संवेग (d) इनमें से कोई नहीं

(18) X ग्रह की तुलना में पृथ्वी का द्रव्यमान लगभग 10 गुना एवं व्यास लगभग 2 गुना है तब पृथ्वी पर 100 किलोग्राम भार वाले व्यक्ति का भार X ग्रह पर कितना होगा-

(a) 100 किग्रा. भार (b) 200 किग्रा. भार
(c) 80 किग्रा. भार (d) 40 किग्रा. भार

(19) एक पिण्ड सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की तुलना में 8 गुनी चाल से परिक्रमण कर रहा है, पिण्ड एवं पृथ्वी की त्रिज्याओं में अनुपात होगा

(a) 1/2 (b) 1/3
(c) 1/4 (d) 1/8

(20) यदि पृथ्वी की त्रिज्या आधी एवं इसका घनत्व 4 गुना कर दिया जाए, तो पृथ्वी तल पर हमारा भार हो जाएगा-

(a) आधा हो जाएगा (b) दुगुना
(c) चार गुना (d) अपरिवर्तित रहेगा

(21) गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता का SI मात्रक है-

(a) ms-2 (b) Jkg
(c) N.kg (d) N m-2 kg

(22) गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का मान शून्य होता है-

(a) पृथ्वी सतह पर (b) पृथ्वी के केन्द्र पर
(c) अनंत पर
(d) हमारे इच्छा अनुसार कहीं भी

(23) किसी पिण्ड की पृथ्वी से पलायन चाल निर्भर करती है-

(a) पिंड के द्रव्यमान पर (b) प्रक्षेपण की दिशा पर
(c) प्रक्षेपण बिंदु की पृथ्वी सतह से ऊँचाई पर
(d) इनमें से कोई नहीं

(24) कोई धूमकेतु सूर्य की परिक्रमा अतिदीर्घ वृत्तीय कक्षा में कर रहा है। निम्नलिखित में से कौन-सी राशि नियत रहेगी-

(a) रैखिक चाल (b) कोणीय चाल
(c) स्थितिज ऊर्जा (d) कोणीय संवेग

उत्तर- (1) (a) (2) (a) (3) (c) (4) (c) (5) (d) (6) (b) (7) (c) (8) (c) (9) (d) (10) (c) (11) (a) (12) (d) (13) (b) (14) (b) (15) (b) (16) (d) (17) (c) (18) (a) (19) (c) (20) (a) (21) (a) (22) (c) (23) (b) (24) (d)

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) पृथ्वी सतह के समीप पलायन वेग का मान लिखिए।
(2) भूतुल्य उपग्रह की पृथ्वी तल से ऊँचाई लगभग कितनी होती है?
(3) पृथ्वी सतह के समीप आवर्तकाल कब परिवर्तित होगा?
(4) एकसमान द्रव्यमान के किसी खोखले गोले के कारण इसके भीतर स्थित किसी बिन्दु पर गुरुत्वाकर्षण बल का मान लिखिए।

@mpboardofficialyt

(5) पृथ्वी के केन्द्र पर गुरुत्वीय त्वरण का मान कितना होता है?
(6) दो पिण्डों के बीच की दूरी आधी कर देने पर गुरुत्वाकर्षण बल के मान पर क्या प्रभाव होगा?
(7) तुल्यकाली उपग्रह किसे कहते हैं?
(8) सुदूर संवेदन किस प्रकार के उपग्रह से किया जाता है?
(9) किसी उपग्रह को अपने ग्रह के चारों ओर परिक्रमा करने के लिए आवश्यक अभिकेन्द्र बल कहां से प्राप्त होता है।
(10) गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता एवं गुरुत्वीय विभव में संबंध लिखिए।

उत्तर- (1) 11.2 किमी./से. (2) ध्रुवीय उपग्रह की पृथ्वी तल से ऊँचाई लगभग 1000 किमी. होती है।
(3) व्यक्ति का भार आभासी होने पर
(4) शून्य (5) शून्य (6) चार गुना
(7) वह उपग्रह जिसका परिक्रमण काल पृथ्वी के परिक्रमणकाल (24 घण्टे) के बराबर होता है, तुल्यकाली उपग्रह कहलाता है। (8) ध्रुवीय उपग्रह।
(9) उपग्रह को किसी ग्रह के चारों ओर परिक्रमा करने के लिए आवश्यक अभिकेन्द्र बल द्वारा लगाये गए गुरुत्वाकर्षण बल से प्राप्त होता है।
(10) गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता (I)

$= \frac{-dv}{dr}$ तथा $V = -\int I dr$

प्रश्न 4. सही जोड़ी मिलाइए-

(1) कालम 'अ' कालम 'ब'

(1) गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता	(a) GMm/r^2
(2) गुरुत्वीय विभव	(b) $-GMm/r$
(3) गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा	(c) Fr^2/Mm
(4) गुरुत्वाकर्षण बल	(d) GM/R^2
(5) सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक	(e) $-GM/r$

उत्तर- (1) d (2) e (3) b (4) a (5) c

(2) कालम 'अ' कालम 'ब'

(1) पलायन वेग	(a) $GM/(R+h)^2$
(2) कक्षीय वेग	(b) $\sqrt{[GM/(R+h)]}$
(3) परिक्रमण काल	(c) $GMm/2r$
(4) गुरुत्वीय त्वरण	(d) $\sqrt{[2GM/(R+h)]}$
(5) उपग्रह की गतिज ऊर्जा	(e) $2\pi\sqrt{[(R+h)^3/GM]}$
नियतांक	

उत्तर- (1) d (2) b (3) e (4) a (5) c.

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. चन्द्रमा पर वायुमण्डल क्यों नहीं है?
उत्तर- चन्द्रमा पर प्रायः सभी गैसों के अणुओं की औसत मूल वर्ग पलायन वेग के बराबर या इससे अधिक होती है, अतः चन्द्रमा पर वायुमण्डल नहीं होता है।

प्रश्न 2. किसी ग्रह की पार्किंग कक्षा किसे कहते हैं?
उत्तर- एक भू-स्थायी उपग्रह की कक्षा को पार्किंग कक्षा कहते हैं। इसकी ऊँचाई 36000 किमी. होती है।

प्रश्न 3. सार्वत्रिक गुरुत्वीय नियतांक का मान एवं उसका विमीय सूत्र लिखिए।
उत्तर- मान 6.67×10^{-8} डायन सेमी.^{2}/ग्रा.^{2}
विमीय सूत्र $[M^{-1}L^3T^{-2}]$

प्रश्न 4. पलायन वेग किसे कहते हैं? पृथ्वी व चन्द्रमा के लिए पलायन वेग का मान लिखिए।
उत्तर- पलायन वेग, वह न्यूनतम वेग है, जिससे किसी पिण्ड को पृथ्वी तल से ऊपर फेंकने पर वह पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र से सदा के लिए निकल जाए, अर्थात् वह पृथ्वी तल लौटकर कभी भी वापस न आ सके।
चन्द्रमा तल पर पलायन वेग का मान - 2.43 Km/S
पृथ्वी तल पर पलायन वेग का मान - 11.2 Km/S

प्रश्न 5. g एवं G में कोई अंतर लिखिए।
उत्तर- g एवं G में कोई अंतर निम्न है-

क्र.	g	G
(1)	स्वतंत्रतापूर्वक नीचे गिरते पिण्ड में पृथ्वी के आकर्षण बल के कारण उत्पन्न त्वरण को g कहते हैं।	एकांक दूरी पर रखे दो एकांक द्रव्यमान के पिण्डों के बीच लगने वाले आकर्षण बल के संख्यात्मक मान को G कहते हैं।
2.	यह सदिश राशि है।	यह अदिश राशि है।

प्रश्न 6. किसी कृत्रिम उपग्रह में भारहीनता का कारण समझाइए।
उत्तर- कृत्रिम उपग्रह का द्रव्यमान अपेक्षाकृत कम होता है, अतः उसमें बैठे मनुष्य पर उपग्रह स्वयं कोई आकर्षण बल नहीं लगाता है, इसलिए उपग्रह में व्यक्ति का भार शून्य होता है।

प्रश्न 7. पृथ्वी की सतह से अलग-अलग ऊँचाइयों पर दो उपग्रह परिक्रमा कर रहे हैं, किस उपग्रह का परिक्रमण काल अधिक होगा और क्यों?

@mpboardofficialyt

उत्तर- उपग्रह पृथ्वी तल से जितनी अधिक ऊँचाई पर होता है, उसका परिक्रमण काल उतना ही अधिक होता है। उपग्रह के परिक्रमण काल का वर्ग, उसकी कक्षा की त्रिज्या के घन के अनुक्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 8. पृथ्वी के द्रव्यमान की गणना कीजिए।

हल- पृथ्वी का द्रव्यमान $M = \frac{gR^2}{G}$

$$= \frac{9.8 \times (6.37 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}}$$

$= 5.96 \times 10^{24}$ किलोग्राम **उत्तर**

प्रश्न 9. गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता किसे कहते हैं?

उत्तर- गुरुत्वीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता उस बिन्दु पर रखे एकांक द्रव्यमान के पिण्ड पर लगने वाले बल के बराबर होती है। इसे अक्षर I से दर्शाते हैं।

$$I = \frac{GM}{r^2}$$

प्रश्न 10. गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा किसे कहते हैं? अनन्त पर इसका मान कितना होता है?

उत्तर- किसी पिण्ड को अनन्त से गुरुत्वीय क्षेत्र के अन्दर किसी बिन्दु तक लाने में जितना कार्य होता है, उसे उस बिन्दु पर पिण्ड की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। अनन्त पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा शून्य होती है।

प्रश्न 11. सिद्ध कीजिए कि पृथ्वी के गुरुत्व क्षेत्र के किसी बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता उस बिन्दु पर गुरुत्वीय त्वरण मान के बराबर होती है।

उत्तर- माना पृथ्वी का द्रव्यमान M व त्रिज्या R है, तो पृथ्वी के कारण पृथ्वी के तल पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता

$$I = \frac{GM}{R^2}$$

लेकिन पृथ्वी तल पर गुरुत्वीय त्वरण $g = \frac{GM}{R^2}$

अतः $I = g$

अर्थात् पृथ्वी के कारण किसी बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता, उस बिन्दु पर गुरुत्वीय त्वरण के बराबर होती है।

प्रश्न 12. उपग्रह का कक्षीय वेग किसे कहते हैं? इसका सूत्र लिखिए।

उत्तर- कक्षीय वेग- किसी कक्षा में किसी उपग्रह को स्थापित करने के लिए आवश्यक वेग को उस उपग्रह का कक्षीय वेग कहते हैं।

सूत्र $v_0 = \sqrt{gR}$

प्रश्न 13. किसी उपग्रह का परिक्रमण काल किसे कहते हैं? ग्रह के परिक्रमण काल एवं इसकी ग्रह से दूरी में संबंध लिखिए।

उत्तर- उपग्रह द्वारा पृथ्वी का एक चक्कर लगाने में लगा समय उपग्रह का परिक्रमण काल कहलाता है।

$$\text{परिक्रमण काल } T = \frac{\text{कक्षा की परिधि}}{\text{कक्षीय चाल}}$$

ग्रह का परिक्रमण काल T का वर्ग, इसकी कक्षा की त्रिज्या के घन के अनुक्रमानुपाती होता है। अर्थात् $T^2 \propto r^3$

प्रश्न 14. केप्लर का द्वितीय नियम लिखिए। यह किस भौतिक राशि के संरक्षण पर आधारित है।

उत्तर- द्वितीय नियम- सूर्य और ग्रह को मिलाने वाली रेखा, बराबर समयान्तराल में बराबर क्षेत्रफल तय करती है। कोणीय संवेग संरक्षण पर आधारित है।

प्रश्न 15. किसी ग्रह के निकट, किसी पिण्ड की कक्षीय चाल 8.4 किमी./से. है, इसका पलायन चाल ज्ञात कीजिए।

हल- कक्षीय चाल = 8.4 किमी./से.

पलायन चाल = ?

पलायन चाल = $\sqrt{2}$ कक्षीय चाल

= $8.4\sqrt{2}$ किमी./से. **उत्तर**

प्रश्न 16. किसी ग्रह अथवा उपग्रह पर वायुमंडल होने के लिए क्या परिस्थिति आवश्यक है?

उत्तर- पलायन वेग का मान बहुत अधिक होना चाहिए। जिससे वहाँ से अणु पलायन नहीं कर पाए।

प्रश्न 17. द्रव्यमान तथा भार में अन्तर लिखिए।

उत्तर- द्रव्यमान तथा भार में अन्तर निम्न है-

	द्रव्यमान	भार
(1)	किसी भी पिण्ड का द्रव्यमान सदैव नियत रहता है।	भार स्थान बदलने पर बदल जाता है।
(2)	यह जड़त्व पर निर्भर करता है अर्थात् $M \propto I_0$	यह 'g' पर निर्भर करता है अर्थात् $w \propto g$
(3)	S.I. मात्रक किग्रा.	S.I. मात्रक न्यूटन

@mpboardofficialyt

प्रश्न 18. जड़त्वीय द्रव्यमान और गुरुत्वीय द्रव्यमान में अन्तर लिखिए।

उत्तर- दोनों में अन्तर निम्नानुसार है

क्र.	जड़त्वीय द्रव्यमान	गुरुत्वीय द्रव्यमान
(1)	इसकी माप, बल लगाकर वस्तु में उत्पन्न त्वरण से ज्ञात करके की जाती है।	इसकी माप, वस्तु पर लगने वाले गुरुत्वीय बल के आधार पर की जाती है।
(2)	जड़त्वीय द्रव्यमान $= \frac{\text{बल}}{\text{त्वरण}}$	गुरुत्वीय द्रव्यमान $= \frac{\text{गुरुत्वीय बल}}{g}$
(3)	इसे भौतिक तुला द्वारा नापा जाता है।	इसे स्प्रिंग तुला द्वारा नापा जाता है।

प्रश्न 19. किसी उपग्रह की बंधन ऊर्जा किसे कहते है? इसका सूत्र लिखिए।

उत्तर- उपग्रह को अपनी कक्षा को छोड़कर पलायन कर जाने के लिए (अर्थात् अनन्त पर जाने के लिए) आवश्यक ऊर्जा को उपग्रह की बन्धन ऊर्जा कहते हैं।

$$\text{उपग्रह की बंधन ऊर्जा } U = \frac{GMm}{2r}$$

प्रश्न 20. गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम लिखिये।

उत्तर- ब्रह्माण्ड में स्थित किन्हीं भी दो पिण्डों के बीच लगने वाला आकर्षण बल उनके (पिण्डों के) द्रव्यमानों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती व उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 21. ग्रहों की गति संबंधी कक्षा का नियम लिखिये।

उत्तर- प्रत्येक ग्रह, सूर्य के चारों ओर एक दीर्घ वृत्ताकार कक्षा में चक्कर लगाता है, जिसके एक फोकस पर सूर्य स्थित होता है।

प्रश्न 22. ग्रहों की गति संबंधी आवर्तकाल का नियम लिखिये।

उत्तर- किसी भी ग्रह के परिक्रमण काल का वर्ग, दीर्घवृत्तीय कक्षा के अर्द्ध दीर्घ अक्ष के घन के अनुक्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 23. भारहीनता किसे कहते हैं?

उत्तर- जब कोई पिण्ड स्वतन्त्रतापूर्वक गिरता है, तो वह भारहीन होता है तथा इस परिघटना को प्रायः भारहीनता की घटना कहते हैं।

पृथ्वी के परितः परिक्रमण करने वाले किसी कृत्रिम उपग्रह का हर छोटे से छोटा टुकड़ा तथा इसके भीतर की प्रत्येक वस्तु पृथ्वी के केन्द्र की ओर त्वरित गति से गतिशील है तथा इस गति का त्वरण, कक्षा की स्थिति में पृथ्वी के गुरुत्वीय त्वरण के बराबर है। अतः उपग्रह के भीतर की प्रत्येक वस्तु स्वतन्त्रतापूर्वक गिरती है। यह ठीक ऐसा ही है जैसा कि हम किसी ऊँचाई से पृथ्वी की ओर गिर रहे हैं। अतः किसी उपग्रह के भीतर बैठे व्यक्ति किसी प्रकार के गुरुत्व बल का अनुभव नहीं करते। गुरुत्व बल हमें उर्ध्वाधर दिशा की परिभाषा का ज्ञान कराता है, अतः उपग्रह के भीतर बैठे व्यक्तियों के लिए क्षैतिज अथवा ऊर्ध्वाधर दिशाओं का कोई महत्व नहीं होता, उनके लिए सभी दिशाएँ समान होती है। वायु में तैरते अंतरिक्षयात्रियों के चित्र ठीक इसी तथ्य को दर्शाते हैं।

प्रश्न 24. गुरुत्वीय विभव किसे कहते हैं?

उत्तर- एकांक द्रव्यमान के पिण्ड को अनन्त से गुरुत्वीय क्षेत्र के किसी बिन्दु तक लाने में जो कार्य करना पड़ता है, उसे उस बिन्दु पर गुरुत्वीय विभव कहते हैं।

प्रश्न 25. मान लीजिए एक ऐसा ग्रह है जो सूर्य के परितः पृथ्वी की तुलना में दो गुनी चाल से गति करता है, तब पृथ्वी की कक्षा की तुलना में इसकी कक्षीय आमाप क्या होगी?

उत्तर- यदि सूर्य के परितः चक्कर लगाने में ग्रह का आवर्तकाल $= T_1$ तथा सूर्य के परितः चक्कर लगाने में पृथ्वी का आवर्तकाल $= T_2$ है तो प्रश्नानुसार-

$$T_1 = \frac{1}{2}T_2 \text{ या } \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$$

केपलर के तीसरे नियम से $T^2 \propto r^3$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{2/3}$$

$$r_2 = 1 \text{ A.U.}$$

$$r_1 = 1\left(\frac{1}{2}\right)^{2/3} = 0.63 \text{ A.U} \quad \textbf{उत्तर}$$

अतः पृथ्वी की कक्षा की तुलना में ग्रह की कक्षीय आमाप कम है।

प्रश्न 26. कृत्रिम उपग्रह में भारहीनता होती है, चन्द्रमा भी पृथ्वी का एक उपग्रह है, लेकिन चन्द्रमा पर भारहीनता नहीं है क्यों?

@mpboardofficialyt

उत्तर- चूँकि चन्द्रमा का द्रव्यमान बहुत बड़ा है, इसलिए इस बल की उपेक्षा नहीं की जा सकती है। जबकि कृत्रिम उपग्रह का द्रव्यमान छोटा होता है, और इसलिए चन्द्र और कृत्रिम उपग्रह के बीच गुरुत्वाकर्षण बल को उपेक्षित किया जा सकता है।

प्रश्न 27. पृथ्वी पर विषुवत् रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर गुरुत्वीय त्वरण के मान में किस प्रकार परिवर्तन होता है?

उत्तर- बढ़ता जाता है एवं ध्रुवों पर अधिकतम होता है।

प्रश्न 28. 100 कि.ग्रा. एवं 200 कि.ग्रा. द्रव्यमान के दो पिण्डों के बीच गुरुत्वाकर्षण बल F है। यदि पहले पिण्ड का आधा द्रव्यमान दूसरे पिण्ड में स्थानांतरित कर दिया जाए तो उतनी ही दूरी पर इन पिण्डों के बीच गुरुत्वाकर्षण बल कितना होगा?

हल- दिया है- m_1 = 100 कि.ग्रा. m_2 = 200 कि.ग्रा.

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

$$F = G\frac{100 \times 200}{d^2}$$

या $$d^2 = \frac{G \times 100 \times 200}{F} \quad ...(1)$$

$$m_1 = 50\ kg, \quad m_2 = 250\ kg$$

$$F' = \frac{G \times 50 \times 250}{d^2} \quad ...(2)$$

समी. (1) व (2) से

$$F' = \frac{G\ 50 \times 250}{\frac{G \times 100 \times 200}{F}}$$

$$F' = \frac{50 \times 250}{100 \times 200} \times F$$

$$F' = \frac{5}{8}F$$ **उत्तर**

प्रश्न 29. आइंस्टीन के सापेक्षता के सिद्धांत के आधार पर समझाइए कि किसी पिंड का वेग प्रकाश के वेग के बराबर किया जा सकता है अथवा नहीं।

उत्तर- आइंस्टीन के सापेक्षता के विशेष सिद्धांत के अनुसार, यदि प्रकाश की गति की तुलनात्मक चाल पर गमन किया जाता है तो (गमन करने वाले पिंड के लिए) समय किसी स्थिर प्रेक्षक की तुलना में भिन्न हो जाएगा।

प्रश्न 30. पलायन वेग और कक्षीय वेग में संबंध लिखिए।

उत्तर- पृथ्वी तल से पलायन वेग

$$v_e = \sqrt{2gR}$$

एवं पृथ्वी तल के अति निकट उपग्रह की कक्षीय चाल

$$V_o = \sqrt{gR}$$

$$\frac{V_e}{V_o} = \frac{\sqrt{2gR}}{\sqrt{gR}}$$

$$\boxed{V_e = \sqrt{2}\ V_o}$$

प्रश्न 31. पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण 9.8मी./से.² है, सतह से कितनी ऊँचाई पर गुरुत्वीय त्वरण का मान 4.9मी./से.² रह जाएगा?

हल- दिया है g = 9.8 मी./से.²

g' = 4.9 मी./से.

h = ?

$$g' = \frac{g}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2}$$

$$\left(1+\frac{h}{R}\right)^2 = \frac{g}{g'}$$

$$\left(1+\frac{h}{R}\right)^2 = \frac{9.8}{4.9}$$

$$\left(1+\frac{h}{R}\right)^2 = 2$$

$$1+\frac{h}{R} = \sqrt{2}$$

$$\frac{h}{R} = \sqrt{2} - 1$$

$$h = 6400000\,(1.414 - 1)$$

$$= 2.65 \times 10^6 \text{ मीटर}$$

प्रश्न 32. गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता एवं गुरुत्वीय विभव में संबंध लिखिए।

उत्तर- किसी बिन्दु पर गुरुत्वीय क्षेत्र की तीव्रता, वहाँ गुरुत्वीय विभव की दूरी के साथ ऋणात्मक प्रवणता के बराबर होती है

अर्थात् $I = \frac{-dv}{dr}$ या $V = -\int I dr$

प्रश्न 33. ग्रहों की गति संबंधी केपलर के नियम लिखिए।

(1) प्रत्येक ग्रह, सूर्य के चारों ओर एक दीर्घवृत्ताकार कक्षा में चक्कर लगाता है, जिसके एक फोकस पर सूर्य उपस्थित होता है।

@mpboardofficialyt

(2) ग्रहों का क्षेत्रीय वेग सदैव नियत रहता है।
(3) सूर्य के चारों ओर किसी ग्रह के परिभ्रमण काल का वर्ग, सूर्य से उस ग्रह की औसत दूरी के घन के अनुक्रमानुपाती होता है अर्थात् - $T^2 \alpha r^3$

प्रश्न 34. यदि पृथ्वी अपनी वर्तमान चाल की दुगुनी चाल से घूर्णन करने लगे तो दिन-रात की अवधि कितनी रह जाएगी?

उत्तर- यदि पृथ्वी व अपनी वर्तमान चाल की दुगुनी चाल से घूर्णन करने लगे तो दिन-रात की अवधि कम होकर 12 घंटे रह जाएगी।

प्रश्न 35. दो उपग्रहों की उनके ग्रह से दूरियों का अनुपात 1:4 है, उनके परिक्रमण कालों का अनुपात ज्ञात कीजिए।

हल- प्रश्नानुसार $r_1 : r_2 = 1 : 4$
केपलर के तृतीय नियम से $T^2 \propto r^3$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^{3/2}$$

$$= \left(\frac{1}{4}\right)^{3/2}$$

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

$$= \frac{1}{8}$$

$= 1:8$ **उत्तर**

प्रश्न 36. संचार उपग्रह क्या है? इसके उपयोग लिखिए।

उत्तर- दूर संचार प्रयोजनों के लिए संचार उपग्रह (कभी-कभी संक्षेप में SATCOM प्रयुक्त) अंतरिक्ष में तैनात एक कृत्रिम उपग्रह है। आधुनिक संचार उपग्रह भूस्थिर कक्ष मोलनीय कक्ष अन्य दीर्घ वृत्ताकार कक्ष और पृथ्वी के निचले (ध्रुवीय और गैर ध्रुवीय) कक्ष सहित विभिन्न प्रकार के परिक्रमा पथों का उपयोग करते हैं।

प्रश्न 37. किसी ग्रह का व्यास एवं द्रव्यमान पृथ्वी की संगत राशियों का 3 गुना है। इस ग्रह का गुरुत्वीय त्वरण पृथ्वी के गुरुत्वीय त्वरण का कितना गुना होगा?

हल- पृथ्वी का गुरुत्वीय त्वरण

$$g_e = \frac{GM_e}{R_e^2}$$

ग्रह का गुरुत्वीय त्वरण

$$g_p = \frac{GM_p}{R_p^2}$$

$$M_p = 3Me$$
$$R_p = 3Re$$

$$g_p = \frac{G\times 3Me}{(3Re)^2}$$

$$= \frac{G\times 3Me}{9Re^2}$$

$$= \frac{1}{3}\cdot\frac{GMe}{Re^2}$$

$$\boxed{g_p = \frac{1}{3}\times ge}$$

अत: पृथ्वी के गुरुत्वीय त्वरण का 1/3 गुना होगा।

अध्याय-9 ठोसों के यांत्रिक गुण

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) यंग गुणांक केवल .... पदार्थों में संभव है।
(2) अपरूपण गुणांक केवल .... पदार्थों में संभव है।
(3) आयतन प्रत्यास्थता गुणांक के व्युत्क्रम को .... कहते हैं।
(4) स्टील रबर की तुलना में .... प्रत्यास्थ होता है।
(5) एकांक क्षेत्रफल पर कार्य करने वाले प्रत्यानयन बल को .... कहते हैं।
(6) यदि चरम सामर्थ्य बिन्दु और विभाजन बिन्दु पास-पास हो तो द्रव्य को .... कहते हैं।
(7) यदि चरम सामर्थ्य बिन्दु और विभाजन बिन्दु अधिक दूरी पर हो तो द्रव्य को .... कहते हैं।
(8) प्रतिबल एक .... राशि है। (सदिश/अदिश)
(9) किसी प्रत्यास्थ तार को खिंचने में किया गया कार्य

एकांक आयतन की स्थितिज ऊर्जा = $\frac{1}{2}$ × यंग मापांक × .... × तार का आयतन।

उत्तर- (1) प्रत्यास्थ (2) ठोस (3) संपीड्यता (4) अधिक (5) प्रतिबल (6) भंगुर (7) तन्य (8) अदिश (9) (विकृति)²

@mpboardofficialyt

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए।

(1) विमाहीन (मात्रकविहीन) राशि है-

(a) प्रतिबल (b) विकृति

(c) दृढ़ता गुणांक (d) कोई नहीं

(2) आयतन विकृति संभव है-

(a) ठोस (b) द्रव

(c) गैस (d) ठोस, द्रव व गैस

(3) पायसन अनुपात का व्यवहार में मान संभव है

(a) 0.4 (b) -5

(c) 0.5 से अधिक (d) शून्य

(4) हुक का नियम परिभाषित करता है-

(a) प्रतिबल (b) विकृति

(c) प्रत्यास्थता गुणांक (d) प्रत्यास्थता

(5) एक ही पदार्थ से बने दो तारों से जिनकी लंबाईयां समान हैं परन्तु त्रिज्याएँ 1:2 के अनुपात में हैं। समान भार लटकाने पर इनकी लंबाइयों में वृद्धि का अनुपात होगा-

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

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

(6) महाधमनी खंड जैसे पदार्थ जिन्हें तनित कर अत्यधिक विकृति पैदा की जा सकती है। इन्हें कहते हैं-

(a) प्रत्यास्थलक (b) पूर्ण प्रत्यास्थ

(c) प्रत्यास्थ (d) [illegible]

(7) साधारण द्रव्यों में [illegible] गुणांक का मान यंग गुणांक से होता है-

(a) कम (b) अधिक

(c) बहुत अधिक (d) बराबर

(8) प्रत्यास्थता की श्रांति (थकान) किसके लिए न्यूनतम है-

(a) काँच (b) क्वार्ट्ज

(c) रबर (d) गीली मिट्टी

(9) निम्नलिखित में सर्वाधिक प्रत्यास्थ पदार्थ है-

(a) तांबा (b) इस्पात

(c) रबर (d) प्लास्टिक

उत्तर- (1) (b) (2) (d) (3) (a) (4) (c) (5) (a) (6) (a) (7) (a) (8) (b) (9) (b).

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) वे पदार्थ जिन्हें तनित करके अत्यधिक विकृति पैदा की जा सकती है, क्या कहलाते हैं?

(2) प्रतिबल का मात्रक लिखिये।

(3) चट्टानों के प्रत्यास्थ गुणों के आधार पर पृथ्वी पर किसी पर्वत की अधिकतम ऊँचाई लगभग कितनी हो सकती है?

(4) नमन प्रतिबल किसे कहते हैं?

(5) संपीडन प्रतिबल किसे कहते हैं?

(6) आयतन विकृति किसे कहते हैं?

(7) अपरूपण विकृति किसे कहते हैं?

(8) प्रत्यास्थता की सीमा किसे कहते हैं?

(9) तार के यंग गुणांक का सूत्र लिखिये।

(10) $Y = \frac{Mgl}{\pi r^2 l}$ की विमीय विधि द्वारा सत्यता की जाँच की जा सकती है। कारण दीजिए।

(11) शीशा, पीतल, एल्यूमिनियम व इस्पात में से कौन-सबसे अधिक प्रत्यास्थ है।

(12) प्रत्यानयन बल व बाह्य विरूपक बल के मान समान कब होंगे।

उत्तर- (1) तन्य (2) न्यूटन/मी.^{2} (3) 104 m.

(4) तनन प्रतिबल एकांक क्षेत्रफल पर प्रत्यानयन बल को कहते हैं।

(5) यदि प्रत्यारोपित बलों के कार्य से पिण्ड संपीडित हो जाए तो [illegible] पर प्रत्यानयन बल को संपीडन [illegible] है।

(6) वस्तु के एकांक आयतन में होने वाले परिवर्तन को आयतन विकृति कहते है।

(7) दो समान्तर पृष्ठों के बीच उत्पन्न कोणीय विस्थापन को अपरूपण विकृति कहते है।

(8) बाह्य बल की वह अधिकतम सीमा, जिसके अन्तर्गत वस्तु प्रत्यास्थता का गुण प्रदर्शित करती है, प्रत्यास्थता सीमा कहलाती है।

(9) $Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$

(10) जाँच की जा सकती है क्योंकि सभी की दृष्टि से सत्य है।

(11) इस्पात।

(12) जब वस्तु में विकृति प्रत्यास्थता की सीमा के अन्तर्गत होती है।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. प्रत्यास्थता के उत्तर प्रभाव को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- विरूपक बलों को हटा लेने के उपरान्त, किसी वस्तु द्वारा अपनी मूलावस्था में वापस आने में लगी देरी को प्रत्यास्थता उत्तर प्रभाव कहते हैं।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 2. फ्रेन में चैन (जंजीर) को बदल-बदल कर क्यों उपयोग किया जाता है?
उत्तर- प्रत्यास्थता थकान दोष दूर करने के लिए।
प्रश्न 3. संवेदी उपकरणों जैसे घड़ी व धारामापी में क्वार्ट्ज या फास्फर ब्रोंज का उपयोग क्यों करते हैं?
उत्तर- सबसे अधिक प्रत्यास्थ वस्तु क्वार्ट्ज है।
प्रश्न 4. प्रत्यास्थ और सुघट्य पदार्थों में दो अन्तर लिखिये।
उत्तर- प्रत्यास्थ और सुघट्य पदार्थों में दो अन्तर निम्न है-

	प्रत्यास्थ वस्तुएं	सुघट्य वस्तुएं
(1)	वे वस्तुएं जिन पर बाह्य विरूपक बल लगाने पर उनकी लम्बाई, आयतन या आकृति मे परिवर्तन आ जाता है तथा बल को हटा लेने पर ये अपनी पूर्व अवस्था में आ जाती है प्रत्यास्थ वस्तुएँ कहलाती हैं।	ये वे वस्तुएं है जिन पर बाह्य विरूपक लगाने पर उनकी लम्बाई, आयतन या विकृति में कुछ परिवर्तन आ जाता है तथा बल को हटा लेने पर वे अपनी पूर्वावस्था में वापस नहीं आ पाती हैं।
(2)	उदाहरण- क्वार्ट्ज, लोहा आदि।	उदाहरण- मोम, गीली मिट्टी आदि।

प्रश्न 5. किसी तार में अनुदैर्ध्य विकृति की गणना कीजिए।
उत्तर- एकांक आयतन में संचित ऊर्जा

$$= \frac{1}{2} \times \text{प्रतिबल} \times \text{विकृति} \quad (1)$$

यंग गुणांक (Y) = Y प्रतिबल/विकृति (α)
समी. (1) से

$$U = \frac{1}{2} Y \times \alpha \times \alpha$$

$$U = \frac{1}{2} Y\alpha^2$$

प्रश्न 6. जल व वायु में से कौन अधिक प्रत्यास्थ है, और क्यों?
उत्तर- जल अधिक प्रत्यास्थ है। क्योंकि वायु की तुलना में जल अधिक संपीड्य होता है परन्तु आयतन प्रत्यास्थता गुणांक = 1/संपीड्यता होता है।
प्रश्न 7. एक तार की लम्बाई काटकर आधी कर दी जाती है तो दिए गए भार के अन्तर्गत लम्बाई में वृद्धि पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
उत्तर- $\Delta L = \frac{MgL}{AY}$ $\therefore \Delta \propto L$
लम्बाई मे वृद्धि आधी रह जाएगी।

प्रश्न 8. विद्युत पोल खोखले क्यों बनाए जाते हैं?
उत्तर- समान द्रव्यमान, समान लम्बाई तथा समान पदार्थ का खोखला शाफ्ट ठोस की तुलना में अधिक मजबूत होता है इसलिए विद्युत खंभे खोखले बनाए जाते हैं।
प्रश्न 9. पायसन निष्पत्ति किसे कहते हैं?
उत्तर- समांगी पदार्थ के लिए प्रत्यास्थता की सीमा में पार्श्विक विकृति तथा अनुदैर्ध्य विकृति की निष्पत्ति सदैव नियत होती है जिसे पायसन निष्पत्ति कहते है। इसे ग्रीक अक्षर σ (सिग्मा) से दर्शाते है।
प्रश्न 10. हुक का नियम लिखिये।
उत्तर- हुक का नियम- "प्रत्यास्थता सीमा के अन्दर किसी वस्तु पर आरोपित प्रतिबल, वस्तु में उत्पन्न विकृति के अनुक्रमानुपाती होती है।"
प्रश्न 11. पास्कल का नियम लिखिये।
उत्तर- पास्कल का नियम- यदि कोई द्रव सन्तुलन में है तो द्रव पर आरोपित दाब, उसके प्रत्येक इकाई क्षेत्रफल पर समान रूप से विस्तारित हो जाता है।

$$P_1 = P_2 \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

अनुप्रयोग- (1) हाइड्रोलिक प्रेस (2) हाइड्रोलिक ब्रेक (3) हाइड्रोलिक लिफ्ट।
प्रश्न 12. प्रत्यास्थता गुणांक किसे कहते हैं?
उत्तर- यंग प्रत्यास्थता गुणांक- प्रत्यास्थता सीमा में अनुदैर्ध्य प्रतिबल व अनुदैर्ध्य विकृति के अनुपात को यंग प्रत्यास्थता गुणांक या यंग मापांक (γ) कहते हैं।
γ = अनुदैर्ध्य प्रतिबल/अनुदैर्ध्य विकृति
प्रश्न 13. किसी तार के यंग मापांक का व्यंजक ज्ञात कीजिए।
उत्तर- सूत्र की स्थापना- माना किसी तार की प्रारंभिक लम्बाई L तथा अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है ($A = \pi r^2$, जहाँ r तार की त्रिज्या है) यदि तार पर M द्रव्यमान का भार लटकाया जाता है, जिससे तार की लम्बाई (L + l) हो जाती है तो तार पर लगाया गया बल F = Mg तथा तार की लम्बाई में वृद्धि = L + l - L = l

अनुदैर्ध्य प्रतिबल $= \frac{F}{A} = \frac{Mg}{\pi r^2}$

तथा अनुदैर्ध्य विकृति $= \frac{l}{L}$

अतः यंग प्रत्यास्थता गुणांक = अनुदैर्ध्य प्रतिबल/अनुदैर्ध्य विकृति

@mpboardofficialyt

क्यों बनाए जाते है?
म्बाई तथा समान फलों
लना मे अधिक मजबूत
खले बनाए जाते है।
ते कहते है?
प्रत्यास्थता की सीमा मे
कृति की निष्पत्ति सदैव
ति कहते है। इसे मीक

खिये।
स्थता सीमा के अन्दर,
, वस्तु में उत्पन्न विकृति

। लिखिये।
दि कोई द्रव सन्तुलन मे
के प्रत्येक इकाई क्षेत्रफल
ाता है।

स (2) हाइड्रोलिक ब्रेक

किसे कहते हैं?
- प्रत्यास्थता सीमा मे,
कृति के अनुपात को यंग
क (Y) कहते है।
विकृति
ग मापांक का व्यंजक

किसी तार की प्रारंभिक
ट का क्षेत्रफल A है
या है। यदि तार पर M
ता है, जिससे तार की
तार पर लगाया गया बल
मे वृद्धि = L + l − L = l

अनुदैर्ध्य प्रतिबल/अनुदैर्ध्य

$$= \frac{\frac{Mg}{\pi r^2}}{\frac{l}{L}}, \; Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$$

प्रश्न 14. आयतन गुणांक का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- माना एक बर्तन में भरी गैस का आयतन V तथा प्रारंभिक दाब P है। यदि गैस का दाब P से बढ़ाकर P+p कर दिया जाय तो आयतन V − v हो जाता है। तब

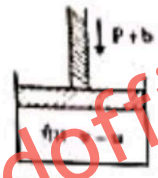
अभिलम्ब प्रतिबल = दाब मे वृद्धि

$$= (P + p) - P = p$$

एवं आयतन विकृति $= \frac{-v}{V}$

अत

आयतन प्रत्यास्थता गुणांक = अभिलम्ब प्रतिबल/आयतन विकृति



$$K = \frac{p}{-\frac{v}{V}}$$

$$K = \frac{-pV}{v}$$

प्रश्न 15. अपरूपण विकृति को समझाइए।

उत्तर- देखिए प्रश्न 7 (एक वाक्य मे उत्तर दीजिए)

प्रश्न 16. किसी प्रत्यास्थ तार की एकांक आयतन की स्थितिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

उत्तर- जब किसी तार को खीचते है तो हमे कुछ कार्य करना पड़ता है। यह कार्य तार में प्रत्यास्थ ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

माना एक तार जिसकी प्रारंभिक लम्बाई L व त्रिज्या r है इस पर बल F लगाने पर इसकी लम्बाई L + l हो जाती है। लम्बाई में वृद्धि l होती है अतः

तार पर किया गया कार्य = औसत बल × लम्बाई मे वृद्धि

$$= \left(\frac{0+F}{2}\right)\times l = \frac{1}{2}F\times l$$

$$= \frac{1}{2}\frac{F}{A}\times\frac{A}{L}\times\frac{l}{1}\times L$$

$= \frac{1}{2}$ प्रतिबल × विकृति × AL

$= \frac{1}{2}$ प्रतिबल × विकृति × आयतन

तार के एकांक आयतन पर किया गया कार्य

$= \frac{1}{2}$ × प्रतिबल × विकृति

प्रश्न 17. रबर व स्टील में कौन अधिक प्रत्यास्थ है, गणितीय सूत्र द्वारा सिद्ध कीजिए।

उत्तर- माना समान लम्बाई L तथा समान त्रिज्या r के दो तार क्रमशः रबर व स्टील के है। जिन पर समान भार Mg लटकाने पर इनकी लम्बाई मे वृद्धि क्रमशः L_R व l_S होती है। यदि इनके यंग प्रत्यास्थता गुणांक Y_R व Y_S हो तो

$$Y_R = \frac{MgL}{\pi r^2 L_R}, \; Y_S = \frac{MgL}{\pi r^2 l_S}$$

$$\frac{Y_S}{Y_R} = \frac{\frac{mgL}{\pi r^2 l_S}}{\frac{MgL}{\pi r^2 l_R}} = \frac{l_R}{l_S}$$

$$L_R > l_S$$

तब $Y_S > Y_R$

अतः रबर की अपेक्षा स्टील अधिक प्रत्यास्थ है।

प्रश्न 18. सोने के एक तार को खींचने पर उसकी लम्बाई में 1% की वृद्धि होती है। यदि सोने का यंग मापांक 8×10^{11} N/m² हो तो प्रतिबल की गणना कीजिए।

हल- दिया है- सोने का यंग मापांक $= 8\times10^{11}$ N/m²

लम्बाई में वृद्धि = 1%

प्रतिबल = ?

विकृति $= \frac{l}{L} = \frac{1}{100}$

प्रतिबल = यंग मापांक × विकृति

$= 8 \times 10^{11} \times \frac{1}{100}$

$= 8\times10^{9}$ न्यूटन/मी² उत्तर

प्रश्न 19. एक तार को जिसकी लम्बाई 100 से.मी. तथा त्रिज्या 0.05 सेमी. है, 10 किग्रा. के भार से खींचा जाता है।, यदि तार के पदार्थ का यंग मापांक 8×10^{11} N/m² हो तो तार की लम्बाई में वृद्धि ज्ञात कीजिए।

हल- तार की प्रारंभिक लम्बाई L = 100 सेमी.

= 1 मीटर

तार की त्रिज्या (r) = 0.05 सेमी.

$= 0.05 \times 10^{-2}$ मी.

भार M = 10 किग्रा.

$$l = \frac{F\times L}{\pi r^2 N}$$

$$l = \frac{10\times10\times1}{3.14\times0.05\times10^{-2}\times0.05\times10^{-2}\times8\times10^{11}}$$

@mpboardofficialyt

$$= \frac{100}{3.14 \times 5 \times 5 \times 8 \times 10^{3}}$$

$$= \frac{1}{3.14 \times 5 \times 4}$$

$$= \frac{1}{62.80}$$

= 0.0016 मीटर

= 1.6 मि.मी. उत्तर

अध्याय-10 तरलों के यांत्रिक गुण

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) हाइड्रॉलिक मशीन .... के सिद्धान्त पर कार्य करती है।

(2) चक्रण करती गतिशील गेंद पर कार्यरत गतिक उत्थापक को .... प्रभाव कहते है।

(3) पानी और कांच के लिए सम्पर्क कोण .... होता है।

(4) ताप बढ़ने पर गैसों की श्यानता .... जाती है।

(5) ताप बढ़ने पर द्रवों की श्यानता .... जाती है।

(6) वायुमण्डलीय दाब मापन सम्बन्धी प्रयोग .... वैज्ञानिक ने किया था।

(7) द्रव की स्वतंत्र सतह से गहराई मे जाने पर दाब .... है।

(8) बरनौली प्रमेय .... सिद्धान्त पर आधारित है।

(9) ताप बढ़ाने पर पृष्ठीय ऊर्जा .... है।

(10) केशिकीय उन्नयन का कारण .... है।

(11) वर्षा की बूंदें .... के कारण गोलाकार होती है।

(12) द्रव चालित ब्रेक .... सिद्धान्त पर आधारित है।

उत्तर- (1) पास्कल नियम (2) मैगनस (3) न्यून (4) बढ़ती (5) कम (6) टॉरिसेली (7) बढ़ता है (8) ऊर्जा संरक्षण (9) कम (10) पृष्ठ तनाव (11) पृष्ठ तनाव (12) पास्कल।

प्रश्न 2. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) प्रामाणिक वायुमण्डलीय दाब है लगभग-

(a) 76 मीटर पारे के स्तंभ की ऊँचाई

(b) 1 पास्कल

(c) 1 मिमी. पारे का स्तंभ (d) 10^5 पास्कल

(2) श्यानता गुण है-

(a) ठोस का (b) द्रव का

(c) गैस का (d) द्रव व गैस का

(3) निम्नलिखित में से दाब का मात्रक नहीं है-

(a) टॉर (b) पास्कल

(c) बार (d) न्यूटन प्रति मीटर

(4) आदर्श तरल की श्यानता होती है-

(a) शून्य (b) अनन्त

(c) एक (d) एक से कम

(5) गैसों की श्यानता का कारण है-

(a) संसजक बल (b) आसंजक बल

(c) विसरण (d) गुरूत्वीय बल

(6) द्रवों की श्यानता का कारण है-

(a) संसजक बल (b) आसंजक बल

(c) विसरण (d) गुरूत्वीय बल

(7) कांच की केशनली में पारे का मेनिस्कस होता है-

(a) उत्तलाकार (b) अवतलाकार

(c) समतल (d) निश्चित नहीं

(8) श्यानता गुणांक का मात्रक है-

(a) प्वाज (Pl) (b) पास्कल

(c) NM^2S^{-1} (d) NM^{-2}

(9) दो विभिन्न आकार के साबुन के बुलबुले आपस में जुड़ जाते हैं। कौन-सा बुलबुला पूर्ण गोल होगा-

(a) छोटा (b) बड़ा

(c) दोनो पूर्ण होंगे

(d) जुड़ते समय निर्भर करता है

(10) कांच की केशनली को किसी द्रव में डुबाने पर केशनली में द्रव का तल नीचे गिर जाता है द्रव और कांच के मध्य संभवतः स्पर्श कोण होगा-

(a) 0° (b) 40°

(c) 90° (d) 100°

उत्तर- (1) (d) (2) (d) (3) (d) (4) (a) (5) (a) (6) (a) (7) (a) (8) (a) (9) (a) (10) (d).

प्रश्न 3. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) श्यान बल का सूत्र लिखिए।

(2) गेज दाब क्या है?

(3) तरल के प्रवाह वेग मापने की युक्ति को क्या कहते है?

(4) किसी द्रव के स्वतंत्र पृष्ठ का क्षेत्रफल बढ़ाने पर इसके ताप पर क्या प्रभाव होगा?

(5) किसी द्रव के प्रति एकांक क्षेत्रफल की पृष्ठीय ऊर्जा को क्या कहते है?

@mpboardofficialyt

(6) मस्तिष्क की अपेक्षा पैरों में रक्त दाब अधिक क्यों होता है?
(7) किसी द्रव का पृष्ठ तनाव पृष्ठ के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है?
(8) किसी नली के दोनों सिरों के दाब का अंतर मापने वाले उपकरण का नाम लिखिए।
(9) बहते हुए द्रव में कौन-कौन सी ऊर्जाएं होती हैं?
(10) किसमें दाब अधिक होगा - छोटे बुलबुले में या बड़े बुलबुले में?
(11) केशिकीय उन्नयन का एक व्यावहारिक उदाहरण दीजिए।
(12) हवा या आँधी आने पर छत का उड़ना कारण है?
(13) क्या वर्षा की बूंदों की चाल गिरते समय लगातार बढ़ती जाती है?

उत्तर- (1) किसी द्रव या गैस की दो क्रमागत पर्तों के बीच उसकी आपेक्षिक गति का विरोध करने वाले घर्षण बल को श्यान बल कहते हैं।

सूत्र श्यान बल $F = -\eta A \frac{dv}{dx}$

(2) h गहराई पर स्थित किसी बिन्दु पर लगने वाला दाब गेज दाब कहलाता है।
(3) सेन्टीमीटर।
(4) किसी द्रव के स्वतंत्र पृष्ठ का क्षेत्रफल न्यूनतम से कम होगा।
(5) पृष्ठ तनाव।
(6) मस्तिष्क की अपेक्षा पैरों में रक्त स्तंभ की ऊँचाई अधिक होती है।
(7) पृष्ठ तनाव द्रव के सतह पर खींची गई काल्पनिक रेखा के इकाई लम्बाई पर कार्यरत लम्बवत् स्पर्शी बल के बराबर होता है, यह बल पृष्ठ के क्षेत्रफल से स्वतंत्र है।
(8) मैनोमीटर।
(9) गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा व दाब ऊर्जा।
(10) छोटे बुलबुले में।
(11) वर्षा के बाद किसान का खेत जोतना।
(12) छत की ऊपर का दाब P_1 कम हो जाता है, व दाबान्तर $(P_2 - P_1)$ के कारण उड़ जाती है।
(13) नहीं।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. वायुमण्डलीय दाब 760 मिमी. पारा है। इस कथन से क्या तात्पर्य है?

उत्तर- इसका तात्पर्य यह है कि वायुमण्डलीय दाब 760 मिमी. ऊँचे पारे के स्तम्भ के दाब को संतुलित करता है।

प्रश्न 2. धारा रेखीय (स्तरीय/अप्रक्षोभी) प्रवाह किसे कहते हैं?

उत्तर- जब कोई तरल इस प्रकार बहता है कि उसका कोई भी कण ठीक उसी मार्ग पर गति करता है जिस मार्ग पर उससे पहले वाला कण चलकर आगे बढ़ चुका है, तो तरल के इस प्रवाह को धारा रेखीय प्रवाह कहते हैं।

प्रश्न 3. श्यानता गुणांक की परिभाषा लिखिए।

उत्तर- किसी तरल का श्यानता गुणांक, तरल की एकांक क्षेत्रफल वाली दो समान्तर पर्तों के मध्य एकांक वेग प्रवणता बनाए रखने के लिए आवश्यक श्यान बल के बराबर होता है। इसे η (ईटा) से दर्शाते हैं।

प्रश्न 4. किसी द्रव की पृष्ठीय ऊर्जा से क्या अभिप्राय है?

उत्तर- द्रव के पृष्ठ के एकांक क्षेत्रफल में निहित स्थितिज ऊर्जा पृष्ठीय ऊर्जा कहलाती है।
पृष्ठ ऊर्जा = स्थितिज ऊर्जा/क्षेत्रफल = पृष्ठ तनाव।
मात्रक - जूल मी.$^{-2}$
विमीय सूत्र - $[MT^{-2}]$

प्रश्न 5. केशिकीय उन्नयन किसे कहते हैं?

उत्तर- द्रव का वह प्रभाव जिसके कारण केशनली में द्रव ऊपर चढ़ता है, केशिकीय उन्नयन कहलाता है। इस प्रभाव का कारण पृष्ठ तनाव ही है।

प्रश्न 6. केशिकीय उन्नयन का उपयोग लिखिए।

उत्तर- (1) मोमबत्ती में पिघला हुआ मोम, धागे में बनी केशनलियों द्वारा ऊपर चढ़कर जलता है।
(2) खेतों में दिया गया जल, पौधों व पेड़ों के तनों में बनी असंख्य केशनलियों द्वारा ऊपर चढ़कर टहनियों तथा पत्तियों तक पहुंचता है।

प्रश्न 7. टॉरिसेली निर्वात् क्या है?

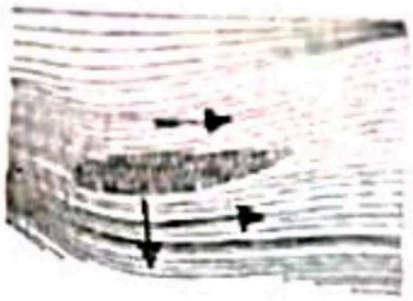
उत्तर- बैरोमीटर की नली में पारे के तल के ऊपर निर्वात् होता है जिसे टॉरिसेली का निर्वात् कहते हैं।

प्रश्न 8. संपर्क कोण किसे कहते हैं?

उत्तर- तरल तथा ठोस के स्पर्श बिंदु से तरल की सतह पर खींची गई स्पर्श रेखा, तरल के अन्दर डूबी हुई ठोस की सतह के साथ जो कोण बनाती है उसे संपर्क (स्पर्श) कोण कहते हैं।
उदा. जल व काँच का सम्पर्क कोण 8^0

प्रश्न 9. पास्कल का नियम लिखिए।

उत्तर- देखिए अध्याय 9 ठोसों के यांत्रिक गुण दी.उ.प्र. क्र. 11



उत्तर- इसका कारण यह है कि जल के अणुओं तथा काँच के अणुओं के बीच आसंजक बल का मान जल के स्वयं के अणुओं के बीच संसंजक बल की अपेक्षा अधिक होता तथा इसके विपरीत पारे के अणुओं तथा काँच के अणुओं के बीच आसंजक बल का मान, पारे के स्वयं के अणुओं के बीच संसंजक बल की अपेक्षा कम होता है।

प्रश्न 13. किसी बाह्य बल का प्रभाव न हो तो द्रव बूंद की आकृति सदैव गोल होती है। कारण स्पष्ट कीजिये।

उत्तर- बाह्य बल की अनुपस्थिति में द्रव पर केवल पृष्ठ तनाव के कारण बल कार्य करेगा जिसके कारण वह कम क्षेत्रफल घेरती है, गोलीय पृष्ठ का क्षेत्रफल दिए हुए आयतन के लिए न्यूनतम होता है। अतः द्रव की बूंद गोल होती है।

प्रश्न 14. वायुयान किस सिद्धांत पर एवं किस प्रकार कार्य करता है? स्पष्ट कीजिये।

उत्तर- बरनौली के सिद्धान्त पर।

वायुयान के पंख या ऐयरोफॉयल पर उत्थापक- जब ऐयरोफॉयल वायु में क्षैतिज दिशा में चलता है तो चित्र में दिखाए अनुसार विशिष्ट आकार के ठोस ऐयरोफॉयल पर गतिक उत्थापक ऊपर की ओर लगता है। चित्र के अनुसार वायुयान के पंख की अनुप्रस्थ काट ऐयरोफॉयल जैसी प्रतीत होती है जिसके चारों ओर धारारेखाएं प्रदर्शित हैं। जब ऐयरोफॉइल हवा के विपरीत चलता है तब पंखों का तरल प्रवाह के सापेक्ष दिकविन्यास धारारेखाओं को पंख के ऊपर नीचे की अपेक्षा समीन कर देता है। प्रवाह की गति शीर्ष पर अधिक और नीचे कम होती है। इसके कारण ऊर्ध्वमुखी बल से पंख पर गतिक उत्थापक उत्पन्न होता है और यह वायुयान के भार को सन्तुलित करता है। निम्न उदाहरण इसे दर्शाता है।

उदाहरण- किसी पूर्णतः भारित बोइंग विमान की संहति 3.3×10^5kg है। इसका कुल पंख क्षेत्रफल 500 m^2। यह एक निश्चित ऊँचाई पर 960 km/h की चाल से उड़ रहा है। (a) पंख के ऊपरी तथा निचले पृष्ठों के बीच दाबांतर आकलित कीजिए। (b) निचले पृष्ठ की तुलना में ऊपरी पृष्ठ पर वायु की चाल में आंशिक वृद्धि आकलित कीजिए। वायु का घनत्व $\rho = 1.2$ kg m^{-3}

चित्र-

प्रश्न 15. स्टोक का नियम लिखिये। सीमांत वेग क्या है? इसका सूत्र बताइये।

उत्तर- स्टोक का नियम- इस नियम के अनुसार यदि कोई गोलाकार पिण्ड किसी श्यान द्रव में नियत वेग से गिरता है, तो द्रव का श्यान बल होने पर उसकी गति की दिशा के विपरीत अर्थात् ऊपर की ओर बल लगता है।

सीमान्त या अन्त्य वेग- किसी श्यान माध्यम में [illegible] में गिरते हुए किसी पिण्ड द्वारा प्राप्त अधिकतम वेग को पिण्ड का सीमान्त वेग कहते है।

व्यंजक- जब एक छोटा गोलाकार पिण्ड किसी श्यान माध्यम में स्वतंत्र रूप से गिरता है तो इस पर निम्न बल कार्य करते है-

(1) पिण्ड का भार mg ऊर्ध्वाधरतः- नीचे की ओर (2) उत्प्लावन बल ऊपर की ओर (3) श्यान बल F नीचे की ओर।

माना पिण्ड के पदार्थ का घनत्व δ, त्रिज्या r तथा श्यान माध्यम का घनत्व σ है। अब पिण्ड का वास्तविक भार W

$$= mg$$
$$= \text{आयतन} \times \text{घनत्व} \times g$$
$$= \frac{4}{3}\pi r^3 \times \delta \times g$$

उत्प्लावन के कारण प्रणोद U = पिण्ड द्वारा विस्थापित माध्यम का भार

$$= \text{आयतन} \times \text{घनत्व} \times g$$
$$U = \frac{4}{3}\pi r^3 \times \sigma \times g$$

यहाँ पर पिण्ड, अपने आयतन के बराबर माध्यम को विस्थापित करेगा, पुनः यदि पिण्ड का सीमांत वेग v हो, तो स्टोक नियम से

@mpboardofficialyt

श्यान बल $F = 6\pi\eta rv$

जब वस्तु सीमान्त वेग प्राप्त कर लेती है तो

$$W = U + F$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3\delta g = \frac{4}{3}\pi r^3\sigma g + 6\pi\eta rv$$

$$\pi r^3\delta g - \frac{4}{3}\pi r^3\sigma g = 6\pi\eta rv$$

$$v = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3(\delta - \sigma)g}{6\pi\eta r}$$

$$v = \frac{2\pi r^2(\delta - \sigma)g}{9\eta}$$

प्रश्न 16. किसी बूंद में अतिरिक्त दाब के लिये सूत्र स्थापित कीजिये।

उत्तर- किसी द्रव की बूंद गोलाकार होती है। इसकारण से इसकी बाह्य सतह उत्तल होती है।

माना बूंद की त्रिज्या R व अन्दर का अतिरिक्त दाब P है। माना इस दाब आधिक्य P के कारण बूंद की त्रिज्या R से बढ़कर ΔR हो जाती है।

अब दाब आधिक्य P द्वारा किया गया कार्य

W = बल × विस्थापन

= (दाब आधिक्य × क्षेत्रफल) × त्रिज्या में वृद्धि

$$W = P \times 4\pi R^2 \times \Delta R \quad ...(1)$$

अतः बूंद के पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि = अंतिम पृष्ठीय क्षेत्रफल - प्रारंभिक पृष्ठीय क्षेत्रफल

$$= 4\pi (R + \Delta R)^2 - 4\pi R^2$$

$$= 4\pi (R^2 + \Delta R^2 + 2R\Delta R) - 4\pi R^2$$

$$= 4\pi (2R\Delta R + \Delta R^2)$$

ΔR आयतन कम होने पर

क्षेत्रफल में वृद्धि $= 8\pi R\Delta R \times T \quad ...(2)$

पृष्ठ में ऊर्जा वृद्धि, दाब आधिक्य द्वारा किए गए कार्य के कारण होती है अतः समीकरण (1) व (2) से

$$P \times 4\pi R^2 \times \Delta R = 8\pi R\Delta R$$

$$P = \frac{2T}{R}$$

प्रश्न 17. किसी आदर्श वायुयान के परीक्षण प्रयोग में वायु सुरंग के भीतर पंखों के ऊपर और नीचे पृष्ठों पर वायु प्रवाह की चाल क्रमशः $70ms^{-1}$ तथा $63ms^{-1}$ है। यदि पंख का क्षेत्रफल $2.5m^2$ है, तो उस पर आरोपित उत्थापक बल ज्ञात कीजिए। (वायु का घनत्व $1.3kg/m^3$)

उत्तर- दिया है- A = 2.5 मी², d = 1.3 किग्रा/मी³, v_1 = 63 मी./से.

v_2 = 70 मीटर/से. प्रणोद (उत्थापक बल) = ?

बरनौली प्रमेय के अनुसार क्षैतिज तल के लिए

$$\frac{1}{2}d_1v_1^2 + P_1 = \frac{1}{2}dv_2^2 + P_2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}d(v_2^2 - v_1^2)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.3((70)^2 - (63)^2)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.3 \times (70+63)(70-63)$$

= 605.15 न्यूटन/मी²

प्रणोद (F) $= (P_1 - P_2) \times A = 605.15 \times 2.5$

$= 1.5 \times 10^3$ न्यूटन

प्रश्न 18. किसी द्रव चलित आटोमोबाईल लिफ्ट की संरचना अधिकतम 3000 kg संहति की कारों को उठाने की है। बोझ उठाने वाले पिस्टन की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $425cm^2$ है। छोटे पिस्टन को अधिकतम कितना दाब सहन करना होगा?

उत्तर- बड़े पिस्टन पर बल $F_1 = 3000 g$ न्यूटन

= 3000 × 9.8 न्यूटन

$= 2.94 \times 10^4$ न्यूटन

बड़े पिस्टन का क्षेत्रफल A1 = 425 सेमी.²

$= 425 \times 10^{-4}$ मी.²

बड़े पिस्टन के किसी बिन्दु पर दाब

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{2.94 \times 10^4}{425 \times 10^{-4}}$$

$= 6.92 \times 10^5$ न्यूटन/मी.²

पास्कल के नियमानुसार यह दाब छोटे पिस्टन से स्थानांतरित होकर प्राप्त होगा। अतः जब दोनों पिस्टन समान क्षैतिज तल में हैं, तो छोटे पिस्टन को 6.92×10^5 न्यूटन/मी.² दाब सहन करना पड़ेगा।

प्रश्न 19. स्वच्छ जल की तुलना में अपमार्जक युक्त जल से कपड़ों के तैलीय दाग आसानी से कैसे साफ हो जाते हैं? स्पष्ट कीजिये।

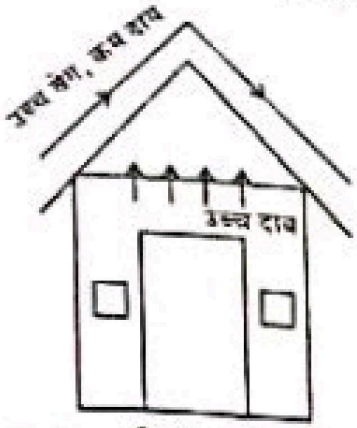
उत्तर- शुद्ध जल की अपेक्षा साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव काफी कम होता है अतः साबुन के घोल की बूंद, शुद्ध जल की तुलना में कपड़े के अधिक क्षेत्रफल पर फैल जाती है। इस प्रकार साबुन का घोल कपड़े के उन छोटे-छोटे छिद्रों तक पहुँच जाता है, जहाँ शुद्ध जल नहीं पहुँच पाता

@mpboardofficialyt

। साबुन के घोल तथा मैल के बीच का आसंजक बल साबुन के घोल के संसजक बल से अधिक होता है। अत: घोल, मैल को अपने साथ चिपकाकर सूक्ष्म छिद्रों से बाहर निकाल लाता है।

प्रश्न 20. तेज हवा चलने पर टीन की छत क्यों उड़ जाती है?

उत्तर- तेज आँधी तूफान के समय वायु छत के ऊपर बहुत तेज चाल से बहती है। अत: बरनौली के प्रमेय के अनुसार छत के ऊपर दाब P_1 का मान कम हो जाता है, अत: दाबान्तर $(P_2 - P_1)$ के कारण छत उड़ जाती है।



प्रश्न 21. तरल दाब किसे कहते हैं? इसका मात्रक व विमीय सूत्र लिखिए।

उत्तर- प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले दाब को तरल दाब कहते हैं।

S.I. मात्रक - न्यूटन/मी.^{2}, विमीय सूत्र - $[M^1L^{-1}T^{-2}]$

प्रश्न 22. पास्कल का नियम लिखिए तथा सिद्ध कीजिए।

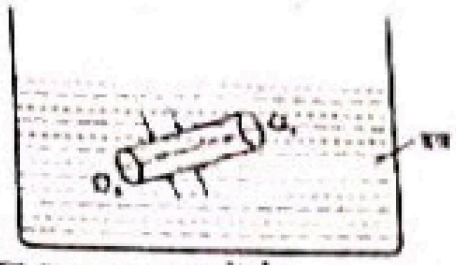
उत्तर- पास्कल नियम - देखिए प्रश्न क्र. 9

व्युत्पत्ति- माना किसी द्रव के अन्दर दो बिन्दु O_1 तथा O_2 है। O_1O_2 अक्ष वाले लम्बवृत्तीय बेलन की कल्पना की। बेलन के दोनों फलक वृत्तीय बेलन होंगे जिनके केन्द्र O_1 व O_2 है। बेलन के अन्दर द्रव संतुलन में है। अत: O_1 तथा O_2 केन्द्र वाले वृत्तीय फलकों पर लगने वाले बल बेलन की सतहों पर लगने वाले बलों के लम्बवत् होंगे। यदि O_1 केन्द्र वाले वृत्तीय फलक पर कार्य करने वाला बल F_1 हो तो O_1 पर दाब $P_1 = \frac{F_1}{A}$

अत: $F_1 = P_1A$

इसी तरह यदि O_2 केन्द्र वाले वृत्तीय फलक पर कार्य करने वाला बल F_2 हो तो O_2 पर दाब $P_2 = \frac{F_2}{A}$ या $F_2 = P_2A$

चूँकि द्रव सन्तुल अवस्था में है।



अत:
$$F_1 = F_2$$
$$P_1A = P_2A$$
$$P_1 = P_2$$

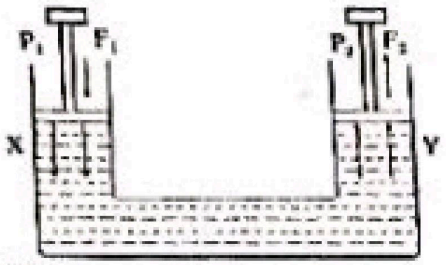
इस प्रकार O_1 तथा O_2 पर दाब समान है।

चूँकि O_1 तथा O_2 कोई भी दो बिन्दु है।

अत: द्रव के प्रत्येक भाग (या बिन्दु) पर दाब एक समान होता है।

प्रश्न 23. द्रव चालित लिफ्ट की रचना व कार्य विधि लिखो।

उत्तर-



चित्र में दो बेलनाकार बर्तन आपस में क्षैतिज नली से जुड़े है। बर्तनों के वायु दाब पिस्टन P_1 व P_2 लगे है एवं बर्तनों में द्रव भरा है। माना इनके अनुप्रस्थ परिच्छेद के क्षेत्रफल क्रमश: A_1 व A_2 है (जहाँ $A_1 < A_2$)

अब यदि पिस्टन P_1 पर लगाया गया बल F_1 है तो P_1 पर आरोपित दाब $= \frac{F_1}{A_1}$

यही दाब द्रव द्वारा पिस्टन P_2 पर संचरित हो जाता है, जो पिस्टन P_2 पर बल F_2 लगाता है अर्थात्

P_2 पर दाब $= P_1$ पर दाब

$$= \frac{F_1}{A_1}$$

$\therefore$ P_2 पर बल $F_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2$

चूँकि $A_1 < A_2$ अत: $F_2 > F_1$

@mpboardofficialyt

अर्थात् कम क्षेत्रफल वाले पिस्टन पर कम बल लगाकर अधिक क्षेत्रफल वाले पिस्टन पर अधिक बल प्राप्त किया जा सकता है। यही हाइड्रॉलिक मशीन का सिद्धांत है।

प्रश्न 24. किसी द्रव की दाब ऊर्जा किसे कहते हैं?

उत्तर- जब किसी तरल या द्रव में दाब के कारण जो ऊर्जा संग्रहित रहती है, उसे दाब ऊर्जा कहते हैं।

प्रश्न 25. सम्पर्क कोण किसे कहते हैं? एक उदाहरण दीजिये।

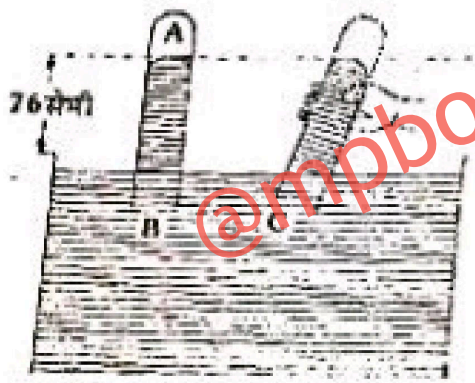
उत्तर- देखिए प्रश्न क्र. 8

प्रश्न 26. द्रव चालित लिफ्ट क्या है? इसकी रचना व कार्यविधि लिखिए।

उत्तर- देखिए प्रश्न क्र. 23.

प्रश्न 27. वायुमण्डलीय दाब संबंधी टॉरीसेली के प्रयोग का वर्णन कीजिए।

उत्तर- टॉरिसिली ने सर्वप्रथम वायुमंडलीय दाब को मापने के लिए ऐतिहासिक प्रयोग किया इसे टॉरिसिली का प्रयोग कहते हैं। वायुमंडलीय दाब को मापने के लिए प्रयुक्त उपकरण को बैरोमीटर या वायुदाबमापी कहते हैं।

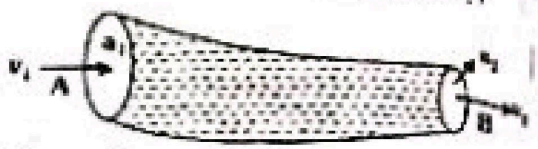


इसमें मजबूत काँच की बनी एक मीटर लंबी नली होती है जिसका एक सिरा बन्द होता है। नली को पूर्णत: पारे से भर दिया जाता है। अब खुले सिरे को अँगूठे से दबाकर पारे से भी बर्तन में इस प्रकार उलटकर रख देते हैं कि नली का खुला सिरा करने पाये। नली में पारे का तल धीरे-धीरे गिरने लगता है और एक निश्चित ऊँचाई पर आकर उसका गिरना रुक जाता है। इस स्थिति में बर्तन मे पारे के तल पे नली में पारे के तल की ऊँचाई अर्थात् नली में पारे के तम्भ की ऊँचाई 76 सेमी. होती है। नली में पारे के स्तम्भ ; ऊपर खाली स्थान में पूर्णत: निर्वात होता है इसे रिसिली का निर्वात कहते हैं।

ी में पारा अपने भार के कारण नीचे आता है। जबकि ुमण्डल की वायु उसे दबाकर ऊपर बढ़ाने का प्रयास ी है जब पारे के स्तम्भ के भार के कारण मण्डलीय दाब के बराबर हो जाता है तो पारा ठहर जाता है। इस प्रकार नली में पारे के स्तम्भ के द्वारा वायुमंडलीय दाब को मापा जाता है।

प्रश्न 28. द्रवों के अविरतता का सिद्धांत (सांतत्य समीकरण) लिखें व सिद्ध कीजिए।

उत्तर- माना d घनत्व वाला एक असंपीड्य व अक्षोभ द्रव धारा रेखीय प्रवाह में प्रवाहित हो रहा है।



माना सिरे A की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल a_1 व प्रवेश करने वाले द्रव का वेग v_1 है। सिरे B का अनुप्रस्थ का क्षेत्रफल a_2 व निकलने वाले द्रव का वेग v_2 है तथा द्रव का घनत्व d है। अत: सिरे A में प्रति सेकण्ड प्रवेश करने वाले द्रव का द्रव्यमान $= a_1v_1d$

सिरे B में से प्रति सेकण्ड निकलने वाले द्रव का द्रव्यमान $= a_2v_2d$

अब चूँकि नली में तरल (द्रव) में कोई ह्रास नहीं होता।

अत:

$$a_1v_1d = a_2v_2d$$

चूँकि तरल असंपीड्य है अर्थात् तरल के आयतन में परिवर्तन नहीं होता है। $av = d$

इस समीकरण को सांतत्य समीकरण कहते है।

प्रश्न 29. बहते हुए द्रव में कौन-कौन सी ऊर्जा होती है? एकांक द्रव्यमान या आयतन हेतु गणना कीजिए।

उत्तर- किसी बहते हुए द्रव में तीन प्रकार की ऊर्जाएँ होती हैं-

1. गतिज ऊर्जा- यदि m द्रव्यमान का कोई द्रव v वेग से बह रहा हो तो उसकी गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$

द्रव के एकांक द्रव्यमान की गतिज ऊर्जा

$$= \frac{1}{2}\frac{mv^2}{m} = \frac{1}{2}v^2$$

पुन: यदि m द्रव्यमान के इस द्रव का आयतन V हो तो द्रव के एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा

$$= \frac{1}{2}\frac{mv^2}{V} = dgh$$

$$\frac{m}{v} = d = \text{घनत्व}$$

एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}dv^2$

@mpboardofficialyt

2. **स्थितिज ऊर्जा**- यदि m द्रव्यमान का कोई द्रव पृथ्वी तल से h ऊँचाई पर हो तो उसकी स्थितिज ऊर्जा

$= mgh$

अतः द्रव के एकांक द्रव्यमान की स्थितिज ऊर्जा

$$= \frac{mgh}{m} = gh$$

द्रव के एकांक आयतन की स्थितिज ऊर्जा

$$= \frac{mgh}{V} = dgh$$

3. **दाब ऊर्जा**- द्रव के प्रवाह के लिए द्रव पर दाब आरोपित किया जाता है जिसके कारण उसमें दाब ऊर्जा होती है।

यदि द्रव के क्षेत्रफल A पर P दाब आरोपित करने से द्रव x दूरी तक बढ़े तो

द्रव की दाब ऊर्जा = किया गया कार्य

= बल × दूरी = दाब × क्षेत्रफल × दूरी

$= PAx$

द्रव की दाब ऊर्जा $= PV$

जहाँ $V = Ax$ द्रव का आयतन

अतः द्रव के एकांक आयतन की दाब ऊर्जा $\frac{PV}{V} = P$

एवं द्रव के एकांक द्रव्यमान की दाब ऊर्जा

$$= \frac{PV}{m} = \frac{P}{m/V} = \frac{P}{d}$$

प्रश्न 30. बरनौली का सिद्धांत लिखिए।

अथवा

बरनौली प्रमेय क्या है ? लिखो तथा सिद्ध करो।

उत्तर- देखिए प्रश्न क्रमांक 11 में।

प्रश्न 31. बहि:स्राव वेग क्या है? टॉरिसेली नियम लिखिए व बहिस्राव वेग से संबंध बताइए।

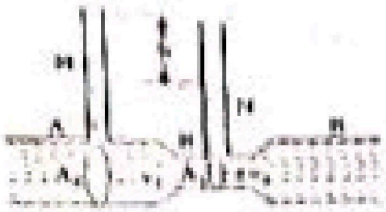
उत्तर- **बहि:स्राव वेग**- किसी छिद्र से किसी द्रव का बहि: स्राव वेग उस वेग के बराबर होता है जिसे कोई वस्तु द्रव के स्वतंत्र पृष्ठ से उस छिद्र तक स्वतंत्रतापूर्वक गिरते हुए प्राप्त कर लेता है।

टॉरिसेली प्रमेय- किसी सूक्ष्म छिद्र से बाहर निकलने वाले एक तरल वेग का परिमाण, उस वेग के परिमाण के बराबर होता है, जिससे कोई वस्तु द्रव के स्वतंत्र पृष्ठ से उस छिद्र तक स्वतंत्रतापूर्वक (गुरुत्व के अधीन) गिरते हुए प्राप्त कर लेती है।

संबंध- $v = \sqrt{2gh}$

प्रश्न 32. वेन्चुरीमीटर की कार्य विधि समझाइए।

उत्तर- वेन्चुरीमीटर बर्नूली प्रमेय पर आधारित एक ऐसा उपकरण है जिसकी सहायता से किसी नली में बहने वाले पानी के प्रवाह की दर ज्ञात की जा सकती है।



वेन्चुरीमीटर को संलग्न चित्र में प्रदर्शित की गयी है इसमें AB एक क्षैतिज नली होती है जिसके बीच का भाग C संकीर्ण होता है। इसके साथ दो ऊर्ध्वाधर नलियाँ M तथा N जुड़ी रहती हैं।

माना कि A पर नली के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल A_1, पानी के प्रवाह का वेग v_1 तथा दाब P_1 है। C पर नली के अनुप्रस्थ परिच्छेद का क्षेत्रफल A_2, पानी के प्रवाह का वेग v_2 तथा दाब P_2 है चूंकि नली क्षैतिज है अतः बर्नूली प्रमेय से

$$P_1 + \frac{1}{2}dv_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}dv_2^2$$

या $P_1 - P_2 = \frac{1}{2}d(v_2^2 - v_1^2)$

परन्तु अविरतता के सिद्धान्त से

$A_1v_1 = A_2v_2 = Q =$ पानी के प्रवाह की दर

अतः $v_1 = \frac{Q}{A_1}$ तथा $v_2 = \frac{Q}{A_2}$

समीकरण (1) में मान रखने पर

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}d\left(\frac{Q^2}{A_2^2} - \frac{Q^2}{A_1^2}\right) = \frac{1}{2}d\frac{Q^2}{A_1^2A_2^2}(A_1^2 - A_2^2)$$

यदि नलियों M तथा N में पानी के तलों का अन्तर h हो तो

$$P_1 - P_2 = hdg$$

समीकरण (2) में मान रखने पर

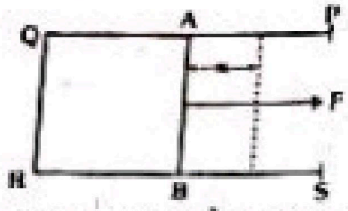
$$hdg = \frac{1}{2}\frac{dQ^2}{A_1^2A_2^2}(A_1^2 - A_2^2)$$

या $$Q^2 = A_1^2A_2^2\frac{2hg}{A_1^2 - A_2^2}$$

या $$Q = A_1A_2\sqrt{\frac{2hg}{A_1^2 - A_2^2}}$$

प्रश्न 33. पृष्ठीय ऊर्जा किसे कहते हैं? पृष्ठीय ऊर्जा और पृष्ठ तनाव में संबंध बताइये।

उत्तर- पृष्ठ ऊर्जा- नियत ताप पर किसी दिए गए क्षेत्रफल के तल पृष्ठ के निर्माण करने के लिए, पृष्ठ तनाव के बल के विरुद्ध किए गए कार्य को तरल (द्रव) पृष्ठ की पृष्ठ ऊर्जा कहते हैं।



माना धातु का एक आयताकार फ्रेम PQRS है, जिस पर AB तार को स्वतंत्रतापूर्वक आगे-पीछे खिसकाया जा सकता है।

अब यदि इस फ्रेम को साबुन के घोल में डुबोया जाए, तो फ्रेम पर साबुन की फिल्म AQRB बन जाएगी।

माना साबुन के घोल का पृष्ठ तनाव T तथा तार AB की लम्बाई l है। अब चूंकि फिल्म के दो मुक्त पृष्ठ है तथा पृष्ठ तनाव दोनों पर कार्य करता है, अब तार AB पर कुल अंदर की तरफ बल

$$F = T \times 2l$$

अब तार को x दूरी से खिसकाने के कारण फिल्म के क्षेत्रफल में वृद्धि

$$\Delta A = 2lx$$

फिल्म को खींचने में किया गया कार्य

W = आरोपित बल × विस्थापन

$$= T \times 2l \times x$$

$$W = T\Delta A$$

यदि फिल्म का ताप नियत रहे, तो यह किया गया कार्य, फिल्म में पृष्ठ ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है।

$$E = T\Delta A$$

$$T = \frac{E}{\Delta A}$$

$$T = E \quad \Delta A = 1$$

अत: किसी तरल (द्रव) का पृष्ठ तनाव, प्रति एकांक क्षेत्रफल की पृष्ठ ऊर्जा के बराबर होता है।

प्रश्न 34. किसी द्रव की बूंद के अंदर अतिरिक्त दाब के लिए व्यंजक प्राप्त कीजिए।

उत्तर- किसी द्रव की बूंद गोलाकार होती है। इस कारण से इसकी बाह्य सतह उत्तल होती है।

माना बूंद की त्रिज्या R व अन्दर का अतिरिक्त दाब P है। माना इस दाब आधिक्य P के कारण बूंद की त्रिज्या R से बढ़कर ΔR हो जाती है।

अब दाब आधिक्य P द्वारा किया गया कार्य

W = बल × विस्थापन

= (दाब आधिक्य × क्षेत्रफल) × त्रिज्या में वृद्धि

$$W = P \times 4\pi R^2 \times \Delta R$$

अत: बूंद के पृष्ठीय क्षेत्रफल में वृद्धि = अंतिम पृष्ठीय क्षेत्रफल - प्रारंभिक पृष्ठीय क्षेत्रफल

$$= 4\pi (R + \Delta R)^2 - 4\pi R^2$$

$$= 4\pi [R^2 + \Delta R^2 + 2R\Delta R] - 4\pi R^2$$

$$= 4\pi [2R\Delta R + \Delta R^2]$$

ΔR अत्यंत कम होने पर

क्षेत्रफल में वृद्धि $= 8\pi R\Delta R \times T$ ...(2)

पृष्ठ में ऊर्जा वृद्धि, दाब आधिक्य द्वारा किए गए कार्य के कारण होती है अत: समीकरण (1) व (2) से

$$P \times 4\pi R^2 \times \Delta R = 8\pi R\Delta R$$

$$P = \frac{2T}{R}$$

प्रश्न 35. केशनली में द्रव चढ़ने की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- केशनली में कोई भी द्रव किस सीमा तक चढ़ेगा, यह केशनली की त्रिज्या पर निर्भर करता है। सामान्यत: जो द्रव कांच को भिगोता है, वह केशनली में ऊपर चढ़ जाता है और जो द्रव कांच को नहीं भिगोता वह नीचे उतर जाता है। जैसे- जब केशनली को पानी में डुबोया जाता है, तो पानी ऊपर चढ़ जाता है और पानी की सतह केशनली में धंसा रहता है।

प्रश्न 36. केशकीय उन्नयन द्वारा द्रव के पृष्ठ तनाव ज्ञात करने का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- सूत्र स्थापना- जब सबसे एक समान व्यास वाली केशनली को पानी से भरे बीकर में ऊर्ध्वाधर डाला जाता है, तो पानी के पृष्ठ तनाव के कारण केशनली में जल का स्तर ऊँचा हो जाता है। केशनली के अन्दर जल का पृष्ठ अवतल होता है। केशनली में जल तब तक ऊपर चढ़ता है, जब तक कि $hdg = 2T/R$ न हो जावें।

जहाँ h = ऊँचाई

d = जल का घनत्व, R = केशनली की त्रिज्या

अब यदि जल- कांच के लिए स्पर्श कोण 0, केशनली की त्रिज्या r तथा पृष्ठ की वक्रता त्रिज्या R है, तब $\cos\theta = \frac{r}{R}$ या $R = r/\cos 0$

@mpboardofficialyt

अतः $hdg = \frac{2T}{r/\cos\theta}$ Or $h = \frac{2T\cos\theta}{rdg}$

$T = \frac{rhdg}{2\cos\theta}$

$\theta = 0, \cos 0^\circ = 1$

$T = \frac{rhdg}{2}$ ☐

अध्याय-11 द्रव्य के तापीय गुण

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) किसी पदार्थ की अवस्था परिवर्तन के लिये आवश्यक ऊष्मा को ..... कहते हैं।

(2) ऊष्मा चालकता गुणांक का S.I. मात्रक ..... है।

(3) विशिष्ट ऊष्मा धारिता का S.I. मात्रक ..... है।

(4) जल का हिमांक ..... K होता है।

(5) जल का क्वथनांक ..... K होता है।

(6) सार्वत्रिक गैस नियतांक R = ...

(7) बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा .....

(8) जल के वाष्पन की गुप्त ऊष्मा .....

(9) समतापी पृष्ठ ऊष्मा प्रवाह की दिशा के ..... होता है।

(10) ऊष्मा के अच्छे अवशोषक ..... उत्सर्जक होते हैं।

(11) कृष्ण वस्तु (पिण्ड) की अवशोषण क्षमता ..... होती है।

(12) प्रत्येक ताप पर कृष्ण वस्तु का वर्णक्रम ..... होता है।

(13) जल का घनत्व सर्वाधिक ..... 0_C पर अधिकतम होता है।

(14) अवस्था परिवर्तन के समय विशिष्ट ऊष्मा का सैद्धान्तिक मान ..... हो जाता है।

(15) तापान्तर अधिक होने पर शीतलन की दर ..... होगी।

उत्तर- (1) गुप्त ऊष्मा (2) जूल प्रति मी. से °C (3) जूल/°C (4) 273K (5) 373K (6) 0.312 प्रतिमोल K (7) 80 कैलोरी/ग्राम (8) 536 कैलोरी/ग्राम (9) अच्छी (10) लंबवत् (11) अधिक (12) अविरत (श्वेत) (13) +4°C (14) अधिक (15) अधिक।

प्रश्न 2. एक वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) किस प्रक्रिया में ऊष्मा देने पर भी पदार्थ का ताप नहीं बढ़ता है?

(2) ऊष्मा स्थानान्तरण की किस विधि में माध्यम की आवश्यकता नहीं होती?

(3) मोलर विशिष्ट ऊष्मा धारिता का SI मात्रक लिखिये।

(4) किसी वस्तु का ताप दुगुना कर देने पर वस्तु से उत्सर्जित कुल ऊर्जा कितने गुना बढ़ जायेगी?

(5) किस प्रकार के पदार्थों में संवहन विधि द्वारा ऊष्मा स्थानान्तरण होता है।

(6) किस ताप पर सेल्सियस व फारेनहाइट पैमाने के ताप समान होंगे।

(7) रोटी सेकने के तवे का पेंदा मोटा लेते हैं। यह उदाहरण है ऊष्मा धारिता या विशिष्ट ऊष्मा।

(8) जल में ऊष्मा स्थानांतरण किस विधि द्वारा होता है।

(9) कैलोरी व जूल में संबंध लिखिए।

(10) जल के असामान्य प्रसार का एक लाभ लिखिये।

(11) CO_2 के त्रिक बिन्दु का ताप 216.55K हो तो उस ताप को सेल्सियस व फारेनहाइट में व्यक्त कीजिए।

उत्तर- (1) गलने की (2) विकिरण (3) जूल/किग्रा. परमाणु °C (4) 16 गुनी (5) तरल व गैसों (6) -40 (7) ऊष्मा धारिता (8) संवहन (9) 1 कैलोरी = 4.2 जूल (10) मछली तथा अन्य जीव जन्तु का तालाब या नदी तली में पहुंचकर जीवित रहना। (11) $\frac{K-273}{5} = \frac{C}{5}$

$\Rightarrow 216.55 - 273 \Rightarrow C = -56.45$

$\frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$

$\Rightarrow F - 32 = 9\times\left(\frac{216.55-273}{5}\right)$

$F - 32 = \frac{9\times(-56.45)}{5} \Rightarrow F - 32 = -9\times 11.29$

$F - 32 = 101.61$

$F = -101.61 + 32 \Rightarrow 69.61$ -उत्तर

प्रश्न 3. सही विकल्प का चयन कीजिए।

(1) निम्नलिखित में से किस ताप पर जल का घनत्व सर्वाधिक होगा-

(a) 0°C (b) 4°C

(c) -4°C (d) -10°C

(2) दाब बढ़ने पर किसी पदार्थ का गलनांक

(a) कम हो जाता है (b) बढ़ जाता है

(c) अपरिवर्तित रहता है

(d) पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

@mpboardofficialyt

(3) निम्नलिखित में से किस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा धारिता अधिक है-

(a) एल्युमिनियम (b) कार्बन

(c) लोहा (d) चाँदी

(4) सेल्सियस स्केल पर परमशून्य का मान 0 है तो फारेनहाइट स्केल पर परमशून्य का मान होगा-

(a) -273.15°F (b) -459.67°F

(c) -253.15°F (d) -491.67°F

(5) 20° तापान्तर तुल्य होता है

(a) 20K (b) 293K

(c) 253K (d) कुछ नहीं कहा जा सकता

(6) सार्वत्रिक गैस नियतांक R का मात्रक होता है

(a) जूल X °C (b) °C / जूल

(c) न्यूटन/°C (d) जूल/°C X मोल

(7) लोहे का रेखीय प्रसार गुणांक $1.2 \times 10^{-5}\,0_C$ है तो लोहे का आयतन प्रसार गुणांक होगा-

(a) $2.4 \times 10^{-5}\,0_C$ (b) $3.6 \times 10^{-5}\,0_C$

(c) $4.8 \times 10^{-5}\,0_C$ (d) $6.0 \times 10^{-5}\,0_C$

(8) धातु की किसी छड़ को गर्म करने पर उसमें होने वाले प्रसार निर्भर नहीं करता है-

(a) प्रारंभिक लंबाई पर (b) अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल पर

(c) ताप में वृद्धि पर (d) छड़ के पदार्थ पर

(9) विशिष्ट ऊष्मा धारिता का S.I. मात्रक है-

(a) कैलोरी 0_C (b) जूल/कि.ग्राम. केल्विन

(c) कैलोरी 0_C (d) जूल/कि.ग्राम

(10) एक मीटर लंबी छड़ AB के एक सिरे A का ताप 100°C तथा B का ताप 10°C रखा जाता है। सिरे B से 60 सेमी. दूर छड़ पर ताप होगा-

(a) 64°C (b) 36°C

(c) 46°C (d) 72°C

उत्तर- (1) (b) (2) (a) (3) (c) (4) (b) (5) (b) (6) (d) (7) (c) (8) (b) (9) (a) (10) (a).

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. तापीय प्रसार क्या है?

उत्तर- प्रायः प्रत्येक पदार्थ गर्म करने पर फैलता है, क्योंकि गर्म करने पर पदार्थ के अणुओं (अथवा परमाणुओं) के बीच माध्य दूरी बढ़ जाती है। इसे पदार्थ का तापीय प्रसार कहते हैं।

प्रश्न 2. रेखीय प्रसार गुणांक एवं आयतन प्रसार गुणांक को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- रेखीय प्रसार गुणांक- किसी पदार्थ की एकांक लम्बाई की छड़ का ताप 1°C बढ़ाने पर उसकी लम्बाई में जो वृद्धि होती है, उस छड़ के पदार्थ का रेखीय प्रसार गुणांक कहते हैं। इसे ग्रीक अक्षर α से दर्शाते हैं।

आयतन प्रसार गुणांक - किसी ठोस एकांक आयतन का ताप 1°C बढ़ाने पर आयतन में जो वृद्धि होती है, उसे ठोस पदार्थ का आयतन प्रसार गुणांक कहते हैं, इसे ग्रीक अक्षर γ से दर्शाते हैं।

प्रश्न 3. एक कैलोरी ऊष्मा की परिभाषा लिखिये।

उत्तर- 1 ग्राम जल का ताप 1°C बढ़ाने के लिये आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को 1 कैलोरी कहते हैं।

प्रश्न 4. दूरस्थ खगोलीय पिंडों के ताप का अनुमान किस विधि द्वारा लगाया जाता है?

उत्तर- विकिरण उत्सर्जन विधि द्वारा।

प्रश्न 5. वीन का विस्थापन नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार "एक आदर्श कृष्णिका द्वारा उत्सर्जित अधिकतम विकिरण की तरंगदैर्ध्य (λ_m) कृष्णिका के परम ताप (T) के व्युत्क्रमानुपाती होता है।" सूत्र रूप में

$$\lambda_m \propto \frac{1}{T},\ \lambda_m = \frac{b}{T}$$

$$\lambda_m T = b$$

b = वीन विस्थापन नियतांक

प्रश्न 6. भिन्न-भिन्न तापों T_1 व T_2 के दो पिण्डों को यदि ऊष्मीय सम्पर्क में लाया जाये तो आवश्यक नहीं की उनका अन्तिम ताप $(T_1+T_2)/2$ ही हो। कारण स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- जब भिन्न-भिन्न तापमानों की वस्तु सम्पर्क में लाई जाती है तो उच्च ताप वाली वस्तु से ऊष्मा निम्न ताप वाली वस्तु की ओर प्रवाहित होती है, जब तक कि दोनों के तापमान समान न हो जाएं।

यदि पहली वस्तु का द्रव्यमान = m_1

विशिष्ट ऊष्मा = C_1

ताप = T_1

एवं दूसरी वस्तु का द्रव्यमान = m_2

विशिष्ट ऊष्मा = C_2

ताप = T_2

यदि $T_1 > T_2$ तथा दोनों के सम्पर्क के बाद माध्य ताप T हो।

@mpboardofficialyt

अतः दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$m_1C_1(T_1 - T) = m_2C_2(T - T_2)$

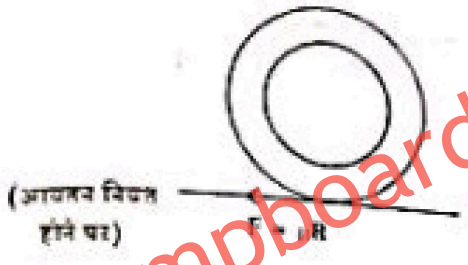
$$T = \frac{m_1C_1T_1 + m_2C_2T_2}{m_1C_1 + m_2C_2} \quad ...(1)$$

यहाँ (1) $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ के बराबर है, यदि $m_1C_1 = m_2C_2$ है।

यह दर्शाता है कि औसत ताप $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ होता है, जबकि दोनों वस्तुओं की धारिताएँ (द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्मा) समान है।

प्रश्न 7. कार को चलाते-चलाते इसके टायर में वायुदाब क्यों बढ़ जाता है?

उत्तर- टायर व सड़क के बीच घर्षण के कारण ताप बढ़ता है। चार्ल्स के नियम के अनुसार ताप बढ़ने पर दाब भी बढ़ता है।



चित्र-

प्रश्न 8. किसी बंदरगाह के समीप के शहर की जलवायु, समान अक्षांश के किसी रेगिस्तानी शहर की जलवायु से अधिक शीतोष्ण होती है। क्यों?

उत्तर- जल की विशिष्ट ऊष्मा के कारण समुद्री तट पर जल दिन में धीरे-धीरे गर्म होता है तथा रात में धीरे-धीरे ठण्डा होता है, जिससे यहाँ की जलवायु सामान्य रहती है, इसके विपरीत रेत की विशिष्ट ऊष्मा कम होने के कारण रेगिस्तान में रेत दिन में तेजी से गर्म होता है तथा रात में तेजी से ठण्डा होता है, अतः रेगिस्तान में जलवायु बदलती रहती है।

प्रश्न 9. सर्दियों में सुबह-सुबह भूमिगत जल गर्म प्रतीत होता है जबकि दोपहर के समय भूमिगत जल ठण्डा प्रतीत होता है। क्यों?

उत्तर- पृथ्वी की सतह पर तापमान कम ज्यादा होते रहते है लेकिन पृथ्वी के अन्दर का तापमान एक सा रहता है। तापमान के इस अन्तर के कारण ही, भूमिगत जल का परिवर्ती व सुबह-सुबह गर्म व दोपहर में ठण्डा प्रतीत होता है।

प्रश्न 10. ऊष्मा व ताप में दो अंतर लिखिए।

उत्तर- ऊष्मा व ताप में अंतर निम्न है

क्र.	ऊष्मा	ताप
(1)	ऊष्मा एक प्रकार की ऊर्जा है जो पदार्थ के अणुओं की गति से प्राप्त होती है।	ताप वह भौतिक राशि है जो दो वस्तुओं को सम्पर्क में रखने पर और ऊष्मा प्रवाह की दिशा बताती है।
(2)	इसका व्यावहारिक मात्रक कैलोरी है।	इसका व्यावहारिक मात्रक °C है।
(3)	किसी वस्तु में निहित ऊष्मा इसके ताप, द्रव्यमान तथा प्रकृति पर निर्भर करती है।	किसी वस्तु का ताप इसमें निहित ऊष्मा पर निर्भर करता है।

प्रश्न 11. ताप मापन के सेल्सियस व फारेनहाइट पैमाने में संबंध लिखिए।

उत्तर- $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

प्रश्न 12. पारे के तापमापी का सिद्धान्त क्या है?

उत्तर- पारे का तापमापी ऊष्मीय प्रसार के सिद्धान्त पर कार्य करता है। ताप का मान जितना अधिक होता है पारा उतना ही अधिक प्रसारित होता है, पारे के प्रसार के आधार पर ही ताप के मान को ज्ञात करते है।

प्रश्न 13. क्या परम ताप पैमाने पर ऋणात्मक ताप संभव है? कारण सहित लिखिए।

उत्तर- नहीं। 'परम शून्य' न्यूनतम संभव ताप है तथा इससे कम कोई ताप संभव नहीं है। इस ताप पर पदार्थ के अणुओं की गति शून्य हो जाती है।

प्रश्न 14. यदि लोहे के एक छल्ले (रिंग) को गर्म किया जाए तो इसके द्रव्यमान व घनत्व पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उत्तर- द्रव्यमान अपरिवर्तित रहेगा परन्तु घनत्व घटेगा।

प्रश्न 15. क्या कारण है कि रेल की पटरियाँ बिछाते समय रेल की पटरियों के बीच में जगह छोड़ी जाती है।

उत्तर- गर्मियों में ताप बढ़ने पर पटरियों की लम्बाई प्रसार होता है जिससे ये एक दूसरे पर न चढ़ पाएं, अन्यथा रेलगाड़ी के गिरने का भय रहेगा।

@mpboardofficialyt
2022/11/16

यहाँ (1) व (2) से

$V + \Delta V = [L(1 + \alpha\Delta T)]^3$

$= L^3 (1 + \alpha\Delta T)^3$

$= V^3 [1 + 3\alpha\Delta T + 3\alpha^2(\Delta T)^2 + \alpha^3 (\Delta T)^3$

अब चूँकि α का मान बहुत कम है, अतः α^2 व α^3 वाले पद नगण्य होंगे।

$V + \Delta V = V(1 + 3\alpha\Delta T)$

परन्तु $L + \Delta L = L(1 + \alpha\Delta T)$ से $\gamma = 3\alpha$

प्रश्न 28. दो परम ताप मापक्रमों A और B पर जल के त्रिक बिन्दु के 200A तथा 350B द्वारा परिभाषित किया गया है तो T_A तथा T_B में क्या संबंध है?

हल- जल का त्रिक बिन्दु T = 273.16K। प्रश्नानुसार

200A = 350B = 273.16

या $1A = \frac{273.16}{200}$ तथा $1B = \frac{273.16}{350}$

यदि दोनों स्केलों के ताप T_A एवं T_B हो, तो

$\frac{273.16}{200} T_A = \frac{273.16}{350} T_B$

$T_B = \frac{350}{200} T_A \Rightarrow T_B = \frac{7}{4} T_A$

प्रश्न 29. ग्लिसरीन का आयतन प्रसार गुणांक $49\times10^{-5}K^{-1}$ है। ताप में 30°C की वृद्धि होने पर इसके घनत्व में क्या आंशिक परिवर्तन होगा?

हल- दिया है, आयतन प्रसार गुणांक γ

$= 49\times10^{-5}K^{-1}$

$t = 30°C$

आंशिक परिवर्तन = ?

$= 49\times10^{-5}\times30\times100\%$

= 1.47% उत्तर

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. ऊष्मा चालकता गुणांक की परिभाषा लिखिये एवं इसके लिए सूत्र स्थापित कीजिये।

उत्तर-किसी पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक, ऊष्मा की वह मात्रा है, जो स्थायी अवस्था में उस पदार्थ की एकांक लम्बाई की छड़ में, जिसके परिच्छेद का क्षेत्रफल एकांक हो, प्रति सेकण्ड एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर चालन द्वारा प्रवाहित होती है, जबकि इन सिरों का तापान्तर 1°C हो तथा ऊष्मा का प्रवाह छड़ के सिरों के लम्बवत् हो।

सूत्र की स्थापना- स्थायी अवस्था में, माना दूरी Δx पर स्थित दो समतापी पृष्ठों के ताप क्रमशः θ तथा (θ – Δθ) है। चालन से प्रवाहित होने वाली ऊष्मा की मात्रा Q की निर्भरता होती है।

(1) ऊष्मा की मात्रा, प्रत्येक पृष्ठ के क्षेत्रफल A के अनुक्रमानुपाती होती है, अर्थात् $Q \propto A$

(2) ऊष्मा की मात्रा, पृष्ठों के तापान्तर Δθ के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात $Q \propto \Delta\theta$

(3) ऊष्मा की मात्रा Q, पृष्ठों के बीच की दूरी Δx के व्युत्क्रमानुपाती होती है, अर्थात् $Q \propto \frac{1}{\Delta x}$

(4) ऊष्मा की मात्रा, समय t के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात् $Q \propto t$

उपर्युक्त सभी को मिलाने पर

$$Q \propto \frac{At\Delta\theta}{\Delta x}$$

$$Q = \frac{KAt\Delta\theta}{\Delta x}$$

K = ऊष्मा चालकता गुणांक

@mpboardofficialyt

प्रश्न 2. क्षेत्रीय प्रसार से क्या तात्पर्य है? क्षेत्रीय प्रसार गुणांक की परिभाषा, सूत्र एवं मात्रक लिखिये।

उत्तर- क्षेत्रीय प्रसार- यदि किसी ठोस की आयताकार चादर को गर्म करते हैं, तो उसकी लम्बाई तथा चौड़ाई दोनों मे वृद्धि होती है अर्थात् क्षेत्रफल बढ़ जाता है। इस प्रसार को क्षेत्रीय प्रसार कहते हैं।

क्षेत्रीय प्रसार गुणांक- किसी पदार्थ के एकांक क्षेत्रफल का ताप 1°C बढ़ाने से क्षेत्रफल में जो वृद्धि होती है, उसे पदार्थ का पृष्ठीय प्रसार गुणांक कहते हैं।

क्षेत्रीय प्रसार गुणांक $\beta = \frac{At - Ao}{Aot}$ = क्षेत्रफल में वृद्धि/ प्रारंभिक क्षेत्रफल × ताप में वृद्धि

प्रति °C (या K^{-1})

प्रश्न 3. रेखीय प्रसार गुणांक और आयतन प्रसार गुणांक में संबंध स्थापित कीजिए।

उत्तर- देखिए अ.ल.उ.प्रश्न क्रमांक 26 का उत्तर।

प्रश्न 4. न्यूटन के शीतलन नियम का सत्यापन किस प्रकार किया जाता है। समझाइये, शीतलन वक्र भी खींचिए।

... संयुक्त छड़ की ऊष्मा चालकता

$K = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2}}$

प्रश्न 6. कैलोरीमिति में मिश्रण विधि के सिद्धान्त को समझाइए।

उत्तर- जब भिन्न-भिन्न ताप की दो वस्तुएँ एक दूसरे के सम्पर्क में लायी जाती हैं या मिलायी जाती हैं, तो ऊष्मा अधिक ताप वाली से कम ताप वाली वस्तु की ओर तब तक प्रवाहित होती है जब तक कि दोनों वस्तुओं का ताप समान न हो जाये। यदि ऊष्मा क्षय नगण्य है, तो

गर्म वस्तु द्वारा दी गयी ऊष्मा = ठण्डी वस्तु द्वारा ली गयी ऊष्मा

माना दो वस्तुएँ A तथा B के द्रव्यमान क्रमशः m_1 तथा m_2 है और ताप क्रमशः t_1°C तथा t_2°C है। $t_1 > t_2$ मिलाने पर यदि मिश्रण का ताप t°C हो जाता है तो वस्तु A द्वारा दी गयी ऊष्मा = $m_1 s_1$ × ताप में कमी = $m_1 s_1 (t_1 - t)$

वस्तु B द्वारा ली गयी ऊष्मा $m_2 s_2$ × ताप में वृद्धि = $m_2 s_2 (t - t_2)$

अतः मिश्रण के सिद्धान्त से,

वस्तु A द्वारा दी गयी ऊष्मा = वस्तु B द्वारा ली गयी ऊष्मा

$m_1 s_1 (t_1 - t) = m_2 s_2 (t - t_2)$

प्रश्न 7. द्रव के प्रसार को उपकरण सहित समझाइए द्रव आभासी तथा वास्तविक प्रसार को व्याख्या कीजिए।

उत्तर- जब किसी द्रव को बर्तन में रखकर गर्म किया जाता है तो पहले बर्तन का प्रसार होता है जिससे बर्तन में द्रव का तल नीचे गिरता है और तब फिर द्रव का प्रसार होता है जिससे द्रव का तल ऊपर उठता है। चित्र में प्रदर्शित चिन्ह A तक द्रव को लेकर गर्म करने पर हम पाते हैं कि पहले द्रव का तल चिन्ह B तक नीचे गिरता है फिर चिन्ह C तक ऊपर उठता है।

... है कि द्रव का आभासी प्रसार ... वास्तविक प्रसार ...

प्रश्न 8. एक प्लेट का अनुप्रस्थ क्षेत्रफल 100 सेमी² है तथा मोटाई 2 सेमी है। यदि इसके पदार्थ का ऊष्मा चालकता गुणांक 2×10^{-4} कि. कैलोरी मी⁻¹ सेकं⁻¹ °C⁻¹ है तथा प्लेट के दोनों सिरों का तापान्तर 50°C हो, तो 10 मिनट में इस प्लेट से कितनी ऊष्मा प्रवाहित होगी?

हल- दिया है : प्लेट का क्षेत्रफल A = 100 सेमी²

ऊष्मा चालकता गुणांक K = 2×10^{-4} कैलोरी ...

समय t = 10 मिनट = 10×60×60 सेकण्ड

मोटाई d = 2 सेमी, $\theta_1 - \theta_2 = 50$°C

Q = ?

$Q = \frac{KA(\theta_1-\theta_2)t}{d}$

$= \frac{2\times10^{-4}\times200\times50\times10\times60\times60}{2}$

$= 200\times5\times6\times6$

= ... कैलोरी **उत्तर**

प्रश्न 9. –15°C पर 15 ग्राम बर्फ को 100°C की भाप में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की गणना कीजिए। बर्फ के गलन की गुप्त ऊष्मा = 80 cal ग्राम

बर्फ की ऊष्मा धारिता = .5 cal gm⁻¹ है।

जल की ऊष्मा धारिता = 1 cal gm⁻¹ °C⁻¹

हल- –15°C पर 15 ग्राम बर्फ को 100°C के भाप में बदलने के लिए निम्नलिखित चार चरणों में ऊष्मा आवश्यक होगी-

(1) –15°C पर 15 ग्राम बर्फ को 0°C पर लाने में आवश्यक ऊष्मा

Q_1 = द्रव्यमान × वि.ऊ. × ताप में वृद्धि

⇒ $Q_1 = 15 \times 0.5 \times (0 - (-15))$

⇒ $Q_1 = 112.5$ कैलोरी

(2) 0°C पर 15 ग्राम बर्फ को 0°C पर जल में बदलने में आवश्यक ऊष्मा

$Q_2 = mL = 15\times80$

$Q_2 = 1200$ कैलोरी

(3) 0°C पर 15 ग्राम जल को 100°C पर जल में बदलने में आवश्यक ऊष्मा

@mpboardofficialyt

2022/11/16

Q_3 = द्रव्यमान × वि.ऊ. × ताप में वृद्धि

$Q_3 = 15 \times 1 \times (100 - 0)$

$Q_3 = 1500$ कैलोरी

∴ 100°C पर 15 ग्राम जल को 100°C पर भाप में बदलने में आवश्यक ऊष्मा $Q_4 = mL = 15 \times 536$ कैलोरी

$Q_4 = 8040$ कैलोरी

अतः कुल आवश्यक ऊष्मा

$\Rightarrow$ $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$Q = 112.5 + 1200 + 1500 + 8040$

$Q = 10852$ कैलोरी उत्तर

प्रश्न 10. 50 ग्राम द्रव्यमान का लोहे का एक टुकड़ा जिसका प्रारंभिक ताप 100°C है। 20°C वाले 100 ग्राम जल में डुबोया जाता है। मिश्रण का ताप 25.5 °C हो जाता है। लोहे की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात कीजिए। जल का वि.ऊष्मा धारिता = 1 cal gm °C है।

हल- लोहे के टुकड़े का द्रव्यमान $m_1 = 50g$

लोहे के टुकड़े का ताप $\theta_1 = 100$ °C

जल का द्रव्यमान $m_2 = 100g$

जल का प्रारंभिक ताप $\theta_2 = 20$ °C

मिश्रण का ताप $\theta = 25.5$°C

दी गई ऊष्मा = ली गई ऊष्मा

$50 \times S \times (100 - 25.5) = 100 \times 1 \times (25.5 - 20)$

$$S = \frac{100 \times 5.5}{50 \times 74.5} = \frac{100 \times 55}{55 \times 745}$$

$$= \frac{550}{37250} = 5300$$

$= 0.148$ कैलोरी/ग्राम °C

प्रश्न 11. पीतल का आयतन प्रसार गुणांक 5.7×10^{-5} °C है। इसका क्षेत्रीय (क्षेत्रीय) व रेखीय प्रसार गुणांक ज्ञात कीजिए।

हल- दिया है, पीतल का आयतन प्रसार गुणांक $\gamma = 5.7 \times 10^{-5}$ °C

क्षेत्रीय प्रसार गुणांक $\beta = ?$

रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = ?$

(i) $\beta = \frac{2}{3}\gamma$

$= \frac{2}{3} \times 5.7 \times 10^{-5}$

$= 3.8 \times 10^{-5}$ प्रति °C

(ii) रेखीय प्रसार गुणांक $\alpha = \frac{1}{3}\gamma$

$= \frac{1}{3} \times 5.7 \times 10^{-5}$

$= 1.9 \times 10^{-5}$ प्रति °C

प्रश्न 12. लोहे की गेंद का आयतन 0 °C पर 100 सेमी.³ तथा 100 °C पर 100.36 सेमी.³ है। लोहे का रेखीय प्रसार गुणांक ज्ञात कीजिए।

हल- दिया है $V_t = 100.36$ सेमी.³

$V_0 = 100$ सेमी.³

$\alpha = ?$

$$\gamma = \frac{V_t - V_0}{V_0 \times t} = \frac{100.36 - 100}{100 \times 100}$$

$\gamma = .36 \times 10^{-4}$

$\gamma = \frac{1}{3}\gamma = \frac{1}{3} \times 0.36 \times 10^{-4}$

$= 1.2 \times 10^{-5}$ प्रति °C

प्रश्न 13. किसी पिण्ड का ताप 5 मिनट में 80°C से 50°C हो जाता है। यदि परिवेश का ताप 20°C है तो उस समय का परिकलन कीजिए, जिसमें उसका ताप 60°C से 30°C हो जाएगा।

हल- न्यूटन के शीतलन नियमानुसार

$$\frac{\theta_1 - \theta_2}{t} = K\left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} - \theta\right)$$

$$\Rightarrow \frac{80 - 50}{5} = K\left(\frac{80 + 50}{2} - 20\right)$$

$$\Rightarrow \frac{30}{5} = K(65 - 20)$$

$$\Rightarrow 6 = K \times 45 \Rightarrow K = \frac{6}{45}$$

दूसरी स्थिति में $\frac{60 - 30}{t} = K\left(\frac{60 + 30}{2} - 20\right)$

$$\Rightarrow \frac{30}{t} = \frac{6}{45}(45 - 20)$$

$$\Rightarrow \frac{30}{t} = \frac{6}{45} \times 25$$

$$t = \frac{30 \times 45}{6 \times 25}$$

$= 9$ minute

@mpboardofficialyt

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) समतापी प्रक्रम में आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा निर्भर करती है केवल-

(a) दाब पर (b) आयतन पर
(c) ताप पर (d) अणुओं के आयतन पर

(2) किसी रुद्धोष्म प्रक्रम के लिए कौन-सा कथन सत्य है-

(a) $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ (b) $\Delta Q = 0 + \Delta W$
(c) $\Delta Q = \Delta Q + 0$ (d) $0 = \Delta U + \Delta W$

(3) समतापी प्रक्रम में आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा-

(a) बढ़ती है (b) घटती है
(c) नहीं बदलती है (d) प्रसार के साथ बढ़ती है

(4) रुद्धोष्म प्रक्रम में नियत रहता है-

(a) ताप (b) दाब
(c) आयतन (d) ऊष्मा की मात्रा

(5) समतापी अवस्था में आदर्श गैस को दी गई ऊष्मा काम आती है

(a) ताप बढ़ाने में (b) बाह्य कार्य करने में
(c) ताप बढ़ाने एवं बाह्य कार्य करने में
(d) आन्तरिक ऊर्जा बढ़ाने में

(6) एक निकाय को 300 कैलोरी ऊष्मा दी जाती है और उसके द्वारा 600 जूल कार्य किया जाता है। निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन होगा-

(a) 654 जूल (b) 156.5 जूल
(c) -300 जूल (d) 528.2 जूल

उत्तर- (1) (c) (2) (d) (3) (c) (4) (d) (5) (b) (6) (a).

प्रश्न 2. सही जोड़ी मिलाइए-

कालम 'अ'	कालम 'ब'
(1) ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम का समीकरण	(a) $dU = dQ - P(V_2 - V_1)$
(2) चक्रीय प्रक्रम में प्रथम का समीकरण	(b) $dQ = dU + dW$
(3) रुद्धोष्म प्रक्रम में प्रथम नियम का समीकरण	(c) $dQ = dU$
(4) समदाबी प्रक्रम में प्रथम नियम का समीकरण	(d) $dQ = dW$
(5) सम आयतनिक प्रक्रम में प्रथम नियम का समीकरण	(e) $dQ = -dW$

उत्तर- (1) b (2) d (3) e (4) a (5) d.

प्रश्न 3. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) समतापी परिवर्तन में किये गये कार्य का मान $W =$ ..... है।

(2) ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम $\Delta Q =$ ..... + ... है।

(3) समतापी परिवर्तन में ..... नियत रहता है।

(4) रुद्धोष्म परिवर्तन में ..... नियत रहता है।

(5) रुद्धोष्म परिवर्तन में किये गये कार्य का सूत्र ..... है।

(6) कार्नो इंजन की दक्षता का सूत्र ..... है।

(7) आरेख में आयतन अक्ष से घिरा हुआ क्षेत्रफल किये गये ..... को व्यक्त करता है।

(8) समदाबी प्रक्रम में $\Delta P =$ ..... होता है।

उत्तर- (1) $RT \log_e \frac{V_2}{V_1}$ (2) ΔW, ΔU (3) ताप (4) ऊष्मा (5) $W = \frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$ (6) $\eta =$ एक पूर्ण चक्र में प्राप्त कार्य/अवशोषित ऊष्मा, $\eta = \frac{WR(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$ (7) कार्य (8) शून्य।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. ऊष्मागतिकी निकाय से क्या तात्पर्य है?

उत्तर- किसी सीमा पृष्ठ से घिरी ऐसी वस्तु जिस पर ऊष्मा का प्रभाव पड़ता है ऊष्मागतिकी निकाय कहलाता है। थर्मस फ्लास्क में भरा द्रव, किसी सिलिका में भरी गैस आदि।

प्रश्न 2. ऊष्मागतिक चर का अर्थ समझाइये।

उत्तर- किसी निकाय के ऐसे गुण जो उस निकाय को

@mpboardofficialyt
2022/11/16

ऊष्मागतिक अवस्था निर्धारित करते है, ऊष्मागतिक चर कहलाते है। गैस के लिए दाब (P), आयतन (V), ताप (T) ऊष्मागतिक चर है।

प्रश्न 3. अवस्था समीकरण का अर्थ स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- किसी निकाय की ऊष्मागतिक अवस्था को व्यक्त करने वाले ऊष्मागतिक चरों मे सम्बन्ध बताने वाले समीकरण को अवस्था समीकरण कहते है। आदर्श गैस का अवस्था समीकरण $PV = RT$ है।

प्रश्न 4. धनात्मक तथा ऋणात्मक कार्य से क्या तात्पर्य है?

उत्तर- जब कार्य निकाय द्वारा किया जाता है तो धनात्मक एवं जब कार्य निकाय पर किया जाता है तो ऋणात्मक कार्य कहलाता है।

प्रश्न 5. कार्य तथा आन्तरिक ऊर्जा में से कौन-सी राशि पथ पर निर्भर करती है तथा कौन-सी राशि पथ पर निर्भर नही करती है?

उत्तर- कार्य पथ पर निर्भर करता है जबकि आन्तरिक ऊर्जा पथ पर निर्भर नही करती है।

प्रश्न 6. ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियमानुसार- "जब ऐसे निकाय को जो बाहरी कार्य करने मे सक्षम हो, ऊष्मा दी जाती है तो निकाय द्वारा अवशोषित ऊष्मा उसके द्वारा किये गये बाह्य कार्य और उसके आन्तरिक ऊर्जा मे वृद्धि के योग के बराबर होती है।"

यदि निकाय को ΔQ ऊष्मा दी जाये जिससे उसके द्वारा ΔW कार्य किया जाता है और उसकी आन्तरिक ऊर्जा मे ΔU वृद्धि होती है।

तब $\Delta Q = \Delta W + \Delta U$

प्रश्न 7. उत्क्रमणीय प्रक्रम से आप क्या समझते हैं? इसके कोई दो उदाहरण दीजिए।

उत्तर- वह प्रक्रम जिसके पश्चात् प्रक्रम मे भाग लेने वाली समस्त वस्तुएँ (निकाय तथा प्रतिवेश) शेष ब्रह्माण्ड को प्रभावित किये बिना अपनी प्रारंभिक अवस्थाओं में वापिस लायी जा सके, उत्क्रमणीय प्रक्रम कहलाती है।

उदाहरण- बर्फ से पानी तथा पुनः पानी से बर्फ का बनना उत्क्रमणीय प्रक्रम है।

प्रश्न 8. उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में अन्तर लिखिए।

उत्तर- उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में अन्तर-

	उत्क्रमणीय प्रक्रम	अनुत्क्रमणीय प्रक्रम
(1)	इसे विपरीत क्रम में संपन्न किया जा सकता है।	इसे विपरीत क्रम में सम्पन्न नही किया जा सकता है।
(2)	इसमें भाग लेने वाली वस्तुएँ अपनी पूर्वावस्था में आ जाती है।	इसमें भाग लेने वाली वस्तुएँ अपनी पूर्वावस्था में नहीं आ सकती।

प्रश्न 9. चक्रीय प्रक्रम क्या है?

उत्तर- जब कोई निकाय विभिन्न अवस्थाओं से गुजरता हुआ अपनी प्रारंभिक अवस्था मे आ जाए तो इस प्रक्रम को चक्रीय प्रक्रम कहते हैं।

प्रश्न 10. समतापी प्रक्रम किसे कहते हैं? इस प्रक्रम में किये गये कार्य का सूत्र लिखिए।

उत्तर- यदि कोई निकाय मे कोई भौतिक परिवर्तन इस प्रकार हो कि सम्पूर्ण प्रक्रिया मे विकास का ताप स्थिर रहे तो ऐसा प्रक्रम समतापी प्रक्रम कहलाता है। उदाहरण- बर्फ का गलनांक पर पिघलना।

समतापी प्रक्रम में गैस द्वारा किया गया कार्य

$$W = 2.3026RT\log_{10}\frac{P_1}{P_2}$$

P_1 = प्रारंभिक दाब, P_2 = अंतिम दाब, T = नियत परम ताप, R = सार्वत्रिक गैस नियतांक है।

प्रश्न 11. रुद्धोष्म प्रक्रम किसे कहते हैं? इस प्रक्रम में किये गये कार्य के लिए सूत्र लिखिए।

उत्तर- वह प्रक्रम जिसमें निकाय की ऊष्मा न तो बाहर जा सके और न बाहर से ऊष्मा अंदर आ सके रुद्धोष्म प्रक्रम कहलाता है।

इस प्रक्रम में गैस द्वारा किया गया कार्य

$$W = \frac{R}{\gamma - 1}(T_1 - T_2)$$

जहाँ R = गैस नियतांक, γ = दो विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात, T_1 = प्रारंभिक ताप एवं T_2 = अंतिम माप है।

प्रश्न 12. आन्तरिक ऊर्जा क्या है? आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा किन-किन कारकों पर निर्भर करती है?

उत्तर- किसी निकाय द्वारा कार्य करने की स्वयं की क्षमता को उसकी आन्तरिक ऊर्जा कहते है तथा यह आन्तरिक स्थितिज ऊर्जा एवं आन्तरिक गतिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है। आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा केवल उसके ताप पर निर्भर करती है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 13. ऊष्मा के यान्त्रिक तुल्यांक की परिभाषा लिखिये तथा इसके C.G.S. एवं M.K.S. पद्धति में मात्रक लिखिये।

उत्तर- 1 कैलोरी ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए किए गए कार्य को ऊष्मा का यान्त्रिक तुल्यांक कहते है। इसका C.G.S. मात्रक अर्ग/कैलोरी तथा M.K.S. पद्धति में मात्रक जूल/कैलोरी है।

प्रश्न 14. ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम क्या है?

उत्तर- ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम ऊर्जा संरक्षण का कथन है। जब ऊर्जा के अन्य रूप को ऊष्मा में बदला जाता है तो ऊर्जा की कोई हानि नहीं होती है। यदि W यान्त्रिक ऊर्जा से Q ऊष्मा प्राप्त होती है तो W = Q (यदि W एवं Q एक ही मात्रक में है)।

प्रश्न 15. जब हम अपने हाथों को आपस में रगड़ते हैं तो वे गर्म हो जाते हैं, परन्तु केवल एक अधिकतम ताप तक क्यों?

उत्तर- हाथों को रगड़ने में किया गया कार्य ऊष्मा में बदलता है परन्तु कुछ देर बाद जब हाथों का ताप एक निश्चित ताप के बराबर हो जाता है जो जितनी ऊष्मा हाथों को रगड़ने से मिलती है उतनी ही ऊष्मा बाहर वायुमण्डल में चली जाती है तथा हाथों का ताप और अधिक नहीं बढ़ पाता है।

प्रश्न 16. समतापी तथा रुद्धोष्म प्रक्रम में अन्तर लिखिए।

उत्तर- देखिए विश्लेषणात्मक प्रश्न क्र. 9 में।

प्रश्न 17. रुद्धोष्म प्रसार में प्रशीतन क्यों संभव है?

उत्तर- रुद्धोष्म प्रसार में गैस द्वारा कार्य किया जाता है जिससे उसकी आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है अतः प्रशीतन उत्पन्न हो जाती है अर्थात् उसका ताप कम हो जाता है।

प्रश्न 18. साइकिल ट्यूब के फट जाने के तुरन्त बाद स्पर्श करने पर वायु शीतल लगती है, क्यों?

उत्तर- साइकिल ट्यूब के फट जाने पर अन्दर की वायु का रुद्धोष्म प्रसार होता है अतः वायु द्वारा कार्य किया जाता है। उसकी आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है जिससे उसका ताप कम हो जाता है।

प्रश्न 19. बन्दूक की गोली लक्ष्य से टकराने के बाद गर्म क्यों हो जाती है?

उत्तर- लक्ष्य से टकराने से पहले गोली में गतिज ऊर्जा होती है। गोली के लक्ष्य से टकराने पर गतिज ऊर्जा का अधिकांश भाग ऊष्मा में परिवर्तित हो जाता है। अतः गोली गर्म हो जाती है।

प्रश्न 20. एक थर्मस फ्लास्क में जल भरा हुआ है। थर्मस के जल को कुछ समय तक हिलाया, कारण सहित बताइये कि क्या जल का ताप बढ़ जायेगा?

उत्तर- जल को हिलाने पर किया गया कार्य ऊष्मा के रूप में परिवर्तित होकर जल के ताप को बढ़ा देगा।

प्रश्न 21. साइकिल में हवा भरते समय पम्प गर्म हो जाता है, क्यों?

उत्तर- क्योंकि हवा भरते समय किये गये कार्य का कुछ भाग पम्प एवं वाल्व में घर्षण के कारण ऊष्मा में बदल जाता है।

प्रश्न 22. ठण्डे जल की बाल्टी में गर्म लोहे का टुकड़ा डाला जाता है। क्या जल की आन्तरिक ऊर्जा बढ़ेगी? क्या लोहे का टुकड़ा कुछ कार्य करेगा?

उत्तर- जल की आन्तरिक ऊर्जा बढ़ेगी (लोहे के टुकड़े से जल में ऊष्मा स्थानान्तरण द्वारा) लोहे का टुकड़ा कुछ कार्य नहीं करेगा।

प्रश्न 23. समतापी प्रक्रम किसे कहते है? इसके लिए अवस्था समीकरण लिखिए।

उत्तर- वह प्रक्रम जिसमें ताप नियत रहता है, समतापी प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम में दाब-आयतन आरेख एक आयताकार अतिपरवलय होता है तथा गैस बॉयल के नियम का पालन करती है। इस प्रक्रम में अवस्था समीकरण PV = नियतांक

प्रश्न 24. समदाबी प्रक्रम क्या है? इसके लिए अवस्था समीकरण लिखिए।

उत्तर- वह प्रक्रम जिसमें दाब स्थिर रहता है, समदाबी प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम के लिए दाब आयतन आरेख, आयतन अक्ष के समान्तर सरल रेखा होती है।

समदाबी प्रक्रम के लिए अवस्था समीकरण है : $\frac{V}{T}$ = नियतांक या $V \propto T$

प्रश्न 25. सम आयतनिक प्रक्रम क्या है? इस प्रक्रम में कितना कार्य किया जाता है?

उत्तर- वह प्रक्रम जिसमें निकाय का आयतन नियत रहता है सम आयतनिक प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम में किया गया कार्य शून्य होता है।

प्रश्न 26. चक्रीय प्रक्रम क्या है? इस प्रक्रम में आन्तरिक ऊर्जा में कितना परिवर्तन होता है?

उत्तर- वह प्रक्रम जिसमें निकाय विभिन्न अवस्थाओं से होता हुआ अपनी प्रारंभिक अवस्था में वापिस आ जाता है चक्रीय प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम में निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 27. क्या समतापी परिवर्तन में आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन होता है? अपने उत्तर को कारण सहित व्याख्या कीजिए।

उत्तर- समतापी परिवर्तन में आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता है, क्योंकि आदर्श गैस की कुल आन्तरिक ऊर्जा उसकी आन्तरिक गतिज ऊर्जा होती है जो केवल गैस के ताप पर निर्भर करती है समतापी परिवर्तन में चूँकि ताप नियत रहता है। अतः आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

प्रश्न 28. किसी गैस के रुद्धोष्म प्रसार में गैस को न तो ऊष्मा दी जाती है और न उससे ऊष्मा ली जाती है। क्या इस प्रक्रिया में गैस की आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन होता है? अपने उत्तर का कारण बताइए।

उत्तर- हाँ, रुद्धोष्म प्रसार में गैस की आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन होता है। रुद्धोष्म प्रसार में $\Delta Q = 0$ अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से

$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ से

अतः गैस द्वारा किये गये कार्य के बराबर आन्तरिक ऊर्जा में कमी हो जाती है।

प्रश्न 29. क्या दो समतापी वक्र एक दूसरे को काट सकते हैं?

उत्तर- नहीं, अन्यथा कटान बिन्दु पर दाब P आयतन V के किन्हीं मानों के लिए ताप T के दो मान होंगे जो कि असंभव है।

प्रश्न 30. वायुमंडल की वायु ऊपर उठने पर ठंडी क्यों हो जाती है?

उत्तर- ऊपर वायुमंडलीय दाब कम होता है अतः ऊपर जाने पर वायु का रुद्धोष्म प्रसार होता है। रुद्धोष्म प्रसार में गैस द्वारा कार्य किया जाता है जिससे आन्तरिक ऊर्जा घटती है अतः वायु ठण्डी हो जाती है।

प्रश्न 31. समान ताप पर समान द्रव्यमान के ठोस, द्रव तथा गैस में किसकी आन्तरिक ऊर्जा अधिक होती है, और क्यों?

उत्तर- गैस की आन्तरिक ऊर्जा सबसे अधिक होती है क्योंकि इसके अणुओं की (ऋणात्मक) स्थितिज ऊर्जा बहुत कम होती है। ठोस के अणुओं की (ऋणात्मक) स्थितिज ऊर्जा बहुत अधिक होती है अतः आन्तरिक ऊर्जा बहुत कम होती है।

प्रश्न 32. यदि गर्म वायु ऊपर उठती है तो पहाड़ों की ऊँचाई पर समुद्र तल की अपेक्षा ठण्डक क्यों होती है?

उत्तर- समुद्र तल से ऊँचाई पर जाने पर वायुमंडलीय दाब घटता है। गर्म हवा के ऊपर उठने पर रुद्धोष्म प्रसार होता है।

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से,

$dU + dW = 0$

या $dW = -dU$.

अतः वायु के प्रसार में कार्य धनात्मक होने के कारण dU ऋणात्मक होता है अर्थात् वायु की आन्तरिक ऊर्जा घटती है जिससे ताप कम हो जाता है।

प्रश्न 33. क्या किसी गैस को ऊष्मा दिये बिना ही उसका ताप बढ़ाया जा सकता है यदि हाँ तो समझाइये कैसे?

उत्तर- रुद्धोष्म परिवर्तन में ऊष्मागतिकी के प्रथम नियमानुसार,

$dU + dW = 0$

अथवा $dW = -dU$

यदि dU धनात्मक है तो गैस का ताप बढ़ेगा। इसके लिए dW ऋणात्मक होना चाहिये। अतः रुद्धोष्म संपीडन द्वारा बिना ऊष्मा दिये गैस का ताप बढ़ाया जा सकता है।

प्रश्न 34. परम शून्य ताप शून्य ऊर्जा का ताप नहीं होता, समझाइये।

उत्तर- अणुओं की केवल स्थानान्तरीय गतिज ऊर्जा ही ताप द्वारा प्रदर्शित की जाती है, ऊर्जा के अन्य रूप जैसे- अन्तराण्विक स्थितिज ऊर्जा, आण्विक ऊर्जा आदि ताप द्वारा प्रदर्शित नहीं की जाती है। अतः परम शून्य ताप पर पदार्थ में अणुओं की स्थानान्तरीय गति तो समाप्त हो जाती है परन्तु आण्विक ऊर्जा के अन्य रूप शून्य नहीं होते अतः परम शून्य ताप, शून्य ऊर्जा ताप नहीं होता।

प्रश्न 35. ऊष्मागतिकी के शून्य कोटि का नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार यदि कोई दो निकाय, तीसरे निकाय के साथ ऊष्मीय संतुलन में हो, तो वे एक-दूसरे के साथ भी ऊष्मीय संतुलन में होते हैं।

प्रश्न 36. कार को चलाते-चलाते उसके टायरों में वायुदाब बढ़ जाता है क्यों?

उत्तर- कार चलाते समय टायर एवं सड़क के मध्य घर्षण के कारण टायर और उसमें भरी वायु का ताप बढ़ जा

@mpboardofficialyt

... टायर के आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता, ... के नियम P ∝ T के अनुसार दाब बढ़ जाता है।

प्रश्न 37. भिन्न-भिन्न तापों T_1 एवं T_2 के दो पिण्डों को ऊष्मीय संपर्क में लाया जाए तो यह आवश्यक नहीं कि उनका अंतिम ताप $\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)$ हो। क्यों?

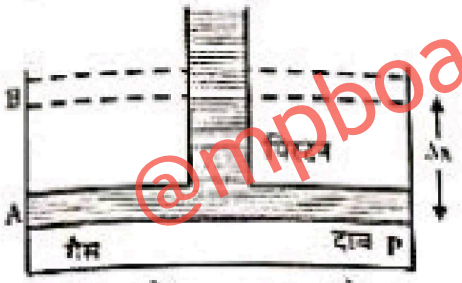
उत्तर- क्योंकि दोनों पिण्डों के द्रव्यमान एवं विशिष्ट ऊष्माएं भिन्न-भिन्न हो सकते हैं। औसत ताप $\frac{T_1+T_2}{2}$ तभी संभव है जब दोनों की द्रव्यमान धारिताएं समान हों।

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. बाह्य दाब के विरुद्ध गैस के प्रसार में किए गए कार्य की गणना कीजिए।

उत्तर- माना चित्र में पिस्टन के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है तथा गैस का प्रारंभिक दाब P है अर्थात् गैस द्वारा पिस्टन पर लगने वाला बल = दाब × क्षेत्रफल

$$F = P \times A$$



अब यदि पिस्टन पर से बाट हटाकर गैस का प्रसार किया जाता है तो गैस पिस्टन पर कार्य करके उसे ऊपर विस्थापित करती है।

जब पिस्टन स्थिति A से स्थिति B में आता है तो पिस्टन का विस्थापन Δx होता है अतः गैस के आयतन में वृद्धि

$$\Delta V = A\Delta x$$

तथा इस प्रकार में गैस द्वारा किया गया कार्य

$$\Delta W = \text{बल} \times \text{विस्थापन}$$

$$\Delta W = F\Delta x$$

या $$\Delta W = PA\Delta x$$

$$\Delta W = P\Delta V$$

यदि दाब P पर गैस का आयतन V_1 से बढ़कर V_2 हो जाता है तो गैस द्वारा किया गया कार्य

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \Delta W = \int_{V_1}^{V_2} P\Delta V$$

प्रश्न 2. उत्क्रमणीय प्रक्रम की आवश्यक शर्तें लिखिए।

उत्तर- (1) उत्क्रमणीय प्रक्रम अत्यधिक धीरे-धीरे सम्पन्न किया जाये जिससे प्रत्येक अवस्था में निम्नलिखित शर्तों की पूर्ति हो-

(अ) निकाय यान्त्रिक साम्यावस्था में हो अर्थात् इसके अभ्यन्तर में निकाय और इसके चारों ओर के वातावरण के मध्य कोई असंतुलित बल कार्य न करें।

(ब) निकाय तापीय संतुलन में हो अर्थात् निकाय और उसके चारों ओर के वातावरण में कोई तापान्तर न हो।

(स) निकाय रासायनिक साम्यावस्था में हो अर्थात् क्रिया के फलस्वरूप कोई नया उत्पाद न बने।

(2) इस क्रिया में क्षयकारी प्रभाव जैसे- घर्षण के कारण हानि, विद्युत प्रतिरोध, श्यानता इत्यादि अनुपस्थित हो।

प्रश्न 3. समान धारिता वाले दो सिलिंडर A तथा B एक-दूसरे से स्टॉप कॉक के द्वारा जुड़े हैं। A पर मानक ताप एवं दाब पर गैस भरी है जबकि B पूर्णतः निर्वातित है। स्टॉप-कॉक एकायक खोल दी जाती है। अग्रलिखित का उत्तर दीजिए-

(अ) सिलिंडर A तथा B में अंतिम दाब क्या होगा?

(ब) गैस की आंतरिक ऊर्जा में कितना परिवर्तन होगा?

(स) गैस के ताप में क्या परिवर्तन होगा?

उत्तर- (अ) चूंकि गैस का आयतन दुगुना हो जाता है अतः दाब घटकर आधा हो जायेगा।

(ब) चूंकि ताप स्थिर है अतः आन्तरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होगा।

(स) गैस के ताप में कोई परिवर्तन नहीं होगा क्योंकि यह मुक्त प्रसार है।

प्रश्न 4. ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम के आधार पर-

(1) समतापी प्रक्रम (2) रुद्धोष्म प्रक्रम (3) चक्रीय प्रक्रम की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- 1. **समतापी प्रक्रम-** आदर्श गैस के समतापी प्रक्रम में ताप स्थिर है इसलिए आन्तरिक ऊर्जा में, परिवर्तन $\Delta U = 0$

अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से $\Delta Q = \Delta W$

अतः समतापी प्रसार में,

निकाय द्वारा अवशोषित ऊष्मा = निकाय द्वारा किया गया कार्य।

@mpboardofficialyt

2. रुद्धोष्म प्रक्रम- रुद्धोष्म प्रक्रम में ऊष्मा का न तो अवशोषण होता है और न ही निष्कासन होता है इसलिए $\Delta Q = 0$ अत: $\Delta U = \Delta W$
इसलिए रुद्धोष्म प्रसार में,
आन्तरिक ऊर्जा में कमी = निकाय द्वारा किया गया कार्य।

3. चक्रीय प्रक्रम- चक्रीय प्रक्रम में निकाय की प्रारम्भिक व अन्तिम अवस्थाएँ वही होती हैं, इसलिए आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन $\Delta U = 0$
अत: $\Delta Q = \Delta W$
अत: निकाय द्वारा अवशोषित ऊष्मा = निकाय द्वारा किया गया कार्य।

प्रश्न 5. समतापी प्रसार में गैस द्वारा किये गये कार्य के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- माना दाब P पर गैस की निश्चित मात्रा के आयतन में सूक्ष्म परिवर्तन ΔV होता है। अत: दाब P के विरुद्ध गैस द्वारा किया गया कार्य $dW = P\Delta V$
यदि समतापी परिवर्तन के कारण गैस का आयतन V_1 से V_2 हो जाता है तो गैस द्वारा किया गया कार्य

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad \ldots(1)$$

यदि किसी गैस का एक मोल लिया जावे तो गैस समीकरण से

$$PV = RT \text{ या } P = \frac{RT}{V}$$

समी. (1) में मान रखने पर

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV$$

$$\Rightarrow \quad W = RT\int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV$$

$$\Rightarrow \quad W = RT[\log V]_{V_1}^{V_2}$$

$$\Rightarrow \quad W = RT[\log V_2 - \log V_1] = RT \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\Rightarrow \quad W = 2.3026\, T \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

परन्तु गैस समीकरण $P_1V_1 = P_2V_2$ से

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

अत: $$W = 2.3026 RT \log_{10}\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 6. रुद्धोष्म प्रसार में गैस द्वारा किये गये कार्य के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- माना किसी गैस के 1 मोल से रुद्धोष्म प्रसार होता है जिससे उसका आयतन P_1 से P_2 हो जाता है। अत: इस प्रसार के दौरान गैस द्वारा किया गया कार्य

$$W = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

किन्तु रुद्धोष्म प्रसार में

$$PV^\gamma = K$$

$$P = \frac{K}{V^\gamma}$$

समी. (1) में मान रखने पर,

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{K}{V^\gamma} dV \text{ या } W = K\left[\frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}\right]_{V_1}^{V_2}$$

या $$W = \frac{K}{1-\gamma}\left[\frac{1}{V_2^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_1^{\gamma-1}}\right]$$

परन्तु $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma = K$

$$W = \frac{1}{1-\gamma}\left[\frac{P_2V_2^\gamma}{V_2^{\gamma-1}} - \frac{P_1V_1^\gamma}{V_1^{\gamma-1}}\right]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma}(P_2V_2 - P_1V_1]$$

या $$W = \frac{1}{1-\gamma}(P_1V_1 - P_2V_2]$$

परन्तु गैस समीकरण से $P_1V_1 = RT_1$ एवं $P_2V_2 = RT_2$

अत: $$W = \frac{1}{\gamma-1}(RT_1 - RT_2)$$

$$W = \frac{R}{\gamma-1}(T_1 - T_2)$$

यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 7. किसी पदार्थ की आन्तरिक ऊर्जा का क्या अर्थ है?

उत्तर- प्रत्येक पदार्थ छोटे-छोटे अणुओं से मिलकर बना है। इन अणुओं की गतिज ऊर्जा, उस पदार्थ के ताप पर तथा स्थितिज ऊर्जा अणुओं के मध्य दूरी तथा आकर्षण बल पर निर्भर करती है। समस्त अणुओं की कुल गतिज ऊर्जा को उस पदार्थ की आन्तरिक गतिज ऊर्जा कहते हैं तथा कुल स्थितिज ऊर्जा को आन्तरिक स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। किसी पदार्थ की आन्तरिक ऊर्जा उस पदार्थ की आन्तरिक गतिज ऊर्जा तथा आन्तरिक स्थितिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है। आन्तरिक ऊर्जा को U से प्रदर्शित करते हैं।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 8. समदाबी एवं समतापी प्रक्रिया क्या है? इनके अवस्था समीकरण लिखिए।

उत्तर- समदाबी प्रक्रिया- वह प्रक्रिया जिसमें दाब नियत रहता है, समदाबी प्रक्रिया कहलाती है। इस प्रक्रिया के लिए दाब आयतन आरेख, आयतन अक्ष के समान्तर सरल रेखा होता है।

अवस्था समीकरण PV = RT से समदाबी प्रक्रिया के लिए अवस्था समीकरण है $\frac{V}{T}$ = नियतांक या V ∝ T।

समतापी प्रक्रिया- वह प्रक्रिया जिसमें ताप नियत रहता है समतापी प्रक्रिया कहलाती है। इस प्रक्रिया के दाब आयतन आरेख एक अतिपरवलय होता है तथा यह बॉयल के नियम का पालन करती है समतापी प्रक्रिया का अवस्था समीकरण है

PV = नियतांक

प्रश्न 9. रुद्धोष्म प्रक्रम तथा समतापी प्रक्रम में कोई चार अन्तर लिखिए।

उत्तर- रुद्धोष्म प्रक्रम तथा समतापी प्रक्रम में अन्तर-

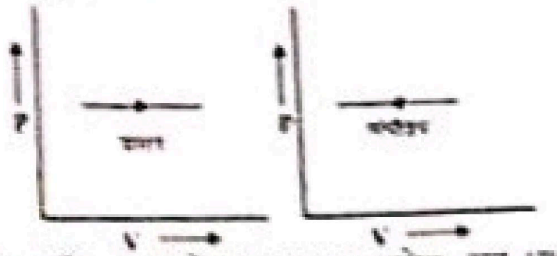
क्र.	रुद्धोष्म प्रक्रम	समतापी प्रक्रम
1.	इसमें ऊष्मा न तो निकाय के अन्दर आ सकती और न निकाय से बाहर जा सकती है।	इसमें निकाय का ताप नियत रहता है।
2.	ΔQ = 0 अतः आदर्श गैस के लिए ΔU = −ΔW	ΔU = 0 अतः आदर्श गैस के लिए ΔQ = ΔW
3.	यह प्रक्रम निकाय को पूर्ण कुचालक के संपर्क में रखकर तेजी से किया जाता है।	यह प्रक्रम निकाय को पूर्ण सुचालक के संपर्क में रखकर धीरे-धीरे किया जाता है।
4.	इसमें गैसें रुद्धोष्म नियम PV^{γ} = नियतांक का पालन करती है। जहाँ $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$।	इसमें गैसें बॉयल के नियम PV = नियतांक का पालन करती है।

प्रश्न 10. सम आयतनिक प्रक्रम का अर्थ समझाते हुए इसके लिए सूचक-आरेख लिखिए तथा इसकी ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम द्वारा व्याख्या कीजिए।

उत्तर- समआयतनिक प्रक्रम में निकाय का आयतन स्थिर रहता है। अर्थात् ΔV = 0। अतः इस प्रक्रम में निकाय द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है क्योंकि

$$\Delta W = P\Delta V = 0$$

अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से समआयतनिक प्रक्रम में ΔQ = ΔU अर्थात् सम आयतनिक प्रक्रम में निकाय को दी गई समस्त ऊष्मा निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि करने में व्यय हो जाती है अथवा निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में कमी पूर्णतः निकाय द्वारा निष्कासित ऊष्मा के बराबर होती है।

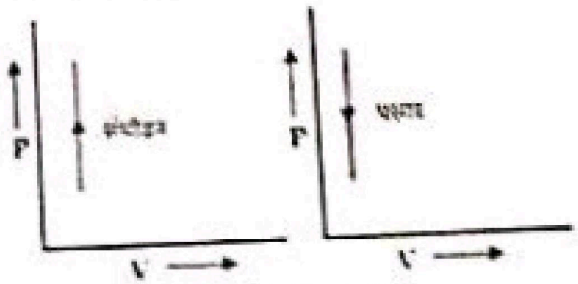


समआयतनिक प्रक्रम में दाब आयतन आरेख, दाब अक्ष के समान्तर एक सरल रेखा होती है।

प्रश्न 11. समदाबिक प्रक्रम का अर्थ समझाइये तथा इसके लिए सूचक आरेख खींचकर ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम द्वारा व्याख्या कीजिये।

उत्तर- समदाबिक प्रक्रम में निकाय का दाब स्थिर रहता है। उदाहरण के लिए, भाप इंजन के बॉयलर में पानी का उबलना, भाप का बनना, पानी का बर्फ में बदलना इत्यादि समदाबिक प्रक्रम है। इस प्रक्रम में दाब-आयतन आरेख, आयतन अक्ष के समान्तर एक सरल रेखा होता है। चित्र में सूचक आरेख प्रदर्शित है। नियत दाब P पर यदि गैस का आयतन V_1 से आयतन V_2 तक प्रसार होता है तो गैस द्वारा किया गया कार्य

$$W = P(V_2 - V_1)$$



अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से समदाबी प्रक्रम में,

$$\Delta Q = \Delta U + P(V_2 - V_1)$$

प्रश्न 12. ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम समझाकर इसके विभिन्न कथन लिखिए।

उत्तर- ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम के कथन निम्न है-

1. क्लासियस कथन- "कोई भी ऐसी स्वचालित मशीन बनाना असंभव है जो किसी बाहरी स्रोत की

@mpboardofficialyt

सहायता लिए बिना कम ताप की वस्तु से अधिक ताप की वस्तु को ऊष्मा स्थानांतरित कर सके।

2. केल्विन का कथन- "किसी वस्तु को वातावरण की न्यूनतम ताप की वस्तु के ताप से अधिक शीतलन करके कार्य की निरन्तर प्राप्ति असंभव है।

3. केल्विन प्लांक का कथन- "इस प्रकार की किसी भी मशीन का निर्माण असंभव है जो चक्रीय प्रक्रम में कार्यरत होकर किसी स्रोत से ऊष्मा अवशोषित करने तथा उसे पूर्णतः कार्य में बदलने के अतिरिक्त अन्य कोई प्रभाव उत्पन्न न करे।"

प्रश्न 13. सिद्ध कीजिए- $C_p - C_v = R$

हल- माना कि स्थिर आयतन पर किसी गैस के एक मोल को ΔQ ऊष्मा दी जाती है। जिससे उसके ताप में वृद्धि ΔT होती है।

$$\Delta Q = 1C_v\Delta T$$

$$\Delta Q = C_v\Delta T \quad ...(1)$$

गैस का आयतन स्थिर होने पर कोई बाह्य कार्य नहीं होता है।

$$\Delta W = 0$$

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$\Delta Q = \Delta U \quad ...(2)$$

समी. (1) से ΔQ का मान रखने पर

$$\Delta U = C_v\Delta T$$

स्थिर दाब पर गैस के 1 मोल को दी गई ऊष्मा ΔQ हो जिससे गैस के ताप में वृद्धि ΔT होती है

$$\Delta Q = 1C_p\Delta T$$

$$\Rightarrow \quad \Delta Q = C_p\Delta T$$

परन्तु स्थिर दाब पर किया गया कार्य $\Delta Q = P\Delta V$ होती है।

ऊष्मा गतिकी के प्रथम नियम से

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$\Delta Q, \Delta U, \Delta W$ का मान समी. (3) में रखने पर

$$C_p\Delta T = C_v\Delta T + P\Delta V$$

$$\Rightarrow C_p\Delta T - C_v\Delta T = P\Delta V$$

$$\Rightarrow (C_p - C_v)\Delta T = P\Delta V$$

परन्तु यदि ΔT ताप पर गैस के आयतन में परिवर्तन ΔV हो, तो

$$P\Delta V = R\Delta V$$

$$(C_p - C_v)\Delta T = R\Delta V$$

$$C_p - C_v = R$$

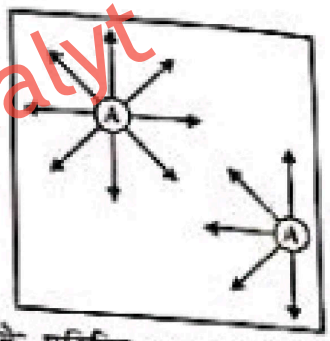
प्रश्न 14. वाण्डरवाल गैस अवस्था समीकरण की आवश्यकता क्यों पड़ी? इसे व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- 1 मोल वास्तविक गैस के लिये वाण्डरवाल अवस्था समीकरण निम्नलिखित है:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

जहाँ a तथा b गैस के वाण्डरवाल नियतांक है।

उपपत्ति- वास्तविक गैसों के व्यवहार को प्रदर्शित करने के लिए वाण्डरवाल ने माना कि वास्तविक गैसों के अणुओं का आकार परिमित होता है तथा वे एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं। अतः उन्होंने निम्नलिखित दो संशोधन लगायें:



1. अणुओं के परिमित आकार के लिये संशोधन- चूँकि वास्तविक गैस के अणुओं का आकार परिमित होता है, अतः अणुओं द्वारा घेरे गये आयतन को गैस के आयतन की तुलना में नगण्य नहीं माना जा सकता है। यदि अणुओं का प्रभावी आयतन b है तथा बर्तन का आयतन V है तो अणुओं की गति के लिये उपलब्ध आयतन (V – b) होगा जो गैस का आयतन होगा। यहाँ b वाण्डरवाल गैस नियतांक है। इसका मान भिन्न-भिन्न गैसों के लिए भिन्न-भिन्न होता है।

2. परस्पर आण्विक आकर्षण के लिये संशोधन- जो अणु बर्तन के मध्य में स्थित है (चित्र में अणु A) उस पर अन्य अणुओं द्वारा सभी दिशाओं में आकर्षण बल लगता है जो कि एक-दूसरे को निष्फल कर देते हैं। अतः अणु A पर परिणामी बल शून्य होता है, जबकि बर्तन की दिवार के किनारे पर स्थित अणु (जैसे, अणु B) पर लगने वाला बल दूसरी ओर से कोई बल न लगाने के कारण सन्तुलित नहीं होता है। यह अणु गैस के अन्दर की ओर खिंचाव

@mpboardofficialyt

अनुभव करता है। इस खिंचाव के कारण दीवार से टकराने वाले अणु के संवेग में कुछ कमी आ जाती है, जिससे गैस के दाब में कमी x आ जाती है। वाण्डरवाल के अनुसार, दाब में यह कमी x

(i) प्रति सेकण्ड दीवार के एकांक क्षेत्रफल से टकराने वाले अणुओं की संख्या के अनुक्रमानुपाती होती है तथा (ii) प्रति एकांक आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या के अनुक्रमानुपाती होती है जो दीवार पर स्थित अणु पर आकर्षण बल लगाते है। चूँकि ये दोनों संख्याएँ गैस के घनत्व के अनुक्रमानुपाती या आयतन के व्युत्क्रमानुपाती होती है, अतः गैस के निश्चित द्रव्यमान के लिये दाब में कमी x, आयतन V के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

अतः दाब में कमी $x \propto \frac{1}{V^2}$ या $x = \frac{a}{V^2}$

जहाँ a वाण्डरवाल गैस नियतांक है। इसका मान अलग-अलग गैसों के लिये अलग-अलग होता है।

अतः गैस का वास्तविक दाब $P + x = P + \frac{a}{V^2}$

अब आदर्श गैस समीकरण $PV = RT$ में आयतन तथा दाब सम्बन्धी दोनों संशोधनों को लगाने पर वाण्डरवाल अवस्था समीकरण है।

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

आंकिक प्रश्न

प्रश्न 1. स्थिर दाब पर 2.0×10^{-2}kg नाइट्रोजन (कमरे के ताप पर) के ताप में वृद्धि करने के लिए कितनी ऊष्मा की आपूर्ति की जानी चाहिए? (N_2 का अणुभार = 28, R = 8.3J$mol^{-1}K^{-1}$)

हल- स्थिर दाब पर दी गयी ऊष्मा

$Q = nC_p\Delta t$

$\left(C_p = \frac{7}{2}R \text{ द्विपरमाणुक गैस के लिए}\right)$

मोल संख्या $n = \frac{2 \times 10^{-2}}{28 \times 10^{-3}} = \frac{20}{28} = \frac{10}{14} = \frac{5}{7}$

अतः $Q = \frac{5}{7} \times \frac{7}{2} R \times 45$

$Q = \frac{5 \times 7 \times 45}{14} \times 8.3 = 933.75$ जूल उत्तर

प्रश्न 2. रूद्धोष्म विधि द्वारा किसी गैस की अवस्था परिवर्तन करने समय उसकी साम्यावस्था A से दूसरी साम्यावस्था B तक ले जाने में निकाय पर कार्य 22.3J किया जाता है। यदि गैस को दूसरी प्रक्रिया द्वारा अवस्था A से अवस्था B में लाने में निकाय द्वारा अवशोषित नेट ऊष्मा 9.35 cal है तो बाद के प्रकरण में निकाय द्वारा किया गया नेट कार्य कितना है? (1 cal = 4.19J)

हल- प्रथम स्थिति में गैस में परिवर्तन रूद्धोष्म विधि से होता है,

अतः $\Delta Q = 0$

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियमानुसार,

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$0 = \Delta U + (-22.3)$$

या $\Delta U = 22.3J$

द्वितीय स्थिति में

$$\Delta Q = 9.35 \text{ cal}$$
$$= 9.35 \times 4.19J$$
$$= 39.1J$$

प्रश्न 3. दाब बढ़ाकर किसी गैस का आयतन घटाने के लिए इस पर 400 जूल कार्य किया गया है। यदि यह परिवर्तन रूद्धोष्म दशा में किया गया हो तो गैस की आन्तरिक ऊर्जा में कितना परिवर्तन हुआ? गैस ने कितनी ऊष्मा अवशोषित की?

हल- रूद्धोष्म प्रक्रम में $Q = 0$

$$\Delta U = -W = (-400 \text{ जूल})$$
$$= 400 \text{ जूल (वृद्धि)}$$

अर्थात् गैस की आन्तरिक ऊर्जा में 400 जूल की वृद्धि होती है तथा गैस द्वारा अवशोषित ऊष्मा शून्य है। उत्तर

प्रश्न 4. यदि किसी निकाय को 40 जूल ऊष्मा देने पर किया गया कार्य 8 जूल हो तो निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन की गणना कीजिए।

हल- दिया है $\Delta Q = 40$ जूल, $\Delta W = -8$ जूल

$$\Delta Q = \Delta W + \Delta U \text{ से}$$
$$40 = 8 + \Delta U$$
$$\Delta U = 48 \text{ जूल}$$ उत्तर

प्रश्न 5. वायुमंडलीय दाब पर शुष्क वायु को अचानक दबाकर उसका आयतन एक चौथाई कर दिया जाता है। उसका दाब क्या होगा? (γ = 1.5)

हल- दिया है- $V_2 = \frac{V_1}{4}$, $P_1 = 1$ वायुमंडलीय दाब

$$\gamma = 1.5 = \frac{3}{2}$$

@mpboardofficialyt

सूत्र- $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma} = \frac{1}{P_2} = \left(\frac{V_1/4}{V_1}\right)^{3/2}$$

या $$\frac{1}{P_2} = \left(\frac{1}{4}\right)^{3/2}$$

या $P_2 = (4)^{3/2} = (\sqrt{4})^3$

या $P_2 = 8$ वायुमंडलीय दाब। उत्तर

अध्याय-13 अणुगति सिद्धान्त

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) 273°C पर गैस के अणु गति करते हैं-

(a) अधिकतम वेग से
(b) न्यूनतम वेग से
(c) शून्य वेग से
(d) उस वेग से जो 273K के समानुपाती है।

(2) कम ताप पर आदर्श गैस नियम से विचलन किस कारण होता है-

(a) आण्विक संघट्ट अप्रत्यास्थ हो जाते हैं।
(b) अणुओं का आयतन नगण्य नहीं माना जा सकता
(c) अणुओं के बीच लगने वाले बल क्षीण हो जाते हैं
(d) आण्विक वेग कम हो जाते हैं

(3) एक बर्तन में N अणु हैं। अणुओं की संख्या दुगुनी करने पर गैस का दाब-

(a) दुगुना हो जाता है
(b) समान रहता है
(c) चार गुना हो जाता है
(d) चौथाई रह जाता है

(4) परम शून्य ताप पर गैसों के अणु की गति-

(a) कम हो जाती है
(b) वृद्धि हो जाती है
(c) शून्य हो जाती है
(d) इनमें से कोई नहीं

(5) समान ताप पर आदर्श गैस के अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग-

(a) समान होता है
(b) अणुभार के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
(c) अणुभार के अनुक्रमानुपाती होता है
(d) अणुभार के व्युत्क्रमानुपाती होता है

(6) यदि कोई गैस बॉयल के नियम का पालन करे तो उसके लिए PV व P के बीच ग्राफ होगा-

(a) अतिपरवलय
(b) PV-अक्ष के समान्तर रेखा
(c) P-अक्ष के समान्तर सरल रेखा
(d) मूल बिन्दु से गुजरने P-अक्ष से 45°C कोण पर झुकी रेखा

(7) गैसों के अणुगति सिद्धान्त के सम्बन्ध में असत्य कथन है-

(a) दो अणुओं की टक्कर पूर्णतः प्रत्यास्थ होती है।
(b) अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा गैस के परम ताप के समानुपाती होती है।
(c) गैस का परम ताप उसके अणुओं के वर्ग-माध्य-मूल वेग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
(d) परम शून्य ताप पर अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा शून्य होती है

(8) एक गैस द्वारा बर्तन की दीवारों पर आरोपित बल का कारण यह है कि गैस के अणु-

(a) अपनी गतिज ऊर्जा खो रहे हैं
(b) दीवारों से चिपक रहे हैं
(c) दीवारों से टक्कर के कारण उनका संवेग बदल रहा है
(d) टक्कर की ओर त्वरित हो रहे हैं

(9) चन्द्रमा पर कोई वायुमण्डल नहीं है, क्योंकि-

(a) वह पृथ्वी के निकट है
(b) वह पृथ्वी की परिक्रमा करता है
(c) वह सूर्य से प्रकाश प्राप्त करता है
(d) वहाँ गैस अणुओं का पलायन वेग उनके वर्ग-माध्य-मूल वेग से कम होता है।

(10) एक आदर्श गैस का ताप 27°C से 927°C तक बढ़ाया जाता है। उसके अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग हो जायेगा-

(a) दुगुना
(b) आधा
(c) चार गुना
(d) एक-चौथाई

(11) प्रत्येक गैस आदर्श गैस की तरह व्यवहार करती है-

(a) निम्न दाब तथा उच्च ताप पर
(b) उच्च दाब तथा निम्न ताप पर
(c) सामान्य दाब व ताप पर
(d) उच्च दाब व उच्च ताप पर

(12) सार्वत्रिक गैस नियतांक का मात्रक है-

(a) जूल/मोल-केल्विन
(b) मोल/जूल-केल्विन
(c) जूल-मोल-केल्विन
(d) केल्विन/जूल/मोल।

@mpboardofficialyt

(13) गैस का दाब आधा करने पर, आयतन हो जाता है यदि ताप स्थिर है-

(a) आधा (b) दुगुना

(c) अपरिवर्तित (d) चार गुना

(14) गैस समीकरण PV = RT में V आयतन है-

(a) गैस का (b) 1 ग्राम गैस का

(c) 1 लीटर गैस का (d) 1 मोल गैस का

(15) बर्तन में बंद गैस का दाब निम्नलिखित के कारण है-

(a) इसमें अत्यधिक संख्या में अणु है

(b) अणुओं और बर्तन की दीवारों में आकर्षण होता है

(c) अणु बर्तन की दीवारों से टकराते है

(d) इनमें से कोई नहीं

(16) गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा प्रति इकाई स्वतन्त्रता किस कोटि की होती है-

(a) 3/2kT (b) kT

(c) 1/2 kT (d) 3/2 RT

(17) गैस पात्र की दीवारों पर दाब डालती है, क्योंकि-

(a) गैस का भार होता है

(b) गैस के अणुओं का संवेग होता है।

(c) गैस के अणु परस्पर संघटन करते हैं

(d) गैस के अणु पात्र की दीवारों के साथ संघट्टन करते है।

(18) गैस का वर्ग-माध्य-मूल वेग होता है-

(a) उसके विशिष्ट अणुभार के अनुक्रमानुपाती

(b) उसके अणुभार के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती

(c) उसके मोलर भार के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती

(d) परम ताप के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती।

(19) एक ग्राम मोल गैस के लिए R का मान है-

(a) 8.31 वर्ग (b) 8.35 mks मात्रक

(c) 4.2 जूल (d) 4.2 कैलोरी

(20) यदि किसी गैस के अणु का वर्ग-माध्य-मूल वेग दुगुना कर दिया जाये तो दाब-

(a) बढ़ेगा (b) घटेगा

(c) घटेगा या बढ़ेगा यह गैस पर निर्भर करेगा

(d) इनमें से कोई नहीं

(21) बायल का नियम लागू होता है-

(a) रुद्धोष्म प्रक्रम पर (b) समतापीय प्रक्रम पर

(c) समदाबी प्रक्रम पर (d) सम आयतनिक प्रक्रम पर

(22) किसी सिलिंडर में ऊर्ध्वाधर स्थिति में आदर्श गैस भरी है तथा इस पर M द्रव्यमान का पिस्टन लगा है जो बिना किसी घर्षण के ऊपर-नीचे गति कर सकता है (चित्र के अनुसार), यदि ताप में वृद्धि की जाए-

(a) गैस के p तथा V दोनों परिवर्तित हो जाएँगे

(b) चार्ल्स के नियम के अनुसार केवल p में वृद्धि होगी।

(c) V परिवर्तित होगा परन्तु p नहीं।

(d) p परिवर्तित होगा परन्तु V नहीं।

(23) अणुओं का माध्य मुक्त पथ होता है-

(a) अणुओं के बीच की माध्य दूरी

(b) अणुओं की अन्तर दूरी

(c) अणुओं द्वारा तय दूरी

(d) दो क्रमिक टक्करों के मध्य अणु द्वारा तय की गई दूरी का माध्य मान

उत्तर- (1) (c) (2) (b) (3) (a) (4) (c) (5) (b) (6) (c) (7) (c) (8) (c) (9) (d) (10) (a) (11) (a) (12) (a) (13) (b) (14) (d) (15) (c) (16) (c) (17) (d) (18) (c) (19) (b) (20) (a) (21) (b) (22)

@mpboardofficialyt

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए- .... शून्य हो जाती है।

(1) गैस अणुओं द्वारा पात्र की दीवारों के प्रति इकाई क्षेत्रफल को दिया गया संवेग गैस के .... के बराबर होता है।

(2) परम शून्य ताप पर अणुओं की .... शून्य हो जाती है।

(3) कोई कण स्वतन्त्रतापूर्वक जितनी दिशाओं में गमन कर सकता है उसे उसकी .... कहते है।

(4) प्रत्येक स्वातंत्र्य कोटि से संलग्न गतिज ऊर्जा का मान .... होता है।

(5) स्थिर दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान के ताप को 1°C बढ़ाने पर उसका दाब 0°C के दाब का .... वाँ भाग बढ़ जाता है।

उत्तर- (1) दाब (2) गतिज ऊर्जा (3) स्वतंत्रता की कोटि (4) $\frac{1}{2}kT$ (5) $\frac{1}{273}$

प्रश्न 3. सही जोड़ी मिलाइए-

'अ'	'ब'
(1) गैस का दाब P	(a) T
(2) गैस का परम ताप T	(b) 3
(3) माध्य गतिज ऊर्जा E	(c) 5

(4) एकपरमाणुक गैस की स्वातंत्र्य की कोटि (d) कुल 2

(5) द्विपरमाणुक गैस की स्वातंत्र्य की कोटि (e) $\frac{1}{3}\frac{mN}{V}C^2$

उत्तर- (1) a (2) d (3) a (4) b (5) c

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. बॉयल का नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार, स्थिर ताप पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का आयतन उसके दाब के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

यदि स्थिर ताप पर किसी गैस का आयतन V तथा दाब P हो तो इस नियम के अनुसार,

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

या $$V = K.\frac{1}{P}$$

या $$PV = K$$

जहाँ K एक नियतांक है।

प्रश्न 2. बॉयल का नियम किन शर्तों पर लागू होता है।

उत्तर- निम्न दाब और उच्च ताप पर।

प्रश्न 3. चार्ल्स का नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार, स्थिर दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान के ताप को 1°C बढ़ाने पर उसका आयतन 0°C के आयतन का $\frac{1}{273}$ वाँ भाग बढ़ जाता है।

माना कि स्थिर दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का 0°C पर आयतन V_0 तथा t°C पर V है।

अतः इस नियमानुसार $V = V_0 + \frac{V_0}{273}\times t$

$$V = V_0\left(1 - \frac{1}{273}t\right)$$

प्रश्न 4. चार्ल्स के नियम की सहायता से सिद्ध कीजिए कि -273°C पर गैस का आयतन शून्य हो जाता है।

उत्तर- चार्ल्स के नियम के अनुसार

$$V = V_0\left(1 + \frac{1}{273}t\right)$$

इस सूत्र में t = -273°C रखने पर

$$V = V_0\left(1 - \frac{273}{273}\right) = V_0(1-1) = 0$$

अतः -273°C पर किसी गैस का आयतन शून्य हो जाता है।

प्रश्न 5. आदर्श गैस किसे कहते हैं?

उत्तर- जो गैस बॉयल तथा चार्ल्स के नियमों का पूर्णतः पालन करती हैं, उन्हें पूर्ण या आदर्श गैस कहते हैं। व्यवहार में ऐसी कोई गैस नहीं है जो इन नियमों का पूर्णतः पालन करती हो। कठिनतापूर्वक द्रवित होने वाली गैसें, जैसे- नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन इत्यादि काफी सीमा तक इन नियमों का पालन करती हैं। अतः व्यावहारिक कार्यों के लिए इन्हें आदर्श गैस मान लिया जाता है।

प्रश्न 6. गैसों के लिए एवोगेड्रो नियम क्या है?

उत्तर- इस नियम के अनुसार, दाब और ताप समान होने पर सभी गैसों के समान आयतन में अणुओं की संख्या समान होती है।

प्रश्न 7. डॉल्टन के आंशिक दाब का नियम लिखिए।

उत्तर- इस नियम के अनुसार, समान ताप पर परस्पर क्रिया न करने वाली गैसों के मिश्रण का दाब, उनके अवयवी गैसों के दाब के योग के बराबर होता है।

प्रश्न 8. ग्राहम का विसरण नियम क्या है?

उत्तर- इस नियम के अनुसार, नियत दाब पर किसी गैस के विसरण की दर उसके घनत्व के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

प्रश्न 9. परम ताप क्या है? क्या यह ऋणात्मक भी हो सकता है?

उत्तर- परम ताप पैमाने या केल्विन पैमाने पर नापे गये ताप को परम ताप कहते हैं। परम ताप कभी ऋणात्मक नहीं हो सकता है।

प्रश्न 10. परम शून्य क्या है? क्या इससे भी नीचा ताप हो सकता है?

उत्तर- परम शून्य वह ताप होता है जिस पर किसी गैस का आयतन शून्य होता है। इसका वास्तविक मान -273.15°C होता है।

वास्तव में, गैस का आयतन कभी भी शून्य नहीं हो सकता, क्योंकि उनके अणुओं का कुछ-न-कुछ आयतन तो अवश्य होगा। किसी गैस का ताप -273°C से कम नहीं हो सकता, क्योंकि इससे कम ताप होने पर उसका आयतन ऋणात्मक होगा जो सम्भव नहीं है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 13. गैस को गर्म करने पर उसका ताप क्यों बढ़ जाता है? अणु गति सिद्धान्त के आधार पर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- गैस को गर्म करने पर उसके अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है अतः उसका ताप बढ़ जाता है। क्योंकि

प्रश्न 14. बोल्ट्ज़मैन नियतांक क्या है? इसका मान लिखिए।

उत्तर- सार्वत्रिक गैस नियतांक और ऐवोगैड्रो संख्या के अनुपात को बोल्ट्ज़मैन नियतांक कहते हैं।

बोल्ट्ज़मैन नियतांक, $k = \frac{R}{N}$

इसका मान 1.38×10^{-23} जूल/केल्विन है।

प्रश्न 15. बोल्ट्ज़मैन नियतांक का महत्व क्या है?

उत्तर- हम जानते हैं कि एक डिग्री के प्रति अणु की औसत गतिज ऊर्जा

$$E = \frac{3}{2}kT$$

जहाँ ऊर्जा E गैस का एक सूक्ष्म गुण है जबकि ताप T उसके सम्पूर्ण आयतन का एक गुण है अर्थात् ताप एक स्थूल गुण है। इन दोनों गुणों को सम्बन्धित करने वाला नियतांक बोल्ट्ज़मैन नियतांक k है। यही k का महत्व है।

प्रश्न 14. n मोल के लिए आदर्श गैस समीकरण लिखिए।

उत्तर- $PV = RT$

प्रश्न 15. आदर्श गैस समीकरण $PV = RT$ में R का विमीय सूत्र प्राप्त कीजिए।

उत्तर- $PV = RT$ से

$$R = \frac{PV}{T}$$

$$[R] = \left[\frac{ML^{-1}T^{-2} \times L^3}{\theta}\right] = [ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$$

प्रश्न 16. समान ताप T व दाब P पर दो गैसें जिनमें से प्रत्येक का आयतन V है, मिलायी जाती हैं। यदि मिश्रण का ताप T व आयतन V हो, तो उसका दाब क्या होगा?

उत्तर- डॉल्टन के आंशिक दाब के नियम से 2P होगा।

प्रश्न 17. N.T.P. पर 1 सेमी.^{3} H_2 और 1 सेमी^{3} O_2 दी गई है। कारण सहित बताइए कि किसमें अणुओं की संख्या अधिक है।

उत्तर- ऐवोगैड्रो के नियमानुसार, समान ताप व दाब पर गैसों के समान आयतन में अणुओं की संख्या समान होती है। अतः 1 सेमी.^{3} हाइड्रोजन और 1 सेमी.^{3} ऑक्सीजन में अणुओं की संख्या समान होगी।

प्रश्न 18. छिद्र युक्त दीवारों से बने एक बर्तन में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन को मात्राएँ बराबर-बराबर भरी हुई है। बर्तन में कौन-सी गैस अधिक होगी?

उत्तर- विसरण की दर $\propto \sqrt{\frac{1}{\rho}}$

हाइड्रोजन का घनत्व ऑक्सीजन की तुलना में कम है। अतः हाइड्रोकार्बन गैस अधिक होगी।

प्रश्न 19. आदर्श गैस समीकरण क्या है? इसकी स्थापना कीजिए।

उत्तर- किसी गैस के दाब P, आयतन V और परम ताप T में संबंध दर्शाने वाले समीकरण को गैस समीकरण कहते हैं, यह निम्नलिखित है-

$$PV = RT$$

R = सार्वत्रिक गैस नियतांक

स्थापना- मानलो परम ताप T पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का दाब P तथा आयतन V है। यदि ताप स्थिर हो तो बॉयल के नियम से,

$$V \propto \frac{1}{P} \quad ...(1)$$

किन्तु यदि दाब P स्थिर हो तो चार्ल्स के नियम से

$$V \propto T \quad ...(2)$$

समी. (1) और (2) से

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

या $$V = \text{एक नियतांक} \times \frac{T}{P}$$

या $$\frac{PV}{T} = \text{एक नियतांक}$$

इस नियतांक को गैस नियतांक कहते हैं। किसी गैस के एक मोल के लिए इसे R से प्रदर्शित करते हैं।

$$\frac{PV}{T} = R \quad \text{या} \quad PV = RT$$

प्रश्न 20. गैसों के अणुगति सिद्धान्त के मुख्य अभिगृहीतों को लिखिए।

उत्तर- गैसों के अणुगति सिद्धान्त के मुख्य अभिगृहीत निम्नलिखित हैं-

@mpboardofficialyt

(1) प्रत्येक गैस छोटे-छोटे कणों से मिलकर बनी होती है, जिन्हें अणु कहते हैं।

(2) किसी गैस के अणु दृढ़, पूर्णतः प्रत्यास्थ (Perfectly elastic), गोलाकार व सभी प्रकार से एकसमान होते हैं।

(3) अणुओं का आकार अन्तराअणुक अन्तराल की तुलना में नगण्य होता है।

(4) ये अणु सभी सम्भव वेग से सभी सम्भव दिशाओं में अनियमित गति करते हैं।

(5) ये अणु बर्तन की दीवारों से टकराते रहते हैं किन्तु इन टक्करों से गैस का आयतन नहीं बदलता अर्थात् गैस के प्रति एकांक आयतन में अणुओं की संख्या स्थिर रहती है।

(6) दो अणुओं की टक्कर पूर्णतः प्रत्यास्थ होती है। टक्कर के समय उनके मध्य आकर्षण या प्रतिकर्षण बल नहीं लगता।

(7) दो अणुओं की टक्कर क्षणिक होती है अर्थात् टक्कर का समय उनके द्वारा स्वतंत्रतापूर्वक चलने में लिए गये समय की तुलना में नगण्य होता है।

(8) दो क्रमिक टक्करों के बीच अणु एकसमान वेग से सरल रेखा में गति करते हैं। दो क्रमिक टक्करों के बीच किसी अणु द्वारा तय की गयी दूरी को मुक्त पथ (Free Path) कहते हैं। सभी अणुओं के मुक्त पथ के औसत को माध्य-मुक्त-पथ (Mean free path) कहते हैं।

प्रश्न 21. गैस का दाब किस प्रकार उत्पन्न होता है?

उत्तर- जब किसी गैस को किसी बर्तन में बन्द कर दिया जाता है तो गैस के द्वारा बर्तन की दीवारों पर दाब डाला जाता है। वास्तव में, गैस के अणु अपनी अनियमित गति के दौरान बर्तन की दीवारों से टकराते रहते हैं जब कोई अणु दीवार से टकराकर लौटता है तो उसका संवेग परिवर्तित हो जाता है। संवेग संरक्षण के नियमानुसार, दीवार के संवेग में परिवर्तन की दर, दीवार पर लगने वाले बल के बराबर होती है। चूँकि दीवार पर असंख्य परमाणु टकराते रहते हैं। अतः दीवार पर एक स्थायी बल आरोपित होता रहता है। दीवार के प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाला यह बल ही गैस का दाब होता है।

प्रश्न 22. सिद्ध कीजिए कि $P = \frac{1}{3}\rho c^2$

उत्तर- गैसों के अणुगति सिद्धांत से किसी गैस द्वारा आरोपित बल

$$P = \frac{mNc^2}{3V}$$

जहाँ m = एक अणु का द्रव्यमान, N = V आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या तथा c = वर्ग माध्य मूल वेग।

अब गैस का द्रव्यमान mN = M

गैस का घनत्व $\rho = \frac{M}{V} = \frac{mN}{V}$

समी. (1) में मान रखने पर,

$P = \frac{1}{3}\rho c^2$ यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 23. सिद्ध कीजिए कि गैस द्वारा बर्तन की दीवार पर लगाया गया दाब, प्रति एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा का $\frac{2}{3}$ होता है।

अथवा

सिद्ध कीजिए कि $P = \frac{2}{3}E$ जहाँ संकेतों के सामान्य अर्थ हैं।

उत्तर- गैसों के अणुगति सिद्धांत से गैस द्वारा आरोपित दाब

$$P = \frac{mNc^2}{3V}$$

अब गैस का द्रव्यमान = mN

गैस का घनत्व $\rho = \frac{mN}{V}$

समी. (1) में मान रखने पर

$$P = \frac{1}{3}\rho c^2$$

पुनः

$$P = \frac{2}{3}\cdot\frac{1}{2}\rho c^2$$

$$P = \frac{2}{3}E$$

जहाँ $E = \frac{1}{2}\rho c^2$ प्रति एकांक आयतन की गतिज ऊर्जा

यही सिद्ध करना था।

प्रश्न 25. गैसों के अणुगति सिद्धान्त के आधार पर सिद्ध कीजिए कि गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा उसके परम ताप के अनुक्रमानुपाती होती है।

उत्तर- गैस के अणुगति सिद्धान्त से गैस द्वारा आरोपित दाब

$$P = \frac{1}{3}\frac{mN}{V}c^2 \quad ...(1)$$

समी. (1) में यदि V एक मोल का आयतन हो तो N एक मोल में उपस्थित अणुओं की संख्या अर्थात् ऐवोगेड्रो संख्या होगी।

@mpboardofficialyt

समी. (1) से

$$PV = \frac{1}{3}mNc^2$$

गैस समीकरण से,

$$PV = RT$$

$$\frac{1}{3}mNc^2 = RT$$

$$\frac{1}{3}mc^2 = \frac{3}{2}\frac{R}{N}T$$

जहाँ $\frac{1}{2}mc^2 = E$ गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा

तथा $\frac{R}{N} = k =$ बोल्ट्जमैन नियतांक।

$$E = \frac{3}{2}kT \qquad ...(2)$$

समी. (2) से स्पष्ट है कि

$$E \propto T$$

अत: गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा उसके परम ताप के अनुक्रमानुपाती होती है।

प्रश्न 26. सिद्ध कीजिए कि गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा E = KT

उत्तर- देखिए प्रश्न क्रमांक 23 अनुसार।

प्रश्न 27. गैसों के अणुगति सिद्धान्त के आधार पर परम शून्य की व्याख्या कीजिए।

उत्तर- उपर्युक्त प्रश्न 6 की भाँति सिद्ध कीजिए कि

$$E = \frac{3}{2}kT$$

यदि T = 0 हो, तो उपर्युक्त सूत्र से,

$$E = 0$$

अत: परम शून्य वह ताप है जिस पर अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा शून्य हो जाती है।

प्रश्न 28. सिद्ध कीजिए कि गैस के अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग गैस के परम ताप के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है।

उत्तर- गैसों के अणुगति सिद्धांत से गैस द्वारा आरोपित दाब

$$P = \frac{1}{3}\frac{mN}{V}\bar{c}^2$$

जहाँ m = एक अणु का द्रव्यमान N = V आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या तथा $\bar{c}$ = वर्ग माध्य मूल वेग।

समी. (1) में यदि V एक मोल का आयतन हो, तो N उस आयतन में उपस्थित अणुओं की संख्या अर्थात् एवोगैड्रो संख्या होगी तथा mN ग्राम अणुभार होगा।

समी. (1) से,

$$PV = \frac{1}{3}mNc^2$$

परन्तु $mN = M =$ ग्राम अणुभार।

$$PV = \frac{1}{3}Mc^2$$

आदर्श गैस समीकरण से, ...(2)

$$PV = RT$$

समी. (2) और (3) से ...(3)

$$\frac{1}{3}Mc^2 = RT \qquad ...(4)$$

$$\Rightarrow \quad c^2 = \frac{3RT}{M} \qquad ...(5)$$

$$\Rightarrow \quad \bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\Rightarrow \quad \bar{c} \propto \sqrt{T}$$

अत: अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग गैस के परम ताप के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है।

प्रश्न 30. एक बर्तन में गैस के n अणु हैं। यदि अणु संख्या आधी कर दी जाये तो गैस दाब पर क्या प्रभाव पड़ेगा? गैस की कुल गतिज ऊर्जा तथा वर्ग-माध्य-मूल वेग पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उत्तर- दाब $P = \frac{mNc^2}{3V}$ से $P \propto N$

अत: अणुओं की संख्या आधी करने पर दाब आधी हो जायेगी।

यदि गैस की माध्य गतिज ऊर्जा E हो, तो n अणुओं की कुल गतिज ऊर्जा $E_1 = nE$, स्पष्ट है कि अणुओं की संख्या आधी करने पर कुल गतिज ऊर्जा आधी हो जायेगी।

वर्ग-माध्य-मूल वेग $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

यह गैस के अणुओं की संख्या पर निर्भर नहीं करता। अत: अणुओं की संख्या आधी करने पर वर्ग माध्य मूल वेग पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

प्रश्न 31. बॉयल का नियम क्या है? अणुगति सिद्धांत से इसे निगमित कीजिए।

उत्तर- बॉयल का नियम- देखिए, अति लघु उत्तरीय प्रश्न क्र. 1

बॉयल के नियम का निगमन- गैसों के अणुगति सिद्धांत के आधार पर गैस का दाब,

@npboardofficialyt

$$P = \frac{1}{3}\cdot\frac{mN\bar{c}^2}{V}$$

परन्तु $PV = \frac{1}{3}mN\bar{c}^2$

परन्तु $mN = M$ = गैस का द्रव्यमान

$\therefore$ $PV = \frac{1}{3}M\bar{c}^2$ ...(1)

परन्तु $\bar{c}^2 \propto T$, अत: स्थिर ताप पर $\bar{c}^2$ एक नियतांक होगा। M गैस का द्रव्यमान है, यह भी एक नियत राशि है।

इसी तरह $\frac{1}{3}M\bar{c}^2$ = एक नियतांक

अत: समी. (1) से PV = एक नियतांक

यही बॉयल का नियम है।

प्रश्न 32. चार्ल्स का नियम क्या है? अणुगति सिद्धान्त के आधार पर इसे निगमित कीजिए।

उत्तर- चार्ल्स का नियम- नियत दाब पर किसी गैस के निश्चित द्रव्यमान का आयतन उसके परम ताप के अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात् $V \propto T$

चार्ल्स के नियम का निगमन- गैसों के अणुगति सिद्धांत से गैस का दाब

$$P = \frac{1}{3}\frac{mN\bar{c}^2}{V}$$

या $PV = \frac{1}{3}N\bar{c}^2$

परन्तु $mN = M$ = गैस का द्रव्यमान

$$PV = \frac{1}{3}M\bar{c}^2 \quad ...(1)$$

स का द्रव्यमान M निश्चित रहता है अत: दाब P के दर रहने पर समी. (1) से,

$$V \propto \bar{c}^2 \quad ...(2)$$

तु, $\bar{c}^2 \propto T$ ...(3)

ी. (2) और (3) से,

$V \propto T$ यही चार्ल्स का नियम है।

। 33. अणुगति सिद्धान्त के आधार पर डॉल्टन आंशिक दाब के नियम का निगमन कीजिए।

- मानलो V आयतन का एक बन्द बर्तन है। उसमें गैस के N_1 अणु हैं। प्रत्येक अणु का द्रव्यमान m_1 त: अणुगति सिद्धान्त से इस गैस का दाब

$$P_1 = \frac{1}{3}\cdot\frac{m_1N_1\bar{c}_1^2}{V} \quad ...(1)$$

जहाँ $\bar{c}_1$ इस गैस का वर्ग-माध्य-मूल वेग है।

इसी प्रकार द्वितीय गैस का दाब,

$$P_2 = \frac{1}{3}\cdot\frac{m_2N_2\bar{c}_2^2}{V} \quad ...(2)$$

तथा तृतीय गैस का दाब, $P_3 = \frac{1}{3}\cdot\frac{m_3N_3\bar{c}_3^2}{V}$ ...(3)

इन गैसों को मिश्रित करने पर प्रत्येक गैस का आयतन V तथा मिश्रण का आयतन भी V होता है। किन्तु अब कुल $N_1 + N_2 + N_3$ अणुओं के दाब के तुल्य होता है। यदि सभी गैसें समान ताप पर मिश्रित की जाती हैं तो प्रत्येक प्रकार के अणु की माध्य गतिज ऊर्जा समान होगी, अर्थात्

$$\frac{1}{2}m\bar{c}_1^2 = \frac{1}{2}m\bar{c}_2^2 = \frac{1}{2}m\bar{c}_3^2 = E \text{ (मान लो)} \quad ...(4)$$

अत: समी. (1), (2), (3) व (4) से

$$P_1 = \frac{2}{3}\frac{N_1E}{V},\ P_2 = \frac{2}{3}\cdot\frac{N_2E}{V},\ P_3 = \frac{2}{3}\cdot\frac{N_3E}{V}$$

इस प्रकार मिश्रित गैस का दाब अर्थात् N अणुओं का दाब

$$P = \frac{2}{3}\frac{NE}{V}$$

जहाँ $N = N_1 + N_2 + N_3$

$$P = \frac{2}{3}\cdot\frac{(N_1 + N_2 + N_3)}{V}E$$

या $P = \frac{2}{3}\frac{N_1E}{V} + \frac{2}{3}\frac{N_2E}{V} + \frac{2}{3}\frac{N_3E}{V}$

$= P_1 + P_2 + P_3$

इसी प्रकार सिद्ध किया जा सकता है कि

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \ldots.$$

अत: समान ताप पर पारस्परिक क्रिया न करने वाली गैसों को मिश्रित करने पर मिश्रण का दाब उसके अवयवी गैसों के दाब के योग के तुल्य होता है।

यही डॉल्टन का आंशिक दाब का नियम है।

प्रश्न 34. एक बर्तन में दो विभिन्न गैसों का मिश्रण भरा हुआ है। कारण सहित बताइये कि-

(1) क्या दोनों गैसों की प्रति अणु औसत गतिज ऊर्जाएँ समान हैं?

(2) क्या अणुओं के वर्ग-माध्य-मूल वेग समान हैं?

(3) क्या दाब समान होंगे?

उत्तर- (1) हाँ, क्योंकि प्रति अणु औसत गतिज ऊर्जा E

@mpboardofficialyt

[illegible]

प्रश्न 35. [illegible]

[illegible]

प्रश्न 36. स्वतंत्रता की कोटियाँ किसे कहते हैं?

[illegible]

$I = 3N - K$

[illegible]

प्रश्न 37. एक एकपरमाणुक गैस के लिए [illegible] की औसत ऊर्जा $= \frac{1}{2}kT$ होती है। विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

हल- [illegible]

$$\text{ऊर्जा} = 3 \times \frac{1}{2}kT = \frac{3}{2}kT$$

गैस के 1 मोल की औसत कुल ऊर्जा

$$U = \frac{3}{2}RT$$

[illegible] $U = \frac{3}{2}RT$

$$C_v = \frac{dU}{dT} = \frac{d}{dT}\left(\frac{3}{2}RT\right) = \frac{3}{2}R$$

$$C_p = C_v + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R$$

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

$$\gamma = \frac{5}{3} = 1.67$$

प्रश्न 38. द्विपरमाणुक गैसों की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

हल- [illegible]

@mpboardofficialyt

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = \frac{7}{5}$$

या $\gamma = 1.40$ उत्तर

प्रश्न 39. त्रि-परमाणुक गैस की विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

हल- त्रि-परमाणुक गैस जैसे- CO_2, H_2S इत्यादि की स्वतंत्रता की कोटियाँ 6 होती है। तब गैस के मोल से सम्बद्ध कुल ऊर्जा

$$U = \frac{6}{2}nkT$$

या $$U = \frac{6}{2}RT$$

चूँकि $$C_v = \frac{dU}{dT} = \frac{d}{dT}\left(\frac{6}{2}RT\right) = 3R$$

एवं $$C_p = C_v + R$$

$$C_p = 3R + R = 4R$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{4R}{3R}$$

या $$\gamma = \frac{4}{3} = 1.33$$ उत्तर

अतिरिक्त प्रश्न

प्रश्न 1. स्थिर दाब पर 27°C ताप पर किसी आदर्श गैस का आयतन दुगुना करने के लिए उसे किस ताप तक गर्म करना पड़ेगा?

हल- दिया है: $T_1 = 27°C = 27 + 273 = 300K$,

$V_2 = 2V_1$

सूत्र- $$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$ से

$$T_2 = \frac{T_1V_2}{V_1} = \frac{300 \times 2V_1}{V_1}$$

$= 600K = 600 - 273$

$= 327°C$ उत्तर

प्रश्न 2. एक बर्तन में वायुमण्डलीय दाब पर वायु भरी है। इसे 27°C ताप पर बंद किया जाए तो बर्तन को कितना गर्म करने से कार्क बाहर निकल जाएगा? कार्क को बाहर निकालने के लिए कम-से-कम तीन गुना दाब की आवश्यकता है।

हल- दिया है: $T_1 = 27°C = 27 + 273 = 300K$,

$P_2 = 3P_1$

सूत्र $$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$ से

$$T_2 = \frac{T_1P_2}{P_1} = \frac{300 \times 3P_1}{P_1}$$

$= 900K = 900 - 273 = 627°C$

प्रश्न 3. अन्तरिक्ष में किसी क्षेत्र में प्रति घन सेमी. में औसत केवल 5 अणु है तथा वहाँ का ताप 3K है। इतनी विरल गैस का दाब क्या है? ($R = 1.38 \times 10^{-23}$ जूल/मोल /K)

हल- सूत्र: $PV = nRT$ से $P = \frac{nRT}{V}$

दिया है $V = 1$सेमी.$^3 = 1 \times (10^{-2})^3$ मीटर$^3 = 10^{-6}$मीटर^3,

$T = 3K$, $R = 1.38 \times 10^{-23}$ जूल/मोल K, $n = 5$

उपर्युक्त सूत्र में मान रखने पर

$$P = \frac{5 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 3}{10^{-6}}$$

$= 20.7 \times 10^{-17}$

$= 2.07 \times 10^{-16}$ न्यूटन/मीटर^2। उत्तर

प्रश्न 4. किसी गैस का ताप -68°C है। इसे किस ताप तक गर्म करें जिससे (1) गैस के अणुओं की माध्य गतिज ऊर्जा पहले से दुगुनी हो जाये? (2) अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग पहले से दुगुनी हो जाये?

हल- (1) सूत्र : $E = \frac{3}{2}kT$ से

$E \propto T$

या $$\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$T_1 = 273 - 68 = 205K$

दिया है: $E_2 = 2E_1$

$$\frac{E_1}{2E_1} = \frac{205}{T_2}$$

$T_1 = 410K = 410 - 273° = 137°C$

$$\frac{E_1}{2E_1} = \frac{205}{T_2}$$

या $T_2 = 410K - 410 - 273° = 137°C$

उत्त

@mpboardofficialyt

∴ सूत्र $\bar{c}^2 = \frac{3RT}{M}$ से

$$\bar{c} \propto \sqrt{T} \text{ या } \frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

दिया है : $\bar{c}_2 = 2\bar{c}_1$, $T_1 = 205K$

$$\frac{\bar{c}_1}{2\bar{c}_1} = \sqrt{\frac{205}{T_2}}$$

या $$\frac{1}{2} = \sqrt{\frac{205}{T_2}} \text{ या } \frac{205}{T_2} = \frac{1}{4}$$

या $T_2 = 820K = (820 - 273)°C = 547°C$ **उत्तर**

प्रश्न 5. एक बर्तन में 30° पर हीलियम तथा हाइड्रोजन गैसों का मिश्रण भरा है इस ताप पर इन गैसों के अणुओं के वर्ग-माध्य मूल वेगों की तुलना कीजिए।

हल- सूत्र $\bar{c}^2 = \frac{3RT}{M}$ से या $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

R या T नियतांक है। अतः $\bar{c} \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

या $$\frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

हीलियम का अणुभार $M_1 = 4$ और हाइड्रोजन का अणुभार $M_2 = 2$

सूत्र में मान रखने पर,

$$\frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \sqrt{\frac{2}{4}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$\bar{c}_1 : \bar{c}_2 = 1 : \sqrt{2}$ **उत्तर**

प्रश्न 6. किसी गैस का परम ताप चार गुना कर देने पर अणुओं का वर्ग माध्य-मूल वेग कितने गुना हो जायेगा? उसकी गतिज ऊर्जा और दाब कितने-कितने गुने हो जाएंगे?

हल- सूत्र $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ में R व M नियतांक है।

$$\bar{c} \propto \sqrt{T}$$

$\Rightarrow$ $$\frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$\Rightarrow$ $T_2 = 4T_1$

दिया है $$\frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \sqrt{\frac{T_1}{4T_1}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$$

$$\bar{c}_2 = 2\bar{c}_1$$

अर्थात् वर्ग माध्य मूल वेग दुगुना हो जायेगा। **उत्तर**

सूत्र $$E = \frac{3}{2}kT \text{ से,}$$

$$E \propto T \text{ या } \frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$T_2 = 4T_1$ रखने पर

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{4T_1} = \frac{1}{4}$$

$$E_2 = 4E_1$$

अतः गतिज ऊर्जा चार गुनी हो जायेगी।

सूत्र: $P \propto T$ से

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

$T_2 = 4T_1$ रखने पर $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{4T_1} = \frac{1}{4}$

या $P_2 = 4P_1$

अतः दाब चार गुना हो जायेगा। **उत्तर**

प्रश्न 7. किसी गैस के ताप को 77°C से 227°C करने में उसके अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा?

हल- दिया है $T_1 = (273 + 77)K = 350K$ तथा $T_2 = (273 + 227)K = 500K$

सूत्र $E \propto T$ से

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{500} = \frac{7}{10}$$

$E_1 : E_2 = 7 : 10$ **उत्तर**

प्रश्न 8. एक बर्तन A का आयतन दूसरे बर्तन B के आयतन से दुगुना है तथा दोनों में एक ही गैस भरी है। यदि बर्तन A की गैस बर्तन B की गैस के सापेक्ष दुगुने ताप व दुगुने दाब पर है, तो A व B में गैस के अणुओं में क्या अनुपात होगा?

हल- सूत्र $PV = nRT$ से

$$\frac{PV}{nT} = R = \text{एक नियतांक}$$

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

$\Rightarrow$ $$\frac{2P_2\,2V_2}{n_1\,2T_2} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

@mpboardofficialyt

$$\Rightarrow \quad \frac{2}{n_1} = \frac{1}{n_2}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{1}$$

$n_1 : n_2 = 2:1$ उत्तर

प्रश्न 9. (1) किसी गैस के निश्चित ताप पर उसका आयतन आधा कर दिया जो अणुओं के औसत वर्ग-माध्य-मूल वेग पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

(2) यदि गैस का आयतन तथा ताप स्थिर रखते हुए गैस के अणुओं की संख्या बढ़ा दी जाये तो गैस के वर्ग-माध्य-मूल वेग पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

(3) 1.5 लीटर धारिता के एक बर्तन में हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन गैसों का मिश्रण भरा है। दोनों गैसों की औसत गतिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा?

हल- (1) $\bar{c} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ में R व M नियतांक हैं।

$$\bar{c} \propto \sqrt{T}$$

अतः आयतन आधा कर देने पर ताप नियत रहने के कारण वर्ग-माध्य-मूल वेग पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा अर्थात् वेग समान रहेगा। उत्तर

(2) $\bar{c}^2 \propto \sqrt{T}$

ताप नियत रहने के कारण वर्ग-माध्य मूल वेग नियत रहेगा।

(3) चूंकि $E = \frac{3}{2}kT$ है

$$E \propto T$$

या $\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1}{T_2}$

ताप समान होने के कारण $T_1 = T_2$

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

या $E_1 : E_2 = 1:1$ उत्तर

प्रश्न 10. ऑक्सीजन के अणुओं के आयतन और STP पर इनके द्वारा घेरे गए कुल आयतन का अनुपात ज्ञात कीजिए। ऑक्सीजन के एक अणु का व्यास 3A लीजिए।

हल- STP पर ऑक्सीजन के एक मोल का आयतन

= 22.4 लीटर

$$= \frac{22.4}{1000} m^3 = 334 \times 10^{-1} m^3$$

ऑक्सीजन के अणु की त्रिज्या $r = \frac{3}{2}A$

$$= 1.5 \times 10^{-10} m$$

ऑक्सीजन के एक मोल में अणु का आयतन

$$= \frac{4}{3}\pi r^3 \times N$$

$$= \frac{4}{3} \times 3.14 \times (1.5 \times 10^{-10})^3 \times 6.023 \times 10^{23}$$

वास्तविक आयतन एवं मोलर आयतन का अनुपात

$$= \frac{1.3 \times 3.14 \times (1.5 \times 10^{-10})^3 \times 6.023 \times 10^{23}}{22.4 \times 10^{-3}}$$

$= 3.7 \times 10^{-4}$ उत्तर

प्रश्न 11. मोलर आयतन, STP पर किसी आदर्श गैस के एक मोल द्वारा घेरा गया आयतन है। (STP : 1 atm दाब 0°C) दर्शाइये कि यह 22.4 लीटर है।

हल- आदर्श गैस के एक मोल के लिए

$$PV = RT$$

$$V = \frac{RT}{P}$$

परन्तु $T = 0°C + 273 = 273K$

P = एक वायुमंडलीय दाब $= 1.01 \times 10^5 N/m^2$

$R = 8.31 Jmol^{-1}K^{-1}$

$$\therefore V = \frac{8.31 \times 273}{1.01 \times 10^5}$$

$= 0.0224 m^3 = 22.4$ लीटर सिद्ध हुआ

प्रश्न 12. वायु का एक बुलबुला, जिसका आयतन $1.0 cm^3$ है, 40m गहरी झील की तली से जहाँ ताप 12°C है, ऊपर उठकर पृष्ठ पर आता है जहाँ ताप 35°C है। अब इसका आयतन क्या होगा?

हल- झील की तली पर दाब, आयतन व ताप क्रमशः P_1, V_1 व T_1 है।

P_1 = वायुमण्डलीय दाब + 40m जल स्तंभ द्वारा आरोपित दाब

$$P_1 = 1.01 \times 10^5 + 4 \times 1000 \times 9.8$$

$$= 4.9 \times 10^5 Pa$$

$$V_1 = 1 \times 10^{-6} m^3$$

$$T_1 = 12 + 273 = 285 K$$

झील के पृष्ठ पर दाब आयतन एवं ताप क्रमशः P_2, V_2 एवं T_2 है।

P_2 = वायुमण्डलीय दाब $= 1.01 \times 10^5 N/m$

@mpboardofficialyt

$V_2 = ?$
$T_2 = 34 + 273 = 308K$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2T_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}$$

$$V_2 = \frac{4.9\times10^5\times10^{-6}\times308}{1.01\times10^5\times285}$$

$$V_2 = 5.3\times10^{-6}\times m^3$$ उत्तर

प्रश्न 13. किस ताप पर ऑर्गन गैस सिलिंडर में अणुओं की V_{rms} -20°C पर हीलियम गैस परमाणुओं की V_{rms} के बराबर होगी। (Ar का परमाणु द्रव्यमान = 39.9u एवं हीलियम का परमाणु द्रव्यमान = 4.0u)

हल- आर्गन गैस के लिए

आर्गन परमाणु का द्रव्यमान $m_1 = 39.9\times1.6\times10^{-}$ kg

ताप $T_1 = ?$

$$V_{(rms)} = \sqrt{\frac{3kT_1}{m_1}}$$

(k = बोल्ट्जमेन नियतांक $1.38\times10^{-23}JK^{-1}$)

हीलियम परमाणु के लिए

$m_2 = 4\times1.6\times10^{-27}$kg.

तथा $T_2 = -20 + 273 = 253K$

$$V_{(rms)} = \sqrt{\frac{3kT_2}{m_2}}$$

$\because V_{1(rms)} = V_{2(rms)}$

$$\sqrt{\frac{3kT_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{3kT_2}{m_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{3kT_1}{m_1} = \frac{3kT_2}{m_2}$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{m_1}{m_2}\times T2$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{39.9\times1.6\times10^{-27}}{4\times1.6\times10^{-27}}\times253$$

$$\Rightarrow T_1 = 2523.675K$$

$$\Rightarrow T_1 = 2.523\times10^3K$$

प्रश्न 14. एक कमरे में, जिसकी धारिता $25.0m^3$ है, 27°C ताप 1 atm दाब पर, वायु के कुल अणुओं (जिनमें नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, जलवाष्प और अन्य सभी अवयवों के कण सम्मिलित है) की संख्या ज्ञात कीजिए।

हल- प्रश्नानुसार, V = 25 मी.^{3}, T = 27°C = 27 + 273 = 300K,

P = 1 वायुमण्डलीय दाब = 1.013×10^5 न्यूटन/मी.^{2}

समीकरण PV = nKT से $n = \frac{PV}{KT}$

K = बोल्ट्जमेन नियतांक

$$= \frac{1.01\times10^5\times25}{1.38\times10^{-23}\times300}$$

$$= 6.11\times10^{26}$$ अणु उत्तर

प्रश्न 15. किसी गुब्बारे में 7°C पर 5.0g हीलियम गैस भरी है। परिकलित कीजिए-

(अ) गुब्बारे में हीलियम परमाणुओं की संख्या

(ब) निकाय की कुछ आंतरिक ऊर्जा

हल- T = 7°C + 273 = 280K

n = 5

$N_a = 6.023\times10^{23}$ (अवोगेड्रो संख्या)

(अ) 5 मोल He में परमाणुओं की संख्या

$= 5\times6.023\times10^{23}$

$= 3.0115\times10^{23}$ He परमाणु कण

(ब) कुल ऊर्जा = $\frac{3}{2}K_BT$, एक परमाणुक f = 3

$$K_B = \frac{R}{N_a} = \frac{8.314}{6.023\times10^{23}}$$

$K_B = 1.38\times10^{-23}$

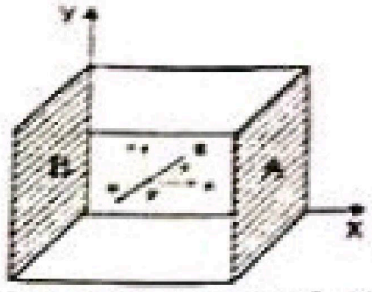
$$T_E = \frac{3}{2}\times1.38\times10^{-23}\times280\times3.0115\times10^{23}$$

$= 1.74\times10^4$ जूल उत्तर

प्रश्न 16. अणुगति सिद्धान्त के आधार पर आदर्श गैस के लिए दाब का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- मानलो एक घनाकार खोखला बर्तन है जिसकी प्रत्येक कोर की लम्बाई l है। इस बर्तन में एक आदर्श गैस भरी है जिसके प्रत्येक अणु का द्रव्यमान m है।

@mpboardofficialyt



मानलो कोई अणु PK दिशा में c वेग से गति कर रहा है। इस वेग को तीन घटकों u, v और w जो क्रमशः X-अक्ष, Y-अक्ष और Z अक्ष के समान्तर है, में वियोजित किया जा सकता है।

इस प्रकार, $C^2 = u^2 + v^2 + w^2$

माना कि बर्तन के दो फलक A और B, x-अक्ष के लम्बवत् है। यदि यह अणु फलक A पर u वेग से टकराता है, तो टक्कर पूर्णतः प्रत्यास्थ होने के कारण यह (-u) वेग से वापस लौट जाएगा।

टक्कर के पहले अणु का संवेग = mu

तथा टक्कर के पश्चात् अणु का संवेग = -mu

अतः टक्कर के कारण अणु के संवेग में परिवर्तन = $mu - (-mu) = 2mu$

यह अणु A से B तक पहुँचने तथा B से A तक पुनः वापस आने में 2l दूरी तय करेगा।

अणुओं की 2l दूरी तक करने में लगा समय $\frac{2l}{u}$ (समय=दूरी/वेग)

स्पष्ट है कि 2l दूरी तय करने के पश्चात् अर्थात् $\frac{2l}{u}$ समय के पश्चात् वही अणु पुनः फलक A पर टकरायेगा।

अतः प्रति सेकण्ड फलक A पर टक्करों की संख्या

$$= \frac{u}{2l}$$

अतः प्रति सेकण्ड अणु द्वारा दीवार को प्रदान किया गया संवेग

$$= 2mu \times \frac{u}{2l} = \frac{mu^2}{l}$$

(अर्थात् फलक A पर संवेग परिवर्तन की दर)

परन्तु न्यूटन के गति के द्वितीय नियमानुसार, संवेग परिवर्तन की दर अणु द्वारा उस फलक पर आरोपित बल के बराबर होगी।

अतः अणु द्वारा फलक A पर आरोपित बल = $\frac{mu^2}{l}$

परन्तु, दाब = बल/क्षेत्रफल

अतः अणु द्वारा फलक A पर आरोपित बल

$$= \frac{mu^2 / l}{l^2} = \frac{mu^2}{l^3}$$

मानलो गैस के अणुओं की संख्या N है तथा X-अक्ष की दिशा में इनके वेगों के घटक क्रमशः $u_1, u_2, u_3 \ldots u_n$ है।

अतः सम्पूर्ण अणुओं द्वारा फलक A पर आरोपित दाब

$$P_x = \frac{mu^2}{l^3} + \frac{mu_2^2}{l^3} + \frac{mu_3^2}{l^3} + \ldots + \frac{mu_n^2}{l^3}$$

या $$P_x = \frac{m}{l^3}(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \ldots u_n^2)$$

या $$P_x = \frac{m}{V}(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \ldots u_n^2)$$

जहाँ $V = l^3$ = बर्तन का आयतन (गैस का आयतन)।

इसी तरह Y-अक्ष के लम्बवत् किसी फलक पर गैस के अणुओं द्वारा आरोपित दाब,

$$P_y = \frac{m}{V}(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \ldots v_n^2)$$

जहाँ $v_1, v_2, v_3 \ldots v_n$ गैस के अणुओं के वेगों के Y-अक्ष की दिशा में घटक है।

इसी प्रकार Z-अक्ष के लम्बवत् किसी फलक पर गैस के अणुओं द्वारा आरोपित दाब

$$P_Z = \frac{m}{V}(w_1^2 - w_2^2 + w_3^2 + \ldots w_n^2)$$

जहाँ $w_1, w_2, w_3 \ldots w_n$ गैस के अणुओं के वर्गों के Z-अक्ष की दिशा में घटक है। परन्तु गैस द्वारा सभी दिशाओं में आरोपित दाब समान होता है।

$$P_x = P_y = P_z = P \text{ (मानलो)}$$

अतः $$P = \frac{P_x + P_y + P_z}{3}$$

या $$P = \frac{m}{V}(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \ldots u_n^2)$$

$$+ \frac{m}{3V}(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \ldots v_n^2) +$$

$$\frac{m}{3V}(w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + \ldots w_n^2)$$

@mpboardofficialyt

$P = \frac{m}{3V}[(u_1^2 + v_1^2 + w_1^2) + (u_2^2 + v_2^2 + w_2^2) +$
$(u_3^2 + v_3^2 + w_3^2) + \ldots + (u_n^2 + v_n^2 + w_n^2)]$

$u_1^2 + v_1^2 + w_1^2 = c_1^2, u_2^2 + v_2^2 + w_2^2 = \ldots$

$u_n^2 + v_n^2 + w_n^2 = c_n^2$

$\bar{c}^2 = \frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 \ldots + c_n^2}{N}$ ...(1)

$\bar{c} = \sqrt{\frac{c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \ldots c_n^2}{N}}$

$N\bar{c}^2 = c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 \ldots + c_n^2$

$\bar{c}$ अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल वेग है।

(1) में रखने पर।

$P = \frac{mN\bar{c}^2}{3V}$ यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 17. वायु का एक बुलबुला जिसका आयतन ... सेमी.^{3} है। 40m गहरी झील की तली से जहां ताप 12°C है, ऊपर उठकर पृष्ठ आता है, जहां ताप ...°C है। अब इसका आयतन क्या होगा?

उत्तर- देखिए आंकिक प्रश्न क्र. 12. □

अध्याय-14 दोलन

वस्तुनिष्ठ प्रश्नोत्तर

प्रश्न 1. सही विकल्प का चयन कीजिए-

(1) नीचे दिए गए उदाहरणों में कौन आवर्ती गति को निरूपित करता है-

1. किसी तैराक द्वारा नदी के एक तट से दूसरे तट तक जाना और अपनी एक यात्रा पूरी करना।
2. किसी स्वतंत्रतापूर्वक लटकाए गए दंड चुम्बक को उसकी N-S दिशा से विस्थापित कर छोड़ देना।
3. किसी द्रव्यमान केन्द्र के परितः घूर्णी गति करता कोई हाइड्रोजन अणु।
4. किसी कमान से छोड़ा गया तीर।

(a) केवल (1) (b) केवल (2)
(c) (2) एवं (3) दोनों (d) (3) एवं (4) दोनों

(2) निम्न में से कौन सरल आवर्त गति के समीकरण को व्यक्त नहीं करता-

(a) $Y = R\sin(wt + \theta)$ (b) $Y = R\cos(wt + \theta)$
(c) $Y = R\sin wt + b\cos wt$ (d) $Y = e^{\sin wt}$

(3) सरल आवर्त गति करते कण का अधिकतम विस्थापन की स्थिति में त्वरण होता है-

(a) अधिकतम (b) न्यूनतम
(c) न अधिकतम न न्यूनतम (d) शून्य

(4) सरल आवर्त गति में क्या स्थिर रहता है-

(a) गतिज ऊर्जा (b) स्थितिज ऊर्जा
(c) प्रत्यानयन बल (d) आवर्तकाल

(5) यदि एक सरल लोलक मुक्त रूप से गुरुत्वाकर्षण बल के अंतर्गत नीचे गिर रहा है तो उसका आवर्तकाल होगा-

(a) $2\pi\sqrt{l/g}$ (b) $2\pi\sqrt{g}$
(c) शून्य (d) अनन्त

(6) सरल आवर्त गति करते कण की स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है-

(a) साम्य स्थिति में
(b) अधिकतम विस्थापन की स्थिति में
(c) आधे विस्थापन पर
(d) एक चौथाई विस्थापन पर

उत्तर- (1) (c) (2) (c) (3) (a) (4) (d) (5) (d) (6) (a).

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) एक लड़का झूले पर बैठकर झूल रहा यदि वह खड़ा हो जाये तो झूलने का दोलनकाल .... जायेगा।

(2) किसी पेण्डुलम के बॉब को स्टील से परिवर्तित कर ऐलुमिनियम का कर दिया जाये तो उसका आवर्तकाल .... जायेगा/रहेगा।

(3) पृथ्वी पर सेकंड लोलक की लम्बाई .... से.मी. होती है।

(4) पृथ्वी के व्यास के अनुदिश बनाई गयी सुरंग में छोड़े गए पत्थर की गति .... होती है।

उत्तर- (1) घट (2) अपरिवर्तित (3) 99.4 सेमी. (4) स.आ.ग.।

प्रश्न 3. एक शब्द/वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) सरल आवर्त गति किस राशि के संरक्षण के नियम का पालन करती है।

(2) सरल आवर्त गति करते कण के विस्थापन एवं त्वरण के मध्य कलान्तर कितना होता है।

(3) सरल लोलक को खान में ले जाने पर उसके आवर्तकाल पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

(4) सरल लोलक की प्रभावी लम्बाई गोलक के केन्द्र तक क्यों मापते है?

@mpboardofficialyt

(5) स्प्रिंग का बल नियतांक किसे कहते हैं?

उत्तर- (1) घर्षण बल (2) 180° (3) आवर्तकाल घटेगा (4) लोलक का गुरुत्व केन्द्र उसके केन्द्र पर होता है इसलिए सरल लोलक की प्रभावी लम्बाई लोलक के केन्द्र तक मानते हैं। (5) किसी स्प्रिंग की लम्बाई में एकांक परिवर्तन के लिए आवश्यक प्रत्यानयन बल को स्प्रिंग का बल नियतांक कहते हैं।

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. सरल आवर्त गति का विस्थापन समीकरण लिखिए।

उत्तर- सरल आवर्त गति का विस्थापन समीकरण

$y = a \sin \omega t$

जहाँ y = विस्थापन, a = आयाम

प्रश्न 2. स.आ.ग. करते कण के वेग तथा त्वरण का व्यंजक लिखिए।

उत्तर. स.आ.ग. करते कण का वेग $v = \omega\sqrt{a^2 - y^2}$

एवं त्वरण $\alpha = -\omega^2 y$

प्रश्न 3. आवृत्ति एवं आवर्तकाल में संबंध लिखिए।

उत्तर- दोलन करते कण का आवर्तकाल T व आवृत्ति n है तो

आवृत्ति $n = \frac{1}{T}$ आवर्तकाल

प्रश्न 4. दोलन गति के कण के अधिकतम विस्थापन को क्या कहते हैं?

उत्तर- दोलन गति में कण के अधिकतम विस्थापन को आयाम कहते हैं।

प्रश्न 5. कोणीय आवृत्ति एवं आवर्तकाल में संबंध बताइए।

उत्तर- कोणीय आवृत्ति $(\omega) = \frac{2\pi}{T}$ (आवर्तकाल)

प्रश्न 6. सरल लोलक क्या होता है?

उत्तर- वह युक्ति जिसमें एक भारी बिन्दुवत् द्रव्यमान (भारी लोलक) को एक भार रहित पूर्णतः लचीले एवं लम्बाई में न बढ़ने वाले धागे से बाँधकर एक दृढ़ तथा घर्षणहीन आधार से लटका दिया जाता है, सरल लोलक कहलाता है।

प्रश्न 7. लोलक वाली घड़ियाँ गर्मियों में सुस्त क्यों हो जाती हैं?

उत्तर- गर्मी के दिनों में लोलक वाली घड़ी के लोलक की लम्बाई ऊष्मीय प्रसार के कारण बढ़ जाती है, फलस्वरूप घड़ी सुस्त हो जाती है।

प्रश्न 8. सरल लोलक की लम्बाई 4% बढ़ाने पर उसके आवर्तकाल में क्या परिवर्तन होगा?

उत्तर- सरल लोलक की लम्बाई 4% बढ़ाने पर उसका आवर्तकाल 2% बढ़ जाएगा।

प्रश्न 9. सेकण्ड लोलक से क्या तात्पर्य है?

उत्तर- वह लोलक जिसका आवर्तकाल दो सेकण्ड होता है उसे सेकण्ड लोलक कहते हैं।

प्रश्न 10. वायु में सरल लोलक के दोलन किस प्रकार के दोलन होते हैं?

उत्तर- T बढ़ता है और A घटता है।

प्रश्न 11. सरल आवर्त गति के आवश्यक प्रतिबंध लिखिए।

उत्तर- प्रतिबंध- (1) गति आवर्त होनी चाहिए।
(2) माध्य स्थिति के दोनों ओर सरल रेखा में गति होना चाहिए।
(3) प्रत्यानयन बल होना चाहिए।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 12. तार वाले वाद्य यन्त्र में प्रधान तार के साथ अन्य तार क्यों लगाए जाते हैं?

उत्तर- तार वाले वाद्य यंत्र में स्वर की तीव्रता बढ़ाने के लिए प्रधान तार के साथ अन्य तार लगाए जाते हैं।

प्रश्न 13. क्या किसी कृत्रिम उपग्रह पर लोलक घड़ी प्रयुक्त की जा सकती है?

उत्तर- नहीं, क्योंकि उपग्रह के अन्दर प्रत्येक वस्तु भारहीनता की स्थिति में होती है अर्थात् g = 0 होता है। अतः T = ∞ होगा अर्थात् लोलक दोलन नहीं करेगा यही कारण है कि उपग्रह के अन्दर लोलक के स्थान पर स्प्रिंग वाली घड़ी का उपयोग किया जाता है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. आवर्ती गति व दोलनी गति को उदाहरण सहित परिभाषित कीजिए।

उत्तर- आवर्ती गति- यदि कोई वस्तु एक निश्चित समय के बाद एक निश्चित मार्ग पर बार-बार अपनी गति को दोहराती है तो उसकी यह गति आवर्ती गति कहलाती है।

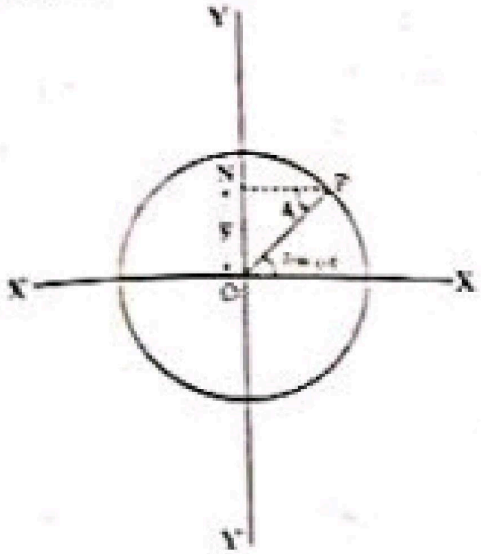
उदाहरण- पृथ्वी की अपनी धुरी के परितः गति।

दोलनी गति- जब कोई वस्तु आवर्ती गति में एक

... किसी निश्चित बिन्दु के इधर-उधर गति करती है तो इस गति को दोलन या कम्पनिक गति कहते हैं। उदाहरण- सरल लोलक की गति।

प्रश्न 2. सरल आवर्त गति करते हुए कण का विस्थापन समीकरण निगमित कीजिये।

उत्तर- माना XY'X'Y' एक वृत्त है जिसका केन्द्र O है तथा त्रिज्या A है।



माना इस वृत्त की परिधि पर एक कण एक समान कोणीय वेग ω से घूम रहा है। माना समय t = 0 पर कण बिन्दु X पर है तथा किसी समय t पर कण बिन्दु P पर है। बिन्दु P से व्यास YOY' पर डाले गये लंब PN का पाद N है। चूँकि कण को बिन्दु X से P तक जाने में t सेकण्ड लगते हैं अतः t सेकण्ड में कण द्वारा घूमा हुआ कोण $\angle POX = \theta$ है।

तब कोणीय वेग = कोणीय विस्थापन/समयान्तराल

या $\omega = \frac{\theta}{t}$

$\therefore \theta = \omega t$

t सेकण्ड में पाद का विस्थापन ON है।

माना कि ON = y है।

तब ΔNPO में $\sin NPO = \frac{ON}{OP}$

परन्तु, $\angle NPO = \angle POX = \theta = \omega t$

$ON = y,\ OP = A$

अतः $\sin\omega t = \frac{y}{A}$

या $y = A\sin\omega t$

प्रश्न 3. सरल आवर्त गति करते हुए कण के वेग व त्वरण का समीकरण निगमित कीजिए।

उत्तर- सरल आवर्त गति करने वाले कण का विस्थापन समीकरण निम्न द्वारा व्यक्त किया जाता है-

$$y = A\sin(\omega t + \phi) \quad ...(1)$$

जहाँ A = आयाम तथा ϕ कण की प्रारंभिक कला है।

चूँकि वेग $V = \frac{dy}{dt}$

अतः समी. (1) का t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$v = \frac{d}{dt}[A\sin(\omega t + \phi)]$$

$$v = A\omega\cos(\omega t + \phi)$$

$$= A\omega\sqrt{1-\sin^2(\omega t + \phi)}$$

$$v = \omega\sqrt{A^2 - y^2} \quad ...(2)$$

त्वरण के लिए- सरल आवर्त गति करने वाले कण के विस्थापन को निम्न समी. द्वारा व्यक्त किया जाता है-

$$y = A\sin(\omega t + \phi)$$

यदि कण का त्वरण α हो तो

$$\alpha = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dy}{dt}\right)$$

$$= \left[\frac{d}{dt}[A\sin(\omega t + \phi)]\right]$$

या $$\alpha = \frac{d}{dt}[A\omega\cos(\omega t + \phi)]$$

$$= A\omega\frac{d}{dt}\cos(\omega t + \phi)$$

या $$\alpha = -A\omega^2\sin(\omega t + \phi)$$

समी. (1) में मान रखने पर

$$\alpha = A\omega^2\frac{y}{A} = \omega^2 y$$

या $$\alpha = y$$

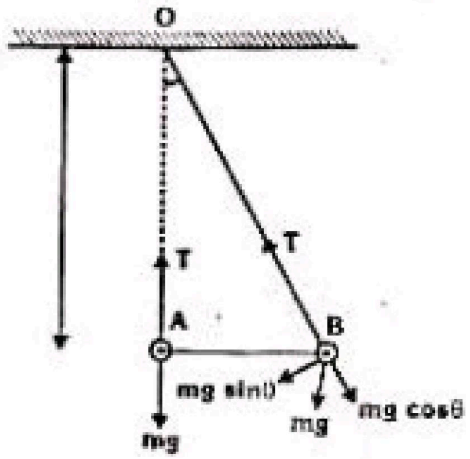
अतः सरल आवर्त गति करने वाले कण का त्वरण उसकी साम्य स्थिति से विस्थापन के अनुक्रमानुपाती होता है। (-)ve चिन्ह दर्शाता है कि त्वरण की दिशा विस्थापन बढ़ने की दिशा के विपरीत अर्थात् साम्य स्थिति की ओर होती है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 4. सरल लोलक किसे कहते हैं? इसके आवर्तकाल का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- सरल लोलक - देखिए अ.ल.उ.प्र. क्र. 6

व्यंजक- चित्र मे एक सरल लोलक प्रदर्शित है। माना लोलक की प्रभावकारी लंबाई l है तथा लोलक का द्रव्यमान m है।



जब लोलक अधिकतम विस्थापित स्थिति B पर है तो उस पर लगने वाले बल हैं-

(1) लोलक का भार mg ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर तथा

(2) डोरी में तनाव T डोरी के अनुदिश लटकन बिन्दु O की ओर।

भार mg को दो घटकों में वियोजित करने पर घटक mgcosθ डोरी के अनुदिश (तनाव T के विपरीत) और घटक mgsinθ डोरी के लम्बवत् (मध्यमान स्थिति की ओर) होगा। घटक mgsinθ ही लोलक को इसकी माध्य स्थिति A पर लाने की चेष्टा करता है, इसे प्रत्यानयन बल कहते हैं।

अत: प्रत्यानयन बल = mgsinθ (माध्य स्थिति A की ओर)

यदि लोलक का आयाम कम है अर्थात् कोण θ छोटा है तो

$$\sin\theta = \frac{x}{l}$$

अत: प्रत्यानयन बल = $mg\theta = mg\frac{x}{l}$

यहाँ x लोलक का विस्थापन (=AB) और l लोलक की प्रभावकारी लंबाई है

लेकिन बल = द्रव्यमान × त्वरण

समी. (1) से, लोलक का त्वरण = $\frac{\text{प्रत्यानयन बल}}{\text{लोलक का द्रव्यमान}}$

$$= \frac{mg\left(\frac{x}{l}\right)}{m} = g\frac{x}{l}$$

अर्थात् त्वरण = $\frac{g}{l}\times$ विस्थापन

$$\frac{\text{विस्थापन}}{\text{त्वरण}} = \frac{l}{g} \quad \text{...(2)}$$

चूँकि लोलक का त्वरण, उसके विस्थापन x के अनुक्रमानुपाती है अत: लोलक की गति सरल आवर्त गति होती है।

सरल लोलक का आवर्तकाल

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{विस्थापन}}{\text{त्वरण}}}$$

∴ समी. (2) से, $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

प्रश्न 5. सरल लोलक के नियम लिखिए।

उत्तर- चूँकि सरल लोलक का आवर्तकाल $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

उपर्युक्त सूत्र से सरल लोलक के निम्नलिखित चार नियम प्राप्त होते हैं-

1. लंबाई का नियम- सरल लोलक का आवर्तकाल उसकी प्रभावकारी लंबाई के वर्गमूल के समानुपाती होता है अर्थात् $T \propto \sqrt{l}$ इस नियम का उपयोग लोलक वाली घड़ियों के सुस्त या तेज हो जाने पर उन्हें ठीक करने के लिए किया जाता है।

2. गुरुत्वीय त्वरण का नियम- सरल लोलक का आवर्तकाल उस स्थान पर गुरुत्वीय त्वरण के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होता है अर्थात् $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ इसीलिए पहाड़ या खान में जाने पर लोलक घड़ी सुस्त हो जाती है।

3. द्रव्यमान का नियम- सरल लोलक का आवर्तकाल लोलक अथवा धागे के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है अत: लोलक भारी या हल्का, यदि उसका गुरुत्व केन्द्र समान रहता है तो उसका आवर्तकाल भी समान रहता है।

4. समकालत्व का नियम- सरल लोलक

@mpboardofficialyt

...आकार, आयाम पर निर्भर नहीं करता है (यदि आयाम ... हो) यही कारण है कि सरल लोलक के प्रयोग में लोलक का कोणीय आयाम कम रखा जाता है।

प्रश्न 6. सरल आवर्त गति करते कण की संपूर्ण ऊर्जा का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर- गतिज ऊर्जा- सरल आवर्त गति करते हुए कण का वेग

$$v = \omega\sqrt{A^2 - y^2}$$

यदि द्रव्यमान m हो तो कण की गतिज ऊर्जा

$$K.E. = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left[\omega\sqrt{A^2 - y^2}\right]^2$$

$$K.E. = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - y^2)$$

स्थितिज ऊर्जा- सरल आवर्त गति में कण में उत्पन्न त्वरण का मान

$$a = -\omega^2 y$$

परन्तु न्यूटन के गति के द्वितीय नियम से,

बल = द्रव्यमान × त्वरण

यदि कण का द्रव्यमान m हो तो कण पर लगने वाला प्रत्यानयन बल

$$f = -ma = -m\omega^2 y$$

चूँकि प्रत्यानयन बल सदैव साम्य स्थिति की ओर दिष्ट होता है अत: कण के विस्थापन को बनाये रखने के लिए प्रत्यानयन बल के बराबर परन्तु विपरीत दिशा में एक बल कण पर लगाना होगा। इस बल का मान साम्य स्थिति पर शून्य है तथा साम्य स्थिति से दूर हटने पर इसका मान बढ़ता जाता है।

अत: कण पर लगा मध्यमान बल

$$F = \frac{0 + m\omega^2 y}{2} = \frac{1}{2}m\omega^2 y$$

अत: कण को y दूरी विस्थापित करने में किया गया कार्य

W = बल × विस्थापन

या $$W = \frac{1}{2}m\omega^2 y \times y = \frac{1}{2}m\omega^2 y^2$$

यही कार्य कण में स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है, अत: कण की स्थितिज ऊर्जा

$$P.E. = \frac{1}{2}m\omega^2 y^2$$

संपूर्ण ऊर्जा- सरल आवर्त गति करते हुए कण की संपूर्ण ऊर्जा

$$E = K.E. + P.E. = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - y^2) + \frac{1}{2}m\omega^2 y^2$$

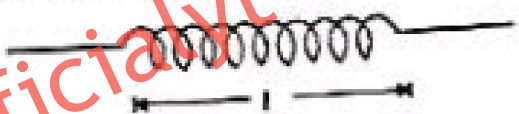
या $$E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

समी. (3) कण की संपूर्ण ऊर्जा का व्यंजक है, चूँकि m, ω, A नियत राशि है अत: E भी नियत होगा।

इस प्रकार सरल आवर्त गति करते हुए कण की यांत्रिक ऊर्जा नियत रहती है।

प्रश्न 7. एक स्प्रिंग जिसका स्प्रिंग नियतांक (K) है, को तीन बराबर भागों में विभाजित कर दिया जाता है, प्रत्येक भाग का स्प्रिंग नियतांक क्या हो जाएगा?

उत्तर-



@mpboardofficialyt

$$l_1 = l_2 = l_3$$

$$l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 1 : 1$$

$$l_1 = l_2 = l_3 = l$$

$$l_1 = l_2 = l_3 = \frac{l}{3}$$

$$F = kx = k_1 l_1 = k_2 l_2 = \text{नियतांक}$$

$$K_{new} \times \left(\frac{l}{3}\right) = Kl$$

$$K_{new} = 3K$$

प्रश्न 8. यदि हम कान के पास एक गिलास रख लें तो हमें गुन-गुन की ध्वनि क्यों सुनाई देती है?

उत्तर- वातावरण की वायु कम्पनों की आवृत्ति बर्तन में भरी वायु की स्वाभाविक आवृत्ति के बराबर हो जाने के कारण बर्तन में भरी वायु के अनुनाद उत्पन्न हो जाता और बर्तन से गुन-गुन की ध्वनि सुनाई देती है।

प्रश्न 9. नीचे दिए गए किसी कण के त्वरण a तथा विस्थापन x के बीच संबंधों में से किससे सरल आवर्त गति संबद्ध है।

(a) $a = 0.7x$ (b) $a = -200x^2$

(c) $a = -10x$ (d) $a = -100x^3$

प्रश्न 2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए-

(1) बहुत कम अन्तर की दो आवृत्तियों की तरंगे एक साथ उत्पन्न की जाती है तो .... उत्पन्न होता है।

(2) व्यतिकरण की घटना में .... संरक्षण का नियम लागू होता है।

(3) ध्वनि तरंगे .... में गमन नहीं कर सकती है।

(4) 0°C ताप तथा सामान्य दाब पर वायु में ध्वनि का वेग .... मीटर/सेकण्ड होता है।

(5) आवर्तकाल के व्युत्क्रम को .... कहते है।

उत्तर- (1) व्यतिकरण (2) ऊर्जा (3) निर्वात (4) 332 (5) आवृत्ति।

प्रश्न 3. एक शब्द/वाक्य में उत्तर दीजिए-

(1) तरंग द्वारा किस भौतिक राशि का संचरण होता है?

(2) अप्रगामी तरंग बनने के लिए आवश्यक प्रतिबन्ध क्या है?

(3) बन्द ऑर्गन पाइप में किस प्रकार के संनादी प्राप्त होते है?

(4) सम संनादी क्या होते है?

उत्तर- (1) ऊर्जा (2) बद्ध माध्यम (3) केवल विषम संनादी (4) वे स्वर जिसकी आवृत्ति, मूल आवृत्ति की सम गुणक होते है

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1. प्रगामी तरंग किसे कहते हैं?

उत्तर- वह तरंग जिसके किसी माध्यम में संचरित होने पर माध्यम के कण सरल आवर्त गति में कम्पन करते है, प्रगामी तरंग कहलाती है।

धनात्मक X-अक्ष की ओर v वेग से संचरित प्रगामी तरंग का विस्थापन समीकरण निम्न है-

$$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

प्रश्न 2. अप्रगामी तरंगें किसे कहते हैं?

उत्तर- जब समान आयाम तथा समान आवृत्ति वाली दो तरंगें माध्यम में एक ही चाल से एक ही रेखा में विपरीत दिशा में गमन करती हैं तो उनके अध्यारोपण के फलस्वरूप परिणामी तरंग समय के साथ आगे नहीं बढ़ती है, इसे अप्रगामी तरंग कहते हैं।

इस प्रकार की तरंग द्वारा माध्यम में ऊर्जा का स्थानान्तरण नहीं होता।

प्रश्न 3. ध्वनि के व्यतिकरण से क्या तात्पर्य है?

उत्तर- जब समान आवृत्ति तथा लगभग समान आयाम की दो ध्वनि तरंग माध्यम में एक ही दिशा में चलती है, तो उनके अध्यारोपण से माध्यम के भिन्न-भिन्न बिन्दुओं पर परिणामी आयाम भिन्न-भिन्न होता है। इस घटना को ध्वनि का व्यतिकरण कहते है।

प्रश्न 4. निस्पन्द और प्रस्पंद से क्या तात्पर्य है?

उत्तर- अप्रगामी तरंग में माध्यम के कुछ बिन्दुओं का कम्पन, आयाम तथा वेग शून्य होता है, इन बिन्दुओं को निस्पन्द कहते है। इसके विपरीत माध्यम के कुछ बिन्दुओं का कम्पन, आयाम तथा वेग अधिकतम होता है, इन बिन्दुओं को प्रस्पन्द कहते है। दो क्रमागत प्रस्पन्दों के बीच की दूरी $\frac{\lambda}{2}$ होती है। जहाँ λ तरंग का तरंगदैर्ध्य है।

प्रश्न 5. डाप्लर प्रभाव क्या है?

उत्तर- डॉप्लर प्रभाव के अनुसार जब ध्वनि स्रोत तथा श्रोता के बीच सापेक्ष गति होती है तो ध्वनि स्रोत की वास्तविक आवृत्ति श्रोता को परावर्तित होती हुई प्रतीत होती है।

प्रश्न 6. किन परिस्थितियों में डाप्लर प्रभाव लागू नहीं होता है?

उत्तर- डॉप्लर प्रभाव लागू होने की सीमा- यह केवल तभी लागू होता है जबकि ध्वनि स्रोत या प्रेक्षक का वेग, ध्वनि के वेग के बराबर या इससे कम होता है।

प्रश्न 7. तरंग किसे कहते हैं?

उत्तर- तरंग का अर्थ होता है-लहर। भौतिकी में तरंग अभिप्राय अधिक व्यापक होता है, जहाँ यह कई प्रकार के कम्पन या दोलन को व्यक्त करता है। इसके अन्तर्गत यांत्रिक, विद्युत चुम्बकीय, ऊष्मीय इत्यादि कई प्रकार की तरंग गति का अध्ययन किया जाता है।

प्रश्न 8. तरंगों के अध्यारोपण का सिद्धांत लिखिए।

उत्तर- इस सिद्धांतानुसार जब दो तरंगे माध्यम के किसी बिन्दु पर एक साथ पहुँचती है तो उस बिन्दु पर परिणामी विस्थापन उन तरंगों के अलग-अलग विस्थापनों का बीजगणितीय योग होता है। यह सिद्धांत बहुत बड़े आयाम की तरंगों पर लागू नहीं होता है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 9. विस्पंदों के कोई दो अनुप्रयोग लिखिये।

उत्तर- (1) किसी स्वरित्र की अज्ञात आवृत्ति ज्ञात करना।
(2) किसी वाद्य यंत्र को समस्वरित करना।
(3) खानों में हानिकारक गैसों का पता लगाना।

प्रश्न 10. एक तनी हुई डोरी में अनुप्रस्थ तरंगों की चाल किन-किन बातों पर निर्भर करती है?

उत्तर- (1) डोरी में तनाव पर
(2) डोरी की एकांक लंबाई के द्रव्यमान पर। यह डोरी की लंबाई पर निर्भर नहीं करता है।

प्रश्न 11. बड़े-बड़े सभागारों के मंच के पीछे की दीवारें वक्राकार क्यों होती है?

उत्तर- क्योंकि ध्वनि परावर्तन के पश्चात् हॉल के सभी कोनों तक पहुँच जाये।

प्रश्न 12. नल के नीचे रखी सुराही के भरने का अनुमान दूर से ही उससे उत्पन्न ध्वनि से हो जाती है। ध्वनि की आवृत्ति में यह परिवर्तन क्यों होता है?

उत्तर- जैसे-जैसे पानी का तल सुराही में ऊपर उठता जाता है, वायु स्तंभ की लंबाई कम होती जाती है जिससे उत्पन्न होने वाली ध्वनि की आवृत्ति बढ़ती जाती है अर्थात आवाज पतली होती जाती है।

प्रश्न 13. ध्वनि ठण्डी हवा की अपेक्षा गर्म हवा में तेजी से संचरित क्यों होती है?

उत्तर- ध्वनि ठण्डी हवा की अपेक्षा, गर्म हवा में तेजी से संचरित होती है, क्योंकि आर्द्र वायु में ध्वनि की चाल शुष्क वायु में ध्वनि की चाल से अधिक होती है।

प्रश्न 14. बाँसुरी एवं वायलिन में मुख्य अन्तर क्या है?

उत्तर- बांसुरी, आर्गन पाइप में वायु स्तंभ के कंपनों पर आधारित वाद्य यंत्र है। जबकि वायलिन तनी डोरियों के कम्पनों पर आधारित वाद्य यन्त्र है।

प्रश्न 15. a आयाम एवं $\frac{\pi}{2}$ कलान्तर की दो तरंगें जिस बिन्दु पर अध्यारोपित होती है, वहाँ परिणामी तीव्रता क्या होगी?

उत्तर- $I \propto a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos\phi$

$a_1 = a_2 = a$, $\phi = \pi/2$ मान रखने पर

परिणामी तीव्रता $I \propto 2a^2$ परिणामी दोनों तरंगों की तीव्रताओं के योग से कम होगी।

विश्लेषणात्मक प्रश्न

प्रश्न 1. अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ तरंगों में अन्तर लिखिये।

उत्तर- अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ तरंगों में अन्तर -

क्र.	अनुप्रस्थ तरंग	अनुदैर्ध्य तरंग
(1)	इसके माध्यम के कण, तरंग गति की दिशा के लम्बवत् कम्पन करते है।	इसमें माध्यम के कण, तरंग गति की दिशा में कम्पन करते है।
(2)	यह तरंग शीर्ष व गर्त के रूप में संचरित होती है।	यह तरंग संपीडन व विरलन के रूप में संचरित होती है।
(3)	ये तरंगे केवल उसी माध्यम में गमन कर सकती है जिसमें दृढ़ता हो।	ये तरंगे उसी माध्यम में गमन कर सकती है जिसमें आयतन प्रत्यास्थता हो।
(4)	शीर्ष पर माध्यम के कणों का विस्थापन धनात्मक व अधिकतम होता है तथा गर्त पर माध्यम के कणों का विस्थापन ऋणात्मक व अधिकतम होता है।	संपीडन की स्थिति पर कणों का वेग अधिकतम एवं धनात्मक होता है तथा विरलन पर माध्यम के कणों का वेग अधिकतम एवं ऋणात्मक होता है।

प्रश्न 2. तरंग वेग, आवृत्ति एवं तरंग दैर्ध्य को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- तरंग वेग- तरंग द्वारा 1 से. में चली गई दूरी उसका तरंग वेग कहलाता है। इसे V से दर्शाते हैं। इसका मात्रक मी./से. है।

आवृत्ति- तरंग संचरण के समय माध्यम के किसी कण द्वारा एक सेकण्ड में किए गए कम्पनों की संख्या तरंग की आवृत्ति कहलाती है इसे n से दर्शाते है। इसका मात्रक कम्पन/से. या हर्ट्ज है।

तरंग दैर्ध्य- तरंग संचरण के समय माध्यम के किसी कण के 1 दोलन में लगे समय में तरंग द्वारा चली गई दूरी तरंग दैर्ध्य कहलाती है। इसे λ (लेम्डा) से दर्शाते हैं।

प्रश्न 3. सिद्ध कीजिए कि खुले आर्गन पाइप में सम एवं विषम दोनों संनादी स्वर उत्पन्न होते हैं।

उत्तर- जब खुले आर्गन पाइप के एक सिरे के पास ध्व स्रोत को रखते हैं तो उसके अन्दर वायु स्तम्भ कम्पन क

@mpboardofficialyt

[illegible] ... खुले सिरों पर प्रस्पन्द ... [illegible] ... अतः अप्रगामी तरंग का समीकरण होगा—

$$y = 2a\cos\frac{2\pi x}{\lambda}\sin\frac{2\pi vt}{\lambda} \quad ...(1)$$

माना खुले ऑर्गन पाइप का एक सिरा $x = 0$ पर तथा दूसरा सिरा $x = l$ पर है जहाँ l पाइप की लम्बाई है। $x = 0$ पर y का मान अधिकतम होगा।

$x = 0$ रखने पर

$$y = 2a\sin\frac{2\pi vt}{\lambda} \quad \text{अधिकतम}$$

तथा $x = l$ रखने पर

$$y = 2a\cos\frac{2\pi l}{\lambda}\sin\frac{2\pi vt}{\lambda}$$

y का मान अधिकतम होने के लिए $\cos\frac{2\pi l}{\lambda}$ अधिकतम होना चाहिए

$$\cos\frac{2\pi l}{\lambda} = 1$$

$$\frac{2\pi l}{\lambda} = k\pi$$

$$\lambda = \frac{2l}{k} \quad ...(2)$$

जहाँ $k = 1, 2, 3, 4$ ... इत्यादि क्रमशः कम्पन की पहली, दूसरी, तीसरी विधियों के लिए है।

कम्पन की पहली विधि- यदि $k = 1$ के संगत वायु स्तम्भ में उत्पन्न तरंग का तरंगदैर्ध्य λ_1 है तो समी. (2) से

$$\lambda_1 = 2l$$

अतः उत्पन्न तरंग की आवृत्ति $n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2l}$

यह सबसे कम आवृत्ति का स्वरक है जो खुले ऑर्गन पाइप से उत्पन्न होता है। इसे मूल स्वरक या प्रथम संनादी कहते हैं।

कम्पन की दूसरी विधि- यदि $k = 2$ के संगत वायु स्तम्भ में उत्पन्न तरंग का तरंगदैर्ध्य λ_2 है तो समी. (2) से

$$\lambda_2 = \frac{2l}{2} = l$$

अतः उत्पन्न तरंग की आवृत्ति $n_2 = \frac{v}{\lambda_2}$

$$n_2 = \frac{v}{l} = \frac{2v}{2l} = 2n_1$$

इस प्रकार इस स्थिति में उत्पन्न तरंग की आवृत्ति, मूल स्वरक की आवृत्ति की दोगुनी होती है। इसे द्वितीय संनादी कहते हैं।

कम्पन की तीसरी विधि- यदि $k = 3$ के संगत वायु स्तम्भ में उत्पन्न तरंग का तरंगदैर्ध्य λ_3 है तो समी. (2) से

$$\lambda_3 = \frac{2l}{3}$$

अतः उत्पन्न तरंग की आवृत्ति $n_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{v}{2l/3}$

$$n_3 = \frac{3v}{2l} = 3n_1$$

इस प्रकार इस स्थिति में उत्पन्न तरंग की आवृत्ति मूल स्वरक की आवृत्ति की तिगुनी होती है। इसे तृतीय संनादी कहते हैं।

अतः स्पष्ट है कि खुले ऑर्गन पाइप में सम व विषम दोनों संनादी उत्पन्न होते हैं।

प्रश्न 4. क्या कारण है कि खुले पाइप का स्वर बंद पाइप के स्वर की अपेक्षा अधिक मधुर होता है?

उत्तर- क्योंकि खुले ऑर्गन पाइप में सम तथा विषम दोनों संनादी उत्पन्न होते हैं। इसलिए खुले ऑर्गन पाइप से उत्पन्न ध्वनि, बन्द ऑर्गन पाइप की अपेक्षा अधिक मधुर होती है।

@mpboardofficialyt

प्रश्न 5. सूत्र $V = \sqrt{\frac{\gamma P}{d}}$ का उपयोग करके स्पष्ट कीजिए कि वायु में ध्वनि की चाल क्यों-
(अ) दाब पर निर्भर नहीं करती।
(ब) ताप के साथ बढ़ जाती है।
(स) आर्द्रता के साथ बढ़ जाती है।

उत्तर- (अ) प्रश्नानुसार $V = \sqrt{\frac{\gamma P}{d}}$ ...(1)

आदर्श गैस समीकरण से, $PV = RT$

$$\frac{PM}{d} = RT$$

या $$\frac{P}{d} = \frac{RT}{M}$$ ...(2)

समी. (1) में मान रखने पर $V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ ...(3)

यह समी. दाब P पर निर्भर नहीं करता।

(ब) समी. (2) से स्पष्ट है कि $V \propto \sqrt{T}$ अत: तापमान बढ़ने पर ध्वनि की चाल भी बढ़ती है।

(स) हम जानते हैं कि आर्द्र वायु का घनत्व, शुष्क वायु के घनत्व से कम होता है समी. (1) से $V \propto \sqrt{\frac{1}{d}}$ अर्थात् घनत्व में कमी होने पर ध्वनि की चाल बढ़ती है।

प्रश्न 6. कोई चमगादड़ वायु में 1000 किलो हर्ट्ज आवृत्ति की पराश्रव्य ध्वनि उत्सर्जित करता है। यदि ध्वनि जल के पृष्ठ से टकराती है, तो-
(अ) परावर्तित ध्वनि
(ब) पारगमित ध्वनि की तरंग दैर्ध्य ज्ञात कीजिए। वायु तथा जल में ध्वनि की चाल क्रमश: 340 मीटर/सेकण्ड एवं 1486 मीटर/सेकण्ड है।

हल- दिया है, आवृत्ति υ = 1000 किलो हर्ट्ज = 10^6 हर्ट्ज

वायु में ध्वनि का वेग v_a = 340 मीटर/सेकण्ड

पानी में ध्वनि का वेग v_w = 1486 मीटर/सेकण्ड

(अ) परावर्तित तरंगों के लिए माध्यम वायु ही होगा, अत: सूत्र $v = \upsilon\lambda$ के अनुसार

$$\lambda_a = \frac{v_a}{\upsilon} = \frac{340}{10^6} = 3.4\times10^{-4} \text{ मीटर}$$

(ब) जल में संचरित ध्वनि तरंगों के लिए सूत्र $v = \upsilon\lambda$ के अनुसार

$$\lambda_w = \frac{v_w}{\upsilon}$$

(माध्यम परिवर्तन से आवृत्ति नियत बना रहता है।)

$$\lambda_w = \frac{1486}{10^6} = 1.486\times10^{-3} \text{ मीटर}$$

$$= 1.49\times10^{-3} \text{ मीटर}$$

प्रश्न 7. एक तनी हुई डोरी में अनुप्रस्थ तरंग की चाल का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर- किसी तनी हुई डोरी में अनुप्रस्थ तरंग की चाल v डोरी में तनाव T, डोरी की प्रति एकांकी लम्बाई के द्रव्यमान m पर निर्भर करती है, अर्थात् $V \propto T^a m^b$

या $$V = kT^a m^b$$ ....(1)

जहाँ a और b विमाएँ तथा k एक आनुपातिक नियतांक है।

v की विमाएँ = $[M^0LT^{-1}]$

T (बल) की विमाएँ = $[MLT^{-2}]$

m की विमाएँ = $[ML^{-1}]$

समीकरण (1) को विमीय समीकरण के रूप में लिखने पर

$$[M^0LT^{-1}] = [MLT^{-2}]^a [ML^{-1}]^b$$

$$[M^0LT^{-1}] = [M^{a+b}L^{a-b}T^{-2a}]$$

अर्थात् दोनों पक्षों की विमाओं की तुलना करने पर

$$a + b = 0 \text{ या } a = -b$$

$$-2a = -1 \text{ या } a = \frac{1}{2} \Rightarrow b = \frac{-1}{2}$$

समीकरण (1) में a और b के मान रखने पर

$$V = K T^{1/2} m^{1/2} = K\left(\frac{T}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \sqrt{\frac{T}{m}}$$ ...(2)

K का मान इस विधि से नहीं किया जा सकता है, K का यथार्थ मान 1 है। अत: समीकरण (2) से

$$V = \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$m = \pi r^2 d$ एवं $\frac{T}{\pi r^2} = S$ (प्रतिबल)

$$V = \sqrt{\frac{S}{d}}$$ शब्दों में अनुप्रस्थ तरंगों की चा

$$= \sqrt{\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{घनत्व}}}$$

@mpboardofficialyt

प्रश्न 8. 100 सेमी. लंबी तनी हुई डोरी में उत्पन्न मूल स्वर की आवृत्ति 200 कम्पन/सेकण्ड है। यदि डोरी की लम्बाई 80 सेमी. कर दी जाये तथा तनाव चार गुना कर दिया जाये तो नई आवृत्ति क्या होगी?

हल- प्रश्नानुसार, $l_1 = 100$ सेमी., $n_1 = 200$ कम्पन/सेकण्ड

$l_2 = 80$ सेमी., $T_2 = 4T_1, n_2 = ?$

प्रथम स्थिति में $n_1 = \frac{1}{2l_1}\sqrt{\frac{T_1}{m}}$ तथा द्वितीय स्थिति में

$$n_2 = \frac{1}{2l_2}\sqrt{\frac{T_2}{m}}$$

अतः $\frac{n_2}{n_1} = \frac{l_1}{l_2}\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

या $\frac{n_2}{200} = \frac{100}{80}\sqrt{\frac{4T_1}{T_1}}$

या $n_2 = \frac{200\times100\times2}{80} = 500$ कम्पन/सेकण्ड उत्तर

प्रश्न 9. आँख न होने पर भी चमगादड़ अवरोधकों की दिशा, प्रकृति तथा आकार सुनिश्चित कर लेते हैं क्यों?

उत्तर- चमगादड़ पराश्रव्य तरंगें (Ultrasonic waves) उत्पन्न करते हैं जो अवरोध से परावर्तित होकर अपने पद पर वापस लौटती हैं जिन्हें चमगादड़ सुनता है, ये प्राप्त तरंगें ही चमगादड़ को अवरोध की दिशा, प्रकृति तथा आकार सुनिश्चित करने में मदद करती है।

प्रश्न 10. किसी अस्पताल में ऊतकों में ट्यूमरों का पता लगाने के लिए पराश्रव्य स्केनर का प्रयोग किया जाता है। उस ऊतक में ध्वनि में तरंग दैर्ध्य कितनी है जिसमें ध्वनि की चाल 1.7 किमी./से. है? स्केनर की प्रचालन आवृत्ति 4.2 मेगा हर्ट्ज है।

हल- प्रश्नानुसार, $n = 4.2$ मेगा हर्ट्ज $= 4.2\times 10^6$ हर्ट्ज

$V = 1.7$ किमी./से. $= 1.7 \times 10^3$ मी./से.

$$\lambda = \frac{V}{n} = \frac{1.7\times10^3}{4.2\times10^6} = 4.04\times10^{-4} \text{ मीटर}$$

उत्तर

प्रश्न 11. यदि किसी सरल आवर्त गति का विस्थापन समीकरण $x = a\cos\omega t$ हो तो इसका वेग एवं त्वरण फलन ज्ञात कीजिए।

उत्तर- सरल आवर्त गति कर रहे कण का किसी क्षण t पर विस्थापन

$$x = a\cos\omega t$$

कण का वेग

$$u = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}a\cos\omega t \quad ...(1)$$

$$u = -a\omega\sin\omega t$$

$$u = a\omega\sqrt{1-\cos^2\omega t}$$

$$= -a\omega\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}$$

$$= -a\omega\sqrt{\frac{a^2-x^2}{a^2}}$$

$$u = -\omega\sqrt{a^2-x^2}$$

एवं कण का त्वरण

$$a = \frac{du}{dt} = \frac{d}{dt}(-a\omega\sin\omega t)$$

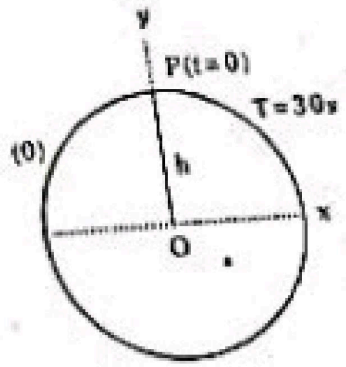
$$= -a\omega\frac{d}{dt}\sin\omega t$$

$$= a\omega \times \omega\cos\omega t$$

$$a = \omega^2 x \; (x = a\cos\omega t)$$

प्रश्न 12. दिये चित्र में एक वर्तुल गति दर्शायी गई है। इस चित्र पर वृत्त की त्रिज्या, घूर्णन का आवर्तकाल, आरंभिक स्थिति तथा घूर्णन की दिशा अंकित की गई है। घूर्णी कण P की त्रिज्या सदिश के x- प्रक्षेप की सरल आवर्त गति का फलन प्राप्त कीजिए।

उत्तर- चित्र से



$$\theta = \omega t = \frac{2\pi t}{T} \quad (\because T = 30$$

@mpboardofficialyt

$$\theta = \frac{2\pi}{30} = \frac{\pi}{15} \text{ रेडियन}$$

कण का विस्थापन $= ON$

$$= OQ \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = OQ \sin\theta$$

$ON = x$

$x = OQ \sin\theta$

$OQ = 3$ cm and $\theta = \frac{\pi}{15}$

$$x = -3\sin\frac{\pi}{15}$$

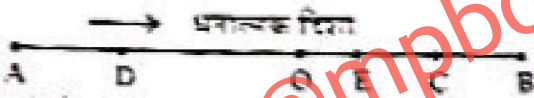
प्रश्न 13. अनुदैर्ध्य और अनुप्रस्थ तरंगों में अन्तर लिखिए।

उत्तर- देखिए विश्लेषणात्मक प्रश्न क्र. 1 में।

प्रश्न 14. कोई कण कोई एक दूसरे से कुछ दूरी पर स्थित दो बिन्दुओं A तथा B के बीच रैखिक सरल आवर्त गति कर रहा है। A से B की ओर की दिशा को धनात्मक दिशा मानकर वेग, त्वरण तथा कण पर लगे बल के चिह्न ज्ञात कीजिए जबकि यह कण-

(अ) A सिरे पर है (ब) B सिरे पर है (स) A की ओर जाते हुए AB के मध्य बिन्दु पर है।

उत्तर- चित्र में AB का मध्य बिन्दु O प्रदर्शित है।



(अ) A सिरे पर- सरल आवर्त गति में, यह कण की चरम स्थिति है। अतः वेग शून्य है। त्वरण तथा बल मध्य बिन्दु O की ओर है अर्थात् धनात्मक है।

(ब) B सिरे पर- यह भी कण की चरम स्थिति में है। अतः वेग शून्य है त्वरण तथा बल का मध्य बिन्दु O की ओर अर्थात् ऋणात्मक है।

(स) A की ओर जाते हुए मध्य बिन्दु O पर वेग ऋणात्मक है, क्योंकि कण मध्य बिन्दु से जाता है। इसलिए त्वरण तथा बल शून्य है।

प्रश्न 15. सरल आवर्त गति करते किसी कण की गति का विस्थापन फलन $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$ द्वारा किया जाता है, यदि कण की आरंभिक ($t = 0$) स्थिति 1 cm तथा उसका आरंभिक वेग π cm s^{-1} है, तो कण का आयाम तथा आरंभिक कला कोण क्या है?

उत्तर- दिया है- विस्थापन $x = A\cos(\omega t + \phi)$ ...(1)

तथा वेग $v = \frac{dx}{dt} = -A\omega\sin(\omega t + \phi)$

$t = 0$ पर कण का प्रारंभिक विस्थापन

$$x_0 = A_0 \cos\phi \quad ...(2)$$

व वेग $v_0 = -A\omega\sin\phi$ ...(3)

समी. (3) व (4) का वर्ग करके जोड़ने पर ...(4)

$$A^2 = x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega^2} \quad ...(5)$$

अब $x_0 = 1$ सेमी., $v_0 = \pi$ सेमी./से. तथा $\omega = \pi$ रेडियन/से.

$$A^2 = 1 + \frac{\pi^2}{\pi^2} = 2$$

$$A = \sqrt{2}$$ सेमी.

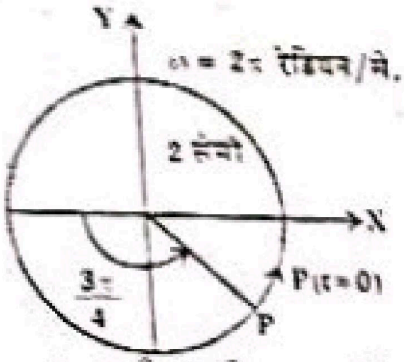
समी. (4) ÷ (3)

$$\tan\phi = \frac{-v_0}{\omega x_0} = \frac{-\pi}{\pi \times 1} = -1$$

$$\phi = \left[2\pi - \frac{\pi}{4}\right] = \frac{7\pi}{4}$$ रेडि.

प्रश्न 16. यदि सरल आवर्त गति करते किसी कण की गति का विस्थापन फलन $x = 3\sin(2\pi t + \pi/4)$ है, तो सरल आवर्त गति के लिये तदनुरूपी निदेश वृत्त का आरेख खींचिए तथा घूर्णी कण की आरंभिक ($t = 0$) स्थिति, वृत्त की त्रिज्या तथा कोणीय चाल दर्शाइए।

उत्तर- चित्र-



$$x = 3\sin(2\pi t + \pi/4)$$

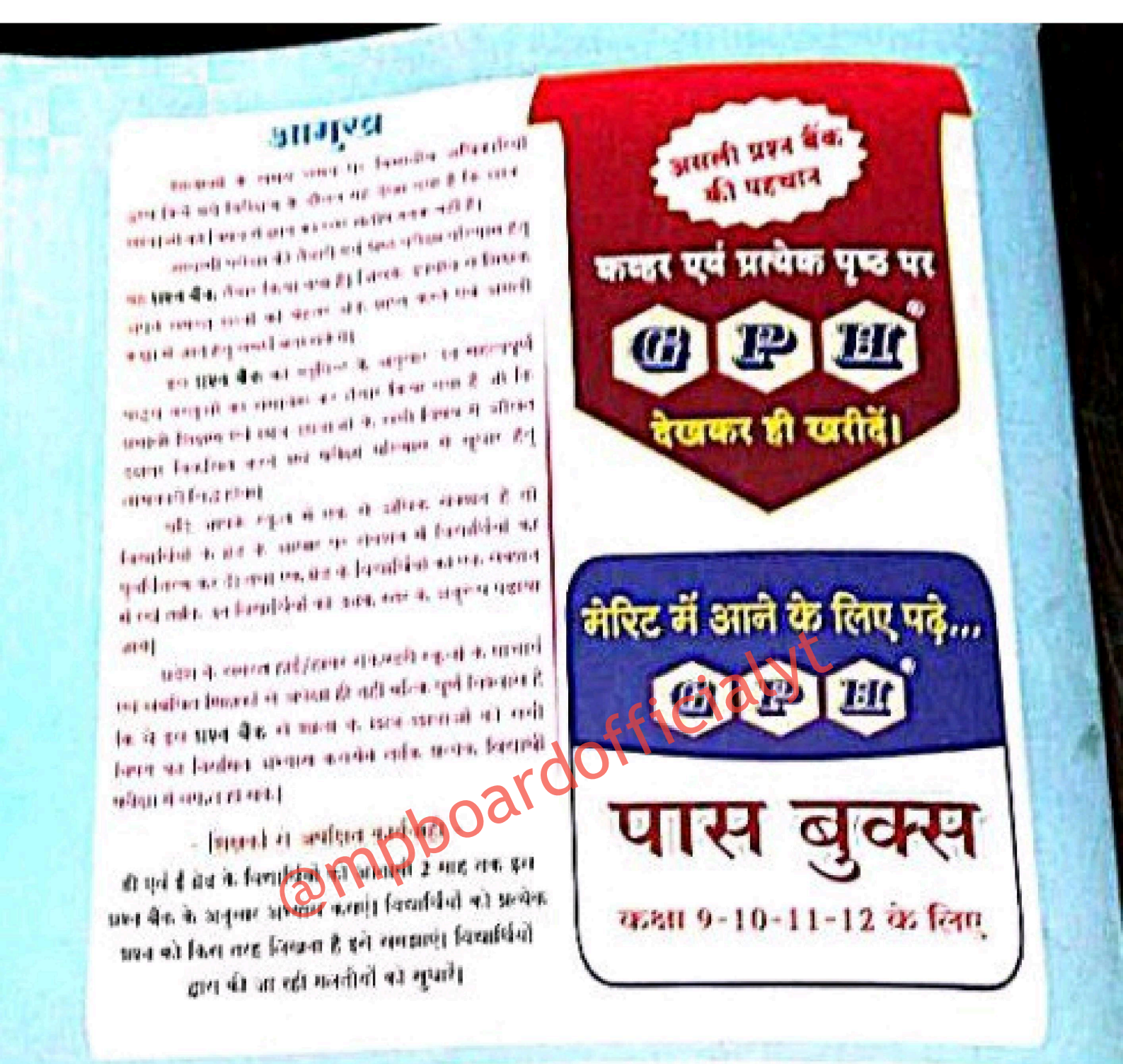
$$= 3\,\text{Sin}\left(2\pi t + \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= 3\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

$x = a\cos(\omega t + \phi)$ से तुलना करने पर $a = 3$ सेमी., $\omega = 2\pi$ रेडियन/से. तथा $\phi = -\pi/4$

चित्र- इसका संगत वृत्त प्रदर्शित है।

@mpboardofficialyt



आमुख

[illegible]

असली प्रश्न बैंक की पहचान

कव्हर एवं प्रत्येक पृष्ठ पर

GPH

देखकर ही खरीदें।

मेरिट में आने के लिए पढ़े...

GPH

पास बुक्स

कक्षा 9-10-11-12 के लिए

कक्षा 9 से 12 के लिए हिन्दी एवं अंग्रेजी माध्यम में उपलब्ध

www.gphbooks.com · gph_india@rediffmail.com · facebook.com/gphind

@mpboardofficialyt

GPH | Dinesh-G

GUPTA PUBLISHING HOUSE

116, Pologround, Industrial Estate, Indore

Khajuri Bazar, (16, Juna Pitha, Mata mandir ke pass), Indore

Ph.: (O) 0731-2424121, 2425121, 2454121

Rs.65.00/-