New

PINNACLE

1st Edition

General Science book for competitive exams

सामान्य विज्ञान

थ्योरी + MCQ

Based on NCERT Science books

चैप्टर वाइज

हिंदी माध्यम

Railway, SSC, UPSC, State PCS, Teaching exams, State exams, JE, CET, Defence exams, Police exams, Olympiads exam and other centre Govt and state Govt exams

PINNACLE PUBLICATIONS

each book has multipurpose unique ID

सूची

भौतिक विज्ञान

Sr. No.	Chapter Names		No. of Practice Questions	Page No.	Day Wise Schedule
1.	मापन और मात्रक	Theory	-	01 - 07	Day 1
		Practice Questions	25	07 - 09	
		Answer Key	-	09	
2.	गति	Theory	-	09 - 15	Day 2
		Practice Questions	25	15 - 17	
		Answer Key	-	17	
3.	बल और गति के नियम	Theory	-	18 - 22	Day 2
		Practice Questions	25	22 - 24	
		Answer Key	-	24	
4.	गुरुत्वाकर्षण	Theory	-	24 - 28	Day 3
		Practice Questions	19	28 - 29	
		Answer Key	-	29	
5.	कार्य, ऊर्जा और शक्ति	Theory	-	30 - 37	Day 3
		Practice Questions	20	37 - 39	
		Answer Key	-	39	
6.	कणों के निकाय और घूर्णन गति	Theory	-	39 - 43	Day 4
		Practice Questions	20	43 - 44	
		Answer Key	-	44	

7.	दोलन	Theory	-	45 - 47	Day 4
		Practice Questions	15	47 - 48	
		Answer Key	-	48	
8.	ठोसों के यांत्रिक गुण	Theory	-	49 - 52	Day 5
		Practice Questions	20	52 - 53	
		Answer Key	-	53	
9.	तरलों के यांत्रिकी गुण	Theory	-	54 - 60	Day 5
		Practice Questions	20	60 - 61	
		Answer Key	-	61	
10.	ऊष्मा और ऊष्मागतिकी	Theory	-	62 - 68	Day 6
		Practice Questions	20	68 - 69	
		Answer Key	-	69	
11.	तरंगें	Theory	-	70 - 73	Day 6
		Practice Questions	25	73 - 75	
		Answer Key	-	75	
12.	ध्वनि	Theory	-	75 - 78	Day 7
		Practice Questions	30	78 - 80	
		Answer Key	-	80	
13.	स्थिर वैद्युतिकी	Theory	-	81 - 86	Day 7
		Practice Questions	20	86 - 88	
		Answer Key	-	88	
14.	विद्युत धारा और इसके प्रभाव	Theory	-	88 - 94	

		Practice Questions	30	94 - 96	Day 8
		Answer Key	-	96	
15.	धारा और चुंबकत्व का चुंबकीय प्रभाव	Theory	-	97 - 105	Day 8
		Practice Questions	30	105 - 107	
		Answer Key	-	107	
16.	प्रकाशिकी	Theory	-	108 - 119	Day 9
		Practice Questions	25	119 - 121	
		Answer Key	-	121	
17.	आधुनिक भौतिकी	Theory	-	121 - 128	Day 10
		Practice Questions	15	128 - 129	
		Answer Key	-	129	
18.	अर्धचालक	Theory	-	129 - 136	Day 10
		Practice Questions	20	136 - 137	
		Answer Key	-	137	
19.	आविष्कार और खोज	Theory	-	138 - 144	Day 11
		Practice Questions	30	144 - 146	
		Answer Key	-	146	
20.	महत्वपूर्ण तथ्य	Theory	-	147 - 149	Day 11
		Practice Questions	25	149 - 151	
		Answer Key	-	151	

रसायन विज्ञान

Sr. No.	Chapter Names		No. of Practice Questions	Page No.	Day Wise Schedule
1.	द्रव्य की अवस्थाएँ	Theory	-	152 - 157	Day 12
		Practice Questions	15	157 - 158	
		Answer Key	-	158	
2.	परमाणु की संरचना	Theory	-	158 - 164	Day 13
		Practice Questions	35	164 - 167	
		Answer Key	-	167	
3.	रासायनिक बंध और रासायनिक अभिक्रियाएँ	Theory	-	167 - 173	Day 13
		Practice Questions	25	173 - 175	
		Answer Key	-	175	
4.	अम्ल, क्षार और लवण	Theory	-	176 - 183	Day 14
		Practice Questions	45	184 - 187	
		Answer Key	-	187	
5.	विलयन	Theory	-	187 - 193	Day 15
		Practice Questions	15	193 - 194	
		Answer Key	-	194	
6.	गैसीय अवस्था	Theory	-	195 - 198	Day 15
		Practice Questions	20	199 - 200	
		Answer Key	-	200	
7.	विद्युत रसायन	Theory	-	200 - 205	

		Practice Questions	15	205 - 206	Day 16
		Answer Key	-	206	
8.	रासायनिक बलगतिकी और रासायनिक साम्यवस्था	Theory	-	206 - 211	Day 16
		Practice Questions	15	211 - 212	
		Answer Key	-	212	
9.	आवर्त सारणी	Theory	-	213 - 218	Day 17
		Practice Questions	50	218 - 221	
		Answer Key	-	221 - 222	
10.	धातु	Theory	-	222 - 225	Day 17
		Practice Questions	40	225 - 227	
		Answer Key	-	227	
11.	अधातु	Theory	-	228 - 230	Day 18
		Practice Questions	20	230 - 231	
		Answer Key	-	231	
12.	धातुकर्म	Theory	-	231 - 235	Day 18
		Practice Questions	15	235 - 236	
		Answer Key	-	236	
13.	कार्बन एवं उसके यौगिक	Theory	-	237 - 243	Day 19
		Practice Questions	50	243 - 247	
		Answer Key	-	247	
14.	कार्बनिक यौगिक	Theory	-	248 - 256	Day 19
		Practice Questions	65	256 - 260	

		Answer Key	-	261	
15.	ईंधन, दहन और ज्वाला	Theory	-	261 - 264	Day 20
		Practice Questions	20	264 - 266	
		Answer Key	-	266	
16.	जैविक अणु	Theory	-	266 - 272	Day 20
		Practice Questions	20	272 - 273	
		Answer Key	-	273	
17.	बहुलक	Theory	-	273 - 277	Day 21
		Practice Questions	25	277 - 279	
		Answer Key	-	279	
18.	दैनिक जीवन में रसायन	Theory	-	280 - 286	Day 21
		Practice Questions	20	286 - 288	
		Answer Key	-	288	
19.	आविष्कार और खोज	Theory	-	288 - 293	Day 22
		Practice Questions	10	293 - 294	
		Answer Key	-	294	
20.	महत्वपूर्ण तथ्य	Theory	-	294 - 301	Day 22
		Practice Questions	10	301	
		Answer Key	-	302	

जीव विज्ञान

Sr. No.	Chapter Names		No. of Practice Questions	Page No.	Day Wise Schedule
1.	जीवों का वर्गीकरण	Theory	-	303 - 309	Day 23
		Practice Questions	15	309 - 310	
		Answer Key	-	310	
2.	कोशिका	Theory	-	311 - 317	Day 24
		Practice Questions	35	317 - 320	
		Answer Key	-	320	
3.	ऊतक	Theory	-	321 - 324	Day 25
		Practice Questions	20	324 - 326	
		Answer Key	-	326	
4.	पोषण	Theory	-	326 - 333	Day 25
		Practice Questions	25	333 - 334	
		Answer Key	-	334 - 335	
5.	प्रजनन	Theory	-	335 - 347	Day 26
		Practice Questions	35	347 - 349	
		Answer Key	-	349	
6.	पादप संरचना और पादप कार्यिकी	Theory	-	350 - 365	Day 27
		Practice Questions	40	365 - 368	
		Answer Key	-	368	
7.	पादप जगत	Theory	-	369 - 374	Day 27
		Practice	15	374 - 375	

		Questions			
		Answer Key	-	375	
8.	जन्तु जगत	Theory	-	376 - 383	Day 28
		Practice Questions	25	383 - 385	
		Answer Key	-	385	
9.	आनुवंशिकी और विकास	Theory	-	386 - 394	Day 28
		Practice Questions	30	394 - 397	
		Answer Key	-	397	
10.	मानव कार्यिकी	Theory	-	397 - 424	Day 29
		Practice Questions	60	424 - 428	
		Answer Key	-	428	
11.	स्वास्थ्य एवं रोग	Theory	-	429 - 442	Day 30
		Practice Questions	44	442 - 446	
		Answer Key	-	446	
12.	जैव प्रौद्योगिकी	Theory	-	446 - 453	Day 31
		Practice Questions	20	453 - 454	
		Answer Key	-	454	
13.	आविष्कार एवं खोज	Theory	-	455 - 459	Day 31
		Practice Questions	15	459 - 460	
		Answer Key	-	460	
14.	महत्वपूर्ण तथ्य	Theory	-	461 - 473	Day 32
		Practice Questions	40	473 - 475	

		Answer Key	-	475	

पर्यावरण और पारिस्थितिकी

Sr. No.	Chapter Names		No. of Practice Questions	Page No.	Day Wise Schedule
1.	पारिस्थितिकी और पारिस्थितिकी तंत्र	Theory	-	476 - 489	Day 33
		Practice Questions	25	489 - 490	
		Answer Key	-	491	
2.	पर्यावरणीय संसाधन	Theory	-	491 - 494	Day 34
		Practice Questions	20	494 - 495	
		Answer Key	-	495	
3.	पर्यावरण संरक्षण	Theory	-	496 - 503	Day 34
		Practice Questions	25	503 - 505	
		Answer Key	-	505	
4.	पर्यावरणीय अपशिष्ट	Theory	-	506 - 511	Day 35
		Practice Questions	25	511 - 513	
		Answer Key	-	513	
5.	ओजोन परत का क्षरण और ग्रीनहाउस प्रभाव	Theory	-	514 - 521	Day 35
		Practice Questions	24	521 - 522	
		Answer Key	-	522	
6.	प्रदूषण	Theory	-	523 - 529	Day 36
		Practice Questions	20	530 - 531	

		Answer Key	-	531	
7.	महत्वपूर्ण तथ्य	Theory	-	532 - 537	Day 36
		Practice Questions	10	537 - 538	
		Answer Key	-	538	

कंप्यूटर

Sr. No.	Chapter Names		No. of Practice Questions	Page No.	Day Wise Schedule
1.	कंप्यूटर का परिचय	Theory	-	539 - 542	Day 37
		Practice Questions	20	542 - 543	
		Answer Key	-	543	
2.	कंप्यूटर आर्किटेक्चर और इनपुट/आउटपुट डिवाइस	Theory	-	543 - 549	Day 37
		Practice Questions	24	549 - 551	
		Answer Key	-	551	
3.	कंप्यूटर सॉफ्टवेयर और हार्डवेयर	Theory	-	551 - 555	Day 38
		Practice Questions	24	555 - 557	
		Answer Key	-	557	
4.	डेटा रिप्रेजेंटेशन	Theory	-	557 - 559	Day 38
		Practice Questions	25	559 - 561	
		Answer Key	-	561	
5.	डेटा संचार और नेटवर्क	Theory	-	561 - 566	Day 39
		Practice Questions	25	566 - 568	
		Answer Key	-	568	

6.	इंटरनेट	Theory	-	569 - 576	Day 39
		Practice Questions	25	576 - 578	
		Answer Key	-	578	
7.	महत्वपूर्ण तथ्य	Theory	-	579 - 586	Day 40
		Practice Questions	20	586 - 588	
		Answer Key	-	588	

भौतिक विज्ञान

मापन और मात्रक
(Units and Measurements)

भौतिक राशियाँ
(Physical Quantities)

भौतिक राशियाँ पदार्थ की ऐसी विशेषताएँ या गुण हैं जिन्हें संख्यात्मक मानों का उपयोग करके मापा जा सकता है।

उदाहरण - लंबाई (length), द्रव्यमान (mass), तापमान (temperature), समय (time), बल (force), गति (speed), दूरी (distance), त्वरण (acceleration), वेग (velocity), संवेग (momentum), धारा (current)।

भौतिक राशियों के प्रकार
(Types of Physical Quantities)

मात्रक एवं माप के आधार पर भौतिक राशियों को तीन भागों में बाँटा गया है -

मूल राशियाँ
(Fundamental Quantities)

वे भौतिक राशियाँ, जिन्हें व्यक्त करने के लिए किसी अन्य भौतिक राशियों की आवश्यकता नहीं होती है।

उदाहरण - दूरी, समय, द्रव्यमान, विद्युत धारा (electric current), तापमान, पदार्थ की मात्रा (amount of substance) और ज्योति तीव्रता (luminous intensity)।

व्युत्पन्न राशियाँ
(Derived Quantities)

व्युत्पन्न राशियाँ, जिन्हें व्यक्त करने के लिए दो या दो से अधिक मूल राशियों की आवश्यकता होती है।

उदाहरण - बल, क्षेत्रफल, आयतन, गति।

अनुपूरक राशियाँ
(Supplementary Quantities)

ऐसी राशियां जिसे व्यक्त करने के लिए न तो मूल राशियों की आवश्यकता होती है और न ही व्युत्पन्न राशियों की।

उदाहरण - {समतल कोण (रेडियन - rad) Plane angle (radian - rad)} और {घन कोण (स्टेरेडियन - sr) Solid Angle (Steradian - sr)}.।

परिमाण एवं दिशा के आधार पर भौतिक राशियों को दो भागों में बाँटा गया है -

सदिश राशियाँ
(Vector Quantities)

ऐसी भौतिक राशियाँ,जिसमें परिमाण के साथ-साथ दिशा भी होती है ।

उदाहरण - विस्थापन (displacement), वेग, बलाघूर्ण (torque), त्वरण (acceleration), बल (force), भार (weight), संवेग (momentum), आवेग (impulse), विद्युत क्षेत्र (electric field), चुंबकीय क्षेत्र (magnetic field), धारा घनत्व (current density), कोणीय वेग (angular velocity)।

अदिश राशियाँ
(Scalar Quantities)

ऐसी भौतिक राशियाँ जिसका केवल परिमाण होता है लेकिन दिशा नहीं होती।

उदाहरण - दूरी, ऊर्जा, शक्ति, समय, गति, आयतन, घनत्व, दाब, कार्य, आवेश, विद्युत धारा, तापमान, विशिष्ट ऊष्मा (specific heat), आवृत्ति (frequency), द्रव्यमान।

मात्रक
(Unit)

किसी भी भौतिक राशि को व्यक्त करने के लिए जिस मानक की आवश्यकता होती है उसे मात्रक कहते हैं।

मात्रक को भी निम्नलिखित भागों में बाँटा गया है -

मौलिक मात्रक या मूल मात्रक
(Fundamental Units or Base Units)

मूल भौतिक राशियों के मात्रक को मूल मात्रक कहा जाता है। सात मूल मात्रक हैं अर्थात्, मीटर, किलोग्राम, सेकेंड, एम्पियर, केल्विन, कैंडेला और मोल।

व्युत्पन्न मात्रक
(Derived Units)

अन्य सभी भौतिक राशियों के मात्रक , जो मूल मात्रक की सहायता से प्राप्त किये जा सकते हैं, व्युत्पन्न मात्रक कहलाते हैं।

उदाहरण - क्षेत्रफल (area), आयतन (volume), घनत्व (density), गति, शक्ति (Power), कार्य (work), बल, ऊर्जा (Energy), त्वरण, संवेग (momentum) के मात्रक।

अनुपूरक मात्रक
(Supplementary Units)

अनुपूरक राशिओं के लिए उपयोग किए जाने वाले मात्रक को अनुपूरक मात्रक के रूप में जाना जाता है। उदाहरण: समतल कोण और घन कोण के मात्रक ।

मात्रक की प्रणाली
(System of Units)

मूल मात्रक और व्युत्पन्न मात्रक दोनों मात्रको वाली इकाइयों का एक पूरा समूह, मात्रक की प्रणाली के रूप में जाना जाता है।

मात्रक की सामान्य प्रणालियाँ -

(i) MKS प्रणाली (मीटर किलोग्राम सेकेंड) : इस प्रणाली में लंबाई, द्रव्यमान और समय के मात्रक क्रमशः मीटर, किलोग्राम और सेकेंड होता हैं।

(ii) CGS प्रणाली या गॉसियन प्रणाली (सेंटीमीटर ग्राम सेकेंड): इस प्रणाली में लंबाई, द्रव्यमान और समय का मात्रक क्रमशः सेंटीमीटर, ग्राम और सेकेंड होता हैं।

MKS और CGS प्रणाली को मीट्रिक या दशमलव प्रणाली कहा जाता है।

(iii) FPS प्रणाली या ब्रिटिश प्रणाली (फुट पाउंड सेकेंड): इस प्रणाली में लंबाई, द्रव्यमान और समय का मात्रक क्रमशः फुट, पाउंड और सेकेंड होता हैं।

(iv) SI प्रणाली (मात्रक की अंतर्राष्ट्रीय प्रणाली): व्यापक सहमति के आधार पर 1960 में जिनेवा में आयोजित भार और माप के अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में SI को अपनाया और स्वीकार किया गया था। SI प्रणाली, MKS प्रणाली का विस्तारित और संशोधित रूप है।

अंतर्राष्ट्रीय प्रणाली (SI मात्रक)
{International System (SI Unit)}

1960 में मूल मात्रक छह थे, लेकिन 1971 में मोल को शामिल किया गया जिससे यह बढ़कर सात हो गये।

मूल राशियाँ	नाम	प्रतीक
द्रव्यमान	किलोग्राम	kg
लंबाई	मीटर	m
समय	सेकेंड	s
विद्युत धारा	एम्पियर	A
तापमान	केल्विन	K
ज्योति तीव्रता	कैन्डेला	cd
पदार्थ की मात्रा	मोल	mol

SI प्रणाली में अनुपूरक मात्रक और उनके प्रतीक
(Supplementary Units and their Symbols in SI System)

राशिओं के नाम	मात्रक का नाम	प्रतीक
समतल कोण	रेडियन	rad
घन कोण	स्टेरेडियन	sr

रेडियन और स्टेरेडियन विमाहीन राशियाँ (dimensionless quantities) हैं, क्योंकि कोण को एक चाप (arc) की लंबाई और उस गोलाकार वस्तु की त्रिज्या के अनुपात के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

व्युत्पन्न मात्रक
(Derived Unit)

यह सात मूल मात्रक के संयोजन से बनी माप की एक SI इकाई है।

नाम	सूत्र	SI मात्रक	विमा
क्षेत्रफल	लंबाई × चौड़ाई	m^2	$[M^0L^2T^0]$
घनत्व	$\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$	$kg\ m^{-3}$	$[M^1L^{-3}T^0]$
वेग	$\frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$	ms^{-1}	$[M^0L^1T^{-1}]$
त्वरण	$\frac{\text{वेग परिवर्तन}}{\text{समय}}$	ms^{-2}	$[M^0L^1T^{-2}]$
बल	द्रव्यमान × त्वरण	N	$[M^1L^1T^{-2}]$
रेखीय संवेग	द्रव्यमान × वेग	$kg\ ms^{-1}$	$[M^1L^1T^{-1}]$
आवेग	बल × समय	Ns	
कार्य	बल × विस्थापन	joule	$[M^1L^2T^{-2}]$
शक्ति	$\frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$	watt	$[M^1L^2T^{-3}]$
दाब	$\frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$	Nm^{-2}	$[M^1L^{-1}T^{-2}]$
कोणीय वेग	$\frac{\text{कोण}}{\text{समय}}$	rad/s	$[M^0L^0T^{-1}]$
बल आघूर्ण	जड़त्व आघूर्ण × कोणीय त्वरण	Nm	$[M^1L^2T^{-2}]$
कोणीय त्वरण	$\frac{\text{कोणीय वेग}}{\text{समय}}$	$rad\ s^{-2}$	$[M^0L^0T^{-2}]$
कोणीय आवृत्ति	2π × आवृत्ति	$rad\ s^{-1}$	$[M^0L^0T^{-1}]$

जड़त्व आघूर्ण	द्रव्यमान ×(परिभ्रमण त्रिज्या)^2	kgm^2	[M^{1}L^{2}T^0]
पृष्ठ तनाव	$\frac{\text{बल}}{\text{लंबाई}}$	Nm^{-1}	[M^{1}L^{0}T^{-2}]
पृष्ठ ऊर्जा	$\frac{\text{ऊर्जा}}{\text{क्षेत्रफल}}$	joule/ m^2	[M^{1}L^{0}T^{-2}]
सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक	$\frac{\text{बल} \times (\text{त्रिज्या})^2}{\text{पहला द्रव्यमान} \times \text{दूसरा द्रव्यमान}}$	Nm^2 kg^{-2}	[M^{-1}L^{3}T^{-2}]
श्यानता गुणांक	$\frac{\text{बल} \times \text{दूरी}}{\text{क्षेत्रफल} \times \text{वेग}}$	Ns.m^{-2}	[M^{1}L^{-1}T^{-1}]
प्लैंक स्थिरांक	$\frac{\text{ऊर्जा}}{\text{आवृत्ति}}$	Js	[M^{1}L^{2}T^{-1}]
प्रत्यास्थता गुणांक (E)	$\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$	Nm^{-2}	[M^{1}L^{-1}T^{-2}]
लेंस की क्षमता	$\frac{1}{\text{फोकस दूरी}}$	D	[M^{0}L^{-1}T^0]
आवेश (q)	धारा × समय	C	[M^{0}L^{0}T^{1}A]
विकृति	$\frac{\text{आयाम में परिवर्तन}}{\text{मूल आयाम}}$	मात्रकहीन	[M^{0}L^{0}T^0]
विशिष्ट गुरूत्व	$\frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{4°C \text{ पर जल का घनत्व}}$	मात्रकहीन	[M^{0}L^{0}T^0]
दक्षता	$\frac{\text{आउटपुट कार्य या ऊर्जा}}{\text{इनपुट कार्य या ऊर्जा}}$	मात्रकहीन	[M^{0}L^{0}T^0]
अपवर्तनांक	$\frac{\text{निर्वात में प्रकाश की गति}}{\text{माध्यम में प्रकाश की गति}}$	मात्रकहीन	[M^{0}L^{0}T^0]

भौतिक राशियों की विमा
(Dimensions of Physical Quantities)

भौतिक राशियों की विमा को उस शक्ति के रूप में परिभाषित किया जाता है जिस तक मूल मात्रक को इसका प्रतिनिधित्व करने के लिए बढ़ाया जाता है।

उदाहरण के लिए : किलोग्राम को विमा में [M], लंबाई [L], समय [T], तापमान [K], विद्युत धारा [A], ज्योति तीव्रता [cd], पदार्थ की मात्रा [mol] के रूप में व्यक्त किया जाता है।

हम किसी राशि के चारों ओर वर्गाकार कोष्ठक (square brackets) [ ] का प्रयोग करते हैं, इसका अर्थ है कि हम राशियों की विमा को प्रदर्शित कर रहे हैं।

विमीय सूत्र
(Dimensional Formula)

Q = [M^{a}L^{b}T^c], जहां M, L, T क्रमशः द्रव्यमान, लंबाई और समय की मूल विमा हैं और a, b और c उनसे संबंधित घातांक हैं

कुछ भौतिक राशियाँ एवं उनके विमीय सूत्र
(Some Physical Quantities and their Dimensional Formulae)

क्षेत्रफल = लंबाई × चौड़ाई $\Rightarrow$ $[L \times L] = [L^2] = [M^0L^2T^0]$

वेग = विस्थापन /समय $\Rightarrow \frac{[L]}{[T]} = [M^0L^1T^{-1}]$

त्वरण = वेग परिवर्तन /समय $\Rightarrow \frac{[L\ T^{-1}]}{[T]} = [M^0L^1T^{-2}]$

बल = द्रव्यमान × त्वरण $= [M\ ]\ [L\ T^{-2}] = [\ M\ L\ T^{-2}]$

गतिज ऊर्जा (Kinetic energy) $= \frac{1}{2}$ द्रव्यमान × (वेग)^2

$= [M\ ]\ [L\ T^{-1}]^2 = [\ M\ L^2\ T^{-2}]$.

विमाहीन राशियाँ
(Dimensionless Quantities)

वे भौतिक राशियाँ, जिनकी विमा शून्य होती है और मात्रक की सभी प्रणालियों जैसे कोण (angle), घन कोण (solid angle), सापेक्ष घनत्व (relative density), विशिष्ट गुरुत्व (specific gravity), पाइजन का अनुपात (Poisson's ratio) आदि में समान संख्यात्मक मान होता है, विमाहीन राशियाँ कहलाती हैं।

लंबाई, द्रव्यमान और समय के व्यावहारिक मात्रक
(Practical Units of Length, Mass and Time)

लंबाई का व्यावहारिक मात्रक	द्रव्यमान का व्यावहारिक मात्रक	समय का व्यावहारिक मात्रक
1 पारसेक = 3.26 प्रकाश वर्ष = 3.083 × 10^{16} m	चन्द्रशेखर मात्रक: 1 CSU = सूर्य के द्रव्यमान का 1.4 गुना = 2.8 x 10^{30} kg	1 सौर वर्ष = 366.25 नक्षत्र दिवस = 365.25 औसत सौर दिवस
1 प्रकाश वर्ष = 9.46 × 10^{15} m	परमाणु भार इकाई (amu) = 1.67 x 10^{-27} kg	1 सौर मास = 30 या 31 दिन
1 खगोलीय मात्रक (1AU) = 1.496×10^{11}m	1 स्लग= 14.59 kg	1 चंद्र मास = 29.5 दिन
1 एंगस्ट्रॉम= 1Å = 10^{-10} m	1 मीट्रिक टन = 10^3 kg	1 लीप वर्ष = 366 दिन (लीप वर्ष के फरवरी में 29 दिन)

1 X-ray मात्रक = 1XU = 10^{-13} m	1 क्विंटल = 10^{2} kg	1 शेक = 10^{-8} s (अब अप्रचलित)
1 फर्मी = 1 fm = 10^{-15} m	1 पाउंड = 0.4535 kg	1 दिन = 24 घंटे = 1440 मिनट = 86400 सेकेंड
1 माइक्रोन = μm = 10^{-6} m	1 ग्राम (g) = 10^{-3}kg	1 नैनोसेकेंड (ns) = 10^{-9} s
1 नैनो मीटर (nm) =10^{-9} m	1 मिलीग्राम (mg) = 10^{-6} kg	1 मिलीसेकेंड (ms) = 10^{-3}s
1 टेरामीटर =10^{+12} m	1 माइक्रोग्राम (μg) = 10^{-9}kg	1 पीकोसेकेंड (ps) = 10^{-12} s
1 पिकोमीटर = 10^{-12} m		1 माइक्रोसेकेंड (μs) = 10^{-6} s

बड़ी दूरियों का मापन
(Measurement of Large Distances)

प्रकाश-वर्ष (Light-year) - यह वह दूरी है जो एक प्रकाश फोटॉन, एक जूलियन वर्ष (Julian year) में निर्वात (vacuum) में तय करता है। 1 प्रकाश वर्ष = 9.467×10^{15} मीटर।

खगोलीय मात्रक (Astronomical Unit) - यह पृथ्वी के केंद्र और सूर्य के केंद्र के बीच की औसत दूरी को मापती है। खगोलीय मात्रक = 1.496×10^{11} मीटर।

पारसेक (Parsec) - यह खगोल विज्ञान में प्रयुक्त दूरी का मात्रक है। 1 पारसेक = 3.086×10^{16} मीटर = 3.26 प्रकाश वर्ष।

10 की विभिन्न घातों के लिए प्रीफिक्स और प्रतीक
(Prefix And Symbol for Various Power of 10)

प्रीफिक्स	गुणक	प्रतीक
योट्टा	10^{24}	Y
ज़ेटा	10^{21}	Z
एक्सा	10^{18}	E
पेटा	10^{15}	P
टेरा	10^{12}	T
गीगा	10^{9}	G
मेगा	10^{6}	M
किलो	10^{3}	k
हेक्टो	10^{2}	h
डेका	10	da
डेसी	10^{-1}	d
सेंटी	10^{-2}	c
मिली	10^{-3}	m
माइक्रो	10^{-6}	μ
नैनो	10^{-9}	n
पिको	10^{-12}	p
फेम्टो	10^{-15}	f
आट्टो	10^{-18}	a
जेप्टो	10^{-21}	z
योक्टो	10^{-24}	y

लंबाई की परास और क्रम
(Range and Order of Lengths)

वस्तु	लंबाई (m)
प्रोटान का आकार	10^{-15}
परमाणु नाभिक का आकार	10^{-14}
हाइड्रोजन परमाणु का आकार	10^{-10}
लाल रक्त कणिका का आकार	10^{-5}
पेपर की मोटाई	10^{-4}
पृथ्वी की त्रिज्या	10^{7}
चंद्रमा की पृथ्वी से दूरी	10^{8}
सूर्य से पृथ्वी की दूरी	10^{11}
आकाशगंगा का आकार	10^{21}
अवलोकनीय ब्रह्माण्ड की सीमा से दूरी	10^{26}

द्रव्यमान की परास और क्रम
(Range and Order of Masses)

वस्तु	द्रव्यमान (kg)
इलेक्ट्रॉन	10^{-30}
प्रोटॉन	10^{-27}
लाल रक्त कोशिका	10^{-13}
धूल कण	10^{-9}
बारिश की बूंद	10^{-6}
मच्छर	10^{-5}
अंगूर	10^{-3}
मानव	10^{2}
चंद्रमा	10^{23}
पृथ्वी	10^{25}
सूर्य	10^{30}
मिल्की वे आकाश गंगा	10^{41}

आवर्त-काल की परास और उनका क्रम
(Range and Order of Time Intervals)

आयोजन	समय अंतराल (s)
सबसे अस्थिर कण का जीवन-काल	10^{-24}
एक्स - रे का जीवन - काल	10^{-19}
प्रकाश तरंग का जीवन - काल	10^{-15}
परमाणु की उत्तेजित अवस्था का जीवनकाल	10^{-8}
ध्वनि तरंग का जीवन-काल	10^{-3}
पलक झपकना	10^{-1}
मानव हृदय की क्रमिक धड़कनों के बीच का समय	10^{0}
चंद्रमा से पृथ्वी तक प्रकाश की यात्रा का समय	10^{0}
सूर्य से पृथ्वी तक प्रकाश की यात्रा का समय	10^{2}
पृथ्वी का घूर्णन काल	10^{5}
चंद्रमा की घूर्णन एवं परिक्रमण काल	10^{6}
पृथ्वी का परिक्रमण काल	10^{7}
निकटतम तारे से प्रकाश के लिए यात्रा का समय	10^{8}
ब्रह्माण्ड का जीवनकल	10^{17}

मापन में त्रुटि
(Error in Measurement)

किसी राशि के वास्तविक मान और मापे गए मान के बीच के अंतर को मापन त्रुटि कहा जाता है।

यथार्थता (Accuracy) - माप की यथार्थता इस बात का माप है कि मापा गया मान राशि के वास्तविक मान के कितना करीब है।

परिशुद्धता (Precision) - यह माप में विस्तार (detail) या सूक्ष्मता (fineness) के स्तर को मापता है, यह दर्शाता है कि किसी राशि को यथार्थता के साथ उसके रिज़ॉल्यूशन या सीमा के अंदर किस सीमा तक मापा जाता है।

उदाहरण - मान लीजिए कि एक निश्चित लंबाई का वास्तविक मान 5.678 सेमी के करीब है। एक प्रयोग में, 0.1 सेमी विभेदन (resolution) वाले माप उपकरण का उपयोग करके, मापा गया मान 5.5 सेमी पाया गया, जबकि दूसरे प्रयोग में अधिक विभेदन, मान लीजिए 0.01 सेमी के माप उपकरण का उपयोग करके, लंबाई 5.38 सेमी निर्धारित की गई। पहले माप में अधिक यथार्थता है (क्योंकि यह वास्तविक मान के करीब है) लेकिन कम परिशुद्धता है (इसका रिज़ॉल्यूशन केवल 0.1 सेमी है), जबकि दूसरा माप कम परिशुद्ध है लेकिन अधिक यथार्थ है।

त्रुटियों के प्रकार
(Types of Errors)

सामान्य तौर पर, मापन में त्रुटियों को निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है:

क्रमबद्ध त्रुटियाँ (systematic errors) - ये वे त्रुटियाँ हैं जो धनात्मक (positive) या ऋणात्मक (negative) होती है तथा एक ही दिशा में होती हैं।

क्रमबद्ध त्रुटियों के कुछ स्रोत इस प्रकार हैं:

(a) उपकरण त्रुटियाँ (instrument errors) - मापन उपकरणों में अंशांकन (calibration) या अपूर्ण डिजाइन के कारण त्रुटियां।

(b) व्यक्तिगत त्रुटियाँ (personal errors) - व्यक्तिगत पूर्वाग्रह, उपकरण की उचित सेटिंग की कमी या उचित सावधानियों का पालन किए बिना अवलोकन करने में व्यक्ति की लापरवाही के कारण उत्पन्न होने वाली त्रुटियाँ।

(c) प्रयोगात्मक तकनीक या प्रक्रिया में अपूर्णता - मानव शरीर के तापमान को निर्धारित करने के लिए, आर्मपीट (काँख) के नीचे रखा गया थर्मामीटर हमेशा शरीर के तापमान के वास्तविक मान से कम तापमान देगा।

यादृच्छिक त्रुटियाँ (random errors) - यादृच्छिक त्रुटियाँ वे त्रुटियाँ हैं, जो अनियमित रूप से होती हैं और इसलिए चिह्न और आकार के संबंध में यादृच्छिक होती हैं। ये साधारणतः विभिन्न कारकों के कारण होते हैं जैसे प्रयोगात्मक स्थितियों (उदाहरण के लिए, तापमान, वोल्टेज आपूर्ति, यांत्रिक कंपन) में यादृच्छिक उतार-चढ़ाव, इसके साथ ही शुद्ध माप करने के लिए पर्यवेक्षक की क्षमता में अंतर्निहित सीमाएं (inherent limitations)।

अल्पतमांक त्रुटि (least count error) - मापक यंत्र द्वारा मापा जा सकने वाला सबसे छोटा मान उसका अल्पतमांक कहलाता है। अल्पतमांक त्रुटि उपकरण के रिज़ॉल्यूशन (resolution) से जुड़ी त्रुटि है।

निरपेक्ष त्रुटि (absolute error) - व्यक्तिगत माप और मात्रा के वास्तविक मान के बीच के अंतर के परिमाण को माप की निरपेक्ष त्रुटि कहा जाता है।

सापेक्ष त्रुटि (relative error) - माध्य निरपेक्ष त्रुटि और मात्रा के माध्य मान के अनुपात को सापेक्ष त्रुटि या भिन्नात्मक त्रुटि कहा जाता है। यदि इस अनुपात को प्रतिशत के रूप में व्यक्त किया जाए तो त्रुटि को प्रतिशत त्रुटि कहा जाता है।

सार्थक अंक
(Significant Figures)

वे अंक जो विश्वसनीय रूप से और पहले अनिश्चित अंक के साथ ज्ञात होते हैं, सार्थक अंक कहलाते हैं।

यदि हम कहें कि एक सरल लोलक (simple pendulum) का दोलन काल (oscillation period) 1.62 सेकेंड है, तो अंक 1 और 6 विश्वसनीय और निश्चित हैं, जबकि अंक 2 अनिश्चित है। इस प्रकार, मापे गए मान में तीन सार्थक अंक हैं।

सार्थक अंक गिनने के नियम
(Rules for Counting Significant Figures)

गैर-शून्य अंक (Non-zero digits) - किसी संख्या के सभी गैर - शून्य अंक महत्वपूर्ण होते हैं।

उदाहरण- संख्या 123.45 में पाँच सार्थक अंक हैं।

यदि संख्या 1 से कम है, तो दशमलव बिंदु के दाईं ओर लेकिन पहले गैर-शून्य अंक के बाईं ओर के शून्य सार्थक नहीं होते हैं। (0.00 5408 में, रेखांकित शून्य सार्थक नहीं हैं)।

कैप्टिव शून्य (Captive zeros) - गैर-शून्य अंकों के बीच के शून्य को गिना जाता है।

उदाहरण - संख्या 10.05 में चार सार्थक अंक हैं।

दशमलव बिंदु के बिना अनुगामी शून्य (Trailing zeros without a Decimal Point) - किसी संख्या के अंत में दशमलव बिंदु के बिना अनुगामी शून्य (Trailing Zeros) अनेकार्थक और सार्थक नहीं होते हैं। अस्पष्टता को दूर करने तथा अंकों की संख्या को इंगित करने के लिए नोटेशन का उपयोग किया जा सकता है।

उदाहरण - तीन सार्थक अंकों को दर्शाने के लिए संख्या 1200 को 1.20×10^3 के रूप में लिखा जा सकता है।

दशमलव बिंदु के साथ अनुगामी शून्य (Trailing zeros with decimal point) - दशमलव वाली किसी संख्या के लिए, अनुगामी शून्य सार्थक होते हैं। दशमलव बिंदु के बाद आने वाले शून्य सार्थक होते हैं और गणना किए जाते हैं।

उदाहरण - संख्या 3.500 में चार सार्थक अंक हैं।

सटीक संख्याएँ (Exact numbers) - वस्तुओं या सुनिश्चित मानों को गिनने से प्राप्त पूर्णांक अनंत संख्याएँ माने जाते हैं।

उदाहरण - यदि आपके पास 5 सेब हैं, तो संख्या 5 को सार्थक अंकों की अनंत संख्या माना जाता है।

सार्थक अंकों के साथ अंकगणितीय संक्रिया
(Arithmetic Operation with Significant Numbers)

(i) जोड़ और घटाव (Addition and Subtraction) - जोड़ और घटाव दोनों में, अंतिम परिणाम में उतने ही दशमलव स्थान रहने चाहिए जितने सबसे कम दशमलव स्थान वाली संख्या में हो

(ii) गुणा और भाग (Multiplication and Division) - गुणा और भाग में दोनों में, अंतिम परिणाम में उतने ही सार्थक अंक रहने चाहिए जितने कम से कम सार्थक अंकों वाली मूल संख्या में हो ।

वैज्ञानिक उपकरण एवं उनका उपयोग
(Scientific Instruments and their Use)

अमीटर (Ammeter) - यह विद्युत धारा की शक्ति (एम्पीयर में) मापता है।

अल्टीमीटर (Altimeter) - इसका प्रयोग हवाई जहाजों में ऊंचाई मापने के लिए किया जाता है।

एनीमोमीटर (Anemometer) - इसका उपयोग वायु की गति मापने के लिए किया जाता है।

ऑडियोमीटर (Audiometer) - यह ध्वनि की तीव्रता मापता है।

बैरोमीटर (Barometer)- यह वायुमंडलीय दाब (atmospheric pressure) को मापता है।

बोलोमीटर (Bolometer) - इसका उपयोग अवरक्त विकिरणों (infrared radiations) को मापने के लिए किया जाता है।

दूरबीन (Binocular)- इसका उपयोग दूर की वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है।

कैलोरीमीटर (Calorimeter)- यह ऊष्मा (heat) की मात्रा मापता है।

कार्डियोग्राम (Cardiogram)- यह हृदय की गतिविधियों का पता लगाता है, जिसे कार्डियोग्राफ़ पर रिकॉर्ड किया जाता है।

डायनमो (Dynamo)- यह यांत्रिक ऊर्जा (mechanical energy) को विद्युत ऊर्जा (electrical energy) में परिवर्तित करता है।

डायनेमोमीटर (Dynamometer) - यह विद्युत शक्ति (electrical power) को मापता है।

इलेक्ट्रोस्कोप (Electroscope) - यह विद्युत आवेश (electric charge) की उपस्थिति का पता लगाता है।

एंडोस्कोप (Endoscope)- यह शरीर के आंतरिक भागों की जांच करता है।

फ़ैदोमीटर (Fathometer) - इसका उपयोग महासागरों की गहराई मापने के लिए किया जाता है।

गैल्वेनोमीटर (Galvanometer) - यह कम परिमाण (low magnitude) की विद्युत धारा को मापता है।

हाइड्रोमीटर (Hydrometer) - इसका उपयोग तरल पदार्थों के विशिष्ट गुरुत्व (specific gravity) या सापेक्ष घनत्व (relative density) को मापने के लिए किया जाता है।

हाइग्रोमीटर (Hygrometer) - इसका उपयोग सापेक्षिक आर्द्रता (relative humidity) मापने के लिए किया जाता है।

लैक्टोमीटर (Lactometer) - इससे दूध की शुद्धता मापा जाता है।

मैनोमीटर (Manometer) - यह गैसों के दाब को मापता है।

माइक्रोस्कोप (Microscope) - इसका उपयोग छोटी वस्तुओं या जीवों को देखने के लिए किया जाता है।

ओडोमीटर (Odometer) - यह वाहन द्वारा तय की गई दूरी को मापता है।

पेरिस्कोप (Periscope) - इसका उपयोग समुद्र तल से ऊपर की वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है।

फोटोमीटर (Photometer) - इसका उपयोग प्रकाश की तीव्रता ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

पोटेंशियोमीटर (Potentiometer) - इसका उपयोग सेल के विद्युत वाहक बल (electromotive force, emf) को मापने के लिए किया जाता है।

पाइरोमीटर (Pyrometer) - यह एक रिमोट -सेंसिंग विकिरण (radiation) थर्मामीटर है जिसका उपयोग सतह के उच्च तापमान को मापने के लिए किया जाता है।

रेडियोमीटर (Radiometer) - यह विकिरण ऊर्जा (radiant energy) के उत्सर्जन को मापता है।

सैलिनोमीटर (Salinometer) - इससे विलयन (solution) की लवणता (salinity) मापी जाती है।

सिस्मोग्राफ (Seismograph) - इसका उपयोग भूकंप की तीव्रता को मापने के लिए किया जाता है।

स्पीडोमीटर (Speedometer) - यह वाहन की गति को रिकॉर्ड करने के लिए उसमें लगाया गया एक उपकरण है।

स्फेरोमीटर (Spherometer) - इसका उपयोग लेंस और गोलीय दर्पण जैसे किसी वस्तु की वक्रता त्रिज्या (radius of curvature) को मापने के लिए किया जाता है जो आकार में गोलाकार होते हैं।

स्ट्रोबोस्कोप (Stroboscope) - इसका उपयोग आवर्ती गति (periodic motion) को मापने के लिए किया जाता है।

टैकोमीटर (Tachometer) - हवाई जहाज और मोटरबोट की गति मापने में उपयोग किया जाने वाला उपकरण।

टेलीस्कोप (Telescope) - इसका उपयोग अंतरिक्ष में दूर की वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है।

थर्मामीटर (Thermometer) - इसका उपयोग तापमान मापने के लिए किया जाता है।

थर्मोस्टेट (Thermostat) - यह एक विशेष बिंदु पर तापमान को नियंत्रित करता है।

विस्कोमीटर (Viscometer) - यह तरल पदार्थों की श्यानता (viscosity) को मापता है।

वोल्टमीटर (Voltmeter) - यह दो बिंदुओं के बीच विद्युत विभवांतर (potential difference) को मापता है।

Practice Questions :-

Q.1. निम्नलिखित में से कौन-सा कॉलम - A का कॉलम - B के साथ सही मिलान है?

कॉलम - A (भौतिक गुणधर्म)	**कॉलम - B** (इकाई)
i. विद्युत धारा (Electric Current)	a. टेस्ला (Tesla)
ii. वोल्टेज (voltage)	b. फैरड (Farad)
iii. धारिता(capacitance)	c. ऐम्पियर (Ampere)
iv. चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field)	d. वोल्ट (volt)

SSC CGL 24/07/2023 (1st shift)
(a) i-c, ii-d, iii-b, iv-a (b) i-c, ii-a, iii-b, iv-d
(c) i-d, ii-c, iii-b, iv-a (d) i-c, ii-d, iii-a, iv-b

Q.2. सूची I में दिए गए बिंदुओं को सूची II में दिए गए बिंदुओं से सुमेलित कीजिए।

सूची I (उपकरण)	**सूची II (उपयोग)**
1. सेक्सटैंट(sextant)	a. दो दृश्यमान वस्तुओं के बीच के कोण को मापता है
2.यूडोमीटर(Udometer)	b. विकिरित ऊष्मा (radiant heat) की अल्प मात्रा को मापता है।
3.थर्मोपाइल(Thermopile)	c. किसी सतह के तापमान को मापता है
4.पायरोमीटर (Pyrometer)	d. वर्षा की मात्रा को मापता है।

SSC CHSL Tier II 26/06/2023
(a) 1 - b, 2 - d, 3 - c, 4 - a (b) 1 - a, 2 - d, 3 - b, 4 - c
(c) 1 - c, 2 - d, 3 - b, 4 - a (d) 1 - c, 2 - b, 3 - d, 4 - a

Q.3. विंड वेन (Wind vane) यंत्र _____ निर्धारित करता है।
SSC MTS 15/05/2023 (Morning)
(a) सापेक्षिक आर्द्रता (relative humidity)
(b) ताप (temperature)
(c) पवन का वेग (wind velocity)
(d) पवन की दिशा (wind - direction)

Q.4. निम्नलिखित में से माप की कौन सी एक इकाई है जो ब्रह्मांड के विस्तार की दर की व्याख्या करती है?
SSC CHSL 21/03/2023 (1st Shift)
(a) फैराडे नियतांक (Faraday constant)
(b) प्लांक नियतांक (Planck's constant)
(c) विद्युत नियतांक (Electric constant)
(d) हबल नियतांक (Hubble constant)

Q.5. सही कथन की पहचान कीजिए।
SSC CGL Tier II (07/03/2023)
(a) न्यूटन बल का मात्रक है। (b) न्यूटन शक्ति का मात्रक है।
(c) जूल बल का मात्रक है। (d) जूल शक्ति का मात्रक है।

Q.6. निम्नलिखित में से कौन-सा विकल्प सही सुमेलित है ?
SSC CPO 09/11/2022 (Evening)
(a) बल की इकाइयाँ - जूल, अश्वशक्ति (Horsepower), टॉर (Torr)
(b) किए गए कार्य की इकाइयाँ - न्यूटन, पास्कल, बार (Bar)
(c) दाब की इकाइयाँ - पास्कल, बार और टॉर
(d) आयतन की इकाइयाँ - किलोग्राम, ग्राम, मीटर

Q.7. विद्युत ऊर्जा (electrical energy) की 1 व्यावसायिक इकाई _____ जूल के बराबर होती है।
RRC Group D 19/09/2022 (Morning)
(a) 3.6×10^7 (b) 3.6×10^8 (c) 3.6×10^5 (d) 3.6×10^6

Q.8. त्वरण (acceleration) का मात्रक निम्न में से कौन सा है ?
RRB NTPC CBT - II (16/06/2022) Shift 2
(a) $\frac{m}{s^2}$ (b) $\frac{ft}{s}$ (c) $\frac{m}{s}$ (d) $\frac{sqm}{s}$

Q.9. निम्न में से कौन सी इकाई, SI इकाई नहीं है?
RRB NTPC CBT - II (13/06/2022) Shift 2
(a) ओम (Ohm) (b) एम्पीयर (Ampere)
(c) न्यूटन (Newton) (d) कैलोरी (Calorie)

Q.10. विकल्पों में उल्लिखित इकाइयों (units) में से कौन सा अन्य की तुलना में सबसे बड़ा है?
SSC MTS 05/10/2021 (Evening)
(a) हेक्टो (Hecto) (b) डेका (Deca)
(c) टेरा (Tera) (d) गीगा (Giga)

Q.11. ओजोन परत (Ozone layer) की मोटाई मापी जाती है :
RRB NTPC CBT - I (15/03/2021) Morning
(a) सीवर्ट इकाई (Sievert unit)
(b) डॉब्सन इकाई (Dobson unit)
(c) डेसिबल (decibels)
(d) डेल इकाई (del unit)

Q.12. निम्नलिखित में से कौन सुमेलित नही है?
RRB NTPC CBT - I (23/02/2021) Morning
(a) कम्पास (Compass) - नेविगेशन (navigation) के लिए उपयोग किया जाता है और उत्तर-दक्षिण दिशाओं को इंगित करता है
(b) साइक्लोट्रॉन (cyclotron) - छोटे परिमाण वाले चक्रवातों (cyclones) को मापता है।
(c) एक्टिनोमीटर (Actinometer)- विकिरण (radiation) की तीव्रता को मापता है
(d) इलेक्ट्रोस्कोप (Electroscope) - विद्युत आवेश (electric charge) की उपस्थिति का पता लगाता है

Q.13. _____ एक उपकरण है जिसके द्वारा एक ही वस्तु के दो अलग-अलग फोटोग्राफ एक साथ देखे जा सकते हैं
RRB NTPC CBT - I (05/02/2021) Morning
(a) स्टिरियोस्कोप (Stereoscope)
(b) स्ट्रोबोस्कोप (Stroboscope)
(c) स्टैथौस्कोप (Stethoscope)
(d) स्पेक्ट्रोस्कोप (Spectroscope)

Q.14. एक प्रकाश वर्ष _____की एक इकाई है
RRB NTPC CBT - I (01/02/2021) Morning
(a) दूरी (b) प्रकाश की तीव्रता (Intensity of light)
(c) समय (d) द्रव्यमान (Mass)

Q.15. निम्नलिखित में से कौन सा उपकरण मुख्य रूप से सैन्य पनडुब्बियों में उपयोग किया जाता है?
RRB NTPC CBT - I (31/01/2021) Morning
(a) पेरिस्कोप (Periscope)
(b) एण्डोस्कोप (Endoscope)
(c) माइक्रोस्कोप (Microscope)
(d) टेलिस्कोप (Telescope)

Q.16. भूकम्प की तीव्रता ____ में मापी जाती है।
RRB NTPC CBT - I (25/01/2021) Evening
(a) बार (Bar)
(b) रिक्टर स्केल (Richter Scale)
(c) मर्कल्ली स्केल (Mercalli scale)
(d) किलोग्राम (Kilogram)

Q.17. ध्वनि की तीव्रता को मापने के लिए निम्नलिखित में से किस इकाई का उपयोग किया जाता है?
RRB NTPC CBT - I (25/01/2021) Morning
(a) डेसिबल (Decibel) (b) पास्कल (Pascal)
(c) क्यूरी (Curie) (d) जूल (Joule)

Q.18. हवा की गति मापने के लिए निम्न में से किस उपकरण का उपयोग किया जाता है?
RRB NTPC CBT - I (25/01/2021) Morning
(a) यूडोमीटर (Udometer)
(b) एनीमोमीटर (Anemometer)
(c) एमीटर (Ammeter)
(d) हाइग्रोमीटर (Hygrometer)

Q.19. ऑटोमोबाइल में एक उपकरण लगा होता है जो तय की गई दूरी को दर्शाता है, पहचान कीजिये।
RRB NTPC CBT - I (23/01/2021) Evening
(a) ओडोमीटर (Odo meter)
(b) ऑटोमीटर (Auto meter)
(c) RPM मीटर (RPM meter)
(d) स्पीडोमीटर (Speedo meter)

Q.20. किसी परिपथ में धारा के प्रवाह की दिशा दिखाने के लिए किस यंत्र का प्रयोग किया जाता है ?
RRB NTPC CBT - I (19/01/2021) Morning
(a) वोल्टमीटर (Voltmeter) (b) एमीटर (Ammeter)
(c) गैल्वेनोमीटर (Galvanometer) (d) रियोस्टेट (Rheostat)

Q.21. निम्नलिखित में से किस उपकरण का उपयोग अपेक्षाकृत उच्च तापमान को मापने के लिए किया जाता है जो भट्टियों में पाया जाता है?
RRB NTPC CBT - I (07/01/2021) Evening

(a) एमीटर (Ammeter) (b) फ्लक्स मीटर (Fluxmeter)
(c) पाइरोमीटर (Pyrometer) (d) बोलोमीटर (Bolometer)

Q.22. निम्नलिखित में से किस मात्रक का उपयोग किसी पदार्थ की मात्रा को मापने के लिए किया जाता है ?
RRB NTPC CBT - I (28/12/2020) Morning
(a) मोल (Mole) (b) टेस्ला (Tesla)
(c) जूल (Joule) (d) लक्स (Lux)

Q.23. द्रव के सापेक्ष घनत्व को मापने के लिए किस उपकरण का उपयोग किया जाता है?
RPF Constable 25/01/2019 (Morning)
(a) हाइग्रोमीटर (Hygrometer)
(b) हाइड्रोमीटर(Hydrometer)
(c) लैक्टोमीटर (Lactometer)
(d) वेंचुरीमीटर (Venturimeter)

Q.24. सापेक्ष घनत्व (relative density) का मात्रक क्या है?
RPF Constable 17/01/2019 (Morning)
(a) कोई मात्रक नहीं (b) kg m^{-1} (c) kg m^{-2} (d) kg m^{-3}

Q.25. एक नैनोमीटर (nanometer) क्या है:
RRB ALP Tier - I (17/08/2018) Evening
(a) 10^{-9} मीटर (b) 10^{-8} मीटर (c) 10^{-10} मीटर (d) 10^{-11} मीटर

Answer Key :-

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

गति
(Motion)

गति - यह एक निश्चित समयांतराल में किसी वस्तु की उसके परिवेश (surroundings) के संबंध में स्थिति में परिवर्तन है। दैनिक जीवन में, चलने, दौड़ने या गाड़ी चलाने जैसी गतिविधियों में गति स्पष्ट होती है।

उदाहरण - राजमार्ग पर चलती कार, आसमान में उड़ते पक्षी, जल में तैरती मछली, पटरी पर चलती ट्रेन इत्यादि।

एकसमान गति (Uniform Motion) **-** यदि कोई वस्तु समान समयांतराल में समान दूरी तय करती है, तो उसकी गति को एकसमान गति कहा जाता है।

उदाहरण - पंखे के ब्लेड की गति, सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की गति, दोनों तरफ समान आयाम (amplitude) वाले पेंडुलम की गति आदि।

असमान गति (Non - Uniform Motion) - यदि किसी वस्तु द्वारा समान समय अंतराल में असमान दूरी तय की जाती है, तो उसकी गति को असमान गति कहा जाता है।

उदाहरण - दौड़ता हुआ घोड़ा, 1000 मीटर की दौड़ में दौड़ता आदमी, उछालभरी (bouncy) गेंद, दूसरी कार से टकराती हुई कार आदि।

विराम अवस्था (Rest) - यह बिना किसी गति या स्थिति में परिवर्तन की अवस्था को संदर्भित (refer) करता है। विराम की स्थिति में कोई वस्तु अपने परिवेश के सापेक्ष स्थिर रहती है।

विराम और गति सापेक्षिक (relative) शब्द हैं अर्थात, एक वस्तु किसी स्थिति में विराम की स्थिति में हो सकती है लेकिन अन्य स्थितियों में वही वस्तु गति में हो सकती है।

उदाहरण - यदि दो कारें समान वेग से साथ-साथ चल रही हों, तो एक-दूसरे के सापेक्ष वे विराम की अवस्था में होती हैं, परंतु सड़क के किनारे लगे पेड़ों तथा सड़क पर जा रहे व्यक्तियों के सापेक्ष में वे गति की अवस्था में होती हैं।

गति के प्रकार
(Types of Motion)

गति की प्रकृति के अनुसार गति को तीन प्रकारों में वर्गीकृत (classified) किया गया है।

रैखिक गति या ऋजु-रेखीय गति
(Linear Motion or Rectilinear Motion)

किसी वस्तु की स्थिर गति और दिशा के साथ एक सीधी रेखा में गति को रैखिक (linear) या ऋजु - रेखीय (rectilinear) गति कहा जाता है। ऐसा तब होता है, जब किसी वस्तु का विस्थापन

(displacement) व्यतीत हुए समय के समानुपाती (proportional) होता है।

उदाहरण - सीधी रेखा पर चलती हुई एक रेलगाड़ी।

घूर्णन गति
(Rotatory Motion)

किसी अक्ष या केंद्र बिंदु के चारों ओर किसी वस्तु की गति को घूर्णन गति कहा जाता है। इसमें वृत्ताकार या घुमावदार पथ (curved path) शामिल हैं और कोणीय स्थिति (angular position) में परिवर्तन इसकी विशेषता है।

उदाहरण - पहिए का घूमना, पृथ्वी का अपनी धुरी पर घूमना, पंखे के ब्लेड की गति।

दोलन गति
(Oscillatory Motion)

यह केंद्रीय साम्यावस्था (equilibrium) स्थिति के चारों ओर एक पुनरावर्ती (repetitive) आगे-पीछे की गति है। इसमें स्थिति, वेग या अन्य भौतिक राशियों (physical quantities) में आवर्ती विचरण शामिल होता है, जिसके परिणामस्वरूप एक नियमित पैटर्न या चक्र बनता है।

उदाहरण - एक पेंडुलम एक नियमित पैटर्न में आगे और पीछे दोलन करता है, एक कंपित (vibrating) गिटार स्ट्रिंग ध्वनि तरंगें उत्पन्न करती है।

एकल, द्वि और त्रि - विमीय गति
(One, Two and Three-Dimensional Motion)

एकल-विमीय गति (One-Dimensional Motion) - एक सीधी रेखा पर किसी वस्तु की गति।

उदाहरण - सीधी रेखा में चलता एक व्यक्ति, सीधी रेलवे ट्रैक पर चलती ट्रेन आदि।

द्वि-विमीय गति (Two-Dimensional Motion) - एक समतल (plane) में किसी वस्तु की गति, जिसमें गति के क्षैतिज (horizontal) और ऊर्ध्वाधर (vertical) दोनों अवयव (components) शामिल होते हैं।

उदाहरण - नदी में नाव की गति, सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की गति आदि।

त्रि-विमीय गति (Three-Dimensional Motion) - अंतरिक्ष में किसी वस्तु की ऐसी गति, जिसमें तीन लंब अक्षों X, Y, और Z के साथ स्थिति में परिवर्तन होता है।

उदाहरण - अंतरिक्ष में तैरता हुआ एक अंतरिक्ष यात्री, पतंग की गति, उड़ते हुए पक्षी की गति।

गति से संबंधित मूलभूत शब्दावली
(Basic Terms Related to Motion)

संदर्भ बिंदु (Reference Point) - यह एक निश्चित स्थान या निश्चित बिंदु है, जिसका उपयोग किसी वस्तु के सापेक्ष उसकी स्थिति या गति को निर्धारित करने के लिए किया जाता है।

स्थिति (Position) - यह अंतरिक्ष में किसी चयनित संदर्भ बिंदु के सापेक्ष किसी वस्तु के निश्चित स्थान या निर्देशांक (coordinates) को संदर्भित करता है।

पथ की लंबाई (Path length) - इसे किसी वस्तु द्वारा तय किए गए पथ की कुल लंबाई के रूप में परिभाषित किया जाता है।

दूरी (Distance, d) - यह दो बिंदुओं के बीच की कुल लंबाई का माप है, जिसे आम तौर पर किसी वस्तु द्वारा तय किए गए वास्तविक पथ (actual path) के साथ मापा जाता है।

विस्थापन (Displacement, s) - प्रारंभिक बिंदु (Initial Point) से अंतिम बिंदु (Final Point) तक किसी वस्तु द्वारा तय किया गया सबसे छोटा पथ।

विस्थापन = अंतिम बिंदु - प्रारंभिक बिंदु। यह एक सदिश राशि है। इसका SI मात्रक मीटर (m) होता है। यह धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य हो सकता है।

चाल (Speed) - किसी भी दिशा में किसी वस्तु की स्थिति में परिवर्तन की दर।

$$\text{चाल} = \frac{\text{दूरी } (d)}{\text{समय } (t)}$$

यह एक अदिश राशि (scalar quantity) है। इसका SI मात्रक मीटर/सेकंड (m/s) या ms^{-1} होता है। इसका विमीय सूत्र $[M^0L^1T^{-1}]$ है। यह धनात्मक (positive) या शून्य हो सकता है लेकिन ऋणात्मक (negative) नहीं हो सकता।

उदाहरण - एक कार 10 घंटे में 500 किमी की दूरी तय करती है। इसकी चाल किमी/घंटा में क्या है ?

हल - दिया गया है, दूरी = 500 किमी और समय = 10 घंटे। जैसा कि हम जानते हैं,

$$\text{चाल} = \frac{\text{दूरी } (d)}{\text{समय } (t)} = \frac{500}{10} = 50 \text{ किमी/घंटा।}$$

चाल के प्रकार (Types of speed) :-

एकसमान चाल (Uniform Speed) - जब कोई वस्तु समान समय अंतराल में समान दूरी तय करती है तो इसे एकसमान चाल कहा जाता है।

असमान चाल (Variable speed) - जब कोई वस्तु समय के समान अंतराल पर अलग-अलग दूरी तय करती है, तो इसे असमान चाल कहा जाता है।

औसत चाल (Average speed)- इसे एकसमान चाल के रूप में परिभाषित किया जाता है, जिसे किसी वस्तु द्वारा तय की गई कुल दूरी और वस्तु द्वारा लिए गए कुल समय के अनुपात से प्रदर्शित किया जाता है।

उदाहरण - औसत चाल के सूत्र का उपयोग करके, सैम की औसत चाल ज्ञात करें, जो पहले 200 किलोमीटर को 4 घंटे में और बाद में 160 किलोमीटर को अन्य 4 घंटों में तय करता है।

हल - दिया गया है, D_1 = 200 किमी, D_2 = 160 किमी, t_1 = 4 घंटे और t_2 = 4 घंटे

जैसा कि हम जानते हैं, औसत चाल = $\frac{\text{कुल दूरी}}{\text{लिया गया कुल समय}}$

= $\frac{200+160}{4+4}$ = 45 किमी/घंटा।

तात्क्षणिक चाल (Instantaneous speed) - किसी निश्चित क्षण में असमान चाल से चलती हुई किसी वस्तु की गति को तात्क्षणिक चाल कहा जाता है।

वेग (Velocity) - समय के सापेक्ष विस्थापन में परिवर्तन की दर को वेग कहा जाता है।

वेग = $\frac{\text{विस्थापन में परिवर्तन}}{\text{समय में परिवर्तन}}$

यह एक सदिश राशि है। इसका SI मात्रक m/s या ms^{-1} होता है। इसका विमीय सूत्र $[M^0L^1T^{-1}]$ होता है। यह धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य हो सकता है। किसी वस्तु के वेग का परिमाण सदैव उसकी गति के बराबर या उससे कम होता है।

उदाहरण - एक ट्रेन पूर्व की ओर 100 मीटर की दूरी 10 सेकंड में तय करती है। इसका वेग क्या है?

हल - दिया गया है, विस्थापन = 100 मीटर और समय = 10 सेकंड जैसा कि हम जानते हैं,

वेग = $\frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$ = $\frac{100}{10}$ = 10 मीटर/सेकेंड पूर्व की ओर।

वेग के प्रकार (Types of Velocity)

एकसमान वेग (Uniform Velocity) - किसी वस्तु की ऐसी गति जिसमें वह समान समय अंतराल में समान विस्थापन तय करती है। इसका अर्थ है कि वस्तु दिशा में कोई परिवर्तन किए बिना एक सीधी रेखा में स्थिर गति से गति कर रही है। गति के समय वेग का परिमाण (magnitude) और दिशा (direction) स्थिर रहता है।

असमान वेग (Variable Velocity) - जब कोई वस्तु एक निर्दिष्ट (specified) दिशा में समान समय अंतराल में असमान दूरी तय करती है, तो उसे असमान वेग से गतिमान कहा जाता है। यह इंगित करता है कि वस्तु स्थिर दर से नहीं चल रही है और इसकी गति तीव्र या मंद हो सकती है।

औसत वेग (Average Velocity) - किसी वस्तु के कुल विस्थापन को कुल समय से विभाजित करने पर प्राप्त वेग को औसत वेग कहते है। यह किसी यात्रा के दौरान स्थिति में परिवर्तन की सम्पूर्ण दर को दर्शाता है।

तात्क्षणिक वेग (Instantaneous Velocity) - किसी भी निश्चित क्षण (instant of time) में किसी कण के वेग को उसके तात्क्षणिक वेग के रूप में जाना जाता है।

त्वरण (Acceleration) - समय के सापेक्ष वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण कहा जाता है। यह एक सदिश (vector) राशि है। इसका SI मात्रक m/s^2 या ms^{-2} होता है। इसका विमीय सूत्र $[M^0L^1T^{-2}]$ है।

त्वरण (a) = $\frac{\text{वेग में परिवर्तन } (\Delta v)}{\text{समय में परिवर्तन } (\Delta t)}$

यदि किसी दिए गए समय अंतराल (t) में किसी वस्तु का वेग, प्रारंभिक वेग (u) से अंतिम वेग (v) में बदल जाता है, तो त्वरण को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है -

a = $\frac{\text{अंतिम वेग } (v) - \text{प्रारंभिक वेग } (u)}{\text{समय } (t)}$

जब किसी वस्तु का वेग समय के साथ बढ़ता है, तो त्वरण धनात्मक होता है (अर्थात, वस्तु को त्वरित कहा जाता है) और जब किसी वस्तु का वेग समय के साथ घटता है, तो त्वरण ऋणात्मक हो जाता है (अर्थात, वस्तु को मंद कहा जाता है)। ऋणात्मक त्वरण को मंदन (deceleration or retardation) भी कहा जाता है।

उदाहरण - एक स्कूटर 10 मीटर/सेकेंड के वेग से 4 सेकंड में 20 मीटर/सेकेंड तक यात्रा करता है। स्कूटर का त्वरण ज्ञात कीजिए।

हल - दिया गया है, प्रारंभिक वेग = 10 मीटर/सेकेंड, अंतिम वेग = 20 मीटर/सेकेंड और समय = 4 सेकंड।

जैसा कि हम जानते हैं,

त्वरण = $\frac{\text{अंतिम वेग} - \text{प्रारंभिक वेग}}{\text{समय}}$ = $\frac{20-10}{4}$ = 2.5 मी/से^{2}.

त्वरण के प्रकार (Types of Acceleration)

एकसमान त्वरण (Uniform acceleration) - जब कोई वस्तु एक सीधी रेखा में चलती है और समान समय अंतराल में उसका वेग समान मात्रा में बढ़ता है, तो इसे एकसमान त्वरण कहा जाता है।

उदाहरण - ऊंचाई से नीचे गिरती हुई वस्तु या चिकने आनत तल (inclined plane) पर लुढ़कता हुआ पिंड।

असमान त्वरण या परिवर्तनीय त्वरण (Non-uniform acceleration or Variable acceleration) - किसी पिंड का त्वरण असमान तब कहा जाता है जब उसके वेग में समान समय अंतराल में असमान मात्रा में परिवर्तन होता है।

उदाहरण - सीधी सड़क पर चलती किसी कार का समान समय अंतराल में उसकी गति का असमान रूप से बढ़ जाना ।

तात्क्षणिक त्वरण (Instantaneous acceleration) - किसी निश्चित समय अंतराल के दौरान वेग में परिवर्तन का अनुपात (ratio) इस प्रकार कि समय अंतराल शून्य हो जाए।

औसत त्वरण (Average acceleration) - असमान त्वरण से गति करती हुई वस्तु का औसत त्वरण, उस गति के दौरान वस्तु के वेग में कुल परिवर्तन और कुल समय का अनुपात होता है।

$$\text{औसत त्वरण} = \frac{\text{वेग में कुल परिवर्तन}}{\text{लिया गया कुल समय}}$$

उदाहरण - एक गौरैया अपने घोंसले में वापस जाते समय 5 सेकंड में 3 मीटर/सेकेंड से 6 मीटर/सेकेंड के वेग से जाती है। तो इसका औसत त्वरण क्या हैं?

हल - दिया गया है, प्रारंभिक वेग = 3 मी/सेकेंड, अंतिम वेग = 6 मी/सेकेंड, कुल समय = 5 सेकंड।
जैसा कि हम जानते हैं,

$$\text{औसत त्वरण} = \frac{\text{वेग में कुल परिवर्तन}}{\text{लिया गया कुल समय}} = \frac{6-3}{5}$$

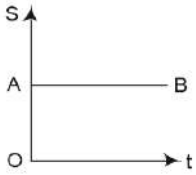
= 0.6 मीटर/सेकेंड^2 ।

गति का ग्राफ़ीय निरूपण
(Graphical Representation of Motion)

यह एक रेखा ग्राफ की सहायता से चरों के समूह (भौतिक राशियों) को ग्राफ़ीय रूप से (pictorially) दर्शाने की एक विधि है, जिसमें एक भौतिक राशि (physical quantity), दूसरी भौतिक राशि पर निर्भर करती है। जैसे विस्थापन -समय ग्राफ़, वेग-समय ग्राफ़, विस्थापन-वेग ग्राफ़ आदि।

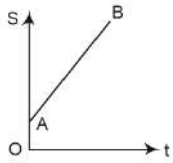
विस्थापन-समय ग्राफ
(Displacement-Time Graphs)

(a) जब कोई वस्तु विराम की स्थिति में होती है, तो (s-t) ग्राफ समय अक्ष के समानांतर एक सीधी रेखा होती है।



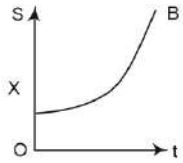
ग्राफ से यह स्पष्ट है, कि समय बीतने के साथ पिंड (body) की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं होता है, यह बिंदु A पर ही रहता है, अर्थात पिंड स्थिर रहता है।

(b) जब कोई वस्तु शून्य त्वरण से चलती है, तो (s-t) ग्राफ धनात्मक ढ़ाल (positive slope) वाली एक सीधी रेखा होती है और वस्तु प्रारंभ में मूल बिंदु से कुछ दूरी पर होती है।



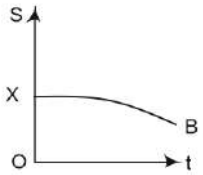
ग्राफ़ से, यह स्पष्ट है कि वस्तु समान समय अंतराल में, समान दूरी तय करती है, इसलिए गति एक समान है और ग्राफ़ एक सीधी रेखा है।

(c) जब कोई वस्तु एकसमान धनात्मक त्वरण से गति कर रही हो, तब (s-t) ग्राफ धनात्मक ढ़ाल वाली एक वक्र (curve) होती है और वस्तु प्रारंभ में मूल बिंदु से कुछ दूरी पर होता है।



ग्राफ से यह स्पष्ट है कि एक सेकंड के समान समय अंतराल में वस्तु असमान दूरियाँ तय कर रही है और यह दूरी बढ़ती जाती है। इसका अर्थ है कि समय बीतने के साथ-साथ वस्तु समान समय में अधिक से अधिक दूरी तय कर रहा है अर्थात वस्तु की गति बढ़ती जा रही है। इसलिए, ग्राफ़ का ढ़ाल धनात्मक है।

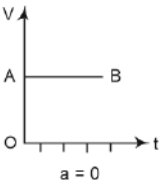
(d) जब कोई वस्तु एकसमान धनात्मक त्वरण से गतिमान होती है, तो (s-t) ग्राफ ऋणात्मक ढ़ाल वाला एक वक्र (curve) होता है और वस्तु प्रारंभ में मूल बिंदु से कुछ दूरी पर होती है।



ग्राफ से यह स्पष्ट है कि एक सेकंड के समान समय अंतराल में वस्तु असमान दूरी तय कर रही है और यह दूरी घटती जा रही है। इसका अर्थ है कि समय बीतने के साथ वस्तु समान समय में कम दूरी तय कर रहा है अर्थात वस्तु की गति कम हो रही है। अतः, ग्राफ़ का ढ़ाल ऋणात्मक है।

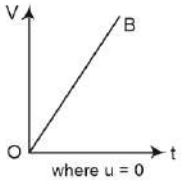
वेग - समय ग्राफ
(Velocity-Time Graphs)

(a) जब कोई वस्तु स्थिर वेग (शून्य त्वरण) से गति कर रही हो, तब (v-t) ग्राफ समय अक्ष के समानांतर एक सीधी रेखा होती है।



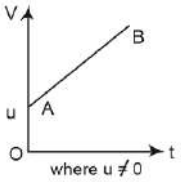
ग्राफ से यह स्पष्ट है कि समय परिवर्तन के साथ, वेग में कोई परिवर्तन नहीं होता है। अतः, ग्राफ का ढ़ाल शून्य है।

(b) जब कोई वस्तु शून्य प्रारंभिक वेग से स्थिर धनात्मक त्वरण के साथ गति कर रहा है, तब (v-t) ग्राफ मूल बिंदु से गुजरने वाली एक सीधी रेखा होती है।



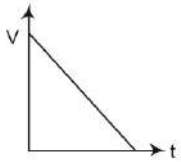
ग्राफ से यह स्पष्ट है कि समय में समान परिवर्तन के लिए वेग में समान मात्रा में परिवर्तन होता है।

(c) जब कोई वस्तु कुछ प्रारंभिक वेग (initial velocity) से धनात्मक स्थिर त्वरण (positive constant acceleration) के साथ गति करती है, तो (v-t) ग्राफ एक सीधी रेखा होती है।



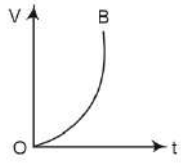
ग्राफ से यह स्पष्ट है कि समय में समान परिवर्तन के लिए वेग में समान मात्रा में परिवर्तन होता है।

(d) जब कोई वस्तु कुछ धनात्मक प्रारंभिक वेग से स्थिर ऋणात्मक त्वरण के साथ गति करती है, तो (v-t) ग्राफ एक सीधी रेखा होती है और ढ़ाल ऋणात्मक होती है।



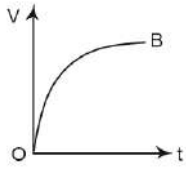
ग्राफ से यह स्पष्ट है, कि वेग समय के साथ समान रूप से घट रहा है।

(e) जब कोई वस्तु शून्य प्रारंभिक वेग से बढ़ते त्वरण के साथ गति करती है, तो (v-t) ग्राफ एक वक्र होता है।



ग्राफ़ से यह स्पष्ट है, कि समय में समान परिवर्तन के लिए वेग में परिवर्तन असमान है।

(f) जब कोई वस्तु घटते त्वरण से गति कर रहा हो,तब (v-t) ग्राफ एक वक्र होता है।



ग्राफ़ से यह स्पष्ट है, कि समय के साथ वेग भी असमान रूप से कम हो रहा है।

गति का समीकरण
(Equations of Motion)

जब कोई वस्तु एक समान त्वरण के साथ एक सीधी रेखा में गति करती है, तो उसके वेग, गति के दौरान त्वरण और एक निश्चित समय अंतराल में उसके द्वारा तय की गई दूरी को समीकरणों (equations) के एक समूह द्वारा वर्णन करना संभव होता है, जिसे गति के समीकरण के रूप में जाना जाता है।

गति के तीन समीकरण
(Three Equations of Motion)

गति का पहला समीकरण ("वेग और समय" के बीच संबंध) :

$v = u + at$

उदाहरण - यदि एक कार विरामवस्था से शुरू होती है और 10 सेकंड के लिए 5 मीटर/सेकेंड^2 के त्वरण से चलती है, तो इसका अंतिम वेग क्या होगा ?

हल - दिया गया है, त्वरण = 5 m/s^2, समय = 10 सेकंड, प्रारंभिक वेग = 0 m/s
जैसा कि हम जानते हैं,
$v = u + at \Rightarrow v = 0 + 5 \times 10 \Rightarrow v = 50$ मी/से ।

गति का दूसरा समीकरण("स्थिति और समय" के बीच संबंध) :

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

उदाहरण - एक कार प्रारंभ में विरामवस्था की स्थिति में 0.5 m/s^2 के त्वरण से चलना शुरू करती है और 25 मीटर की दूरी तय करती है। इस दूरी को तय करने में लगने वाले समय की गणना कीजिए।

हल - दिया गया है, प्रारंभिक वेग (u) = 0 m/s, त्वरण (a) = 0.5 m/s^2, तय की गई दूरी = 25m.
जैसा कि हम जानते हैं,

$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow 25 = 0 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times t^2$

$\Rightarrow t^2 = \frac{25}{0.25} = 100 \Rightarrow t = 10$ सेकंड ।

गति का तीसरा समीकरण ("स्थिति और वेग" के बीच संबंध) :

$v^2 = u^2 + 2as$

जहाँ, s = विस्थापन, u = प्रारंभिक वेग, v = अंतिम वेग, a =

त्वरण, t = समय।

उदाहरण - एक पिंड प्रारंभ में 18 किमी प्रति घंटे की गति से चलते हुए 9 सेमी/सेकेंड^2 की दर से समान रूप से त्वरित होकर 200 मीटर की दूरी तय करता है। अंतिम वेग की गणना करें.

हल - दिया गया है, प्रारंभिक वेग (u) 18 किमी प्रति घंटा = 18 × $\frac{5}{18}$ = 5 मीटर/सेकंड, तय की गई दूरी (s) = 200 मीटर, त्वरण (a) = 9 सेमी/सेकंड^2 = 0.09 मीटर/सेकंड^2।
जैसा कि हम जानते हैं,
$v^2 = u^2 + 2as \Rightarrow v^2 = 5^2 + 2 \times 0.09 \times 200$
$\Rightarrow v^2 = 61$ v = $\sqrt{61}$ मी/से ।

मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तु
(Freely Falling Object)

गुरुत्वाकर्षण बल के कारण किसी वस्तु का ऊँचाई से पृथ्वी की ओर गिरना मुक्त रूप से गिरना (free fall) कहलाता है। ऐसे पिंड को मुक्त रूप से गिरने वाली वस्तु कहा जाता है। जब भी कोई वस्तु पृथ्वी की ओर गिरती है तो उसमें त्वरण उत्पन्न होता है, यह त्वरण पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण होता है और इसे गुरुत्वीय त्वरण कहा जाता है।

पृथ्वी की सतह के निकट गुरुत्वीय त्वरण (g) का मान 9.8 m/s^2 होता है।

पृथ्वी की सतह के निकट किसी वस्तु के मुक्त रूप से गिरने के तीन समीकरण हैं -
(i) v = u + gt
(ii) h = ut + $\frac{1}{2}$ gt^2
(iii) $v^2 = u^2 + 2gh$

जहाँ h वह ऊँचाई है जहाँ से वस्तु गिरती है, t गिरने का समय है, u प्रारंभिक वेग है और v अंतिम वेग है।

उदाहरण - पेड़ से फल का गिरना, पहाड़ से गिरा हुआ पत्थर, उल्काओं (meteors) का पृथ्वी की ओर गिरना।

समतल में गति
(Motion in a Plane)

किसी समतल में गति का अर्थ है द्वि-विमीय (two-dimensional) समतल में गति, जिसमें x-अक्ष और y-अक्ष शामिल हैं। यदि कोई वस्तु गति में है, तो किसी भी समय उसकी स्थिति संदर्भ अक्षों (reference axes) (मूल बिंदु से गुजरने वाली दो परस्पर लंबवत रेखाएं) के साथ दी जा सकती है।

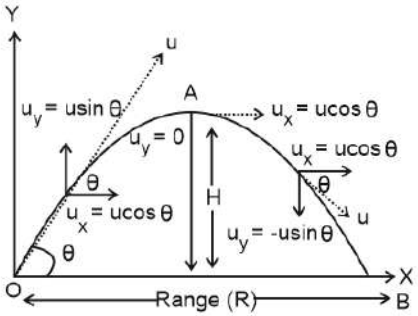
उदाहरण - प्रक्षेप्य गति, वृत्तीय गति ।

प्रक्षेप्य गति
(Projectile Motion)

प्रक्षेप्य गति (Projectile motion) वह है, जब वस्तु को वायु में प्रक्षेपित किया जाता है और गुरुत्वाकर्षण ही वस्तु पर कार्य करने वाला एकमात्र बल होता है। यह एक वक्रीय पथ (curved path) का अनुसरण करता है जिसे प्रक्षेप्य प्रक्षेपवक्र (projectile trajectory) के रूप में जाना जाता है।

उदाहरण - हवाई जहाज से गिराए गए बम की गति, क्षैतिज दिशा (horizontal direction) में फेंकी गई गेंद की गति , बल्ले से टकराने के बाद गेंद की गति।

प्रक्षेप्य गति का सूत्र (Projectile Motion Formula)



बिंदु O को प्रक्षेपण बिंदु कहा जाता है; θ प्रक्षेपण कोण है।

वेग के घटक (Component of Velocity) - प्रारंभिक वेग का क्षैतिज घटक (horizontal component), u_x = ucosθ, जहाँ θ वह कोण है जिसके द्वारा किसी वस्तु को पृथ्वी की सतह के निकट प्रक्षेपित (projected) किया जाता है जिसे प्रक्षेपण कोण कहा जाता है और u प्रक्षेपण का वेग है जिसे प्रतिक्षेप वेग (muzzle velocity) भी कहा जाता है। प्रारंभिक वेग का ऊर्ध्वाधर घटक u_y = usinθ ।

उड्डयन काल (Time of Flight, T) - वह कुल समय जब तक प्रक्षेप्य गतिमान रहता है।

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

अधिकतम ऊंचाई (Maximum Height, H_m) - गति के दौरान प्रक्षेप्य के ऊर्ध्वाधर विस्थापन का अधिकतम मान।

$$\text{अधिकतम ऊँचाई } (H_m) = \frac{(usin\theta)^2}{2g}$$

परास (Range, R) - गति के दौरान प्रक्षेप्य का क्षैतिज विस्थापन।

$$\text{क्षैतिज परास } (R) = \frac{u^2\,sin2\theta}{g}$$

$$\text{अधिकतम क्षैतिज परास } (R_{max}) = \frac{u^2}{g}$$

(जब sin2θ अधिकतम है अर्थात, θ = 45°) ।

जब प्रक्षेप्य का परास अधिकतम होता है, तो प्रक्षेप्य की अधिकतम ऊंचाई,

$H_{max} = \frac{u^2}{4g} = \frac{R_{max}}{4}$

वृत्तीय गति
(Circular Motion)

यह एक वक्र पथ पर किसी वस्तु की गति को संदर्भित करता है, जिसमें वस्तु एक निश्चित बिंदु से स्थिर दूरी बनाए रखती है। यह दो प्रकार की होती है - एकसमान वृत्तीय गति और असमान वृत्तीय गति।

असमान वृत्तीय गति (Non-uniform circular motion) - यह एक ऐसी वृत्तीय गति है जिसमें वस्तु की गति स्थिर नहीं रहती है।

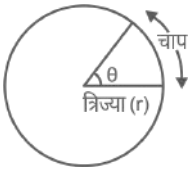
उदाहरण - लट्टू का घूमना, रोलर कोस्टर ।

एकसमान वृत्तीय गति (Uniform circular motion) - जब कोई वस्तु एक स्थिर गति से एक वृत्ताकार पथ पर चलती है, तो वस्तु की गति को एकसमान वृत्तीय गति कहा जाता है।

उदाहरण - पृथ्वी के चारों ओर कृत्रिम उपग्रहों (satellites) की गति, परमाणु में नाभिक (nucleus) के चारों ओर इलेक्ट्रॉनों की गति, पवनचक्की (windmill) के ब्लेडों की गति।

एकसमान वृत्तीय गति से संबंधित शब्दावली
(Terms Related to Uniform Circular Motion)

कोणीय विस्थापन (Angular Displacement, θ) - वृत्ताकार गति में, कोणीय विस्थापन को किसी पिंड की प्रारंभिक कोणीय स्थिति के संबंध में उसके कोण में परिवर्तन के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसकी इकाई रेडियन (radian) है।



कोणीय विस्थापन = $\frac{\text{चाप } (Arc)}{\text{त्रिज्या } (Radius)}$

कोणीय वेग (Angular Velocity, ω) - यह वृत्तीय गति (circular motion) में किसी वस्तु के कोणीय विस्थापन (angular displacement) के परिवर्तन की दर है।

कोणीय वेग = $\frac{\text{कोणीय विस्थापन}}{\text{समय}}$ या ω = θ / t, जहाँ, ω = कोणीय वेग, θ = स्थिति कोण, और t = समय। यह एक सदिश राशि है। इसका मात्रक रेडियन/सेकंड है।

कोणीय त्वरण (Angular Acceleration, α)- इसे कोणीय वेग (dω) के परिवर्तन की समय दर के रूप में परिभाषित किया गया है। इसे आमतौर पर रेडियन प्रति वर्ग सेकंड में व्यक्त किया जाता है। α = $\frac{d\omega}{dt}$, जहां dω कोणीय वेग में परिवर्तन को प्रदर्शित करता है, और dt समय में परिवर्तन को प्रदर्शित करता है।

अभिकेंद्रीय त्वरण (Centripetal Acceleration, a_c) - एक समान वृत्तीय गति करने वाले कण पर वृत्त के केंद्र (centre of circle) की ओर लगने वाले त्वरण को अभिकेंद्रीय त्वरण कहा जाता है। यह हमेशा कण पर, त्रिज्या के अनुदिश (along) कार्य करता है जिसका मान है,

अभिकेन्द्रीय त्वरण, $a_c = v^2/r = r\omega^2$ जहाँ, r वृत्ताकार पथ की त्रिज्या और v कण का रैखिक वेग और ω कोणीय वेग है।

आवर्तकाल (Time Period, T) - किसी वस्तु के एक समान वृत्तीय गति में एक पूर्ण परिक्रमण या चक्र पूरा करने में लगने वाला समय। इसका SI मात्रक सेकण्ड होता है।

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

आवृत्ति (Frequency,f) - इकाई समय में वस्तु द्वारा वृत्तीय पथ पर पूरे किए गए चक्करों की संख्या। इसका SI मात्रक sec^{-1} या हर्ट्ज़ होता है।

आवर्तकाल और आवृत्ति के बीच संबंध
(Relation between time period and frequency)

आवर्तकाल (T) = $\frac{1}{\text{आवृत्ति } (f)}$

Practice Questions :-

Q.1. _____ स्थिति का परिवर्तन है।
SSC CGL 08/12/2022 (2nd Shift)
(a) चाल (speed) (b) वेग (velocity)
(c) गति (motion) (d) दूरी (distance)

Q.2. _____-समय ग्राफ किसी वस्तु की चाल दर्शाता है।
SSC CGL 06/12/2022 (4th Shift)
(a) वेग (velocity) (b) दूरी (distance)
(c) विस्थापन (displacement) (d) त्वरण (acceleration)

Q.3. ___पिंड की गति समान रूप से त्वरित गति (accelerated motion) का एक उदाहरण है।
SSC CGL 01/12/2022 (4th Shift)
(a) विराम (resting)
(b) मंद (Decelerating)
(c) परवयलिक (parabolic)
(d) मुक्त रूप से गिरने वाली (freely falling)

Q.4. चाल (speed) क्या है?
SSC MTS 15/07/2022 (Morning)

(a) यह किसी वस्तु द्वारा एक इकाई समय में तय की गई दूरी है।
(b) यह प्रति इकाई समय में एक वस्तु का वेग है।
(c) यह एक इकाई दूरी तय करने पर लगने वाला बल है।
(d) यह प्रति इकाई समय में किसी वस्तु का त्वरण है।

Q.5. किसी वस्तु का ऊपर - नीचे होना , सेना की परेड और किसी भारी वस्तु का मुक्त रूप से गिरना , ये सभी किस गति के उदाहरण है ?
SSC CHSL 01/06/2022 (Afternoon)
(a) ऋजुरेखीय गति (Rectilinear motion)
(b) आवर्त गति (Periodic motion)
(c) घूर्णन गति (Rotational motion)
(d) दोलन गति (Oscillatory motion)

Q.6. त्वरित गति (accelerated motion) से सीधे मार्ग पर गतिशील वस्तु के लिए निम्नलिखित में से कौन सा कथन सही नहीं है ?
RRB JE 27/06/2019 (Evening)
(a) इसकी गति बदलती रहती है।
(b) यह हमेशा पृथ्वी से दूर चला जाता है।
(c) इसका वेग हमेशा बदलता रहता है।
(d) इस पर हमेशा एक बल कार्य करता है।

Q.7. प्रति इकाई समय में किसी वस्तु के वेग परिवर्तन की दर को _____ कहा जाता है।
RPF Constable 22/01/2019 (Afternoon)
(a) कोणीय विस्थापन (angular displacement)
(b) त्वरण (Acceleration)
(c) कोणीय वेग (Angular momentum)
(d) विस्थापन (Displacement)

Q.8. एक ऊंची छलांग लगाने वाला ऊंची छलांग से पहले कुछ समय तक दौड़ता है ताकि_____ का जड़त्व (inertia) उसे लंबी छलांग लगाने में मदद करे।
RRB ALP Tier - I (31/08/2018) Afternoon
(a) गति (motion) (b) दिशा (direction)
(c) आराम (rest) (d) आकार (shape)

Q.9. विस्थापन (displacement) के परिवर्तन की दर को क्या कहते हैं ?
RRB ALP Tier - I (29/08/2018) Afternoon
(a) वेग (velocity) (b) गति (speed)
(c) दूरी (distance) (d) त्वरण (acceleration)

Q.10. एक वस्तु, विराम स्थिति से आरंभ होकर 4 मीटर प्रति वर्ग सेकंड के निरंतर त्वरण से स्थानांतरित होती है। 8 सेकंड के बाद, इसकी गति कितनी होगी:
RRB ALP Tier - I (21/08/2018) Evening
(a) 32 मीटर प्रति सेकंड (b) 4 मीटर प्रति सेकंड
(c) 8 मीटर प्रति सेकंड (d) 16 मीटर प्रति सेकंड

Q.11. एक कण स्थिर अवस्था से प्रारम्भ होने के बाद 20 सेकंड के लिए स्थिर त्वरण का अनुभव करता है। यदि यह पहले 10 सेकंड में X_1 और शेष 10 सेकंड में X_2 दूरी तय करता है, तो निम्नलिखित में से कौन सा सही है ?
RRB ALP Tier - I (21/08/2018) Afternoon
(a) $X_2 = 2X_1$ (b) $X_1 = 3X_2$ (c) $X_2 = X_1$ (d) $X_2 = 3X_1$

Q.12. यदि एक गेंद को 40 मीटर प्रति सैकंड के वेग के साथ ऊपर की ओर फेंका जाता है, तो 6 सैकंड के बाद उसके विस्थापन (displacement) का परिमाण कितना होगा ?
(मान लें g= 10 मीटर प्रति वर्ग सेकंड)
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Evening
(a) 60 मीटर (b) 80 मीटर (c) 40 मीटर (d) 20 मीटर

Q.13. निम्नलिखित उदाहरणों में से किसमें एक एथलीट का त्वरित वेग अधिकतम होता है?
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Afternoon
(a) एक अष्टकोणीय पथ (octagonal track) पर दौड़ना
(b) एक आयताकार पथ (rectangular path) पर दौड़ना
(c) एक षट्कोणीय पथ (hexagonal track) पर दौड़ना
(d) एक वृत्ताकार पथ (circular track) पर दौड़ना

Q.14. समापन रेखा (finishing line) को पार करने के बाद भी एक धावक भागना जारी क्यों रखता है ?
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Afternoon
(a) वह यह सुनिश्चित करना चाहता है कि उसने रेखा को पार कर लिया है।
(b) स्थिरता की जड़ता (inertia of rest) उसे रोकने के लिए कुछ समय लेती है।
(c) गति का जड़त्व उसे गतिमान बनाए रखता है।
(d) उसके जूतों और ज़मीन के मध्य घर्षण उसका रेखा से आगे बढ़ने का कारण बनता है।

Q.15. एक गेंद, ऊपर की ओर फेंकी जाती है, यह 80 मीटर की ऊंचाई तक ऊपर जाती है और अपनी मूल स्थिति में लौट आती है। गति के 7 सैकंड के बाद इसके विस्थापन (displacement) का परिमाण_____ होगा । (मान लें g = 10 मीटर प्रति वर्ग सैकंड)
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Morning
(a) 45 मीटर (b) 125 मीटर (c) 25 मीटर (d) 35 मीटर

Q.16. यदि 5 सेकंड में किसी वस्तु का वेग 5 मीटर प्रति सेकंड से बढ़कर 10 मीटर प्रति सेकंड हो जाये तो उसका त्वरण (acceleration) कितना है?
RRB ALP Tier - I (17/08/2018) Evening
(a) 1 मीटर / सेकंड^2 (b) 0.1 मीटर / सेकंड^2
(c) 10 मीटर/ सेकंड^2 (d) 5 मीटर / सेकंड^2

Q.17. यदि किसी वस्तु द्वारा तय की गई दूरी शून्य है, तो वस्तु का विस्थापन कितना होगा?
RRB ALP Tier - I (14/08/2018) Evening
(a) धनात्मक (b) शून्य हो भी सकता है, नही भी
(c) शून्य (d) ऋणात्मक

Q.18. जब एक वस्तु एकसमान वृत्तीय गति (uniform circular motion) उत्पन्न करती है, तो निम्नलिखित में से कौन सा परिवर्तित होता है ?

RRB ALP Tier - I (14/08/2018) Afternoon
(a) दिशा (Direction) (b) गति (Speed)
(c) संवेग (Momentum) (d) द्रव्यमान (Mass)

Q.19. एक रॉकेट को 20 मीटर/सेकेंड के निरंतर वेग के साथ लंबवत ऊपर की ओर यात्रा करने के लिए प्रक्षेपित (launched) किया जाता है। 35 सेकंड की यात्रा के बाद, रॉकेट में खराबी आ जाती है और इसकी ईंधन आपूर्ति बंद हो जाती है। रॉकेट फिर एक मुक्त निकाय की तरह यात्रा करता है। इसके द्वारा प्राप्त ऊंचाई है:
RRB ALP Tier - I (14/08/2018) Morning
(a) 800 मीटर (b) 700 मीटर (c) 720 मीटर (d) 680 मीटर

Q.20. गति के दूसरे समीकरण द्वारा किसके बीच संबंध को दर्शाया गया है:
RRB ALP Tier - I (10/08/2018) Evening
(a) स्थान और वेग (Position and velocity)
(b) स्थान और समय (Position and time)
(c) वेग और त्वरण (Velocity and acceleration)
(d) वेग और समय (Velocity and time)

Q.21. गति का पहला समीकरण, किसके बीच संबंध दर्शाता है:
RRB ALP Tier - I (10/08/2018) Afternoon
(a) वेग और त्वरण (Velocity and acceleration)
(b) स्थिति और समय (Position and time)
(c) वेग और समय (Velocity and time)
(d) स्थिति और वेग (Position and velocity)

Q.22. अविक्षुब्ध (undisturbed) वस्तुओं के स्थिर रहने या समान वेग से गतिमान रहने की प्रवृत्त (tendency) _____ कहलाती है।
RRB ALP Tier - I (10/08/2018) Morning
(a) संवेग (momentum) (b) बल (force)
(c) ऊर्जा (energy) (d) जड़त्व (inertia)

Q.23. यदि कोई पिंड त्रिज्या 'r' के वृत्ताकार पथ (circular path) का एक चक्कर लगाने में 't' सेकंड लेता है, तो वेग 'v' इस प्रकार दिया जाता है:
RRB ALP Tier - I (09/08/2018) Evening
(a) $V = \frac{t}{2\pi r}$ (b) $V = \frac{\pi r}{2t}$ (c) $V = \frac{2\pi r}{t}$ (d) $V = \frac{2\pi r^2}{t}$

Q.24. ऋणात्मक त्वरण (negative acceleration) निम्न में से किसकी दिशा के विपरीत होता है?
RRB ALP Tier - I (09/08/2018) Morning
(a) वेग (velocity) (b) बल (force)
(c) गति (motion) (d) दूरी (distance)

Q.25. त्वरण (acceleration) का मात्रक (unit) निम्न में से कौन सा है?
(a) m/s^2 (b) ft/s (c) m/s (d) sqm/s

Answer Key :-

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

बल और गति के नियम
(Force and Laws of Motion)

बल
(Force)

यह भौतिकी में एक मौलिक अवधारणा है, जो किसी वस्तु पर लगाए गए दाब या खिंचाव का वर्णन करता है। यह बल की प्रकृति के आधार पर वस्तुओं को तेज करने, धीमा करने या विकृत करने का कारण बनता है।

उदाहरण - जब हम फुटबॉल को किक करते हैं, जब बॉक्स को फर्श से उठाते हैं, जब रबर बैंड को खींचते हैं तो एक बल का उपयोग किया जाता है।

यह एक सदिश राशि (vector quantity) है। इसका SI मात्रक न्यूटन (kg m/s^2) होता है, और CGS मात्रक डाइन (dyne) होता है।
1 न्यूटन = 10^5 डाइन ।

प्रकृति में मौलिक या मूलभूत बल
(Fundamental or Basic Forces in Nature)

संपर्क बल
(Contact Forces)

जब दो वस्तुएँ एक दूसरे के भौतिक संपर्क में हों। ये बल एक वस्तु की सतह का दूसरी वस्तु की सतह के बीच परस्पर क्रिया के कारण उत्पन्न होते हैं।

संपर्क बलों के उदाहरण हैं :-

अभिलंब बल (Normal Force) - वे बल जो किसी वस्तु के भार का समर्थन करने के लिए सतह द्वारा ऊपर की ओर लगाए गए प्रतिकारी बल (countervailing force) हैं।

उदाहरण - पृथ्वी के ऊपर हमारा भार, किसी वस्तु को पकड़ते समय मानव का हाथ, हथौड़ा मारते समय हथौड़े पर लगी कील।

तनाव बल (Tension Force) - रस्सी, डोरी या केबल को विपरीत सिरे से खींचने पर लगने वाला बल। इसमें अपकर्षण की क्षमता नहीं होती है।

उदाहरण - गिटार की डोरी का खिचाव, मांसपेशियों का खिचाव, खेल के मैदान में झूला झूलना।

प्रयुक्त बल (Applied Force) - निकाय के बाहर से वस्तु की प्रणाली पर कार्य करने वाला बाह्य बल (external force)।

उदाहरण - दरवाजे को खोलना और बंद करना, गेंद को किक करना, गीले कपड़ों को निचोड़ना, साइकिल को पैडल मारना।

असंपर्क बल
(Non - Contact Forces)

असंपर्क बल, किसी वस्तु पर किसी अन्य वस्तु द्वारा लगाया गया बल है जो उसके सीधे संपर्क में नहीं है।

असंपर्क बलों के उदाहरण :-

गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Force) - वह बल, जो दो वस्तुओं के बीच आकर्षण के कारण उपस्थित रहता है।

विद्युत चुम्बकीय बल (Electromagnetic Force) - यह अणुओं की विद्युत या चुंबकीय बन्धुता (electric or magnetic affinity) के कारण होता है, जो इस बल को उत्पन्न करता है और इसके परिणामस्वरूप परमाणुओं और ठोस पदार्थों को बांधे रखता है।

नाभिकीय बल (Nuclear Force) - यह ऐसा बल है जो परमाणुओं के प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के बीच कार्य करता है। यह सामर्थ्य के आधार पर इस प्रकार विभाजित हो सकता है-

दुर्बल नाभिकीय बल (Weak Nuclear Force)- ऐसा बल जो रेडियोधर्मी क्षय (radioactive decay) अणुओं के बीच उपस्थित होता है और इसके क्षय के दौरान उत्पन्न होता है। ये गुरुत्वाकर्षण बल से 10^{25} गुना अधिक शक्तिशाली हैं।

प्रबल नाभिकीय बल (Strong Nuclear Force) - वे बल जो न्यूट्रॉन और प्रोटॉन को नाभिक में एक साथ बांधते हैं। ये बल दो प्रोटॉन या दो न्यूट्रॉन या एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन के बीच कार्य करते हैं, लेकिन केवल तभी कार्य करते है जब कण एक-दूसरे के बहुत करीब हों। ये गुरुत्वाकर्षण बलों से 10^{38} गुना, स्थिर वैद्युत बलों से 10^2 गुना और दुर्बल बलों से 10^{13} गुना ज्यादा प्रबल हैं।

बल के प्रकार
(Types of Force)

संतुलित बल (Balanced Force) - किसी वस्तु पर लगने वाला ऐसा बल, जो वस्तु की विराम की स्थिति या एकसमान गति को नहीं बदलता है।

उदाहरण - स्थिर उड़ान में विमान, पानी में तैरती वस्तुएँ, पेड़ पर लटके फल, स्थिर खड़ा व्यक्ति।

असंतुलित बल (Unbalanced Force) - किसी वस्तु पर लगने वाला ऐसा शुद्ध बल जो विपरीत बलों द्वारा प्रभावहीन नहीं किया जाता है, जिसके परिणाम स्वरूप त्वरण या गति में परिवर्तन होता है।

उदाहरण - पेड़ से गिरता हुआ फल, पानी में डूबती कोई वस्तु, गाड़ी के पहिये का घूमना, किक लगने के बाद गोल की ओर बढ़ता फुटबॉल।

जड़त्व
(Inertia)

किसी पिंड की अपनी विराम अवस्था या एकसमान गति में किसी भी परिवर्तन का विरोध करने की प्रवृत्ति जड़त्व (inertia) कहलाता है। यह किसी वस्तु के द्रव्यमान (mass) से संबंधित है, जिसमें अधिक द्रव्यमान वाली वस्तुओं में जड़त्व अधिक होता है।

जड़त्व तीन प्रकार का होता है :-

विराम का जड़त्व (Inertia of Rest) - इसे किसी पिंड की विराम की स्थिति में किसी भी परिवर्तन का विरोध करने के गुण के रूप में परिभाषित किया गया है।

उदाहरण - कपड़ा डस्टिंग करते समय धूल के कणों का नीचे गिरना, गाड़ी का अचानक आगे चलने पर पीछे की ओर गिरना, मेज पर पड़ी कोई किताब तब तक स्थिर रहेगी जब तक कोई बाह्य बल उसकी स्थिति में परिवर्तन न कर दें ।

गति का जड़त्व (Inertia of Motion) - इसे किसी पिंड की एकसमान गति (uniform motion) की स्थिति में किसी भी परिवर्तन का विरोध करने के गुण के रूप में परिभाषित किया गया है।

उदाहरण - जब बस गति में हो और अचानक ब्रेक लगा दिया जाए तो यात्री आगे बढ़ जाते हैं।

दिशा का जड़त्व (Inertia of Direction) - इसे किसी पिंड की गति की दिशा में परिवर्तन का विरोध करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया गया है।

उदाहरण - जब कोई बस सीधी रेखा में चलती हुई दाहिनी ओर मुड़ती है तो यात्री बायीं ओर झुक जाते हैं

न्यूटन के गति के नियम
(Newton's Laws of Motion)

1687 में, सर आइजैक न्यूटन ने "प्रिंसिपिया मैथमैटिका फिलोसोफी नेचुरेलिस" ("Principia Mathematica Philosophiae Naturalis") में गति के अपने तीन नियम प्रस्तुत किये।

न्यूटन के गति के नियम, ऐसे मौलिक सिद्धांत हैं जो गतिशील वस्तुओं के व्यवहार का वर्णन करते हैं।

गति के तीन नियम हैं।

न्यूटन के गति का प्रथम नियम
(Newton's First Law of Motion)

प्रत्येक वस्तु स्थिर अवस्था में या सीधी रेखा में एकसमान गति में तब तक रहती है , जब तक कि किसी बाह्य बल द्वारा उसकी स्थिति में परिवर्तन न कर दिया जाए। इस नियम को जड़त्व के नियम (Law of Inertia) के रूप में भी जाना जाता है।

उदाहरण - जब हम किसी पेड़ को जोर से हिलाते हैं तो उसके फल और पत्तियाँ नीचे गिर जाते हैं। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि प्रारंभ में फल और पत्तियां विराम की स्थिति में थीं और जैसे ही पेड़ को तेजी से हिलाया जाता है, पेड़ इधर-उधर गति करने लगते है लेकिन यह बल पत्तियों और फलों पर कार्य नहीं कर रहा है, और वे जड़त्व के कारण अपनी विराम की स्थिति को बनाए रखने की कोशिश करते हैं और इसलिए फल और पत्तियाँ नीचे गिर जाती हैं।

न्यूटन के गति का दूसरा नियम
(Newton's Second Law of Motion)

किसी पिंड के संवेग (momentum) परिवर्तन की दर उस पर लगाए गए बल के अनुक्रमानुपाती (directly proportional) होता है । और यह बल की दिशा में कार्य करता है।

उदाहरण - यदि किसी इमारत के ऊपर से दो पत्थर (एक हल्का और दूसरा भारी) गिराए जाएं, तो जमीन पर मौजूद व्यक्ति के लिए भारी पत्थर की तुलना में हल्के पत्थर को पकड़ना आसान होगा। इस प्रकार किसी पिंड का द्रव्यमान एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है, जो उसकी गति पर बल के प्रभाव को निर्धारित करता है।

न्यूटन के गति के दूसरे नियम के अनुसार :-

बल (F) ∝ संवेग परिवर्तन की दर (Rate of change of momentum)

$$F \propto \frac{dP}{dt}$$

$$F = k\frac{dP}{dt}$$

निश्चित द्रव्यमान m के एक पिंड के लिए,

$$\frac{dP}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = m\frac{dv}{dt} = ma$$

अतः, द्वितीय नियम को इस प्रकार भी लिखा जा सकता है,

F = k m a

F = ma (सरलता के लिए, k = 1 चुना जाता है)

यदि त्वरण a = 0 , तब

F = 0 (पिण्ड का द्रव्यमान कभी भी शून्य नहीं हो सकता)।

इसका अर्थ है कि बाह्य बल की अनुपस्थिति में पिंड या तो स्थिर वेग से चलता है या विराम की स्थिति में आ जाता है।

न्यूटन के दूसरे नियम F = ma के अनुसार, यहां यदि m = 1 kg और a = 1 m/s^2 है, तो F = 1 N. इस प्रकार, 1 किलोग्राम द्रव्यमान वाले पिंड में 1 m/s^2 का त्वरण उत्पन्न करने के लिए 1N बल की आवश्यकता होती है।

उदाहरण - यदि कार का द्रव्यमान 1000 किलोग्राम है, तो 5 मीटर/वर्ग सेकेंड की दर से कार को त्वरित करने के लिए आवश्यक बल की गणना करें।

हल - दिया गया है, द्रव्यमान = 1000 किग्रा, त्वरण = 5 मीटर/वर्ग सेकेंड।
जैसा कि हम जानते हैं,
बल = द्रव्यमान × त्वरण
बल = 1000 × 5 = 5000 न्यूटन ।

न्यूटन के गति का तीसरा नियम
(Newton's Third Law of Motion)

प्रत्येक क्रिया के लिए एक समान और विपरीत प्रतिक्रिया होती है और दोनों अलग-अलग पिंडों पर कार्य करती हैं। अतः इस नियम को क्रिया एवं प्रतिक्रिया का नियम भी कहा जाता है।

उदाहरण - हवा से भरे गुब्बारे को मुक्त करने पर समान और विपरीत प्रतिक्रिया होती है, तैराक पानी को पीछे की ओर धकेलता है और पानी आगे की दिशा में तैराक पर बल लगाता है।

संवेग
(Momentum)

इसे किसी वस्तु के द्रव्यमान और उसके वेग के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया गया है। यह एक सदिश राशि है। इसका SI मात्रक किलोग्राम-मीटर प्रति सेकंड (kg·m/s या $kg·ms^{-1}$) है और विमीय सूत्र (dimensional formula) $[M^1L^1T^{-1}]$ है। यदि द्रव्यमान (m) का कोई पिंड वेग (v) से चलता है, तो संवेग (p) = mv द्वारा दिया जाता है।

उदाहरण - राजमार्ग पर चलने वाले एक भारी ट्रक का संवेग, उसी गति से चलने वाली छोटी कार की तुलना में अधिक होता है क्योंकि उसका द्रव्यमान अधिक होता है।

संवेग संरक्षण का नियम (Law of Conservation of Momentum) - यह बताता है कि, यदि किसी विलगित निकाय (isolated system) पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं कर रहा है तो उस निकाय का कुल संवेग स्थिर रहता है। इसका अर्थ है कि टक्कर से पहले सभी वस्तुओं का संयुक्त संवेग, टक्कर के बाद के संयुक्त संवेग के बराबर होता है।

उदाहरण - बंदूक और बुलेट प्रक्रिया, फुलाया हुआ गुब्बारा, दो वस्तुओं की टक्कर, रॉकेट प्रणोदन (Rocket propulsion)।

उदाहरण - 10 किग्रा द्रव्यमान वाले पत्थर को 2 मीटर/सेकेंड के वेग से फेंकने पर उसका संवेग क्या होगा ?

हल - दिया गया है, वेग = 2 मीटर/सेकेंड और द्रव्यमान = 10 किग्रा ।
जैसा कि हम जानते हैं,
संवेग = द्रव्यमान × वेग
संवेग = 10 × 2 = 20 किग्रा मी/से।

संवेग संरक्षण का समीकरण
(Equation of Conservation of Momentum)

m_1 और m_2 द्रव्यमान की दो वस्तुएं एक-दूसरे से तब टकराती हैं जब वे क्रमशः u_1 और u_2 वेग से एक सीधी रेखा में चलती हैं। टक्कर के बाद, वे एक ही दिशा में वेग v_1 और v_2 प्राप्त कर लेते हैं।

टक्कर से पहले कुल संवेग, प्रारंभिक संवेग (P_i) = $m_1u_1 + m_2u_2$

टक्कर के बाद कुल संवेग, अंतिम संवेग (P_f) = $m_1v_1 + m_2v_2$

यदि निकाय पर कोई अन्य बल कार्य नहीं करता है, तो कुल संवेग संरक्षित रहता है।
इसलिए, $P_i = P_f \Rightarrow m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

आवेग
(Impulse)

जब कोई बल किसी वस्तु पर बहुत कम समय के लिए कार्य करता है तो उसे आवेग कहते हैं।

उदाहरण - तेजी से उड़ने वाली बेसबॉल को पकड़ना, मुक्केबाज द्वारा मारा गया शक्तिशाली पंच।

इसकी गणना वस्तु पर लगाए गए बल और उस समयअवधि के गुणनफल के रूप में की जाती है, जिस पर बल लगाया जाता है।

आवेग = संवेग में परिवर्तन = बल x समय ।

यह एक सदिश राशि है। इसका SI मात्रक न्यूटन-सेकंड या किग्रा-मीटर/सेकंड है और विमीय सूत्र $[M^1L^1T^{-1}]$ होता है।

संदर्भ विन्यास
(Frame of Reference)

यह एक निर्देशांक प्रणाली (coordinate system) है जिसका उपयोग वस्तुओं की स्थिति और गति का वर्णन करने के लिए किया जाता है। यह माप करने और भौतिक घटनाओं का विश्लेषण करने के लिए एक निश्चित बिंदु प्रदान करता है।

संदर्भ विन्यास दो प्रकार के होते हैं :-

जड़त्वीय संदर्भ विन्यास (Inertial Frame of Reference) - यह एक ऐसा विन्यास है जिसमें न्यूटन के गति का नियम लागू होता हैं। ऐसा संदर्भ विन्यास जो एक जड़त्वीय विन्यास के संबंध में स्थिर वेग से चलता है, जड़त्वीय विन्यास होता है।

उदाहरण - रुकी हुई कार या स्थिर गति से चलती बस को जड़त्वीय संदर्भ विन्यास माना जाता है।

अजड़त्वीय संदर्भ विन्यास (Non-inertial frame of reference) - यह एक जड़त्वीय विन्यास के सापेक्ष त्वरणशील या घूर्णन में होता है। ऐसे विन्यास में, आभासी या छद्म बल उपस्थित हो सकता हैं। अजड़त्वीय संदर्भ विन्यास के लिए, न्यूटन के गति के नियम लागू नहीं होते।

उदाहरण - ट्रैफिक लाइट पर स्थिर एक कार। ट्रैफिक लाइट ग्रीन होने पर कार तेजी से आगे बढ़ जाती है। इस त्वरण के दौरान, कार अजड़त्वीय संदर्भ विन्यास में होती है।

लिफ्ट में किसी व्यक्ति का आभासी भार
(Apparent Weight of a Person in Lift)

यदि द्रव्यमान (m) का कोई व्यक्ति लिफ्ट में है, और व्यक्ति का वास्तविक भार mg है, जो लिफ्ट के फर्श पर नीचे की दिशा में कार्य करता है, जिसके कारण फर्श प्रतिक्रिया (R) प्रदान करती है। इस प्रतिक्रिया को व्यक्ति का आभासी भार (Apparent Weight) कहा जाता है।

विभिन्न स्थितियों में R और mg के बीच संबंध -

विराम या स्थिर वेग पर - जब लिफ्ट विराम की स्थिति में होती है, तो व्यक्ति का आभासी भार व्यक्ति के वास्तविक भार के बराबर होता है।

जब लिफ्ट ऊपर/नीचे की दिशा में समान रूप से चलती है - एकसमान गति में, व्यक्ति का आभासी भार व्यक्ति के वास्तविक भार के बराबर होता है।

जब लिफ्ट ऊपर की ओर गति कर रही हो - यदि लिफ्ट ऊपर की ओर गति कर रही हो, तो व्यक्ति का आभासी भार उसके वास्तविक भार से अधिक होता है।

जब लिफ्ट नीचे की ओर गति कर रही हो - यदि लिफ्ट नीचे की ओर गति कर रही हो, तो व्यक्ति का आभासी भार उसके वास्तविक भार से कम होता है।

जब लिफ्ट स्वतंत्र रूप से गिर रही हो - इस स्थिति में व्यक्ति का आभासी भार शून्य हो जाता है अर्थात व्यक्ति को भारहीनता (weightlessness) की स्थिति महसूस होती है।

घर्षण
(Friction)

घर्षण ऐसा बल है जो एक दूसरे के संपर्क में आने वाली वस्तुओं की गति का विरोध करता है। यह वस्तुओं की सतहों के बीच परस्पर क्रिया के कारण उत्पन्न होता है और उनकी गति को बाधित या धीमा कर सकता है। यह लाभदायक भी हो सकता है, जैसे कि पकड़ और नियंत्रण प्रदान करना, और हानिकारक भी हो सकता है, जैसे कि घिसाव (wear) और ऊष्मा (heat) उत्पन्न करना।

घर्षण के प्रकार
(Types of Friction)

स्थैतिक घर्षण (f_s)
(Static Friction)

वह बल, जो संपर्क में आने वाली दो सतहों के बीच सापेक्ष गति का विरोध करता है, जब कम से कम एक सतह विराम अवस्था में होती है।

उदाहरण - किसी भारी बक्से को धकेलना, रैक पर लटका हुआ तौलिया।

$f_s = \mu_s N$,जहाँ, f_s = स्थैतिक घर्षण बल (Static Friction Force), μ_s = स्थैतिक घर्षण गुणांक (Static Friction Coefficient), N = अभिलम्ब बल (संपर्क बल){normal force (contact force)}।

सीमान्त घर्षण (f_l)
(Limiting Friction)

यह स्थैतिक घर्षण का वह अधिकतम बल है, जो एक पिंड के दूसरे पिंड की सतह पर फिसलने से ठीक पहले होता है।

सीमान्त घर्षण (Limiting friction, f_l) = $\mu_l N$ जहाँ, μ_l = सीमान्त घर्षण गुणांक (coefficient of limiting friction) और N = अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल (normal reaction force) ।

गतिक घर्षण (f_k)
(Kinetic Friction)

यह संपर्क में आने वाली दो सतहों के बीच गति का विरोध करता है। यह तब मौजूद होता है जब सतहों के बीच सापेक्ष गति या फिसलन होती है।

उदाहरण - मेज पर किताब फिसलना , पेन से लिखना, हाथ रगड़ना, इस्त्री से कपड़े प्रेस करना आदि।

$f_k = \mu_k N$, जहाँ , f_k = गतिज घर्षण बल (kinetic friction Force), μ_k = गतिज घर्षण गुणांक (μ_k , μ_s से कम है), और N = अभिलम्ब बल।

गतिज घर्षण के प्रकार :-
(Types of Kinetic Friction)

लोटनिक घर्षण (Rolling Friction) - यह ऐसा घर्षण बल है जो तब होता है जब एक वस्तु दूसरी वस्तु पर लुढ़कती है, जैसे जमीन पर कार के पहिये।

सर्पी घर्षण (Sliding Friction) - वह घर्षण बल जो एक पिंड के दूसरे पिंड पर फिसलने पर सतहों के बीच सापेक्ष गति का विरोध करता है।

घर्षण कम करने के विधि
(Methods of Reducing Friction)

स्नेहक का उपयोग (Use of Lubricants) - ऐसे पदार्थ जो विभिन्न वस्तुओं के घर्षण और टूट-फूट को कम कर सकते हैं।

उदाहरण - मोटर ऑयल, जेल (gel), सिलिकॉन, तेल, ग्रीस, मोम (wax) आदि।

पॉलिश करना (Polishing) - किसी सतह को पॉलिश करने से खुरदुरी सतह चिकनी हो सकती है और घर्षण कम हो सकता है।

तेल का प्रयोग करना (Applying Oil)- घर्षण को कम करने और दरवाजे की गति को सुचारू बनाने के लिए दरवाजे के कब्ज़ों पर तेल का प्रयोग किया जाता है।

पाउडर का प्रयोग करना (Applying Powder) - बोर्ड की सतह और स्ट्राइकर के बीच घर्षण को कम करने के लिए कैरम बोर्ड पर पाउडर का प्रयोग किया जाता है।

अभिकेन्द्रीय बल
(Centripetal Force)

वृत्ताकार पथ में गति कर रहे किसी पिंड पर एक बल कार्य करता है जो सदैव उस वृत्ताकार पथ (circular path) के केंद्र की ओर निर्देशित होता है,
अभिकेन्द्रीय बल (centripetal force) कहलाता है।

उदाहरण - रोलर कोस्टर का लूप, ग्रहों की परिक्रमा, वक्रों (curves) पर गाड़ी चलाना, नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉनों का परिक्रमण, पृथ्वी के चारों ओर चंद्रमा की गति।

अभिकेन्द्रीय बल = द्रव्यमान (mass) × अभिकेन्द्रीय त्वरण (centripetal acceleration)

अभिकेन्द्रीय बल (F_c) = $\frac{mv^2}{r}$, जहाँ m द्रव्यमान है, v रैखिक वेग और r पथ की त्रिज्या है।

अपकेन्द्रीय बल
(Centrifugal Force)

अपकेन्द्रीय बल (Centrifugal Force) एक समान वृत्तीय गति में एक छद्म बल (pseudo force) है जो त्रिज्या (radius) के साथ-साथ कार्य करता है और वृत्त के केंद्र से दूर निर्देशित होता है।

उदाहरण - बाइक का घूमना, गोल झूला (मैरी-गो-राउंड), दोलन करती फेयर राइड, क्रीम सेपरेटर ।

Practice Questions :-

Q.1. उस विकल्प का चयन कीजिए, जो अभिकथन (A) और कारण (R) नामक निम्नलिखित दो कथनों के संबंध में सत्य है।(A): एक चिकनी सतह (smooth surface) की तुलना में एक वस्तु खुरदरी सतह (rough surface) पर कम फिसलती है।(R): जब सतह खुरदरी होती है, तो घर्षण बल (frictional force) बढ़ता है।
SSC CGL 20/07/2023 (1st shift)
(a) अभिकथन (A) सत्य है और कारण (R) असत्य है।
(b) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं, लेकिन कारण (R) अभिकथन (A) की सही व्याख्या नहीं है।
(c) अभिकथन (A) असत्य है और कारण (R) सत्य है।
(d) अभिकथन (A) और कारण (R) दोनों सत्य हैं और कारण (R), अभिकथन (A) की सही व्याख्या है।

Q.2. केंद्र की ओर लगने वाले बल का दूसरा नाम क्या है?
Selection post 30/06/2023 (Shift - 4)
(a) वान डर वाल्स (Van der Waals)
(b) अपकेन्द्रीय (Centrifugal)
(c) गुरुत्वीय (Gravitational)
(d) अभिकेंद्रीय (Centripetal)

Q.3. किस प्रकार के घर्षण (friction) को स्वयं - समायोजन बल (self - adjusting force) माना जाता है ?
SSC MTS 15/05/2023 (Morning)
(a) गतिज घर्षण (Kinetic Friction)
(b) अभिकेंद्र घर्षण (Centripetal Friction)
(c) लोटनिक घर्षण (Rolling Friction)
(d) स्थैतिक घर्षण (Static Friction)

Q.4. निम्नलिखित में से कौन-सा घर्षण का सही क्रम है?
SSC CHSL 20/03/2023 (2nd Shift)
(a) स्थैतिक > घूर्णन > सर्पी (Static > Rolling > Sliding)
(b) घूर्णन > स्थैतिक > सर्पी (Rolling > Static > Sliding)
(c) स्थैतिक > सर्पी > घूर्णन (Static > Sliding > Rolling)
(d) सर्पी > स्थैतिक > घूर्णन (Sliding > Static > Rolling)

Q.5. निम्नलिखित में से कौन-सा एक असंपर्क बल (non - contact force) नहीं है?
SSC CHSL 15/03/2023 (4th Shift)
(a) गुरुत्वाकर्षण (Gravitational)
(b) स्थिर वैद्युत (Electrostatic)
(c) घर्षण (friction)
(d) चुंबकीय (Magnetic)

Q.6. निम्नलिखित में से कौन सा गति के तीसरे नियम का एक अनुप्रयोग नहीं है?
SSC CHSL 15/03/2023 (1st Shift)
(a) क्रिकेट के खेल में कैच लपकने के लिए क्षेत्ररक्षक गेंद के

साथ अपने हाथों को धीरे-धीरे पीछे की ओर खींचता है।
(b) फुटबॉल को किक मारते समय विपक्षी टीम के खिलाड़ियों से टकराकर चोटिल होना ।
(c) नाविक के आगे की ओर कूदने की स्थिति में नाव पीछे की ओर गति करती है।
(d) गोली पर लगने वाला त्वरित बल (forward force) और बंदूक का प्रतिक्षेपण (recoil of the gun)।

Q.7. जड़त्व (inertia) के बारे में सही कथन की पहचान कीजिए
SSC CGL 01/12/2022 (3rd Shift)
(a) द्रव्यमान जितना अधिक होगा, जड़त्व उतना ही अधिक होगा
(b) भार जितना कम होगा, जड़त्व उतना ही अधिक होगा
(c) द्रव्यमान जितना कम होगा, जड़त्व उतना ही अधिक होगा
(d) द्रव्यमान जितना अधिक होगा, जड़त्व उतना ही कम होगा

Q.8. 'आवेग' (impulse) को किस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है?
SSC CPO 11/11/2022 (Evening)
(a) किसी पिंड पर बहुत लंबे समय तक कार्य करने वाला बल
(b) पिंड द्वारा थोड़े समय के लिए किया गया कार्य
(c) किसी पिंड पर थोड़े समय के लिए कार्य करने वाला बल
(d) पिंड पर थोड़े समय के लिए कार्य करने वाला तापमान

Q.9. निम्नलिखित में से कौन सा कथन सही है?
I. रोलिंग घर्षण (Rolling friction), सर्पी घर्षण (sliding friction) से अधिक होता है।
II. द्रवों द्वारा लगाए गए घर्षण बल को कर्षण (Drag) कहा जाता है।
SSC MTS 22/07/2022 (Morning)
(a) केवल I सही है। (b) न तो I और न ही II सही है।
(c) I और II दोनों सही हैं। (d) केवल II सही है।

Q.10. ___ बल की सीमा 10^{-16} मीटर के क्रम की है।
SSC CGL 13/04/2022 (Morning)
(a) विद्युत चुम्बकीय (electromagnetic)
(b) गुरुत्वाकर्षण (gravitational)
(c) प्रबल नाभिकीय (strong nuclear)
(d) दुर्बल नाभिकीय (weak nuclear)

Q.11. निम्नलिखित में से किसका आयाम (dimension) रैखिक संवेग (linear momentum) के समान है?
SSC CGL 13/08/2021 (Morning)
(a) आवेग (Impulse) (b) प्रतिबल (stress)
(c) कार्य (work) (d) ऊर्जा (energy)

Q.12. एक स्थिर बल 10 किग्रा द्रव्यमान की वस्तु पर 2 सेकंड की अवधि के लिए कार्य करता है। यह वस्तु के वेग को 5 मीटर/सेकंड से बढ़ाकर 10 मीटर/सेकंड कर देता है। लागू बल का परिमाण (magnitude) ज्ञात कीजिए। अब, यदि बल 5 सेकंड की अवधि के लिए लगाया जाता है, तो वस्तु का अंतिम वेग क्या होगा?
RRB NTPC CBT - I (12/03/2021) Morning
(a) लगाया गया बल = 20 N, अंतिम वेग = 7.5 मीटर/सेकंड
(b) लगाया गया बल = 25 N, अंतिम वेग = 7.5 मीटर/सेकंड
(c) लगाया गया बल = 20 N, अंतिम वेग = 17.5 मीटर/सेकंड
(d) लगाया गया बल = 25 N, अंतिम वेग = 17.5 मीटर/सेकंड

Q.13. स्प्रिंग बैलेंस (spring balance) एक उपकरण है जिसका उपयोग आमतौर पर किसी वस्तु पर कार्य करने वाले _____ को मापने के लिए किया जाता है।
RRB NTPC CBT - I (05/03/2021) Evening
(a) बल (force) (b) गति (momentum)
(c) वेग (velocity) (d) द्रव्यमान (mass)

Q.14. राकेट किसके संरक्षण के सिद्धांत (principle of conservation) पर कार्य करता हैं?
RRB NTPC CBT - I (31/01/2021) Morning
(a) वेग (velocity) (b) द्रव्यमान (mass)
(c) संवेग (momentum) (d) ऊर्जा (energy)

Q.15. न्यूटन के गति के प्रथम नियम का अन्य नाम क्या है?
RRB NTPC CBT - I (04/01/2021) Evening
(a) जड़त्व का नियम (Law of inertia)
(b) दोलन का नियम (Law of movement)
(c) संवेग का नियम (Law of momentum)
(d) विस्थापन का नियम (Law of displacement)

Q.16. सीलिंग फैन और साइकिल के हब और धुरी के बीच घर्षण को कम करने के लिए किस मशीन पुर्जे का उपयोग किया जाता है
RRB JE 01/06/2019 (Morning)
(a) बाल बेयरिंग (Ball bearings) (b) स्प्रिंग
(c) नट (d) बोल्ट

Q.17. किसी द्रव में वस्तु पर लगने वाला घर्षण बल किस पर निर्भर करता है?
RRB JE 31/05/2019 (Morning)
(a) द्रव की प्रकृति
(b) इनमें से सभी
(c) वस्तु की आकृति
(d) द्रव के सापेक्ष इसकी गति (Its speed with respect to the fluid)

Q.18. लोटनिक घर्षण (rolling friction) एवं सर्पी घर्षण (sliding friction) की तुलना कीजिए।
RRB JE 25/05/2019 (Afternoon)
(a) लोटनिक घर्षण हमेशा सर्पी घर्षण के बराबर होता है।
(b) लोटनिक घर्षण या तो सर्पी घर्षण से अधिक या उसके बराबर होता है।
(c) लोटनिक घर्षण, सर्पी घर्षण से कम होता है।
(d) लोटनिक घर्षण, सर्पी घर्षण से अधिक होता है।

Q.19. जब 21 N के एक बल को 3 किलोग्राम द्रव्यमान वाली वस्तु पर लगाया जाता है तो उत्पन्न त्वरण कितना होगा?
RRB ALP Tier - I (21/08/2018) Morning
(a) $0.7ms^{-2}$ (b) $7ms^{-2}$ (c) $0.007ms^{-2}$ (d) $70ms^{-2}$

Q.20. 20 N का एक बल एक वस्तु को 2 मीटर विस्थापित कर देता है और 20 जूल कार्य करता है। बल और विस्थापन के बीच कोण है :
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Afternoon
(a) 60° (b) 30° (c) 90° (d) 0°

Q.21. कारों के ब्रेकिंग पैड (breaking pads) में_____ के गुण का उपयोग किया जाता है।
RRB ALP Tier - I (14/08/2018) Evening
(a) घर्षण का सकारात्मक प्रभाव (positive effect of friction)
(b) घर्षण का शून्य प्रभाव (zero effect of friction)
(c) भार आवेग बल तनाव की क्रिया (weight impulse force tension action)
(d) घर्षण का नकारात्मक प्रभाव (negative effect of friction)

Q.22. निम्नलिखित में से कौन सा प्रकृति में कभी भी अकेले नही होता है?
RRB ALP Tier - I (09/08/2018) Afternoon
(a) जड़त्व (Inertia) (b) बल (Force)
(c) वेग (Velocity) (d) संवेग (momentum)

Q.23. गतिमान वस्तु के संवेग (p) का सूत्र क्या है?
(a) $p = mv^2$ (b) $p = m/v$ (c) $p = m + v$ (d) $p = mv$

Q.24. एकसमान वृत्तीय गति में, उस छद्म बल का क्या नाम है जो त्रिज्या के अनुदिश कार्य करता है और वृत्त के केंद्र से दूर होता है?
(a) सेंट्रिपेटल बल (b) गुरुत्वाकर्षण बल
(c) केन्द्रापसारक बल (d) घर्षण बल

Q.25. जब कम से कम एक सतह आराम पर हो तो कौन सा बल दो सतहों के बीच सापेक्ष गति को रोकता है?
(a) तनाव बल (b) गुरुत्वाकर्षण बल
(c) सामान्य बल (d) स्थैतिक घर्षण बल

Answer Key :-

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

गुरुत्वाकर्षण
(Gravitation)

गुरुत्वीय बल
(Gravitational Force)

ब्रह्मांड (universe) में प्रत्येक वस्तु, हर दूसरी वस्तु को एक बल से आकर्षित करती है जिसे गुरुत्वाकर्षण बल कहा जाता है। दूसरे शब्दों में, जिस बल से पृथ्वी पिंडों को अपनी ओर खींचती है, उसे पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण बल या पृथ्वी का गुरुत्व कहते हैं। इसे ब्रह्मांड में किन्हीं दो पिंडों के बीच असंपर्क आकर्षण बल (non-contact force) के रूप में भी परिभाषित किया गया है।

उदाहरण - किसी पेड़ से पत्तियों और फल का नीचे की तरफ गिरना, नदी के जल का अनुप्रवाह में बहना, ऊपर फेंकी गई गेंद का किसी ऊंचाई तक जाने के बाद वापस पृथ्वी की तरफ लौट आना।

गुरुत्वीय बल की विशेषताएँ
(Characteristics of Gravitational Force)

(a) गुरुत्वीय बल एक संरक्षी (conservative) बल है। यह प्रकृति में सबसे दुर्बल (weakest) बल है।

(b) गुरुत्वाकर्षण का नियम सभी पिंडों पर लागू होता है, यह पिंड के आकार, आकृति और स्थिति पर निर्भर नहीं करता है ।

(c) गुरुत्वीय बल दूरी पर होने वाली एक क्रिया है; इसे दो पिंडों के बीच किसी संपर्क की आवश्यकता नहीं होती है।

(d) गुरुत्वीय बल, स्थिर वैद्युत बल से 10^{36} गुना और प्रबल नाभिकीय बल से 10^{38} गुना दुर्बल होता है।

(e) यह दो वस्तुओं के केंद्र को जोड़ने वाली रेखा के अनुदिश कार्य करता है। इसलिए इसे केन्द्रीय बल (central force) कहा जाता है।

(f) गुरुत्वीय बल दो पिंडों के द्रव्यमान के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती (directly proportional) होता है। इसका अर्थ है कि अधिक द्रव्यमान वाला पिंड अधिक बल उत्पन्न करेगा ।

गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम
(Universal Law of Gravitation)

यह नियम न्यूटन द्वारा दिया गया था और इसे न्यूटन का गुरुत्वाकर्षण नियम भी कहा जाता है। इस नियम के अनुसार ,ब्रह्मांड में प्रत्येक पिंड दूसरे पिंड को एक ऐसे बल से आकर्षित करते हैं जो उनके द्रव्यमान के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती

और उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती (indirectly proportional) होता है।

माना दो पिंड A और B , जिनका द्रव्यमान क्रमशः m_1 और m_2 है, जिनके केंद्र एक दूसरे से r दूरी पर हैं, तब गुरुत्वाकर्षण बल

$$F \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \Rightarrow F = \frac{G m_1 \times m_2}{r^2}$$

जहाँ, G एक सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक (universal gravitational constant) है। इसका मान पृथ्वी या ब्रह्मांड में सभी जगह एक समान होता है। G का मान 6.67 X 10^{-11} Nm^2 kg^{-2} है और G का विमीय सूत्र $[M^{-1}L^3T^{-2}]$ है। SI इकाई में m को किलोग्राम में, F को न्यूटन और r को मीटर में मापा जाता है।

उदाहरण - 90 किलोग्राम द्रव्यमान वाले दो धातु के गोले के बीच गुरुत्वाकर्षण बल की गणना करें, यदि उनके केंद्रों के बीच की दूरी 40 सेमी है। दिया गया है G = 6.67 × 10^{-11} N m^2/kg^2। यदि समान पिंडों को चंद्रमा पर ले जाया जाए और उनका पृथक्करण (separation) समान रहे तो क्या गुरुत्वाकर्षण बल भिन्न होगा?

हल - दिया गया है,
पहले पिंड का द्रव्यमान (m_1) = 90 किग्रा
दूसरे पिंड का द्रव्यमान (m_2)= 90 किग्रा
द्रव्यमानों के बीच की दूरी (r) = 40 सेमी = 40 × 10^{-2} मीटर
G = 6.67 × 10^{-11} N m^2/kg^2
जैसा कि हम जानते हैं,

$$F = \frac{G m_1 \times m_2}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 90 \times 90}{0.4 \times 0.4}$$

= 3.377 × 10^{-6} N.

दोनों पिंडों के लिए आकर्षण बल समान रहेगा चाहे वे पृथ्वी पर हों या चंद्रमा पर क्योंकि दो पिंडों के बीच आकर्षण बल दोनों पिंडों के व्यक्तिगत द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती होता है और उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम ने अनेक घटनाओं को सफलतापूर्वक समझाया है जो इस प्रकार हैं -
(i) वह बल, जो हमें पृथ्वी से बांधती है।
(ii) पृथ्वी के चारों ओर चंद्रमा की गति।
(iii) किसी ग्रह के चारों ओर वायुमंडल की उपस्थिति।

गुरुत्व
(Gravity)

गुरुत्व वह बल है जिसके द्वारा कोई ग्रह या पिंड, वस्तुओं को अपने केंद्र की ओर खींचता है। गुरुत्वीय बल सभी ग्रहों को सूर्य के चारों ओर एक कक्षा (orbit) में रखता है। पृथ्वी के कारण लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल को गुरुत्व के नाम से भी जाना जाता है।

गुरुत्वीय त्वरण (g)
(Acceleration Due to Gravity)

पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव के कारण स्वतंत्र रूप से गिरती वस्तु में उत्पन्न एकसमान त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण के रूप में जाना जाता है। इसका मात्रक m/s^2 होता है। यह एक सदिश राशि (vector quantity) है और इसकी दिशा पृथ्वी के केंद्र की ओर होती है। g का मान उस वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है, जो गुरुत्वाकर्षण के अधीन स्वतंत्र रूप से गिर रहा है।

g और G के बीच संबंध - $g = \frac{G M}{R^2}$

जहाँ, M = पृथ्वी का द्रव्यमान = 6.0×10^{24} किग्रा और R = पृथ्वी की त्रिज्या = 6.37×10^6 मीटर। पृथ्वी की सतह पर g का मान 9.8 ms^{-2} लिया जाता है।

गुरुत्वीय त्वरण को प्रभावित करने वाले कारक
(Factors Affecting Acceleration Due to Gravity)

ऊंचाई और गहराई के साथ g में परिवर्तन
(Variation of g with Altitude and Depth)

ऊँचाई के साथ g में परिवर्तन : जैसे-जैसे कोई पृथ्वी की सतह से ऊपर जाता है, गुरुत्वीय त्वरण का मान धीरे-धीरे कम होता जाता है। यदि पृथ्वी की सतह से h ऊँचाई पर गुरुत्वीय त्वरण का मान g_h हो, तब,

$$g_h = \frac{g}{(1 + \frac{h}{R})^2}$$

यदि h<<R तो $g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$। यहाँ R पृथ्वी की त्रिज्या है और h पृथ्वी की सतह से ऊपर पिंड की ऊंचाई है।

गुरुत्वीय त्वरण का मान ऊँचाई बढ़ने के साथ घटता जाता है।

गहराई के साथ g में परिवर्तन : गुरुत्वीय त्वरण का मान गहराई बढ़ने के साथ घटता जाता है।

$g_d = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$

यहाँ g_d, गहराई d पर गुरुत्वीय त्वरण का मान है।

अक्षांश के साथ g में परिवर्तन
(Variation of g with Latitude)

यदि ω पृथ्वी के अपनी धुरी पर घूमने का कोणीय वेग (angular velocity) है, तो अक्षांश λ वाले स्थान पर गुरुत्वीय त्वरण $g' = g - R\omega^2 \cos^2\lambda$ द्वारा दिया जाता है।
ध्रुवों पर, λ = 90° और g' = g,

अत: ध्रुवों पर पृथ्वी के अपनी धुरी के परितः घूमने का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
भूमध्य रेखा पर, $\lambda = 0°$ और $g' = g - R\omega^2$,
अत: भूमध्य रेखा पर g का मान न्यूनतम होता है।

यदि पृथ्वी अपनी धुरी पर घूमना बंद कर दे, तो ध्रुव पर g का मान अपरिवर्तित (unchanged) रहेगा।

पृथ्वी के केन्द्र पर गुरुत्वीय त्वरण का मान शून्य हो जाता है।

पृथ्वी ध्रुवों पर चपटी (flat) है। इस प्रकार, पृथ्वी की त्रिज्या (radius of earth) भूमध्य रेखा (equator) की तुलना में ध्रुवों पर कम है। अत: ध्रुवों (poles) की तुलना में भूमध्य रेखा पर g का मान कम होता है।

गुरूत्वीय विभव
(Gravitational Potential)

गुरूत्वीय विभव (V) : गुरुत्वाकर्षण विभव किसी द्रव्यमान को शून्य विभव से अनंत (infinity) तक लाने के लिए किसी बाह्य रूप (external) से लगाए गए बल द्वारा प्रति इकाई द्रव्यमान पर किया गया कार्य है। यह एक अदिश राशि है। गुरूत्वीय विभव का SI मात्रक J kg^{-1} होता है और विमीय सूत्र $[L^2T^{-2}]$ है।

गुरूत्वीय विभव (V) = $\frac{-GM}{r}$

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (U)
(Gravitational Potential Energy)

गुरुत्वीय क्षेत्र में किसी भी बिंदु पर किसी वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा उसे अनंत से उस बिंदु तक लाने में किए गए कार्य के बराबर होती है। SI मात्रक 'जूल' होता है और इसका विमीय सूत्र $[ML^2T^{-2}]$ है।
m_1 और m_2 द्रव्यमान के दो कणों के बीच की दूरी r है, इससे संबंधित गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा इस प्रकार दी जाती है

$$U = \frac{-G m_1 m_2}{r} + k$$

(k = इंटीग्रेशन का स्थिरांक (constant of integration))
जब r अनंत तक पहुंचता है तो गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा शून्य होती है। अतः स्थिरांक शून्य है और

$$U = \frac{-G m_1 m_2}{r}$$

उपग्रह
(Satellite)

एक खगोलीय वस्तु, जो किसी ग्रह के चारों ओर घूमती है, उपग्रह कहलाती है। प्राकृतिक उपग्रह वे खगोलीय पिंड हैं, जो मानव निर्मित नहीं होते हैं और पृथ्वी के चारों ओर घूमते हैं। कृत्रिम (artificial) उपग्रह वे खगोलीय पिंड हैं जो मानव निर्मित होते हैं और कुछ उद्देश्यों के लिए प्रक्षेपित (launched) किए जाते हैं जो पृथ्वी के चारों ओर घूमते रहते हैं।

उपग्रहों के प्रकार
(Type of Satellites)

कृत्रिम उपग्रह दो प्रकार के होते हैं :

भूस्थैतिक उपग्रह (Geostationary Satellite) - ऐसा उपग्रह, जो पृथ्वी पर पर्यवेक्षक (observer) को एक निश्चित ऊंचाई तथा एक निश्चित स्थान पर दिखाई देता है। पृथ्वी की सतह से उपग्रह की ऊंचाई 35800 किमी और कक्षा की त्रिज्या लगभग 42400 किमी होती है। इसकी परिभ्रमण (rotation) की समयावधि 24 घंटे है।

उदाहरण - INSAT- 3D और GSAT - 7 ।

ध्रुवीय उपग्रह (Polar Satellites) - ऐसे उपग्रह जो पृथ्वी के चारों ओर ध्रुवीय कक्षाओं (orbits) में घूमते हैं। ध्रुवीय कक्षा वह कक्षा है जिसका पृथ्वी के विषुवतीय तल के साथ झुकाव कोण (angle of inclination) 90° होता है। पृथ्वी की सतह से उपग्रह की ऊंचाई लगभग 500 से 800 किमी होती है। इसका घूर्णन काल (period of rotation) लगभग 100 मिनट है। इन उपग्रहों का उपयोग मौसम की भविष्यवाणी करने, वायुमंडल के ऊपरी क्षेत्र का अध्ययन करने, मानचित्रण आदि में किया जाता है। PSLV श्रृंखला के उपग्रह भारत के ध्रुवीय उपग्रह हैं।

उपग्रह का आवर्तकाल
(Time Period of Satellite)

किसी उपग्रह का आवर्तकाल, उपग्रह द्वारा पृथ्वी के चारों ओर एक चक्कर पूरा करने में लगा समय है।

इसकी गणना सूत्र $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ द्वारा की जाती है, जहाँ g - गुरुत्वीय त्वरण और R - पृथ्वी की त्रिज्या है। यदि संख्यात्मक मान, $g = 9.8\ m\ s^{-2}$ और R = 6400 किमी को उपर्युक्त सूत्र में प्रयोग करते हैं, तो T = 85 मिनट (लगभग) प्राप्त होता हैं।

परिक्रमणकारी उपग्रह की ऊर्जा
(Energy of an Orbiting Satellite)

यदि h पृथ्वी की सतह से ऊपर उपग्रह की ऊंचाई है और R पृथ्वी की त्रिज्या है, तो उपग्रह के कक्षा की त्रिज्या r = R + h.
उपग्रह की कुल ऊर्जा, E = गतिज ऊर्जा + स्थितिज ऊर्जा

गतिज ऊर्जा, $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{GMm}{r}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{GMm}{R+h}\right)$

और स्थितिज ऊर्जा, $U = -\frac{GMm}{r} = -\frac{GMm}{R+h}$

इस प्रकार,

उपग्रह की कुल ऊर्जा (E) = $\frac{1}{2}\left(\frac{GMm}{R+h}\right) + \left(-\frac{GMm}{R+h}\right)$

$$E = -\frac{1}{2}\left(\frac{GMm}{R+h}\right)$$

बंधन ऊर्जा
(Binding Energy)

किसी उपग्रह को पृथ्वी (ग्रह) के चारों ओर उसकी कक्षा से अनंत तक हटाने के लिए प्रयुक्त आवश्यक ऊर्जा को उपग्रह की बंधन ऊर्जा कहा जाता है। m, द्रव्यमान के उपग्रह की बंधन ऊर्जा इस प्रकार है BE = $-\frac{1}{2}\left(\frac{GMm}{r}\right)$ (नकारात्मक चिह्न पृथ्वी और उपग्रह के बीच बल की आकर्षक प्रकृति को दर्शाता है)।

पलायन वेग
(Escape Velocity)

पृथ्वी पर पलायन वेग वह न्यूनतम वेग है, जिस वेग से किसी पिंड को पृथ्वी की सतह से लंबवत ऊपर की ओर प्रक्षेपित (projected) करने पर वह पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र को पार कर जाए और वापस पृथ्वी पर न लौटे। पृथ्वी की सतह का पलायन वेग (V_e) इस प्रकार है -

$V_e = \sqrt{2gR_E} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 6400 \times 10^3}$

= 11.2 km/sec.

जहाँ, g = 9.81 ms^{-2}, पृथ्वी की त्रिज्या 6400 Km है। अतः पलायन वेग का मान 11.2 km/sec होता है।

कक्षीय वेग
(Orbital Velocity)

किसी उपग्रह का कक्षीय वेग उपग्रह को पृथ्वी के चारों ओर उपस्थित कक्षा में स्थापित करने के लिए आवश्यक अधिकतम वेग है। इसे V_0 से दर्शाया जाता है।
कक्षीय वेग का सूत्र इस प्रकार है,

$$V_o = \sqrt{\frac{GM_e}{R_e + h}}$$

जहाँ, G = गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक (gravitational constant) है जिसका मान 6.673×10^{-11} $N \cdot m^2/kg^2$ होता है, R_e = पृथ्वी की त्रिज्या, M_e पृथ्वी का भार है और h पृथ्वी की सतह से उपग्रह की ऊंचाई है।
यदि उपग्रह, पृथ्वी की सतह के निकट परिक्रमण कर रहा है, तो R_e की तुलना में h की उपेक्षा (neglect) की जा सकती है, अर्थात $R_e + h = R_e$, तब कक्षीय वेग $V_o = \sqrt{gR_e}$

$= \sqrt{9.8\ m/sec^2 \times 6.4 \times 10^6\ metre}$

$= 7.92 \times 10^3$ m/sec = 7.92 km/sec ≈ 8 km/sec.

पलायन वेग और कक्षीय वेग के बीच संबंध (Relation Between Escape Velocity And Orbital Velocity) :

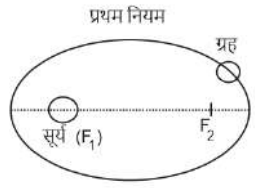
$V_{पलायन} = \sqrt{2}\ V_{कक्षीय}$

पलायन वेग, कक्षीय वेग का लगभग 1.414 गुना होता है। यह संबंध किसी खगोलीय पिंड के चारों ओर वृत्ताकार कक्षा (circular orbit) के लिए सही है।

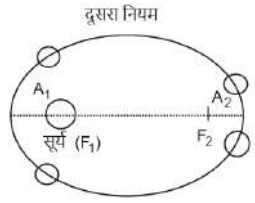
ग्रहों के गति संबंधित केप्लर का नियम
(Kepler's Laws of Planetary Motion)

ग्रहों की गति से संबंधित केप्लर के तीन नियम हैं जो सूर्य के चारों ओर ग्रहों की गति का वर्णन करते हैं। इसे 17वीं शताब्दी की शुरुआत में जर्मन खगोलशास्त्री (astronomer) जोहान्स केप्लर तथा डेनिश खगोलशास्त्री टाइको ब्राहे द्वारा किए गए अवलोकनों (observations) के आधार पर प्रतिपादित (formulated) किया गया था।

प्रथम नियम {(दीर्घवृत्त का नियम) Law of Ellipses} : प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों ओर एक दीर्घवृत्ताकार कक्षा में घूमते हैं और सूर्य अपने दो फोकस (f) में से किसी एक पर स्थित होता है।

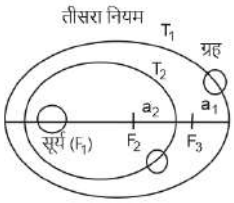


दूसरा नियम {(समान क्षेत्रफल का नियम) Law of Equal Areas} : ग्रह को सूर्य से जोड़ने वाली रेखा समान समयान्तराल (T) में समान क्षेत्रफल (A) तय करती है, जिसका अर्थ है कि ग्रहों की गति सूर्य के नजदीक तीव्र होती है और सूर्य से दूर होने पर गति धीमी हो जाती है।



तीसरा नियम {(आवर्तकाल का नियम) Law of Periods} : किसी ग्रह के परिक्रमण के आवर्तकाल (T) का वर्ग ग्रह द्वारा खींचे गए दीर्घवृत्त के अर्ध-प्रमुख (semi-major) अक्ष (a) के घन के समानुपाती होता है।

$T^2 \propto a^3 \Rightarrow T^2 = Ka^3$, जहाँ K केप्लर स्थिरांक (Kepler's constant) है।



द्रव्यमान (m)
(Mass)

किसी पिंड का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप है और इसलिए इसे जड़त्वीय द्रव्यमान (inertial mass) भी कहा जाता है। किसी पिंड का द्रव्यमान शून्य नहीं हो सकता है। द्रव्यमान एक अदिश राशि है। द्रव्यमान का SI मात्रक 'किलोग्राम' होता है।

भार (W)
(Weight)

किसी वस्तु का भार वह बल है, जिससे वह पृथ्वी की ओर आकर्षित होती है। यह एक सदिश राशि (vector quantity) है। भार का SI मात्रक न्यूटन (N) है।

चंद्रमा पर किसी पिंड का भार
(Weight of a Body at the Moon)

चंद्रमा का द्रव्यमान और त्रिज्या पृथ्वी की तुलना में कम होता है इसलिए चंद्रमा पर गुरुत्वाकर्षण बल भी पृथ्वी की तुलना में कम होता है। चंद्रमा पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी पर उसके भार का 1/6 होता है।

भारहीनता
(Weightlessness)

यह एक ऐसी स्थिति है, जिसमें किसी पिंड का प्रभावी भार (effective weight) शून्य हो जाता है। भारहीनता निम्न रूप से होती है -
(i) गुरुत्वाकर्षण के अंतर्गत स्वतंत्र रूप से गिरते समय
(ii) किसी अंतरिक्ष यान या उपग्रह के अंदर
(iii) पृथ्वी के केंद्र पर

Practice Questions:-

Q.1. हेनरी कैवेंडिश ने पृथ्वी के द्रव्यमान और घनत्व के साथ गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक (gravitational constant) के मापन का वर्णन कब किया था ?
SSC CGL 19/07/2023 (1st shift)
(a) मार्च 1795 (b) जून 1798
(c) अप्रैल 1796 (d) मई 1797

Q.2. 1797 - 1798 में किए गए हेनरी कैवेंडिश प्रयोग के अनुसार गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक (universal constant) स्थिरांक का मान क्या था ?
SSC CHSL 01/06/2022 (Afternoon)
(a) $7.75 \times 10^{-13}\ N\ m^2/\ Kg^2$ (b) $5.75 \times 10^{-10}\ N\ m^2/\ Kg^2$
(c) $6.75 \times 10^{-11}\ N\ m^2/\ Kg^2$ (d) $3.75 \times 10^{-9}\ N\ m^2/\ Kg^2$

Q.3. चंद्रमा और सूर्य के कारण होने वाले ज्वार - भाटे (tides) के बारे में कौन सा नियम स्पष्ट करता है ?
SSC MTS 20/10/2021 (Evening)
(a) गुरुत्वाकर्षण का नियम (Law of gravitation)
(b) परावर्तन का नियम (Law of reflection)
(c) जड़त्व का नियम (Law of inertia)
(d) अपवर्तन का नियम (Law of refraction)

Q.4. निम्नलिखित में से किसे ग्रह की गति के तीन नियमों का प्रतिपादन करने का श्रेय दिया जाता है?
SSC CGL 16/08/2021 (Morning)
(a) आइजैक न्यूटन (b) टाइको ब्राहे
(c) जोहान्स केप्लर (d) गैलीलियो गैलीली

Q.5. निम्नलिखित में से, सबसे दुर्बल बल है:
RRB NTPC CBT - I (27/03/2021) Morning
(a) विद्युत बल (Electric force)
(b) गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational force)
(c) उत्प्लावक बल (Buoyant force)
(d) परमाणु बल (Nuclear force)

Q.6. 'g' का मान अधिकतम होता है:
RRB NTPC CBT - I (07/03/2021) Evening
(a) कर्क रेखा (Tropic of cancer)
(b) भूमध्य रेखा (Equator)
(c) मकर रेखा (Tropic of capricorn)
(d) ध्रुव (Pole)

Q.7. 'g' (गुरुत्वाकर्षण) का मान 'R' (त्रिज्या) के मान से भिन्न होता है। एक छात्र ___ पर न्यूनतम 'g' का निरीक्षण देखेगा
RRB NTPC CBT - I (02/03/2021) Morning
(a) भूमध्य रेखा (b) कर्क रेखा (c) मकर रेखा (d) ध्रुव

Q.8. यदि किसी व्यक्ति का द्रव्यमान पृथ्वी की सतह पर 60 kg है तो चंद्रमा की सतह पर उसी व्यक्ति का द्रव्यमान कितना होगा
RRB NTPC CBT - I (28/12/2020) Morning
(a) 0 kg (b) 360 kg (c) 60 kg (d) 10 kg

Q.9. गुरुत्वाकर्षण तरंगों (gravitational waves) का पता लगाने के लिए पहली बार किस यंत्र का प्रयोग किया गया था?
SSC CHSL 17/03/2020 (Evening)
(a) WIGO (b) LIGO (c) TRIGO (d) GIGO

Q.10. दो वस्तुओं में से एक का द्रव्यमान दोगुना हो जाने पर दोनों वस्तुओं के बीच लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल में क्या परिवर्तन होता है ?
RRB JE 25/05/2019 (Morning)

(a) गुरुत्वाकर्षण बल तीन गुना हो जाता है।
(b) गुरुत्वाकर्षण बल आधा हो जाता है।
(c) गुरुत्वाकर्षण बल चार गुना हो जाता है।
(d) गुरुत्वाकर्षण बल दोगुना हो जाता है।

Q.11. निम्नलिखित में से कौन सा/से कथन गलत है/हैं?
A. चंद्रमा पर G का मान पृथ्वी पर G के मान के बराबर होता है।
B. एक दूसरे से 1 मीटर की दूरी पर रखी हुई दो वस्तुओं, जिनके द्रव्यमान 2 किलोग्राम और 2 किलोग्राम है, के बीच लागू होने वाला गुरुत्वाकर्षण बल 26.68×10^{-11} N है।
C. न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण का नियम प्रयोगशाला में ही मान्य हैं।
D. बल, दो वस्तुओं के बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) होता है।
RRB ALP Tier - I (31/08/2018) Evening
(a) केवल C (b) केवल C और D (c) B, C और D (d) केवल A

Q.12. पृथ्वी की सतह पर एक पिंड का भार W है। उस ग्रह पर इसका भार कितना है जिसका द्रव्यमान पृथ्वी से 15 गुना और त्रिज्या पृथ्वी से 4 गुना है ?
RRB ALP Tier - I (31/08/2018) Afternoon
(a) $\frac{15}{16}$ W (b) $\frac{15}{4}$W (c) $\frac{16}{9}$W (d) $\frac{16}{7}$W

Q.13. जब एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर 40,000 km त्रिज्या की कक्षा (orbit) में घूमता है। तो गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किए गए कार्य की गणना कीजिए।
RRB ALP Tier - I (31/08/2018) Morning
(a) 8,000 J (b) 4,00,000 J (c) 4,000 J (d) 0 J

Q.14. निम्नलिखित में से कौन सा/ से कथन सत्य है?
A. पृथ्वी और चन्द्रमा पर स्थित दो द्रव्यमानों m_1 और m_2, जो कि एक दूसरे से R दूरी पर हैं, के मध्य गुरुत्वाकर्षण बलों का अनुपात 1 : 1 होता है।
B. न्यूटन वर्गमीटर प्रति वर्ग किलोग्राम, G {सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक (Universal Gravitational Constant)} की एस.आई. इकाई है।
C. G (सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक) का मान वस्तुओं के बीच की दूरी पर निर्भर करता है।
D. G (सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक) का मान वस्तुओं के द्रव्यमान पर निर्भर करता है।
RRB ALP Tier - I (30/08/2018) Afternoon
(a) केवल B (b) D, B और C
(c) इनमें से कोई भी नहीं (d) B और C

Q.15. एक ऐसे ग्रह पर विचार करें जिसका द्रव्यमान और त्रिज्या दोनों पृथ्वी के द्रव्यमान और त्रिज्या से दोगुना है। ग्रह की सतह पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण पृथ्वी की तुलना में n गुना है। n का मान है:
RRB ALP Tier - I (21/08/2018) Evening
(a) 2 (b) 4 (c) 1 (d) $\frac{1}{2}$

Q.16. एक काल्पनिक ग्रह पर विचार करें जिसका द्रव्यमान और त्रिज्या दोनों पृथ्वी के आधे हैं। यदि g पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण है, तो ग्रह पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण होगा:
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Morning
(a) 2 g (b) $\frac{g}{4}$ (c) g (d) $\frac{g}{2}$

Q.17. पृथ्वी की सतह (द्रव्यमान M और त्रिज्या R) पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण _____ के आनुपातिक होता है।
RRB ALP Tier - I (17/08/2018) Evening
(a) $\frac{M}{R}$ (b) $\frac{M}{R^2}$ (c) $\frac{M^2}{R}$ (d) MR

Q.18. एक काल्पनिक ग्रह पर विचार करें, जिसका द्रव्यमान पृथ्वी के आधे के बराबर और त्रिज्या एक तिहाई के बराबर है। यदि पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण g है, तो उस ग्रह पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण कितना होगा:
RRB ALP Tier - I (17/08/2018) Afternoon
(a) $\frac{5}{2}$g (b) $\frac{9}{2}$g (c) $\frac{1}{2}$g (d) $\frac{3}{2}$g

Q.19. क्रमशः 20 किलोग्राम और 50 किलोग्राम भार वाले दो पिंडो के बीच आकर्षण का बल कितना होगा, यदि उनके बीच दूरी 2 मीटर हो ?
RRB ALP Tier - I (17/08/2018) Morning
(a) 16.67×5^{-10} N (b) 6.67×10^{-11} N
(c) 16.675×10^{-11}N (d) 166.75×10^{-10} N

Answer Key :-

1.(b)	2.(c)	3.(a)	4.(c)
5.(b)	6.(d)	7.(a)	8.(c)
9.(b)	10.(d)	11.(a)	12.(a)
13.(d)	14.(a)	15.(d)	16.(a)
17.(b)	18.(b)	19.(d)	

कार्य , ऊर्जा और शक्ति
(Work, Energy and Power)

कार्य
(Work)

कार्य को ऊर्जा (energy) के स्थानांतरण के रूप में परिभाषित किया गया है, जो तब होता है जब किसी वस्तु पर बल लगाया जाता है और वस्तु बल की दिशा में विस्थापित हो जाती है।

उदाहरण के लिए - मेज को गतिमान करना, दरवाजे को धक्का देना और खींचना, चट्टान उठाना, बल्लेबाज द्वारा गेंद को मारना, नदी में नाव चलाना, साइकिल चालक द्वारा साइकिल को चलाना आदि।

$W = F \cdot s$

जहाँ, W = किया गया कार्य,

F = लगाया गया बल, s = दिशा के साथ विस्थापन या दूरी।

कार्य का SI मात्रक न्यूटन-मीटर (N-m) या जूल होता है और CGS मात्रक 'अर्ग' है। यह एक अदिश राशि (scalar quantity) है और विमीय सूत्र (dimensional formula) $[M^1L^2T^{-2}]$ है।

1 जूल = 10^7 अर्ग ।

कार्य को परिभाषित करने का गणितीय रूप
(Mathematical Form to Define Work)

किसी पिंड पर किए गए कार्य को बल के परिमाण और लगाए गए बल की दिशा में पिंड द्वारा तय की गई दूरी के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया जाता है।

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

जहाँ, W = किया गया कार्य (work done),

F = लगाया गया बल,

s = दिशा के साथ विस्थापन (displacement) या दूरी,

θ = बल और विस्थापन के बीच का कोण।

कार्य का मान $\theta = 0^\circ$ पर अधिकतम और $\theta = 90^\circ$ पर न्यूनतम होगा।

उदाहरण - एक बॉक्स को 25 न्यूटन के बल से खींचा जाता है जिससे 15 मीटर का विस्थापन उत्पन्न होता है। यदि बल और विस्थापन के बीच का कोण 30° है, तो बल द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।

हल - दिया गया है, बल (F) = 25 न्यूटन, विस्थापन (s) = 15 मीटर, F और s के बीच का कोण, $\theta = 30^\circ$।

जैसा कि हम जानते हैं,

किया गया कार्य = $F \times s \times \cos\theta$

प्रश्न के अनुसार,

किया गया कार्य = $25 \times 15 \times \cos 30^\circ$

$= 25 \times 15 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 324.75$ जूल

ऐसी स्थिति जब कोई कार्य न हुआ हो - चूँकि कार्य तीन कारकों पर निर्भर करता है, अर्थात् वस्तु पर लगाया गया बल, बल के अधीन वस्तु द्वारा किया गया विस्थापन, और बल तथा विस्थापन के बीच का कोण।

स्थिति 1 - जब विस्थापन (displacement) शून्य हो जाता है।

उदाहरण - एक भारोत्तोलक (weightlifter) 150 किलोग्राम वजन को 30 सेकंड तक लगातार अपने कंधे पर रखता है, इस दौरान वह भार पर कोई काम नहीं करता है।

स्थिति 2 - जब लगाया गया बल शून्य हो जाता है।

उदाहरण - फिसलन युक्त सतह पर लुढ़कती गेंद पर क्षैतिज बल (horizontal force) कार्य नहीं करता, क्योंकि वहाँ कोई घर्षण (friction) नहीं होता, लेकिन वहाँ अत्यधिक विस्थापन हो सकता है।

स्थिति 3 - जब $\cos\theta$ का मान शून्य या कोण (θ) = 90° हो जाता है।

उदाहरण - जब किसी ब्लॉक को चिकनी सतह पर लुढ़काया जाता है तो वहाँ गुरुत्वाकर्षण बल (gravitational force) काम नहीं करता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि इस स्थिति में बल, विस्थापन के लंबवत होता है।

कार्य के प्रकार
(Types of Work)

धनात्मक कार्य (Positive Work) - यदि लगाया गया बल वस्तु को उसकी दिशा में विस्थापित कर देता है, तो किया गया कार्य धनात्मक कार्य कहलाता है।

उदाहरण - एक लड़के द्वारा किसी वस्तु को अपनी ओर खींचना।

ऋणात्मक कार्य (Negative Work) - यदि बल और विस्थापन विपरीत दिशा में हो तो किया गया कार्य ऋणात्मक कार्य कहलाता है।

उदाहरण - सिक्का डूबने पर उस पर कार्य करने वाला उत्प्लावन बल (buoyant force)।

शून्य कार्य (Zero Work) - यदि बल और विस्थापन एक दूसरे पर लंबवत कार्य करते हैं तो किया गया कार्य शून्य होता है।

उदाहरण - हाथ में बैग लेकर खड़ा व्यक्ति कोई कार्य नहीं कर रहा है, क्योंकि बैग का विस्थापन नहीं हो रहा है।

संरक्षी और असंरक्षी बल
(Conservative and Non-Conservative Forces)

संरक्षी बल
(Conservative Force)

संरक्षी बल एक प्रकार का ऐसा बल है, जो किसी वस्तु को एक

स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाता है। यह बल किसी वस्तु द्वारा तय किए गए पथ से स्वतंत्र होता है और प्रारंभिक तथा अंतिम स्थिति पर निर्भर करता है। बंद पथ में किया गया कार्य शून्य होगा। यह बल प्रतिवर्ती होता है।

उदाहरण - स्थिरवैद्युत बल (Electrostatic force), गुरुत्वाकर्षण बल, चुंबकीय बल (Magnetic force), आदि।

असंरक्षी बल
(Non-Conservative Force)

असंरक्षी बल, किसी पिंड द्वारा तय किए गए क्षेत्र और कण की अंतिम और प्रारंभिक स्थिति पर निर्भर करता है। किया गया कार्य सदैव धनात्मक बंद पथ होता है। यह बल अपरिवर्तनीय है।

उदाहरण - घर्षण बल (Frictional force), वायु प्रतिरोध (Air resistance), श्यान बल (Viscous force) आदि।

शक्ति
(Power)

कार्य करने की दर या ऊर्जा स्थानांतरण की समय दर को शक्ति कहते है।

$$\text{शक्ति (P)} = \frac{\text{कार्य } (W)}{\text{समय } (t)} = \frac{\text{बल} \times \text{विस्थापन}}{\text{समय}}$$
$$= \text{बल} \times \text{वेग } (Velocity)$$

शक्ति अदिश राशि (scalar quantity) है और इसका SI मात्रक J/s या वाट (W) होता है। इसका आयाम $[M^1L^2T^{-3}]$ है।

1 वाट = 1 जूल/सेकंड = 1 kg m^2 s^{-3}
शक्ति का दूसरा मात्रक अश्व-शक्ति (horse power, hp) होता है, अर्थात् 1 hp = 746 W (वाट)।

उदाहरण - एक मशीन 24 सेकेंड में 192 जूल कार्य करती है। मशीन की शक्ति क्या है?
हल - दिया गया है, कार्य = 192 जूल और समय = 24 सेकंड।
जैसा कि हम जानते हैं,

$$\text{शक्ति} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}} = \frac{192}{24} = 8 \text{ वाट}$$ ।

ऊर्जा
(Energy)

कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहा जाता है। यह एक अदिश राशि है। ऊर्जा का SI मात्रक 'जूल' (कार्य के समान) और CGS मात्रक 'अर्ग' (erg) होता है। किलो जूल (kJ), ऊर्जा की बड़ी इकाई है, जो 1000 J के बराबर होती है।

ऊर्जा का विमीय सूत्र $[M^1 L^2 T^{-2}]$ होता है।

1 कैलोरी (cal) = 4.2 जूल, 1 किलोवाट-घंटा (kWh) = 3.6 x 10^6 J = 3.6 मेगा जूल (MJ)।

ऊर्जा के रूप
(Forms of Energy)

यह विभिन्न रूपों, जैसे गतिज ऊर्जा (kinetic energy) (गति से संबंधित), स्थितिज ऊर्जा (potential energy) (किसी वस्तु की स्थिति से संबंधित), ऊष्मीय ऊर्जा (thermal energy) (ऊष्मा से संबंधित), और अन्य रूपों में मौजूद होता है, और इसे एक रूप से दूसरे रूप में बदला जा सकता है, लेकिन यह हमेशा एक बंद निकाय में संरक्षित रहता है।

गतिज ऊर्जा
(Kinetic Energy)

गतिज ऊर्जा वह ऊर्जा है जो किसी वस्तु में उसकी गति के कारण होती है।

उदाहरण - चलती कार, चलना और दौड़ना, पवन चक्कियाँ, बन्दूक से चली गोली, आदि।

किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसकी गति के साथ बढ़ती है। यह वस्तु के द्रव्यमान और उसके वेग के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होता है। एक वस्तु जिसका द्रव्यमान (m) और वेग (v) है तो,

गतिज ऊर्जा (K.E.) = $\frac{1}{2} mv^2$.

उदाहरण - एक गेंद का द्रव्यमान 2 किग्रा है, मान लीजिए कि यह 10 मीटर/सेकेंड के वेग से चलती है। इसकी गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।
हल - दिया गया है, द्रव्यमान = 2 किग्रा और वेग = 10 मीटर/सेकेंड। जैसा कि हम जानते हैं,

गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2} mv^2$

प्रश्न के अनुसार,

गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2} \times 2 \times 10 \times 10 = 100$ जूल ।

स्थितिज ऊर्जा
(Potential Energy)

किसी वस्तु की स्थितिज ऊर्जा (potential energy) वह ऊर्जा है जो उसकी स्थिति के कारण होती है।

उदाहरण - बांधों (Dams) और जलाशयों (reservoirs) में उपस्थित जल, पहाड़ी की चोटी पर स्थित कोई वस्तु, एक उठा हुआ वजन, पाचन से पहले का भोजन, चार्ज की गई बैटरी, घड़ी की स्प्रिंग आदि।

किसी वस्तु की यांत्रिक ऊर्जा (mechanical energy) उसकी गति (अर्थात, गतिज ऊर्जा) और/या उसकी स्थिति की संग्रहीत ऊर्जा (अर्थात, स्थितिज ऊर्जा) का परिणाम हो सकती है। गतिज

और स्थितिज ऊर्जा के योग को यांत्रिक ऊर्जा (mechanical energy) के रूप में जाना जाता है।

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा
(Gravitational Potential Energy)

गुरुत्वाकर्षण स्थितिज ऊर्जा, किसी वस्तु की ऊर्ध्वाधर ऊंचाई के कारण उसकी ऊर्जा है।

यदि द्रव्यमान (m) का एक पिंड गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध ऊंचाई (h) तक उठाया जाता है, तो इसकी गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (Gravitational Potential Energy), U = mgh होती है, जहाँ m द्रव्यमान (किलोग्राम में) है, g गुरुत्वीय त्वरण (acceleration due to gravity) (पृथ्वी की सतह पर 9.8 m/s^2) और h ऊँचाई (मीटर में) है।

उदाहरण - पहाड़ी की चोटी पर खड़ी कोई कार, नल से बहता पानी, पनबिजली बांध (hydroelectric dam) का कार्य आदि।

उदाहरण - 2 किलो का एक द्रव्यमान पृथ्वी से 10 मीटर की ऊँचाई तक ले जाया जाता है। वस्तु की स्थितिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए। (g = 10 मीटर/वर्ग सेकेंड)

हल - दिया गया है, द्रव्यमान = 2 किग्रा और ऊँचाई = 10 मीटर।
जैसा कि हम जानते हैं,
स्थितिज ऊर्जा = mgh
प्रश्न के अनुसार,
स्थितिज ऊर्जा = 2 × 10 × 10 = 200 जूल ।

प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा
(Elastic Potential Energy)

प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा, प्रत्यास्थ पदार्थों (elastic materials) में उनके तनाव (stretching) या संपीड़न (compressing) के परिणामस्वरूप संग्रहीत ऊर्जा है। यह रबर बैंड, बंजी कॉर्ड, ट्रैम्पोलिन, स्प्रिंग्स, धनुष पर खींचा हुआ तीर आदि में संग्रहित होता है।

स्प्रिंग्स जैसी वस्तुओं के लिए, प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा (U) की गणना हुक के नियम (Hooke's law) का उपयोग करके की जा सकती है, जहाँ k स्प्रिंग स्थिरांक और x साम्यावस्था (equilibrium) से विस्थापन है: $U = \frac{1}{2} k x^2$

ऊष्मीय ऊर्जा
(Heat Energy)

किसी पिंड में उसके तापमान के कारण उपस्थित ऊर्जा, ऊष्मीय ऊर्जा (heat energy) होती है। सभी पदार्थों में ऊष्मीय ऊर्जा होती है।

उदाहरण - सौर ऊर्जा (Solar energy), ईंधन सेल ऊर्जा (Fuel cell energy), गलनशील बर्फ (Melting ice) आदि।
ऊष्मा स्थानांतरण (heat transfer), Q = m × c × ΔT, जहाँ Q स्थानांतरित ऊष्मा को संदर्भित करता है, m पदार्थ का द्रव्यमान है, c विशिष्ट ऊष्मा (specific heat) और ΔT तापांतर (temperature difference) है।
विमीय सूत्र : $[M^1 L^2 T^{-2}]$

विद्युत ऊर्जा
(Electrical Energy)

इसे उस ऊर्जा के रूप में परिभाषित किया गया है जो विद्युत क्षेत्र (electric field) में एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक इलेक्ट्रॉनों की गति के कारण होती है। यह एक प्रकार की गतिज ऊर्जा है और विद्युत धारा (electric current) से संबंधित है।

विद्युत ऊर्जा का सूत्र E = V × I × t जूल है, जहाँ V विभवांतर (potential difference) है, I विद्युत धारा और t समय है।

विद्युत ऊर्जा का SI मात्रक जूल है।
1 जूल = 1 वोल्ट × 1 एम्पीयर × 1 सेकंड ।

रासायनिक ऊर्जा
(Chemical Energy)

यह ऐसी ऊर्जा है जो रासायनिक अभिक्रिया (chemical reaction) के दौरान तब उत्पन्न होती है, जब अभिक्रिया में भाग लेने वाले अणुओं (molecules) में अलग-अलग बंधन ऊर्जा (binding energies) होती है।

उदाहरण - बैटरी, बायोमास, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस (natural gas) और कोयला।

नाभिकीय ऊर्जा
(Nuclear Energy)

यह नाभिकीय अभिक्रिया (nuclear reaction) के दौरान अवशोषित या जारी की गई ऊर्जा है।

कार्य-ऊर्जा प्रमेय
(Work Energy Theorem)

इस प्रमेय (theorem) के अनुसार, बल द्वारा किसी पिंड को विस्थापित करने में किया गया कार्य उसकी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है।

किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन।

ऊर्जा संरक्षण का नियम
(Law of Conservation of Energy)

इस नियम के अनुसार, ऊर्जा को न तो उत्पन्न किया जा सकता है

और न ही नष्ट किया जा सकता है; इसे केवल एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित किया जा सकता है। परिवर्तन से पहले और बाद में कुल ऊर्जा समान रहती है।

गणितीय रूप में; स्थितिज ऊर्जा (PE) + गतिज ऊर्जा (KE) = स्थिरांक, अर्थात $mgh + \frac{1}{2} mv^2$ = स्थिरांक। जहाँ, PE = स्थितिज ऊर्जा, KE = गतिज ऊर्जा, m = पिंड का द्रव्यमान, g = गुरुत्वीय त्वरण (acceleration due to gravity) (लगभग 9.8 m/s^2), h = ऊंचाई (मीटर में), और v = किसी भी समय पिंड का वेग।

1842 में जूलियस रॉबर्ट मेयर ने ऊर्जा संरक्षण के नियम की खोज की।

ऊर्जा का रूपान्तरण
(Transformation of Energy)

यह ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में बदलने की प्रक्रिया है। ऊर्जा रूपांतरण को ऊर्जा परिवर्तन के रूप में भी जाना जाता है। वह प्रक्रिया जिसके द्वारा ऊर्जा को कम उपयोगी या अधिक अव्यवस्थित रूपों में परिवर्तित किया जाता है, ऊर्जा क्षय को संदर्भित करती है।

कुछ ऊर्जा का रूपान्तरण
(Some Energy Transformation)

माइक्रोफ़ोन (Microphone) (ध्वनि ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा); भूतापीय विद्युत संयंत्र (Geothermal Power Plant) (ऊष्मीय ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा); लकड़ी का जलना (रासायनिक ऊर्जा से ऊष्मीय और प्रकाश ऊर्जा में); विद्युत मोटर (Electric motor) (विद्युत को यांत्रिक ऊर्जा में); विद्युत जनरेटर (Electric generator) (यांत्रिक से विद्युत ऊर्जा में); भाप इंजन (Steam engine) (ऊष्मा को गतिज ऊर्जा में); लाउडस्पीकर (Loud speaker) (विद्युत से ध्वनि ऊर्जा में); सौर सेल (Solar cell) (प्रकाश को विद्युत ऊर्जा में); शुष्क सेल (Dry cell) या ईंधन सेल (Fuel cell) या बैटरी (रासायनिक से विद्युत ऊर्जा में)।

आइंस्टीन द्रव्यमान ऊर्जा तुल्यता
(Einstein Mass Energy Equivalence)

आइंस्टीन ने वस्तुओं के द्रव्यमान और ऊर्जा के बीच संबंध प्रस्तावित किया; और बताया कि द्रव्यमान और ऊर्जा एक ही भौतिक वस्तुएं हैं जिन्हें एक दूसरे में परिवर्तित किया जा सकता है।

$E = mc^2$

जहाँ, E वस्तु की ऊर्जा (जूल में) है, m उसका सापेक्षिक द्रव्यमान (relativistic mass) (किलोग्राम में) है, और c प्रकाश की गति (लगभग 3×10^8 m/s) है।

संघट्टय
(Collision)

संघट्टय तब होता है, जब दो वस्तुएं एक-दूसरे के संपर्क में आती हैं। इसे संघात (impact) भी कहते हैं।

उदाहरण के लिए, बिलियर्ड गेंदों (billiard balls) का टकराना, हथौड़ा से कील पर प्रहार करना, फर्श पर गिरती हुई वस्तु आदि।

संघट्टय दो प्रकार के होते हैं: (a) प्रत्यास्थ संघट्टय (elastic collision) (b) अप्रत्यास्थ संघट्टय (inelastic collision)।
सभी संघट्टयो में कुल रैखिक संवेग (linear momentum) संरक्षित रहता है; निकाय का प्रारंभिक संवेग (initial momentum), निकाय के अंतिम संवेग (final momentum) के बराबर होता है।

प्रत्यास्थ संघट्टय (elastic collision) में संवेग के साथ-साथ गतिज ऊर्जा भी संरक्षित रहती है।

संवेग के प्रत्यास्थ संघट्टय (elastic collision) का सूत्र निम्न प्रकार है :

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

गतिज ऊर्जा के प्रत्यास्थ संघट्टय का सूत्र निम्न प्रकार है-

$\frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2 = \frac{1}{2} m_1v_1^2 + \frac{1}{2} m_2v_2^2$

जहाँ ,
m_1 - पहले पिंड का द्रव्यमान।
m_2 - दूसरे पिंड का द्रव्यमान ।
u_1 - पहले पिंड का प्रारंभिक वेग ।
u_2 - दूसरे पिंड का प्रारंभिक वेग ।
v_1 - पहले पिंड का अंतिम वेग।
v_2 - दूसरे पिंड का अंतिम वेग ।

प्रत्यास्थ संघट्टय के उदाहरण : जब बिलियर्ड टेबल पर एक गेंद दूसरी गेंद से टकराती है; जब गेंद को जमीन पर फेंका जाता है तो वह वापस उछलती है आदि।

अप्रत्यास्थ संघट्टय (inelastic collision) में संवेग संरक्षित रहता है लेकिन गतिज ऊर्जा संरक्षित नहीं रहती।

जब दो वस्तुएँ अप्रत्यास्थ परिस्थितियों में टकराती हैं, तो वस्तु की गति का अंतिम वेग निम्न द्वारा दिया जाता है :

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

जहाँ,
v = अंतिम वेग (m/s में)
m_1 = पहली वस्तु का द्रव्यमान (kg में)
m_2 = दूसरी वस्तु का द्रव्यमान (kg में)

v_1 = पहली वस्तु का प्रारंभिक वेग (मी/से. में)
v_2 = दूसरी वस्तु का प्रारंभिक वेग (मी/से. में)

अप्रत्यास्थ संघट्टय (Inelastic Collisions) के उदाहरण: दो कारों या किसी अन्य वाहन के बीच की दुर्घटना; किसी गेंद का निश्चित ऊंचाई से गिरने पर अपनी वास्तविक ऊंचाई तक न पहुचना, आदि।

ऊर्जा के स्रोत
(Sources of Energy)

ऊर्जा के अनेक अलग-अलग स्रोत हैं, जिन्हें साधारण तौर पर दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है:

(a) नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत (Renewable Energy Sources) - प्राकृतिक स्रोतों (natural sources) से प्राप्त ऊर्जा, जिसकी खपत की तुलना में अधिक दर पर पुनः पूर्ति की जाती है। सूर्य का प्रकाश और वायु ऐसे स्रोत हैं, जिनकी लगातार पूर्ति होती रहती है। ये स्रोत प्रकृति में स्वतंत्र रूप से उपलब्ध हैं और इनसे कोई प्रदूषण नहीं होता है।

(b) गैर-नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत (Non Renewable Energy Sources) - ये ऊर्जा के सीमित भंडार हैं और जिनकी पुनःपूर्ति के लिए अधिक समय की आवश्यकता होती है। जीवाश्म ईंधन (fossil fuels) (पेट्रोलियम, कोयला, प्राकृतिक गैस आदि) ऊर्जा के गैर-नवीकरणीय स्रोत हैं।

ईंधन
(Fuel)

ईंधन एक ऐसा पदार्थ है, जो ऊष्मा, प्रकाश या उपयोगी ऊर्जा के अन्य रूपों के रूप में ऊर्जा मुक्त करने के लिए रासायनिक (chemical) या नाभिकीय अभिक्रिया (nuclear reaction) करता है।

उदाहरण के लिए - बायोगैस (Biogas), द्रवित पेट्रोलियम गैस (Liquefied Petroleum Gas) (LPG), लकड़ी, कोयला, पेट्रोल, डीजल, संपीडित प्राकृतिक गैस (Compressed Natural Gas) (CNG)।

आदर्श ईंधन के गुण
(Characteristics of an Ideal Fuel)

उच्च कैलोरी मान (high calorific value), आसानी से उपलब्ध कुशल दहन (Efficient combustion), स्थिर और सुरक्षित, कम अवशेष (Low residue), प्रभावी-लागत (Cost-effective), परिवर्तनशील (Versatile) आदि।

ऊर्जा के पारंपरिक स्रोत
(Conventional Sources of Energy)

जीवाश्म ईंधन
(Fossil Fuels)

ये कोयला, प्राकृतिक गैस या तेल जैसे हाइड्रोकार्बन युक्त पदार्थ हैं, जो लाखों वर्ष पहले पृथ्वी में मृत जानवरों या पौधों से बने थे। जीवाश्म ईंधन को दहन करने पर कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) उत्सर्जित होता है जो एक प्रमुख ग्रीनहाउस गैस और प्रदूषण का प्राथमिक स्रोत है।

ताप विद्युत संयंत्र
(Thermal Power Plant)

ताप विद्युत संयंत्र एक प्रकार का विद्युत स्टेशन (power station) है, जिसमें ऊष्मीय ऊर्जा (heat energy) को विद्युत ऊर्जा (electrical energy) में परिवर्तित किया जाता है। इन्हें दहन विद्युत संयंत्र (combustion power plants) भी कहा जाता है, ये कोयले, प्राकृतिक गैस, गर्म तेल और बायोमास द्वारा संचालित स्टीम बॉयलर द्वारा उत्पन्न ऊर्जा से संचालित होते हैं।

जल विद्युत संयंत्र
(Hydro Power Plant)

जल विद्युत संयंत्र का उपयोग जल की स्थितिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलने के लिए किया जाता है और यह निरंतर संचालित हो सकता है। उपलब्ध विद्युत ऊर्जा, प्रवाह दर और ऊंचाई में पतन के समानुपाती होती है।

जल विद्युत का मूल सिद्धांत टरबाइन को चलाने के लिए जल का उपयोग करना है। जलविद्युत संयंत्र के अवयव इस प्रकार हैं - वाटर इनटेक, बांध या वीयर (weir), स्पिलवे, टरबाइन, ट्रांसफार्मर, पावरहाउस, विद्युत पावर ट्रांसमिशन लाइन।

तीन प्रकार के जल विद्युत संयंत्र हैं: (a) रन-ऑफ-द-रिवर विद्युत संयंत्र, (b) जलाशय के साथ जल विद्युत संयंत्र, (c) पंप-भंडारण जल विद्युत संयंत्र।

ऊर्जा के पारंपरिक स्रोतों (Conventional Sources) के उपयोग के लिए प्रौद्योगिकी में सुधार

जैव - मात्रा
(Biomass)

जैव-मात्रा कार्बनिक पदार्थ है, जिसका उपयोग ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए किया जा सकता है। यह ऐसे पदार्थ से बना है जो

पौधों और जंतुओं जैसे जीवित जीवों से उत्पन्न होती है। इन्हें बायोमास फीडस्टॉक कहा जाता है।

जैव ऊर्जा (Bioenergy), नवीकरणीय ऊर्जा का एक रूप है, जो तब उत्पन्न होता है, जब बायोमास ईंधन का दहन किया जाता हैं। बायोमास ऊर्जा एक गैर-नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत भी हो सकती है।

ऊर्जा के लिए बायोमास स्रोतों में लकड़ी और लकड़ी प्रसंस्करण अपशिष्ट (wood processing waste) (फायरवुड, पल्प और कागज मिल से प्राप्त वुड पैलेट और ब्लैक लिकर) शामिल हैं।

बायोगैस
(Bio - Gas)

बायोगैस एक पर्यावरण-अनुकूल और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत है जो खाद्य स्क्रैप, खाद, सीवेज, कृषि अपशिष्ट और पशु अपशिष्ट जैसे जैविक कच्चे माल के विघटन से उत्पन्न होता है। यह मीथेन (CH_4), हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S), कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) और हाइड्रोजन (H_2) का मिश्रण है। बायोमास और बायोगैस के बीच अंतर यह है कि, बायोमास, कच्चा माल (raw material) है जबकि बायोगैस, अंतिम उत्पाद है।

बायोगैस संयंत्र
(Bio Gas Plant)

बायोगैस संयंत्र में ऊर्जा उत्पादन और अन्य उपयोगों के लिए मीथेन युक्त गैस का उत्पादन करने के लिए जैविक अपशिष्ट (organic waste) का उपयोग किया जाता है। यह अपशिष्ट को स्थायी ऊर्जा और उर्वरक (fertilizers) में बदल देता है, जिसका पर्यावरण पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

बायोगैस संयंत्र एक गुंबद जैसी संरचना है जिसमें एक डाइजेस्टर (digester) या किण्वन (fermentation) टैंक, एक गैस धारक (A gas holder), मिश्रण टैंक, इनलेट और आउटलेट कक्ष जैसे घटक होते हैं।

बायोगैस संयंत्र के लाभ (Advantages of Biogas Plant) : बायोगैस संयंत्र पर्यावरण के अनुकूल है। यह जलवायु परिवर्तन से लड़ने में मदद कर सकता है। यह कार्बन फुटप्रिंट को कम करने में मदद कर सकता है। बायोगैस बिना धुंए के जलती है और इसका कैलोरी मान उच्च होता है।

पवन ऊर्जा
(Wind Energy)

वह प्रक्रिया जिसके द्वारा यांत्रिक शक्ति या विद्युत उत्पन्न करने के लिए वायु का उपयोग किया जाता है, पवन ऊर्जा कहलाती है। पवन टरबाइन, वायु में उपस्थित गतिज ऊर्जा को यांत्रिक शक्ति में परिवर्तित करते हैं। यह एक स्वच्छ एवं नवीकरणीय ऊर्जा (renewable energy) स्रोत है।

पवनचक्की या पवन टरबाइन
(Windmill or Wind Turbines)

पवनचक्की एक मशीन है, जो वायु की गतिज ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलती है। पवनचक्की के ब्लेडों का घूर्णन (rotation of the blades) सदैव दक्षिणावर्त (clockwise) दिशा में होता है। संयुक्त राज्य अमेरिका के निवासी डैनियल हालाडे ने 1854 में पहली पवनचक्की डिजाइन की थी।
पवन टरबाइन दो प्रकार के होते हैं: क्षैतिज-अक्ष (Horizontal axis) पवन टरबाइन और ऊर्ध्वाधर-अक्ष (vertical axis) पवन टरबाइन।
पवन टरबाइन मूल रूप से ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित करने के सिद्धांत पर कार्य करता है। पवन टरबाइन विद्युत उत्पन्न करने के लिए वायु का उपयोग करते हैं। वायु, टरबाइन के प्रोपेलर जैसे ब्लेड को रोटर के चारों ओर घुमाती है, जो जनरेटर को घुमाता है और इस तरह विद्युत बनाता है।

पवन ऊर्जा के लाभ (Advantages of Wind Energy) : यह बिना किसी ईंधन के दहन या वायु को प्रदूषित किए बिना, विद्युत उत्पन्न करता है। यह एक स्वच्छ एवं नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत है। यह एक प्रचुर (abundant) एवं अक्षय साधन (inexhaustible resource) है। विद्युत के उत्पादन के लिए किसी आवर्ती व्यय (recurring expenses) की आवश्यकता नहीं होती है।

पवन ऊर्जा की सीमायें (Limitations of Wind Energy) : आदर्श पवन स्थल प्रायः सुदूर स्थानों पर होते हैं। टरबाइन शोर उत्पन्न करते हैं और विजुअल एस्थेटिक्स को बदल देते हैं। पवन संयंत्र स्थानीय वन्य जीव को प्रभावित कर सकते हैं। पवन जनरेटर के संतोषजनक कार्य के लिए आवश्यक न्यूनतम वायु की गति लगभग 15 किमी/घंटा है।

ऊर्जा के गैर-पारंपरिक स्रोत
(Non Conventional Sources of Energy)

सौर ऊर्जा
(Solar Energy)

सौर ऊर्जा, सूर्य द्वारा उत्पन्न ऊर्जा का एक शक्तिशाली स्रोत है। इसका निर्माण सूर्य में होने वाले परमाणु संलयन (nuclear fusion) से होता है।

सौर ऊर्जा के लाभ (Advantages of the Solar Energy) : यह पर्यावरण के लिए अच्छा है और कम उपयोग वाली भूमि पर भी सौर ऊर्जा संयंत्र स्थापित किए जा सकते हैं। यह ऊर्जा के अन्य स्रोतों पर निर्भर नहीं है। यह नवीकरणीय ऊर्जा है। यह प्रदूषण मुक्त स्रोत है और इसकी रखरखाव लागत भी कम है।

सौर ऊर्जा की सीमायें (Limitations of Solar Energy) :

सौर ऊर्जा का भंडारण महँगा होता है। सूर्य के प्रकाश पर निर्भर होता है। पैनल स्थापित करने की प्रारंभिक लागत अधिक होती है।

सौर ताप उपकरण
(Solar Heat Devices)

सौर ताप उपकरण, जिसे सौर तापीय संग्राहक (solar thermal collector) या सौर हीटर के रूप में भी जाना जाता है, यह एक ऐसी तकनीक है, जिसे सूर्य के प्रकाश से सौर ऊर्जा को अवशोषित करके, तरल पदार्थ या वायु को गर्म करने के लिए डिज़ाइन किया गया है, जिसका उपयोग विभिन्न ताप अनुप्रयोगों के लिए किया जा सकता है।

उदाहरण - सौर कुकर, सौर सेल और सौर हीटर आदि।

सौर कुकर (Solar Cooker) : सौर कुकर, परावर्तक पैनलों (refractive panels) के माध्यम से सीधे सूर्यप्रकाश के ऊर्जा द्वारा भोजन पकाने के लिए एक उपकरण है, जो एक इंसुलेटेड बॉक्स में गहरे रंग के पॉट पर प्रकाश को केंद्रित करता है। यह एक प्रकार का सौर तापीय संग्राहक है।

सौलर कुकर का कार्य सिद्धांत (Solar Cooker Working Principle) : सूर्य के प्रकाश की सांद्रता (sunlight concentration) → प्रकाश ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित करना → ऊष्मीय ऊर्जा को रोकना ।

इस प्रकार के कुकर में अवतल दर्पण (Concave mirrors) का उपयोग किया जाता है, क्योंकि ये दर्पण सूर्य के प्रकाश को एक ही फोकस बिन्दु में परावर्तित करते हैं।

सोलर कुकर के कुछ मूल प्रकार होते हैं, जैसे 'बॉक्स', 'पैराबॉलिक रिफ्लेक्टर' और 'पैनल कुकर'।

सौर सेल (Solar Cell) : सौर सेल एक ऊर्जा रूपांतरण उपकरण है, जिसका उपयोग फोटोवोल्टिक प्रभाव के उपयोग से सूर्य के प्रकाश को विद्युत में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। ये सेल सिलिकॉन (Si), जर्मेनियम (Ge) जैसे अर्धचालकों से बनी होती हैं।

फोटोवोल्टिक प्रभाव (photovoltaic effect) एक ऐसी प्रक्रिया है, जो सूर्य के प्रकाश के संपर्क में आने पर फोटोवोल्टिक सेल में वोल्टेज या विद्युत धारा उत्पन्न करती है। फोटो/प्रकाश + वोल्टेज = फोटोवोल्टिक।

प्रयोग : परिवहन के लिए, कैलकुलेटर में, सौर स्ट्रीट लाइट में, यातायात सिग्नल के लिए, वाटर पंपिंग में, अंतरिक्ष अन्वेषण में, पर्यावरण नियंत्रण में, दूरस्थ क्षेत्रों में घरों में बिजली प्रदान करने के लिए, आदि।

समुद्र से प्राप्त ऊर्जा
(Energy from the Sea)

महासागरों में अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा होती है जैसे ज्वारीय ऊर्जा (tidal energy), तरंग ऊर्जा (wave energy), महासागरीय तापीय ऊर्जा (ocean thermal energy) और अन्य।

ज्वारीय ऊर्जा
(Tidal Energy)

ज्वारीय ऊर्जा, ऊर्जा का एक नवीकरणीय स्रोत है, जो ज्वार के उत्थान और पतन के दौरान समुद्री जल तरंग से उत्पन्न होती है। उपयुक्त स्थानों पर विशेष रूप से इंजीनियर्ड जेनरेटर का उपयोग करके, ज्वारीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा सहित उपयोगी रूपों में परिवर्तित किया जा सकता है।

तरंग ऊर्जा
(Wave Energy)

तरंगे, वायु और महासागर की परस्पर क्रिया का परिणाम हैं। समुद्री तरंगों से संबंधित गतिज और स्थितिज ऊर्जा का उपयोग, मॉड्यूलर प्रौद्योगिकियों के प्रयोग द्वारा किया जा सकता है। कुछ अन्य नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की तुलना में, तरंग ऊर्जा का पूर्वानुमानित और कम परिवर्तनशील होने का लाभ है।

महासागरीय तापीय ऊर्जा
(Ocean Thermal Energy)

महासागर तापीय ऊर्जा (OTE), समुद्र की सतह और गहरी जल की परतों के बीच तापान्तर से प्राप्त ऊर्जा है। इसे विद्युत की तरह ऊर्जा के उपयोगी रूप में परिवर्तित किया जा सकता है।

भूतापीय ऊर्जा
(Geothermal Energy)

भूतापीय ऊर्जा (Geothermal energy), पृथ्वी से प्राप्त ऊष्मीय ऊर्जा है अर्थात Geo (पृथ्वी) + thermal (ऊष्मा)। यह विशिष्ट प्राकृतिक परिस्थितियों में पृथ्वी के आंतरिक भाग से निकलने वाली ऊष्मा है।

भूतापीय ऊर्जा के लाभ
(Benefits of Geothermal Energy)

(a) नवीकरणीय (Renewable) - पृथ्वी के आंतरिक भाग से निकलने वाली ऊष्मा की पूर्ति, प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले रेडियोधर्मी तत्वों (radioactive elements) के क्षय से लगातार होती रहती है।

(b) स्वच्छ (clean) - आधुनिक भूतापीय विद्युत संयंत्र (geothermal power plants) ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन नहीं करते हैं और इनका जीवन चक्र उत्सर्जन (life cycle emissions), सोलर फोटोवोल्टिक PV की तुलना में 4 गुना कम है, और प्राकृतिक गैस (natural gas) की तुलना में 6 से 20 गुना कम है।

(c) बेसलोड (Baseload) - भूतापीय विद्युत संयंत्र, मौसम की स्थिति को ध्यान दिए बिना निरंतर विद्युत का उत्पादन करते हैं।

नाभिकीय ऊर्जा
(Nuclear Energy)

नाभिकीय ऊर्जा, परमाणुओं के नाभिक से निकलने वाली ऊर्जा का एक रूप है, जो प्रोटॉन और न्यूट्रॉन से बनी होती है। ऊर्जा का यह स्रोत दो तरीकों से उत्पन्न किया जा सकता है: **विखंडन** (fission) - जब परमाणुओं के नाभिक अनेक भागों में विभाजित हो जाते हैं, या **संलयन** (fusion)- जब नाभिक एक साथ जुड़ जाते हैं।

नाभिकीय विखंडन
(Nuclear Fission)

नाभिकीय विखंडन, एक प्रकार की नाभिकीय अभिक्रिया या क्षय प्रक्रिया (decay process) है जिसमें भारी नाभिक, छोटे भागों (हल्के नाभिक) में विभाजित हो जाते है।
विखंडन का उदाहरण, जब यूरेनियम समस्थानिक $_{92}U^{235}$ पर न्यूट्रॉन की बमबारी की जाती है, तो यह दो मध्यवर्ती द्रव्यमान वाले नाभिकीय भागों में टूट जाता है।

$_0n^1 + {}_{92}U^{235} \rightarrow {}_{56}Ba^{144} + {}_{36}Kr^{89} + 3\ {}_0n^1 +$ ऊर्जा

नाभिकीय संलयन
(Nuclear Fusion)

संलयन में, हल्के नाभिक मिलकर एक बड़े नाभिक का निर्माण करते हैं और अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा मुक्त करते हैं। हाइड्रोजन नाभिक का हीलियम नाभिक में संलयन, सूर्य सहित सभी तारों की ऊर्जा का स्रोत है।

$_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^3 + n + 3.27$ MeV

नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र
(Nuclear Power Plant)

नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र एक प्रकार का विद्युत संयंत्र हैं, जो विद्युत उत्पन्न करने के लिए नाभिकीय विखंडन की प्रक्रिया करते हैं। नाभिकीय ऊर्जा रिएक्टर जल को उबालने और दाबयुक्त भाप का उत्पादन करने के लिए नाभिकीय विखंडन के दौरान उत्पन्न ऊष्मा का उपयोग करते हैं। भाप को बड़े टरबाइन ब्लेडों को घुमाने के लिए रिएक्टर स्टीम सिस्टम के माध्यम से भेजा जाता है जो विद्युत उत्पन्न करने के लिए चुंबकीय (magnetic) जनरेटर का संचालन करते हैं।

U^{235} की नाभिकीय ऊर्जा → भाप की ऊष्मीय ऊर्जा → टरबाइन की गतिज ऊर्जा → विद्युत ऊर्जा

नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र के अनेक घटक हैं :

(a) ईंधन (Fuel) - समृद्ध यूरेनियम ऑक्साइड सबसे अधिक उपयोग की जाने वाली सामग्री है। श्रृंखला अभिक्रिया को बनाए रखने के लिए इसका उपयोग ऊर्जा और न्यूट्रॉन के स्रोत के रूप में एक साथ किया जाता है।

(b) मंदक (moderator) - यह विखंडन से निकलने वाले न्यूट्रॉनों को धीमा कर देता है, जिससे वे अधिक विखंडन का कारण बनते हैं। आमतौर पर उपयोग किए जाने वाले मंदक हैं जल, भारी जल (Heavy water)(D_2O) और ग्रेफाइट।

(c) नियंत्रण छड़ें या ब्लेड (control rods or blades) - इनका उपयोग अभिक्रिया की दर को नियंत्रित करने के लिए, या उसे रोकने के लिए किया जाता है।

(d) शीतलक (coolant) - एक तरल पदार्थ, जो कोर के माध्यम से प्रसारित होता है जिससे उसमें से ऊष्मा को स्थानांतरित किया जा सके।

(e) दाब पोत या ट्यूब (Pressure vessel or tubes)- शीतलक को आसपास के मंदक के माध्यम से पहुंचाना।

(f) भाप जनरेटर (Steam generator) - इसका उपयोग द्वितीयक सर्किट में टरबाइन के लिए भाप बनाने के लिए किया जाता है।

Practice Questions :-

Q.1. बैटरी में किस प्रकार का ऊर्जा रूपांतरण (energy conversion) होता है?
SSC MTS 03/05/2023 (Morning)
(a) रासायनिक ऊर्जा का प्रकाश ऊर्जा में (Chemical energy into light energy)
(b) रासायनिक ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में (Chemical energy into electrical energy)
(c) यांत्रिक ऊर्जा का रासायनिक ऊर्जा में (Mechanical energy into chemical energy)
(d) रासायनिक ऊर्जा का ध्वनि ऊर्जा में (Chemical energy into sound energy)

Q.2. ऊर्जा के संबंध में कौन सा कथन सही नहीं है ?
SSC CHSL 14/03/2023 (4th Shift)
(a) किसी पिंड की स्थिति या आकार में परिवर्तन के कारण उसके पास मौजूद ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा (potential energy) कहा जाता है।
(b) वेग (velocity) v से गतिमान, द्रव्यमान m की एक वस्तु में ($\frac{mv}{2}$) की गतिज ऊर्जा (kinetic energy) होती है।
(c) पृथ्वी की सतह से H ऊँचाई तक उठाई गई M द्रव्यमान की किसी वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (gravitational potential energy) MgH द्वारा दी जाती है।
(d) गतिमान वस्तु की ऊर्जा को उस वस्तु की गतिज ऊर्जा (kinetic energy) के रूप में जाना जाता है।

Q.3. विद्युत गीजर में, ___ ऊर्जा _____ ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है।
RRC Group D 14/09/2022 (Evening)
(a) विद्युत, ऊष्मीय (Electrical, heat)
(b) विद्युत, चुंबकीय (Electrical, magnetic)
(c) यांत्रिक, विद्युत (Mechanical, electrical)
(d) विद्युत, प्रकाश (Electrical, light)

Q.4. किसी पिंड की गतिज (Kinetic) और स्थितिज ऊर्जा (potential energies) उसकी _____ ऊर्जा के घटक हैं।
SSC MTS 18/10/2021 (Evening)
(a) रासायनिक (chemical) (b) विद्युत (electrical)
(c) यांत्रिक (mechanical) (d) ऊष्मा (heat)

Q.5. अंग्रेजी भौतिक विज्ञानी जेम्स प्रेस्कॉट जूल ने _____ के आधार को रेखांकित किया।
SSC MTS 14/10/2021 (Afternoon)
(a) संरक्षण का सिद्धांत (principle of conservation)
(b) गुरुत्वाकर्षण की घटना (phenomenon of gravitation)
(c) कंपन ग्रहण का सिद्धांत (theory of vibrating receptacle)
(d) गैसों के प्रसार की अवधारणा (concept of diffusion of gases)

Q.6. निम्नलिखित में से कौन गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (gravitational potential energy) का उदाहरण है?
SSC CHSL 15/04/2021 (Afternoon)
(a) चलती कार (b) बंदूक से चलाई गई गोली
(c) पानी जो बांध के पीछे है (d) गेंद को पैर से मारना

Q.7. तापीय ऊर्जा संयंत्रों (thermal power plants) में जीवाश्म ईंधन (fossil fuel) की किस ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा (electrical energy) में बदला जाता है?
RRB JE 27/05/2019 (Afternoon)
(a) जलविद्युत ऊर्जा (Hydroelectric energy)
(b) ज्वारीय ऊर्जा (Tidal energy)
(c) सौर ऊर्जा (Solar energy)
(d) रासायनिक ऊर्जा (Chemical energy)

Q.8. निम्नलिखित गतिविधियों में से किस में कार्य नहीं किया गया है?
RRB ALP Tier - I (20/08/2018) Morning
(a) अश्विन बस में चढ़ रहा है (b) अश्विन दौड़ रहा है
(c) अश्विन प्लेटफार्म पर खड़ा है। (d) अश्विन चल रहा है

Q.9. यदि किसी वस्तु को एक वृत्त में घुमाया जाता है, तो उस पर किया गया कार्य _____ होता है।
RRB ALP Tier - I (17/08/2018) Evening
(a) ऋणात्मक (negative)
(b) निर्धारित नहीं किया जा सकता है
(c) शून्य
(d) धनात्मक (positive)

Q.10. इनमें से किसे न तो बनाया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है?
RRB ALP Tier - I (14/08/2018) Evening
(a) गति (Momentum) (b) ऊर्जा (Energy)
(c) शक्ति (Power) (d) वेग (Velocity)

Q.11. 4.0 किलोग्राम की एक वस्तु विराम स्थिति में है। निरंतर बल लागू होने पर, यह 5 मीटर प्रति सैकंड से गति करने लगती है । बल द्वारा किया गया कार्य _____ होगा।
RRB ALP Tier - I (09/08/2018) Afternoon
(a) 30 जूल (b) 50 जूल (c) 40 जूल (d) 20 जूल

Q.12. गतिज ऊर्जा के संबंध में प्रत्यास्थ संघट्टय (elastic collision) में क्या होता है?
(a) गतिज ऊर्जा (Kinetic energy) संरक्षित नहीं होती है।
(b) गतिज ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा (potential energy) में परिवर्तित हो जाती है।
(c) गतिज ऊर्जा संरक्षित रहती है।
(d) गतिज ऊर्जा नष्ट हो जाती है।

Q.13. आदर्श ईंधन (ideal fuel) का प्राथमिक लक्षण क्या है?
(a) उच्च कैलोरी मान (High calorific value)
(b) उच्च अवशेष उत्पादन (residue production)
(c) कम उपलब्धता
(d) अकुशल दहन (combustion)

Q.14. निम्नलिखित में से कौन सा तत्व आमतौर पर बायोगैस में नहीं पाया जाता है ?
(a) मीथेन
(b) हाइड्रोजन सल्फाइड (Hydrogen sulfide)
(c) कार्बन डाइऑक्साइड (Carbon dioxide)
(d) ऑक्सीजन

Q.15. बायोगैस संयंत्र के पाचन क्षेत्र (digester area) में होने वाली प्राथमिक प्रक्रिया क्या है?
(a) दहन (Combustion)
(b) अवायवीय पाचन तैयारी (Anaerobic digestion preparation)
(c) किण्वन (Fermentation)
(d) प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis)

Q.16. कौन सा समीकरण, ऊर्जा (E), सापेक्ष द्रव्यमान (m), और प्रकाश की गति (c) के बीच संबंध का वर्णन करता है?
(a) $E = mc$ (b) $E = mc^3$ (c) $E = mc^2$ (d) $E = m/c^2$

Q.17. कौन सा परिदृश्य लोचदार टक्कर (elastic collision) का उदाहरण है?
(a) एक कार पेड़ से टकराकर रुक गई
(b) दो बिलियर्ड गेंदें एक मेज पर टकराकर एक दूसरे से टकराकर उछल गईं
(c) एक गिरी हुई गेंद जमीन से टकराकर चिपक गई
(d) एक टेनिस गेंद दीवार से टकराकर अपनी कुछ गति खो देती है

Q.18. गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध ऊंचाई (h) तक उठाए गए पिंड की गुरुत्वाकर्षण स्थितिज ऊर्जा (U) का सूत्र क्या है?