3. సరళరేఖాత్మక గమనం

స్టడీ నోట్స్

1.0 ఈ అధ్యాయంలో సరళరేఖ వెంబడి ప్రయాణించే వస్తువు యొక్క చలనాన్ని అధ్యయనం చేస్తాము.

2. ఈ అధ్యాయంలోని ముఖ్యాంశాలు: (i) స్థానభ్రంశం, వేగం, త్వరణం (ii) చలన సమీకరణాలు (iii) స్థానభ్రంశము, వేగాలను కాలంతో అనుసంధానిస్తూ వాటి మధ్య సంబంధాన్ని తెలిపే గ్రాఫ్‌లు (iv) సాపేక్ష వేగం

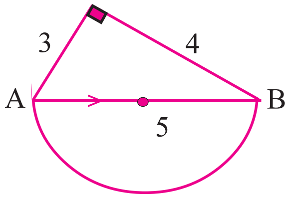
3.1 నిశ్చల స్థితి మరియు గమనం : కాలం, పరిసరాల పరంగా ఒక వస్తువు యొక్క స్థితిలో మార్పు రాకపోతే ఆ వస్తువు నిశ్చల స్థితిలో ఉంది అంటాం. కాలం, పరిసరాల పరంగా ఒక వస్తువు యొక్క స్థితిలో మార్పు వస్తే ఆ వస్తువు గమనంలో ఉంది అంటాం. కావున నిశ్చల స్థితి, గమనం రెండూ సాపేక్షమే.

ఉదా 1: చెట్లు, కొండలు మరియు భవనాలు సూర్యుని పరంగా గమనంలో, భూమి పరంగా నిశ్చల స్థితిలో ఉంటాయి.

ఉదా 2 : రైలులో ప్రయాణిస్తున్నపుడు, పరిసరాల పరంగా మీరు గమనంలో ఉన్నట్లు, కాని మీతోటి ప్రయాణీకుల పరంగా నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నట్లు. **గమనిక :** ఒక వస్తువు నిశ్చలస్థితి నుండి బయలుదేరితే తొలివేగం శూన్యం.

3.2 పథము పొడవు(S) మరియు స్థానభ్రంశం($\bar{S}$):

A బిందువు నుండి B బిందువుకు చేరడానికి అనేక మార్గాలు ఉన్నప్పటికీ, అతి దగ్గర మార్గం ఒక్కటే ఉంటుంది.



పథము పొడవు : దిశతో సంబంధం లేకుండా, వస్తువు ప్రయాణించిన మార్గము యొక్క పొడవును ఆ వస్తువు యొక్క పథం పొడవు అని అంటారు.

స్థాన భ్రంశం : ఒక నిర్ధిష్ట దిశలో వస్తువు స్థానంలో కలిగే మార్పును స్థానభ్రంశం అంటారు. లేదా తొలిబిందువు మరియు తుదిబిందువుల మధ్యగల కనిష్టదూరాన్ని స్థానభ్రంశం అంటారు.

ఉదా : పటంలో చూపిన విధంగా A,B ల మధ్య స్థానభ్రంశం 5 సెం.మీ, కానీ A,Bల మధ్య ఒక పథము పొడవు 7 సెం.మీ మరియు మరొక పథము పొడవు 2.5π సెం.మీ.

3.3 వడి (v) మరియు వేగం ($\bar{v}$): **[AP 15]**

వడి(v): ఒక వస్తువు యొక్క పథము పొడవు రేటును వడి అంటారు.

ఉదా: నీవు రోజూ సైకిల్‌పై కాలేజ్‌కి వెళ్ళేటప్పుడు వివిధ వడిలతో ప్రయాణిస్తావు.

వేగం ($\bar{v}$) : ఒక వస్తువు యొక్క స్థానభ్రంశం రేటును వేగం అంటారు.

ఉదా : కాంతి కిరణాలు స్థిర వేగంతో ప్రయాణిస్తాయి. వేగం = స్థానభ్రంశం/కాలం $v = s/t \Rightarrow \mathbf{s = vt}$

ప్రమాణాలు : వేగం ప్రమాణాలు మీ/సె **మితి ఫార్ములా :** వేగం మితి ఫార్ములా $[LT^{-1}]$

$$\text{సరాసరి వడి} = \frac{\text{మొత్తం పథము పొడవు}}{\text{మొత్తం కాలం}} \qquad \text{సరాసరి వేగం} = \frac{\text{మొత్తం స్థానభ్రంశం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$$

గమనిక 1 : వడి అదిశరాశి, కాని వేగం సదిశరాశి.

గమనిక 2 : తొలివేగం **u** ను తోను తుదివేగంను '**v**'తో తెలియచేస్తాం.

BABY BULLET-Q

3.4 సమ వేగం, అసమ వేగం, తక్షణ వేగం :

సమ వేగం : ఒక వస్తువు సమాన కాల వ్యవధులలో, సమాన స్థాన భ్రంశాలు ప్రయాణిస్తే ఆ వస్తువు సమవేగంతో ప్రయాణిస్తుంది అంటాం.

ఉదా : వర్షపు బిందువులు సమవేగంతో నేలను తాకుతాయి.

అసమ వేగం : ఒక వస్తువు సమాన కాల వ్యవధులలో, అసమాన స్థానభ్రంశాలు ప్రయాణిస్తే ఆ వస్తువు అసమ వేగంతో ప్రయాణిస్తుంది అంటాం.

ఉదా : స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు, భూమి చుట్టూ తిరిగే ఉపగ్రహం.

తక్షణ వేగం : ఏదైనా నిర్ధిష్ట క్షణం వద్ద వస్తువు యొక్క వేగాన్ని, తక్షణ వేగం లేదా తత్కాల వేగం అంటారు.

ఉదా : మోటార్ సైకిల్ యొక్క స్పీడోమీటర్ తక్షణ వేగం యొక్క పరిమాణమును తెలియజేస్తుంది.

Δt కాల వ్యవధిలో స్థానభ్రంశంలో మార్పు Δs అయితే తక్షణ వేగం $\upsilon = \underset{\Delta t \to 0}{Lt}\ \bar{\upsilon} = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{dx}{dt}$

3.5.0 త్వరణం, ధన త్వరణం మరియు ఋణ త్వరణం (అప త్వరణం) :

త్వరణం : కాలంపరంగా వేగంలోని మార్పు రేటును త్వరణం అంటారు.

ఉదా : కదిలే రైలు, స్వేచ్ఛాపతన వస్తువు

ప్రమాణాలు : మీ / సె^{2}, మితి ఫార్ములా : $[LT^{-2}]$

ధన త్వరణం: ఒక వస్తువు యొక్క వేగం కాలంతో పాటు పెరుగుతూ ఉంటే దానిని ధన త్వరణం లేదా త్వరణం అంటారు.

ఉదా : రైలు స్టేషను నుండి బయలు దేరేటపుడు అది ధన త్వరణంతో కదులుతుంది.

ఋణ త్వరణం : ఒక వస్తువు యొక్క వేగం, కాలంతో పాటు తగ్గుతూ ఉంటే దానిని ఋణ త్వరణం (లేదా) అప త్వరణం అంటారు.

ఉదా : ఒక రైలు స్టేషను చేరేటప్పుడు అది ఋణత్వరణంతో ఆగుతుంది.

3.5.1 సమ త్వరణం : ఒక వస్తువుకు సమాన కాల వ్యవధులలో, వేగంలోని మార్పులు సమానంగా ఉంటే ఆ వస్తువు సమత్వరణంతో ప్రయాణిస్తుంది అంటాం.

ఉదా : స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు

అసమ త్వరణం : కాల వ్యవధులు ఎంత చిన్నవైనప్పటికీ, ఒక వస్తువుకు సమాన కాలవ్యవధులలో, వేగంలోని మార్పులు అసమానంగా ఉంటే, ఆ వస్తువు అసమత్వరణంతో ప్రయాణిస్తుందని అంటాము.

ఉదా : కేంద్రకం చుట్టూ తిరిగే ఎలక్ట్రానులు

తక్షణ త్వరణం : ఏదైనా నిర్ధిష్ట క్షణం వద్ద వస్తువుయొక్క త్వరణాన్ని, తక్షణ త్వరణం అంటారు.

Δt కాలంలో వేగంలో మార్పు Δv అయితే తక్షణ త్వరణం $a = \underset{\Delta t \to 0}{Lt}\ \bar{a} = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \dfrac{\Delta \upsilon}{\Delta t} = \dfrac{d\upsilon}{dt}$

3.5.2 గురుత్వ త్వరణం(g): భూమి యొక్క ఆకర్షణ వలన స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు పొందే త్వరణాన్ని గురుత్వ త్వరణం అంటారు.

ఒక వస్తువు భూ ఉపరితలం వైపు ప్రయాణించినపుడు దాని వేగం పెరుగుతుంది. కావున గురుత్వ త్వరణం ధనాత్మకం. భూమి నుండి పైకి ప్రక్షేపించిన వస్తువు వేగం తగ్గుతూ ఉంటుంది. ఇక్కడ 'g' ను ఋణాత్మకంగా తీసుకుంటాం. భూ ఉపరితలంపై 'g' విలువ $9.8\ ms^{-2}$

భూమి కేంద్రం వద్ద 'g' విలువ శూన్యం.

BABY BULLET-Q

3.7 స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు : ఒక వస్తువును కొంత ఎత్తు నుండి స్వేచ్ఛగా క్రిందికి వదిలితే దాని వేగం క్రమంగా పెరుగుతూ, భూమిని తాకే ముందు గరిష్టం అవుతుంది. ఇక్కడ తొలివేగం శూన్యం. త్వరణం +g.

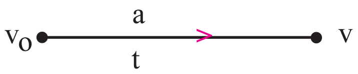
నిట్ట నిలువుగా పైకి విసిరిన వస్తువు : ఒక వస్తువును నిట్ట నిలువుగా పైకి విసిరితే దాని వేగం క్రమంగా తగ్గి శూన్యమవుతుంది. ఈ సందర్భంలో త్వరణాన్ని –g గా తీసుకుంటాం. గరిష్ట ఎత్తు వద్ద దాని వేగం శూన్యం. ఏ బిందువు వద్ద వస్తువు వేగం శూన్యమవుతుందో ఆ బిందువును గరిష్ఠోన్నతి అంటారు.

4. సమత్వరణంతో సరళ రేఖా మార్గంలో కదిలే వస్తువులకు చలన సమీకరణాలు :

4.1 $v=v_0+at$ సమీకరణాన్ని ఉత్పాదించుట: ఒక వస్తువు 'v_0' తొలివేగంతో బయలుదేరి, 'a' సమత్వరణంతో కదులుచున్నదనుకొనుము. 't' కాలం తర్వాత దాని తుదివేగం 'v' అనుకొనుము.

అయిన త్వరణం నిర్వచనం నుండి

$$a = \frac{\text{వేగంలో మార్పు}}{\text{కాలం}} = \frac{v-v_0}{t} \Rightarrow v - v_0 = at$$



$\therefore$ $v=v_0+at$

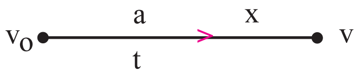
4.2 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ సమీకరణమును ఉత్పాదించుట. **[TS 16]**

ఒక వస్తువు 'v_0' తొలివేగంతో బయలుదేరి, 'a' సమత్వరణంతో కదులుచున్నదనుకొనుము. మరియు 't'కాలంలో వస్తువు స్థానభ్రంశం 'x' అనుకుందాము.

ప్రయాణించిన దూరం x = సరాసరి వేగం × కాలం

$$x = \left(\frac{v_0+v}{2}\right)t = \left(\frac{v_0+(v_0+at)}{2}\right)t, [\because v = v_0 + at]$$

$$= \left(\frac{2v_0t+at^2}{2}\right) = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$



$$\therefore x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

4.3 $v^2= v_0^2+ 2ax$ సమీకరణమును ఉత్పాదించుట.

ఒక వస్తువు 'v_0' తొలివేగంతో బయలుదేరి 't'కాలం తర్వాత తుదివేగం 'v' పొందినపుడు దాని సమత్వరణం 'a' మరియు స్థానభ్రంశం 'x' అనుకుందాము.

ప్రయాణించిన దూరం x = సరాసరి వేగం × కాలం

$$x = \left(\frac{v_0+v}{2}\right)t = \left(\frac{v_0+v}{2}\right)\left(\frac{v-v_0}{a}\right), \quad \left(\because a = \frac{v-v_0}{t} \Rightarrow t = \frac{v-v_0}{a}\right)$$

$$= \left(\frac{v^2-v_0^2}{2a}\right)$$

$\therefore$ $v^2-v_0^2= 2ax \Rightarrow v^2= v_0^2+ 2ax$

5. స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు యొక్క చలన సమీకరణాలు :(ఇక్కడ , $v_0 = 0$, $a =+g$, $x=h$) :

1. $v=gt$ ($v=v_0+at$ నుండి)

2. $h = \frac{1}{2}gt^2$, [From $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$]

3. $v^2 = 2gh \Rightarrow v=\sqrt{2gh}$ [From $v^2 = v_0^2 + 2ax$]

BABY BULLET-Q

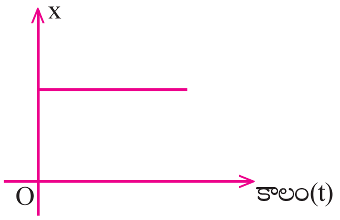
6.0. రేఖీయ గమనాన్ని గ్రాఫ్‌తో సూచించడం :

6.1 స్థానభ్రంశం - కాలం గ్రాఫ్ : చలించే కణం యొక్క కాలం ను X-అక్షంపై మరియు స్థానభ్రంశం (x) ను y-అక్షంపై గీస్తే ఏర్పడే గ్రాఫ్‌ను స్థానభ్రంశం - కాలం గ్రాఫ్ అంటారు.

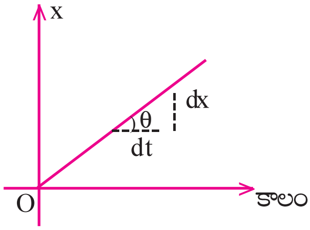
ఉపయోగాలు : ఈ గ్రాఫ్ యొక్క వక్రంపై ఏదైనా బిందువువద్ద గీచిన స్పర్శరేఖ వాలు ఆ బిందువు వద్ద వేగంను తెలియజేస్తుంది.

వాలు $= \tan\theta = \dfrac{dx}{dt} =$ వేగం

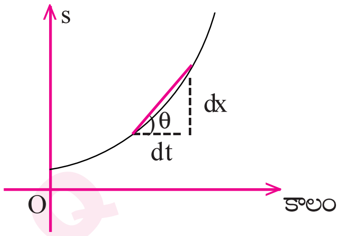
వివిధ సందర్భాలు :



(i) నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నప్పుడు (వాలు=0)



(ii) వస్తువు స్థిరవేగంతో పోతున్నపుడు

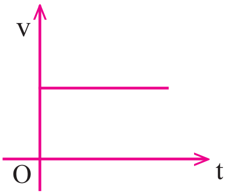


(iii) వస్తువు యొక్క వేగం క్రమేపి పెరుగుతున్నపుడు

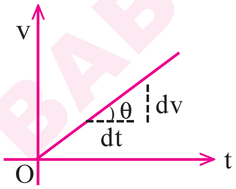
6.2 వేగం - కాలం గ్రాఫ్ : X-అక్షంపై కాలాన్ని(t) Y-అక్షంపై వేగం(v) ను తీసుకొని గ్రాఫ్ గీస్తే దానిని వేగం - కాలం గ్రాఫ్ అంటారు.

ఉపయోగాలు : 1. ఈ గ్రాఫ్ యొక్క వక్రంపై ఏదైనా బిందువు వద్ద గీచిన స్పర్శరేఖవాలు ఆ బిందువు వద్ద త్వరణాన్ని ఇస్తుంది. 2. వేగం-కాలం వక్రమునకు, కాలం అక్షమునకు మధ్యగల వైశాల్యము,వస్తువు స్థానభ్రంశమునకు సమానము. వాలు $= \tan\theta = \dfrac{dv}{dt} =$ త్వరణం

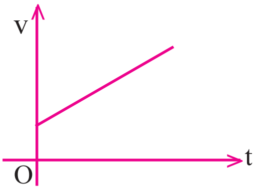
వివిధ సందర్భాలు :



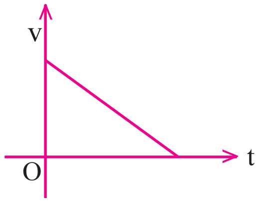
(i) సమవేగం



(ii) సమత్వరణం నిశ్చల స్థితినుండి కదిలినపుడు



(iii) సమ త్వరణం కొంత తొలివేగంతో కదిలినపుడు



(iv) సమ అపత్వరణం

7. సాపేక్ష వేగం: A పరంగా B యొక్క సాపేక్ష వేగం $v_{BA} = v_B - v_A$
అదేవిధంగా B పరంగా A యొక్క సాపేక్ష వేగం $v_{AB} = v_A - v_B$

ముఖ్య సూత్రాలు

1. సరాసరి వడి $= \dfrac{\text{మొత్తం దూరం}}{\text{మొత్తం కాలం}}$

2. తక్షణ వేగం $\upsilon = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{dx}{dt}$

3. తక్షణ త్వరణం $a = \underset{\Delta t \to t}{Lt} \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{d\upsilon}{dt}$

4. $\upsilon = \upsilon_0 + at$

5. $x = \upsilon_0 t + \dfrac{1}{2}at^2$

6. $\upsilon^2 = \upsilon_0^2 + 2ax$

BABY BULLET Q