సరళరేఖాత్మక గమనం

ముఖ్య విషయాలు

1. ఒక వస్తువు ప్రయాణించిన మార్గం వెంబడి మొత్తం దూరాన్ని పథం అంటారు.
2. స్థానంలోని మార్పును స్థానభ్రంశం అంటారు $\Delta x = x_2 - x_1$,
3. స్థానభ్రంశాన్ని, స్థానభ్రంశం జరిగిన కాలవ్యవధితో భాగించగా వచ్చే భాగఫలాన్ని, ఆ కాల వ్యవధిలో సగటు వేగం అంటారు. $\bar{v} = \frac{dx}{dt}$
4. కాల వ్యవధి శూన్య విలువను సమీపిస్తున్నప్పుడు, సగటు వేగం అవధిని తత్కాల వేగం అంటారు.

$$V = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

5. కొంతకాల వ్యవధిలో వేగంలో వచ్చిన మార్పును, ఆ కాల వ్యవధితో భాగిస్తే వచ్చే భాగఫలాన్ని, సరాసరి త్వరణం అంటారు. $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
6. కాల వ్యవధి శూన్య విలువను సమీపిస్తున్నప్పుడు, సగటు త్వరణం అవధిని తత్కాల త్వరణం అంటారు.

$$V = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

7. చలన సమీకరణాలు (ఏకరీతి త్వరణం)

   1) $v = u + at$ 2) $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ 3) $v^2 - u^2 = 2as$ 4) $S_n = u + a\left(n - \frac{1}{2}\right)$

8. నిట్ట నిలువుగా పైకి ప్రక్షిప్తం చేసిన వస్తువునకు చలన సమీకరణాలు $(a = -g,\ s = h)$:

   1) $v = u - gt$ 2) $h = ut - \frac{1}{2}gt^2$ 3) $v^2 = u^2 - 2gh$ 4) $h_n = u - g\left(n - \frac{1}{2}\right)$

9. 'h', ఎత్తు గల టవర్ నుండి నిట్ట నిలువుగా పైకి ప్రక్షిప్తం చేసిన వస్తువునకు

   1) $v = -u + gt$ 2) $h = -ut + \frac{1}{2}gt^2$ 3) $v^2 = u^2 - 2gh$ 4) $h_n = -u + g\left(n - \frac{1}{2}\right)$

10. నిట్ట నిలువుగా పైకి ప్రక్షిప్తం చేసిన వస్తువునకు

   a. గరిష్ఠ ఎత్తు $H = \frac{u^2}{2g}$

   b. ఆరోహణ కాలము $= t_a$

   c. అవరోహణ కాలము $t_d = \frac{u}{g}$

   d. ఆరోహణ కాలము (t_a) = అవరోహణ కాలము (t_d)

e. పలాయన కాలం(T) $T = t_a + t_d = \frac{u}{g} + \frac{u}{g} = \frac{2u}{g}$

అతిస్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. గమన, నిశ్చల స్థితులు సాపేక్షం వివరించండి.

జ: నిశ్చల స్థితి మరియు గమనస్థితి సాపేక్ష రాశులు.

ఉదా: చలనం లో గల ఒక రైలులో ఒక వ్యక్తి తన సహప్రయాణికుని పరంగా నిశ్చల స్థితిలోను, భూమి పై గల వ్యక్తి పరంగా గమనంలోను ఉంటుంది.

2. సగటు వేగం ఏవిధంగా తత్కాల వేగంతో విభేదిస్తుంది ?

జ: సగటు వేగం చలించే కణం యొక్క ఫలిత గమనాన్ని తెల్పుతుంది. ఒక కణం యొక్క సగటు వేగాన్ని ఆ కణం కదిలిన మొత్తం స్థానభ్రంశం, స్థానభ్రంశానికి పట్టిన మొత్తం కాలానికి మధ్యగల నిష్పత్తిగా చెప్పవచ్చు. తత్కాల వేగం, ఏదైనా నిర్దిష్ఠ సమయం వద్ద కణం వేగాన్ని కూడా తెలుపుతుంది.

$$V = \underset{\Delta t \to 0}{Lt} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

3. ఒక వస్తువు వేగం సున్నా అయినప్పటికి దాని త్వరణం సున్నా కాదు. దీనికి ఒక ఉదాహరణ ఇవ్వండి.

జ: నిట్ట నిలువుగా పైకి ప్రక్షిప్తం చేసిన వస్తువుకు, దాని గరిష్ఠ ఎత్తు వద్ద వేగం శూన్యమయిన్పటికీ, గురుత్వ త్వరణం $(g = 9.8\ m/s^{-2})$ ఉంటుంది.

4. ఒక (ద్రవంలో) ప్రవాహిలో చెందే ఒక వస్తువు a= g-bv త్వరణం కలిగి ఉందని పరిశీలించడం జరిగింది. ఇక్కడ గురుత్వ త్వరణం, ఒక స్థిరాంకం. కొంత కాలం తరువాత వస్తువు స్థిర వేగంతో పతనం చెందుతుందని తెలుసుకొన్నారు. ఆ స్థిరవేగం విలువ ఎంతై ఉండవచ్చు.

జ: స్థిరవేగమునకు, త్వరణం $a = g - bv = 0$

$$\therefore v = \frac{g}{b}$$

స్వల్ప సమాధాన ప్రశ్నలు

1. త్వరణం కాలంతోపాటు మారుతూ ఉన్నప్పుడు శుద్ధగతి శాస్త్రంలోని సమీకరణాలను ఉపయోగించవచ్చా ? ఉపయోగించ వీలులేకపోతే ఆ సమీకరణాలు ఏ రూపాన్ని సంతరించుకొంటాయి ?

జ: సమత్వరణంతో చలించు వస్తువునకు

$$V = V_0 + at \; ; \; x = V_0 t + \frac{1}{2}at^2 \; ; \; V^2 = V_0^2 + 2ax$$

త్వరణం కాలంతో మారిన

ఎ) తత్కాల త్వరణం $a = \frac{dv}{dt}$

$$\therefore \; dv = a \; dt$$

$$\int_{v_0}^{v} dv = \int_0^t a \; dt$$, ఇందు v_0 అనునది $t = 0$ వద్ద వేగం

బి) త్వరణం స్థానం తో మారిన

తత్కాల త్వరణం $a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot v$

$$\therefore \; vdv = a \; dx$$

$$\int_{v_0}^{v} v \; dv = \int_{x_0}^{x} a \; dx$$, ఇందు v_0 అనునది x_0 వద్ద వేగం

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

$$\therefore v.dv = a.dx$$

కావున, $$\int_{v_0}^{v} v \; dv = \int_{x_0}^{x} a \; dx$$

2. ఒక కణం వేగ దిశ, కణ త్వరణ దిశతో పోల్చితే వేరుగా ఉండవచ్చా? అవును అయితే ఉదాహరణ ఇవ్వండి.

జ: ఒక వస్తువు యొక్క వేగం మరియు త్వరణాలు వేరు వేరు దిశలలో ఉండవచ్చు.

ఉదా : 1. వృత్తాకారంగా చలించే వస్తువు యొక్క వేగం మరియు త్వరణాలు పరస్పరం లంబంగా ఉంటాయి.

2. నిట్టనిలువుగా పైకి విసిరిన కణం వేగం మరియు త్వరణంలు వ్యతిరేక దిశలలో ఉంటాయి.

3. ఒక ఎత్తైన భవనం పై నుంచి ఒక బంతిని జారవిడిచారు. అదే క్షణంలో అక్కడి నుంచే, ఇంకొక బంతిని కొంత వేగంతో క్షితిజ సమాంతరంగా విసిరారు. ఏ బంతి మొదటగా భూమిని చేరుతుంది? మీ సమాధానాన్ని వివరించండి.

జ: ఎ) భవనము ఎత్తు h అనుకుందాం.

స్వేచ్ఛగా క్రిందికి పడే వస్తువుకి పతన కాలం $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ $---(1)$

సమాంతరంగా వస్తువుకి తొలి లంబ అంశ వేగం శూన్యం కావున ,

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

$$h = \frac{1}{2}gt_2^2$$

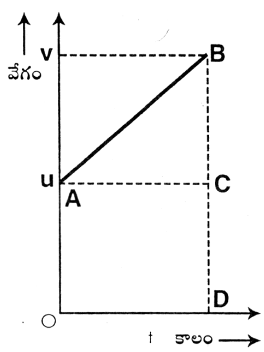
$$\therefore \quad t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad -----(2)$$

(1) మరియు (2) సమీకరణముల నుండి $t_1 = t_2$

కావున రెండు బంతులు ఒకేసారి భూమిని చేరతాయి.

4. గ్రాపు పద్ధతిని $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ సమీకరణం ఉత్పాదించండి. ఇచ్చిన పదాలన్నీ వాటిని సాధారణంగా ఉపయోగించే అర్థంలోనే వాడాం.

జ : ఒక వస్తువు తొలివేగం 'u' మరియు స్థిర త్వరణం 'a'. 't'కాలం తర్వాత వస్తువు వేగం 'v' అనుకుంటే, వేగం కాల గ్రాఫ్ క్రింది పటంలో చూపినట్లుగా ఉంటుంది.



పటంలో $OABCDA$ వైశాల్యం స్థానభ్రంశంము 's' ను ఇస్తుంది.

$\therefore S = OACD$ వైశాల్యం $+ \Delta\, ABC$ వైశాల్యం $= OA \times OD + \frac{1}{2} AC \times BC$

$$= (u-0)(t-0) + \frac{1}{2}(t-0)\times(v-u)$$

లేదా $S = ut + \frac{1}{2}(v-u)t$

కాని $v = u + at$ నుండి ,

$$S = ut + \frac{1}{2}(at)t$$

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

లెక్కలు

1. ఒకడు ఒక తిన్నని రోడ్డు వెంట తన ఇంటి నుంచి 2.5km దూరాన ఉన్న మార్కెట్‌కు $5\,km\ h^{-1}$ వడితో నడిచాడు. మార్కెట్ మూసి ఉండటం గమనించి, వెంటనే వెనుదిరిగి ఇంటికి $7.5\,km\ h^{-1}$. వేగంతో చేరాడు. 0 నుంచి 50 నిమిషాల కాలవ్యవధిలో అతడి (ఎ) సగటు వేగ పరిమాణం, (బి) సగటు వడి ఎంత?

జ: ఇంటి నుంచి మార్కెట్‌కు వెళ్ళటానికి పట్టేకాలం : $t_1 = \frac{S}{V_1} = \frac{2.5}{5}$

$$t_1 = \frac{1}{2}hr = 30\text{min}$$

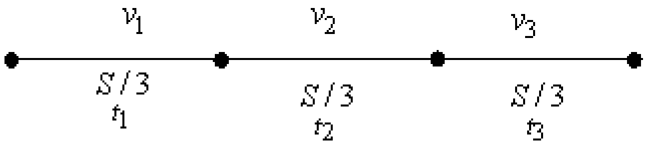
మార్కెట్ నుంచి ఇంటికి వెళ్ళటానికి పట్టేకాలం: $t_2 = \frac{s}{V_2} = \frac{2.5}{7.5} = \frac{1}{3}hr$ =20 min

ఎ) సరాసరి వేగం $\dfrac{\text{మొత్తం స్థానభ్రంశం}}{\text{మొత్తం కాలం}} = \frac{0}{50} = 0$

బి) సరాసరి వడి = $\dfrac{\text{మొత్తం దూరం}}{\text{మొత్తం కాలం}} = \dfrac{2.5+2.5}{\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right)} = 6\ kmph$

2 ఒక కారు మొదటి మూడు వంతుల దూరాన్ని 10**kmph** వేగంతోనూ, రెండు మూడు వంతుల దూరాన్ని వేగంతోనూ, చివరి మూడు వంతుల దూరాన్ని **20 kmph** వేగంతోను ప్రయాణిస్తే, మొత్తం దూరాన్ని **60 kmph** పూర్తి చేయడంలో కారు సగటు వడి ఎంత?

జ:



సగటు వడి $V_{av} = \dfrac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3}$

$$V_{av} = \frac{\frac{S}{3} + \frac{S}{3} + \frac{S}{3}}{\frac{S}{3V_1} + \frac{S}{3V_2} + \frac{S}{3V_3}}$$

$$\therefore V_{av} = \frac{3V_1V_2V_3}{V_1V_2 + V_2V_3 + V_3V_1} = \frac{3(10)(20)(60)}{(10\times 20) + (20\times 60) + (60\times 10)}$$

Or $V_{av} = 18 kmph$

3. ఒక తుపాకి గుండు 150 m/s వడితో ప్రయాణిస్తూ చెట్టును తాకి 3.5 cm దూరం దూసుకొని పోయి ఆగిపోయింది. చెట్టు కాండంలో గుండు రుణత్వరణం పరిమాణం, చెట్టును తాకిన తరువాత గుండు ఆగిపోవడానికి పట్టిన కాలం ఎంత?

జ: $u = 150 m/s$; $v = 0$; $s = 3.5\times 10^{-2} m$

i) $v^2 - u^2 = 2(-a)s$ నుండి

$$0^2 - (150)^2 = 2\times(-a)\times 3.5\times 10^{-2}$$

$$a = \frac{150\times 150}{2\times 3.5\times 10^{-2}} = 3.214\times 10^5 m/s$$

ii) ఆగిపోవడానికి పట్టిన కాలం 't' అనుకుంటే

$v = u + (-a)t$ నుండి

$$0 = 150 - 3.214\times 10^5 t$$

$$\Rightarrow t=\frac{150}{3.214\times10^{5}}=4.667\times10^{-4}s$$

4. **భూమి నుండి $500m$ ఎత్తున $360\,km/h$ వడితో ప్రయాణించే విమానం నుంచి ఒక ఆహార పొట్లాన్ని జారవిడిచారు. ఎ) పొట్లం భూమిని చేరడానికి పట్టే కాలం, బి) జార విడిచిన బిందువు యొక్క (భూమి పై) లంబ పాదం నుండి పొట్లం భూమిని తాకే దూరం కనుక్కొండి** $(g=10\,ms^{-2})$

జ: $u=360\times\frac{5}{18}=100$ మీ/సె^{2}

$h=500\,m,\ g=10$ మీ/సె^{2}

పలాయన కాలం $T=\sqrt{\frac{2h}{g}}$

క్షితిజ సమాంతర వ్యాప్తి $R=uT=u\sqrt{\frac{2h}{g}}$

$R=100\sqrt{\frac{2\times500}{10}}=100\times10=1000$ మీ.

5. ఒక భవనం కిటికీ నుంచి, క్షితిజానికి 20^0 **కిందగా,** $8\,ms^{-1}$ **వేగంతో ఒక బంతిని విసిరారు. బంతి భూమిని 3s తరువాత తాకింది. బంతిని ఎంత ఎత్తు నుంచి విసిరారు? భవనం పునాది నుంచి ఎంత దూరంలో బంతి భూమిని తాకుతుంది ?**

జ: $u=8m/s,\ t=3s,\ g=9.8m/s^2\ ;\ u_x=u\cos20^0$ and $u_y=u\sin20^0$

i) $s_y=u_yt+\frac{1}{2}a_yt^2$ నుండి

$$h=\left(u\sin20^0\right)t+\frac{1}{2}gt^2$$

$$h=8\times\sin20^0\times3+\frac{1}{2}\times9.8\times3^2=52.3\,m$$

ii) $S_x=u_x\times t$

$u\left(\cos20^0\right)\times5\ =8\times0.9396\times3=22.55m$

అదనపు లెక్కలు

1. కింద ఇచ్చిన గమన సంబంధ ఉదాహరణలలో దేనిలో వస్తువును బిందు వస్తువుగా ఉజ్జాయింపు చేయవచ్చు.

ఎ) రెండు స్టేషన్ల మధ్య కుదుపులు లేకుండా ప్రయాణించే రైలు కారేజ్.

బి) టేబుల్ అంచు నుంచి జారిపడి అటూ ఇటూ దొర్లుతున్న బీకరు.

జ: ఎ) రెండు స్టేషన్ల మధ్య దూరంతో పోల్చిన రైలు కారేజ్.

2. ఒక క్రీడాకారుడు ఒక బంతిని $29.4\,ms^{-1}$ తొలివేగంతో నిట్టనిలువుడా విసిరాడు.

ఎ) బంతి ఊర్ధ్వ దిశలో గమనంలో ఉన్న కాలంలో త్వరణం దిశ ఏమిటి ?

బి) బంతి గరిష్ఠ ఎత్తు వద్ద గల బిందువును చేరినప్పుడు బంతివేగం, త్వరణాల విలువలు ఎంతెంత?

జ: ఎ) గురుత్వత్వరణం యొక్క దిశ నిట్టనిలువుగా క్రిందికి పనిచేస్తుంది.

బి) గరిష్ఠ బిందువు వద్ద బంతియొక్క వేగం సున్న. త్వరణం $g = 9.8m/s^2$ నిట్టనిలువుగా క్రిందికి పనిచేస్తుంది.

3. క్రింది వాక్యాలను జాగ్రత్తగా చదివి, అవి తప్పో, ఒప్పో తెలిపి తగిన కారణాలను, ఉదాహరణలను పేర్కొనండి. ఒక కణం ఏకమితీయ గమనంలో ఉంది.

ఎ) ఒకానొక క్షణంలో దాని వడి శూన్యమై, ఆ క్షణంలో త్వరణం శూన్యేతర విలువ కలిగి ఉండవచ్చు.

బి) దాని వడి శూన్యమై, వేగం శూన్యేతర విలువ కలిగి ఉండవచ్చు

జ: ఎ) నిజము, బంతిని నిట్టనిలువుగా పైదిశలో విసిరిన గరిష్ఠ బిందువు వద్ద వడి సున్న .కాని త్వరణం సున్న కాదు.

బి) తప్పు, వడి సున్న అయిన, వేగం శూన్యం అవుతుంది.