நவீன உயர்தர

மாணவர் பௌதிகம்

PHYSICS.

FOR G.C.E (A.L) STUDENTS

புதிய பதிப்பு : ஆவணி 1997

அச்சுப் பதிவு
மெய்கண்டான் அச்சகம்
கொழும்பு

பதிப்புரிமை : ஆசிரியருக்கே

விலைரூபா: 200/=

முகவுரை

இந்நூல் பௌதிகவியலின் புதிய பாடத் திட்டத்திற்கு அமைய எழுதுப்பட் டுள்ளது. இப்புதிய திட்டத்தின் அடிப்படையில் 1997 - ம் ஆண்டு ஆவணிமாதம் தொடக்கம் தொடர்ந்து நிகழும் க.பொ.த.ப. உயர்தரப்பரீட்சைக்கான வினாக்கள் அமைக்கப்படும். இந்நூற் பகுதியில் அளவீட்டு அலகுகள், பரிமாணங்கள், அளவீட்டுக்கருவிகள், இயக்கவியல், நிலை யியல், நீர்நிலையியல் அடங்கும். இவை யாவும் அலகுகள் I,II என்னும் பிரிவு களுள் அடக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவே இந்நூல் ஆசிரியர்கள் கற்பிப்பதற்கும் மாணவர்கள் படிப்பதற்கும் உறுதுணையாக இருக்கும் என்பது எனது அபிப்பிராயம், இந்நூலைத் திறம்பட அச்சிட்டுத் தந்த மெய்கண்டான் அச்சகத்துக்கு எனது நன்றி என்றும் உரித்தாகும்.

யாழ்ப்பாணம் அ.க.ருணாகரர்

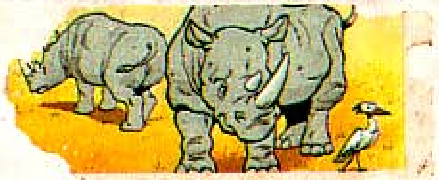
01-09-1997

நவீன உயர்தர
மாணவர் பௌதிகம்

க.பொ.த.ப. (உயர்தர) வகுப்புக்குரியது

அலகுகள் 1 .ம் II. ம்

அளவைகள், பரிமாணங்கள், பொறியியல்



PHYSICS

For G.C.E. (A.L) Students.

20922.

ஆசிரியர்

திரு. அ. கருணாகரர் B.Sc. Dip-in- Ed.

யாழ்ப்பாணம்.

பொருளடக்கம்

பக்கம்

அலகு 1.1 - 1.7 1-39

பௌதிகக் கணியங்கள் பரிமாணங்கள்
அளவீட்டுக்கருவிகள்

அலகு 2.1.1. - 2.1.3 40-94
ஏக பரிமாண இயக்கம், விசைகளின் சேர்க்கை, துணிப்பு,
விசைஇணை கரம், லாமியின்தேற்றம்

அலகு 2.1.4 - 2.2.4 95-142
விசை, சடத்துவம், திணிவு, உந்தம் விசைத்திருப்பம் இணை
நியூற்றனின் இயக்கவிதிகள்: வேலை, சத்தி, வலு.

அலகு 2.2.5 - 2.4 143-191
வட்ட இயக்கம், நியூற்றனின் ஈர்ப்புவிதி,
சுமுற்சி இயக்கம், கோன ஆர்முடுகல
முறுக்குதிறன்

அலகு 2.5.1 - 2.5.10 192-225
நீர் நிலையியல், பேணூயியின் சமன்பாடு

விடைகள் 226-227

அலகு 1.1 – 1.7

பௌதிகக் கணியங்களும் பரிமாணங்களும்

1.1 அறிமுகம்

பௌதிகம் விஞ்ஞானத்தின் முக்கிய இயல்களில் ஒன்றாக விளங்குகின்றது, இது மற்றும் விஞ்ஞான இயல்களுடன் தொடர்புடைய தனால் இதன் எல்லை ஒரு திடமானதும் நிலையானதுமன்று, உதாரணமாக மருத்துவ பௌதிகம் மனிதஉயிரியலுடனும் பௌதிகஇயலுடனும் சம்பந்த முடையதாக இருக்கின்றது. அதேபோன்று எந்திரவியலும் பௌதிகவியலுடன் தொடர்புடையதாக இருக்கின்றது. பௌதிக இயலில் வரும் கருதுகோள்கள் விதிகள் இவற்றைச்சுலபமாக விளக்குவதற்கு நுண் கணிதம் அட்சரகணிதம், கேத்திர கணிதம், திரிகோண கணிதம் உறுதுணையாக இருக்கின்றன. பௌதிகத்தின் ஒரு பிரிவான பொறியியலின் அறிமுறைத் தத்துவங்களை உள்ளடக்கியதே பிரயோக கணிதம், எனவே பௌதிகம் மிக நெருங்கிய தொடர்பை கணிதத்துடன் உடையது. ஒவ்வொரு விஞ்ஞான இயலும் அதற்குரிய தெளிவான அம்சங்களைக் கொண்டிருந்தபோதிலும் எல்லா விஞ்ஞானத்தினதும் வேர்கள் பரிசோதனைகளையே திடமான அடித்தளங்களாகக்கொண்டுள்ளன. எனவே பௌதிக இயலின் தெளிவானஅம்சங்கள் யாவை? சடத்தினது உடைமைகளையும் இயல்புகளையும், சத்தியினது தோற்றப்பாடுகளையும் உருமாற்றங்களையும் விளக்குவதே பௌதிகம். இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகளை விளங்கிக் கொள்வதும் பௌதிகத்தின் மையநோக்கமுமாகும். பௌதிகவிதிக்ளின் சோதனைக்குட் படுத்தப்பட்ட மேலும் மேலும் எவ்வளவோ கண்டுபிடிப்புக்களுக்கு வானியியலும் வழிகோலியுள்ளது.

சத்தி உருமாற்ற நிகழ்வுகளை எடுத்துக்காட்டல்

(a) ஓர் அடி மட்டத்தை ஒரு மேசையின் விளிம்பில் உரோஞ்சுக. பல நேரம் உரோஞ்சியபின் அதனைக் கையில் தொடுக. அப்பொழுது கை வெப்பத்தை உணர்கின்றது. எவ்வாறு இவ்வெப்பம் ஏற்பட்டது? அதாவது உரோஞ்சும் பொழுது பொறிமுறைவேலை செய்யப்படுகின்றது அதுவே வெப்பத்துக்குக் காரணமா யுள்ளதென்பதை உய்த்தறியத் தக்கதாக இருக்கின்றது. எனவே இங்கு பொறி முறைச் சத்தி வெப்பச்சத்தியாக உருமாறிற்று என்பதை அறியமுடிகின்றது.

(b) ஒரு மின்கலம் இணைக்கப்பட்ட மின்சுற்றொன்றில் மின்பாயும் பொழுது இணைப்புக்கம்பிகள் சூடாவதை தொட்டுணரலாம். அத்தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டவையே மின்கேத்தல் மின்னடுப்புக்கள் மின்னழுத்திகள் மின்குமிழ்கள் என்பவற்றின் செயற்பாடுகள். இங்கு மின்சத்தி வெப்பசத்தியாக உருமாறிற்று. மேலும் மின்சுற்றில் பாயும் ஓட்டத்திற்குக் காரணமாக இருந்தது மின் கலத்தினுள் இரசாயனத் தாக்கத்தினால் ஏற்பட்ட இரசாயனச் சத்தி மின்சத்தியாக மாறிக் கம்பியினூடு பாய்கின்றது. இங்கு இரசாயனச் சத்தி மின்சத்தியாக மாறி பின்பு வெப்பச்சத்தி ஒளிச்சத்தியாக வெளிவிடப்படுகின்றது.

(c) மோட்டர்கள் இயங்கும்பொழுது மின்சத்தி பொறிமுறைச்சத்தியாக உருமாற்றப்படுகின்றது. தைனமோக்கள் இயங்கும்பொழுது பொறி முறைச்சத்தி மின்சத்தியாக மாறி பின்பு ஒளிச்சத்தியாக மாறுகின்றது. உதாரணம் சயிக்கிள் தைனமோ.

(d) நுணுக்குப் பன்னியையும் தொலைப்பன்னியையும் எடுத்துக் கொண்டால் நுணுக்குப்பன்னியில் ஓலிச்சத்தி மின்சத்தியாக உருமாற்றப் படுகின்றது. தொலைப் பன்னியில் மின்சத்தி மீண்டும் ஓலிச்சத்தியாக மாறுகின்றது.

அன்றாட வாழ்க்கையில் பௌதிகம்

அன்றாட வாழ்க்கையில் நிகழும் எவ்வளவோ செயற்பாடுகளுக்கு பௌதிகம் விளக்கம் கூறத்தக்கதாக இருக்கின்றது. இவற்றை விளக்கப் பல உதாரணங்கள் உள.

(a) ஒரு பொருள் ஓரிடத்தில் இருக்கின்றது. உதாரணமாக ஒரு பந்தை எடுத்துக்கொள்க. அப்பந்து வைக்கப்பட்ட இடத்தில் இருந்தமாதிரியே இருக்கும். ஆனால் அதை விரலால் சுட்டினால் அவ்விடத்திலிருந்து அது குழப்பப்பட்டு நகரும். மேலும் அப்பந்து உருண்டுபோகையில் வேகம் படிப்படியாகக் குன்றி ஓய்வுக்கு வருகின்றது. ஓய்வுலிருந்த பந்தின் நிலை மாறு வதற்குக் காரணமாக இருந்தது விரலால் சுட்டுதல். இச்சுட்டுதல் ஒரு புற விசை. இது பிரயோகிக்கப்படாவிடில் பந்து இருந்தமாதிரியே இருக்கும். அடுத்து பந்து உருளும்பொழுது அதன் வேகம் குறைந்து ஓய்வுக்கு வருதற்குக் காரணமாக இருந்தது தரையின் உராய்வு விசை. இவ்விசை செயற்படாத ஓர் ஒப்பமான தளத்திலிருந்திருப்பின் பந்து முடிவிலி நோக்கி உருண் டிருக்கும். இங்கு உராய்வு என்னும் புறவிசை இயக்கத்தை ஓய்வுக்கு கொண்டுவருதற்குக் காரணமாக இருந்துள்ளது. இவ்வெடுத்துக்காட்டு நியூற்றனின் முதலாம் விதிக்கு சான்று பகர்கின்றது.

மேலும் ஒரு கதிரையில் ஒருவர் இருக்கும்பொழுது அவர் கதிரைக்குள்ளால் விழாதிருப்பதற்கு, ஒருவரின் நிறையைத் தாங்கத்தக்கதாக செயற்படும் கதிரை அவரில் உஞற்றும் எதிர்த்தாக்கமாகும். இது நியூற்றனின் மூன்றாம் விதிக்கு ஒரு சான்றாகும்.

(b) எந்திரங்களிலிருக்கும் உதிரிப்பாகங்கள் எந்திரம் இயங்கும்பொழுது உதாரணமாக முசலம் குண்டுப்போதிகைகள் மற்றும் இயங்கும் பாகங்கள் தேயாமலிருப்பதற்கும் இயக்கத்தைச் சுலபமாக்குவதற்கும் உராய்வு நீக்கிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இதேபோன்று கதவுப் பிணைச்சல் உராய்வினால் தேயாயிருப்பதற்கும் இலகுவாக திருப்புவதற்கும் எண்ணை உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

(c) கத்தியோரத்தை கூர்மையாக்குகின்றோம், அப்பொழுது ஓரத்தின் பரப்பு மிகக் குறைந்த பருமனையுடையதாகின்றது. எனவே ஒரு பொருளை வெட்டும் பொழுது கத்தியோரத்தினதும் பொருளினதும் தொடும் பரப்பு மிக இழி பரப்புடையதாகின்றது. அதனால் குறைந்தவிசை பொருளை வெட்டுவதற்கு போது மாகும்.

(d) பெரிய பாறைகளைத் தகர்ப்பதற்கு அலவாங்கு உபயோகிக்கப் படுகின்றது. கிணற்றிலிருந்து நீர் இறைப்பதற்கு துலாவும், பெரிய சுமைகளை லொறிகளில் ஏற்றுவதற்கு சாய் தளமும் பாவிக்கப்படுகின்றன. நேரடியாகக் காவ இயலாத சுமைகளை இலகுவாக எடுத்துச் செல்வதற்கு ஒற்றைச் சில்லுவண்டி உபயோகிக்கப்படுகின்றது ஒரு கார்ச் சாரதி இரு கைகளாலும் செலுத்தும் சில்லை கையால் பற்றிக் கொண்டு செலுத்தும்பொழுது இணை பிரயோகிக்கப்படுகின்றது.

(e)மழைத்துளிகள், காலை வேளைகளில் இலைகளில் காணும் நீர்துளிகள் கோள வடிவத்தில் இருக்கின்றன. இவை இழிபரப்படைவது இயற்கை நியதி. இங்கு மேற்பரப்பிழு விசை செயற்படுகின்றது. ஒருபொருளின் பரப்பினது இழி வடிவம் கோளம். அதனால் துளிகள் கோளவடிவம் அடைகின்றன.

உழவர்கள் அறுவடை முடிந்தபின் வயல்களை உழுகின்றார்கள். நிலத்தின் அடியில் இருக்கும் நீர் மயிர்த்துளை காரணமாக மேல்வந்து ஆவியாய் மாறுவதைத்தடுப்பதற்கு இது செய்யப்படுகின்றது. அதாவது நிலத்திலுள்ள துளைகள் உழுத மண்ணால் மூடப்படுகின்றது. எனவே மயிர்த்துளைத் தன்மையின் விளைவு அகற்றப்படுகின்றது.

ஒரு போத்தலிலிருக்கும் நெய் இறுக்கமாக இருக்கின்றது. அதனை ஊற்றுவதற்கு அடுப்புக் கருகே அது வைக்கப்படுகின்றது, அப்பொழுது அதன் பிசுபிசுப்பு வெப்பநிலை உயர்வதால் குறைகின்றது. அதனால் பாயதகக்க இயல்பு பெறுகின்றது. அதாவது வெப்பநிலை அதிகரிக்க பிசுபிசுப்புக் குறையும் என்னும் தத்துவம் செயற்படுகின்றது

(f) புகையிரதத் தண்டவாளங்கள் அமைக்கும்பொழுது அவற்றிற்கிடையே இடைவெளிகள் விடப்படுகின்றன. அதாவது கோடைகாலங்களில் அவை விரிவடையும், அதனை ஈடுசெய்யுமுகமாக அவ் வெளிகள் விடப் படுகின்றன. ஒரு போத்தலின் மூடியை திறக்க இயலாத கட்டத்தில் அதன் வாய்ப்பகுதி வெப்பத்துக் கருகில் பிடிக்கப் படுகின்றது. அப்பொழுது மூடி உலோகத்தால் ஆனதால் விரிவடையும். எனவே சுலபமாகத்துறக்க முடிகின்றது.

(g)ஆடைகள் அணிகள் நீரில் தோய்க்கப்படுகின்றன. பின்பு அவை விரித்துக் காயவிடப்படுகின்றன. இங்கு ஆவியாதல் விரைவாவதற்கு பரப்பின் அதிகரிப்பு காரணமாக இருக்கின்றது. குளிரூட்டிச் சாதனங்கள் ஆவியாதலின்போது குளிர்தல் நிகழும் என்னும் தத்துவத்தைக் கொண்டுள்ளன.

(h) ஒருவர் சவரஞ்செய்வதற்கு தளவாடி சாதாரணமாக உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றது. அதனிலும் பார்க்க குழிவாடியொன்றைப் பாவிக்கும் பொழுது முகம் அதன் குவியத்திற்குள் இருப்பதால் பெரிதாக்கப் படுகின்றது. இது சவரஞ்செய்ய ஏது வாக இருப்பதால் இது சவர ஆடி எனப்படும். கார்களில், பேரூந்துகளில் சாரதியின் இடத்துக்கு வெளிப்பக்கத்தில் குவிவாடிகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. குவிவாடி பெரிய பார்வைப் புலத்தையுடையது. எனவே சாரதி தெளிவாகப் பின்னே வரும் வாகனங்களைப் பார்க்க முடியும்.

இவ்வாறு அன்றாட வாழ்க்கையில் நிகழும் பல நிகழ்வுகளுக்கு பௌதிகம் விளக்கம் கொடுக்கத்தக்கதாக இருக்கின்றது.

1.2 பௌதிகமும் தொழில்முறையியலும்

எந்திரவியலும் தொழில்முறையியலும் மனிதனின் கண்டுபிடிக்கும் தன்மையையும் பௌதிகவியலின் அறிவையும் மனிதவளமேம்பாட்டிற்கு பயன்படுத்துகின்றன. இதற்கு உதாரணங்கள்பல உள. வலு நிலையங்களில்

பரடேயினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மின்பிறப்பாக்கிகள் உற்பத்தி செய்யும் எவ்வளவோ கைத்தொழில்களுக்கு இன்றியமையாதனவாக இருக்கின்றன. அவ்வாறே மின்மோட்டர்களும் இன்றைய பெரும்பாலான சாதனங்களில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. பௌதிகவியல் வல்லுநர் கிளாக் மாட்சுவெல்லின் அறிமுறை எண்ணக் கருக்களில் தோன்றிய ஒளி, மின் காந்தத் தொடர்பில் இருந்து எழுந்ததே றேடியோவும் தொலைக்காட்சியும் ஆகும் பின்பு ஆட்டிசு, மாக்கோனி லெயாட்பேட்டு என்பவர்களுடைய முயற்சிகளால் தூரத்திற்கூடாக அறிகுறிகளை அனுப்புதல் சாத்தியமாகின.

முன்னோரு காலத்தில் சொல்லப்பட்ட செயற்கைக் கோள்களினதும் விண்வெளிக் கலங்களினதும் பாதைகள் இப்பொழுது நிசமாகினாலும் அவைகள் எல்லாம் முன்னூறு வருடங்களுக்கு முன் கூறப்பட்ட நியூற்றனின் இயக்க விதிகளையே அடித்தளமாகக் கொண்டுள்ளன. விண்வெளி வெற்றிக்கும் அதன்பின் தொடர்ந்த விண்வெளியாத்திரைகளுக்கும் இவற்றின் பங்கு இன்றியமையாதது.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் முற் பகுதியில் அணுவின் அமைப்புப்பற்றி இரதபோட்டினால் செய்யப்பட்ட ஆரம்ப வேலைகள் கருவலுவுக்கு வித்திட்டுள்ளது. சத்தியின் புதிய முதலிடங்களை அறியும் முயற்சிக்கு இது சாதகமாகவும் அமைந்துள்ளது. இன்றைய மருத்துவத்தில் பௌதிகத்தின் எவ்வளவோ கண்டுபிடிப்புக்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. உதாரணமாக 'X' கதிர்க்கருவி, உடலை வரிசையாக பார்க்கும் கருவி, கடந்தஒலி வரிசையாகப் பார்க்கும் கருவி, லேசர்க்கருவி இவையாவும் வியாதிகளைக் கண்டு பிடிப்பதற்கும் அதன் பிரகாரம் சிகிச்சையைக் கையாளுவதற்கும் உறுதுணையாக இருக்கின்றன. இலத்தரனியல் இன்று பெருமளவில் தொடர்புசாதனங்களிலும் கணனிகளிலும் பயன் படுகின்றன. அத்துடன் தொழிற்சாலைகளில் எந்திரமனிதன் ஆட்கள் செய்யும் வேலைகளுக்கு அமர்த்தப்படுகின்றது. எனவே இன்றைய உலகில் பௌதிகத்தின் கண்டுபிடிப்புக்கள் மனிதவாழ்க்கைக்கு ஒருவரப்பிரசாதமாக விளங்குகின்றதென்றால் மிகையாகாது.

அளவீடுகளும் அலகுகளும்

கணிதம் பௌதிகத்திற்கு ஒரு முக்கிய அம்சமாகவிளங்குகின்றது. பௌதிகத்தில் பரிசோதனைகள் ஆராய்சசிகள் மூலம் பெறப்பட்ட முடிபுகளைக் கொண்டு இயற்றப்பட்ட விதிகளைச் சுலபமாக

விளக்குவதற்குக் கணிதம் கையாளப்படுகின்றது. எவ்வளவோ விதிகளை கணிதச் சமன்பாட்டு உருவத்தில் இலகுவாக விளக்கலாம். பௌதிகத்தில் மின்னோட்டம் உட்பட எல்லா அளவீடுகளும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அடிப்படைக் கணியங்களாகிய நீளம், திணிவு, நேரம் என்பவற்றுடன் தொடர்புபடுத்தப் பட்டுள்ளன. 1800 ம் ஆண்டு வரை, வெவ்வேறு நாடுகள் வித்தியாசமான அலகுத் தொகுதிகளை உபயோகித்து வந்தன. முன்னொரு காலத்தில் இலங்கையர்களும் இந்தியர்களும் சாண், அடி, முழம் என்னும் அலகுகளால் நீளத்தை அளந்தார்கள்.

சாண்:- என்பது உள்ளங்கை விரித்திருக்கும்பொழுது பெருவிரலின் நுனிப் புள்ளிக்கும் சிறுவிரல் நுனிப்புள்ளிக்கும் இடைப்பட்ட தூரமாகும்.

அடி:- என்பது பாதத்தினது பெருவிரலின் நுனிப்புள்ளிக்கும பின் பாதத்தினது நுனிப் புள்ளிக்கும் இடைப்பட்ட தூரமாகும்.

முழம்:- என்பது முழங்கையின் பின் பாகத்தின் நுனிப் புள்ளிக்கும் நடுவிரலின் நுனிப்புள்ளுக்கும் இடைப்பட்ட தூரமாகும்.

இவ்வாறு ஒவ்வொரு நாடும் தத்தமது வழக்கத்துக் கேற்ப அளவீட்டு அலகுகளை வைத்திருந்தனர்.

ஆங்கிலேயர் அடி - இறாத்தல் - செக்கன் (F.P.S) அலகுத்தொகுதியை உபயோகித்தனர்.

கண்டத்திலுள்ளவர்கள் சதமமீற்றர் - கிராம் - செக்கன் (C.G.S) அலகுத் தொகுதியை உபயோகித்தனர்
எனவே தேசத்துக்குத் தேசம் நிலவிய அளவீட்டுச் சீரின்மையை நீக்க வேண்டிய ஒரு நிலை ஏற்பட்டிருந்தது. அதிர்ஷ்ட வசமாக இச்சீரின்மை நிலை காலத்துக்காலம் கூட்டப்படுகின்ற சர்வதேச விஞ்ஞானிகளின்குழுக் கூட்டத்தின் முயற்சியால் அகற்றப்பட்டுள்ளது.

1960 ம் ஆண்டு ஜெனிவாவில் நடந்த நிறைகள் அளவீடுகளின் பொதுக் கூட்டத்தில் மீற்றர் தொகுதிமுறையே எல்லா நாடுகளும் பின்பற்ற வேண்டுமென சிபாரசு செய்யப்பட்டுள்ளது. அதுவே சர்வதேச அலகுத் தொகுதியாகும். இது SI அல்லது MKS அலகுத்தொகுதி என்றும் சொல்லப்படும். இவ்வலகுத்தொகுதியில் நீளம் மீற்றரிலும் திணிவு

கிலோகிராமிலும் நேரம் செக்கனிலும் அளக்கப்படும். இவையாவும் மேற்கூறிய கணியங்களின் அடிப்படை அலகுகளாகும்.

1.3 அடிப்படைக் கணியங்கள் ஏழு உள. அவற்றுடன் மிகைநிரப்புக் கணியங்கள் இரண்டும் அவற்றின் அலகுகளும் குறியீடுகளும் பின் வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

அடிப்படைக்கணியம்		அடிப்படை அலகு	
பெயர்	குறியீடு	பெயர்	குறியீடு
திணிவு	m	கிலோகிராம்	kg
நீளம்	l	மீற்றர்	m
நேரம்	t	செக்கன்	s
வெப்பநிலை	T	கெல்வின்	K
மின்னோட்டம்	I	அம்பியர்	A
ஒளிர்வுச்செறிவு		கன்டெலா	cd
பதார்த்த அளவு	n	மூல்	mol.
மிகை நிரப்பு கணியம்		**பெயர்**	
தளக்கோணம்	θ	ஆரையன்	rad.
திண்மக்கோணம்	ω	திண்மவாரையன்	Sr

அடிப்படைக் கணியங்கள்

நீளம்: இதன் சர்வதேச அலகு மீற்றர்.

மீற்றர்: வெற்றிடத்தில் 3.3356409×10^{-9} செக்கனில் ஒளி செல்லுந் தூரம் ஒரு மீற்றர் எனப்படும்.

தூரத்தை அளப்பதற்கு சிறிய அளவீடுகள் தொடக்கம் பெரிய அளவீடுகள் வரை அளக்கவேண்டிவரும். அதாவது அணுக்கருவின் ஆரை 10^{-15} m தொடக்கம் அகிலத்தின் உச்ச அவதான வீச்சு 10^{27} m வரை அளக்க நேரிடும்.

அளவீடு பருமனையும் அலகையும் கொண்டுள்ளது. நீளத்தை அளக்கும் பொழுது அது 10 மீற்றர் என்றால் 10 பருமனையும் மீற்றர் அலகையும்

குறிக்கின்றது. இதைக் குறியீட்டால் ℓ = 10m என எழுதலாம்மேலும m = 25 kg என்பதில் m என்னும் கணியத்தின் பருமன் 25 உம் அலகு kg யுமாகும்.

t= 25s என்பதில் t என்னும் கணியத்தின் பருமன் 25 உம் அலகு s உமாகும். ஆகவே பௌதிகக் கணியங்கள் பருமனாலும் அலகாலும் குறிக்கப்படும்.

குறிப்பு. கணியங்களைக் குறிக்கும் எழுத்துக்கள் சாய்ந்திருப்பதையும் அலகுகளைக் குறிக்கும் எழுத்துக்கள் நிமிர்ந்திருப்பதையும் அவதானிக்கமுடிகின்றது. இது விஞ்ஞானத்திலிருக்கும் வழக்குமுறையாகும்.

நீளத்தை அளக்கும் SI அலகின் உபமடங்குகளும் மடங்குகளும்.

நீள அளவீடுகள் மிகப்பெரிய தாகவோ அல்லது மிகச் சிறிய தாகவோ இருப்பின் அவற்றை எண்களில் எழுதுவதோ அல்லது சொற்களில் கூறு வதோ மிகவும் கடினமாகும். ஆகவே அதனை இலகுவாக்குவதற்கு அளவீட்டு அலகின் மடங்குகளாகவோ அல்லது உபமடங்குகளாகவோ குறிப்பிடலாம். இதற்கு முற்சேர்க்கைகள் சேர்க்க வேண்டும். அவற்றைப் பின்வரும் அட்டவணை விளக்குகின்றது.

உப மடங்கு	முற்சேர்க்கை		குறியீடு
	ஆங்கிலம்	தமிழ்	
10^{-2}	Centi	சதம	c
10^{-3}	milli	மில்லி	m
10^{-6}	micro	மைக்கிரோ	μ
10^{-9}	nano	நனோ	n
10^{-12}	pico	பிக்கோ	p
10^{-15}	femto	பெம்ரோ	f
10^{-18}	atto	அற்றோ	a

மடங்கு	முற்சேர்க்கை		குறியீடு
	ஆங்கிலம்	தமிழ்	
10^{3}	kilo	கிலோ	k
10^{6}	mega	மெகா	M
10^{9}	giga	கிகா	G
10^{12}	tera	ரெறா	T

மீற்றரின் உபமடங்குகளும் மடங்குகளும்

1 centimetre	1 சதமமீற்றர்	1 cm	10^{-2} m
1 millimetre	1 மில்லிமீற்றர்	1 mm	10^{-3} m
1 micrometre	1 மைக்கிரோமீற்றர்	1μm	10^{-6} m
1 nanometre	1 நனோமீற்றர்	1 nm	10^{-9} m
1 kilometre	1 கிலோமீற்றர்	1 km	10^{3} m
1 megametre	1 மெகாமீற்றர்	1 Mm	10^{6} m

மிகப்பெரியதூரங்களை அளப்பதற்கு ஒளிஆண்டு என்னும் அலகும் உபயோகிக்கப்படும்

ஒளி ஆண்டு: வெற்றிடத்திற் கூடாக ஒளி 3×10^{5} km/s வேகத்தில் ஒருவருடத்தில் செல்லுந்தூரம் ஒளி ஆண்டு எனப்படும்.

1 ஒளி ஆண்டு $= 3 \times 10^{5} \times 365 \times 24 \times 3600$ km

$= 9.4608 \times 10^{12}$ km

(புவிக்கும் சில நட்சத்திரங்களுக்குமிடையேயுள்ள தூரம்கிட்டத்தட்ட 12 ஒளி ஆண்டுகளாகும்.)

திணிவு:

இதன் சர்வதேச அலகு கிலோகிராம் ஆகும்.
இது பரிஸ் நகருக்கு அண்மையிலுள்ள செவ்ரெஸ் என்னும் இடத்திலிருக்கும் நிறைகள் அளிவீடுகளுக்கான சர்வதேச அலுவலகத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒருகுறித்த பிளாற்றினம் – இரிடியக் கலப்புலோக உருளைத் துண்டின் திணிவாகும்.

இதன் மடங்குகளும் உபமடங்குகளும்

1 kilogram	1 கிலோகிராம்	1000 கிராம	1 kg
1 tonne	1 தொன்	1000 கிலோகிராம்	10^{3} kg
1 gram	1 கிராம்	1/1000 கிலோகிராம்	10^{-3} kg
1 milligram	1 மில்லிகிராம்	1/1000 கிராம்	10^{-6} kg
1 microgram	1 மைக்கிரோகிராம்	1/1000000 கிராம்	10^{-9} kg

நேரம்: சர்வதேச அலகில் நேரம் செக்கனில் அளக்கப்படும். கிறீன் விச்சிலுள்ள இராசரீக வானோக்கு நிலையத்திலிருக்கும் மிகச் செம்மையான மின் - படிகக் கடிகாரங்கள் நேரத்தை அளக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றன. படிகப் பளிங்குகளின் அதிர்வுகளால் அளப்படும் இக்கடி காரங்கள் தேசியபௌதிக வாய்சாலையில் இருக்கும் சீசியமால் ஆன அணுக்கடி காரத்தினால் காலத்துக்குக் காலம் வாய்ப்புப் பார்க்கப்படுகின்றன. எனினு ம் செக்கன் என்னு ம் சர்வதேச நேர அலகு 1967 ம் ஆண்டு வருமாறு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது சீசியம் அணுவில் ஒரு குறிப்பிட்ட் சத்திமாற்றத்தின்போது 9192631770 சக்கரங்கள் எடுக்கும் நேரஇடை செக்கன் எனப்படும்.

இதன் உபமடங்குகளும் மடங்குகளும்

1 ms	1 millisecond	1 மில்லிசெக்கன்	10^{-3} s
1 µs	1 microsecond	1 மைக்கிரோசெக்கன்	10^{-6} s
1 ns	1 nanosecond	1 நனோசெக்கன்	10^{-9} s
1 ks	1 kilosecond	1 கிலோசெக்கன்	10^{3} s
1 Ms	1 Megasecond	1 மெகாசெக்கன்	10^{6} s

குறிப்பு: முற்சோக்கைகளை SI அலகுகளுடன் சேர்க்கும்பொழுது அலகுக்கும் முற்சேர்க்கைக்கும் இடையே இடைவெளி இருக்கலாகாது. ஆனால் அலகுகளின் பெருக்கமாக எழுதும் பொழுது இடைவெளி விடவேண்டும் என்பதையும் அறிந்து கொள்ளல் வேண்டும்.

உதாரனங்கள்

நீளம் = 10 cm / 10mm /10µm /10km
திணிவு = 10 mg / 10kg
நேரம் = 10 ks /10ms/10µs

மேலே உள்ள அலகுக் குறியீட்டுகளில் இடைவெளிகிடையாது மற்றும் அலகுகளின் பெருக்கத்தை எடுக்க

வேலை = 5 நியூற்றன் மீற்றர் -- 5 N m
வேகம் = 15 மீற்றர்/செக்கன் -- 15 m s^{-1}
கணத்தாக்கு = 10 நியூற்றன் செக்கன் -- 10 N s

எனவே மேலே அலகுகளுக்கிடையே இடைவெளிகாணப்படுகின்றன. இவ்வாறு மேற் கணியங்களை குறியீடு செய்யும் பொழுது இவற்றைக் கட்டாய மாகக் கவனித்தல் வேண்டும்.

1.4.1 பெற்ற கணியங்களும் அதன் அலகுகளும்

அடிப்படைக் கணியங்களைக் கொண்டு பெறப்பட்ட கணியங்களை பெற்ற கணியங்களென்றும் அவற்றினைக் குறிக்கும் அலகுகளை பெற்ற அலகுகளென்றும் சொல்லப்படும்.

இவற்றைக் கீழ் வகுப்புகளில் படித்த சில கணியங்களைக் கொண்டு விளக்கலாம். அவையாவென பரப்பு, கனவளவு, அடர்த்தி, வேகம், ஆர்முடுகல், உந்தம் போன்றனவாகும். அவையும் அவற்றின் அலகுகளும் கீழ் அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

பெற்ற கணியம்		பெற்ற அலகு	
பெயர்	குறியீடு	பெயர்	குறியீடு
பரப்பு	*A*	சதுர மீற்றர்	m^2
கவைளவு	*v*	கனமீற்றர்	m^3
அடர்த்தி	*d*	கிலோகிராம் /கனமீற்றர்	kg/m^3
வேகம்	*v*	மீற்றர்/செக்கன்	m/s அல்லது m s^{-1}
ஆர்முடுகல்	*a*	மீற்றர்/செக்கன்/செக்கன்	m / s^2 அல்லது m s^{-2}
உந்தம்	*p*	கிலோகிராம் மீற்றர்/செக்கன்	kg m s^{-1}

மேலும் சில கடினமான பெற்றகணியங்களும் அலகுகளும் அட்ட வணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் அலகுகள் பெயர்பெற்ற விஞ்ஞானிகளின் பெயர்களால் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. குறியீடுகள் தலையெழுத்துக்களால் குறிக்கப்படும்.

பெற்றகணியம்		பெற்ற அலகு		
பெயர்	குறியீடு	பெயர்	குறியீடு	
விசை	F	நியூற்றன்	N	$kg\ m\ s^{-2}$
அமுக்கம்	P	பாசுகால்	Pa	$kg\ m^{-1}\ s^{-2}$
சத்தி	E	யூல்	J	$kg\ m^{2}\ s^{-2}$
வேலை	W	யூல்	J	$kg\ m^{2}\ s^{-2}$
வலு	P	உவாற்று	W	$kg\ m^{2}\ s^{-3}$
மீடிறன்	F	ஆட்டிசு	Hz	s^{-1}
மின்னேற்றம்	Q	கூலோம்	C	A s
மின் இயக்க விசை	E	உவோற்று	V	$kg\ m^{2}\ s^{-3}A^{-1}$
தடை	R	ஓம்	Ω	$kg\ m^{2}\ s^{-3}A^{-2}$
கொள்ளளவம்	C	பரட்டு	F	$A^{2}s^{4}\ kg^{-1}m^{-2}$
காந்தப்புலவலிவு	B	தெசிலா	T	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
மின்புலவலிவு	E	உவோற்று/மீற்றர்	Vm^{-1}	$kg\ ms^{-3}\ A^{-1}$
காந்தப்பாயம்	Φ	வேபர்	Wb	$kg\ m^{2}\ A^{-1}s^{-2}$
வெப்பநிலை படித்திறன்	$\frac{\theta}{L}$	கெல்வின்/மீற்றர்	Km^{-1}	Km^{-1}

1.1. 5 சமன்பாடுகளின் ஏகவின இயல்பு

ஒரு பௌதிகக் கணியம் ஏற்கனவே கூறியது போல் ஓர் எண்பருமனையும் ஓர் அலகையும் கொண்டுள்ளது. அது எண்ணினதும் அலகுக் குறியீட்டின் சுருக்கத்தினதும் பெருக்கமாகும். உதாரணமாக ஒரு திணிவு 5 kg என எழுதப்படும் அலகுச் சுருக்கங்களை எண்களைப் போல் அட்சரகணித முறையாய்ச் செயற்படுத்தலாம். அதனால் வேண்டப்படும் ஒரு கணியத்தின் எண்ணும் அலகும் பெறத்தக்கதாக இருக்கும். எனவே ஒரு செம்மையற்ற கணிதச் சமன்பாடு உபயோகிக்கப்படின் வேண்டப்படும் கணியத்தின் அலகு பிழையானதென்று அறியப்படும். இதுவே கணிய அட்சரகணிதம் எனப்படும்.

இதனை விளக்கச் சில உதாரணங்கள்

ஒரு பதார்த்தத்தின் அடர்த்தியைக் காண்போமெனக் கொள்க.

செம்மையான சமன் பாட்டின் படி $d = \frac{m}{V}$

அட்டவணைகளிலிருந்து d இன் அலகு $d = kg\ m^{-3}$

$\frac{m}{V}$ இன் அலகு $= \frac{kg}{m^{3}} = kg\ m^{-3}$

ஆகவே சமன்பாட்டின் இரு பக்கங்களிலும் ஒரே வித அலகுகள் தோற்றுவதால் சமன்பாடு அலகுகளைப் பொறுத்தளவில் ஏகவினது. அதனால் உபயோகிக்கபட்ட சமன் பாடு செம்மையெனக் கருதப்படும்

செம்மையற்ற சமன்பாட்டை உபயோகிப்பின்

$$d = m \times v$$

$m \times v$ இன் அலகு $= kg \times m^{3}$

இவ்வலகானது d இன் அலகு kgm^{-3} இற்கு சமனில்லாததனால் உபயோகிக்கப்பட்ட சமன்பாடு ஏகவினதற்றதென்பது புலனாகின்றது. ஒரு சமன்பாட்டின் ஏகவின இயல்பை அதன் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள அலகுகளைச் சோதிப்பதன் மூலம் பிழையான சமன் பாட்டைத் தவிர்த்துக் கொள்ளலாம்.

பெற்ற அலகுகளுக்கும் மறற அலகுகளுக்குமுள்ள தொடர்பை கணித அட்சரகணிதத்தினால் பெற்றுக் கொள்ளலாம்.

உதாரணங்கள்

(1) விசையானது $F = m.a$ என்னுஞ் சமன் பாட்டினால் வரையறுக்கப்படும். இங்கு a என்னு ம் ஆர்முடுகலைF என்னும் விசை m என்னுந்திணிவில் உண்டாக்குகின்றது.

M = 5 kg எனவும் $a = 3\ m\ s^{-2}$ எனவுங்கொண்டால்

$$F = 5\ kg \times 3\ m\ s^{-2}$$
$$= 15\ kg\ m\ s^{-2}$$
$$= 15\ N$$

இதிலிருந்து விசையின் அலகு 1 நீயூற்றன ஆனது ஒரு கிலோகிராம்

செக்கனுககுச் செக்கன் மீற்றருக்குச ($1 kg\,ms^{-2}$) சமனாகின்றதென்பது தெரிகின்றது.

(2) அமுக்கம் $p = \frac{F}{A}$ இனால் வரையறுக்கப்படும்
A என்னும் பரப்பில் உகுற்றும் விசை F ஆயின் p என்னும் அமுக்கம் ஏற்படுகின்றது.

$$F = 40\,N, \quad A = 4.0\,m^2$$

$$P = \frac{40\,N}{4.0\,m^2} = 10\,N\,m^{-2} = 10\,Pa$$

எனவே அமுக்கத்தின் அலகு (1 Pa) 1 சதமமிற்றருக்கு 1 நியூற்றன் என்பதற்குச் சமனெனக் காணப்படுகின்றது.

அதாவது $1\ Pa = 1\ N\,m^{-2}$

(3) வேலை $W = F \times S$ என்னுஞ் சமன்பாட்டினால் வரையறுக்கப் பட்டுள்ளது. இங்கு F என்னும் விசை ஆனது பிரயோகப்புள்ளியை தன் திசையின் வழியே S என்னுந் தூரத்திற்கூடாக நகர்த்தின் W என்னு ம் வேலை செய்யப்படும்

$$F = 12N,\ S = 6\,m$$

பெறப்படும் $W = 12N \times 6m = 72\,N\,m = 72\,J$

ஆகவே வேலையின் அலகு $1\,J = 1\,N\,m$. அடிப்படை அலகுக்கள் சார்பாக
$1N = kg\,m\,s^{-2}$, ஆனதால்
$W = 1\,kg\,m\,s^{-2} \times 1\,m$
அடிப்படை அலகுகள் சார்பாக $1\,J = 1\,kg\,m^2 s^{-2}$

1.6 பரிமாணங்களும் அதன் பிரயோகங்களும்

பரிமாணங்கள் பௌதிகக் கணியங்களைத்திட்டவட்ட மாக விளக்குவ தற்கு உறு துணையாக இருக்கின்றன. அவற்றை அடிப்படைக்கணியங் களாகிய நீளம், திணிவு, நேரம் ஆகியவற்றின் சார்பாக பரிமாணங்களில் விளக்கலாம். ஒரு பௌதிகக் கணியத்தின் பரிமாணக் குறியீடு வருமாறு குறிக்கப்படும்

உதாரணங்கள் [நீளம], [திணிவு] [நேரம்]
[நீளம்] L இனாலும் [திணிவு] M இனாலும் [நேரம்] T இனாலும் குறிக்கப்படும்.

ஒரு பௌதிகக் கணியம் ஒரு சதுர அடைப்புக்குள்ளிருக்கும் பொழுது அது அக் கணியத்தின் பரிமாணம் எனப்படும்.

[பரப்பு] = $L \times L = L^2$ இங்கு பரப்பின் பரிமாணம் நீளத்தில் 2 ஆகும்
[கனவளவு] = $L \times L \times L = L^3$ இங்கு கனவளவின் பரிமாணம் நீளத்தில் 3ஆகும்
[அடர்த்தி] = $\frac{M}{L^3} = ML^{-3}$ இங்கு அடர்த்தியின் பரிமாணம M இல 1ம் நீளத்தில் -3 உமாகும்.

பரிமாணங்களால் ஒரு பௌதிகக் கணியத்தை விளக்குவதற்கு, அக்கணியத்தின் வரையறை தெரிந்திருத்தல் முக்கியமாகும். எனவே வரையறைப்படி M,L,T என்னும் பரிமாணக் குறியீடுகளைத் தக்கவாறு பிரயோகித்து அவற்றின் சார்பாக கணியத்தின் பரிமாணங்களைக்கூறலாம்.

எடுத்துக்காட்டுக்கள்

கணியம்	வரைவிலக்கணம்	பரிமாணம்	பரிமாண அலகுகள்
வேகம்	பெயர்ச்சி / நேரம்	$\frac{L}{T}$ அல்லது LT^{-1}	$m\,s^{-1}$
ஆர்முடுகல்	வேகம் / நேரம்	$\frac{L}{T.T}$ " LT^{-2}	$m\,s^{-2}$
விசை	திணிவு × ஆர்முடுகல்	MLT^{-2}	$kg\,m\,s^{-2}$
உந்தம்	திணிவு × வேகம்	MLT^{-1}	$kg\,m\,s^{-1}$
வேலை/சத்தி	விசை × தூரம்	ML^2T^{-2}	$kg\,m^2s^{-2}$
வலு	வேலை அல்லது சத்தி / நேரம்	ML^2T^{-3}	$kg\,m^2s^{-3}$
அமுக்கம்	விசை/பரப்பு	$ML^{-1}T^{-2}$	$kg\,m^{-1}s^{-2}$
அடர்த்தி	திணிவு/கனவளவு	ML^{-3}	$kg\,m^{-3}$
மேற் பரப்பிழுவை	விசை/நீளம்	MT^{-2}	$kg\,s^{-2}$
ஏற்றம்	ஓட்டம் × நேரம்	I.T	A.s

குறிப்பு : அலகு அற்ற கணியங்கள் எல்லாம் பரிமாணமற்றவை
உ + ம் : முறிவுக்குணகம், சாரடர்த்தி, மற்றும் எண் மாறிலிகள், அலகு உள்ள ஆனால் பரிமாணமில்லாச் சில கணியங்கள்
உ + ம் : தளக்கோணம், திண்மக்கோணம்.

பரிமாணங்களின் பிரயோகங்கள்

(a) கணியங்களின் அலகுகளை ஓர் அலகுத்தொகுதியிலிருந்து இன்னொரு அலகுத் தொகுதிக்கு மாற்றலாம்.

(b) பௌதிகக்கணியங்களுக்கிடையே தொடர்பைச் சமன் பாடுமூலம் ஏற்படுத்தலாம்

(c) ஒரு சமன்பாட்டின் செம்மையை வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்

(d) ஒரு சூத்திரத்திலுள்ள ஒரு கோவையின் பரிமாணத்தை அல்லது அலகைக் காணலாம்

(a) அலகுகள் மாற்றுதல்

ஒரு பௌதிகக் கணியம் ஒரு அலகுத் தொகுதியில் n_1 எண் பெறுமானத்தை u_1 அலகில் அளக்கும்பொழுது கொண்டதெனக் கொள்க. அதேகணியம் n_2 எண் பெறுமானத்தை u_2 அலகில் அளக்கும்பொழுது கொண்டதெனவுங்கொள்க. அப்பொழுது இரு அலகுத் தொகுதிகளுக்குமிடையே ஒரு முக்கிய தொடர்பு ஏற்படுகின்றது.

அதாவது $$n_1[u_1] = n_2[u_2]$$

கருத்திற் கொள்ளும் பரிமாணச் சூத்திரத்தை $[L^xM^yT^z]$ எனக்கொள்க.

அவ்வாறாயின் $[u_1] = [L_1^x\, M_1^y\, T_1^z]$ - 1 ம் தொகுதிக்கு.
$[u_2] = [L_2^x\, M_2^y\, T_2^z]$ - 2 ம் தொகுதிக்கு.

$$\therefore n_1\,[L_1^x\, M_1^y\, T_1^z] = n_2\,[L_2^x\, M_2^y\, T_2^z]$$

இரு தொகுதிகளின் அடிப்படை அலகுகளின் விகிதம் தெரியின் எண் பெறு மானத்தைக் கணித்துக் கொள்ளலாம். இவற்றை உதாரணங்களால் விளக்கலாம்

உதாரணங்கள்

(1) 1 யூல் எவ்வளவு ஏக்குகளாகும்?
இங்கு யூல் M.K.S. அலகு, ஏக்கு C.G.S. அலகாகும்
யூல் 1-ம் தொகுதி என்றும் ஏக்கு 2-ம் தொகுதி என்றும் எடுக்க.
வேலையின் பரிமாணச்சூத்திரம் $= ML^2T^{-2}$

$$\therefore 1\ [L_1^2\, M_1T_1^{-2}] = n\,[L_2^2\, M_2T_2^{-2}]$$

$$\therefore n = \left[\frac{L_1}{L_2}\right]^2 \left[\frac{M_1}{M_2}\right] \left[\frac{T_1}{T_2}\right]^{-2}$$

மேலும் $L_1 = 1\,m = 10^2\,cm$, $M_1 = 1\,kg = 10^3\,g$, $T_1 = 1s$
$L_2 = 1\,cm$, $M_2 = 1g$, $T_2 = 1s$

$$\therefore \frac{L_1}{L_2} = 10^2, \quad \therefore \frac{M_1}{M_2} = 10^3, \quad \therefore \frac{T_1}{T_2} = 1$$

$\therefore n = (10^2)^2 \times 10^3 \times 1$

$= 10^4 \times 10^3 = 10^7$

$\therefore$ யூல் = 10^7 ஏக்குகள்

(2) 1 நியூற்றனில் எவ்வளவு தைன்கள் ?

1 நியூற்றன் n தைன்கள் எனக் கொள்க

விசையின் பரிமாணம் = MLT^{-2}

$n_1 [L_1 M_1 T_1^{-2}] = n_2 [L_2 M_2 T_2^{-2}]$

$1 [L_1 M_1 T_1^{-2}] = n [L_2 M_2 T_2^{-2}]$

$$\therefore n = \left[\frac{L_1}{L_2}\right] \left[\frac{M_1}{M_2}\right] \left[\frac{T_1}{T_1}\right]^{-2}$$

$L_1 = 1\,m = 10^2\,cm$, $M_1 = 1\,kg = 10^3\,g$, $T_1 = 1s$

$L_2 = 1\,cm$, $M_2 = 1g$, $T_2 = 1s$

$\frac{L_1}{L_2} = 10^2$, $\frac{M_1}{M_2} = 10^3$ $\frac{T_1}{T_2} = 1$

$\therefore n = 10^2 \times 10^3 \times 1 = 10^5$

$\therefore$ 1 நியூற்றன் = 10^5 தைன்கள்

(3) 30 இறத்தல் / க.அடி அடர்த்தியை கிராம் / க.ச.மீ இற்கு மாற்றுக.

1 இறாத்தல் = 453.6 கிராம், 1 அடி = 12. 54 சமீ.

அடர்த்தியின் பரிமாணம் = ML^{-3}

$n_1 [M_1 L_1^{-3}] = n_2 [M_2 L_2^{-3}]$

$n_1 = 30, N_2 = n$

$30 [M_1 L_1^{-3}] = n [M_2 L_2^{-3}]$

$$n = 30 \left[\frac{M_1}{M_2}\right] \left[\frac{L_1}{L_2}\right]^{-3} = 30 \left[\frac{453.6}{1}\right] \left[\frac{12.54}{1}\right]^{-3}$$

$n = 30 \times 453.6 \times (12.54)^{-3}$

$$= \frac{30 \times 453.6}{(12.54)^3}$$

$\therefore n = 0.48$ கிராம் /க.சமீ

(b) பௌதிகக்கணியங்களுக்கிடையே சமன் பாட்டுத் தொடர்பைப் பெறுதல்

(1) உதாரணமாக ஓர் எளிய ஊசலை எடுத்துக் கொள்க. ஊசலின் அலைவுகாலம் (a) நீளத்திலும (b) புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலிலும் (c) ஊசற் குண்டின் திணிவிலும் தங்கியுள்ளதெனக் கொள்க. அலையும் கோணம் பரிமாணமற்றதால் அதனைக்கருத்திற் கொள்ளத்தேவையில்லை

$T \propto l^x$

$\propto g^y$

$\propto m^z$ என எடுக்க

$\therefore T = k\, l^x g^y m^z$ இங்கு k ஒருமாறிலி, இதனைப் பரிமாணச்சமன்பாட்டில் குறிப்பிடும்பொழுது

$$[T] = [L]^x [LT^{-2}]^y [M]^z$$

மேற்சமன்பாட்டில் இருபக்கங்களிலுமுள்ள L,T,M இன்பரிமா ணங்களைச் சமன்படுத்தும் பொழுது

$x + y = 0$

$-2y = 1$

$z = 0$ பெறப்படும்

இதிலிருந்து $y = \frac{-1}{2}$; $x = \frac{1}{2}$; $z = 0$ பெற்பபடும்

$\therefore T = k\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ பெறப்படும்

ஆனால் k இன் பெறுமானம் பரிசோதனைக்கணிப்பின்படி 2π எனக்காணப்பட்டது

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

(2) மாறாக்கதியில் ஒரு பாயிக் கூடாகச் செல்லும் ஒரு கோளத்தினை எதிர்க்கும் பிசுபிசுப்பு விசைக்குஒரு கோவைச் சமன்பாட்டைப்பெறுதல். பிசுபிசுப்பு விசை (a) பாயியின் பிசுபிசுப்புக்குணகம் n (b) கதி v (c) கோளத்தின் ஆரை r என்பவற்றில் தங்கியுள்ளதாகும்.

இவற்றை இணைக்குஞ் சமன்பாடு வருமாறு எழுதப்படும்.

$F = k n^x v^y r^z$ இங்கு k ஒருமாறிலியாகும் இவற்றின் பரிமாணச் சமன்பாடு ஆனது

$$[MLT^{-2}] = [ML^{-1}T^{-1}]^X \ [LT^{-1}]^Y \ [L]^Z$$

M,L,T, ஆகியவற்றின் இரு பக்கங்களிலு முள்ள பரிமாணங்களைச் சமன்படுத்தும் பொழுது

$$x = 1$$
$$-x + y + z = 1$$
$$-x - y = -2$$

இவற்றைத்தீர்க்கும் பொழுது

$x = 1, \quad y = 1, \quad z = 1$ ஆகும்.

எனவே $F = k n v r$

ஆனால் கணிதக் கணிப்பினபடி $k = 6\pi$ எனக்காணப்பட்டது

$$\therefore F = 6\pi nvr$$

(c) ஒரு சமன்பாட்டின் செம்மையை வாய்ப்புப்பார்த்தல்

(1) ஒரு சமன்பாட்டின் பரிமாணச் சமன்பாட்டை எழுதுக. அச் சமன்பாட்டின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள ஒத்த கணியங்களின் பரிமாணங்கள் சமனெனின் சமன்பாடு சரியெனக் கொள்ளப்படும்.

உ + ம்.

$s = ut + \frac{1}{2}gt^2$ என்னுஞ் சமன்பாட்டைக் கருதுக.

$$[L] = \left[\frac{L}{T} \times T\right] + \frac{1}{2}\left[\frac{L}{T^2} \times T^2\right]$$

$[L] = [L] + [L] \quad \because \frac{1}{2}$ பரிமாணமற்றது

$\therefore$ இரு பக்கங் களிலும் உள்ள ஒவ்வொரு கணியமும் நீ ள த்தில் 1 ஐ உடையது. ஆகவே சமன்பாடு சரியெனக் கொள்ளப்படும்

(2) ஓர் ஈர்க்கப்பட்ட கம்பியில் செல்லும் குறுக்கலையின் வேகத்தைக் கருத்திற்கொள்க.

இங்கு $V = \sqrt{\frac{T}{m}}$ (இங்கு m = ஓரலகு நீளக் கம்பியின் திணிவு)

இதன் பரிமாணச் சமன்பாடு வருமாறு இருக்கும்.

$$LT^{-1} = [MLT^{-2}]^{1/2} \ [M]^{-1/2} \ [L]^{1/2}$$
$$= M^0 L^1 T^{-1}$$
$$= LT^{-1}$$

இங்கு வலப்பக்கத்திலும் இடப்பக்கத்திலும் உள்ள ஒத்த கணியங்களின் பரிமாணங்கள் சமனாகும். எனவே சமன்பாடு சரியெனக் கொள்ளப்படும்

(3) கணத்தாக்கின் சமன்பாட்டை எடுக்க

அதாவது $F \times t = mv - mu$

இதன் பரிமாணச் சமன்பாடு ஆனது

$$MLT^{-2} \times T = MLT^{-1} + MLT^{-1}$$

இந்தச் சமன்பாட்டில் உள்ள ஒத்த கணியங்களின் பரிமாணங்கள் சமன், அதாவது இரு பக்கங்களிலுமுள்ள M இன் பரிமாணம் 1L இன் பரிமாணம் 1 , T இன் பரிமாணம் -1

ஆகவே மேற்சமன்பாடு சரியாகும்

(d) ஒரு கோவைச் சமன்பாட்டில் ஒரு கணியத்தின் அடிப்படை அலகுகளைத்துணிதல்.

(1) n என்னு ம் பிசுபிசப்புடைய பாயினூடுv என்னும் கதியுடன் செல்லும் ஆரை r உடைய கோளத்தைக் கருத்திற் கொள்க இதனில் செயற்படும் விசை F இற்கு சமன்பாடானது.

$$F = 6\pi n r v$$

n இன் அலகைத் துணிதல்

பரிமாணச் சமன்பாடு வருமாறு எழுதப்படும்

$$n = \frac{[F]}{[r]\,[v]}$$

$$= MLT^{-2}\ L^{-1} L^{-1}\ T$$

$$= ML^{-1}\ T^{-1}$$

n இன் அலகு $= kg\ m^{-1}\ s^{-1}$

∴ பிசுபிசப்புக் குணகத்தின் அலகு கிலோகிராம்/ மீற்றர்/செக்கன்.

3.ஒரு பொருளின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவின் பரிமாணததைத் தருக வெப்ப நிலையின் பரிமாணாத்தை θ என்க.

தன் வெப்பக் கொள்ளளவின் பரிமாணம் வருமாறு பெறப்படும்.

அதாவது வெப்பச்சக்தி $H = m.S.\theta$

பரிமாணச் சமன்பாடு $ML^2T^{-2} = M.S.\theta$

$$\therefore\ S = \frac{ML^2T^{-2}}{M.\theta} = L^2T^{-2}\theta^{-1}$$

∴ தன்வெப்பக்கொள்ளளவின் பரிமாணம் $= L^2T^{-2}\theta^{-1}$

இதன் பிரகாரம் மூல வெப்பக்கொள்ளளவு $= ML^2T^{2}\theta^{-1}N^{-1}$

(4) நேரம் t –ல் ஒரு வாகனம் நகர்ந்த தூரம் ஆனது $S = At^2(1+\frac{1}{2}Bt)$ என்பதனால் தரப்படுகிறது A,B என்பவற்றின் பரிமாணங்களைக் காண்க.

$$S = At^2\left(1 + \frac{1}{2}Bt\right)$$

$$= At^2 + \frac{1}{2}ABt^3$$

பரிமாணச் சமன்பாடு –. $L = AT^2 + ABT^3$

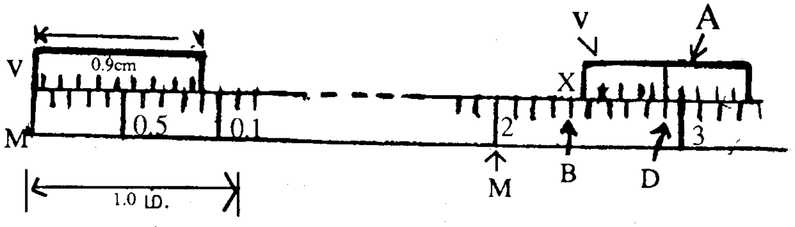
$$= \frac{L}{T^2}\ T^2 + \frac{L}{T^2} . \frac{1}{T} . T^3$$

∴ A இன் பரிமாணம் $= LT^{-2}$

∴ B இன் பரிமாணம் $= T^{-1}$

1.7 வேணியரும் திருகாணிக்கருவிகளும்

ஒரு மில்லிமீற்றிர் அளவுத்திட்டத்தினால் நீளங்களை அளக்கும் பொழுது மில்லிமீற்றரின் பின்னப்பகுதியைத் திருத்தமாக அளப்பதற்கு வேணியர் என்பவர் ஓர் அளவுத்திட்டத்தை அமைத்துள்ளார் அவ்வளவுத்திட்டம் வேணியர் அளவுத்திட்டம் எனப்படும். இத்தகைய ஒரு வேணியர் அளவுத்திட்டம் படம் 1 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1

V என்னும் வேணியர் அளவுத்திடம், M என்னும் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் மீது வழுக்கத்தக்கதாக பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் மொத்த நீளம் 0.9 cm ஆகும். அதனில் 10 சம பிரிவுகள் உண்டு. ஆகவே ஒருவேணியர் பிரிவின் நீளம் 0.09 cm ஆகும், மேலும் ஒரு வேணியர் பிரிவு பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் ஒரு பிரிவிலும் பார்க்க 0.01cm குறைந்ததாகும். ஒரு வேணியரினால் அளக்கத்தக்க மிகக்குறைந்த தூரம் அதன் இழிவெண்ணிக்கை எனப்படும். இதன் பருமனை வேணியர் பொருத்தப்பட்ட எந்த அளவுத் திட்டத்துக்கும் வருமாறு துணியலாம். அதாவது

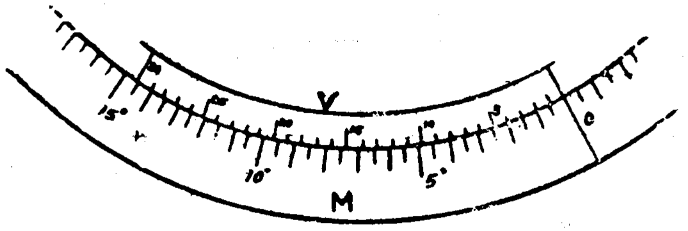
இழிவெண்ணிக்கை = 1 பிரதான அளவுத்திட்டப்பிரிவு - 1வேணியர் பிரிவு
= 1 mm - 0.9 mm
= 0.1 mm. அல்லது 0.01 cm

இங்கு ஒவ்வொரு பிரதான பிரிவின் நீளம் 1mm ஆகும்.

படம் (b) இல் காட்டப்பட்டவாறு வேணியரானது பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் மீது இருக்கும் பொழுது அதன் வாசிப்பு வருமாறு கணிக்கப்படும். உதாரணமாக அப்படத்தில் வேணியரின் பூச்சி யப்பிரிவுக்கு முன்னால் இருக்கும் பிரதான பிரிவைக் குறிக்கவேண்டும். இங்கு அப்பிரிவு 2.4 cm ஐக் குறிக்கின்றது. பின்பு எத்தனையாம் வேணியர் பிரிவு பிரதான பிரிவொன்றுடன் நேராக இருக்கின்றதைக் குறிக்க வேண்டும். இங்கு அப்பிரிவு 5 - ம் பிரிவாகக் காணப்படுகின்றது. ஆகவே இவ்வாசிப்பு 2.4 + 5 x இழிவெண்ணிக்கை.
அதாவது 2.4 +5 x 0.01 = 2.45 cm ஆகும்.

வட்ட வேணியர்அளவுத்திட்டம்

வட்ட வேணியர் அளவுத்திட்டம் கோணங்களை அளக்க உப யோகிக்கப்படும் கருவிகளில் உதாரணமாக திருசியமானியில் காணப்



படம் 2

படும். படம் 2 இல் இத்தகையதொரு வட்ட வேணியர் அளவுத் திட்டம் காட்டப்பட்டுள்ளது, பிரதான வட்ட அளவுத்திட்டத்தில் 0 - 360 பாகைகள் வரை அரைப்பாகை ரீதியில் அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. இங்கு வேணியர் திட்டம் 14.5^0 க்குச் சமனான நீளத்தை பிரதான அளவுத்திட்டத்தில் பிடிக்கின்றது. வேணியர் திட்டத்தில் 30 சமபிரிவுகள் இருப்பதால் ஒரு பிரதான பிரிவுக்கும் ஒரு வேணியர் பிரிவுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் கருவியின் இழிவெண்ணிக்கையைத் தரும். அதாவது.

இழிவெண்ணிக்கை = 1 பிரதான பிரிவு -1 வேணியர் பிரிவு

ஆனால் படத்தில் 1 பிரதான பிரிவு $= \frac{1^0}{2}$

மேலும் 30 வேணியர் பிரிவுகள் $= 14.5^0$

∴ 1 வேணியர் பிரிவு $= \frac{14.5^0}{30}$

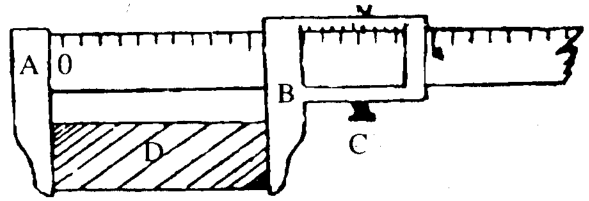
∴ இழிவெண்ணிக்கை $= \frac{1^0}{2} - \frac{14.5^0}{30}$

$= \frac{15 - 14.5^0}{30}$

$= \frac{0.5^0}{30} = \frac{1^0}{60} = 1$ கலை

எனவே M இன் மீது 1 கலைவரை திருத்தமாக வாசிப்பதற்கு வேணியர் உதவுகின்றது. மேலும் நீளங்களையும் விட்டங்களையும் அளக்கும் கருவிகளை உபயோகிக்கும் பொழுது அவற்றின் பூச்சிய வழுக்களைக் கணித்தல் திருத்தமாக அளப்பதற்கு இன்றியமையாததாக இருக்கும்.

வேணியர் இடுக்கிமானி

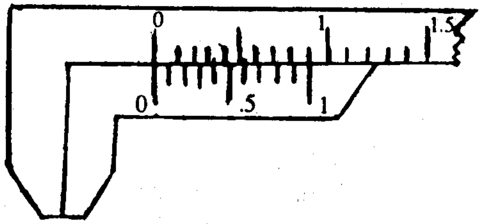


படம் 3

வேணியர் இடுக்கிமானி நேரான பரிமாணங்களை அளப்பதற்கு ஒரு சிறந்த கருவியாகும். இது மில்லிமீற்றர் அல்லது அங்குலத்தில் அளவீடப்பட்ட M என்னும் நேரான உலோக அளவுத்திட்டத்தைக் கொண்டுள்ளது. அத்துடன இதன்மீது அசையத்தக்கதாக Vஎன்னும் வேணியர் அளவுத்திட்டமும் உண்டு. A என்னும் நிலையான அலகுடன் B என்னு ம் அசையும்அலகு தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது பிரதான அளவுத்திட்டத்தினதும் வேணியர் அளவுத்திட்டத்தினதும் பூச்சியங்கள் ஒரே நேர்கோட்டில் இருத்தல் வேண்டும். அல்லாவிடில் கருவி பூச்சியவழு உடையதெனக் கருதப்படும். அதற்கு முன்பதாகக் கருவியின் இழிவெண்ணிக்கையும் தெரிந்திருத்தல் வேண்டும்.

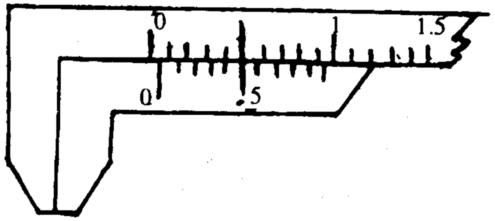
பூச்சியவழுவைத் துணிதல்

படம் 4 (a) இல் காட்டிய வாறு அலகுகள் இரண்டும் முட்டிக் கொண்டிருக் கும்பொழுது இரு அளவுத் திட்டங் களினதும் பூச்சியங்கள் நேராக ஒன்றித்திருப்ப தால் கருவி பூச்சியவழு இல்லாதி ருக்கின்றதாகும்.



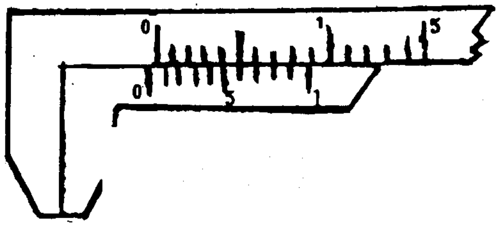
படம் 4 (a)

படம் 4 (b) இல் காட்டியவாறு அலகுகள் இரண்டும் முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியத்துக்கு வலமாக இருப்பின்



படம் 4 (b)

பூச்சியவழு நேர்வழு எனப்படும். அத்துடன் திருத்தம் எதிர் ஆகும். இங்கு வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 4 - ம் பிரிவு பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவொன்றுடன் ஒனறித் திருத்திருப்பதால் பூச்சியவழு +4 x 01 = +.04 எனவும் திருத்தம் - .04 ஆகும்.



படம் 4 (c)

படம் 4 (c) இல் காட்டியவாறு அலகுகள் இரண்டும் முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியத்துக் இடமாக இருப்பின் கருவியின் பூச்சியவழு எதிர் எனப்படும். ஆகவே திருத்தம் நேர் ஆகும். இங்கு வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 6 – ம் பிரிவு பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவொ ன்றுடன் ஒன்றித்திருப்பதால், செய்ய வேண்டிய திருத்தம் + (10 - 6) x .01 = + 0.04. இது வருமாறு விளக்கப்படும். வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 6 – ம் பிரிவு ஒரு பிரதான பிரிவுடன் ஒன்றித்திருக்கின்றது. ஆகவே வேணியர் திட்டத் தின் 5 – ம் பிரிவு இப் பிரதான பிரிவுக்கு 0.09 cm முன்னே இருக் கின்றது. ஏனெனில் ஒரு வேணியர் பிரிவின் நீளம் 0.09 cm ஆகும். இவ்விதம் வேணியரின் 4 ம் பிரிவு அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்ட பிரிவுக்கு 0.08 cm முன்னே இருக்கும்.

வேணியரின் 3 ம் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரிதான அளவுத்திட்ட பிரிவுக்கு 0.07 cm முன்னே இருக்கும். வேணியரின் 2 – ம் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவுக்கு 0.06 cm முன்னே இருக்கும். வேணியரின் 1 - ம் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்டப் பிரிவுக்கு 0.05 cm முன்னே இருக்கும். இறுதியாக வேணியரின் பூச்சியப் பிரிவும் அதற்கு வலமாகவுள்ள பிரதான அளவுத்திட்ட பிரிவாகிய பூச்சியப் பிரிவுக்கு 0.04 cm இடமாக முன்னே இருக்கும். ஆகவே இப்பெறுமானத்தை இச் சந்தர்ப்பத்தில் இறுதி வாசிப்புடன் கூட்டல் வேண்டும். வேணியர் பொருத்தப்பட்ட ஒரு மானியில் வேணியர் அளவுத் திட்டத்திலுள்ள பூச்சியக் குறியானது பிரதான அளவுத்திட்டத்தில் வாசிப்பை எடுப்பதற்கு ஒரு காட்டியாக செயற்படுகின்றது. அல்லது வருமாறும்கணிக்கப்படும்.

1 பிரிதான பிரிவு = 0.1cm
1 வேணியர் பிரிவு = 0.09cm

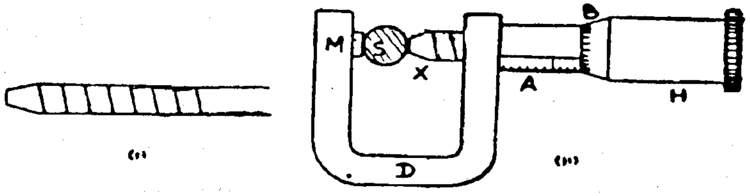
இங்கு வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 6 ம் பிரிவு பிரதான அளவுத் திட்டத்தின் 5-ம் பிரிவுடன் ஒன்றுகின்றது.எனவே பிரதான அளவுத்திட்டத்தில்பூச்சியத்திலிருந்து 5 - ம் பிரிவுவரையுள்ள தூரம் 0.5 cm ஆகும். அத்துடன் வேணியர் அளவுத்திட்டத்தில அதன் பூச்சியத்திலிருந்து 6- ம் பிரிவு வரையுள்ள தூரம் 0.09 × 6 = 0.54 cm ஆகும்..இவ்விரு தூரங்களுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசம் 0.54 - 0.5 = .04 cm ஆகும். எனவே வேணியரினது அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியத்துக்கு முன்னால் 0.04 cm இருக்கின்றது. அதனால் கருவியின் பூச்சியமு - 0.04 cm எனப்படும் ஆகவே திருத்தம் +0.04 cm ஆகும். ஒரு பொருளின் உண்மையான நீளம் காணவேண்டின் கருவியின் இறுதி வாசிப்புடன் இப்பூச்சியவழு கழிக்கப்பட வேண்டும். அல்லது பூச்சிய வழுவின் திருத்தம் கூட்டப்படவேண்டும்

அதாவது இறுதிவாசிப்பை 2.5 cm என்க இடுக்கிமானியின் பூச்சிய வழு + 0.04 cm எனின் பொருளின்

உண்மை நீளம் = 2.5 - (+0.04) = 2.5 - 0.04 = 2.46 cm ஆகும். அடுத்து

பூச்சியவழு - 0.04 cm எனின்

உண்மை நீளம் = 2.5 - (-0.04) = 2.5 + 0.4 = 2.54 cm ஆகும்



படம் 5

திருகாணி நுண்மானி

திருகாணி நுண்மானி கம்பிகளினதும், குண்டுப்போதிகைகளினதும் விட்டங்களை அளக்க உபயோகிக்கப்படும். இது நிலையானதும் வளைந்ததுமான D என்னும் உலோகச் சட்டத்தில் X என்னும் இயங்கத்தக்க திருகாணியொன்றைக் கொண்டுள்ளது. இத்

திருகாணி ஒரு மறையினுள் இயங்கத்தக்கதாக அமைகின்றது. மறையின் மீது மில்லிமீற்றரில் செதுக்கப்பட்ட A என்னும் நேரான ஓர் அளவுத் திட்டம் உண்டு. திருகாணியானது H என்னும் குடுமியினால் இயக்கப்படும். குடுமியில் Bஎன்னும் வட்ட அளவுத்திட்டம் செதுக்கப்பட்டுள்ளது.

திருகாணியின் புரி இடைத்தூரம் திருகாணி ஒரு முறை சுழலும் பொழுது Aஇன் மீது முன்னேறும் அல்லது பின்வாங்கும் தூரமாகும். இது இரு அடுத்துள்ள புரிகளுக்கிடையிலுள்ள தூரமாதலினால் புரி இடைத்தூரம் எனப்பெயர் பெற்றுள்ளது.

திருகாணியின் இழிவெண்ணிக்கை குடுமியிலுள்ள வட்ட அளவுத்திட்டத்தின் ஒரு பிரிவுக்கூடாக குடுமி திருகாணியைச் சுழற்றும் பொழுது திருகாணி இயங்கும் தூரமாகும்.

அதாவது இழிவெண்ணிக்கை

$$= \frac{\text{புரி இடைத்தூரம்}}{\text{வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள மொத்தப்பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை}}$$

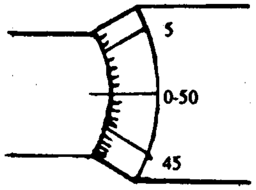
உதாரணமாக புரிஇடைத்தூரம் ½ mm ஆகவும் வட்டஅளவுத் திட்டத்திலுள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை 50 ஆகவுமிருப்பின்

$$\text{இழிவெண்ணிக்கை} = \frac{½\ mm}{50} \quad \frac{1\ mm}{100}$$

$$= .01\ mm = .001\ cm$$

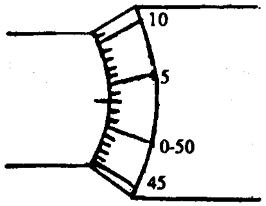
ஒரு குண்டுப் போதிகையின் விட்டத்தை அளக்க வேண்டுமாயின் படம் 5 (ii) இல் காட்டியவாறு போதிகை இரு அலகுகளுக்கு மிடையே மென்மையாக பிடிக்கப்பட்டு வாசிப்புக்கள் A இலும் B இலும் எடுக்கப்படும். இரு அலகுகளின் முகங்கள் நன்றாக துடைக்கப் படவேண்டும். அல்லாவிட்டால் அழுக்குகளால் வாசிப்புப் பாதிக்கப்படும்.

பூச்சிய வழுவைத் துணிதல்



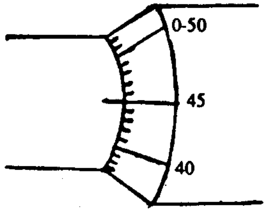
படம் 6 (a)

படம் 6(a) இல் காட்டியவாறு M என்னும் அலகுடன் திருகாணி முட்டிக்கொண்டிருச்கும் பொழுது வட்ட அளவுதிட்டத்திலுள்ள பூச்சியம் திருகாணி மறையிலுள்ள நேர்கோட்டுடன் பொருந்தின் கருவி பூச்சியவழு இல்லாதிக்கும்.



படம் 6 (b)

படம் 6(b) இல் காட்டியவாறு M என்னும் அலகுடன் திருகாணி முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வட்ட அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் திருகாணி மறையிலுள்ள நேர்கோட்டுக்குக் கீழ் இருப்பின் கருவி நேர் (+) பூச்சியவழு உடையதெனப் படும். இங்கு பூச்சியம் அக்கோட்டுக்கு 3 பிரிவுகள் கீழ் இருக்கின்றது. ஆகவே பூச்சியவழு = + 3 x .001 = + .003 cm ஆகும். ஆகவே திருத்தம படம் - .003 cm. ஆகும்.



படம் 6 (c)

படம் 6 (c) இல் காட்டியவாறு M என்னும் அலகுடன் திருகாணி முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது வட்ட அளவுத் திட்டத்தின் பூச்சியம் திருகாணி மறையிலுள்ள நேர்கோட்டுக்கு மேலிருப்பின் கருவி எதிர்ப் பூச்சியவ்ழு உடையதெனப்படும். இங்கு பூச்சியம் அக்கோட்டுக்கு 5 பிரிவுகள் மேல் இருக்கின்றது. ஆகவே பூச்சியவழு = - 5 x .001 = -.005 cm ஆகும். ஆகவே திருத்தம் + .005 cm ஆகும்.

உதாரணம் ;

இத்தகைய ஒரு திருகாணிநுண்மானியின் பூச்சியவழு - 0.005 cm அதன் இழிவெண்ணிக்கை 0.001 cm ஒரு கம்பியின் விட்டத்தை அளக்கும்பொழுது A இல் 2 பிரிவுகளும் வட்ட அளவுத்திட்டத்தில் 24 பிரிவுகளும் கருவி வாசித்தது. உண்மையான விட்டம் என்ன?

A இல் பிரிவுகளின் நீளம் = 2 x 0.1 = 0.2cm

(∵ 1பிரிவு = 0.1cm)

வட்ட அளவுத்திட்டத்தில் 24 பிரிவுகளின் நீளம்

= 24 x .001 = .024 cm

∴ இறுதி வாசிப்பு = 0.224 cm

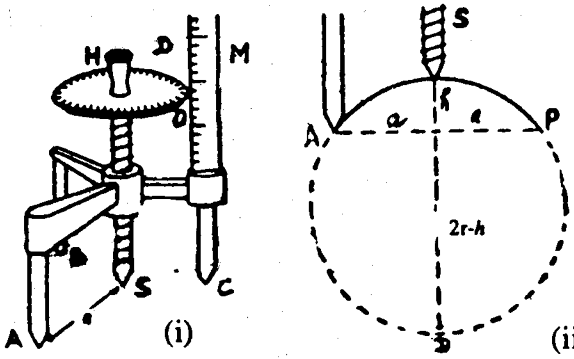
ஆனால் திருத்தம் = + 0.005 cm

∴ உண்மையான விட்டம் = 0.224 + .005 cm

= 0.229 cm

கோளமானி

கோளமானி வளைந்த மேற்பரப்புக்களினது ஆரைகளை அளக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக வில்லைகளினதும் கோள வாடிகளினதும் வளைவினாரைகள் இதனைக் கொண்டு அளக்கப்படும்.



படம 7

இது படம் 7(i) இல்காட்டியவாறு S என்னும் திருகாணியைக் கொண்டுள்ளது. H என்னு ம் குடுமியைச் சுழற்றுவதன் மூலம் திருகாணி S இயக்கப்படும். S ஐச் சுற்றி A.B.C என்னு ம் மூன்று கால்கள் இதற்கு உண்டு இக் கால்களுக்கிடையேயுள்ள தூரங்கள் சமமானவையாகும். Mஎன்னும் நிலையானதும் மில்லிமீற்றரில் அளவீடு செய்யப்பட்டதுமான நிலைக்குத்து அளவுத்திடடம் பட 7(i) இல் காட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது D என்னும் உதாரணமாக ஐம்பது பிரிவுகளைக் கொண்ட ஒரு வட்ட அளவுத்திட்டம் M இன் வழியே, H ஐச் சுழற்றும் பொழுது இயங்கத்தக்கதாகவும் இருக்கின்றது. M என்னும்

அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வாசிப்பையும் D என்னும் அளவுத்திட்டத்திலுள்ள வாசிப்பையும் எடுப்பதன் மூலம் திருகாணி S நகரும் தூரத்தை மூன்று தசமதானத்துக்குக் காண முடியுமாகும். இதனை உபயோகிக்கும் முறை வருமாறு;

கோளமானியானது ஒரு தட்டையான கண்ணாடித் தட்டில் வைக்கப்பட்டு அதன் திருகாணி Sஆனது தட்டைத் தொடும்வரை நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது M இலும் D இலும் உள்ள வாசிப்புக்கள் குறிக்கப்படும். பின்பு வளைவினாரையை காணப்போகும் வளைந்த மேற்பரப்பின் மீது மூன்று கால்களும் நிற்கத்தக்கதாக கோளமானி வைக்கப்பட்டு அதன் திருகாணி வளைந்த மேற்பரப்பை தொடும்வரை சுழற்றப்படும் (படம் 7 (ii) அப்பொழுது திருகாணி நகர்ந்த தூரம் h எனவும் A.B.C என்னும் கால்களில் ஏதாவதொன்றுக்கும் திருகாணிக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் a எனவும் கொள்ளப்படின், r என்னும் வளைவினாரையானது $r = \frac{a^2}{2h} + \frac{h}{2}$ என்னுஞ் சமன்பாட்டிலிருந்து h இற்கும் a இற்கும் பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுவதன் மூலம் பெறப்படும். மேற்சமன்பாடு வருமாறு நிறுவப்படும்,

படம் 7 (ii) இல் காட்டியவாறான A என்னும் காலுக்கூடாகவும் திருகாணி S இற் கூடாகவும் செல்லும் ஒரு வெட்டுமுகப்பரப்பைக் கருத்திற்கொள்க.

கேத்திரகணிதப்படி,

$$SO . OD = AO . OP$$
$$h(2r - h) = a . a = a^2$$

இங்கு S திருகாணியின் உச்சி எனவும். SD = வட்டத்தின் விட்டம் = 2r எனவும் கருதப்படும்.

$$\therefore \quad r = \frac{a^2 + h^2}{2h} = \frac{a^2}{2h} + \frac{h}{2}$$

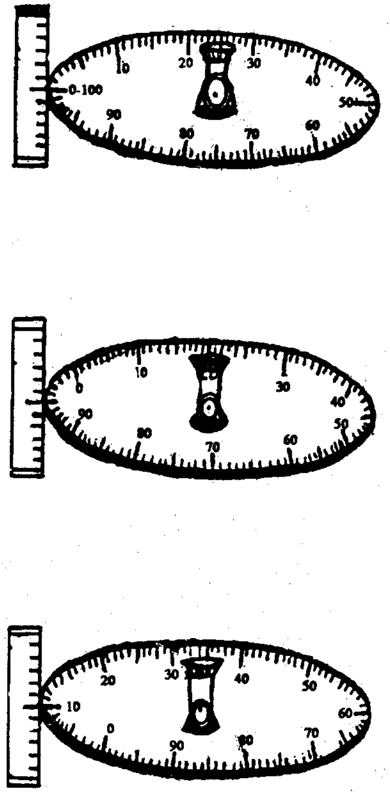
கோளமானியின் இழிவெண்ணிக்கை

$$= \frac{\text{புரிஇடைத்தூரம்}}{\text{வட்ட அளவுத்திட்டத்திலுள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை}} \text{ ஆகும்.}$$

மேலும் பூச்சியவழு இருப்பின் அது வருமாறு துணியப்படும்.

கண்ணாடித் தளத்தட்டில் A,B,C என்னும் கால்கள் இருக்க திருகாணி S தட்டைத் தொடும் வரை நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது வட்ட அளவுத் திட்டத்திலுள்ள பூச்சியக் கோடும் நிலைக்குத்து அளவுத்திட்டத் திலுள்ள பூச்சியக் கோடும் படம் 8 (a) இல் காட்டியவாறு ஒரே நேராக இருப்பின் கருவி பூச்சியவழு அற்றதெனக் கொள்ளப்படும்.

ஆனால் படம் 8 (b) இல் காட்டிய வாறு வட்ட அளவுத்திட்டப் பூச்சியக் கோடு திருகாணி வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்படும் பொழுது வந்திருப்பின், பூச்சிய வழு $= -5 \times$ இழிவெண்ணிக்கையாகும். ஆகவே இதன் திருத்தம் $= +5 \times$ இழிவெண்ணிக்கை. இத்திருத்தம் அவதாணித்த வாசிப்புடன் கூட்டப்படும்.



படம் 8

படம் 8 (c) இல் காட்டியவாறு வட்ட அளவுத்திட்டப் பூச்சியக்கோடு, திருகாணி வலஞ்சுழியாக சுழற்றப்படும்பொழுது வந்திருப்பின் பூச்சிய வழு $= +10 \times$ இழிவெண்ணிக்கை. எனவே திருத்தம் $= -10 \times$ இழிவெண்ணிக்கை அதாவது கணிக்கப்பட்ட எண்பெறுமானத் திருத்தம் அவதானித்த வாசிப்பில் இருந்து கழிக்கப்படும்.

அலகு 1

பயிற்சிகள்

(1) ஒரு தரப்பட்ட சமன்பாடு $x = At + Bt^2$ இனில் x ஆனது தூரத்தை மீற்றரிலும் t ஆனது நேரத்தை செக்கனிலும் குறிக்கின்றது. A இனதும் B இனதும் அலகுகளையும் பரிமாணங்களையும் காண்க.

(2) ஒரு துணிக்கை t என்னும் கணத்தில் சென்ற தூரம் S ஆனது $S = A(t+B)+Ct^2$ இனால தரப்படுகின்றது. A,B,C என்பவற்றின் பரிமாணங்களைக்காண்க.

(3) பிரிவரும் கணியங்களின் பரிமாணச் சூத்திரங்களையும் பரிமாண அலகுகளையும் தருக.
(a) விசை (b)சத்தி (c)அமுக்கம் (d)வலு.

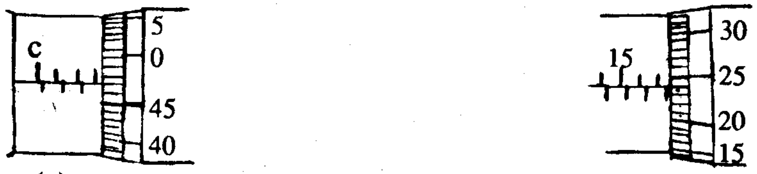
(4) SI அலகில் அடிப்படைக்கணியங்கள் யாவை. அவற்றை குறியீட்டினால் அட்டவணைப் படுத்துக.

(5) பரிமாணங்களின் பிரயோகம் யாவை?
(a) 1அடி- இறாத்தல் எவ்வளவு ஏக்குகளுககுச் சமன்?
1அடி- இறாத்தல் = 32 அடி - இறாத்தலி
(b) 1பரிவலு எவ்வளவு உவாற்றுகளுக்குச் சமன்?
1அடி = 12 × 2.54 சமீ, 1 இறத்தல் = 453.6 கிராம்
1பரிவலு = 550 அடி இறாத்தல்/ செக்கன்

(6) படம் 9 (a) (b), இல் காட்டப்பட்ட வேணியர் அளவீடுகளைத் தருக.

(a) படம் 9 (b)

(7) படம் 10 (a), (b), இல் காட்டப்பட்டுள்ள திருகாணி நுண்மானியின் வாசிப்புக்களைத் தருக. இங்கு கிடையான அளவுத்திட்டம் mm இலும் வட்ட அளவுத்திட்டம் ½ mm இலும் அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

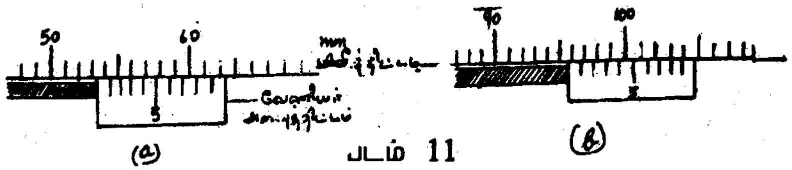


(a) படம் 10 (b)

(8) ஒரு திருகாணிநுண்மானியால் சோதனைக்குழாயொன்றின் வெளிவிட்டத்தை அளப்பதற்கு எடுக்க வேண்டிய முன்னெச்

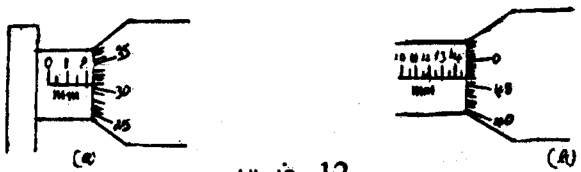
சரிக்கைகளைக் கூறுக. அப்படியொரு மானி 3.218 mm என வாசிக்கின்றது. அதன் பூச்சியவழு - 0.013 mm ஆகும். தூரத்தின் உண்மை நீளம் என்ன?

(9) படங்கள் 11 a , b இலுள்ள வேணியர் திட்டத்திலுள்ள வாசிப்புக்கள் என்ன?



(a) படம் 11 (b)

(10) படங்கள் 12 a, b இல் காட்டப்பட்ட திருகாணி நுண்மானியின் வாசிப்புக்களைக் காண்க.



(a) (b)
படம் 12

பல்தேர் வினாக்கள்

(1) விசையின் அலகு (i) kg (ii) $N.kg^{-1}$ (iii) $kg\ ms^{-2}$ (iv) ms^{-2} (v) ms^{-1}

(2) $kg\ m^2\ s^{-3}$ எதன் அலகைக் குறிக்கின்றது?
(i) விசை (ii) வேலை (iii) சத்தி (iv) வலு (v)உந்தம்

(3) அமுக்கத்தின் அலகு
(i) $N\ m^{-2}$ (ii) N m (iii) $N\ m^{-1}$ (iv) N s (v) $N\ kg^{-1}$

(4) யூல் சமன்
(i) $kg\ m\ s^{-2}$ (ii) $kg\ m^{-1}\ s^{-2}$ (iii) $kg\ m^2 s^{-2}$ (iv) $kg\ m^2 s^{-3}$ (v) $kg^{-1}N$

(5) வலுவின் பரிமாணங்கள்
(i) ML^2T^{-2} (ii) ML^2T^{-3} (iii) MLT^{-2} (iv) MLT^{-3} (v) L^2T^{-2}

(6) ஒளி ஆண்டு என்பது
(i) நேரத்தை அளக்கும் ஓர் அலகு
(ii) சிறிய தூரத்தை அளக்கும் ஓர் அலகு
(iii) ஒளியின் வேகத்தைக் குறிக்கும் ஓர் அலகு
(iv) அணுவின் ஆரையை அளக்கும் ஓர் அலகு

(v) நடசத்திரங்களுக்கிடையே உள்ள தூரங்களை குறிக்கும் ஓர் அலகு

(7)சத்தியைக் குறிக்கும் பரிமாணங்கள்

(i) MLT^{-2} (ii) LT^{-2} (iii) $ML^{2}T^{-2}$ (iv) $ML^{-1}T^{-2}$ (v) MLT^{-1}

(8)$S = \sqrt{k}\left(1 + \frac{at}{2u}\right)$ என்னுஞ் சமன்பாட்டில் k இன் பரிமாணம்

(i) LT (ii) L^2 (iii) L (iv) LT^{-2} (v) $L^{½}$

(9) ஒரு வேணியர் இடுக்கிமானியில் வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் 10 பிரிவுகள் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் 9 பிரிவுகளுடன் பொருந்து கின்றன. பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் ஒரு பிரிவு = 1 mm எனவே கருவியின் இழிவெண்ணிக்கை சமன்

(i) 0.01mm (ii) 0.1mm (iii) 0.001mm (iv) 1.0mm (v) 0.0001mm

(10) மேற்கூறிய இடுக்கிமானியில் வேணியரின் பூச்சியம் 2.6 cm க்கும் 2.7 cm க்கும் இடையில் இருக்கும் பொழுது வேணியரின் 7 ம் பிரிவு பிரதான, பிரிவொன்றுடன் நேராக இருக கும்பொழுது. அதன் வாசிப்பு

(i) 2.61 cm (ii) 2.63 cm (iii) 2.7 cm (iv) 2.67cm (v) 2.65 cm

(11) கேள்வி 9 இல் கூறிய இடுக்கிமானியில் அதன் அலகுகள் முட்டிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது வேணியர் அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் பிரதான அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியப் பிரிவுக்கு இடமாக இருக்கும் பொழுது வேணியர் திட்டத்தின் 6 ம் பிரிவு பிரதானதிட்டத்தின் 5 ம் பிரிவுடன் நேராக இருக்கக் காணப்படுகின்றது. அதன் பூச்சிய வழு சமன்.

(i) + 0.04 cm (ii) - 4 cm (iii) - 0.04 cm (iv) + 0.4 cm (v)+4 cm

12. ஒரு திருகாணி நுண்மானியின் புரிஇடைத்தூரம் ½ mm ஆகும். அதன் வட்ட அளவுத் திட்டத்தில் 50 பிரிவுகள் உள. எனவே அதன் இழிவெண்ணிக்கை

(i) 0.1 mm (ii) 0.01 mm (iii) 0.001 mm (iv) + 0.0001 mm (v)0.5 mm

(13). மேற் கருவியால் ஒரு கம்பியின் விட்டம் அளக்கப்படும் பொழுது அதன் நேர் அளவுத்திட்டத்தில் 1-ம் mm பிரிவுக்கும் 2ம் mm ப்பிரிவுககும் இடையேயும் வட்ட அளவுத் திட்டத்தில் 22 ம் பிரிவுடன் நேர் அளவுத்திட டத்தின் கோடு நேரே இருக்கவும் காணப்பட்டது. ஆகவே கம்பியின் விட்டம்.

(i) 0.22 mm (ii) . 122 mm (iii) 0.0122 mm (iv) 1.22 mm (v)12 mm

(14). அதே திருகாணி நுண்மானியின் அலகுகள் முட்டிக்கொண டிருக்கும் பொழுது வட்ட அளவுத்திட்டத்தின் பூச்சியம் நேர் அளவுத்திட்டத்தின் கோடடுக்கு மேலே 6 பிரிவுகள் நகர்ந்திருக்கக் காணப்பட்டது. எனவே கருவியின் பூச்சியவழு சமன்.

(i)+ 0.006 cm (ii) - 0.006 cm (iii) + 0.006 mm (iv) - 0.006 mm (v)0.06 cm

(15) மேற்கருவியை அளக்கப் பாவிக்கும் பொழுது பூச்சிய வழுத்திருத்தம் சமன

(i) - 0.006 cm (ii) +0.06 cm (iii) - 0.06 cm (iv) 0.6 cm (v)+ 0.006 cm

(16)$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = RT$ என்னும் வாயுச்சமன் பாட்டில், a,bஎன்னும் மாறிலி களின் பரிமாணங்கள் என்ன?

(i) ML^5T^{-2}, L^3 (ii)ML^3T^{-2}, L^3 (iii) ML^5T^{-1}, L^2 (iv) L^5T^{-1}, L^3 (v) $M^2L^5T^{-2}$, L^2

(17) சீரான ஆர்முடுகல்'a' இன் கீழ் அசையும் துணிக்கையொன்றினது நேரம் 't' இலுள்ள பெயர்ச்சி 's' ஆனது $s = k\,at^2$ என்னும் கோவை யினால் தரப்படுகின்றது. மாறிலி k ஆனது

(i) பரிமாணம் L ஐக்கொண்டிருக்கும்

(ii) பரிமாணம் LT ஐக்கொண்டிருக்கும்

(iii) பரிமாணம் LT^2 ஐக்கொண்டிருக்கும்

(iv) பரிமாணம் LT^4 ஐக்கொண்டிருக்கும்

(v) பரிமாணம் எதனையும் கொண்டிருக்காது.

(18) நேரம் t இல் வாகன மொன்று நகர்ந்த் தூரம் S ஆனது
$S = At^2 \left(1+\frac{1}{2}B^t\right)$ ஆனது என்பதாற் தரப்படுகின்றது.

A, B என்பவற்றினது பரிமாணங்கள் முறையே

(i) LT^2 ; $L^{½}T^{3/2}$ (ii) T^2 ; T^3 (iii) LT^{-2} ; T^{-1} (iv) LT^{-2} ; $(LT^{-3})^{½}$

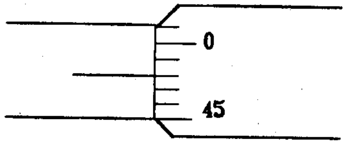
(v) L ; L

(19) $F = \frac{GmM}{r^2}$ என்னு ஞ் சூத்திரத்தில்,F விசையைக் குறிக்கும், m,Mதிணிவுகளைக் குறிக்கும் r ஆரையைக் குறிக்கும். Gஎன்னும் ஈர்ப்பு மாறிலியின் பரிமாணங்கள்

(i) $ML^{-3}T^2$ (ii) $ML^{-2}T^2$ (iii) $M^{-1}LT^{-2}$ (iv) $M^{-1}L^2T^{-2}$

(v) $M^{-1}L^3T^{-2}$

(20)நுண் திருகுமானியொன்றினது இரு தாடைகளும் தொடுகையிலுள்ளபோது அதன் ஒரு பகுதியைக் உரு 13 காட்டுகின்றது. இங்கு கருவியினது பூச்சிய வழு



படம் 13

(i) 0.48 mm ஆயிருப்பதுடன் இறுதி அளவிடை வாசிப்புக்கு இது சேர்க்கப் படவும் வேண்டும்

(ii) 0.48 mm ஆயிருப்பதுடன் இறுதி அளவிடை வாசிப்புக்கு இது கழிக்கப்பட வேண்டும

(iii) 0. 02 mm ஆயிருப்பதுடன் இறுதி அளவிடை வாசிப்புக்கு இது கழிக்கப்பட வேண்டும

(iv) 0. 02 mm ஆயிருப்பதுடன் இறுதி அளவிடை வாசிப்புக்கு இது சேர்க்கப்பட வேண்டும்

(v) 0. 03 mm ஆயிருப்பதுடன் இறுதி அளவிடை வாசிப்புக்கு இது சேர்க்கப்பட வேண்டும்

(21) பின் வரும் முறை/கருவி ஆகிய வற்றில எது, 50 cm நீளம் ஒன்றிலே ஏற்படும் ஒரு மில்லிமீற்றர் வரிசையினாலான சிறிய மாற்றங்களை அளவிடுவதற்குப் பாவிக்கமுடியாதது?

(i) கோளமானி (ii) நகரும் நுணுக்குக்காட்டி (iii) நுண் திருகுமானி
(iv) நெம்புமுறை (v) மீற்றர் கோல்

(22) கீழே தரப்பட்டுள்ள சமன்பாட்டிலே V யானது வேகமாகும், g ஆனது ஈர்வை யினாலான ஆர்முடுகலாகும், y ஆனது பரப்பிழுவையாகும் p அடர்த்தி ஆகும்.

$$V = \frac{gA}{2\pi} + \frac{2\pi y}{pA}$$

A கொண்டிருக்கும் பரிமாணங்கள்

(i) L (ii) LT (iii) LT^{-1} (iv) LT^{-2} (v) L^2

(23) பௌதிகவியலில் பாவிக்கப்படும் பின்வரும் கணியங்களை கருதுக

(A) மின் ஏற்றம் (B)திணிவு (C)வெப்ப நிலை

மேலுள்ளவற்றில் எது/எவை, சர்வதேச அலகுத்தொகுதி (SI)யினது அடிப் படைக் கணியம் / கணியங்கள் ஆகும்?

(i) B மாத்திரம் (ii) A யும் B யும் மாத்திரம் (iii) A யும் C யும் மாத்திரம்
(iv)B யும் C யும் மாத்திரம் (v)A,B,C, ஆகிய எல்லாம்

அலகு 2.1.1-2.1.3

பொறியியல்
இயக்கவியல்

2.1.1 ஏகபரிமாண இயக்கம்

காவிக் கணியம்: பருமனையும் திசையையும் உடைய ஒருகணியம் காவிக்கணியம் எனப்படும்.

எண்ணிக்கணியம்: பருமனை மட்டும் உடைய ஒரு கணியம் எண்ணிக்கணியம் எனப்படும்.

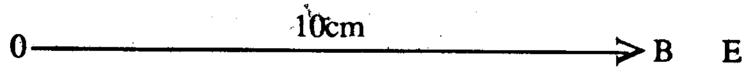
உதாரணங்கள் :

எண்ணிக் கணியம்	காவிக் கணியம்
நீளம் (துரம்)	பெயர்ச்சி
நேரம்	
கதி	வேகம்
திணிவு	ஆர்முடுகல்
வேலை (சத்தி)	நிறை-விசை
வலு	உந்தம்
பரப்பு	புலத்தின் வலிவு
கனவளவு	திருப்பு திறன்
அடர்த்தி	முறுக்கு திறன்
அமுக்கம்	கோண உந்தம்
வெப்பநிலை	

(a) ஒரு காவிக் கணியத்தை வரிப்படத்தில் ஒரு நேர்கோட்டின் நீளத்தின் பருமனாலும் திசையினாலும் குறிக்கலாம். அதாவது அதன் பருமனை ஒரு குறித்த அளவுத்திட்டத்திற் கேற்ப கீறப்படும் நேர்கோட் டினாலும் திசையை அம்புக்குறியினாலும் விளக்கலாம்.

உதாரணம்: கிழக்கு நோக்கி ஒரு பொருளின் மீது செயற்படும் 50 N விசையை எடுக்க. அதை அளவுத்திட்டத்தை உபயோகித்து வருமாறு

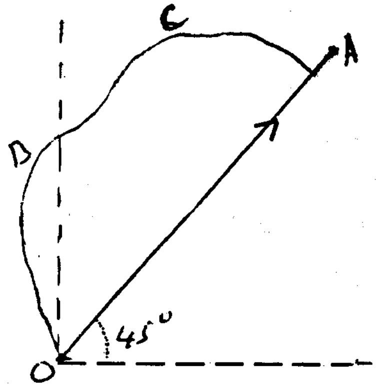
காட்டலாம் அளவுத்தி ட்டம் : 1 cm = 10 N



இங்கு நேர்கோட்டினது நீளத்தின் எண்பெறுமானம் பருமனையும் அம்புக் குறி திசையையும் குறிக்கின்றன.
எண்ணிக் கணியங்கள் எண் பெறுமானத்தால் மட்டும் விளக்கப்படும்.
இவற்றை வரிப்படத்தால் விளக்க இயலாது
ஒரு காரின் கதி = 50 m/s

(b) காவிகளைக் கூட்டும்பொழுது காவிக்கூட்டல் முறையைக் கையாள வேண்டும். எண்ணிகளைக் கூட்டும் பொழுது எண்கணிதமுறையை கையாளவேண்டும்.

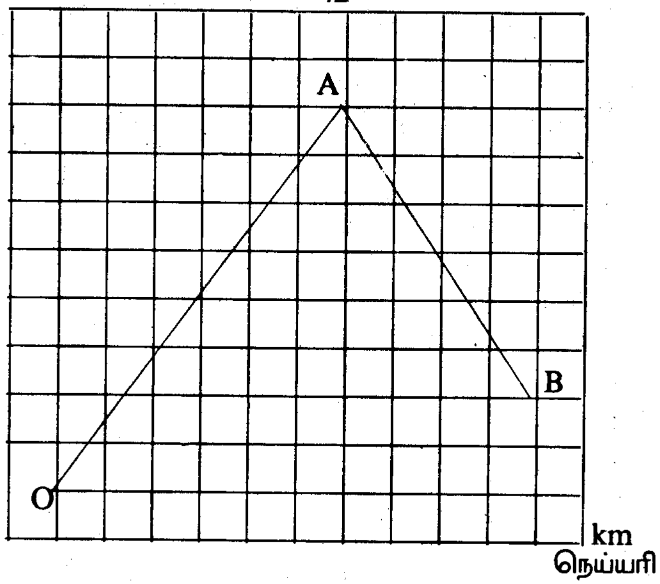
(c)



படம் 14

O,A என்னும் வட- கிழக்குத்திசையில் இருக்கும் புள்ளிகளைக்கருத்திற் கொள்க. O விலிருந்து A க்குப் போவதற்கு எவ்வளவோ பாதைகள் இருக்கின்றன. அவற்றுள் ஒன்று O விலிருந்து A க்கு நேராகச் செல்வது. மற்றவை OBCA போன்ற பல பாதைகள் ஆகும், OBCA இன் பாதையின் வழியே செல்லும் நீளத்தின் பருமன் தூரம் எனப்படும், O A என்னும் வட - கிழக்கின் வழியே யிருக்கும் பாதையின் நீளமும் திசையும் பெயர்ச்சி எனப்படும். ஆகவே தூரம் எண்ணியெனவும் பெயர்ச்சி காவியெனவும் கருதப்படும்.

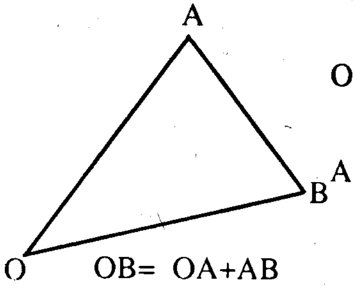
பெயர்ச்சி : ஆனது ஒரு குறித்த திசையில் செல்லப்படும் தூரம் எனவரையறுக்கபபடும்.
உதாரணம் : ஒரு பொருளின் பெயர்ச்சி = 100 m கிழக்கு நோக்கி. இங்கு பருமன் 100 m ஆலும் திசை கிழக்காலும் தரப்படுகின்றது.
மேலும் பெயர்ச்சியை வரிப்பட மூலம் விளக்கலாம்.



படம் 15

ஒரு யாத்திரையின் ஆரம்ப தானத்துக்கும் இறுதித் தானததுக்கும் இடையேயுள்ள நேரடித்தூரம் பெயர்ச்சி ஆகும். மேற்காட்டியவரைப்படத்தில் O A என்பன இரு தானங்கள். Aஆனது கிழக்குநோக்கி 6km உம் வடக்குநோக்கி 8km உடையதாக இருக்கின்றது. ஆள்கூறு களின்படிபெயாச்சி O A = (+6km,+8km) ஆகும். எனவே OA = $\sqrt{6^2+8^2} = \sqrt{100}$ = 10km கிழக்கு 53^0 வடக்கு. பின்பு A இலிருந்து ஒருவர் B என்னுந் தானத்துக்குச் செல்கின்றார். B ஆனது A இலிருந்து 6km தெற்கு நோக்கியும் 4km கிழக்கு நோக்கியும் இருக்கும் ஒரு தானமாகும்.

எனவே O விலிருந்து B இனது மொத்தப் பெயர்ச்சி (+10km, + 2km) ஆகும் இதன் பிரகாரம் OB இன் நேரடித்தூரம் பைதகரசின் தேற்றப்படி $\sqrt{10^2 + 2^2} = \sqrt{104}$ = 10.2km ஆகும். இதனை வருமாறும் விளக்கலாம்.



படம் 16

O விலிருந்து A க்குப் பெயர்ச்சி

= 6km கிழக்கு, 8km வடக்கு = (+6km,+ 8km)

A யிலிருந்து B க்குப் பெயர்ச்சி

= 4km கிழக்கு 6km தெற்கு = (+4km,-6km)

O விலிருந்து B க்கு மொத்தப் பெயர்ச்சி

= 10km கிழக்கு 2km வடக்கு = (+10km,+2km)

அதாவது O விலிருந்து B க்கானபெயர்ச்சி

= பெயர்ச்சி OA + பெயர்ச்சி AB ஆகும்

அதாவது OB = OA + AB

இதனைப் படம் 15 விளக்குகின்றது

இவ்வுதாரணம் காவிகளில் உபயோகிக்கப்படும் இருமுக்கிய அம்சங்களையும் காட்டுகின்றது.

கதி : ஓர் அலகு நேரத்தில் ஒரு பொருள் செல்லுநதூரம் கதி எனப்படும். ஒரு பொருள் ஒரு நேர்கோட்டில் அல்லது ஒரு வளைந்த பாதையில் s என்னுந்தூரத்தை t என்னும்நேரத்தில் கடக்குமாயின், அதன் கதி = $\frac{s}{t}$ ஆகும். இதன் அலகு மீற்றர் / செக்கன் (ms^{-1}).

இத்தூரத்தைக் கடக்கும் போது, நேர இடைகள், எத்துணைச் சிறியவையாயினும், சமநேர இடைகளில் சம தூரங்களைக் கடந்து செல்லுமாயின் பொருளின் கதி சீரான தெனப்படும்

ஒரு பொருளின் சராசரிக்கதி வருமாறு பெறப்படும்

$$\text{சராசரிக்கதி} = \frac{\text{கடக்கப்பட்டதூரம்}}{\text{கடப்பதற்கு எடுத்தநேரம்}} \quad \text{மீற்றர்/செக்} \ (ms^{-1})$$

வேகம் : ஒரு பொருள் குறித்தவொரு திசையில் இயங்கும் பொழுது அத்திசையின் வழியே அப்பொருளின் கதி அதன் வேகம் எனப்படும்.

அல்லது

ஒரு குறித்த திசையில் ஓர் அலகு நேரத்தில் செல்லுந் தூரம் வேகம் எனப்படும். எனவே வேகம் பெயர்ச்சி வீதம் எனவும் சொல்லப்படும். இதன் அலகும் SI இல் ms^{-1} ஆகும். மேலும் நேர இடைகள் எத்துணைச் சிறியனவாயினும் சமநேரஇடைகளில் சமதூரங்களை ஒரு குறித்த திசையில் ஒரு பொருள் கடக்குமாயின் அதன் வேகம் சீரான தெனப்படும்.

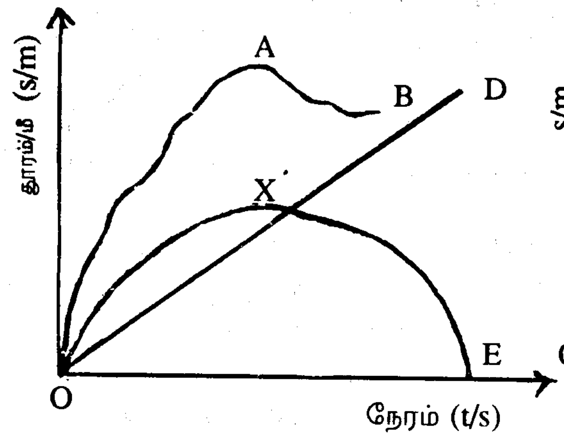
ஆர்முடுகல்: ஒரு கணத்தில், ஓர் இயங்கும் பொருளின் வேகமாற்ற வீதம் அக்கணத்தில் அப்பொருளின் ஆர்முடுகல் எனப்படும். இதன் அலகு ms^{-2} அதாவது செக்கனுக்கு செக்கன் மீற்றர் எனப்படும்.

உதாரணம் : ஒரு மோட்டார்க் கார் சீரான ஆர்முடுகலுடன் 27 m/s வேகத்தி லிருந்து 54 m/s வேகத்தை 10 செக்கன்களில் அடையுமாயின்

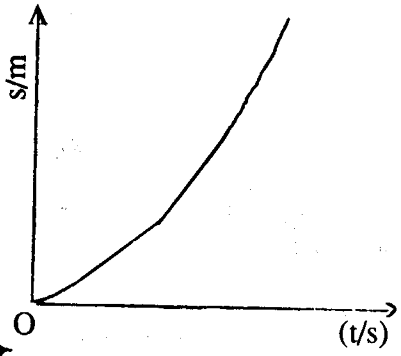
$$\text{அதன் ஆர்முடுகல்} = \frac{(54-27)\ m/s}{10\ s}$$
$$= 2{\cdot}7\ m/s/s$$
$$\text{அல்லது} = 2{\cdot}7\ ms^{-2}$$

சீரான ஆர்முடுகல்: நேர இடைகள் எத்துணைச் சிறியவையாயினும், சமநேர இடை களில் சம அளவுகளால் ஓர் இயங்கும் பொருளின் வேகம் மாறுமாயின் அதன் ஆர்முடுகல் சீரானதெனப்படும்.

தூர – நேர வரைபுகள்: ஒரு நிலைத்த புள்ளியிலிருந்து ஓர் இயங்கும் பொருளின் s இனை நேரத்திற்கு (t) ஒத்ததாய்க் குறித்தால் இயக்கத்தினைக் குறிக்கும் ஒரு தூர – நேர வளையி பெறப்படும். இயங்கும் பொருளின் எக்கணத்திற்குமான வேகத்தை அக்கணத்தில் தூரத்தில் ஒரு செக்கனுக்கு நிகழும் மாற்றத்தினால் பெறலாம். அதாவது ஒரு குறித்த கணத்தில் வளையியின் சாய்வு வீதம் அக்கணத்திற்கான பொருளின் கதியைத் தரும்.



படம் 17



படம் 18

தூர – நேர வளையி படம் 17 இலுள்ள OD ஐப் போன்று ஒரு நேர்கோடாக இருந்தால் அதன் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் சாய்வுவீதங்கள் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். இதிலிருந்து பொருள் சீரான (மாறா) வேகத்துடன் இயங்குகின்றதென்பது புலப்படும். வளையி OAB போன்று அங்குமிங்கும் வளை வுடையதாயின் அதன் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் சாய்வுவீதங்கள் வெவ்வேறு

பெறுமானங்களையுடையவையாக இருக்கும். ஆகவே பொருள் சீரற்ற வேகத்துடன் இயங்குகிற தென்பது புலனாகும். மேலும் புள்ளி A இல் சாய்வுவீதம் பூச்சியமாக இருப்பதனால் அப்புள்ளியில் வேகம் பூச்சியமென்பதும் அறியப்படும். அத்துடன் OXE என்னும் வளையியினால் குறிக்கப்படும் இயக்கமும் சீரற்ற வேகத்தையுடைய தென்பது அவ்வளையியிலுள்ள புள்ளிகலிலுள்ள வித்தியாசமான சாய்வு வீதங்களிலிருந்து அறியப்படும். இதனில் OX இலுள்ள சாய்வுவீதங்கள் நேர்பேறுமானங்களையும் உடையனவாகும். எனவே OXE என்னும் தூர –நேர வளையி ஒரு பொருள் புவியிர்ப்புக்கெதிராக நிலைக்குத்தாக எறியப்படும் பொழுது பெறப்படுவதற்கு ஒப்பாகும். இது பெயர்ச்சி – நேர வளையி எனப்படும். சுருங்கச் சொல்லின் தரையிலிருந்து நிலைக்குத்தாக மேல்முகமாக எறியப்படும் பொருள் மீண்டும் கீழ்முகமாக தரையை அடையும் பொழுதுக்கான வளயியாகும்.

படம் 18 இலுள்ளது போல் வளையி அமையின் இயக்கம் சீரான ஆர்முடுகல் உடைய தாகும். அத்தகைய வளையி பரவளைவு எனப்படும். எனவே பெயர்ச்சி – நேர வளையி பரவளைவு ஆயின் இயக்கம் சீரான ஆர்முடுகல் உடையதெனப்படும். இதனை ஓர் எடுத்துக்காட்டால் விளக்கலாம்.

ஒரு துரொல்லி கீழ்முகமாக ஒரு சாய்தளத்தின் வழியே ஓய்விலிருந்து s என்னுந் தூரங்களை t என்னும் நேரங்களில் பின்வருமாறு கடக்கின்றது

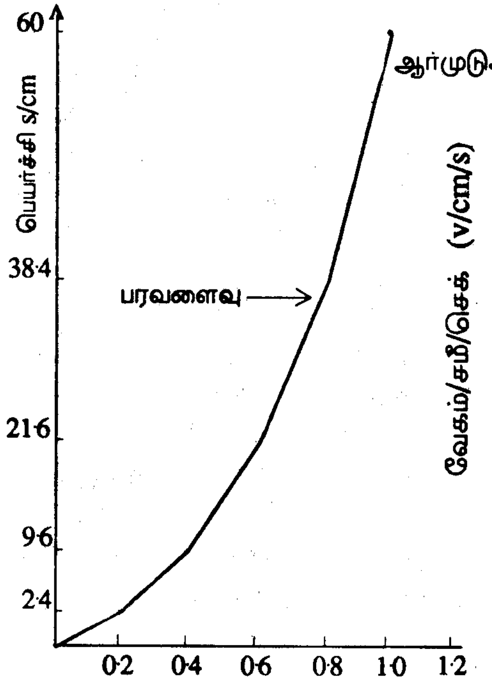
அட்டவணை (i)

s/cm	0	2.4	9.6	21.6	38.4	60.0	86.4
t/s	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2

வரைபின் மூலம் துரொல்லியின் ஆர்முடுகல் சீரெனவுங் காட்டி அதன் பெறுமானத்தையுங் காண்க.

அட்டவணை (ii)

t/s	0·2	0·4	0·6	0·8	1·0	1·2
v/cm/s	24	48	72	96	120	144



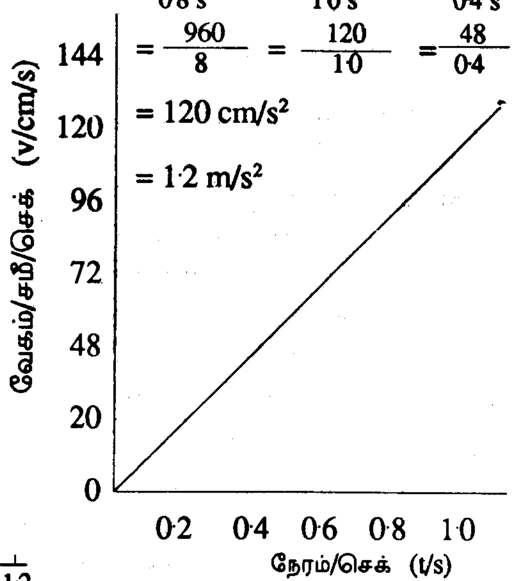
படம் 19

ஆர்முடுகல் $= \frac{96-0\ cm/s}{0.8\ s} = \frac{120-0\ cm/s}{1.0\ s} = \frac{48-0\ cm/s}{0.4\ s}$

$= \frac{960}{8} = \frac{120}{1.0} = \frac{48}{0.4}$

$= 120\ cm/s^2$

$= 1.2\ m/s^2$



படம் 20

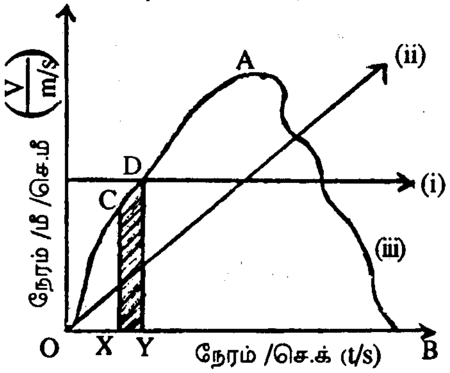
படம் 19 அட்டவணை I இலுள்ள தரவுகளைக் கொண்டு வரையப்பட்ட பெயர்ச்சி-நேர வளையி ஆகும். இது ஒரு பரவளைவு .

அட்டவணை II அவ்வவ் நேர இடைகளுக்குக் கணிக்கப்பட்ட சராசரி வேகங்களாகும். உதாரணமாக 0 - 0·2 செக்கனுக்கு இடையே யுள்ள சராசரி வேகம் $\frac{O+V}{2} \times t$ = தூரம். இதன் பிரகாரம் $\frac{O+V}{2} \times 0.2 = 2.4$

அதாவது V = 24 cm/s ஆகும்.

இவ்வாறு மற்ற வேகங்களும் கணிக்கப்பட்டு அட்டவணை தயாரிக்கப் பட்டுள்ளது. அவ்வட்டவணையின் பெறு பேறுகளைக் கொண்டு ஒருவேக - நேர வரைபு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அது உற்பத்தித் தானத்தினூடு செல்லும் நேர் கோடாக (படம் 20) இருப்பதால் இயக்கம் சீரான ஆர்முடுகல் உடைய தென்பது தெளிவாகின்றது. எனவே ஒரு பெயர்ச்சி - நேர அல்லது தூர - நேர வளையி பரவளைவு ஆக அமையின் அது, இயக்கம் சீரான ஆர்முடுகலை யுடைய தென்பதை முடிபுகட்டுகின்றது.

வேக – நேர வரைபுகள்



படம் 21

ஓர் இயங்கும் மோட்டார்க் காரின் வேகத்தை நேரத்திற்கு ஒத்ததாய் குறித்தால் ஒரு வேக - நேர வளையி பெறப்படும். இவ் வளையியிலிருந்து இயக்கத்தைப் பற்றிச் சில பிரயோ சனமான தகவல்களைப் பெறலாம். படம் 21 இல் ஒரு காரினது இயக்கங்களின் வேக - நேர வளையிகள் சில காட்டப்பட்டுள்ளன.

வரைபு (i) நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக இருப்பதனால் அதன் சாய்வு வீதம் பூச்சியமாகும். எனவே அவ்வரைபு சீரான (மாறா) வேகத்தையுடைய ஓர் இயக்கத்தைக் குறிக்கின்றதாகும். வரைபு (ii) நேர அச்சுடன் சாய்ந்த நேர்கோடாக இருப்பதனால் சாய்வுவீதம் அவ்வரையில் எப்புள்ளியிலும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். இது சீரான ஆர்முடுகல் உடைய இயக்கத்தைக் குறிக்கின்றது.

வரைபு (iii) இல் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் சாய்வுவீதம் வெவ்வேறு அளவினதாக இருப்பதனால் ஆர்முடுகல் சீரற்றதென்பது புலப்படும். AB க்கிடையே வளையியின் சாய்வுவீதம் எதிர்ப் பெறுமான முடையதாக இருப்பதனால் கார் அமர்முடுகலுடன் செல்கின்ற தென்பதும் புலப்படும்.

மேலும் வேக – நேர வளையியிக்கும் நேர அச்சுக்கும் இடையே யுள்ள பரப்பின் பருமன் இயங்கும் கார் செல்லுந் தூரத்தைத் தருவதாக இருக்கிறதென்பதையும் வருமாறு எடுத்துக் காட்ட லாம்.

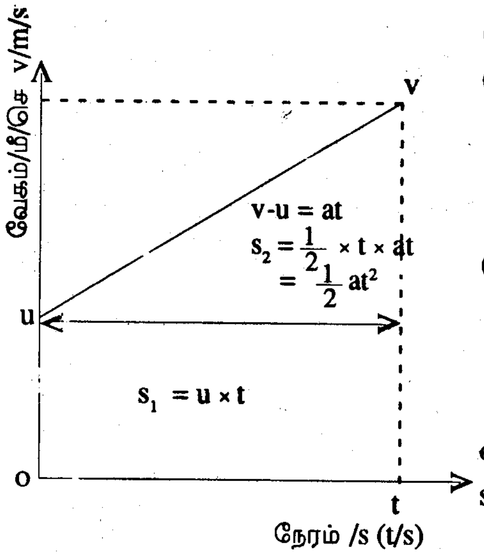
OAB என்னும் மேல் தரப்பட்டுள்ள வேக – நேர வரைபினை எடுத்துக் கொள்க. இங்கு வேகமானது XY குறிக்கும் சிறிய நேர இடையில் CX குறிக்கும் வேகத்திலிருந்து DY குறிக்கும் வேகத்திற்கு அதிகரிக்கின்றதெனக் கொள்க.

சென்ற இச்சிறிய தூரம் = சராசரி வேகம் x XY என்பதனால் சென்ற தூரம் CD இறக்கும் நேர அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பின் பருமனால் தரப்படுகின்றது. OBக்கிடையே ஒவ்வொரு சிறிய நேர இடைட்யை இவ்வாறு கருத்திற் கொண்டால் நேரம் OB இனில்கார் சென்ற முழுத்துரம் வேக – நேர வளையி

யிக்கும் (OABக்கும்) நேர அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பின் எண் பெறுமானப் பருமனால் தரப்படும். வேக – நேர வளையி எத்தகைய வடிவத்தை உடையதாக இருந்தாலும் இப்பேறினைப் பிரயோகித்து செல்லுந் தூரத்தைக் கணித்துக் கொள்ளலாம்.

2.1.2 ஏக்பரிமாண இயகத்தில் சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்லும் இயக்கச்சமன்பாடுகள்.

u என்னும் ஆரம்ப வேகத்துடனும் a என்னும் சீரான ஆர்முடுகலுடனும் இயங்கி v என்னும் இறுதி வேகத்தை t செக்கன்களுக்குப் பின் பெறுகின்ற ஒரு பொருளைக் கருத்திற் கொள்க. இதற்குரிய வேக – நேர வரைபு படம் 22 இல் காட்டப் படுகின்றது.



படம் 22

(i) ஆர்முடுகலின் வரைவிலக்கணத்தின் படி அதாவது ஆர்முடுகல் a எனின்

$a = \frac{v-u}{t}$ இதுவரைபின் சாய்வுவீதம்

$\therefore at = v-u$

$\therefore v = u+at \longrightarrow (1)$

(ii) ouvt என்பது ஒரு சரிவகம் எனவே பெயர்ச்சி $s = \frac{v+u}{2} \times t \longrightarrow (2)$

$\therefore 2s = (v+u)\,t$, இதனில் $v = u+at$ ஐப்பிரதியிடுக

(iii) $\therefore\ 2s = (u+at+u)\ t$

$= 2ut+at^2$

$s = ut+\frac{1}{2}at^2 \longrightarrow (3)$

வரைபின் படியும்

$s = s_1+s_2 = ut+\frac{1}{2}at^2$

(iv) சமன்பாடு (1) ஐயும் (2) ஐயும் பிரயோகித்து t ஐ நீக்கும் பொழுது

$2s = (v+u)\frac{(v-u)}{a}$ பெறப்படும்

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

$\therefore\ v^2 = u^2+2as \longrightarrow (4)$

சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்லும் ஓர் இயக்கத்துக்கு மேலே காட்டப்பட்ட நான்கு சமன்பாடுகளும் பெறுமதிமிக்கவையாகும்.

உத்திக் கணக்குகள்

① 150 m/s வேகத்துடன் இயங்கும் ஒரு கார் செக்கனுக்குச் செக்கன் 3 மீற்றர் சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்கின்றதாயின், ஆர்முடுகலுடன் இயங்கத் தொடங்கிய இடத்திலிருந்து 300 m/s வேகத்தையடையும் இடத்திற்கு உள்ள தூரத்தையும் அதனைக் கடக்க எடுக்கும் நேரத்தையும் கணிக்க.

(i) ஆர்முடுகல் $a = 3m/s^2$

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

$300^2 = 150^2+2\times3\times s$

$\therefore s = \frac{300^2-150^2}{6} = 11250\ m$

(ii) $v = u+at$

$300 = 150+3\times t$

$\therefore 3t = 300-150 = 150$

$\therefore\ t = \frac{150}{3}$

$= 50\ s$

② ஓய்விலிருந்து புறப்படும் ஒரு கார் 6 செக்கன்களுக்கு $2\ m/s^2$ என்னும் சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்கின்றது. பின்பு அரைநிமிடத்துக்கு மாறா வேகத்துடன் செல்கின்றது. இதன் பின் தடை பிரயோகித்து 5 செக்கனில் சீரான அமர்முடுகலுடன் ஓய்வுக்கு கொண்டு வரப்படுகின்றது. இது பெற்ற அதிகூடிய வேகத்தையும் ஓடிய முழுத்தூரத்தையுங் காண்க.

$u = 0$ m/s , $a = 2$ m/s² $t = 6s$

$v = u + at$ பிரயோகிக்கப்படின்

$v = 0 + 2 \times 6 = 12$ m/s

முதற்கட்டத்தில் சென்றதூரம் $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ இனால் காணலாம்

$$s_1 = 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times 36$$
$$= 36m$$

இரண்டாம் கட்டத்தில் சென்றதூரம் $s_2 = v \times t = 12 \times 30 = 360m$

மூன்றாம் கட்டத்தில் சென்றதூரம் s_3 வருமாறு காணப்படும்

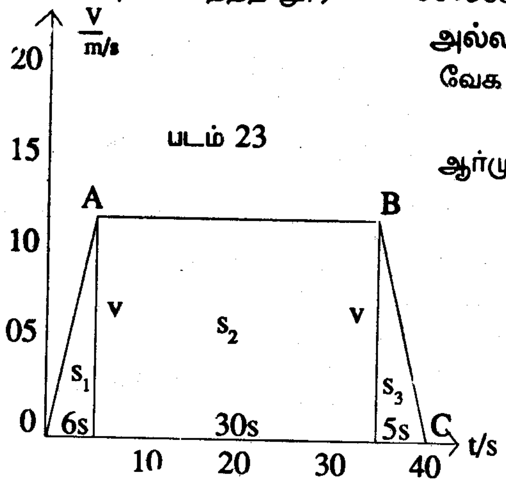
$$\text{ஆர்முடுகல்} = \frac{v-u}{t} = \frac{0-12}{5}$$
$$= \frac{-12}{5} = -2{\cdot}4 \text{ m/s}^2$$

∴ அமர்முடுகல் = 2.4m/s² எனவுஞ் சொல்லலாம்

இதனைக் கொண்டு $v^2 = u^2 + 2as_3$ இல் பிரயோகிப்பதன் மூலம் s_3 ஐக் காணலாம்

$$s_3 = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{0 - 12^2}{2\ (-2{\cdot}4)} = \frac{144 m^2 s^{-2}}{-4{\cdot}8\ ms^{-2}}$$
$$= \frac{1440}{48} m$$
$$= \underline{30\ m}$$

∴ சென்ற மொத்தத் தூரம் = 36+360+30 = 426 m



படம் 23

அல்லது

வேக – நேர வரைபு மூலம் செய்தல் (படம் 10)

$$\text{ஆர்முடுகல்}\ 2\ ms^{-2} = \frac{v}{6s}$$
$$\therefore v = 2ms^{-2} \times 6s$$
$$= 12\ m\ s^{-1} = 12m/s$$
$$s_1 = 12\ ms^{-1} \times 6s \times \frac{1}{2} = 36\ m$$
$$s_2 = 12\ ms^{-1} \times 30s = 360\ m$$
$$s_3 = 12\ ms^{-1} \times 5s \times \frac{1}{2} = 30\ m$$
$$\therefore s^1 + s^2 + s^3 = 426\ m$$

③ 64 km/hr வேகத்தில் இயங்கும் ஒரு புகைவண்டி ஓய்வுக்கு 20 m தூரத்திற்குள் கொண்டு வரப்படுகின்றது. அதன் சீரான ஆர்முடுகலையும செல்ல எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க.

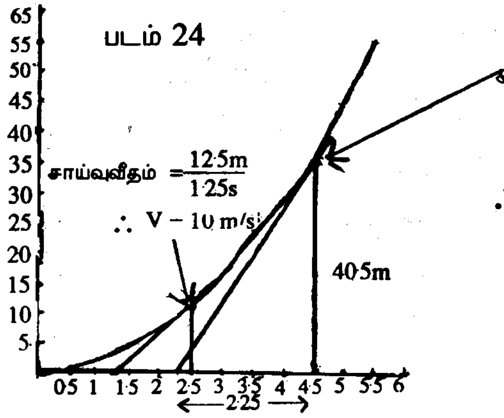
(i)
$$64 \text{ km/hr} = \frac{64 \times 1000}{60 \times 60} = 17{\cdot}78 \text{ m/s}$$
$$v^2 = u^2 + 2as$$
$$0 = 17{\cdot}78^2 - 2 \times a \times 20$$
$$\therefore 40a = 17{\cdot}78^2$$
$$\therefore a = \frac{17{\cdot}78 \times 17{\cdot}78}{40} = 7{\cdot}9 \text{ m/s}^2$$

(ii)
$$v = u - at$$
$$0 = 17{\cdot}78 - 7{\cdot}9t$$
$$\therefore t = \frac{17{\cdot}78}{7{\cdot}9} = 2{\cdot}25 \text{ s}$$

④ சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்லும் ஒரு பொருள் t செக்கன்களிற்குப் பின் கடக்கும் தூரங்கள் s மீற்றரில் கீழுள்ள அட்ட வணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

s/m	0	2	8	12.5	18	24·5	32	40·5	50	60·5	72
t/s	0	1	2	2·5	3	3·5	4	4·5	5	5·5	6

ஒரு தூர – நேர வரைபு வரைந்து அதனிலிருந்து 2·5 செக்கன்களின்போதும் 4·5 செக்கன்களின்போதும் உள்ள வேகங்களைக் கணித்து அப்பெறுமானங் களிலிருந்து ஆர்முடுகலையுங் காண்க.



படம் 24

$$\text{சாய்வுவீதம்} = \frac{40{\cdot}5\ m}{2{\cdot}25\ s} = 18 \text{ m/s}$$
$$V_2 = 18 \text{ m/s}$$
$$\therefore \text{ஆர் முடுகல்} = \frac{(18-10)\ m/s}{(4{\cdot}5 - 2{\cdot}5)\ s}$$
$$= \frac{8\ m/s}{2\ s}$$
$$= 4 \text{ m/s}^2$$

புவியீர்ப்பினில் இயக்கம்

சுயாதீனமாக தரையை நோக்கி விழும்பொருள்கள்யாவும் நிலைக்குத்தாக விழும். மேல் முகமாகவும் தரையிலிருந்து நிலைக் குத்தாகவும் பொருள்களை எறிய முடியும். இவ்விரு இயக்கங்களும் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலினால் ஈர்க்கப் படுகின்றன. எனவே இவற்றை நோக்கும் பொழுது திசைக்கு முக்கியத்துவம் கொடுக்க வேண்டியிருக்கின்றது. மேல்முகமாக நிலைக்குத்துத் திசையில் ஒரு பொருளை எறியும் பொழுது அதனில் செயற்படும் காவிக்கணியங்களின் திசைகள் நேர் (+) எனக் கொள்ளப்படும். கீழ்முகமாக நிலைக்குத்தாக விழும் பொழுது அக்கணியங்களின் திசைகள் எதிர் (-) எனக் கொள்ளப்படும்.

உதாரணமாக u என்னும் வேகத்துடன் நிலைக்குத்தாக மேல் முகமாக எறியப்படும் பொழுது $u = 50\ m/s$ எனவும், $g = 10\ m/s^2$ எனவுங்கொண்டால் $u = +50\ m/s$ எனவும் $g = -10\ m/s^2$ எனவும் கொள்ளப்படும்.
கீழ்முகமாக சுயாதீனமாக விழும் பொழுது $u = o$ ஆகும் $g = -10\ m/s^2$ ஆகவும் இருக்கும்
நிலைக்தெகுத்து இயக்கங்களுக்குரிய இயக்கச் சமன்பாடுகள் வருமாறு காட்டப்படுகினறன

$$v = u+gt \quad \text{------ (i)}$$
$$s = ut+\frac{1}{2}gt^2 \quad \text{--- (ii)}$$
$$v^2 = u^2+2gh \quad \text{--- (iii)}$$

இவற்றில் $a = g\ m/s^2$ என எடுக்கப்பட்டுள்ளது ($\because$ புவியீர்ப்பினால்)

இவற்றைப் பிரயோகிக்கும் பொழுது திசைக்குறிகளை ஏற்றவாறு பிரயோகித்தல் வேண்டும்.

உதாரணங்கள்

1 கட்டிடம் ஒன்றின் உச்சியிலிருந்து விழவிடப்பட்ட கல்லொன்று 3 செக்கன்களில் தரையை அடைகின்றது. கட்டிடத்தின் உயரத்தையும், தரையில் விழும்பொழுது அதன் வேகத்தையும் காண்க. ($g = 10\ m/s^2$)

கட்டிடத்தின் உயரத்தை h m என்க

$h = ut+\frac{1}{2}gt^2$ இங்கு u=o ஆகும்

$$\therefore\ h = 0 + \frac{1}{2} \times (-10) \times 9$$
$$= -45\ m$$

அதாவது உச்சியிலிருந்து தரை கிழ்முகமாக இருப்பதால் h ஆனது சய (-) பெறுமானமுடையதாக கணிப்பில் வருகின்றது.

எனவே தரையிலிருந்து உச்சியின் உயரம் 45 மீற்றர்.

$$v = u+gt$$
$$v = o+(-10)\times 3$$
$$= -30\ m/s$$

அதாவது வேகம் 30 m/s கீழ் முகமாக என்பது வெளிப்படை.

2 ஒரு பொருள் நிலைக்குத்தாக மேல்நோக்கி 190 m/s வேகத்துடன் எறியப் பட்டுள்ளது. (i) மேற்செல்லுவதற்கு எடுத்தநேரம் (ii) சென்ற உயரம் (iii) கீழ்நோக்கி எறிந்த புள்ளிக்குச் செல்லும் பொழுதுள்ள நேரம் (iv) எறிந்த புள்ளியை அடையும் பொழுது வேகத்தையும் காண்க. $g = 10\ m/s^2$

(i)
$$v = u+gt$$
$$v = 190+(-10) \times t$$
$$10t = 190$$
$$\therefore\ t = 19.0s$$

(ii) $h = ut+\frac{1}{2}gt^2$ (இங்கு h உயரம்)
$$= 190 \times 19+\frac{1}{2}(-10) \times 19^2$$
$$= 190 \times 19-5 \times 19^2$$
$$= 19(190-95)$$
$$= 19\times 95 = 1805\ m$$

(iii)
$$h = ut+\frac{1}{2}gt^2$$
$$-1805 = 0+\frac{1}{2}(-10) \times t^2$$
$$-1805 = -5t^2$$
$$t^2 = \frac{1805}{5} = 361$$
$$t = \sqrt{361} = 19s$$

(iv)
$$v = u+gt$$
$$= o+(-10) \times 19$$
$$= -190\ m/s$$

அதாவது v = 190 m/s கீழ்முகமாக

3 80 m உயரமான கட்டிடத்தின் உச்சியிலிருந்து இருபொருள் விழ விடப்படும் அதேநேரத்தில் இன்னு மொரு பொருள் அடியிலிருந்து 40 m/s வேகத்தில் மேல் நோக்கி நிலைக்குத்தாக எறியப்பட்டுள்ளது. அவை சந்திக்கும் பொழுது சென்ற நேரத்தைக் காண்க.

முதலாம்கல்

விழுந்தூரம் s_1 m என்க. $g = 10\ m/s^{-2}$

$$s_1 = 0 + \frac{1}{2}(-10)\times t^2$$

$$\therefore s_1 = 5t^2$$

$$s_2 = 40t - \frac{1}{2}\times 10\times t^2$$

$$= 40t - 5t^2$$

$$s_1 + s_2 = 40t - 5t^2 + 5t^2$$

$$80 = 40t$$

$$t = \frac{80}{40} = 2\ s$$

4 20 மீற்றர் உயரமுள்ள கோபுரத்தின் உச்சியிலிருந்து ஒரு துணிக்கை 30 m/s வேகத்தில் மேல்நோக்கி நிலைக்குத்தாக எறியப்பட்டது. (a)அதிகூடிய உயரத்தை அடைவதற்கும் (b) தரையை அடைய எடுக்கும் மொத்த நேரத்தையும் காண்க. $g = 10\ ms^{-2}$

அதிகூடிய உயரத்தை h மீற்றர் என்க.

$$v = u + gt$$

$$0 = 30 - 10\times t$$

$$\therefore t = 3 \text{ செக்}$$

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$-20 = 30t - 5t^2$$

$$5t^2 - 30t - 20 = 0$$

$$t^2 - 6t - 4 = 0$$

$$t = \frac{6 \pm \sqrt{36+16}}{2}$$

$$= \frac{6 \pm \sqrt{52}}{2} = \frac{6 \pm 7.2}{2}$$

$$= \frac{13.2}{2}\ s = 6.6s$$

5 நிலைக்குத்தாக ஏறும் பலூன் ஒன்றிலிருந்து 450 மீற்றர் உயரத்தில் ஒருபொருள் விழவிடப்பட்டுள்ளது. பொருள் தரையை 10 செக்கன்களில் அடையுமாயின் விழவிடப் பட்டபொழுது அதன் வேகத்தையும், விடப்பட்ட பின் அப்பொருள் எவ்வுயரத்துக்கு எழும் என்பதையும் காண்க $g = 10\ m/s^2$

பலூனிலிருந்து பொருள் விழவிடப்படும் பொழுதுள்ள வேகத்தை u m/s என்க. இதன் திசை மேல்நோக்கி நிலைக்குத்தாகச் செல்லும்.

பொருள் விழுந்த தூரம் = -450 மீற்றர் ஆகும்

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2 \text{ இல்}$$

$$-450 = u\times 10 + \frac{1}{2}(-10)\times 10^2$$

$$-450 = 10u - 5\times 10^2$$

$$-450 = 10u - 500$$

$$\therefore 10u = 50$$

$$\therefore u = 5\ m/s$$

∴ விழவிடப் படும் பொழுது பொருளின் வேகம் மேல் நோக்கி 5 m/s ஆகும்

விழவிட்ட பின் பொருள் எழும் தூரத்தை s மீற்றர் என்க.

$$v^2 = u^2 + 2gs \text{ இல்}$$

$$v = 0$$

$$\therefore 0 = 5^2 + 2\times(-10)\times s$$

$$= 25 - 20s$$

$$\therefore 20s = 25$$

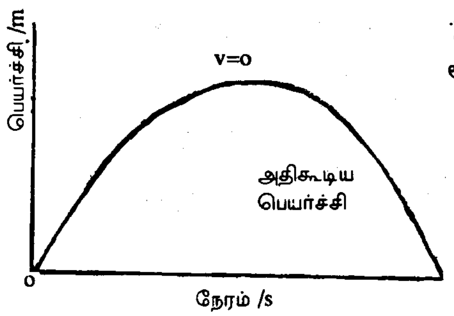
$$\therefore s = 1.25\ m$$

∴ பொருள் எழும் உயரம் 1.25 m

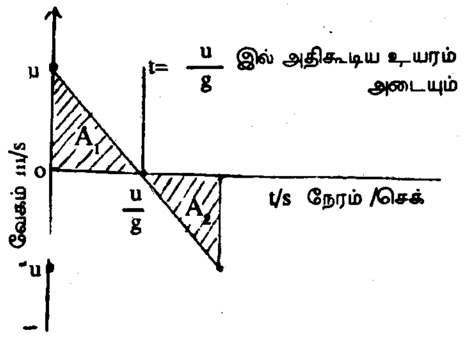
நிலைக்குத்தாக மேல் நோக்கி எறியப் படும் ஒரு பொருளின் பெயர்ச்சி – நேர வரைபும் வேக – நேர வரைபும்

1. பெயர்ச்சி – நேர வரைபு

2. வேக – நேர வரைபு



படம் 25



படம் 26

ஒரு பொருள் மேல்நோக்கி நிலைக் குத்தாக எறியப்பட்டு தரையை அடையும் வரைக்கான பெயர்ச்சி – நேர வரைபின் வடிவம் ஆகும். (படம் 25)

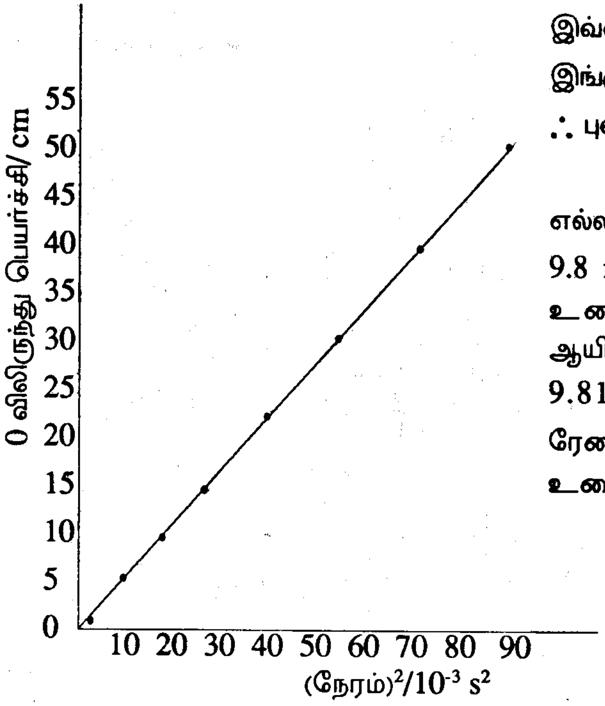
பொருள் தரையை அடையும் வரை சென்ற மொத்தத் தூரம் = A_1+A_2 அதாவது இரு பரப்புக்களின் கூட்டுத் தொகையின் எண் பருமனாகும் இதன் பெயர்ச்சி $=A_1-A_1=0$(படம் 26)

3 ஒரு பொருள் சுயாதீனமாக விழும் பொழுது பெயர்ச்சிக்கும் – (நேரம்)^2 க்குமுரிய வரைபு

இவ்வரைபின் சமன்பாடு $s = ut+ \frac{1}{2} g t^2$ இலிருந்து பெறப்படும்

$u = 0$ ஆனதால் $s = \frac{1}{2} gt^2$

ஆகவே s (பெயர்ச்சிக்கும்) – (நேரம்)^2 க்கும் ஒகுவரைபை அமைக்கும் பொழுது அது கீழ்க் காட்டிய வாறு அமையும்.



படம் 26(b)

வரைபின் சாய்வு வீதம் $= \frac{g}{2}$

எனவே புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் இவ்வாறும் பெறப்படும்

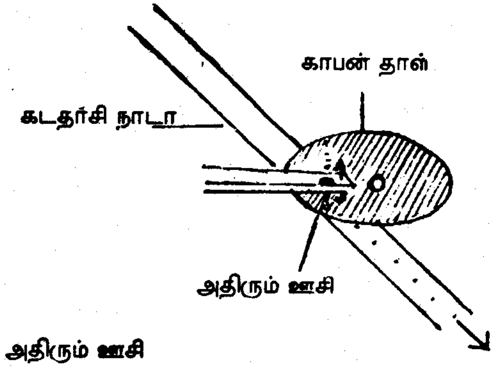
இங்கு சாய்வுவீதம் = 4.9 m/s^2

∴ புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல்

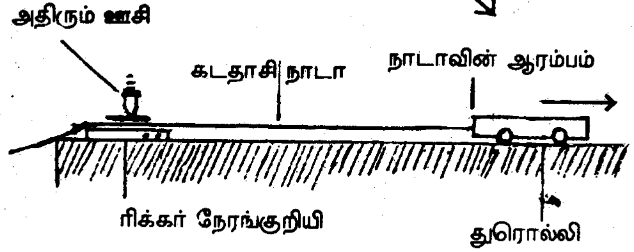
= 9.8 m/s^2 ஆகும்

எல்லா விழும் பொருள்களும் 9.8 m/s^2 மாறா ஆர் முடுகலை உடையவையாக இருக்கும். ஆயினும் இது வட முனைவில் 9.81 m/s^2 ஆகவும் மத்திய ரேகையில் 9.78 m/s^2 ஆகவும் உடையதாக காணப்படுகின்றது.

மின் அதிரி அல்லது ரிக்கர் நேரங்குறியி



படம் 27



படம் 28

இது ஒரு நேர் கோட்டில் இயங்கும் பொருளொன்று $\frac{1}{50}$ செக்கன் குறுகிய நேர இடையில் செல்லுந் தூரங்கள் தொடர்பான தரவுகளைக் குறித்துக் கொள்வதற்கு பயன் படுத்தப்படும் கருவியாகும். இது மின் மணியொன்றில் மணி அகற்றப்பட்ட தொகுதியைக் கொண்டுள்ளது. இதன் சுத்தியலின் கீழுள்ள ஒப்பமான தட்டில் ஓரங்குல அகலமுள்ள ஒரு நீண்ட கடதாசி நாடா வைக்கப் படுகின்றது (படம் 27) . இந்நாடாவின் மேல் ஒருவட்டக் காபன் தாள் நிலையாக இருக்கின்றது. இக் கருவி மின் அதிரி அல்லது ரிக்கர் நேரங்குறியி எனப்படும். அதிரியை மின் முதலுடன் இணைத்துத் தொழிற்படச்செய்யலாம். இது தொழிற்படும் பொழுது சுத்தியல் அதிர்கின்றது. சுத்தியல் அதிரும்பொழுது கடதாசி நாடா இழுக்கப்பட்டால் அதன்மேல் தொடராகக் குற்றுக்கள் பதியப்படும். இந் நாடா ரிக்கர் நாடா எனப்படும். அடுத்தடுத்திருக்கும் இரு குற்றுக்களுக்கிடையே யுள்ள தூரம் சுற்றியலின் ஓர் அதிர்வுகாலத்தில் சென்ற தூரமாகும். இத் தூரம் ரிக்கிடை எனவும், அதிர்வு காலம் "ரிக்" எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

ஒரு "ரிக்" நேர இடையைச் செக்கனிற் கணித்தல்

அதிரியின் சுத்தியல் அதிரும் பொழுது ரிக்கர் நாடாவை ஒரு நிறுத்தற் கடிகாரத்தை உபயோகித்து தெரிந்த நேர இடைகள் வரை இழுத்துச் செல்க. அந்த நேர இடைகளில் நாடாவில் பதியப்பட்ட குற்றுக்களின் ரிக்கிடைகளை எண்ணுக.

ரிக்கிடைகளின் எண்ணிக்கை $= x = 10$ எனக் கொள்க

இவை எடுத்த நேரம் $= t = 0{\cdot}2\ s$

x 'ரிக்குகளின்' நேரம் $= t = 0{\cdot}2\ s$

1 ரிக் எடுத்த நேரம $\doteq \frac{t}{x} = \frac{0{\cdot}2}{10} = 0{\cdot}02 = \frac{1}{50}\ s$

∴ அதிரியின் அதிர்வுகாலம் $= \frac{1}{50}$ s என்பது புலனாகும்.

குற்றுக்கள் பதியப்பட்ட நாடாக்கள் சில கீழ் காட்டப்பட்டுள்ளன.

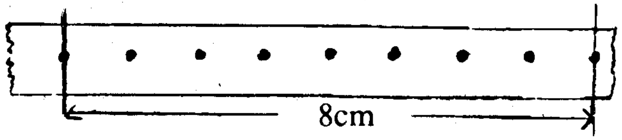
இந் நாடாவில் உள்ள குற்றுக்களிலிருந்து 8 இடைகள் இருப்பதைக் காணலாம்

8 இடைகளின் தூரம் = 8cm

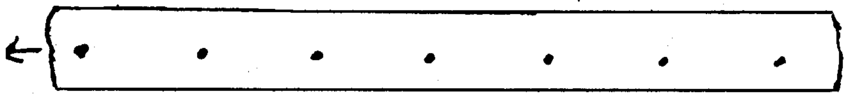
1நேர இடையின்காலம் = 0·02s

$$\therefore \text{வேகம்} = \frac{8\ cm}{8 \times 0{\cdot}02\ s} = \frac{8\ cm}{0{\cdot}16\ s} = \frac{800}{16} = 50\ cm/s$$

படம் 29

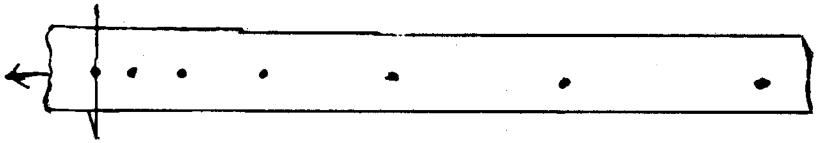


எனவே குற்றுக்கள் பதியப்பட்ட நாடாவிலிருந்து வேகத்தைத் துணிய முடிகின்றது. படம் 30 இல்நாடா சமதூர இடைகளைக் கொண்டிருப்பதால், இது மாறா வேகத்தையுடைய இயக்கம் என்பது தெளிவாகின்றது



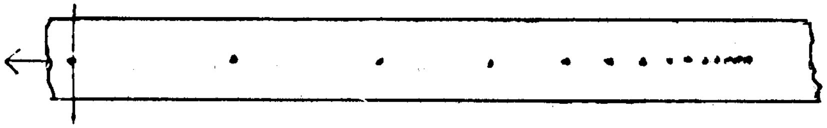
படம் 30

படம் 31 இல்நாடாவில் குற்றுக்களின் இடைகள் பெரிதாகிக் கொண்டு போகின்ற படியால் இது ஓர் ஆர்முடுகல் இயக்கத்தைக் குறிக்கும்



படம் 31

படம் 32 இந்நாடாவில் குறறுக்களின் இடைகள் குறுகிக்கொண்டு போவதால் இது ஓர் அமர்முடுகல் இயக்கத்தைக் குறிக்கும்.

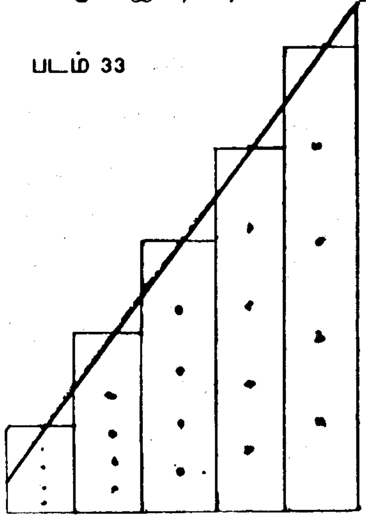


படம் 32

ஒய்விலிருந்து விழும் பொருளின் வேக- நேர வரைபும் ஆர்முடுகலும்

ஓர் உயரமானதும் ஒப்பமானதுமான மேசையின் ஓரத்தில் ஒரு ரிக்கர் நாடா நிலைக்குத்தாக இயங்கத்தக்கதாக ஓர் அதிரியை தாங்கி யொன்றிற் பொருத்தி நிறுத்துக. நாடாவின் ஒரு முனையில் பாரமான ஒரு பொருளைத் தொடுக்க. அதிரி அதிரும் பொழுது நாடாவை இழுத்துக் கொண்டு விழுமாறு பொருளை விழ விடுக. பொருள் நிலத்தை அடைந்த உடனே அதிரியை நிறுத்தி நாடாவை வெளியே எடுக்க. அதனை ஐந்து ரிக்கிடைகளைக் கொண்ட துண்டுகளாக வெட்டுக. இவற்றைப் படம33 இல் காட்டியவாறு ஒன்றனபின் ஒன்றாக அடுக்குக.

படம் 33



5ரிக் நேரத்தை ஓரலகு நேரமாகக் கொண்டால் நாடாத்துண்டுகளின் நீளங்கள் முறையே 1 ஆம், 2 ஆம், 3 ஆம், 4 ஆம், 5 ஆம், அலகு நேரங்களிற் சென்ற தூரங்களைக் குறிப்பவையாகும். எனவே இவை ஒவ்வொரு அலகு நேரத்திற் குமுரிய வேகத்தைக் குறிப்பவையாகும். எனவே இந் நாடாத்துண்டுகளின் அடுக்கு வேக - நேர வரைபாக அமைகின்றது. இத்துண்டுகளினது நடுப்புள்ளிகளை இணைத்தால் அவை ஒருநேர் கோட்டில் அமைவதைக் காணலாம். எனவே பொருள் சீரான ஆர்முடுகலுடன் விழுகின்றதென்பதை அறியமுடிகின்றது. இந் நேர் கோட்டின் சாய்வுவீதம் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலைத் தரும்.

இதனை வருமாறு கணிக்கலாம்

5 'ரிக்' கள் = t செக்கன் எனக் கொள்க

முதல் t செக்கனில் முதல் 5ரிக்களில் பொருள் சென்ற தூரம் = x cm ஆயின்

பொருளின் சராசரிவேகம் $= \frac{x}{t}\ cm/s$

இரண்டாம் t செக்கனில் சென்றதூரம் = y cm ஆயின்

இப்பொழுது பொருளின் சராசரி வேகம் $= \frac{y}{t}\ cm/s$

∴ 2ம் t செக்கனில் ஏற்பட்ட வேக அதிகரிப்பு $= \frac{x-y}{t}\ cm/s$

∴ 1 செக்கனில் ஏற்பட்ட வேக அதிகரிப்பு $= \frac{x-y}{t\ t} = \frac{x-y}{t^2}\ cm/s^2$

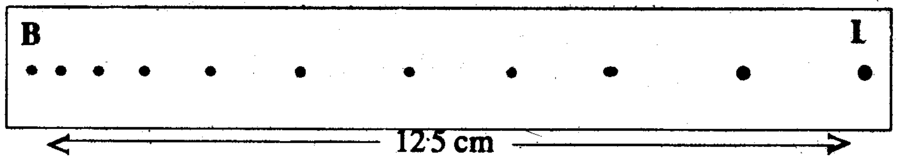
∴ பொருளின் ஆர்முடுகல் (g) $= \frac{x-y}{t^2}\ cm/s^2$ ஆகும்

M.K.S. இல் $= \frac{x-y}{100\ t^2}\ m/s^2$

எனவெ x,y,t ஆகிய வற்றின் பெறுமானங்கள் அளவுத்திட்டப்படி பிரயோகிக்கப்படின் g இன் பெறுமானம் அண்ணளவாக $10\ m/s^2$ ஆகும்.

ரிக்கர் நேரங்குறியியை உபயோகித்து நேர் கோட்டில் இயங்கும் ஒரு பொருளின் வேகத்தையும் ஆர் முடுகலையுந்துணிதல்.

①



படம் 34

அதிர்வு காலம் $\frac{1}{50}$ செக் ஐக் கொண்ட மின் அதிரியூடாக இழுத்துச் செல்லப்பட்ட ரிக்கர் நாடாவில் பதியப்பட்ட குற்றுக்களின் தொகுதியொன்றை படம் 34 காட்டுகின்றது. இங்கு நாடாவை இழுத்துச் சென்றவரின் சராசரி வேகத்தைத் துணிவதே பரிசோதனையின் நோக்கமாகும்.

நாடாவை இழுத்துச் சென்ற தூரம் = 10 ரிக்கிடைகள் = BL = 12·5 cm

1 ரிக்கிடைக்கூடாக இழுக்க எடுத்த நேரம் $= \frac{1}{50}$ s = 0·02 s

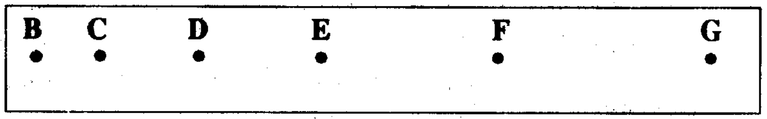
10 ரிக்கிடைகளுக் கூடாக இழுக்க எடுத்த நேரம் $= 10 \times \frac{1}{50} = 0{\cdot}2$ s

B L = 12·5 cm

∴ வேகம் $= \frac{12{\cdot}5\ cm}{0{\cdot}2\ s} = 62{\cdot}5$ cm/s

= 0·625 m/s

②ஆர் முடுகலைத் துணிதல்



படம் 35

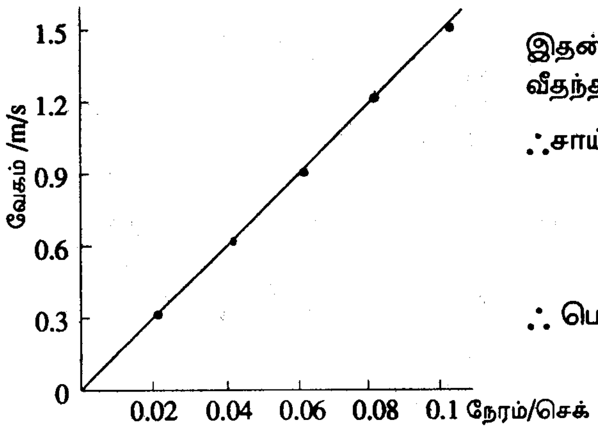
இங்கும் அதே அதிரி உபயோகிக்கப் படுகின்றது. ஆகவே அதிரியின் அதிர்வுகாலம் $\frac{1}{50}$ செக். படம் 35 மின் அதிரியூடாக இழுத்துச் செல்லப்பட்ட ரிக்கர் நாடாவில் பதியப்பட்ட குற்றுக்களின் தொகுதியைக் காட்டுகின்றது.

இங்கு நாடாவுடன் தொடுக்கப்பட்ட பொருளொன்றின் ஆர் முடுகலை த்துணிவதே பரிசோதனையின் நோக்கமாகும். ரிக்கிடைகளின் தூரங்கள் கீழே அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

ரிக்கிடைகள்	ரிக்கிடைத் தூரங்கள்
BC	0.6 cm = 0.006 m
CD	1.2 cm = 0.012 m
DE	1.8 cm = 0.018 m
EF	2.4 cm = 0.024 m
FG	3.0 cm = 0.030 m

பெயர்ச்சி /m	0.006	0.012	0.018	0.024	0.030
அதிர்வு காலம் /s	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
வேகம் $\doteq \frac{\text{பெயர்ச்சி}}{\text{அதிர்வுகாலம்}}$ /m/s	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
நேரம் / s	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1

இப்பேறுகளின் பிரகாரம் வேகத்துக்கும் - நேரத்துக்கும் வரைபொன்றை அமைத்தபொழுது அது படம் 36 இல் காட்டியது போல் அமைந்துள்ளது.



படம் 36

இதன் ஆர்முடுகல் வரைபின் சாய்வு வீதந்தால் தரப்படுகின்றது.

$$\therefore \text{சாய்வுவீதம்} = \frac{(1.2-0.3)\ m/s}{(0.08-0.02)\ s} = \frac{0.9\ m/s}{0.06\ s} = 15\ m/s^2$$

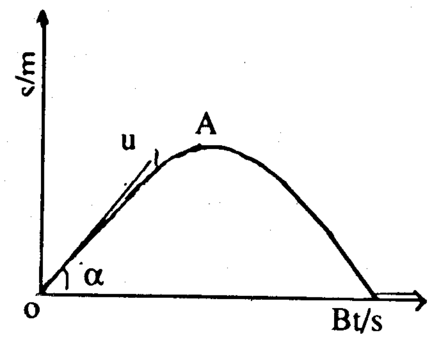
∴ பொருளின் ஆர்முடுகல $= 15\ m/s^2$

எறியங்கள்

ஒரு பொருள் u என்னும் வேகத்துடனும் α என்னும் கிடையுடன் ஆக்கும் கோணத்துடன் எறியப் படின் வேகமானது இரு கூறு களாகப் பிரிக்கப்படலாம்

(1) கிடைக்கூறு = u கோசை α

(2) நிலைக்குத்துக் கூறு = u சைன் α



படம் 37

வளித்தடை தவிர்க்கப்படின் கிடைக்கூறு புவியீர்ப்பினால் (g) பாதிக்கப்படாதிருப்பதனால் மாறாதிருக்கும். நிலைக்குத்துக்கூறு புவியீர்ப்பினால் (-g) பாதிக்கப்படும். எறியத்தினது இயக்கத்தினால் பல தகவல்களை உய்த்தறியலாம்.

(a) அதி உயர் உயரத்தை அடைய எடுக்கும் நேரம் :-

A ஐ அடையும் பொழுது எறியம் புவியீர்ப்பின் காரணத்தால் நிலைக்குத்து வேகம் பூச்சியத்தை அடையும்.

$O = u$ சைன் $\alpha + (-g)t$ ($\because v = u+at$, a இன் எண்பெறுமானம் g எனக்கொள்க)

$O = u$ சைன் $\alpha - gt$

$\therefore t = \frac{u \text{ சைன் } \alpha}{g}$

(b) அடையும் அதிகூடிய உயரம் :- இதை h என்க

$\therefore \quad O = u^2$சைன்$^2 \alpha + 2(-g)h \qquad (\because v^2 = u^2+2ah)$

$O = u^2$சைன்$^2 \alpha - 2gh$

$\therefore h = \frac{u^2\text{சைன்}^2 \alpha}{2g}$

(c) எறியப் பயணத்துக்கான நேரம்:- இங்கு பெயர்ச்சி பூச்சியம்.

$\therefore O = u$ சைன் $\alpha\, t + \frac{1}{2}(-g)t^2$

$\therefore t = \frac{2u\text{சைன் } \alpha}{g}$

இது அதிகூடிய உயரத்தை அடைய எடுக்கும் நேரத்தின் இரு மடங்காகும்

(d) கிடை வீச்சு :- மேற்கண்ட நேரம் t இனில் பொருளானது கிடையாக u கோசை α என்னும் வேகத்துடன் இயங்குகின்றது. ஆகவே கிடை வீச்சு

$OB = u$ கோசை $\alpha\, t$

$= u$ கோசை $\alpha \; \frac{2u \text{ சைன் } \alpha}{g}$

$= \frac{u^2\, 2 \text{ சைன் } \alpha \text{ கோசை } \alpha}{g}$

$= \frac{u^2 \text{ சைன் } 2\alpha}{g} \qquad (\because$ சைன்$2\alpha = 2$ சைன் α கோசை $\alpha)$

(e) அதிகூடிய கிடை வீச்சுக்கு α இன் பெறுமானம்:-

கிடைவீச்சு $\frac{u^2 \text{ சைன் } 2\alpha}{g}$ அதிகூடிய பெறுமானத்தை அடைவதற்கு சைன் $2\alpha = 1$ ஆக இருக்க வேண்டும். எனவே கிடைவீச்சு அதிகூடியதாக இருக்க வேண்டுமெமாயின் $\alpha = 45^0$ ஆக இருத்தல் வேண்டும்

$\therefore$ அதி உயர் கிடை வீச்சு $= \frac{u^2 \text{ சைன் } (2\times45^0)}{g}$

$= \frac{u^2 \text{ சைன் } 90^0}{g}$

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

உதாரணங்கள்

1. ஒரு கல் கிடையுடன் 30^0 ஆக்கும் கோணத்துடன் மேல் நோக்கி 24 m/s வேகத்தில் எறியப்படுகின்றது. வளித் தடையைப் புறக் கணித்து ஒரு செக்கனுக்குப பின் அதன் நிலையையும் வேகத்தையும் தரையலிருந்து அதிகூடிய உயரத்தையும் தரையை மீண்டும் அடைய எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க. $(g = 10 \text{ m/s}^2)$

(a) இங்கு நிலைக்குத்து வேகம் $v = 24$ சைன் $30^0 + (-10)\times 1$

$= 24 \times \frac{1}{2} - 10$

$= 12-10$

$\therefore$ நிலைக்குத்து வேகம் $v = 2$ m/s

கிடை வேகம் $= 24$கோசை, 30^0 இவ் வேகம் புவியீர்ப்பினால் பாதிக்கப்படாததனால் இது மாறாதிருக்கும் $= 12\sqrt{3}$ m/s

$\therefore$ ஒரு செக்கனுக்குப்பின் விளையுள் வேகம் $= \pm\sqrt{2^2 + (12\sqrt{3})^2}$

$= \pm\sqrt{4+432} = \pm\sqrt{436}$

$= 20.9$ m/s இங்கு சய விடை புறக்கணிக்கப் படும்

கிடையுடன் இதன் திசை = தான் $\theta = \frac{2}{12\sqrt{3}} = 0.0962 \quad 0 = 5^0 30'$

ஒரு செக்கனுக்குப் பின் கிடைத்தூரம் $= 12\sqrt{3} \times 1 = 20.8$ m

ஒரு செக்கனுக்குப் பின் நிலைக்குத்துத்தூரம் $h = 24$ சைன் $30^0\times 1 + \frac{1}{2}(-10)\times 1^2$

∴ 1 செக்கனுக்குப்பின் கல்லின் நிலையின் கிடைத்தூரம் = 20.8 m

1 செக்கனுககுப்பின் கல்லின் நிலையின் நிலைக்குத்துத்தூரம் = 7 m

(b) தரையிலிருந்து அதிகூடிய உயரம் h வருமாறு பெறப்படும்

$v^2 = u^2$ சைன்^{2} $\alpha + 2(g)h$

$0 = 12^2 + 2(-10)h$

$= 144 - 20h$

$\therefore 20h = 144$

$\therefore h = \frac{144}{20} = \frac{36}{5} = 7.2 \text{ m}$

அதிகூடிய உயரம் = 7.2 m

(c) தரையை மீண்டும் அடைய எடுக்கும் நேரம் 2t என்க

∴அதிகூடிய உயரத்தை அடைய

எடுக்கும் நேரம் t, $v = u + gt$

$o = 12 + (-10)t$

$u = 12 - 10t$

$10t = 12$

$t = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ s}$

$2t = 1.2 \times 2 = \underline{2.4 \text{ s}}$

2. ஒரு மேசையின் ஓரம் தரையிலிருந்து 2.5 m ஆகும். ஒரு பந்து மேசையின் ஓரத்திலிருந்து கிடைத்திசையில் 4 m/s ஆரம்ப வேகத்தில் எறியப்படுகின்றது. பந்து தரையை மோதும் பொழுது அது எடுத்த நேரத்தையும், அப்பொழுது அதன் நிலையையும் காண்க. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

நிலைக் குத்து இயக்கத்தைக் கருத்திற் கொள்க

நிலைக்குத்து ஆரம்ப வேகம = 0

நிலைக்குத்து ஆர் முடுகல் = -10 m/s^2

∴ நிலைக்குத்து பெயர்ச்சி = $s_y = -2.5$ m

மோதும் பொழுது எடுத்த நேரம் = t s

$\therefore s_y = 0 \times t + \frac{1}{2}(-10)t^2$

$-2.5 = -5t^2$

$\therefore t^2 = \frac{2.5}{5} = 0.5$

$\therefore t = \pm\sqrt{0.5}$

$= +\sqrt{0.5}$ S

∴ எடுத்த நேரம் = 0.71 s அண்ணளவாக

∴பெயர்ச்சி கிடையாக = 4 × 0.71

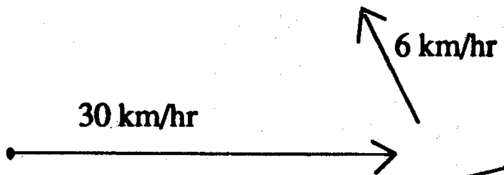
= 2.84 m

∴பொருளின் கிடைத்தூரம் = 2.84 m

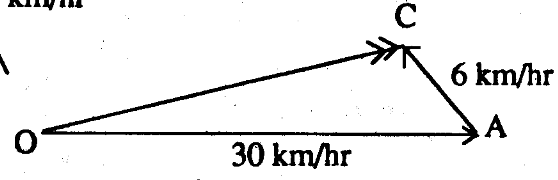
நிலைக்குத்துத் தூரம் = $\underline{2.5 \text{ m}}$

2.1.3 காவிகள்

காவிகளின் கூட்டல்



படம்38



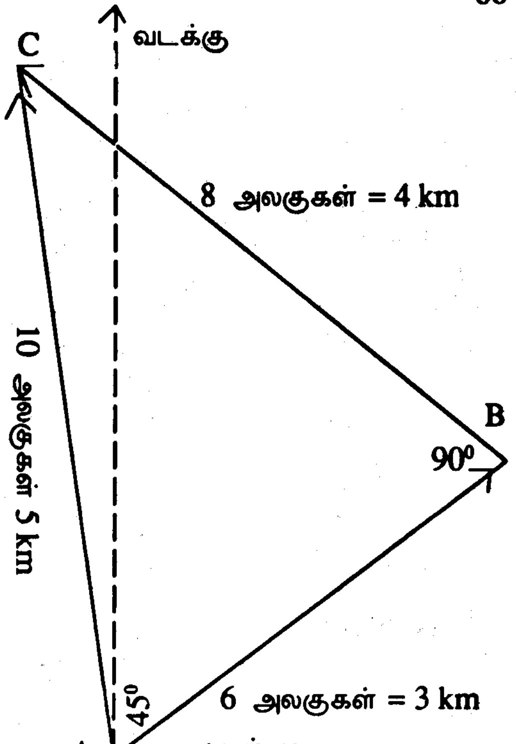
படம் 39

கிழக்கு நோக்கி 30 km/hr கதியில் செல்லும் கப்பலொன்றையும் அதன் தளத்தில் 6 km/hr கதியில் வடமேற்கு நோக்கி ஓடும் ஒரு பையனையும் கருத்திற் கொள்க (படம் 38). கடல் தொடர்பாக பையனின் வேகத்தைக் காண வேண்டின் வேகம் ஒரு காவியாதலினால், OA என்னும் நேர் கோட்டை கப்பலின் கதியையும் திசையையும் குறிக்குமுகமாக வரையவும். பின்பு A இலிருந்து AC ஐ பையனின் கதியையும் திசையையும் குறிக்குமுகமாக வரையவும். இப்பொழுது OC ஐக் இணைக்க (படம் 39). OC இரு வேகங்களி னதும் விளையுளை அல்லது கூட்டுத் தொகையைப் பருமனிலும் திசையிலும் தரும். ஏனெனில் ஒரு மணித்தியாலத்தில் கப்பல் சென்ற தூரம் OA உம், பையன் ஒரு மணித்தியாலத்தில் சென்ற தூரம் AC உம் சேர்ந்து கடல் தொடர்பாகப் பையன் O விலிருந்து C க்கு இயங்கியதற்கு சமனாகின்றது.

உதாரணம்

ஒரு மனிதன் A இலிருந்து வடகிழக்கு நோக்கி 3 km தூரம் ஒரு புள்ளி B ஐ அடையச் செல்கின்றான். பின்பு B இலிருந்து C ஐ அடைய வடமேற்கு நோக்கி 4 km செல்கின்றான். அவனது விளையுள் பெயர்ச்சி AC ஐ ஒரு காவி வரைப்படம் படம் 40 இல் காட்டிய வாறு அமைக்கலாம்.

அளவுத்திட்டம் 1 km = 2cm அல்லது 2 அலகுகள். முதற் கட்டம் :- 3 km ஆனது அளவுத்திட்டப்படி 6 cm நீளத்துக்கு வட 45^0 கிழக்கு நோக்கி வரையப்படுகின்றது. பின்பு B இலிருந்து வட 45^0 மேற்கு நோக்கி 8 cm நீளத்துக்கு C க்கு வரையப்ப டுகின்றது. இது 4 km ஐக்குறிக்கும். இறுதியாக AC ஐ இணைக்க.இது விளையுள்



படம் 40

பெயர்ச்சியைத் தருகின்றதாகும். AC இன் நீளம் 10 அலகுகள் ஆகும். அதாவது 5 km ஐக்குறிக்கும்.

சுருங்கக் கூறின் மனிதன் A இலிருந்து C க்கு நேரடியாக் த்தடையில்லாதிருந்தால் சென்றிருக்கலாம். பெயர்ச்சி AC ஆனது வட 8^0 மேற்கு நோக்கி 5 km தூரம் உடையதாகும். இது காவிக் கூட்டலுக்கு ஒரு விளக்கமாகும்.

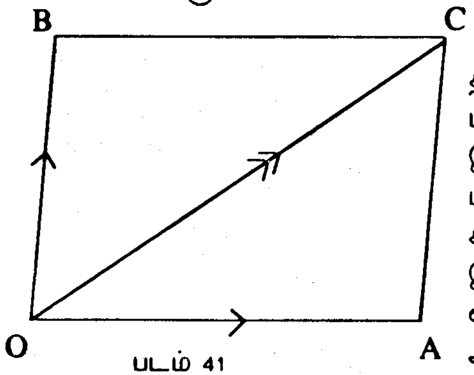
அதாவது $\overline{AB} + \overline{BC} = \overline{AC}$

ஒரு நேர் கோட்டில் ஒரே திசையில் இரு வேகங்கள் இருப்பின், அவற்றின் விளையுள் வேகம் சாதாரண எண்கணித கூட்டலால் செய்யலாம் அதேபோல் இவ்விரு வேகங்களும் எதிர்த்திசையில் இருப்பின் எண்கணித கழித்தலால் செய்யலாம்.

ஆனால் ஒரே நேர் கோட்டில் இல்லாத இரு வேகங்களின் விளையுள் வேக - இணைகர விதியின் படி செய்ய வேண்டுமாகும்.

வேக - இணைகரம்

ஒரு துணிக்கையில் ஒரே நேரத்தில் இரு வேகங்கள் திசையிலும் பருமனிலும் ஒருபுள்ளியிலிருந்து கீறப்படும் இணைகரம் ஒன்றின் அடுத்துள்ள இரு பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் அவற்றின் விளையுள் பருமனிலும் திசையிலும் அப்புள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் மூலைவிட்டத்தினால் பெறப்படும். இதனைப் படம் 29 விளக்கும்.



படம் 41

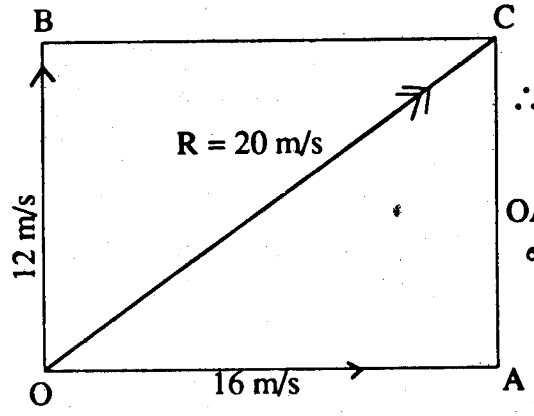
O என்னும் புள்ளியில் OA, OB என்னும் திசைகளில் இரு வேகங்கள் செயற்படுகின்றன. அவற்றின் பருமன்கள் OA இனதும் OB இனதும் நீளங்களினால் தரப்படுகின்றன. இவற்றின் விளையுளைக் காண்பதற்கு OACB என்னும் இணைகரத்தைப் பூர்த்தி செய்க. OC என்னும் மூலைவிட்டத்தை இணைக்க. அப்பொழுது OC திசையிலும் பருமனிலும்

விளையுளைத் தருகின்றதாகும். இத்தகைய சந்தர்ப்பங்களில் வரிப் படங்களைக் கீறி விளையுளைக் காண்பது இலகுவாகும்

உதாரணங்கள்: -

1 ஒரு புகையிரத வண்டியினுள் இருக்கும் ஒரு மனிதன் புகையிரத வண்டியின் நீளத்துக்குச் செங்குத்தாக 12 m/s வேகத்தில் அதன் தளத்தில் செல்கின்றான். அதே நெரத்தில் புகையிரதம் ஒரு நேர்கோட்டில் 16 m/s வேகத்தில் செல்கின்றது. மனிதனின் விளையுள் வேகத்தைக் காண்க.

(a) வரிப்பட முறையால்
அளவுத்திட்டம் :- 4 m/s = 2cm



படம் 42

(a) OC இன்நீளம் = 10 cm
ஆனால் 2 cm = 4 m/s
10 cm $= \frac{10}{2} \times 4$ m/s
= 20 m/s
$\therefore$ விளையுள் வேகம் = 20 m/s

(b) கணிப்பு முறையால்
OAC ஒரு செங்கோண முக்கோணம்
பைதகரசின் தேற்றப்படி

$OA^2 + AC^2 = OC^2$

$16^2 + 12^2 = OC^2 \quad (\because OB = AC)$

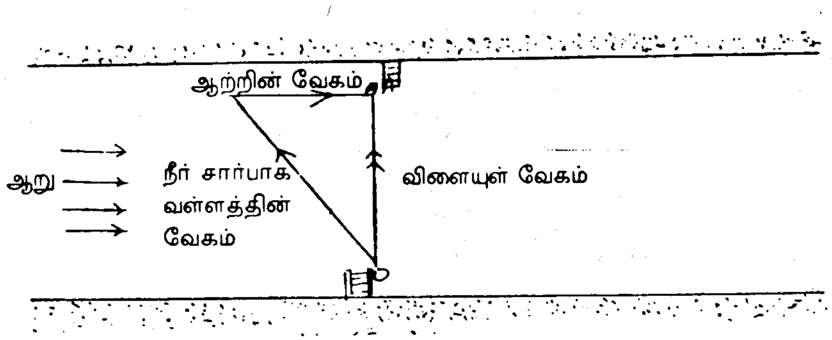
$OC^2 = 400$

$OC = 20$ m/s

$\therefore$ விளையுள் வேகம் = 20 m/s

படகோட்டியின் பிரச்சினை

ஒரு பாயும் ஆற்றில் ஒரு கரையோரப் புள்ளியிலிருந்து அதற்கெதிரேயுள்ள கரையோரப் புள்ளியை அடைதற்கு படகின் முகப்பை நோக்கச் செய்யும் திசையை அறியலாம் வருமாறு.



படம் 43

புள்ளி O விலிருந்து வள்ளம் ஆரம்பிக்கின்ற தெனக் கொள்க (படம் 42. அதற்கு இருவேகக்கூறுகள் இருக்கின்றன. (1) அதற்குரிய சொந்தவேகம் (2) ஆற்றின் வேகம். இவ்விரு கூறுகளும் சேர்ந்து வள்ளத்தை கரைக்குச் செங்குத்தாக OA என்னும் விளையுள் வேகத்துடன் கரையில் குறிப்பிட்ட எதிர்ப்புள்ளியை அடையும். இதனை வேக - இணைகரத்தை அல்லது வேக - முக்கோணியை பூர்த்தி செய்து பெறலாம்.

எடுத்துக்காட்டு :-

ஒரு படகோட்டி தளம்பா நீரில் ஒரு வள்ளத்தை 6 km/hr வேகத்தில் வலிக்கத்தக்கதாக இருக்கின்றான். அவன் 3 km அகலமுடையதும் கிழக்கு நோக்கி 2 km/hr வேகத்தில் பாய்கின்றதுமான ஒரு ஆற்றை வடக்கு நோக்கி கடக்க எண்ணுகின்றான். அளவுத்திட்டமுறையினாலோ அல்லது கணிப்பு முறையினாலோ.

(i) வள்ளத்தை எத்திசையில் வலிக்க வேண்டும்?

(ii) எதிர் ஓரத்திலுள்ள நேரடிப் புள்ளியை அடைய எடுக்கும் நேரம்

(iii) அவன் பிழையாக வடக்கு நோக்கி வலித்தானயின் அவன் செல்லும் இடத்துக்கும் உண்மையாக இறங்க வேண்டிய இடத்துக்கும் உள்ள தூரம் என்பவற்றைக் காண்க.

(i) வடக்கு θ மேற்குத்திசையில் வள்ளம் செல்கிறதெனக் கொள்க செங்கோண முக்கோணி OAC ஐக் கருத்திற் கொள்க. பைதகரஸ் தேற்றப்படி

$6^2 = R^2+2^2$

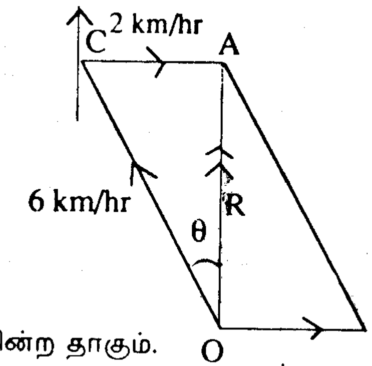
$R^2 = 6^2-2^2 = 36-4 = 32$

$R = \sqrt{32}$ km/hr

$= 5.66$ km/hr

∴தான் θ $= \frac{2}{5.66} = 0.3533$

∴ $\theta = 19^0$ அண்ணளவாக



படம் 44

∴வள்ளம் வடக்கு 19^0 மேற்கு நோக்கிச் செல்கின்ற தாகும்.

(ii) எதிர்ப்புள்ளியை அடைய எடுக்கும் நேரம் $= \frac{3 \text{ km}}{5.66 \text{ km/hr}}$

$= \frac{3}{5.66}$ hr

$= \frac{3}{5.66} \times 60 = 32$ mts

(iii) பிழையான திசையில் செல்லின் எடுக்கும் நேரம்

OA வழியே வேகம் = 6 km /hr (பிழையானதிசை)

∴ எடுக்கும் நேரம் $= \frac{3 \text{ km}}{6 \text{ km/hr}} = \frac{1}{2}$ hour

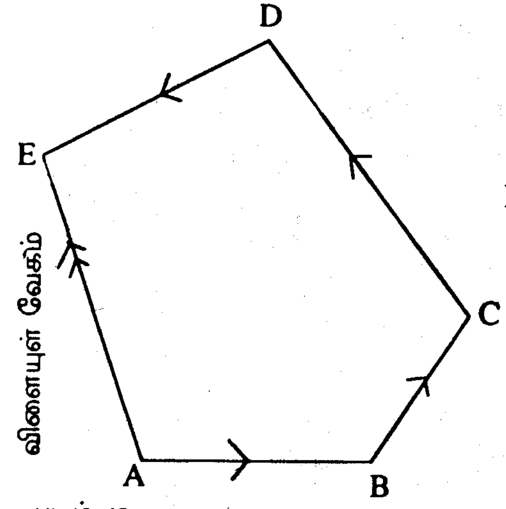
வள்ளத்தின் கிடைவேகம் = 2 km/hr

∴ இந்நேரத்தில் வள்ளம் செல்லும் தூரம் $= \frac{1}{2}$ hr × 2 km/hr

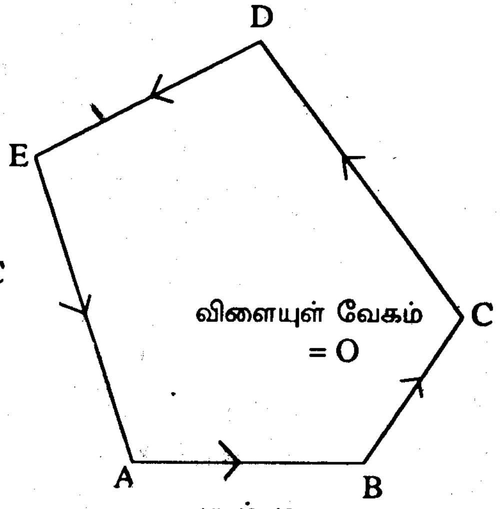
$= \underline{\underline{1 \text{ km}}}$

வேக - பல்கோணி :-

ஒரு துணிக்கை ஒரே நேரத்தில் பல சீரான வேகங்களையுடையதாயின் அவ்வேகங்கள் ஒழுங்காக எடுக்கப்பட்ட பல் கோணியின் பக்கங்களால் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படின், விளையுள் வேகம் திசையிலும் பருமனிலும் பல்கோணியை மூடும் பக்கத்தால் எதிர் போக்கில் தரப்படும் படம் 45. மேலும் ஒரே நேரத்தில் துணிக்கையொன்றில் செயற்படும பலசீரான வேகங்கள் ஒரு மூடிய பல் கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப் பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் விளையுள் வேகம் பூச்சியமாகும் படம் 46.

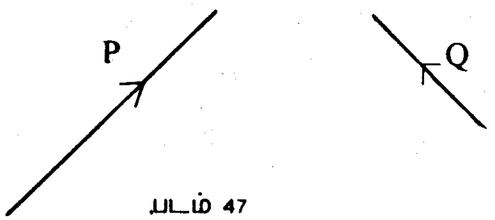


படம் 45

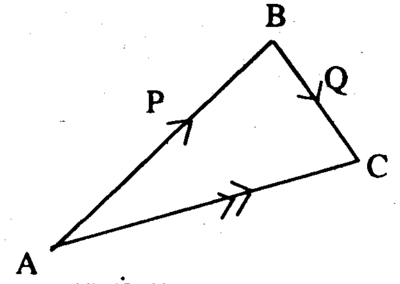


படம் 46

காவிகளின் கழித்தல்



படம் 47



படம் 48

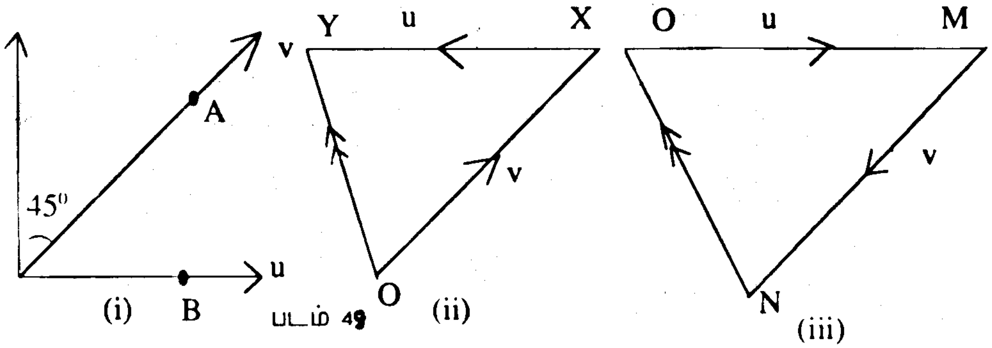
காவிக் கழித்தல் கருத்திற் கொள்ளப்படும் பொழுது அவை வருமாறு குறிக்கப்படும். அதாவது. $\vec{P} - \vec{Q}$. இங்கு அம்புகளானவை P யையும் Q வையும் காவிகளெனக் காட்டுகின்றன.

இது $\vec{P} - \vec{Q} = \vec{P} + (-\vec{Q})$ எனவும் எழுதப்படும்

$\vec{P}$, $\vec{Q}$ என்னும் காவிகளின் கழித்தல் $\vec{P}$ இனதும $(-\vec{Q})$ இனதும் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமனாகும். ஆகவே படம் 48 இல் ABஆனது $\vec{P}$ என்னும் காவியையும் BC ஆனது $-\vec{Q}$ என்னும் காவியையும் குறிப்பது போது மானதாகும். $\vec{P} + (-\vec{Q})$ = AC இனால் குறிக்கும் காவியாகும் $= \vec{P} - \vec{Q}$

தொடர்பு வேகம்

X என்னும் காரானது 45 km/hr வேகத்தில் செல்லும் Y என்னும் காரின் திசையில் 30 km/hr வேகத்தில் செல்லின், X தொடர்பாக Y இன் வேகம் = (45-30) km/hr ஆகும். அதேபோல் இவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் செல்லின் X தொடர்பாக Y இன் வேகம் = 45-(-30) = 75 km/hr ஆகும். இவை ஒரே நேர் கோட்டில் செல்பவையாகும். இனி இரு வெவ்வேறு திசைகளில் செல்லும் கார்களைக் கருத்திற் கொள்க.



படம் 49

இப்பொழுது, வடக்குக்கு 45^0 கிழக்குத் திசையின் வழியேயுள்ள தெருவில் v வேகத்தில் செல்லும் A என்னும் காரையும் கிழக்குத் திசையின் வழியேயுள்ள தெருவில் u வேகத்தில் செல்லும் B என்னும் காரையும் கருத்திற் கொள்க (படம் 49 (i)) இங்கு தொடர்பு வேகத்தைக் காண்பதற்கு முன்போல் கழிக்க இயலாது. எனவே காவிக் கழித்தல் முறையை இங்கு கையாள வேண்டும்.

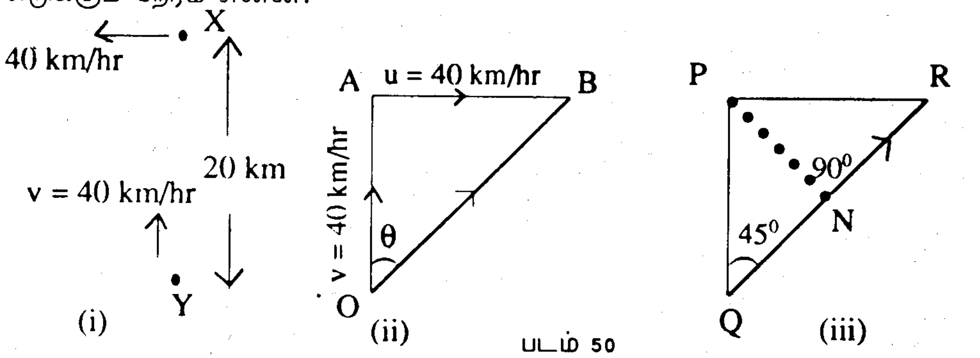
B தொடர்பாக A இன் வேகம் $= \vec{v} - \vec{u} = \vec{v} + (-\vec{u})$

எனவே படம் 49 (ii) இல் காட்டியவாறு A இன் வேகத்தைப் பருமனிலும் திசையிலும் OX இனால் குறிக்க. B கிழக்கு நோக்கிச் செல்வதால் XY என்னும் வேகம் எண்ணளவில் u க்குச்சமனாசவும் மேற்குத் திசையையும் கொண்டுள்ளதால் $(-\vec{u})$ என்னும் காவியைக் குறிக்கும். OX இனதும் XY இனதும் காவிக் சுட்டுத் தொகை OY ஆகும் ஆகவே இது பருமனிலும் திசையிலும் B தொடர்பாக A இன் வேகத்தைத் தரும். இதனை வரிப்படமொன்றை வேகங்களை குறிப்பது மூலம் கீறுவதால் பெறலாம்.

A தொடர்பாக B இன் வேகத்தையும் படம் 49 (iii) இல் காட்டியது போல் காவிகளைக் கீறுவது மூலம் பெறலாம். இங்கு OM ஆனது B இன் வேகத்தையும் MN ஆனது $(-\vec{V})$ ஐயும் குறிக்கும். OM இனதும் MN இனதும் காவிக் கூட்டுத் தொகை ON ஆனது A தொடர்பாக B இன் வேகத்தைத் தரும்.

உதாரணங்கள்

தெற்கிலிருந்து வடக்கு நோக்கிச் செல்லும் கோட்டில் 20 km க்களுக் கப்பால் இரு கப்பல்கள் உள. வடக்கேயுள்ள கப்பல மேற்கு நோக்கி 40 km/hr வேகத்தில் செல்கின்றது. மற்றது வடக்கு நோக்கி 40 km/hr வேகத்தில் செல்கின்றது. அவற்றின் மிக நெருங்கிய அணுகையின் தூரம் என்ன? அதனை அடைய எடுக்கும் நேரம் என்ன?



படம் 50

இரு கப்பல்களையும் X, Y எனக.

X தொடர்பாக Y இன் வேகம் $= \vec{40} + (-\vec{40})$

எனவே படம் 50 (ii) இல் OA ஐ40 ஐக் குறிக்கவும் AB ஐ $(-\vec{40})$ குறிக்கவும் கீறுக. அப்பொழுது OB, Y இன் தொடர்பு வேகமாகும். OAB ஒரு செங்கோண முக்கோணி

$\therefore$ OB $= \sqrt{OA^2+AB^2} = \sqrt{40^2+40^2} = 56.56$

தான் $\theta = \dfrac{AB}{AO} = \dfrac{40}{40} = 1 \quad \therefore \quad \theta = 45^0$

எனவே கப்பல் Y ஆனது படம் 50 (iii) இல் காட்டியவாறு QR திசையின் வழியே X தொடர்பாகச் செல்லும்

இங்கு QP = 20 km

$\therefore \angle PQR = 45^0$

செங்கோண முக்கோணி PNQ இல்

$$\text{சைன் } 45^0 = \frac{PN}{PQ} = \frac{PN}{20}$$

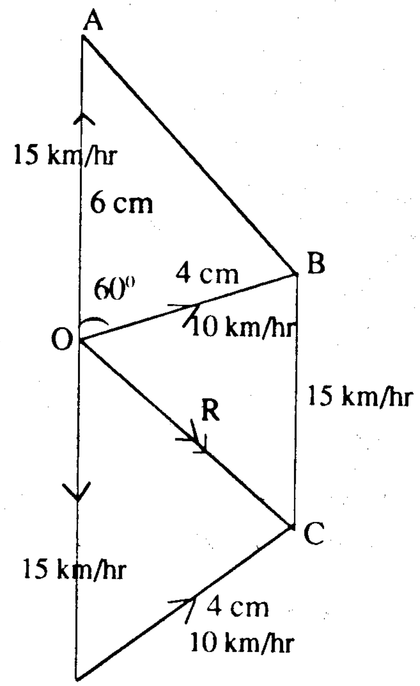
$$\therefore PN = 20 \times \text{சைன் } 45^0 = 20 \frac{1}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2} \text{ km}$$

$$\therefore \text{அணுக எடுத்த நேரம்} = \frac{QN}{56.56} = \frac{20 \text{ கோசை } 45^0}{56.56}$$

$$= \frac{10\sqrt{2}}{56.56} = \frac{1}{4} \text{ hr}$$

2. A, Bஎன்னும் இருகப்பல்கள் P என்னும் துறையிலிருந்து ஒரே நேரத்தில் வெளிக்கிடுகின்றன. கப்பல் A வடக்கு நோக்கி 15 km/hr மாறாக் கதியிலும் கப்பல் B வடக்கு கிழக்கு 60^0நோக்கி 10 km/hr மாறாக கதியிலும் செல்கின்றன. ஒரு மணித்தியாலத்துக்குப்பின் A இலிருந்து B க்குள்ள தூரத்தையும் திசையையும் காண்க. அத்துடன் A தொடர்பாக B இன் வேகத்தையும் காண்க. ஒரு மணித்தியாலத்துக்கிப்பின் A, B இன் நிலைகள் படம் 51 காட்டப்பட்டுள்ளன

அளவுத்திட்டம் :- 5 km/hr = 2 cm



படம் 51

OA = 6 cm, OB = 4 cm, AOB = 60^0 என்னும் அளவுகளைக் கொண்டு Δ AOB வரையப்பட்டது.

AB = 5.332 cm.

$$\therefore \text{அளவுத்திட்டத்தின்படி} = \frac{5.332}{2} \times 5 \text{ km}$$

$$= 2.666 \times 5$$

$$= 13.330 \text{ km}$$

∴ AB இன் தூரம் = 13.33 km

திசை தெற்கு 40^0 54' கிழக்கு.

A சார்பாக B இன் தொடர்பு வேகம் காண்பதற்கு

OBCD என்னும் இணைகரம் பூர்த்தி செய்யப்பட்டு மூலை விட்டம் OC அளக்கப்படும

OC = 5.332 cm

$$\therefore 5.332 \text{ cm} = \frac{5.332}{2} \times 5 \text{ km/hr}$$

$$= 2.666 \times 5$$

A தொடர்பாக B இன்வேகம் = 13.33 km/hr

நிலையியல்

2.1.3 விசைகளின் சேர்க்கை, விசைத்துணிப்பு

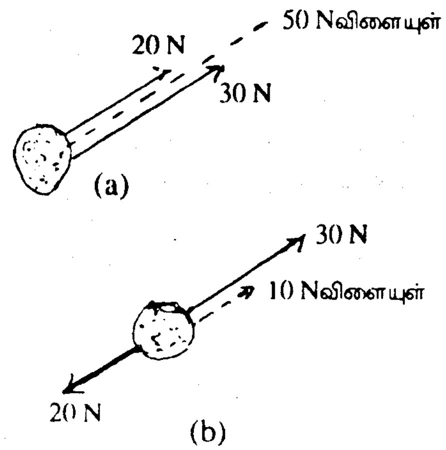
விசை

ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது நேர் கோட்டில் அதன் சீரான இயக்கத்தை மாற்றும் அல்லது மாற்றமுயலும் எதுவும் விசையெனப்படும். விசை பருமன், திசை, பிரயோகப் புள்ளி கொண்டுள்ள ஒரு காவியாகும். ஆகவே ஒரு புள்ளியிலிருந்து ஒரு குறித்த நீளம் அளவுத்திட்டப்படி ஒரு குறித்த திசையில் வரையப் படும் நேர்கோடு விசை என்னும் காவியை விளக்கத்தக்கதாக அமையும்.

விசைகளின் சேர்கைகை

ஒரு புள்ளியில் பல விசைகள் செயற்படும் பொழுது அவற்றை கூட்ட முற்படும் பொழுது.அது சாதாரண எண்கணிதக் கூட்டல் போன்றல்லாதிருக்கலாம்.

இரு விசைகளின் விளையுள்

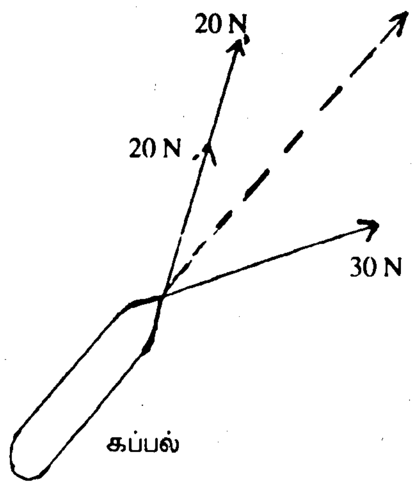


படம் 52

படம் 52(a) இல் ஒரு பொருள் 30 N, 20N என்னும் இரு விசைகளினால் இழுக்கப் படுகின்றது. இரு விசைகளும் ஒரே பிரயோகப் புள்ளியையும் திசையையும் உடையனவாகும். இவை இரண்டும் 50N பருமனுடைய ஒரு தனிவிசைக்குச் சமனாகும். எனவே இவ்விரு விசைகளின் விளைவுக்கு சமனான அத்தனிவிசை விளையுள் எனப்படும்.

படம் 52 (b) இல் காட்டியவாறு அவ்விரு விசைகளும் ஒன்றுக் கொன்று எதிராக ஒரே நேர்கோட்டில் ஒரு பிரயோகப் புள்ளியில் செயறபடின் அவற்றின் விளையுள் 10 N, பெரிய விசையினது திசையின் வழியே யிருக்கும்.

ஆனால் மேற்கூறிய இவ்விரு விசைகள் ஒரு நேர் கோட்டில் செயறபடாது,



(a)

படம் 53

வெவ்வேறு திசைகளில் ஒரு கோணத்தை உள்ளடக்கியதாக ஒரு புள்ளியில் படம் 53 (a) இல் காட்டிய வாறு செயற்படும்பொழுது, அவற்றின் சேர்க்கை இணைகர விதியின் படி கூட்டப் படும் படம் 53 (b).

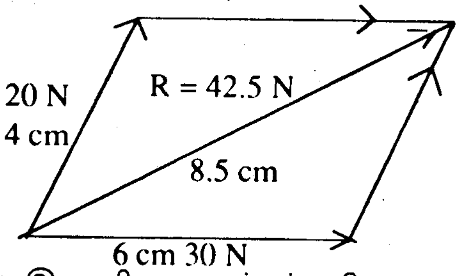
அளவுத்திட்டம் 1 cm = 5 N

மேற்கூறிய அளவுத்திட்டத்தின்படி ஓர் இணைகரம் படம் 53 b இல் காட்டிய வாறு வரையப்பட்டு அதன் மூலைவிட்டம் அளக்கப்பட்டது. அதன் நீளம் 8.5 cm ஆகக் காணப்பட்டது.

∴ எனவே இந்நீளம் குறிக்கும் விசை

$$= \frac{8.5}{01} \times 5\ N = 42.5\ N$$

∴ விளையுள் = 42.5 N

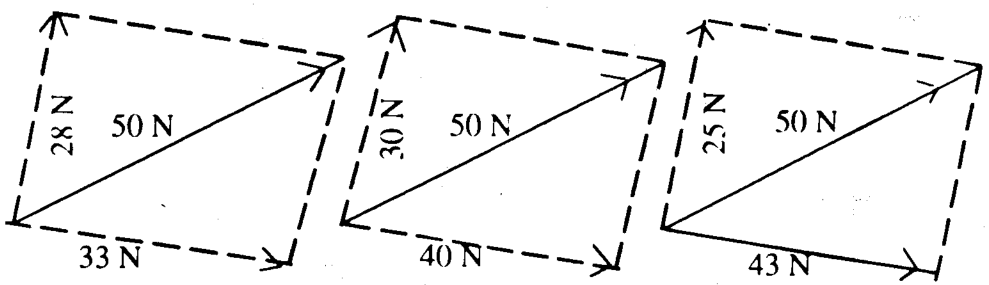


படம் 53 (b)

விசையின் கூறுகள்

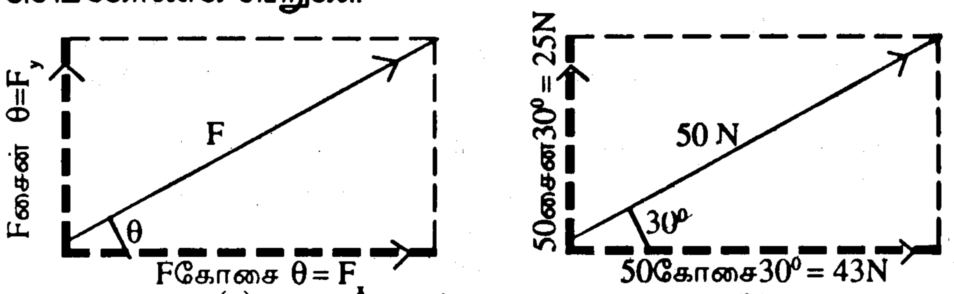
ஒரு புள்ளியில் செயற்படும இரு விசைகளுக்குப் பதிலாக ஒரு விளையுள் உண்டு என்பதைப் போல், ஒரு தனி விசையையும் அதே விளைவை ஏற்படுத்த வல்ல இரு விசைகளாகத் துணியலாம். இவை ஒரு தனிவிசையின் துணித்தவிசைகள் அல்லது கூறுகள் எனப்படும்.

ஒரு 50 N விசைக்கு உரிய பிரித்த கூறுகள் சில, படம் 54 இல் காட்டப் பட்டுள்ளன.



படம் 54

செங்கோணக் கூறுகள்



(a) படம் 55 (b)

படம் 55(a) இல் காட்டப்பட்டுள்ள விசை F ஆனது F கோசை θ என்னும் கிடைக்கூறாகவும் F சைன் θ என்னும் நிலைக்குத்துக் கூறாகவும் பிரிக்கப் பட்டுள்ளது.

இக்கூறு களை F_x, F_y எனக் குறிப்பின்

F_x = F கோசை θ

இவ்வாறு F_y = F சைன் θ

மேலும் தான் θ $= \frac{F_y}{F_x}$

படம் 55(b) ஐ நோக்குக. 50 N விசையின் செங்கோணச் கூறுகளாவன வருமாறு காணப்படும்.

F_x = 50 கோசை 30^0 $= 50 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 43$ N

F_y = 50 சைன் 30^0 $= 50 \times \frac{1}{2} = 25$ N

இவை 50 N என்னும் விசையின் பிரித்த கூறுகளாகும்.

உதாரணம் :-

ஒரு 12 N விசையும் 5 N விசையும் ஒரு புள்ளியில் பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளன.

(a) இவ்விரு விசைகளும் உண்டாக்கத்தக்க அதி உயர் விளையுள் என்ன?

(b) இவ்விரு விசைகளும் உண்டாக்கத்தக்க அதிதாழ் விளையுள் என்ன?

(c) இவ்விரு விசைகளும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகச் செயற்படின் அளவுத்திட்டத்தாலோ அல்லது வேறு எந்த முறையாலோ விளையுளைக் கணிக்க.

(a) அதிஉயர் விளையுள் ஒத்த திசையில் ஒரு நேர் கோட்டில் செயற்படும் பொழுது பெறப்படும்.

∴ R = 12N+5N = 17 N

(b) அதி தாழ் விளையுள் எதிர்த்திசையில் ஒரு நேர்கோட்டில் செயற்படும் பொழுது பெறப்படும்.

∴ $R = 12N - 5N = 7N$ பெரிய விசையின் திசையின் வழியே.

(c) அளவுத்திடடப்படி செய்தல்:- 1 cm = 2 N எனக் கொள்க

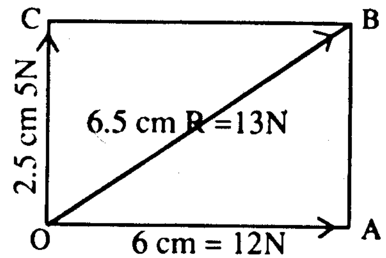
அளவுத்திட்டப்படி OABC கீறப்பட்டுள்ளது

OA = 6 cm, OC = 2.5 cm

விளையுளைக் குறிக்கும் மூலை விட்டம்

OB இன் நீளம் = 6.5 cm

∴ $R = 6.5 \times 2 = 13$ N



படம் 56

கணிப்பின் படி OAB ஒரு செங்கோண முக்கோணி

∴ $R^2 = 12^2 + 5^2$ (பைதகரஸ் தேற்றப்படி)

$= 144 + 25 = 169$

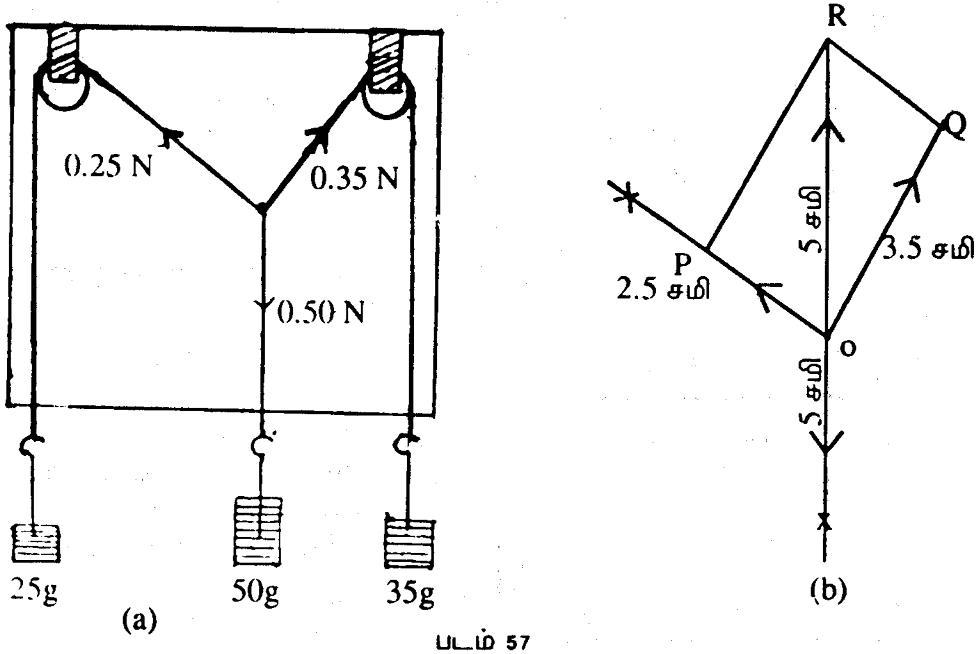
∴ $R = \pm\sqrt{169} = 13N$

ஒரு புள்ளியில் வெவ்வேறு திசைகளில் செயற்படும் இரு விசைகளின் விளையுள் காண்பதற்குரிய பரிசோதனை

பரிசோதனை செய்வதற்கு வசதியாக பெரிய விசைகளை அவற்றின் உண்மைப் பருமனின் $\frac{1}{1000}$ மடங்காகக் குறைத்து செய்வது நன்று. உதாரணமாக $g = 10 m/s^2$ எனக் கொண்டு நிறைகள் 0.025kg, 0.035kg, 0.050 kg ஆகியவற்றின் விசைகள் முறையே 0.25N, 0.35N, 0.50N ஆகும். இதன் பிரகாரம் பரிசோதனை செய்வதற்கு வேண்டிய உபகரணங்களாகிய நிறைகள், விசை இணைகர உபகரணம் கொண்ட வரைபலகை, கப்பிகள், மற்றும் தேவையானநூல் போன்றவை உபயோகிக்கப் படும்.

படம் 57 இல் காட்டிய வாறு மேற்கூறிய விசைளாகிய 0.25N, 0.35N, 0.50N ஆகியவற்றிற்கு சமானமாகவும் பரிசோதனை வசதிக்காகவும் 25g, 35g, 50g நிறைகள் உபயோகித்து பரிசோதனை வருமாறு செய்யப்படும். இங்கு 1 cm = 10g = 0.1N என்பதற்கிணங்க அளவுத்திட்டம் எடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வரைதாள் பொருத்தப்பட்ட வரைபலகை நிலைக்குத்தாக ஒழுங்கு செய்யப் பட்டுள்ளது. இது இலகுவாகச் சுழலத்தக்க இரு ஒப்பமான கப்பிகள் மீது ஒரு



படம் 57

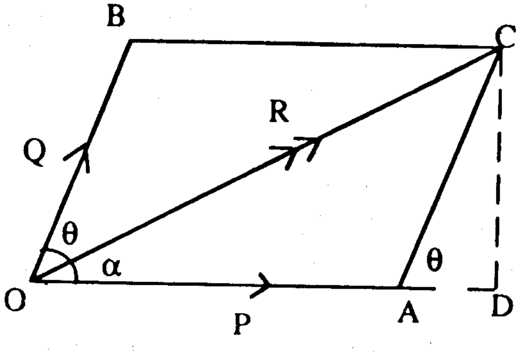
முனையில் 25 கிராம் நிறையும் மறு முனையில் 35 கிராம் நிறையும் காவுகின்ற ஓர் இலேசான இழை செல்கின்றது. 50 கிராம் நிறை காவுகின்ற இன்னுமொரு இழை O வில் கட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு தொங்கும் இழைகள் ஒரு சமநிலையை அடையும். அப்பொழுது இழைகளின் சுவடுகள் அல்லது நிழல் களின் வழியே நியாயமான தூரங்களில் குறுக்குகள் இடப்படும். பின்பு வரைதாள் பலகையில் இருந்து அகற்றப்பட்டு குறுக்குகள் ஒரு கூரிய பென்சிலால் இணைக்கப்படும். இதற்கென தயார் செய்யப்பட்ட அளவுத்திட்டப்படி விசைகளின் திசைகளும் பருமன்களும் கொண்ட ஒரு காவி வரிப்படம் படம் 57 b இல் காட்டியவாறு அமைக்கப்படும். இணைகரம் OPRQ பூர்த்தி செய்யப் பட்டு மூலை விட்டம் OR அளக்கப்படும். அதன் நீளம் அளவுத்திட்டத்தின்படி பெற்ற விசையின் பருமனைத் தரும். இவ்விசை ஆனது OP, OQ என்னும் விசைகளின் விளையுளாகும். இதன் பருமன் O விலிருந்து தொங்க விடப்பட்ட விசைக்குச் சமனாகவும் எதிராகவும் அத்துடன் வரிப்படம் 57 b இலிருந்து அறிய முடிகின்றது. ஆகவே இப்பரிசோதனை மூலம் இரு விசைகளின் விளையுள் துணியப்படுகின்றது. இபபரிசோதனையை மீண்டும் மீண்டும் வெவ்வேறு பருமன் களுடைய விசைகளுக்குச் செய்து அவ்வவைக்குரிய விளையுள்களைக் காணலாம்.

மேலும் இப் பரிசோதனை விசை இணைகர விதியை வாய்ப்புப் பார்க்கிற தாகவும் அமைகின்றது.

விசை இணைகரவிதி

ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் இரு விசைகள் பருமனிலும் திசையிலும் ஓர் இணைகரத்தின் இரு அண்டைப் பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் அப்புள்ளிக் கூடாகச் செல்லும் அவ்விணைகரத்தின் மூலைவிட்டம் அவ்விரண்டு விசைகளின் விளையுளைப் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கும்.

இவ்விளையுளுக்கு மேல்விதியின்படி கணிப்பினால் ஒரு கோவையை வருமாறு பெறலாம்.



படம் 58

P, Q என்பன புள்ளி O வில் தொழிற்படும் விசைகளாகும் $\angle AOB = \theta$. C இலிருந்து நீட்டப்பட்ட OA இற்கு ஒரு செங்குத்து CD கீறப்பட்டுள்ளது. இப்பொழுது செங்கோண Δ ODC இல்

$$OC^2 = OD^2+DC^2$$
$$= (OA+AD)^2 + DC^2$$
$$= OA^2+AD^2+2OA.\ AD+DC^2$$
$$= OA^2+2OA.\ AD + AC^2$$

ஆனால AC = OB, AD = ACகோசை θ = OBகோசை θ

$$\therefore OC^2 = OA^2+2OA.\ OB \text{ கோசை } \theta + OB^2$$
$$R^2 = P^2+2PQ \text{ கோசை } \theta + Q^2$$
$$= P^2 + Q^2 + 2PQ \text{ கோசை } \theta$$
$$\therefore R = \sqrt{P^2+Q^2+2PQ\text{கோசை } \theta}$$

$$\text{அத்துடன் தான் } \alpha = \frac{CD}{OD} = \frac{CD}{OA+AD} = \frac{AC \text{ சைன் } \theta}{OA+AC \text{ கோசை } \theta}$$

$$\therefore \text{தான் } \alpha = \frac{Q \text{ சைன் } \theta}{P+Q \text{ கோசை } \theta}$$

அதாவது விளையுள் R கிடையுடன் ஆக்கும் கோணம் α ஆனது

$$\text{தான் } \alpha = \frac{Q \text{ சைன் } \theta}{P+Q \text{ கோசை } \theta}$$ என்னும் சமன்பாடு

விளையுளின் திசையைத் தரும்.

(a) P, Q ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயின்

$$R = \sqrt{P^2+Q^2+PQ \text{ கோசை } 90^0}$$
$$= \sqrt{P^2+Q^2} \qquad (\because \text{கோசை } 90^0 = 0)$$

(a) P = Q ஆயின்

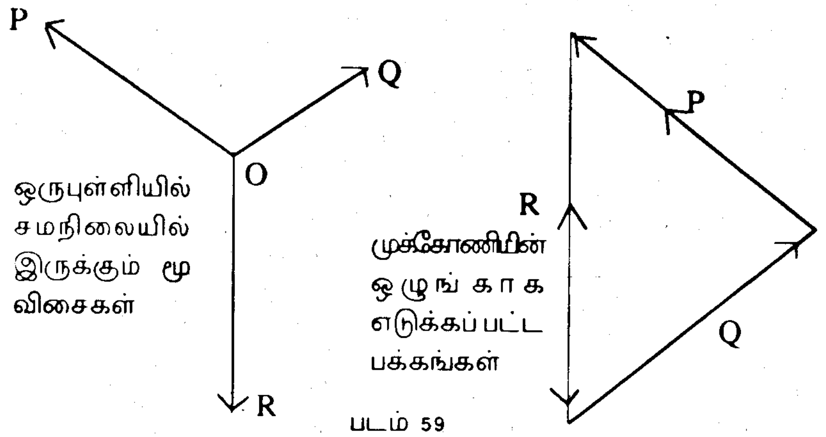
$$R = \sqrt{P^2+Q^2+2PQ\text{கோசை } \theta}$$
$$= \sqrt{P^2+P^2+2P^2 \text{ கோசை } \theta}$$
$$= \sqrt{2P^2+2P^2 \text{ கோசை } \theta}$$
$$= \sqrt{2P^2(1+\text{கோசை } \theta)}$$
$$= \sqrt{2P^2\left(1+2\text{கோசை}^2\frac{\theta}{2}-1\right)}$$
$$= \sqrt{4P^2 \text{ கோசை}^2\frac{\theta}{2}}$$
$$\therefore R = 2P \text{ கோசை } \frac{\theta}{2}$$

விசை முக்கோணி :-

ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் பருமனிலும் திசையிலும் ஒரு முக்கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப்பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படின், அவ் விசைகள் சமநிலையில் இருக்கும்.

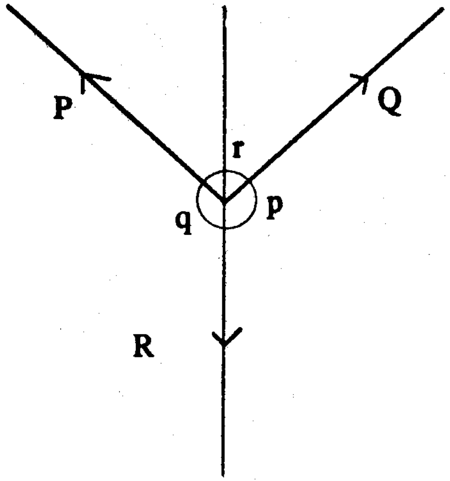
மறுதலை : ஒரு புள்ளயில் தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் சமநிலையில் இருப்பின் அவை ஒரு முக்கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப்பபட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படும்

குறிப்பு :- இங்கு "ஒழுங்காக எடுக்கப் பட்ட பக்கங்கள்" என்பதன் கருத்து யாதெனில் வலஞ் சுழியாகவோ அல்லது இடஞ்சுழியாகவோ பக்கங்கள் இருப்பதைக் குறிக்கின்றது. மேற் கூறிய வற்றை வரிப்படத்தில் வருமாறு விளக்கலாம்.



படம் 59

லாமியின் தேற்றம்



ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் சமநிலையில் இருப்பின் ஒவ்வொரு விசையும் மற்ற இரு விசைகளுக்குமிடையே இருக்கும் கோணத்தின் சைனுக்கு விகித சமமாகும்.

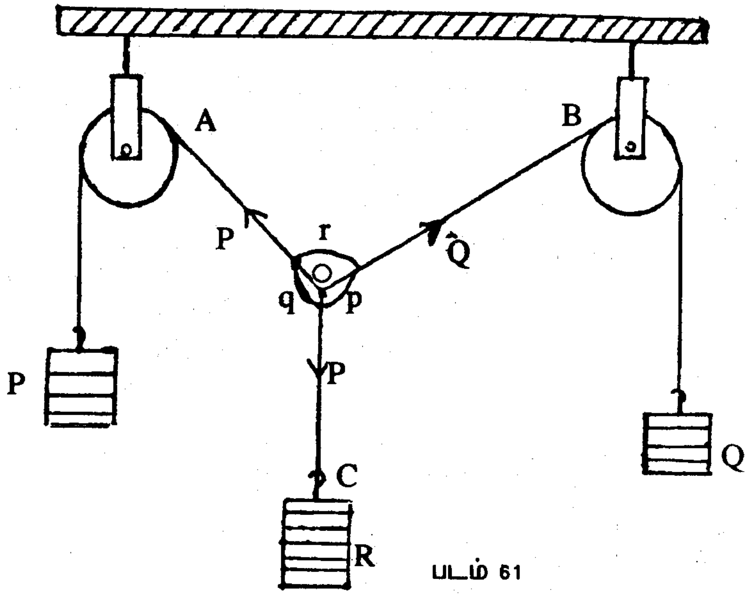
அதாவது படம 60 இல் P, Q, R என்னும் விசைகள் புள்ளி O வில் சமநிலையில் இருக்கின்றன.

எனவே லாமியின் தேற்றத்தின் படி

$$\frac{P}{\text{சைன் } p} = \frac{Q}{\text{சைன் } q} = \frac{R}{\text{சைன் } r}$$

படம் 60

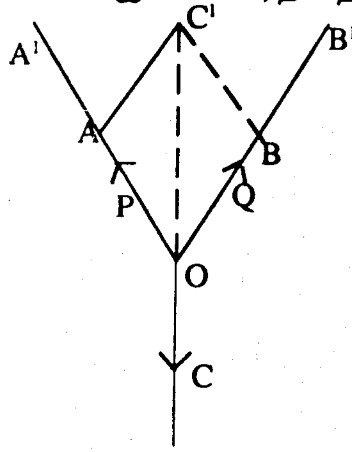
விசை இணை கரம், விசை முக்கோணி, லாமிலின் தேற்றம் ஆகியவற்றை வாய்ப்புப் பார்த்தல்



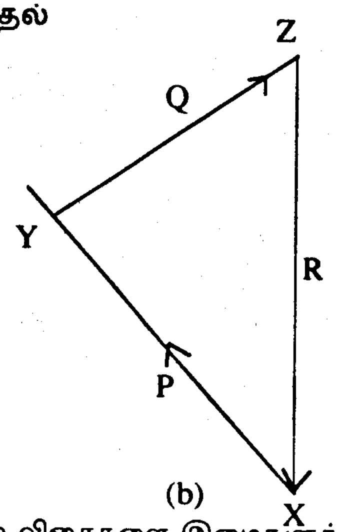
படம் 61

இரு இலேசான ஒப்பமான கப்பிகளை ஒரு கிடையான சட்டத்தில் தொங்க விடுக. AOB என்னும் இழையை இக்கப்பிகளின் மீது செலுத்தி அவற்றின் முனைகளில் P, Q என்னும் நிறைகளைத்தொங்க விடுக. OC என்னும் மற்ற இழையை O என்னும் புள்ளியில் முடிக. OC இன் முனையில், P, Q வை சமநிலையில் வைத்திருக்கத்தக்கதாக R என்னும் நிறையைச் சரிசெய்க. இப்பொழுது P, Q, R என்னும் விசைகள் OA, OB, OCஎன்னும் திசைகளில் செயற்பட்டு சமநிலையில் இருக்கின்றன.

விசை இணைகரத்தை வாய்ப்புப் பார்த்தல்



(a)



(b)

படம் 62

படம் 61 (a) இல் காட்டப்பட்ட P, Q, R என்னும் விசைகளை இழைகளுக்குப் பின்னால் வைக்கப்படும் வரைதாளில் குறிக்க. அதாவது வரைதாளில் அவ் விழைகளின் புறஉருக்களைக் கீறுக. பின்பு OA^1 இல் P க்குரிய நிறையை ஓர் அளவுத்திட்டத்தின்படி OA ஆல் குறிக்க. அதேபோன்று OB^1 இல் OB ஐக் குறிக்க. பின்பு OAC^1Bஎன்னும் இணைகரத்தைப் பூர்த்தி செய்க. மூலை விட்டம் OC^1 ஐ இணைக்க. OC^1ஐ அளந்து அவ்வளவைக்குரிய நிறையை அளவுத்திட்டத் தின்படி க்ணிக்க. OC^1 இற் செயற்படும் விசை ஆனது R இற்குச் சமனாக இருக்கக் காணப்படும். அத்துடன் COC^1இன் கோணத்தையும் அளக்க. அது 180^0 ஆகவும் இருக்கக் காணப்படுகின்றது. இது விசை இணைகரத்தை வாய்ப்புப் பார்க்கிறதாக இருக்கின்றது இவ்வாறு இன்னும் இரு முறைகள் பரி சோதனைகளைச் செய்து வாய்ப்புப் பார்த்தலை உறுதிப்படுத்துக.

(b) விசை முக்கோணியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

முன் உபயோகித்த வரைதாளிலேயே OA^1 க்குச் சமாந்தரமாகவும் அளவுத்திட்டத்திற்கமையவும் XY யைக் கீறுக. பின்பு Y இலிருந்து YZ ஐ

OB¹ க்குச் சமாந்தரமாகவும் அளவுத்திட் டத்திற்கமையவும் கீறுக. Z இலிருந்து ZX ஐ யும் மேற் கூறியவறு கீறுக. இது முற்றான முக்கோணியை ஆக்குவதையும் P, Q, R என்னும் விசைகள் XY, YZ, ZX என்னும் பக்கங்களாலும் குறிக் கப்படுவதையும் அவதானிக்க. இது விசைமுக்கோணி வாய்ப்புப்பார்க்கப்படுவதை தெளிவு படுத்துகின்றது. இவ்வாறு மேலும் பரிசோதனைகளைச் செய்து உறுதிப்படுத்துக.

(c) லாமியின் தேற்றத்தை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

முதல் உபயோகித்த வரை தாளிலேயே கோணங்கள் $A'OB'$, $B'OC$, COA^1 ஆகியவற்றைப் பாகைமானியால் அளக்க. அக் கோணங்களின் சைன்களையும் காண்க. பின்பு

$$\frac{P}{\text{சைன் } B^1OC} = \frac{Q}{\text{சைன் } A'OC} = \frac{R}{\text{சைன் } A'OB'}$$

எனக் காணப் படுகின்றது. இது லாமியின்தேற்றத்தைவாய்ப்புப் பார்க்கின்றது. இவ்வாறு மேலும் பரிசோதனைனளைச் செய்து உறுதிப்படுத்துக.

மேற்கூறிய பரிசோதனைகளில் எடுக்க வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள்

(i) வரைபலகை இறுக்கிகளில் நிலைக்குத்தாக தாங்கப்பட வேண்டும்.
(ii) கப்பிகள் உராய்வற்றதாகவும் இலகுவாக சுழலத்தக்க தாகவும் இருக்க வேண்டும்.
(iii) நீளஇயலாத முறுக்கற்ற இலேசான இழைகள் உபயோகிக்கப்பட வேண்டும்.
(iv) தொங்கவிடும் நிறைகள் மாசு படியாதவைகளாக இருக்க வேண்டும்
(v) சமநிலையில் இழைகளின் நிழல்களில் குறுக்குகளை இடுதல் சிறந்ததாகும் இதற்கு சூரிய ஒளி அல்லது மின்னொளி பயன் படுத்துதல் நன்று.
(vi) வரை தாளில் வரிப்படம் கீறுவதற்கு கூர்மையான பென்சிலை பாவித்தல் நன்று.

மேலும் மேற்பரி சோதனைகளைக் கொண்டு பின்வரும் பரிசோதனைகளைச் செய்யலாம்

(i) ஒரு பொருளின் நிறையைக் காணலாம்
(ii) அப்பொருளின் சாரடர்த்தியைக் காணலாம்

பொருளின் சாரடர்த்தியைக் காணபதற்கு வளியில் பொருளின் நிறையைக் கண்ட பின் அப் பொருளின் நிறையை நீரில் அமிழ்ந்திருக்கக் காணவேண்டும்.

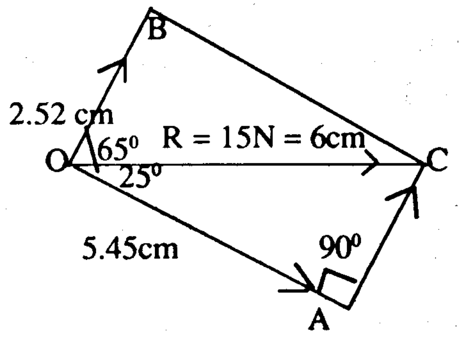
இக்கட்டத்தில் பொருள் நீர் இருக்கும் கலத்தின் பக்கங்களில் முட்டாமல் இருக்கவேண்டும்.

$$\text{பொருளின் சாரடர்த்தி} = \frac{\text{வளியில் பொருளின் நிறை}}{\text{வளியில் பொருளின் நிறை} - \text{நீரில் பொருளின் நிறை}}$$

என்னும் சமன்பாட்டைப் பிரயோகித்து சாரடர்த்தியைக் காணவேண்டும்.

உத்திக்கணக்குகள்

1. 15 N பருமனுடைய இரு விசைகள் ஒரு புள்ளியில் அவ் விளையுளுடன் முறையே 25^0 உம் 65^0 உம் ஆக்கிக் கொண்டு தொழிற்படுகின்றன. இரு விசைக் கூறுகளினதும் பருமன்களைக் காண்க.



படம் 63

கணிப்பு :-

கூறு OB வழியே $= R$ கோசை 65^0
$= 15$ கோசை 65^0
$= 15 \times 0.4226$
$= \underline{6.3\ N}$

கூறு OA வழியே $= 15$ சைன் 65^0
$= 15 \times 0.9063$
$= \underline{13.6\ N}$

அமைப்பு :- அளவுத்திட்டம்

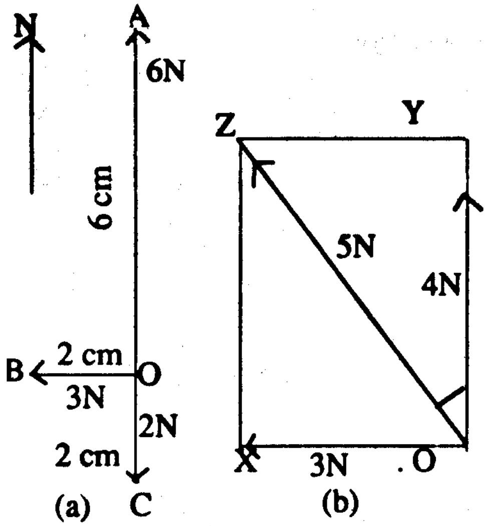
$2\ cm = 5\ N$

$OA = 5.45\ cm = \frac{5.45}{2} \times 5\ N$
$= 13.62\ N = 13.6\ N$

$OB = 2.5\ cm = \frac{2.52}{2} \times 5\ N$
$= \underline{6.3\ N}$

2. 6N, 2N, 3N என்னும் மூவிசைகள் ஒருசிறு பொருளில் வடக்கு, தெற்கு, மேற்கு, நோக்கி முறையே செயற்படுகின்றன. விளையுள் விசையின் திசையையும் பருமனையும் காண்க.பொருள் அசையுமாயின் அதன் திணிவு 0.2 kg ஆகவுமிருப்பின் அதன் ஆரம்ப ஆர்முடுகலையும் காண்க.

அளவுத்திட்டம் - 1 cm = 1N



படம் 52

N↑ $OA = 6N = 6\ cm$

W← $OB = 3N = 3\ cm$

S↓ $OC = 2N = 2\ cm$

OA, OB இன் விளயுள் $= 4\ N$ N↑

∴ $OY = 4\ cm$ ஆகக்கீறுக

$OX = 3\ cm$ ஆகக்கீறுக

OXZY என்னும் இணைகரத்தை பூர்த்திசெய்க. OZ ஐ அளக்க (படம் 64)

$OZ = 5\ cm$ ஆகும்

∴ விளையுள் $= 5\ N$ நிலைக்குத்துடன் $36^0\ 53^1$ அல்லது வடக்கு 37^0 மேற்கு

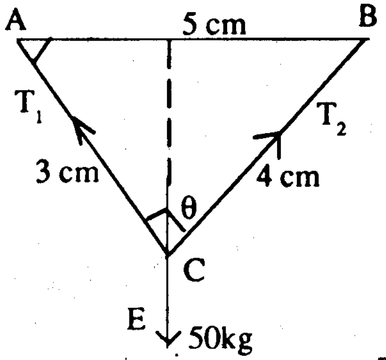
அதாவது $\theta = 37^0$ அண்ணளவாக

அடுத்து $m \times a = F$

$0.2\ kg \times a = 5\ N$

$$\therefore \quad a = \frac{5\ N}{0.2\ kg} = 25\ N/kg \text{ அல்லது } 25\ m/s^2$$

3. 50 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளானது ஒரே மட்டத்திலிருந்து இரு புள்ளிகளில் பொருத்தப்பட்ட 30 cm, 40 cm நீளங்களுள்ள இரு இழைகளில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இரு புள்ளிகளுக்குமிடையே யுள்ள தூரம் 50 cm. இழைகளின் இழுவைகளைக் காண்க.



படம் 65

அளவுத்திட்டம் 10 kg = 1 cm எனக் கொள்ளப்பட்டு ABC கீறப்பட்டுள்ளது Δ ACB இல் $\lfloor ACB$ ஒரு செங் கோணமாகும்.

அதாவது $\lfloor ACB = 90^0$

$\lfloor ACE = 90+\theta$

$\lfloor BCE = 180-\theta$

லாமியின் தேற்றப்படி :- $$\frac{T_1}{\text{சைன் } (180-\theta)^0} = \frac{T_2}{\text{சைன } (90+\theta)^0} = \frac{50}{\text{சைன் } 90^0}$$

$\therefore T_1 = 50$ சைன் θ

$= 50 \times \frac{4}{5}$

$= 40$ kg நிறை

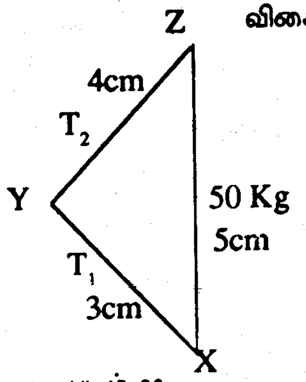
$T_2 = 50$ கோசை θ

$= 50 \times \frac{3}{5}$

$= 30$ Kg நிறை

1 kg = 10 N எனின் $T_2 = 300\ N$

$T_1 = 400\ N$



படம் 66

விசை முக்கோணியின்படி

$$\frac{T_1}{3} = \frac{T_2}{4} = \frac{50\ kg}{5}$$

$T_1 = \frac{50}{5} \times 3 = 30\ kg\ wt.$

$= 30 \times 10\ N = 300\ N$

$T_2 = \frac{50}{5} \times 4 = 40\ kg\ wt = 400\ N$

அலகு 2.1.1 – 2.1.3 பயிற்சிகள்

1. ஒரு மோட்டர் சைக்கிளும் காரும் ஓய்விலிருந்து ஒரே இடத்தில் ஒரே நேரத்தில் புறப்பட்டு ஒரே திசையில் செல்கின்றன. சைக்கிள் 18 m/s கதி அடையும்வரை செக்கனுக்குச் செக்கன் 120 cm ஆர்முடுகலுடனும் கார் 27 m/s கதி அடையும் வரை செக்கனுக்குச் செக்கன் 60 cm ஆர்முடுகலுடனும் இயங்கின் கார் என்ன வேகத்திலும் தூரத்திலும் சைக்கிளைக் கடக்கும்? ($g = 9.8\ m/s^2$)

2. ஓர் உயர்ந்த கோபுரத்தின் உச்சியிலிருந்து ஒரு கல் போடப்பட்டது. ஒரு செக்கனுப்பின் கோபுர உச்சிக்கு கீழிருக்கும் மாடியிலிருந்து இன்னொரு கல் போடப்பட்டது. ஒரே நேரத்தில் இரு கற்களும் தரையை அடையின் கோபுரத்தின உயரத்தைக் காண்க. ($g = 9.8\ m/s^2$)

3. 140 cm உயரமுள்ள ஓர் உயர்த்தி கீழ்முகமாக 200 cm நிலைக்குத்துத் தூரத்திற் கப்பால் இருக்கும் இரு தளங்களுக்கிடையே இயங்குகின்றது. உயர்த்தி முதல் 100 cm க்கும் ஓய்விலிருந்து சீரான ஆர்முடுகலுடனும் மீதி 100 cm க்கும் சீரான அமர் முடுகலுடனும் ஓய்வுக்கு வருகின்றது. கீழ்முகமாக அரை வாசித் தூரம் உயர்த்தி வரும் கணத்தில் அதன் உச்சியிலிருந்து ஒரு

பாரமான துணிக்கை விழவிடப்பட்டு, உயர்த்தி ஓய்வுக்கு வரும் கணத்தில் துணிக்கை உயர்த்தியின் தளத்தில் மோதுகின்றது. உயர்த்தியின் நேரத்தையும் ஆர்முடுகலையும் காண்க. ($g = 9.8\ m/s^2$)

4. ஓய்விலிருந்து ஒரு குறுகிய பயணத்தை ஆரம்பிக்கும் ஒரு மோட்டர்க் காரின் கதிமானி ஒவ்வொரு அரை நிமிடமும் வாசிக்கப் படுகின்றது. பின்வரும் அவதானிப்புக்கள் எடுக்கப்பட்டன.

நேரம் நிமிடத்தில் (t/mt)	0	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3
வேகம் m/s இல்	0	10	12	18	16	12	0

பயணத்துக் குரிய வேக – நேர வரைபைக் கீறுக. ஒவ்வொரு அரை நிமிட இடைவெளியின் போதும் ஆர்முடுகல் மாறாதிருக்கிறதெனக் கொள்க. வரைபிலிருந்து (a) $1\frac{1}{4}$ நிமிடத்துக்குப் பின் ஆர்முடுகலை (b) முதல் 1.44 km கடக்க எடுத்த நேரத்தை (c) பயணத்தின் தூரத்தைக் காண்க.

5. ஒரு மோட்டர் சைக்கிள் ஓய்விலிருந்து புறப்பட்டு செக்கனுக்குச் செக்கன் 1.5 m சீரான ஆர்முடுகலுடனும் பின்பு சீரான வேகத்துடன் இறுதியாக $60\ m/s^2$ சீரான ஆர்முடுகலுடனும் ஓய்வுக்கு வருகின்றது. 1 km பயணம் 1 நிமி $28\frac{1}{3}$ செக்கன் எடுப்பின் வேக நேரவரயைப் பிரயோகித்து அதிஉயர் கதியைக் காண்க.

6. 10 m/s வேகத்துடன் செல்லும் காரொன்று சீராக $1\ m/s^2$ இல் 15 m/s வேகம் அடையும் வரை ஆர்முடுக்கிச் செல்கின்றது. (i) எடுக்கும் நேரத்தை (ii) ஆர் முடுகலுடன் செல்லுந் தூரத்தை (iii) ஆர்முடுகல் தொடங்கிய இடத் திலிருந்து 100 m சென்றடைந்த பொழுது அதன் வேகத்தைக் காண்க.

7. ஓய்விலிருந்து புறப்படும் ஒரு பொருள் ஒரு சாய்வான வளிப்பாதையின் வழியே கீழ்நோக்கி வழுக்குகின்றது. அப்பொழுது x மீற்றர் தூரங்களை t செக்கன் நேரங்களில் கடப்பதை பின்வரும் அட்டவணை காட் டுகின்றது

x/m	0	0.128	0.200	0.288	0.392	0.512	0.648
t/s	0	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8

வரைபின் மூலம் பொருள் சீரான ஆர்முடுகலுடன் செல்கின்ற தென்பதையும் அதன் பெறுமானத்தையும் m/s^2 இல் காண்க.

புலியீர்ப்பினில் நிலைக்குத்து இயக்கம் ($g = 10\ m/s^2$)

8. ஒரு பந்து நிலைக்குத்தாக மேல் நோக்கி எறியப்பட்டது. அது எறிந்தவரிடம் வந்து சேர்வதற்கு 5.5 செக்கன் எடுத்துள்ளது.
(a) அதி கூடிய உயரத்தை அடைவதற்கு எடுத்த நேரம்
(b) எறியப்பட்ட வேகம்
(c) அதிகூடிய உயரம்
(d) திரும்பி வரும் பொழுது அதன் வேகம் என்பவற்றைக்காண்க

9. ஓர் உயர்ந்த கோபுரத்தின் உச்சியிலிருந்து ஒரு பந்து விழவிடப் படுகின்றது. அது 2.5 செக்கனுக்குப் பின் நிலத்தில் வந்து விழுகின்றது. முதலாவது விழவிட்ட 1 செக்கனுக்குப் பின் இரண்டாவது பந்து அதேபுள்ளியிலிருந்து விழவிடப்படுகின்றது. முதலாவது பந்து நிலத்தில் மோதும்பொழுது இரண்டாவது நிலத்திலிருந்து என்ன உயரத்தில் இருக்கின்றது?

10. ஒரு கடினமான தரை மட்டத்திலிருந்து 2.0 m உயரத்திலிருந்து ஒரு பந்து போடப்படுகின்றது. அது தரையில்பட்டு 1.5 m உயரததுக்கு அதைக்கின்றது. அந்து விழவிடப்பட்ட கணத்திலிருந்து அது அதைத்து அதிகூடிய உயரம் அடையும் வரைக்கான இயக்கத்துக்கு வேக – நேர வரைபொன்றை வரைக. (a) இதற்கு எடுத்த முழுநேரத்தையும் (b) மோதுகைக்குசற்று பின் அதன் கதியையும் காண்க.

11. தரைமட்டத்தில் ஓய்விலிருந்து ஒரு வாணம் 30 செக்கனுக்கு $7\ m/s^2$ ஆர்முடுகலுடன் நிலைக்குத்தாக எழும்புகின்றது. பின்வருவனவற்றை.
(a) ஏவிய 30 செக்கனுக்குப்பின் வாணத்தின் உயரத்தையும் கதியையும்.
(b) எரி பொருள் முடிந்த 30 செக்கனுக்குப்பின் வாணம் அடைந்த அதிகூடிய உயரத்தையும்.
(c) தரையில் மோதும் பொழுது கதியையும்
(d) பயண நேரத்தையும் காண்க.

எறியம்

12. 25 m ஒரு வீச்சுடைய ஒரு சிறு துவக்கிலிருந்து சுடப்படும் சன்னம் ஓர் இலக்கில் ஒரு புள்ளிக்குச் சுடப்படுகின்றது. இப்புள்ளி துவக்கின் குழல் நோக்கும் புள்ளிக்கு 10 cm கீழேயுள்ளது. சன்னம் பறக்கும் நேரத்தையும் சன்னத்தின் வெளியேறும் வேகத்தையும் காண்க.

13. 30 m உயரமுள்ள ஒரு மலைச் சாரலின் ஓரத்தில் நிற்கும் ஒரு மனிதன் ஒரு சிறு கல்லை 30^0 எறியக் கோணத்துடன் 24 m/s வேகத்தில் ஒரு கடலுக்குள்

எறிகின்றான். சிறு கல் நீரில் படும் தூரத்தை மலைச்சாரலின் அடியிலிருந்து காண்க.

14. 125 m உயரமான ஒரு கட்டடத்திலிருந்து 50 m/s கதியுடன் ஒரு பந்து கிடையாக எறியப்படுகின்றது. பந்து (a) தரையை அடைய எடுக்கும் நேரம் (b) சென்ற கிடைத் தூரம் (c) தரையில் படும் பொழுது வேகம் திசை ஆகியவற்றையும் காண்க. ($g = 10 m/s^2$)

15. ஓர் உயரமான பாறையின் உச்சியிலிருந்து ஒரு கல் கிடையாக 24 m/s கதியில் எறியப்பட்டது. இது கடலில் அடிக்க 4.0 செக்கன் எடுத்துள்ளது. கடல் மட்டத்திலிருந்து பாறையினது உச்சியின் உயரத்தையும், அதன் அடியிலிருந்து, விழுந்த இடத்தின் தூரத்தையும் காண்க.

16. 50 m/s மாறாக் கதியிலும் 300 m உயரத்திலும் பறக்கும் ஒரு சரக்கு விமானமானது தரைமட்டத்தில் உள்ள ஒரு புள்ளி X இற்கு நேரடி மேலே செல்லும் பொழுது ஒரு பொதியை விழவிடுகின்றது. (a) பொதியின் பறக்கும் நேரம் (b) பொதியின், மோதும் பொழுதுள்ள கதி (c) X இலிருந்து விழும்புள்ளிக்கு இடையேயுள்ள தூரம் என்பவற்றைக் காண்க.

தொடர்பு வேகம்

17. ஆறு ஓடும் திசையின் வழியே 15.0 km தூரத்திற் கப்பால் இருக்கும் A என்னும் துறைக்கும் B என்னும் துறைக்கு மிடையே 1 மணித்தியாலம் 40 நிமிடத்தில் ஒரு வள்ளம் பயணஞ் செய்கின்றது. திரும்பி வரும் பயணம் 2 மணித்தியாலம் 30 நிமிடங்கள் எடுக்கின்றது. (a) புறப்பட்டுச் செல்லும் பயணத்துக்கும். திரும்பி வரும் பயணத்துக்கும் உடைய சராசரிக் கதியை (b) நீர் தொடர்பாக வள்ளத்தின் கதியையும் (c) ஆற்றின் கதியையும் காண்க.

18. அசையா நீரில் ஒரு வள்ளத்தின் கதி 1.5 m/s ஆகும் அதனைக் கொண்டு 500 m அகலமுடைய ஆற்றைக் கடக்க வேண்டியிருக்கின்றது. ஆற்றின் வழியே 0.9 m/s கதியுடைய பலமான காற்று வீசுகின்றது. வள்ளம் எதிர்க்கரையோரம் நோக்கி செலுத்தப்படுகின்றது. ஆனால் நீர் ஓட்டம் அதனை ஆற்றின் வழியே செல்லப் பண்ணுகின்றது. (a) கரையோரம் தொடர்பாக வள்ளத்தின் கதியையும் (b) புறப்படும் புள்ளியிலிருந்து, ஆற்றின் வழியே அடையும் எதிர்க் கரையோரப் புள்ளிக்கு மிடையேயுள்ள தூரத்தையும் (c) கடக்க எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க.

19. மேற்கேள்வியில் வள்ளம் நேராகக் கடப்பதற்கு நீர் தொடர்பாக அது எடுக்கும் திசையையும், அவ்வாறு கடப்பதற்கு எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க.

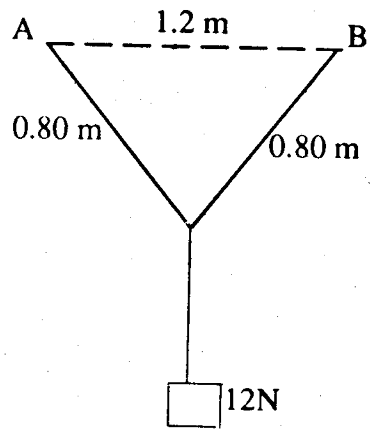
20. தொடர்புவேகம் என்றால் என்ன?
7 km/hr மேற்கு நோக்கி ஓடும் ஒரு மனிதனுக்கு காற்று வடமேற்கி லிருந்து வீசுவது போல் தோற்றுகின்றது. ஆனால் மேற்கு நோக்கி அவன் 3 km/hr கதியில் நடக்கும் பொழுது காற்று வடக்கிலிருந்து வீசுவது போல் தோற்றுகின்றது. அதன் உண்மையான வேகமும் திசையும் என்ன?

விசைகள்

21. விசை இணைகரத்தைக்கூறுக.
இரு விசைகள் ஒன்றுக் கொன்று 120^0இல் செயற்படுகின்றன. இவற்றின் விளையுள் சிறிய விசைக்குச் செங்குத்தாக உளது. பெரிய விசை 20 kg நிறையாயின் சிறிய விசையையும் விளையுளையுங் காண்க.

22. விசை இணைகரத்தைக் கூறி அதனை வாய்ப்புப் பார்க்கும் முறையையும் விவரிக்க.
ஒரு படத்தின் நிறை 25 kg இது ஓர் ஒப்பமான ஆணியின் மீது செல்லும் இழையொன்றினால் தொங்கவிடப்படுகின்றது. இழையின் நீளம் 40 cm ஆகும். இழையின் இரு நுனிகளும் படத்தின் மேற் சட்டத்தில் 30 cm இடைத்தூரத்திலிருக்கும் இரு புள்ளிகளில் கட்டப்பட்டுள்ளன. இழையின் இழுவையை வரைபு முறையாலோ அல்லது கணிப்பினாலோ காண்க.

23. ஒரு நிறை ஓர் இலேசான இழையில் கட்டப்பட்டு பின்பு 1.6 m. நீளமுள்ள



படம் 67

இரண்டாவது இழையின் நடுப்புள்ளிக்கு கட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்விழையானது படம் 67 இல் காட்டியவாறு ஒரே மட்டத்தில் 1.2 m தூரமுள்ள இரு புள்ளிகள் இல் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது.
(a) இரண்டாவது இழையின் இரு பாதிகளுக் கிடையேயுள்ள கோணத்தையும
(b) இரண்டாம் இழையின் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் உள்ள இழுவையையும் காண்க.

24. ஒரு பாரமான சீரான கோளம் இரு ஒப்பமான தளங்களில் ஓய்வில் இருக்கின்றது. தளங்கள் கிடையுடன் 30^0 யும் 60^0 யும் ஆக்குகின்றன. ஒவ்வொரு தளத்தாலும் தாங்கப்படும் கோளத்தின் நிறையின் விகிதத்தைக் காண்க.

25. ஒரு புள்ளிப் பொருள் 4N, 5N, 6N விசைகளினால் தாக்கப்பட்டு சமநிலையில் இருக்கின்றது. இப்பொழுது 6N விசை அகற்றப்படின், புதிய விளையுள் விசை என்ன?

பல் தேர் வினாக்கள்

1. சீராக அமர் முடுக்கும் காரொன்றின் வேகம் 10 செக்கனில் 30 m/s இலிருந்து 15 m/s இற்கு மாற்றமடைகின்றது. எவ்வளவு மேலதிக நேரத்தின் பின் இக்கார் ஓய்வுக்கு வரும்?
   (i) 5 s (ii) 10 s (iii) 12.5 s (iv) 15 s (v) 20 s.

2. t = 0 நேரத்தில் H உயரமுடைய செங்குத்தான பாறையொன்றிலிருந்து கல்லொன்று போடப்படுகின்றது. அதே கணத்தில் இப்பாறையின் அடிப்பாகத்திலிருந்து இனனுமொரு கல் V வேகத்துடன நேராக மேலே வீசப்படுகின்றது. இக் கல் போதியளவு பலமாக வீசப்படுமாயின் இரு கற்களும் ஒன்றாகச் சந்திக்கும் நேரம் t சமன்
   (i) $\frac{H}{V}$ (ii) $\frac{H}{2V}$ (iii) $\sqrt{\frac{2H}{10}}$ (iv) $\frac{V}{10}$ (v) $\sqrt{\frac{H}{10}}$

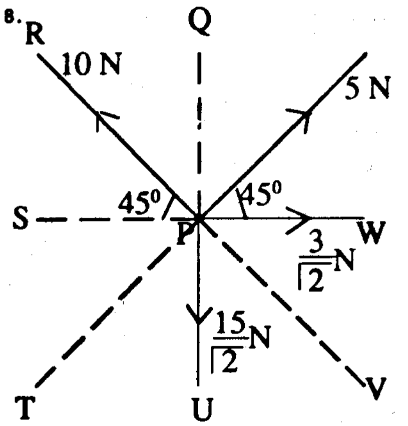
3. மாறா ஆர்முடுகலுடன் நேர் பாதையொன்றில் அசையும் வண்டியொன்று 15 m தூரத்திலுள்ள இரு புள்ளிகளுக்கிடையிலுள்ள தூரத்தை 5 செக்கனில் கடக்கின்றது. இரண்டாவது புள்ளியை இவ்வண்டி கடக்கையில் அதன் கதி 5 மீற்/செக் ஆயின் முதலாவது புள்ளியில் அதன் கதி m/s இல்
   (i) 0 (ii) 1 (iii) 2 (iv) 3 (v) 4

4. வளித்தடை புறக்கணிக்கப் படின் வளியினூடாகச் சுயாதீனமாக விழுகின்ற பொருளின் கதியானது ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும்.
   (i) 1 m/s ஆல் அதிகரிக்கும் (ii) 5 m/s ஆல் அதிகரிக்கும்
   (iii) 10 m/s ஆல் அதிகரிக்கும் (iv) 5 m/s^2 ஆல் அதிகரிக்கும்
   (v) 10 m/s^2 ஆல் அதிகரிக்கும்

5. கார் உற்பத்தியாளர் தமது விளையாட்டுப் போட்டிக் காரை ஓய்விலிருந்து 2 செக்கனில் 36 km/hr இற்குச் சீராக ஆர்முடுக்கவல்ல தெனக் குறிப்பிடுகின்றார். கார் முதல் செக்கனில் செல்லுந்தூரம்
   (i) 36 m (ii) 20 m (iii) 10 m (iv) 5 m (v) 2.5 m

6. நிலத்துக்கு மேல் 180 m உயரத்தில் 45 m/s மாறா வேகத்துடன் கிடையாக அசையும் விமானத்திலிருந்து ஒரு கல் போடப்பட்டுள்ளது. நிலத்தை பொருள் அடைய எடுக்கும் நேரம்
   (i) 3 s (ii) 4 s (iii) 5 s (iv) 6 s (v) 12 s

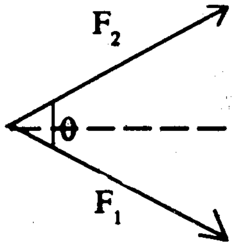
7. காரொன்றும் பேரூந்தொன்றும் சிவப்பு விளக்கு சைகை காரணமாக நிற்கின்றன. இக்கார் பேரூந்தில் இருந்து 100 m பின்னால் நிற்கின்றது. விளக்கு பச்சையாக மாறும்போது கார் 6 m/s^2 உடன் ஆர்முடுக்குகிறது. அதேநேரத்தில் பேரூந்து 4 m/s^2 உடன் ஆர்முடுக்குகிறது. கார் பேரூந்தை முந்துவதற்கு எடுக்கும் நேரம்.
   (i) 4 s (ii) 6 s (iii) 8 s (iv) 10 s (v) 12 s

8. 

படம் 68

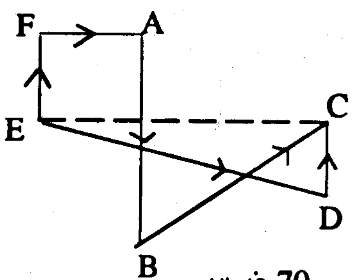
ஓய்விலிருக்கும் சுயாதீனமாக அசையக்கூடிய P என்னும் துணிக்கை படம் 68 இல் காட்டியவாறு நான்கு ஒரே தளவிசைகளுக்குட்படுத்தப்பட்டுள்ள தாயின், அது
   (i) $\overrightarrow{PS}$ வழியே அசையும்
   (ii) $\overrightarrow{PU}$ வழியே அசையும்
   (iii) $\overrightarrow{PV}$ வழியே அசையும்
   (iv) $\overrightarrow{PQ}$ வழியே அசையும்
   (v) நிலையாக இருக்கும்

9. சீரான ஏணியொன்று அதன் கீழ் முனையானது கரடான கிடை நிலமொன்றைத் தொட்ட வாறும், மேல் முனையானது ஒப்பமான நிலைக் குத்துச் சுவரொன்றைத் தொட்ட வாறும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஏணியின் நிறை 40 N உம் சுவரிலுள்ள மறுதாக்கம் 30 N உம் ஆகும். நிலத்திலுள்ள மறு தாக்கம் என்ன?
   (i) 40 N (ii) 30 N (ii) 50 N (iv) 70 N (v) $\sqrt{70}$ N

10. 

படம் 69

ஒரே பருமன் F ஐக்கொண்ட இரு விசைகள் F_1 F_2 ஆகியவற்றைப் படம் 69 காட்டுகின்றது. இவற்றிற்கிடையேயுள்ள கோணம் θ ஆயின் F_1 - F_2 இனது பருமன்
   (i) 2 F சைன் $\frac{\theta}{2}$ (ii) 2 F (iii) 2 F கோசை $\frac{\theta}{2}$
   (iv) 0 (v) 2 F தான் $\frac{\theta}{2}$



படம் 70

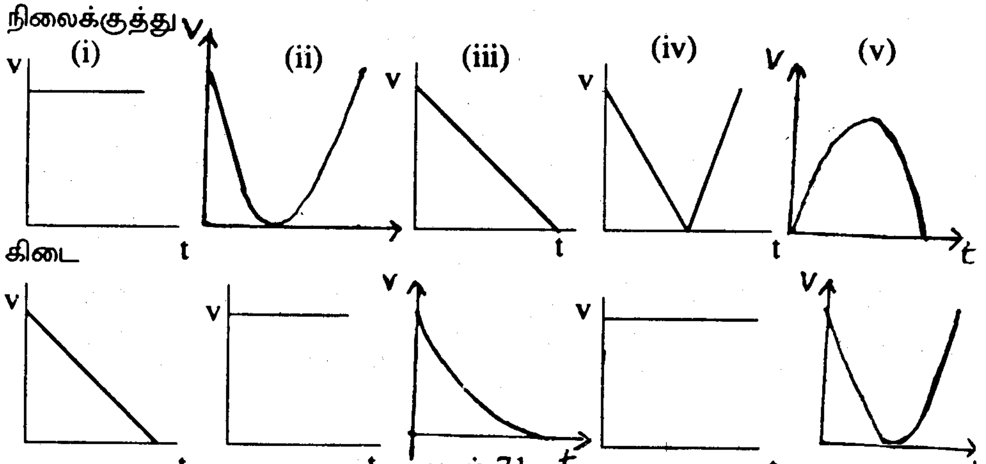
11. $\vec{AB}, \vec{BC}, \vec{DC}, \vec{ED}, \vec{EF}, \vec{FA}$ என்னும் ஆறு ஒரு தளக்காவிகள் படம் 70 இல் காட்டியவாறு செயற்படுகின்றன. இவற்றின் விளையுள்

(i) $\vec{EC}$ (ii) $\vec{ED}$ (iii) $2\vec{EC}$ (iv) $2\vec{ED}$ (v) O

12. தரை மட்டத்திலிருந்து 5.0 m ஆழத்தையுடைய கிணற்றுள் சிறு கற்கள் 0.50 செக்கன் நேர இடைகளில் போடப்படுகின்றன முதலாவது கல் கிணற்றின் அடியை அடையும் போது அடுத்த கல் தரைமட்டத்திலிருந்து என்ன தூரத்திலிருக்கும்? ($g = 10 m/s^2$)

(i) 1 m (ii) 1.25 m (iii) 1.5 m (iv) 2 m (v) 2.5 m

13. பின்வரும் எச்சோடி வரைபுகள் t நேரத்திற்கான ஓர் எறியத்தின் நிலைக்குத்தினதும் கிடையினதும் கதிகள் v ஐக் காட்டுகின்றன?



படம் 71

14. தரையிலிருந்து 40 m உயரத்திலிருந்து ஒருகல் போடப்பட்ட அதே கணத்தில் இன்னொருகல் 20 m/s வேகத்தில் நிலைக்குத்தாக எறியப்பட்டது. அவை சந்திக்கும் பொழுது எடுத்த நேரம் ($g = 10 m/s^2$)

(i) 2 s (ii) 3 s (iii) 4 s (iv) 5 s (v) 6 s

15. மேற்கெள்வியில் தரையில் இருந்து என்ன தூரத்தில் அவை சந்தித்தன.

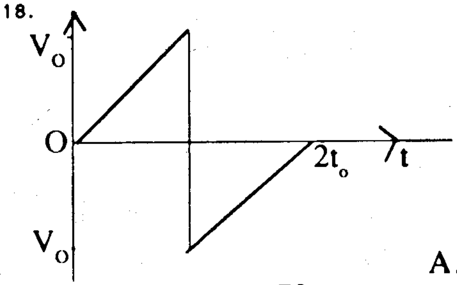
(i) 5 m (ii) 10 m (iii) 15 m (iv) 20 m (v) 25 m.

16. P,Q என்னும் இரு துணிக்கைகள் ஒரே ஆரம்ப நிலையில் ஓய்விலிருந்து ஒரு நேர்கோட்டில் சீரான ஆர்முடுகலுடன் இயங்குகின்றன. 1 செக்கனுக்குப் பின் P ஆனது 0.5 m Q வுக்கு முன்னால் போகின்றது. ஆரம்பத்திலிருந்து 2 செக்கன்களுக்குப் பின் P க்கும் Q வுக்கும் உள்ள வேறாக்கல் சமன்

(i) 0.5 m (ii) 1.0 m (iii) 1.5 m (iv) 2.0 m (iv) 2.5 m

17. ஒரு மனிதன் நிலையாக இருக்கும் நகரும் படிகட்டில் 90 செக்கனில் அதனை நடந்து முடிக்கத்தக்கதாக இருக்கின்றான். நகரும்படிக்கட்டில் நின்று போவனாயின் அது நகரும் பொழுது அவன் 60 செக்கனில் அதனில் மேலே போகின்றான். அவன் படிக்கட்டு நகரும் பொழுது அதன் மீது மேல்முகமாக நடந்து போவானாயின் எவ்வளவு நேரம் எடுக்கும்?

(i) 24 s (ii) 30 s (ii) 36 s (iv) 45 s (v) 75 s

18. 

படம் 72

நேர் கோடு ஒன்றின் வழியே அசையும் M திணிவுடைய துணிக்கையொன்றினது வேகம் நேரம் வளையியானது படம் 72 உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது. பின்வரும் கூற்றுக்கனைளக் கருதுக.

A. இவ்வியக்கத்தின் முடிவிலே இத்துணிக்கை அதன் ஆரம்ப நிலைக்கு மீளுகிறது

B. இயக்கத்தின் போது இத்துணிக்கையினது ஆர்முடுகலானது திசையில் மாற்றம் அடைய வில்லை

C. $t = t_0$ இல் இத் துணிக்கை மீது தாக்கும் கணத்தாக்கு முடிவற்றதாகும்

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

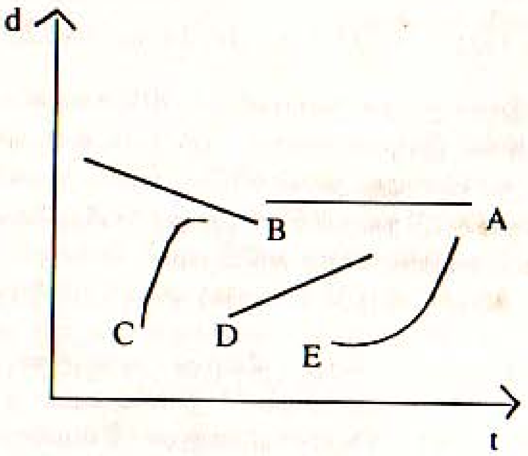
(i) A மாத்திரமே உண்மையானது (ii) B மாத்திரமே உண்மையானது
(iii) C மாத்திரமே உண்மையானது (iv) Aயும் Bயும் மாத்திரமே உண்மையானவை
(v) A,B,C ஆகிய எல்லாமே உண்மையானவை

19. 10 ms^{-1} கதியுடன் 40 m உயரமொன்றில் பறக்கும் பறவைஒன்று அதனது வாயிலிருந்து சிறிய பழம் ஒன்றைப் போடுகின்றது. விழுகை சுயாதீனமாயின் நிலத்தை அடையச் சற்று முன்னருள்ள இப்பழத்தின் கதி

(i) 10 ms^{-1} (ii) 15 ms^{-1} (iii) 20 ms^{-1} (iv) 25 ms^{-1}
(v) 30 ms^{-1}

20. ஐந்து வெவ்வேறு பொருட் களுக்குரிய பெயர்ச்சி (d) நேர (t) வளையிகளை உரு 73 காட்டுகின்றது. தனது இயக்கத் திசையில் ஆர்முடுகல் ஒன்றைக் கொண்ட பொருளை வகை குறிப்பது

(i) A (ii) B (iii) C (iv) D (v) E



படம் 73

21. பொருளொன்றின் மீது தாக்கும் பின் வரும் விசைக்கூட்டங்களில் எது பூச்சிய விளையுள் விசையைக் கொண்டிருக்க முடியாது?

(i) 2N, 2N, 2N
(ii) 2N, 3N, 4N
(iii) 1N, 2N, 2N
(iv) 1N, 1N, 2N
(v) 1N, 2N, 4N

அலகு 2.1.4. – 2.2.4

விசை, சடத்துவம், திணிவு, உந்தம், நியூற்றினின் இயக்க விதிகள்

விசை

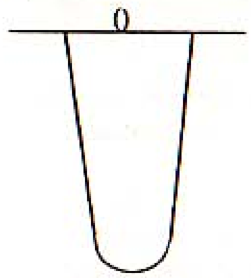
ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது நேர் கோட்டில் அதன் சீரான இயக்கத்தை மாற்றும் அல்லது மாற்ற முயலும் எதுவும் விசையெனப்படும்.

சடத்துவம், திணிவு

எல்லாப் பொருள்களும், வேகம் பூச்சியமாக இருப்பினும், வேகமாற்றத்தை எதிர்க்கும் இயல்புடையன. ஒரு பொருள் ஓய்வில் இருப்பின் அதனை அசையச் செய்வதற்கு விசை வேண்டும். அவ்வாறே ஓர் இயங்கும் பொருளின் வேகத்தைக் கூட்டுவதற்கோ, குறைப்பதற்கோ அல்லது அதன் திசையை மாற்றுவதற்கோ விசை தேவைப்படும். எனவே ஒரு பொருள் வேக மாற்றத்திற்குக் கொடுக்கும் எதிர்ப்பு சடத்துவம் என நியூற்றன் கூறியுள்ளார். இச்சடத்துவத்தின் இயல்பை சில சிறிய எடுத்துக் காட்டுகளால் விளக்கலாம்.

ஒரு கண்ணாடி டம்ளரின் வாய்க்குமேல் ஒரு ஒப்பமான தடித்த கடதாசி அட்டையை வைத்து மேசை ஒன்றில் நிறுத்துக (படம் 74). கடதாசி அட்டையின் மத்தியில் ஒரு கண்ணாடிப் போளையை வைத்து, அட்டையின் தளத்தின் வழியே அதனை விரலினால் சுண்டுக. சுண்டப்பட்ட அட்டை மட்டும் பறந்து விட, அதன் மேல் வைக் கப்பட்ட போளை தன் நிலையில் நின்று டளம்ரினுள் விழுவதை அவதானிக்கலாம்.

(1)



படம் 74

(2) புகையிரதம் அல்லது பேரூந்து ஒன்று சடுதியாகப் புறப்படும் போது அதனுள் இருக்கும் பயணிகள் பின்னோக்கி எறியப் படுகின்றார்கள். அதாவது மேற்கூறிய வாகனங்கள் சடுதியாக முன்னோக்கி நகரும்போது பயணிகளின் வாகனத்துடன் முட்டிக் கொண்டிருக்கும் பாகங்கள் மட்டும் விசையைப் பெற்று இயங்க, முட்டாத பாகங்கள் விசையைப் பெறாது ஓய்விலிருந்து விடுவதே காரணமாகும்.

மேலும் ஒரு பொருளின் திணிவு அதிகரிக்க அதன் சடத்துவம் அதிகரிப்பதால் வேக மாற்றத்திற்கு ஏற்படும் எதிர்ப்பும் அதிகரிக்கின்றது. வேகமாற்றம் ஆர்முடுகல் என்பதால் பாரிய திணிவுகள் ஆர்முடுகலுக்கு பெரிய எதிர்ப்பை கொடுக்கும், சிறிய திணிவுகள் சிறிய எதிர்ப்பை ஆர்முடுகலுக்குக் கொடுக்கும். ஆகவே ஒரு பொருளின் திணிவு என்பது, ஆர்முடுகலுக்கு

அது கொடுக்கும் எதிர்ப்பின் பருமன் ஆகும். சுருங்கச் சொல்லின் பொருளொன்றின் திணிவு அதன் சடத்துவத்தின் பருமன் ஆகும். இத் திணிவு சடத்துவத்திணிவு எனப்படும்.

சடத்துவத் திணிவு

இது சடத்துவத்தகைமையால் நிர்ணயிக்கப் படுகின்றதால் ஒரு பொருள் Fஎன்னும் மாறா விசையினால் முடுக்கப்படும்பொழுது 'a' என்னும் ஆர்முடுகலைப் பெறின், பொருளின் சடத்துவத் திணிவு m_i ஆனது $F = m_i \times a$ என்னும் நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்க விதிக்கமைய $m_i = \frac{F}{a}$ ஆகும்.

ஈர்ப்புத்திணிவு

நியூற்றனின் ஈர்ப்புவிதியின்படி இருபொருள்களுக்கிடையேயுள்ள ஈர்ப்புவிசை Fஆனது அத்திணிவுகளின் பெருக்கத்திற்கு நேர்விகித சமமாகவும், அவற்றிடையேயுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர் மாறு விகித சமமாகவும் இருக்கின்றதாகும். அதன் பிரகாரம் $F = \frac{GM\,m_g}{r^2}$

இங்கு M நியமத்திணிவு எனவும் m_g ஈர்ப்புத் திணிவு எனவும் r அவற்றிடையேயுள்ள தூர மெனவும் G ஈர்ப்பு மாறிலி எனவும் கொள்ளப்படுகின்றன. இதன் பிரகாரம் $m_g = \frac{Fr^2}{MG}$ ஆகும். இவ்வாறு பெறப்படும் திணிவு அதாவது m_g ஆனது ஈர்ப்புத் திணிவு எனப்படும்.

ஆனால் பரிசோதனைவாயிலாக திணிவுகளைப்பற்றி அறியப்பட்ட தகவல்களின்படி இவை ஒன்றிலிருந்து ஒன்று பிரிக்க முடியாதவையாக இருக்கின்றனவாம். அதாவது $m_i = m_g$ என்பதாம்.

ஒரு பொருளின் திணிவை அளத்தல்

கொள்கையின் பிரகாரம் ஒரு பொருளின் திணிவு m உம் இன்னுமொரு நியமத் திணிவு m_o கிலோகிராமும் ஒரே விசையினால் தாக்கப்படும் பொழுது உண்டாகும் ஆர் முடுகல்கள் a, a_o என்பவற்றை ஒப்பிட்டு பொருளின் திணிவை அளக்கலாம். இரு திணிவுகளின் விகிதம் வருமாறு வரையறுக்கப்படும்

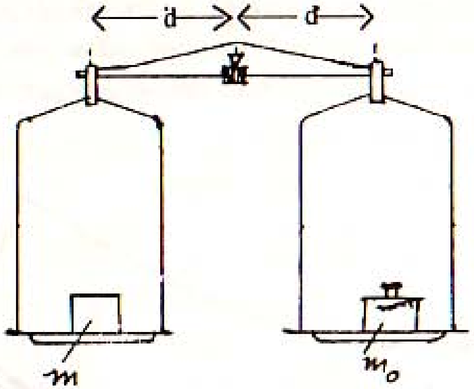
$$\frac{m}{m_n} = \frac{a_o}{a}$$ (இச்சமன்பாட்டில் அளக்கப்படும் திணிவு, நியமத்திணிவு ஆகும்)

ஆனால் செய்முறையில் இதனை விரைவாகவும் திருத்தமாகவும் செய்ய இயலாததால் ஒரு வளைத் தராசை உபயோகித்து தரப்பட்ட பொருளின் நிறையையும் நியமத்திணிவின் நிறையையும் ஒப்பிட்டு திணிவைத்துணிவது

சுலபமாகும். இங்கு நிறை ஆனது திணிவுக்கு விகிதசமமாதலினால் $w = mg$, $w_o = m_o g$, இங்கு g ஆனது சுயாதீனமாக விழும் பொருளின்புவி ஈர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும்.

$$\therefore \frac{m}{m_o} = \frac{w}{w_0}$$

வளை தராசின் கொள்கை



படம் 75

m என்னுந் தெரியாத் திணிவு இடதுகைத் தட்டிலும், நியமத்திணிவு வலக்கைத் தட்டிலும் படம் 75 இல் காட்டியவாறு சமநிலை பெறும் வகையில் வைக்கப்படும். தட்டுகளின் தூரங்கள் d ஆனவை வளைஅமைப்பின் மையத்திலிருந்து சமதூரங்களில் இருக்கத்தக்கவாறு தராசு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இதன் பிரகாரம் திருப்புத்திறன்களை சமப்படுத்தும்பொழுது

$$mg \times d = m_o g \times d$$
$$\therefore m = m_o$$

இதிலிருந்து தராசு திணிவையே நிறையையல்லாது அளக்கின்றதும் g இன் பெறுமானத்தில் தங்குவதில்லையென்பதும் தெரிகின்றது. அத்துடன் திணிவுகள் (நிறையிருப்பின்) மிகத் திருத்தமாகவும் அளக்கப்படும். மேலும் பொருளின் நிறை வேண்டின் திணிவை g இனால் பெருக்கலாம்.

உந்தம்

ஒரு பொருளின் இயக்கத்தினது பருமன் உந்தம் எனப்படும். இதன் பருமனை பொருளின் திணிவினதும் வேகத்தினதும் பெருக்கம் தரும்.

∴ உந்தம் = திணிவு × வேகம்.

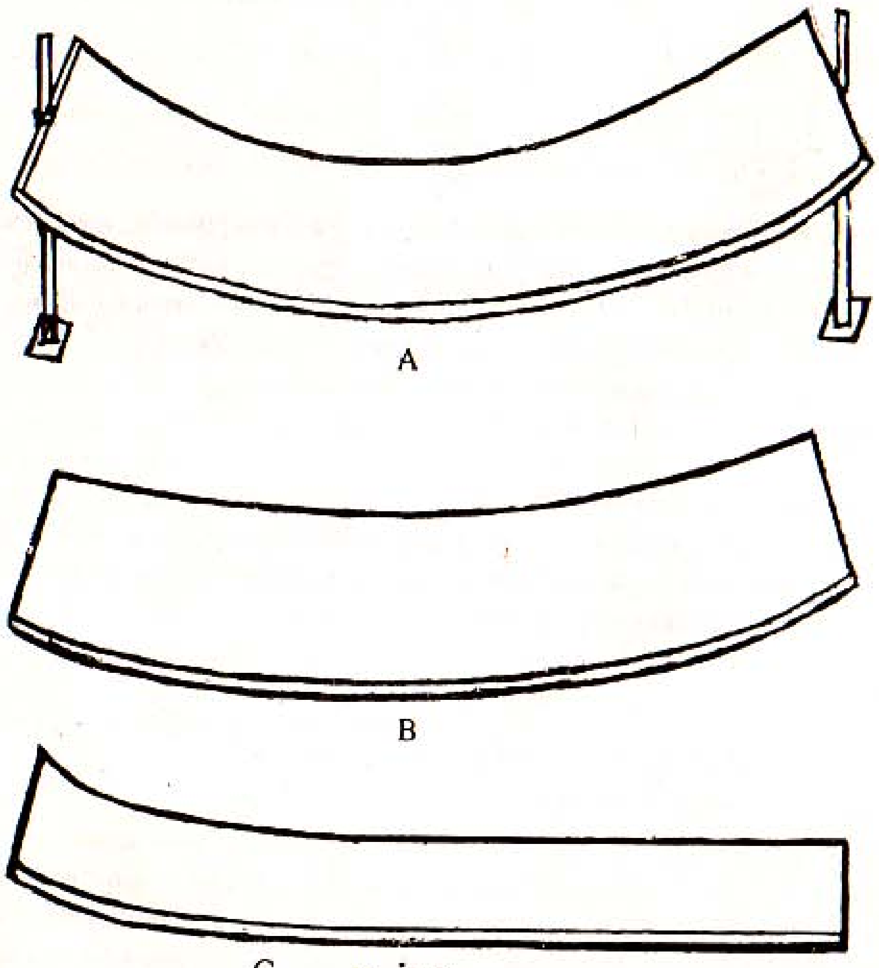
அதாவது ஓர் இயங்கும் பொருளில் ஒரு விசை பிரயோகிக்கப்படின் அதன் வேகத்தில் மாற்றம் ஏற்படும். இவ்வேகமாற்றம், பிரயோகிக்கப்படும் திசையின் வழியே நிகழ்கின்றது. எனவே உந்தமாற்றமும் விசையின் திசையின்வழியே நிகழும். விசை ஒரு காவிக் கணியம். இது பொருளில் ஏற்படுத்தும் வேகம் ஒரு

காவிக்கணியம். எனவே உந்தமாற்றம் ஒரு காவிக் கணியமாதலினால் உந்தம் ஒரு காவிக் கணியமாகும்.
இதன் சர்வதேச அலகு நியூற்றன். செக்கன் (N s) அல்லது (kg. m. s^{-1})

ஓய்வில் உள்ள பொருள்கள் அதன் மீது புறவிசைகள் தாக்கவிடில் அவை தன் ஓய்வு நிலையைப் பேண முயல்கின்றன என்பதை மேல் தந்துள்ள பரிசோதனைகள் எடுத்துக் காட்டுகின்றன.

அவ்வாறே இயங்கும் பொருள்களும் புறவிசைகள் தாக்காவிடில் அவை ஒரு சீரான நேர் கோட்டியக்கத்தை தொடர்ந்து பேண முயல்கினறன என்பதை கலீலியோ என்னும் விஞ்ஞானி சில பரிசோதனைகளால் அனுமானித்தார்.

பரிசோதனை



A

B

C படம் 76

ஒரு நீளமானதும் செவ்வக வடிவமானதுமான ஒப்பமான அட்டையின் (Bristol Board) இரு ஓரங்களை இரு வாலைத்தாள்களிற் பொருத்தி படம் 76 A இல் காட்டியவாறு வளைந்தவண்ணம் தொங்கவிடுக. இவ்வட்டையின் ஒருபக்க சாய்தளத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திலிருந்து ஓர் உருக்குப் பந்தை உருள விடுக. பந்து எதிரேயிருக்கும் சாய்தளத்தில் ஏறத்தாள அதேயளவு உயரத்திற்கு ஏறுவதை அவதானிக்கலாம். தளத்தை படம் 76 B இல் காட்டியவாறு அமைத்து பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்க. சாய்தளங்களின் சாய்வுக் கோணங்கள் எத்தகைய பருமன்கள் உடைய தாயினும் பந்தானது எவ்வுயரத்திலிருந்து விடப்பட்டதோ அதே உயரத்தை அடையும்வரை எதிரேயுள்ள தளத்தில் ஏறமுயல்வதை அவதானிக்கலாம்.

படம் 76 C இல் காட்டியவாறு சாய்தளத்தை ஒரு பகுதி கிடையாக இருக்கத் தக்கவாறு அமைத்து பந்தை சாய்தளத்தில் குறித்த உயரத்திலிருந்து உருளவிட்டால் பந்து தன் தொடக்க உயரத்தை அடையும் பொருட்டு தொடர்ந்து முடிவிலி வரை இயங்கும் என அனுமானிக்கப்படும். ஆனால் உண்மையில் நின்று விடுவதைக் காணலாம். எனவே உராய்வுத்தடை முதலியன முற்றாக நீக்கப் பட்டால் ஒரு குறித்த வேகத்துடன் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொருள் அதன் இயக்கத்தை அதே நேர்கோட்டில் தொடர்ந்து பேணும் என்ற உணமையை இவ்வித பரிசோதனைகளால் கலீலியோ அனுமானித்தார்.

இப்பரிசோதனைகளின் முடிவுகளே நியூற்றனின் முதலாம் விதிக்கு அடிகோலிற்று.

நியூற்றனின் முதலாம் விதி

புறவிசைகள் தாக்கவிடில் ஒவ்வொரு பொருளும் அதன் ஓய்வுநிலையில் அல்லது ஒரு நேர்கோட்டில் அதன் சீரான இயக்கநிலையில் தொடர்ந்தும் இருக்கும்.

இவ்விதி சடத்துவ விதி என்றும் அழைக்கப்படும் இது விசைக்கு ஒரு வரைவிலக்கணமாகவும் அமைகின்றது.

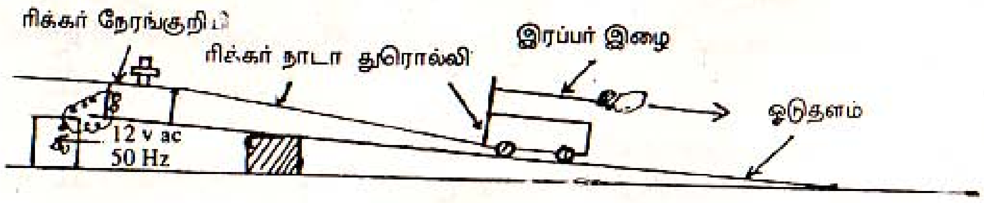
மாட்டேற்றுச் சட்டங்கள்

ஒரு சீரான வேகத்துடன் செல்லும் காரின் சாரதி அதனுள் இருக்கும் பயணி சார்பாக அவன் வேகம் பூச்சியமாகும். ஆனால் தெருவோரத்தில் நிற்கும் பாதசாரி சார்பாக அவன் மாறாவேகத்தை யுடையவனாக இருப்பான். இங்கு கார் ஒரு மாட்டேற்றுச் சட்டமாகவும், தெருவோரம் இன்னொரு மாட்டேற்றுச் சட்டமாகவும் இருக்கின்றன. ஆகவே அவதானிக் கப்படும் பொருளின் இயக்கம் அவதானியின் இயக்கத்துடனும் (அல்லது ஒய்வு) அத்துடன் பொருளின் இயக்கத்துடனும் தங்கியிருப்பதாக தோற்றுகின்றது. இங்கு முதலாம் இயக்க விதி ஒவ்வொரு மாட்டேற்றுச் சட்டத்துக்கும் பொருந்தத் தக்கதாக இருக்கின்றது. ஏனெனில் இரு கட்டங் களிலும் காரில் செயறபடும் விளையுள்

விசை பூச்சியமாகும். அதனால் அவதானிக்கும் வேகத்தில் ஒரு மாற்றமும் நிகழாதிருக்கின்றது (ஒருசட்டத்தில் வேகம் பூச்சியமும் மற்றச் சட்டத்தில் வேகம் மாறாப் பெறுமானமுடையதாகவும் இருக்கின்றது). இதுவே நியூற்றனின் முதலாம் விதி ஆகும். எனவே ஒரு மாட்டேற்றுச் சட்டத்தில் பொருள்கள் நியூற்றனின் முதலாம் விதிக்குக் கீழ்படியின் அச்சட்டம் சடத்துவச் சட்டம் எனப்படும். சுருங்கச் சொல்லின் ஆர்முடுகல் பூச்சியமாக இருக்கும் மாட்டேற்றுச் சட்டம் சடத்துவச் சட்டம் எனப்படும். மேலும் இரு மாட்டேற்றுச் சட்டங்களுக்கிடையே சார்பு ஆர்முடுகல் ஏற்படாதிருப்பின் அவை ஒன்று தொடர்பாக ஒன்று சடத்துவச் சட்டமாக விளங்கும்.

விசையும் இயக்கமும்

விசையொன்றினால் ஏற்படும் இயக்கத்தை ஆராய்வதற்கு நாம் ஒரு துரொல்லியை உபயோகிக்கலாம். துரொல்லிகுண்டுப்போதிகைகளிட்ட சில்லுகளையுடைய தாயும் அது உருளும் தளம் ஒப்பமான தாயும் இருப்பின் உராய்வுத்தடை மிகக் குறைவாக இருக்கும். துரொல்லியைத் தளத்தின் மேல் வைத்து தானாக மட்டு மட்டாக நகரும் ஒரு நிலை வரும்வரை தளத்தின் ஒரு பக்கத்தை உயர்த்திச் சாய்வாக வைப்பதன் மூலம் உராய்வுத்தடையின் விளைவை நீக்கலாம் (படம் 77)

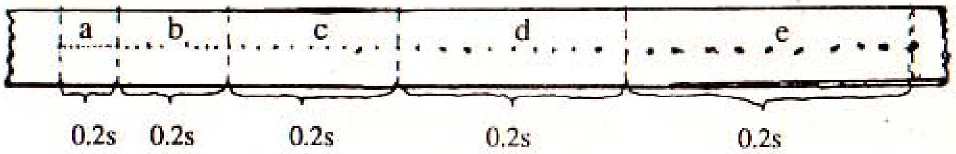


படம் 77

மாறா விசை மாறா ஆர் முடுகலை ஏற்படுத்தும் என்பதைக் காட்டல்

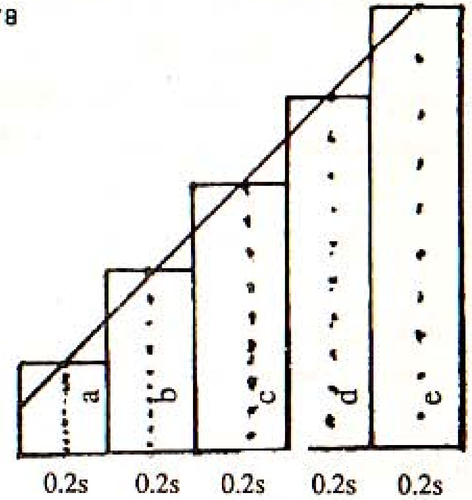
துரொல்லி ஒன்றினை மேற்கூறியவாறு ஒழுங்கு செய்து ஒப்பமான மேசையொன்றின் மீது நிறுத்துக. அதன் பின்புறத்தின் மத்தியில் **விற்றராசு** ஒன்றினைத் தொடுக்குக. விற்றராசினால் துரொல்லியை மாறா **விசையுடன்** இழுக்கலாம். எனினும் விற்றராசுக் குப்பதிலாக மெல்லிய இரப்பர் **இழை** ஒன்றைத் துரொல்லியிற் பொருத்தி படம் 77 இற காட்டியவாறு அது ஒரேயளவு நீண்டிருக்கத்தக்க தாகத் தொடர்ந்து இழுப்பதனாலும் மாறாவிசை ஒன்றை இலகுவிற் பிரயோகிக்கலாம். துரொல்லியுடன் ஒரு நீளமான ரிக்கர் நாடாவைப் பொருத்தி அது அதிரியொன்றின் சுத்தியலின் கீழுள்ள காபன் தாளுக்குச்

கீழாகச் செல்லத்தக்கதாக ஒழுங்கு செய்க. மின்னதிரி தொழிற்பட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது இரப்பர் இழையை துரொல்லியின் நீளம் வரை இழுத்து துரொல்லியை இயங்கச் செய்க. துரொல்லியோடு பின்செல்லும் ரிக்கர் நாடாவில் அதிரி சமநேர இடைகளில் குற்றுக்களை இட்டவண்ணம் இருக்கும். இரண்டு அல்லது மூன்று மீற்றர் தூரத்திற்குத் துரொல்லியைக் குறித்த விசையோடு இழுத்த பின்னர் அதிரியை நிறுத்தி நாடாவைப் பரிசீலனை செய்க (படம் 78).



படம் 78

அடுத்தடுத்து வரும் இரு குற்றுக்களை இட எடுக்கும் நேரம் ஒரு 'ரிக்' எனலாம். ஆகவே ஒரு 'ரிக்' கில் துரொல்லி செல்லுந் தூரம் இக் குற்றுக்களுக் கிடைப்பட்ட தூரமாகும். இங்கு அதிரியின் மீடிறன் 50 Hz ஆக இருப்பதால். ஒரு ரிக் நேர இடை 0.02 s ஆகும். ஆதலால் 10 ரிக் நேர இடைகளுக்கு எடுக்கும் நேரம் 0.2 s ஆகும். படம் 78 இல் 0.2s இல் செல்லும் தூரங்கள் நாடாவில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவை a, b, c, d, e எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 79

இவற்றை கீலங்களாக வெட்டி படம் 79 இல் காட்டியவாறு ஒட்டுக. இக் கீலங்களின் உயரங்கள் அடுத்தடுத்து வரும் ஒவ்வொரு இல் 0.2 s துரொல்லி செல்லுந் தூரமாகும். படம் 79 இல் முதலாம் 0.2s இல் சென்ற தூரம் 1 cm ஆகும்.

எனவே அந்நேர இடையில் துரொல்லியின் வேகம் $\frac{1\ cm}{0.2} = 5\ cm/s$

ஆகும். இவ்வாறு இரண்டாம் 0.2s இல் சென்ற தூரம் 2 cm ஆகும். அந்நேர இடையில் அதன் வேகம் $\frac{2\ cm}{0.2s} = 10\ cm/s$ ஆகும். இவ்வாறு 3ம், 4ம், 5ம் நேர இடைகளாகிய

0.2 s களில் சென்ற தூரங்களை அளந்து வேகங்களைக் காண்க.

அதாவது 3ஆம் 0.2 s இல் சென்றதூரம் = 3 cm ஆகும்

அதாவது 3ஆம் 0.2 s இல் வேகம் $= \frac{3\ cm}{0.2\ s} = 15\ cm/s$

4 ஆம் 0.2 s இல் சென்றதூரம் = 4 cm

4 ஆம் 0.2 s இல் வேகம் $= \frac{4\ cm}{0.2\ s} = 20\ cm/s$

5 ஆம் 0.2 s இல் சென்றதூரம் = 5 cm

5 ஆம் 0.2 s இல் வேகம் $= \frac{5\ cm}{0.2\ s} = 25\ cm/s$

இதிலிருந்து ஆர்முடுகலை வருமாறு கணிக்கலாம்

1ம் 0.2sக்கும் 2 ம் 0.2sக்கும் இடையே ஏற்பட்ட

வேகஅதிகரிப்பு $= \frac{10\ cm - 5\ cm}{s} = \frac{5\ cm}{s}$ ஆகும்

அதாவது 0.2s இல் ஏற்பட்ட வேகஅதிகரிப்பு = 5 cm/s

∴ 1 செக்கனில் ஏற்பட்ட வேக சுதிகரிப்பு $= 5\ cm/s / 0.2\ s = \frac{50}{2}\ cm/s/s$

$= 25\ cm/s/s$ அகும்

∴ அதாவது ஆர்முடுகல் $= 25\ cm/s/s$

$= 0.25\ m/s/s$

இவ்வாறு மற்றக் கீலங்களுக்கும் ஆர்முடுகலைக் கணிக்கும் பொழுது அதே பெறுமானம் வருவதைக் காணலாம்.

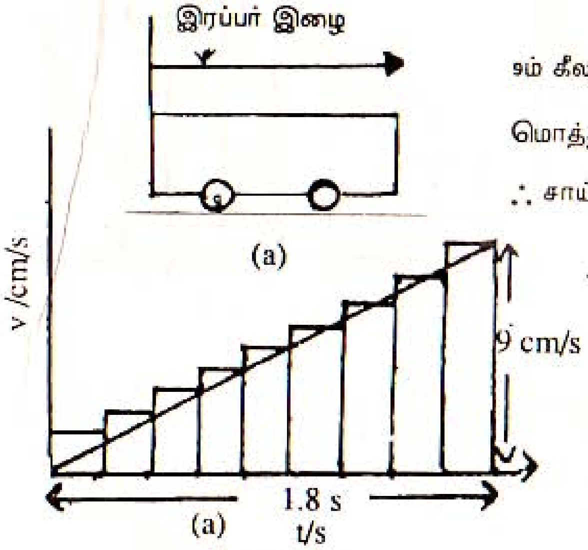
இதிலிருந்து மாறாவிசையினால் இயக்கப்படும் ஒரு திணிவு மாறா ஆர்முடுகலுடன் இயங்கும் என்பது தெளிவாகின்றது.

இப்பரிசோதனை ஒரு பொருளின் மாறா ஆர்முடுகலைக் காண்பதற்கும் பயன்படும்.

குறிப்பு

காபன் தாள் ஒரே நிலையில் இருப்பின் சுத்தியலின் அடிப்பினால் அதில் ஒரு துளை ஏற்பட்டு விடும். எனவே பரிசோதனை செய்யும் போது காபன் தாளை வெவ்வேறு நிலைகளுக்கு நகர்த்தினால் குற்றுக்கள் தெளிவாகவிருக்கும்.

திணிவுமாறா திருக்க ஒரு பொருளில் ஏற்படும் ஆர்முடுகலுக்கும் அதனைத் தோற்றுவிக்கும் விசைக்கும் உள்ள தொடர்பை ஆராய்தல்



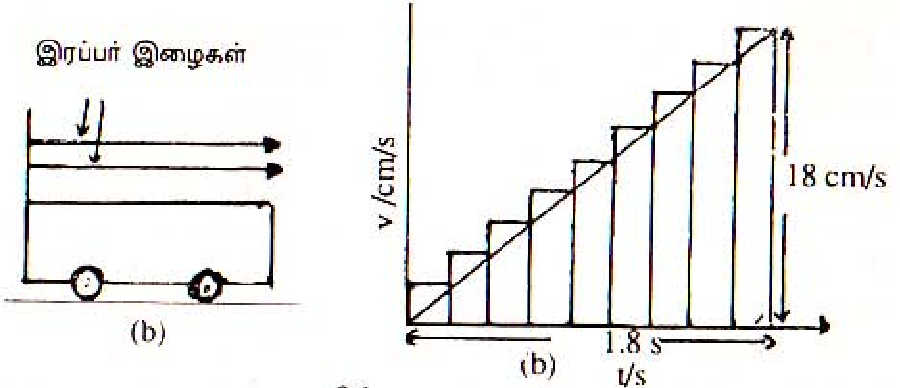
9ம் கீலத்தில் வேகம் $= \frac{1.8\ cm}{0.2\ s} = \frac{9\ cm}{s}$

மொத்த நேரம் = 1.8 s

∴ சாய்வுவீதம் $= a = \frac{9\ cm}{1.8\ s^2}$

$\therefore\ a = \frac{90}{18} = \frac{5\ cm}{s^2}$

படம் 80



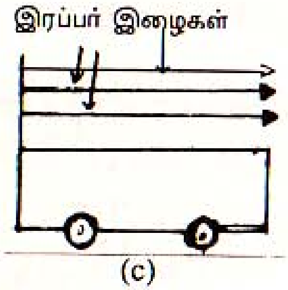
9ம் கீலத்தில் வேகம் $= \frac{3.6\ cm}{0.2\ s} = \frac{18\ cm}{s}$

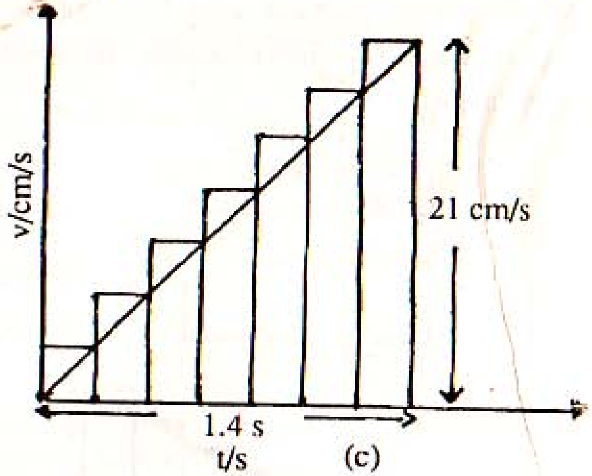
மொத்த நேரம் = 1.8 s

∴ சாய்வுவீதம் $= a = \frac{18\ cm}{1.8\ s^2}$

$\therefore\ a = \frac{180}{18} = \frac{10\ cm}{s^2}$

படம் 81





படம் 82

7ம் கீலத்தில் வேகம் $= \frac{4.2\ cm}{0.2\ s} = \frac{21\ cm}{s}$

மொத்த நேரம் $= 1.4\ s$

சாய்வுவீதம் $= a = \frac{21\ cm}{1.4\ s^2}$

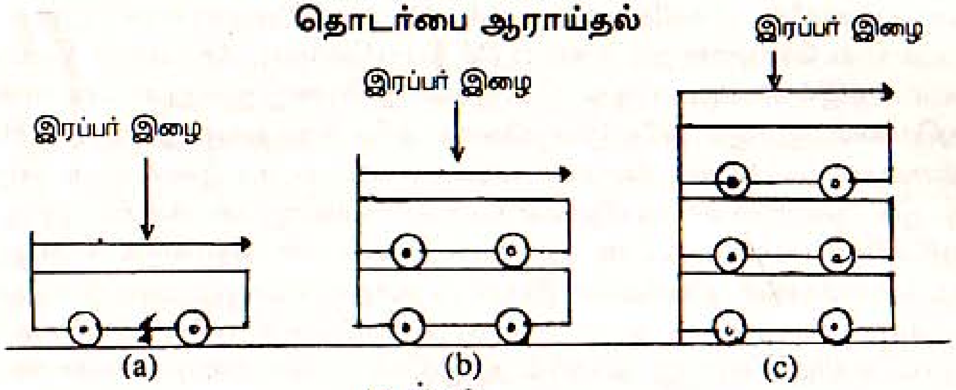
$a = \frac{210}{14} = \frac{15\ cm}{s^2}$

ஒரு துரொல்லியை மேற்கூறிய பரிசோதனைகளில் விவரித்தவாறு ஓர் இரப்பர் இழையினால் துரொல்லியின் நீளத்துக்கு இழுத்துப் (படம் 80 a) பெறப்படும் நாடாவை 10 ரிக் நீளங்கள் கொண்ட கீலங்களாக வெட்டி படம் 80 b இல் காட்டியவாறு ஒரு தாளில் ஒட்டுக. இவ்வாறே அதே நீளமும் மீள் தன்மையு முள்ள சர்வசமனான இன்னொரு இழையை முதலாவது இரப்பர் இழைக்கு, மேலாகவும் சமாந்தரமாகவும் துரொல்லியில் தொடுத்து இரண்டையும் முந்திய நீளத்துக்கு இழுத்து இழுவை இரண்டு மடங்காகும் (படம் 81 b). இவ்விசையோடு இழுக்கும் பொழுது பெறப்படும் நாடாவை முன்போல் கீலங்களாக வெட்டி படம் 81 b இல் காட்டிய வாறு ஒட்டுக. இவ்வாறே மூன்று இழைகளுக்கும் செய்து படம் 81 c இல் காட்டியவாறு இப்பொழுது 7 கீலங்களாக வெட்டி ஒட்டுக.

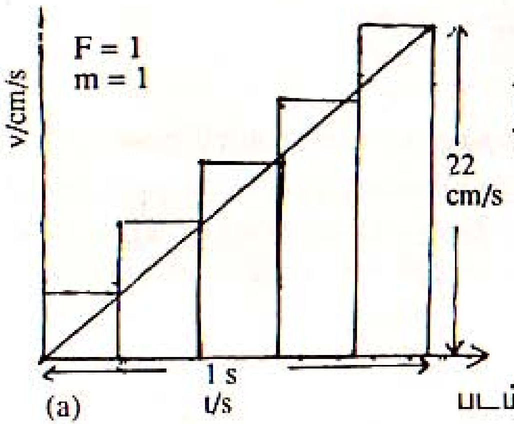
இரண்டாவது பரிசோதனையில் ஏற்படும் ஆர்முடுகல் முதலாவதின் இரு மடங்காயும் மூன்றாவதன் ஆர் முடுகல் முதலாவதன் மும்மடங்காயும் இருப்பதை படங்கள் 80,81,82 இலுள்ள நாடாப்படங்களில் சாய்வு வீதங்களைக் கணிப்பதன் மூலம் பெறமுடிகின்றது. அவை விசைக்கு நேர்விகித சமமாக இருப்பதையும் அவதானிக்கத் தக்கதாக இருக்கின்றது.

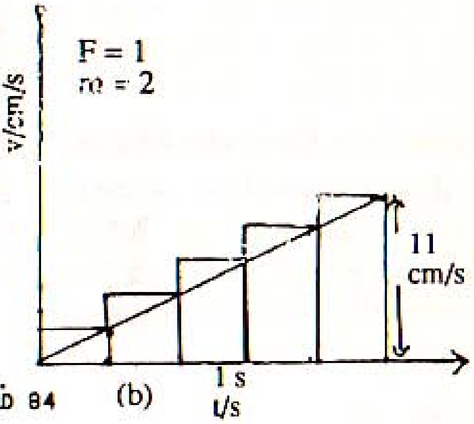
அதாவது ஒரு குறித்த திணிவுக்கு a ∞ F என்பது புலனாகின்றது.

விசை மாறாதிருக்க ஆர் முடுகலுக்கும் திணிவுக்குமுள்ள தொடர்பை ஆராய்தல்



படம் 83





படம் 84

5ம் கீலத்தல் வேகம் $= 22.0\ \frac{cm}{s}$

மொத்த நேரம் $= 1.0\ s$

சாய்வு வீதம் $a = \frac{22\ cm}{1\ s^2}$

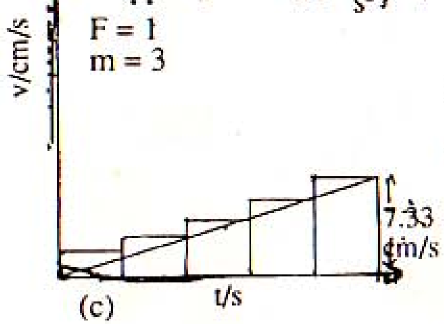
$\therefore\ a\ \ 22\ \frac{cm}{s^2}$

5ம் கீலத்தில் வேகம் $= 11.0\ \frac{cm}{s}$

மொத்த நேரம் $= 1.0\ s$

சாய்வு வீதம் $= 11\ \frac{cm}{s^2}$

$\therefore\ a = 11\ \frac{cm}{s^2}$



5ம் கீலத்தில் வேகம் $= 7.33\ \frac{cm}{s}$

மொத்த நேரம் $= 1\ s$

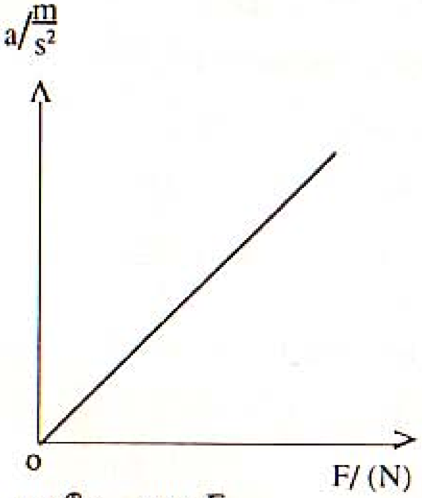
சாய்வுவீதம் $a = \frac{7.33\ cm}{1\ s^2}$

$a = 7.33\ \frac{cm}{s^2}$

துரொல்லி ஒன்றின் திணிவைக் காண்க. அத்துரொல்லியை முதற் பரிசோதனையில் விவரித்தவாறு ஓர் இரப்பர் இழையினால் இழுக்க (படம் 83 a). சோதனை நாடாவை 10 ரிக் நீளங் கொண்ட கீலங்களாக வெட்டி படம் 84 a இல் காட்டியவாறு ஒட்டுக. இவ்வாறு இரண்டு மூன்று சர்வசமனான துரொல்லிகளுக்கும் அதே இழையினால் அதே நீளத்துக்கு இழுத்து 10 ரிக் நிளங்களைக் கொண்ட கீலங்களாக வெட்டி படம் 84 b, c இல் காட்டிய வாறு ஒட்டுக. இவற்றின் சாய்வு வீதங்கள் மேற் காட்டியவாறு கணிக்கப்பெற்று ஆர் முடுகல்கள் காணப்பட்டன். அவ்வார்முடுகல்களை நோக்கும் பொழுது தூரொல்லிகளின் திணிவுகள இருமடங் காகும் பொழுது அவற்றின் ஆர் முடுகல் முதலாவதன் ½ மடங்காகவும் துரொல்லிகளின் திணிவுகள் மும்மடங்காகும் பொழுது .அவற்றின் ஆர்முடுகல் முதலாவதன் 1/3 மடங்கா கவும் மேற் கணிப்பின் பிரகாரம் காணப்படுகின்றன. அதாவது

$$a \propto \frac{1}{m} \quad \text{ஆகும்}$$

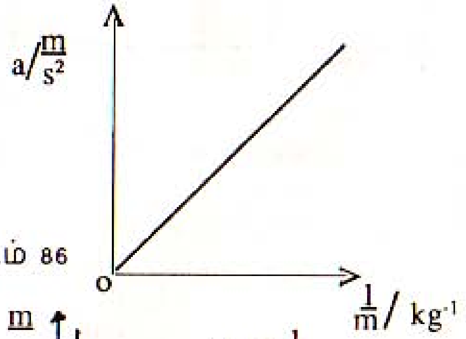
ஒருகுறித்த திணிவுக்கு aக்கும் F இற்கும் வரைபுகீறினால் அது படம் 85 இல் குருப்பது போல் உற்பத்திற்தானத்தினூடு செல்லும் நேர் கோடாக அமையும்



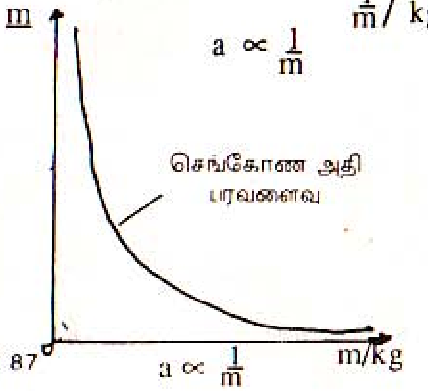
எனவே $a \propto F$

படம் 85

ஒருகுறித்த விசைக்கு a இற்கும் $\frac{1}{m}$ இற்கும் வரைபு கீறினால் அல்லது a இற்கும் m இற்கும் வரைபு கீறினால் அது படங்கள் 86, 87 இல் காட்டியது போல் அமையும்.



படம் 86



படம் 87 $a \propto \frac{1}{m}$

மேற்செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளின் முடிபுளை வருமாறு கூறலாம். அதாவது, மாறா விசையினால் இயக்கப்படும் ஒரு பொருள் விசையின் திசைவழியே மாறா ஆர்முடுகலுடன் இயங்கும். அத்துடன் திணிவு மாறாதிருக்கும் பொழுது ஆர் முடுகல் விசைக்கு நேர் விகித சமமாகவும், விசை மாறாதிருக்கும் பொழுது ஆர் முடுகல் திணிவுக்கு நேர்மாறு விகித சமமாகவும் இருக்கும்.

இப்பரிசோதனைகளின் முடிபுகள் நியூற்றினின் இரண்டாம் இயக்க விதிக்கு வழிகோலிற்று.

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதி

உநத மாற்ற வீதம் அழுத்தும் விசைக்கு நேர் விகிதசமமும் அவ்விசை செயற்படும் நேர் கோட்டின் வழியே நிகழ்கின்றதுமாகும்.

u என்னும் ஆரம்ப வேகததுடன் இயங்கும் m திணிவுள்ள பொருளொன்றைக் கருத்திற் கொள்க. t செக்கன் என்னும் நேரத்துக்கு F என்னும் மாறாவிசை அத்திணிவில் செயற்படின் அதன் வேகம் vக்கு மாறுகிறதெனக் கொள்க.

ஆகவே பொருளில் ஏற்பட்ட உந்தமாற்றம் $= mv - mu$

அத்துடன் உந்தமாற்ற வீதம் $= \frac{m(v-u)}{t}$

நியூற்றனின் 2 ம் விதிப்படி $F \propto \frac{m(v-u)}{t}$

$$\propto m.a \ \left(\because \frac{(v-u)}{t} = a \right)$$

$$\therefore \quad F = k.m.a$$

இங்கு ஒரு k விகிதசம மாறிலி

இப்பொழுது விசையின் அலகை ஓர் அலகு திணிவில் ஓர் அலகு ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை எனக் கொள்ளின்

$F = 1, \ m = 1, \ a = 1$ ஆகும்

ஆகவே $1 = k \times 1 \times 1$

$\therefore \ k = 1$

இதன் பிரகாரம் $F = m.a$

விசையின் அலகு M.K.S. இல் அதாவது S.I இல் நியூற்றன் (N) ஆகும். ஆகவே N ஆனது மேற்சமன் பாட்டின் படி $kg.\ m\ s^{-2}$ ற்குச் சமானமாகும்.

நியூற்றன்

ஒரு கிலோகிராம் திணிவில் செக்கனுக்குச் செக்கன் ஒரு மீற்றர் ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை நியூற்றன் எனப்படும்

மேலும் விசை = திணிவு × ஆர்முடுகல்

$\therefore$ ஆர்முடுகல் $= \frac{\text{விசை}}{\text{திணிவு}}$

இதன் படி ஆர்முடுகலின் அலகு N. kg^{-1} ஆகும்

தாக்கமும் மறுதாக்கமும்

ஒரு பொருளின் மீது எப்பொழுதாவது ஒரு விசை தாக்கின் கட்டாயமாக சமனானதும் எதிரானதுமான விசையொன்று இன்னொரு பொருள் மீது செயற்பட வேண்டும் என்பதை நியூற்றன் சுட்டிக் காட்டியுள்ளார். இதுவே நியூற்றனின் மூன்றாம் விதியாகும்.

அதாவது

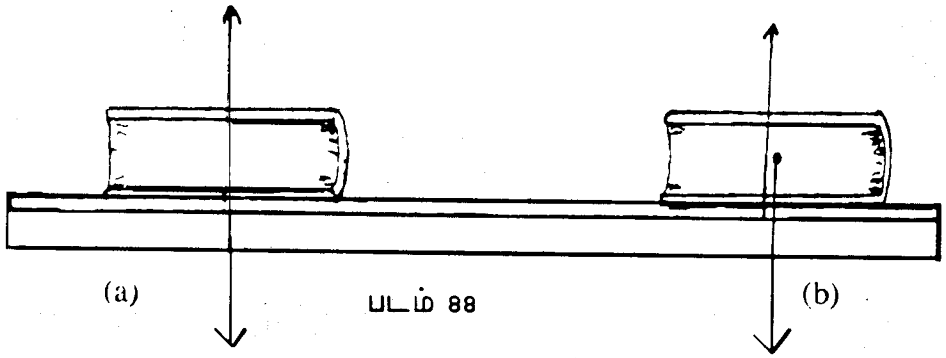
"ஒவ்வொரு தாக்கத்துக்கும் சமனானதும் எதிரானதுமான தாக்கம் உண்டு"

மேலும் இரு பொருள்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்று தள்ளுகையையோ அல்லது இழுவையையோ உளுற்றுகின்றதனால் விசைகள் இருக்கின்றன தென்பதை நியூற்றன் குறித்துள்ளார். ஒரு தனிப்பொருள் தானாக ஒரு விசையை அனுபவிப்பது இல்லை. ஆகவே விசைகள் சோடியாகவே நிகழ்கின்றன.

A என்னும் பொருள் B என்னும் பொருள் மீது விசையை உஞற்றும் பொழுது B என்னும் பொருளும் A என்னும் பொருளில் சமனானதும் எதிரானதுமான விசையை உஞற்றும் என்பதே சாராம்சம்.

இவ்வாறான தாக்க மறுதாக்கச் சோடி சமனானதும் எதிரானதும் என்ற படியால் ஒன்றை யொன்று நொதுமலாக்கலாம் என யோசிக்க முனையலாம். ஆனால் இங்கு கவனிக்க வேண்டியது யாதெனில் இவ் விசைகள் வெவ்வேறு பொருள்களில் செயற்படுகின்றதால் அத்தகைய குழப்பம் மனதில் எழ வேண்டியதில்லை.

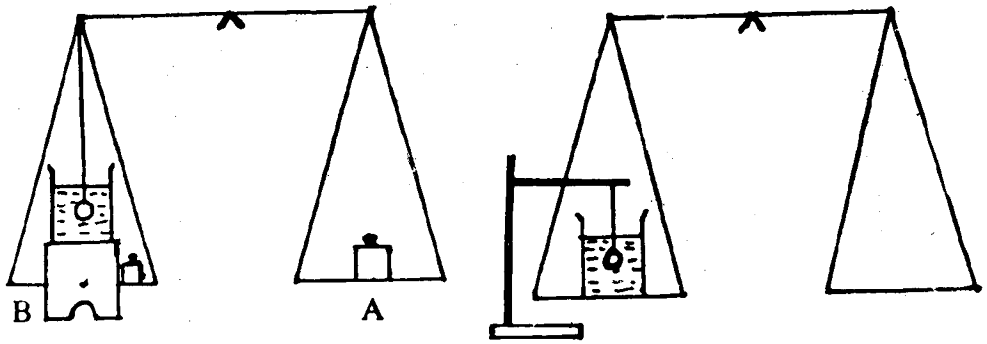
இதற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டு



படம் 88

படம 88 b ஜ நோககும் பொழுது புததக த்தின் மது மேசையின மறுதாக்கமும அத்துடன் அதன் மீது புத்தகத்தின் நிறையும் செயற்படுகின்றன. புத்தகம் சம நிலையில் இருக்கின்றது. இங்கு இரு விசைகளும் சமனும் எதிருமாயிருந்த போதிலும் அவை புததகத்தின் மீதே செயற்படுகின்றன. ஆகவே இவை தாக்க மறு தாக்கச் சோடி யாகா. படம் 88 aஇல் காட்டப்படும் இரு விசைகளும் ஒன்று மேசையைத் தாக்குவதாலும் மற்றது புத்தகத்தைத் தாக்குவதாலும் அவை இரண்டும் ஒரு தாக்க மறுதாக்கச் சோடியாகும் என்பதை விளங்கிக் கொள்ளுதல் வேண்டும். இவ்வாறு இன்னும் பல உதாரணங்களைச் சொல்லலாம்.

நியூற்றனின் மூன்றாம் விதியை ஆய்வுகூடத்தில் வாய்ப்புப் பார்த்தல்



படம் 89

தாக்கமும் மறுதாக்கமும் எப்பொழுதும் சமனும் எதிருமாகும் என்பதைத் திட்டவட்டமாக ஆய்வுகூடத்தில் வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்குப் பின்வரும் பரிசோதனையைக் கையாளலாம்.

ஒரு கண்ணாடிய் போளையின் நிறை w_1 ஜ வளியில் காண்க. படம் 89 a இல் காட்டியவாறு நீரில் அதன் நிறை w_2 ஜக் காண்க. அப்பொழுது (w_1-w_2)அதன் மீது நீரினால் ஏற்பட்ட மேலுதைப்பைத் தரும். அடுத்தபடி முகவை நீரை அத்தராசில் நிறுக்க. இந்நிறையை w_3 என்க. படம் 89 b இல் காட்டியவாறு ஒரு புறம்பான தாங்கியில் போளையை முகவை நீரினுள் தொங்கவிட்டு தராசின் சமநிலைக்கு இடவேண்டிய w_4 ஜக் காண்க. (w_4-w_3) இப்பொழுது பொருள் நீரின் மீது ஏற்படுத்தும் கீழ் உதைப்பைத்தரும். இங்கு $w_1-w_2 = w_4-w_3$ எனக் காணப் படும்.

அதாவது மேலுதைப்பு = கீழுதைப்பு

எனவே நீர், போளையில் ஏற்படுத்தும் மேலுதைப்பு போளை நீரில் ஏற்படுத்தும்..

கீழுதைப்புக்குச் சமனாகும். இப்பரிசோதனை தாக்கமும மறு தாக்கமும் சமனும் எதிரும் என்பதைக் காட்டுகின்றது.

ஓர் உயர்தியில் பொருளின் நிறை

ஓய்வில் உயர்த்தி

இது புவிசார்பாக பொருத்தப்பட்ட தாங்கியில் வைக்கப்படும் பொருளின் நிறைக்கு ஒப்பாகும். இது உயர்த்தியின் தரையை தனது நிறையால் தாக்கும் எனவே நிறை R = mg.

உயர்த்தி கீழ்முகமாக அல்லது மேல் முகமாக மாறா வேகத்துடன் இயங்கும் பொழுது.

நியூற்றனின் முதலாம் விதிப்படி சீரான வேகத்துடன் ஒரு பொருள் நேர் கோட்டில் இயங்கும் பொழுது ஒரு விசையும் அதனை இயக்குவதற்கு வேண்டியதில்லை. உயர்த்தியில் இருக்கும் வளியும் பொருளுடனேயே இயங்குவதால் வளியின் தடையினாலும் பாதிப்பு ஏற்படுவதில்லை. ஈர்ப்பு பொருளை mg (N) விசையுடன் கீழ்முகமாக இழுக்கும். பொருள் உயர்த்தியின் தரையை அதே விசையினால் அழுத்தும். நியூற்றனின் மூன்றாம் விதிப்படி தரை பொருள் மீது சமனான மறுதாக்கத்தை பொருளில் உகுற்றும். இதன் பிரகாரம் பொருளின் மீதுள்ள விளையுள் வீசை பூச்சியமாகும். அதாவது உயர்த்தி கீழ்நோக்கியோ மேல்நோக்கியோ மாறா வேகத்துடன் செல்லின் அதன் நிறை புவியில் பொருள் ஒயவில் இருப்பதற்குப் போன்றதால் பொருளின் நிறை mgக் குச்சமனாகும்.

உயர்த்தி மேல்முகமாக முடுக்கும் பொழுது

பொருள் m மீது செயற்படும் விளையுள் விசை $F = m \times a$ ஆகும் இங்கு a ஆர் முடுகலாகும்.

உயர்த்தி a என்னும் ஆர்முடுகலுடன் மேலே போவதால் அதன் தரை உள்ளிருக்கும் பொருளை ஆதே ஆர்முடுகலைக் கொடுக்க மேல் முகமாகத் தள்ளும். பொருளும் அதே மறுதாக்கத்தை கீழ்முகமாக உயர்த்தியின தரையில் ஏற்படுத்தும்.

புவியீர்ப்பு விசையும் உயர்த்தியின் தரையை mg என்னும் விசையினால் அழுத்து வதால் பொருள் தரையின் மீது அழுத்தும் விளையுள் விசை
$= mg+ma = m(g+a)$
எனவே பொருளின் புதிய நிறை $= m(g+a)$ N

உயர்த்தி கீழ்முகமாக 'g' இலும் குறைவான ஆர்முடுகல் a உடன் இயங்கும் பொழுது

உயர்த்தியின் தரை பொருள் மீது ஒரு கீழ்முக விசை பிரயோகிக்க இயலாததால் ஈர்ப்பு விசை mg இலுள்ள ஒரு பகுதி, ma, பொருளை கீழ்முகமாக முடுக்கப் பாவிக்கப்படும். புவி ஈர்ப்பு புவிசையின் எஞ்சிய பகுதி அதாவது (mg-ma) பொருளை தரையில் உகுற்றும்.
எனவே இக்கட்டத்தில் பொருளின் புதிய நிறை $= m(g-a)$.

உயர்த்தி சுயாதீனமாக விழின்

இங்கு உயர்த்தியும் பொருளும் சுயாதீனமாக விழுகின்றன. பொருளைப பொறுத்தளவில் முழு ஈர்ப்பு விசை mg உம் சுயாதீன ஆர் முடுகலைக் கொடுப் பதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. எனவே தரையை அழுத்த ஒன்றுமில்லை யாகும்.

இதன் நிறை இப்பொழுது $mg - mg = 0$ N

அதாவது உயர்த்தி சுயாதீனமாக விழும் பொழுது, அது நிறைவற்ற தாகும்.

உயர்த்தி கீழ் முகமாக 'g' இலும் கூடிய ஆர்முடுகல் a உடன் இயங்கும் பொழுது

உயர்த்தியை கிழ் முகமாக g இலும் கூடுதலான ஆர் முடுகலுடன் இயக்குவதற்கு வாண எஞ்சினை அதனைச் செலுத்துவதற்கு உபயோகிக்க வெண்டும். உள்ளிருக்கும் பொருள் a என்னும் ஆர் முடுகலுடன் இயங்கு வதால் ஈர்ப்புவிசை mg இலும் கூடுதலான விசை ma பொருளில் செயறபடும். அத்தகைய சந்தர்ப்பத்தில் பொருள் கூரைக்கு உயரும். அங்கு தேவையான மேலதிக விசையைப்பெறும். அது (ma - mg)க்குச் சமனாகும். ஆகவே பொருள் கூரையின் மீது இதற்குச் சமனானதும் எதிரானதுமான விசையை உகுற்றும்.

∴ பெருளின் புதிய நிறை $= ma - mg = m(a-g)$
இந்நிறை பொருளின் சாதாரண நிறைக்கு எதிராகச் செயறபடுவதால் இது எதிர் நிறையுடையதாக இருக்கும்.

உத்திக் கணக்குகள்

1) ஒரு 0.4 kg திணிவு ஓர் உயர்த்தியின் கூரையில் தொங்கவிடப்பட்ட விற்றராசில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. விற்றராசின் வாசிப்புக்களை உயர்த்தி 0.4 m/s^2 ஆர்முடுகலுடன் உயரும் பொழுதும் (b) 0.2 m/s^2 ஆர்முடுகலுடன் இறங்கும் பொழுதும் (c) 0.15 m/s சீரான வேகத்துடன் உயரும் பொழுதும் காண்க. ($g = 10$ m/s^2).

(a) விற்றராசில் செயற்படும் இழுவையை T நியூற்றன்கள் என்க. இதுவே அதன் வாசிப்பு ஆகும். 'a' உயர்த்தியின் ஆர் முடுகல். எனவே உயர்த்தி உயர்வதால் திணிவில் செயற்படும் இயக்கத்திற்குரிய சமன்பாடு

$$T - 0.4g = 0.4a$$
$$T = 0.4a + 0.4g$$
$$= 0.4 \quad 0.4 + 0.4 \times 10$$
$$= 0.16 + 4$$
$$= 4.16 N$$

∴ விற்றராசின் வாசிப்பு = 4.16 N

(b) இப்பொழுது விற்றராசில் செயற்படும் இழுவையை T_1 N என்க. உயர்த்தி இறங்குவதால்

$$0.4g - T_1 = 0.4a_1$$
$$T_1 = 0.4g - 0.4a_1$$
$$= 0.4 \times 10 - 0.4 \times 0.2$$
$$= 4 - 0.08$$
$$= 3.92 N$$

∴ விற்றராசின் வாசிப்பு = 3.92 N

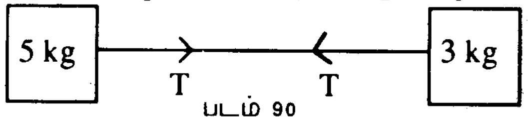
(c) வேகம் சீரானதால் விளையுள் விசை பூச்சியமாகும்

எனவே இழுவை T_2 = நிறை

$$T_2 = mg$$
$$= 0.4 \times 10$$
$$= 4 N$$

∴ விற்றராசின் வாசிப்ப = 4 N

2) 5 kg, 3 kg உடைய இரு திணிவுகள் ஓர் இழையினால இணைக்கப்பட்டு 3 மீற்றருக்கப்பால் ஒய்வில் இருக்கின்றன. இழையில் 0.25 kg நிறையுடைய மாறா இழுவை தொழிற்படுகின்றது. திணிவுகள் எப்பொழுது சந்திக்கும்? ஒவ்வொன்றும் என்ன தூரம் நகர்ந்திருக்கும்? ($g = 10 m/s^2$)



படம் 90

இழையில் இழுவை = 0.25 kg = 0.25 × 10 = 2.5 N

படம் 90 இல் காட்டியவாறு இழுவைகள் செயற்படும்

5 kg திணிவுக்கு F = m. a ஜப் பிரயோகிக்க.

$$2.5 = 5 \times a$$
$$\therefore a = \frac{2.5}{5} = 0.5 m/s^2$$

3 kg திணிவுக்கு $2.5 = 3 \times a_1$

$$\therefore a_1 = \frac{2.5}{3} = 0.83 m/s^2$$

t செக்கனுக்குப்பின் திணிவுகள் சந்திக்கிறதெனவும் 5 kg திணிவு s மீற்றர் நகர்ந்ததெனவுங் கொள்க. அப்பொழுது 3 kg திணிவு நகர்ந்து தூரம் (3-s) மீற்றர் ஆகும்.

5 kg க்கு $s = \frac{1}{2} \times 0.5 \times t^2$ ——— (1)

3 kg க்கு $3-s = \frac{1}{2} \times 0.83 \times t^2$ ——— (2)

(1) + (2) $3 = \frac{1}{2} \times 1.33 \times t^2$

$$t^2 = \frac{6}{1.33} = 4.51$$
$$t = \sqrt{4.51} = 2.13 s$$

1 இல் $t^2 = 4.51$ ஐப் பிரதியிடுக

$$\therefore s = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4.51$$

= 1.127 மீற்றர் (m)

எனவே திணிவுகள் 2.13 செக்கன்களுக்குப் பின் சந்திக்கின்றன. 5 kg திணிவு 1.127 மீற்றர் தூரமும் 3 kg திணிவு 1.873 மீற்றர் தூரமும் நகர்ந்துள்ளன.

3) 6 m/s வேகத்துடன் கிடையாக இயங்கும் நீர்த்தாரை ஒரு நிலைக்குத்துச் சுவரில் மோதிப் பின் நேர்கீழே விழுகின்றது. தாரையின் வெட்டு முகப்பரப்பு 20 சதுர சதம மீற்றர் ஆயின் சுவரில் நீர் உகுற்றும் விசையை கிலோகிராம் நிறையில் காண்க.

1 செக்கனில் சுவரில் மோதும் நீரின் கனவளவு $= 6 \times \frac{20}{10^4} m^3$

1 செக்கனில் சுவரில் மோதும் நீரின் திணிவு $= 6 \times \frac{20}{10^4} \times 10^3 kg$

= 12 kg

மோதலுக்குப் பின் நீருக்குக் கிடை வேகம் இல்லையாகும்

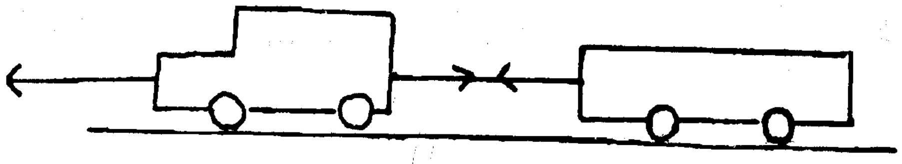
∴ 1 செக்கனில் அழிக்கப்பட்ட உந்தம் (mv) = 12 × 6 N

உகுற்றப்படும் விசை = உந்தமாற்றவீதம்

= 72 N

$$= \frac{72}{10} = 7.2 \text{ kg wt.}$$

4) ஒரு பின்தொடர் வாகனத்தை இழுக்கும் கார் ஒன்று ஓய்விலிருந்து 16 m/s வேகத்திற்கு 80 செக்கனில் முடுக்குகின்றது. காரினதும் பின்தொடர்வாகனத்தினதும் திணிவுகள் 2000 kg, ஆகவும் 400 kg ஆகவுமிருப்பின் (a) இவ்வார்முடுகலைக் கொடுப்பதற்கு காரின் அதிகுறைந்த உதைப்பையும் (b) இணைக்கும் தண்டில் இழுவையையுங் காண்க.



படம் 91

ஆரம்ப வேகம் = 0 m/s
இறுதி வேகம் = 16 m/s
நேரம் = 80 s
ஆர்முடுகல் = a m/s^2

$\therefore$ v = u + at

16 = 0+80 × a

$\therefore$ a $= \frac{16}{80} = 0.2\ m/s^2$

$\therefore$ அதிகுறைந்த உதைப்பு = மொத்தத்திணிவு × ஆர்முடுகல்
= 2400 × 0.2 N
= 480 N

(b) இணைப்புத் தண்டில் செயற்படும் இழுவை = T N

$\therefore$ T = 400 × 0.2 N

$\therefore$ தண்டில் இழுவை = 80 N

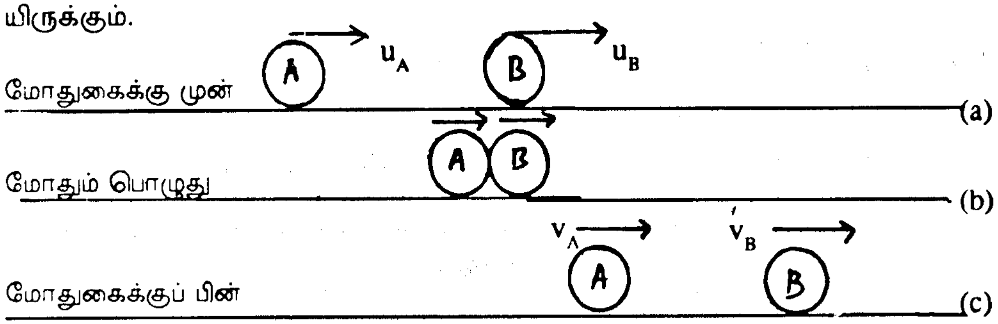
உந்தக் காப்பு

ஒரு விளையுள் விசையினால் ஒரு பொருள் தாக்கப்படும் பொழுது அதன் உந்தம் மாறு கின்றது. விளையுள் விசை பூச்சியமாயின் உந்தம் மாறுவதில்லை. இப்பொழுது ஒனறின் மீது ஒன்று தாக்கும் பல பொருள்களைக் கருத்திற் கொள்க. இப்பொருட்கள் தொகுதியின் மீது வெளிவிசைகள் தாக்கவிடில் அத் தொகுதியின் மொத்த உந்தம் மாறுவதில்லை. ஆயினும் அத் தொகுதிக் குள்ளிருக்கும் பொருள்களுக்கிடையேயுள்ள தாக்கங்களினால் உந்தமாற்றம் அவற்றிடையே நிகழ்வினும் மொத்த உந்தம் மாறாதிருக்கும்

உந்தக் காப்பு விதி அல்லது தத்துவம்

வெளி விசைகள் தாக்கவிடில், இரண்டு அல்லது அதற்குமேற் பட்ட பொருள்கள் ஒன்றின் மீது ஒன்று தாக்கும் பொழுது, அவற்றின் மொத்த உந்தம் மாறாதிருக்கும்.

ஒரு தொகுதியில் உள்ள எவையேனும் இரு பொருள்களுக்கிடையே தாக்கம் நிகழின்அவை ஒன்றின் மீது ஒன்று சமமானதும் எதிரானதுமான விசைகளை உகுற்றுகின்றன. அதன் விளைவாக ஒரு பொருள் மற்றப் பொருளிலிருந்து உந்தத்தைப் பெறுகின்றது. ஆனால் இப்பெற்ற உந்தம் இன்னொரு பொருளிலிருந்து இழந்த உந்தமாதலினால் மொத்த உந்தம் அதேயள விலேயே யிருக்கும்.



படம் 92

மோதும் இரு கோளப்பந்துகளைக் கருத்திற் கொள்க (படம் 92). B இலிருந்து A இன் மீது ஏற்படும் மோதும் விசை F ஆனது A இல் வேகத்தை u_A இலிருந்து v_A க்கு மாற்றுகின்றது. (இங்கு A உம் B உம் மோதும் பொழுது t ஆனது அவை முட்டும் பொழுதுள்ள நேரம் ஆகும்.)

அதனால் $F = \frac{m_A v_A - m_A u_A}{t}$

B மீது A இலிருந்து சமமானதும் எதிரானதுமான விசை F' தாக்குவதால் B இன் வேகம் u_B இலிருந்து v_B க்கு மாறும்

அதனால் $F' = \frac{m_B v_B - m_B u_B}{t}$

F உம் F' உம் சமனும் எதிருமாதலினால்

$F = -F'$

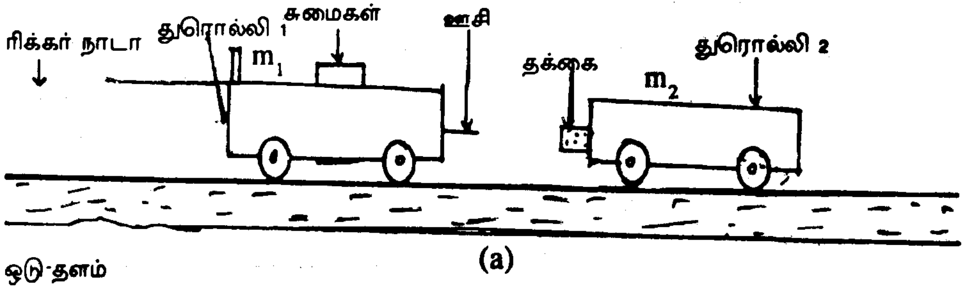
$\therefore \frac{m_A v_A - m_A u_A}{t} = \frac{(m_B v_B - m_B u_B)}{t}$

எனவே $m_A v_A + m_B v_B = m_A u_A + m_B u_B$

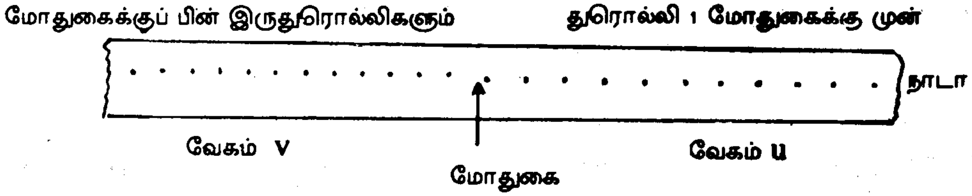
அதாவது மொத்த இறுதி உந்தம் = மோத்த ஆரம்ப உந்தம்.
எனவே மோதுகையினால் மொத்த உந்தம் மாற்றப்படவில்லை.

ஒன்றின் மீது ஒன்று மோதும் பொருள்கள் ஒரு நேர் கோட்டில் இயங்கும் பொழுது உந்தக்காப்புத் தத்துவத்தை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

பரிசோதனை ஓர் இயங்கும் பொருள் ஓய்விலிருக்கும் பொருளுடன் ஆக்கும் மீளியல் இல்லா மோதுகை



(a)



(b)

படம் 93

உபகரண ஒழுங்கு படம் 93 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. துறொல்லிகள் 1 உம் 2 உம் ஒடுதளத்தில் வைக்கப்பட்டு உராய்வை நீக்கும் பொருட்டு தளம் சற்று சாய்வாகவும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. துறொல்லி 1 இல் கூடுதலான திணிவை ஏற்படுத்துமுகமாக மேலதிக சுமைகள் வைக்கப்படுகின்றது. நேரங்குறியினூடாகச் செல்லும் நாடா இதற்குத்தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சிறு தள்ளுதல் இதற்குக்கொடுக்கும்பொழுது இது சீரான வேகத்துடன் முன்னோக்கிச் சென்று சற்று அப்பாலுள்ள ஓய்விலிருக்கும் துறொல்லி உடன் மோதும். துறொல்லி 1 இல் ஒரு தடித்த ஊசி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. துறொல்லி 2 இல் தக்கை யொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மோதுகையின் போது ஊசி தக்கைக்குள் ஊடுருவி இரு துறொல்லிகளும் ஒன்று போல் இயங்கும். இது ஒரு மீளியல் இல்லா மோதுகை ஆகும். நாடாவில் இருவிதமான சமநேர இடைகளைக் கொண்ட குற்றுக்கள் பதியப்பட்டிருப்பதை அவதானிக்கலாம்.

ஒன்று மோதுகைக்குமுன் துறொல்லி 1 இனால் பதியப்படடது. இதிலிருந்து துறொல்லி 1 இன் வேகம் முன்னே விவரித்தவாறு காணலாம். மற்றது இரு துறொல்லிகளும் ஒன்றாக இயங்கும் பொழுது பதியப்பட்டகுற்றுகளாகும். இதிலிருந்து இரண்டினதும் பொது வேகத்தைக் காணலாம். இரு துறொல்லிகளினதும் திணிவுகள் நிறுவைமூலம் காணப்படும்.

பேறுபேறுகள்

துறொல்லி 1 இன் திணிவு = ... kg
துறொல்லி 2 இன் திணிவு = ... kg

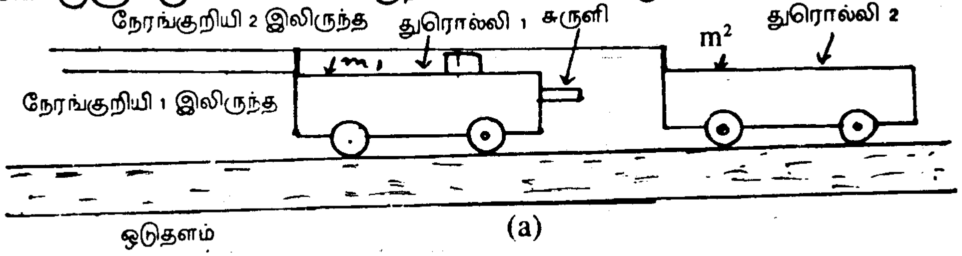
நாடாவின் அளவீடுகளிலிருந்து கணிப்புகள்

தூரம் x (m)	நேரம் t (s)	வேகம் x/t m/s	உந்தம் kg m/s
மோதுகைக்குமுன் துறொல்லி I			
		u =	m_1u =
மோதுகைகுப்பின் இரு துறொல்லிகளும்			
		v =	$(m_1+m_2)v$ =

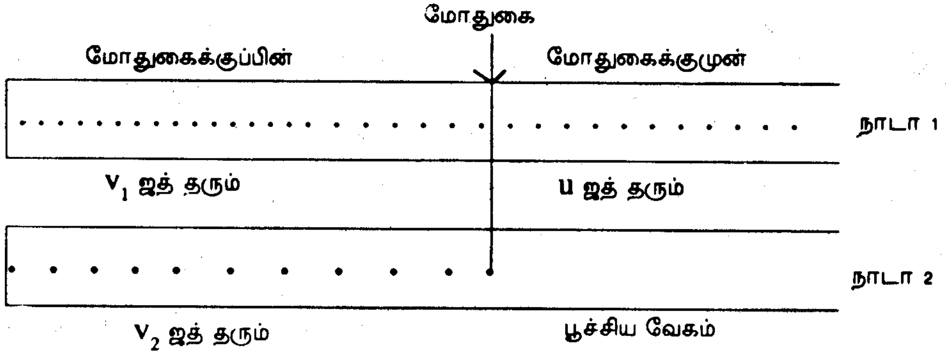
மோதுகைக்குமுன் மொத்த உந்தம் = ... kg m/s
மோதுகைக்குப்பின் மொத்த உந்தம் = ... kg m/s

பரிசோதனை வழுக்கள் புறக்கணிக்கப்படின் மோதுகைக்கு முன் மொத்த உந்தம் ஆனது மோதுகைக்குப் பின் மொத்த உந்தத்துக்குச் சமனாக இருக்கக் காணப்படுகின்றது.

பரிசோதனை 2: இயங்கும் பொருளுக்கும் ஓய்வில் இருக்கும் பொருளுக்கு மிடையே பகுதி மீளியல் மோதுகை



(a)



துரொல்லி 1 துரோல்லி 2 இலும் பார்க்க சுமையேற்றப்பட்டதால் மோதுகை நிகழ்ந்தவுடன் துரோல்லி 1 மெது வாகவும் துரொல்லி 2 விரைந்த வேகத்துடனும் முன்னோக்கி இயங்கும். இரு நாடாக்கள் துரோல்லி ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒவ்வொன்று தேவையாகும். இவற்றிலிருந்து மோதுகைக்கு முன்பும் பின்பும் வேகங்களை முன்போல் காணவேண்டும். துரோல்லிகள் 1,2 இனதும் திணிவுகள் முறையே m_1 உம் m_2 வுமாகும். துரோல்லி 1 இன்வேகம் மோதுகைக்கு முன்னும் பின்னும் u வும் v_1 வுமாக இருக்கிறதெனக் கொள்க. மோதுகைக்குப் பின் துரொல்லி 2 இன் வேகம் v_2 எனக் கோள்க.

அதனால் மோதுகைக்கு முன் மொத்த உந்தம் = மோதுகைக்குப்பின் மொத்தஉந்தம் என அனுமானித்துக் கொள்ளத் தக்கதாக இருக்கின்றது

$$\therefore \quad m_1u = m_1v_1 + m_2v_2$$

முன்போல் உந்தங்கள் கணிக்கப் பெற்று குறிக்கப்பட்டுள்ளன

பெறு பேறுகள

நாடாவிலிருந்து பெற்ற கணிப்புக்கள்

தூரம் x (m)	நேரம் t (s)	வேகம் x/t (m/s)	உந்தம் (kg m/s)
மோதுகைக்குமுன் துரொல்லி I			
மோதுகைக்குப்பின்துரொல்லி I			
மோதுகைக்குப்பின் துரொல்லி 2			

மோதுகைக்குமுன் மொத்த உந்தம் = ... kg m/s

மோதுகைக்குப் பின் மொத்த உந்தம் = ... kg m/s

பரிசோதனை வழுக்கள் புறக்கணிக்கப்படின் மோதுகைக்கு முன் மொத்த உந்தம் ஆனது மோது கைக்குப் பின் மொத்த உந்தத்துக்குச் சமனாக இருக்கக் காணப்படுகின்றது

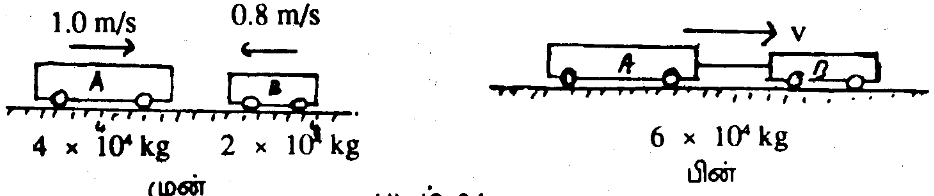
மேலும் கணத்தாக்கு = விசை (N) × நேரம் (s)

= F × t (N s)

∴ இதன் அலகு நியூற்றன். செக்கன் அல்லது Kg. m/s

உந்தக் கணிப்புக்கள்

1. 1.0 m/s வேகத்தில் செல்லும் 4×10^4 kg திணிவுள்ள ஒரு புகை வண்டி அதன் அரைத் திணிவுடையதும் 0.8 m/s வேகத்தில் எதிர்த்திசையில் இயங்குகின்றதுமான இன்னொரு B என்னும் புகைவண்டியுடன் மோது கின்றது. மோதும் பொழுது இரு வண்டிகளும் தாமாகவே இணைந்து ஒன்றாகச் செல்லின் அவற்றின் பொது வேகத்தைக் காண்க.



படம் 94

(வலம் +)

வலப்பக்கமாக A இனதும B இனதும் மொத்த உந்தம் மோதுகைக்குமுன்

$= (4 \times 10^4 \times 1.0 - 2 \times 10^4 \times 0.8)$ kg m/s

= 2.4 kg. m/s

வலப்பக்கமாக மொத்த உந்தம் மோதுகை க்குபின்

$= 6 \times 10^4 \times v$ kg. m/s

உந்தக் காப்புத்தத்துவத்தின் படி

$$(6 \times 10^4)\ \text{kg} \times v\ \text{m/s} = 2.4 \times 10^4\ \text{kg. m/s}$$

$$\therefore v = \frac{2.4 \times 10^4}{6 \times 10^4} = 0.4\ \text{m/s}$$

2. 0.30 kg திணிவுடைய பந்து 2.0 மீற்றர் உயரத்திலிருந்து ஒரு தட்டையான மேற் பரப்பின் மீது போடப்பட்டுள்ளது. இது 0.70 மீற்றர் உயரத்துக்கு பின்னதைக்கின்றது. பின் வருவனவற்றைக் கணிக்க. ($g = 10\ m/s^2$)

(a) மோதலுக்குச் சற்றுமுன் பந்தின் வேகம்

(b) மோதலுக்குச் சற்றுபின் பந்தின் வேகம்

(c) மோதலினால் பந்தின் உந்தமாற்றம்

(d) மேற்பரப்பின் மீது பந்தின் தொடுகை நேரம் 80 மில்லி செக்கன் ஆயின் மோதல் விசை.

(a) மோதலுக்குச் சற்று முன் வேகம் $= v$ m/s

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 2}$$

$$= \sqrt{4 \times 10} = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$$

$$= \underline{\underline{6.32}} \text{ m/s}$$

(b) மோதலுக்குச் சற்றுபின் வேகம் $= u$ என்க

$$v^2 = u^2 - 2gh$$

$$o = u^2 - 2 \times 10 \times 0.70$$

$$u^2 = 20 \times 0.7$$

$$= 14$$

$$u = \sqrt{14} = 3.7 \text{ m/s}$$

(c) பந்தின் உந்தமாற்றம் $= 0.30 \times 6.32 - (-0.30 \times 3.7)$

$$= 0.30 \times 6.32 + 0.30 \times 3.7$$

$$= 0.30\,(10.02) \text{ kg m/s}$$

$$= 3.006 \text{ kg m/s}$$

d) மோதல் விசை $= F$ (N) என்க

கணத்தாக்கு = உந்தமாற்றம்

$$\therefore F \times \frac{80}{1000} = 3.006$$

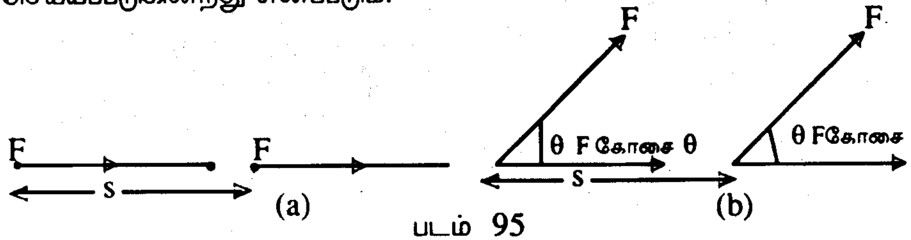
$$F = \frac{3.006}{80} \times 1000$$

$$= \frac{3006}{80} \text{ N}$$

$$= \underline{\underline{37.6}} \text{ N}$$

வேலை, சத்தி, வலு

வேலை:- ஒரு பொருளின் மீதுள்ள புள்ளியொன்றில் விசை பிரயோகிக்கப்படின் விசைப்பிரயோகப்புள்ளி விசையின் திசையின் வழியே நகரின் வேலை செய்யப்படுகின்றது எனப்படும்.



படம் 95

Fஎன்னும் நியூற்றனில் அளக்கப்படும் மாறா விசை S என்னும் மீற்றிரில் அளக்கப்படும் பெயர்ச்சிக் கூடாக படம் 95 a இல் காட்டியவாறு நகரின் செய்யப் படும் வேலை F(N) இனதும் S(m) இனதும் பெருக்கத்தால் பெறப்படும்.

அதாவது வேலை $= F\,(N) \times S\,(m)$

$$= F \times S\,(N\,m)$$

∴ எனவே வேலையின் அலகு நியூற்றன் மீற்றர் (N m) ஆகும்.

S. I. அலகில் இது (J) எனப்படும்.

அதாவது $1\,J = 1\,Nm$

இப்பொழுது F என்னும் மாறா விசை படம் 95b இல் காட்டியவாறு செயற்படும் பொழுது S என்னும் பெயர்ச்சி வழியே பிரயோகப் புள்ளி நகரின் அப்பெயர்ச்சியின் வழியே செயற்படும் F என்னும் விசையின் கூறு Fகோசை θ ஆகும். இதன் நிலைக்குத்துக்கூறு F சைன் θ நகர்த்துவதில் பங்கு கொள்வதில்லை.

எனவே இப்பொழுது செய்யப்படும் வேலை W(J) = Fகோசை θ (N)× S (m)

= Fகோசை θ × S (Nm)

வேலை நேராகவும் அல்லது எதிராகவும் இருக்கலாம். அதாவது விசை ஆனது பெயர்ச்சி வழியே செயற்படும்பொழுது வேலை நேர் எனப்படும். பெயர்ச்சிக்குஎதிர்வழியே செயற்படின் அப்பொழுது வேலை எதிர் எனப்படும். உதாரணமாக உராய்வு விசை பொருளின் வழுக்கலை எதிர்ப்பதால் அது செய்யும் வேலை எதிர் எனப்படும்

யூல்:- ஒரு மீற்றர் பெயர்ச்சிக் கூடாக ஒரு நியூற்றன் விசை அதன் விசைப்பிரயோகப்புள்ளியை விசையின் திசையின் வழியே நகர்த்தின் செய்யப்படும் வேலை ஒரு யூல்ஆகும்.

விசையும் பெயர்ச்சியும் காவிக்கணியங்களாக இருந்தபொழுதும் வேலை ஓர்எண்ணிக்கணியமாகவே இருக்கும்.

வேலையின் பரிமாணம் - W $= MLT^{-2} x L = ML^2T^{-2}$

சக்தி:- ஒரு பொருள் வேலை செய்யத்தக்கதாயின் அது சக்தியுடையதெனப்படும். அதாவது சக்தியென்பது வேலைசெய்யும் ஆற்றலாகும். இதன் அலகும் வேலையினதைப் போன்று யூல் ஆகும். இதன் பரிமாணமும் வேலையினதைப்போன்றாகும் (ML^2T^{-2}). ஆகவே இதுவும் ஓர் எண்ணிக் கணியமாகும்.

வலு:- வேலை செய்யும் வீதம் வலு எனப்படும்

$$\text{அதாவது வலு} = \frac{\text{வேலை (J)}}{\text{நேரம் (s)}}$$

ஆகவே வலுவின் அலகு செக்கனுக்கு யூல் ஆகும்

இது S. I. அலகில் உவாற்று எனப்படும்

அதாவது 1 உவாற்றறு =1 யூல்/செக்

மேலும் ஒரு யூல் வீதம் ஒரு செக்கனில் வேலை செய்யப்படின் வலுவானது ஓர் உவாற்று எனப்படும்.

அவ்வாறு ஒரு செக்கனில் 1000 யூல்கள் வேலை செய்யப்படின் வலு கிலோவாற்று எனப்படும், ஒரு செக்கனில் 10^6 யூல்கள் வேலைசெய்யப்படின் வலு மெகாவாற்று எனப்படும்.

குறியீட்டின் மூலம் இவற்றை வருமாறு விளக்கலாம்

$$1KW = 1000W$$
$$1MW = 10^6 W$$

இவை மின்பொறிகள் வேலை செய்யும் வீதத்தை குறிப்பிடப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன.

வலுவின் பரிமாணம்:

$$\text{வலு} = \frac{\text{வேலை}}{\text{நேரம்}} = \frac{\text{விசை x தூரம்}}{\text{நேரம்}}$$
$$= \frac{MLT^{-2} \times L}{T} = ML^2T^{-3}$$

சத்தியின் ரூபங்கள்:-

சத்தி பல ரூபங்களில் உள. அவையாவன பொறிமுறைச்சத்தி, வெப்பசத்தி, ஒளிச் சத்தி, ஒலிச்சத்தி, இரசாயனச்சத்தி, மின்சத்தி, காந்தச் சத்தி,கருச்சத்தி போன்றவையாகும். இவை ஒரு ரூபத்திலிருந்து இன்னொரு ரூபத்துக்கு மாற்றத் தக்கனவாகும்.

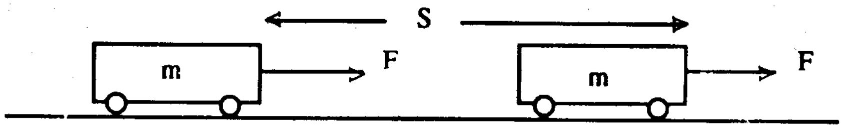
பொறிமறைச் சத்தி இரு வகையாகும். (i) இயக்கப்பண்புச் சத்தி (ii) அழுத்தச் சத்தி / நிலைப் பண்புச்சத்தி.

இயக்கப்பண்புச் சத்தி:- ஒரு பொருள் இயக்கத்தின் பண்பினால் சத்தியைப் பெறின் அச்சத்தி இயக்கப்பண்புச் சத்தி எனப்படும்.

vஎன்னும் கதியில் m என்னுத் திணிவு இயங்கின் அதன் இயக்கப்பண்புச் சத்தி வருமாறு தரப்படும்.

அதாவது இயக்கப் பண்புச் சத்தி = $\frac{1}{2} mv^2$

இதை வருமாறு நிரூபிக்கலாம்



ஆரம்ப நிலை ஓய்வில்   t நேரத்து க்குபின்நிலை

படம் 96

mஎன்னும் திணிவு F என்னும் மாறாவிசையினால் ஓய்விலிருந்து vஎன்னும் கதிக்கு t நேரத்தில் முடுக்கப்படுகின்றது. ஆரம்பக்கதி u = o ஆதலால்

$$\text{ஆர்முடுகல் } a = \frac{v-u}{t} = \frac{v}{t} \quad (\because u = o)$$

$$\text{நகர்ந்த தூரம் } s = \frac{u+v}{2} \times t = \frac{vt}{2} \quad (\because u = o)$$

செய்யப்படும் வேலை = விசை x தூரம் = F x s

ஆனால் F = mx a

$$\therefore \text{செய்யப்படும் வேலை} = m.a.s. = m. \times \frac{v}{t} \times \frac{vt}{2}$$
$$= \frac{1}{2} m v^2$$

இறுதியாகச் செய்யப்படும்வேலை இயக்கப்பண்புச் சத்தியாக மாற்றமடைவதனால்

இ. ப. ச. $= \frac{1}{2} m v^2$

இதன் அலகு m ஆனது kg இலும் v m/s இலும் இருப்பதால் யூல் (J)ஆகும்

நிலைப்பண்புச் சத்தி அல்லது அழுத்தசத்தி:-

ஒரு பொருள் அதன் நிலையின் பண்பினால் பெறும்சத்தி நிலைப்பண்புச்சத்தி அல்லது அழுத்த சத்தி எனப்படும்.

நிலத்தரையில் இருக்கும் ஒரு பொருளின் சத்தி பூச்சியமெனக் கொள்ளின் 'h' உயரத்துக்கு அப்பொருள் தரையிலிருந்து உயர்த்தப்படும் பொழுது அதன் சத்தி நிறையை அப்புள்ளிக்கு உயர்த்து வதற்குச்செய்யப்படும் வேலைக்குச் சமனாகும். அதாவது ஈர்ப்புவிசைக்கு எதிராக செய்யப்படும்வேலையாகும்: அப்புள்ளியிலிருந்து அந்நிறைவிழும் பொழுது

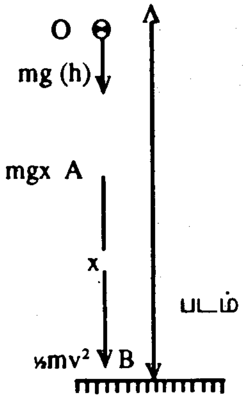
அதாவது தரையில் தொடும்பொழுது சேமித்திருந்த நிலைப்பண்புச்சத்தி இயக்கச் சத்தியாக மாறும்.

நிலைப்பண்புச் சத்தி (நி. ப. ச.) = $m g . h$
m kg. இலும், $g = m/s^2$ இலும், h மீற்றரிலும் இருப்பின்
நி. ப. ச. யூல்களில் இருக்கும்.

சத்திக் காப்பு:- சத்தி ஒரு ரூபத்திலிருந்து இன்னொரு ரூபத்துக்கு மாறமுடியினும் தரப்பட்ட தொகுதியொன்றினது மொத்த சத்தி மாறாத தொன்றாகும். இதுவே சத்திக்காப்பு ஆகும்.

இதை ஓர் எடுத்துக்காட்டால் விளக்கலாம்

h உயரத்தில் தரைக்குமேலிருக்கும் பொருளைக் கருத்திற் கொள்க
Oவில் பொருள் ஓய்வில் இருப்பதால் நி. ப. ச $= m g h$
பொருள் விழும்பொழுது தரையிலிருந்து x உயரத்தில் அதாவது Aஇல்
அதன் நி. ப. ச $= m g x$
ஆனால் A இல் அது நிலைப்பண்புச் சத்தியையும் இயக்கப்பண்புச சத்தியையும் உடையதாகஇருக்கும்



படம் 97

∴ A இல் பொருளின்சத்தி = நி. ப. ச + இ. ப. ச
$= m g x + ½ mv^2$
ஆனால் $v^2 = O + 2g(h-x)$
$= 2gh - 2gx$
∴ A இல் சத்தி $= m g x + ½ m (2g h - 2gx)$
$= m g x + m g h - m g x$
$= m g h$

பொருள் B ஐ அடையும்பொழுது அதன்மொத்தசத்தி இயக்கப்பண்புச்சத்தியாகும்

B இல் பொருளின் கதி v_1 எனின் $v_1^2 = O + 2 g h$
∴ இ. ப. ச $= ½ m x 2g h = m g h$

எனவே பொருள் Oவில், Aஇல், Bஇல், இருக்கும் பொ்ழுது பொருளின் சத்தி m g h பருமனுடையதாக இருக்கின்றதால், சத்தி காக்கப்படுகின்றதாகும். இங்கு வளித்தடை புறக்கணிக்கப்படுகின்றது. நிலைப்பண்புச்சத்தி சுருளிவிற்களில் சேமிக்கப்படும். ஓர் இழை நீட்டப் பட்டிருக்கும் பொழுது அதனில் கா்ணும் சத்தி நிலைப்பண்புச்சத்தியாகும். ஓர் எளிய ஊசல்

அலையும்பொழுது அதன் அலைவின் எல்லைகளில் நிலைப்பண்புச் சத்தியும் மற்றும் அலையும் கணங்களில் நிலைப்பண்புச்சத்தியும் இயக்கப் பண்புச் சத்தியும் இருக்கின்றன. ஆனால் அது சமநிலையில்இருந்த புள்ளயில் வரும் கட்டத்தில் அதற்கு இயக்கப் பண்புச் சத்தி மட்டுமே இருக்கும். ஏனெனில் நடுநிலைப் புள்ளியின் மட்டத்தில்நிலைப்பண்புச்சத்தி பூச்சியமாகக் கொள்ளப்படு வதனாலாகும்.

சத்தியும் திணிவும்:-

பொருளின் சடத்துவத்தின் பருமன் அதன் திணிவு என அயின்சுதையினின் தொடர்பியல் தத்துவத்தின் படி கருத இயலாதிருக்கின்றது. 1905 இல் அயின் சுதைன் தனது தொடர்பியல் கொள்கையிலிருந்து ஒரு பொருள், அதன் திணிவு பருமனால் குறையும் பொழுது அது வெளிவிடும் சத்தி W ஆனது $W = mc^2$இனால் தரப்படும் என நிரூபித்துள்ளார். c என்பது ஒளியின் வேகத்தின் எண்பெறுமானமாகும். m கிலோகிராமிலும் c m/sஇலும் இருப்பின் W யூல்களில் இருக்கும் எனவே $m = \frac{W}{c^2}$ அயின்சுதைனின் கொள்கை கதிர்வீசும் பொருள்களின் மீது செய்யப்படும் கிளர்மின் பரிசோதனைகளால் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே ஒரு பொருளின் திணிவானதுஅதன் அணு க்களிலிருந்து பெறப்படும் மொத்த சத்தியின் அளவு என வரையறுத்துள்ளார். $c = 3x10^8$ m/s எனின் $9x10^{16}$ யூல்கள் சத்தியை ஒரு குறித்த பொருள் அதன் திணிவிலிருந்து வெளிவிடின் அத் திணிவு ஒரு கிலோகிராம் ஆகும்.

உதாரணம்: ஒரு பொருள் குளிர்மையாக இருக்கும்பொழுது அளக்கப்பட்டதென கொள்க. பின்பு இது மின்முறையால் வெப்பமாக்கப்பட்டது: வெப்பமாக்கியின் வலு 60W ஆகும். இது 15 நிமிடங்களுக்கு வெப்பமாக்கப்பட்டது. திணிவில் ஏற்பட்ட அதிகரிப்பைக் காண்க. ($c = 3x 10^8$ m/s)

உபயோகிக்கப்பட்ட மின் சத்தி $= W x t = 60 x 15 x 60$ யூல்கள்

$$m = \frac{W}{c^2} = \frac{60 x 15 x 60}{(3x 10^8)^2} \frac{N m}{m^2 s^{-2}}$$

$$= \frac{60 x 15 x 60}{9x10^{16}} = \frac{100 x 60 kg.m\ s^{-2}.m}{10^{16}\ m^2.s^{-2}}$$

$$\therefore \quad m = \frac{6 x 1000}{10^{16}} = \underline{\underline{6 x 10^{-13}}}\ kg$$

இவ்வதிகரிப்பு மிக மிகச் சிறிதாகையால் கண்டுபிடிப்பது மிகவும் கடினம். ஆனாலும் கொள்ளையளவில் திணிவு அதிகரிக்கப்பட்டுள்ளது.

மீளியல் மீளியலில்லா மோதுகைகள்

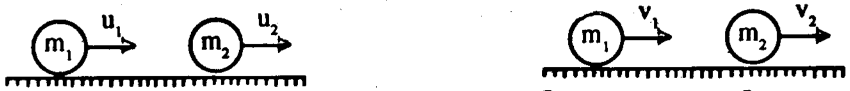
எல்லா மோதுகைகளிலும் (வெடித்தல்கள்உட்பட) உந்தம் காக்கப்படும். ஆனால் பொதுவாக இயக்கப்பண்புச்சத்தி இழப்பு நிகழ்கின்றது. இவ்விழப்பில் ஒரு பகுதி உட்சத்திக்கும் மிகுதி ஒலிச்சத்திக்கும் போகின்றன. இயக்கப்பண்புச்சத்தி இழப்பு ஏற்படும் மோதுகைகள் மீளியல் இல்லாமோதுகைகள் ஆகும். ஒரு முழுமையான மீளியல் மோதுகையில் உந்தமும் சத்தியும் காக்கப்படும்.

(a) தொடர்பு வேக விதி

ஒரு முழுமையான மீளியல் மோதுகையில்

மோதுகைக்குமுன்னுள்ள தொடர்புவேகம் =-(மோதுகைக்குப்பின்னுள்ள தொடர்புவேகம்). இது வருமாறு நிரூபிக்கப்படும்.

m_1, m_2 திணிவுகளுடைய பொருள்கள் u_1,u_2வேகங்களுடன் ஒரே திசையில் மோதுகைக்கு முன் இயங்குகின்றதெனக்கொள்க. மோதுகைக்குப்பின் அவற்றின்வேகங்கள் v_1, v_2 ஆகும்.



மோதுகைக்கு முன் (a) — மோதுகைக்குப்பின் (b)

படம் 98

உந்தக்காப்புத் தத்துவத்தின் படி

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\therefore \quad m_1 (u_1 - v_1) = m_2 (v_2 - u_2) \text{ ——— (1)}$$

சத்திக் காப்புத் தத்துவத்தின் படி

$$\tfrac{1}{2} m_1 u_1^2 + \tfrac{1}{2} m_2 u_2^2 = \tfrac{1}{2} m_1 v_1^2 + \tfrac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\therefore m_1 (u_1^2 - v_1^2) = m_2 (v_2^2 - u_2^2)$$

$$\therefore m_1 (u_1 - v_1)(u_1 + v_1) = m_2 (v_2 - u_2)(v_2 + u_2) \text{ ——— (2)}$$

(1)ஐ (2) இல் பிரதியிடுக

$$m_2 (v_2 - u_2)(u_1 + v_1) = m_2 (v_2 - u_2)(v_2 + u_2)$$

$$\therefore \quad (u_1 + v_1) = (v_2 + u_2)$$

அல்லது $u_1 - u_2 = v_2 - v_1$

$$u_1 - u_2 = -(v_1 - v_2) \text{ ——— (3)}$$

அதாவது மோதுகைக்குமுன் m_1 இன் தொடர்புவேகம்$(u_1 - u_2)$ = மோதுகைக்குப்பின் m_2 இன் தொடர்பு வேகம் $-(v_1 - v_2)$.

(b) மோதுகைகளில் சத்தி இட மாற்றம்

ஓர் இயங்கும்பொருள் ஓய்விலிருக்கும் அதேதிணிவுள்ள இன்னொரு பொருளுடன் முழுமையான மீளியல் மோதுகையை ஏற்படுத்தின் இயங்கும் பொருள் ஓய்வுக்கு வருவதையும் ஓய்விலிருந்த பொருள் இயங்கியபொருளின் வேகத்துடன் போவதையும் வருமாறு விளக்கலாம். அதாவது இயங்கும் பொருளிலிருந்து ஓய்விலிருக்கும் பொருளுக்கு முழுமையான சத்தி இடமாற்றம் நடக்கின்றதாகும். எனவே $m_1 = m_2$ என்பதால் அத்துடன் $u_2 = 0$ என்பதாலும் முன் சமன்பாடு (1) இலிருந்து

$$u_1 - v_1 = v_2 \text{ அல்லது } u_1 = v_1 + v_2 \text{ ——— (4)}$$

தொடர்புவேக விதிப்படி அதாவது சமன்பாடு (3) இலிருந்து

$$u_1 = v_2 - v_1 \text{ ——— (5)}$$

(4) + (5) $\quad 2u_1 = 2v_2$

அல்லது $\quad u_1 = v_2$

(4) இலிருந்து $v_1 = 0$ ஆகும்

எனவே திணிவுகள் சமனாயின் சத்தி இடமாற்றம் அதிகூடியதாகும்

சத்திக்கணிப்புக்கள்

(1) 144 km/hr வேகத்தில் ஒருகிடையான தெருவில் செல்லும் 2.0x 10^3kg திணிவுடையகார் அமுத்திகளைப் பிரயோகிப்பதன் முலமும் உராய்வின் மூலமும் 80 மீற்றர் தூரத்தினில் ஓய்வுக்கு கொண்டு வரப்படுகின்றது. (a)நிறுத்தும் சராசரி விசையையும் (b)காரை நிறுத்துவதற்கு எடுக்கும் நேரத்தையுங் காண்க.

$$144 \text{ Km/hr} = \frac{144 \times 1000 \text{ m/s}}{3600}$$

$$= 4 \times 10 \text{m/s} = 40 \text{ m/s}$$

(a) கார் இழந்த இ. ப. ச $= \tfrac{1}{2}\, m \times u^2$

$$= \tfrac{1}{2} \times 2 \times 10^3 \text{ kg} \times (40 \text{m/s})^2$$

$$= 10^3 \times 1600 \text{ kg. m}^2/\text{s}^2$$

$$= 16 \times 10^5 \text{ kg. m}^2/\text{s}^2$$

நிறுத்து ம் விசைF ஆயின்

காரினால் F இற்கு எதிராக செய்தவேலை $= F \times s$ $\quad (s = 80\text{m})$

ஆனால் $\quad F \times s = \tfrac{1}{2} mu^2$

$$F \times 80\text{m} = 16 \times 10^5 \text{ kg. m}^2/\text{s}^2$$

$$F = \frac{16 \times 10^5 \text{ kg. m}^2}{80\text{m} \times \text{s}^2}$$

$$\frac{16 \times 10^5}{80} \text{ kg. m/s}^2$$

$$= \underline{\underline{2 \times 10^4 \text{ N}}}$$

(b) 'a' மாறா ஆர்முடுகல் எனக் கொண்டால்

$v^2 = u^2 + 2as$ என்பதில்

$v = 0,\ u = 40m/s,\ s = 80m$ என்பவற்றைப் பிரதியிடுக

$$0 = \frac{40^2\ m^2}{s^2} + 2 \times a \times 80m$$

$$\therefore\ a = \frac{-1600m^2/s^2}{160m}$$

$$= -10\ m/s^2$$

$$= -10\ ms^{-2}$$

இனி $v = u + at$. இல் $u = 40\ m/s$, $a = -10m/s^2$

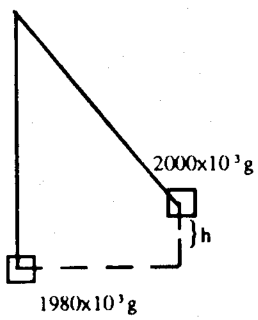
பிரயோகிக்கப் படின்

$$0 = 40\ m/s - \frac{10}{s^2} m \times t$$

$$\therefore t = \frac{-40\ m/s}{-10m/s^2} = \frac{40m}{10m/s} = 4.0s$$

நேரம் = 4.0s

(1) சுயாதீனமாக அலையத்தக்கவகையில் இழைகளில் தொங்கவிடப்பட்ட $19.8 \times 10^2 g$ திணிவுள்ள மரக்குற்றியில் $2.0 \times 10^2 m/s$ கதியில் கிடையாக இயங்கும் 20g திணுவுள்ள சன்னம் அக் குற்றியினுள் பதிகின்றது. அப்பொழுது (a) நிலைக்குத்தாக குற்றி எழும்பும் உயரத்தையும் சன்னத்தினது (b) சத்தியின் என்ன அளவு உட்சத்தியாக மாறும் என்பவற்றையும் காண்க. ($g = 10\ m/s^2$)



படம் 99

சன்னம் மரக்குற்றியில் புகுந்ததும் உடனே தடையின் காரணத்தினால் ஓய்வுக்கு குற்றியினுள் வந்துவிடும் அதனால் குற்றி, சன்னம் ஓய்வுக்குவரும் வரை இயங்கவதில்லையாகும்.

குற்றியின் திணிவு M எனவும் சன்னத்தின் திணிவு m எனவுங்கொள்க. அத்துடன் குற்றியினதும் சன்னத்தினதும் வேகம் v எனவும் சன்னத்தின் வேகம் மோதுகைக்கு முன் u எனவும் கொள்க.

உந்தக் காப்பின் படி

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

$$\therefore 20 \times 10^{-3} kg \times 2.0 \times 10^2 m/s = 2000 \times 10^{-3} kg \times v$$

$$\therefore v = \frac{20 \times 10^{-3} \times 2.0 \times 10^2\ kg\ m/s}{2000 \times 10^{-3} kg}$$

$$= 2\ m/s$$

குற்றி + சன்னம் உயர்ந்த பருமன் = h ஆகும்

இப்பொழுது $\frac{1}{2}(M+m)v^2 = (M+m)gh$

$$\frac{1}{2} \times 2000 \times 10^{-3} kg \times 4m^2.s^{-2} = 2000 \times 10^{-3} kg \times 10m.s^{-2} \times h$$

$$h = \frac{2\ m^2.s^{-2}}{10\ m.s^{-2}}$$

∴ எழுந்த உயரம் = 0.2m

(b) சன்னத்தின் ஆரம்பச்சத்தி $= \frac{1}{2} \times 20 \times 10^{-3} kg \times (2.0 \times 10^2)^2 m^2.s^{-2}$

$= 400J$

குற்றியினதும்+சன்னத்தினதும் சத்திமோதுகையின் பின் $= \frac{1}{2} \times 2000 \times 10^{-3} kg \times 4m^2.s^{-2}$

$= 4000 \times 10^{-3}\ J$

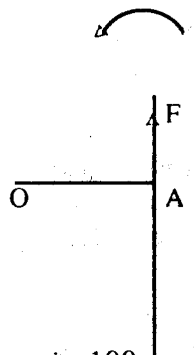
$= 4\ J$

∴ சத்தி இழப்பு = (400 - 4) J = 396 J

∴ உட் சத்தி = 396 J

விசையின் திருப்புதிறன், சமாந்தரவிசைகள், சமநிலைகள்

விசையின் திருப்புதிறன்.



படம் 100

ஒரு புள்ளிபற்றி விசையொன்றின் திரும்பல் விளைவு அப்புள்ளி பற்றி விசையின் திருப்புதிறன் எனப்படும். F என்னும் விசையின் திருப்புதிறன் O என்னும் புள்ளி பற்றி எப்பொழுதும் F இனதும் புள்ளி O விலிருந்து F என்னுந் தாக்கக் கோட்டுக்குக் கீறப்படும் செங்குத்தினது தூரத்தினதும் பெருக்கத்தால் பெறப்படும்.

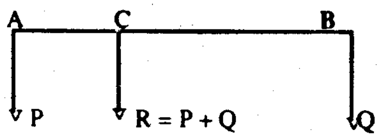
அதாவது, திருப்புதிறன் = F (N) x O A (m) = Fx OA நியூற்றன். மீற்றர். பொதுவாக ஒரு புள்ளிபற்றி விசையின் திருப்புதிறன் இடஞ்சுழியாயின் (+) நேர் எனவும் வலஞ்சுழியாயின் (−) எதிர் எனவுங் கொள்ளப்படும்.

சமாந்தரவிசைகள்

ஒரு பொருளில் செயற்படும் விசைகளின் திசைகள் சமாந்தரமாக இருப்பின் அவை சமாந்தர விசைகள் எனப்படும். ஏதாவது இரு விசைகள் ஒத்தனவாயின் அவை நிகர்த்த விசைகள் எனப்படும். திசைகள் ஒவ்வாதனவாயின் அவை நிகரா விசைகள் எனப்படும்.

(a) **நிகர்த்தவிசைகளின் விளையுள்**

ஒரு பொருளில் செயற்படும் இரு ஒத்த விசைகள் P,Qக்களைக் கருத்திற்கொள்க (படம்101). இவை A இலும் B இலும் தொழிற்படின் விளையுள் விசை Rஆனது A ,Bஐ இணைக்கும் கோட்டில் C என்னும் புள்ளியில் தொழிற்படும். அதன் (i) பருமன் R = P + Q (ii) திசை ஏதாவதொரு விசையின் திசையாகும்.விளையுள்



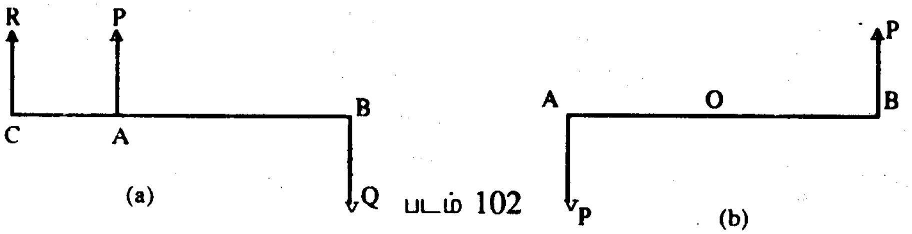
படம் 101

தொழிற்படும் புள்ளி C, ஆனது அதுபற்றி திருப்புதிறன் P,Q,R, என்னும் விசைகளுக்கு எடுக்கப்படும் பொழுது துணியப்படும்.

அதாவது $P.AC = Q.BC$

$$\therefore \frac{AC}{BC} = \frac{Q}{P}$$

(b) **நிகரா விசைகளின் விளையுள்**



படம் 102

PQ என்னும் விசைகள் ஒரு பொருளில் A,B இல் சமாந்தரமாகவும் ஒவ்வாத திசையிலும் தொழிற்படின் விளையுள் R ஆனது C இல் தொழிறபடும் (படம் 102a). அதன் (i) பருமன் $R=P-Q$ (ii) திசை பெரிய விசையின் திசையினாலும் (iii) விளையுள் தொழிற்படும் புள்ளி $P.AC = Q.BC$, அதாவது $\frac{AC}{BC} = \frac{Q}{P}$ இனால் தரப்படும்

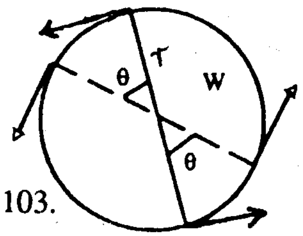
விசைகளின் இணை

ஒரு விறைப்பான பொருளில் தொழிற்படும் இரு சமமான நிகராச் சமாந்தர விசைகள் வெவ்வேறு தாக்கக்கோடுகளில் தொழிற்படும்பொழுது ஓர் இணை உண்டாக்கப்படும் (படம் 102 b),

O பற்றி இணையின் திருப்புதிறன் $= P \times AO + P \times BO$
$= P(AO + BO)$
$= P \times AB$

எனவே இணையின் திருப்பதிறன் இரு விசைகளுக்கு மிடையே யுள்ள செங்கத்துத் தூரத்தினதும் ஏதாவதொரு விசையினதும் பெருக்கத்தால் பெறப் படும். இதன் அலகு நியூற்றன். மீற்றர்.

இணையினால் செய்யப் படும் வேலை



படம் 103.

F என்னும் இரு சமமான நிகரா விசைகள் W என்னும் ஒரு சில்லில் தொடலியாகத் தொழிற்படும் பொழுது θ என்னுங் கோணத்திற்கூடாகச் சில்லைச் சுழலச் செய்யின் செய்யப்படும் வேலை வருமாறு கணிக்கப்படும்.

ஒவ்வொரு விசையினாலும் செய்யப்படும் வேலை $= F \times$ தூரம்
$= F \times r\theta$ (படம் 103)

இணையினால் செய்யப் படும் மொத்தவேலை $= Fr\theta + Fr\theta = 2Fr\theta$

ஆனால் இணையின் திருப்புதிறன் $= F \times 2r$

$\therefore$ **இணையால் செய்யப்படும்வேலை = இணையின் திருப்பதிறன்** $\times \theta$

மூவிசைகளின் சமநிலையின் நிபந்தனைகள்

சமாந்தரமில்லா மூவிசைகள் ஒரு பொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருப்பதற்கு வேண்டியதும் போது மானதுமான நிபந்தனைகள் பின்வருவனவாகும்.

(i) மூ விசைகள் ஒரு தளத்தில் தொழிற்படவேண்டும்.

(ii) மூ விசைகளின் தாக்கக் கோடுகள் ஒரு புள்ளியிற் சந்தித்தல் வேண்டும்.

(iii) மூ விசைகளும் விசை முக்கோணியைப் பூர்த்தி செய்தல்வேண்டும்.

(iv) விசைகள் தொழிற்படும் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகவுள்ள எந்த அச்சு பற்றியும் விசைகளினது திருப்புதிறன்களினது அட்சரகணித கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாதல் வேண்டும்.

ஒரு தளப் பல்விசைகளின் சம நிலை

(i) ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாகவுள்ள இரு திசைகளில் எல்லா விசைகளினதும் பிரித்தகூறுகளின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத் தொகை முறையே பூச்சியமாகும்.

(ii) எந்தப் புள்ளியிலாயினும் விசைகளின் திருப்புதிறன்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.

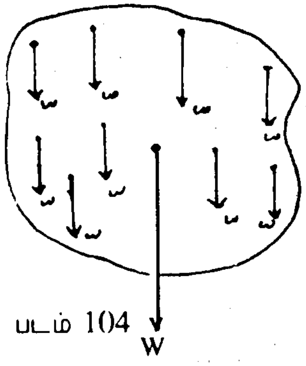
(iii) எல்லா விசைகளும் விசை பலகோணியைப் பூர்ததி செய்தல்வேண்டும்.

சமாந்தர விசைகளின் சம நிலை நிபநதனைகள்.

(i) ஒரு திசையில் தொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை எதிர்த் திசையில் தொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமனாகும்.

(ii) எப்புள்ளி பற்றியும் விசைகளினது திருப்புதிறன்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத் தொகை பூச்சியமாகும்.

புவியீர்ப்புமையம்.



படம் 104

ஒரு பொருளின் ஒவ்வொரு துணிக்கையும் புவியின் ஈர்ப்பினால் புவியினது மையத்தை நோக்கிக் கவரப் படுகின்றது. சமதிணிவுள்ள இத்துணிக்கைகளின் கவர்ச்சி விசைகள் சமமும் சமாந்தரமாகவும் உள்ளன. அத்துடன் அவை நிகர்த்த விசைகளாகவுமிருக்கும். இந் நிகர்த்த சமாந்தர விசைகளின் விளையுள் விசை ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும். அப்புள்ளி அப்பொருளின் புவியீர்ப்புமையம் எனப்படும். அதாவது பொருளின் நிறை தொழிற்படும் புள்ளியாகும். (படம் 104)

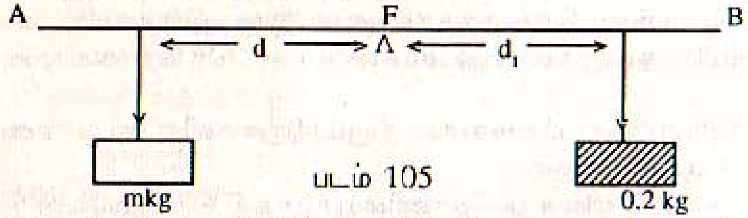
சில பொருள்களின் புவியீர்ப்புமையங்கள்

பொருள்	நிலை
1. மேல்லிய சீரான வளை அல்லது சட்டம்	நடுப்புள்ளி
2. சதுர, செவ்வக அடர்	முலைவிட்டங்கள் வெட்டும் புள்ளி
3. வட்ட வளையம்	மையம்
4. கோளம்	மையம்
5. முக்கோண அடர்	இடையன்கள் வெட்டும் புள்ளி
6. கூம்பு	அடித்தளத்தின் மையத்தையும் உச்சியையும் இணைக்கும் கோட்டில் ஒரு புள்ளி. அதன் தூரம் அடித்தளத்திலிருந்து உயரத்தின் கால்வாசியாகும்

பரிசோதனைகள்

(1) மீற்றர் சட்டத்தை உபயோகித்து ஒரு பொருளின் திணிவைத்துணிதல்.

உபகரணங்கள்: தரப்பட்ட மீற்றர் சட்டம், தெரிந்த திணிவு, தெரியாத்திணிவு, பஞ்சுநூல் தடங்கள், கத்தியோரம்.



படம் 105

மீற்றர்ச் சட்டத்தை ஓர் இறுக்கியில் பொருத்தப்பட்ட கத்தியோரத்தில் தாங்கவைக்க. பின்பு தெரிந்த திணிவும், தெரியாத்திணிவும் தாங்கு புள்ளியின் (சுழலிடம்) இரு பக்கத்திலும் நூற்றடங்களில் தொங்கவிடப்பட்டு மீற்றர் சட்டம் சம நிலைக்கு இரு திணிவுகளையும் நகர்த்தி சரி செய்க. சமநிலையில் தூரங்கள் d, d_1 ஐக் அளக்க. இவ்வாறு கத்தியோரத்திலிருந்து வெவ்வேறு தூரங்களுக்கு இரு திணிவுகளையும் நகர்த்தி மிற்றர் சட்டத்தை சம நிலைப்படுத்துக. அதாவது குறைந்த பட்ச மூன்று முறைகள் பரிசோதனையைச் செய்து பெறுபேறுகளை அட்டவணைப்படுத்துக.

தெரியாத் திணிவு m	தெரிந்த திணிவு m_1	தாங்குபுள்ளியிலிந்து தூரங்கள் தெரியாத் திணிவு d (cm)	தாங்குபுள்ளியிலிந்து தூரங்கள் தெரிந்த திணிவு d_1 (cm)	தெரியாத் திணிவு $m=m_1 \times \frac{d_1}{d}$ (kg)
1.				
2.				
3.				

அட்டவணையின் ஐந்தாம் நிரலில் உள்ள கணிக்கப்பட்ட தெரியாத்திணிவுகளின் சராசரி தரப்பட்ட பொருளின் திணிவு m kg ஆகும்

(2) மேற் தரப்பட்ட பொருளின் சாரடர்த்தியைத் துணிதல்

மேற்கூறியவாறு பரிசோதனையைச் செய்தபின், நீரில் இப்பொழுது அப்பொருளை முற்றாக அமிழ்த்தி பரிசோதனையைச் செய்க. இப்பெறு பேறுகளையும் முன்போல் அட்ட வணைப்படுத்தி நீரில் பொருளின் திணிவைக் கணிக்க. அப்பொருளின் சராசரித் திணிவு நீரில் m_2 kg என்க

வளியில் பொருளின் நிறை $= mg$

நீரில் பொருளின் நிறை $= m_2 g$

மேலுதைப்பு $= (m - m_2)g$

$\therefore$ பொருளின் சாரடர்த்தி $= \frac{m}{m - m_2}$

எச்சரிக்கைகள்

(1) மீற்றர் சட்டம் சீரானதடிப்புடையதாக இருத்தல் வேண்டும்.

(2) கத்தியோரம் கூரியதாகவும், அதன் தளம் நிலைக்குத்தாகவும் இருத்தல் வேண்டும்

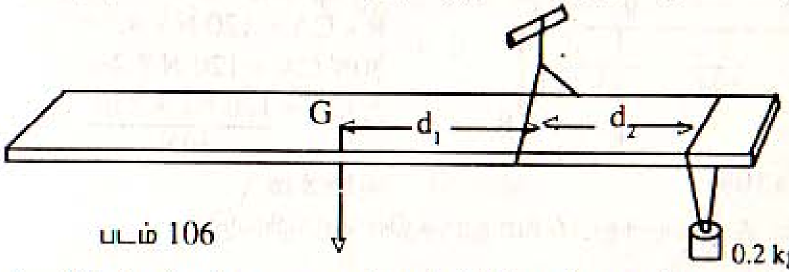
(3) மீற்றர்ச் சட்டத்தின் நீள்பக்கத்தளம் கத்தியோரத்தக்குச் செங்குத்தாக இருத்தல் வேண்டும்.

(4) நூற்றடங்கள் முறுக்கற்றவையாகவும் இலேசானவையாகவும் இருத்தல் வேண்டும் அத்துடன் குறிகியவையாகஇருப்பின் மிகவிரைவில் சமநிலை ஒய்வையடையும்.

(5) உபயோகிககப்படும்திணிவுகள் மாசு படியாதவையாக இருத்தல் வேண்டும்.

(6) சமநிலை வளியால் பாதிக்கப்படாதிருத்தல் வேண்டும்.

ஒரு தெரிந்த திணிவை உபயோகித்து மீற்றர் சட்டத்தின் திணிவைத்துணிதல்



படம் 106

தரப்பட்ட மீற்றர் சட்டத்தை ஒரு நூற்றடத்தில் தொங்கவைத்து அது கிடையாகச் சமநிலைக்கு வரும்வரை சரிசெய்க. அப்பொழுது தடம் ஈர்ப்புமையம் G இல் இருப்பதாகும். சட்டம் சீரானதடிப்புடையதாக இல்லாதிருப்பின் Gஆனது 50 சமீ. குறியில் இருக்கமாட்டாது. ஆயினும் இது பரிசோதனையின் செம்மையை அவ்வளவு பாதிக்கப்போவதில்லை. பின்பு ஒரு முனையிலிருந்து மிகவும் கிட்டவாக ஒரு தெரிந்த 0.2 kg திணிவை நூற்றடமொன்றில் தொங்கவிட்டு சட்டம்

கிடையாகச் சமநிலைக்கு வரும் வரை சரிசெய்க (படம் 106). சட்டத்திணிவை m kg என்க. இப்பொழுது சட்டம், தாங்கும் நூற்றடத்தைப் பற்றிச் சமநிலையில் இருக்கின்றது.

சமநிலையில் தாங்கும் நூற்றடத்தைப் பற்றி திருப்புத்திறன் எடுப்பின் அதுபின்வரும் சமன்பாட்டினால் காட்டப்படும்

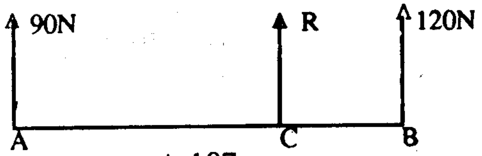
அதாவது $mg \times d_1 = 0.2\, g \times d_2$

$\therefore \quad m = 0.2 \times \frac{d_2}{d_1}$ kg

இப்பரிசோதனையிலும் எடுக்கப்படும் எச்சரிக்கைகள் முன்போன்றவையாகும்.

உத்திக் கணக்குகள்

(1) 90 N, 120N நிறையுடைய இரு நிகர்த்தவிசைகள் 4.2mக்கப்பால் இருக்கும் A,B என்னும் புள்ளிகளில் தொழிற்படுகின்றன. விளையுளின் பருமனையும் ABஐ வெட்டும் புள்ளியையும் காண்க. இவ்விசைகள் நிகரா விசைகளாயின் விளையுளின் பருமனையும் நீட்டப்பட்ட ABஐ வெட்டும் புள்ளியையுங் காண்க.



படம் 107

R = 90N+120N =210N

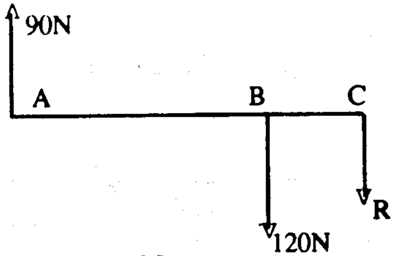
A பற்றிதிருப்புதிறன் எடுக்க அப்பொழுது

R.CA = 120N x 4.2m

210N x CA = 120N x 4.2m

CA = 2.4 m

விளையுள், A இலிருந்து 2.4 மீற்றர் தூரத்தில் செயற்படும்



படம் 108

R = 120N - 90N =30N

A பற்றிதிருப்புதிறன் எடுக்க

R x CA = 120 N x 4.2m

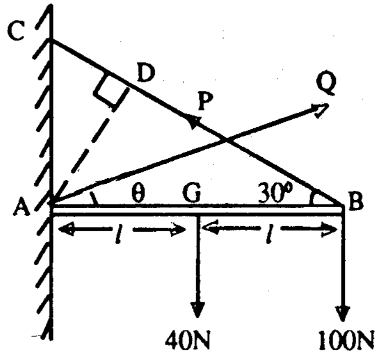
30N CA = 120 N 4.2m

$\therefore$ CA = $\frac{120 \text{ N} \times 4.2 \text{ m}}{30\text{N}}$

= 16.8 m

விளையுள் A இலிருந்து 16.8m தூரத்தில் தொழிற்படும்

(2) 10.0kg திணிவுடைய ஒரு பொருள் AB என்னும் சீரான சட்டத்தின் முனை B இல் தொங்கவிடப் பட்டுள்ளது. சட்டத்தின் திணிவு 4.0kg ஆகும். சட்டம் ஒருசுவரில் A என்னும் புள்ளியில் பிணைக்கப் பட்டு கிடையாக B ஐ Cக்கு ஒரு கம்பியினால் இணைத்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. C ஆனது Aக்கு மேலே நிலைக்குத்தாகச் சுவரில் ஒரு புளளியாகும். கோணம் ABC = 30^0 ஆயின் கம்பி யிலுள்ள விசையையும் பிணைச்சலினால் உ஡ுற்றப்படும் விசையையுங்காண்க.



படம் 109

கம்பியிலுள்ள இழுவையை Pஎன்க. பிணைச்சல் உஞற்றும் விசையை Q என்க (படம் 109). இது சட்டத்துடன் θ என்னுங் கோணத்தை ஆக்குகின்றது சட்டத்தின்நிறை G இல் கீழ் நோக்கிச் செயற்படும். சட்டத்தின் நீளம் 2l ஆகும் A பற்றி திருப்புத்திறன் எடுக்க.

வலஞ்சுழித் திருப்புதிறன் = இடஞ்சுழித்திருப்புதிறன்

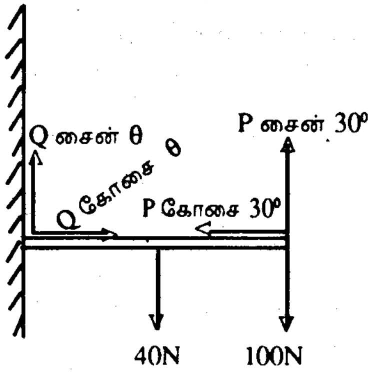
40 N x l + 100N x 2l = P x AD

$\therefore$ 240 Nl = P x AB சைன் 30^0

= P x 2l x ½

240Nl = P x l

$\therefore$ P = 240N



படம் 110

இங்கு Q வையும் P ஐயும் நிலைக்குத்தாகவும் கிடையாகவும் கூறு போடுக (படம் 110)

Qசைன் θ + P சைன் 30^0 = 140N

Q சைன் θ + 240 x ½ N = 140N

$\therefore$ Q சைன் θ = 140N - 120N = 20N-----(1)

Q கோசை θ = P கோசை 30^0

$= \frac{\sqrt{3}}{2} \times 240$N

Q கோசை θ = 120 √3 N---------(2)

$\therefore$ தான் θ $= \frac{20}{120\sqrt{3}} = \frac{1}{6\sqrt{3}}$

θ = 5.5^0

(1) ஐயும் (2) ஐயும் வர்க்கித்து கூட்டும் பொழுது

Q^2 சைன்^{2} θ + Q^2 கோசை^{2} θ = 400 N^2 + 43200 N^2

Q^2 = 43600 N^2

$\therefore$ Q = 208.8N

அலகு 2.1.4 - 2.2.4

பயிற்சி 3

நியூற்றனின் இயக்கவிதிகள், உந்தம், சத்தி, வேலை, வலு

(1) (a) 0.50kg திணிவுடைய பந்து 0.20 செக்கனில் ஓய்விலிருந்து 40 m/s கதிக்கு முடுக்கப்படுகின்றதற்கு வேண்டிய விசையைக் கணிக்க. விசை செயற்படும் பொழுது இந்நேரத்தினில் பந்து நகர்ந்த தூரம் என்னவாகும்?

(b) 0.50kg திணிவுடைய பந்து 40 m/s கதியில் நகரும்பொழுது 0.20 மீற்றர் தூரத்தில் நிறுத்துவதற்கு தேவையான விசையையும் காண்க.

(2) 60kg திணிவுள்ள ஒரு விளையாட்டு வீரன் 10 மீற்றர் தூரத்தினில் ஓய்விலிருந்து 10 m/s கதியை அடையத்தக்கவனாயிருக்கின்றான். (a) இக் கதியை அடைய எடுக்கும் நேரத்தை (b) இந்நேரத்தினில் ஆர்முடுகலை (c) இவ்வார்முடுகலை உண்டாக்க வேண்டிய விசையைக் காண்க.

(3) 480kg திணிவுள்ள ஓர் உயர்த்தி 3000N அதிஉயர் சுமையை காவத்தக்கதாகும். உயர்த்தி அதிஉயர் சுமையைக் காவும் பொழுது உயர்த்தியினது வடத்தின் இழுவையை பின்வரும் சந்தர்ப்பங்களில் காண்க. ($g=10m/s^2$)

(a) உயர்த்தி கீழ்நோக்கி உறுதியான கதியில் செல்லும் பொழுது
(b) உயர்த்தி கீழ்நோக்கி $1.5m/s^2$ ஆர்முடுகலுடன் செல்லும் பொழுது
(c) உயர்த்தி கீழ் நோக்கி $1.5m/s^2$ அமர்முடுகலுடன் செல்லும் பொழுது
(d) உயர்த்தி மேல்நோக்கி $1.5m/s^2$ ஆர்முடுகலுடன் செல்லும் பொழுது
(e) உயர்த்தி மேல் நோக்கி $1.5m/s^2$ அமர்முடுகலுடன் செல்லும் பொழுது.

(4) ஒரு 100N சுருளிவில் தராசில் 2kg திணிவு தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அதன்பின் ஒரு மேலதிக 4kg திணிவு முதற் திணிவுடன் ஓர் இழையினால் தொங்க விடப்பட்டுள்ளது பின்பு இழையானது எரிக்கப்பட்டுள்ளது. இழை அறும் கணத்தில் ஒவ்வொரு திணிவினதும் ஆர்முடுகல் என்ன? ($g=10m/s^2$)

(5) ஆரம்பத்தில் ஒரு பொம்மை வாணத்தின் பின்பக்கத்திலிருந்து வெளியேற்றப்படும் வாயுவின் திணிவு ஒரு செக்கனுக்கு 0.1kg ஆகும். வாணம் தொடர்பாக வாயுவின் கதி 50m/s ஆகும். வாணத்தின் திணிவு 2kg ஆயின் அதன் ஆரம்ப ஆர்முடுகல் என்ன?

(6) ஒரு பெரிய அட்டைப் பெட்டியின் திணிவு 0.75kg இது ஒரு கிடையான தரைக்குக் குறுக்காக 4.5N விசையால் தள்ளப் படுகின்றது. பெட்டியின்(i)1.5N உராய்வுவிசையினாலும் (ii) வளித்தடை விசை kv^2 இனாலும் எதிர்க்கப் படுகின்றது. $k=6.0\times10^{-2}kg\,m^{-1}$ ஆகும். அத்துடன் v m/s பெட்டியின் கதியாகும். (a)பெட்டியின் ஆர்முடுகல் (ii) அதன் கதி ஆகியவற்றின் அதிஉயர் பெறுமானங்களைக் கணிக்க.

(7) 160m/s கதியில் செல்லும் ஒரு துவக்குச் சன்னம் 0.002kg திணிவுடையது. இது ஒரு மரக் குற்றியினால் நிறுத்தப்படுகிறது. அப்பாழுது சன்னம் 50mm குற்றிக்குள் ஊடுருவுகின்றது. (a) மோதல் நேரம் (b) சன்னத்தின் உந்தஇழப்பு (c) சன்னத்தின் மீது குற்றி உஞற்றும் சராசரி விசை ஆகியவற்றைக் கணிக்க.

(8) ஆரம்பத்தில் ஓய்விலிருக்கும் 10kg ஆனது 20N விளையுள் விசையால் 8 செக்கன்களுக்குத் தாக்கப்பட்டு பின்பு 4N விளையுள் விசையால் மீண்டும் ஓய்வுக்கு கொண்டுவரப்பட்டுள்ளது. (a) அதிஉயர் உந்தம், கதி (b) அது இயங்கம்பொழுது எடுத்தநேரம் (c) சென்ற தூரம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

(9) பிரதான தெருவில் 100km/ hr வேகத்தில் இயங்கும 2000kg திணிவுள்ள காரொன்று செங்குத்தாகவுள்ள குறுக்குத் தெருவிலிருந்து 50km/hr வேகத்தில் வெளியேறும் 10,000kg திணிவுள்ள லொறியுடன் மோதுகின்றது. இருவாகனங்களும் கொழுவப்பட்டு செல்லின் மோதலுக்குப் பின் அவற்றின் வேகம் என்ன?

(10) உந்தம், இயக்கச் சத்தி என்றால் என்ன?
260cm நீளமுள்ள ஓர் எளிய ஊசல் 5kg திணிவுள்ள ஊசற்குண்டைக் கொண்டுள்ளது. இது தொங்குபுள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்துக் கோட்டிலிருந்து ஒரு பக்கமாக 100cm தூரத்துக்கு இழுத்து பின்பு விடப்படுகின்றது. அதிதாழ் புள்ளியை அடையும் பொழுது ஊசலின் உந்தத்தையும். இயக்கச் சத்தியையும் காண்க. இப்புள்ளியில் ஓய்விலிருக்கும் இன்னொரு ஊசலின் 9 kg திணிவுள்ள ஊசற்குண்டுடன் மோதி ஒட்டிக் கொள்ளின் இரண்டும் ஒன்றாக இயங்கும் பொழுது வேகத்தைக் காண்க.

(11) 2kg திணிவுள்ள மரக்குற்றி ஒரு நிலையான தாங்கியிலிருந்து தொங்கும் 5 மீற்றர் நீளமுள்ள ஒரு கம்பியில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. 2kg திணிவுள்ள சன்னம் கிடையாக மரக்குற்றிக்கு அதன் புவியீர்ப்புமையத்துக்கு நோக்கி சுடப்பட்டுள்ளது. பின்பு குற்றியுடன் பதிந்து விடுகின்றது. இம்மோதுகையால் குற்றி வெளிநோக்கி 0.35 மீற்றர் கிடைத்தூரத்திற்கூடாக அலைந்துள்ளது. மோதுகையில் சன்னத்தின் வேகத்தையும், பொறியியல் சத்தி இழப்பையுங்காண்க.

(12) ஒரு நெருப்பு அணைக்கும் எஞ்சின் அதன் மூக்குக் குழாய்க் கூடாக 15m/s வேகத்தோடு வெளியேற்றத்தக்கதாக நீரைப்பம்படிக்கின்றது. தாரை செங்குத்தாகப் பிடிக்கப்படின் அத்துடன் நீரின் பின்னைதப்பும் புறக்கணிக்கப் படின் சுவரில் ஏற்படும் அமுக்கத்தைக் கணிக்க.

(13) இயக்கவிதிகளைக்கூறுக.
ஒரு தோட்ட நீரடிக்குங்குழாயால் ஒருசெக்கனுக்கு 10 க.சமீ. நீர் 1mm விட்டமுடைய துவாரத்திற்கூடாக வெளியேற்றப்படுகின்றது. அதைப் பாவிப்பவரின் கையில் ஏற்படும் பின்முக உதைப்பைக்காண்க.

(14) 7000N நிறையுடைய ஒருகார் 8m/s கதியில் கிடையுடன் 15^0 ஆக்கும் சாய்தளத்தில் உறுதியாகச் செல்கின்றது. காரின் இயக்கம் 500N மாறா உராய்வு விசையினால் எதிர்க்கப்படுகின்றது. (a) ஒரு செக்கனுக்கு நயமடையும் நி.ப.சத்தியையும் (b)ஒரு செக்கனுக்கு உராய்வுக்கெதிராகச் செய்யப்படும் வேலையையும் காரின் எஞ்சின் வலுவையும் காண்க.

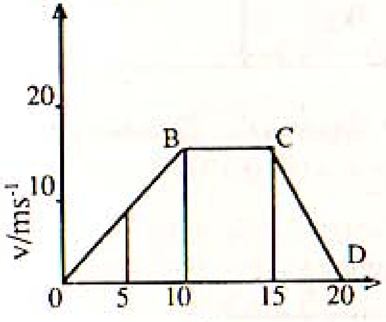
(15) 1500kg திணிவுள்ள ஒரு புகையிரத வாகனம் 2m/s வேகத்தில் சென்று ஓய்விலிருகும் மூன்று சர்வசமனான வாகனங்களுடன் மோதுகின்றது. மோதுகையின் விளைவால் அவை எல்லாம் இணைகின்றன. (a) மோதுகைக்குப்பின் வாகனங்களின் கதியை (b) மோதுகையால் விளையும் இ.ப. சத்தியின் இழப்பையும் காண்க. சத்தி இழபுப்பற்றி விளக்கம் தரவும்.

(16) ஒவ்வொன்றும் 3kg திணிவுள்ள இரு வாளிகள் ஒரு நிலையான கப்பிமீது செல்லும் நீளா இழையொன்றின் முனைகளில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு 1kg திணிவுள்ள சுத்தியல் 160cm உயரத்திலிருந்து ஒரு வாளிக்குள் போடப் படின் (a)- தொகுதியின் ஆரம்ப வேகம் (b)தொகுதியின் ஆர்முடுகல் (c) மோதுகையால் 1 kg திணிவில் சத்தி இழப்பு ஆகிய வற்றைக் காண்க.

(17) 300W வலுவுடன் வேலை செய்யும் சயிக்கிள் ஓட்டி ஒருவனால் ஒரு சமமான தெருவில் 4m/s கதியை நிலை நாட்ட முடிகின்றது அவனின் இயக்கத்துக்குள்ள தடையைக் கணிக்க. 20க்கு 1 ஆன சரிவில் அச் சயிக்கிள் ஓட்டி பெறக்கூடிய அதிஉயர் கதி 2.5m/hr ஆகும். தெருவுக்குச் சமாந்தரமான இயக்கததுக்குள்ள தடையையும் அவன் வேலை செய்யும் வீதமும் சமமான தெரிவில் போன்றவாறு இருப்பின் சயிக்கிள் ஓட்டியினதும் சயிக்கிளினதும் மொத்த நிறை என்ன?

(18) ஒர கிடையான ஓடு தளத்தில் ஒவ்வொன்றும் 0.20m நீளமுடையதும் ஒன்று 0.25kg திணிவும் மற்றது 0.50kg திணிவுமுடையதுமான இருதுரொல்லிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று தொடுகையில் இருக்கின்றன. ஒரு துரொல்லியில் இருக்கும் சுருளிவில் விடப்பட்டதும் அவை இரண்டும் 0.75J இயக்கச் சத்தியுடன் வேறாக்கப்பட்டன. (i) சத்தி, உந்த மாற்றங்களைக் கருத்திற்கொண்டு இரு துரொல்லிகளும் வேறாக்கப்பட்ட உடன் ஒவ்வொரு துரொல்லியின் வேகத்தையும் காண்க. (ii) வேறாக்கப்பட்டபின் ஒவ்வொரு துரொல்லியும் 1.0m தூரம் நகர்ந்து ஒரு விறைப் பான நிலைக்குத்துத் தடையில் மோதுகின்றது. அத்துடன் பின்னதைக்கும் பொழுது அதன் இயக்கச் சத்தியின் 19% இழக்கப்படுகின்றது. தடைகளுடன் மோதுகையில் உராய்வும் மோதுகை நேரமும் புறக்கணிக்கப்படின் ஓடுதளத்தில் அவை மீண்டும்மோதும்பொழுது அவற்றின் நிலையத்தைக் கணிக்க.

(19) ஓய்விலிருக்கும் 1000kg திணிவுள்ள ஒருகார் ஒரு நேரான தெருவில் 20s இயங்கி பின்பு ஓய்வுக்கு மீண்டும் வருகின்றது. இவ்வியக்கத்துக்குரிய கதி-நேர வரைபு



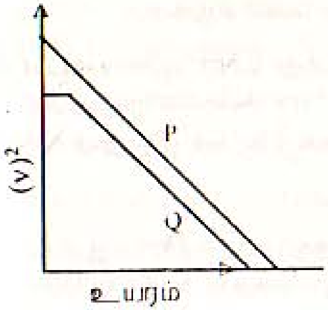
படம் 111

பக்கத்திலுள்ள படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அது அதிஉயர் கதியில் செல்லும் பொழுது 1000kg காரானது ஓய்விலுள்ள 1500kg திணிவுள்ள வாகனமொன்றுடன் மோதி அதனுடன் இணைந்துள்ளது. மோதுகை நடந்தவுடன் இணைந்த வாகனங்கள் என்ன கதியுடன் சென்றிருக்கும்? கார் மோதுவதற்குச் சற்றுமுன் அதன் இயக்கச் சத்தியையும், மோதுகைக்கு சற்றுபின் இணைந்த வாகனங்களின் இயக்கச் சத்தியையும் கணிக்க. பெற்ற பெறுமானங்களைப் பற்றி கருத்துத் தெரிவிக்க.

பல் தேர் வினாக்கள்

($g= 10\ m/s^2$ என எடுக்க.)

(1)



படம் 112

காற்றில்லாத ஒரு நாள் ,P,Q என்னும் இரு பொருட்கள் ஓய்விலிருந்து ஓர் உயர்ந்த கோபுரத்திலிருந்து போடப்பட்டுள்ளன. நிலத்திலிருந்து அளக்கப் படும் உயரத்திற்கும் அவற்றின் $(v)^2$ இற்கும் படத்தில் காட்டியவாறு வரைபுகள் கீறப்படுள்ளன. வரைபின் தகவலிலிருந்தும் ஈர்ப்பின் கீழ் விழும் பொருள்களின் தகைமைகளின் அறிவைக் கொண்டும் இரு பொருள்களையும் பற்றி சொல்லத்தக்கன, இருபொருள்களும்

(i) சமனற்ற பிசுபிசுப்பு இழுவையை அனுபவிக்கின்றன.
(ii) வெவ்வெறு அடர்த்திகளை உடையன.
(iii) வெவ்வேறு திணிவுகளை கொண்டுள்ளன.
(iv) தரையை ஒரே நேரத்தல் அடையும்.
(v) ஒரே நேரத்தில் போடப்படவில்லை.

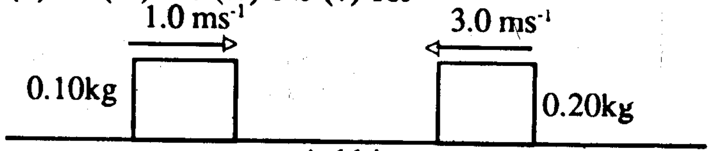
(2) 3kg திணிவுள்ள ஓய்விலிருக்கும் A என்னும் குற்றி 5Nவிசையினால் 2 செக்கனுக்கு முடுக்கப்படுகின்றது. அதேபோன்ற சர்வசமனான ஓய்விலிருக்கும் Bஎன்னும் குற்றி 5N விசையினால் 4 செக்கனுக்கு முடுக்கப்படுகின்றது. ஆர் முடுகலுக்குப்பின் Aஇன் இயக்கச்சத்திக்கும் B இன் இயக்கசத்திக்கும் உள்ளவிகிதம்.
(i) 5:3 (ii) 3:4 (iii) 2:1 (iv) 1:2 (v) 1:4

(3) இரு துரொல்லிகள் ஒரே திசையில் படத்தில் கீழ்க் காட்டப்பட்டவாறு இயங்கி. அவை மோதுகின்றன

படம் 113

மோதுகைக்குப்பின் அவை ஒன்றாக இயங்குகின்றன. இழக்கப்பட்ட இயக்கச்சத்தி

(i) 4J (ii) 6J (iii) 12J (iv) 14J (v) 18J



படம் 114

(4) ஒரு பனித் தளத்தில் மேற்காட்டியவாறு இரு தட்டுக்கள் மோதலுக்குமுன் காட்டப் பட்டுள்ளன. மோதலுக்குச் சற்று பின் 0.10kg த் தட்டு இடப்பக்கமாக $2.0ms^{-1}$ வேகத்தையுடையது. மோதலுக்குச் சற்று பின் 0.20kg த்தட்டின் வேகம்

(i) O (ii) $1.5\ ms^{-1}$ வலப்பக்கத்துக்கு (iii) $1.5ms^{-1}$ இடப்பக்கத்துக்கு
(iv) $2.5ms^{-1}$ வலப்பக்கத்துக்கு (v) $2.5ms^{-1}$ இடப்பக்கத்துக்கு

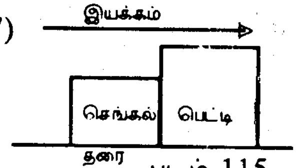
(5) ஓர் இழைக்குப்பொருத்தப்பட்ட 0.2kg திணிவுப்பந்து 0.5m ஆரையுடைய ஒரு நிலைக்குத்து வட்டத்தில் ஆட்டப்படுகின்றது. $g=10m/s^2$ எனக்கொண்டுபந்து அதிதாழ் நிலைக்கூடாக 0.5m/s கதியில் செல்லும் பொழுது இழையிலுள்ள இழுவை N இல்

(i) 1 (ii) 2 (iii) 8 (iv) 10 (v) 12

(6) 0.005kg திணிவுள்ள உருக்குப் பந்து நிலைக்குத்தாக ஒரு திரவத்துக்கூடாக $0.1\ ms^{-1}$ முடிபுவேகத்தில் விழுகின்றது. பந்தின் இயக்கத்தால் திரவத்தில் ஒரு செக்கனில் விரைய மான சத்தி mJ இல்,

(i) 0.5 (ii) 1.0 (iii) 5.0 (iv) 10 (v) 50

(7)

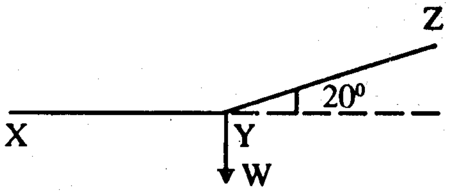


படம் 115

படமில் காட்டியவாறு ஒரு மரத்தரைக்குக் குறுக்கே ஒரு செங்கல் வழுக்கிக் கொண்டு ஒரு பெட்டியில் அடிக்கின்றது. இரண்டும் ஒன்றாக வலமாக இயங்கி படிப்படியாக மெதுவாகின்றன

(1) பெட்டியின் மீது செங்கல்லின் தள்ளுதல் செங்கல்லின் மீது பெட்டியின் தள்ளுதலிலும் பார்க்கக் கூடுதலாகும்
(2) பெட்டியின் மீது செங்கல்லின் தள்ளுதல் செங்கல்லின் மீது பெட்டியின் தள்ளுதலிலும் பார்க்க குறைவாகவிருக்கும்.
(3) பெட்டியின் மீது செங்கல்லின் தள்ளுதல் செங்கல்லின் மீது பெட்டியின் தள்ளுதலுக்குச் சமனாகலாம்.

(i) 1,2,3 சரி (ii) 1,2 சரி (iii) 2,3 சரி (iv) 1 மட்டும் சரி (v) 3 மட்டும் சரி



படம் 116

(8) ஒரு நிறைW நிலைக்குத்தாக XYZ என்னும் இழையில் Y இல் தொங்கு கின்றது. XY என்னம் இழையின் பகுதி கிடையாகவும் YZ என்னும் பகுதி கிடையுடன் 20^0 யும் ஆக்குகின்றன XY என்னும் பகுதி இழையிலுள்ள இழுவை

(i) W சைன் 20^0 (ii) W/ சைன் 20^0 (iii) W தான் 20^0 (iv) W/தான் 20^0 (v) W

(9) l என்னும் நீள இழையின் முனையில் ஓர் எளிய ஊசல் m என்னும் திணிவுள்ள ஓர் ஊசற்குண்டைக் கொண்டுள்ளது. ஊசற் குண்டானது இழை இறுக்கமாக வும் கிடையாகவும் இருக்கத்தக்கதாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. பின்பு குண்டு விடப்பட்டுள்ளது. குண்டு சமநிலைக் கூடாகச் செல்லும் பொழுது இழையில் இழுவை

(i) mg (ii) 1.5 mg (iii) 2 mg (iv) 2.5 mg (v) 3 mg

(10) 'V' என்னும் உறுதியான வேகத்தில் கிடையான பாதையில் திரும்பும் ஒரு விமானத்தில் ஏற்படும் விளையுள் விசை (1) உயர்த்து விசையால் (2) அதன் நிறையால் (3) இழுக்கும் விசையால் ஆனதாகும். பின்வருவனவற்றுள் எது சரியாகும்?

(i) 1 உம் 2 உம் (ii) 1உம் 3 உம் (iii) 1 உம் 2 உம் 3 உம் (iv) 1மட்டும் (v) 2 மட்டும்

(11) X இலிருந்து எறியப்பட்ட ஒரு கல் பரவளைவுப் பாதையில் செல்லும்பொழுது அதிகூடிய உயரத்தை Yஇல் அடைந்து மீண்டும் X மட்டத்திலிருக்கும் Z இல் வந்தடைகின்றது

1 X இலிருந்து Yக்குப் போற நேரம் Y இலிருந்து Z க்குப் போறநேரத்திலும் கூடுதலாகும்
2 X இலுள்ள அதன் கதியும் Z இலுள்ள அதன் கதியும் சமமாகும்.
3 Y இல் அதன் கதி பூச்சியம் பின்வருவனவற்றள் எது சரியாகும்?

(i) 1உம் 2உம் (ii) 1 2ம் 3உம் (iii) 1உம் 2உம் 3உம் (iv) 1மட்டும் (v) 2 மட்டும்

(12) 800kg திணிவுள்ள ஒரு செங்குத்தாக எழும் இறங்கும் விமானம் ஓய்விலிருந்து 10 செக்கனில 60m உயரத்திற்கு எழுகின்றது. மேல்முக ஆர்முடுகல் மாறாதெனவும் சுயாதீன விழுகை ஆர்முகல் $9.8ms^{-2}$ எனவுங்கொண்டு விமானத்தின் எழுகையில் அதன் அலகுகளில் உஞற்றப்படும் உதைப்பு நியூற்றனில்

(i) 480 (ii) 960 (iii) 7840 (iv) 8320 (v) 8800

(13) ஒரே உயரமுடைய M,m திணிவுகளுள்ள A,Bஎன்னும் இரு குற்றிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று உயரப்பக்கமாக தொடுமாறு ஒரு தளவாடி மீது வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு கிடைவிசை Fஆனது Aமீது பிரயோகிக்கப்படுகின்றது .Bமீது தாக்கும் விசையின் பருமன்

(i) 0 (ii) F (iii) $\frac{mF}{M+m}$ (iv) $\frac{mF}{M}$ (v) $\frac{MF}{m}$

(14) பின்வரும் கணியங்களில் எது விசையை நேரத்தினால் பெருக்குவதைக்கொண்டு கணிக்கப்படும்

(i) ஆர்முடுகல் (ii) உந்தம் (iii) வேகம் (iv) இயக்கச்சத்தி (v) வலு

(15) 400kw வலுவுடன் வேலைசெய்யும் எஞ்சினொன்று, வண்டித்தொடர் ஒன்றை மட்டமான பாதையொன்றில் 8 ms^{-1} சீரானவேகத்துடன் அசையச்செய்கிறது. இவ்வண்டித்தொடரினதும் எஞ்சினதும் இயக்கத்தை எதிர்க்கும் உராய்வு விசை

(i) 3.2×10^2 N (ii) 5×10^2 N (iii) 3.2×10^4 N (iv) 5×10^4 N (v) 3.2×10^6 N

(16) ஒப்பமான உலோக மேற்பரப்பு ஒன்றின் மீது தொடக்கத்தில் ஓய்விலிருக்கின்ற குறித்த திணிவு ஒன்றின் மீது 4N என்னும் மாறா விசை ஒன்று 0.5 s . இற்குத்தாக்குகின்றது SI அலகிலே திணிவின் உந்தம்.

(i) 1 (ii) 2 (iii) 4 (iv) 8 (v) 16

(17) பினவருவனவற்றில் எது வலுவினது அலகான உவாற்று க்குச்ச மவலுவானது

(i) N m s^{-2} (ii) N s m^{-1} (iii) N m s (iv) N m s^{-1} (v) N m^2 s

(18) 2000 kg காரொன்று, ஒவ்வொன்றும் 200kPa அமுக்கத்துக்குக் காற்றடைக்கப்பட்டவையான நான்கு ரயர்களைக் கொண்டுள்ளது. இந்நான்கு ரயர்களும் நிறையைச் சமமாகத் தாங்குவதாகக் கருதும் பொழுது ஒவ்வொரு ரயரும் பாதையுடன் கொண்டிருக்கும் தொடுகைப்பரப்பளவு

(i) 0.025 m^2 (ii) 0.01m^2 (iii) 0.02m^2 (iv) 0.20m^2 (v) 0.25m^2

(19) திணிவு 5M ஐக் உடைய இரும்புப் பானதக் காரொன்று ஒப்பமான கிடைப்பாதை ஒன்றிலே ஓய்வில் இருக்கின்றது. 8ms^{-1} இற்செல்கின்ற திணிவு 3M ஐஉடைய எஞ்சின் ஒன்று இரும்புப்பாதைக் காருடன் மோதி இணைந்து கொள்கின்றது. மோதலுக்குப் பின் எஞ்சினின் கதி

(i) 1.6 m s^{-1} (ii) 3m s^{-1} (iii) 4.8m s^{-1} (iv) 5m s^{-1} (v) 8m s^{-1}

(20) 30kg திணிவுடைய சிறுவனொருவன் மரக்கிளை ஒன்றின் மீது தொங்கும் கயிறு ஒன்றில் 6m s^{-2} என்ற ஆர் முடுகலுடன் கீழே சறுக்குகின்றான். அவனது இறக்கத்தின் போது மரக்கிளையின் மீது ஏற்படுத்தப்படும் இழுவை

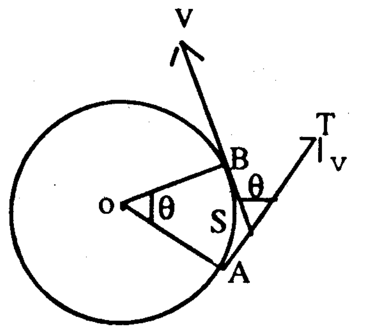
(i) 0 (ii) 120N (iii) 180N (iv) 240 N (v) 300N

அலகு 2.25-2.4

வட்ட இயக்கம், ஈர்ப்பு, சுழற்சி இயக்கம்

கோண வேகம்

O என்னும் புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு அதைச் சுற்றிமாறாக்கதியுடன இயங்கும் பொருளொன்றின் இயக்கத்தை இனி கருத்திற்கொள்க. A இலிருந்து Bக்குப் பொருள் இயங்கும் பொழுது ஆரை OAஆனது θ என்னுங் கோணத்துக்கூடாக இயங்கும். அப்பொழுது புள்ளி O பற்றி கோணவேகம் ω ஆனது ஒரு செக்கனுக்கு ஆரை கடக்கும் கோணம் எனப்படும். எனவே t என்னும் நேரத்தில் A இலிருத்து B க்கு இயங்கின்.



படம் 117

$$\omega = \frac{\theta}{t} \quad \text{ஆகும்} \quad \text{------------(1)}$$

கோணவேகம் செக்கனுக்கு ஆரையன்கள் அல்லது ஆரை யன்கள் / செக் இனில் குறிக்கப்படும்.

$$\text{(1) இலிருந்து} \quad \theta = \omega . t \quad \text{----------------(2)}$$

இது நேர்கோட்டியக்கத்தில்,
பெயர்ச்சி = சீரான வேகம் x நேரத்துக்குச் சமானமாகும். எனவே வட்டத்தை ஒரு தரம் சுற்றுவதற்கு எடுக்கப்படும் நேரம் T அதாவது இயக்கத்தின் அலைவுகாலம் T ஆனது = $\frac{2\pi}{\omega}$ ------------ (3) இனால் தரப்படும்.

ஏனெனில் ஒரு சுழற்சியின் போது கடக்கப்படும் கோணம் 2π ஆரையன்கள்அல்லது 360^0 ஆகும். ஏனவே AB என்னும் வில்லின் நீளம் s ஆகவும் OA என்னும் ஆரை r ஆகவும் கொள்ளப்படின் $\theta = \frac{s}{r}$ ஆகும்.

$$\therefore s = r\theta$$

$$\frac{s}{t} = \frac{r\theta}{t}$$

ஆனால், $\frac{s}{t}$ = v அதாவது சுழலும் பொருளின் வேகமாகும்

அத்துடன் $\frac{\theta}{t}$ = ω அப்பொருளின் கோண வேகமாகும்.

எனவே $v = r\omega$ --------------(4)

சுழலும் பொருளின் ஆர்முடுகல்

ஓர் இழையின் முனையில் கட்டப்பட்ட பொருளொன்று வட்டத்தில் சுழலின், இழையிலுள்ள இழுவை பொருளை அதன்பாதையில் தொடர்ச்சியாக இயங்க வைக்கும். அப்பொழுது பொருளும் வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி ஒரு மாறாஆர்முடுகலையும் உடையதாகும். பொருள் ஒரு கணத்தில், பாடம் 117 இல் காட்டியவாறு A இல் வருகிறெதனக் கொள்க. அப்பொழுது அதன் வேகம் vஆனது AT வழியேயுளதாகும். பின்பு பொருள் B க்கு இயங்கும் பொழுது ஒரு குறுகிய நேர இடையில், ATவழியே நிகழும் வேகமாற்றம் = v கோசை θ-vஆகும். θ மிகவும் சிறிதாகையால் கோசைθ ஆனது கோசை 0^0 க்கு அல்லது 1க்குச் சமனாகும். இதன் விளைவாக பொருளுக்கு தொடலிவழியே ஆர்முடுகல் இல்லையாகும்.

இப்பொழுது B இலுள்ள வேகம் v ஐஆரை OA க்குச் சமாந்தரமாக பிரிப்பின் அப்பொழுது

மையம் நோக்கி வேகமற்றம் = v சைன் θ

$$\therefore \text{மையம் நோக்கி ஆர்முடுகல்} = \frac{v \text{ சைன் } \theta}{t}$$

ஆனால் θ ஆரையன்களிலும் சிறிதாகையாலும் இருப்பதனால் சைன் θ = θ

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} = v\,\frac{\theta}{t} = v\omega \left(\because \frac{\theta}{t} = \omega\right)$$

ஆனால் $v = r\omega$

$$\therefore \text{ஆர்முடுகல்} = \omega^2 r \text{ அல்லது } \frac{v^2}{r} \qquad \text{---------(5)}$$

எனவே சுழலும் பொருளொன்று மையத்தை தோக்கி $\omega^2 r$ அல்லது v^2/r க்குச் சமனான மாறா ஆர்முடுகலை உடையதாகும்.

ஓர் இழையின் முனையில் கட்டப்பட்டகல் ஒரு நிலைக்குத்து வட்டத்தில் சுழற்றப்படும் பொழுது மையத்தை நோக்கி அதற்குக் கொடுக்கப்படும் ஆர்முடுகல் இழையின் இழுவையாலாகும். ஓர் ஓடும் கார் ஒரு சரிந்த வட்ட பாதையில் சுற்றி இயங்கும்பொழுது மையநாட்ட ஆர்முடுகல் காரின் சில்லுகளிலுள்ள விசைகளினால வழங்கப்படும்.

மையநாட்ட விசை

m என்னும் திணிவுள்ள பொருள் ஒருவட்டத்தில் இயங்கும் பொழுது பொருளின் மீது ஒரு மைய நாட்டவிசை செயற்படும்.

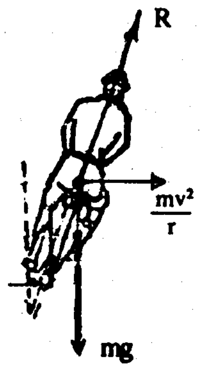
இதன் பருமன் $\frac{mv^2}{r}$ இனால் தரப்படும். ஒருபொருள் வட்டத்தில் சீரான கதியுடன் இயங்குவற்கு மையநாட்ட விசையே காரணமாகும். பொருள் சுழலும்பொழுது இவ்விசை வெளியேயிருந்து கொடுக்கப்படும். உதாரணமாக ஓர் இழையில் கல்லை கிடையாகச் சுழற்றும் பொழுது கல்லின்மீது இழையின் இழுவை அவ்விசையைக் கொடுக்கும். இதேபோல் ஒரு கார் வளைவில் செல்லும் பொழுதும் மையநாட்டவிசை காரின்மீது செயற்படும் மறுதாக்க விசையால் கொடுக்கப்படுகின்றது.

மையநீக்க விசை

மையநீக்க மறுதாக்கம் சில நேரங்களில் பிழையாக மையநீக்க விசை யெனவும் கருதப்படுகின்றது. மையநீக்க விசையை வருமாறு எடுத்துக்காட்டலாம்.

கிடையான மேசையொன்று ஒரு நிலைக்குத்து அச்சுபற்றி மாறாக்கோணக் கதியுடன் இயங்குகிறதெனக் கொள்க. மேலும் ஓர் அவதானி அம்மேசையின் மத்தியிலிருந்து மேசையுடன் சுழல்கிறான் எனவும் அவன் மேசையின் சுழற்சியை அறியாதவண்ணம் இருக்கின்றான் எனவுங் கருத்திற் கொள்க. அவன் ஒரு முனையில் கல்கட்டப்பட்ட இழையின் மறுமுனையைகையில் பிடிக்கின்றானாகும். முழுத் தொகுதியும் சீராகச் சுழலும்பொழுது அவனுக்கு ஒய்விலிருக்கிறது போல் தோற்றும் ஆனால் அவன் தான் கல்லில் உஞற்றும் இழுவையை உணரத்தக்கவனாகவும் இருக்கின்றான். ஆகவே கல்லில் இவன் விசையைஉஞற்றுவதால் அக் கல் இவனை நோக்கி அணுகாது ஒரு மாறாத் தூரத்தில் இருக்கின்றது. அதை வினாவும்பொழுது கல்லின்மீது இழுவைக்கு எதிரானதும் சமமானதுமான ஒருவிசை செயற்படுவதாலாகும் என்பது புலனாகின்றது இவ்விசை மையநீக்கவிசை எனப்படும். முற்றாகப் புறத்தில் நின்று நோக்கும் அவதானிக்கு மையநாட்டவிசை நின்றதும் பொருள் பாதையின் தோடலிவழியே பறப்பதாகக் காணப்படும். ஆனால் பொருளோடு சுழலும் அவதானிக்கு மையநாட்டவிசை நின்றதும் பொருள் ஆரைவழியே வெளிநோக்கி வீசப்படுவதாகத் தோற்றும். அத்துடன் மையநீக்க விசையும் பருமனில், $\frac{mv^2}{r}$ இனாலேயே கொடுக்கப்படும்.

வட்டப்பாதையில் சைக்கிள் ஓட்டியின் இயக்கம்



படம் 118

வட்டப் பாதையைச் சுற்றி ஓடும் சைக்கிள் ஓட்டி செவ்வனிலிருந்து விலகி அதனுடன் θ என்னும் கோணத்துக் கூடாகச் சாய்ந்து ஓடக் காணப் படும். அவன் நிறை நிலைக்குத்தாக புவியீர்ப்பு மையத்துக்கூடாகச் செயற்படும். R என்பது நிலையத்தின் விளையுள் மறுதாக்கம். இதன் நிலைக்குத்துக் கூறு R கோசைθ வும் கிடைக்கூறு R சைன் θ வுமாகும்

இங்கு

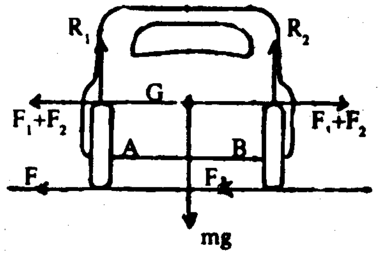
$$R \text{ கோசை } \theta = mg \qquad \text{-------------- (1)}$$

$$R \text{ சைன் } \theta = \frac{mv^2}{r} \qquad \text{------------- (2)}$$

$$\frac{(2)}{(1)} \text{ தான் } \theta = \frac{v^2}{rg}$$

θ ஆனது சைக்கிள் ஓட்டி நிலைக்குத்துடன் சாயவண்டிய கோணத்தைத் தரும்.

வட்டப்பாதையில் காரின் இயக்கம்



படம் 119

ஒரு கார் vஎன்னும் வேகத்துடன் வட்டக் கிடையான r என்னும் ஆரையுடைய பாதையில் செல்கின்றது. A,B என்னுஞ் சில்லுகளில் R_1 R_2 என்னும் மறுதாக்கங்களும் F_1,F_2என்னும் உராய்வு விசைகளும் செயற்படும். $(F_1 + F_2)$ என்னும் சமமானதும் எதிரானதுமான இரு விசைகள் காரின் புவியீர்ப்பு மையத்துக்கூடாக(G) செயற்படுகிறதெனக் கற்பனை செய்க. அப்பொழுது

$$F_1 + F_2 = \frac{mv^2}{r} \qquad \text{----------- (1)}$$

$$R_1 + R_2 = mg \qquad \text{------- (2)}$$

G பற்றித் திருப்புதிறன் எடுப்பின்

$$(F_1 + F_2)h + R_1 a - R_2 a = o \qquad \text{--- ------ (3)}$$

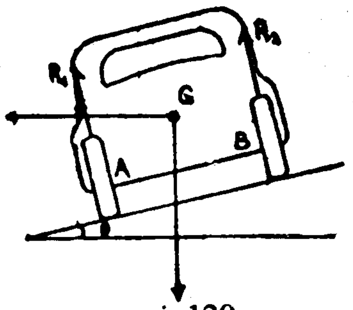
இங்கு 2a ஆனது இரு சில்லுகளுக்குமிடையிலுள்ள தூரமும் h என்பது நிலத்திலிருந்து புவியீர்ப்புமையத்தின் உயரமுமாகும். மேற் சமன்பாடுகளிலிருந்து.

$$R_1 = ½ m \left(g - \frac{v^2 h}{ra}\right)$$

$$R_2 = ½ m \left(g + \frac{v^2 h}{ra}\right)$$

R_2 எப்பொழுதும் நேர் ஆனதால் மறைவதில்லை. ஆனால் $v^2 = \frac{arg}{h}$ ஆகின் R_1= oஆகும். அதனால் கார் வெளிநோக்கிச் சரியும். $v^2 < \frac{arg}{h}$ ஆகின் R_1 நேர் ஆகும்.

சாய்ந்த பாதையில் சுற்றிச் செல்லும் காரின் இயக்கம்



படம் 120

சாய்நத வட்டப் பாதையில் செல்லும் காரைக் கருத்திற் கொள்க. பாதையின் கிடையாரையை r என்க. சில்லுகளில் செயற்படும் செவ்வன் மறுதாக்கங்கள் $R_1 R_2$ ஆகும். பாதையின் சாய்வு கிடை யுடன் θ எனின்

$$(R_1 + R_2) \text{ சைன் } \theta = mv^2/r \qquad \text{---------- (1)}$$

$$(R_1 + R_2) \text{ கோசை}\theta \quad mg = \qquad \text{---------- (2)}$$

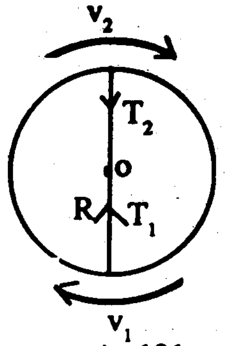
$$\frac{(1)}{(2)} \text{ தான் } \theta = \frac{v^2}{rg} \qquad \text{---------- (3)}$$

எனேவ ஒரு குறிப்பிட்ட v வேகத்துக்கும் **ஆரை r க்கும் கார் சறுக்காது** செல்வதற்கு சாய்வு θ ஆனது தான் $\theta = \frac{v^2}{rg}$ **இனால் தரப்படுமாகும். வேகம்** அதிகரிப்பின் θ வும் அதிகரிக்கும்.

நிலைக்குத்து வட்டத்தில் இயக்கம்

ஓர் இழையின் முனையொன்றில் கட்டப்பட்ட கல் நிலைக்குத்து வட்டத்தில் சுழற்றப்படின் இயக்கம்சீரற்றதாக இருக்கும்.

கல் அதிதாழ் புள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் பொழுது வேகத்தை v_1 என்க. அப்பொழுது இழுவை மேல்முகமாகவும் செயற்படும்.



படம் 121

$\therefore T_1 - mg = mv_1^2/R$

$T_1 = mv_1^2/R + mg$ -----------(1)

அதிஉயிர் புள்ளிக்கூடாகக் கல் செல்லும்பொழுது கல்லின் வேகம v_2 எனின்.

$T_2 + mg = mv_2^2/R$

$T_2 = mv_2^2/R - mg$ ----------- (2)

$T_2 = o$ ஆயின் $mv_2^2/R = mg$

$v_2 = \sqrt{gR}$ ----------- (3)

3) இலுள்ள வேகம் மாறுநிலை வேகம் எனப்படும் v_2 இப்பெறுமானத்துக்குக் கழ் இருப்பின், அதிஉயர் புள்ளியில் இழை தொய்யும் அதனால் கல் கீழ்முகமாக விழும். எனவே அதிஉயர் புள்ளியில் v_2 ஆனது மாறுநிலைவேகம் $\sqrt{gR}$ இலும் குறையாதிருப்பதற்கு அதிதாழ் புள்ளியிலுள்ள வேகம் v_1 ஆனது அதிஉயர் புள்ளியை அடையும் கணத்தில் $\sqrt{gR}$ இற்குச் சமனாக வரத்தக்கதாக இருத்தல் வேண்டும். v_1 இன் இப்பெறுமானம் வருமாறு காணப்படும்.

அதிதாழ் புள்ளியில் சத்தி $= \frac{1}{2} mv_1^2$

அதிஉயர் புள்ளியில் சத்தி $= \frac{1}{2} mv_2^2 + mg\,2R$

சத்திக்காப்பின்படி,

$\frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} mv_2^2 + mg\,2R$

$v_1^2 = v_2^2 + 4gR$

$= gR + 4gR$

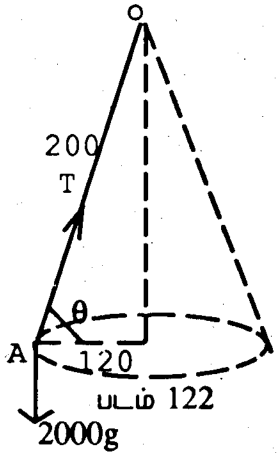
$v_1^2 = 5gR$

$\therefore \quad v_1 = \sqrt{5gR}$

எனவே அதிதாழ் புள்ளியில் கல்லின் மிகக் குறைந்த வேகம் $\sqrt{5gR}$ **ஆக** இருத்தல் வேண்டும்.

உதாரணம்

1. 2 kg திணிவுள்ள ஓர்ஊசற் குண்டு 2m நீளமுள்ள ஓர் இழைக்குக் கட்டப்பட்டு 1.2mஆரையுடைய ஒரு கிடையான வட்டத்தில் சுழலச் செய்யப்படுகின்றது. இயக்கத்தின் அலைவுக்காலத்தையும் இழையில் இழுவையையும் காண்க. ($g=10ms^{-2}$)



படம் 122

படம் 122 இல் A என்பது ஊசற்குண்டு. OAஇழையாகும்.

கோசை θ = 3/5; சைன் θ =4/5

T கோசை θ $= mv^2/r$

$= 2\times v^2/1.2$ ---------------(1)

T சைன் θ $= 2g = 20N$ ---------------(2)

$\therefore T = \frac{20}{\text{சைன் } \theta} = \frac{20}{4/5}$ (∵ சைன் θ $\frac{4}{5}$) =

$= 20 \times 5/4 = 25N$

(1) இலிருந்து $v = \sqrt{\frac{1{\cdot}2\, T \text{ கோசை } \theta}{m}} = \sqrt{\frac{1{\cdot}2 \times 25 \times 3}{2 \times 5}}$

$= 3ms^{-1}$

$\therefore \omega = v/r = 3/1{\cdot}2 = 30/12 = 2{\cdot}5$ rad / s

$\therefore$ அலைவுகாலம்$= \frac{2}{\omega} = \frac{2 \times 2}{5} = \frac{4}{5}$

$= 2{\cdot}514$ s

2. 9·8 m/s. கதியுடன் செல்லும் புகையிரதம் 196 மீற்றர் ஆரையுடைய வளைவில் கவனமாகச் செல்வதற்கு புகையிரதப்பாதை என்ன சாய்வில் அமைக்கப்படல் வேண்டும் ? [$g=9.8\ ms^{-2}$]

$v = 9{\cdot}8$ m /s ; $r = 196$ m ; $\theta = ?$

தான்θ $= \frac{v^2}{rg} = \frac{9{\cdot}8 \times 9{\cdot}8}{196 \times 9{\cdot}8} = 0{\cdot}05$

$\therefore \quad \theta = 2{\cdot}85^0$

(3) ஒரு மாதிரிக் கார் செக்கனுக்கு 2சுற்றுக்கள் வீதம் 0.3m. ஆரையுடைய வட்டப்பாதையில் இயங்குகின்றது. அதன் (a)கோணக்கதி 'ω' (b) அலைவுகாலம் 'T' (c) காரின் கதி'v' (d) அத்துடன் 0.4 m ஆரையுடைய வட்டத்தில் 2 ms^{-1} சீரான கதியில் ஒருகார் இயங்கின் அதன் கோணக்கதி ஆகிய வற்றைக் கணிக்க.

(a) 1 சுற்றில் திரும்பிய கோணம் $\theta = 2$ rad.

$$\omega = 2 \times 2 \ rad/s$$
$$= 4 \ rad/s$$

(b)அலைவுகாலம் T = 1சுற்றின் நேரம் $= \frac{2}{\omega} = \frac{2}{4} = 0.5$ s

(c) கதி $v = r\omega = 0.3 \times 4 = 0.3 \times 4 \times \frac{22}{7}$ m/s

$$= \frac{26.4}{7} = 3.8 \ m/s$$

(d) $v = r\omega$ $\quad \omega = \frac{v}{r} = \frac{2 \ ms^{-1}}{0.4m} = \frac{20}{4}$ rad/s

$$= 5 \ rad/s$$

(4) ஓர்இழையில் 0.4 kg . திணிவு 1 மீற்றர் ஆரையுடைய நிலைக்குத்து வட்டத்தில் மாறாக்கதி v இல் சுழற்றப்படுகின்றது. இழையின் அதிகுறைந்த இழுவை 3 N எனின் (i) v (ii) அதிஉயர் இழுவை (iii) இழைகிடையாக வரும்கட்டத்தில் அதன் இழுவை ஆகியவற்றைக் கணிக்க. $g = 10m/s^2$

(i) $T + mg = \frac{mv^2}{r}$

$$3N + 0.4 \times 10N = \frac{0.4 \ kg \times v^2}{1 \ m}$$

$$v^2 = \frac{7N \times 1m}{0.4kg} = \frac{7kg.ms^{-2} \times 1m}{0.4 \ kg}$$

$$= \frac{70}{4} \ m^2/s^2$$

$$v = \sqrt{\frac{70}{4}} = 4.2 \ m/s$$

(ii) $T - mg = \frac{mv^2}{r}$

$$T = mg + \frac{mv^2}{r}$$

$$T = 0.4 \ kg \times 10\frac{m}{s^2} + \frac{0.4 \ kg \times 70 \ m^2}{1m \times 4s^2}$$

$$= 4kg\frac{m}{s^2} + \frac{4 \ kg \times 7 \ m^2}{1m \times 4 \ s^2}$$

$$= (4+7) \ kg \ m/s^2$$

$$= 11N$$

(iii)கிடையாகஇழை இருக்கும்பொழுது

$$T = \frac{mv^2}{r} = \frac{0.4 \ kg \times 70 \ m^2}{1 \ m \times 4. \ s^2}$$

$$= \frac{4 \times 7 \ kg \ m^2}{1 \times 4 \ m \ s^2}$$

$$= 7 \ kg \ \frac{m}{s^2} \ 7N =$$

அகலக்கோட்டுடன் புவியீர்ப்பு 'g' இன் மாறல்

புவியீர்ப்பு g இன் ஆர்முடுகல் புவியின் மேற்பரப்பின் மீது மாறும் ஒரு கணியமாகும். இதற்குக்காரணங்கள் இரு உள. முதலாவதாக புவி உருவில் நீள்வளைய மானது. அதன் முனைவு ஆரை 6.357×10^6 மீற்றரும், மத்தியகோட்டுஆரை 6.378×10^6 மீற்றர் ஆகவும் இருப்பதால் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் g முனைவுகளில் உயர்வாகவும் மத்தியகோட்டில் குறைவாகவும் இருக்கின்றது. இது ஏனெனில் ஒரு பொருளானது மத்தியகோட்டில் இருக்கும் பொழுது புவியின்மையத் திலிருந்து அப்பொருள் முனைவில் இருக்கிறதிலும் பாங்கத் தூரத்தில் இருப்பதனாலாகும். இரண்டாவதாக முனைவு அச்சுபற்றி புவி சுழல்கின்றதனாலும் ஆகின்றது. முனைவில் 'g' = $9.832ms^{-2}$ ஆகும், மத்திய கோட்டில் $g = 9.780ms^{-2}$

ஈர்ப்பு (Gravitation)

கோள்களின் இயக்கத்தைப் பற்றி ஆதிகால விஞ்ஞானிகள் ஆய்வு செய்து அவற்றின் இயக்கத்தைப்பற்றி கிட்டத்தட்டத் திருத்தமாக முன்கூட்டியே கூறியுள்ளார்கள். ஆயினும் கெப்பிளர் என்னும் விஞ்ஞானி கோள்களினது இயக்கத்தின் ஆய்வில் முன்னேற்றத்தைக் கண்டதன் விளைவால் மூன்று விதிகைளக் கண்டுபிடித்தார். அதனால் அவை கெப்பிளரின் விதிகள் என அழைக்கப்படுகின்றன. அவையாவன.

(1) சூரியனை ஒரு குவியமாகக் கொண்டு அது பற்றிக்கோள்கள் நீள்வளையங்களில் செல்கின்றன.

(2) சூரியனையும் கோளையும் இணைக்கும் கோடு சமநேரங்களில்

சமபரப்புக்களைக் கடக்கின்றன.

(3) கோள்களின் சுழற்சி அலைவு காலங்களின் வர்க்கங்கள் சூரியனுக்கும் அவற்றிற்குமிடையேயுள்ள சராசரி தூரங்களின் கனங்களுக்கு விகிதசமம்.

நியூற்றனின் ஈர்ப்பு விதி

ஏறத்தாழ 1666 ஆம் ஆண்டு நியூற்றன் அகில விதி என அழைக்கப்படும் ஈர்ப்பு விதியைக் கண்டுபிடித்தார். அவ்விதியானது தரப்பட்ட இரு துணிக்கைகளுக் கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசை அவற்றின் திணிவுகளின் பெருக்கத்திற்கு நேர்விகித சமமும் அவற்றிடையேயுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமமுமாகும். நியூற்றனின் விதியின் பிரகாரம் r தூரத்திற்கு அப்பால் இருக்கும், இரு m.M திணிவுகளைக் கொண்ட பொருள்களுக் கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசை F ஆனது

$F \propto mM / r^2$ இனால் தரப்படும்.

$F = GmM / r^2$ இங்கு G அகில மாறிலி அல்லது ஈர்ப்புமாறிலி (ஒருமை) எனப்படும்.

F ஐக் இணைக்கும் மேற்கோவை நியூற்றனின் விதி ஆகும். G இன் அலகு ($Nm^2\,kg^{-2}$)

அதன் பரிமாணங்கள $[G] = MLT^{-2}L^2/M^2 = M^{-1}L^3T^{-2}$

G இன் அலகை வருமாறும் எழுதலாம். அதாவது $m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}$

புவியின் திணிவும் அடர்த்தியும்

புவியின் மேற்பரப்பின் மீது இருக்கும் m திணிவுள்ள ஒரு பொருளைக் கருத்திற்கொள்க. இதன் மீது செயற்படும் கவர்ச்சி விசை mg. இங்கு g புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல். புவியின் திணிவு m ஆனது புவியின் மையத்தில் செயற்படுகிறதெனக் கொள்வோம்.மேலும் புவியைக் கோளமெனக் கருதி அதன் ஆரை r எனக் கொள்ளின், m என்னுத் திணிவில் புவியின்கவர்ச்சி GmM / r^2 ஆகும்.

$$\therefore \frac{GmM}{r^2} = mg$$

$$\therefore g = \frac{GM}{r^2}$$

$$\therefore M = \frac{gr^2}{G}$$

இப்பொழுது $g = 9.8ms^{-2}, r = 6.4 \times 10^6 m, G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2 kg^{-2}$ எனக் கொண்டால்

$$M = \frac{9.8 \times (6.4 \times 10^6)^2}{6.7 \times 10^{-11}}$$

$$= 6.0 \times 10^{24} kg$$

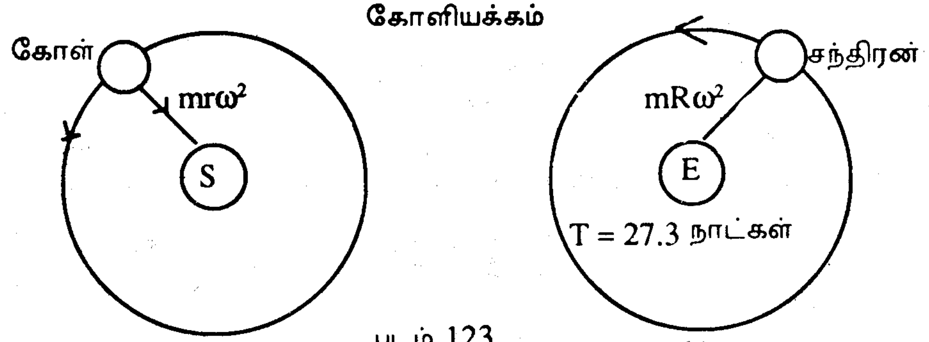
$\therefore$ புவியின் திணிவு $= 6.0 \times 10^{24} kg$

புவியின் கனவளவு (கோளமெனின்) $v = \frac{4}{3}\pi r^3$

$\therefore$ சராசரி அடர்த்தி $= \frac{M}{V} = \frac{gr^2}{4\pi r^3 G/3} = \frac{3g}{4\pi r G}$

மேற்கோவையில் g, π, r, G என்பனவற்றின் பெறுமானங்களை பிரதியிடின், புவியின் சராசரி அடர்த்தி அண்ணளவாக 5500 kgm^{-3} ஆகும்.

கோளியக்கம்



(a) படம் 123 (b)

நியூற்றனின் ஆராய்ச்சியின்படி, சூரியனைமையமாகக்கொண்டு ஒரு கோள வட்டத்தில் இயங்கின் (படம் 123a) கோளில் செயற்படும் விசை $mr\omega^2$ ஆகும். இங்கு m கோளின் திணிவும், r வட்டத்தின் ஆரையும், ω இயக்கத்தின் கோணக்கதியுமாகும். ஆனால் $\omega = \frac{2\pi}{T}$ இங்கு T இயக்கத்தின் அலைவுகாலமாகும்.

எனவே கோளின்மீது விசை $= mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$ ஆகும்.

இது கோளுக்கும் சூரியனுக்கு மிடையேயுள்ள கவர்ச்சி விசையாகும்.

நேர்மாறு வர்க்க விதியை மேற்கொள்ளின்

கோளின் மீது விசை $= \frac{km}{r^2}$ (இங்கு kg ஒருமாறிலி)

$$\therefore \frac{km}{r^2} = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$$

$$\therefore T^2 \quad \frac{4\pi^2 r^3}{k}$$

$\therefore\ T^2 \propto r^3$ (k_1 π ஆகியவை மாறிலிகளானபடியால்)

இதைக்கெப்பிளர் தனது மூன்றாம் விதியில் கூறியுள்ளார். சூரியனுக்கும் கோளுக்கும் இடையேயுள்ள விசை அவற்றின் தூரத்தின் வர்க்கத்துக்கு நேர்மாறு விகித சமம் என்பதை இவ்வாறு நியூற்றனும் சந்தேகித்திருந்தார்

பூமியைச்சுற்றிசந்திரனின்இயக்கம்

இப்பொழுது நியூற்றனின் நேர்மாறு வர்க்க விதியை பூமியைசந்திரன் சுற்றிவரும் இயக்கத்தில் பிரயோகித்து பரிசோதித்தார் (படம் 123b). சந்திரனின் பூமியைச் சுற்றிவரும் அலைவுகாலம் T ஆனது அண்ணளவாக 27.3 நாட்களாகும். அத்துடன் அதன் மீது செயற்படும் விசை $mR\omega^2$ ஆகும். இங்கு R சந்திரனின் ஒழுக்கினது ஆரையும், m அதன் திணிவுமாகும

$$\therefore \text{விசை} = mR\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \quad \frac{4\pi^2\ mR}{T^2}$$

சந்திரன், பூமியின் மேற்பரபிலிருப்பின், பூமி அதன்மீது உஞற்றும் விசை mg ஆகும். இங்கு g புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும் (படம் 123 b), மேலும் பூமிக்கும் சந்திரனுக்குமுள்ள கவர்ச்சிவிசை அவற்றிடையேயுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்துக்கு நேர்மாறுவிகித சமமென்பது இங்கும் மேற்கொள்ளின் விசைகளினது விகிதமானது

$$= \frac{4\pi^2 mR}{T^2} : mg = \frac{1}{R^2} : \frac{1}{r_E^{\ 2}}$$

இங்கு r_E பூமியின் ஆரையாகும்

$$\frac{4\pi^2\ R}{T^2\ g} = \frac{r_E^{\ 2}}{R^2}$$

$$\therefore\ g = \frac{4\pi^2\ \ R^3}{r_E^2\ \ T^2}$$

மேற்சமன்பாட்டில் நியூற்றன் பழைய பெறுமானங்களை R ,r_E,T என்பவற்றுக்கு பிரதியிடும்பொழுது g இன்பெறுமானமாகிய 9.8 m/s^2 கிற்குகிட்டவும் g இன்கனிப்பு வராதிருக்கக் காணப்பட்டது. ஆனால் சிலவருடங்களுக்குப்பின் பூமியின் புதிய ஆரையான $r_E = 6.4 \times 10^6$ மீற்றரும் $R = 60.1\ r_E$ இன் பருமனும் T = 27.3 × 24 × 3600 செக்கனும் பிரயோகிக்கப்பட்டபொழுது. அதாவது

$$g = \frac{4\pi^2\ R^3}{r_E^{\ 2}\ \ T^2} = \frac{4\pi^2 \times\ (60.1\ r_E)^3}{r_E^{\ 2}\ T^2} = \frac{4\pi^2 \times 60.1^3 \times r_E}{T^2}$$

$$= \frac{4\pi^2 \times 60.1^3 \times 6.4 \times\ 10^6}{(27.3 \times\ 24 \times\ 3600)^2} = 9.9\ m/s^2$$

இப்பெறுமானம் g இனஅளக்கப்பட்ட பெறுமதிக்கு அண்ணளவாக கிட்டியதாக்காணப்படுன்றது.

புவியைச் சுற்றி ஒழுக்குகள்

புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து புவியைச்சுற்றிவர உபகோள்கள் ஏவப்படுகின்றன. அவைபுவியினது ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியின் நிமிர்த்தம் அவற்றின் ஒழுக்கில் பேணப்படுகின்றன. M திணிவுடையபுவியின் அருகில் சுற்றும் m திணிவுள்ள உபகோளைக் கருத்திற் கொள்க. புவியின் ஆரை r எனின்

$$mv^2/r = GMm/r^2 = mg$$

இங்கு g புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலையும v உபகோளினது ஒழுக்கிலுள்ள வேகத்தையும் குறிக்கின்றன. எனவே $v^2 = rg$

$r = 6.4\ \times 10^6 m$, $g = 9.8\ ms^{-2}$ என்பனவற்றை மேற்கோவையில் பிரதியிட்டால்

$$v = \sqrt{rg} = \sqrt{6.4 \times 10^6 \times\ 9.8}$$

$$= 8 \times\ 10^3\ m\ s^{-1}\ (\text{அண்ணளவாக})$$

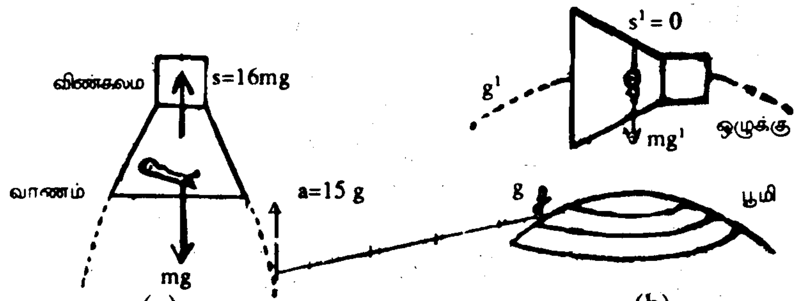
$$= 8\ km\ s^{-1}$$

ஒழுக்கில் உபகோளின் வேகம் அண்ணளவாக 8 km s^{-1} ஆகும்.

நிறையில்லாத் தன்மை

ஒரு விண்கலத்தையும், விண்வெளி வீரனையும் புவியை ஓர் ஒழுக்கில் சுற்றி வர வைப்பதற்கு அவற்றைஏவுவதற்கு வாணம் ஒன்றை வெடிக்கச் செய்யும் பொழுது அதன் ஆரம்ப ஆர்முடுகல் மிக்க உயர்வுடையதாக இருக்கின்றது. இது ஏனெனில் தேவையான ஆரம்ப உதைப்பு மிக்க உயர்வாக இருப்பதனாலாகும். இவ் ஆர்முடுகல் a ஆனது 15g என்னும் பருமனுடைய ஒழுங்கில் இருக்கும். இங்கு g புவியீர்ப்பின் ஆர்முடுகலாகும்.

விண்வெளி வீரன் கட்டப்பட்டிருக்கும் படுக்கையின் மீதுள்ள மறுதாக்கத்தை S என்க. படம் 124a, F=ma இன் பிரகாரம் S - mg = ma = m × 15g இங்கு m ஆனது விண்வெளி வீரனின் திணிவாகும். எனவே S=16 இவ்விசை விண்வெளி வீரனின் நிறையின் 16 மடங்காகும். அதனால் பயண ஆரம்பத்தில் அவன் பெருமொரு விசையை அனுபவிக்கின்றான்.



படம் 124

நிறையும் நிறையில்லாத்தன்மையும்

ஆயினும் ஒழுக்கில் நிலைமைகள் வேறுபட்டதாகும். இக்கட்டத்தில் விண்கலத்தினதும்,விண்வெளி வீரனதும் ஆர்முடுகல் பருமனில் g' ஆகும். இங்கு g ஆனது ஒரு குறித்த உயரத்திலுள்ள ஒழுக்கிற்குரிய ஆர்டமுடுகலாகும். படம் 124 b. விண்வெளி வீரனுடன் இணைந்த விண்கலத்தின் மீதுள்ள மறுதாக்கம் S' எனின். வட்ட இயக்கத்திற்கு

$$F = mg' - S' = ma = mg'$$

எனவே $S' = O$

இதன் விளைவாக விண்வெளிவீரன் நிறையில்லாத தன்மையை அடைகின்றான். அதாவது தரையில் அவன் நடக்கும்பொழுது ஒருவித மறுதாக்கமும் அனுபவிப்பதில்லை. புவியின் மேற்பரப்பின் மீது தரையில் நாங்கள் மறுதாக்கத்தை உணர்வதால் நிறையை உணர்கின்றோம். ஓர் உயர்த்தி வெகுவிரைவாக விழின் எங்கள் பாதங்கள் மீதுள்ள மறுதாக்கம் குன்றுகின்றது. சுயாதீனமாக உயர்த்தி விழின் அதனுள் உள்ள பொருட்களின் ஆர்முடுகல் வெளியேயுள்ளவற்றைப்போல் இருக்கும்.அதன் காரணமாக மறுதாக்கம் பூச்சியமாகும். இதனால் நிறையில்லாத் தன்மை என்னும் உணர்வு ஏற்படுகின்றது. படம் 124 (b) இல் காட்டியவாறு ஒழுக்கில் விண்கலம் செல்லும் பொழுது அதற்குள் உள்ள பொருள்கள் யாவும் சுயாதீன விழுகையை உடையனவாக இருக்கின்றன. இது விண்கலத்தினதும் பொருள்களினதும் ஆர்முடுகல் ஒரே அளவினதாக இருப்பதனாலாகும். இதன் விளைவாக நிறையில்லாத்தன்மை அனுபவிக்கப்படுகின்றது.

புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலின் பருமன்கள்

i) புவியின் மேற்பரப்பிற்கு மேலே

R என்னும் ஆரையுடைய ஓர் ஒழுக்கில் உள்ள பொருளொன்றைக் கருத்திற் கொள்க. புவியின் ஆரை r எனின். R >r ஆகும். ஒழுக்கின் ஓரிடத்தில் புவியின் ஆர்முடுகல் g' எனின்

$$mg' = GmM / R^2 \quad ....(1)$$

ஆனால் புவியின் மேற்பரப்பில் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் g எனின்

$$mg = GmM / r^2 \quad ....(2)$$

(1) ÷ (2) $\therefore \frac{g'}{g} = \frac{r^2}{R^2}$ அல்லது $g' = \frac{r^2}{R^2} g$

எனவே புவியின் மேற்பரப்பிற்கு மேலே g என்னும் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் புவியின் மையத்திலுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமம்.

புவியின் மேற்பரப்பிற்கு மேல் h என்னும் உயரத்தில்

$$R = r + h$$

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

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

மேற்கோவையில் $(h/r)^2$ உம் அதற்கு மேலான சுட்டிகளைக் கொண்டவையும், h ஆனது r உடன் ஒப்பிடும்பொழுது சிறிதாகையால் புறக்கணிக்கப்படுகின்றன. இச்சந்தர்ப்பத்தில்

$g - g'$ = புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலின் குறைவு

$$= \frac{2h}{r} g \quad \text{------}(1)$$

(ii) புவியின் மேற்பரப்பிற்குக் கீழே

புவியின் மேற்பரப்பிற்கு கீழே ஒரு புள்ளியில் உள்ள பொருளொன்றைக் கருத்திற்கொள்க. இப்புள்ளியின் தூரம் புவியின் மையத்திலிருந்து b எனின் இப்பொருளைக் கவரும்புவியின் பயன்படும் திணிவு M'ஆனது b என்னும் ஆரையைக் கொண்டுள்ள கோளத்தினது திணிவாகும். அடர்த்தி மாறாத தாயின், கோளத்தின் திணிவு ஆரையின் கனத்திற்கு அதாவது r^3 இற்கு விகிதசமமாவதால்

$M' = \frac{b^3}{r^3} M$ இங்கு M புவியின் திணிவாகும்.

g" ஆரை b இலுள்ள புள்ளியில் புவியின் ஆர்முடுகலாயின்

$$mg'' = GmM' / b^2 = GmMb / r^3$$

அத்துடன் $g = GM / r^2$ ஆக இருப்பதால், பிரதியிடுவதன்முலம் $g'' = \frac{b}{r} g$.

எனவே g" என்னும் புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல் புவியின் மையத்திலுள்ள தூரத்திற்கு நேர்விகிதசமமாகும். (அதாவது $g' \propto b$) மேலும் ஆழம் புவியின் மேற்பரப்பிற்குச் கீழ் h எனின்

$$b = r - h$$

$$\therefore\ g'' = \left(\frac{r-h}{r}\right) g = \left(1-\frac{h}{r}\right) g$$

$$\therefore\ g'' = g - \frac{h}{r}\, g$$

$$\therefore\ g - g'' = \frac{h}{r}\, g \quad \text{------} \quad (2)$$

சமன்பாடு (1) ஐயும் (2) ஐயும் ஒப்பிடும் பொழுது புவியின் மேற் பரப்பிலிருந்து தூரத்திற்குக் கீழே ஒரு புள்ளியிலுள்ள புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகல், புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து அதேஉயரம் h இல் ஒரு புள்ளியிலுள்ள புவியின் ஆர்முடுகலிலும் பார்க்கப் பெரிது என்பது புலனாகின்றது

அழுத்தம்

புவியின் ஈர்ப்பின் புலத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியில் அழுத்தம் என்பது அண்ணளவாக ஓர் அலகு திணிவை முடிவிலியிலிருந்து அப்புள்ளிக்குக் கொணர்வதற்குச் செய்யப்படும் வேலைக்குச் சமன் என்பதேயாம். இது மின் அழுத்தத்திற்கு ஒப்பானது. அழுத்தமானது மரபின்படி முடிவிலியில் பூச்சியமெனக் கொள்ளப்படும்.

புவியைக் கோளமெனக் கொள்ளின் அதற்கு வெளியே ஒரு புள்ளிக்கு, புவியின்திணிவு M ஆனது அதன் மையத்தில் செறிந்திருப்பதெனக் கொள்ளப்படும்.

புவியின் வெளியே ஓர் அலகு திணிவில் ஏற்படும் கவர்ச்சிவிசை GM/r^2 ஆகும். r என்பது புவியின் மையத்திலிருந்து ஓர் அலகு திணிவின் தூரமாகும். இத் திணிவை புவியை நோக்கி Δr என்னுந் தூரத்திற்கூடாகநகர்த்தின் செய்யப்படும் வேலை

$$\text{விசை} \times \text{தூரம்} = GM.\Delta r / r^2$$

இதன் பொருட்டு மையத்திலிருந்து a தூரத்தில் உள்ள அழுத்தம் V வருமாறு தரப்படும்.

அதாவது $V_a = \int_{\infty}^{a} \frac{GM}{r^2}\, dr = -\frac{GM}{a}$ ஆகும்.

இங்கு மரபின்படி முடிவிலியிலுள்ள அழுத்தத்தை பூச்சியமெனக் கொள்ளப்படும். மேற்கோவையிலுள்ள எதிர்க்குறி (-) முடிவிலியிலுள்ள அழுத்தம் புவிக்கு அருகே உள்ள அழுத்தத்திலும் உயர்ந்ததென்பதைக்காட்டுகின்றது. புவியின் ஆரையை r எனக் கொண்டால் அதன்மேற்பரப்பில் $v = -GM/r$ என்பது பெறப்படும்.

தப்பு வேகம் : m என்னும் திணிவுள்ள ஒரு வாணம் ஆனது p என்னும் புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து தப்பத்தக்கவாறு வெடிக்கப்படுகிறெதனக்கொள்க. அப்பொழுது செய்யப்படும் வேலை = m × முடிவிலிக்கும் p க்குமிடையேயுள்ள

அழுத்த வித்தியாசம் $= m \times GM/r$

$\therefore$ வாணத்தின் இயக்கச் சத்தி $= \frac{1}{2}mv^2 = m \times GM/r$

$$\therefore\ v^2 = 2GM/r$$

$$\therefore\ v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \text{தப்புவேகம்}$$

இப்பொழுது $GM/r^2 = g$

$$\therefore\ v = 2gr$$

$g = 9.8\ ms^{-2}$ எனவும் $r = 6.4 \times 10^6$ m எனவும் எடுக்கப்படின்

$$v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6}$$
$$= 11 \times 10^3\ m\ s^{-1} = 11 km\ s^{-1}$$

(அண்ணளவாக)

ஆகவே ஏறத்தாழ $11 kms^{-1}$ என்னும் ஆரம்பவேகத்துடன் வாணம் ஏவப்படின் அது புவியின் கவர்ச்சியிலிருந்து முற்றாக தப்பிக் கொண்டுவிடும்.

சுருக்கமாகக் கூறின் $8km\ s^{-1}$ என்னும் வேகத்தையுடைய ஓர் உபகோள் புவியின் மேற்பரப்பிற்கருகே வட்டப்பாதையிலும், அது $8km\ s^{-1}$ க்கும் $11km\ s^{-1}$ இற்குமிடையேயுள்ள வேகத்தையுடையதாயின் நீள் வளையப்பாதையிலும் புவியை வலம் வரத்தக்கதாக இருக்கும்.

ஓர் உபகோளின் அழுத்தசத்தியும் இயக்கச்சத்தியும்

புவியை ஓர் ஒழுக்கில் சுற்றும் m திணிவுள்ள உபகோள் ஒன்றானது அழுத்தச்சத்தியையும், இயக்கச்சத்தியையும் உடையதாக இருக்கும். இயக்கச்சத்தி = $\frac{1}{2}mv^2$. இங்கு v என்பது உபகோள் ஒழுக்கில் செல்லும் வேகமாகும்.

இப்பொழுது r_o என்னும் ஆரையுடைய வட்ட இயக்கத்தில் இயங்கும்பொழுது, புவியின் திணிவு M எனின்

$$\text{மையநாட்டவிசை} = \frac{mv^2}{r_o} = \frac{GMm}{r_o^2}$$

$$\therefore\ \text{இயக்கச்சத்தி} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{GMm}{2r_o} \quad \text{..................} (1)$$

அத்துடன் புவியின் புலத்திலிருந்து முடிவிலியில் அழுத்தசத்தி பூச்சியமெனக் கொள்கின்றதனால்

$$\text{ஒழுக்கிலுள்ள திணிவின் அழுத்தசத்தி} = -\frac{GMm}{r_o} \quad \text{..................} (2)$$

(1) ஐயும் (2) ஐயும் நோக்கின் ஒழுக்கில் திணிவின் அழுத்த சத்தி அதன் இயக்கச் சத்தியின் இரு மடங்கும் அத்துடன் எதிர் என்பதும் புலனாகின்றது.
(1) இலும் (2) இலுமிருந்து ஒழுக்கில் இயங்கும் திணிவொன்றின்

$$\text{மொத்த சத்தி} = \frac{-GMm}{r_o} + \frac{GMm}{2r_o}$$

$$\frac{-GMm}{2r_o} \quad \text{.........................} \quad (3)$$

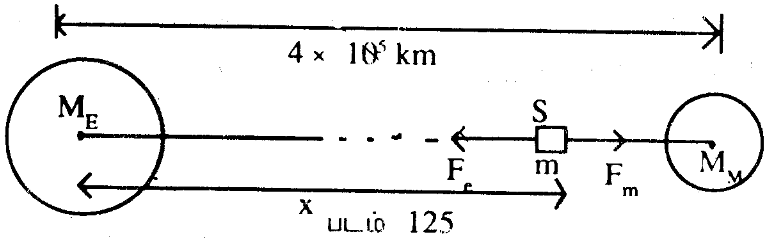
மேலும் புவியின் வளிமண்டலத்தில் ஏற்படும் உராய்வு காரணத்தால் உபகோளின் சத்தி குன்றுகின்றது. அத்துடன் ஒழுக்கின் ஆரையானது r_1 இற்கு குறைகின்றது. எனவே இவ் ஒழுக்கில்

மேற்காட்டியவாறு மொத்த சத்தி = $\frac{-GMm}{2r_1}$ இது சமன்பாடு (3) இல் காட்டப்பட்ட ஆரம்ப சத்தியிலும் குறைவாக இருப்பதனால் $\frac{GMm}{2r_1} > \frac{GMm}{2r_o}$ என்பது புலனாகின்றது.

(1) இலிருந்து இக் கணியங்கள் ஆனவை r_1 r_0 ஆரைகளிலுள்ள ஒழுக்குகளில் உள்ள இயக்கச் சத்திகளாகும். எனவே ஓர் உபகோளானது ஒரு குறைந்த ஆரையுள்ள ஒழுக்கிற்கு விழும் பொழுது அதன் இயக்கச்சத்தி கூடுகின்றது. அதாவது அதன் வேகம் அதிகரிக்கின்றது. இத்தோற்ற முரணபாடு வருமாறு விளக்கப்படுகின்றது. அதாவது (2) இலிருந்து அழுத்தசத்தி ஆனது இயக்கச்சத்தி அதிகரிக்கும் வேளையில் இதன் இருமடங்கால் அது குன்றகிறது. எனவே மொத்தத்தில் நாங்கள் நினைப்பது போல சத்தி இழப்பு நிகழ்கின்றதாகும்.

உத்திக் கணக்குகள்

(1) பூமி - சந்திரன் தொகுதி
பூமியின் திணிவு சந்திரனின் திணிவினதின் 81 மடங்காகும். பூமியின் மையத்திலிருந்து சந்திரனின் தூரம் கிட்டத்தட்ட 4.0×10^5 km
ஒரு விண்வெளிக்கலம் பூமியிலிருந்து சந்திரனுக்கு ஏவப்படும்பொழுது விளையுள் ஈர்ப்புவிசை பூச்சியமாவது பூமியின் மையத்திலிருந்து என்ன தூரத்திலாகும்



படம் 125

(i) பூமிஆனது விண்வெளிக் கலத்தில் ஏற்படுத்தும் விசை சந்திரன் விண்வெளிக் கலத்தில் ஏற்படுத்தும் விசைக்குஎதிராகும் (படம் 125)

(ii) $F = \frac{GMm}{r^2}$

S என்னும் விண்வெளிக்கலம் பூமியின் மையத்திலிருந்து x km தூரத்தில் இருப்பின் சந்திரனிலிருந்து $(4 \times 10^5 - x)$ தூரத்திலிருக்கும். அப்பொழுது விளையுள் விசை பூச்சியம் எனவுங்கொள்க. விண்வெளிக் கலத்தின் திணிவு m எனின்

$$\frac{GM_Em}{x^2} = \frac{GM_Mm}{(4 \times 10^5 - x)^2}$$

G உம் m உம் நீக்கப்பட்டு மீள் ஒழுங்குசெய்யின்

$$\frac{M_E}{M_M} = \frac{81}{1} = \frac{x^2}{(4 \times 10^5 - x)^2}$$

இருபக்கங்களிலுமுள்ள வர்க்கங்கள் நீக்கப்படின

$$9 = \frac{x}{(4 \times 10^5 - x)}$$

எனவே $10x = 9 \times 4 \times 10^5$

$$\therefore x = 3.6 \times 10^5 \text{km}$$

(2) பூமியின் உபகோள்கள்
பூமியைவட்டத்தில் சுற்றிவர அதன் மேற்பரப்பிலிருந்து உபகோள்கள் ஏவப்படத் தக்கதாக இருக்கின்றன. பூமியின் ஈர்ப்புக் கவர்ச்சியினால் அவை அவற்றின் ஒழுக்குகளில் வைக்கப்படுகின்றன. m என்னும் திணிவுள்ள ஒரு உபகோளானது M என்னும் திணிவுள்ள பூமியை அதன் மேற்பரப்புக்கு அணித்தாக வட்டத்தில் சுற்றிவருவதைக் கருத்திற்கொள்க (படம் 126), அப்பொழுது பூமியின் ஆரை r_E எனின்

$$\frac{mv^2}{r_E} = G\frac{Mm}{r_E^2} = mg$$

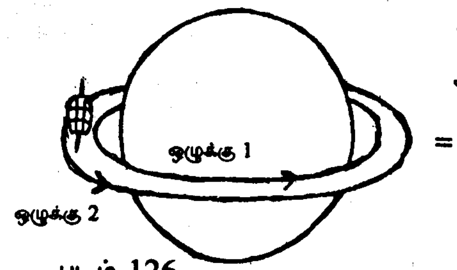
இங்கு g என்பது பூமியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும். அததுடன் v என்பது அதன் ஒழுக்கில் அதன் கதியாகும் அதனால்

$v^2 = r_E g$ எனவே $r_E = 6.4 \times 10^6$ m

$g = 9.8$ m/s என்பவற்றைப் பாவிப்பதன் முலம்

$v = \sqrt{r_E g} = \sqrt{6.4 \times 10^6 \text{ m} \times 9.8 \text{ m/s}^2}$

$= 8 \times 10^3$ m/s (அண்ணளவாக)



படம் 126

அதாவது $v = 8$km/s

அத்துடன் ஒழுக்கில் அதன் அலைவுகாலம்

$= \dfrac{\text{பூமியின் சுற்றளவு}}{v} = \dfrac{2\pi \times 6.4 \times 10^6 \text{ m}}{8 \times 10^3 \text{ m/s}}$

$= 5000$ s (அண்ணளவாக)

$\therefore$ அலைவுகாலம் = 83 mts

நிறுத்தம் ஒழுக்குகள்

பூமியுடன் ஒருமையங்கொணட ஒழுக்கு 2 இல் மத்திய கோட்டுத்தளத்தில் பூமியைச் சுற்றிவரும் m திணிவுள்ள ஓர் உபகோளத்தை இப்பொழுது கருத்திற்கொள்க (படம் 126) பூமியின் சுழற்சிவழியே அதன் ஒழுக்கில் சுற்றுகின்றதும் பூமியிலிருந்து R என்னும் தூரத்திலிருக்கின்றதுமான அவ்வுபகோளின் கதி. ஒழுக்கில் v எனின்

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}$$

ஆனால் $GM = gr_E^2$ (r_E = பூமியின் ஆரை)

$$\therefore \frac{mv^2}{R} \quad \frac{mgr_E^2}{R^2}$$

$$\therefore v^2 = \frac{gr_E^2}{R}$$

அதன் ஒழுக்கில் உபகோளின் அலைவுகாலம் T ஆயின்

$$v = \frac{2\ R}{T} \quad ;\therefore \quad 4\ \frac{^2R^2}{T^2} = \frac{gr_E^2}{R}$$

$$\therefore \quad T^2 = \frac{4\ ^2R^3}{gr_E^2} \quad \text{-----------------} (1)$$

உபகோள் ஆனது ஒழுக்கில் சுற்றும்பொழுது அதன் அலைவுகாலம் ஆனது பூமீதன் அச்சில் சுழலு ம் பொழுதுள்ள அலைவுகாலத்துக்கு சமனாயின் பூமிசுழன்று கொண்டு இருக்கும் பொழுதும் உபகோள் பூமியின் மீது அதே இடத்தில் இருக்கும். இது நிறுத்தும் ஒழுக்கு எனப்படும். இங்கு பூமியின் அலைவுகாலம் 24 மணித்தியாலங்களாகும். இவ்வடிப்படையில் அஞ்சல் உபகோள்கள் நிறுத்தும் ஒழுக்குகளில் வைக்கப்படுகின்றன. அதன் பிரகாரம்

தொலைக்காட்சி திட்டங்கள் உலகத்தின் ஒரு பகுதியிலிருந்து இன்னொரு பகுதிக்கு தொடர்ச்சியாக செலுத்தத்தக்கதாக இருக்கின்றன.

T = 24 மணித்தியாலங்கள் ஆனபடியால் (1) இலிருந்து R காணபபடும்

$R = \sqrt[3]{\dfrac{T^2\ gr_E^2}{4\pi^2}}$ அத்துடன் $g = 9.8$ m/s², $r_E = 6.4 \times 10^6$ m

ஆகவுமிருப்பதால்

$$R = \sqrt[3]{\frac{(24 \times 3600)^2 \times 9.8 \times (6.4 \times 10^6)^2}{4\pi^2}}$$

$= 42400$km

எனவே பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து நிறுத்தும் ஒழுக்கின்

உயரம் $= (R - r_E) = (42400 - 6400)$

$= 36000$km

ஒழுக்கில் உபகோளின் கதி $= \dfrac{2\pi R}{T} \quad \dfrac{2\pi \times 42400\text{km}}{24 \times 3600\text{s}}$

$= 3.1$ km/s

(4) பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு 500km மேலே ஒரு உபகோள் ஒழுக்கில் வைக்கப்படப்போகின்றது. இவ்வுயரத்தில் உபகோளை ஏவியபின் அதன் நிலைக்குத்து வேகம் 2000 m/s எனின் 50kg திணிவுள்ள அவ்வுபகோளை நேரடியாக ஒழுக்கில் ஏவுவதற்கு வேண்டிய கணத்தாக்கின் பருமனையும் திசையையுங்காண்க.

($g = 10$m/s², பூமியின் அரை $r_E = 6400$km)

R என்னு ம் ஆரையுடைய ஒழுக்கில் எவுவதற்கு வேண்டிய வேகத்தைப என்க ஆகவே வழமைபோல்

உபகோளின் மீது விசை $= \dfrac{mu^2}{R} = \dfrac{GmM}{R^2} = \dfrac{gr_E^2\, m}{R^2}$

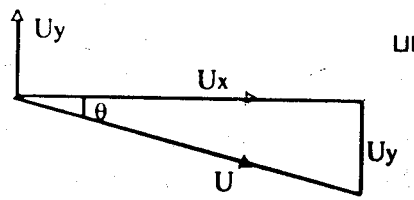
$\left(\dfrac{GM}{r_E^2} = g\right)$ ஆனபடியால்

$$\therefore U^2 = \frac{gr_E^2}{R}$$

இப்பொழுது $r_E = 6400$ km, $R = 6900$ km, $g = 10$ m/s²

$$\therefore U^2 = \frac{10 \times (6400 \times 10^3)^2}{6900 \times 10^3}$$

$= 7700$ m/s (அண்ணளவாக)



படம் 127

இவ்வுயரத்தில் (படம் 127) நிலைக்குத்து உந்தம் Uy எனின்

$U_y = mv = 50 \times 2000 = = 100000 \text{ kg m s}^{-1}$

கிடை உந்தம் $Ux = mu = 50 \times 7700 = 385000 \text{ kg m s}^{-1}$

$$\therefore \text{வேண்டிய கணத்தாக்கு} = \sqrt{Uy^2 + Ux^2}$$

$$= \sqrt{100000^2 + 385000^2}$$

$$= 4.0 \times 10^5 \text{ kg.m.s}^{-1}$$

திசை:- கிடையுடன் அல்லது ஒழுக்கின் தொடலியுடன் மொத்தக் கணத்தாக்கு ஆக்கும் கோணம் θ எனின்

$$\text{தான் } \theta = \frac{Uy}{Ux} = \frac{100000}{385000} = 0.26$$

$$\therefore \theta = 14.6^0$$

(5) **சூரியனின் திணிவு**

சூரியனின் திணிவு M_s ஆனது ஓர் உபகோளின் அலைவுகாலத்தையும் சூரியனிலிருந்து அதன் தூரத்தையுங் கொண்டு கணிக்கப்படும். பூமியைக் கருத்திற் கொள்க. அதன் அலைவுகாலம் 365 × 24 × 3600 செக்கன்கள் சூரியனின் மையத்திலிருந்து அதன் தூரம் $r_s = 1.5 \times 10^{11}$ m (கிட்டத்தட்ட) பூமியின் திணிவு m எனின், சூரியனைச் சுற்றி அதன் வட்ட இயக்கத்துக்கு

$$\frac{GM_s m}{r_s^2} = mr_s\omega^2 = \frac{mr_s 4\pi^2}{T^2}$$

$$\therefore M_s = \frac{4\pi^2 r_s^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 \times (1.5 \times 10^{11})^3}{6.7 \times 10^{11} \times (365 \times 24 \times 3600)^2}$$

அதாவது $M_s = 2 \times 10^{30}$ kg

$$\frac{GM_s m}{r_s^2} = mr_s\omega^2$$

என்னும் மேற் சமன் பாட்டில்

இருபக்கங்களிலுமுள்ள உபகோளின் திணிவு m நீக்கப்படுகின்றது. அத்துடன் ω க்குக்கான இறுதிச் சமன்பாட்டில் அதுதோற்றுவதுமில்லை. ஆக்வே ஒழுக்கில் ω என்னும் கோணக்கதி உபகோளின் திணிவில் தங்குவதில்லை. மேலும் கோணக்கதி ω வும் (அலைவுகாலமும்) r_s இன் பெறுமானத்தில் மட்டும் தங்கியுள்ளது. இங்கு r_s என்பது சூரியனிலிருந்து ஒழுக்கின் தூரமாகும். இது எல்லாக் கோள்களுக்கும் உண்மையானது.

சுருங்கச் சொல்லின்.

ஒரு கோளின் கோணக்கதி ஒழுக்கின் ஆரையில் மட்டும் தங்கியுள்ளது. அத்துடன் கோளின் திணிவில் தங்குவதில்லை.

(6) முறையே 10^{20} kg 2×10^{20} kg திணிவுமுள்ள இரு துவித உடுக்கள் (binary stars) அதன் பொதுத் திணிவுமையம் பற்றி ω என்னுங் கோணக் கதியில் சுழல்கின்றன. ஓர் உடுக்கில் தொழிற்படும் விசை அவற்றிடையேயுள்ள ஈர்ப்புவிசை மட்டுமே எனக் கொண்டு ω வைக்கணிக்க. உடுக்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் 10^9km எனவும் $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$ எனவுங் கொள்க

$$\frac{G\,Mm}{R^2} = m \times r \times \omega^2$$

10^{20} kg இலிருந்து பொதுத்திணிவுமையத்தின் தூரம்

$$= \frac{2}{3} \times 10^9 \text{ m}$$

$$\frac{6.7 \times 10^{-11} \times 10^{20} \times 2 \times 10^{20}}{(10^9)^2} = \frac{10^{20} \times 2 \times 10^9 \times \omega^2}{3}$$

$$\therefore \omega^2 = \frac{6.7 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{40} \times 3}{10^{18} \times 10^{20} \times 2 \times 10^9}$$

$$= \frac{6.7 \times 3}{10^{18}}$$

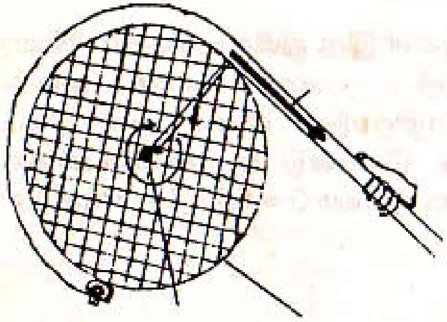
$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{20.1}{10^{18}}} = \frac{4.5}{10^9}$$

$$\underline{\underline{4.5 \times 10^{-9} \text{ rad / s}}}$$

சுழற்சி இயக்கம்

முறுத்குதிறனும் கோண ஆர்முடுகலும்

முறுக்குதிறன்



ஒரு பறப்புச்சில்லை சுழற்றுவதற்கு ஒரு திருப்பு விசையை அதற்குப் பிரயோகித்தல வேண்டும் (படம்128). திரும்பல் விளைவு அதனில் பிரயோகிக்கப்படும் விசையில் மட்டுமன்றி அது எங்குபிரயோகிக்கப்படும் என்பதிலும தங்கியுள்ளது. அச்சுபற்றி பிரயோகிக்கப்படும் சையின் திருப்புதிறன் திருப்பு விசையின். முறுக்குதிறன் எனப்படும். அதாவது

படம் 128

முறுக்குதிறன் = விசை x அச்சிலிருந்து விசைத் தாக்கக்கோட்டுக்குக் கீறப்படும் செங்குத்துத் தூரம்.

$$\therefore T = F\ (N) \times d\ (m) = F \times d\ (N\,m)$$

முறுக்குதிறனின் அலகு N m ஆகும்

கோண ஆர்முடுகல் ; சுழற்சி இயக்கத்தில் சுழலும் சில்லொன்று அதன் அச்சு பற்றி சுழலும் பொழுது அதன் கோணவேகம், t என்னும் நேரத்தினில் ω_0 இலிருந்து ω வுக்கு அதிகரிக்கலாம். அப்பொழுது α என்னு ம் கோண ஆர்முடுகல் வருமாறு தரப்படும்

அதாவது $$\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} \ rad/s^2$$

$$\therefore \omega = \omega_0 + \alpha t$$

இது ஏகபரிமாண இயக்கத்தின் $v = u + at$ க்கு ஒப்பாகும்

எனவே ஒரு பொருளின் கோண ஆர்முடுகல் அப்பொருளின் கோணவேக மாற்ற வீதம் ஆகும். அல்லது ஒரு செக்கனில் ஒரு பொருளின் கோண வேக

மாற்றமாகும்.

இதன் அலகு ஆரையன்/ செ ² = (rad/ s^2)

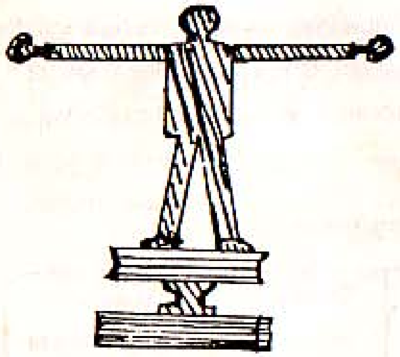
ω இன் பரிமாணம் = T^{-1} ; α இன் பரிமாணம் = LT^{-2}

சடத்துவத்திருப்பம்

ஒரு பறப்புச்சில்லைக் கருத்திற்கொள்க. இதனைத் திருப்பத்தொடங்கும் பொழுது பெரிய முறுக்குதிறன் தேவைப்படின் இதன் சடத்துவம் நியாயமான அளவு பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும். அதாவது இயக்கமாற்றத்திற்கு இதன் எதிர்ப்பு பெரிதாகும்.

ஒவ்வொரு பொருளும் திணிவுடையதனால் அது சடத்துவ இயல் புடைய தாக இருக்கும். ஆயினும் ஒரு சுழலும் பொருளின் சடத்துவம் அதன் திணிவின் பரம்பலிலும் அத்துடன் அதன் திணிவின் பருமனிலும் தங்கியிருக்கின்றது. மேலும் ஒரு சுழலும் பொருளின் கதி எவ்வாறு அதன் சடத்துவத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றதை ஓர் எளிய பரிசோதனையால் வருமாறு விளக்கலாம்.

பரிசோதனை



படம் 129

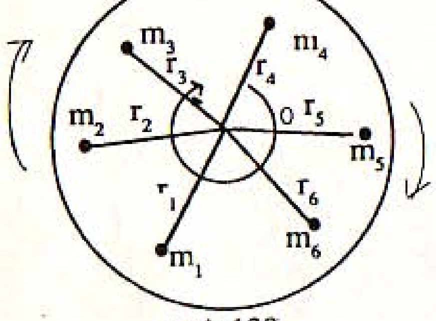
ஒரு மோட்டர்க் கார்ச்சில்லு அதன் சுழலச்சு நிலைக்குத்தாக இருக்கத் தக்கவாறு ஒரு கிடையான அடித்தளத்தில் தாங்கப்படுகின்றது. சில்லிலுள்ள குண்டுப்போதிகைகள் உராய்வை நீக்குகின்றன. ஒரு மாணவன் தனது ஒவ்வொரு கையிலும் 2kg நிறையைக் காவிய வண்ணம் கால்கள் அகல இருக்க சில்லில் நிற்கின்றான் (படம் 129)

அவனுக்கு ஒரு மெதுவான தள்ளுக்கொடுக்க அவன் சுழல்கின்றான். ஆரம்பத்தில் அவனுடைய கைகள் நிலைக் குத்தாக தூங்குகின்றன. அவன் கைகளை கிடையான நிலைக்குக் கொண்டு வரும்பொழுது சுழல்கதி மிகவும் குறைக்கப்பட்டதை அவதானிக்கலாம். கைகளை மீண்டும் கீழ் விழவிடும்பொழுது சுழல் கதி அதிகரிக்கின்றதையும் அவதானிக்கலாம். குண்டுப் போதிகைகளின் உராய்வு புறக்கணிக்கப்படுகிற அளவு சிறிதானதால் அவனுடைய சுழலும் கதி மாறாதிருக்கின்றதெனக் கொள்ளலாம். தொகுதியின் முழுத்திணிவும் மாறாதிருக்கின்றது. ஒரு குறிக்கப்பட்ட சத்தியின் பருமனுக்கு ஒரு சுழலச்சு பற்றி அதன் திணிவின் நிலையும் சுழல் கதியை தீர்மானிக்கின்றதை இப்

பரிசோதனை எடுத்துக் காட்டுகின்றது.

எவ்வாறு ஏகபரிமாண இயக்கத்துக்கு சடத்துவ இயல்பு எதிர்ப்புக் கொடுக்கின்றதோ அவ்வாறு சுழற்சி இயக்கத்துக்கும் எதிர்ப்புக் கொடுக்கின்ற இயல் உண்டு. அது சடத்துவத்திருப்பம் எனப்படும். ஒரு குறித்த அச்சுபற்றி ஒரு பொருள் சுழலும்பொழுது அது கொண்டிருக்கும் இயல்பு சடத்துவத்திருப்பம். ஆதலினால் அச்சு மாறும் பொழுது அதன் சடத்துவத்திருப்பமும் மாறும். இது முன்னுக்கு இன்னொரு விதத்தில் கூறப்பட்டுள்ளது.

சடத்துவத்திருப்பத்தின் வரைலிலக்கணம்



படம் 130

ஒரு விறைப்பான பொருளைக் கருத்திற்கொள்க. இது பல புள்ளித்திணிவுகளைக் கொண்டதெனவும் அத்திணிவுகள் ஒரு தரப்பட்ட அச்சிலிருந்துவெவ் வேறுசெங்குத்துத்தூரங்களில் இருக்கின்றனவெனவுங் கொள்க.அவ்வாறாயின் புள்ளித் திணிவுகளை $m_1, m_2, m_3 \ldots\ldots m_n$ எனவும் அவ்வச்சிலிருந்து அவற்றின் செங்குத்துத் தூரங்கள் $r_1, r_2, r_3 \ldots\ldots r_n$ எனவும் கொள்க. இதன் பொருட்டு தரப்பட்ட அச்சு பற்றி அப்பொருளின் சடத்துவத் திருப்பம் அப்புள்ளித் திணிவுகளினதும் அசசிலிருந்து அவற்றின் செங்குத்துத் தூரங்களின் வர்க்கங்களினதும் பெருக்கங்களின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

அதாவது தரப்பட்ட அச்சுபற்றி பொருளின் சடத்துவத்திருப்பம் =

$$(m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \ldots\ldots + m_n r_n^2) = \sum m_i r_i^2$$

சடத்துவத்திருப்பம் I இனால் குறிக்கப்படின்

$$I = \sum m_i r_i^2 \text{ (இங்கு } i = 1,2,3,\ldots n) \text{ ஆகும்}$$

I இன் அலகு kg m^2 ஆகும். இதன் பரிமாணம் ML^2.

எனவே இதன் இறுதிச் சமன்பாட்டிலிருந்து குறிக்கத்தக்கது யாதெனில் சடத்துவத்திருப்பம் திணிவிலும் அதன் பரிமாண அளவுகளிலும் மட்டுமன்றி சுழலச்சின் நிலையிலும் தங்கியிருக்கின்றதை அறிந்து கொள்ள முடிகின்றது. மேலும் சுழற்சி இயக்கத்துக்கு சடத்துவத்திருப்பம், ஏகபரிமாண இயக்கத்தில் வரும் திணிவு m இற்கு ஒப்ப இருப்பதால் அதனை ஓர்எண்ணிக்கணியம் எனலாம்.

முறுக்குதிறனும் கோண ஆர்முடுகலும்

படம் 130 இல் காட்டப்பட்ட விறைப்பானதும் தட்டையானதுமான பொருளைக் கருத்திற்கொள்க. ஒவ்வொருபுள்ளித்திணிவும் O என்னு ம் அச்சு பற்றி வட்டப் பாதையில் திரும்பும். கோணக்கதி ω இல் ஒவ்வொரு புள்ளித்திணிவினதும் கதி $v = r\omega$ என்னு ஞ் சமனபாட்டால் தரப்படும். ஆகவேm_1 இனது கதி $= r_1\omega$, m_2 இனது r_2w, அவ்வாறே மற்றப் புள்ளித்திணிவுகளுக்கும் கதிகள் பெறப்படும். பொருளின் கதி அதிகரிக்கும் பொழுது ஒவ்வொரு புள்ளித் திணிவும் முடுக்கப்படும். பொருளின் கோணஆர்முடுகல் α எனின், ஒவ்வொரு புள்ளித்திணிவினதும் ஆர்முடுகல் $a = \alpha\ r$ இனால் தரப்படும். ஆகவே m_1 இன் ஆர்கமுடுல் $\alpha\ r_1$ எனவும் m_2 இனது ஆர்முடுகல் $\alpha\ r_2$ எனவும் இவ்வாறே மற்றவற்றிற்கும் காணப்படும் $F = m.\ a$ என்னு ஞ் சமன்பாட்டை உபயோகிக்கும்பொழுது ஒவ்வொரு புள்ளித்திணிவையும் முடுக்க வேண்டிய விசை $m_1\alpha r_1$, $m_2\alpha r_2$, $m_3\alpha r_3$ போன்றவாறு எல்லாவற்றிற்கும் காணப்படும், ஒவ்வொரு புள்ளித்திணிவும் α என்னுங் கோணஆர்முடுகலைப்பெறுதற் குத்தேவையான திருப்புத்திறன் ஆனது திருப் புதிறன் = விசை x செங் குத்துத் தூரம் என்னும் சமனபாட் டைப்பிரயோகிதத்துக்கணிக்கப்படும். அதாவது m_1இற்கு வேண்டிய திருப்புத்திறன் ஆனது $(m_1\alpha\ r_1)r_1$, m_2 விற்கு $(m_2\alpha\ r_2)r_2$, இவ்வாறே மற்றவைக்கும் பெறப்படும். அவற்றை விளக்கப் பின்வருமாறு அட்டவணைப் படுத்தலாம்

α = பொருளின் கோண ஆர்முடுகலாகும்

புள்ளித்திணிவு	அச்சிலிருந்து தூரம்	ஆர்முடுகல்	வேண்டிய விசை	வேண்டிய திருப்புதிறன
m_1	r_1	$\alpha\ r_1$	$(m_1\alpha\ r_1)$	$(m_1\alpha\ r_1^2)$
m_2	r_2	αr_2	$(m_2\alpha\ r_2)$	$(m_2\alpha\ r_2^2)$
m_3	r_3	αr_3	$(m_3\alpha\ r_3)$	$(m_3\alpha\ r_3^2)$
m_4	r_4	αr_4	$(m_4\alpha\ r_4)$	$(m_4\alpha\ r_4^2)$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
m_n	r_n	αr_n	$(m_n\alpha r_n)$	$(m_n\alpha r_n^2)$

வேண்டிய மொத்தத் திருப்புதிறன் (அதாவது முறுக்குதிறன் T) எல்லாப் புள்ளித்திணிவுகளினதும் தனித்தனித்திருப்புத்திறன்களின் கூட்டுத்தொகையாகும்.

எனவே முறுக்குதிறன்

$$T = (m_1 r_1^2)\alpha + (m_2 r_2^2)\alpha + (m_3 r_3^2)\alpha + \ldots\ldots (m_n r_n^2)\alpha$$

$$\therefore T = (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \ldots\ldots m_n r_n^2)\alpha$$

அதாவது$T = (\sum m_i r_i^2)\ \alpha$ இங்கு $\sum m_i r_i^2 = (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \ldots\ldots m_n r_n^2)$

இங்கு $I = \sum m_i r_i^2$

$T = I\alpha$ அல்லது $\alpha = \frac{T}{I}$

சில பொருள்களுக்குரிய சடத்துவத் திருப்பம்

1. ஒரு சீரான் கோல் அதன் அச்சு செங்குத்தாகக் கோலின் ஒரு முனை யிலிருக்கும் பொழுது அதுபற்றி சுழலும் பொழுது

$I = \frac{Ml^2}{3}$ இங்கு ($\frac{M}{3}$=கோலிள் திணிவு, l கோலின் நீளம்)

(2). ஒரு சீரான வட்டத் தகடு மையத்துக்குச் செங்குத்தாகச் செல்லும் அதன அச்சு பற்றி சுழலும் பொழுது

$I = \frac{MR^2}{2}$ இங்கு (M= தட்டின்திணிவு, R = தட்டின் ஆரை)

(3). ஒருசீரானகோளம் அதன் மையத்துக்குக் கூடாகச் செல்லும் அச்சுபற்றிச் சுழலும் பொழுது

$I = \frac{2Mr^2}{5}$ இங்கு (M= கோளத்தின் திணிவு, r = கோளத்தின் ஆரை)

உத்திக் கணக்குகள்

(1) 0.6 kg m^2 சடத்துவத்திருப்பமுடைய ஒரு பறப்புச்சில்லு, 0.02 m ஆரையுடைய ஒரு கிடையான அச்சில் தாங்கப்படுகின்றது. அச்சிலின் திணிவு பறப்புச் சில்லினதுடன் ஒப்பிடப்படும்பொழுது புறக்கணிக்கத்தக்கதாகும். உராய்வு புறக்கணிக்கப்படின் (1) 80 N விசை அச்சிலுக்குத் தொடலியாகப்பிர

யோகிக்கப்படின் கோணஆர்முடுகலையும் (ii) ஓய்விலிருந்து 20 செக்கன்களுக்குப் பின் பறப்புச்சில்லின் கோணவேகத்தையுங்காண்க

(i)முறுகுதிறன் $T = 80\ (N) \times 0.02\ (m) = 1.6 N m$

$T = I\alpha$ விலிருந்து

கோணஆர்முடுகல் $\alpha = \dfrac{T}{I} = \dfrac{1.6}{0.6}$

$$\therefore \alpha = \frac{16}{6} = \frac{8}{3} = 2.67 \text{ rad s}^{-2}$$

(ii) 20 செக்கன்களுக்குப்பின் கோணவேகம

$$\omega = \alpha.t = 2.67 \times 20 = 53.40 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\therefore \omega = 53.4 \text{ rad s}^{-1}$$

2. ஒரு நடனக்காரி தனது கைகளை வெளியே நீட்டிக் கொண்டு சுழலச்சு பற்றி, சடத்துவத்திருப்பம் Iஆகஇருக்கும் போது 2.4 சுழற்சிகள் /s வீதம் சுழல்கின்றாள். கைகளை மடித்துக் கொண்டு சடத்துவத்திருப்பம 0.6 I ஆக இருப்பின் அதே அச்சு பற்றி, அவளுடைய புது சுழற்சி வீதத்தைக் காண்க.

கோணஉந்தக்காப்பின் படி

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$$I \times 2.4 = 0.6I \times \omega$$

$$\omega = \frac{2.4}{0.6}$$

$$\omega = \frac{24}{6}$$

$$= 4 \text{rev /s}$$

(3). ஒரு திண்மப் பறப்புச் சில்லின் சடத்துவத்திருப்பம் அதன் அச்சுபற்றி $0.2 kg\ m^2$ ஆகும். அது அதன் சுற்றளவின் மீது சுற்றப்பட்ட கயிறு ஒன்றில் 40 N தொடலிவிசை பிரயோகிப்பதன் மூலம் சுழற்றப்படுகின்றது. சில்லின் ஆரை

0.2m. பறப்புச்சில்லின் கோண ஆர்முடுகலைக்காண்க. மேலும் கயிற்றின் முனையில் 4.kg தொங்கவிடப்படின் அதன் கோணஆர்முடுகல் என்னவாகும்? $(g = 10 m\ s^{-2})$

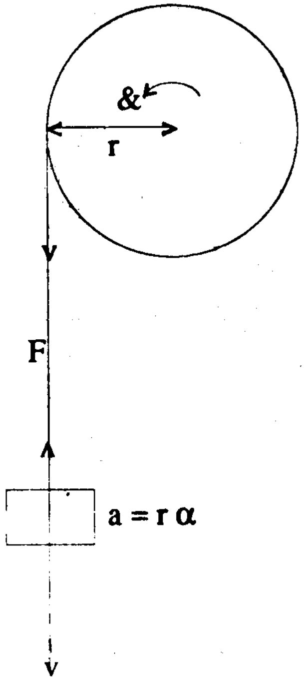
$T = I.\alpha$ அத்துடன் $T = F \times r = 40 N \times 0.2m$

$$\therefore T = 8 N m$$

கோண ஆர்முடுகல் $\alpha = \dfrac{T}{I} = \dfrac{8 N m}{0.2 kg\ m^2} = \dfrac{8 kg\ m\ s^{-2} .m}{0.2 kg\ m^2}$

$$= \frac{8 \text{ rad s}^{-2}}{0.2} = 40 \text{ rad s}^{-2}$$

கயிற்றின் முனையிலுள்ள 40 N நிறையினால் அதனில் செயற்படும் விளையுள் விசை $= 40 N - F$



40 N படம் 131

அதாவது $mg - F = m.a$ —— (1)

ஆனால் $F.r = I.\alpha$

இங்கு α கோணஆர்முடுகலாகும மேலும் (1) இலிருந்து $mg - F = mr\alpha$ $(\because a = r\alpha)$

இதனை rஆல் பெருக்குக

அப்பொழுது $mgr - F.r = mr^2\alpha$ —— (2)

$\therefore mgr = mr^2\alpha + Fr$

$mgr = mr^2\alpha + I\alpha$ —— (3)

$(mr^2 + I)\alpha = mgr$

$$\alpha = \frac{mgr}{(mr^2 + I)} = \frac{40 \times 0.2}{4 \times (0.2)^2 + 0.2}$$

$$= \frac{8}{0.16 + 0.2} = \frac{8}{0.36}$$

$$= \frac{800}{36} = \frac{200}{9}$$

$$= 22.2 \text{ rad s}^{-2}$$

சுழற்சி இயக்கப்பண்புச் சத்தி, முறுக்குதிறனால் செய்யப்படும் வேலை

(a) படம் 130 ஐக் கருத்திற் கொள்க அப்பொருள் 0 பற்றிச் சுழுலும் பொழுது ஒவ்வொரு புள்ளித் திணிவும் ω என்னுங் கோணவேகத்துடன் சுழலும். ஆகவே அதன் வேகம் $v = r\omega$ ஆகும். எனவே m_1 இன்வேகம் $r_1\omega$ ஆகும், m_2 இன்வேகம் $r_2\omega$, m_3 இன்வேகம் $r_3\omega$ அவ்வாறு மற்றப் புள்ளித் திணிவுகளுக்கும் உண்டு எனக் கொள்ளப்படும்.

அதன் பொருட்டு m_1 இன் இ. ப. ச. $= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 r_1^2 \omega^2$

m_2 இன் இ. ப. ச. $= \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_2 r_2^2 \omega^2$

இவ்வாறு எல்லாப்புள்ளித்திணிவுகளுக்கும் இருக்கின்றதால் பொருளின் மோத்த சுழற்சி இயக்கப்பண்புச்சத்தி

$$= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \dots\dots + \frac{1}{2} m_n v_n^2$$

$$= \frac{1}{2} m_1 r_1^2 \omega^2 + \frac{1}{2} m_2 r_2^2 \omega^2 + \dots\dots + \frac{1}{2} m_n r_n^2 \omega^2$$

$$= \frac{1}{2}\left(m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots\dots + m_n r_n^2\right)\omega^2$$

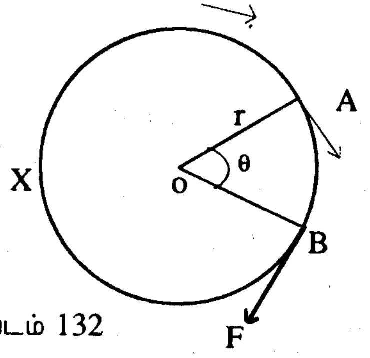
$$= \frac{1}{2} I \omega^2 \left(\because m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots\dots + m_n r_n^2 = \sum m_i r_i^2 = I\right)$$

∴ ஒரு விறைறப் பான சுழுலும் பொருளின் இ.ப.ச. $= \underline{\underline{\frac{1}{2} I \omega^2}}$

கணிப்பு ; $I = 4\ kg\ m^2$, $\omega = 3\ rad\ s^{-1}$ ஆயின்

இ.ப.ச. $= \frac{1}{2} \times 4 \times 9 = \underline{18\ J}$

(b) முறுக்குத்திறனால் செய்யப்படும் வேலை



படம் 132

X என்னும் சில்லில் F என்னும் தொடலிவிபடம் 132 இல்காட்டியவாறு பிரயோகிக் கப் படின் X ஆனது θ என்னுங்கோணத்துக்கூடாகத்திரும்புகிறதெனக் கொள்க. அப்பொழுது செய்யப்படும் வேலை W ஆனது

W = விசை × தூரம் AB ஆகும்

$= F \times r . \theta = F.r \times \theta$

$=$ முறுக்குதிறன் $\times \theta$

∴ செய்யப்படும் வேலை = முறுக்குதிறன் × சுழற்சுக்கோணம்

$= T \times \theta$

T இன் அலகு Nm ஆகவும் θ ஆரையன்களிலும் இருப்பின் செய்யப்படும் வேலை யூல்களில் (J) இருக்கும். உதாரணமாக $T = 12\ Nm$ அகவும் அது 8 சுழற்சிகளை ஆக்குமெனின் $\theta = 8 \times 2\pi$ ஆரையன்களாகும்.

∴ செய்யப்படும்வேலை $= T \times \theta = 12\,(Nm) \times 8 \times 2\pi\ (rad)$

$= 1207\ J$

மேலும் செய்யப்படும் வேலை = இயக்கப்பண்புச்சத்தி மாற்றத் தினாலும் தரப்படும்

$$\therefore \Gamma \times \theta = \frac{1}{2} I(\omega_2^2 - \omega_1^2)$$

இறுதிவேகம் ω ஆகவும் ஆரம்ப வேகம் 0 ஆகவுமிருப்பின

$$T \times \theta = \frac{1}{2} I\omega^2 - 0$$

$= \frac{1}{2} I\omega^2$ ஆகும்

உதாரணம் : $30\ rad\ s^{-1}$ கோணவேகத்தில் அதன் மையம் பற்றிச் சுழலும் சில்லைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் $I = 4\ kg\ m^2$ ஆகும். 12 N m என்னும் உறுதியான முறுக்குதிறன் ஆனது θ என்னும் கோணத்தினில் அச்சில்லை ஒய்வுக்கு கொண்டு வரின் அதற்கு வேண்டிய சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை என்ன?

முறுக்குதிறனால் செய்யப்படும் வேலை = இ.ப.ச. மாற்றம்

$$T \times \theta = \frac{1}{2} I\omega^2 - 0$$

$$12 \times \theta = \frac{1}{2} \times 4 \times 30^2$$

$$12 \times \theta = 2 \times 900 = 1800$$

$$\therefore \theta = \frac{2 \times 900}{12} = \frac{1800}{12} = 150\ rad$$

ஆனால் 1 சுழற்சி $= 2\pi\ rad$

$\therefore$ சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை $= \frac{150}{2\pi} = 24$ சுழற்சிகள் (அண்ணளவாக)

செய்யப்படும் வேலை $= \frac{1}{2} I\omega_2^2 - \frac{1}{2} I\omega_1^2$ என்பதைநிறுவல்

I = சடத்துவத்திருப்பம், ω_2 = இறுதிக்கோணவேகம், ω_1 =ஆரம்பக் கோணவேகம்

ஏகபரிமாண இயக்கத்தின்மூன்றாம் சமன் பாடாகிய $v^2 = u^2 + 2as$ இற்கு ஒத்த சுழற்சி இயக்கச் சமன் பாடானது $\omega_2^2 = \omega_1^2 + 2\alpha\theta$ ஆகும்

இதனை I ஆல் பெருக்குக, அப்பொழுது $I\omega_2^2 = I\omega_1^2 + 2I\alpha.\theta$ பெறப்படும்

இதை 2 ஆல் வகுக்க ஆகவே $\frac{1}{2} I\omega_2^2 = \frac{1}{2} I\omega_1^2 + I\alpha\theta$ பெறப்படும்

$$\therefore I\alpha\theta = \frac{1}{2} I\omega_2^2 - \frac{1}{2} I\omega_1^2$$

$$\because T = I\alpha, \quad T.\theta = \frac{1}{2} I\omega_2^2 - \frac{1}{2} I\omega_1^2$$

அத்துடன் $T\theta$ = செய்யப்படும் வேலை = சுழற்சி இயக்கப்பண்புச்சத்தி மாற்றம்

இது $\frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$ இற்கு ஒப்பாகும். ஆனால் m இற்கு ஒப்பாக I மேலே இருக்கின்றதென்பதும் தெளிவாகின்றது.

கீழ்வரும் அட்டவணை பெயர்வு இயக்கத்துக்கும் சுழற்சி இயக்கத்துக்கும் உள்ள ஒப்பியல்புகளைக் காட்டுகின்றன.

கணியங்களின் ஒப்பியல்புகள்

பெயர்வுக் கணியம்	சுழற்சிக்கு ஒப்பானவை
m	I
v	ω
F	T
a	α
s	θ

பெறுபேறுகளின் ஒப்பியல்புகள்

பெயர்வு	சுழற்சி
$\frac{1}{2} mv^2$	$\frac{1}{2} I\omega^2$
mv	$I\omega$
$F = m.a$	$T = I\alpha$
$F = \frac{d(mv)}{dt}$	$T = \frac{d}{dt}(I\omega)$
$W = F \times s$	$W = T\theta$

சமன்பாடுகளின் ஒப்பியல்புகள்

பெயர்வு	சுழற்சி
$v = u + at$	$\omega = \omega_0 + \alpha.t$
$S = ut + \frac{1}{2} at^2$	$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha.t^2$
$v^2 = u^2 + 2as$	$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$
$s = \frac{u+v}{2}.t$	$\theta = \frac{\omega_0 + \omega}{2}.t$

ω_0 = கோணவேகம் $t = 0$ ஆக இருக்கும் பொழுது

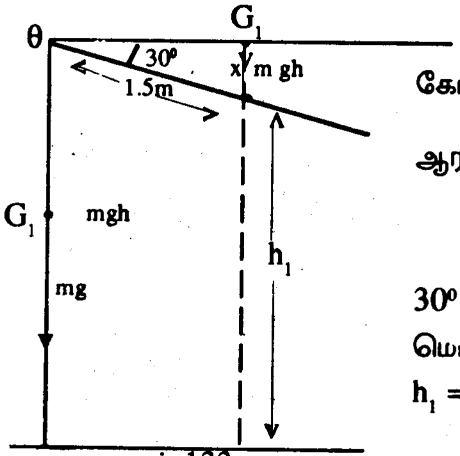
ω = கோணவேகம் t இல்

α = மாறாக் கோண ஆர்முடுகல்

θ = t என்னு ம் நேரத்தில் திரும்பிய கோணம்

உத்திக் கணக்கு

2 kg திணிவுடையதும் 3 m நீளமுடையதுமான ஒரு சீரான கோல் அதன் ஒரு முனையில் தொங்கவிடப் பட்டடுள்ளது. இது அதன் நீளத்துக்குச் செங்குத்தாக வுள்ள அவ்வச்சு பற்றி இயங்கத்தக்கதாக இருக்கின்றது அம்முனை பற்றி கோலின் சடத்துவத்திருப்பம் $6\ kg\ m^2$ ஆகும். ஆரம்பத்தில் கிடையாகவைத் துப்பின் அதனை விடும் பொழுது கோலின் கோணவேகத்தை (i) 30^0 கிடையுடன் அது வரும் பொழுதும் (ii)நிலைக்குத்தை அடையும் பொழுதும் காண்க. ($g = 10\ m/s^2$)



படம் 133

கோலின் திணிவின் நிறை G_1 இல் செயற்படும்

ஆரம்பசத்தி = நி.ப.ச $= 2kg \times 10ms^{-2} \times 3m$
$= 60 kg\ m^2 s^{-2}$
$= 60\ J$

30^0 இல் கோல் வரும்பொழுது அதன் மொத்தசத்தி $= \frac{1}{2} I\omega^2 + mgh_1$

$h_1 = (3 - x)\ m$

ஆனால் $\frac{x}{1.5}$ =சைன் 30^0; $x = 1.5 \times \frac{1}{2} = 0.75$ m

$$\therefore h_1 = 3 - 0.75 = 2.25 = 2\frac{1}{4} m$$

சத்திக்காப்பின்படி

(i) $\frac{1}{2} \times I \times \omega^2 + mgh_1 = mgh$

$$\frac{1}{2} \times 6 \times \omega^2 + 2 \times 10 \times \frac{9}{4} = 2 \times 10 \times 3$$

$$3\omega^2 + 45 = 60$$

$$\omega^2 = \frac{15}{3} \quad \therefore \omega = \sqrt{5}$$

$$\therefore \omega = 2.2 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\frac{1}{2} \times I \times \omega_1^2 + mgh_2 = mgh$$

$$\frac{1}{2} \times 6 \ \omega_1^2 + 2 \times 10 \times \frac{3}{2} = 2 \times 10 \times 3$$

$$3\omega_1^2 + 30 = 60$$

$$\omega_1^2 = 10$$

$$\omega_1 = \sqrt{10} = 3.16 = 3.2 \text{ rad s}^{-1}$$

கோண உந்தமும் முறுக்குதிறனுடன் அதன் தொடர்பும்

படம் 130 இல் காட்டிய புள்ளித் திணிவுகளைக் கருத்திற் கொள்க. இவைஒவ்வொன்றும் o என்னும் அச்சுபற்றி ω என்னும் கோணவேகத்துடன் சுழல்கின்றன. இவற்றுள் உதாரணமாக m_1 என்னும் துணிக்கையை எடுத்துக்கொள்க. இது o விலிருந்து r_1 என்னுஞ் செங்குத்துத் தூரத்தில் இருக்கின்றது. இதன் கோண வேகம் ω என்பதனால் இதன் நேர்கோட்டு வேகம் $v = \omega r_1$ ஆகும். ஆகவே இதன் உந்தம் $mv_1 = m_1 r_1 \omega$ ஆனால் கோணஉந்தம், உந்தத் திருப்பம் எனபதனால் இது $m_1 r_1 \omega \times r_1 = m_1 r_1^2 \omega$ இனால் தரப்படும், அதாவது m_1 புள்ளித்திணிவின் கோண உந்தம், $= m_1 r_1^2 \omega$. இவ்வாறு மற்றப் புள்ளித்திணிவுகளின் கோண உந்தங்களும் கணிக்கப் பெற்று அவற்றின் மொத்தக் கோண உந்தம் வருமாறு தரப்படும்

அலகு 2.5.1 - 2.5.10

நீர்நிலையியல்

அடர்த்தி

ஒரு கன அலகுப் பொருளின் திணிவு அடர்த்தி எனப்படும்.

$$\text{அடர்த்தி } d = \frac{\text{பொருளின் திணிவு}}{\text{பொருளின் கனவளவு}}$$

இதன் அலகு கிலோகிராம் / க. மீற்றர் ஆகும். (அதாவது kgm^{-3})

சாரடர்த்தி

ஒரு குறித்த கனவளவுள்ள பொருளின் திணிவுக்கும் அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவுக்குமுள்ள விகிதம் பொருளின் சாரடர்த்தி எனப்படும். இது அலகு இல்லாததாகும்.

பொருளின் கனவளவு V எனவும் அதன் அடர்த்தி d எனவும் நீரின் அடர்த்தி w எனவும் கொள்ளின்,

$$\text{சாரடர்த்தி } (S) = \frac{Vd}{V.w}$$

$$\therefore (S) = \frac{d}{w}$$

$$\therefore \ d = S.w$$

SI அலகில் நீரின் அடர்த்தி $1000 kgm^{-3}$ ஆகும்.

$\therefore$ ஒரு பொருளின் அடர்த்தி $= S \times 1000 kgm^{-3}$ (S ஆனது பொருளின் சாரடர்த்தி)

ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை அல்லது சாரடர்த்தியைத் துணிதல்

ஒரு திரவத்தின் சாரடர்த்தியை சாரடர்த்திப் போத்தலொன்றை உபயோகித்துத் திருத்தமாகத் துணியலாம். சாரடர்த்திப் போத்தல் நுண்ணிய துவாரத்தையுடைய இறுக்க மாகப் பொருந்தும் கண்ணாடித்தக்கையைக் கொண்டுள்ளது. இதனால் சாரடர்த்திப் போத்தலை அதன் கனவளவுள்ள திரவத்தால்மிகத் திருத்தமான அளவிற்கு நிரப்பிக் கொள்ளலாம். நிரப்பும் பொழுது வழியும் மிகுதியான திரவம் துடைக்கப்படும். திரவத்தின் சாரடர்த்தியை அல்லது அடர்த்தியைத் துணியும் பொழுது முதல் சாரடர்த்திப்

பொருளின் அச்சு 0 பற்றி மொத்தக் கோண உந்தம்

$$= m_1r_1^2\omega + m_2r^2\omega + \dots\dots + m_nr_n^2\omega$$

$$= (m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + m_3r_3^2 + \dots\dots\ m_nr_n^2)\omega$$

$$= \sum m_ir_i^2\omega \text{ (இங்கு } i = 1, 2, 3, \dots\dots n)$$

$$= \omega\sum m_ir_i^2$$

$$= I\omega \quad (\because \sum m_ir_i^2 = I)$$

கோண உந்தத்தின் அலகு $kg\ m^2\ rad\ s^{-1}$ அல்லது $kg\ m^2\ s^{-1}$ அத்துடன் அதன் பரிமாணம் $ML^2\ T^{-1}$ இது ஒரு காவியுமாகும்

(9) முறுக்குதிறன × நேரம்

ஏகபரிமாண இயக்கத்தில் ஒரு பொருளில் செயற்படும் விசை F ஆனது t என்னு ம் நேரத்தினில் ஆக்கும் உந்தமாற்றம் பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்படும்

அதாவது $F \times t$ = உந்தமாற்றம்

இதற் கொப்ப ஒரு சுழலும் பொருளில் தொழிற்படும் முறுக்குதிறன் t நேரத்தினில் ஆக்கும் கோண உந்தமாற்றமும் பின்வரும் சமன் பாட்டினால் தரப்படும்

அதாவது $T \times t$ = கோண உந்தமாற்றம்.

எனவே கருத்திற் கொள்ளப்படும் அச்சுபற்றி சடத்துவத் திருப்பம் I எனவும் ஆரம்ப, இறுதிக் கோணவேகங்கள் உறுதியான முறுக்குதிறன் T இனால் உண்டாக்கப்படுவதாலும்

$T \times t = I\omega_2 - I\omega_1$ ஆகும்

இச்சமன்பாட்டை வருமாறு எடுத்துக் காட்டலாம்

ஒரு சில்லின் அதன் மையத்துக் கூடாகச் செல்லும் அச்சு பற்றி சடத்துவத் திருப்பம் $4\ kg\ m^2$ ஆகவும் அது $30\ rad\ s^{-1}$ கோணவேகத்துடன் சுழல்கின்ற தெனவும் எடுத்தக்கொள்க 10 செக்கனில் ஓர் உறுதியான தடைமுறுக்குதிறனால் ஓய்வுக்கு கொண்டு வரப்படுகிறதெனின் T ஐக் காண்க.

$$T \times 10 = I\omega_2 - I\omega_1$$

$$= 4 \times 30 - 0 = 120$$

$$\therefore T = \frac{120}{10} = 12\ N\ m$$

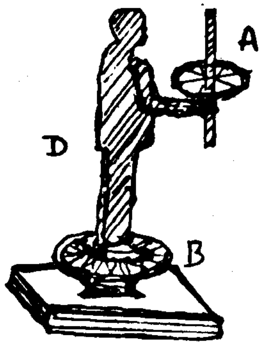
கோணஉந்தக்காப்பு இது ஏகபரிமாண உந்தக்காப்புக்கு ஒப்பாகும்.

ஒரு சுழலச்சு பற்றி வெளிமுறுக்குதிறன் தாக்காவிடில் அவ்வச்சு பற்றி சுழலும் பொருளொன்றின் அல்லது பொருட்கள் தொகுதியொன்றின் கோண உந்தம் மாறாத தாகும்.

கோண உந்தக் காப்பை எடுத்துக் காட்டும் பரிசோதனைகளும் அதன் பிரயோகங்களும்

(1) ஒரு · பையன் ஒரு கார்ச்சில்லின் மேல் நிற்கின்றான். அதன் அச்சு நிலைக்குத்தாக இருக்கின்றது. இவை யாவும் ஓய்வில் இருக்கின்றன. அவன் நிலைக்குத்து அச்சு பற்றி தலையைத் திருப்பும் பொழுது அவன் உடம்பு மற்றப் பக்கமாகத் திரும்புகின்றது. சில்லு சுழலாதிருக்க அவன் தன் பக்கத்திலுள்ள ஒரு கையை கிடையாகக் கொண்டு வருகின்றான். ஆனால் அவனுடைய நீட்டப்பட்ட கை மடிக்கப்படும் பொழுதும் அல்லது நிலைக்குத்து அச்சு பற்றி திருப்பப்படும் பொழுதும் அவன் உடம்பும் சில்லும் மற்றப் பக்கமாக திரும்பு கின்றன. தொடர்ச்சியாகச்சுழலச் செய்வதற்கு இவன் ஒன்றும் செய்யாமல் இருக்கலாம் அவனுடைய விளையுள் கோண உந்தம் முற்றிலும் பூச்சியமாக இருக்கும். கையை மடிக்கும் பொழுது நிலைக் குத்து அச்சு பற்றி அவன் கோண உந்தம் பெறுகின்றான் அதேயளவு கோணவுந்தம் எதிர்ப்போக்கில் சுயாதீனமாக ஓர் அச்சு பற்றி சுழுலும் பொருள்களுக்கு பிரயோகிக்கப்படுகின்ற தென்பதை அறிய முடிகின்றது.

(2) இப்பரிசோதனைக்கு ஒரு கார்ச் சில்லு B உம், விளிம்பில் ஈயக் குழாய்க ளால் சீராகச் சுமையேற்றப்பட்ட ஓர் அச்சிலையும் கொண்ட சிறிய சயிக்கிட் சில்லு A உம் தேவைப்படும் (படம் 134). சில்லு A க்கு கோண உந்தம் பெறும். வகையில் ஒரு சுழற்சி கொடுக்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது இது ஒரு சுழிநிறுத்திபோல் தொழிற் படுகின்றது.



படம் 134

(i) இப் பொழுது சுழல்கின்ற சயிக்கிள் சில்லு A கார்ச்சில்லில் நிற்கும் பையன் D குக் கொடுக்கப் படுகின்றது. சுழலச்சு நிலைக்குத்தாகவும் கார்ச்சில்லுக்குச் சமாந்தரமாகவும் இருக்கின்றது. B க்கு ஒன்றும் நடப்பதில்லை

(ii)பையன் இப்பொழுது சுழலச்சு நிலைக்குத்தாக இருக்க சுழலும் சயிக்கிள் சில்லு A இன் ஓரத்தை தனது நெஞ்சில் தொட விடுகின்றான். இதனால் A இன் கோண உந்தத்தின் ஒரு பகுதி சில்லு B க்குச்

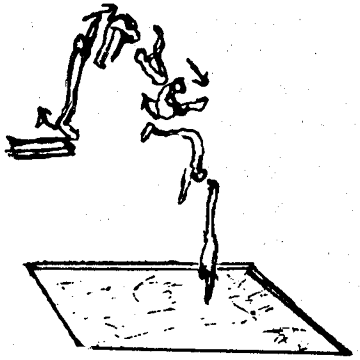
செலலுதின்றது. அதன்பொருட்டு B சுழல ஆரம்பிக் கின்றது.

(iii)பரிசோதனை (i) மீண்டும் செய்யப்படுகின்றது. D என்னும் பையன் சயிக்கிள் சில்லு A இன் சுழல் கதி மாறாதிருக்க அதன் அச்சின் திசையைமாற்று கின்றான். A இனதும் B இனதும் பொதுத்தளத்தில் சில்லின் அச்சிருக்க அதனை முற்பக்கமாகவும் பிற்பக்கமாகவும் திருப்புகின்றான். அப்பொழுது ஓர் இணை தொழிற்படுவதை அனுபவிக்கத்தக்கதாக இருக்கின்றான். ஆனால் சில்லு B சுழல்வதில்லை. A இன் அச்சு வேறொரு தளத்திற்கு பக்கப்பாடாக திருப்பப்படின் அவன் ஓர் இணை செயற்படுவதையும் சில்லு B சுழல்வதையும் காணகின்றான். எனவே ஒரு பொருளின் கோண உந்தத்தின் பருமன் அல்லது திசை மாறின் ஓர் இணை தொழிற்படும். இதன் மறுதலையும் உண்மையாகும்.

மேலும் D என்னும் பையன் சயிக்கிள் சில்லு A ஐ இடப்பக்கமாக 180^0 க்கூடாகத் திருப்பின் கார்ச் சில்லு B சுழல ஆரம்பிக்கின்றது. அடுத்தபடியாக A ஐ 180^0 கூடாக வலப்பக்கமாகத் திருப்பின் B ஓய்வுக்குக்கொண்டு வரப்படு கின்றது. இப்பரிசோதனைகள் கோண உந்தக்காப்புத்தத்துவத்தை எடுத்துக் காட்டுவதாக அமைகின்றன.

பிரயோகங்கள்.

கோண உந்தக்காப்புத்தத்துவம் பனிக்கட்டித்தளத்தில் வழுக்கியோடி விளையாடுபவர்கள், பாலே நடனக்காரர்கள், கரணம் போடுபவர்கள், சுழியோடி ஆகியோர் இதனைக் கையாளுகிறார்கள் உதாரணமாகசுழியோடி ஒருவன் (படம் 135) இல் காட்டியவாறு உயரத்திலிருக்கும சுழியோடும் பலகையிலிருந்துதன்ஈர்ப்பு மையம் பற்றி ஆரம்பத்தில் சிறு கோணவேகத்துடன் கைகளையும் கால்களையும் விரித்தவண்ணம்

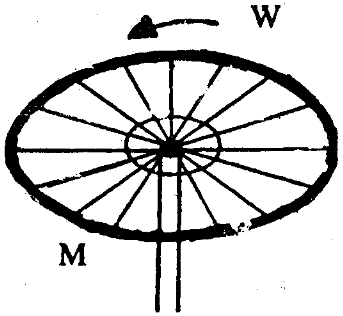


படம் 135

பாய்கின்றான் (படம் 135). அவனுடைய கோணஉந்தம் வெளிமுறுக்குதிறனால் பாதிக்காததனால் மாறாதிருக்கின்றது. குத்துக்கரணம் போடுவதற்கு அவன் தனது கோணவேகத்தை அதிகரிக்க வேண்டும். அதற்காக தனது கால்களையும் கைகளையும் உள்ளுக்கே இழுக்கின்றான். இதனால் சடத்துவத்திருப்பம் குறைய கோணவேகம் அதிகரிக்கின்றது. மீண்டும்

கைகளையும் கால்களையும் அகலநட்டும பொழுது கோணவேகம் பழைய பெறு மானத்துக்குகுன்றுகின்றது. இவ்வாறே பனிக்கட்டித் தளத்தில் வழுக்கியோடி விளையாடுபவர்கள் தங்கள் கைகளை மடித்து வைத்திருப்பதன் மூலம் மிக விரைவாக சுழலத்தக்கதாக இருக்கின்றார்கள்.
கோண உந்தக்காப்புத்தத்துவம் பூமி போன்ற பெரிய சுழலும் பொருள்களுக்கும் அதேவேளை இலத்திரன் போன்ற சிறிய துணிக்கைகளுக்கும் அவைகள் சுழல்வதற்கு ஏதுவாக இருக்கின்றது.

கோண உந்தக் காப்புப்பரிசோதனை,



படம் 136

கோண உந்தக்காப்புத் தத்துவத்தைப் பின் வரும் எளிய பரிசோதனையாலும் காட்டலாம். ஒரு ரயர் இல்லாத சயிக்கிள் சில்லைக்கருத்திற் கொள்க (படம் 136). இது நிலைக்குத்து அச்சில் ஒரு கிடையான தளத்தில் சுழலத்தக்கதாக அதன் மீது தாங்கப்படுகிறது. இதன் விளிம்பில், சில்லின சுழற்சிகளை எண்ணுவதற்கு M என்னும் வெள்ளைத்தாள் ஒட்டப்பட்டிருக் கின்றது. இப்பொழுது சில்லைச் சுழற்றி மூன்று சுற்றுக்களுக்குரிய நேரத்தைக் குறிக்க. பின்பு தெரிந்த சடத்துவத்திருப்பம் I உடைய ஒரு வளையத்தை சில்லின் ஒருமையமாக இருக்கத் தக்கவாறு ஒரு சிறு உயரத்திலிருந்து மெதுவாக விழ விடுக. அடுத்து வரும் மூன்று சுற்றுக்களுக்குரிய நேரத்தைக் குறிக்க. இவ்வாறு தெரிந்தசடத்துவ த்திருப்பங்களையுடைய பல் வேறு வளையங்களுக்கு பரிசோதனையைச் செய்து அதேயளவு சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கைக் குரிய நேரங்களைக் குறிக்க.

கோண உந்தக்காப்புத் தத்துவம் உண்மையாயின் $I_0 \omega_0 = (I_0 + I_1)\,\omega_1$ ஆகும். இங்கு I_0 சில்லின் சடத்துவத்திருப்பமும் ω_0 அதன் கோணவேகமுமாகும். I_1 அதே அச்சுபற்றி வளையத்தின் சடத்து வத்திருப்பமும் ω_1 சில்லினதும் வளையத்தினதும் கூட்டின் கோணவேகமுமாகும் t_0, t_1 என்பன முறையே மூன்று சுற்றுக்களின் நேரங்களாகும்.

இப்பொழுது $\omega_0 = \dfrac{3 \times 2\pi}{t_0}$; $\omega_1 = \dfrac{3 \times 2\pi}{t_1}$

இப்பெறுமானங்களை $I_0\omega_0 = (I_0 + I_1)\omega_1$ இல் பிரதியிடுக.

$$\frac{I_0 \times 3 \times 2\pi}{t_0} = \frac{(I_0 + I_1)\ 3 \times 2\pi}{t_1}$$

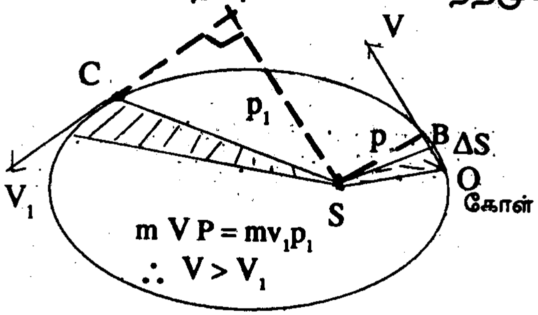
$$\therefore \frac{I_0}{t_0} = \frac{I_0 + I_1}{t_1}$$

$$\frac{I_0 + I_1}{I_0} = \frac{t_1}{t_0} \text{ அல்லது } I_1 = I_0 \left(\frac{t_1}{t_0}\right) - I_0$$

$$I_1 = I_0 \left(\frac{t_1}{t_0}\right) - I_0$$ ஆக இருப்பதால்

I_1 இற்கெதிராக $\frac{t_1}{t_0}$ இற்கு ஒரு வரைபு கீறப்படின் அது ஒருநேர் கோடாக அமையும் அதாவது வரைபின் பிரகாரம் $I_0\, \omega_1 = (I_0 + I_1)\, \omega_1$ எனக்காணக்கூடியதால் கோண உந்தக்காப்புத்தத்துவம் வாய்ப்புப் பார்க்கப் படுகின்றது.

கெப்பிளர் விதியும் கோண உந்தமும்.



படம் 137

ஓர் ஒழுக்கில் S என்னும் சூரியனைச் சுற்றிவரும் ஒரு கோளைக் கருத்திற் கொள்க (படம் 137). கோள் ஆனது 0 வில் வரும் ஒரு கணத்தில் அதன் தொடலிவழியாக கோளின் வேகம் V ஆகும். கோள் ஒரு மிகச்சிறிய நேரம் Δt இனில் ΔS என்னுஞ் சிறிய தூரத்துக் கூடாக 0 விலிருந்து B க்குச் செல்கின்றதெனின்

$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ ஆகும். அதன் திசை OB வழியேயுமாகும். ஆகவே கோண உந்தக்காப்பு அனுசரிக்கப்படின் $mV \times p =$ மாறிலி ஆகும். இங்கு கோளின் திணிவு m உம் p நீட்டப்பட்ட OB க்கு ச்செங்குத்துமாகும்.

$$\therefore \frac{m.\,\Delta S.\, p}{\Delta t} = \text{மாறிலி.}$$

ஆனால் SBO என்னும் முக்கோணியின் பரப்பு

$$\Delta A = \tfrac{1}{2} \times \text{அடிப்பக்கம்} \times \text{உயரம்} = \frac{1}{2} \times \Delta S \times p$$

அதாவது $m \times 2.\frac{\Delta A}{\Delta t} =$ மாறிலி

$$\therefore \frac{\Delta A}{\Delta t} = \text{மாறிலி}$$ (2m, மாறிலியாதலினால்)

இதன் பிரகாரம் O ஆனது தன் ஒழுக்கில் இயங்கும் பொழுது ஒரு செக்கனில் ஆரை So கடக்கும் பரப்பு மாறிலியாகும். அதாவது சமநேரங்களில் சமபரப்புகள் கடக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இது பல நூற்றாண்டுகளாக உண்மையென அவதானிக்கப்பட்ட கெப்பிளரின் இரண்டாம் விதியுமாகும். எனவே காலத்தாலும் உந்தக்காப்புத்தத்துவம் தக்குப்பிடிக்கப்பட்டது. மேலும் S பற்றி O விலுள்ள கோண உந்தம் C இலுள்ளதற்குச் சமனாதலினால் p ஆனது p_1 இலும் சிறிதாகும் இதிலிருந்து V ஆனது V_1 இலும் பெரிதாகும். ஆகவே S ஜக் கோள் அணுகும்பொழுது அதன் வேகம் அதிகரிக்கின்றது. O வின் மீதுள்ள விசை எப்பொழுதும் S ஜ நோக்கும் ஒரு கவர்ச்சி விசையாகும். இது ஒரு மைய விசை யென விவரிக்கப்படுகின்றது. S பற்றித்திருப்பம் இவ் விசைக்கு இல்லாததனால், கோளின் கோண உந்தம் S பற்றி மாறதிருக்கும் என்பது தெளிவாகின்றது.

உதாரணங்கள்.

(1) $0.4\, kg\, m^2$ சடத்துவத்திருப்பமும் 0.30m ஆரையுமுடைய ஒரு சீரான வட்டத் தகடு புறக்கணிக்கத்தக்க திணிவும் 0.03m ஆரையுமுடைய ஒரு கிடையான உருளை அச்சில் தாங்கப்படுகின்றது. உராய்வு இழப்புக்களைப் புறக்கணித்து (a) அச்சிலுக்குத்தொடலியாக 40 N விசை 24 செக்கன்களுக்குப் பிரயோகித்தபோது ஓய்விற்குப் பின் பெறப்பட்ட கோண வேகத்தையும் (b) இந்நேரத்திறகுப்பின்பு தகடு பெற்ற இயக்கப்பண்புச் சத்தியையும் (c) தகட்டின் விளிம்புக்குத் தொடலியாக ஒரு மாறாத் தடைவிசைபிரயோகிப்பின் என்ன நேரத்திற்குள் தட்டு ஓய்வுக்கு வரும் என்பதையும் காண்க.

(a) அச்சிலுக்குத்தொ்டலியாக 40 N ஆல் ஆன முறுக்குதிறன்

$$= 40 \times 0.03 \text{ Nm}$$

முறுக்குதிறன் $\times\, t =$ கோண உந்தமாற்றம்

$$1.2 \times 24 = 0.4 \times \omega$$

$$\therefore \omega = \frac{1.2 \times 24}{0.4} = 72 \text{ rad s}^{-1}$$

(b) 24 செக்கன்களுக்குபின் இ. ப. ச $= \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times 72^2$

$$= 1036 \text{ J}$$

(c) அமர் முடுக்கும் முறக்குதிறன் $= 2 \times 0.3 = 0.6$ N m

முறுக்குதிறன் $\times\, t =$ கோண உந்தமாற்றம்

$$0.6 \times t = 0.4 \times 72$$

$$\therefore \quad t = \frac{0.4 \times 72}{0.6} = \frac{4 \times 72}{6}$$

$$= \underline{\underline{48s}}$$

(2) ஒரு சுயாதீனமாக ஒரு நிலை குத்து அச்சு பற்றி ஒரு கிடையான தட்டு ஒரு நிமிடத் திற்கு 100 சுழற்சிகளை ஆக்கும். ஒரு 10 கிராம் திணிவுள்ள மெழுகுத் துண்டு அதன் அச்சிலிருந்து 9 cm. தூரததில் அதன் மீது விழுந்து ஒட்டிக் கொள்கிறது. அதனால் ஒரு நிமிடத்திற்கு 90 சுழற்சிகளை ஆக்குகின்றது. தகட்டின் சடத்துவத்தி(ருப்பத்தைக் காண்க

தட்டின் அச்சில் பற்றி சடத்துவத்திருப்பம் $= I$ என்க.

அதே அச்சில் பற்றி மெழுகுத்துண்டின்சடத்துவத்திருப்பம் $= m r^2 = \frac{10}{1000} \times \left(\frac{9}{100}\right)^2$

$$= \frac{10}{1000} \times \frac{81}{10000}$$

$$= \frac{81}{10^6} \ kg\ m^2$$

ஆரம்ப கோண உந்தம் $= I \times \frac{100}{60} \times 2\pi \left(\because \omega = \frac{100}{60} \times 2\pi \text{ rad s}^{-1}\right)$

இறுதி கோண உந்தம் $= \left(I + m r^2\right) \frac{90}{60} \times 2\pi$

$$= \left(I + \frac{81}{10^6}\right) \frac{90}{60} \times 2\pi$$

திணிவு விழுந்தும் மொத்தக் கோண உந்தம் மாறாததால்

$$I \times \frac{100}{60} 2\pi = \left(I + \frac{81}{10^6}\right) \frac{90}{60}$$

$$100\ I = 90\ I + \frac{81 \times 90}{10^6}$$

$$100\ I = 90\ I + \frac{7290}{10^6}$$

$$\therefore 10\ I = \frac{7290}{10^6}$$

$$\therefore \quad I = \frac{7290}{10^6 \times 10} = \frac{7.29}{10^4}$$

$$\therefore \quad I = 7.29 \times 10^{-4} \ kg\ m^2$$

(3) ஒரு சயிக்கிள் சில்லின் விட்டம் 0.50 m, அதன் திணிவு 0.80 kg, அதன் சடத்து வத்திருப்பம் அச்சில் பற்றி $4.0 \times 10^{-2} kg\,m^2$ ஆகும். $\pi = \frac{22}{7}$ எனக் கொண்டு

சில்லு ஒரு கிடையான மேற்பரப்பின்மீது வழுக்காது ஒரு செக்கனுக்கு 7 சுற்றுக்கள் வீதம் உருளின் பின்வரும் கணியங்களின் பெறுமானங்களைக் கணிக்க.

(a) கோணவேகத்தை ஆரையன்கள் s இலும்
(b) ஈர்ப்புமையத்தின் ஏகபரிமாண வேகத்தையும்
(c) சில்லின் மொத்த இயக்கச் சத்தியையும் (சில்லுக்கு சுழல் இயக்கச்சத்தியும் பெயர்வு இயக்கச் சத்தியும் இருக்கிற தெனவும் கொள்க) காண்க.

சயிக்கிளின் ஆரை $= 0.25$ m ஆகும்

(a) $\omega = 7 \times 2\pi = 7 \times 2 \times \frac{22}{7} = 44 \text{ rad s}^{-1}$

(b) $v = r\omega \quad 0.25 \times 44 \text{ m s}^{-1}$

$= 11 \text{ m s}^{-1}$

(c) ஈர்ப்புமையத்தின் ஏகபரிமாணவேகம் = பெயர்வுவேகம் + சழற்சியால் பெற்ற நேர்கோட்டு வேகம் $= 2 \times \pi \times r + r\omega$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 7 \times \frac{1}{4} + 44 \times \frac{1}{4}$$

$$= 11 + 11$$

$$= \underline{\underline{22 \text{ ms}^{-1}}}$$

(d) சில்லின் மொத்தசத்தி $= \frac{1}{2} I\omega^2 + \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 4.0 \times 10^{-2} \times 44^2 + \frac{1}{2} \times 0.8 \times 11^2$$

$$2 \times 10^{-2} \times 44^2 + 0.4 \times 11^2$$

$$= 11^2 \left(2 \times 10^{-2} \times 16 + 0.4\right)$$

$$= 11^2 \left(\frac{32}{100} + \frac{40}{100}\right) = 11^2 \times \frac{72}{100}$$

$$= 121 \times 0.72 = 87.12 \text{ J}$$

$\therefore$ சில்லின் மொத்த சத்தி $= 87$ J அண்ணளவாக

பயிற்சிகள் 4

வட்ட இயக்கம்

($g = 10\ m/s^2$ அல்லது $10\ N kg^{-1}$ எனக்கொள்க)

(1) 4 kg திணிவுடைய ஒரு பொருள் $12 m s^{-1}$ மாறா வேகத்துடன் 6m ஆரையுடைய ஒரு வட்டத்தைச்சுற்றி இயங்குகின்றது. (a) கோணக்கதி (b) மையத்தை நோக்கிய விசை என்பவற்றைக் கணிக்க.

(2) நிலைக்குத்துடன் சாய்ந்திருக்கும் இழையொன்றினால் 10kg திணிவுடைய ஒரு பொருள் 4m ஆரையுடைய கிடையான வட்டத்தைச்சுற்றி சுழற்றப்படுகின்றது. பொருளின் சீரானகதி $5 m s^{-1}$ எனின் (i) இழையில் இழுவை (ii) இழை நிலைக்குத்துடன் ஆக்கும் கோணம் என்பவற்றைக் கணிக்க.

(3) பூமி தனது அச்சு பற்றிச்சுழல 24.0மணித்தியாலங்கள் எடுக்கிறதெனக் கொண்டு அதன் சராசரிக் கோணக்கதியைக் கணிக்க. பூமி 6.4×10^6 m ஆரையுடைய ஒரு முழுமையான கோளமெனக் கொண்டு 2.00kg திணிவுடைய ஒரு பொருள் (i) முனைவுகளிலிருக்கும் பொழுதும் (ii)அது மத்திய கோட்டிலிருக்கும் பொழுதும் பொருளின் நிறையில் விளையும் மாற்றத்தை கணிக்க. உம்முடைய கணிப்பை வரிப்படத்தின் உதவியுடன் விளக்குக.

(4) v என்னும் சீரான கதியில் r என்னும் ஆரையுடைய ஒரு வட்டப் பாதையில் இயங்கும் பொருளொன்றின் ஆர்முடுகல் $\frac{v^2}{r}$ எனக் காட்டுக. அத்துடன் ஆர்முடு லின்திசையைக் காட்டும் ஒரு வரிப்படத்தையுங் கீறுக. ℓ என்னும் நீளமுடைய ஒரு மீளியல் இல்லாததும் இலேசானதுமான ஓர் இழையின் ஒரு அந்தத்தில் ஒரு சிறு பொருள் கட்டப்பட்டுள்ளது. அதன் திணிவு m ஆகும்.இழையின் மறு அந்தம் நிலையாக பொருத்தப்பட்டடுள்ளது. இழை ஆரம்பத்தில் இறுக்கமாகவும் கிடையாகவும் இருக்கும்பொழுது பொருள் விடப்படுகின்றது. இழை நிலைக்குத்து நிலையில் வரும் பொழுது பின்வருவனவற்றைக் கணிக்க.
(a) பொருளின் இ.ப.ச. (b) பொருளின் கதி (c) பொருளின் ஆர்முடுகல்
(d) இழையில் இழுவை.

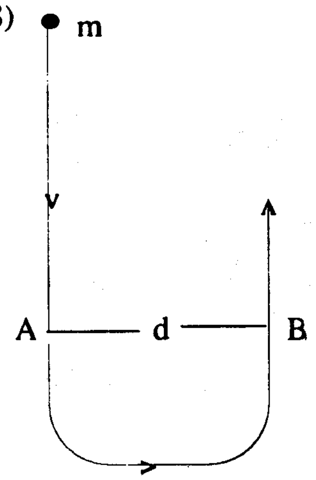
(5) கோணவேகம் என்பதை விளக்குக.
m என்னும் திணிவுடைய ஒரு துணிக்கை ω என்னும் சீரான கோணக்கதியில் r என்னும் ஆரையுடைய ஒரு வட்டத்தில் இயங்குவதற்கு வேண்டிய விசைக்கு ஒரு கோவையைப் பெறுக.

50 cm நீளமுடைய ஒரு கயிற்றில் 500 g திணிவுள்ள ஒரு கல் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. இது 20 N இழுவையைத் தாண்டும் பொழுது உடையும். கல் ஒரு நிலைக்குத்து வட்டத்தில் தரையிலிருந்து 100 cm உயரத்திலிருக்கும் ஒரு அச்சு பற்றி சுழற்றப்படுகின்றது. கோணக்கதி படிப்படியாக கயிறு உடையும் வரை அதிகரிக்கப்படுகின்றது. இவ்வுடையல் எந்நிலைக்கு வரும்பொழுது நிகழத்தக்கதாக இருக்கும். அப்பொழுது அதன் கோணக்கதி என்ன? கல் தரையில் எங்கு அடிக்கும்?

(6) ஓர் எளிய ஊசல் ஒரு குறித்த புள்ளியிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இதன் ஊசற்குண்டு 2.0 N நிறையுடையது. இதன் இழையின் நீளம் 500mm ஒரு கிடையான வட்டப்பாதையில் ஊசற்குண்டியங்க வைக்கப்படுகின்றது. இழை 5.0 N அதிகூடிய இழுவையை தாங்கத்தக்க தாயின் ஊசற்குன்டின் பாதையின் ஆரை 300mm ஆக இருக்க முடியுமா அல்லது முடியாத என்பதைக்காட்டுக.

(7) ஒரு கூம்புருவூசல்,30 cm ஆரையுடைய கிடையான வட்டத்தில் சுழலத்தக்கவாறு நீளமுடைய இலேசான இழையில் தொங்கும் குண்டைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு வரிப்படத்தின் உதவியுடன் குண்டில் செயற்படும் விசைகளை சுட்டிக் காட்டுக. அவை குண்டின் இயக்கத்துக்கு எவ்வாறு ஏதுவாகவிருக்கின்றன. சுழற்சிக் கதியை ஒரு நிமிடத்திற்கு எவ்வளவு சுற்றுக்களை ஆக்கும் என்பதைப் பெறுக.

(8)



படம் 138

ஒரு வெற்றிடத்தில் v என்னும் மாறாவேகத்தில் m திணிவுடைய துணிக்கை படம் 137 இல் காட்டப்பட்ட பாதையில் செல்கின்றது. பாதை, இருநேர் கோடுகள் ஒரு அரை வட்டத்தால் தொடுக்கப்பட்டுள்ள தாகக்கொண்டுள்ளது AB க் கிடையேயுள்ளதூரம் d ஆகும் A இலிருந்து B க்குரிய பாதைப் பகுதிக்கு (a) எடுக்கப்பட்டநேரம் (b) துணிக்கைளில் ஏற்பட்ட உந்தமாற்றம் (c) அரை வட்ட பாதையிலுள்ள எந்த புள்ளியிலும் துணிக்கையின மீது செயற்படும் விசை (d) இவ்விசையால் துணிக்கையின் மீது செய்யப்படும வேலை ஆகியவற்றைக் கணிக்க

(9) 5m நீளமுடைய ஒரு கிடையாகச் சுழலும் புயத்தின் ஓர் அந்தததில் உள்ள இருப்பிடத்தல் ஒரு பயிலும் விண்வெளிவீரன் இருக்க, சுழற்றப் படுகின்றான்.

அவன் 9g ஆர்முடுகல்வரை தாங்கத்தக்கவனாயின் ஒரு செக்கனுக்கு ஆக்க விடத்தக்க அதிகூடிய சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை என்ன?

(10) 100m விட்டமுடைய சுற்றி வளைந்த வீதியில் வழுக்காது ஒரு 600 kg கார் உறுதியான கதியில் சுற்றிச் செல்கின்றது. மையநாட்ட விசையானது கார் ரயர்களுக்கும் தெருவுக்குமிடையிலுள்ள பக்கப்பாட்டு உராய்வு விசையால் வழங்கப்படுகிறது. பக்கப்பாட்டு உராய்வு 0.2 x காரின் நிறைக்கு மேலாகாதிருப்பின் வழுக்காமல் கார் செல்வதற்குரிய அதிஉயர் கதியைக் கணிக்க.

ஈர்ப்பு இயக்கம்

($g = 10Nkg^{-1}$ எனக் கொள்க)

(11) பூமியின் மேற்பரப்பில் 1kg திணிவின் ஈர்ப்பு விசையானது 10N ஆகும். பூமி R ஆரையுடைய கோளமெனக்கொண்டு பூமியின் மையத்திலிருந்து 2R ஆரையுடைய ஒருவட்ட ஒழுக்கில் செல்லும் 100 kg திணிவுடைய உபகோளின் மீதுள்ள ஈர்ப்பு விசையைக் கணிக்க.

(12) புவியின் மேற்பரப்பிற்குமேலே 3.6×10^6 m உயரத்தில் ஒரு வட்ட ஒழுக்கில் சுற்றிவரும் உபகோளொன்றின் சுழற்சி அலைவுகாலத்தைக் காண்க. புவி. 6×10^6 m ஆரையுடைய சீரான கோள மெனவும், திணிவு 6×10^{24} kg எனவும் அத்துடன் $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-1} எனவுங் கொள்க.

(13) புவியின் மேற் பரப்பிற்கு மேலே 5.7 R உயரத்தில் 66kg திணிவுள்ள ஓர் உபகோள் ஓர் ஒழுக்கில் புவியைச் சுற்றி வருகின்றது. இங்கு R ஆனது புவியின் சராசரி ஆரையாகும். புவிமேற்பரப்பில் புவிப்புலத்தின் வலிவு 9.8N kg^{-1} ஆகும். உபகோளின் மீது செயற்படும் மையநாட்ட விசையைக் கணிக்க. புவியின் சராசரி ஆரையை 6400 km எனக் கொண்டு ஒழுக்கில் உபகோளின் அலைவுகாலத்தை மணித்தியாலத்தில் காண்க.

(14) 'எக்ஸ்புளோறர் 38' என்னும் ரேடியோவானியல் ஆராய்சி உபகோள் 200kg திணிவுடையது. இது புவியை $\frac{3R}{2}$ என்னுஞ் சராசரி ஆரையையுடைய ஒழுக்கில் சுற்றி வருகின்றது. இங்கு R புவியின் ஆரையாகும். புவிமேற்பரப்பில் 1 kg திணிவில் ஈர்ப்பு இழுவை 10N எனின் உபகோளில் செயற்படும் இழுவையைக் கணிக்க.

(15) விண்வெளிக்கலம் "அப்பொலோ 11" இன் சந்திரனுக்குச் செல்லும் பயணத்தின் முதற்கட்டம் புவியின் நிறுத்தும் ஒழுக்கில் விண்வெளிக் கலத்தைவைப்பதேயாகும். இவ்வொழுக்கு வட்டமானதும் புவிமேற்பரப் பிலிருந்து

189 km என்னும் மாறாத தூரத்திலும் இருக்கின்றதாகும். புவியீர்ப்புப் புலம் இவ்வொழுக்கில் 9,4 N kg^{-1} எனக் கொண்டு (a) இவ்வொழுக்கில் விண் வெளிக்கலத்தின் கதியையும் (b) ஓர் ஒழுக்கை முற்றாகச் சுற்ற எடுக்கும் நேர்த்தையும் கணிக்க. (புவியின் ஆரை 6730 km)

(16) 5.7×10^{24} kg திணிவுடையதும் 6500 km ஆரையுடையதுமான ஒரு கோளைச் சுற்றியுள்ள ஒரு 7000 km ஆரையுடைய உறுதியான வட்ட ஒழுக்கில் ஒரு சிறு உபகோள் இருக்கின்றது. $G = 6.7 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2} எனக் கொண்டு (i) உபகோளின் ஒழுக்குக் கதி (ii) உபகோளின் ஒழுக்கு அலைவுகாலம் கோளின் மேற்பரப்பிலிருந்து அதன் தப்புவேகம் ஆகியவற்றைக் கணிக்க.

சுழற்சி இயக்கம்

(17) அதன்மையம்பற்றி 10 kg m^2 சடத்துவத்திருப்பமுடைய ஒரு தகடு 24 rads^{-1} கோணவேகத்துடன் அதன் மையம் பற்றி உறுதியாகச் சுழல்கின்றது. (i) அதன் சுழற்சிச் சத்தி (ii) அதன் மையம்பற்றி கோண உந்தம் (iii) தகடு ஒரு செக்கனுக்கு ஆக்கும் சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவற்றைக் கணிக்க.

(18) ஒரு பதியும் தகடுஒரு நிமிடத்திற்கு 45 சுற்றுக்களை ஒரு மேசையின் மேல் இருக்கும் பொழுது ஆக்குகின்றது. 0.02 kg திணிவு, மேசையின் மீது அதன் அச்சிலிருந்து 0.04 m தூரத்தில் போடப்படும் பொழுது அது தட்டில் ஒட்டிக் கொள்கின்றது. அப்பொழுது சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை ஒரு நிமிடத்திற்கு 36 சுற்றுக்களாக குறைகின்றது. தகட்டின் மையம் பற்றி அதன் சடத்துவத்திருப்பத்தைக் காண்க.

(19) ஒரு பறப்புச் சில்லு அதன் மையம் பற்றி 200N m உறுதியான முறுக்கு திறனால் சுழற்றப்படுகின்றது. அச்சுபற்றி அதன் சடத்துவத்திருப்பம் 100 kgm^2 ஆகும். (i) 4 செக்கனில் அது பெற்ற கோணவேகம் (ii) 20 சுழற்சிக்களின் பின் அது பெற்ற இயக்கச் சத்தி என்பவற்றைக் காண்க.

(20) ஒரு விறைப்பான பொருள் அதன் அச்சுபற்றிச்சுழலும்பொழுது, கோணவேகம் ω சார்பாகவும் அவ்வச்சு, பற்றி அதன் சடத்துவத்திருப்பம் சார்பாகவும் அப்பொருளின் இயக்கச்சத்திக்கு ஒரு கோவையைக் காண்க.

ஒரு சுழலும் ஆசனம், தரைக்குப் பொருத்தப்பட்ட நிலைக்குத்தானதும் உராய்வற்றதுமான ஒரு திருகில் தாங்கப்படுகின்றது. திருகின் அச்சுபற்றி ஆசனத்தின் சடத்துவத்திருப்பம் 3.0×10^{-2} kgm^2 உம் அதன் திணிவு 1.2 kg

உமாகும். ஆசனம் எழத்தக்கதாக ஒரு செக்கனுக்கு 2 சுழற்சிகளையுடைய ஆரம்ப கோணவேகத்துடன் அது சுழற்றப்படுகின்றது.

(i) ஆசனத்தின் ஆரம்ப இயக்கச் சத்தி

(ii) ஓய்வுக்கு வருமுன் அது எழும் உயரம்

(iii) ஆசனத்தின் ஆரம்பக் கோண உந்தம்

ஆகிய வற்றைக் கணிக்க

(21) 0.2 m ஆரையுடையதும் 0.1 kg m^2 சடத்துவத்திருப்பமுடையதுமான ஒரு தகடு கிடையுடன் 30^0 ஆக்கும் சாய்தளமொன்றிலிருந்து விடப்படுகின்றது. தகட்டின் திணிவு 5 kg ஆகும். தளத்தின் வழியே கீழ்முகமாகத் தகடு 2 m உருண்டபின் அதன் கோண வேகத்தைக் கணிக்க.

பல்தேர் வினாக்கள்

1. 2 kg திணிவுடைய ஒரு பொருள் ஒரு கிடையான ஒப்பமான மேசையில் சீரான கதியுடன் ஒரு மீற்றர் ஆரையுடைய வட்டத்தை ஆக்குகின்றது. திணிவு வட்டத்தின் மையத்துடன் ஓர் இழையால் தொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இழை 32 N இழுவையைத் தாங்கத்தக்கது. திணிவு ஆக்கக்கூடிய அதிகூடிய சுழற்சிக்களின் எண்ணிக்கை ஒரு நிமிடத்தில்

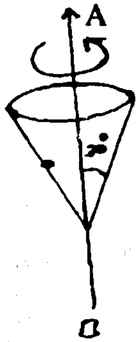
(i) 38 (ii) 4 (iii) 76 (iv) 240 (v) 16

2. m என்னும் ஒரு சிறு திணிவுடைய ω என்னும் கோணவேகத்துடன் r என்னும் ஆரையுடைய வட்டத்தில் இயங்கும் பொழுது அதன் இயக்கச் சத்தி என்ன?

(i) $\frac{m\omega r}{2}$ (ii) $\frac{m\omega^2 r}{2}$ (iii) $\frac{m\omega r^2}{2}$ (iv) $\frac{m\omega^2 r^2}{2}$ (v) $\frac{mr^3\omega}{2}$

3. x என்னும் கோளின் ஆரை y என்னும் கோளினதின் இரண்டு மடங்காகும். இரண்டினதும் அடர்த்தி சமனாகும். x மேற்பரப்பிலும் y மேற்பரப்பிலும் உள்ள ஈர்ப்பு ஆர்முடுகலின் விகிதம்.

(i) 1:4 (ii) 1:2 (iii) 2:1 (iv) 4:1 (v) 8:1



படம் 139

4. ஒரு கூம்புருவக் கொள்கலன் படத்தில் காட்டியவாறு AB என்னும் அச்சில் சுழல்கின்றது. ஒரு மாபிள், கொள்கலன் சார்பாக அச்சிலிருந்து r என்னும் ஆரைத்தூரத்தி லிருக்கின்றது. மாபிளின் வேகம் v எனின், v^2 சமன்

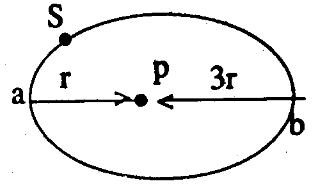
(i) gr சைன் 30^0 (ii) gr தான் 30^0

(iii) gr /தான் 30^0 (iv) gr கோனைன் 30^0

(v) gr /கோசை 30^0

5. S என்னும் ஓர் உபகோள் p எனனும கோளைச் சுற்றி ஒரு நீள்வளைய ஒழுக்கில் இயங்குகின்றது. a இல் உபோகோளின் கதிக்கும் b இல் அதன் கதிக்கும் உள்ள விகிதம்

(i) 1:9 (ii) 1:3 (iii) 1:1 (iv) 3:1 (v) 9:1



படம் 140

6. புவியைச் சுற்றி R என்னும் ஆரையுடைய வட்ட ஒழுக்கில் இயங்கும் உபகோளின் அலைவுகாலம் T ஆகும். ஒழுக்கின் ஆரை R/4 ஆயின் அதன் அலைவுகாலம் என்ன?

(i) T/8 (ii) T/4 (iii) T/2 (iv) 2T (v) 4T

7. 1.0 மீற்றர் ஆரையுடைய நிலைக்குத்து வட்டத்தில் ஓர் இழையின் நுனியில் கட்டப்பட்ட 0.1 kg திணிவுள்ள துணிக்கை 5 m s^{-1} மாறாக்கதியில் சுழல்கின்றது. அதன் பாதையிலுள்ள அதிஉயர் புள்ளியில் இழையின் இழுவை நியூற்றனில்

(i) 0.5 (ii) 1.0 (iii) 1.5 (iv) 3.5 (v) 15

8. புவியின் மையத்திலிருந்து 2R தூரத்தில (புவிகோள மென R ஆரையுடைய தெனக் கொள்க) ஒரு கிலோகிராம் திணிவின் நிறை 2.5 N ஆகும் மையத்திலிருந்து 3 R தூரத்தில் அதே திணிவின் நிறை

(i) 4.75 N (ii) 3.75 N (iii) 2.5 N (iv) 1.1 N

(v) 0.8 N

9. ஈர்ப்பு மாறிலியின் சர்வதேச அலகு (SI)

(i) m s^{-2} (ii) m^2 kg^{-1} (iii) m^3 kg^{-1} s^{-2} (iv) m^2 kg^{-2}

(v) N m^2 kg^{-2}

10. பொருளொன்றின் நிறையானது பூமியில் 100N ஆகவும் சந்திரனில் 17N ஆகவும் உள்ளது. சந்திரனில் சுயாதீனமாக விழும்பொருளின் ஆர்முடுகல்

(i) 10m s^{-2} (ii) 1.7m s^{-2} (iii) 17m s^{-2}

(iv) $\frac{10m\,s^{-2}}{1.7}$ (v) 0.17m s^{-2}

11. அகில ஈர்ப்பு மாறிலி இனது பரிமாணங்கள்

(i) $ML^{-3}T^2$ (ii) $ML^{-2}T^2$ (iii) $M^{-1}LT^{-2}$

(iv) $M^{-1}L^2T^{-2}$ (v) $M^{-1}L^3T^{-2}$

(12) m திணிவுடைய உபகோள் ஒன்று R ஆரையுடைய வட்டமொன்றில் புவியைச் சுற்றுகின்றது. புவியின் திணிவு M ஆயின் உபகோளின் மொத்தச் சத்தி

(i) $\frac{-GmM}{R}$ (ii) $\frac{-GmM}{2R}$ (iii) $\frac{3GmM}{2R}$ (iv) $\frac{GmM}{2R}$ (v) $\frac{GmM}{R}$

(13) புறக்கணிக்கத் தக்க கதியுடன் சுயாதீனமாக மிதக்கும் விண்கல மொன்று R ஆரையும் M திணிவுமுடைய கோளொன்றின் ஈர்ப்புப்புலத்தினுள் பிரவேசிக்கிறது. இக்கோள் வளிமண்டல மெதனையும் கொண்டிருக்கவில்லை. இவ்விண்கலம் கோளின் மேற்பரப்பை அடிக்கும் கதி.

(i) $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ (ii) $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ (iii) $\frac{2GM}{R}$ (iv) $\frac{4GM}{R}$ (v) $2\sqrt{\frac{GM}{R}}$

(14) M என்பது புவியின் திணிவாயும் G என்பது ஈர்ப்பு மாறிலியுமாயிருப்பின் புவியின் மையத்திலிருந்து r தூரத்தில் புவிக்கு வெளியேயுள்ள புள்ளியொன்றிலுள்ள ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகலின் பருமன்

(i) $\frac{G}{Mr}$ (ii) $\frac{M^2G}{r^2}$ (iii) $\frac{M^2G^2}{r}$ (iv) $\frac{MG}{r^2}$ (v) $\frac{Mg}{r}$

(15) சந்திரனின் பரப்பிலிருந்து திணிவு m ஐ உடைய விண்வெளிப்பயணி ஒருவர் தொடக்க நிலைக்குத்து ஆர்முடுகல் 5g ஐ உடைய விண்வெளிக்கலமொன்றிற் செலுத்தப்படுகின்றார். இங்கு g என்பது சந்திரனிலே சுயாதீன வீழ்ச்சியின் ஆர்முடுகலாகும், விண்வெளிப்பயணியின் மீது விண்வெளிக்கலத்தின் நிலைக்குத்து மறுதாக்கம்

(i) பூச்சியம் (ii) mg (iii) 4mg (iv) 5mg (v) 6mg

(16) புவியினது திணிவும் ஆரையும் முறையே M,R என்பனவாயும் அகிலஈர்ப்பு மாறிலி G ஆயுமிருப்பின் புவிப்பரப்பிலிருந்து உயரம் H இலுள்ள ஈர்வையினாலன ஆருமுடுகல்

(i) $\frac{GM}{R^2}$ (ii) $\frac{GM}{R^2+H^2}$ (iii) $\frac{GM}{R}$ (iv) $\frac{GM}{R+H}$ (v) $\frac{GM}{(R+H)^2}$

அலகு 2.5.1 - 2.5.10

நீர்நிலையியல்

அடர்த்தி

ஒரு கன அலகுப்பொருளின் திணிவு அடர்த்தி எனப்படும்.

$$\text{அடர்த்தி } d = \frac{\text{பொருளின் திணிவு}}{\text{பொருளின் கனவளவு}}$$

இதன் அலகு கிலோகிராம்/க. மீற்றர் ஆகும்.

சாரடர்த்தி

ஒரு குறித்த கனவளவுள்ள பொருளின் திணிவுக்கும் அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவுக்குமுள்ள விகிதம் பொருளின் சாரடர்த்தி எனப்படும். இது அலகு இல்லாததாகும்.

பொருளின் கனவளவு V எனவும் அதன்அடர்த்தி d எனவும் நீரின் அடர்த்தி w எனவும் கொள்ளின்,

$$\text{சாரடர்த்தி} \quad (S) = \frac{Vd}{Vw}$$

$$\therefore \quad S = \frac{d}{w}$$

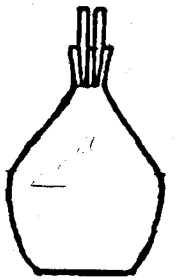
$$\therefore \quad d = S.w$$

SI அலகில் நீரின் அடர்த்தி $1000 kgm^{-3}$ ஆகும்.

$\therefore$ ஒரு பொருளின் அடர்த்தி $= S \times 1000 kgm^{-3}$ (S ஆனது பொருளின் சாரடர்த்தி.)

ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை அல்லது சாரடர்த்தியைத் துணிதல்

ஒரு திரவத்தின் சாரடர்த்தியை சாரடர்த்திப் போத்தலொன்றை உபயோகித்துத் திருத்தமாகத் துணியலாம். சாரடர்த்திப் போத்தல் நுண்ணிய துவாரத்தையுடைய இறுக்கமாகப்பொருந்தும் கண்ணாடித்தக்கையைக் கொண்டுள்ளது. இதனால் சாரடர்த்திப் போத்தலை அதன் கனவளவுள்ள திரவத்தால் மிகத் திருத்தமான அளவிற்கு நிரப்பிக் கொள்ளலாம். நிரப்பும் பொழுது வழியும் மிகுதியான திரவம் துடைக்கப்படும் திரவத்தின் சாரடர்த்தியை அல்லது அடர்த்தியைத் துணியும் பொழுது முதல் சாரடர்த்திப்



படம் 141

போத்தல் உலர்த்தப்பட்டு சுத்தமாக்கப்பட்டு நிறுக்கப்படும். அதன் திணிவை m_1 கிராம் என்க. சாரடர்த்திப் போத்தலை முற்றாக நீரினால் நிரப்பி நன்கு துடைத்தபின் திணிவு m_2 கிராமைக் காண்க. நீர் பின்பு அகற்றப்பட்டு போத்தல் உலர்த்தப்பட்டு திரவம் நிரப்பப்பட்டு நிறுக்கப்படும். இதன் திணிவை m_3 கிராம் என்க.

$$\text{ஆகவே திரவத்தின் அடர்த்தி} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 1000 \ kg / m^3$$

$$\therefore \text{திரவத்தின் சாரடர்த்தி} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

மணலின் (நீரில் கரையாப் பொருள்) சாரடர்த்தி

சாரடர்த்திப் போத்தலைக் கொண்டு பின்வரும் அளவைகளைத் துணிந்து சாரடர்த்தியை வருமாறு துணியலாம்.

1. வெற்றுச் சாரடர்த்திப் போத்தலின் நிறை = m_1 கிராம்
2. " " " + மணலின் நிறை = m_2 கிராம்
3. வெற்றுச் சாரடர்த்திப் போத்தல் + மணல் + எஞ்சிய பகுதியில் நீர் ஆகியவற்றின் நிறை = m_3 கிராம்
4. வெற்றுச் சாரடர்த்திப் போத்தல் +முற்றாக நீர் நிரப்பப்பட்டபின் நிறை = m_4 கிராம்

எனவே மணலின் நிறை = $m_2 - m_1$ கிராம்

மணலின் கனவளவு நிரின் நிறை = $(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)$ கிராம்

$$\therefore \text{மணலின் சாரடர்த்தி} = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}$$

நீரில் கரையும் மொருள்களின் அடர்த்தி ($CuSO_4$ பளிங்குகள்)

சாரடர்த்திப் போத்தலைக்கொண்டு நீரில் கரையும் பொருள்களின் (செப்புசல்பேற்று பளிங்குகள்) அடர்த்தியை வருமாறு துணியலாம்.

1. வெற்றுச் சாரடர்த்திப் போத்தலின் நிறை = m_1 கிராம்
2. " " + பளிங்கின் நிறை = m_2 கிராம்
3. வெ. சா. போ. + பளிங்கு + பளிங்கு கரையாத் திரவத்தின் நிறை = m_3 கிராம்

4. வெ. சா. போ. + முற்றாகத் திரவத்தின் நிறை = m_4 கிராம்

திரவத்தின் அடர்த்தி = $d \ kg / m^3$

பளிங்கின் நிறை = $m_2 - m_1 / 1000 \ kg$

பளிங்கின் கனவளவு = $(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2) / 1000 \ d \ m^3$

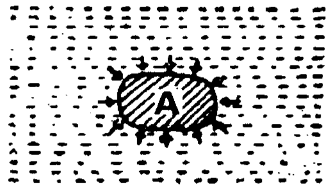
$$\text{பளிங்கின் அடர்த்தி} = \frac{(m_2 - m_1) d}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \ kg / m^3$$

திரவத்தின் அடர்த்தி தாரவிடில் சாரடர்த்திப் போத்தலை உபயோகித்து திரவத்தின் அடர்த்தியையும் காணலாம்.

ஆக்கிமிடீசின் தத்துவம்:-

ஒய்விலிருக்கும் பாயியொன்றினுள், ஒரு பொருள் பகுதியாகவோ அல்லது முழுமையாகவோ அமிழ்த்தப்படின் அதன் மீது விளையும் மேலுதைப்பு அது இடம்பெயர்க்கும் பாயியின்நிறைக்குச் சமம்.

இத்தத்துவத்தை அறிமுறை வாயிலாக வருமாறு வாய்ப்புப் பார்க்கலாம், A என்பது முழுமையாக அமிழ்ந்த நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருளாகும். பொருளைச் சூழ்ந்திருக்கும் பாயி பொருளின் மீது படம் (142) இல் காட்டியவாறு விசைகளை உஞற்றும், பொருள் அகற்றப்பட்டு அவ்விடத்தில் அப் பாயி இருப்பதெனக் கொண்டாலும் அதே விசைகள் அப்பாயியின் மீதும் தொழிற்படும். இவ் விசைகளின் விளையுள் அப் பாயியினது திணிவின் புவியீர்ப்பு விசையைச் சமப்படுத்தும். ஆகவே விசைகளின்விளையுள் மேல்முகமாக நிலைக்குத்தாகச் செயற்படும். இதுவே அப்பாயியின்மீதும் அல்லது அப்பாயியின் இடத்தைப் பிடிக்கும் ஒரு பொருளின்மீதும் உள்ள மேலுதைப்பாகும். ஆகவே ஒரு பொருளின் மீதுள்ள மேலுதைப்பு அது இடம்பெயர்க்கும் பாயியின் நிறைக்குச் சமமென்பது வெளிப்படை. மேலும் இவ்விசைகளினால் பாயியில் உள்ள பொருளின் நிறை குறைக்கப்படுகின்றது. எனவேதான் பாயியில் ஒரு பொருளின் நிறை வளியிலுள்ளதிலும் பார்க்கக் குறைவாகக் காணப்படுகின்றது.

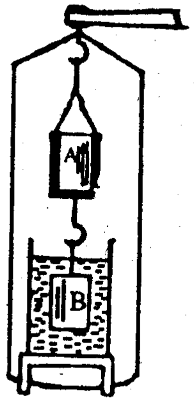


படம் 142

பரிசோதனைவாயிலாக வாய்ப்புப்பார்த்தல்

ஆக்கிமிடீசின் தத்துவத்தை வாய்ப்புப் பார்ப்பதற்கு பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணம் படம் (143) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வுபகரணம் A,B என்னும் இரு உருளைகளைக் கொண்டுள்ளது. A, உட்குழிவானதும் B திண்மமானதும் அத்துடன் மட்டுமட்டாக A இன் உட்குழிவை நிரப்பத்தக்கதாகவும் அமையும். B ஆனது A இனுள்ளிருக்க ஒரு தராசின்

கொழுக்கியில் தொங்கவிடப்பட்டு தராசு சமநிலைப் படுத்தப்படும். பின்பு அதனுள்ளிருந்து அகற்றப்பட்டு A இன் அடியிலுள்ள கொழுக்கியில் தொங்கவிடப்பட்டு முகவை நீருள் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும். அப்பொழுதுதராசின் சமநிலை குழப்பப்படும். ஆயினும் இன் A உட்குழிவு முற்றாக நீரால் நிரப்பப்படும் பொழுது மீண்டும் தராசு சமநிலைக்குக் கொண்டுவரப்படும். இப் பரிசோதனை B முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும் பொழுது அனுபவிக்கும் மேலுதைப்பு அது இடம்பெயர்க்கும் நீரின் நிறைக்குச் சமமென்பதைக் காட்டுகின்றது.



படம் 143

மிதத்தல் தத்துவம்

ஓய்விலிருக்கும் திரவத்தில் பகுதியாக அமிழ்த்தப்படும் பொருளின் மீது திரவத்தினால் ஏற்படும் விசைகளின் விளையுள் பொருளின் நிறையைச் சமப்படுத்தின் அப்பொருள் மிதக்கும். ஆனால் இவ் விசைகளின் விளையுள் இடம்பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் நிறைக்குச் சமனென முன்பு அறிந்துள்ளோம். ஆகவே ஒருபொருள் மிதப்பின் அதன் நிறை இடம்பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் நிறைக்குச் சமம்.

ஆக்கிமிடீசின் தத்துவத்தைப் பிரயோகித்து பொருள்களின் அடர்த்தியைத் துணிதல்

1. திண்மம்: பித்தளை அல்லது இரும்பு போன்ற திண்மத்தை முதல் வளியில் நிறுக்க (m_1 கி), பின்பு நீரில் நிறுக்க (m_2 கி). அப்பொழுது,

மேலுதைப்பு $= m_1 - m_2$ = இடம்பெயர்ந்த நீரின் நிறை

$\therefore$ திண்மத்தின் சாரடர்த்தி $= \dfrac{m_1}{m_1 - m_2}$

$\therefore$ திண்மத்தின் அடர்த்தி $= \dfrac{m_1 \times 1000}{m_1 - m_2}$ kg / m³

2. செப்பு சல்பேற்றின் அடர்த்தி: திண்மம் நீரில் கரையின் அதுகரையாத திரவத்தில் உதாரணமாக பரபின் எண்ணெயில் பரிசோதனை செய்தல் வேண்டும்.

செப்புசல்பேற்றுத் துண்டொன்றை வளியில் நிறுக்க (m_1 கி). பின்பு அதனை பரபின் எண்ணெயில் நிறுக்க (m_2 கி). அப்பொழுது திரவத்தினால் மேலுதைப்பு $= m_1 - m_2 = Vd$ இங்கு d kg/m³ திரவத்தின் அடர்த்தியும் V அதன் கனவளவுமாகும்.

$$\therefore V = \frac{m_1 - m_2}{1000\,d} \ m^3$$

செப்புசல்பேற்றின் அடர்த்தி $= \dfrac{m_1}{1000V} \qquad \dfrac{m_1 d}{m_1 - m_2}$ kg / m³

திரவத்தின் அடர்த்தி (d) தெரியாவிடில் சாரடர்த்திப் போத்தலைப் பிரயோகித்துக் காணல்வேண்டும்.

தக்கையின் அடர்த்தி:

தக்கை போன்ற நீரில் மிதக்கும் பொருள்களின் அடர்த்தியை ஆழியொன்றைப் பிரயோகித்து வருமாறு காணலாம். வளியில் தக்கையின் நிறையைக் காண்க (m_1 கி). தக்கை வளியிலும் ஆழி நீரிலும் அமிழ்ந்திருக்க இரண்டையும் ஒன்றுடன் தொடுத்து அவற்றின் நிறை m_2 கிராமைக் காண்க. பின்பு இரண்டும் நீரில் அமிழ்ந்திருக்க நிறை m_3 கிராமைக் காண்க.

வளியில் தக்கையின் நிறை $= m_1$ கிராம்

தக்கையின் மீது மேலுதைப்பு $= m_2 - m_3$ கிராம்

$\therefore$ சாரடர்த்தி $= \dfrac{m_1}{m_2 - m_3}$

$\therefore$ தக்கையின் அடர்த்தி $= \dfrac{m_1 \times 1000}{m_2 - m_3}$ kg / m³

திரவத்தின் அடர்த்தி:

திரவத்தில் கரையாத திண்மமொன்றை வளியில் நிறுக்க (m_1 கி).பின்பு முற்றாக திரவத்தில் அமிழ்ந்திருக்க நிறுக்க (m_2 கி). அடுத்து நீரில் முற்றாக அமிழ்ந்திருக்க நிறுக்க (m_3 கி).

திரவத்தில் மேலுதைப்பு $= m_1 - m_2$

நீரில் மேலுதைப்பு $= m_1 - m_3$

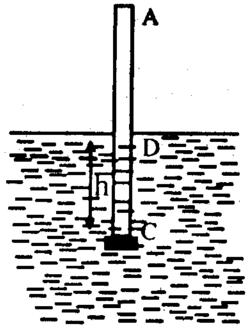
திரவத்தின் சாரடர்த்தி $= \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3}$

$\therefore$ திரவத்தின் அடர்த்தி $= \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \times 1000$ kg / m³

மாறாநிறை எளிய நீரமானி

நீரமானி திரவமொன்றின் சாரடர்த்தியை அல்லது அடர்த்தியை அளப்பதற்கு ஒரு கருவியாகும். பாலினதும் மதுசாரங்களினதும் சேமிப்புக்கல அமிலங்களினதும் சாரடர்த்திகளை அளக்கஇக்கருவி மிகவும் பயன்படுகின்றது.

ஒ்ரு சுமையேற்றப்பட்ட சோதனைக் குழாய் அல்லது அடியில் ஈயத்துண்டு பொருத்தப்பட்ட சீரான வெட்டு முகப்பையுடைய குறித்த நீளமுடைய கோல் போன்றவற்றை நீரமானியாகத் தொழிற்படுத்தலாம். இது படம் (144) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. அடியில் ஈயத்துண்டு பொருத்தப்பட்ட AC என்னும் சீரான மரக்கோல், நீரில் நிலைக்குத்தாக மிதக்கும்பொழுது கோலின் அமிழ்ந்த பாகத்தின் நிளம் h எனின்.



படம் 144

கோலின் மேலுதைப்பு = இடம் பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் நிறை

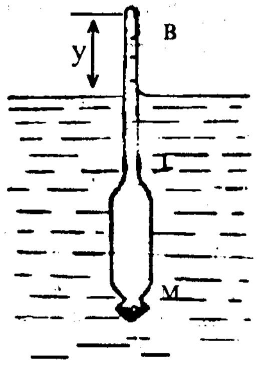
$= had \left(\begin{array}{ll} a = & \text{வெட்டுமுகப்பரப்பு} \\ d = & \text{திரவத்தின் அடர்த்தி} \end{array} \right)$

$\therefore had = W$ (W = கோலின் நிறை)

$$\therefore d = \frac{W}{ha}$$

$$\therefore d \propto \frac{1}{h}$$

இங்கு $d \propto \frac{1}{h}$ ஆகையால் கோலின் அமிழ்ந்த நீளம் h இனில் திரவத்தின் அடர்த்தியைக் குறித்துவிடலாம். இவ்விதம் கோலின் நீளத்தின் வழியே மற்றும் திரவங்களில் அமிழ்த்தி அமிழ்ந்த நிளங்களுக்கெதிரே அவ்வவ் திரவங்களின் அடர்த்திகளைக் குறிக்கலாம்.



படம் 145

செய்முறை நீரமானி

செய்முறையில் ஒரு நீரமானி ஒடுங்கிய சீரான தண்டையும் அதன்கீழ் ஒரு அகலமான குமிழையுங் கொண்டுள்ளது. இதன் அடியில் ஏதாவது பாரமான பொருள் அல்லது ஈயச்சன்னங்கள் சேர்க்கப்படும். அதனால் நீரமானி நிலைக்குத்தாக திரவத்தில் மிதக்கும். நீரமானியின் மொத்தக் கனவளவு V ஆகவும் தண்டின்வெட்டுமுகப்பு a ஆகவும் இருக்கும்பொழுது d என்னும் அடர்த்தியுடைய திரவத்தில் நீரமானி அதன் தன்டின் y என்னும் நீளம் திரவத்துக்கு மேல் இருக்க மிதப்பின்,

இடம்பெயர்க்கப்பட்ட திரவத்தின் கனவளவு = V-ay

ஆக்கிமிடீசீன் தத்துவத்தின்படி

$(V-ay)d = W$ (W = நீரமானியின் நிறை)

$$\therefore V - ay = \frac{W}{d}$$

$$\therefore ay = V - \frac{W}{d}$$

$$\therefore y = \frac{V}{a} - \frac{W}{a} \cdot \frac{1}{d}$$

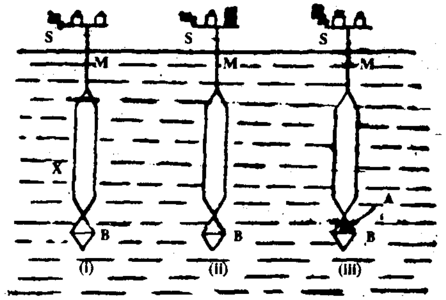
ஒரு நீரமானிக்கு $\frac{V}{a}$, $\frac{W}{a}$ என்பன மாறிலிகளானதால் y உம் $\frac{1}{d}$ வும் நேர்த்தொடுப்புடையனவாக இருக்கின்றன. அடர்த்திகளை தண்டில் அளவீடு செய்யவேண்டின் நீரமானி இரு தெரிந்த அடர்த்திகளையுடைய திரவங்களில் அமிழ்த்தப்பட்டு y இன் நீளங்கள் அளக்கப்படும். பின்பு y க்கும் $\frac{1}{d}$ வுக்குமிடையே

வரைபொன்று இரு புள்ளிகளையும் இணைத்து அமைக்கப்படும். இது ஒரு நேர்கோடாக அமையும். இவ் வரைபிலிருந்து ஏதாவதொரு நீளம் y க்கு அதற்கான $\frac{1}{d}$ இன் பெறுமானம் வாசிக்கப்பட்டு தண்டில் அடர்த்திகள் குறிக்கப்படும்.

பொதுவாக நீரமானிகள் மிதக்கும் பொழுது மேற்பரப்பிழுவிசை செயற்படுவதால் கீழ்முகமாக இழுக்கப்படுகின்றன. இதனால் வழு ஏற்பட நேரிடுகின்றது. எனவே அடர்த்தி துணிதலுக்கு சாரடர்த்திப் போத்தல் முறை நீரமானி முறையிலும் சிறந்ததாகும்.

நிக்கல்சனின் நீரமானி (மாறாக்கனவளவு நீரமானி)

இந் நீரமானி நிக்கல்சன் என்பவரால் அமைக்கப்பட்டது. இது X என்னும் உட்குழிவான உலோக உருளையையும், B என்னும் கூம்புப் பெட்டியையும் M என்னும் மெல்லிய தண்டையும், Sஎன்னும் அளவுத் தட்டையும் கொண்டுள்ளது. நீரமானி திரவத்தில் வைக்கப்பட்டு தண்டில் இடப்பட்ட ஒரு குறிவரை தட்டில் நிறைகள் வைப்பதன் மூலம் அமிழ்த்தப்படும். இக் குறிவரை இது எப்பொழுதும் அமிழ்த்தப்படுவதால் இது மாறாக்கனவளவு நீரமானி எனப்படும்



படம் 146

திண்மத்தின் சாரடர்த்தியைத் துணிதல்

படம் 146 (i) இல் காட்டியவாறு அளவுத் தட்டில் நிறைகள் நீரமானி நிலைத்த குறிக்கு அமிழும்வரை இடப்படும். இந் நிறைகள் அகற்றப்பட்டபின் அளவுத்தட்டில் சாரடர்த்தி துணியப்படும் பொருள் A வைக்கப்படும் படம் 146 (ii). பின்பு நிறைகள் (m_2) நிலைத்த குறிக்கு நீரமானி அமிழும்வரை அளவுத்தட்டில் இடப்படும். (m_1- m_2) பொருளின் நிறையைத்தரும். அடுத்து படம் 146 (iii) இல் காட்டியவாறு பொருள் A கீழ்ப் பெட்டிக்குள் வைக்கப்பட்டு நிறைகள் (m_3) நிலைத்தகுறிக்கு நீரமானி அமிழும்வரை இடப்படும்.(m_3- m_2) மேலுதைப்பு அல்லது A இனால் இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் நிறையைத் தரும்.

$$\therefore \text{ A இன் சாரடர்த்தி } = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_2}$$

Aநீரில் மிதக்குமாயின் B க்குள் வைக்கும்பொழுது அதனைக் கட்டிப் பரிசோதனையை முன்போல் செய்தல் வேண்டும்.

திரவத்தின் சாரடர்த்தியைத் துணிதல்

முதல் நீரில் நிலைத்த குறிவரை நீரமானி அமிழ்வதற்கு அளவுத்தட்டில் இடவேண்டிய நிறை m_1ஐக் காண்க. பின்பு சாரடர்த்தி காணப்போகும் திரவத்தில் நீரமானியை வைத்து நிலைத்தகுறிவரை நீரமானி அமிழ்வதற்கு அளவுத்தட்டில் இடவேண்டிய நிறை m_2 வைக் காண்க. இறுதியாக நீரமானியின் நிறை m ஐக் காண்க.

நீரில் நீரமானியின் மீது மேலுதைப்பு = $m + m_1$

திரவத்தில் „ „ „ = $m + m_2$

$$\therefore \text{ திரவத்தின் சாரடர்த்தி } = \frac{m + m_2}{m + m_1}$$

இங்கும் திரவத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசை நீரமானியின் செம்மையைக் குறைக்கின்றது.

சில பொருள்களின் அடர்த்தி

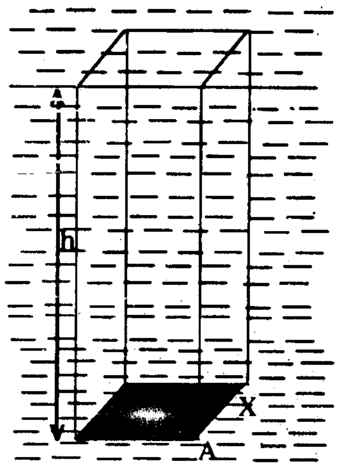
நீரில் அடர்த்தி	=	1000 kg m^{-3}
செம்பின் „	=	9000 kg m^{-3}
அலுமினியத்தின் „	=	2700 kg m^{-3}
இரசத்தின் „	=	13600 kg m^{-3}
உருக்கின் „	=	8500 kg m^{-3}
தக்கையின் „	=	250 kg m^{-3}
பனிக்கட்டியின் „	=	900 kg m^{-3}

திரவத்தில் அமுக்கம்

திரவத்தினில் ஓர் இடத்தில் ஒரு பரப்பலகில் செயற்படும் விசை அவ்விடத்திலுள்ள அமுக்கம் எனப்படும்.

$$\therefore \text{ அமுக்கம் } = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{F}{A} \quad (\text{பரிமாணம் } = ML^{-1}T^{-2}$$

அமுக்கம் ஆழத்துடன் அதிகரிக்கின்றது, அத்துடன் திரவத்தினுள் ஒரு புள்ளியில் எல்லாத் திசைகளிலும் சமமாகச் செயற்படுகின்றது. அதனால் அமுக்கம் ஓர் எண்ணிக்கணியம். அது காவிக்கணியமல்ல.



படம் 147

Pஎன்னும் அமுக்கத்துக்கு ஒரு கோவையை பெறவேண்டுமாயின, h என்னும் ஆழத்தில் இருக்கும் A என்னும் பரப்புடைய Xஎன்னும் கிடையான தட்டைக் கருத்திற் கொள்க. படம் (147) இல் காட்டியவாறு X இன் பரிதிக்கூடாக நிலைக்குத்துக் கோடுகளைக் கீறுக. அப்பொழுது X இன் மீது ஏற்படும் விசையானது இந் நிலைக்குத்துக் கோடுகளுக்கும் திரவத்தின் மேற்பரப்புக்கும் தட்டு X இற்கு முள்ளே உள்ள திரவத்தின் நிறையினால் தரப்படும்.

அதாவது

விசை F = திரவத்தின் நிறை

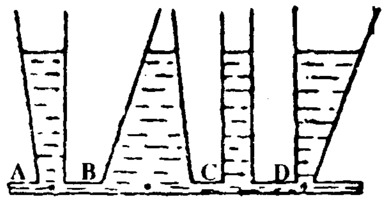
= Ah × d × g நியூற்றன்கள்

இங்கு d திரவத்தின் அடர்த்தி kg / m^3இல், h m இல் A m^2 இல் இருக்கின்றன.

$$\therefore \text{ X இல் அமுக்கம் } \quad P = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{Ahdg}{A}.$$

$$P = hdg \text{ நியூற்றன் } / m^2$$

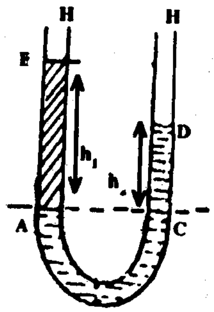
இச் சூத்திரத்திலிருந்து ஒரு திரவத்தில் ஒரு கிடையான மட்டத்திலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் அமுக்கம் சமம் என்பதும் வெளிபபடை.



படம் 148

இதனைப் பரிசோதனை வாயிலாக படம் (148) இல் காட்டியவாறு காணமுடிகின்றது. கிடையாக இருப்பின் பாத்திரத்தை நிரப்பும் திரவம் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒரே உயரத்துக்கே எழும்.

திரவத்தின் அடர்த்தியை Uக் குழாய் முறையால் துணிதல்



படம் 149

நீரினால் ஒரு பகுதிவரை நிரப்பப்பட்ட Uக் குழாயைக் கருத்திற் கொள்க. இனி எண்ணெயை இடப்புயத்தில் B என்னும் மட்டத்துக்கு வரும்வரை ஊற்றுக. இம் மட்டத்தின் உயரத்தை, பிரிக்கும் பரப்பு A இலிருந்து h_1 என்க. வலப்புயத்திலுள்ள நீரின் மட்டமானது Dஐ அடையும். Dஇன் உயரத்தை பிரிக்கும் பரப்பிலிருந்து h_2 என்க. (படம் 149).

A உம் Cஉம் ஒரேமட்டத்தில் இருப்பதால்

Aஇல் அமுக்கம் = C இல் அமுக்கம்

$$\therefore H + h_1 d_1 g = H + h_2 d_2 g$$

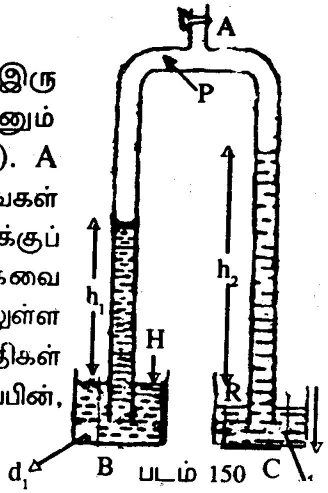
இங்கு H வளிமண்டல அமுக்கமாகும்

$$\therefore \quad h_1 d_1 = h_2 d_2$$

$$\therefore \quad d_1 = \frac{h_2}{h_1} \times d_2$$

ஆனால் $d_2 = 1000 \text{ kg / m}^3$ எனவே h_2 வும் h_1 வும் தெரியின் d_1 துணியப்படும். இவ்விதம் வெவ்வேறு உயரங்களுக்குப் பரிசோதனை செய்யப்பட்டு h_2 ஐ Yஅச்சிலும் h_1 ஐ X அச்சிலும் குறித்து வரைபு கீறப்பப்படின் அது உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும். வரைபின் சாய்வுவீதம் x 1000 எண்ணெயின் அடர்த்தி d_1ஐத் தரும். நீரிலும் அடர்த்திகூடிய திரவங்களுக்கு நீருக்குப் பதிலாக இரசத்தைப் பாவிக்கலாம்.

எயரினாய்க்கருவி முறை



படம் 150

இம் முறை ஒன்றுடனொன்று கலக்கும் இரு திரவங்களுக்கு உகந்ததாகும். B,Cஎன்னும் முகவைகளில் திரவங்கள் விடப்படும் (படம் 150). A என்னும் குழாய்க்கூடாக உறிஞ்சும்பொழுது திரவங்கள் புயங்களில் எழும். இவ்வாறு வேண்டிய உயரங்ளுக்குப் புயங்களில் திரவங்களை எழச் செய்யலாம். முகவைகளிலுள்ள திரவ மேற்பரப்புக்களுக்கு மேல் புயங்களிலுள்ள திரவமட்டங்களின் உயரங்கள் h_1, h_2ஆகவும், அடர்த்திகள் d_1, d_2 ஆகவும், வளி மண்டல அமுக்கம் H ஆகவுமிருப்பின்,

இடப்புயத்துக்கு $H = h_1 d_1 g$

வலப்புயத்துக்கு $H = h_2 d_2 g$

$$\therefore h_1 d_1 g = h_2 d_2 g$$

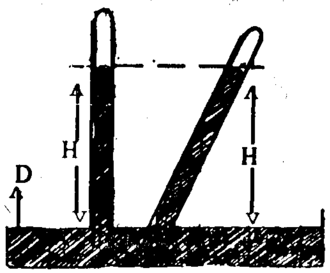
$$h_1 d_1 = h_2 d_2$$

$$\therefore d_1 = \frac{h_2}{h_1} \times d_2$$

d_2 தெரியின் d_1 துணியப்படும்.

மேலும் h_2 ஐ Y அச்சிலும் h_1ஐ X அச்சிலும் கொண்டுவரைபு கீறப்படின அது உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும். வரைபின் சாய்வுவீதம் $\frac{h_2}{h_1}$ ஐத் தரும். அதாவது அடர்த்திகளின் ஒப்பீட்டைத் தரும். d_2 நீரின் அடர்த்தியாயின் சாய்வுவீதம் x1000திரவத்தின் அடர்த்தியைத் தரும்)

வளிமண்டல அமுக்கம்.



படம் 151

வளிமண்டல அமுக்கத்தை முதன் முதல் அளவீடு செய்தவர் கலிலீயோ ஆவர். அவர் ஓர் ஆழமான கிணற்றில் வைக்கப்பட்ட ஒரு குழாயிலெழுந்த நீர்நிரலின் உயரத்தைக் கொண்டு வளிமண்டல அமுக்கத்தை மட்டிட்டார். ஆயினும் தொறிசெல்லி என்பார் 1640 ம் ஆண்டில் நீர்நிரலுக்குப் பதிலாக குறுகிய நிரலைப் பெறுவதற்கு இரசம் உகந்ததென அறிந்து, அதனை வளியண்டல அமுக்கத்தைக் காண்பதற்கு உபயோகித்தார்.

இவர் ஒரு மீற்றர் நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழாயை முற்றாக இரசத்தால் நிரப்பி D என்னும் இரசத்தைக் கொண்ட பாத்திரத்தினுள் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தார். அப்பொழுது வளி குழாய்க்குள் புகாதவாறு கவனிக்கப்பட்டது. படம் 151 கவிழ்க்கப் பட்டநிலையில் குழாயில் இரசம் மட்டம் A வரை நின்றது. இதற்கு மேலுள்ள குழாயின் வெளி வெற்றிடமாக இருந்தது D இலுள்ள திரவமேற்பரபில் அமுக்கம் வளிமண்டல அமுக்கம் ஆனதாலும் அத்துடன் அமுக்கம் திரவமொன்றினூடு செலுத்தப்படுவதாலும் வளிமண்டல அமுக்கம் குழாய்க்குள் D இன் மேற்பரப்புக்கு மேலிருக்கும் இரசநிரல் Hஐத் தாங்குகின்றது. குழாயைச் சரித்தாலும் B இலுள்ள இரசமட்டத்தின நிலைக்குத்து உயரம் H ஆகக் காணபபட்டது. இப்பொழுது H உயரமுள்ள இரசநிரலின் அடியில் ஒரு புள்ளியில், அமுக்கம் P = Hdg நியூற்றன்கள். H இன் உயரம் 0.76m. ஆகக் காணப்பட்டது எனவே வளிமண்டல அமுக்கம் = 0.76 x 13600 x 9.80 நியூற்றன்கள் ஆகும். இவ்வமுக்கம் நியம அமுக்கம் அல்லது ஒரு வளிமண்டலம் எனப்படும். அத்துடன் நியம வெப்பநிலையும் அமுக்கமும் (நி.வெ.அ.) 0^0C உம் 0.76மீ. இரசமுமாகும். பார் என்பது 1 வளிமண்டலத்தைக் குறிக்கும் ஒரு பதம் இது1 சதுர. மீற்றருக்கு 10^5 நியூற்றன்கள் அமுக்கத்தைப் பிரயோகிக்கும். எனவே 1 பார் = 10^5 Nm^{-2} மேலும் 1 Nm^{-2} என்பது1 பாசுகால்

(Pa) எனப்படும்.

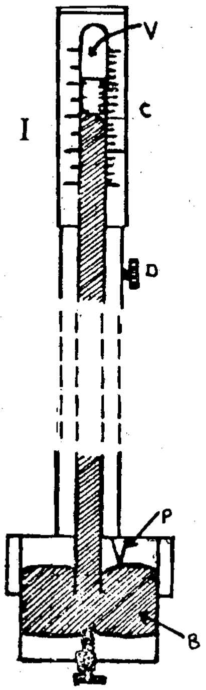
$\therefore$ 1 பார் $= 10^5$ Pa

அமுக்கம் இப்பொழுது தொரிசெல்லியின் பெயர்சார்பாக தொர் (Torr)என்றும் அழைக்கப்படும்.

1 தொர் = 1mm இரசம் = 133.3 Nm^{-2} (அண்ணளவாக)

போட்டினின் பாரமானி

பாரமானி வளிமண்டல அமுக்கத்தை அளக்கும் ஒரு கருவியாகும் காலநிலைகளினது வளிமண்டல அமுக்கத்தை மிகத்திருத்தமாக அளப்பதற்கு சிறந்த பாரமானி போட்டினினால் அமைக்கப்பட்ட பாரமானியாகும். இது அடிப்படையாக இரசத்தையும் உச்சியில் வெற்றிடத்தையும் கொண்ட ஒரு பாரமானிக்குழாயாகும். இது படம் (152) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. குழாயின் ஒரு முனையானது B என்னும் கழுவுதோலால் ஆக்கப்பட்ட உறையினில் உள்ள இரசத்தில் தாழ்த்தப்பட்டுள்ளது. பாரமானியின் மேற்பகுதியில் சதம மீற்றரிலும் (C) அங்குலத்திலும் (I) அளவீடு செய்யப்பட்ட பித்தளை அளவுத் திட்டமொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. Pஎன்பது யானைத் தந்தத்தினால் ஆக்கப்பட்ட பல்லின் உச்சியாகும். இதன் உச்சி அளவுத் திட்டத்தின் பூச்சியத்தைக் குறிக்கின்றது. ஆகவே அமுக்கத்தின் அளவீடு செய்யமுன் B இலுள்ள இரச மட்டமானது P இன் உச்சியைத் தொடும்வரை S என்னும் திருகினால் சரிசெய்யப்படும். V என்பது ஒரு வேணியர் அளவுத்திட்டம். இதன் அடி குழாயிலுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பைத் தொடும்வரை D என்னும் திருகினால் சரிசெய்யப்படும். பின்பு அளவுத்திட்டங்கள் C இலும் அல்லது I இலும் V இலுமிருந்து வளிமண்டல அமுக்கம் வாசிக் கப்படும். காலநிலையுடன் பாரமானி உயரமும் மாறும்.



படம் 152

பாரமானியின் உயரத்துக்குத் 'திருத்தம்'

பாரமானியில் வாசிக்கப்படும் அமுக்கம் பெரும்பாலும் ஒப்பிடும் நோக்குக்காக 0^0 C க்கும் கடல் மட்டத்தில் 45^0 அகலக் கோட்டுக்கும் குறைக்கப்படும். அவ்வாறு குறைக்கப்படும் அமுக்கம் H_0 சமீ. எனவும்

அவதானிக்கப்பட்ட அமுக்கம் t^0 C இல் H_t எனவும் இருப்பின் அமுக்கம் = hdg ஆனதால்

$$H_0 d_o g = H_t d_t g'$$

g என்பது 45^0 அகலக்கோட்டில் கடல் மட்டத்திலுள்ள புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும். g' என்பது பாரமானி உபயோகிக்கப்படும் இடத்தின் அகலக்கோட்டிலுள்ள புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலாகும்.

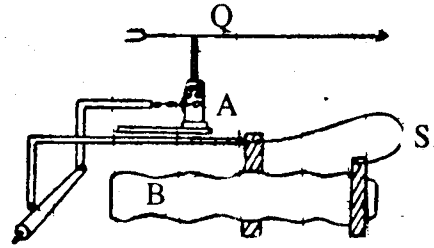
$$\therefore \quad H_0 = H_t \times \frac{d_t}{d_0} \times \frac{g'}{g}$$

$\frac{g'}{g}$ இன் பெறுமானம் நியம அட்டவணைகளிலிருந்து பெற்றுக் கொள்ளப்படும். $\frac{d_t}{d_0}$ என்னும் அடர்த்திகளின் விகிதம் $\frac{1}{1+\gamma t}$ இலிருந்து பெறப் படும். இங்கு γ இரசத்தின் உண்மை விரிவுக்குணகமாகும். மேலும் பித்தளை அளவுத்திட்டத்தில் அவதானித்த H_t என்னும் வாசிப்புக்குப் பித்தளை வெப்பநிலையுடன் அதிகரிப்பதால், திருத்தம் செய்யவேண்டி இருக்கின்றது. அளவுத்திட்டம் 0^0 C இல் சரியாக அளவீடு செய்யப்பட்டிருப்பின், t^0 C இல் அதன் நீளம் = $H_t(1 + \alpha .t)$ இங்கு α பித்தளையின் நீட்டல் விரிவுக்குணகம் ஆகும். ஆகவே இறுதியாகத் திருத்தப்பட்ட உயரம் H_0 வருமாறு தரப்படும்.

$$\text{அதாவது} \quad H_0 = H_t \frac{(1 + \alpha .t)}{1+\gamma t} \quad \frac{g'}{g}$$

இத்துடன் மேலும் வாசிப்பைச் செம்மைப்படுத்தின் இரசத்தின் மேற்பரப்பிழுவிசைக்கும் திருத்தம்செய்யவேண்டும்.

திரவமில் பாரமானி



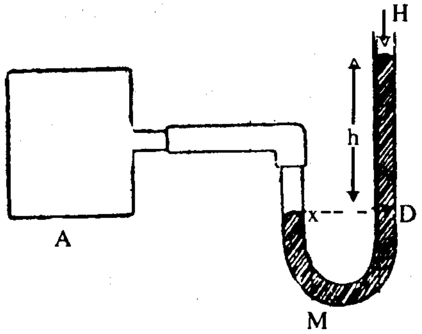
படம் 153

இப் பாரமானியில் ஒருவித திரவமும் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. இது Bஎன்னும் மேடுபள்ள உலோகப் பெட்டியைக் கொண்டுள்ளது. அத்துடன் பெட்டியிலுள்ள வளி ஏறத்தாழ முழுவதும் அகற்றப்பட்டுள்ளது. பெட்டி விழாதவாறு அதன் உச்சியானது S என்னும் வில்லுக்குப் படம் (153) இல் காட்டியவாறு தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வளிமண்டல அமுக்கம் மாறும்பொழுது பெட்டியின் அடியும் நுனியும் உள்நோக்கி அல்லது வெளிநோக்கி அசையும்.

ஒரு சிறு அசைவு, தொடுக்கப்பட்ட நெம்புகளின் தொகுதியொனறால் பெரிதாக்கப்படுகின்றது. இத்தொகுதி தண்டு A இனைச் சுற்றியுள்ள சங்கிலியை இழுக்கும். அப்பொழுது Qஎன்னும் காட்டி ஒரு அளவுத்திட்டதத்தின் மீது சுழலும். அளவுத்திட்டம் படம் (153) இல் காட்டப்படவில்லை. அளவுத்திட்டம் சதமமீற்றர் இரசத்தில் அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஒவ்வொரு 1000 அடி உயர்ச்சியின் போதும் வளிமண்டல அமுக்கம் ஏறத்தாழ 1cm இரசத்தால் குன்றும். ஆகவே திரவமில் பாரமானி ஆகாய விமானங்களில் உயரமானியாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. மலை ஏறிகளாலும் இது உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

வாயுவின் அமுக்கம்

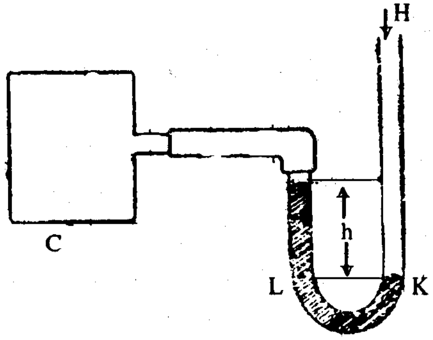


படம் 154

ஒரு வாயுவின் அமுக்கத்தை நீர் அல்லது இரசத்தைக் கொண்ட Uக் குழாயொன்றுக்குத் தொடுப்பதன் மூலம் அளவீடு செய்யலாம் (படம் 154). Mஎன்னும் அமுக்க மானியிலுள்ள இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவமட்டங்களின் வித்தியாசம் படம் (154) இல் காட்டியவாறு h எனின் வாயுவின் அமுக்கம், P=H+hdg ஆகும். இங்கு H வளிமண்டல அமுக்கமாகும். படம் (154) இல் காட்டியவாறு இரு புயங்களிலுமுள்ள திரவ மட்டங்களிருப்பின் வாயுவின் அமுக்கம்.

$$P = H - h_1 d g$$

படம் (154) இல் வாயுவின் அமுக்கம் வளிமண்டல அமுக்கத்திலும் பெரிதாகும். படம் (155) இல் வாயுவின் அமுக்கம் வளிமண்டல அமுக்கத்திலும் சிறிதாகும்.



படம் 155

உதாரணங்கள்:

1. $100cm^3$ கனவளவும் 588 கிராம் திணிவுமுடைய ஒரு கலப்பு உலோகம் இரும்பையும் அலுமினியத்தையும் கொண்டுள்ளது. இரும்பினதும் அலுமினியத்தினதும் சாரடர்த்திகள் முறையே 8 உம் 2.7 உம் ஆயின் கலப்பு உலோகத்தில் அவற்றின் விகிதங்களை (i) கனவளவிலும் (ii) நிறையிலும் காண்க.

(i) இரும்பினது கனவளவு V எனின் அலுமினியத்தின் கனவளவு 100 - V ஆகும்.

$\therefore$ $8V + 2.7(100 - V) = 588$

$8V + 270 - 2.7V = 588$

$5.3V = 318$

$V = \frac{318}{5.3} = \frac{3180}{53}$

$\therefore$ இரும்பின் கனவளவு $= 60\ cm^3 = 0.00006\ m^3$

எனவே அலுமினியத்தின் கனவளவு $= 40\ cm^3$

$= 0.00004\ m^3$

$\therefore$ இரும்பின் கனளவு : அலுமினியத்தின் கனவளவு = 3 : 2

(ii) $\therefore$ இரும்பின் கனவளவு $= 60\ cm^3$

$\therefore$ அலுமினியத்தின் கனவளவு $= 40cm^3$

இரும்பின் நிறை $= 60 \times 8 = 480$ கிராம் $= 0.48$ kg

அலுமினியத்தின் நிறை $= 40 \times 2.7 = 108$ கிராம் = kg 0.108kg

இரும்பின் நிறை : அலுமினியத்தின் நிறை = 480 : 108

= 40 : 9

2. ஒரு பொது நீரமானி அதன் தண்டின் நீளத்தில் 2cm மேல் நிற்க நீரிலும், 20cm மேல்நிற்க 1.2 சாரடர்த்தியுள்ள திரவத்திலும் மிதக்கின்றது. 1.1 சாரடர்த்தியுள்ள திரவத்தில் இது மிதக்கும்பொழுது திரவத்தின் மேல் நிற்கும் தண்டின் நீளம் என்ன?

நீரின் அடர்த்தியை W என்க.

பொது நீரமானியின் மொத்தக் கனவளவை Vcm^3என்க.

தண்டின் வெட்டுமுகப்பரப்பை $a\ cm^2$ என்க.

பொது நீராமானியின் நிறையை W கிராம் என்க.

நீரில் அமிழ்ந்த பாகத்தின் கவைளவு $= V - 2a$

1.2 சாரடர்த்தியுள்ள திரவத்தில் அமிழ்ந்த பாகத்தின் கனவளவு $= V - 20a$

1.1 சாரடர்த்தியுள்ள திரவத்தில் l cm திரவத்துக்குமேல் நிற்பின் நீரமாணியின் அமிழ்ந்த பாகத்தின் கனவளவு $= V - la$

எனவே $(V - 2a)\ w = W$ ------(1)

$(V - 20a)\ 1.2w = W$ ------(2)

$(V - la)\ 1.1\ w = W$ ------(3)

மேலும் $V - 2a = (V - 20a)\ 1.2$

$V - 2a = 1.2\ V - 24a$

$0.2V = 22a$

$V = 110a$

மேலும் $(V - 2a)\ w = (V - la)\ 1.1\ w$

$108a = (110 - l)\ a \times 1.1$

$108 = 121 - 1.1\ l$

$\therefore\ 1.1l = 13$

$$l = \frac{130}{11} = 11.8 \text{ cm} = 0.118 \text{ m}$$

(3)0.2m பக்கங்களையுடைய ஒரு கனவடிவத்தாங்கி 0.12m ஆழத்துக்கு நீரைக் கொண்டுள்ளது. 0.8 சாரடர்த்தியுள்ள ஒரு கனவடிவ மரத்துண்டு நீரில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் பக்கங்கள் 0.1m நீளமுடையன. தாங்கியின் அடியிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் அமுக்க அதிகரிப்பு என்ன? ($g = 10\ ms^{-2}$)

இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் நிறை = பொருளின் நிறை

$= 0.1 \times 0.1 \times 0.1 \times 0.8 \times 1000$

$= 0.8$ kg

$\therefore$ கனவளவு $= 0.0008\ m^3$

தாங்கியின் பரப்பு $= 0.2 \times 0.2$

$= 0.04\ m^2$

இடம்பெயர்க்கப்பட்ட நீரின் உயரம் $= \frac{0.0008}{0.04} = \frac{0.08}{4}$

$= 0.02$ m

$\therefore$ அமுக்க அதிகரிப்பு 0.02m உயர அதிகரிப்பினால் ஏற்பட்டது.

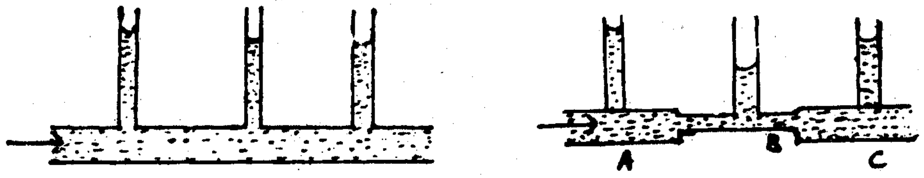
$\therefore$ அமுக்கத்தின் அதிகரிப்பு $= 0.02 \times 1000 \times 10$ நியூற்றன்கள்

$$= \frac{0.02 \times 1000 \times 10}{10}$$

$= 20\ kg / m^2$

பேணூயியின் சமன்பாடு

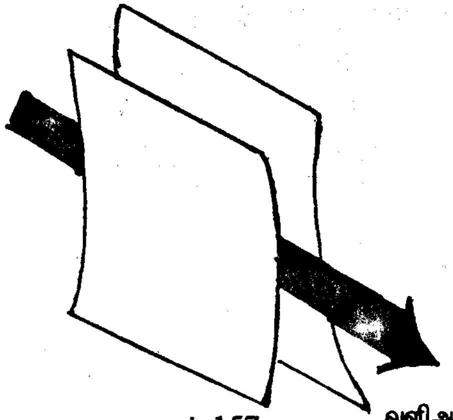
ஒரு பாயி ஓய்விலிருக்கும் பொழுது ஒரே கிடையான மட்டத்திலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் அமுக்கம் சமமாகும். ஆனால் இயங்கும் பாயிகளுக்கு இது பொருத்தமற்றதாகும்



(a) (b)

படம் 156

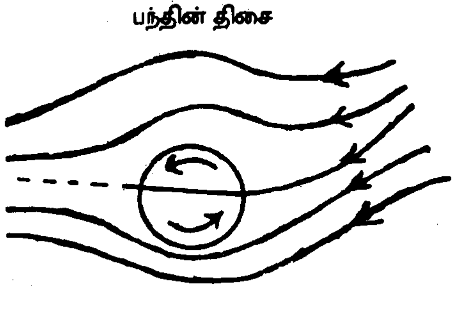
ஒரு திரவம் (a) ஒரு சீரான குழாய்க்கூடாகவும் (b) ஒடுங்கிய பகுதியைக் கொண்ட ஒரு குழாய்க்கூடாகவும் பாயும் பொழுது அதன் வெவ்வெறு புள்ளிகளிலுள்ள அமுக்கங்களின் உயரங்கள் படம் 156 (a) இலும் படம் 156 (b) இலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. (a) இல் அமுக்கவீழ்ச்சி குழாயின் வழியே உறுதியாக இருப்பதன் காரணத்தால் திரவத்தின் பிசபிசுப்புக்கெதிராக பாய்ச்சல் நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கின்றது. (b) இல் ஒடுங்கிய குழாய் Bப் பகுதியில் அமுக்கம் வீழ்ச்சியடைகின்றது. ஆனால் அகன்ற Cப் பகுதியில் அமுக்கம் மீண்டும் உயர்கின்றது. திரவம் அமுக்க முடியாததாயின் ஒரு குறித்தநேரததில் Bக் கூடாகச் செல்லும் திரவத்தின் கனவளவு Aக் கூடாக அதேநேரத்தில் புகுந்து சென்ற திரவத்தின் கனவளவுக்குச் சமமாகும். அதனால் B இனூடுபாயும் திரவத்தின் வேகம் A அல்லது C இனூடு பாயும் திரவத்தின் வேகத்திலும் பெரிதாகும். அதன் பிரகாரம் அமுக்கம் குறையவேகம் அதிகரிக்கிறதென்பது தெளிவாகின்றது. இதனை ஒரு சிறு பரிசோதனையால் வருமாறு காட்டலாம்.



படம் 157

இரு அருகருகே தொங்கும் கடதாசித் தாள்களைக் கருத்திற் கொள்க (படம் 157). வளி இவற்றிற் கிடையே ஊதப்படும் பொழுது கடதாசித் தாள்கள் ஒன்றாக உள்ளே அசைகின்றன. அதாவது வளியை இவற்றிற் கிடையே ஊதும் பொழுது அமுக்கம் வீழ்ச்சியடைகின்றது. அதனால் கடதாசித் தாள்கள்

படம் 157 இல் காட்டியவாறு உள்ளே அசைகின்றன.

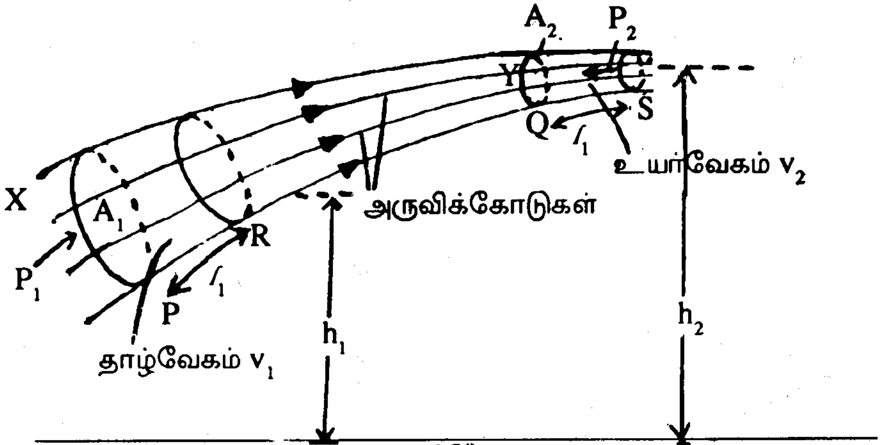


படம் 158

இவ்வாறு என்னுமொரு உதாரணமாகக் வளிக்கூடாக இயங்கும் ஒரு சுழலும் பந்தைக் கருத்திற் கொள்க. வளிப்பாய்சல் பந்தைச் சுற்றி ஒரு பகுதியில் மிகவும் வேகமாகவும் மற்றப் பகுதியில் குறைவாகவுமிருப்பதனாலாகும் (படம் 158). அதாவது பந்தின் ஒரு பகுதியில் தாழ் அமுக்கமும் உயர் வேகமும் மறு பகுதியில் உயர் அமுக்கமும் தாழ்வே கமும்ஏற்படுவதால் தாழ்வேகத் திலுள்ள உயர் அமுக்கம் பந்தை ஒரு பக்கத்துக்குத் தள்ளுகின்றது.

அமுக்கமும் வேகமும், பேணூயியின் தத்துவமும்.

1740ம் ஆண்டளவில் பேணூயி என்பவர் ஓர் அமுக்கமுடியாத பாயி இயங்கும் பொழுது அதன் வெவ்வேறு பகுதிகளில் அமுக்கத்துக்கும் வேகத்துக்கு மிடையேயுள்ள தொடர்பை பெற்றுள்ளார். பாயியின் பாகுநிலை புறக்கணிக்கத்தக்களவு மிகமிகச் சிறிதாயின் உராய்வுவிசைகள் இல்லாததன் காரணத்தால் ஒரு குழாயின் வழியே உறுதியாகப் பாயும் ஒரு கன அலகுப் பாயியில் அமுக்க வித்தியாசத்தினால் செய்யப்படும் வேலையானது ஒரு கனஅலகு பெறும் இயக்கச் சத்தி நயத்தினதும் அத்துடன் ஒருகன அலகு பெறும் நிலைப்பண்புச் சத்தி நயத்தினதும் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமனாகும்.



படம் 159

இப்பொழுது ஒரு பாயி ஒரு தூரத்திற் கூடாக இயங்கும்பொழுது அமுக்கத்தினால் செய்யப்படும் வேலை = விசை x நகர்ந்த தூரம் = (அமுக்கம் x பரப்பு) x நகர்ந்த தூரம் = அமுக்கம் x கனவளவு. இங்கு ஒரு சிறுநேரப்பாய்ச்சலின் போது பரப்பளவு மாறாததெனக் கொள்ளப்படுகின்றது. குழாயின் தொடக்கப்பகுதியில் அமுக்கம் p_1 ஆனதால் ஒரு கனஅலகுப் பாயியில் செய்யப்படும் வேலை p_1 ஆகும். மறுமுனையில் இதேபோன்ற ஒரு கனஅலகுப்பாயியில் செய்யப் படும் வேலை p_2 ஆகும். எனவே ஒரு கன அலகுப் பாயியில் செய்யப்படும் தேறிய வேலை = $p_1 - p_2$ ஆகும்.

ஒரு கனஅலகில் இயக்கச் சத்தி = ½ x ஒருகனஅலகுத்திணிவு x (வேகம்)^2 = ½ x ρ x (வேகம்)^2. இங்கு ρ பாயியின் அடர்த்தியாகும். எனவே V_2 வும் V_1 உம் முறையே குழாயின் இறுதி ஆரம்பவேகங்களாயின் ஒரு கனஅலகு பெற்றஇயக்கச்சத்தி = $\frac{1}{2}\rho(V_2^2 - V_1^2)$ ஆகும். மேலும் குழாயின் ஆரம்பப் பகுதியினதும் இறுதிப்பகுதியினதும் உயரங்கள் ஒரு குறித்த மட்டத்திலிருந்து முறையே h_1 உம் h_2 வும் ஆயின்

ஒரு கனஅலகு பெற்ற நிலைப்பண்புச்சத்தி = ஒரு கனஅலகின் திணிவு x
$$\times g \times (h_2 - h_1) = \rho g(h_2 - h_1)$$

எனவே சத்திக் காப்பின் பிரகாரம்.

$$p_1 - p_2 = \tfrac{1}{2}\rho(V_2^2 - V_1^2) + \rho g(h_2 - h_1)$$
$$\therefore p_1 + \tfrac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \tfrac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2$$
$$\therefore p_1 + \tfrac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h = \text{மாறிலி}$$

இங்கு பாயியின் எந்தப் பகுதியிலும் அமுக்கம் p உம் வேகம் V யுமாகும் இது பேணூயியின் சமன்பாடாகும்.

ஆகவே அமுக்கமுடியாததும் பாகுநிலை அற்றதுமான ஒரு பாயியின் அருவிக்கோட்டுப்பாய்ச்சலுக்கு அதன் எந்தப்பகுதியிலும் அமுக்கத்தினதும் ஒரு கனஅலகுக்குரிய இயக்கச் சத்தியினதும் ஒருகன அலகுக்குரிய நிலைப்பண்புச் சத்தியினதும் மொத்தக் கூட்டுத் தொகை அவ்விடத்திற்கு மாறாத தாகும். இதுவே பேணூயியின் தத்துவமாகும்.

மேலும் அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சல் கிடையாக இருப்பின் 'h' மாறாத தாகும்.

அதனால் $p + \frac{1}{2}\rho V^2$ = மாறிலி

பேணூயியின் சமன்பாட்டுக்கு ஓர் உதாரணம்

மேற்படம் 159 இல் X இன் வெட்டு முகப் பரப்பு $A_1 = 8cm^2$ ஆகவும், Y இன் வெட்டு முகப்பரப்பு $A_2 = 2cm^2$ ஆகவும் ஒவ்வொரு வெட்டு முகப்பரப்பிற்கூடாக அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலில் நீர் $800cm^3 s^{-1}$ வீதத்தில் செல்லின்

$$X\text{இல் நீரின் வேகம்} = \frac{\text{கனவளவு/s}}{\text{பரப்பு}} = \frac{800cm^3\,s^{-1}}{8cm^2} = 100cm\,s^{-1} = 1m\,s^{-1}$$

$$Y\text{ இல் நீரில் வேகம் முன்போல்} = \frac{800cm^3\,s^{-1}}{2cm^2} = 400cm\,s^{-1} = 4m\,s^{-1}$$

நீரின் அடர்த்தி $\rho = 1000kg\,m^{-3}$ எனவே அமுக்க வித்தியாசம் p ஆயின்

$$p = ½\,\rho(V_2^2 - V_1^2) = ½ \times 1000 \times (4^2-1^2) = ½ \times 1000 \times 15 = 7500\,Nm^{-2}$$
$$= 7.5 \times 10^3\,Nm^{-2}$$

h மீற்றரிலும் $\rho = 1000kg\,m^{-3}$ இலும் $g = 10ms^{-2}$ இலும் இருப்பின்

$p = h\,\rho\,g$ இலிருந்து

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{7.5 \times 10^3\,Nm^{-2}}{1000kgm^{-3} \times 10ms^{-2}}$$

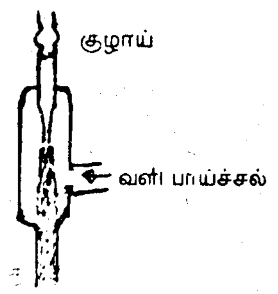
$$\therefore h = \frac{0.75N}{kg\,s^{-2}} = \frac{0.75kg\,ms^{-2}}{kg\,s^{-2}} = 0.75m$$

$\therefore$ அமுக்கத்தலை h = 0.75m நீர்

பேணூயியின் பிரயோகங்கள்

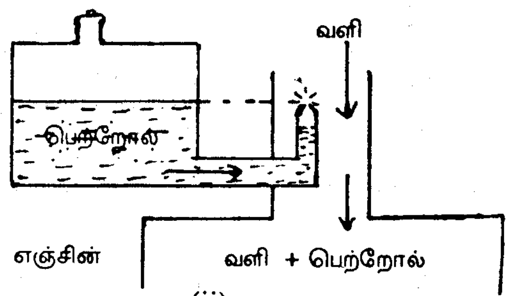
1. ஒரு புகையிரத மேடைக்குக்கிட்ட நிற்கும் ஒரு மனிதன் புகையிரதம் விரைவாகச் செல்லும்பொழுது ஓர் உறிஞ்சல் விளைவை அனுபவிக்கின்றான். மனிதனுக்கும் புகையிரதத்துக்குமிடையேயுள்ள விரைவாக அசையும் வளி ஓர் அமுக்கத்தாழ்வை உண்டாக்குகின்றது. அப்பொழுது மற்றப்பக்கத்திலுள்ள மேலதிகவளி மனிதனை புகையிரதத்தை நோக்கித் தள்ளுகின்றது.

2. வடி பம்பி



(i)

எஞ்சின் கார்புறேற்றர்



(ii)

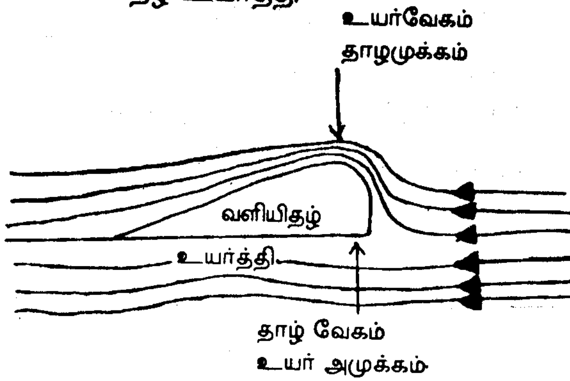
படம் 160

ஒரு வடிபம்பியின் மத்தியில் ஓர் ஒடுங்கிய பகுதியுண்டு இதற்கூடாகக் குழாயிலிருந்து வரும் நீர்த்தாரை வெகு விரைவாகச் செல்கின்றது (படம் 160) (i). அதனால் அப்பகுதிக்குக்கிட்ட தாழமுக்கம் உண்டாவதால் பாத்திரமொன்று தொடுக்கப்பட்ட பக்கக் குழாய்க்குள்ளால் வளி பாய்கின்றது. வளியும் நீரும் சேர்ந்து பம்பியின் அடித்தளத்திற் கூடாகத் தள்ளப்படுகின்றன.

இதே தத்துவத்தைக் கொண்டவை தான் வாகனங்களிலுள்ள எஞ்சின் கார்புறேற்றர்கள். இதன் தொழிற்பாடு (படம் 160-ii) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு சுற்றினது தொழிற்பாட்டின் கட்டத்தில் எஞ்சின் வளியை இழுக்கின்றது. இது பெற்றோல் தாங்கிக்குத் தொடுக்கப்பட்ட மூக்குக் குழாயைத் தாண்டி விரைவாகச் செல்கின்றது. அப்பொழுது மூக்குக்குழாயின் பகுதியில் தாழமுக்கம் உண்டாக்கப்படுகின்றது அப்பொழுது வளிமண்டல அமுக்கத்தால் தாங்கியிலிருந்து பெற்றோல் மூக்குக் குழாய்க்கூடாக வெளியே ஒரு சிறப்பான தெளிப்பாகத் தள்ளப்படுகின்றது. இவ்வாறு தள்ளப்படும் பெற்றோல் ஆவியாகி வளியுடன் கலந்து எஞ்சினுக்கு வேண்டிய வளி-பெற்றோல் கலவையைக் கொடுக்கின்றது.

மேலும் பூச்செடிகளுக்குத் தண்ணீர் விடுவதற்கு பூவாளிகளை உபயோகிக்கிறோம். இங்கு பூவாளியில் பொருத்தப்பட்ட பல துவாரங்களைக் கொண்ட மூடி வெகு விரைவாக நீரைத் தெளிப்பதற்கு ஏதுவாக இருக்கின்றது. இறப்பர்க்குழாய்களுக்கு மூக்குக்குழாய்களைப் பொருத்தி நீரை கார்களை, தரைகளைத் துப்பரவாக்குவதற்கு உபயோகிக்கின்றோம். அத்துடன் இறப்பர்க் குழாய்க்கூடாக வரும் நீரை விரைவாக்குவதற்கு அதன் துவாரத்தை கைவிரலால் சிறுகச் செய்து பாவிக்கின்றோம். இவையெல்லாம் பேணூயியின் தத்துவத்தை கொண்டவையாகும்.

3. வளியிதழ் உயர்த்தி



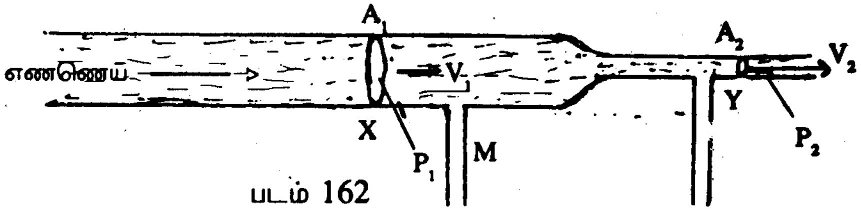
படம் 146

ஒரு வளியிதழின் வளைந்த பகுதி அதன் மேற்பரப்பின் மேலே கீழ் பரப்பினதிலும் பார்க்க விரைவாக வளி யோட்டத்தை உண்டாக்கு கின்றது (படம் 161). இது வளியிதழின் மேலேயுள்ள அருவிக்கொடுகள் கீழேயுள்ள திலும் பார்க்கமிகவும் நெருங்கி யிருப்பதைக் கொண்டு விளக்க முடிகின்றது பேணூயி யின் தத்துவத்தின்படி கீழேயுள்ள வளியமுக்கம் மேலேயுள்ள திலும்

பார்க்க உயர்வாக இருப் பதனால் வளியிதழை மேல் முகமாக உயர்த்துகின்றது. இவ்வாறான வளியிதழ்கள் விமானங்களின் இறகுகளிலும், சுழல்சக்கர அலகுகளிலும் ஒட்டுங்கருவிகளிலும் இருக்கின்றன.

4. வெந்தூர மானி

இம்மானி வாயுக்குழாய்களுக்கூடாகவும், எண்ணெய்க்குழாய்களுக்கூடாகவும் ஒரு செக்கனுக்குப் பாயும் வாயுவின் கனவளவை அல்லது எண்ணெயின் கனவளவை அளப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. படம் 162 இதன் தத்துவத்தை விளக்குகின்றது. ஓர் உறுதியான எண்ணெய்ப்



படம் 162

பாய்ச்சலைக் கொண்ட ஒரு கிடையான குழாயின் A_1 பரப்புடைய X என்னும் அகன்ற பகுதியையும் A_2 பரப்புடைய Yஎன்னும் ஒடுங்கிய பகுதியையும் இணைகின்றது M என்னும் ஒரு அமுக்கமானி. Y இலுள்ள வேகம் V_2 ஆனது X இலுள்ள வேகம் V_1 இலும் கூடுதலாக இருப்பதனால் Y இலுள்ள அமுக்கம் P_2 ஆனது X இலுள்ள அமுக்கம் P_1 இலும் பார்க்கக் குறைவாகும். அப்பொழுது அமுக்கமானியிலுள்ள ρ^1 அடர்த்தியுள்ள திரவத்தினது மட்டங்களின் வித்தியாசம் H ஆகும்.

X இல் அல்லது Y இல் ஒரு செக்கனுக்குப் பாயும் எண்ணெயின் கனவளவை Q எனக. எனவே $Q = A_1V_1 = A_2V_2$ ஆகும்
பேணூயியின் தத்துவத்தின் படி எண்ணெயின் அடர்த்தி ρ ஆயின்

$$P_1 + \tfrac{1}{2}\rho V_1^2 = P_2 + \tfrac{1}{2}\rho V_2^2$$

எனவே $P_1 - P_2 = H\rho^1 g = \tfrac{1}{2}\rho V_2^2 - \tfrac{1}{2}\rho V_1^2$

$$\therefore P_1 - P_2 = H\rho^1 g = \tfrac{1}{2}\rho\left(V_2^2 - V_1^2\right) \quad \text{—————} (1)$$

ஆனால் $V_2 = \dfrac{Q}{A_2} \quad = \quad V_1 \quad \dfrac{Q}{A_1}$

(1) இல் இவற்றை V_2 க்கும் V_1க்கும் பிரதியிடும் போழுது

$$Hp\,^1 g = \tfrac{1}{2}\rho\left(\frac{Q^2}{A_2^2} - \frac{Q^2}{A_1^2}\right) = \tfrac{1}{2}\rho Q^2\left(\frac{A_1^2 - A_2^2}{A_1^2\ A_2^2}\right)$$

$$\therefore Q = \sqrt{\frac{2H\rho^1 g\ A_1^2\ A_2^2}{\rho\left(A_1^2 - A_2^2\right)}} \quad \text{—————} (2)$$

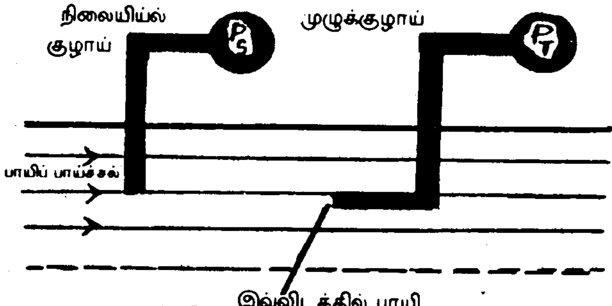
(2) இலிருந்து Q காணப் படும்.
மேற்சமன்பாடு (i) ஒரு வாயுக்கு (ii)ஒரு பாரமான எண்ணெய்க்கு (iii) ஒரு விரைவான பாய்ச்சலுக்கு பொருத்தமாற்றதாகும்.

5. பீற்றோ நிலையியல் குழாய்

திறந்த பாயிகளின் பாய்ச்சல் கதி காண்பதைக் கருத்திற் கொள்க. உதாரணமாக ஒரு ஆற்றின் பல்வேறு ஆழங்களில் பாய்ச்சல் கதியை காணவேண்டு மெனக்கொள்க. இக்கட்டத்தில் முழுஅமுக்கம், நிலையியல் அமுக்கம் என்பவற்றை விளங்கிக் கொள்ளல் வேண்டும் ஆகவே ஒரு புள்ளியிலுள்ள முழு அமுக்கம் (P_T)என்பது பாய்ச்சலுக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்படும் ஓர் ஓய்விலுள்ள சிறு மேற்பரப்பில் உகுற்றப்படும் அமுக்கமாகும் ஒரு புள்ளியிலுள்ள நிலையியல் அமுக்கம் (P_S)என்பது பாய்சலுக்குச் சமாந்தரமாக வுள்ள ஒரு சிறு மேற்பரப்பில் உகுற்றப்படும் அமுக்கமமாரும்..

ஒரு குறிப் பிட்ட புள்ளியில் முழு அமுக்கம் ஆனது பாய்ச்சலின் பாதையில் செங்குத்தாக வைக்கப் படும் பேற்பரப்பில் பாயியின் மோதல் காரணமாக நிலையியல் அமுக்கத்திலும் பெரிதாகும். முழு அமுக்கத்துக்கும் நிலையியல் அமுக்கத்துக்கு முள்ள வித்தியாசம் பாயியின் கதியில் தங்கியுள்ளது.

பாயியின் முழு, நிலையியல் அமுக்கங்களை அளத்தல்



படம் 163

படம் 163 ஒவ்வொரு அமுக்கம் எவ்வாறு அளக்கப்படும் என்பதைக் காட்டுகின்றது. இரு அமுக்கக்குழாய்களும் ஒரே மட்டத்திலுள்ள அருவிக் கோட்டில் இருக் கின்றன. முழுக்குழாயின் நுனியிலுள் ளபாயி ஓய்விலிருப்பதனால் அந்நுனியில் பாயிக்கதி $V_T = O$ ஆகும் பாயி, நிலையியல் குழாயை $V_S=V$ என்னுங் கதியில் கடக்கின்றது. Vஆனது குழப்பமடையாத பாயிக் கதியாகும். இங்கு கிடையான பாய்ச்சலுக்கு பேணூயியின் சமன்பாட்டை பிரயோகிப்பின்.

$$P_S + \tfrac{1}{2}\rho V_s^2 = P_T + \tfrac{1}{2}\rho V_T^2$$

எனவே $P_S + \tfrac{1}{2}\rho V_s^2 = P_T$

$$\therefore V = \sqrt{\frac{2(P_T - P_S)}{\rho}} \quad \text{ஆகும்.}$$

மேலும் இயக்கவியல் அமுக்கம் எனபது பாயியின் இயக்கத்தினால் ஆனதாகும். ஆகவே ½ ρV^2 இயக்கவியல் அமுக்கமாகும்.

இயக்கவியல் அமுக்கம் = முழுஅமுக்கம் - நிலையியல் அமுக்கம்.

உத்திக்கணக்கு

1) ஒரு அமுக்கமானி பொருத்தப்பட்ட பிற்றோ நிலையியல் குழாய் ஒருவள்ளத்தின் கதியை அளக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றது. வள்ளத்தின் கதி $20ms^{-1}$ ஐ மிஞ்ச இயலாத எனக்கொண்டு அமுக்கமானியிலுள்ள அதி உயர் அமுக்கத்தைக் காண்க. கடல் நீரின் அடர்த்தி $1050kgm^{-3}$ எனக் கொள்க.

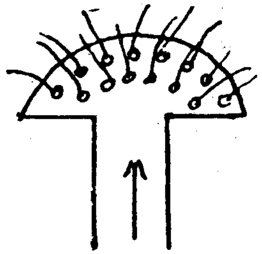
$V = 20ms^{-1}$, $\rho = 1050\ kgm^{-3}$

$$\tfrac{1}{2}\rho V^2 = \tfrac{1}{2} \times 1050 \times 20 \times 20$$
$$= 210000\ Pa$$
$$= 210\ KPa$$

எனவே அமுக்கமானியின் அதிஉயர் அமுக்கம் 210 KPa ஆகும்.

பாயிப் பாய்ச்சல் கணிப்புக்கள்

1) ஒரு தெளிப்புத் தோட்ட வாளி 150 சிறிய துவாரங்களைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொன்றினதும் பரப்பு $2.0mm^2$ (படம் 164) நீர் $3.0\times10^{-3}ms^{-1}$ வீதத்தில் வழங்கப்படின் தெளிக்கும் சராசரிவேகத்தைக் காண்க.



படம் 164

தெளிகருவியிலிருந்து ஒரு செக்கனுக்கு வெளியேறும் நீரின் கனவளவு

$= 3 \times 10^{-3} m^3 s^{-1}$

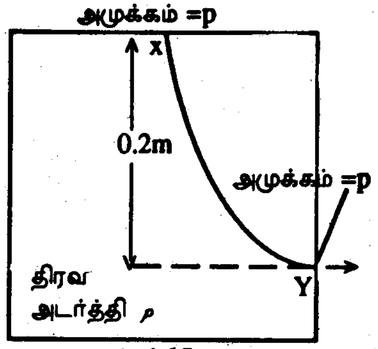
= தெளிகருவித்துவாரங்களின் மொத்தப் பரப்பு xதெளிப்பின் சராசரிவேகம்.

$= 300 \times 10^{-6} m^2 \times$ தெளிப்பின் சராசரிவேகம்.

∴ தெளிப்பின் சராசரிவேகம் $= \dfrac{3 \times 10^{-3} m^3 s^{-1}}{300 \times 10^{-6} m^2}$

$= 10\ ms^{-1}$

2) ஒரு பெரிய வெட்டுமுகப்பரப்புடைய தாங்கியொன்றின் ஒரு பக்கத்திலுள்ள துவாரத்திலிருந்து வெளியேறும் திரவத்தின்வேகத்தைக் கணிக்க. துவாரம் மேற்பரப்பிலிருந்து 0.2m கீழேயுளதெனவும் $g = 10\ ms^{-2}$ எனவுங் கொள்க. திரவம் அமுக்கமுடியாததும் பாகுநிலையற்றதும் உறுதிப்பாய்ச்சலையுடைய தெனவுங் கொள்ளல்வேண்டும். அவ்வாறாயின் பேணூயியின் சமன் பாட்டை X,Y என்னும் அருவிக்கோட்டின் புள்ளிகளான X, Y இல் பிரயோகிக்கலாம்.



படம் 165

X இல் அமுக்கம், உயரம், வேகம்
P_X. h_X., V_X எனவும்
Y இல் அமுக்கம், உயரம், வேகம்
P_Y. h_Y. V_Y எனவுங் கொள்ளப்படின்
பேணூயியின் சமன்பாட்டின் படி

$$P_X + h_X\rho g + \tfrac{1}{2}\rho V_X^2 = p_y + h_y\rho g + \tfrac{1}{2}\rho V_Y^2 \quad (1)$$

X இலும் Yஇலும் அமுக்கங்கள் வளிமண்டல அமுக்கமாகும்

$\therefore\ P_X = P_y = p$

மேலும் Yஇலிருந்து உயரங்கள் அளக்கப்படுவதால் $h_X = 0.2m.\ h_Y = 0$

அத்துடன் தாங்கி அகலமானதாக இருப்பதால் மேற்பரப்பின் வீழ்ச்சி வீதம் திரவவெளியேறும் வீதத்துடன் ஒப்பிடும் பொழுது புறக்கணிக்கத் தக்கதாகும்.

எனவே $V_X = 0,\ V_Y = V$ (வேளியேறும் வேகம்)

இவற்றை (1) இல் பிரதியிடும் பொழுது.

$$P + 0.2 \times 10 \times \rho + O = P + O + \tfrac{1}{2}\rho V^2$$
$$\therefore\ \tfrac{1}{2}\rho V^2 = 0.2 \times 10 \times \rho$$
$$\frac{V^2}{2} = 2$$
$$V^2 = 4$$
$$\therefore\ V = 2ms^{-1}$$

வினாக்கள்

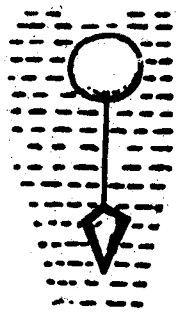
1. ஆக்கிமிடீசின் தத்துவத்தைக் கூறுக.

$850\ kg\ m^{-3}$ அடர்த்தியுடைய பிளாத்திக்குத் திரவியத்தினால் செய்யப்பட்ட 20cm நீள உருளையொன்று அதன் அச்சுவழியே நீளம் முழுவதையும் ஆக்கிரமிக்கும், 1cm ஆரையுடைய உருளைத் துளையொன்றைக் கொண்டுள்ளது. $1000kgm^{-3}$ அடர்த்தியுடைய நீரில் இவ்வுருளை அதன் அச்சு நிலைக்குத்தாக இருக்கும் வண்ணம் மிதக்கிறது. அமிழ்த்தப்பட்ட ஆழத்தைக் கணிக்க.

இத்துளையினுள் $800kg\ m^{-3}$ அடர்த்தியுடைய எண்ணெய் மெதுவாக ஊற்றப்படுமாயின், துளையை மேல்முனை வரை நிரப்புவதற்குத் தேவையான எண்ணெயின் கனவளவைக் காண்க.($g = 10ms^{-2}$)

(விடை: 17cm ; 47.12 cm^3)

2. படம் (166) இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு திணிவு 8kg ஐ உடையதும் உட்குழி ஒன்றைக் கொண்டதுமான உலோகப் பொருள் ஒன்று நீட்டமுடியாத இலேசான இழைஒன்றினால் காற்றுச் செலுத்தப்பட்ட கோளவடிவ இறப்பர்ப் பலூன் ஒன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பலூனின் ஆரை 10cm ஆக இருக்கும் போது இத்தொகுதி ஆழமான ஏரி ஒன்றில் மட்டுமட்டாக மிதக்கின்றது. உலோகத்தின் அடர்த்தி $8000kgm^{-3}$ உம் நீரின் அடர்த்தி $1000kgm^{-3}$ உம் ஆகும்.



படம் 166

(i) பலூனின் திணிவைப் புறக்கணித்து உலோகப் பொருளில் உள்ள குழியின் கனவளவைக் காண்க. (விடை: $0.00281m^3$)

(ii) இழையில் இழுவையைக் கணிக்க. (விடை: 4.19 kg)

(iii) பலூனுக்குச் சிறிய தள்ளுகை ஒன்றைக் கீழ்நோக்கிக் கொடுத்தால், கணிதக் கோவைகள் எவற்றையும் பெறாமல் இத்தொகுதியின் அடுத்துள்ள இயக்கத்தைத் தெளிவாக விளக்குக.
(விடை: இழை முதல் தொய்யும், அதனால் பொருள் இழைஇறுக்கமாக வரும்வரை கீழே செல்லும்.)

3. ஆக்கிமிடீசின் தத்துவத்தைக் கூறி ஒரு பரிசோதனை அல்லது அறிமுறை நிரூபணம் இதற்குத்தருக. ஒரு தரப்பட்ட சோதனைக் குழாயின் நிறை 10 கிராம். அதன் விட்டம் 2cm யும் முழுநீளமும் 15cm உமாகும். 0.7 சாரடர்த்தியுடைய திரவத்தில் சோதனைக்குழாய் நிலைக்குத்தாகவும் அதன் திறந்தமுனை நீரினது மேற்பரப்பின் மட்டத்து டனும் மிதக்கச் செய்வதற்கு அதற்குள் விடவேண்டிய இரசத்தின் நிறையைக் காண்க. சோதனைக் குழாய் உருளையும் அதன் ஒருமுனை அரைக்கோள வடிவினதெனவும் கொள்க. (விடை: 0.022 kg)

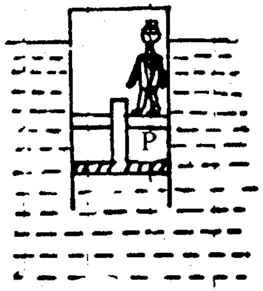
4. ஒரு நீரமானியின்கொள்கையையும் விபரங்களையும்விளக்குக. சீரான விட்டமுடைய தண்டையும் சுமையேற்றப்பட்ட குமிழையும் கொண்ட ஒரு பொது நீரமானியின் கனவளவு தண்டில் குறிக்கப்பட்ட அடையாளம் 1.00 வரை $25cm^3$ ஆகும். தண்டின் நீளம் அடையாளம் 1.00க்கும் 0.90க்குமிடையே 10cm. ஆகும். தண்டின் வெட்டுமுகப்பரப்பைக் காண்க. (விடை: $0.278cm^2$)

5. ஒரு பொது நீரமானி நீரின் மேற்பரப்பிற்கு மேல் அதன் தண்டின் நீளத்தில் 5cm உம், 1.1 சாரடர்த்தியுடைய உப்புக்கரைசலின் மேற்பரப்பிற்குமேல் 9.5cm. உம் நிற்க மிதக்கின்றது. நீரமானி 1.15 சாரடர்த்தியுடைய திரவத்தில் மிதக்கும் பொழுது இதன்மேற்பரப்புக்கு மேல் நிற்கும் தண்டின் நீளத்தைக் கணிக்க. (விடை: 11.46cm)

6.சீரான வெட்டுமுகப்பரப்புடையதும் நேரானதுமான மரப் பலகை நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்கின்றது. பின்பு பலகையின் ஒரு முனையில் கட்டப்பட்ட இழையினால் அம்முனை நீரின் மேற்பரப்புக்கு மேல் உயர்த்தப்பட்டுள்ளது. ஏன் இழை நிலைக்குத்தாக இருக்கும்? மரப்பலகையின் சாரடர்த்தி 0.75 ஆயின் (a) பலகை சாய்ந்த நிலையில் இருக்கும்பொழுது பலகையின் நீளத்தின் என்னபின்னம் அமிழ்ந்திருக்கும்? (b)பலகையின் நிறை சார்பாக இழையின் இழுவையையும் காண்க. (விடை: (a) ½ வாசி நீளம் (a) நிறையின் ½ வாசி)

7. பொது நீரமானியையும் அதனை அளவீடு செய்யும் முறையையும் விவரிக்க, பிரித்தெடுக்கத்தக்க சுமையொன்றை மேல்முனையில் காவும் பொது நீரமானி கடல் நீரிலிருந்து நீரில் மாற்றிவைக்கப்பட்ட போது x cm அமிழக்காணப்பட்டது. சுமை பிரிக்கப்பட்டதும் அது y cm ஏறியது. கடல் நீருக்கு மாற்றப்பட்டதும், அது மேலும் z cm ஏறியது. கடல் நீரின் சாரடர்த்தியைக் காண்க. [விடை $\frac{y}{x+y+z}$]

8. ஆக்கிமிடீசின் தத்துவத்தைக் கூறுக.படம் (167) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல தனது திறந்த முனையில் பொறிமுறை மூலம் செயற்படும் முசலம் (P) ஒன்று பொருத்தப்பட்ட மெல்லிய சுவருடனான பெரிய உருளை வடிவப் பாத்திரமொன்று மாதிரிகளைச் (SPECIMENS)சேகரிப்பதற்காக நபரொருவரைக் கடற்படுக்கைக்கு அனுப்பப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. இப்பாத்திரத்தினுள் உள்ள நீர் மட்டத்தை முசலத்தை உயர்த்து வதன் மூலமும் பதிப்பதன் மூலமும் செப்பஞ்செய்யலாம். இப் பாத்திரத்தின் உட்பகுதியிலுள்ள வளி அமுக்கமானது எல்லா வேளையிலும் உள் வளிப்பம்புத் தொகுதியொன்றினால், வளிமண்டல அமுக்கத்தில் நிலைநிறுத்தப்படுகிறது.



படம் (167)

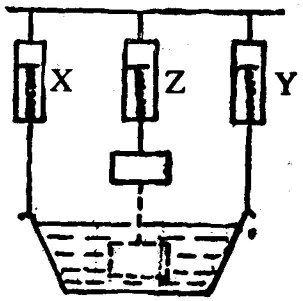
(i) இப்பாத்திரம் கடலில் விடப்படும்போது, இப்பாத்திரத்தினுள் சிறைப்பட்ட வளியினது கனவளவு $2m^3$ ஆகக் காணப்படுவதுடன், படம்(167) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல இச்சிறைப்பட்ட வளிக்கனவளவின் $\frac{1}{10}$ மடங்கு கடல் மட்டத்துக்கு மேல் இருக்கும் வகையில் இப்பாத்திரம் மிதப்பதாகவும் காணப்படுகிறது. இப்பாத்திரத்தினதும் அதன் உள்ளடக்கங்களினதும் நிறையைக் காண்க. (நீரின் அடர்த்தி $1000kgm^{-3}$) [விடை : 1800kg]

(ii) இம்முசலத்தின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு $0.75m^2$ ஆயிருப்பின் இப்பாத்திரத்தை மூழ்கச் செய்வதற்கு இப்பாத்திரத்தின் உட்பகுதியிலுள்ள நீர்மட்டம் ஆகக் குறைந்தது எவ்வளவினால் உயர்த்தப்படவேண்டும்.
(விடை : 0.27m)

(iii) கடற்படுக்கையில் இப்பாத்திரத்தினுள் மாதிரிகள் சேகரிக்கப்பட்ட பிறகு, இப்பாத்திரத்தை எழும்பச்செய்வதற்கு அதிலிருந்து ஆகக்குறைந்தது, $0.05m^3$ நீரை வெளியேற்ற வேண்டியிருப்பதாகக் காணப்படுகிறது. சேகரிக்கப் பட்ட மாதிரிகளின் திணிவைக் காண்க. [விடை : 50kg]

(iv) இக்கடலானது 500m ஆழமுடையதாயின் இப்பாத்திரத்தை மேற்பரப்புக்கு அசையச் செய்வதற்கு இம்முசலத்தின் மீது செய்யப்படவேண்டிய இழிவுவேலை எவ்வளவு? பிசுபிசுப்பு விளைவுகளைப் புறக்கணிக்க. [விடை : $2.5 \times 10^5 J$]

9. திரவமொன்றில் சீரான உருளைப் பொருளொன்றை நிலைக்குத்தாக மிதக்கச் செய்வதை விடக்கிடையாக மிதக்கச் செய்வது எளிதானது ஏனென விளக்குக. இவ்வுருளையை எவ்விதம் நிலைக்குத்தாக மிதக்கச் செய்யலாம். இவ்வகை உருளை ஒன்றை எவ்விதம் திரவமொன்றின் சாரடர்த்தியை அளவிடப் பாவிக்கலாமென விவரிக்குக.



படம் 168

படம் (168) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல நீர்த்தட்டொன்று X, Yஎன்ற இரு விற்றராசுகளிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. வெண்கலக்குற்றியொன்று மூன்றாவது தராசு Zஇலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. X, Y ஆகிய ஒவ்வொன்றும் 1kg ஐ வாசிக்கையில் Z ஆனது 1.2kgஐ வாசிக்கிறது. வெண்கலக் குற்றியைத் தாங்கும் இழையானது, புள்ளிக்கோடுகளினால் காட்டப் பட்டுள்ளது போல வெண்கலக்குற்றி நீரில் முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும் வகையில் படிப்படியாக நீட்டப்படும்போது, தராசு Z ஆனது 0.08kg ஐ வாசிக்கிறது X, Y ஆகியவற்றின்

புதியவாசிப்புக்களைக் காண்க. [விடை x= 1.2kg, y=1.2kg]

இவ் வெண்கலமானது முறையே $9 \times 10^3 kgm^{-3}, 7 \times 10^{-3} kgm^{-3}$ என்ற அடர்த்திகளையுடைய செப்பைக் கொண்டும் நாகத்தைக் கொண்டும் செய்யப்பட்டிருப்பின் இவ்வெண்கலக் குற்றியிலுள்ள நாகத்தினது திணிவைக் காண்க. நீரின் அடர்த்தி $10^3 kgm^{-3}$ ஆகும்
(விடை: நாகத்திற்கு கருத்துடைய திணிவு பெறமுடியாது)

பல்தேர்வு வினாக்கள்

1. 2kg திணிவையும் 2 இலீற்றர் கனவளவையுமுடைய திண்மப் பொருளொன்று இழையொன்றினால் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இப்பொருளின் கனவளவின் அரைப்பங்கானது நீரில் அமிழ்த்தப்படும் பொழுது இழையிலுள்ள இழுவை எவ்வளவாகும்?

1) 0N 2) 1 gN 3) 2gN 4) 3gN 5) 4gN

2. ஒரு முகவை எண்ணெயையும் நீரையும் கொண்டுள்ளது. இவற்றின் இடைமுகத்தில் மரக்குற்றியொன்று மிதக்கின்றது. இக்குற்றியின் V_1, V_2 எனும் கனவளவுகள் முறையே எண்ணெயினுள்ளும் நீரினுள்ளும் இருக்கின்றன. எண்ணெயினதும் நீரினதும் அடர்த்திகள் முறையே d_1 d_2 ஆயின், குற்றியின் திணிவு

1) $(V_1 d_1 + V_2 d_2)$ 2) $(V_2 d_2)$ 3) $(V_1 + V_2) d_2$

4) $\left[V_1 + V_2 \frac{(d_1 + d_2)}{2}\right]$ 5) $V_1 d_1$

3. பரவினின் அடர்த்தி $800 kgm^{-3}$ ஆயின் பின்வரும் கூற்றுக்களில் எது உண்மையானதன்று?

1) 1 கனமீற்றர் பரவினின் திணிவு 800 கிலோகிராம்.
2) 1கனசதமமீற்றர் பரவினின் திணிவு 0.8 கிராம்.
3) 800 கிலோகிராம் பரவின் 1 லீற்றர் கனவளவை இடங்கொள்ளும்.
4) 0.8 கிராம் பரவின் 1 மில்லிலீற்றர் கனவளவை இடங்கொள்ளும்.
5) 1 லீற்றர் பரவின் 800 கிராம் திணிவை உடையது.

4. வெட்டுமுகப்பரப்பு A யையும் உயரம் h மீற்றரையும் கொண்ட ஓர் உருளையானது அதன் அச்சு நிலைக்குத்தாகவும் திறந்த முனை கீழ்ப்புறமாகவும் இருக்குமாறு ஒரு குளத்தினுள் மெதுவாக இறக்கப்படுகிறது. வளியமுக்கம் h_0 மீற்றர் நீருக்குச் சமனாகும். உருளையினுள்ளிருக்கும் நீர் மட்டமானது குளத்தின் நீர்மட்டத்திற்கு $\frac{h_0}{3}$ மீற்றர் கீழே இருக்குமானால் உருளையினுள்ளிருக்கும் வளி நிரலின் உயரம் என்ன?

1) $\frac{h}{3}$ 2) $\frac{2h}{3}$ 3) $\frac{3h}{4}$ 4) $\frac{2h_0}{3}$ 5) $\frac{3h_0}{4}$

5. அற்ககோலும் (சாரடர்த்தி 0.75) நீருமுள்ள கலவை யொன்று 0.80 சாரடர்த்தியைக் கொண்டுள்ளது. கலக்கும் போது ஏற்படக்கூடிய கனவளவு மாற்றமெதுவும் புறக்கணிக்கப்படின் அற்ககோலினதும் நீரினதும் கனவளவு விகிதம்.

1) 1 : 4 2) 3 : 4 3) 4 : 5 4) 15 : 16 5) 4 : 1

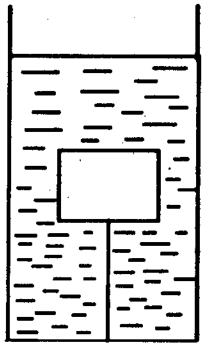
6. வெட்டுமுகப்பரப்பு $0.008m^2$ ($80cm^2$) உடைய ஒரு முகவை 0.1m (10cm) உயரத்திற்கு நீரினால் நிரப்பப்பட்டு ஒரு அமுக்கத் தராசின் மேல் வைக்கப்படும்போது தராசு 0.820kg வாசிப்பைக் காட்டுகின்றது. இப்போது நீர்மட்டம் 0.001m (0.1cm) ஆல் உயரும்வரை விரலொன்று நீரினுள் புகுத்தப்பட்டால் தராசு காட்டும் வாசிப்பு

1) 0.812 kg 2) 0.820 kg 3) 0. 824 kg 4) 0. 828 kg 5) 0.836 kg

7. 20m ஆழமுடைய ஏரியொன்றின் அடிப்பகுதியில் V கனவளவுடைய வளிக்குமிழ் ஒன்று உருவாகிறது. வளிமண்டல அமுக்கம் 10m நீரினது அமுக்கத்துக்குச் சமானமாயிருப்பின் இவ் வளிக்குமிழியின் கனவளவு

1) மேற்பரப்பை அடயும் போது $3V/_2$ ஆக வரும்
2) பேற்பரப்பை அடையும் போது 2V ஆக வரும்
3) மேற்பரப்பை அடையும் போது V ஆக வரும்
4) 10 மீற்றர் உயரும் போது 2V ஆக வரும்
5) 10 மீற்றர் உயரும் போது $3V/_2$ ஆக வரும்

8. ஒரு பனிக்கட்டிக் குற்றி முகவையின் அடிக்குக் கட்டப்பட்டுள்ள இழையொன்றினால் நீருக்குள் முற்றாக அமிழ்ந்திருக்கும் வகையில் கட்டிவைக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பனிக்கட்டி உருகும் போது முகவையிலுள்ள நீர்மட்டம் (படம்169)



படம்169

1) மேலெழும் 2) வீழ்ச்சியடையும் 3) மாறாதிருக்கும்
4) முதலில் மேலெழுந்து பின்னர் வீழ்ச்சியடையும்
5) முதலில் வீழ்ச்சியடைந்து பின்னர் மேலெழும்

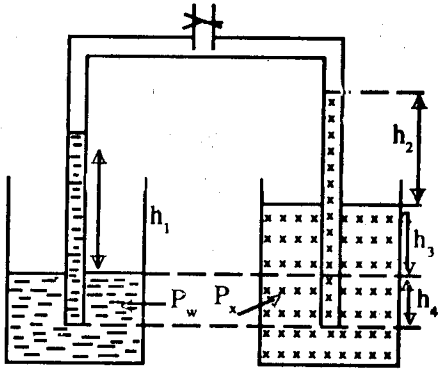
9. W நிறையுடைய திண்ம அரைக்கோளப் பொருளொன்று அதனது தட்டைப்பரப்பு கீழ்முகமாக h ஆழத்தில் இருக்க d அடர்த்தியுடைய திரவமொனறினுள் அமிழ்ந்திருக்கத்தக்கதாக ஓர் இழையினால் தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. இவ்விழையின் இழுவை T ஆகவும் தட்டைப்பரப்பினது பரப்பளவு A ஆகவும் இருபின், இப்பொருளின் வளைந்த பரப்பின் மீது திரவத்தினால் ஏற்படுத்தப்படும் விளையுள் விசையினது பருமன்

1) W + T + Ahdg 2) W - T + Ahdg 3) W - T - Ahdg
4) - W + T + Ahdg 5) - W - T + Ahdg

10. $900kgm^{-3}$ அடர்த்தியுடைய பனிக்கட்டி குற்றி ஒன்று $1000kgm^{-3}$ அடர்த்தி உடைய நீரில் மிதக்கின்றது. 2kg நிறையை உடைய பறவை ஒன்று இப்பனிக்கட்டியின் குற்றியின் மீது அமிழ்ந்துவிடாமல் அமர்வதற்கு இக்குற்றி கொண்டிருக்க வேண்டிய இழிவுக் கனவளவு

1) $\frac{1}{100}m^3$ 2) $\frac{1}{50}m^3$ 3) $\frac{1}{20}m^3$ 4) $2m^3$ 5) $20m^3$

11. எயரினாய்க் கருவியொன்றின் குழாய்களில் ஒன்று அடர்த்தி P_w உள்ள நீரிலே அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. அதன் குழாய் அடர்த்தி P_X உள்ள ஒரு திரவம் X இல் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது T யில் உறிஞ்சல் பிரயோகிக்கப்படும் போது குழாய்களில் உள்ள நீர் திரவமட்டங்ங்கள் படம் (170) இற்காட்டப் பட்டுள்ள வாறு மேலெழுகின்றன திரவம் X இன் இடர்த்தி P_X சமன்



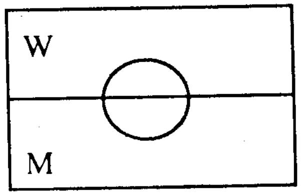
படம் 170

1) $\frac{h_1 P_w}{h_2 + h_3}$ 2) $\frac{h_1 P_w}{h_2}$ 3) $\frac{(h_1 - h_4)P_w}{h_2 + h_3 + h_4}$ 4) $\frac{(h_1 + h_2) P_w}{h_2}$ 5) $\frac{h_1 P_w}{h_2 + h_3 + h_4}$

12. $200kgm^{-3}$ அடர்த்தியுடைய ஒரு பொருளைக் கொண்டு ஆக்கப்பட்ட தக்கையொன்று $1000kgm^{-3}$ அடர்த்தியுடைய நீரில் மிதக்கிறது. இத்தக்கையினது நீரில் அமிழாத கனவளவினது பின்னம்

1) 1/5 2) 1/4 3) 2/5 4) 1/2 5) 4/5

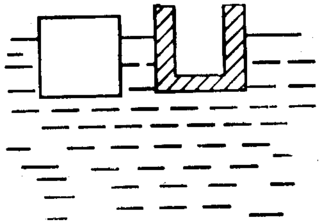
13. $4.0 \times 10^{-4}\ m^3$ கனவளவைக் கொண்ட உலோகப் பந்தொன்று இரச (M) - நீர் (W) இடைமுகத்தில் படம் (171) இல் காட்டியவாறு அதன் ஒரு அரைப்பகுதி இரசத்தினுள் அமிழ்ந்திருக்கும் வகையில் மிதக்கின்றது. இரசத்தினதும் நீரினதும் அடர்த்திகள் முறையே $1.36 \times 10^4 kgm^{-3}$, $1.0 \times 10^3 kgm^{-3}$ ஆயிருப்பின் வளியில் இப்பந்தினது நிறை



படம் 171

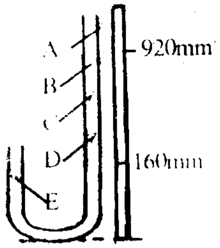
1) 2.526kg 2) 2.720kg 3) 2.920kg 4) 5.360kg 5) 5.840kg

14. உருளை வடிவமரக்குற்றி ஒன்ற நீரிலே அதன் நீளம் (l) இன் 3/4 ஆனது நீரின் பரப்புக்குக் கீழே இருக்குமாறு மிதக்கின்றது. இம் மரக்குற்றிக்குச் சர்வசமனான மரக்குற்றி ஒன்றிலிருந்து செய்யப் பட்ட மரப்பாத்திரம் ஒன்று அதன் நீளம் (l) இன் 1/2 ஆனது உருவிற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு நீரினுள்ளே இருக்குமாறு மிதக்கக் காணப் பட்டுள்ளது. பாத்திரத்தில் உள்ள மரத்தின் கனவளவு என்னும் விகிதம் குற்றியிலுள்ள மரத்தின் கனவளவு


படம் 172

1) 1/4 2) 3/8 3) 1/3 4) 1/2 5) 2/3

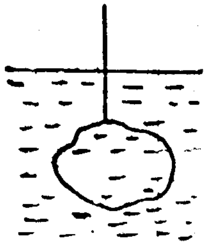
15. இரசப் பாரமானியொண்றை படம் (173) காட்டுகின்றது. இரசநிரலிலுள்ள எப்புள்ளியில் அமுக்கம் 500mm இரசமாயிருக்கும்.



படம் 173

1) A 2) B 3) C 4) D 5) E

16. வளிக்குமிழிகளைத் தன்னுள் கொண்டியாத $10^{-4}m^3$ நீரைக்கொண்டுள்ள மெல்லிய பொலிதீன் பையொன்று பாரமற்ற இழை யொன்றினால் கட்டப் பட்டு. படம் (174) இல் காட்டப்பட்டவாறு, நீர்த்தொட்டி யொன்றினுள் தாழ்த்தப்படுகிறது. நீரின் அடர்த்தி $10^3 kgm^{-3}$ ஆயின் இவ்விழையிலுள்ள இழுவை


படம் 174

1) 2N 2) 1.5 N 3) 1N 4) 0.5N 5) O

பெனூயியின் சமன் பாட்டில் வினாக்கள்

1) பேணூயியின் சமன் பாட்டைக் கூறுக. அதனில் வரும் பௌதிகக் கணியங்களை வரையறுக்க அத்துடன் சமன்பாட்டின் உறுதிக்குரிய நிபந் தனைகளைக் கூறுக.

ஒரு பெரிய வெட்டுமுகப்பரப்புடைய தாங்கியிலுள்ள நீரின் ஆழம் 20 cm இல் நிலை நாட்டப்பட்டுள்ளது. அத்துடன் நீர் ஒரு தொடர்ச்சி அருவியாக தாங்கியின் அடித்தளத்திலுள்ள 5 mm விட்டமுடைய துவாரத்தினூடு வெளியேறு கின்றது.
(i) துவாரத்தினூடு வெளியேறும் நீரின் கதி
(ii) துவாரத்திலிருந்து வரும் நீரின் திணிவினது பாய்ச்சல் வீதம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

[விடை (i) $2.0\ ms^{-1}$ (ii) $3.9 \times 10^{-2}\ kg\ s^{-1}$]
(நீரின் அடர்த்தி = $1000\ kg\ m^{-3}$)

2) ஒரு விமானத்தின் சிறகுகளின் மேற்பாக மேற்பரப்புக்களின் மேலாக வளி $120.0\ ms^{-1}$ வேகத்திலும், கீழ்ப்பாக மேற்பரப்புக்களின் மீது $110\ ms^{-1}$ வேகத்திலும் கடந்து செல்கின்றது. சிறகுகளின் மொத்தப் பரப்பு $20.0\ m^2$ ஆயின் விமானத்தின் மீது செயற்படும் உயர்த்தி விசையைக் காண்க. வளியின் அடர்த்தி = $1.29\ kg\ m^{-3}$

[விடை : 2.97×10^4 N]

3) $48\ cm^2$ வெட்டுமுகப்பரப்புடைய ஒரு கிடையான குழாயின் வழியே நீர் பாய்கின்றது. இக்குழாயின் ஓரிடத்தில் $12\ cm^2$ வெட்டு முகப்பரப்புடைய ஒரு சுருக்கு இருக்கின்றது. சுருக்கினூடு செல்லும் நீரின் கதி $4\ ms^{-1}$ எனின் அகன்ற பகுதியில் நீரின் கதி என்ன ?

அகன்ற பகுதியில் அமுக்கம் 1.0×10^5 Pa ஆகும். சுருக்கிலுள்ள அமுக்கத்தைக் கணிக்க. (நீரின் அடர்த்தி $1000\ kgm^{-3}$)

[விடை: $1\ ms^{-1}$, 9.25×10^4 Pa]

4) ஒரு தோட்டத் தெளிப்பு வாளி ஒவ்வொன்றும் $2.0 \times 10^{-2}\ cm^2$ வெட்டு முகப்பரப்புடைய 20 துவாரங்களைக் கொண்டுள்ளது. இது $2.4\ cm^2$ வெட்டுமுகப்பரப் புடைய ஒரு மூக்குக்குழாய்க்குத்தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மூக்குக்குழாயிலுள்ள நீரின் கதி $1.5\ ms^{-1}$ ஆயின், துவாரங்களிலிருந்த நீர் வெளியேறுகையில் அதன் கதியைக் கணிக்க.
[விடை: $9ms^{-1}$]

5) ஒரு விமானத்தின் சிறகுகளின் மேற்பக்க மேற்பரப்பின் மீது வளி $135ms^{-1}$ கதியில் பாய்கின்றது. கீழ்பக்க மேற்பரப்பின் மீது $120\ ms^{-1}$ கதியில் பாய்கின்றது. பாய்ச்சலினால் ஏற்படும் அமுக்கவித்தியாசத்தையும், அத்துடன் சிறகுகளின் மொத்தப்பரப்பு $28\ m^2$ ஆயின் உயர்த்தி விசையையும் கணிக்க. வளியின் அடர்த்தி $1.2\ kg\ m^{-3}$ எனக் கொள்க.

[விடை: 2.30 KPa, 64.3 KN]

விடைகள்

அலகு 1.1 - 1.7

(1) A = LT^{-1}, ms^{-1}, B= LT^{-2}, ms^{-2} (2) A = LT^{-1}, B= T, C= LT^{-2}
(5) (A) 1.35 x 10^7 ergs (b) 746w (6) (a) 12.27 cm. (b) 3.63 cm.
(7) (a) 3.47mm. (b) 17.74mm. (8) 3.231mm.
(9) (a) 53.3 mm. (b) 95.8 mm. (10) (a) 2.31 mm. (b) 14.97 mm.

பல்தேர் வினாக்களின் விடைகள்

(1) iii (2) iv (3) i (4) iii (5) ii (6) v (7) iii (8) ii
(9) ii (10) iv (11) iii (12) ii (13) iv (14) ii (15) v (16) i
(17) v (18) iii (19) v (20) iii (21) iii (22) i (23) iv

அலகு 2.1.1 – 2.1.3

(1) 52 ½ s, 810m (2) 31.6m (3) 4/7 s.; (b) 24.5 m/s^2
(4) (a) 20cm/s^2 (b) 2mt. (c) 1.94 km. (5) 1.2 m/s (6) (i) 5s
(ii) 62.5m (iii) 17m/s (7) 0.4 m/s^2 (8) (a) 2.75s (b) 27.0m/s
(c) 37.1,m (d) 27 m/s (9) 26.25m, (10) (a) 1.18s (b) 6.32m/s
(11) (a) 210 m/s, 3.15 km (b) 5.36km (c) 327 m/s (d) 83.7 s
(12)1/7 s, 175 m/s (13) 82.82m (14) (a) 5 s (b) 250 m
(c) 50 $\sqrt{2}$ m/s ,நிலைக்குத்துடன் 45^0 (15) 80m, 96m. (16) (a) 7.75s
(b) 92.2 m/s (c) 388m (17) (a) 2.5 m/s, 1.67 m/s (b) 2.08 m/s
(c) 0.42 m/s (18) (a) 1.75 m/s (b) 300m (c) 333s (19) 37^0, 417s
(20) 5km/hr. கிழக்கு 53^0 வடக்கே (21) 10kg, 10 $\sqrt{3}$ kg (22) 18.9kg. wt.
(23) 97.2^0, 9.1 N (24) 1: $\sqrt{3}$ (25) 6N

பல்தேர் வினாக்களின் விடைகள்

(1) ii (2) i (3) ii (4) v (5) iii (6) iv (7) iv (8) i (9) iii (10) i (11) iii
(12) ii (13) iv (14) i (15) iv (16) iv (17) iii (18) iv (19) v (20) v (21) v

அலகு 2.1.4 - 2.2.4

(1) (a) 100N, 4m (b) 2000N (2) 2s, 5m/s^2, 300N (3) (a) 7704N
(b) 6525 N (c) 8883N (d) 8883N (e) 6525 N
(4) 20 m/s^2, 10m/s^2 (5) 2.5 m/s^2 (6) (a) 4m/s^2 (b) 7.1 m/s

(7) (a) 0.625 m/s (b) 0.32 kg. m/s (c) 0.512 N
(8) (a)160Ns 16m/s (b) 48s (c) 384 m (9) 44.87 km /hr.
(10) 9.89Ns, 9.8J, 0.71 m/s (11) 492m/s ,241J (12) 2.25 x 10^5 N/m^2
(13) 0.013kg.wt (14) (a) 14.5 kw (b) 4 kw (c) 18.5 kw
(15) (a) 0.5 m/s (b) 2.25 KJ (16) (a) 0.85 m/s (b) 4 m/s^2
(c) 15.36J (17) 75N, 90 kg.wt. (18) (i) 1..
(ii) 0.57 m ஒரு முனையிலிருந்து (19) 8 m/s 200KJ, 80KJ

பல்தேர் வினாக்களின் விடைகள்

(1) i (2) v (3) ii (4) iii (5) v (6) iii (7) v (8)iv (9) v (10) i (11) v
(12) ii (13) iii (14) ii (15) iv (16) ii (17) iv (18) i (19) ii (20) ii

அலகு 2.2.5 - 2.4

(1) (a) 2 rad.s^{-1} (b) 96N (2) (i) 118 N
(ii) 32^0 (3) 7.3 rad s^{-1} , 0.068 N (4) (a) mgl
(b) $\sqrt{2gl}$ (c) 2 g மேலே (d) 3 mg
(5) 7.7 rad. s^{-1}, 122cm distance (7) 31 rev/mt.
(9) 0.68 rev/s (10) 10.0 ms^{-1} (11) 250N
(12) 9910s (13) 14.4N, 5250 s (14) 889N
(15) (a) 7852 ms^{-1} (b) 5250 s (16) (i) 7.4 km/s
(ii) 100 mts. (iii) 10.8 km s^{-1} (17) (i) 2000J
(ii) 200 kgm^2s^{-1} (iii) 3.2 rev s^{-1} (18) 1.3 x 10^{-4} kgm^2
(19) (i) 8 rad s^{-1} (ii) 25133J (20) (i) 2.4J
(ii) 0.2m (iii) 0.38 kg m^2 rad s^{-1} (21) 18.3 rad s^{-1}

பல் தேர் வினாக்களின் விடைகள்

(1) i (2) iv (3) iii (4) iii (5) iv (6) i (7) iii (8) iv
(9) v (10) ii (11) v (12) ii (13) i (14) iv (15) v (16) iii

2.5.1 - 2.5.10

பல் தேர் வினாக்களின் விடைகள்

(1) 2 (2) 1 (3) 3 (4) 3 (5) 5 (6) 4 (7) 5 (8) 2
(9) 4 (10) 2 (11) 2 (12) 5 (13) 3 (14) 5 (15) 3 (16) 5