

இயற்பியல்

பகுதி-1

வகுப்பு

IX

Physics
STD IX
Part - 1
Tamil Medium



கேரள அரசு
பொதுக்கல்வித்துறை

தயாரித்தது
மாநிலக் கல்வியாராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம் (SCERT), கேரள
2024

தேசிய கீதம்

ஜன கண மன அதிநாயக ஜய ஹே
பாரத பாக்ய விதாதா
பஞ்சாப சிந்து குஜராத மராட்டா
திராவிட உத்கல பங்கா
விந்திய ஹரிமாசல யமுனா கங்கா
உச்சல ஜலதி தராங்கா
தவ சுப நாமே ஜாகே
தவ சுப ஆசிஸ மாகே
காகே தவ ஜய காதா
ஜன கண மங்கள தாயக ஜய ஹே
பாரத பாக்ய விதாதா
ஜய ஹே! ஜய ஹே! ஜய ஹே!
ஜய ஜய ஜய ஜய ஹே!

உறுதிமொழி

இந்தியா எனது நாடு. இந்தியர் அனைவரும் என் உடன்பிறந்தோர்.
எனது நாட்டை நான் உயிரினும் மேலாக மதிக்கிறேன். அதன் வளம்
வாய்ந்த பல்வகைப் பரம்பரைப் புகழில் நான் பெருமைகொள்கிறேன்.
அதற்குத்தக நான் என்றும் நடந்துகொள்வேன்.
என் பெற்றோர், ஆசிரியர், மூத்தோர் இவர்களை நான் நன்கு மதிப்பேன்.
எல்லாருடனும் நான் பண்புடன் பழகுவேன். எனது நாட்டினிடமும்
நாட்டு மக்களிடமும் பக்தியுடன் இருப்பேன் என உறுதி கூறுகிறேன்.
அவர்களின் நலத்திலும் வளத்திலும் எனது இன்பமும் அடங்கியிருக்கிறது.

Prepared by

State Council of Educational Research and Training (SCERT)
Poojappura, Thiruvananthapuram 695012, Kerala
Website : www.scertkerala.gov.in, e-mail : scertkerala@gmail.com
Typeset and design by : SCERT

First Edition : 2024

Printed at : KBPS, Kakkanad, Kochi-30

© Department of General Education, Government of Kerala

முகவுரை

அன்பான மாணவர்களே,

இயற்பியலின் அடிப்படை கருத்துக்கள் மற்றும் கோட்பாடுகளை மாணவர்கள் புரிந்து கொள்ளவும், பல்வேறு சூழ்நிலைகளிலும் துறைகளிலும் அவற்றைப் பயன்படுத்துவதற்கான திறனையும் நம்பிக்கையையும் பெறுவதற்கும் துணைபுரியும் வகையில் இப்புத்தகம் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்தப் புத்தகம் அறிவு மற்றும் காட்சிகளின் வண்ணமயமான தன்மையைத் தாண்டி, இயற்பியலின் ஆழத்திற்கு உங்களை அழைத்துச் செல்லும். ஒவ்வொரு கருத்தையும் ஏன்? எதற்கு? என்று நீங்கள் வினா எழுப்பும் போது உங்கள் அறிவியல் ஆய்வகங்கள் புத்துயிர் அடையும். இதிலிருந்து நீங்கள் கற்றுக்கொள்ளும் கருத்துக்களைப்பற்றி உயர்வாகக் கனவு காணவும் அந்தக் கனவுகளைப் பற்றிச் சிந்திக்கவும், அந்தச் சிந்தனைகளைச் செயல்படுத்தவும் உங்களுக்குத் துணைபுரியும்.

அறிவியல் என்பது சமுதாய முன்னேற்றத்திற்கானது என்ற சிறந்தக் கருத்தை உள்வாங்கி பாடப்புத்தகத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு செயலையும் நான் என்ற குறுகிய கண்ணோட்டத்துடன் பார்க்காமல் நாம் என்ற குழு உணர்வோடு செயல்படுத்துங்கள். புதிய வினாக்களை எழுப்பவும், அறிவைப் பகிர்ந்து கொள்ளவும், சிறந்த அறிவியல் கருத்துக்களைக் கண்டறியவும், அவற்றைச் சமூகத்திற்கு வழங்கவும், அறிவியலின் உதவியுடன் மூடநம்பிக்கைகளை எதிர்பதற்கான அறிவியல் அடித்தளத்தை அமைக்கவும் உங்களுக்கு இயலட்டும்.

வாழ்த்துக்களுடன்,

முனைவர். ஜெயப்பிரகாஷ், ஆர்.கெ

இயக்குநர்,
எஸ்.ஸி.இ.ஆர்.டி.

TEXTBOOK DEVELOPMENT COMMITTEE

Advisor

Dr. Salahuddin Kunju A
Principal (Rtd.)
University College
Thiruvananthapuram

Chairperson

Prof. P S Sobhen
Head (Rtd.), Department of Physics
Maharajas College, Ernakulam

Experts

Dr. N Shaji
Adjunct Faculty
Department of Physics
CUSAT, Kochi

Vivekanandan R S
Asst. Professor, Department of Physics
University College, Thiruvananthapuram

Writers

Sunilkumar M, BPC Cheruvathur, Kasaragod
Bhavana R, HST (Physical Science), TEMBHSS, Mylode, Kollam
Rajeev K, HST (Physical Science), GHSS Kuttikkattoor, Kozhikode
Unnikrishnan T I, Headmaster (Rtd.), AKKRHSS for Boys, Kozhikode
Unnikrishnan M, HST (Physical Science), Brothers HSS, Mavandiyur, Malappuram
Kanchana R, HST (Physical Science), GHSS Thottakkonam, Pathanamthitta
Reena P G, HST (Physical Science), Crescent HSS Adakkakundu, Malappuram
Sureshkumar K, HST (Rtd.), (Physical Science), AMHSS, Thirumala, Thiruvananthapuram.

Artists

Mustajib E C, MMETHSS Melmuri, Malappuram.
Lohithakshan K, Assisi HSS for Deaf, Malaparambu, Malappuram.

Tamil Version

Experts

Dr. Jeyakrishnan P.
Prof. & Head, Dept of Tamil
University of Kerala, Kariavattom.

Dr. K. Manickaraj
Associate Prof. Dept of Tamil
Govt. College for Women, Thiruvananthapuram.

Members

Sophie R, HST (Physical Science), St. Paul's High School, Kozhinjampara, Palakkad.
Gini R, HST (Physical Science), GHSS Chittur, Palakkad.
Sudheer G N, HST (Physical Science), KKMHSS Vandithavalam, Palakkad.
G. James Kingsly Oliver, HSA (Retd.) Govt. Central HS Attakulangara, East Fort, Thiruvananthapuram.
K. Thobias, HST (Retd.), Govt. HS Agali, Palakkad.

Academic Co ordinator

Dr. Ancey Varughese
Asst. Professor, SCERT



மாநிலக் கல்வியாராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம் (SCERT)
வித்தியாபவன், பூஜப்புரை, திருவனந்தபுரம், 695 012

உள்ளடக்கம்



- 1 ஒளி விலகல் 7
- 2 இயக்கச்சமன்பாடுகள் 27
- 3 இயக்க விதிகள் 53
- 4 புவிஈர்ப்பு விசை 73

இந்தப் புத்தகத்தில் வசதிக்காகச் சில குறியீடுகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.



அதிக வாசிப்புக்கு (மதிப்பீட்டிற்கு உட்படுத்த தேவையில்லை)



ICT உதவி



மாணவர்கள் எழுப்பும் வினாக்கள்



மதிப்பிடலாம்



தொடர் மதிப்பீட்டு வினாக்கள்



தொடர் செயல்பாடுகள்

இந்திய அரசமைப்பு

முகப்புரை

இந்திய மக்களாகிய நாம். இந்திய நாட்டினை இறையாண்மையும் சமநலச்சமுதாயமும் சமயச்சார்பின்மையும் மக்களாட்சிமுறையும் அமைந்ததொரு குடியரசாக நிறுவவும்.

அதன் குடிமக்கள் அனைவரும்

சமுதாய, பொருளியல், அரசியல் நீதி,
எண்ணம், அதன் வெளியீடு, கோட்பாடு,
சமயநம்பிக்கை, வழிபாடு இவற்றில் தன்னுரிமை,

சமுதாயப்படிநிலை, வாய்ப்புநலம் இவற்றில் சமன்மை
ஆகியவற்றை எய்திடச் செய்யவும்.

அவர்கள் அனைவரிடையேயும்

தனிமனிதனின் மாண்பு, நாட்டுமக்களின் ஒற்றுமை,
ஒருமைப்பாடு இவற்றை உறுதிப்படுத்தும்
உடன்பிறப்புரிமையினை வளர்க்கவும்

உள்ளார்ந்த உறுதியுடையராய்,

நம்முடைய அரசமைப்புப் பேரவையில், 1949 நவம்பர் இருபத்தாறாம்
நாளாகிய இன்று, ஈங்கிதனால், இந்த அரசமைப்பினை ஏற்று, இயற்றி,
நமக்கு நாமே வழங்கிக்கொள்கிறோம்.

1

ஒளிவிலகல்

அதோ சாலையில் தண்ணீர் தேங்கிக் கிடக்கிறது. அம்மா கவனமாக வண்டி ஓட்டுங்கள்.

இது கோடைக் காலம் அல்லவா. தேங்கிக் கிடப்பது தண்ணீர் அல்ல. அங்கு செல்லும் போது பார.

இத்தகைய அனுபவம் உங்களுக்கும் ஏற்பட்டிருக்கும் அல்லவா? இவ்வாறான அனுபவங்களில் பல மாறுபட்ட ஒளிநிகழ்வுகளுடன் தொடர்புடையனவாகும்.

- கண்ணாடி தம்ளரில் உள்ள எலுமிச்சை நீரில் வைத்த உறிஞ்சு குழல் ஒடிந்திருப்பது போலத் தோன்றுகிறதா? இதன் காரணம் என்ன?

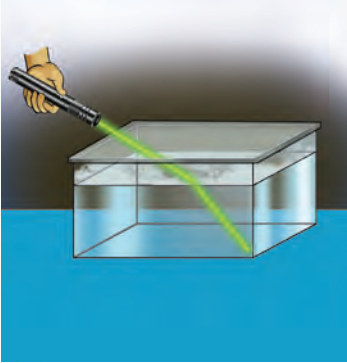
ஒரு பொருளில் விழுந்த ஒளி எதிரொளித்து நமது கண்ணில் படும் போது அல்லவா நாம் அந்தப் பொருளைக் காண்கிறோம். எலுமிச்சை நீரில் மூழ்கி உள்ள உறிஞ்சு குழலில் இருந்து எதிரொளித்து வரும் ஒளிக் கதிர்கள் பல்வேறு ஊடகங்கள் வழியாகப் பயணம் செய்து அல்லவா நமது கண்ணை வந்தடைகின்றன.



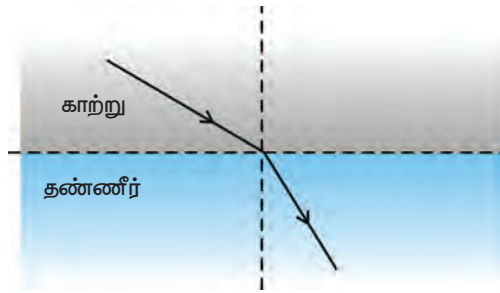
படம் 1.1

ஒரு செயல்பாட்டைச் செய்து பார்க்கலாம்.

ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் முக்கால் பாகம் தண்ணீர் எடுக்கவும். தண்ணீரில் ஒன்று அல்லது இரண்டு துளி பால் சேர்க்கவும். தொட்டியை ஒளிபுகு காகிதத்தால் அடைக்கவும். தொட்டியில் மீதி உள்ள பகுதியில் புகை நிரப்பிய பின்னர் ஒரு லேசர் டார்ச் ஒளியை படம் 1.2 (a) இல் காண்பது போன்று விழச் செய்து ஒளியின் பாதையை உற்றுநோக்கவும். உற்றுநோக்கலை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் படமாக வரையவும்.



படம் 1.2 (a)



ஒளி செல்லும் பாதையின் கதிர் வரைபடம்

படம் 1.2 (b)

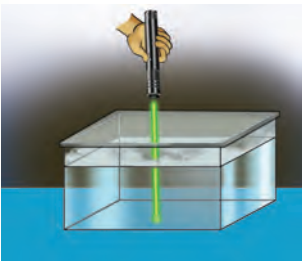
- கண்ணாடித் தொட்டியினுள் எந்தெந்த ஊடகங்கள் வழியாக ஒளிக்கதிர் பயணிக்கிறது?
- ஒர் ஊடகத்தின் வழியாக மட்டும் பயணம் செய்யும் போது ஒளிப்பாதையின் திசை எவ்வாறு இருக்கும்?

- முதல் ஊடகத்தில் இருந்து இரண்டாவது ஊடகத்திற்கு ஒளி சாய்வாக செல்லும் போது ஒளிக்கதிருக்குத் திசைமாற்றம் ஏற்படுகிறதா?
- ஒளிக்கதிருக்குத் திசைமாற்றம் எங்கு வைத்து ஏற்படுகிறது?

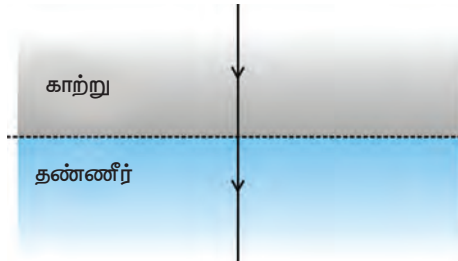


செங்குத்தாக விரும் ஒளிக்கதிருக்குத் திசைமாற்றம் ஏற்படுமா?

லேசர் டார்ச்சில் இருந்து வரும் ஒளியைத் தொட்டியில் உள்ள தண்ணீரின் மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக விழச்செய்யவும்.



படம் 1.3 (a)



படம் 1.3 (b)

- இங்கு ஒளிக்கதிருக்குத் திசை மாற்றம் ஏற்பட்டதா? உற்று நோக்கலை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.

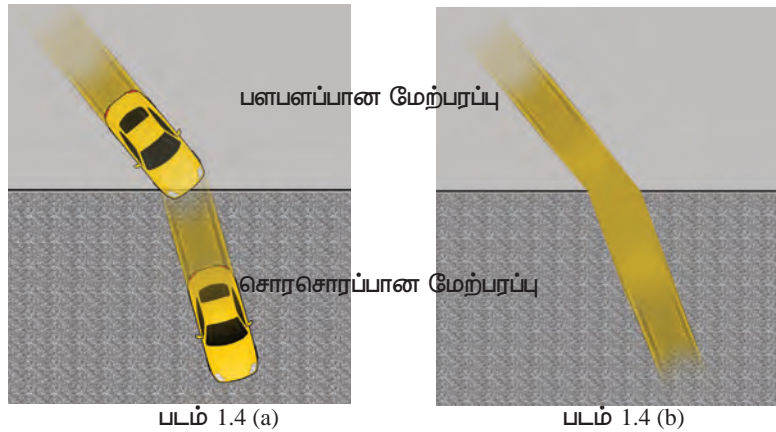
ஒர் ஊடகத்தின் வழியாக ஒளி பயணம் செய்யும் போது ஒளி நேர்கோட்டில் பயணிக்கிறது. ஒர் ஊடகத்தில் இருந்து வேறொரு ஊடகத்தினுள் ஒளிக்கதிர் சாய்வாகச் செல்லும் போது ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தில் வைத்து அதற்கு திசைமாற்றம் ஏற்படுகிறது. செங்குத்தாக விழும் ஒளிக்கதிருக்கு திசைமாற்றம் ஏற்படுவதில்லை.



ஒர் ஊடகத்தில் இருந்து வேறொரு ஊடகத்தினுள் ஒளிக்கதிர் சாய்ந்து செல்லும் போது ஒளியின் பாதைக்கு விலகல் ஏற்படக் காரணம் என்ன?

பளபளப்பான ஒரு மேற்பரப்பில் இருந்து சொரசொரப்பான பரப்பில் பயணம் செய்யும் ஒரு பொம்மைக் காரின் இயக்கவேகம், திசை ஆகியவற்றை உற்றுநோக்கவும்.

- காரின் இயக்க திசைக்கு மாற்றம் ஏற்படுகிறதா?
- எங்கு வைத்து இந்த மாற்றம் நிகழ்கிறது?
- பளபளப்பான பரப்பு வழியாகவும் சொரசொரப்பான பரப்பு வழியாகவும் கார் ஒரே வேகத்திலேயா பயணித்தது?



படம் 1.4 (a)

படம் 1.4 (b)

ஒரு பரப்பில் இருந்து வேறொரு பரப்பிற்குச் செல்வதன் வாயிலாக காரின் வேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் அல்லவா அதன் திசைமாற்றத்திற்குக் காரணமாகிறது?

பல்வேறு ஊடகங்கள் வழியாக உள்ள ஒளியின் வேகம் மாறுபட்டதாகும். ஒளியின் வேகத்தில் உள்ள இந்த மாற்றமே ஒர் ஊடகத்தில் இருந்து வேறொரு ஊடகத்திற்குள் ஒளி செல்லும் போது அதன் பாதையில் திசைமாற்றத்திற்குக் காரணமாகிறது. பல்வேறு ஊடகங்கள் வழியாக உள்ள ஒளியின் வேகம் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதைக் கவனிக்கவும்.

ஊடகம்	ஒளியின் வேகம் (ஏறத்தாழ)
காற்று	3×10^8 m/s
தண்ணீர்	2.25×10^8 m/s
கண்ணாடி	2×10^8 m/s
வைரம்	1.25×10^8 m/s

அட்டவணை 1.1

வெவ்வேறு ஊடகங்களில் ஒளியின் வேகம் வேறுபடுவதற்கான காரணம் ஊடகங்களின் ஒளி அடர்த்தியிலுள்ள வேறுபாடாகும்.

ஓர் ஊடகத்தின் வழியாகச் செல்லும் ஒளியின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் ஊடகத்திறனை ஊடகத்தின் ஒளி அடர்த்தி (optical density) என்று கூறுவர்.

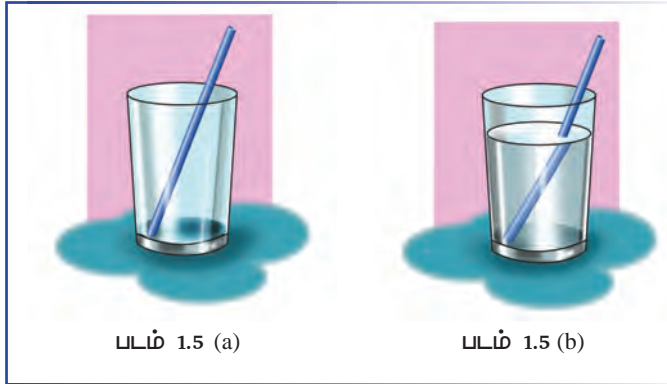
ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் (optically denser medium) ஒளியின் வேகம் குறைவாக இருக்கும். ஒளி அடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்தில் (optically rarer medium) ஒளியின் வேகம் கூடுதலாக இருக்கும். ஒளி அடர்த்திக்கும் பொருள்களின் அடர்த்திக்கும் இடையே எந்த வித தொடர்பும் இல்லை என்பதை நினைவில் கொள்வீர்களல்லவா.

அட்டவணை 1.1 இல் உள்ள ஊடகங்களை ஒளி அடர்த்தி அதிகரித்து வரும் முறையில் வரிசைப்படுத்தவும்.

காற்று < ----- < ----- < வைரம்

ஒளிவிலகல் (Refraction)

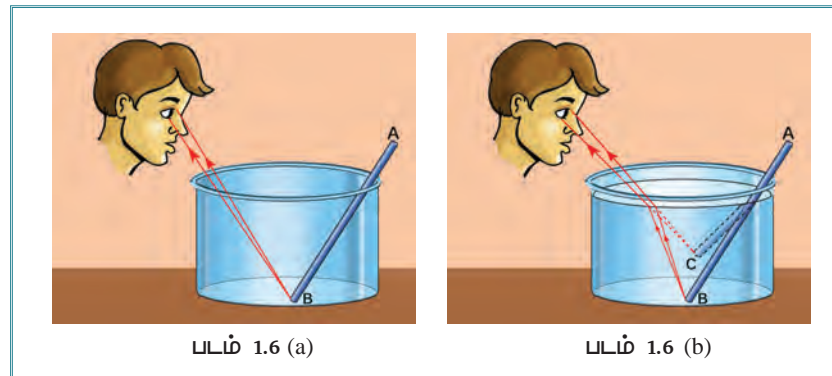
எலுமிச்சை நீரில் உறிஞ்சு குழல் ஒடிந்தது போன்று காணப்படுவதற்கான காரணத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்காக ஒரு செயல்பாட்டைச் செய்து பார்க்கலாம்.



தமளரில் ஓர் உறிஞ்சு குழல் சாய்வாக வைக்கப்படுகிறது. அதில் படத்தில் காண்பது போன்று தண்ணீர் நிரப்பப்படுகிறது. நீங்கள் உற்று நோக்கும்போது காணப்படும் வேறுபாடு யாது? உற்று நோக்கலை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதுக.

- உறிஞ்சுகுழல் ஒடிந்தது போன்று தோன்றுவதற்குக் காரணம் என்ன?

ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் தண்ணீர் நிரப்புவதற்கு முன்னரும் நிரப்பிய பின்னரும் தொட்டியில் இருக்கும் உறிஞ்சு குழலில் இருந்து நமது கண்களை வந்தடையும் ஒளிக்கதிரின் பாதை வரையப்பட்டுள்ளதை உற்றுநோக்கவும்.





PhET → Bending
Light → Intro

● தண்ணீர் நிர்ப்புவதற்கு முன்னர் உறிஞ்சு குழலின் B என்ற பகுதியில் இருந்து கண்ணில் வந்து விழும் ஒளிக்கதிருக்குத் திசைமாற்றம் ஏற்படுகிறதா? தண்ணீர் ஊற்றிய பின்னர் தண்ணீரில் மூழ்கிக் காணப்படும் உறிஞ்சுகுழலின் பகுதியில் இருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் காற்றிற்குள் புகும் போது தண்ணீரின் மேற்பரப்பில் வைத்து திசை மாற்றம் நடைபெறுகின்றது அல்லவா.

● B யில் இருந்து ஒளிக்கதிர் வருகிறது என்றாலும் C என்ற பகுதியில் இருந்து வருவதாக அல்லவா நாம் காண்கிறோம்?

B என்ற சரியான பகுதி C என்ற பகுதிக்கு உயர்ந்த நிலையில் காணப்படுவதால் உறிஞ்சுகுழல் தண்ணீரின் மேற்பகுதியில் வைத்து ஒடிந்ததாக காணப்படுகிறது.

ஒர் ஊடகத்தில் இருந்து ஒளி அடர்த்தி மாறுபட்ட வேறொர் ஊடகத்தில் ஒளி சாய்வாக விழும் போது ஊடகங்கள் பிரியும் தளத்தில் அதன் திசைக்கு விலகல் ஏற்படுகிறது. இந்த நிகழ்வு ஒளிவிலகல் எனப்படும். (refraction).

ஒளியை விலகலுக்கு உட்படுத்தக் கூடிய ஊடகத்தின் திறன் அதன் ஒளி அடர்த்தியைச் சார்ந்துள்ளது. ஒளி அடர்த்தியானது ஊடகத்தின் ஒளி விலகல் எண்ணுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. பல்வேறு ஒளிரும் கருவிகளின் வடிவமைப்பில் ஒளிவிலகல் எண்ணின் தாக்கம் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் என்னவென்று பார்க்கலாம்.

ஒளிவிலகல் எண் (Refractive index)

வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகத்திற்கும் ஒர் ஊடகத்தில் ஒளியின் வேகத்திற்கும் இடையே உள்ள விகித எண் அந்த ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் எனப்படுகிறது.

வெற்றிடம் வழியாக ஒளியின் வேகம் C என்றும் ஊடகம் வழியாக ஒளியின் வேகம் V என்றும் குறிப்பிடப்பட்டால்

$$\text{ஒளிவிலகல் எண் } (n) = \frac{\text{வெற்றிடம் வழியாக ஒளியின் வேகம் } (c)}{\text{ஊடகம் வழியாக ஒளியின் வேகம் } (v)}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

வெற்றிடம் வழியாக ஒளியின் வேகம் (c) = 3×10^8 m/s

❓ சில ஊடகங்கள் வழியாக நடைபெறும் ஒளியின் வேகம் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு ஊடகத்தினுடையவும் ஒளிவிலகல் எண் கண்டுபிடித்து அட்டவணையை நிரப்பவும்.

ஊடகம்	ஒளியின் வேகம் (v)	ஒளிவிலகல் எண் (n)
காற்று	3×10^8 m/s	$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1$
கண்ணாடி	2×10^8 m/s
தண்ணீர்	2.25×10^8 m/s

- ❓ வைரத்தின் (diamond) ஒளிவிலகல் எண் 2.4 என்றால் வைரத்தின் வழியாக உள்ள ஒளியின் வேகம் எவ்வளவு?
- ❓ ஒளியின் வேகம் ஒளிவிலகல் எண்ணுடன் எவ்வாறு தொடர்பு கொண்டுள்ளது?

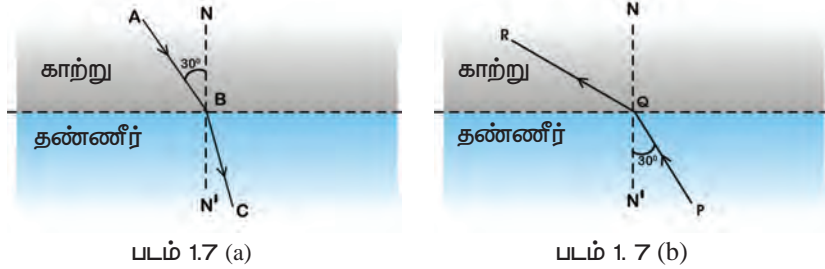
ஒளிவிலகல் எண் கூடுதலாக உள்ள ஊடகத்தில் ஒளியின் வேகம் குறைவாக இருக்கும். ஒளியின் வேகத்திற்கும் ஒளி அடர்த்திக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு உங்களுக்குத் தெரியுமல்லவா. அப்படியானால் ஒளி அடர்த்தி ஒளிவிலகல் எண்ணுடன் எவ்வாறு தொடர்பு கொண்டுள்ளது என்பதை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதுக.

ஒர் ஊடகத்தில் இருந்து ஒளி அடர்த்தியில் வேறுபாடு உள்ள மற்றொரு ஊடகத்தில் ஒளிக்கதிர் சாய்வாகச் செல்லும் போது ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தில் வைத்து ஒளிக்கதிரின் திசைக்கு விலகல் ஏற்படுகிறது என்று புரிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா.



காற்றில் இருந்து தண்ணீருக்கும் தண்ணீரில் இருந்து காற்றிற்கும் ஒரே படுகோணத்தில் செல்லும் போது ஒளிக்கு ஏற்படும் திசைமாற்றம் ஒரே போன்று காணப்படுமா?

படங்களை உற்றுநோக்கவும்



இரண்டு ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தில் வந்து விழும் ஒளிக்கதிர் படுகதிர் (incident ray) என்றும் விலகலுக்கு உட்படும் கதிர் விலகுகதிர் (refracted ray) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. விலகுகதிருக்கும் படுபுள்ளியில் உள்ள செங்குத்துக் கோட்டிற்கும் (NN') இடையே உள்ள கோணம் விலகுகோணம் ஆகும். அப்படியானால்

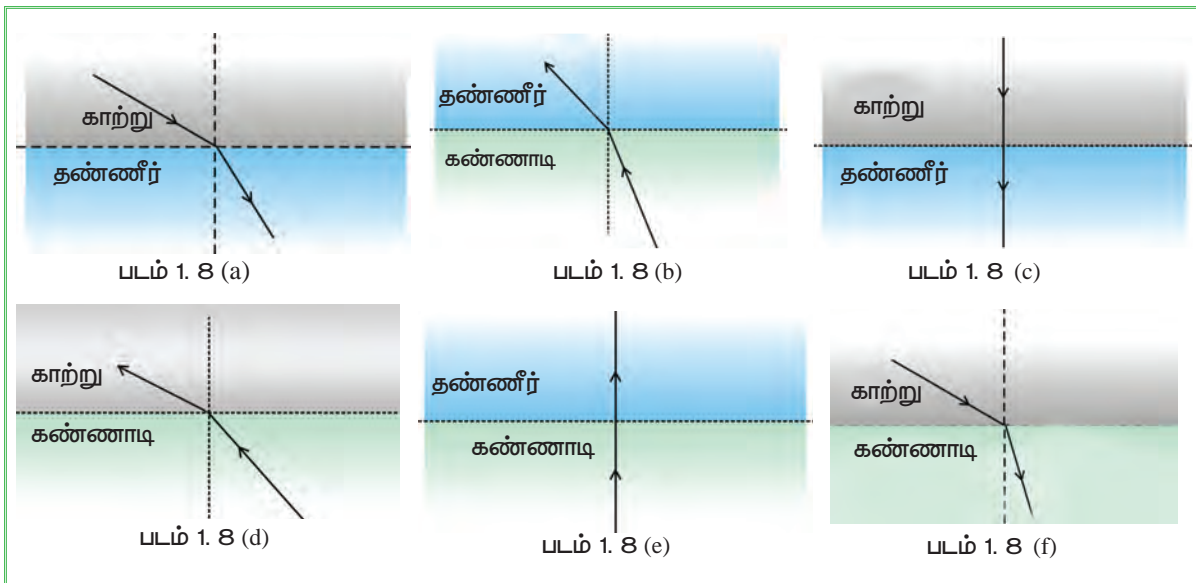
- ஒவ்வொரு படத்திலும் படுகதிர், விலகுகதிர், படுகோணம், விலகுகோணம் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடித்து அட்டவணையை நிரப்பவும்.

	படம் 1.7 (a)	படம் 1.7 (b)
படுகதிர்	AB	
விலகுகதிர்		
படுகோணம் (i)	$\angle ABN$	
விலகுகோணம் (r)	$\angle CBN'$	
விலகுகோணம் படுகோணை விட கூடுதல்/குறைவு

காற்றில் இருந்து தண்ணீருக்குள் செல்லும் போதும் தண்ணீரில் இருந்து காற்றிற்குள் செல்லும் போதும் விலகுகதிரின் திசைமாற்றத்தில் காண இயலும் சிறப்பியல்பு என்ன? அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.

- காற்றில் இருந்து தண்ணீருக்குள் சாய்வாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிரின் திசைமாற்றம் எவ்வாறு காணப்படும்?
(குத்துக் கோட்டை நோக்கி செல்கிறது/ குத்துக் கோட்டிலிருந்து விலகிச் செல்கிறது)
- தண்ணீரில் இருந்து காற்றிற்குள் சாய்வாகச் செல்லும் ஒளிக்கதிரின் திசைமாற்றம் எவ்வாறு காணப்படும்?
(குத்துக் கோட்டை நோக்கி செல்கிறது/ குத்துக் கோட்டில் இருந்து விலகிச் செல்கிறது)

? வெவ்வேறு ஊடக ஜோடிகள் வழியாக ஒளி கடந்து செல்லும் படங்களை உற்றுநோக்கவும்.



ஊடகங்களுடைய ஒளி அடர்த்தியின் அடிப்படையில் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினாக்களுக்கு விடை கண்டுபிடித்து அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.

- ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்தை நோக்கி ஒளிக்கதிர் சாய்வாகச் செல்வதைக் காட்டும் படங்கள் எவை ?
- இங்கு விலகல் அடையும் கதிரின் திசைமாற்றம் எத்தகையது?
(குத்துக் கோட்டை நோக்கி/ குத்துக் கோட்டில் இருந்து விலகி)
- விலகுகதிர் குத்துக் கோட்டை நோக்கி செல்கின்ற சூழ்நிலைகளை விளக்கும் படங்கள் யாவை?

d) குத்துக் கோட்டை நோக்கி செல்கின்ற சூழ்நிலைகளில் ஒளி எந்த ஊடகத்தில் இருந்து எந்த ஊடகத்திற்குக் கடந்து செல்கிறது?

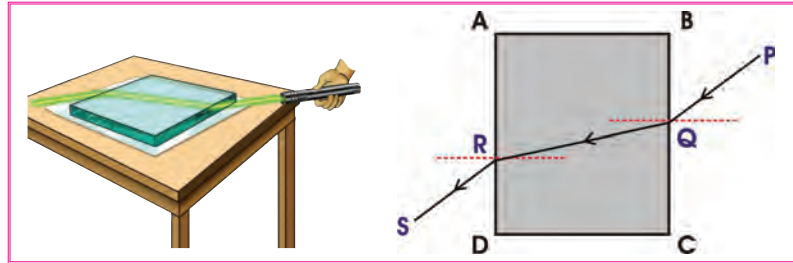
(ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்திற்கு/ ஒளி அடர்த்தி குறைந்ததில் இருந்து கூடிய ஊடகத்திற்கு)

e) படம் 1.8 (c) 1.8(e) என்பவற்றில் ஒளிக்கு விலகல் ஏற்படுவதில்லை காரணம் என்ன?

- ◆ ஒளி ஓர் ஊடகத்தில் இருந்து வேறொரு ஊடகத்தினுள் செல்லும் போது படுகதிர், விலகுகதிர், படுபுள்ளியில் உள்ள குத்துக்கோடு ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமையும்.
- ◆ ஒளி அடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்தில் இருந்து கூடிய ஊடகத்திற்கு ஒளி சாய்ந்து விழும் போது விலகுகதிர் பாதை குத்துக் கோட்டை நோக்கிச் செல்கிறது.
- ◆ ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்திற்கு ஒளி சாய்ந்து விழும் போது விலகுகதிர் பாதை குத்துக் கோட்டிலிருந்து விலகிச் செல்கிறது.
- ◆ ஊடகத்தைப் பிரிக்கும் தளத்தில் செங்குத்தாக விழும் ஒளிக்கதிருக்கு விலகல் நடைபெறுவதில்லை.

கண்ணாடிப் பட்டகம் வழியாகக் கடந்து செல்லும் ஒளிக்கு ஏற்படும் விலகல்.

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள முறையில் கண்ணாடிப் பட்டகத்தின் மீது லேசர் டார்ச்சில் உள்ள ஒளியை விழும்படி செய்யவும்.



படம் 1.9 (a)

படம் 1.9 (b)

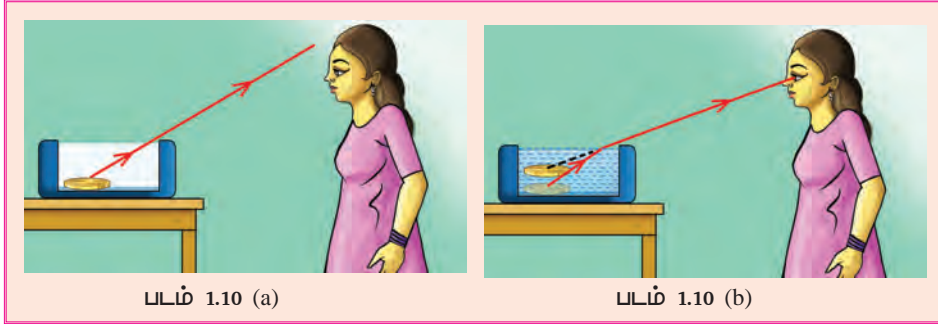
ஒளியின் பாதையை உற்றுநோக்க முடிந்ததல்லவா?

- ஒளிக்கதிருக்கு விலகல் ஏற்படும் இடங்கள் எவை?
- ஒளிக்கதிருக்கு கண்ணாடி பட்டகத்தில் நடைபெறும் விலகலைக் காட்டும் கதிர் படத்தை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் வரையவும்.
- கண்ணாடிப் பட்டகத்தின் மீது ஒளியை செங்குத்தாக விழச் செய்து சோதனை செய்யவும். ஒளிக்கதிருக்கு விலகல் நடைபெறுகிறதா?

ஒளிவிலகல் – சில நடைமுறைச் செயல்பாடுகள்

ஒரு மாணவி பாத்திரத்தில் நாணயத்தை வைத்த பின்னர் நாணயத்தைப் பார்த்துக் கொண்டு பின்னோக்கி நடக்கிறாள். நாணயத்தின் காட்சி கண்ணில் இருந்து மறையும் போது வேறொரு மாணவி பாத்திரத்தில் தண்ணீர் நிரப்புகிறாள்.

- நீங்கள் உற்றுநோக்குவது என்ன? படத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்து காரணத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும்.



படம் 1.10 (a)

படம் 1.10 (b)

தண்ணீர் நிரப்பிய போது நாணயத்தில் இருந்து எதிரொளித்து வரும் ஒளிக்கு விலகல் ஏற்பட்டு கண்ணில் பதிகிறது. அதனால் நாணயம் மீண்டும் காட்சியளிக்கிறது.

- ❓ பாடநூலில் உள்ள எழுத்துக்களின் மீது கண்ணாடி பட்டகத்தை வைத்து பார்க்கும் போது எழுத்துக்கள் உயர்ந்து இருப்பதாக தோற்றமளிக்கின்றன. காரணம் என்ன? கண்டுபிடிக்கவும்.
- ❓ படம் 1.11 உற்றுநோக்கவும். கண்ணாடித் தொட்டியில் உள்ள தண்ணீரின் அடியில் வைக்கப்பட்டுள்ள நாணயத்தை ஒரு பக்கத்தில் நின்று பார்த்துக் கொண்டு எடுக்க முயற்சிக்கவும். நாணயத்தை எளிதில் எடுக்க இயலுகிறதா? காரணம் என்ன? கண்டுபிடிக்கவும்.
- ❓ ஒரு நீர்த்தேக்கத்தின் அடிப்பக்கத்தைத் தொலைவில் நின்று பார்க்கும் போது, அருகில் நின்று பார்க்கும் போது தெரிவதை விட கூடுதல் உயரத்தில் உள்ளதாகத் தோன்றுகிறது. காரணம் என்ன?
- ❓ அம்பு எய்து மீன்பிடிக்கும் நபர் மீன் தெரியும் இடத்தில் இருந்து சற்று கீழாக அம்பு எய்கிறார். ஏன்?



படம் 1.11

ஒளிவிலகலுடன் தொடர்புடைய சில சூழ்நிலைகளைத் தெரிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா? இனி வளிமண்டலத்தில் நடைபெறும் ஒளி விலகல்களுடன் தொடர்புடைய சூழல்களைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

வளிமண்டல ஒளிவிலகல் (Atmospheric Refraction)

மிகத் தொலைவில் உள்ள நட்சத்திரங்கள் மின்னி ஜொலிக்கக் காரணம் என்ன?

படங்களை உற்றுநோக்கவும்



படம் 1.12 (a)

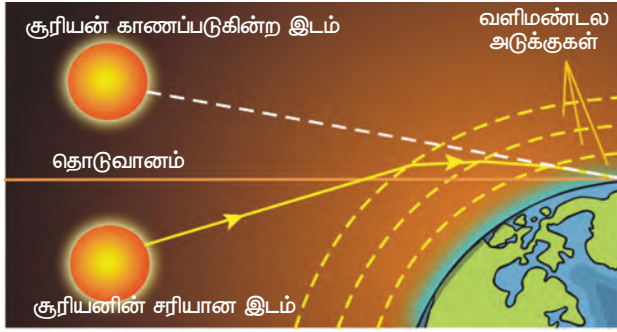
படம் 1.12 (b)

- மிகத்தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங்களில் இருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் நேர்கோட்டிலேயே பயணம் செய்தா நமது கண்களை வந்தடைகின்றன?
- மிகத் தொலைவில் உள்ள ஒரு நட்சத்திரத்தில் இருந்து பூமியின் வளிமண்டலம் வழியாக வரும் ஒளிக் கதிரின் பாதைக்குச் சமமான படவிளக்கம் படம் 1.12 (a) இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு ஒளிக் கதிரின் பாதைக்கு ஒழுங்கற்ற திசைமாற்றம் நடைபெறுகிறது அல்லவா? இதற்குக் காரணம் என்ன?

கோள்களுடன் ஒப்பிடும் போது நட்சத்திரங்கள் மிகத் தொலைவில் அமைந்துள்ளதால் அவை ஒளிரும் புள்ளிகள் போன்று காணப்படுகின்றன. நட்சத்திரத்தில் இருந்து வரும் ஒளி பூமியின் வளிமண்டலம் வழியாகப் பயணம் செய்து நமது கண்ணை வந்தடைகிறது. வளிமண்டல படலங்களின் இயற்கைச் சூழல் (அழுத்தம், வெப்பநிலை போன்றவை) தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டிருப்பதால் ஒளி கடந்து வரும் ஊடகத்தின் ஒளி அடர்த்தி மாறிக் கொண்டிருக்கும். இதனால் ஒளிக் கதிருக்கு ஒழுங்கற்ற விலகல் நடைபெறுகிறது. அதனால் நட்சத்திரங்களில் இருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் பல முறை ஒழுங்கற்ற விலகலுக்கு உட்பட்ட பின்னர் கண்ணில் படும் போது நட்சத்திரத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் தொடர்ச்சியாக காணமுடிவதில்லை. இதுவே நட்சத்திரங்கள் மின்னி ஜொலிப்பதற்குக் காரணமாகிறது.

- ❓ சூரியன் மேற்குத் தொடுவானத்தில் இருந்து மறைந்து சென்ற பிறகும் சூரிய பிம்பத்தை சற்றுநேரம் கூட காண முடிகிறது. அது போன்று காலையில் கிழக்குத் தொடுவானில் வந்தடைவதற்குச் சற்று முன்னரும் சூரியனைக் காண முடிகிறது. இதற்கு காரணம் என்ன?

படம் 1.13 பகுப்பாய்வு செய்து விளக்கங்களை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் பதிவு செய்யவும்.



படம் 1.13

ஒளிவிலகலுடன் தொடர்புடைய அனேகம் சூழல்களை அறிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா?



ஊடகங்களைப் பிரிக்கும் தளத்தில் ஒளி சாய்வாக விழும் எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் ஒளிக்கு விலகல் நடைபெறுகிறதா?

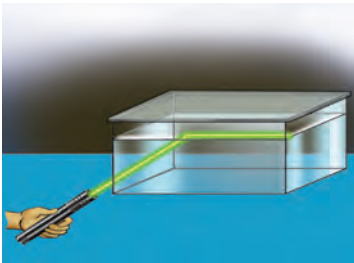
முழு அக எதிரொளிப்பு (Total Internal Reflection)

படத்தில் காண்பது போன்ற அலங்கார விளக்குகளை நீங்கள் பார்த்திருக்கிறீர்களா? மின்விளக்கில் இருந்து வரும் ஒளியானது இந்த இழைகள் வழியாக கடந்து செல்லும் போது அதன் முனைப் பகுதிகளில் இருந்து மட்டும் ஒளி வெளியேறுவதன் காரணம் என்ன?

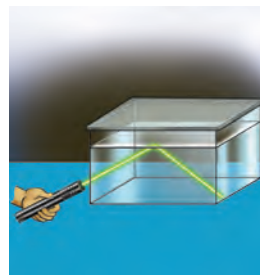
இதை புரிந்து கொள்வதற்காகச் சில செயல்பாடுகளைச் செய்து பார்க்கலாம். ஒரு லேசர் டார்ச்சிலிருந்து வரும் ஒளியை ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் உள்ள தண்ணீரின் மேற்பரப்பின் மீது பல்வேறு கோண அளவுகளில் விழும்படி செய்து பார்க்கவும்.



படம் 1.14



படம் 1.15 (a)



படம் 1.15 (b)

- கண்ணாடித் தொட்டியில் ஒளி கடந்து செல்லும் ஊடகங்கள் எவை?
- இங்கு ஒளி விழுவது ஒளிஅடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்திலா? அல்லது ஒளிஅடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்தில் இருந்து கூடிய ஊடகத்திலா?

- படுகோணத்தைச் சிறிதுசிறிதாக அதிகரித்துப் பார்க்கவும். நீங்கள் உற்று நோக்குவது என்ன ?

இங்கு ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்தை நோக்கி கடந்து செல்கிறது. படுகோணத்தின் அளவு ஒழுங்கான முறையில் அதிகரிக்கும் போது விலகு கோணமும் அதிகரித்து வருகிறது. படுகோணம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவை விடக் கூடும் போது படுகதிர் முழுவதுமாக தண்ணீரிலேயே எதிரொளிக்கிறது.

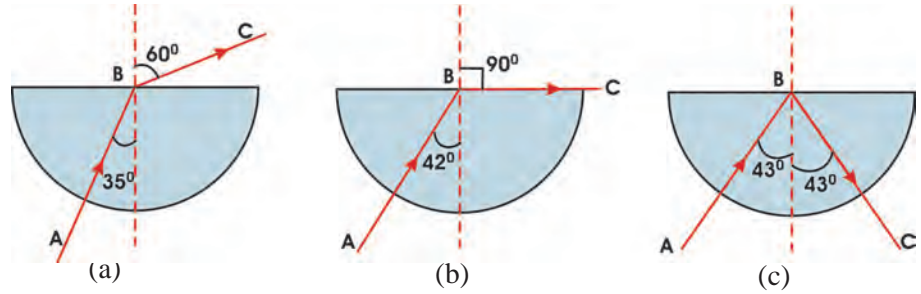
- எப்போது ஒளிவிலகல் நடைபெறாமல் ஒளிக்கதிர் அதே ஊடகத்தில் திரும்பி வரும்?

ஒரு சோதனை செய்து பார்க்கலாம்.



படம் 1.16

ஒரு சார்ட் பேப்பரில் ஒரு வட்டம் வரைக. இதில் இரண்டு கோணமானிகள் சேர்த்து வைத்த மாதிரியில் கோணங்களை அடையாளப்படுத்தி ஒரு மேசையின் மீது வைக்கவும். பின்னர் ஒரு அரை வட்ட வடிவத்தில் உள்ள ஒரு தடிமன் கூடிய கண்ணாடிப் பட்டகத்தை படத்தில் காண்பது போன்று சார்ட் பேப்பரில் உள்ள வட்டத்தின் மேல் வைக்கவும். பட்டகத்தின் மீது வேறுபட்ட கோண அளவுகளில் லேசர் டார்ச்சிலுள்ள ஒளி விழும்படி செய்க. ஒவ்வொரு முறையும் படுகோணம், விலகுகோணம் என்பவற்றை உற்றுநோக்கி ஒளியின் பாதையைக் காட்டும் கதிர் படத்தை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் வரையவும்.



படம் 1.17

- இங்கு ஒளிக்கதிர் எந்த ஊடகத்தில் இருந்து எந்த ஊடகத்தை நோக்கி கடந்து செல்லும்?

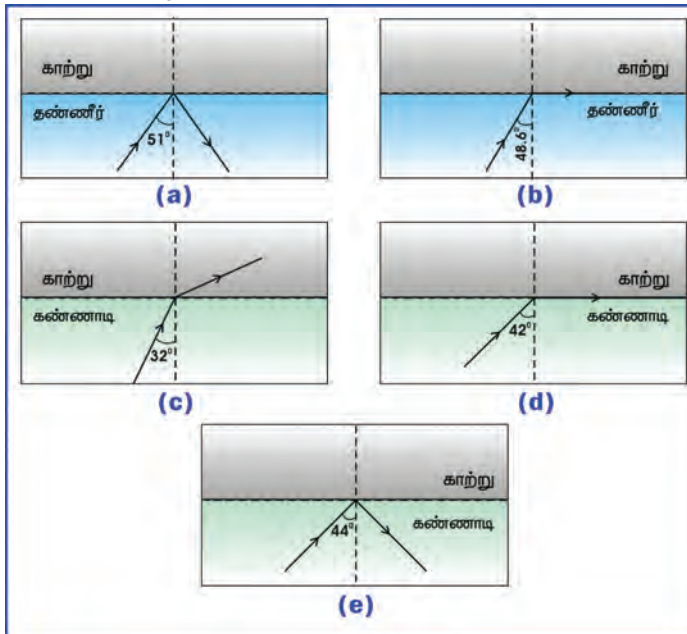
(ஒளி அடர்த்தி கூடுதல் உள்ள ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்திற்கு/ ஒளி அடர்த்தி குறைந்ததில் இருந்து கூடிய ஊடகத்திற்கு.)

- படுகோணம் அதிகரிக்கும் போது விலகு கோணத்தில் வரும் மாற்றம் என்ன?
- விலகு கோணம் 90° ஆகும் போது படுகோணத்தின் அளவு எவ்வளவு?
- இந்தப் படுகோணத்தைவிடக் கூடிய அளவில் ஒளி விழும் போது நீங்கள் உற்றுநோக்கும் சிறப்பியல்பு என்ன?

ஒளிக்கதிர் ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்தில் கடந்து செல்லும் போது விலகுகோணம் 90° ஆகும் சூழ்நிலையில் உள்ள படுகோணம் மாறுதானக் கோணம் (Critical Angle) என்று அழைக்கப்படுகிறது. கண்ணாடி- காற்று ஜோடியில் மாறுதானக் கோணம் 42° ஆகும்.

ஒளிஅடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்திற்கு ஒளிக்கதிர் பயணம் செய்யும் போது படுகோணம் மாறுதானக் கோணத்தை விட கூடுதலாக இருந்தால், அக்கதிர் விலகலுக்கு உட்படாமல் அதே ஊடகத்தினுள் முழுவதுமாக எதிரொளிக்கும் நிகழ்வு முழு அக எதிரொளிப்பு எனப்படும்.

? பல்வேறு ஊடகங்களின் வழியாக கடந்து செல்லும் ஒளியின் பாதை தரப்பட்டுள்ளது. படங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்து வினாக்களுக்கு விடை கண்டுபிடிக்கவும்.



படம் 1.18

மாறுதானக் கோணத்தைக் குறிப்பிடும் போது ஜோடிகளாகக் கூறாமல் ஏதேனும் ஒர் ஊடகம் மட்டுமே குறிப்பிடப்பட்டால் இரண்டாவது ஊடகம் காற்று அல்லது வெற்றிடமாக இருக்கும்.

- முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெறுவதாகக் காட்டப்பட்டுள்ள படங்கள் எவை?
- இங்கு கண்ணாடியின் மாறுதானக் கோணம் எத்தனை?
- தண்ணீரில் இருந்து 50° கோண அளவில் காற்றில் புகும் ஒளிக்கதிருக்கு முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெறுமா? காரணம் என்ன? தண்ணீர் காற்று ஜோடிகளின் மாறுதானக் கோணம் என்ன?
- முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெறுவதற்குத் தேவையான இரண்டு சூழ்நிலைகள் எவை?

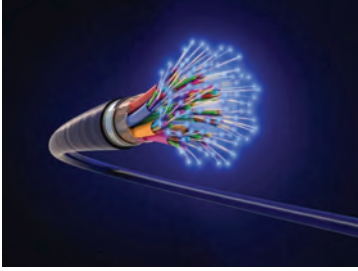
படம் 1.19 உற்றுநோக்கவும்

- இங்கு மீன் தொட்டியின் அடிப்பகுதி தண்ணீரின் மேற்பரப்பிற்கு மேலாகக் காணப்படுவதற்கான காரணம் என்ன?

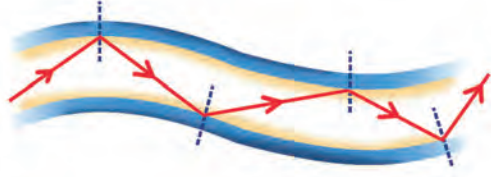


படம் 1.19

மீன் தொட்டியின் அடிப்பகுதியில் இருந்து வரும் ஒளிக்கு தண்ணீரின் மேற்பரப்பில் வைத்து முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெறுவதால் மீன் தொட்டியின் அடிப்பகுதி உயர்ந்து காணப்படுகிறது. தண்ணீரின் மேற்பரப்பில் இருந்து மீன் தொட்டியின் அடிப்பகுதிக்கு உள்ள தூரமும் முழு அக எதிரொளிப்பு வாயிலாகத் தோன்றிய பிம்பத்திற்குள்ள தூரமும் சமம் அல்லவா?



படம் 1.20 (a)



படம் 1.20 (b)

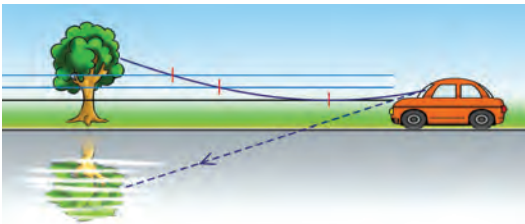


ஒளியியல் நாரிழைகள் வழியாக உள்ள ஒளி பரப்புதலுடன் தொடர்புடைய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு 2009 இல் இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசு சார்லஸ் கெ காவோ என்பவருக்கு கிடைத்தது.

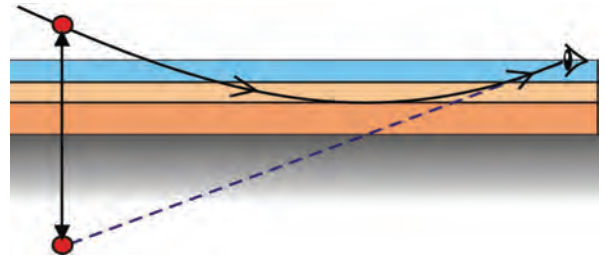
அலங்கார விளக்குகளில் ஒளியியல் நாரிழைகளின் ஒரு முனை பொருத்தமான ஒர் ஒளிமூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த ஒளிமூலத்திலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் நாரிழைகள் வழியாகப் பயணிக்கும் போது மாறுதானக் கோணத்தைவிடக் கூடுதலான படுகோணங்களின் பக்கங்களில் விழுகின்றன. அதனால் தொடர்ச்சியாக முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெற்று இரண்டாவது முனை வழியாக மட்டும் ஒளி வெளிவருகிறது.

முழு அக எதிரொளிப்பு மூலம் தோன்றும் பொய்க் காட்சிகளை எங்கெங்கு காண முடியும் என்பதைப் பார்க்கலாம்.

- கோடைக் காலங்களில் சாலைகளின் வெகுதூரத்தில் தண்ணீர் தேங்கிக் கிடப்பது போன்று தோன்றுவதற்கான காரணம் என்ன?



படம் 1.21 (a)



படம் 1.21 (b)

சாலையோடு சேர்ந்து காணப்படும் பகுதியில் உள்ள காற்றிற்கு வெப்பம் அதிகமாக உள்ளதால் ஒளி அடர்த்தி குறைவாக இருக்கும். ஆனால் மேல் பாகத்தை நோக்கிச் செல்லும்போதும் காற்றின் ஒளி அடர்த்தி ஒழுங்கான முறையில் அதிகரித்து வருகிறது.

சுற்றுப்புறங்களில் உள்ள பொருள்களில் இருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒளி அடர்த்தி வேறுபட்ட காற்றின் வெவ்வேறு படலங்களில் வழியாகக் கடந்து செல்லும் போது படத்தில் காண்பது போன்ற ஒளி விலகலுக்கும் தொடர்ந்து முழு அக எதிரொளிப்பிற்கும் உட்படுகிறது. இவ்வாறு திசைமாற்றம் ஏற்பட்ட ஒளிக்கதிர்கள் நமது கண்களை வந்தடைகின்றன. அதனால் அவற்றின்

பிம்பம் சாலையில் தோன்றுவதைப் போன்று காட்சியளிக்கிறது. இந்த நிகழ்வு கானல் நீர் (mirage) என்று அறியப்படுகிறது. நமக்கு அறிமுகமான இத்தகைய பிம்பங்கள் சாதாரணமாகத் தண்ணீரின் மேற்பரப்பில் தோன்றுகின்றன. தொலைவில் நின்று பார்க்கும் போது சாலையில் தண்ணீர் உள்ளதாகத் தோன்றுவது ஏன் என்று புரிந்தது அல்லவா?

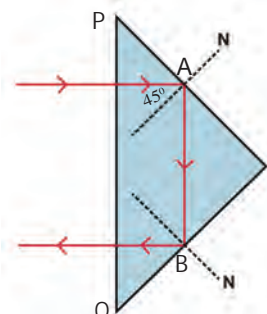
முழு அக எதிரொளிப்பு பயன்படுத்தப்படும் சூழ்நிலைகள் எதிரொளிப்பான் (Reflector) :

வாகனங்களின் பின்புறத்தில் உள்ள சிவப்பு விளக்குகளில் [படம் 1.22(a)] பயன்படுத்தும் எதிரொளிப்பான்களைக் கவனித்திருக்கிறீர்களா? இவற்றில் ஏராளம் சிறு முக்கோண கண்ணாடிப் பட்டகங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் ஒரு பட்டகத்தில் விழும் ஒளிக்கதிர் எதிரொளித்து வருவதற்கான காரணம் என்ன? கண்ணாடியின் மாறுதானக் கோணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு விளக்கலாம்.

PQ என்னும் பக்கத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒளிக்கதிர் விழுவதால் விலகல் நடைபெறுவதில்லை. கண்ணாடியின் மாறுதானக் கோணம் 42° என்று தெரியுமல்லவா. இங்கு A, B என்னும் புள்ளிகளில் படுகோணம் 45° ஆகும். அதனால் A இல் படும் ஒளி முழு அக எதிரொளிப்பிற்கு உட்பட்டு B ஐ அடைகிறது. அங்கு மீண்டும் முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெற்று படத்தில் காண்பது போன்று எதிரொளிப்பானில் இருந்து வெளியேறுகிறது. எதிரொளிப்பான்கள் உள்ள பிற முக்கோணப்பட்டகங்களிலும் இதுபோன்று நடைபெறுகிறது அல்லவா?



படம் 1.22 (a)
சைக்கிள் எதிரொளிப்பான்



படம் 1.22 (b)

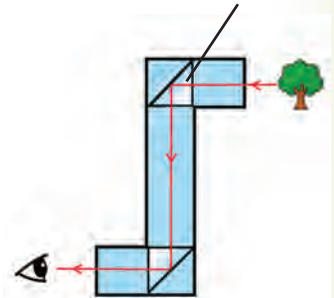
பெரிஸ்கோப் (Periscope) :

ஆடிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள பெரிஸ்கோப்புகளை அல்லவா நீங்கள் பார்த்திருக்கிறீர்கள்! ஆனால் காட்சிகளைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்காக முக்கோண பட்டகங்கள் பயன்படுத்திய பெரிஸ்கோப்புகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

முழு அக எதிரொளிப்பு ஒரு பெரிஸ்கோப்பில் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்று பார்க்கவும். (படம் 1.23)

படத்தின் அடிப்படையில் பெரிஸ்கோப்பில் முக்கோணப்பட்டகங்கள் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன? என்று புரிந்துகொண்டு அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.

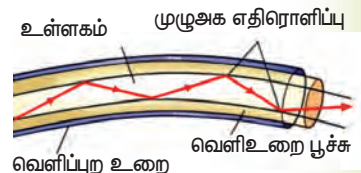
முப்பட்டகம்



படம் 1.23

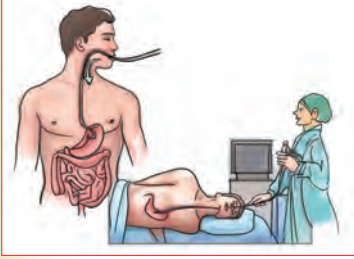
ஒளியியல் நாரிழை (Optical Fibre) :

ஒளியியல் நாரிழைகளின் கண்டுபிடிப்பு செய்தித் தொடர்புதிறையில் புரட்சிகரமான மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி உள்ளது. ஒளியியல் நாரிழைக் கம்பிகளில் (OFC) எவ்வாறு ஒளியின் முழு அக எதிரொளிப்பு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது என்று முன்னர் தெரிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா? இந்த நிகழ்வை அடிப்படையாகக் கொண்டே ஒளியியல் நாரிழைகள் வழியாக ஒளிக்கதிர் வடிவத்தில் (optical signals) தகவல்



படம் 1.24

பரிமாற்ற அடையாளங்கள் பயணிக்கின்றன. பல்லாயிரக்கணக்கான ஒளி அடையாளங்களை அவற்றின் ஒளித் தீவிரத்திற்கு இழப்பு ஏற்படாமல் ஒரே நேரத்தில் ஒரு கம்பி வழியாக அனுப்ப இயலும். ஒளியின் வேகத்தில் இத்தகைய அடையாளங்களைத் தொலைதூர இடங்களுக்கு கொண்டு செல்ல இயல்கிறது. இதுவே செய்தி பரிமாற்றத்திற்கு ஒளியியல் நாரிழைகள் பயன்படுத்தக் காரணமானது



எண்டோஸ்கோபி படம் 1.25

ஒளியியல் நாரிழைகளின் பயன்பாடு மருத்துவத்துறையில் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்து வருகிறது. மருத்துவத் துறையில் இவை எவ்வாறு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன என்ற தகவல்களைத் திரட்டி வகுப்பறையில் வெளியிடவும்.

? முழு அக எதிரொளிப்பு, சமதள ஆடிகளில் இருந்து ஏற்படும் சாதாரண எதிரொளிப்பு இவற்றுடன் தொடர்புடைய கூற்றுக்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றைப் பொருத்தமான முறையில் அட்டவணைப்படுத்தவும்.

- ஒளிக்கதிர், ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகத்தில் இருந்து குறைந்த ஊடகத்திற்கு மாறுதானக் கோணத்தை விடக் கூடிய படுகோணில் விழும் போது மட்டும் நடைபெறுகிறது.
- ஒளிக்கதிர் முழுவதுமாக எதிரொளிப்பதில்லை.
- ஒரு பரப்பின் மீது எந்த படுகோணத்தில் விழுந்தாலும் எதிரொளிப்பு நடைபெறுகிறது.
- ஒளிக்கதிர் முழுவதும் எதிரொளிக்கிறது.

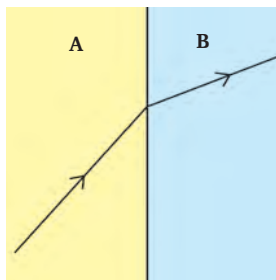
ஆடிகளில் உள்ள எதிரொளிப்பு	முழு அக எதிரொளிப்பு
<ul style="list-style-type: none"> • ஒளிக்கதிர் முழுவதும் எதிரொளிப்பதில்லை • 	<ul style="list-style-type: none"> • •

அட்டவணை 1.4



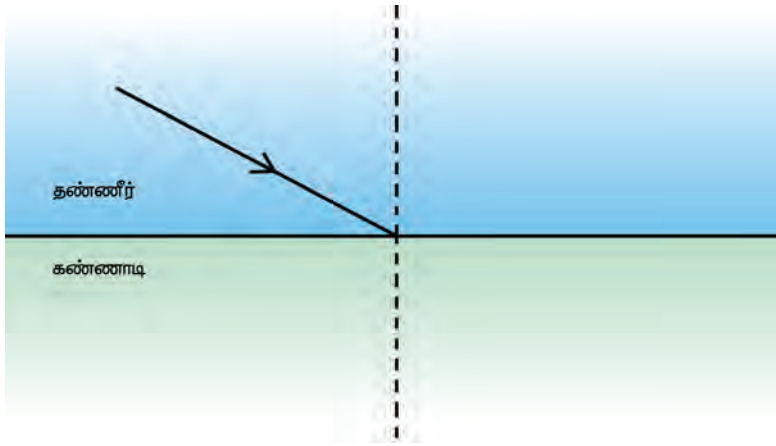
மதிப்பிடலாம்

1. A,B ஊடகங்கள் வழியாக ஒளிக்கதிர் கடந்து செல்லும் கதிர்படம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.26

- a) A, B என்ற ஊடகங்களில் ஒளிவேகம் குறைந்த ஊடகம் எது?
 - b) இவற்றில் ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகம் எது? விடைக்கான காரணத்தை எழுதவும்.
2. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படத்தை முழுமைப்படுத்தவும். படுகோணம், விலகுகோணம் ஆகியவற்றை அடையாளப்படுத்தவும்.



படம் 1.27

3. ஒளி ஊடகம் x இல் இருந்து ஊடகம் y க்கு கடந்து செல்கிறது. இங்கு படுகோணத்தை விட விலகுகோணம் கூடுதலாகும்.
 - a) x,y என்பவற்றில் எந்த ஊடகத்தில் ஒளியின் வேகம் கூடுதலாக காணப்படும்?
 - b) ஒளி விலகல் எண் கூடிய ஊடகம் எது?
 - c) ஒளியின் பாதையைப் படமாக வரையவும்.
4. பல்வேறு ஊடகங்களின் ஒளிவிலகல் எண் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ஊடகம்	ஒளிவிலகல் எண்
கண்ணாடி	1.52
கிளிசரின்	1.47
சூரியகாந்தி எண்ணெய்	1.47
தண்ணீர்	1.33
பிளினட் கண்ணாடி	1.62

அட்டவணை 1.5

- a) ஒளி மிகக் கூடிய வேகத்தில் பயணம் செய்யும் ஊடகம் எது?
- b) கிளிசரினில் இருந்து சூரியகாந்தி எண்ணெயில் சாய்ந்து விழும் ஒளிக்கதிரின் திசைக்கு விலகல் ஏற்படுமா? காரணத்தை விளக்கவும்.

- c) கண்ணாடியில் இருந்து அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள ஒவ்வொரு ஊடகத்திற்கும் ஒளி கடத்தி விடப்படுகிறது. 30° படுகோணத்தில் ஒளி கடத்தி விடப்படுகிறது என்றால் எந்த ஊடகத்தில் விலகுகோணம் மிகக் கூடுதலாக காணப்படும்? காரணம் என்ன?

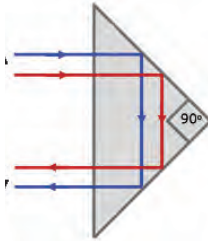
5. படத்தை உற்றுநோக்கவும் இரண்டு வேறுபட்ட ஊடகங்களில் ஒளிக்கதிர் கடந்து செல்வது படமாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது



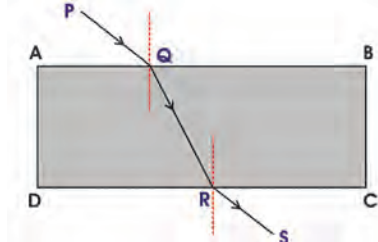
படம் 1.28

- a) ஒளி அடர்த்தி கூடிய ஊடகம் எது? காரணம் என்ன?
b) ஒளி விலகல் எண் கூடிய ஊடகம் எது?

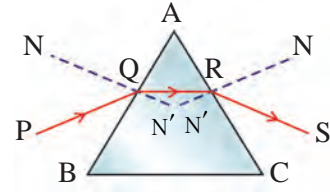
6. படத்தை உற்றுநோக்கவும்.



படம் 1.29 (a)



படம் 1.29 (b)



படம் 1.29 (c)

- a) முழு அக எதிரொளிப்பைக் குறிப்பிடும் படம் எது?
b) ஒளி விலகலைக் குறிப்பிடும் படங்கள் எவை?

7. கண்ணாடியின் மாறுதானக் கோணம் 42° ஆகும். கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றுள் எந்தப் படுகோணில் விழும்போது ஒளிக்கு முழு அக எதிரொளிப்பு நடைபெறுகிறது?

- a) 40° b) 49° c) 38° d) 42°

8. மோட்டார் சைக்கிளின் எதிரொளிப்பான்களில் ஏராளமான சிறு முப்பட்டகங்களைக் காணமுடியும். இவை காணப்படுவதால் உள்ள பயன்களை விளக்குக?

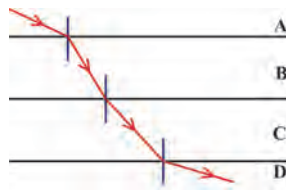
9. அட்டவணையை நிரப்புக

ஊடகம்	ஒளிவிலகல் எண்
காற்று	1.0003
தண்ணீர்	1.33
மண்ணெண்ணெய்	1.44
டர்பன்டைன் ஆயில்	1.47
கிரவுண் கண்ணாடி	1.52
வைரம்	2.42

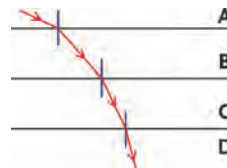
அட்டவணை 1.6

- அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றுள் ஒளியின் வேகம் மிகக்குறைந்த ஊடகம் எது?
- காற்று வழியாக ஒளியின் வேகம் 3×10^8 m/s ஆகும். மண்ணெண்ணெய் வழியாக கடந்து செல்லும் ஒளியின் வேகம் எவ்வளவு?
- காற்றில் இருந்து வைரத்திற்கு ஒளிக்கதிர் சாய்வாக விழும் போது விலகுகதிர் குத்துக் கோட்டை நோக்கி செல்லுமா அல்லது குத்துக் கோட்டை விட்டு விலகிச் செல்லுமா? விடையை நியாயப்படுத்தவும்.

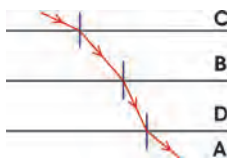
10. A,B,C,D என்ற ஊடகங்கள் வழியாகக் கடந்து செல்லும் ஒளிக்கதிரின் பாதை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சரியானவற்றைத் தேர்ந்தெடுக்கவும். (ஊடகங்களின் ஒளி அடர்த்தி $A < B < C < D$ என்ற வரிசையிலாகும்.)



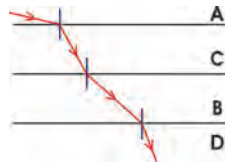
படம் 1.30 (a)



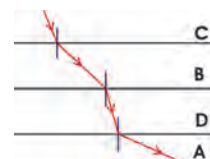
படம் 1.30 (b)



படம் 1.30 (c)



படம் 1.30 (d)



படம் 1.30 (e)

11. மெத்தனாலில் உள்ள ஒளியின் வேகத்தைவிடக் குறைந்த வேகத்தில் எத்தனால் வழியாக ஒளி பயணம் செய்கிறது. இவற்றில் ஒளிவிலகல் குறைவான ஊடகம் எது? காரணம் என்ன?



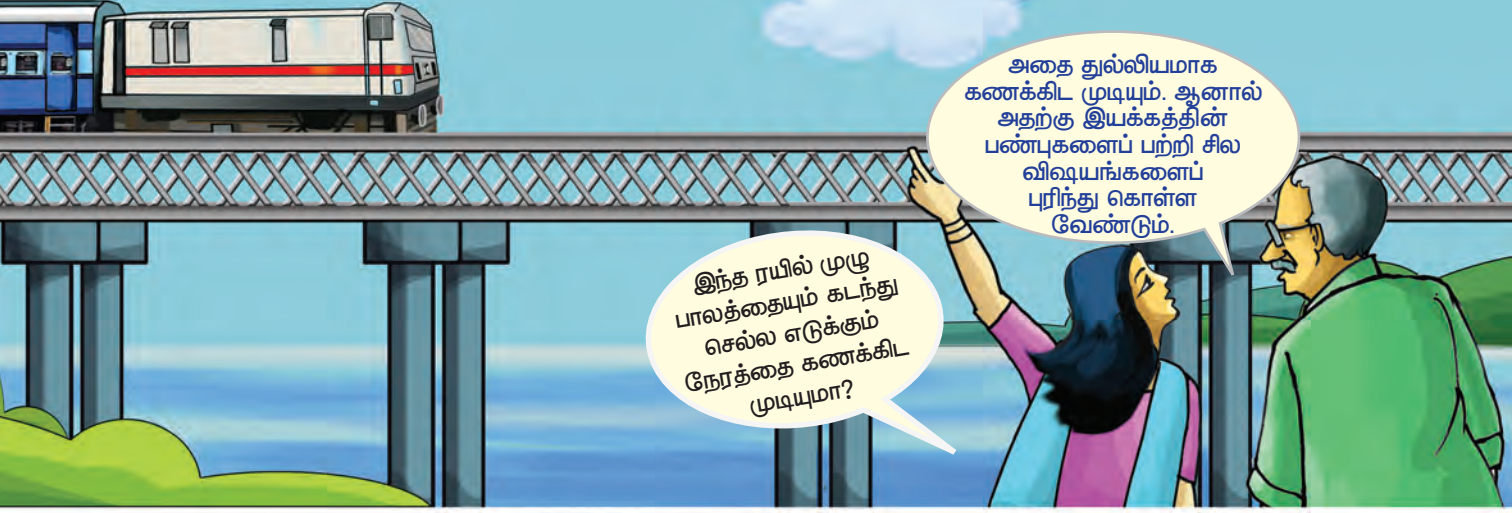
தொடர் செயல்பாடுகள்

1. சமதள ஆடிகளுக்கு மாற்றாக முப்பட்டகங்களைப் பயன்படுத்தி பெரிஸ்கோப்புகள் உருவாக்கி காட்சிப்படுத்தவும்.
2. கிளிசரின், தண்ணீர், தேங்காய் எண்ணெய், கண்ணாடி போன்ற வெவ்வேறு ஊடகங்களின் மாறுதானக் கோணங்களை ஒரு சோதனைச் செயல்திட்டம் வாயிலாகக் கண்டுபிடித்து ஒப்புமைப்படுத்தவும். குறிக்கோள், கருவிகள், கற்றல் முறை, கற்றல் விளைவுகள் போன்ற நிலைகளை உட்படுத்தி செயல்திட்ட அறிக்கை தயார் செய்க
3. ஒளிக்கதிர், ஒளி அடர்த்தி குறைந்த ஊடகத்தில் இருந்து கூடிய ஊடகத்திற்குள் பயணம் செய்யும் போது விலகுகோணம் 90° ஆகுமா? செயல்பாட்டைச் செய்து பார்த்து அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.



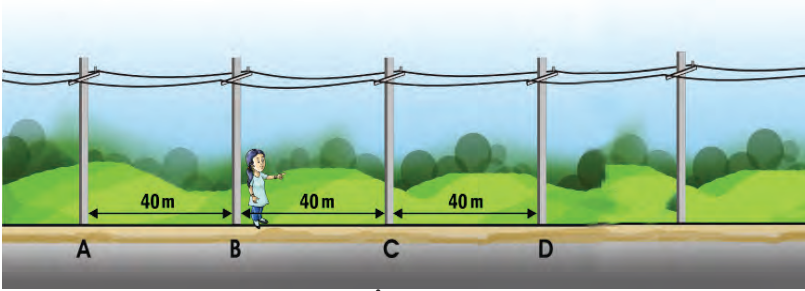
2

இயக்கச்சமன்பாடுகள்

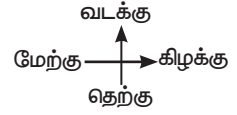


படத்தை உற்றுநோக்கவும். சிறுமிக்கு ஏற்பட்ட இந்த சந்தேகத்தை நீங்களும் உணர்ந்திருக்கிறீர்களா? இதற்கான விடையைக் கண்டுபிடிக்க முயற்சிப்போம்.

A, B, C, D என்ற 4 மின்கம்பங்கள் சாலையோரம் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அடுத்தடுத்த இரண்டு மின்கம்பங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 40 மீ ஆகும்.



படம் 2.1



B கம்பத்தின் கீழ் இருந்து ஒரு சிறுவன் C ஐ கடந்து D ஐ அடைகிறான். அதன் பிறகு D யிலிருந்து திரும்பி C என்ற கம்பத்தை அடைகிறான்.

- சிறுவன் பயணித்த மொத்த தூரம் என்ன?
- சிறுவன் முதலில் நின்ற B மற்றும் தற்போது நிற்கும் C இவற்றிற்கு இடையே உள்ள தூரம் என்ன?
- B யிலிருந்து 40 மீ தூரம் பயணித்தால் சிறுவன் சென்றடையும் இடங்கள் எவை?
- B யிலிருந்து 40 மீ தூரம் எந்த திசையில் பயணித்தால் C ஐ அடையலாம்? கிழக்கு / மேற்கு

சிறுவன் முதலில் நின்ற B மற்றும் தற்போது நிற்கும் C இவற்றிற்கு இடையே உள்ள தூரமே சிறுவனின் இடமாற்றத்தின் அளவு ஆகும். சிறுவன் B இலிருந்து கிழக்கு நோக்கி 40 மீட்டர் பயணித்தால் C ஐ அடையலாம் அல்லவா. எனவே இச்சூழலில் சிறுவனின் இடப்பெயர்ச்சி என்பது B இலிருந்து C க்கு கிழக்கு நோக்கி 40 மீ ஆகும்.

இடப்பெயர்ச்சி (Displacement)

இடப்பெயர்ச்சி என்பது கொடுக்கப்பட்ட திசையில் இரண்டு நிலைகளுக்கு இடையே உள்ள நேர்கோட்டு தூரத்தைக் குறிக்கிறது. இடப்பெயர்ச்சி என்பது s என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. தூரத்தின் அலகான மீட்டரே (m) இடப்பெயர்ச்சியின் அலகு.

திசையுறு அளவுகள் (vector quantities) என்பது, எண் மதிப்பையும், திசை மதிப்பையும் வெளிப்படுத்தினால் கிடைக்கும் அளவுகள் ஆகும். திசையுறு அளவுகள் எண் மதிப்பு மற்றும் திசையைக் கொண்டுள்ளன. திசையைக் குறிப்பிடாத அளவுகள் திசையிலி அளவுகள் (scalar quantities) ஆகும்.

- எனவே இடப்பெயர்ச்சி என்பது திசையுறு அளவா அல்லது திசையிலி அளவா? மற்றொரு சூழ்நிலையைக் கருத்தில் கொள்வோம்.
- சிறுவன் B யிலிருந்து மேற்கே 40 மீ நகர்ந்தால் சிறுவனின் தற்போதைய நிலை ஆகும்.

B-யிலிருந்து முன்னோக்கி/கிழக்கு திசையில் இடப்பெயர்ச்சி நேர்மதிப்பாக உள்ளது என எடுத்துக்கொண்டால், பின்னோக்கி /மேற்கு திசையில் உள்ள இடப்பெயர்ச்சியை எதிர்மதிப்பாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். (இவற்றை மாற்றியும் எடுத்துக் கொள்ளலாம்). ஒரு முறை திசை தீர்மானித்தப்பிறகு, தொடர்ந்துள்ள கற்றல் செயல்முறைகளில் நேர்மதிப்பு மற்றும் எதிர்மதிப்பு திசைகளை மாற்றக்கூடாது. இங்கு முதல் நிலை B யும், கடைசி நிலை A யும் அல்லவா. எனவே இடப்பெயர்ச்சி எதிர் மதிப்புடையது ஆகும்.

சிறுவன் பயணித்த நிலைகளின் அடிப்படையில் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையை நிரப்பவும்.

சிறுவன் பயணித்த நிலைகள்	பயணித்த தூரம்	இடப்பெயர்ச்சி
B யிலிருந்து C வரை நேரடியாக	40 m	
B யிலிருந்து புறப்பட்டு D யை அடைந்து மீண்டும் C யை அடையும் போது		40 m B யிலிருந்து C வரை
B யிலிருந்து புறப்பட்டு D யை அடையும் போது	80 m	80 m B யிலிருந்து D வரை
B யிலிருந்து A வரை		- 40 m B யிலிருந்து A வரை
B யிலிருந்து புறப்பட்டு A யை அடைந்து மீண்டும் B யை அடையும் போது		பூஜ்ஜியம்

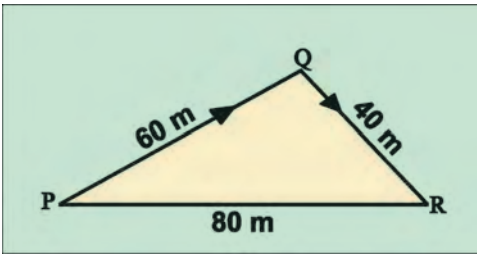
அட்டவணை 2.1

- A யிலிருந்து D யை அடைந்த பின் மீண்டும் A க்கு வந்த சிறுவன் பயணித்த தூரம் என்ன? இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு? இங்கு ஆரம்ப நிலையும் கடைசி நிலையும் ஒன்றல்லவா?

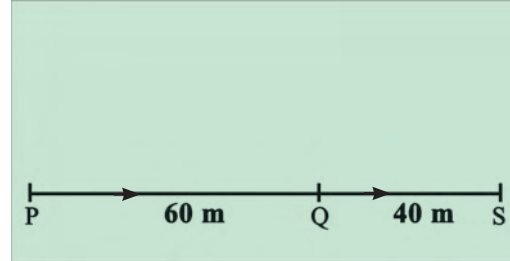
ஒரு பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு பயணித்த தூரத்திற்குச் சமமாகவோ, குறைவாகவோ அல்லது பூஜ்ஜியமாகவோ இருக்கலாம் என்பது அட்டவணையில் இருந்து தெளிவாகிறது.

- பயணம் செய்த தூரமும் இடப்பெயர்ச்சியும் சமமாக உள்ள சூழ்நிலைகளை எழுதவும்.

- ஒரு சிறுவன் P நிலையிலிருந்து Q வழியாக R ஐ அடைந்த இரண்டு பாதைகள் படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2.2 (a)



படம் 2.2 (b)

- படம் 2.2(a) இல் பயணித்த தூரம் எவ்வளவு? இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு?
- படம் 2.2 (b) இல் பயணித்த தூரம் எவ்வளவு? இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு?
- எந்த சூழ்நிலையில் இங்கு இடப்பெயர்ச்சியின் அளவும் தூரத்தின் அளவும் சமமாக உள்ளது?

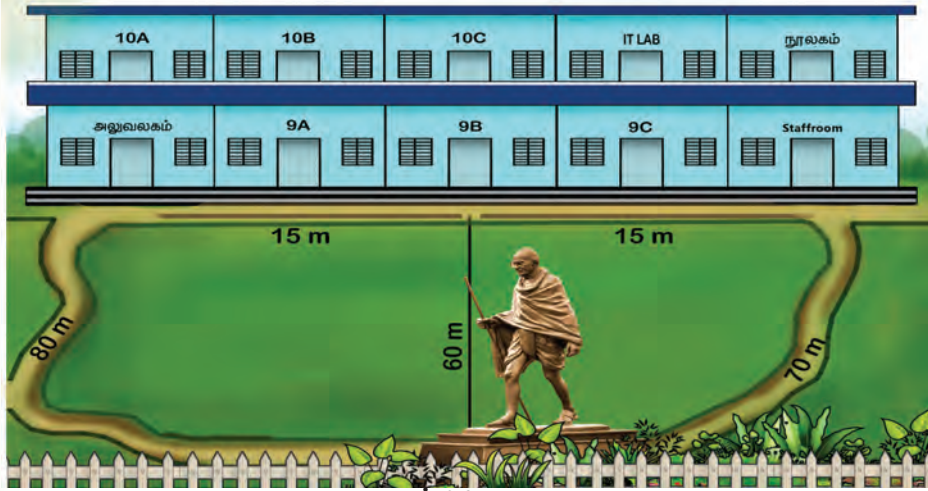
ஒரு பொருள் ஒரே திசையில் ஒரு நேர் கோட்டுப் பாதையில் இயங்கும் போது மட்டுமே இடப்பெயர்ச்சி மற்றும் தூரத்தின் மதிப்புகள் சமமாக இருக்கும்.

- ஒருவரின் பயணத்துடன் தொடர்புடைய தூரம், இடப்பெயர்ச்சி இவற்றிற்கிடையே உள்ள வேறுபாடுகளை அட்டவணை 2.2 இல் பட்டியலிடுங்கள்.

தூரம்	இடப்பெயர்ச்சி
பயணித்த பாதையின் மொத்த தூரம்	
	பூஜ்ஜியமாகவும் இருக்கலாம்
திசையிலி அளவு	

அட்டவணை 2.2

? ஒரு பள்ளியின் வகுப்பறைகளும் வேறு சில பகுதிகளும் கீழே படவிளக்கமாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2.3

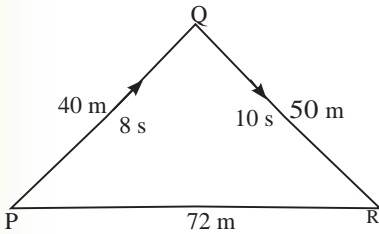
இடைவேளையின் போது, 9B வகுப்பில் படிக்கும் ஒரு மாணவன், ஆசிரியர் ஓய்வறைக்குச் சென்ற பின்னர் தேசத் தந்தையின் சிலை அருகேயும் தொடர்ந்து பள்ளி அலுவலகம் வழியாக வகுப்பு அறையை அடைந்தான். அப்படியானால், மாணவனின் பயணம் தொடர்பான அட்டவணை (2.3) ஐ நிரப்பவும்.

மாணவனின் பயணப் பாதை	தூரம் (m)	இடப்பெயர்ச்சி (m)
9B வகுப்பில் இருந்து ஆசிரியர் ஓய்வறைக்கு முன்னால் சென்றபோது.		
9B வகுப்பில் இருந்து ஆசிரியர் ஓய்வறை வழியாக தேசத்தந்தையின் சிலை அருகே சென்றபோது.		
9B வகுப்பறைக்குத் திரும்ப வந்தடையும் போது		

அட்டவணை 2.3

திசைவேகம் (Velocity)

ஒரு சிறுவன் பயணித்தப் பாதையின் பட விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. சிறுவன் P யிலிருந்து பயணிக்கத் தொடங்கி Q வழியாக R ஐ அடைய 18 வினாடிகள் எடுத்துக் கொண்டான்.



படம் 2.4

- சிறுவன் P யிலிருந்து Q வழியாக R ஐ அடைய பயணித்த மொத்த தூரம் எவ்வளவு?
- P யிலிருந்து Q வழியாக Rக்கு பயணிக்கும்போது உள்ள சிறுவனின் வேகம் எவ்வளவு?
- சிறுவனுக்கு ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு?

- 18 வினாடி நேரத்தில் 72 மீ இடப்பெயர்ச்சி நடைபெற்றது எனில் ஒரு நொடியில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சியைக் கணக்கிட முடியுமல்லவா.

$$\begin{aligned} \text{ஒரு நொடியில் ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி} &= \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{நேரம்}} \\ &= \frac{72 \text{ m}}{18 \text{ s}} \\ &= 4 \text{ m/s} \end{aligned}$$

திசைவேகம் என்பது ஒரு வினாடியில் ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி ஆகும் (velocity).

- இதன் திசை எது? ($P \rightarrow R$ / $R \rightarrow P$ / $P \rightarrow Q \rightarrow R$)

இடப்பெயர்ச்சியின் திசையும் வேகத்தின் திசையும் ஒன்றுபோல் உள்ளது என்பது புரிந்ததல்லவா?

$$\text{திசைவேகம்}(v) = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} ; \text{ அதாவது } v = \frac{s}{t}$$

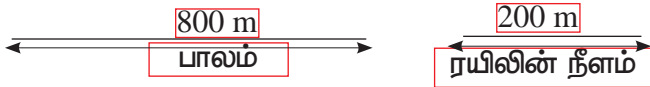
$$\begin{aligned} \text{திசைவேகத்தின் அலகு} &= \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சியின் அலகு}}{\text{நேரத்தின் அலகு}} \\ &= \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots \end{aligned}$$

திசைவேகம் என்பது ஒரு பொருளுக்கு ஓர் அலகு நேரத்தில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி ஆகும். திசைவேகம் என்பது ஒரு திசையுறு அளவு ஆகும். இடப்பெயர்ச்சியின் திசையே திசைவேகத்தின் திசை. இதன் அலகு m/s ஆகும்.

ஒரு பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி அதன் பயணப் பாதையை சார்ந்திருப்பதில்லை. ஆனால் திசைவேகத்தைக் கணக்கிடப் பொருள் பயணிக்கும் மொத்த நேரத்தையே எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

பாடத்தின் தொடக்கத்தில் சிறுவன் எழுப்பிய சந்தேகத்தை இப்போது கருத்தில் கொள்வோம். 200 மீ நீளமுள்ள ஒரு ரயில் 20 m/s ஒரு திசைவேகத்தில் பயணிக்கிறது. இந்த ரயில் 800 மீ நீளமுள்ள நேரான பாலத்தைக் கடக்க எவ்வளவு நேரம் ஆகும்?

$$\text{இடப்பெயர்ச்சி} = \text{பாலத்தின் நீளம்} + \text{ரயிலின் நீளம்}$$



$$\begin{aligned} s &= 800 \text{ m} + 200 \text{ m} \\ &= 1000 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{திசைவேகம் } v = 20 \text{ m/s}$$

நேரம் (t) = ?

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1000 \text{ m}}{20 \text{ m/s}}$$

நேரம் = 50 s

❓ படம் 2.4 இல் P யிலிருந்து Q வரையிலான மாணவனின் வேகத்தையும் திசைவேகத்தையும் கணக்கிடவும்.

இதிலிருந்து நீங்கள் பெறும் முடிவுகள் எவை?

❓ 25 m/s திசைவேகத்தில் நேர்கோட்டில் பயணம் செய்யும் ஒரு வாகனம் 400 மீ தூரம் பயணித்திருந்தால், இதற்காக எடுத்த நேரத்தைக் கணக்கிடுங்கள்.

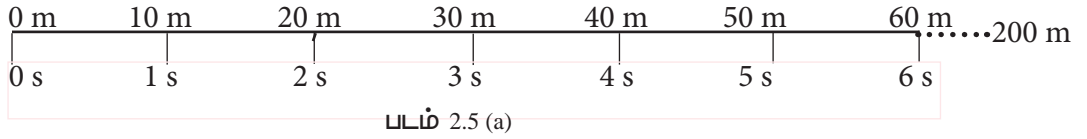
❓ 36 m/s திசைவேகத்தில் இயங்கும் ஒரு பொருளுக்கு ஒரு நிமிடத்தில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி எவ்வளவு?

சீரான திசைவேகம் மற்றும் சீரற்ற திசைவேகம் (Uniform Velocity and Non-uniform Velocity)

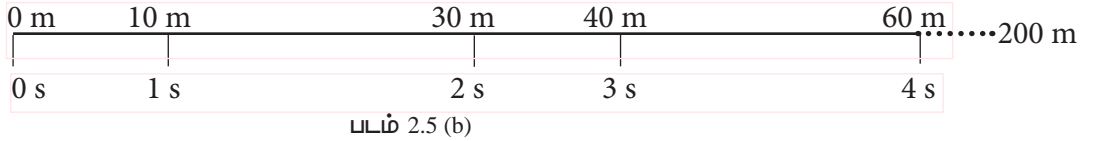
மூன்று கார்கள் 200 மீ தூரம் பயணித்த தகவல்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கார்களின் இயக்கத்தின் சிறப்பியல்புகளை உற்று நோக்கி வினாக்களுக்கான விடைகளை எழுதுங்கள்.



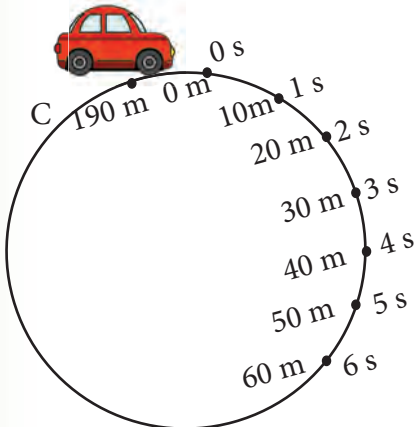
A



B



C



• கார் A இன் திசைவேகம் எப்போதும் ஒன்றுபோல் உள்ளதா? காரணம் என்ன?

• கார் B இன் திசைவேகமோ? காரணம் என்ன?

• வாகனத்தின் டயரில் ஒட்டிய சேறு சுழலும் போது தெறிப்பதை நீங்கள் கவனித்ததில்லையா? ஒவ்வொரு முறையும் ஒரே திசையிலா சேறு தெறிக்கிறது?

ஒரு வட்டப் பாதையில் பயணிக்கும் ஒரு பொருளின் இயக்க திசை எப்போதும் மாறிக்கொண்டே இருக்கிறது என்பது புரிந்தல்லவா.

ஒரு பொருளின் இயக்க திசை மாறினால், அப்பொருளின் திசைவேகமும் மாறுகிறது.

- கார் C இன் திசைவேகம் ஒவ்வொரு வினாடியிலும் சமமாக உள்ளதா? இங்கு திசைவேகம் மாறுகிறதா? வேகத்தின் அளவு மாறா விட்டாலும் திசை மாறுவதால் இங்கு திசைவேகம் மாறுபடுகிறது.

ஒரே திசையில் இயங்குகின்ற ஒரு பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி சம இடைவெளியில் சமமாக இருந்தால் அந்தப் பொருள் சீரான திசைவேகத்தில் இருக்கும். (uniform velocity).

வேகமும் திசையும் மாறும்போது திசைவேகமும் மாறுகிறது. இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று மாறினாலும், திசைவேகத்தில் மாற்றம் ஏற்படும். பொருளின் திசைவேகத்திற்கு மாற்றம் ஏற்பட்டால் அது சீரற்ற திசைவேகமாக இருக்கும். (non-uniform velocity).

படம் 2.5 (a), (b) மற்றும் (c) இல் உள்ள தகவல்களின் அடிப்படையில் அட்டவணையை நிரப்பவும்.

வாகனம்	சீரான திசைவேகம்	சீரற்றத் திசைவேகம்	காரணம்
கார் A	✓		திசைவேகத்தின் அளவோ திசையோ மாறுவதில்லை
கார் B			
கார் C			திசைவேகத்தின் அளவு மாறுவதில்லை; திசை மாறுகிறது.

அட்டவணை 2.4

சீரான திசைவேகம் மற்றும் சீரற்ற திசைவேகம் என்றால் என்ன என்பதை நீங்கள் புரிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா.

? கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சூழ்நிலைகளைச் சீரான திசைவேகம், சீரற்ற திசைவேகம் என்ற அடிப்படையில் உங்கள் அறிவியல் குறிப்பேட்டில் அட்டவணைப்படுத்தவும்.

- மேலிருந்து கீழே போட்ட கல்லின் இயக்கம்.
- ஒளி வெற்றிடத்தின் வழியாக பயணிக்கும் போது.
- பேருந்து நிறுத்தத்தை விட்டு முன்னோக்கி நகர்கின்ற பேருந்து.
- ஒரு ரயில் ஒரே திசையில் சீரான வேகத்தில் பயணிக்கும் சூழ்நிலை.
- ஊஞ்சல் ஆடுவது.

சீரான திசைவேகம்	சீரற்ற திசைவேகம்
•	<ul style="list-style-type: none"> • மேலிருந்து கீழே போட்ட கல்லின் இயக்கம் •

அட்டவணை 2.5



பேருந்து நிறுத்தத்திலிருந்து புறப்படும் பேருந்தின் திசைவேகம் மாறிக்கொண்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு வினாடியிலும் ஏற்படும் திசைவேக மாற்றம் ஒரே மாதிரியாக இருக்குமா?

வாகனங்களில் திசைவேகம் அதிகரிக்கப் பயன்படுகின்ற ஓர் அமைப்பாகும் ஆக்சிலரேட்டர்.

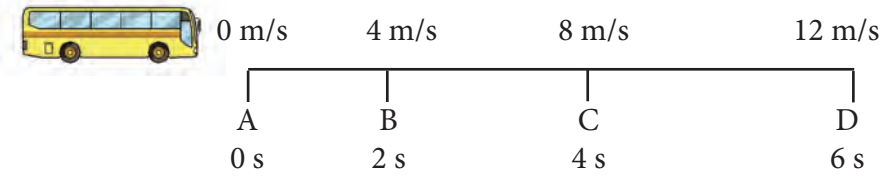


படம் 2.6

முடுக்கம் (Acceleration)

நீங்கள் ஒரு பேருந்தில் அமர்ந்திருக்கிறீர்கள் என்று கற்பனை செய்யுங்கள். பேருந்து இயங்கி நேர்கோட்டுப் பாதையில் முன்னோக்கி செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் மாறுகிறதல்லவா.

பேருந்தின் நேர்கோட்டுப் பாதை இயக்கம் தொடர்பான தகவல்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றை பகுப்பாய்வு செய்து வினாக்களுக்கான விடையை எழுதவும்.



படம் 2.7

- A இல் இருந்து B க்கு பேருந்து பயணிக்கும் போது A இல் உள்ள திசைவேகம் (ஆரம்ப திசைவேகம்/இறுதி திசைவேகம்)
- B இல் திசைவேகம்?..... (ஆரம்ப திசைவேகம்/இறுதி திசைவேகம்)
- B முதல் C வரை எடுத்துக்கொண்டால் B இல் திசைவேகம்

பேருந்தின் இயக்கம் தொடர்பான தகவல்களைப் பயன்படுத்தி அட்டவணையை நிரப்பவும்.

பேருந்து பயணித்த நிலைகள்	ஒவ்வொரு நிலையிலும்		திசைவேக மாற்றம் (v - u) m/s	திசைவேக மாற்றத்திற்கு எடுத்த நேரம் (t) s	திசைவேக மாற்றத்தின் விகிதம் $\left(\frac{v-u}{t}\right)$
	ஆரம்ப திசை வேகம் (u) m/s	இறுதி திசை வேகம் (v) m/s			
A முதல் B வரை	0	4	4	2	$\frac{4 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$
B முதல் C வரை					
C முதல் D வரை					

அட்டவணை 2.6

முடுக்கம் என்பது ஓர் அலகு நேரத்தில் ஒரு பொருளின் திசைவேக மாற்றத்தின் அளவு அல்லது திசைவேக மாற்றத்தின் விகிதம் (acceleration) ஆகும்.

$$\text{முடுக்கம்} = \frac{\text{திசைவேகமாற்றம்}}{\text{நேரம்}} ; a = \frac{v - u}{t}$$

முடுக்கம் என்பது ஒரு திசையுறு அளவு.

பேருந்திற்கு ஒவ்வொரு வினாடியிலும் ஏற்பட்ட திசைவேகமாற்றத்தின் அளவு அதாவது திசைவேக மாற்றத்தின் விகிதத்தைக் கண்டுபிடித்தோம் அல்லவா. இது தான் பேருந்தின் முடுக்கம்.

$$\text{முடுக்கத்தின் அலகு} = \frac{\text{திசைவேகமாற்றத்தின் அலகு}}{\text{நேரத்தின் அலகு}}$$

$$= \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots$$

10 m/s திசைவேகத்துடன் நேர்கோட்டில் பயணிக்கும் ஒரு காருக்கு 5 m/s² முடுக்கம் கொடுக்கப்படுகிறது. 2 s ந்குப் பிறகு காரின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிடவும்.

ஆரம்ப திசைவேகம் $u = 10 \text{ m/s}$

முடுக்கம் $a = 5 \text{ m/s}^2$

நேரம் $t = 2 \text{ s}$

இறுதி திசைவேகம் $v = ?$

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

$$v - u = at$$

$$v = u + at = 10 + 5 \times 2$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

$v = u + at$ ஐ இறுதி திசைவேகத்தைக் கண்டறியும் சமன்பாடாகப் பயன்படுத்தலாம்.

? 4 m/s திசைவேகத்தில் இயங்குகின்ற ஒரு பொருளின் திசைவேகம் 4 s இல் 28 m/s ஆக மாறினால் முடுக்கத்தைக் கணக்கிடவும்.

? ஒரு பொழுதுபோக்கு பூங்காவில் உள்ள ஒரு காட்சி படவிளக்கமாக கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. முடுக்கம் தோன்றும் சூழ்நிலைகளைப் பட்டியலிடுங்கள்.

◆ இராட்சஸ சக்கரத்தின் இயக்கம்

◆



படம் 2.8

? அன்றாட வாழ்க்கையில் முடுக்கம் தோன்றுகின்ற சூழ்நிலைகளைக் கண்டறிந்து அறிவியல் குறிப்பேட்டில் பதிவு செய்யவும்.

- தென்னையில் இருந்து கீழே விழும் தேங்காயின் இயக்கம்.
-

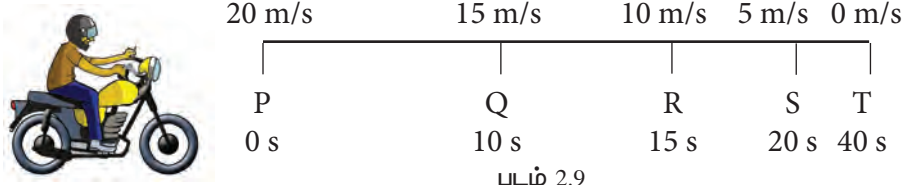
? அன்றாட வாழ்க்கையில் திசைவேகம் குறையும் சில சூழ்நிலைகள் இல்லையா? மேலும் எடுத்துக்காட்டுகளை எழுதி பட்டியலை விரிவாக்குங்கள்.

- ரயில் நிலையத்தை வந்தடையும் ரயில்.
- மேல்நோக்கி வீசப்பட்ட ஒரு கல்லின் மேல்நோக்கிய இயக்கம்.
-



வேகம் குறையும் சூழ்நிலையிலும் முடுக்கம் தானா?

படத்தை உற்று நோக்கவும்.



ஒரு மோட்டார் சைக்கிளின் இயக்கத்துடன் தொடர்புடைய தகவல்கள் படத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

படம் 2.9 ஐ பகுப்பாய்வு செய்து அட்டவணையை நிரப்பவும்.

இயக்க நிலைகள்	ஒவ்வொரு நிலையிலும்		திசைவேக மாற்றம் (v - u) m/s	திசைவேக மாற்றத்திற்கு எடுத்த நேரம் t (s)	திசைவேக மாற்றத்தின் விகிதம் (முடுக்கம்) $a = \frac{v - u}{t} \text{ m/s}^2$
	ஆரம்ப திசை வேகம் (u) m/s	இறுதி திசை வேகம் (v) m/s			
P முதல் Q வரை	20	15	-5	10	$\frac{-5}{10} = -0.5$
Q முதல் R வரை					
R முதல் S வரை					
S முதல் T வரை					

அட்டவணை 2.7

இங்கு திசைவேகம் குறைந்து வருவது தெரிகிறதல்லவா.

எதிர் முடுக்கம் அல்லது பின்னடைவு (retardation) என்பது திசைவேகம் குறையும் விகிதமாகும். அதன் அலகு m/s^2 ஆக இருக்கும்.

- ❓ எதிர்முடுக்கம் எழுதும் போது எதிர் குறியீடு கொடுக்கப்பட வேண்டுமா?
- ❓ ஒரு பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருந்து நகரத் தொடங்கி 5 வினாடிகளில் 10 m/s திசைவேகத்தை அடைகிறது.
- a) இப்போது முடுக்கம் என்ன?
- b) அடுத்த 5 s இல் ஓய்வு நிலையை அடைந்தால் இச்சூழ்நிலையின் முடுக்கம் எவ்வளவு? எதிர்முடுக்கம் எவ்வளவு?
- ❓ 5 m/s வேகத்தில் செல்லும் வாகனம் பிரேக் பிடித்து 2 s இல் நிறுத்தப்படும். அந்த வாகனத்தின் எதிர்முடுக்கம் என்ன?
- ❓ இரண்டாவது வினாடியில் ஒரு பொருளின் திசைவேகம் 40 m/s மற்றும் நான்காவது வினாடியில் திசைவேகம் 30 m/s என்றால், அதன் முடுக்கம் என்ன? எதிர்முடுக்கம் எவ்வளவு? எட்டாவது வினாடியில் திசைவேகம் எவ்வளவு?

சீரான முடுக்கம், சீரற்ற முடுக்கம் (Uniform Acceleration, Non-uniform Acceleration)

- ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் அட்டவணை 2.6 இல் கிடைத்த முடுக்கம் ஒன்றுபோல் இருந்ததா?
- அட்டவணை 2.7 இன் படி கிடைத்த முடுக்கமோ ?

ஒரு பொருளின் திசைவேக மாற்றத்தின் அளவு சம இடைவேளைகளில் சமமாக இருந்தால், அது சீரான முடுக்கத்தில் (Uniform acceleration) இருக்கும். எனில் ஒரு பொருளின் திசைவேக மாற்றத்தின் அளவு சம இடைவேளைகளில் சமமாக இல்லை என்றால், அது சீரற்ற முடுக்கத்தில் (Non-uniform acceleration) இருக்கும்.

வேகம், திசைவேகம், முடுக்கம் முதலியவற்றைப் பற்றி தெரிந்துகொண்டீர்கள் அல்லவா. வாகனங்கள் அதிவேகமாக செல்வதால் விபத்து ஏற்படுகிறது. விபத்துகளைக் குறைக்க சாலை விதிகளைக் கண்டிப்பாக பின்பற்ற வேண்டும். வாகனங்களின் அதீத வேகம் மட்டுமா விபத்துகளுக்கு காரணம்? பாதசாரிகளும் சாலை விதிகளைப் பின்பற்ற வேண்டுமல்லவா?




பாதசாரிகள் பின்பற்ற வேண்டிய சாலை விதிகள் என்ன?

- ◆ பாதசாரிகள் சாலையின் வலதுபக்கம் சேர்ந்து நடந்து செல்ல வேண்டும்.
- ◆ ஸ்பீரா வரைகோடு (Zebra cross) வழியாக சிக்னலின் படி மட்டுமே சாலையைக் கடக்க வேண்டும்.
- ◆

சாலை விபத்துகளைக் குறைக்கவும், பாதுகாப்பான பயணத்தை உறுதி செய்யவும் சாலை அடையாளங்கள் மற்றும் சாலை குறியீடுகள் செயல்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

சாலை அடையாளங்களை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

சாலை ஓரங்களில் நிறுவப்பட்டுள்ள சாலை குறியீட்டு அடையாளங்களைக் கவனித்திருக்கிறீர்களா? அவற்றில் சில வட்ட, முக்கோண மற்றும் சதுர வடிவங்களில் காணப்படுகின்றன. அவை ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள சிறப்பியல்புகளையும் கவனிக்க வேண்டும்.

கட்டாய அடையாளங்கள் (Mandatory signs) கட்டாயமாகக் கடைபிடிக்க வேண்டியதைக் குறிக்கும் அடையாளங்கள்	எச்சரிக்கை அடையாளங்கள் (Cautionary signs) எச்சரிக்கை செய்யும் அடையாளங்கள்	தகவல் அடையாளங்கள் (Informatory signs) அடிப்படை தகவல்களை அளிக்கும் அடையாளங்கள்
		

படம் 2.10 (a)

கட்டாய, எச்சரிக்கை மற்றும் தகவல் அடையாளங்களுக்கான எடுத்துக்காட்டுகளைக் கவனியுங்கள்.

i. கட்டாய அடையாளங்கள்

எவற்றையெல்லாம் கண்டிப்பாக பின்பற்றப்பட வேண்டும் என்பதை முன் எச்சரிக்கை செய்யும் குறியீடுகளாக இத்தகைய அடையாளங்களில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2.10 (b)

ii. எச்சரிக்கை அடையாளங்கள்

முன்னோக்கிய பயணத்தில் சாலையின் நிலை குறித்த எச்சரிக்கைகள் இத்தகைய அடையாளங்கள் மூலம் புரிந்து கொள்ளப்படுகின்றன.



படம் 2.10 (c)

iii. தகவல் அடையாளங்கள்

வாகன ஓட்டுநர் செல்ல வேண்டிய திசை, பல்வேறு இடங்களுக்குச் செல்லும் தூரம் மற்றும் பிற வசதிகளின் இருப்பிடம் அனைத்தையும் இந்த அடையாளத்தைப் பயன்படுத்தி புரிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 2.10 (d)

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள குறியீடுகளைத் தவிர, ஒவ்வொரு பிரிவிலுமுள்ள அதிகமான அடையாளங்களைச் சேகரித்து, தனித்தனியாக சுவரொட்டிகளைத் தயாரித்து பள்ளி அறிவிப்புப் பலகையில் வெளியிடவும்.

சாலைக் குறியீடுகள் (Road Marking)

வாகனங்களுக்கு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட முறையில் கடக்க அனுமதிக்கப்படும் பகுதி	வாகனங்கள் குறுக்காக கடந்து செல்ல அனுமதி மறுக்கப்பட்ட பகுதி	ஸீப்ரா வரைகோடு (சீப்ரா க்ராசிங்)
		
படம் 2.11 (a)	படம் 2.11 (b)	படம் 2.11 (c)



விபத்துக்கள் நடைபெறுவது சாலை விதிகளைப் பின்பற்றாததால் மட்டுமா?

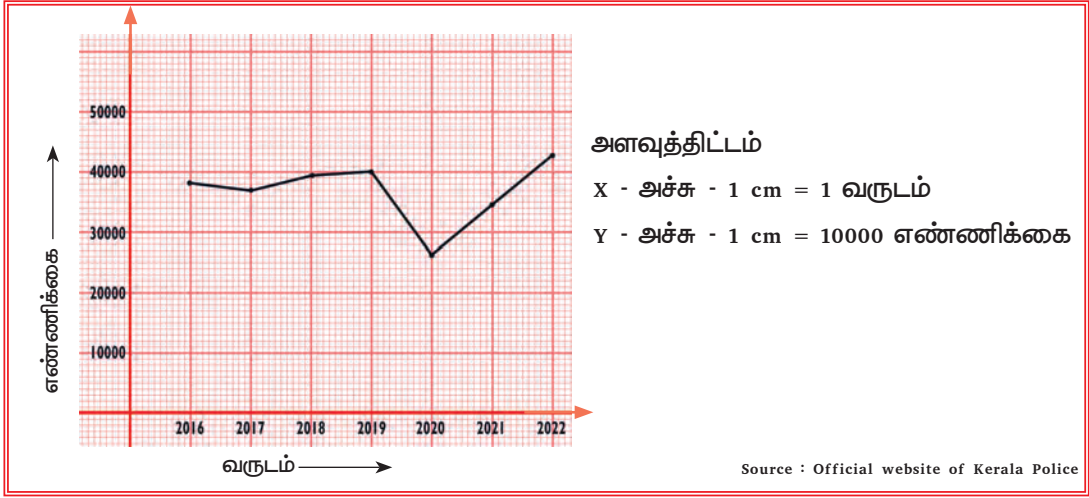
மங்கலான வெளிச்சத்தில் இருண்ட நிற உடை அணிந்து சாலை ஓரத்தில் நடந்து செல்பவர்களையும், சாலையைக் கடந்து செல்பவர்களையும் வாகன ஓட்டிகளால் பார்க்க முடிவதில்லை. இது விபத்துக்களை வரவழைக்கும். இந்த நேரத்தில் வெளிர் நிற ஆடைகளை அணிவது நல்லது.

மாணவர்களும் சாலைப் பாதுகாப்பும் என்ற தலைப்பில் ஒரு கருத்தரங்கக் கட்டுரை தயாரித்து வகுப்பில் படிக்கவும்.

குறிப்பு: :

- சாலையின் குறுக்காக கடந்து செல்வது.
- கூட்டமாக பயணித்தல்
- சாலைக்கு அருகில் விளையாடுவது.
- ஓட்டுனர் உரிமம் பெறும் வயதிற்கு முன்பே மோட்டார் வாகனம் ஓட்டுதல்
- பாதுகாப்பான சைக்கிள் பயணம்
- சாலை விதி குறியீடுகள்
-

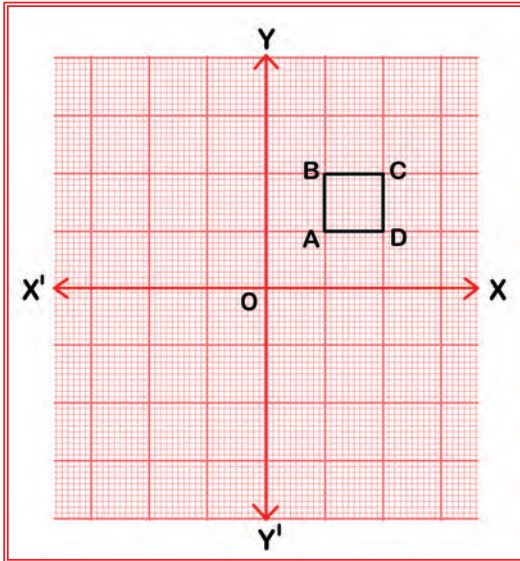
2016 முதல் 2022 வரை கேரளத்தில் நடைபெற்ற சாலை விபத்துகளின் எண்ணிக்கை பற்றிய வரைபடம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



வரைபடம் 2.1

- வரைபடத்திலிருந்து எந்தெந்த தகவல்களைப் புரிந்து கொள்ள முடியும்?
- கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தகவல்களைப் பட்டியலிடுங்கள்

இயக்கத்தின் வரைபடம் (Graphical representation of Motion)



வரைபடம் 2.2

வரைபடம் என்பது இரு பரிமாணப் படம். இதில், கிடைமட்ட கோடான XX^1 -ஐ X அச்ச என்றும், செங்குத்துக் கோடான YY^1 -ஐ Y அச்ச என்றும் அழைக்கிறோம். இந்த அச்சுகள் சந்திக்கும் புள்ளியான O தான் மையப்புள்ளி (Origin).

OX என்பது நேர்மதிப்பும் (வலதுபுறம்) மற்றும் OX^1 என்பது எதிர்மதிப்பும் (இடதுபுறம்) உடையவையாக குறிக்கப்படுகின்றன. இதேபோல் OY நேர்மதிப்பும் OY^1 எதிர்மதிப்பும் ஆகவும் கருதப்படுகின்றன. அனைத்து அச்சுகளும் எண் கோடுகளாகும்.

வரைபடத்தில் 1 cm நீளம் மற்றும் 1 cm அகலத்தில் பல பகுதிகள் உள்ளன. வரைபடத்தில் ABCD பகுதியின் பரப்பளவு 1 cm^2 ஆகும். Y மற்றும் X அச்சுகளில் உள்ள அளவுகளை சேர்த்து வரைபடத்திற்குப் பெயர் தரப்படுகிறது.

இந்த வரைபடத்தைப் பயன்படுத்தி அளவுகளுக்கு இடையிலான தொடர்பைப் புரிந்து கொள்ளவும், வரைபடம் வரையவும் இந்தத் தொடர்பின் அடிப்படையில் சமன்பாடுகளை உருவாக்கவும் முடியும். வரைபடங்கள் மூலம் கணிதக் கணக்கீடுகள், நிகழ் நேர தகவல்கள் அனுமானங்கள் போன்றவற்றைச் செய்யவும் முடியும்.

வரைபடம் 2.1 ஐ ஆராய்ந்து, கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினாக்களுக்கான விடைகளைக் கண்டறியவும்.

- குறைவான விபத்துகள் நடைபெற்ற ஆண்டு எது?
- 2019 இல் நடைபெற்ற விபத்துகள் எத்தனை?

இட - நேர வரைபடம் (Position - Time Graph)

ஒரு பொருளின் இயக்கம் தொடர்பான தகவல் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அளவீடுகளைப் பயன்படுத்தி வரைபடத்தை எப்படி வரையலாம்? பொருத்தமான அளவுத் திட்டம் தேர்ந்தெடுப்பீர்கள் அல்லவா.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள எடுத்துக்காட்டைப் பாருங்கள்.

x அச்ச நேரம் (s)	2	4	6	8	10
y அச்ச இடம் (m)	1	2	3	4	5

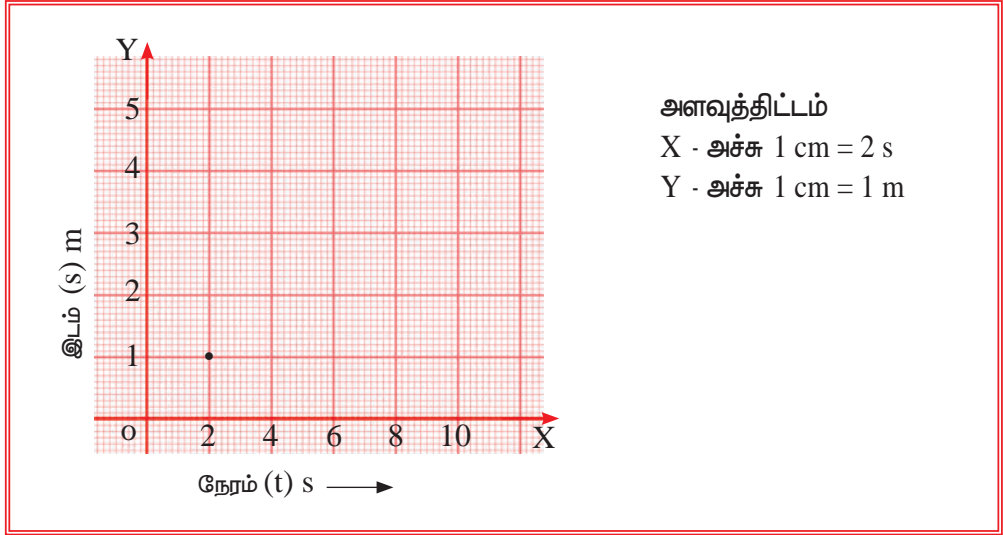
அட்டவணை 2.8

கொடுக்கப்பட்டுள்ள வரைபடத் தாளில் $X'OX$, $Y'OY$ என்ற அச்சுகளை வரையவும். அச்சுகள் சந்திக்கும் இடத்தை O என்று குறிக்கவும். பொருத்தமான அளவுத்திட்டத்தை தீர்மானித்து, அந்த அளவு திட்டத்தின்படி Y அச்சில் இடத்தையும் X அச்சில் நேரத்தையும் பதிவு செய்யவும். அட்டவணையில் உள்ள வரிசை ஜோடிகளை (X , Y) வரைபடத்தாளில் புள்ளிகளாகக் குறிக்கவும்.

எ.கா : (2.1) நேரம் 2 s ஆகவும், இடம் 1 m ஆகவும் இருக்கும் போது, X அச்சில் 2 க்கு மேல் உள்ள புள்ளியையும், Y அச்சில் 1 க்கு நேராக உள்ள புள்ளியையும் கண்டறிந்து, வரைபடம் 2.3 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதைக் போல குறிக்கவும். மற்ற புள்ளிகளையும் இதே முறையில் குறிக்கவும். பெறப்பட்ட புள்ளிகளை ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்த்து இணைக்கவும்.



ExpEYES →
Distance
Measurement
using SR04
Echo Module
Plotting Graphs

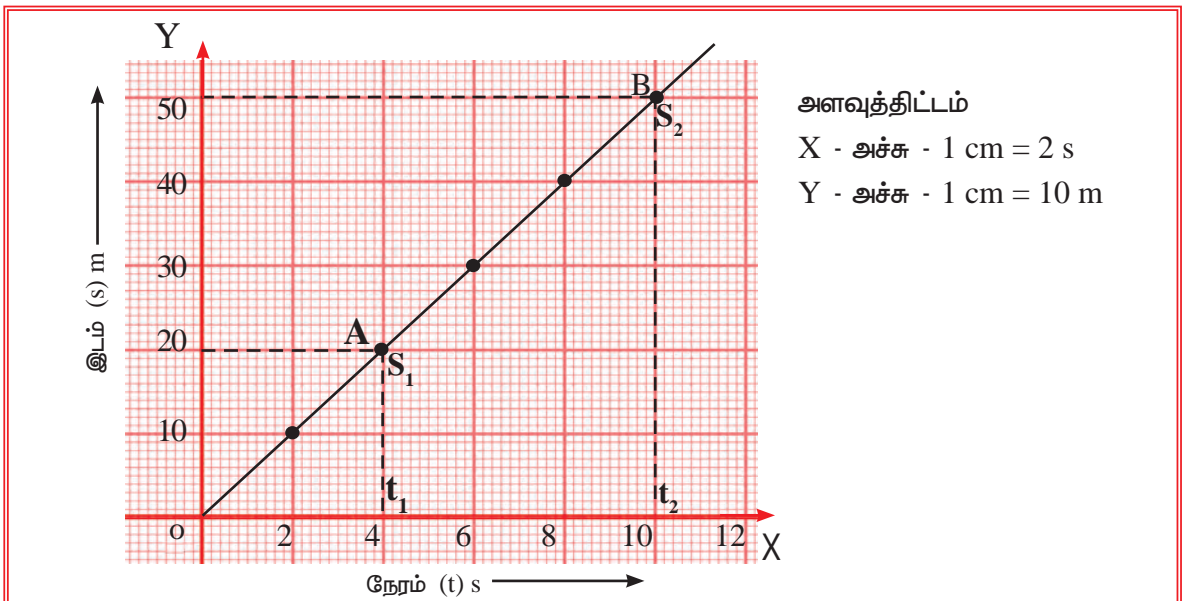


வரைபடம் 2.3

- கிடைத்த வரைபடத்தின் பண்பு என்ன?
(கிடைமட்டமான நேர்கோடு / சாய்வான நேர் கோடு / வளைவான கோடு)
- இந்த வரைபடத்தின் பெயர் என்ன?
- பெறப்பட்ட வரைபடத்திலிருந்து, பொருளின் திசைவேகத்தினுடைய சிறப்பியல்பு என்ன? (சீரான திசைவேகம்/சீரற்ற திசைவேகம்)
- 5 s இல் பொருளுக்கு ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி என்ன?
- 1.5 m பயணிக்க எடுத்துக்கொண்ட நேரம் என்ன?

மற்றொரு சூழ்நிலையை எடுத்துக்கொள்வோம்.

ஒரு காரின் இயக்கம் தொடர்புடைய இட-நேர வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



வரைபடம் 2.4

வரைபடம் 2.4 யிலிருந்து A முதல் B வரையிலான காரின் வேகத்தை எவ்வாறு கண்டறியலாம்?

- வரைபடத்தில் A யிலிருந்து B வரையுள்ள பகுதியில் காரின் இடப்பெயர்ச்சி என்ன?
- A முதல் B வரை கார் பயணிக்க எடுத்துக் கொண்ட நேரம் எவ்வளவு?

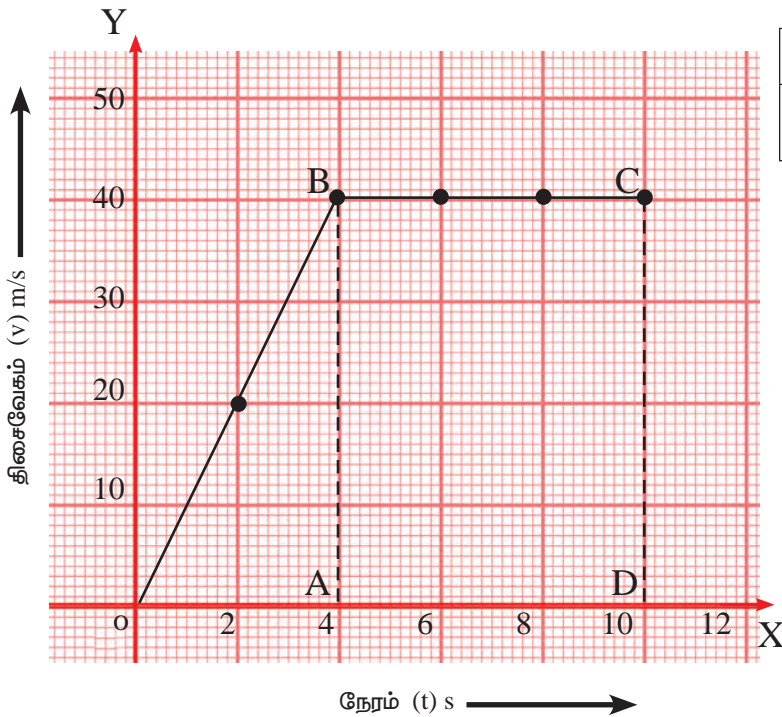
$$\text{திசைவேகம்} = \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{நேரம்}} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \text{-----} = \text{-----}$$

- வரைபடத்தில் 6 வது வினாடியில் கார் எந்த இடத்தில் இருக்கும்?
- எவ்வகையான திசைவேகம் இக்காருக்கு உள்ளது? (சீரான திசைவேகம்/சீரற்ற திசைவேகம்)
- வரைபடத்திலிருந்து 6 s ற்கும் 8 s ற்கும் இடையேயுள்ள காரின் திசை வேகத்தைக் கண்டறியவும்.

கொடுக்கப்பட்டுள்ள அளவீடுகளை வரைபடத் தாளில் பொருந்தக்கூடிய வகையில் வரைய பொருத்தமான அளவுத்திட்டம் எடுக்கப்பட வேண்டும். அளவுத்திட்டம் அதிகரிக்கும் போது, வரைபடத்தின் அளவு குறைகிறது. ஆனால் வரைபடம் குறிப்பிடும் இயற்பியல் அளவின் (physical quantity) மதிப்பில் வேறுபாடு வருவதில்லை.

திசைவேக-நேர வரைபடம் (Velocity - Time Graph)

ஒரு வாகனத்தின் இயக்கம் தொடர்புடைய அட்டவணையும், திசைவேக - நேர வரைபடமும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றை உற்றுநோக்கவும்.



நேரம் (s)	0	2	4	6	8	10
திசைவேகம் (m/s)	0	20	40	40	40	40

அளவுத்திட்டம்
X - அச்சு 1 cm = 2 s
Y - அச்சு 1 cm = 10 m/s

வரைபடம் 2.4

ஒரு திசைவேக - நேர வரைபடம் என்பது X அச்சில் நேரத்தையும் Y அச்சில் திசைவேகத்தையும் குறித்து வரையப்பட்ட வரைபடமாகும்.

- பெறப்பட்ட வரைபடத்திலிருந்து 4 வது மற்றும் 10 வது வினாடிக்கு இடையே உருவாகின்ற இடப்பெயர்ச்சியைக் கண்டறியவும்.

$$\text{திசைவேகம்} = \frac{\text{இடப்பெயர்ச்சி}}{\text{நேரம்}}$$

- எனவே, இடப்பெயர்ச்சி = திசைவேகம் \times நேரம் அல்லவா?

வரைபடத்தில் இது $AB \times AD$ க்கு சமமாக இருக்கும் (சதுரம் ABCD இன் பரப்பளவிற்குச் சமம்).

- இது வரைபடத்தில் BC க்கு கீழே உள்ள பகுதியின் பரப்பளவிற்கு சமமாக இருக்கும் அல்லவா?

$$s = 40 \text{ m/s} \times 6 \text{ s} = 240 \text{ m}$$

ஒரு திசைவேக-நேர வரைபடத்தில், குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளியில் ஒரு பொருள் தோற்றுவிக்கும் இடப்பெயர்ச்சியின் அளவு, அந்த நேர இடைவெளியில் வரைபடத்தின் கீழ் உள்ள பகுதியின் பரப்பளவிற்குச் சமமாக இருக்கும்.

- வரைபடத்திலிருந்து முதல் 4s இல் உள்ள இடப்பெயர்ச்சியைக் கண்டறியவும்.
- முதல் 4 s இல் ஏற்படும் திசைவேக மாற்றம் என்ன? முடுக்கம் என்ன?
- 4 s ற்கும் 10 s ற்கும் இடையே உருவாகின்ற இந்த வாகனத்தின் முடுக்கம் என்ன?

இடப்பெயர்ச்சி, திசைவேகம், நேரம், முடுக்கம் முதலியவற்றை திசைவேக - நேர வரைபடத்திலிருந்து கண்டுபிடிக்கலாம் என்று புரிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா.

இது போன்று சமன்பாடுகளை உருவாக்குவதற்கும் வரைபடங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

இயக்கச் சமன்பாடுகள் (Equations of Motion)

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறிப்புகள் பொதுவாக இயக்கத்தின் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்தும் போது உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

சீரான முடுக்கத்துடன் இயங்கும் ஒரு பொருளின்

ஆரம்ப திசைவேகம் u இறுதி திசைவேகம் v

இடப்பெயர்ச்சி s முடுக்கம் a

திசைவேக மாற்றத்திற்கு எடுக்கும் நேரம் t

திசைவேகத்திற்கும் நேரத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பைப் புரிந்துகொள்ள நாம், $v = u + at$ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம்.

இடப்பெயர்ச்சிக்கும் நேரத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பைக் கண்டறிய

$$s = ut + \frac{1}{2} at^2 \text{ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தினால் போதுமானது.}$$

இடப்பெயர்ச்சிக்கும் திசைவேகத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பை $v^2 = u^2 + 2as$ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி கண்டறியலாம். இந்த மூன்று சமன்பாடுகளும் இயக்கச்சமன்பாடுகள் ஆகும்

இந்த சமன்பாடுகள் சீரான முடுக்கத்தில் உள்ள பொருட்களுக்கு மட்டுமே பொருந்தும்.

? ஓய்வு நிலையில் இருந்து இயங்கத் தொடங்கிய ஒரு பொருளின் திசைவேகம் 2 s இல் 20 m/s ஆகவும், 6 s இல் 40 m/s ஆகவும் மாறுகிறது. இந்த நேர இடைவெளியில் பொருளிற்கு ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சி என்ன?

ஆரம்ப திசைவேகம், $u = 20 \text{ m/s}$ நேரம் $t = t_2 - t_1 = 6 \text{ s} - 2 \text{ s} = 4 \text{ s}$

இறுதி திசைவேகம், $v = 40 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned} \text{முடுக்கம், } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{40 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} \\ &= \frac{20 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} \\ &= 5 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{இடப்பெயர்ச்சி, } s &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\ &= (20 \text{ m/s} \times 4 \text{ s}) + \left[\frac{1}{2} \times 5 \text{ m/s}^2 (4 \text{ s})^2 \right] \\ &= 80 \text{ m} + 40 \text{ m} \\ &= 120 \text{ m} \end{aligned}$$

? ஒரு காரின் திசைவேகம் 10 s இல் 6 m/s இல் இருந்து 16 m/s ஆக அதிகரித்தால்,

- காரின் முடுக்கத்தைக் கணக்கிடவும்.
- இந்த நேரத்தில் காரின் இடப்பெயர்ச்சி என்ன?

$$\begin{aligned} \text{a) } u &= 6 \text{ m/s} \\ v &= 16 \text{ m/s} \\ t &= 10 \text{ s} \\ \text{முடுக்கம் } a &= \frac{v - u}{t} \\ &= \frac{16 \text{ m/s} - 6 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} \\ &= \frac{10 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} \\ &= 1 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{இயக்கத்தின்} \\ \text{சமன்பாடுகள்} \\ v &= u + at \\ s &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\ v^2 &= u^2 + 2as \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) இடப்பெயர்ச்சி } s &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\
 &= (6 \text{ m/s} \times 10 \text{ s}) + \left[\frac{1}{2} \times 1 \text{ m/s}^2 \times (10 \text{ s})^2 \right] \\
 &= 60 \text{ m} + 50 \text{ m} \\
 &= 110 \text{ m}
 \end{aligned}$$

? ரயில் நிலையத்திலிருந்து புறப்பட்ட ஒரு ரயிலின் திசை வேகம் 10 நிமிடங்களில் 90 km/h ஆக ஆகிறது. எனில் ரயிலின் முடுக்கத்தை கணக்கிடவும்.

$$\begin{aligned}
 u &= 0 \\
 v &= 90 \text{ km/h} \\
 &= \frac{90 \times 5 \text{ m/s}}{18} \\
 &= 25 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ km/h} &= \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \\
 &= \frac{5}{18} \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= 10 \text{ நிமிடம்} \\
 &= 600 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{முடுக்கம், } a &= \frac{v - u}{t} \\
 &= \frac{25 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{600 \text{ s}} \\
 &= \frac{1}{24} \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

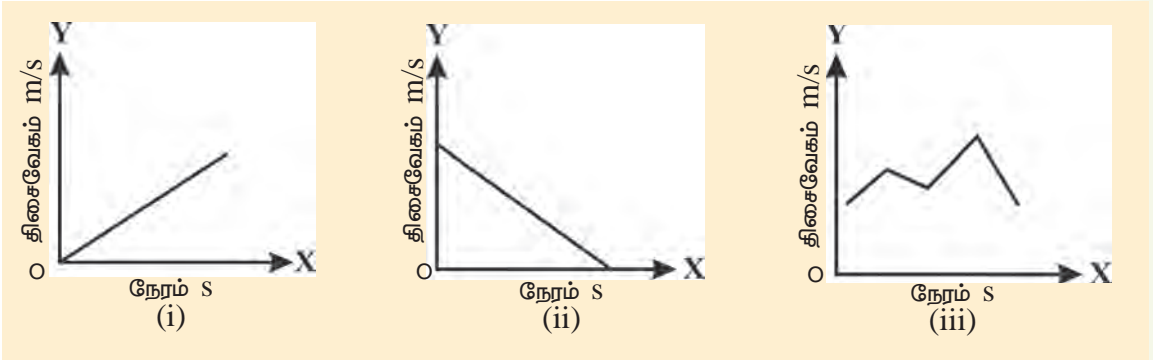
? ஓய்வு நிலையில் இருந்து 10 m/s^2 சீரான முடுக்கத்துடன் விழுந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு பொருள், தரையை அடைவதற்குச் சற்று முன்பு அதன் திசைவேகம் 20 m/s ஆக இருந்தால், பொருள் எந்த உயரத்தில் இருந்து விழத்தொடங்கியது?

$$\begin{aligned}
 u &= 0 \\
 a &= 10 \text{ m/s}^2 \\
 v &= 20 \text{ m/s} \\
 v^2 &= u^2 + 2as \\
 (20 \text{ m/s})^2 &= 0^2 + 2 \times 10 \times s \\
 400 &= 20 \times s \\
 s &= \frac{400}{20} \\
 &= 20 \text{ m}
 \end{aligned}$$



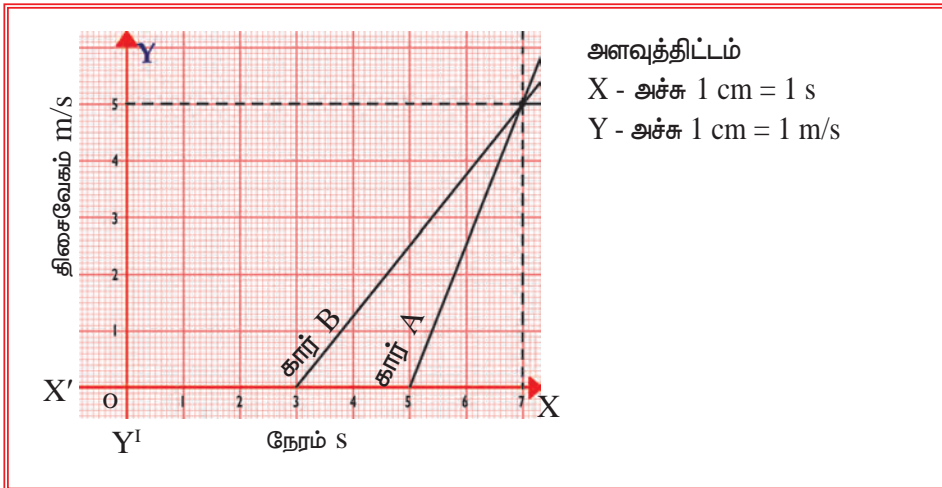
மதிப்பிடலாம்

1. ஒரு கார் ஓய்வு நிலையில் இருந்து சீரான முடுக்கத்துடன் இயங்கத் தொடங்குகிறது. இயக்கம் தொடங்கிய பிறகு கார் 200 m தூரத்தை 20 s இல் அடைந்தது, என்றால் அதன் முடுக்கத்தைக் கணக்கிடவும்.
2. ஒரு பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருந்து இயங்கத் தொடங்கி 2 m/s^2 முடுக்கத்துடன் இயங்குகிறது. எனில் 10 s ற்குப் பிறகு பொருளின் திசைவேகம் எவ்வளவு?
3. ஒரு வாகனத்தின் இயக்கம் தொடர்பான 3 வெவ்வேறு வரைபடங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. வரைபடங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்து இயக்கத்தின் சிறப்பியல்புகளைக் கண்டறியவும்.



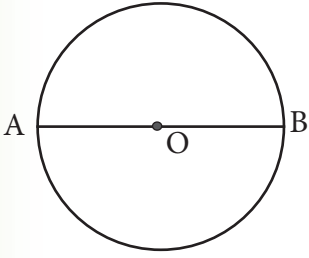
வரைபடம் 2.6

4. வரைபடத்தில் கார் A மற்றும் கார் B யின் பயணப் பாதை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.
 - a) எந்த காருக்கு அதிக முடுக்கம் உள்ளது? ஏன்?
 - b) அளவுத்திட்டத்தை மாற்றி அமைத்து வரைபடம் வரைந்து, வரைபடங்களை ஒப்பீடு செய்யவும்.



வரைபடம் 2.7

5. படத்தை உற்றுநோக்கவும்.



படம் 2.12

ஒரு சிறுவன் 440 m சுற்றளவு உள்ள ஒரு வட்டப் பாதையில் சீரான வேகத்தில் ஓடுகிறான். வட்டப் பாதையின் ஆரம் 70 m ஆகும். A யிலிருந்து B இன் வழியாக மீண்டும் A க்கு வர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் 80 s ஆகும். அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் உள்ள தூரம், இடப்பெயர்ச்சி, வேகம் மற்றும் திசைவேகம் ஆகியவற்றைக் கண்டறியவும்.

சூழ்நிலை	தூரம்	இடப்பெயர்ச்சி	வேகம்	திசைவேகம்
B ஐ அடையும்போது				
A ஐ அடையும்போது				

அட்டவணை 2.9

6. ஓய்வு நிலையில் இருந்து புறப்பட்ட ஒரு ரயிலின் திசைவேகம் 5 நிமிடங்களில் 72 km/h ஆகிறது. ரயிலின் முடுக்கம் மற்றும் அந்த நேரத்தில் ரயிலுக்கு ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சியையும் கண்டறியவும்.

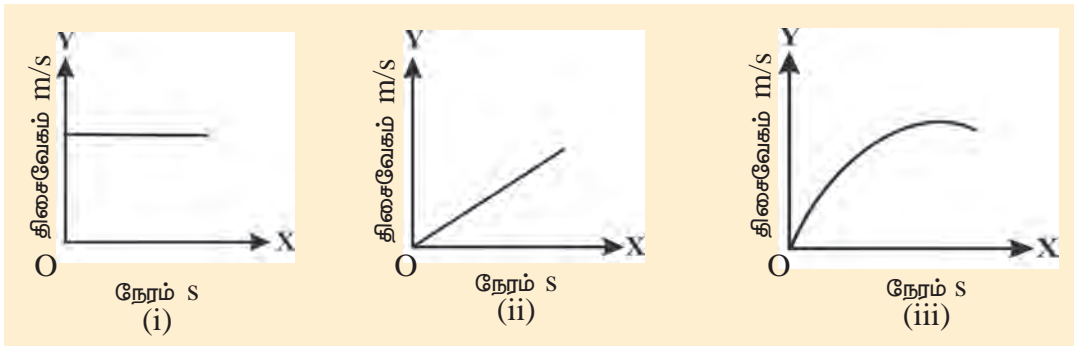
7. அட்டவணை 2.10 ஐ பகுப்பாய்வு செய்து, திசைவேக - நேர வரைபடத்தை வரையவும்.

X நேரம் (s)	0	2	4	6	8	10
Y இடப்பெயர்ச்சி (m/s)	10	15	20	20	20	15

அட்டவணை 2.10

- வரைபடத்திலிருந்து முடுக்கம் இல்லாத நேர இடைவெளியைக் கண்டறியவும்.
- எதிர்முடுக்கம் உள்ள நேர இடைவெளியைக் கண்டறியவும்.
- 4 வது வினாடிக்கும் 8 வது வினாடிக்கும் இடையே உள்ள இடப்பெயர்ச்சியைக் கண்டறியவும்.

8. வரைபடங்களை உற்றுநோக்கவும்.

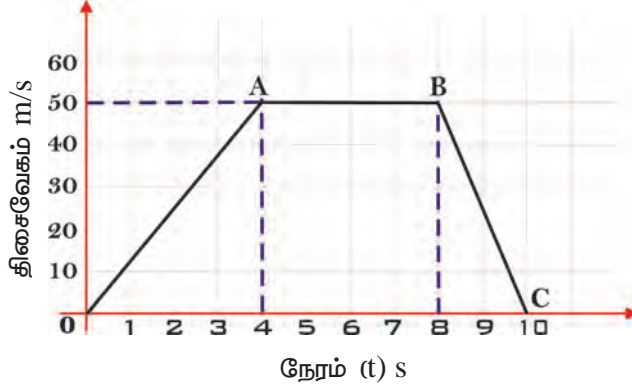


வரைபடம் 2.8

எந்த வரைபடத்தில் பொருளுக்கு

- சீரான முடுக்கம் உள்ளது?
- சீரான திசைவேகம் உள்ளது?
- முடுக்கமும் எதிர்முடுக்கமும் உள்ளது?

9. ஒரு பொருளின் நேர்கோட்டு இயக்கத்துடன் தொடர்புடைய திசைவேக - நேர வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டது.



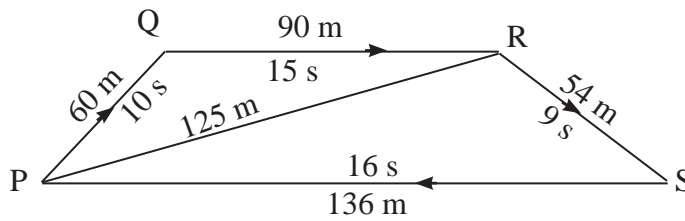
வரைபடம் 2.9

வரைபடத்தில் எந்த சூழ்நிலையில் பொருளுக்கு

- முடுக்கம் உள்ளது?
- சீரான திசைவேகம் உள்ளது?
- எதிர்முடுக்கம் உள்ளது?

10. இரவு மற்றும் குறைந்த வெளிச்சத்தில் பாதசாரிகள் இருண்ட நிற ஆடைகளை அணிவது பாதுகாப்பானது அல்ல என்று தெரியுமல்லவா. உங்கள் பள்ளியில் இருண்ட நிற சீருடைகளைத் தேர்வு செய்ய பள்ளி அதிகாரிகள் முடிவு செய்துள்ளனர். இந்த தீர்மானம் குறித்த உங்களது கருத்துக்களை எழுதுங்கள். சாலை பாதுகாப்புடன் தொடர்புபடுத்தி உங்களது விடையை நியாயப்படுத்தவும்.

11. ஒரு சிறுவன் P யிலிருந்து பயணித்து Q, R வழியாக S - லும், பின்னர் நேராக P க்கு திரும்பவும் வந்தது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2.13

படத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்து கீழே உள்ள அட்டவணையை முழுமையாக்குங்கள்.

P யிலிருந்து பயணித்து	வேகம்	திசைவேகம்
Q ஐ அடையும் போது		
R ஐ அடையும் போது		
S ஐ அடையும் போது		
P ஐ மீண்டும் அடையும் போது		

அட்டவணை 2.11

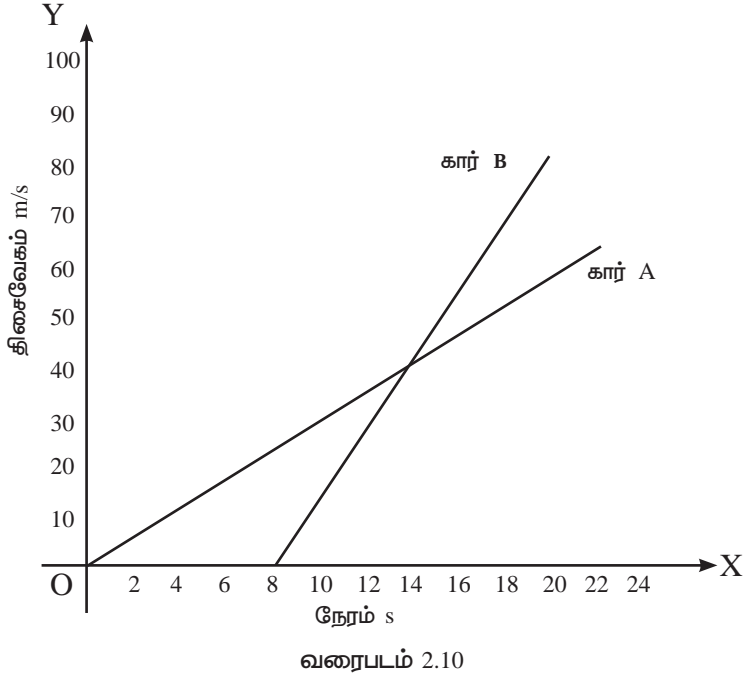
- ஒரு கல் செங்குத்தாக மேல்நோக்கி 20 m/s திசை வேகத்தில் எறியப்படுகிறது. ($a = -10 \text{ m/s}^2$)
 - இந்தக் கல் அடையக்கூடிய அதிகபட்ச உயரம் என்ன?
 - பயணித்து 3 s நேரத்தில் இந்தக் கல் எவ்வளவு தூரம் பயணிக்கும்?
 - பயணித்து 3 s - க்குப் பிறகு இந்த கல் தரையில் இருந்து எவ்வளவு உயரத்தில் இருக்கும்?
- ஒரு பொருள் 40 m/s வேகத்தில் பயணிக்கிறது. அதற்கு 8 m/s^2 எதிர்முடுக்கம் அளித்தால்
 - இந்த பொருள் ஓய்வு நிலையை அடைய எவ்வளவு நேரம் ஆகும்?
 - இந்த நேரத்தில் பொருளிற்கு ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி என்ன?
- ஒரு பொருள் 20 m/s திசைவேகத்தில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. அப்பொருளுக்கு 5 m/s^2 முடுக்கம் கொடுக்கப்படுகிறது. இடப்பெயர்ச்சி 120 m ஆக இருக்கும் போது திசைவேகம் எவ்வளவு?
- 60 m/s திசை வேகத்தில் பயணிக்கும் தோட்டா, மரத்துண்டில் 2cm துளைத்து சென்றபோது ஓய்வு நிலையை அடைந்தது. இந்த தோட்டாவின் முடுக்கம் என்ன? எதிர்முடுக்கம் எவ்வளவு?
- ஒரு பொருளின் இயக்கத்துடன் தொடர்புடைய அட்டவணையை உற்றுநோக்கி பொருத்தமான அளவுத்திட்டம் பயன்படுத்தி வரைபடம் வரையவும். வரைபடத்தை பகுப்பாய்வு செய்து கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினாக்களுக்கு விடையளிக்கவும்.

நேரம் s	0	5	10	15	20	25	30
திசைவேகம் m/s	20	25	30	30	30	25	20

அட்டவணை 2.12

- முடுக்கம் இல்லாத நேர இடைவெளி எது?
- எதிர்முடுக்கம் ஏற்பட்ட நேர இடைவெளி என்ன?
- இப் பொருளிற்கு 30 s - இல் ஏற்பட்ட இடப்பெயர்ச்சியைக் கணக்கிடவும்.

17. A மற்றும் B கார்களின் இயக்கத்துடன் தொடர்புடைய திசைவேக-நேர வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



- எந்த கார் முதலில் புறப்பட்டது?
- இரண்டு கார்களும் ஒரே திசைவேகத்தை அடைய எவ்வளவு நேரம் எடுத்தது?
- எந்த கார் அதிக முடுக்கம் கொண்டது?
- எந்த காருக்கு அதிக இடப்பெயர்ச்சி ஏற்பட்டது?



தொடர் செயல்பாடுகள்

- "அதீத வேகத்தால் ஏற்படும் வாகன விபத்துகள்" என்ற தலைப்பில் விழிப்புணர்வு வகுப்பை அறிவியல் மன்றம் ஏற்பாடு செய்கிறது. இந்த வகுப்பு விளக்கக்காட்சிக்கு ஸ்லைடுகளைத் தயாரிக்கவும்.
(குறிப்பு - போக்குவரத்து விதிகள், அடையாள பலகைகள், பாதசாரிகள் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய சாலை விதிகள் போன்றவை).
- ஒரு பொருள் 30 m/s திசை வேகத்தில் மேல்நோக்கி வீசப்பட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குப் பிறகு அப்பொருள் அதே இடத்திற்குத் திரும்ப வந்தது. இப் பொருளின் திசைவேக - நேர வரைபடத்தை வரைந்து வகுப்பில் காண்பிக்கவும். (எதிர்முடுக்கம் 10 m/s² என கருதுங்கள்.)

3. சாலை விபத்துகளைக் குறைப்பதற்கு உங்கள் பகுதியில் செயல்படுத்தப்படும் பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள் போதுமானதாக உள்ளதா என்பது குறித்த செயல்திட்டம் தயாரிக்கவும்.

- ஆசிரியர் உதவியுடன் செயல்திட்டத்தை திட்டமிடல் செய்வீர்கள் அல்லவா.
- முக்கியமான கண்டுபிடிப்புகளை சாலை பாதுகாப்பு ஆணையத்தின் கவனத்திற்குக் கொண்டு வரவும்.

(அதிக தகவல்களுக்கு தேசிய போக்குவரத்து திட்டமிடல் மற்றும் ஆராய்ச்சி மையத்தின் (National Transportation Planning and Research Centre (NATPAC)) சேவைகளையும் மோட்டார் வாகனத்துறையின் சேவைகளையும் பயன்படுத்தலாம்.)

அறிக்கையில் கண்டிப்பாக இடம் பிடிக்க வேண்டியவை.

- முகவுரை
- திட்டமிடல்
- நோக்கம்
- ஆய்வுமுறை
- பகுப்பாய்வு
- ஆய்வு முடிவுகள்
- முடிவுரை
- பரிந்துரைகள்



3

இயக்க விதிகள்

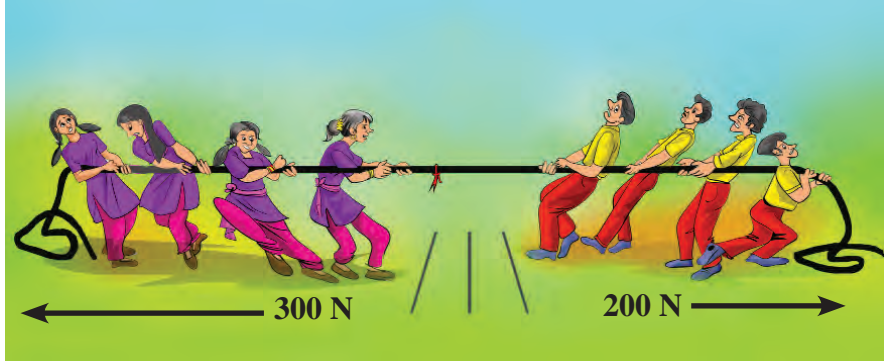


இப்படத்தில் இயக்கம் தொடர்பான பல்வேறு சூழல்கள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. சிறுவன் கிரிக்கெட் பந்தைப் பிடிப்பதைப் பார்க்கவும்.

- சிறுவன் பந்தைப் பிடிக்கும்போது கையை பின்னோக்கி இழுத்தது ஏன்?

இரண்டு அணிகள் கயிறு இழுப்பதைப் பார்க்கவும்.

- இரு அணிகளும் தொடர்ந்து விசையைப் பயன்படுத்துகின்றன, ஆனால் கயிறு ஒரு திசையில் மட்டுமே நகர்கிறது. இதற்கான காரணம் என்ன?



படம் 3.1

- இரு அணிகளும் பயன்படுத்திய விசை இங்கு சமமாக உள்ளதா?
- எந்த அணி அதிக விசையைப் பயன்படுத்தியது?
- வெற்றி பெற்ற அணியின் பக்கத்திற்கு எதிர் திசையில் பயன்படுத்திய விசையை விட அதிகமாக உணரப்பட்ட விசை எவ்வளவு?
- அதிகமாக உணரப்பட்ட விசை அல்லவா இயக்கத்தை ஏற்படுத்தியது? இதை எப்படி கணக்கிடலாம்?

இங்கே செலுத்தப்படும் விசைகளில் வெற்றி பெறும் அணியின் திசையில் 300 N உம் எதிர் திசையில் 200 N உம் அல்லவா? விளைவு விசை = $300 \text{ N} + (-200\text{N}) = 100 \text{ N}$. விசை திசையுறு அளவானதால் குறிப்பிட்ட திசையில் உள்ள விசையை நேர்மதிப்பாகக் கொண்டால், எதிர் திசையில் உள்ள விசை எதிர்மதிப்பாக இருக்கும்.

ஒரு பொருளின் மீது ஒரே நேரத்தில் பல விசைகள் பயன்படுத்தப்படும்போது, பொருளின் மீது இந்த விசைகளால் உற்பத்தி செய்யப்படும் மொத்த விசையே நிகர விசை அல்லது விளைவு விசை (Resultant force).

- ஒரு பொருளின் மீது கிழக்கு திசையில் 100 N விசையும், மேற்கு திசையில் 150 N விசையும் செலுத்தப்பட்டால், அதன் விளைவு விசை என்னவாக இருக்கும்?

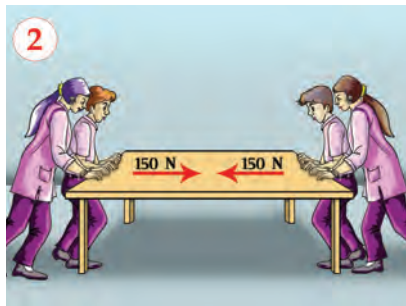
கிழக்கு திசையில் உள்ள விசையை நேர்மதிப்பாகக் கருதினால், மேற்கு (எதிர்) திசையில் உள்ள விசை எதிர்மதிப்பாக இருக்கும். (இவற்றை நேர்மாறாகவும் எடுத்துக் கொள்ளலாம்).

விளைவு விசை = $100 \text{ N} + (-150 \text{ N}) = -50 \text{ N}$. கிழக்கு நோக்கிய விசையை அல்லவா நாம் நேர்மதிப்பாக எடுத்தோம்? எனவே விளைவு விசை 50 N மேற்கு நோக்கி இருந்தது என்று புரிந்து கொள்கிறோம்.

படங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்து அட்டவணை 3.1 ஐ நிரப்பவும்.



படம் 3.2 (a)



படம் 3.2 (b)



படம் 3.2 (c)



படம் 3.2 (d)



படம் 3.2 (e)



படம் 3.2 (f)

படம்	விசை F_1 (N)	விசை F_2 (N)	விளைவு விசை (N)
1			
2	150	-150	0
3			
4			
5			
6			

அட்டவணை 3.1

- எந்தச் சூழ்நிலையில் விளைவு விசை பூஜ்ஜியமாக மாறுகிறது?
- விளைவு விசை பூஜ்ஜியமல்லாத சூழ்நிலைகள் எவை?
- எந்த இயக்கமும் இல்லாத சூழ்நிலைகள் எவை?

ஒரு பொருளின் மீது உணரப்படும் விளைவு விசை பூஜ்ஜியமாக இருந்தால், பயன்படுத்தப்படும் விசைகள் சமநிலை விசைகள் (balanced forces) எனப்படும். இத்தகைய விசைகளுக்கு இயக்கமற்ற ஒரு பொருளை இயங்கச் செய்வதற்கும் இயக்க நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளின் இயக்கத் திசைக்கோ வேகத்திற்கோ மாற்றம் ஏற்படுத்தவும் இயலாது.

ஒரு பொருளின் மீது உணரப்படும் விளைவு விசை பூஜ்ஜியமாக இல்லாவிட்டால், பயன்படுத்தப்படும் விசைகள் சமநிலையற்ற விசைகள் (unbalanced forces) எனப்படும். இத்தகைய விசைகளுக்கு ஓய்வு நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளை இயங்கச் செய்யவும் இயக்க நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளின் இயக்கத் திசைக்கோ வேகத்திற்கோ மாற்றத்தை ஏற்படுத்த இயலும்.

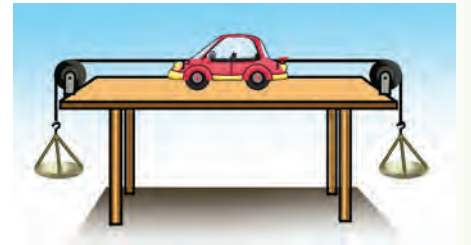
? படம் 3.1 இல் உள்ள கயிறு இழுத்தலில், இரு அணிகளும் கயிற்றில் விசையைச் செலுத்தியபோது கயிற்றில் உணரப்பட்ட விளைவு விசை சமநிலையில் உள்ளதா அல்லது சமநிலையற்றதா?



எல்லா விசைகளும் இயக்கத்தை ஏற்படுத்துமா?

ஒரு செயலைச் செய்து பார்க்கலாம்.

சுமார் 1.2 m நீளமும் 10 cm அகலமும் கொண்ட ஒரு பலகையின் இரு முனைகளிலும் ஒவ்வொரு கப்பியைக் கட்டவும் (படம் 3.3). இந்தப் பலகையை மேசையின் மீது வைக்கவும். பலகையின் மையத்தில் ஒரு பொம்மை காரை வைக்கவும். இதன் இரண்டு முனைகளிலும் கட்டப்பட்ட கயிறுகளில் ஒரே நிறையுள்ள தட்டுகளைத் தொங்க விடவும். இரண்டு தட்டுகளிலும் 200 g எடைக்கற்களை வைக்கவும்.



படம் 3.3



PhET → Forces and Motion : Basics
PhET → Friction

- பொம்மை கார் இயங்குகிறதா?
- இப்போது விசைகள் சமநிலையில் உள்ளதா அல்லது சமநிலையற்ற நிலையில் உள்ளதா?
- ஏதேனும் ஒரு தட்டில் 50 g எடை அதிகமாக வைக்கவும். உற்று நோக்குவது என்ன?
- இப்போது விசைகள் சமநிலையில் உள்ளதா அல்லது சமநிலையற்ற நிலையில் உள்ளதா?
- கார் இயங்கும் போது கார் இயங்கும் திசையில் உள்ள தட்டில் 50 g ஐ கூட்டினால் காரின் இயக்கத்தில் என்ன மாற்றம் ஏற்படும்?
- கார் இயங்கும் போது, கார் இயங்கும் திசைக்கு எதிர் திசையிலுள்ள தட்டில் 200 g சேர்த்தால் என்ன மாற்றம் ஏற்படும்?
- இப்போது விசைகள் சமநிலையில் உள்ளதா அல்லது சமநிலையற்ற நிலையில் உள்ளதா?
- இந்தச் செயல்பாடுகளில் இருந்து என்ன புரிந்து கொண்டீர்கள்?
- விளைவு விசை உணரப்படும் திசையில் பொருள் இயங்குகிறதா? (இயங்குகிறது/இயங்குவதில்லை)
- எந்தச் சூழ்நிலையில் இயக்கத்தின் வேகம் அதிகரிக்கிறது? (விளைவு விசையின் அளவு அதிகரிக்கும் போது/குறையும்போது)
- காரை இயக்கிய விசை காருக்கு வெளியில் இருந்தா அல்லது காருக்கு உள்ளே இருந்தா செலுத்தப்பட்டது?
- எந்தச் சூழ்நிலையில் இயக்கத்தின் திசை மாறுகிறது?

இங்கு செய்த அனைத்து செயல்பாடுகளிலும் பொருளுக்கு வெளியில் இருந்து விசை அளிக்கப்பட்டது. எனவே இவை அனைத்தும் வெளிப்புற விசைகள் ஆகும். வெளிப்புற விசை சமநிலை அல்லது சமநிலையற்றதாக இருக்கலாம்.

ஒரு பொருளின் மீது சமநிலையற்ற வெளிப்புற விசையைப் பயன்படுத்தினால் அப்பொருளின் ஓய்வு நிலையையோ, இயக்க நிலையையோ, இயக்க திசையையோ அல்லது வேகத்தையோ மாற்றவோ மாற்றுவதற்கான திறனை உருவாக்கவோ முடியும். இந்த மாற்றம் சமநிலையற்ற விசையின் திசையில் அமையும்.



படம் 3.4

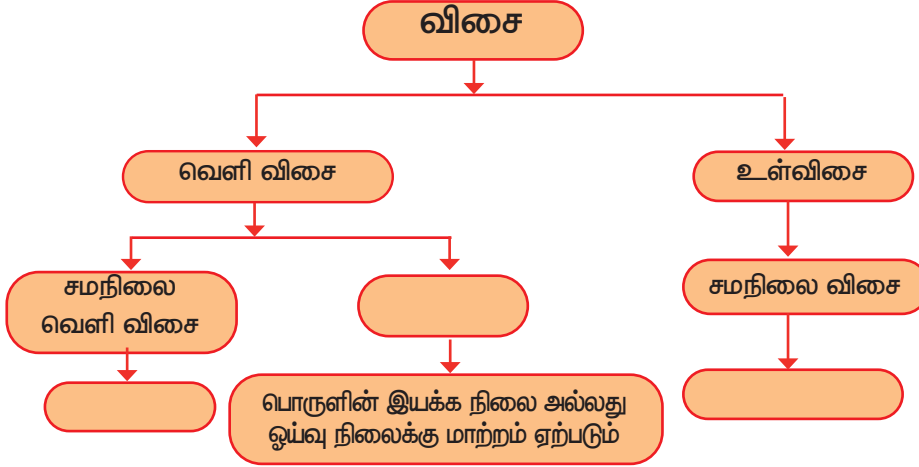
படத்தை உற்றுநோக்கவும்.

- ஒரு வாகனத்தை அதன் உள்ளே இருந்து தள்ளினால் அந்த வாகனம் இயங்குமா?
- இந்த விசை உள்விசை அல்லவா?
- உள்விசைகள் ஆக காணப்படும்.

(சமநிலை/சமநிலையற்றவை)

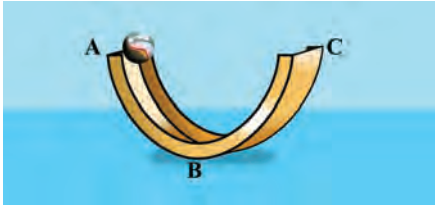
அனைத்து உள்விசைகளும் சமநிலை விசைகள் ஆகும். அதனால்தான் உள்விசையானது பொருளின் ஓய்வு நிலையையோ அல்லது இயக்க நிலையையோ மாற்றுவதில்லை.

? கீழே உள்ள விளக்கப்படத்தை நிரப்பி உங்கள் அறிவியல் குறிப்பேட்டில் பதிவு செய்யவும்.

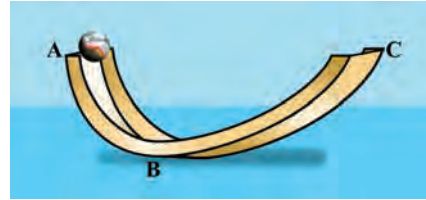


கலிலியோவின் கண்டறிதல்கள் (Galileo's Observations)

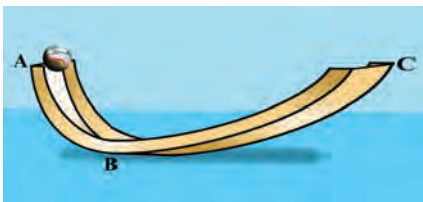
ஏறத்தாழ நான்கு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பு கலிலியோ நடத்திய சோதனையின் மாற்றியமைக்கப்பட்ட வடிவம் இங்கு தரப்பட்டுள்ளது.



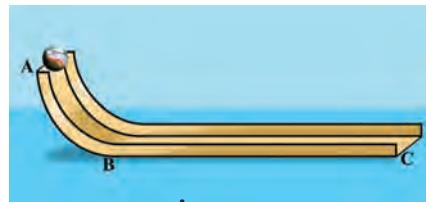
படம் 3.5 (a)



படம் 3.5 (b)



படம் 3.5 (c)



படம் 3.5 (d)

சோதனைக்காக படங்களில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது போன்று வயரிங் சேனலின் C என்ற முனைப் பகுதி படிப்படியாக கீழ்நோக்கிக் கொண்டுவந்து கிடைமட்டமாக்கப்படுகிறது.

- ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் வயரிங் சேனல் A பக்கத்திலிருந்து ஒரு கோலிக் குண்டு உருட்டி விடப்பட்டால் உங்களது உற்றுநோக்கல் என்ன?



கலிலியோ கலிலி
(Galileo Galilei)



வாழ்ந்த காலம் : 1564 - 1642

பிறந்த இடம் : இத்தாலி பிஸ

சிறு பருவத்திலிருந்தே, கலிலியோ கணினிதம் மற்றும் தத்துவச் சிந்தனையில் ஆர்வம் கொண்டிருந்தார். 1581 ஆம் ஆண்டு, அவரது தி லிட்டில் பேலன்ஸ் என்ற முதல் அறிவியல் கட்டுரையில் ஒப்படர்த்தியைக் கண்டறியும் ஆர்க்கிமிடீஸின் முறையை எழுதினார். தனது சொந்த தொலை நோக்கியின் வாயிலாக சனி மற்றும் வெள்ளியை உற்றுநோக்கி எல்லாக் கோள்களும் சூரியனைச் சுற்றுவதாக வாதிட்டார். சாய்வு தளங்கள் பயன்படுத்தி செய்த சோதனைகளின் வாயிலாக நிலைமத்தைக் குறித்து சில குறிப்புகள் அளிக்க அவரால் இயன்றது.

- ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் கோலிக்குண்டு பயணிக்கும் தூரம் அதிகரித்ததா அல்லது குறைந்ததா?
 - கோலிக்குண்டு மிகக்கூடுதல் தூரம் பயணித்த சூழ்நிலை எது?
- சேனலின் சாய்வு குறைவதற்கு ஏற்ப கோலிக்குண்டு அதிக தூரம் செல்லும் அல்லவா?

முதலில் இருந்த உயரத்தை அடையும் முயற்சியால் கோலிக்குண்டு மேலும் அதிக தூரம் சென்றது.

- சிறிது தூரம் சென்றதும் கோலிக்குண்டு ஏன் ஓய்விற்கு வந்தது?
- உராய்வு இல்லாவிட்டால் என்ன நிகழ்ந்திருக்கும்?
- இந்த கோலிக்குண்டில் வெளிப்புற விசை எதுவும் பயன்படுத்தப்படாவிட்டால் என்ன நிகழ்ந்திருக்கும்?
- இதிலிருந்து நீங்கள் என்ன முடிவுக்கு வருகிறீர்கள்?

இயங்குகின்ற ஒரு பொருளை ஓய்வு நிலைக்கு கொண்டு வர, சமநிலையற்ற வெளிவிசையை இயக்கத்தின் எதிர் திசையில் செலுத்த வேண்டும். ஒரு பொருளுக்கு சம வேகத்திலுள்ள நேர் கோட்டு இயக்கத்தை நிலைநிறுத்துவதற்கு ஒரு சமநிலையற்ற வெளிவிசை தேவையில்லை.

இதுவே கலிலியோவின் உற்றுநோக்கல் முடிவு.

பொம்மை கார் பரிசோதனை மற்றும் கலிலியோவின் சோதனை மூலம் பெற்ற அறிவை பின்வருமாறு சுருக்கமாகக் கூறலாம்.

ஒரு பொருளின் இயக்க நிலை அல்லது ஓய்வு நிலையை மாற்ற சமநிலையற்ற வெளிப்புற விசை தேவைப்படுகிறது.

நியூட்டனின் முதல் இயக்க விதி
(Newton's First Law of Motion)

கலிலியோ போன்ற முன்னாள் அறிவியல் அறிஞர்களின் அறிவியல் உற்றுநோக்கல்களை நியூட்டன், பகுப்பாய்வு செய்து கற்று அவற்றை ஒருங்கிணைத்தார். இது நியூட்டனுக்கு இயக்கம் மற்றும் விசைக்கு உட்பட்ட பொருள்கள் பற்றிய புதிய முடிவுகளையும் விதிகளையும் உருவாக்க

சமமற்ற ஒரு வெளிவிசையைப் பயன்படுத்துவது வரை ஒவ்வொரு பொருளும் அதன் ஓய்வு நிலையிலோ நேர் கோட்டுச் சீர் இயக்கத்திலோ தொடர்கிறது. இதுவே நியூட்டனின் முதல் இயக்க விதி.

உதவியது. முதல் இயக்க விதியால் விசை மற்றும் நிலைமத்தின் இயற்பியல் அளவுகளை வரையறுக்க உதவியது.

● விசை என்றால் என்ன?

ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலைக்கோ, நேர்கோட்டு சீர் இயக்கத்திற்கோ மாற்றம் ஏற்படுத்தவோ அல்லது அதற்கான தூண்டலை ஏற்படுத்துவதற்காகவோ அந்தப் பொருளில் செலுத்தப்படுவது எதுவோ அதுவே விசை (force) ஆகும்.

நிலைமம் (Inertia)

ஓய்வு நிலையில் நின்று கொண்டிருந்த பேருந்து திடீரென முன்னோக்கிச் சென்றால், பேருந்தில் நிற்கும் பயணிகள் பின்னோக்கி நகருவதை எப்போதாவது பார்த்திருப்பீர்கள் அல்லவா? பேருந்து முன்னோக்கி நகரும் முன் பயணிகள் பேருந்துடன் ஓய்வு நிலையில் இருந்தனர் அல்லவா? பேருந்து திடீரென இயக்கப்பட்டதும் பயணிகள் ஓய்வு நிலையில் தொடர்வதற்கான தன்மை உள்ளதால் அவர்கள் பின்னால் நகருகின்றனர். இதை ஓய்வு நிலைமம் என்று கூறலாம்.

● ஓடும் பேருந்து திடீரென நிற்கும் போது பேருந்தில் நிற்கும் பயணிகள் முன்னோக்கி நகர்வதற்கு காரணம் என்ன?

- ◆ ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் ஒரு பொருளுக்கு தன் நிலையைத் தானாக மாற்ற முடியாது. இது ஓய்வு நிலைமம் (inertia of rest) எனப்படும்.
- ◆ சீரான இயக்கத்தில் உள்ள ஒரு பொருள் அதன் இயக்க நிலையைத் தானாக மாற்ற முடியாது. இது இயக்க நிலைமம். (inertia of motion) எனப்படும்.

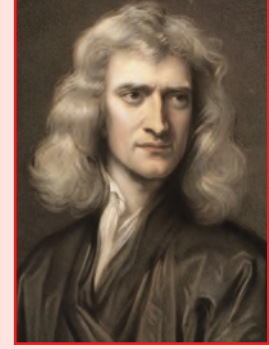
ஓய்வு நிலைமம் மற்றும் இயக்க நிலைமத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்து நிலைமத்தின் பயன்பாட்டு வரையறையை எழுதுங்கள்.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வரையறையுடன் ஒப்பிடுக.

ஒரு பொருளுக்கு அதன் ஓய்வு நிலையிலோ இயக்க நிலையிலோ தொடர்வதற்கான தன்மையை நிலைமம் (inertia) என்பர்.



சர் ஐசக் நியூட்டன் (Sir Isaac Newton)



வாழ்ந்த காலம் : 1643 – 1727
பிறந்த இடம் : இங்கிலாந்து

சர் ஐசக் நியூட்டன் ஓர் ஆங்கிலேய தத்துவவாதி, இயற்பியலாளர், கணிதவியலாளர் மற்றும் வானியலாளர் ஆவார்.

முக்கிய பங்களிப்புகள்: பூமியில் காணப்படும் பொருள்களின் இயக்கம் மற்றும் வான்கோள்களின் இயக்கம் ஒரே இயற்கை விதிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது என்பதை நிரூபித்தது. பிரின்சிபியா மாத்தமெட்டிகா என்ற பெயரில் அவர் வெளியிட்ட படைப்பில் புவி ஈர்ப்புவிசை மற்றும் இயக்க விதிகள் நன்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன. இந்நூல் இன்றும் விசை இயலின் அடித்தளமாக உள்ளது. ஒளியின் துகள் கோட்பாடு மற்றும் கால்குலஸ் அவரது பங்களிப்புகள் ஆகும். கால்குலஸின் தந்தை என்று அழைக்கப்படும் அவர் முதல் எதிரொளிப்பு தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார்.

பின்வரும் ஒவ்வொரு செயலையும் செய்து, உங்கள் அறிவியல் குறிப்பேட்டில் உற்றுநோக்கல் முடிவுகளை எழுதவும்.



படம் 3.6 (a)



படம் 3.6 (b)

காகிதத்தை மேசையின் மீது வைக்கவும். ஒரு தட்டையான அடிப்பகுதி உள்ள குப்பியில் தண்ணீரை நிரப்பி, அதை மூடி, காகிதத்தின் மேல் வைக்கவும். காகிதத்தைக் கிடைமட்டமாக விரைவாக இழுக்கவும்.

- குப்பிக்கு என்ன நேரிட்டது?
- எந்த வகையான நிலைமம் குப்பியில் செயல்பட்டது?



படம் 3.7 (a)

மேசை மீது தண்ணீர் நிரப்பப்பட்ட தம்ளரை வைத்து மெதுவாக முன்னோக்கி நகர்த்தவும், படிப்படியாக வேகத்தை அதிகரித்து விரைவாக நிறுத்தவும்.

- உங்கள் உற்றுநோக்கல் என்ன? தண்ணீருக்கு என்ன வகையான நிலைமம் உள்ளது?

படம் 3.7 (b) இல் காண்பது போன்று சில கேரம் காய்களை ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அடுக்கி வைக்கவும். அவற்றிற்கு மேலாக தண்ணீர் நிரப்பப்பட்ட ஒரு பிளாஸ்டிக் கோப்பையை வைக்கவும். நீண்ட அளவுகோலைப் பயன்படுத்தி, அடியிலிருந்து மிகவேகமாக கேரம் காய்களை ஒவ்வொன்றாகத் தட்டி மாற்றவும்.

நீங்கள் செய்த செயல்பாடுகளின் மூலம் பெற்ற அறிவின் அடிப்படையில் நிலைமத்துடன் தொடர்புடைய கூற்றுக்களைப் பொருத்தமான முறையில் அட்டவணையில் (அட்டவணை 3.2) எழுதவும்.

- மா மரத்தின் கொம்பைக் குலுக்கினால் மாங்காய் காம்பு ஒடிந்து விழுகிறது.
- நீளம் தாண்டுதல் போட்டியில் பங்கேற்பவர் நீண்ட தூரம் ஓடி வந்து குதிப்பார்.
- சீட் பெல்ட் அணியாமல் காரில் பயணம் செய்வது ஆபத்தானது.
-



படம் 3.7 (b)

ஓய்வு நிலைமம்	இயக்க நிலைமம்
<ul style="list-style-type: none"> ஒரு பேருந்து திடீரென முன்னோக்கிச் சென்றால், பேருந்தில்நிற்கும்பயணிகள் பின்னோக்கிச் செல்கின்றனர். 	<ul style="list-style-type: none"> கிடைமட்டமான தரையில் உருட்டப்பட்ட பந்து தொடர்ந்து முன்னோக்கி உருளும்.

அட்டவணை 3.2

இயக்க நிலைமத்திற்கும் ஓய்வு நிலைமத்திற்கும் அதிகமான எடுத்துக் காட்டுகளைக் கண்டுபிடித்து அட்டவணையை விரிவாக்கவும்.



நிலைமத்திற்கு பொருளின் நிறையுடன் தொடர்பு உள்ளதா?

நிறை மற்றும் நிலைமம் (Mass and Inertia)

காகிதத்தை மேசையின் மீது வைக்கவும். அதன் மீது அடிபாகம் தட்டையாக இருக்கும் ஒரே அளவிலான இரண்டு பிளாஸ்டிக் குப்பிகளை எடுத்து. ஒன்றில் மணல் நிரப்பவும். இந்தக் குப்பியையும் காலி குப்பியையும் காகிதத்தின் மீது நேராக வைக்கவும். காகிதத்தைக் கிடைமட்டமாக வேகமாக இழுத்து நகர்த்தவும்.



படம் 3.8

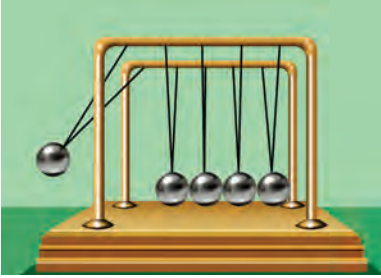
- எந்தக் குப்பி சாய்ந்து விழவில்லை?
 - எந்தக் குப்பி அதிக நிறை கொண்டது?
 - எந்தக் குப்பியில் அதிக நிலைமம் உணரப்பட்டது?
 - அப்படியானால் ஒரு பொருளின் நிறை மற்றும் நிலைமத்திற்கிடையேயுள்ள தொடர்பு என்ன?
- ❓ வெற்று தார் பீப்பாய் அல்லது தார் நிரப்பப்பட்ட பீப்பாய் இவற்றில் நிலைமம் அதிகமாக உள்ளது எது? காரணத்தைக் குறிப்பிடவும்.
- ❓ யானைத் தாக்குதலில் இருந்து தப்பிக்க மக்கள் ஏன் வளைந்து வளைந்து ஓடுகிறார்கள்?
- ❓ பின்வருவனவற்றில் எதில் சமநிலையற்ற விசை உணரப்படுகிறது?
- 20 m/s திசைவேகத்தில் பயணிக்கும் காரில் ஓட்டுநர் பிரேக் பிடிக்கிறார்.
 - ஒரு புத்தகம் கையில் தாங்கி நிறுத்தப்பட்டுள்ளது.
 - ஒரு செயற்கைக்கோள் சீரான வேகத்தில் பயணிக்கிறது.

? ஒரு பொருளின் மீது 200 N விசையும், எதிர் திசையில் 250 N விசையும் பயன்படுத்தப்பட்டால்

- விளைவு விசையைக் கணக்கிடவும்.
- பொருள் இயங்கும் எனில், அது எந்த திசையில் இயங்குகிறது? இயங்கும் பொருள்கள் தொடர்பான சில தகவல்களைப் பார்க்கலாம்.

உந்தம் (Momentum)

தென்னையில் இருந்து விவசாய நிலத்திலுள்ள இளகிய மண்ணில் தேங்காய் விழுந்தால் குழி உருவாவதைப் பார்த்திருக்கிறீர்களா? இந்த மண்ணில் தேங்காய் உருவாக்கிய தாக்கம் அல்லவா இதற்குக் காரணம்? அதே தேங்காயை எடுத்து மிக மெதுவாக வைத்தால் இவ்வளவு ஆழமான குழி தோன்றுமா? இயங்கும் பொருட்கள் மட்டுமே இந்த மாதிரியான பாதிப்பை ஏற்படுத்தும் அல்லவா? இயங்கும் பொருளின் இந்தச் சிறப்பியல்பை அதன் உந்தம் ஆகும்.



படம் 3.9

படம் 3.9 ஐ உற்றுநோக்கவும்.

நியூட்டனின் தொட்டில் எனப்படும் ஒரு கருவி படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நியூட்டனின் தொட்டிலில் பின்வரும் வரிசையில் பந்துகளைப் பின்னோக்கி இழுத்தப் பிறகு விடுங்கள். உற்றுநோக்கலை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.

- முதல் பந்து மட்டும்
- முதல் இரண்டு பந்துகள்
- முதல் மூன்று பந்துகள்
- முதல் நான்கு பந்துகள்

முதல் பந்து மட்டும் மோதியபோது, அந்தப் பந்தால் மாற்றப்பட்ட உந்தம் மற்ற பந்துகள் வழியாக கடைசிப் பந்தைச் சென்றடைந்ததனால் அல்லவா அது தெறித்து போனது?

முதல் இரண்டு பந்துகள் மோதியபோது, இந்த இயங்குகின்ற பந்துகள் ஒன்றாக இணைந்து ஒரு மண்டலத்தை உருவாக்குகின்றன, மேலும் கொடுக்கப்பட்ட உந்தம் மற்ற பந்துகளுக்கு மாற்றப்பட்டு கடைசி இரண்டு பந்துகளைச் சென்றடைந்ததால் அல்லவா அவை தெறித்து போயின? மற்ற நிகழ்வுகளிலும் இதே போல் அல்லவா நடைபெறுகிறது?



ஒரு பொருளின் உந்தம் எதைப் பொறுத்தது என்பதைப் பார்ப்போம்.

நியூட்டன் தொட்டிலில் ஒரு பந்தை மட்டும் சிறிது தூரம் பின்னோக்கி நகர்த்திய பிறகு அதை விடுவித்து கவனிக்கவும். கடைசிப் பந்து சிறிது தூரம் மட்டுமல்லவா தெறித்து சென்றது? அதே பந்தை மேலும் அதிக தூரம் பின்னோக்கி இழுத்து விடுவிக்கும் போது, அது அதிக திசைவேகத்துடன் மோதுகிறது. இந்த கட்டத்தில் கடைசிப் பந்து மேலும் அதிகதூரம்

தெறித்துப்போனதைக் காணலாம், இதற்குக் காரணம் அடித்த பந்தின் உந்தம் அதிகரித்ததால் அல்லவா?

• அவ்வாறெனில் பந்தின் உந்தத்தைப் பாதித்த காரணி எது?

இரண்டு பந்துகள் ஒரு மண்டலமாக வந்து மோதிய போது அந்த மண்டலத்தின் நிறை அதிகரிப்பின் விளைவாகவே இரண்டு பந்துகள் தெறித்துச் சென்றன.

• இந்தச் சூழ்நிலையில் பந்துகளின் உந்தத்தை எந்தக் காரணி கட்டுப்படுத்தியது?

இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொருட்களின் நிறையோ, திசைவேகமோ அதிகரிக்கும் போது, அவை உருவாக்கும் தாக்கமும் அதிகரிக்கிறது என்பதை நாம் பார்த்தோம்.

உந்தம் என்பது இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொருளின் நிறை (m) மற்றும் திசைவேகம் (v) ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனாகும். அதாவது உந்தம் $p = mv$. உந்தம் திசையுறு அளவு ஆகும். திசைவேகத்தின் திசையே உந்தத்தின் திசையுமாகும்.

உந்தத்தின் அலகு = நிறையின் அலகு \times திசைவேகத்தின் அலகு
= \times =

? 200 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருள் 16 m/s திசைவேகத்தில் இயங்குகிறது. இப் பொருளின் உந்தத்தைக் கணக்கிடவும்.

? ஒரு பொருளின் உந்தம் 200 kgm/s ஆகும். பொருளின் திசைவேகம் 20 m/s என்றால், அப்பொருளின் நிறை என்ன?

? 60 g நிறை கொண்ட தோட்டா 200 m/s திசைவேகத்தில் பயணிக்கிறது. இதன் உந்தத்தைக் கணக்கிடவும். இந்தத் தோட்டா ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்போது அதன் உந்தம் எவ்வளவு?

உந்த மாறுபாட்டு வீதம் (Rate of Change of Momentum)

• 20 kg நிறை கொண்ட ஓய்வு நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளில் 5 s நேரத்திற்கு விசை பயன்படுத்தப்படும் போது அதன் திசைவேகம் 30 m/s ஆக மாறினால், அதன் உந்த மாறுபாட்டைக் கணக்கிடவும்.

ஆரம்ப உந்தம் = $mu = 20 \text{ kg} \times 0 = 0$

இறுதி உந்தம் = $mv = 20 \text{ kg} \times 30 \text{ m/s} = 600 \text{ kgm/s}$

உந்த மாறுபாடு = $mv - mu = 600 \text{ kgm/s} - 0 = 600 \text{ kgm/s}$

ஒரு யூனிட் நேரத்திற்கு இந்த பொருளின் உந்த மாறுபாடு அல்லது உந்த மாறுபாட்டு வீதம் என்ன?

உந்த மாறுபாட்டு வீதம் = $\frac{\text{உந்தமாறுபாடு}}{\text{நேரம்}}$
= $\frac{600 \text{ kgm/s}}{5 \text{ s}}$
= 120 kgm/s^2

? 100 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருந்து இயங்கத்தொடங்கி 4 வது வினாடியில் 30 m/s திசைவேகத்தை அடைகிறது. எனில் பொருளின்

- a) ஆரம்ப உந்தம் என்ன? b) இறுதி உந்தம் என்ன?
c) உந்த மாறுபாடு என்ன? d) உந்த மாறுபாட்டின் வீதம் என்ன?

ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் 20 kg நிறை உள்ள ஒரு பொருளின் மீது 5 s நேரத்திற்கு வெவ்வேறு அளவில் விசை செலுத்தும் போது கிடைக்கும் திசைவேகம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் ஆரம்ப உந்தம், இறுதி உந்தம் மற்றும் உந்த மாறுபாட்டு வீதத்தைக்

விசை N	பெறப்பட்ட திசை வேகம் m/s	ஆரம்ப உந்தம் kgm/s	இறுதி உந்தம் kgm/s	உந்த மாறுபாடு kgm/s	உந்த மாறுபாட்டு வீதம் kgm/s ²
F	30	0	20 kg × 30 m/s = 600	600 – 0 = 600	$\frac{600 \text{ kgm/s}}{5 \text{ s}} = 120$
$\frac{F}{2}$	15				
2F	60				

அட்டவணை 3.3

கணக்கிடவும். நிரப்பப்பட்ட அட்டவணையில் இருந்து உந்த மாறுபாட்டு வீதத்திற்கும் அதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் விசைக்கும் இடையிலான தொடர்பைக் கண்டுபிடித்து எழுதவும்.

நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதி (Newton's Second Law of Motion)

ஒரு பொருளிற்குக் கிடைக்கும் விசை அதிகமானால், உந்த மாறுபாட்டு வீதம் அதிகமாகும். இது முதன் முதலில் சர் ஐசக் நியூட்டனால் வெளியிடப்பட்டது. இதுவே நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதி ஆகும்.

ஒரு பொருளின் உந்த மாறுபாட்டு வீதம் அப்பொருளில் பயன்படுத்தப்படும் சமநிலையற்ற வெளிப்புற விசைக்கு நேர் விகிதமாகும். விளைவு விசையின் திசையில்தான் உந்த மாறுபாடும் ஏற்படுகிறது.

இந்த விதியை கணித முறையில் எழுதுவோம்.

m நிறையுடைய ஒரு பொருள் u திசைவேகத்துடன் இயங்குகிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். t நேரத்திற்கு F விசையைப் பயன்படுத்தும்போது அதன் திசைவேகம் v ஆக மாறுகிறது எனக் கருதுவோம்.

பொருளின் ஆரம்ப வேகம் = u இறுதி வேகம் =

ஆரம்ப உந்தம் = mu இறுதி உந்தம் =

உந்த மாறுபாடு =

உந்த மாறுபாட்டு வீதம் = $\frac{m(v-u)}{t} = ma$

நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதியின்படி $F \propto ma$

எனில் $F = k ma$

k என்பது ஒரு நிலை எண் ஆகும்.

விசையின் SI அலகு நியூட்டன் (N) ஆகும். 1 kg நிறையுள்ள பொருளில் 1 m/s^2 முடுக்கத்தை ஏற்படுத்த தேவையான விசை 1 N. அதாவது $m = 1 \text{ kg}$, $a = 1 \text{ m/s}^2$ எனில் $F = 1 \text{ N}$

அவ்வாறெனில் $F = kma$; $1 \text{ N} = k \times 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m/s}^2$; $k = 1$

$$F = ma$$

இதுவே விசையைக் கணக்கிடுவதற்கான சமன்பாடு ஆகும்.

- ❓ 12 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருள் 4 m/s^2 முடுக்கத்துடன் இயங்குகிறது எனில் அப்பொருளில் பயன்படுத்துகின்ற விசையைக் கணக்கிடவும்.
- ❓ 20 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளில் 40 N விசை பயன்படுத்தினால் உருவாகும் முடுக்கம் என்ன?
- ❓ 1000 kg நிறையுள்ள ஒரு வாகனம் 90 km/h திசைவேகத்தில் இயங்குகிறது. 5 s நேரத்திற்கு பிரேக் பிடித்தபோது வாகனம் ஓய்வு நிலையை அடைந்தது எனில் பயன்படுத்தப்பட்ட விசை என்ன?

ஆரம்பத் திசைவேகம் $u = 90 \text{ km/h}$

$$= 90 \times \frac{5}{18} \text{ m/s}$$

$$= 25 \text{ m/s}$$

இறுதி திசைவேகம் $v = 0$

நிறை $m = 1000 \text{ kg}$

$$F = ma$$

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

$$= \frac{1000(0-25)}{5} \text{ N}$$

$$= -5000 \text{ N}$$



பயன்படுத்தப்பட்ட விசைக்கு எதிர்மதிப்பு குறியைப் பயன்படுத்துவது ஏன்?

விசை என்பது திசையுறு அளவு என்பதால், வாகனத்தின் இயக்கத்திற்கு எதிர் திசையில் விசை செயல்படுகிறது என்பதை தெரிந்துகொள்ள எதிர்மதிப்பு குறி பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

? 10 kg நிறை கொண்ட பொருளின் திசைவேகம் 6 m/s யிலிருந்து 18 m/s ஆக 4 s நேரத்தில் மாறுகிறது.

- உந்த மாறுபாட்டு வீதம் என்ன?
- இங்கு பயன்படுத்தப்பட்ட விசை எவ்வளவு?
- பொருளின் முடுக்கம் என்ன?
- இந்த விசையை 6 s நேரத்திற்குப் பயன்படுத்தினால் பொருளின் திசைவேகம் என்ன?

நிறை $m = 10 \text{ kg}$ ஆரம்ப திசைவேகம் $u = 6 \text{ m/s}$ இறுதி திசைவேகம் $v = 18 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned} \text{a) உந்த மாறுபாட்டு வீதம்} &= m \frac{(v - u)}{t} \\ &= \frac{10 \text{ kg} (18 \text{ m/s} - 6 \text{ m/s})}{4 \text{ s}} = 30 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{b) விசை } F = \text{உந்த மாறுபாட்டு வீதம்} = 30 \text{ N}$$

$$\text{c) முடுக்கம் } a = \frac{F}{m} = \frac{30 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 3 \text{ m/s}^2$$

$$\text{d) இறுதி திசைவேகம் } v = u + at = 6 \text{ m/s} + 3 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ s} = 24 \text{ m/s}$$

? 7 kg நிறையுள்ள ஒரு குண்டு 2 m/s திசைவேகத்தில் கிடைமட்டமாக உள்ள ஒரு மைதானத்தின் வழியாக உருட்டிவிட்ட போது 5 s இல் ஓய்வு நிலையை அடைந்தது.

- இந்த குண்டை ஓய்வு நிலையை அடையச் செய்த விசை எது?
- விசையின் அளவைக் கணக்கிடவும்.

ஆணியைச் சுத்தியலால் அடிக்கும் போது ஆணிக்கு விசை மாற்றப்படும் நேர இடைவெளி எவ்வளவு என்று எப்போதாவது சிந்தித்திருக்கிறீர்களா? இது ஒரு நொடியின் ஒரு சிறு பகுதியல்லவா? இத்தகைய விசைகளின் சிறப்பியல்புகளை ஆராய்வோம்.

கணத்தாக்கு விசையும் உந்துவிசையும் (Impulsive force and Impulse of force)

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சூழ்நிலைகளில் விசைகளின் சிறப்பியல்பு என்ன என்பதைக் கண்டறியவும்?

- கிரிக்கெட் மட்டையால் பந்தை அடித்தல்.
- கால்பந்து விளையாடும்போது பந்தைக் காலால் உதைத்தல்.

மிகக் குறுகிய காலத்திற்கு இங்கு அதிக விசை பயன்படுத்தப்படுகிறது, இல்லையா? இத்தகைய விசை கணத்தாக்கு விசை (impulsive force) ஆகும்.



படம் 3.10

ஒரு பொருளில் மிகக் குறுகிய காலத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு பெரிய விசை கணத்தாக்கு விசை எனப்படும். இந்த விசை மற்றும் நேரத்தின் பெருக்கற்பலன் உந்துவிசை எனப்படும்.

$$\text{உந்துவிசை (I)} = \text{விசை (F)} \times \text{நேரம் (t)}, \quad I = F \times t.$$

உந்துவிசையின் அலகு = விசையின் அலகு \times நேரத்தின் அலகு = \times =

$$\text{உந்துவிசை} = F t = \frac{m(v - u)t}{t} = mv - mu$$

ஒரு விசையின் கணத்தாக்கும், அதன் விளைவாக தோன்றும் உந்த மாறுபாடும் சமம் ஆகும். இதுவே கணத்தாக்கு உந்த அழிவின்மை விதி (impulse momentum principle).

? 200 g நிறையுள்ள ஒரு பந்து 30 m/s திசைவேகத்தில் இயங்குகிறது. அந்த பந்தை ஒருவர் பிடிக்கிறார்.

a) பந்தைப் பிடித்து ஓய்வு நிலைக்குக் கொண்டுவர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் பின்வரும் வரிசையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது எனில் ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் கையில் உணரப்படும் விசை என்னவாக இருக்கும்?

- i) 0.3 s ii) 0.2 s iii) 0.1 s

b) நீங்கள் இங்கு பெற்ற அனைத்து விடைகளிலும், விசையின் அளவு எதிர்மதிப்பாக உள்ளது அல்லவா. இது எதைக் குறிப்பிடுகிறது?

c) இந்த விடைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்து ஒரு பொதுவான முடிவை உருவாக்கவும்.

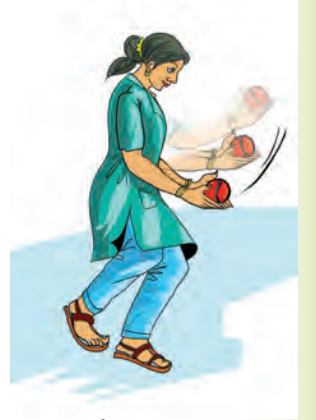
? இங்கு உருவாக்கப்பட்ட முடிவின் அடிப்படையில், கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கூற்றுகளுக்கான காரணங்களைக் கண்டறியவும்.

a) கிரிக்கெட் வீரர்கள் வேகமாக வரும் பந்தைப் பிடிக்கும் போது கையைப் பின்னோக்கி நகர்த்துகின்றனர்.

b) கால்பந்து விளையாட்டில் கோல் கம்பத்திற்குள் வரும் பந்தைப் பிடிக்கும்போது கோல்கீப்பர் பந்துடன் கைகளையும் பின்னோக்கி இழுக்கிறார்?

c) கோல் ஊன்றி தாண்டதல் மைதானத்தில் (pole vault pit) படுக்கை வைக்கப்படுகிறது அல்லது மணல் விரிக்கப்படுகிறது.

d) கண்ணாடி பாத்திரங்கள் நிரப்பப்பட்ட பெட்டிகளில் ஸ்பாஞ்ச் அல்லது வைக்கோல் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.



படம் 3.11

இயக்கத்தின் இரண்டாவது விதியைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது, எந்த விசையும் பயன்படுத்தப்படாத சூழ்நிலையைப் பற்றி சிந்தியுங்கள்.

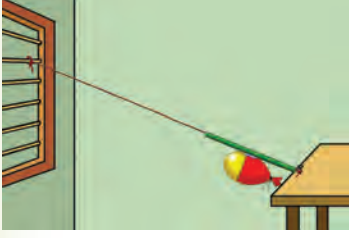
$$F = ma \quad a = \frac{F}{m}$$

$$F = 0 \quad \text{எனில்} \quad a = 0$$

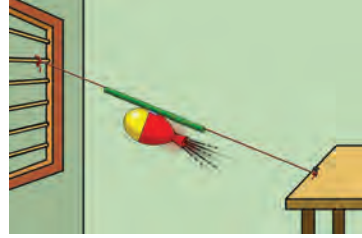
எந்த விசையும் பயன்படுத்தப்படாத போது பொருளுக்கு முடுக்கம் ஏற்படுவது இல்லை அல்லவா? முடுக்கம் இல்லாத நிலையில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொருள் ஒரு நேர்கோட்டுப் பாதையில் தொடரவோ அல்லது இயக்கம் இல்லாத பொருள் ஓய்வு நிலையில் இருக்கவோ செய்யும். இது இயக்கத்தின் முதல் விதியல்லவா? இதிலிருந்து இரண்டாவது இயக்க விதி முதல் இயக்க விதியுடன் ஒத்துப்போகிறது என்பது புரிகிறது.

நீங்கள் கடற்கரை மணலில் ஓடியிருக்கிறீர்களா? சேற்று நிலப்பரப்பில் நடப்பதில் சிக்கல் ஏற்பட்டதா? எனில் உறுதியான திடமான தரையில் நடக்கும் போதோ? உறுதியான தரையில் விரைவாக நடக்கவும், சேற்றில் நடப்பது கடினமாகவும் இருந்தது ஏன்? நாம் தரையில் நடக்கும்போது எந்த திசையில் விசையைச் செலுத்துகிறோம்? நமக்கு ஏற்படும் இயக்கத்தின் திசையோ? இதைப் பற்றி மேலும் அறிய, நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதியைப் பற்றி அறிந்து கொள்வோம்.

நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதி (Newton's Third Law of Motion)



படம் 3.12 (a)

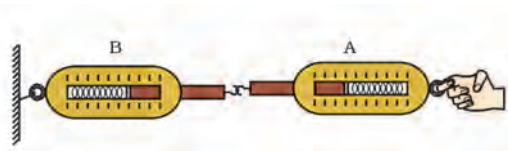


படம் 3.12 (b)

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் பளபளப்பான நெகிழி (plastic) நூலில் ஒரு உறிஞ்சு குழலை (straw) கடத்தி விட்டப்பிறகு சாய்வாக கட்டப்படுகிறது ஊதி பெரிதாக்கப்பட்ட ஒரு பலூனை உறிஞ்சு குழலில் செலோடேப்பால் ஒட்டிய பிறகு பலூனில் உள்ள காற்றை திறந்துவிடவும் உங்கள் உற்றுநோக்கல் என்ன?

- பலூனில் உள்ள காற்றின் இயக்கம் எந்த திசையில் இருக்கும்?
- பலூனின் இயக்கத் திசையோ?

A மற்றும் B இரண்டும் ஒரே மாதிரியான வில்தராசுகள் (spring balance) ஆகும்.



படம் 3.13

வில் தராசு B இன் ஒரு முனையை ஜன்னல் கம்பியில் உறுதியாகப் பொருத்தவும். வில்தராசு A ஐப் பயன்படுத்தி B க்கு 40 N விசை பயன்படுத்தப்பட்டால், ஒவ்வொரு வில்தராசிலும் குறிப்பிடப்படும் மதிப்பு என்ன? இவை சமம் அல்லவா?

- இவை ஒரே திசையிலா அல்லது எதிர் திசையிலா உள்ளன?

இந்த இரண்டு வில்தராசுகளில் முதல் வில்தராசு காட்டும் அளவீடு விசையையும் இரண்டாவது வில்தராசு காட்டும் அளவீடு எதிர்விசையையும் குறிப்பிடுகிறது.

அதாவது, ஒவ்வொரு விசையும் ஒர் எதிர் விசையை உருவாக்குகிறது. இந்த இரண்டு விசைகளில் ஒன்று பொருளின் மீது பயன்படுத்தப்படும் விசை என்றும், இரண்டாவது விசையை எதிர்விசை என்றும் கூறலாம்.

இந்த கண்டுபிடிப்புகள் நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதிக்கு வழிவகுத்தன.

ஒவ்வொரு செயலுக்கும் சமமானதும் எதிரானதுமான ஒரு எதிர்ச்செயல் இருக்கும், இது நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதி ஆகும்.



காருக்குள்ளேயே உட்கார்ந்து காரை தள்ளினால் கார் நகருவதில்லை. ஆனால் பின் இருக்கையில் அமர்ந்து முன் இருக்கையை நகர வைக்க முடியும். எப்படி?

முன் இருக்கையை பின் இருக்கையில் இருந்து தள்ளும் போது, நாம் முன் இருக்கைக்கு முற்றிலும் வெளியே இருக்கிறோம், எனவே சமநிலையற்ற வெளிப்புற விசையை அதன் மீது செலுத்தலாம். ஆனால் காருக்குள் அமர்ந்து காரைத் தள்ளும் போது, கையினால் காருக்கு அளிக்கும் அதே அளவு விசையை காரின் பிளாட்ஃபார்மில் உடல் வழியாக செலுத்துவதால், அது சமநிலையில் இருக்கும். அதனால் கார் நகருவதில்லை. சாலையில் நின்றுகொண்டு காரை தள்ளும் போது, கார் ஒரு சமநிலையற்ற வெளிவிசையைப் பெறுகிறது, அதனால் கார் நகருகிறது.



விசை மற்றும் எதிர்விசை இவற்றில் எது முதலில் தோன்றுகிறது என்பதை உங்களால் கண்டுபிடிக்க முடியுமா?

செயலும் எதிர்ச்செயலும் (Action and Reaction)

செயலும் எதிர்ச்செயலும் ஒரே நேரத்தில் வெவ்வேறு பொருள்களில் உணரப்படுகின்றன. இரண்டு பொருள்களின் மீது ஒரு விசை (Action) உணரும்போது, ஒரு பொருளின் மீது உணரப்படும் விசையைச் செயலாகவும், இரண்டாவது பொருளின் மீது எதிர் திசையில் உருவாகின்ற விசையை எதிர் செயலாகவும் (Reaction) கருதலாம். இவை ஜோடியாக மட்டுமே செயல்படும். செயல் இருந்தால் எதிர்ச் செயலும் இருக்கும்.



கொடுக்கப்பட்ட கூற்றுகளுக்கான காரணங்களைக் கண்டறிந்து அவற்றை உங்கள் அறிவியல் குறிப்பேட்டில் எழுதவும்.

- படகைத் துடுப்பினால் முன்னோக்கி செலுத்தும் போது தண்ணீர் பின்னோக்கி தள்ளப்படுகிறது ஆனால் படகு முன்னோக்கிச் செல்கிறது.
- ராக்கெட் ஏவுதலின் போது, ராக்கெட்டின் எரிப்பு அறையில் எரிபொருளை எரிப்பதால் உருவாகும் உயர் அழுத்த வாயுக்கள் அதிவேகத்தில் ஒரு திசையில் பயணிக்கின்றன. ஆனால் ராக்கெட் எதிர் திசையில் பறக்கிறது.
- ஒருவர் கரைக்கு அருகில் உள்ள படகில் இருந்து கரையில் குதிக்கும் போது படகு பின்னோக்கிச் செல்கிறது.

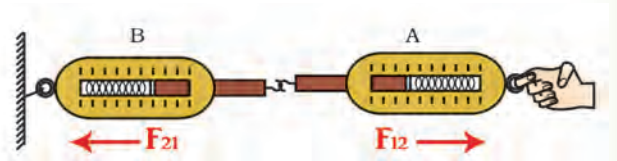


படம் 3.14

வில்தராசு பயன்படுத்திய முன் சோதனையில், இரு திசைகளிலும் சமமான விசை அல்லவா உணரப்பட்டது?

விசை ஜோடிகளாக மட்டுமே தோன்றும்.

F_{12} என்பது முதல் பொருள் இரண்டாவது பொருளின் மீது செலுத்தும் விசையாகும். F_{21} என்பதோ? இரண்டாவது பொருள் முதல் பொருளின் மீது செலுத்தும் விசையாகும். பின்னர் நியூட்டனின் மூன்றாவது இயக்க விதியின் படி $F_{12} = F_{21}$



படம் 3.15



ஓய்வு நிலை

மூன்றாம் இயக்க விதிப்படி உள்ள இயக்கம்

நிலைமம் காரணமாக இயக்கம் தொடர்கிறது

படம் 3.16

? கொடுக்கப்பட்ட வினாக்களுக்கு விடை எழுதவும். விடைகளை நியாயப்படுத்தவும்.

- செயலும் எதிர்ச்செயலும் சமமானதும் எதிரானதும் அல்லவா. எனவே அவை ஒன்றையொன்று நடுநிலையாக்குமா?
- பனிக்கட்டியின் மீது நின்று கொண்டு ஒரு வாகனத்தை தள்ள முயன்றால் வாகனம் நகருமா?

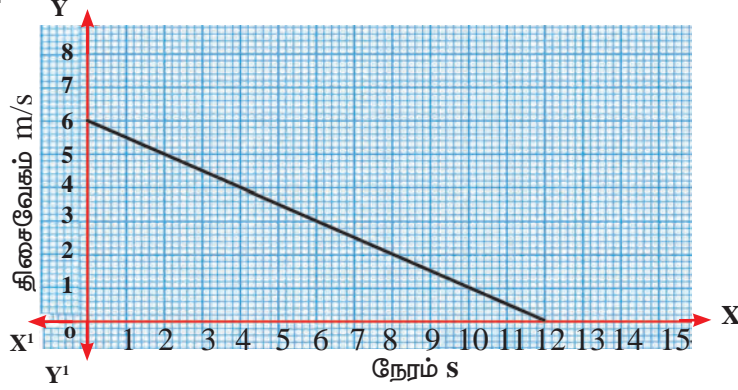
? இயக்கத்தின் மூன்றாவது விதியின் அடிப்படையில் உள்விசை ஏன் சமநிலைப்படுத்தும் விசையாக மாறியது என நிறுவுக. (குறிப்பு: ஓர் உள் விசையைப் பயன்படுத்தும்போது செயலும், எதிர்ச்செயலும் ஒரே பொருளில் உணரப்படுகின்றன)



மதிப்பிடலாம்

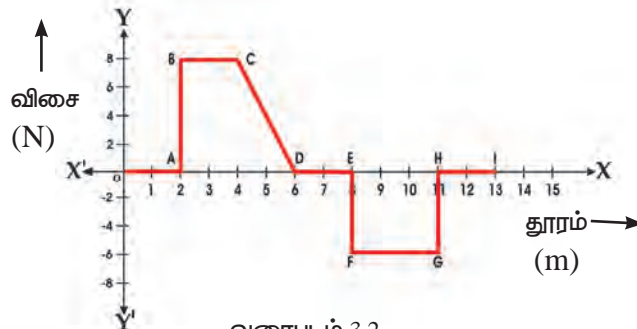
- 144 km/h திசை வேகத்தில் பயணிக்கும் 5 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருள் 4 s இல் ஓய்வு நிலையை அடைகிறது எனில் பின்வருவனவற்றைக் கணக்கிடவும்.
பொருளின் a) ஆரம்ப உந்தம் b) இறுதி உந்தம்
c) உந்த மாறுபாடு d) உந்த மாறுபாட்டு வீதம்
- 200 g நிறை கொண்ட ஒரு ஹாக்கி பந்து 20 m/s வேகத்தில் ஒரு ஹாக்கி மட்டையைத் தாக்கி அதே வேகத்தில் அதே பாதையில் திரும்பச் செல்கிறது. இப்பந்தின் உந்த மாறுபாடு என்ன?
- 10,000 kg எடையுள்ள பாரம் ஏற்றப்பட்ட லாரியின் திசைவேகம் 15 m/s யிலிருந்து 12 m/s ஆக 4s நேரத்தில் மாறினால், லாரியின் உந்த மாறுபாட்டு வீதம் என்ன?
- குழுவில் சேராதது எது? (விசை, உந்தம், திசைவேகம், வேகம்)
- ஒரு கோப்பையின் மேல் ஓர் அட்டையும் அதன் மேல் ஒரு நாணயமும் வைக்கப்பட்டுள்ளது.
a) அட்டை திடீரென்று தட்டிவிடப்பட்டால் நாணயத்திற்கு என்ன நிகழும்?
b) காரணம் என்ன?
- ஒரு தரை விரிப்பை சுத்தம் செய்ய, அதைத் தூக்கிப்பிடித்து குச்சியால் அடிப்போம். இப்படி செய்வதால் தூசி விலகுகிறது. இதற்கான காரணத்தை விளக்குக.
- குதிரை வண்டியைக் குதிரை இழுக்கும் போது வண்டி முன்னோக்கி நகர்கிறது. அதே நேரத்தில் குதிரை வண்டி குதிரையை எதிர் திசையில் சம பலத்துடன் இழுக்கிறது. எனில் குதிரையும் வண்டியும் முன்னோக்கியே செல்கிறது. இது எப்படி சாத்தியம் என்பதை விளக்கவும்.

8. 250 g நிறை கொண்ட பொருள் ஒரு பரப்பின் மீது நகர்வதன் திசைவேக - நேர வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பொருளின் மீது பரப்பு செலுத்தும் உராய்வு விசையைக் கணக்கிடவும்.



வரைபடம் 3.1

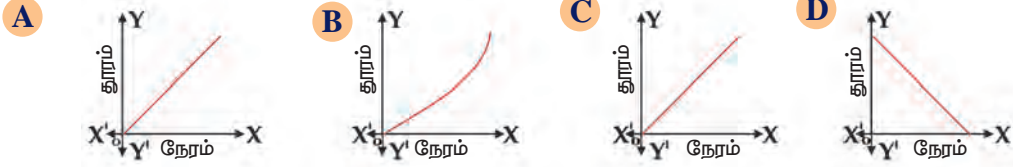
9. 500 g நிறை கொண்ட ஒரு பொருள் 40 m/s திசைவேகத்தில் நகர்கிறது. 4 s நேரத்தில் ஒரு விசை பயன்படுத்தப்பட்ட போது திசைவேகம் 80 m/s ஆக மாறினால், பயன்படுத்திய விசையைக் கணக்கிடவும்.
10. 50 kg நிறையுள்ள ஒரு மனிதன் நீளம் தாண்டுவதற்கு 8 m/s திசைவேகத்தில் ஓடித் தாண்டுகிறான். 60 kg நிறையுள்ள மற்றொரு நபர் 7 m/s வேகத்தில் ஓடித் தாண்டுகிறார். அவர்களின் உந்தத்தை ஒப்பீடு செய்யவும்.
11. 14,000 kg நிறையுள்ள ஒரு வாகனத்திற்கு 1.8 m/s எதிர்முடுக்கம் அளித்து ஓய்வு நிலைக்கு கொண்டுவருவதற்குத் தேவையான விசையைக் கணக்கிடவும்.
12. 20 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் மீது 2 s நேரத்திற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட விசை அதன் திசை வேகம் 10 m/s யிலிருந்து 50 m/s ஆக மாறியது. 20 m/s திசைவேகத்தில் நகரும் ஒரு பொருளின் இயக்கத்தின் திசையில் 10 kg நிறையுள்ள பொருள் நகரும் திசையில் அதே விசையை 2 s நேரத்திற்குப் பயன்படுத்தினால், அதன் இறுதி திசைவேகத்தைக் கணக்கிடவும்.
13. 20 g நிறை கொண்ட ஒரு தோட்டா 100 m/s திசைவேகத்தில் ஒரு மரத்துண்டைத் துளைத்து செல்கிறது. மரத்துண்டிற்குள் 4 cm நுழைந்த பிறகு அது ஓய்வு நிலையை அடைகிறது.
 a) தோட்டாவின் முடுக்கத்தைக் காண்க? b) தோட்டாவின் எதிர்முடுக்கம் என்ன?
 c) மரத்துண்டில் இந்தத் தோட்டா செலுத்தும் விசையைக் கணக்கிடவும்.
14. 10 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளில் விசை செலுத்துவது தொடர்பான வரைபடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளபடி விசையின் அளவு மாறுகிறது. (உராய்வை கருத்தில் கொள்ள தேவையில்லை)



வரைபடம் 3.2

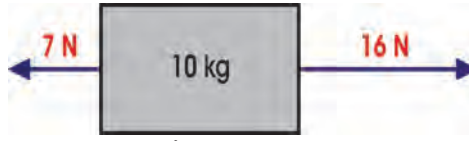
- பொருள் 3 m இல் இருக்கும் போது அதன் முடுக்கம் என்ன?
- எந்தெந்த நேரங்களில் பொருள் சீரான திசைவேகத்தைப் பெற்று அசையும்?
- எந்த நேரங்களில் பொருள் சீரான முடுக்கம் பெற்று காணப்படும்?
- எதிர்முடுக்கம் எந்த நேரங்களில் காணப்படும்?

15. விளைவு விசை பூஜ்யமான வரைபடம் எது?



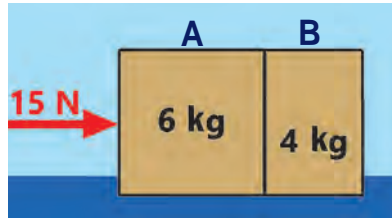
வரைபடம் 3.3

16. ஓய்வு நிலையில் உள்ள ஒரு பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் விசையின் படவிளக்கம் தரப்பட்டுள்ளது. இப்பொருளின் முடுக்கம் என்ன? 2 s நேரத்தில் இப் பொருளுக்கு ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி காண்க.



படம் 3.17

17. படத்தைக் கவனிக்கவும்.



படம் 3.18

A மற்றும் B முறையே 6 kg, 4 kg நிறை கொண்ட இரண்டு பொருள்கள் ஆகும். உராய்வு இல்லாத மேற்பரப்பில் வைக்கப்படும் பரஸ்பரம் ஈர்க்கப்படும் இந்தப் பொருட்களில் 15 N விசை செலுத்தப்பட்டால், பொருள் A மீது பொருள் B செலுத்தும் விசையைக் கணக்கிடவும்.

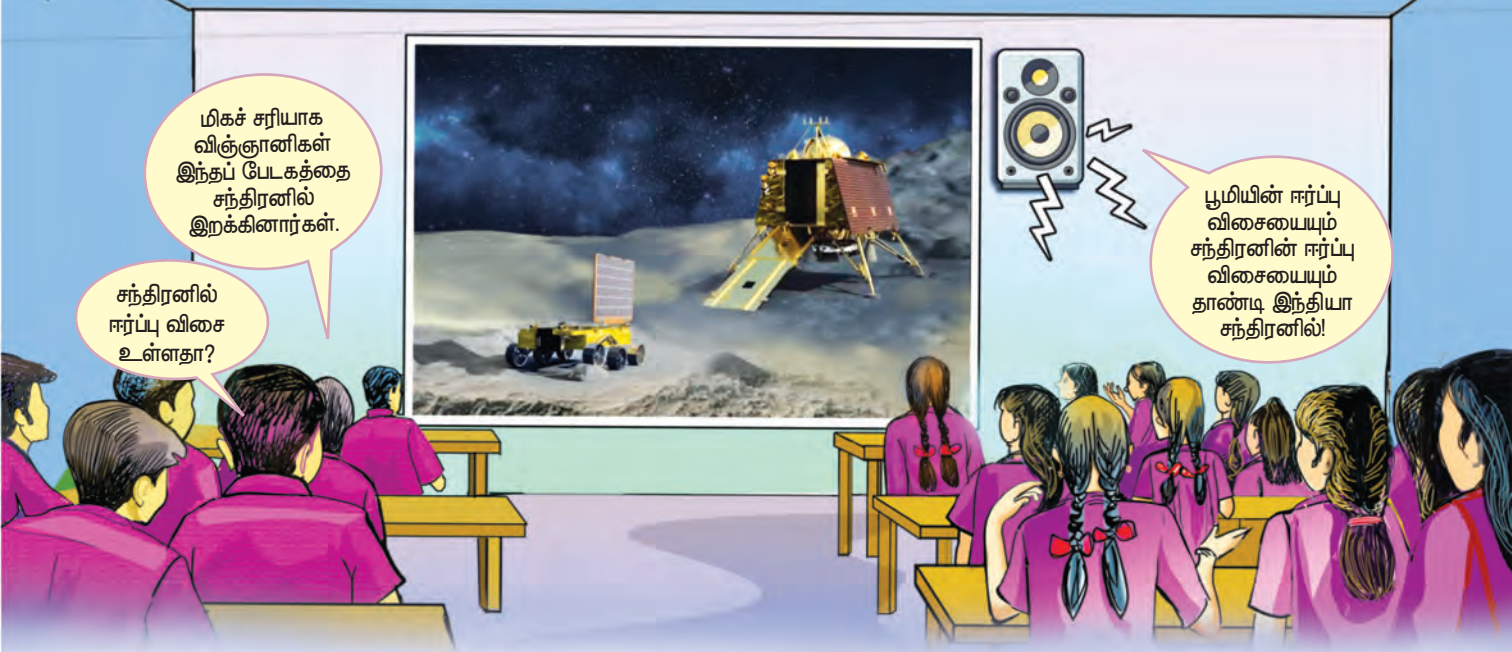


தொடர் செயல்பாடுகள்

- வாகனங்களில் அதீத சுமை மற்றும் அதீத வேகம் சாலைப் பாதுகாப்பை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பது பற்றிய கருத்தரங்கக் கட்டுரைத் தயாரித்து சமர்ப்பிக்கவும்.
- நமது முதுகுத்தண்டில் உள்ள டிஸ்குகள் மற்றும் வாகனங்களில் உள்ள ஷாக் அப்சார்பர்களின் செயல்பாடுகளை விளக்க உந்தம் என்ற கருத்தை எவ்வாறு பயன்படுத்தலாம் என்பது குறித்து ஓர் அறிக்கைத் தயாரித்து அறிவியல் மன்றத்தில் வழங்கவும்.
- விசை தொடர்பாக இந்த அலகில் கற்றுக்கொண்ட கருத்துக்கள் அன்றாட வாழ்வில் பயன்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலைகள் குறித்த கருத்தரங்கம் நடத்தவும்.

4

புவியீர்ப்பு விசை



மிகச் சரியாக விஞ்ஞானிகள் இந்தப் பேடகத்தை சந்திரனில் இறக்கினார்கள்.

சந்திரனில் ஈர்ப்பு விசை உள்ளதா?

பூமியின் ஈர்ப்பு விசையையும் சந்திரனின் ஈர்ப்பு விசையையும் தாண்டி இந்தியா சந்திரனில்!

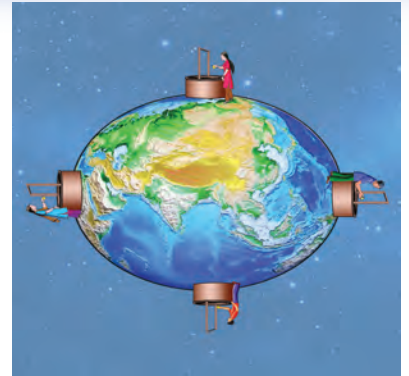
நம்மைச் சுற்றியுள்ள பழ மரங்களிலிருந்து பழங்களும் இலைகளும் தரையில் விழுவதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள் அல்லவா? . மேலே எறியப்பட்ட கல்லும் பறவையின் உதிர்ந்த இறகும் ஏன் தரையில் விழுகின்றன என்று எப்போதாவது நீங்கள் சிந்தித்திருக்கிறீர்களா?

- கல்லுக்கும் இறகுக்கும் கீழே விழ வேண்டிய விசை எங்கிருந்து கிடைத்தது?
- பூமியெங்கும் உள்ள கிணறுகளில் கற்களைப் போடுவது போன்று கற்பனை செய்து பாருங்கள். கற்கள் ஈர்க்கப்படுவது கிணறுகளின் அடிப்பகுதிக்கு அல்லவா?
- பூமியின் மறுபக்கத்தில் இருப்பவர்கள் பூமியிலிருந்து விழுவதில்லை! இதற்குக் காரணம் பூமியின் ஈர்ப்பு விசை அல்லவா?



இந்த ஈர்ப்பு விசையை அளவிட முடியுமா?

பூமி அனைத்துப் பொருட்களையும் ஈர்க்கிறது. இதன் ஈர்ப்பு விசை பூமியின் மையத்தை நோக்கி உள்ளது. இந்த ஈர்ப்பு விசையே புவியீர்ப்பு விசை எனப்படும்.



படம் 4.1



படம் 4.2

ஒரு சோதனையைச் செய்து பார்க்கலாம்.

ஜன்னல் கம்பியில் ஒரு வில்தராசைக் கட்டவும்.

அதன் கொக்கியை உங்கள் கையால் பிடித்து இழுக்கவும்.

• வில்தராசின் கம்பிச்சுருள் நீட்சியடையக் காரணம் என்ன?

கையால் செலுத்தப்பட்ட விசையால் அல்லவா வில்தராசு நீள்வதை உணர முடிந்தது.

• வில்தராசில் நீங்கள் காணும் அளவு எவ்வளவு?

• இது நாம் செலுத்திய விசை அல்லவா?

• விசையின் அலகு என்ன?

வில்தராசில் 100 g எடைக் கல்லை தொங்க விடுங்கள்

• வில்தராசின் கம்பிச்சுருள் நீட்சி அடைந்தது ஏன்?

• 100 கிராம் நிறையைக் கீழே இழுக்கும் விசை எது?

• வில்தராசில் காணும் அளவு எவ்வளவு?

இது அப்பொருளை பூமி ஈர்த்த விசை அல்லவா!

இந்த ஈர்ப்பு விசை எவற்றை எல்லாம் சார்ந்துள்ளது என்று பார்ப்போம்.

100 g நிறைக்குப் பதிலாக 200 g நிறையுள்ள எடைக்கல்லைப் பயன்படுத்தி சோதனையை மீண்டும் செய்யவும்.

• வில்தராசு அதிக இழுவிசையைக் காண்பிக்க காரணம் என்ன?

• நிறை அதிகரிக்கும் போது ஈர்ப்பு விசைக்கு நிகழ்வது என்ன? (அதிகரிக்கிறது/குறைகிறது)

• அவ்வாறெனில் ஈர்ப்பு விசையைக் கட்டுப்படுத்தும் ஒரு காரணியை எழுதவும்.



**புவியீர்ப்பு விசையை கட்டுப்படுத்தும் ஒரே காரணி
நிறை மட்டுமா?**

பூமியில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் உள்ள ஒரு பொருளின் ஈர்ப்பு விசை அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பொருளின் நிறை (kg)	பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து உயரம் (m)	ஈர்ப்பு விசை (N)
100	மேற்பரப்பில் (0)	980
100	1,00,000	950
100	10,00,000	730

அட்டவணை 4.1

அட்டவணையை உற்று நோக்கி கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வினாக்களுக்கு விடையளிக்கவும்.

- 100 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளில் அதிக ஈர்ப்பு விசை காணப்படும் பகுதி எது?

(மேற்பரப்பில் / 1,00,000 m உயரத்தில் / 1,000,000 m உயரத்தில்.)

- பூமிக்கும் பொருளுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் அதிகரிக்கும் போது பூமி செலுத்தும் ஈர்ப்பு விசை.

(அதிகரிக்கிறது / குறைகிறது)

புவியீர்ப்பு விசை குறித்து நீங்கள் கற்றுக்கொண்டதை அறிவியல் குறிப்பேட்டில் பதிவு செய்யவும்.

- ◆ பூமி அனைத்துப் பொருட்களையும் அதன் மையத்திற்கு ஈர்க்கிறது.
- ◆ பொருளின் நிறை அதிகரிப்பதைப் பொறுத்து, ஈர்ப்பு விசை அதிகரிக்கிறது.
- ◆ பொருளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் அதிகரிப்பதைப் பொறுத்து ஈர்ப்பு விசை குறைகிறது.



பூமி மட்டும்தானா இவ்வாறு ஈர்ப்பு விசையைச் செலுத்துகிறது?

பூமியில் தோன்றும் வேலி ஏற்றம், வேலி இறக்கம் பற்றி கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள் அல்லவா? சந்திரனும் சூரியனும் பூமியில் செலுத்தும் ஈர்ப்பு விசையின் தாக்கமே இதற்குக் காரணம்.

- சூரியனும் சந்திரனும் பூமியில் ஒரு விசையை செலுத்துகிறதெனில் அண்டத்தில் உள்ள பிற கோள்களுக்கு இடையேயும் ஈர்ப்பு விசை உருவாகும் அல்லவா?

உலகளாவிய ஈர்ப்பு விதி (Universal law of Gravitation)

அண்டத்தில் உள்ள பொருட்களின் ஒன்றொடொன்றுள்ள ஈர்ப்பு பற்றிய விரிவான கோட்பாட்டை முதன்முதலில் வெளியிட்டவர் சர் ஐசக் நியூட்டன் ஆவர். இதுவே உலகளாவிய ஈர்ப்பு விதி ஆகும்.

உலகளாவிய ஈர்ப்பு விதி (Universal Law of Gravitation)

அண்டத்தில் உள்ள அனைத்து பொருட்களும் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கின்றன. இரண்டு பொருட்களுக்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசை (Gravitational force) அவற்றின் நிறைகளின் பெருக்கற்பலனுக்கு நேர் விகிதத்திலும் அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர் விகிதத்திலும் அமையும்.



தானுபதம்நாபன்



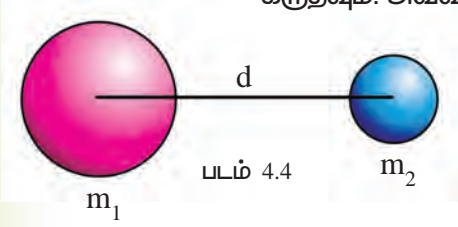
வாழ்நாள் : 1957 – 2021

பிறந்த இடம்: திருவனந்தபுரம்

திருவனந்தபுரம் பல்கலைக்கழகக் கல்லூரியில் B.Sc மற்றும் M.Sc யில் தங்கப் பதக்கம் வென்றவர். மாயா அண்டவியல் மற்றும் ஈர்ப்புத் துறைகளில் அடிப்படைப் பங்களிப்புகளைச் செய்தார்.

நியூட்டன் மற்றும் ஜன்ஸ்டீனின் புவியீர்ப்புக் கோட்பாடுகளிலிருந்து வேறுபட்ட ஒரு வித்தியாசமான மாதிரியை வெளியிட்டார். பத்மஸ்ரீ, கேரள அறிவியல் விருது போன்ற பல விருதுகளைப் பெற்றுள்ளார்.

m_1, m_2 நிறை கொண்ட இரு பொருள்களின் மையங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் d ஆக இருந்தால், அவற்றுக்கிடையேயான பரஸ்பர ஈர்ப்பு விசை F எனக் கருதவும். அவ்வாறானால்



$$F \propto m_1 \times m_2 \quad F \propto \frac{1}{d^2}$$

எனில் $F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$

அதாவது $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$



PhET → Gravity Force Lab

G என்பது புவி ஈர்ப்பு மாறிலி ஆகும். G இன் மதிப்பு $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ஆகும். G இன் மதிப்பு அண்டத்தில் எல்லா இடங்களிலும் சமமாக இருக்கும். G இன் மதிப்பை வெறன்றி காவன்டிஷ் என்ற விஞ்ஞானி சோதனை மூலம் கண்டறிந்தார்.

1 kg நிறை கொண்ட இரண்டு பொருட்கள் 1 m தொலைவில் இருக்கும்போது அவற்றுக்கிடையே உணரப்படும் ஈர்ப்பு விசை G newton ஆக இருக்கும்.

நியூட்டனின் உலகளாவிய ஈர்ப்பு விதியின் அடிப்படையில் அட்டவணை 4.2 ஐ நிரப்பவும்.

நிரப்பப்பட்ட அட்டவணையை உற்று நோக்கி பின்வரும் வினாக்களுக்கான விடைகளை எழுதவும்.

வரிசை எண்	பொருட்களின் நிறை (kg)	பொருட்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் (m)	பரஸ்பர ஈர்ப்புவிசை (N)
1	5	10	$\frac{G \times 10 \times 5}{2^2} = 12.5 G$
2	10	10	$G \times \dots = \dots$
3	10	30	$G \times \dots = \dots$
4	5	10	$G \times \dots = \dots$
5	5	10	$G \times \dots = \dots$
6	5	10	$G \times \dots = \dots$

அட்டவணை 4.2

- ஒன்றுக்கொன்று ஈர்க்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில் உள்ள இரண்டு பொருட்களின் நிறையை இரட்டிப்பாக மாற்றினால் அவற்றிற்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசை எத்தனை மடங்காக மாறும்?
- ஒரு பொருளின் நிறையை இரண்டு மடங்காகவும், இரண்டாவது பொருளின் நிறையை மூன்று மடங்காகவும் மாற்றினாலோ?

- பொருள்களுக்கு இடையிலான தூரத்தை இரண்டு மடங்காக மாற்றினாலோ?
- பொருள்களுக்கு இடையிலான தூரத்தைப் பாதியாக குறைத்தாலோ?
- பொருள்களுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தைக் கால் பங்காகக் குறைத்தாலோ?
- முறையே 40 kg, 50 kg நிறை உள்ள இரண்டு சிறுவர்கள் 2 m தொலைவில் இருக்கும் போது அவர்களுக்கிடையேயான ஈர்ப்பு விசையைக் கணக்கிடவும்.

$$m_1 = 40 \text{ kg} \quad m_2 = 50 \text{ kg} \quad d = 2 \text{ m}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 40 \times 50}{(2)^2} \text{ N}$$

$$F = 500 \times 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$= 3335 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$F = 3.335 \times 10^3 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$F = 3.335 \times 10^{-8} \text{ N}$$

$$F = 0.00000003335 \text{ N}$$

நம் இருவருக்கு இடையில் ஈர்ப்புவிசை உண்டல்லவா? இந்த மேசையை மாற்றினாலும் நாம் இருவரும் தானாக ஏன் நெருங்குவதில்லை?



படம் 4.5

சிறுவர்களுக்கிடையே உள்ள தூரம் மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் ஈர்ப்புவிசை உணரப்படுவதில்லை என்று அறிந்து கொண்டீர்கள் அல்லவா? இந்த விசை உராய்வுவிசை, காந்த விசை போன்ற மற்ற விசைகளுடன் ஒப்பிட முடியாத அளவுக்கு மிகவும் சிறியது. எனவே, இந்த விசை அன்றாட வாழ்க்கையில் உணரப்படுவதாகத் தோன்றுவதில்லை.

நீங்கள் என்னை ஈர்ப்புவிசை விட நான் உங்களை ஈர்க்கும் விசை மிக அதிகமாக இருக்கும் அல்லவா?

நல்லது. நல்லது நம்மிடையே காணப்படுவது ஒருவரையொருவர் ஈர்க்கும் விசையல்லவா? ஒரே விசையால் தான் நாம் ஒருவரையொருவர் ஈர்க்கப்படுகிறோம்.



படம் 4.6

இங்கு 40 kg நிறையுள்ள சிறுவனும் 50 kg நிறையுள்ள சிறுவனும் $3.335 \times 10^{-8} \text{ N}$ என்ற விசையுடன் ஒருவரையொருவர் ஈர்க்கப்படுகின்றனர். அதாவது இருவரும் ஒரே ஈர்ப்பு விசையைப் பெறுவார்கள்.

? பூமி சந்திரனை ஈர்க்கும் விசை F என்றால், சந்திரன் பூமியை ஈர்க்கும் விசை என்ன?

விசை தொடர்ச்சியாக செயல்படுத்துவதால் பொருள்களுக்கு முடுக்கம் ஏற்படும் அல்லவா. எனில் புவியீர்ப்பு விசையால் முடுக்கம் ஏற்படுமா?

புவியீர்ப்பு முடுக்கம் (Acceleration due to Gravity)

தென்னை மரத்திலிருந்து காம்பொடிந்து தேங்காய் கீழே விழுவது பூமியின் ஈர்ப்பு விசையினால் அல்லவா? பூமியால் செலுத்தப்படும் சமநிலையற்ற விசை தேங்காயில் முடுக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இதன் காரணமாக தேங்காய் கீழே விழுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் இருந்து நிறை குறைந்த ஒரு பொருளையும், நிறை அதிகமான ஒரு பொருளையும் ஒன்றாக கீழ்நோக்கி போடவும்.



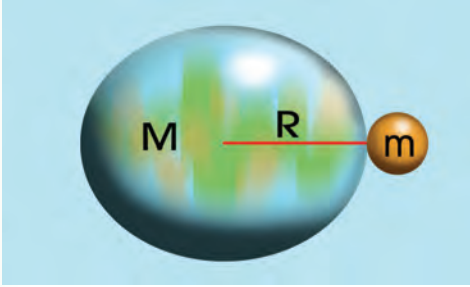
படம் 4.7

- முதலில் வந்தது எது?
- அதிக முடுக்கம் ஏற்பட்டது எதற்கு?

நியூட்டனின் இரண்டாவது இயக்க விதியின்படி, $F = ma$ அல்லவா?

F என்பது பூமியின் ஈர்ப்பு விசையும், m என்பது பொருளின் நிறையும் என்றால், a என்பது பூமியின் ஈர்ப்பினால் ஏற்படும் முடுக்கம் அல்லவா?

புவிஈர்ப்பு விசையால் பொருட்களுக்கு ஏற்படும் முடுக்கம் புவியீர்ப்பு முடுக்கம் (acceleration due to gravity) எனப்படும். இது g என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது.



படம் 4.8

பொருளின் நிறை m , பூமியின் நிறை M மற்றும் பூமியின் ஆரம் R என்று எடுத்துக்கொண்டால் புவியீர்ப்பு விதியின்படி பூமியால் செலுத்தப்படும் ஈர்ப்பு விசை

$$F = \frac{GMm}{R^2} \text{ ஆகும்}$$

ஆனால் இரண்டாம் இயக்க விதியின் படி m நிறை கொண்ட பொருள் g முடுக்கம் உருவாக்க தேவையான விசை $F = mg$ அல்லவா.

$$\text{அதாவது } mg = \frac{GMm}{R^2}$$

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



தென்னை மரத்தில் உள்ள தேங்காய்க்கு புவி மையத்தில் இருந்துள்ள தூரத்தை எப்படி கணக்கிடுவது.

பூமியின் மையத்திலிருந்து பூமியின் மேற்பரப்பிற்கான தூரத்துடன் தென்னையின் உயரத்தையும் கணக்கில் கொள்ள வேண்டாமா? பூமியின் ஆரம் மிகப் பெரியதாக இருப்பதால், ஒரு சிறிய தூரத்தை அதனுடன் கூட்டினால், தூரத்தின் மதிப்பில் பெரிதாக மாற்றம் ஏற்படாது.

- g இன் அலகு என்ன?
- இந்தச் சமன்பாட்டில் பொருளின் நிறை உட்படுத்தப்பட்டுள்ளதா? பொருளின் நிறை புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தைச் சார்ந்திருப்பதில்லை என்பது இந்தச் சமன்பாட்டிலிருந்து தெளிவாகிறது அல்லவா.
- மாமரத்திலிருந்து மாங்காயும் இலையும் ஒரே நேரத்தில் விழ ஆரம்பித்தால், அவை ஒரே நேரத்தில் அடிப்பகுதியை அடையுமா? காரணம் என்ன?

- ஒரு துண்டு காகிதத்தையும் ஒரு நாணயத்தையும் ஒரே உயரத்தில் இருந்து கீழே போடவும். உற்று நோக்கலில் என்ன புரிந்துக் கொண்டீர்கள்?
- அதே காகிதத்தை சுருட்டியபின் செயல்முறையை மீண்டும் செய்யவும். இப்போது நீங்கள் உற்றுநோக்கிய வேறுபாடு என்ன?

காற்றின் தாக்கத்தால் இலைகள், இறகுகள், காகிதம் போன்றவை மெதுவாக விழுகின்றன.

காற்றை அகற்றும் முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு இந்த முடிவு சோதனைகள் மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டது. இறகு மற்றும் நாணய சோதனை அவற்றில் ஒன்றாகும்.

இறகு மற்றும் நாணய சோதனை (Feather and Coin Experiment)

ஒரு நாணயம் மற்றும் ஒர் இறகு இவை நீண்ட ஒளிபுகும் கண்ணாடி குழாயில் வைக்கப்பட்டு, செங்குத்தாக பிடித்து, திடீரென்று தலைகீழாக மாற்றும் போது, நாணயம் விழுந்த சிறிது நேரத்திற்குப் பின் இறகு வந்து சேர்வதைக் காணலாம். குழாயின் உள்ளே இருக்கும் காற்றை அகற்றி, மீண்டும் சோதனை செய்தால், இறகும் நாணயமும் ஒன்றாக கீழே விழுவதைப் பார்க்கலாம்.

இந்த சோதனையின் அடிப்படையில் இறகுகள், இலைகள், காகிதம் போன்றவை ஏன் மெதுவாக தரையில் விழுகின்றன என்பதை விளக்கலாம் அல்லவா.

பூமியில் g இன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{பூமியின் நிறை } M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{ஆரம் } R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6 \times 10^{24} \times 6.67 \times 10^{-11}}{(6.4 \times 10^6)^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$$



புவியீர்ப்பு முடுக்கம் பூமியில் எல்லா இடங்களிலும் ஒரே போன்று உள்ளதா?



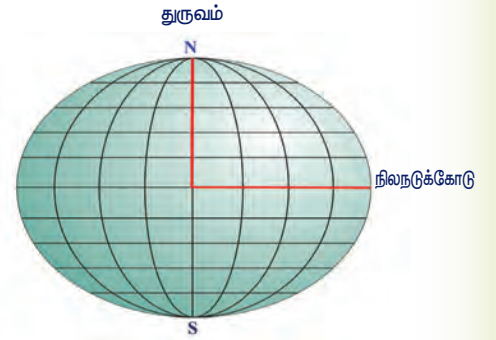
படம் 4.9

படத்தை உற்றுநோக்கவும்.

- பூமி கோளவடிவத்திலா உள்ளது?
- பூமியின் மையத்திலிருந்து எந்தப் பகுதி தொலைவில் உள்ளது?
(துருவப் பகுதி / நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதி)
- தூரம் குறைந்த பகுதியோ?
- பூமியின் மையத்திலிருந்து மேற்பரப்புக்கான தூரம் மாறுபடும் போது g இன் மதிப்பில் ஏற்படும் மாற்றம் என்ன?

$$g = \frac{GM}{R^2} \text{ என்ற சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி சரிபார்க்கவும்.}$$

- g இன் மதிப்பு எங்கே அதிகம்?
(நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதியில்/ துருவப் பகுதியில்)
- எல்லாப் பக்கங்களிலிருந்தும் பொருளின் மீது ஈர்க்கும் விசைகள் சமமாக இருப்பதால் பூமியின் மையத்தில் g இன் மதிப்பு என்ன? கலந்துரையாடி பதிவு செய்யவும்.



படம் 4.10

நிலநடுக் கோட்டுப் பகுதியில் g இன் தோராயமான மதிப்பு = 9.78 m/s^2 .
 துருவப் பகுதியில் g இன் தோராயமான மதிப்பு = 9.83 m/s^2 .



படம் 4.11

ஈர்ப்பு விசை என்பது பரஸ்பர ஈர்ப்பு விசை அல்லவா? ஆகாயத்தில் பறந்து உயர்ந்த விமானம் செயல்பாட்டை இழந்தால் கீழே விழுவது போல பூமி விமானத்தை நோக்கி உயர்ந்து செல்வதில்லை காரணம் என்ன? நாம் ஆராய்வோம்.
 10000 kg நிறைள்ள விமானம் பூமியிலிருந்து 10 km உயரத்தில் இருக்கும் போது விமானத்திற்கும் பூமிக்கும் இடையே உள்ள ஈர்ப்பு விசையைக் கணக்கிடலாம்.

$$m = 10000 \text{ kg} = 10^4 \text{ kg}$$

பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து உயரம் $d = 10 \text{ km} = 10000 \text{ m} = 10^4 \text{ m}$

$$\begin{aligned} F &= \frac{GMm}{R^2} \\ F &= \frac{G \times 6 \times 10^{24} \text{ kg} \times 10^4 \text{ kg}}{(6.4 \times 10^6 + 10^4 \text{ m})^2} \\ &= \frac{(6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{28})}{(6.41 \times 10^6)^2} \text{ N} \\ &= 97400 \text{ N} \end{aligned}$$

இந்த விசையைப் பயன்படுத்தினால் விமானத்தின் முடுக்கம் என்ன என்பதைப் பார்ப்போம்.

$$F = mg$$

$$g = \frac{F}{m} = \frac{97400}{10000} = 9.74 \text{ m/s}^2.$$

விமானத்தில் பூமி செலுத்திய அதே விசையை அல்லவா விமானம் பூமியிலும் செலுத்தியது?

பூமியில் விமானம் செலுத்தும் விசையால் ஏற்படும் முடுக்கத்தை கணக்கிடலாம்.

$$g = \frac{F}{M} = \frac{97400}{6 \times 10^{24}} = 1.6 \times 10^{-20} \text{ m/s}^2 = 0.0000000000000000000016 \text{ m/s}^2.$$

பூமிக்கு ஏற்படும் முடுக்கம் பூஜ்ஜியத்திற்கு சமம் ஆகும். விமானமும் பூமியும் ஒன்றுக்கொன்று ஈர்க்கும் ஈர்ப்பு விசைகள் சமமாக இருந்தாலும் பூமிக்கு முடுக்கம் உள்ளதாக உணர்வதில்லை. இதற்கு பூமியின் மிக அதிகமான நிறையே இதற்கு காரணம்.

ஒரே விசையைப் பயன்படுத்தும்போது அதிக நிறை கொண்ட பொருட்களுக்குக் கிடைக்கும் முடுக்கம் குறைவாக இருக்கும்.



பூமி மற்றும் சந்திரனில் உள்ள ஈர்ப்பு முடுக்கத்தின் மதிப்புகள் ஒன்றாக அமையுமா?

சந்திரனில் ஈர்ப்பு முடுக்கம்

$$\text{சந்திரனின் நிறை } M = 7.34 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{சந்திரனின் ஆரம் } R = 1.74 \times 10^6 \text{ m}$$

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

$$g_{\text{சந்திரன்}} = 1.62 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{g_{\text{சந்திரன்}}}{g_{\text{பூமி}}} = \frac{\text{சந்திரனில் } g \text{ இன் மதிப்பு}}{\text{பூமியில் } g \text{ இன் மதிப்பு}}$$

$$= \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots$$

அதாவது சந்திரனில் உள்ள g இன் மதிப்பு பூமியில் உள்ள g மதிப்பின் $\frac{1}{6}$ க்கு சமம் ஆகும்.



10,000 kg நிறையுள்ள செயற்கைக்கோள் செயல் இழந்து பூமியை நோக்கி விழத் தொடங்குகிறது. பொருள்களுக்கு இடையே உள்ள ஈர்ப்புவிசை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையது என்பதை நாம் அறிவோம். பூமி செயற்கைக்கோளை ஈர்க்கும் அதே விசையுடன் செயற்கைக்கோள் பூமியையும் ஈர்க்கிறது.

பூமியிலிருந்து உள்ள உயரம் = 5000 m, பூமியின் ஆரம் $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

- a) செயற்கைக்கோளின் முடுக்கம் என்ன?
- b) பூமிக்கு ஏற்படும் முடுக்கம் என்ன? (பூமியின் நிறை = $6 \times 10^{24} \text{ kg}$)



10 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளை 20 m உயரத்தில் இருந்து பூமியில் விழ அனுமதித்தால்

- a) தரையை அடைய எவ்வளவு நேரம் ஆகும்?
- b) சந்திரனில் இருந்தால் தரையை அடைய எவ்வளவு நேரம் ஆகும் என்பதைக் கணக்கிடவும்.

$$g_{\text{பூமி}} = 10 \text{ m/s}^2, g_{\text{சந்திரன்}} = 1.62 \text{ m/s}^2$$



நிலவின் மேற்பரப்பில் இருந்து நேராக ஒரு கல் மேல்நோக்கி எறியப்படுகிறது. 6 s நேரத்தில் கல் திரும்பி வரும் அவ்வாறானால்

- a) கல்லின் ஆரம்ப திசைவேகம் என்ன?
- b) கல் பயணிக்கக்கூடிய தூரம் என்ன?
- c) 4 s க்குப் பிறகு கல்லின் இடம் எங்கு அமையும்?



கருத்துளை (Black hole)

ஒளிக்குகூட வெளியேறாத முடியாத அளவில் மிகக்கூடுதலான ஈர்ப்பு விசை கொண்ட அண்டப் பொருள்களே கருந்துளைகள்.

புவிஈர்ப்பைக் குறித்த ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன் சார்பியல் கோட்பாடு அடிப்படையில் கருந்துளைகளின் முக்கியத்துவத்தைக் குறித்து 1916 இல் வெளிப்படுத்தினார். ஆனால் இவற்றின் இருப்பைக் குறித்த சரியான சான்றுகள் கிடைத்தது 2017 இல் ஆகும். M87 என்ற தொலைதூர விண்மீன் திரள்களின் மையத்தில் உள்ள அதிக நிறை கொண்ட கருந்துளையின் நிழற்படத்தை விஞ்ஞானிகள் உருவாக்கியுள்ளனர். நமது விண்மீன் திரளான பால்வெளி அண்டத்தின் மையப்பகுதியில் உள்ள ஒரு மிகப்பெரிய கருந்துளையைக் குறித்த சான்றுகளும் தற்போது கிடைத்துள்ளன.

சூரியனை விட பல மடங்கு நிறைகொண்ட விண்மீன் களுடைய பரிணாம வளர்ச்சியின் இறுதி நிலையில் சில மட்டும் கருந்துளையாக மாற வாய்ப்பு உள்ளது. ஏராளம் கருந்துளைகள் பால்வெளி அண்டத்தில் உள்ளன.

ஒரு மூட்டை சிமென்ட் 50 kg எடையும், 50 kg நிறையும் உண்டென்று நாம் கூறுவதுண்டு. இவை இரண்டும் ஒன்றுதானா? சோதனைச்செய்து பார்க்கலாம்.

நிறை மற்றும் எடை (Mass and Weight)

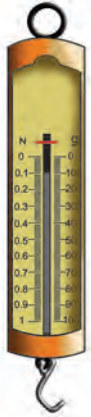
ஒரு பொருளின் நிறை என்பது அதில் அடங்கி உள்ள பருப்பொருளின் அளவு என்று படித்திருக்கிறோம் அல்லவா. எந்தக் கருவியைப் பயன்படுத்தி நிறை அளவிடப்படுகிறது? சாதாரண தராசில் மற்றொரு பொருளின் நிறையை ஒப்பிடுவதன் மூலம் ஒரு பொருளின் நிறை கணக்கிடப்படுகிறது. நிறையின் அலகு என்ன?



சாதாரண தராசு
படம் 4.12 (a)

எடை ஒரு விசை ஆகும். பூமியில் இருக்கும் ஒரு பொருளின் எடை என்பது பூமியில் இருக்கும் போது அந்த பொருளின் மீது பூமி செலுத்தும் (ஈர்க்கும்) விசையாகும். அதே பொருள் நிலவில் அல்லது பிற விண்கோள்களில் (Celestial bodies) இருக்கும் போது பொருளின் எடை என்பது அக்கோளங்கள் பொருள்களை ஈர்க்கும் விசையாகும். ஒரு பொருளின் நிறை m என்றால் அதன் எடை mg ஆகும். வில் தராசு (Spring balance), மேடைத் தராசு (Platform balance) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தி எடை அளவிடப்படுகிறது. எடையின் அலகு நியூட்டன் (N) ஆகும்.

கிலோகிராம் எடை (kgwt) என்பது எடையின் மற்றொரு அலகு ஆகும். வில் தராசில் சாதாரணமாக kgwt என்பது kg என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும். 50 kg நிறையுள்ள பொருளின் எடை என்னவாக இருக்கும்?



வில் தராசு
படம் 4.12 (b)

ஒரு கிலோ கிராம் எடை (1 kgwt)

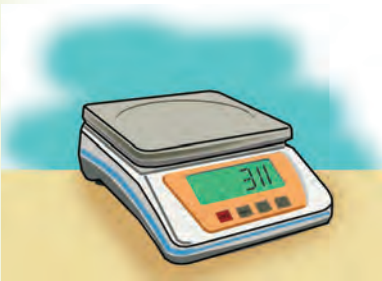
ஒரு கிலோ கிராம் நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் மீது பூமி செலுத்தும் ஈர்ப்பு விசைக்குச் சமமான விசையாகும் ஒரு கிலோ கிராம் எடை. (1 kgwt).

$$F = ma = mg$$

$$1 \text{ kgwt} = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \text{ kgm/s}^2 = 9.8 \text{ N} \text{ அதாவது } 1 \text{ kgwt} = 9.8 \text{ N.}$$

$$50 \text{ kg நிறையுள்ள பொருளின் எடை} = mg = 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 490 \text{ N}$$

இது 50 kgwt (கிலோகிராம் எடை) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.



மேடைத் தராசு
படம் 4.12 (c)

? பூமியில் 10 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளின் எடையைக் கணக்கிடவும். இந்தப் பொருளை நிலவுக்குக் கொண்டு சென்றால், அதன் எடை எவ்வளவு? ($g_{\text{நிலவு}} = 1.62 \text{ m/s}^2$)

$$\text{பூமியில் எடை} = mg = 10 \times 9.8 = 98 \text{ kgm/s}^2 = 98 \text{ N}$$

$$g_{\text{நிலவு}} = 1.62 \text{ m/s}^2$$

$$\text{நிலவில் எடை} = mg_{\text{நிலவு}} = 10 \times 1.62 = 16.2 \text{ N}$$

? ஒரு பொருளின் நிறை அண்டத்தில் எங்கும் மாறுவதில்லை. ஆனால் எடையோ? நிறை மற்றும் எடையை ஒப்பீடு செய்து அட்டவணையில் பதிவு செய்யவும்.

நிறை	எடை
<ul style="list-style-type: none"> சாதாரணத் தராசு பயன்படுத்தி அளவிடப்படுகிறது. 	<ul style="list-style-type: none"> வில் தராசு பயன்படுத்தி அளவிடப்படுகிறது.

அட்டவணை 4.3



படம் 4.13

- ❓ கொச்சியில் இருந்து இங்கிலாந்துக்குக் கப்பலில் ஏற்றி அனுப்பப்பட்ட பொருட்களை கொச்சியில் பயன்படுத்திய அதே வில்தராசு பயன்படுத்தி இங்கிலாந்தில் எடை போட்ட போது எடை 20 N அதிகமாக இருப்பது தெரியவந்தது. காரணம் என்ன? அறிவியல் குறிப்பேட்டில் கலந்துரையாடி பதிவு செய்யவும்.
- ❓ ஒரு பொருளுக்கு துருவத்திலா அல்லது நிலநடுக்கோட்டு பகுதியிலா எடை அதிகமாக உணரப்படுகிறது? விடையை நியாயப்படுத்தவும்.
- ❓ பூமியின் மையத்தில் உள்ள பொருளின் எடை எவ்வளவாக அமையும்?



ஒரு பொருள் பூமியில் விரும் போது அதன் எடை மாறுகிறதா?

தடையற்ற விழுதலும் எடையின்மையும். (Free Fall and Weightlessness)

ஒரு வில் தராசின் மீது 20 g எடைக்கற்களைத் தொங்கவிட்டு, வில் தராசை கையில் பிடித்து வேகமாக தாழ்த்தவும்.

- இந்த நேரத்தில் அளவீட்டில் தோன்றும் மாற்றம் என்ன? (அதிகரிக்கிறது/குறைகிறது)
- இப்போது இவற்றைச் சுதந்திரமாக விழ அனுமதித்தால், அளவு பூஜ்ஜியமாக மாறுவதைக் காணலாம்.

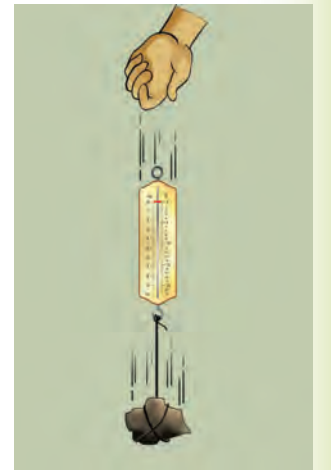
ஒரு பொருளை உயரத்தில் இருந்து சுதந்திரமாக கீழே விழ அனுமதித்தால், அது பூமியின் ஈர்ப்பு விசையால் மட்டுமே தரையில் விழும். இது தடையற்ற விழுதல் எனப்படும்.

தடையின்றி விழும் பொருட்களுக்கு முடுக்கம் உண்டு என்பதை நாம் அறிவோம். முடுக்கத்திற்குத் தேவையான விசையைப் புவியீர்ப்பு விசை வழங்குகிறது. புவியீர்ப்பு விசை தரும் அனைத்து விசையையும் முடுக்கத்தை உருவாக்க பயன்படுத்தினால், பொருளுக்கு எடை இருக்காது என்பதும் சோதனையில் இருந்து தெளிவாகிறது அல்லவா?

எடையின்மை உணரப்படுகின்ற சூழ்நிலைகள் எவை?

- விண்வெளி நிலையங்களில் பூமியைச் சுற்றி வருபவர்களுக்கு

- ❓ தடையின்றி விழும் பொருள்கள் எடையற்றதாக உணரவதற்குக் காரணம் என்ன? அறிவியல் குறிப்பேட்டில் பதிவு செய்யவும்.



படம் 4.14

தடையின்றி விழும் கல்லின் இயக்கம் நேர்கோட்டில் காணப்படும் அல்லவா? ஆனால் செயற்கைக்கோள்களின் இயக்கம் எந்த வகையில் அமையும்? இத்தகைய இயக்கங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளை எழுதவும்.

- கல்லை கயிற்றில் கட்டி சுழற்றுவது.

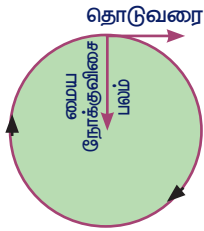


படம் 4.15

வட்ட இயக்கம் (Circular Motion)

படத்தில் (படம் 4.15) காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல் ஒரு கல்லைக் கயிற்றில் கட்டி சுழற்றும் போது கல்லின் இயக்கம் வட்டப் பாதையில் இருக்குமா? இது வட்ட இயக்கம் ஆகும். இந்தக் கல் ஒரு வட்டப் பாதையில் சம கால இடைவெளியில் சம தூரம் சென்றால், அது சீரான வட்ட இயக்கம் ஆகும்.

- இந்தப் பொருளுக்குச் சீரான வேகம் இருந்தாலும் சீரான திசைவேகம் உள்ளதா? ஏன்?
- இந்தப் பொருளில் ஏதேனும் விசை உணரப்படுகிறதா?
- கயிற்றைக் கையில் இருந்து விடுவித்தால், கல் எந்த திசையில் செல்கிறது? தொடுவரை வழியாக அல்லவா (படம் 4.16).



படம் 4.16

முடுக்கம் என்பது திசைவேக மாற்றத்தின் விகிதமாகும். வட்டப்பாதையில் இயங்குகின்ற பொருளின் முடுக்கமே மையவிலக்கு முடுக்கம் (Centripetal acceleration). இந்த முடுக்கத்திற்குத் தேவையான விசைதான் மையவிலக்கு விசை (Centripetal force). நம்முடைய கை அல்லவா இதை அளித்தது?

- மையவிலக்கு விசை இல்லாவிட்டால் வட்ட இயக்கம் ஏற்படுமா?

அணுக்களில் எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்றி வருவதும், கோள்கள் சூரியனைச் சுற்றி வருவதும், துணைக்கோள்கள் பூமியைச் சுற்றி வருவதும் மையவிலக்கு விசையினால் ஆகும்.



வளைவில் திரும்பும்போது

ஒரு பொருளின் பயணப் பாதை முழு வட்டமாக இல்லாவிட்டாலும் வில் வடிவில் (arc) இருந்தாலும் அதனையும் ஒரு வட்டப் பாதையாகக் கருத வேண்டும். அதனால் தான் வாகனங்கள் வளைவான சாலைகளில் திரும்பும் போது வட்ட இயக்கத்தில் உள்ளது எனக் கூறப்படுகிறது.

மைய விலக்கு விசை குறைவின் காரணமாக வளைவில் திரும்பும் வாகனங்கள் வளைவிலிருந்து வெளியே சரிந்து விழுவதற்கான வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. வாகனத்தின் நிறை, வேகம் மற்றும் வளைவு மையம் ஆகியவை வாகனம் கவிழ்வதற்கான முயற்சிக்கு ஊக்கம் செலுத்துகின்றன.

மையவிலக்கு விசைக்கு ஏற்றார்போல் பயணிக்கும் பொருள்களின் பயணப்பாதை வட்டப் பாதையாகவோ, வளைவுப் பாதையாகவோ இருக்குமல்லவா?

- அவ்வாறானால் பூமியைச் சுற்றி வரும் செயற்கைக்கோள்களுக்கு மையவிலக்கு விசை எங்கிருந்து கிடைக்கிறது?
- பூமியின் ஈர்ப்பு விசையே மையவிலக்கு விசையாக மாறிவிட்டது

இந்தியாவின் அறிவியல் துறையைப் புதிய சகாப்தமாக மாற்ற காரணமான சந்திரயான்-3, புவியீர்ப்பு விசையை விட்டு வெளியேறி அல்லவா சந்திரனை அடைந்தது?

பூமியின் ஈர்ப்பு விசையைத் தாண்டி விண்வெளிக்குச் செல்ல செயற்கைக்கோள்களுக்கு அதிக ஆற்றல் தேவையல்லவா? அதனால் தான் செயற்கைக்கோள்களை விண்ணில்

செலுத்த பெரிய ராக்கெட்டுகளைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இது செலவை அதிகரிக்கிறது. சந்திரயான் ஏவுதலுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட தொழில்நுட்ப மேன்மையின் காரணமாக, பிற நாடுகளில் உள்ள சந்திரயான் பயணங்களுடன் ஒப்பிடும்போது திறன் குறைந்த ராக்கெட்டுகளைப் பயன்படுத்தி சந்திரயானை சந்திரனுக்கு செலுத்த முடிந்தது. நிலாவின் ஈர்ப்பு விசையால் நிலாவை அடையும் லாண்டரின் வேகம் அதிகரிக்கும். இவ்வாறான வேக அதிகரிப்பைப் படிப்படியாகக் குறைத்து சாஃப்ட் லேண்டிங் செய்யப்பட்டது. இந்தத் தொழில்நுட்பத்தின் மேன்மையை அல்லவா பாடத்தின் தொடக்கத்தில் மாணவர்கள் பாராட்டினார்கள்.



மதிப்பிடலாம்

- ஒரு பொருளை பூமியின் மையத்திலிருந்து பூமியின் மேற்பரப்பு வரை உயர்த்தினால், பொருளின் நிறை மற்றும் எடையில் மாற்றம் ஏற்படுமா? விடையை எழுதவும்.
- 5 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருள் வில் தராசில் வைத்து எடை நிர்ணயம் செய்யப்பட்டது. அந்த பொருளும் வில் தராசும் ஒன்றாகக் கீழே விழுந்தால், அந்த நிலையில் பொருளின் எடை எவ்வளவாக இருக்கும்? காரணம் என்ன?
- பூமியில் இருந்து நிலவுக்குக் கொண்டு செல்லப்படும் பொருளின் நிறை மற்றும் எடையில் மாற்றம் ஏற்படுமா? விடையை எழுதவும்.
- 100 m உயரமுள்ள கோபுரத்தின் உச்சியில் இருந்து ஒரு பொருள் தடையின்றி விழ வைக்கப்பட்டது. இதே நேரத்தில் வேறொரு பொருள் இப்பொருளுடன் மோதும் வகையில் 25 m/s திசைவேகத்தில் கீழ் இருந்து மேல் நோக்கி செங்குத்தாக எரியப்பட்டது. ($g_{\text{பூமி}} = 10 \text{ m/s}^2$, $g_{\text{சந்திரன்}} = 1.62 \text{ m/s}^2$)
 - எவ்வளவு நேரத்திற்குப் பின்னர் அவை மோதுகின்றன?
 - தரையிலிருந்து எவ்வளவு உயரத்தில் மோதல் நடைபெறுகிறது என்பதைக் கணக்கிடவும்.
 - இந்த நிகழ்வு சந்திரனில் வைத்து மேற்கொள்ளப்பட்டால் கிடைத்த விடைகளில் மாற்றம் ஏற்படுமா? விளக்குக.
- சந்திரனின் மேற்பரப்பில் உள்ள ஈர்ப்பு விசை பூமியின் ஈர்ப்பு விசையில் $\frac{1}{6}$ ஆகும்.
 - 10 kg நிறையுள்ள பொருளின் எடை பூமியில் எவ்வளவாக இருக்கும்?
 - இந்தப் பொருள் நிலவின் மேற்பரப்பை அடைந்தால் அதன் நிறை எவ்வளவு? அதன் எடை எவ்வளவு?
- நிறை குறைந்த பொருட்களை விட நிறை கூடிய பொருட்கள் பூமியால் மிகவும் வலுவாக ஈர்க்கப்படுகின்றன. அவ்வாறு எனில் அதிக நிறை உடைய ஒரு பொருளையும் குறைந்த நிறை உடைய ஒரு பொருளையும் ஒரே உயரத்தில் இருந்து தடையின்றி விழ அனுமதித்தால்
 - எது முதலில் தரையை அடையும்?
 - விடைக்கு விளக்கம் எழுதவும்.
- நிறை மற்றும் எடை எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன என்பதை விளக்கவும்.
- ஒரு கல் மற்றும் ஹெட்ரஜன் நிரப்பப்பட்ட பலூன் ஆகியவற்றின் நிறைகள் சமம் ஆகும். இவை இரண்டும் ஒரே தரையில் இருந்தால், பூமியின் ஈர்ப்பு விசை இரண்டிலும் சமமாக இருக்குமா?. உங்கள் விடையை நியாயப்படுத்தவும்.
- ஓர் உயரமான கட்டிடத்தின் உச்சியில் இருந்து விழும் கல் 2 s நேரத்தில் தரையை அடைகிறது. ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

- a) கட்டிடத்தின் உயரத்தைக் கணக்கிடவும்.
b) கல் தரையை அடைவதற்கு முன் அதன் திசைவேகம் என்ன?

10. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவற்றிலிருந்து வட்ட இயக்கத்திற்கான எடுத்துக்காட்டுகளைப் பட்டியலிடவும்.

- எலக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவைச் சுற்றி வருகின்றன
- 100 m வேகமாக ஓடும் மாணவன்.
- சூரியனைச் சுற்றி வரும் கோள்கள்.
- ஒரு ரயில் வளைவுகள் இல்லாத ரயில்பாதையில் ஓடுகிறது.
- பூமியைச் சுற்றி வரும் சந்திரனின் சுற்றுப்பாதை.

11. பூமியை விட இரண்டு மடங்கு நிறை மற்றும் மூன்று மடங்கு ஆரம் கொண்ட ஒரு கோளில் 10 கிலோ நிறையுள்ள பொருளின் எடை எவ்வளவாக இருக்கும்?

12. பூமியின் ஆரத்தில் $\frac{1}{4}$ ஆரம் கொண்ட ஒரு கோளின் நிறை பூமியின் நிறையில் பாதியாக இருந்தால், அதன் புவியீர்ப்பு முடுக்கம் பூமியின் ஈர்ப்பு முடுக்கத்தில் எத்தனை மடங்காக அமையும்?

- a) $\frac{1}{4}$ b) 4 c) $\frac{1}{8}$ d) 8

13. தடையின்றி விழும் ஒரு பொருள் தரையில் ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தை அடைய 50 s எடுத்துக்கொண்டது. இப்பொருள் பூமியின் இரண்டு மடங்கு ஆரமும் இரண்டு மடங்கு நிறையும் கொண்ட மற்றொரு கோளத்தில் அதே உயரத்தில் இருந்து விழுவதற்கு எவ்வளவு நேரம் ஆகும்? (Ans = $50\sqrt{2}$ s).

14. 100 kg நிறை கொண்ட ஒரு பொருளுக்கு பூமியின் மையம், துருவங்கள், நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதி, சந்திரன் மற்றும் வியாழன் ஆகிய இடங்களில் உள்ள எடையைக் கணக்கிடவும். (வியாழன் $g = 23.1 \text{ m/s}^2$)



தொடர் செயல்பாடுகள்

1. சூரியக் குடும்பத்தைப் போன்று ஒரு மாதிரியை உருவாக்கி வகுப்பில் காட்டவும். பூமியைச் சுற்றி வரும் சந்திரன் மற்றும் ஒரு செயற்கைக்கோள் ஆகியவற்றை அதில் உட்படுத்த வேண்டும்.
2. பல்வேறு கோள்களின் g இன் மதிப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 100 kg நிறையுள்ள ஒரு பொருளிற்கு அக்கோளிலுள்ள எடையை கணக்கிடவும்.

கோள்	புவியீர்ப்பு முடுக்கம் m/s^2 இல் (சுமாராக)	எடை (N)
பூமி	9.8	
புதன்	3.7	
வெள்ளி	8.9	
செவ்வாய்	3.7	
சனி	9.00	
யுரானஸ்	8.7	
நெப்டியூன்	11.00	



இந்திய அரசியலமைப்புச் சட்டம்

பாகம் 4 அ

இந்தியக் குடிமக்களின் அடிப்படைக் கடமைகள்

51 அ பிரிவுக்கூறு

- (அ) இந்திய அரசியலமைப்புச் சட்டத்துக்கு இணங்கி ஒழுக்குதலும், அதன் உயரிய நோக்கங்களையும் நிறுவனங்களையும் மற்றும் தேசியக் கொடியையும் தேசிய கீதத்தையும் மதித்தலும்;
- (ஆ) நம் நாட்டின் விடுதலைப் போராட்டத்திற்கு எழுச்சியூட்டிய உயர்ந்த எண்ணங்களை நெஞ்சில் நிறுத்திப் பின்பற்றுதல்;
- (இ) இந்தியாவின் இறையாண்மையையும் ஒற்றுமையையும் நேர்மையையும் நிலைநிறுத்திக் காப்பாற்றுதல்;
- (ஈ) இந்திய அரசு வேண்டும்போது நாட்டைப் பாதுகாக்கவும் நாட்டுக்காகத் தொண்டு புரியவும் தயாராயிருத்தல்;
- (உ) சமயம், மொழி, வட்டாரம், இன வேற்றுமைகள் வரம்பு மீறுகிற நிலையில் அதற்கு எதிராக எல்லா இந்திய மக்களிடையேயும் நல்லிணக்கத்தையும், பொதுவான உடன்பிறப்பு உணர்வையும் வளர்த்தல்; பெண்மையின் மதிப்புக்கு இழிவு ஏற்படுத்தும் செயல்களை விட்டொழித்தல்;
- (ஊ) நமது கலைவப் பண்பாட்டின் உயர்ந்த மரபை மதித்துப் பேணுதல்;
- (எ) காடுகள், ஏரிகள், ஆறுகள், வனவிலங்குகள் உள்ளிட்ட இயற்கையான சுற்றுப்புறச் சூழலைப் பாதுகாத்து மேம்படுத்தலும், வாழும் உயிர்கள் மீது இரக்கம் கொள்ளுதலும்;
- (ஏ) அறிவியல் சார்ந்த மனப்பாங்கு, மனிதநேயம், விசாரித்து அறியும் உள்ளறிவுத்திறம், சீர்திருத்தத்திறம் ஆகியவற்றை வளர்த்தல்;
- (ஐ) பொது உடைமைகளைப் பாதுகாத்தலும் வன்முறையை விட்டொழித்தலும்;
- (ஓ) பெரும் முயற்சிகள் சாதனைகளின் உயர்ந்த படிகளை நோக்கி இடைவிடாமல் முன்னேறத்தக்க வகையில் தனிமனித கூட்டு நடவடிக்கையின் எல்லாப் பரப்புகளிலும் முதன்மை நிலை எய்த முயலுதல்;
- (ஔ) ஆறு வயதிற்கும் பதினான்கு வயதிற்கும் இடைப்பட்ட பருவமுள்ள தன் குழந்தைக்கு, அதன் பெற்றோர் அல்லது பாதுகாவலர் கல்விக்கான வாய்ப்புகளை ஏற்படுத்திக் கொடுத்தல்;
- ஆகிய இவையனைத்தும் ஒவ்வொரு இந்தியக் குடிமக்களின் அடிப்படைக் கடமைகளாகும்.

குழந்தைகளின் உரிமைகள்

அன்பார்ந்த குழந்தைகளே,

உங்கள் உரிமைகள் எவையென்று தெரியவேண்டாமா? உங்கள் உரிமைகளைப் பாதுகாக்கத் தற்போது ஓர் ஆணையம் செயல்பட்டு வருகிறது. அதன் பெயர் கேரள மாநிலப் பாலர் உரிமைப் பாதுகாப்பு ஆணையம் என்பதாகும். உரிமைகள் பற்றிய அறிவு, உங்கள் பங்கேற்பு, பாதுகாப்பு, சமூகநீதி போன்றவற்றை ஊதிப்படுத்த ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளிக்கிறது இவ்வாணையம். உங்கள் உரிமைகள் எவையென்று பார்ப்போம்.

- பேசுவதற்கும்கருத்து வெளியீட்டிற்குமான சுதந்திரம்.
- தனிநபர் சுதந்திரம் மற்றும் உயிர் பாதுகாப்பு உரிமை.
- வாழ்வதற்கும் வளர்வதற்குமான உரிமை.
- ஜாதி-மத-இன-நிற சிந்தனைகளுக்கு அப்பாற்பட்டு மதிப்பதற்கும் அங்கீகரிப்பதற்குமான உரிமை.
- உடல், உள, பால் பலாத்காரங்களிலிருந்து பாதுகாத்துக்கொள்வதற்கும் பராமரிப்பதற்குமான உரிமை.
- பங்கேற்பிற்கான உரிமை.
- குழந்தைத் தொழில் மற்றும் ஆபத்தான தொழில்களிலிருந்து விடுதலை.
- குழந்தைத்திருமணத்திலிருந்து பாதுகாப்பு.
- தமது பண்பாட்டை அறிந்து அதற்கேற்ப வாழ்வதற்கான உரிமை.
- புறக்கணிப்புகளிலிருந்து பாதுகாப்பு.
- இலவச - கட்டாயக் கல்விக்கான உரிமை.
- விளையாடுவதற்கும் கற்பதற்குமான உரிமை.
- அன்பும் பாதுகாப்பும் நிறைந்த குடும்பத்தையும் சமூகத்தையும் பெறுவதற்கான உரிமை

சில கடமைகள்

- பள்ளிக்கூடம், பொதுஇடங்கள் ஆகியவற்றை அழியாமல் பாதுகாக்க வேண்டும்.
- பள்ளிக்கூடத்திலும் கற்றல் செயல்பாடு களிலும் ஒழுக்கத்தைக் கடைபிடிக்க வேண்டும்.
- பள்ளிக்கூட அதிகாரிகள், ஆசிரியர், பெற்றோர், உடன் பயில்வோரை மதிக்கவும் அங்கீகரிக்கவும் வேண்டும்.
- ஜாதி-மத-இன-நிறச் சிந்தனைகளுக்கு அப்பாற்பட்டு எல்லோரையும் மதித்து அங்கீகரிப்பதற்கான மன நிலையை அடையவேண்டும்



தொடர்புகள்/வார்ப்புகள்/மேலாண்மை முகவரி:

கேரளமாநிலக் குழந்தைகள் உரிமைப் பாதுகாப்பு மையம்

சமூக நீதித்துறை இயக்ககம், அனெக்ஸ் பில்டிங்.

புஜப்புரை, திருவனந்தபுரம் - 12, தொலைபேசி எண் : 0471 - 2326603

இ-மெயில் : childrights.cpcr@kerala.gov.in, rte.cpcr@kerala.gov.in

www.kescpcr.kerala.gov.in

சைல்டு ஹெல்ப் லைன்-1098, கிரைம் ஸ்டோப்பர்-1090, நிர்யாய-1800 425 1400

கேரள போலீஸ் ஹெல்ப் லைன் - 0471-324300/44000/45000

Online R, T, E Monitoring : www.nireekshana.org.in