

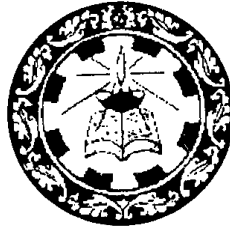
க.பொ.த (உயர்தரம்)

பௌதிகவியல்

ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டி

தரம் - 12

(2012 ஆம் ஆண்டு தொடக்கம் நடைமுறைப்படுத்தப்படும்.)



விஞ்ஞானம் மற்றும் சுகாதாரமும் உடற்கல்விக்குமான துறை

விஞ்ஞான தொழிநுட்பப் பீடம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

பௌதிகவியல்

ஆசிரிய அறிவுரைப்பு வழிகாட்டி

தரம் - 12

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

முதலாம் பதிப்பு 2009

இரண்டாம் பதிப்பு 2013

ISBN

விஞ்ஞானம் மற்றும் சுகாதாரமும் உடற்கல்விக்குமான துறை

விஞ்ஞான தொழினுட்பப் பீடம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

அச்சகப் பிரிவு

முகப்புப் பக்கம்

கிணா சோஸ் பாம்பு: அண்டப் புதிர் இந்திய வகைப் பாம்பு தனது வாலையே விழுங்கும் எண்ணக்கரு. நோபல் பரிசு பெற்ற செல்டன் லீ கிளாசோ, பெரிதிலிருந்து மிகச் சிறிதை நோக்கும் கருத்தினடிப்படையில் அகிலம் பற்றிய எமது நோக்கிற்கான சிந்தனை.

பணிப்பாளர் நாயகத்தின் செய்தி

2007ம் ஆண்டில் 6ஆம், 7ஆம் தரங்களில் அறிமுகம் செய்யப்பட்ட தேர்ச்சிகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட கற்றல்-கற்பித்தல் அணுகுமுறை படிப்படியாக அடுத்தடுத்தாண்டுகளில் 7ஆம், 11ஆம் மற்றும் 8ஆம் தர கலைத் திட்டங்கள் தொடர்பாக பயன்படுத்தப்பட்டது. 2009இல் க.பொ.த உயர்தர வகுப்புக்காகவும் அவ்வணுகுமுறையை விரிவுபடுத்துவதற்கு தேசிய கல்வி நிறுவக கலைத் திட்டம் வகுப்போர் வெற்றி கண்டுள்ளனர். எனவே, 12ஆம், 13ஆம் தரங்களில் பல்வேறு பாடங்களுக்கும் உரிய பாடத்திட்டங்களிலும் ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டிகளிலும் மாணவரிடத்தில் விருத்தி செய்யப்பட வேண்டிய தேர்ச்சிகள், தேர்ச்சி மட்டங்கள் என்பன தொடர்பாக விரிவான தகவல்கள் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகவல்கள் தங்கள் பாடம் தொடர்பாக கற்றல்-கற்பித்தல் சந்தர்ப்பங்களை வகுத்துக் கொள்வதற்கு ஆசிரியருக்குத் துணையாக அமையும்.

கலைத் திட்டம் வகுப்போரால் கனிஷ்ட இடைநிலை (6-9) சிரேஷ்ட இடைநிலை (10-11) தரங்களுக்கு உரிய கலைத் திட்டங்களை தயாரிப்பதற்காக கையாண்ட அணுகுமுறையிலும் பார்க்க க.பொ.த உயர்தர பாடங்களுக்காக ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டிகளைத் தயாரிப்பதற்காக வேறுபட்ட ஓர் அணுகுமுறை அணுசரிக்கப்பட்டுள்ளது என்பதைக் குறிப்பிட விரும்புகிறேன். 6, 7, 8, 9, 10, 11ஆம் தரங்களில் பாட விடயங்களைக் கற்பிக்கும்போது பின்பற்ற வேண்டிய கற்றல்-கற்பித்தல் அணுகுமுறைகள் தொடர்பாக ஆசிரியர்கள் குறித்த மாதிரி ஒன்றின்பால் வழிப்படுத்தப்பட்டனர்.

க.பொ.த உயர்தர வகுப்புகளுக்குரிய பாடத்திட்டங்களும் ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டிகளும் ஆசிரியர்களுக்கு தமது விருப்பின்படி செயற்படுவதற்கான சுதந்திரத்தை உயரிய மட்டத்தில் அனுபவிப்பதற்கும் இடமளிக்கும் வகையில் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. அந்தந்த பாட அலகுகளுக்கு அல்லது பாடத்துக்கு (Lesson) உரிய தேர்ச்சியையும் தேர்ச்சி மட்டத்தையும் விருத்தி செய்வதற்காக உத்தேச கற்றல் முறைகளையும் தாம் விரும்பும் முறைகளையும் ஆசிரியர்கள் பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதே இம்மட்டத்தில் ஆசிரியர் ஊடாக எதிர்பார்க்கப்படுவதாகும்.

தாம் பயன்படுத்தும் கற்பித்தல் அணுகுமுறையை வெற்றிகரமான வகையில் பிரயோகித்து மாணவர்களை உத்தேச தேர்ச்சி, தேர்ச்சி மட்டங்கள் என்பவற்றின்பால் இட்டுச் செல்லும் பணியை ஆசிரியர்கள் குறைவேதும் இன்றி நிறைவேற்றுதல் வேண்டும். க.பொ.த உயர்தர பரீட்சையின் முக்கியத்துவம், அப்பரீட்சை தொடர்பாக கல்வித் துறையை சார்ந்த சகலரும் காட்டும் கரிசனை ஆகியவற்றைக் கருதிற் கொண்டே ஆசிரியருக்கு இவ்வாறான சுதந்திரத்தை வழங்க தீர்மானிக்கப்பட்டது என்பதையும் இங்கு குறிப்பிட விரும்புகிறேன்.

இந்த ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டி ஆசிரியர்களுக்கு இன்றியமையாத ஒரு கைநூலாக அமையட்டும் என பிரார்த்திக்கின்றேன். எமது மாணவர்களின் பிள்ளைகளின் அறிவுக் கண்ணை திறப்பதற்கு இந்த ஆசிரியர் அறிவுரைப்பு வழிகாட்டியில் அடங்கியுள்ள தகவல்களும் முறைகளும், அறிவுறுத்தல்களும் எமது ஆசிரியர்களுக்கு சரியாக வழிகாட்டும் என பெரிதும் எதிர்பார்க்கின்றேன்.

பேராசிரியர் லால் பெரேரா

பணிப்பாளர் நாயகம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்

முகவுரை

தெரிந்தவற்றைப் பேணவும் ஏலவே தீர்மானிக்கப்பட்டவற்றைக் கற்பிக்கவும், நீண்டகாலமாகப் பழக்கப்பட்டதனால் இருப்பவற்றை மீள்நிர்மாணம் செய்யும் ஆற்றல் கூட எம்மிடம் ஓரளவுதான் உள்ளது. பாடசாலை மட்ட கற்றல் - கற்பித்தல் செயலொழுங்கில் பாரிய அளவிலான மாற்றத்தை ஏற்படுத்தி வெளியாகும் இவ்விடைநிலைக் கற்பித்தல் புதிய புத்தாயிரமாம் ஆண்டின் முதலாவது கலைத்திட்ட மறுசீரமைப்பு மேற்கூறிய இயலாமையை வெற்றிகொள்ளக் கருமமாற்றுவதுடன் தெரிந்தவற்றை நெறிப்படுத்துவதற்கும் ஏற்கெனவே தீர்மானிக்கப்பட்டதை ஆராய்வதற்கும் நாளைய விடயத்தைக் கட்டியெழுப்பும் ஆற்றலுள்ள நாட்டுக்குப் பயனுள்ள பிரசைசுகள் குழுவொன்றை உருவாக்கும் நோக்கில் அறிமுகப்படுத்தப்படுகின்றது.

நீங்கள் 6-11 ஆம் தரங்களில் இப்பாடத்தை அல்லது வேறொரு பாடத்தைக் கற்பிக்கும் ஆசிரியரெனின் உயர்தர வகுப்புக்காக எதிர்பார்க்கப்படும் கற்றல் - கற்பித்தல் முறைகளின் பால் இசைவாக்கம் பெறுதல் இலகுவாக இருக்கும். ஒவ்வொரு தேர்ச்சிகளின் கீழுள்ள தேர்ச்சி மட்டங்களை இனங்கண்டு அவற்றை அடைவதற்குப் பொருத்தமான செயற்பாடுகளைத் தயார்செய்து கொள்வது இம்மறுசீரமைப்பில் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. கற்றல் - கற்பித்தல் செயலொழுங்கில் ஆசிரியர் இதுவரை காலமும் வெளிக் கொண்டு வந்த முறைகள் நிகழ்காலத்துக்குப் பொருந்துவதாக இல்லையென்றும் மாணவர்கள் தனித்தனியே கற்பதை விட அனுபவங்களைப் பகிர்ந்து கொண்டு ஒத்துழைப்புடன் கற்றல் அர்த்தமுள்ளதாக உள்ளதென்றும் புதிய வகிபாகத்தில் பிரவேசிக்கும் ஆசிரியர் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். அதன்படி ஆசிரியர் பின்னணியில் நின்று மாணவர்களை முன்னுக்குக் கொண்டு வரும் கற்றல் - கற்பித்தல் முறைகளை முடியுமான அளவு தெரிவு செய்து கற்பித்தலை ஒரு புதிய பாதைக்குக் கொண்டு வர நடவடிக்கை எடுப்பதே இங்கு எதிர் பார்க்கப்படுகின்றது.

இடைநிலைக் கல்விக் கலைத்திட்ட மறுசீரமைப்பின் கீழ் தேசிய கல்வி நிறுவனத்தினால் 6-11 தரங்களுக்கான கணிதம், விஞ்ஞானம், சுகாதாரமும் உடற்கல்வியும், தொழில்நுட்பம், வணிகவியல் ஆகிய பாடங்கள் தொடர்பான ஆசிரியர் வழிகாட்டிக் கோவைகளையும் பரிசீலனை செய்யும்போது மாணவர் மைய, தேர்ச்சி மைய செயற்பாடுகளை முன்னிலைப் படுத்திய கற்றல் - கற்பித்தல் தொடர்பான ஒரு தெளிவான அறிவு உங்களுக்குக் கிடைக்கும். இவ்வாசிரியர் வழிகாட்டிக் கோவைகள் மூலம் முன்வைக்கப்படும் செயற்பாடுகள் கற்றல் - கற்பித்தல் மதிப்பீடு என்பவற்றை ஒரே மேடைக்குக் கொண்டு வர முயற்சிக் கிறது. அத்துடன் 5E மாதிரியை அடிப்படையாகக் கொண்டும் ஒத்துழைப்புக் கற்றல் (Co-operative Learning) நுட்பமுறையைக் கையாண்டும் இதுவரை தேடிப் பெற்றவற்றை மீண்டும் கட்டியெழுப்பி அதற்கப்பாலும் சென்று புத்தாக்கங்களை உருவாக்கி மலரும் நாளையை எதிர்கொள்ள முன்கூட்டியே ஆயத்தமாகவும் இச்செயற்பாடுகள் மாணவர்களுக்கு வழியமைத்துக் கொடுக்கும்.

ஆக்கத்திறன் வாய்ந்த ஆசிரியர் பரம்பரையொன்றை உருவாக்கும் நோக்கில் கற்பித்தற் செயலொழுங்குடன் தொடர்பான செயற்பாட்டுத் தொழிலில் இருந்து தெரிவு செய்யப்பட்ட சில செயற்பாடுகள் மட்டும் க.பொ.த. உயர்தர ஆசிரியர் வழிகாட்டித் தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. ஆயினும் வழங்கப்பட்டுள்ள மாதிரிச் செயற்பாடுகளைப் பரிசீலிப்பதாலும் க.பொ.த. சாதாரண தர மறுசீரமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட கோட்பாடுகள் பற்றிய விளக்கத்தை மேம்படுத்திக் கொண்டு பாடத்துக்கும் வகுப்புக்கும் பொருத்தமான விதத்தில் செயற்பாடுகளைத் தயாரித்துக் கொள்ளும் சுதந்திரம் உங்களுக்கு

குண்டு. இவ்வாசிரியர் வழிகாட்டி கோவைகளுக்குட்படுத்தப்பட்டுள்ள மாதிரிச் செயற்பாடுகள் நான்கு வகையான தகவற் தொகுதியொன்றை உங்களுக்கு வழங்கும் அனைத்துச் செயற்பாடுகளிலும், ஆரம்பத்தில் நீங்கள் காண்பது அச்செயற்பாட்டின் ஊடாக மாணவரைக் கொண்டு செல்ல எதிர்பார்க்கும் இறுதி எல்லையேயாகும். தேர்ச்சி எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ள இது பரந்ததாகும். நீண்டகாலத்தில் நிறைவேறுவதாகும். அதற்கடுத்தபடியாகவுள்ள தேர்ச்சி மட்டம் இத்தேர்ச்சியை அடைவதற்காக மாணவர்கள் கடந்து செல்ல வேண்டிய பல்வேறு ஆற்றல்களும் ஒன்றை மட்டும் குறித்து நிற்கும். இதன்படி பார்க்கும்போது அந்தந்த தேர்ச்சி மட்டத்துக்குரிய தேர்ச்சியுடன் இணைந்ததாகும். அது குறுங்காலத்தில் அடையப் பெறுவதாகும். அதற்கடுத்து இருப்பது செயற்பாட்டின் இறுதியில் ஆசிரியர் அவதானித்த எதிர்பார்க்கும் நடத்தைகள் சிலவாகும். ஆசிரியர் மாணவர் என்ற இரு சாராருக்கும் சமையற்ற விதத்தில் இந் நடத்தைகளை ஐந்தாக மட்டுப்படுத்த முயற்சிக்கப்பட்டுள்ளது. கற்றற்பேறு என்று அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ள இந்நடத்தைகள் தேர்ச்சி மட்டத்தை விடச் சிறப்பானதாக இருப்பதுடன் பாடத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட மூன்று ஆற்றல்களையும் கற்றல் - கற்பித்தல் செயலொழுங்கினால் வெளிக்கொணரும் இரண்டு ஆற்றல்களையும் உள்ளடக்கியவாறு பாட ஆற்றல்கள் மூன்றும் இலகுவிலிருந்து கடினத்தை நோக்கியதாக வரிசைப்படுத்தப்பட்டிருப்பதுடன் குறைந்தபட்சம் முதல் இரண்டையாவது அடைந்து கொள்வதற்காக வகுப்பின் அனைத்து மாணவர்களையும் வகுப்பின் கற்றல் கற்பித்தலின் இதயத்தையொத்த தேடலின் மீது வழிப்படுத்தும் வகையில் ஆசிரியர் கருமமாற்ற வேண்டிய முறையை செயற்பாட்டின் அடுத்த பகுதியில் முன்வைக்கப்பட்டுள்ளது. தொடர்புபடுத்தலுடன் (Engagement) எல்லாச் செயற்பாடுகளும் ஆரம்பிக்கப்பட்டாலும், செயற்பாடு திட்டமிடல் ஆரம்பமாவது 5E மாதிரியின் இரண்டாவது 'E' யுடன் தொடர்பான தேடல் அல்லது கண்டறிதலுடன் என்பதை நீங்கள் மறந்துவிடக்கூடாது.

தேடலுக்கு (Exploration) வழிகாட்டும் அறிவுறுத்தல்கள் செயற்பாட்டின் அடுத்த பகுதியாகும். பிரச்சினையைப் பல்வேறு கோணங்களில் தனது குழுவுக்குக் கிடைக்கும் பக்கத்தை பற்றி மட்டும் தேடலில் ஈடுபடும் மாணவன் பல்வேறு கற்றல் - கற்பித்தல் முறைகளினூடாக உரிய எல்லையை நோக்கிக் கொண்டு செல்ல ஆசிரியரை இவ்வறிவுறுத்தல் தூண்டுகிறது. பிரச்சினைகளுடாக மேற்கொள்ளப்படும் விசாரணை ரீதியான கற்றல் (Inquiry Learning) அல்லது செயல்மூலக் கற்றலுக்கு வழிஅமைக்கும் அனுபவ மையக் கற்றலை (Experiential Learning)த் தெரிவு செய்து கொள்வதற்கு இங்கு ஆசிரியருக்குச் சுதந்திரமுண்டு. மேற்கூறிய எந்த முறையிலாயினும் மாணவர் பெறும் அறிவை மையமாகக் கொண்டு பாடத்துக்குரிய அல்லது கலைத்திட்டத்தின் சில பாடங்களுடாகச் செல்லும் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதற்கு அவர்களை வழிப்படுத்துதல் க.பொ.த. உயர்தர ஆசிரியர்களின் பொறுப்பாகும்.

வேறு பிரச்சினை மையக் கற்றல் - கற்பித்தல் முறைகளையும் வாழ்க்கை யதார்த்தத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு திட்டமிடுதல் கருத்துள்ளதாகும். கருத்து வேற்றுமைக்குரிய நிலைமைகள், எடுகோள் நிலைமைகள், சமாந்தரமான கருத்துக்கள் மற்றும் முதன்மை மூலாதாரங்களை இதற்காகப் பயன்படுத்தும் சுதந்திரம் உங்களுக்குண்டு. வாசித்தல், தகவல் திரட்டல், முகாமைத்துவம், மீள்சிந்தனை, அவதானிப்பு, கலந்துரையாடல், எடுகோள் அமைத்தல், பரிசோதனை (சோதித்தல்) எதிர்வு கூறுதல்களைப் பரீட்சித்தல், வினாவிடைகளைத் தயாரித்தல், போலச் செய்தல், பிரச்சினை தீர்த்தல், அழகியற் பணிகள் போன்றவை தேடலுக்காகப் பயன்படுத்தக்கூடிய சில நுட்பமுறைகளாகும். மரபு ரீதியான மனப்பாடமிடல் முறையும் இங்கு புறக்கணிக்கப்படவில்லை என்பது முக்கியம்.

மாணவர்கள் சிறு குழுக்களாக நின்று தேடலில் ஈடுபடுவர். ஆசிரியரிடமுள்ள அறிவை வெளியிலிருந்து பெறுவதற்குப் பதிலாக ஆசிரியர் உதவியுடன் அறிவையும் விளக்கத்தையும் உருவாக்குவர். பெற்ற அறிவை குழு அங்கத்தவர்களுள் கருத்துப் பரிமாறி விரிவாக்கிக் கொள்வர். இப்பணிகள் அனைத்தும் உச்ச அளவில் நடைபெறுவது மாணவர்களுக்குத் தேவையான வாசிப்பு ஆவணங்களை வழங்க ஆசிரியர் முன்வந்தால் மட்டுமே சாத்தியமாகும். அத்துடன் மாணவர்கள் கற்றலில் ஈடுபடும் நேரம் பூராவும் ஆசிரியர் அவர்களுக்கிடையே நடமாடி அறிவைத் தேடிக்கொள்ள மாணவர்களுக்கு உதவினால் மட்டுமேயாகும். இத்தகையதொரு கற்றற் பிரவேசத்தின்போது கண்டறிதல் என்பது முக்கியமாக இருப்பினும் அது சுதந்திரமான அல்லது திறந்த ஒரு கண்டறிதலாக வன்றி வழிகாட்டப்பட்ட (Guided discovery) கண்டறிதல் என்பதையும் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். ஆசிரியர்களிடமிருந்தும் சமவயதினரிடமிருந்தும் ஊட்டத்தைப் பெற்று கற்றுக் கொள்ளும் மாணவர்களுக்கு வாழ்க்கை தொடர்பான பல அனுபவங்கள் கிடைப்பதைத் தனியாகச் சுட்டிக்காட்ட வேண்டியதில்லை.

தேடலின் பின்னர் வகுத்து விளக்குதல் (Explanation) படிமுறையாகும். இங்கு சிறு குழுக்கள் தம் ஆக்கங்களைக் கூட்டாகவும் ஆக்கரீதியாகவும் பொதுக் குழுக்களுக்கு முன்வைப்பதற்கு ஆயத்தமாவர். முன்வைப்பது பற்றிய பொறுப்பு குழுவின் அங்கத்தவர் களிடையே சமமாகப் பங்கிடப்பட்டிருப்பதும் முன்வைப்பதற்கான முறையைத் தெரிவு செய்வதில் நெகிழ்ச்சித்தன்மை கடைப்பிடிக்கப்படுவதும் இங்கு குறிப்பிடத்தக்கதாகும். அதனையடுத்து வரும் (Elaboration) விவரித்தல் படிமுறையின்போது தெளிவற்றதைத் தெளிவுபடுத்துவதற்கும் பிழையானவற்றைச் சரிப்படுத்துவதற்கும் விடுபட்டவற்றைப் பூரணப் படுத்துவதற்கும் வாய்ப்புக் கிடைக்கும். அத்துடன் இப்போது தெரிந்தவற்றுக்கு அப்பாற் சென்று புதிய கருத்துக்களை முன்வைக்கும் சுதந்திரமும் மாணவர்களுக்குண்டு. அனைத்துச் செயற்பாடுகளும் ஆசிரியரின் சிறு விரிவுரையுடனேயே முற்றுப்பெறும். கடத்தல் வகிபாகத்தை மேற்கொள்ள இது ஆசிரியருக்குச் சந்தர்ப்பத்தை வழங்குவதற்கு உத்தேச தேர்ச்சி தொடர்பாக பாடத்திட்டத்தில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டுள்ள அனைத்து முக்கியமான விடயங்களையும் உள்ளடக்கியதாக இச்சிறு விரிவுரையை அந்த ஆசிரியர் முயற்சிக்க வேண்டும். அனைத்து ஆசிரியர்களும் அவசியம் செய்ய வேண்டிய இவ்விபரித்தலுக்கு வழிகாட்டும் நோக்கில் செயற்பாட்டுத் திட்டத்தின் இறுதிப்பகுதி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

பொதுக் கல்வித் தொகுதியில் கட்டபுலனாகவுள்ள பிரச்சினைகளை வெற்றி கொள்வதற் காக பரிமாற்றத்தின் மூலம் ஆரம்பித்து நீண்ட தேடல், மாணவர் விளக்கம், விபரிப்பு வரிசையினூடாக இறுதியில் ஆசிரியர் விரிவுரை (கடத்தல்)யுடன் நிறைவு எனும் நிலை மாற்று வகிபாகத்துடன் கூடிய புதியதொரு கல்வி முறையை இவ்வாறு கல்வித் தொகுதிக்கு அறிமுகம் செய்வதற்கு தேசிய கல்வி நிறுவகம் நடவடிக்கை எடுத்துள்ளது. ஆசிரியரை முதன்மைப்படுத்திய கற்பித்தலுக்குப் பதிலாக ஆசிரியர் வழிகாட்டலுடன் மாணவர்கள் ஈடுபடும் ஒரு கற்றலாக இதனைக் குறிப்பிடலாம். மாணவர்கள் வசதிப்படி ஆவணங்களை உசாவியும் தரஉள்ளீடுகளைப் பயன்படுத்தியும் தேடலில் ஈடுபடுவர். நாளாந்தம் பாடசாலைக்குச் சமூகமளித்து மகிழ்ச்சியுடன் கற்றுக் கொள்வர். வாழ்க்கைக்கும் தொழில் உலகிற்கும் தேவையான பல்வேறு தேர்ச்சிகளை பாடசாலைக் கல்வியினூடாக அடைந்து கொள்வர். சிந்தனை ஆற்றல், சமூக ஆற்றல், தனியாள் ஆற்றல்களை விருத்தி செய்து கொண்டு தேசத்தைக் கட்டியெழுப்ப ஆயத்தமாவர். இவையனைத்தையும் யதார்த்தமாக்கிக் கொள்ள மாதிரி வினாக்களுக்கு விடை எழுதி, நினைவில் வைத்திருந்த அறிவை விசாரித்துப் பார்க்கும் பரீட்சைமுறைக்குப் பதிலாக யதார்த்த வாழ்க்கையை எதிர்கொள்வதற்கான ஆயத்தத்தை உதவும் ஒரு பரீட்சை முறையின் தேவை உணரப்படுகிறது.

இக் கற்றல் - கற்பித்தல் முறையின் குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வு யாதெனில் செயற்பாடு பூராவும் ஊடுருவும் இரட்டை வடிவம் கொண்டதும் கருத்துள்ளதுமான மதிப்பீட்டுச் (Evaluation) செயலொழுங்கையும் தொடர்புபடுத்தலையும் ஆசிரியரின் விருப்பக்கேற்ப முன்னறிவைச் சேர்ப்பதாக அமைத்துக் கொள்ளலாம். அதேபோன்று தேடல், விளக்கம், விவரிப்பு மூலம் மதிப்பீட்டை மேலும் உறுதிப்படுத்துதல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். எழுத்துப் பரீட்சைகளைக் குறைத்து பாடசாலை மட்டக் கணிப்பீட்டு வேலைத்திட்டத்தின் யதார்த்த இயல்பைப் பாதுகாப்பாற்றக்கூடிய தவணைப் பரீட்சைகளின்போது கட்டாய வினாக்களை உட்படுத்தி பாடசாலை மட்டக் கணிப்பீட்டை நோக்கி பாடசாலைச் சமூகத்தை அணுக வைக்கவும். கற்றலின் உண்மையான பெறுபேற்றை அடைந்ததை உறுதிப்படுத்தும் அதிகாரபூர்வ மதிப்பீட்டு (Authentic Evaluation) வேலைத்திட்டமொன்றை நாட்டுக்கு அறிமுகப்படுத்தவுமான பல நடவடிக்கைகள் ஏலவே தேசிய மட்டத்தில் ஆரம்பிக்கப்பட்டுள்ளன. முகாமைத்துவப் பிரிவினரின் சீரான போதனை தலைமைத்துவம் மற்றும் தர உறுதிப்பாட்டுப் பொறுப்பு என்பவற்றின் கீழ் இப்புதிய வேலைத்திட்டத்தை வெற்றியடையச் செய்து புதிய இலங்கைக்கான கதவுகளைத் திறந்து விடுதல் நாட்டின் நன்மையை விரும்பும் சகலரதும் ஒன்றிணைந்த பொறுப்பாகும்.

தேசமான்ய கலாநிதி ஐ. எல். கினிகே

உதவிப் பணிப்பாளர் நாயகம் (கலைத்திட்ட விருத்தி)

விஞ்ஞான தொழில் நுட்பப் பீடம்

தேசிய கல்வி நிறுவகம்.

வழிகாட்டல் :

பேராசிரியர் லால் பெரேரா – பணிப்பாளர் நாயகம் தே. க. நி
கலாநிதி (திருமதி) I.L கினிகே, உதவிப் பணிப்பாளர்

நெறியாள்கை :

திரு C.M.R. அந்தன், பணிப்பாளர்
விஞ்ஞான சுகாதார உடற்கல்விக்குமான பிரிவு, தே, க. நி

பாடஒன்றிணைப்பும், எழுதுதலும் :

திரு. P. மளவிப்பத்திரான, செயற்றிட்டத் தலைவர் (பௌதிகம்) செயற்றிட்ட அதிகாரி, தே.க.நி
திரு. M.L.S. பியதிஸ்ஸ, உதவி செயற்றிட்ட அதிகாரி, தே.க.நி
திரு. N. முகுந்தன், உதவி செயற்றிட்ட அதிகாரி, தே.க.நி

பாட விடய வழிகாட்டல்

பேராசிரியர் T.R. ஆரியரட்ண, பல்கலைக் கழகம் கொழும்பு.
கலாநிதி S.R.D. ரோசா, பல்கலைக் கழகம், கொழும்பு.
பேராசிரியர் J.K.D. ஜயநேத்தி, பல்கலைக் கழகம், கொழும்பு.
கலாநிதி M.K. ஜயானந்த, பல்கலைக் கழகம், கொழும்பு.
கலாநிதி D.D.N.B. தயா, பல்கலைக் கழகம், கொழும்பு.
கலாநிதி P.W.S.K. பண்டார நாயக, பல்கலைக் கழகம், பேராதேனிய.
கலாநிதி W.G.D. தர்மரத்தின, பல்கலைக் கழகம், றுகுணு.
பேராசிரியர் S.R.D. கலிங்கமுதலி பல்கலைக் கழகம், களனி.
கலாநிதி P. கீக்கியனகே பல்கலைக் கழகம், றீ ஜெயவர்த்தனபுர.

வள ஆளணியினர் :

கலாநிதி ரொம். மக்கொலே, ஆலோசகர் தே.க.நி
திரு. W. A. D. இரத்தினசூரிய, ஓய்வுநிலை பிரதம செயற்றிட்ட அதிகாரி

திரு D.M.M.E. கமலரத்ன பண்டார, அனுராதபுர ம.ம.வி அனுராதபுரம்

திரு. S. M. சலுவதன, மாகாணக் கல்வித் திணைக்களம் வடமத்திய மாகாணம் அனுராதபுரம்.

திரு. D.R. விஜயஸ்ரீ, வலயக் கல்வித் திணைக்களம், வெல்லவாய.

திரு. M.H.W. ஆரியரத்ன, வித்யாலோக ம.வி. காலி

திரு. V.P.K. சுமதிபால, வலஸ்முல்ல ம.வி வலஸ்முல்ல.

திரு. W. விஜயரத்ன, பண்டார நாயக B.B. அம்பாறை.

திரு சிசில் பெரேரா, புனித தோமஸ் கல்லூரி, மாத்தளை

திரு V.G. பியதிஸ்ஸ, தெலிஜாவில்ல M.M.V. தெலிஜாவல

திரு. U.M. பத்மஸ்ரீ, ஞானோதய M.B. களுத்துறை

திரு. K.T. ஆனந்தா, களுத்துறை M.V. களுத்துறை

திருமதி, S.A.D.N.Y சுரவீர ஸ்ரீமாவோ பண்டார நாயக B.V கொழும்பு – 07

திருமதி R.R. பூபசிங்க, தர்மபால வித்தியாலய, பன்னிப்பிட்டி

திருமதி. P. குணசிங்க, டி.எஸ் சேனநாயக கல்லூரி, கொழும்பு 08

திரு.V. செளந்தரராஜன், மாகாணக் கல்வித் திணைக்களம் கிழக்கு மாகாணம்,
திருகோணமலை

திரு S. சுதாகரன், வலயக் கல்வி அலுவலகம், திருகோணமலை

திரு. S. பகீரதன், பாக்யம் தேசிய கல்லூரி, மாத்தளை

திரு. S.R. ஜெயக்குமார், றோயல் கல்லூரி, கொழும்பு 07

திருமதி மல்காந்தி விதானப் பத்திரன், றாகுல வித்யாலய, மாலபே

மொழிபெயர்ப்பு : திரு. ச. ஸ்ரீரங்கநாதன்

கணணி வடிவமைப்பு : பா. சஜீதா இக்ராம், தொழினுட்ப உதவியாளர், தே.க.நி.

ஏனைய உதவி : திரு. ரஞ்சித் தயாவன்ச

திரு மங்கள வெலிப்பிட்டிய

திருமதி பத்மா வீரவர்தன

வலையமைப்பு : www.nie.lk

உள்ளடக்க அட்டவணை

பணிப்பாளர் நாயகத்தின் செய்தி	III
முன்னுரை	IV
கற்றல் பெறுபேறுகள், வழிகாட்டல்கள் மற்றும் முன்வைக்கப்பட்ட கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்	
தேர்ச்சி 1 – அளவீடு	1
தேர்ச்சி 2 – பொறியியல்	16
தேர்ச்சி 3 – அலைவுகளும் அலைகளும்	33
தேர்ச்சி 4 – வெப்பப் பௌதிகவியல்	66
பாடசாலை மட்டக் கணிப்பீடு	85
உசாவுகை	94

அலகு 1 – அளவீடு

தேர்ச்சி 1 : பௌதிகவியலில் ஒழுங்குமுறைமையான தேடல்களுக்காகப் பௌதிகவியலில் பரிசோதனை ரீதியான மற்றும் கணிதரீதியான சட்டகங்களைப் பயன்படுத்துவர்.

தேர்ச்சி மட்டம் 1.1: பௌதியவியலின் வியாபகத்தையும் தேடலுக்காக விஞ்ஞான முறையை எவ்வாறு பயன்படுத்தலாம் என்பதை ஆராய்வார்.

பாட வேளைகள் : 04

கற்றல் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்

- சக்தி, சக்தி தொடர்பாகச் சடப்பொருட்களின் நடத்தை மற்றும் சக்தி இடமாற்றம் ஆகியன பற்றிய கற்கையே பௌதிகவியல் என விளக்க முடியும்.
- பௌதிகவியலானது அடிப்படைத் துணிக்கைகளிலிருந்தும் அடிப்படை விசைகளினின்றும் அகிலத்தின் பாரிய கட்டமைப்புகள் மீது கருத்துவாழ்ச்சி செய்யும் பாடம் என விவரிக்க முடியும்.
- பௌதிகத் தத்துவங்களை அன்றாட நடவடிக்கைகளில் பயன்படுத்தவும் இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகளை விளக்கவும் முடியும்.
- நவீன நாகரிக வளர்ச்சியில் பௌதிகவியலை எவ்வாறு பிரயோகிக்கலாம் என்பதை கீழ்வரும் தலைப்புகள் மூலம் விரித்துக் கூறவும் முடியும்.

- போக்குவரத்து
- தொடர்பாடல்
- வலு வழங்கல்
- வைத்தியப் பிரயோகங்கள்
- புவி மற்றும் அண்டவெளி ஆய்வுகள்

- விஞ்ஞான ஆய்வுகளிற்கு விஞ்ஞானமுறையைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- பௌதிகவியலின் வளர்ச்சிகள், அவதானங்களிலும் அவற்றினடிப்படையில் பெறப்பட்ட அனுமானங்களையும் ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ளதென்பதை ஏற்றுக்கொள்ள முடியுமாதும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- பௌதிகவியல் என்பது சக்தி மற்றும் சடப்பொருட்களின் நடத்தை பற்றிய கற்கையாகும்.
- பௌதிகவியல் பாடப்பரப்பு
- அன்றாட வாழ்வில் பௌதிகவியல்
- விஞ்ஞான முறையின் படிமுறைகள்
 - அவதானம்
 - கருதுகோள்
 - பரிசோதனை
 - கொள்கை அல்லது விதி
 - எதிர்வு கூறல்

அவதானம்

தகவல்கள் சேகரிக்கும் பொருட்டு மிகவும் கவனமாக அவதானிப்புகளை மேற்கொள்ளலே விஞ்ஞானமுறையின் முதற்படிமுறை. தகவல்கள் பரிசோதனைகளின் முடிவுகளின் ஊடாகவோ அல்லது எளிய அவதானங்களின் ஊடாகவோ பெறப்படலாம்.

கருதுகோள்

அவதானங்கள், பரிசோதனைகள் மூலம் பெறப்பட்ட தகவல்களின் பகுப்பாய்விலிருந்து இயற்கையின் மாதிரி ஒன்று கருதுகோளாக்கப்படும். கருதுகோளானது தர்க்க ரீதியானதும் அனுபவ ரீதியானதுமான விளைவுகளைச் சோதிப்பதன் பொருட்டு வடிவமைக்கப்பட்ட எடுகோள் ஆகும். சோதித்துப் பார்ப்பதன் மூலம் கருதுகோளை நாம் உறுதிப்படுத்த முடியும். கருதுகோளைப் பரிசீலிப்பது பரிசோதனை என்றழைக்கப்படும்.

பரிசோதனை

ஏதாவது ஒரு விடயத்தைக் கண்டுபிடிக்கவோ சோதிப்பதற்கோ அல்லது செய்து காட்டுவதற்கோ மேற்கொள்ளப்படும் ஒரு கட்டுப்பாட்டிலமைந்த செயல்முறையே பரிசோதனை எனப்படும். கருதுகோளை உறுதிப்படுத்தும் பொருட்டு மேற்கொள்ளப்படுவதே பரிசோதனையாகும். கருதுகோளின் பொருத்தப்பாட்டிற்கு பரிசோதனை முடிவுகள் சரியாக அமையாவிடில், பரிசோதனைச் செயல்முறையானது சரிபார்க்கப்பட வேண்டும். பரிசோதனை முறை மாற்றியமைக்கப்படும் முடிவுகள் முரண்பாடாக அமையும் சந்தர்ப்பத்தில் முதலாவதாய் முன்வைக்கப்பட்ட கருதுகோள் திருத்தியமைக்கப்பட வேண்டும். திருத்தப்பட்ட கருதுகோளைச் சோதிக்க மீண்டும் ஒரு பரிசோதனை வடிவமைக்கப்பட வேண்டும்.

கொள்கை

பரிசோதனை முடிவுகள் கருதுகோளை உறுதிப்படுத்துமாயின் கருதுகோளானது இயற்கையின் குறித்த அம்சம் தொடர்பான புதிய கொள்கையாக மாறுகின்றது. கொள்கை என்பது அவதானிக்கப்பட்ட உண்மைகளின் அடிப்படையில் விஞ்ஞான ரீதியாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட தத்துவமாகும்.

எதிர்வுகூறல்

புதிய கொள்கையைக் கவனமாக ஆராய்ந்த பின்பு இயற்கையின் அறியாததொரு அம்சம் பற்றிய எதிர்வு கூறலை முன்வைக்கலாம்.

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- பௌதிகவியலின் வியாபகம் பற்றி அறியும் பொருட்டு க.பொ.த (சா.த) வகுப்பில் கற்ற பல்வேறு விஞ்ஞான பாடப் பரப்புகளை ஒப்பிட்டு ஒரு கலந்துரையாடலை நடத்துதல்.
- பின்வரும் விடயங்கள் தொடர்பான தேடலில் ஈடுபடுத்துதல்.
 - மழை உருவாதல், பகல் இரவு தோன்றல், புவியதிர்வு ஏற்படல் போன்ற இயற்கைத் தோற்றப்பாடுகளை விளக்குவதில் பௌதிகவியல் எவ்வாறு பயன்படுகின்றது
 - போக்குவரத்து, தொடர்பாடல், வலு வழங்கல், மருத்துவப் பிரயோகங்கள், புவி மற்றும் அண்டவெளி ஆய்வுகள் போன்றவற்றில் பௌதிகவியலின் பிரயோகங்கள்.
 - நவீன நாகரிக வாழ்க்கைமுறையை மேலும் இலகுபடுத்துதலில் பௌதிகவியல் எவ்வாறு பங்களிப்புச் செய்கிறது
- விஞ்ஞானக் ஆய்வுகளுக்கு விஞ்ஞான முறையானது ஓர் ஒழுங்கமைக்கப்பட்ட வழிமுறை என்பதை அறிமுகம் செய்தல்.
- விஞ்ஞான முறையின் எல்லைகள் பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 1.2: விஞ்ஞானப் பணிகளிலும் அன்றாட வாழ்க்கைத் தேவைகளிலும் அலகுகளைச் செம்மையாகப் பயன்படுத்துவார்.

பாட வேளைகள் : 02

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரால் ,

- அடிப்படைப் பௌதிகக் கணியங்களையும் பெற்ற பௌதிகக் கணியங்களையும் விவரிக்க முடியும்.
- பௌதிகக் கணியங்களை அளப்பதற்குப் பொருத்தமான SI அலகுகளையும் பெறுதி SI அலகுகளையும் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- ஏழு அடிப்படைப் பௌதிகக் கணியங்கள்.
- பௌதிகக் கணியங்களின் அளவீடுகளில் பயன்படுத்தும் ஏழு அடிப்படை SI அலகுகளும் இரண்டு மிகைநிரப்பு SI அலகுகளும்

அடிப்படைக் கணியங்கள்	அலகு	குறியீடு
திணிவு	கிலோகிராம்	kg
நீளம்	மீற்றர்	m
நேரம்	செக்கன்	s
மின்னோட்டம்	அம்பியர்	A
வெப்பவியக்கவியல் வெப்பநிலை	கெல்வின்	K
ஒளிர்வுச் செறிவு	கண்டெலா	cd
பதார்த்தத்தின் அளவு	மூல்	mol
தளக் கோணம்	ஆரையன்	rad
திண்மக் கோணம்	திண்மவாரையன்	sr

(அட்டவணை 1.1 ஏழு அடிப்படை SI அலகுகள், இரண்டு மிகைநிரப்பு அலகுகள்)

- அடிப்படைக் கணியங்களின் சார்பாகப் பெற்ற கணியங்கள்.
- அடிப்படைக் அலகுகளின் சார்பாகப் பெற்ற கணியங்கட்கான அலகுகள்.

- பெறப்பட்ட சில அலகுகளின் விசேட பெயர்கள்.

பெற்ற கணியங்கள்	அலகு	
	பெயர்	குறியீடு
விசை	நியூட்டன்	$N = \text{kg m s}^{-2}$
அழுக்கம்	பஸ்கால்	$\text{Pa} = \text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
சக்தி, வேலை	யூல்	$J = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
வலு	உவாற்று	$W = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$
மீடறன்	ஹெட்ஸ்	$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$
மின்னேற்றம்	கூலோம்	$C = A \text{ s}$
மின்னியக்க விசை	உவோற்று	$V = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} A^{-1}$
மின்தடை	ஓம்	$\Omega = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} A^{-2}$
மின்கடத்து திறன்	சைமன்ஸ்	$S = \text{kg}^{-1} \text{m}^2 \text{s}^3 A^2$
ஊடுபுகவிடுந் திறன்	ஹென்றி	$H = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} A^{-2}$
கொள்ளளவம்	பரட்	$F = \text{kg}^{-1} \text{m}^2 \text{s}^4 A^2$
காந்தப்பாயம்	உவேபர்	$Wb = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} A^{-1}$
காந்தப்பாய அடர்த்தி	டெஸ்லா	$T = \text{kg s}^{-2} A^{-1}$

(அட்டவணை 1.2 சில பெற்ற கணியங்களின் விசேட பெயர்களும் குறியீடுகளும்)

- SI அலகுகளின் மடங்குகளையும் உப மடங்குகளையும் காட்டுவதற்கான சில முற்சேர்க்கைக் குறியீடுகள் (prefixes)
- முற்சேர்க்கைக் குறியீடுகளின் பெயர்கள், பெறுமானங்கள் மற்றும் குறியீடுகள்.
 $mm, m s, N m$
- அலகுகளற்ற பௌதிகக் கணியங்கள்.

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- பிரித்தானிய அலகுத் திட்டங்களையும் CGS அலகுத் திட்டங்களையும் உதாரணமாகக் கூறுதல்.
- கற்றலின் போதும் வர்த்தகத்திலும் இவற்றை மாற்றும்போது ஏற்படும் சில இடர்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.
- திணிவு, நீளம், நேரம், மின்னோட்டம், ஒளிர்வுச்செறிவு, வெப்பவியக்கவியல் வெப்பநிலை, மற்றும் பொருள்களின் அளவு ஆகியன ஏழு அடிப்படை கணியங்கள் என அறிமுகம் செய்தல்.
- அடிப்படை கணியங்களிற்கான அலகுகளையும் குறியீடுகளையும் முன்வைத்தல்.
- பரப்பு, கனவளவு, அடர்த்தி, கதி, ஆர்முடுகல், விசை போன்றவற்றை அடிப்படை கணியங்களின் சார்பாகப் பெற்றுக் கொள்ளலாம் என்றும் அவற்றைப் பெற்ற பௌதிகக் கணியங்கள் என்றும் விளக்கமளித்தல்.

- க.பொ.த (சா.த) வகுப்பில் கற்ற சில பௌதிகக் கணியங்களைத் தெரிவு செய்து அவற்றின் SI அலகுகளுடன் அட்டவணைப்படுத்துதல்.
- தரப்பட்ட அட்டவணையிலுள்ள பெற்ற அலகுகளுக்குரிய விசேட பெயர்களையும் அவற்றின் குறியீடுகளையும் அறிமுகம் செய்தல். (அட்டவணை 1.2)
- SI அலகுகளின் மடங்குகளையும் (multiple) உப மடங்குகளையும் (submultiples) விளக்குதல். முற்சேர்க்கைக் குறியீட்டை (prefixes) அறிமுகம் செய்தல்.
- முற்சேர்க்கைக் குறியீடு (prefixes) ஆனது சர்வதேச அலகின் முன்பு இரு குறியீடுகளுக்கிடையே இடைவெளியின்றி எழுதப்பட வேண்டுமென விளக்கமளித்தல். அலகுகளின் மடங்குகளைத் தெரிவிக்கும் முறையின் போது குறியீடுக்கிடையே ஒரு இடைவெளி விட்டு எழுதுதல்.
சில உதாரணங்களை வழங்குங்கள்: mm, ms, nm
- அலகுகளின் பெறுமானங்களை எழுதுவதையும் அது பற்றித் தெரிவிப்பதையும் பழக்கப்படுத்திக் கொள்ள சில உதாரணங்களைத் தெரிவு செய்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 1.3 :- பரிமாணங்களைப் பயன்படுத்தும் பொளதிகக் கணியங்களை ஆராய்ந்து பார்ப்பார்.

பாடவேளைகள் :- 02

கற்றல் பெறுபேறுகள்

- சமன்பாடுகளைச் சரிபார்க்கவும், பெற்றுக் கொள்ளவும் மேலும் பெளதிக கணியங்கட்கு அலகுகளை வரையறை செய்யவும் மாணவனால் பரிமாணங்களைப் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- திணிவு, நீளம், மற்றும் நேரம் ஆகியவற்றின் பரிமாணங்கள் முறையே M, L, T என்பதால் குறிக்கப்படுகின்றன.
- அடிப்படைப் பரிமாணங்களின் அடிப்படையில் பெற்ற பெளதிக கணியங்களின் பரிமாணங்கள்.
- பரிமாணங்களை உபயோகித்து ஒரு சமன்பாடு சரியானதா என வாய்ப்புப் பார்த்தல்.
- தரப்பட்ட நிகழ்ச்சியுடன் தொடர்புடையதாக பெளதிகக் கணியங்களுக்கிடையிலான தொடர்பு.
- ஒரு சமன்பாட்டிலுள்ள தெரியாத கணியமொன்றின் பரிமாணங்கள் அல்லது அலகுகள்.
- அலகுகளற்ற கணியங்கட்குப் பரிமாணங்கள் கிடையாது.
உதாரணம்: முறிவுச் சுட்டி, உராய்வுக் குணகம்

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- எவ்வாறு பெற்ற கணியமொன்று அடிப்படைக் கணியத்துடன் தொடர்புபடுவதைப் பரிமாணங்கள் மூலம் விளக்குதல்.
- வேகம், ஆர்முடுகல் மற்றும் விசை போன்ற உதாரணங்களைப் பயன்படுத்தி பெளதிககணியத்தின் பரிமாணங்கள், அலகுகளின் தொகுதியில் தங்கியிருக்கவில்லை என்பதை விளக்குதல்.
- சமன்பாடு ஒன்றின் செல்லுபடியாகுந் தன்மையை எவ்வாறு சரிபார்க்கலாம் என்பதை உதாரணங்களுடன் கலந்துரையாடுதல்.
- பெளதிகக் கணியங்களிடையே தொடர்புகளைப் பெறுதல்.

உதாரணம்: எளிய தனி ஊசலின் அலைவுக்காலம் அதன் நீளத்திலும் இருக்குமிடத்தின் ஈர்ப்பினாலான ஆர்முடுகலிலும் தங்கியுள்ளதெனக் கொண்டு பெளதிகக் கணியங்களிடையே தொடர்பு ஒன்றைப் பெறுதல்.

- முற்சேர்க்கையானது (Prefix) சர்வதேச அலகின் முன்பாக இருகுறியீடுகட்குமிடையில் இடைவெளியின்றி எழுதப்படுகின்றதென்பதை விளக்குதல்.
- அலகுகளைப் பெருக்கும் முறையை குறியீடுகட்கிடையே ஒரு வெளிவிட்டு எழுதுவதை எடுத்துக்காட்டும் முறை. சில உதாரணங்கள் வழங்குதல். Nm, Js, Kg^m (அலகுகளைப் பெருக்கல்)
- சில உதாரணங்கள் தெரிவு செய்து அலகுகளின் பெறுமானங்கள் எழுதுவதையும் எடுத்துக்காட்டவதையும் பழக்கப்படுத்திக்கொள்ளுதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 1.4 : வழக்களை இழிவளவாக்கும் பொருட்டு பொருத்தமான உபகரணங்களைத் தெரிவுசெய்து சரியான அளவீடுகள் எடுப்பார்.

பாடவேளைகள் : 08

கற்றல் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- அன்றாடச் செயற்பாடுகளிலும் பரிசோதனைகளின்போது அளவீடுகள் எடுத்தலின் முக்கியத்துவத்தை விபரிக்க முடியும்.
- பல்வேறு பௌதிகக் கணியங்களை அளவிட பொருத்தமான அளவீட்டு உபகரணங்களைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- வேணியர் இருக்கிமானி, நகரும் நுணுக்குக்காட்டி, நுண்மானி திருகுக் கணிச்சி, கோளமானி, முக்கோல் தராசு, நான்குகோல் தராசு, இலத்திரனியல் தராசு, நிறுத்தற் கடிகாரம், இலக்கக்(Digital) கடிகாரம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- அளவீட்டு உபகரணத்தின் வழக்களைக் கணிக்க முடியும்.
- பின்ன மற்றும் சதவீத வழக்களை கணிக்க முடியும்.
- ஒரு பரிசோதனையின் இறுதி முடிவிலுள்ள வழக்களின் தொடர்புப் பருமனின் செல்வாக்கை மதிப்பிட முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- அளவீட்டிற்குப் பருமனும் அலகும் உண்டு.
- பௌதிகக் கணியங்களின் அளவீடுகள் அகன்ற வீச்சுக்குள் மாற்றமடையலாம்.
- நீளத்தின் அளவீடு மிகக்குறைந்த பெறுமானங்களிலிருந்து உயர் பெறுமானங்கள் வரை. (உப அணுத் துணிக்கைகளிலிருந்து அகிலத்தின் அதிகூடிய தூரம் வரை 10^{-27} m இல் 10^{15} இருந்து வரை) மாற்றமடையலாம்.
- நேரத்தின் அளவீடு மிகக் குறைந்த பெறுமானங்களில் இருந்து உயர் பெறுமானங்கள் வரை. (அணு நடத்தை தொடக்கம் அகிலத்தின் வயது வரையான வயது 10^{-24} S இலிருந்து 10^{18} S வரை)
- இலத்திரனின் மிகக்குறைந்த திணிவிலிருந்து வெள்ளூடுத்தொகுதியின் அதிகூடிய திணிவுகளின் பெறுமானங்கள் (10^{-31} kg இலிருந்து 10^{40} kg வரை)
- உபகரணத்தின் இழிவு எண்ணிக்கையும் பூச்சிய வழுவும்.
 - தனி வழு
 - பின்ன வழு
 - சதவீத வழு
 - வேணியர் கோட்பாடு
 - திருக்க கோட்பாடு / தத்துவம்

வழக்கலுடன் செயலாற்றல் (நிச்சயமற்றவற்றுடன் செயலாற்றல்)

முறைமை வழக்கள்

அளவுத்திட்டம் பிழையாக படிவகுக்கை செய்யப்பட்ட குறைபாடுள்ள தராசு, பூச்சியக் குறி பிழையாகக் குறிக்கப்பட்ட மீற்றர்கோல் அல்லது மெதுவாக ஓடும் நிறுத்தற் கடிக்காரம் போன்றவற்றில் ஏற்படும் வழக்கள். அளவீட்டை திரும்பத் திரும்ப அளவிடுவதால் இதுபோன்ற வழக்களில் பாதிப்பு ஏற்படுவதை நிவர்த்தி செய்ய முடியாது. மற்றும் இறுதி முடிவைக் கணிக்கும் வரை சிந்திக்க முடியாது. இத்தகைய வழக்களைத் தவிர்க்க மீண்டும் படிவகுக்கை செய்தல் அல்லது வேறு கருவியைப் பயன்படுத்தல் வேண்டும்.

எழுமாற்று வழு

பரிசோதனை செய்பவர் எவ்வாறு உபகரணத்தைப் பயன்படுத்துகிறார் என்பதில் இவ்வகை வழக்கள் தங்கியுள்ளன. பரிசோதனை செய்பவர் திறமையுள்ளவராக உள்ள சந்தர்ப்பத்தில் பரிசோதனையின் தற்செயலான வழக்கள் குறைவடையும். தரப்பட்ட கணியத்தின் பல வாசிப்புகளை எடுத்து அவற்றின் சராசரியைப் பெற்று இவ்வழுவைக் குறைக்கமுடியும்.

அளவுக் கருவியொன்று அளவுத்திட்டத்தைக் கொண்டது. அளவுத்திட்டத்திலிருந்து இழிவு எண்ணிக்கை ஒன்று பெறப்படுகின்றது. உபகரணத்தைக் கொண்டு இழிவெண்ணிக்கையிலும் உயர்வான திருத்தத்துடன் நாங்கள் அளவீடுகளை எடுக்க முடியாது. உதாரணமாக, மீற்றர் சட்டத்தின் இழிவெண்ணிக்கை 1mm மீற்றர் கோலிலிருந்து 1mm இலும் உயர்வான திருத்தத்துடன் ஓர் அளவீட்டை நாங்கள் எதிர்பார்க்க முடியாது. மீற்றர்சட்டம் ஒன்றைப் பயன்படுத்தி 17.3 cm அல்லது 17.4cm என்ற வாசிப்புக்களை அளக்கலாம். மீற்றர்சட்டம் மூலம் 17.35 cm எனும் வாசிப்பை அளக்க முடியாது.

அளவீட்டின் போது ஏற்படும் உயர் வழுவானது அளவுத்திட்டத்தின் **இழிவெண்ணிக்கை** எனப்படும். வழுவின் அளவானது அளக்கப்படுகின்ற கணியத்தின் அளவுடன் சேர்த்துக் கருதப்படும்.

உதாரணம்: (208 ± 1) mm ஓரளவு திருத்தமான அளவீடு, (2 ± 1) mm மிகவும் திருத்தமற்றது.

வழுவொன்றை ஒப்பிடுவதற்கு தனி, பின்னம் மற்றும் சதவீத வழுக்களைப் பயன்படுத்துதல். வாசிப்பின் பொருட்டு,

(208 ± 1) mm 1 mm தனி வழு

$\frac{1}{208}$ பின்ன வழு (= 0.0048), 0.48% சதவீத வழு

வழுவையாக எமக்கு ஒரு குறிக்கப்பட்ட உருவிற்கே வழு அவசியமாகின்றது. தரப்பட்ட இரு பெறுமானங்களும் முறையே 0.005 மற்றும் 0.5 % ஆகப் பயன்படும்.

சதவீத வழுவானது 1% இலும் குறைவாக இருந்தால் அளவீட்டின் திருத்தமானது போதுமானது எனக் கருதப்படுகின்றது.

100 mm நீளத்தை நாங்கள் மீற்றர் கோல் மூலம் அளவிடும் போது சதவீத வழு

$\frac{1}{100} \times 100 = 1\%$ ஆகும். அதாவது 10 cm இலும் குறைவான நீளத்தை அளவிடும்போது,

ஒரு மீற்றர் கோலிலிருந்து பெறப்பட்ட செம்மையானது போதுமானதல்ல எனக் கூறப்படுகின்றது. இத்தகைய நிலைமைகளில் 1 mm இலும் குறைந்த எண்ணிக்கையுடைய

கருவி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அதன் பொருட்டு வேணியர் அல்லது திருக்குக்கோட்பாட்டின் அடிப்படையிலான கருவிகள் பயன்படுத்தப்படலாம்.

$Y = a^n b$ போன்ற இறுதி முடிவுகளைக் கணித்தலின் போது a யிலுள்ள வழுவானது Y யின் வழுவிற்பாரிய தாக்கம் செலுத்தும். எனவே நாம் அடுக்குகளையுடைய கணியங்களை மிகவும் திருத்தமாக அளவிடல் வேண்டும்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- பௌதிக கணியங்களின் அளவீடுகளானது பரந்த எல்லை வீச்சுடையது என்பதை உதாரணங்களைப் பயன்படுத்தி விளக்குதல்.
- வேணியர் அளவுத்திட்டத்தையும் திருகுமானியினதும் தத்துவங்களை விளக்குதல்.
- இழிவெண்ணிக்கையும் பூச்சிய வழு பற்றியும் விளக்குதல்.
- இலத்திரனியல் தராசு, இலக்கக் கடிகாரம், முக்கோல் தராசு மற்றும் நான்கு கோல் தராசு என்பவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது பற்றி செயன்முறை விளக்கமளித்தல்.
- மாணவர்கள் பின்வரும் செயற்பாடுகளில் ஈடுபடச்செய்யுங்கள்.
 - ஓர் மெல்லிய பலகைத்துண்டின் நீளம், அகலம் மற்றும் உயரம் ஆகியன அளவிடுதல்.
 - ஒவ்வொரு அளவீட்டினதும் பின்ன வழுவையும் சதவீத வழுவையும் கணிப்பிடுதல்
 - வெவ்வேறு உபகரணங்களைப் பயன்படுத்தி அதே அளவீடுகளை எடுத்து பின்னர் வழுக்களை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.
 - இழிவெண்ணிக்கையின் முக்கியத்துவம் பற்றி வலியுறுத்தல்.

ஆய்வுக்கூடச் செயற்பாடு

- அளவீட்டு உபகரணங்களின் பயன்பாடுகள்.
 - வேணியர் இடுக்கிமானி
 - நுண்மானித் திருகுக்கணிச்சி
 - கோளமானி
 - நகரும் நுணுக்குக்காட்டி

தேர்ச்சி மட்டம் 1.5:- காவிக் கூட்டலையும் துணித்தல்களையும் பொருத்தமாகப் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் :- 04

கற்றல் பெறுபேறுகள்

மாணவரினால்,

- விசைகளின் தொகுதியின் விளையுளைக் கண்டறிவதற்குக் காவித்துணிப்பு முறைகளைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- மொத்த இடப்பெயர்ச்சி, வேகங்களின் விளையுள், விசைகளின் விளையுள் ஆகியன கண்டறிவதற்கு காவி முறைமைகளைப் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- காவிகள், எண்ணிக் கணியங்களின் எண்ணக்கரு.
- காவிக்கணியங்களுக்கும் எண்ணிக் கணியங்களுக்கும் இடையிலான வேறுபாடு.
- எண்ணிக் கணியங்கள் எளிய கணித முறைப்படி கூட்டப்படலாம் ஆனால் காவிக்கணியங்களைக் கூட்டும்போது திசைகளும் கருத்திலெடுக்கப்பட வேண்டும்.
- காவிக்கணியம் ஒரு கோட்டினால் பிரதியிடப்படும். கோட்டின் நீளம் காவியின் பருமனுக்கு விகிதசமனாகவும் கோட்டின் மீதான அம்புக்குறியின் திசை காவியின் திசையையும் குறிக்கும்.
- காவிக் கூட்டல்
 - காவி இணைகர விதி
 - காவி முக்கோண முறை
- காவித் துணிப்பு

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடு

- காவிக்கணியத்தின் கேத்திர கணித ரீதியாக பிரதிநிதிப்படுத்துதலை அறிமுகம் செய்யுங்கள்.
- இடப்பெயர்ச்சியைக் கருத்திற்கொண்டு காவிக் கூட்டலின் பொருட்டு காவி முக்கோண முறையைக் கட்டியெழுப்புதல்.
- காவியினுடைய இணைகர விதியை அறிமுகம் செய்யுங்கள்.
- காவித் துணிப்பை அறிமுகம் செய்தல்.
- காவிகளின் விளையுளைக் காணும் பொருட்டு காவியிணைகர விதி காவித் துணிப்பு முறை மற்றும் காவி முக்கோண முறை ஆகியவற்றின் பயன்பாடு பற்றி பலவித உதாரணங்களுடன் கலந்துரையாடுதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 1.6 : பரிசோதனைத் தரவுகளைப் பயன்படுத்திச் சரியான திட்டமொன்றின்படி, வரைபிற் காட்டித் சரியாகத் தகவல்களைப் பிரித்தெடுப்பார்.

பாடவேளைகள் : 02

கற்றல் பெறுபேறு:

மாணவரால்,

- வரைபைக் கொண்டு மாறிகளின் நடத்தைகள் பற்றி விளக்கமளிக்கவும், எதிர்வு கூறவும் முடியும்.

வழிகாட்டல்:

பரிசோதனைத் தகவல்களின் வரைபிற்குரிய வகைக்குறிப்பு

அட்டவணைப்படுத்தப்பட்ட, கணியங்களின் பெறுமானங்களுக்கிடையிலான தொடர்பைப் பரிசீலனை செய்வதன்மூலம் அளவீடுகளுக்கிடையிலான தொடர்பை விளங்கிக் கொள்வது என்பது மிகக் கடினமான விடயம். இத்தொடர்பினைக் காண்பதற்காகப் பயன்படுத்தும் பரவலான முறை வரைபுமுறையாகும். இது படரீதியான முடிவுகளின் விளக்கத்தைக் காட்டுவதுடன் ஒரே பார்வையில் தகவல்களை இலகுவில் விளக்கவும் கூடியது.

சார், சாரா மாறிகள்

பல பரிசோதனைகளில் நாம் ஒரு மாறியை ஒரு நேரத்தில் மாற்றம் செய்து அதனுடன் ஒத்த மற்றொரு கணியத்தை அவதானிப்பதுண்டு.

முதலாவது கணியம் சாரா மாறியாகும். இது X – அச்சில் வகை குறிக்கப்படும். முதலாவது கணியம் சார்பாக மாறும் மற்றைய கணியம் சார் மாறியாகும். இது Y அச்சில் வகை குறிக்கப்படும்.

அளவுத்திட்டத் தெரிவு

வரைபுத்தாளின் முழுப் பரப்பிலும் முழுவரையும் பொருத்தமாக அமையும் வண்ணம் அளவுத்திட்டத்தின் வீச்சு தெரியப்படும். சார்பற்ற மாறிகளின் பெறுமானங்களின் வீச்சையும் X அச்சிலுள்ள இடைவெளிகளின் எண்ணிக்கையையும் குறித்துக் கொள்ளுங்கள். வரைபடத்தாளில், சகல பெறுமானங்களும் உள்ளடக்கக் கூடியவாறு இலகுவில் உபபிரிவுகளாக்கக் கூடியவாறு பிரதான பிரிவுகட்கான அளவுத்திட்டத்தைத் தெரிவு செய்துகொள்ளவும். உப பிரிவுகளாக 1, 2, 5 மற்றும் 10 ஆகியன மிகச் சிறந்தது. சில சமயங்களில் 4 உம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. 3, 7 அல்லது 9 ஐ ஒருபோதும் பயன்படுத்த வேண்டாம். ஏனெனில் இவை வரைபிலிருந்து பெறுமானங்களை வாசிப்பதனைச் சிக்கலாக்கும்.

இதே செயன்முறை நிலைக்குத்து அளவுத்திட்டத்துக்கும் பயன்படுத்த வேண்டும். ஆனால், கிடை அச்சிலும் நிலைக்குத்து அச்சிலும் உள்ள பிரிவுகள் ஒரேவாறு அமைய வேண்டியதில்லை.

பல சந்தர்ப்பங்களில் பெறுமானங்கள் பெரிதாகவோ அல்லது சிறிதாகவோ வரையும் போது இரு அச்சுகளினதும் வெட்டுத்துண்டானது இரு மாறிகட்குமான பூச்சிய பெறுமானமாக அமைய வேண்டிய அவசியமில்லை. பிரதான பிரிவுகளின் பெறுமானத்தைக் குறிப்பிடுவதற்கு விஞ்ஞான முறை குறிப்பீட்டைப் பயன்படுத்தும்போது, ஆகக்கூடுதலாக இரண்டு அல்லது மூன்று இலக்கப் பெருக்கக் காரணிகளைப் பயன்படுத்தலாம். பெருக்கக் காரணியான $X \times 10^2$ அல்லது $X \times 10^{-6}$ ஆனது அளவுத்திட்டத்தின் பெரிய பெறுமானத்தின் வலதுபுறத்தில் வைக்கப்பட வேண்டும்.

குறியிடல் (labeling)

எவ்வசூலில் எந்த மாறி வரைபாக்க வேண்டுமென்பதைத் தீர்மானித்த பின்பு பொருத்தமான அலகுடன் வரைய வேண்டிய கணியத்தை எழுதுக. பந்தியில் விளக்கப்படுத்தியவாறு பொருத்தமான அளவுத்திட்டத்தைப் பயன்படுத்தி வரைபுத் தாளின் பிரதான பகுதிகள் வழியே இலக்கங்களை எழுத வேண்டும். தலைப்பானது வரைபுத்தாளின் மேற்பகுதியில் தெளிவாக எழுதப்பட வேண்டும்.

புள்ளிகள் குறித்தலும் வரைபை வரைதலும்

மிகவும் கூர்மையான பென்சிலைப் பயன்படுத்தி வரைதாளில் சரியான இடத்தைப் புள்ளியிட்டு அதைச்சுற்றி ஒரு சிறிய வட்டமிடுக. எல்லா வரைபுகளிலும் சகல புள்ளிகளும் ஒரு ஒப்பமான வளையியில் அமைய வேண்டுமென்பது எல்லா வேளைகளிலும் பொருத்தமாகாது.

அவ்வாறான சந்தர்ப்பங்களில் ஒப்பமான வளை கோடானது சராசரியாகவும் பொதுத்தன்மையைக் காட்டக்கூடியவாறும் புள்ளிகளின் தொடர்ச்சியைத் தொடர்ந்து வரையப்பட வேண்டும். உயர்தர வகுப்புப் பரிசோதனைகளில் பெரும்பாலான வரைபடங்கள் (Graphs) நேர் கோடுகளாகும்.

ஆகக்குறைந்தது ஆறு புள்ளிகளைப் பயன்படுத்தி ஓரளவு சரியான நேர்கோடு வரையப்பட வேண்டும். ஓர் நூலை அல்லது ஒளியூடுபுகு அடிமட்டத்தைப் பயன்படுத்தி அவ்வரைபினூடு புள்ளிகள் வரைகோட்டின் இருபுறங்களிலும் சமமாகப் பரம்பியிருப்பதை அவதானித்து, சரியான கோட்டைப் பெற்றுக்கொள்ள முடியும். கோடு உற்பத்திப் (தொடக்க) புள்ளியூடு நீங்கள் எதிர்பார்த்தது போல் செல்லாவிடில் கோட்டை வலிந்து அப்புள்ளியில் வரைய முயற்சிக்க வேண்டாம்.

வரைபின் அமைப்பு

வரைபு ஒன்றின் அமைப்பானது சாரா மாறி அதிகரிக்கும்போது சார் மாறி அதிகரிக்கின்றதா அல்லது குறைகின்றதா என்பதைக் காட்டும். அத்துடன் மாற்ற வீதம் பற்றியும் காட்டும். புள்ளிகள் நேர்கோடு வழியே அமைந்திருக்குமானால் மாறிகட்கிடையே ஏகபரிமாண தொடர்பு காணப்படும். மாறிகள் நேர்விகித சமமாக உள்ள போது வரைபானது பூச்சியத்தை அண்மித்து உற்பத்திப் புள்ளியூடாகச் செல்லும். வரைகோடு ஒன்று நேராக இருந்து உற்பத்திப்புள்ளியூடு செல்லாவிடில் அது நேர்விகிதத் தன்மையைக் காட்டவில்லை என்பதாகும். (விகிதத் தன்மையைக் காட்டும்)

சரிவு அல்லது படித்திறன்

மாறிகளின் சாய்வானது Δy ஐ Δx இனால் பிரிப்பதன் மூலம் பெறப்படும். இரு புள்ளிகளை $P(X_1, Y_1)$ மற்றும் $Q(X_2, Y_2)$ ஆகியன ஓரளவு கூடிய இடைத்தூரத்தில் அமைதல் வேண்டும். P, Q இற்காகத் தரவுப்புள்ளிகள் எடுப்பதைத் தவிர்க்கவும்.

வெட்டுத்துண்டுகள்

வரைபொன்றின் ஆள்கூற்றுத் தளங்களின் வெட்டுத் துண்டுகள் மூலம் குறிப்பிட்ட சில தகவல்கள் வெளிக் கொணரப்படுகின்றது.

நேர்கோட்டுவரைபு போன்று ஏனைய வளையிகளுக்கும் இது பொருத்தமானது. அளவுத்திட்டம் பூச்சியத்திலிருந்து ஆரம்பிக்கப்படும் போது வெட்டுத் துண்டு அல்லது இடை வெட்டிலிருந்து நேரடி விளக்கத்தைப் பெற்றுக் கொள்ள முடியும். அவ்வாறற்ற நிலையில் நேர்வரைபிலுள்ள ஒரு சோடி ஆள் கூற்றுப் புள்ளிகளைப் பயன்படுத்தி இடைவெட்டு கணிக்கப்படலாம். புள்ளி வரைபிட்ட புள்ளிகள் ஒரு போக்கைக் காட்டுமானால் வரைபைப் புறச் செருகல் செய்வதன் மூலம் நியாயப்படுத்த முடியும்.

புறச் செருகல் (extrapolation) என்பது வரைபை நீட்டுதலாகும். விரும்பிய திசையை நோக்கி, புள்ளிக் கோட்டினால் (முழுக்கோடாக இல்லாமல்) நீட்டுவதே புறச் செருகலாகும். இவ்வளைவின் பகுதிகட்குப் பரிசோதனைத் தரவுகள் இல்லாத நிலையில் புறச் செருகல் செய்யப்படலாம்.

அலகுகள்

கணித்தல்களின்போது சரியான அலகுகளைப் பயன்படுத்துவது தொடர்பாகக் கவனம் செலுத்தப்படல் வேண்டும். சரியான அலகுகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமாக மட்டுமே உண்மையானதும் உறுதி வாய்ந்ததுமான பெறுபெறுகளை அடையக் கூடியதாக இருக்கும்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- வரைபை வரைவதற்குத் தேவையான முக்கிய விடயங்களை விவரித்தல்.
- சாரா மாறியைத் தெரிவு செய்தல்
- சார்மாறியைத் தெரிவு செய்தல்
- வரைபின் தலைப்பு
- வரைபுத் தாளின் முழுப்பரப்பையும் பயன்படுத்தக்கூடியவாறு அளவுத்திட்டத்தை அமைத்தல்.
- கணியங்களையும் அலகுகளையும் பயன்படுத்தி அச்சுக்களைப் பெயரிடல்.
- தரவுகளை வரைபுத்தாளில் குறித்து, மாறிகளின் நடத்தையைப் பற்றி எதிர்வுகூறல்

அலகு 2 : பொறியியல்

தேர்ச்சி 2.0 : பௌதிகவியல் தத்துவங்களின் அடிப்படையில் எம்மைச் சுற்றியுள்ள இயக்கங்கள் பற்றி பகுப்பாய்வு செய்ய ஓர் அடித்தளமிடுவார்.

தேர்ச்சி மட்டம் 2.1:- பொருட்களின் நேர்க்கோட்டியக்கம், எறியம் மற்றும் தொடர்பியக்கம் பற்றிப் பகுத்தாய்வார்.

பாடவேளைகள் :- 10

கற்றல் பெறுபேறுகள்

மாணவரினால்,

- பொருளொன்று மற்றொரு பொருளுக்குச் சார்பாக சமாந்தரமான பாதைகளில் ஒரே திசையிலும் எதிரெதிர்த் திசையிலும் அசையும் போது அப்பொருளின் வேகத்தையும் அதன் நிலையையும் கணிக்க முடியும்.
- நேர்க்கோட்டில் இயங்கும் பொருளொன்றில் இயக்கம் பற்றி விவரிக்கவும். எதிர்வுகூறவும் மாறா ஆர்முடுகலுக்கான இயக்கச் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- கணித்தல்கள் மூலம் எறிகை தொடர்பான மாறிகளை விவரிக்கவும். எறிகை ஒன்று எங்கே இறங்கும் என்பதை எதிர்வுகூறவும் முடியும்.
- ஆர்முடுகல், வேகம் மற்றும் இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவற்றைக் கணிப்பதற்கு இடப்பெயர்ச்சி எதிர் நேரம், வேகம் எதிர் நேரம் ஆகிய வரைபுகளைப் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- தொடர்பியக்கம் பற்றிய எண்ணக்கரு.
- புவி தொடர்பாக சமாந்தரத் திசையில் பயணிக்கும் இரு பொருட்களின் தொடர்பு வேகம் பற்றிய வெளியிடுகைகள் (Expression)

$$V(A,B) = V(A,E) + V(E, B)$$

- சமாந்தரப் பாதைகளில் தொடர்பு வேகம்.
 - ஒரே திசையில்
 - எதிரெதிர்த் திசையில்
- நேர்க்கோட்டியக்கத்தைப் பின்வருவன மூலம் படவிளக்கமளித்தல்.
 - இடப்பெயர்ச்சி எதிர்நேர வரைபு ($s-t$)
 - வேகம் எதிர் நேர ($v-t$) வரைபு
- எளிய $S-t$ வரைபிற்குரிய $V-t$ வரைபை வரைதலும் அதன் மறுதலையும்
- பின்வரும் இயக்க வகைகளின் பிரச்சினை தீர்த்தலும் எதிர்வுகூறுதலும்.
 - மாறா ஆர்முடுகலின்போது கிடைத்தளமொன்றின் இயக்கம்.

- புவியீர்ப்பின் கீழ் நிலைக்குத்து இயக்கம்.
- உராய்வற்ற சாய்தளத்தில் இயக்கம்
- எறிய இயக்கம்

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்:

- தொடர்பியக்கம் தொடர்பான தோற்றப்பாடுகளை விளக்குவதற்கு தொடர்பிய எண்ணக்கருவைப் பயன்படுத்துதல்.
- தொடர்பியக்கத்தை விளக்கும் பொருட்டு மழைத்துளியின் இயக்கத்தின் தோற்றத்தினை புகைவண்டியில் பயணிக்கும் ஒருவர் பார்ப்பதை, புவிநிலைத்த (Geo stationary) செய்மதிகளின் இயக்கத்தின் தோற்றத்திசை போன்ற பல உதாரணங்கள் ஊடாகக் கலந்துரையாடுதல்.
- A, B மற்றும் E தொடர்பில் $(A,B) = (A,E) + (E,B)$ தொடர்பான மூன்று சட்டகங்களை அறிமுகம் செய்தல். (பெறுதல் தேவையில்லை)
- மேற்தரப்பட்ட சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தித் தீர்க்கக்கூடிய பிரச்சினைகளை வழங்குதல்.
- வரைபைக் குறிக் கோடிடுதலும் (Plot) விளக்கமளித்தலும்
 - தூர - நேர வரைபு
 - இடப்பெயர்ச்சி - நேரவரைபு
 - வேக - நேர வரைபு
- ஆகியவற்றுடன் இவ்வரைபுகளிலிருந்து பெறப்படத்தக்க தகவல்களை விவரித்தல்.
- $v-t$ வரைபிலிருந்து இயக்கச் சமன்பாடுகளைப் பெற்றுக்கொள்ளுதல்.
- இயக்கச் சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்திப் பொருத்தமான பிரச்சினைகளைத் தீர்த்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 2.2 : பொருள் ஒன்றின் நேர் கோட்டியக்கத்தையும் சுழற்சி இயக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்துவதற்கு விளையுள்விசையையும் விசைத்திருப்பத்தையும் உபயோகிப்பர்.

பாட வேளைகள் : 12

கற்றல் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- விசைகளின் கூட்டலுக்கும் துணிதலுக்குமான விதிகளைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- விசையின் திரும்பல் விளைவைக் கணிக்க முடியும்.
- ஒழுங்கான வடிவமுள்ள கூட்டுப்பொருட்களின் புவியீர்ப்பு மையத்தைக் காண முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- விசையின் பண்புகளை விளக்குவார்.
- விசையிணைகர விதிகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு புள்ளியில் செயற்படும் இரு விசைகளின் விளையுள் (விளைவு) விசை
- ஒத்த, ஒவ்வாத, சமாந்தர விசைத் தொகுதியின் விளையுள்விசை
- விசைத் தொகுதி ஒன்றின் விளையுளைத் துணிதல்
 - விசைப் பல்கோணி முறை
 - விசைத் துணிப்பு முறை
- திருப்பு திறனின் வரைவிலக்கணமும் விசைத்திருப்பத்தின் விளைவைக் கணித்தலும்
- விசையிணைத் திருப்பம்
- ஒரு தளவிசைத் தொகுதியொன்றின் மொத்த திருப்பு திறன் துணிதல்.
- சமாந்தர விசைகளின் விளைவினைப் பயன்படுத்திப் பொருளொன்றின் புவியீர்ப்பு மையம் தொடர்பான எண்ணக்கரு
- திணிவுமையம் தொடர்பான எண்ணக்கரு

கற்றல் - கற்பித்தற் செயற்பாடுகள்:

- உதாரணங்கள் மூலம் விசைக்குப் பருமன், திசை, பிரயோகப்புள்ளி உண்டு என்பதைச் செய்து காட்டுதல்.
- சாய்வான இரு விசைகளின் விளையுளின் பருமன், திசை, காண்பதற்கு விசையிணைகர விதியைப் பயன்படுத்தி சமன்பாடொன்றைப் பெறுதல்.
- இரு விசைகளின் பருமன் சமனாக உள்ள போது, விசேட சந்தர்ப்பங்களான கோணம் $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ களின் நிலைமைகளைக் கலந்துரையாடுதல்.
- ஒரு தள விசைகளின் விளையுள் காண்பதற்கு விசைப் பல்கோணிமுறை மற்றும் விசைத் துணிப்பு முறையையும் பயன்படுத்துதல்.

- விறைத்த பொருள் ஒன்றின் திருப்பல் விளைவை 'விசைத்திருப்பம்' மற்றும் 'விசையிணை' என்ற அடிப்படையில் கலந்துரையாடுதல்.
- பொருளொன்றின் புவியீர்ப்பு மைய எண்ணக்கருவை அறிமுகஞ் செய்தல்.
- அடர் ஒன்றின் புவியீர்ப்பு மையத்தைத் துணிதல்.
- சமாந்தர விசைகளின் விளையுள் முறையைப் பயன்படுத்தி ஒழுங்கான வடிவமுள்ள கூட்டுப் பொருட்களின் புவியீர்ப்பு மையம் காண்பதற்கு மாணவர்க்கு ஒப்படையளித்தல்.

ஆய்வுகூடச் செயற்பாடு:

- விசையிணைகர விதியைப் பயன்படுத்தி பொருள் ஒன்றின் நிறையைக் கண்டறிதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 2.3 : பொருளொன்றினைச் சமநிலையில் வைத்திருத்தலுக்குத் தேவையான காரணிகளைக் கண்டாய்வார்.

பாட வேளை : 10

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- புள்ளிப் பொருளொன்றின் சமநிலைக்கான நிபந்தனைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்ய முடியும்.
- ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகவும் சாய்வாகவும் தொழிற்படும் மூன்று ஒருதளவிசைகளின் சமநிலைக்கான நிபந்தனைகளை விபரிக்க முடியும்.
- விசைச் சமநிலை தொடர்பான எளிய பிரசினங்களைத் தீர்க்கும் பொருட்டு விசை முக்கோணத் தேற்றத்தையும் திருப்புதிறன் தத்துவத்தையும் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- புள்ளிப் பொருளொன்றின் சமநிலை.
- புள்ளிப் பொருளொன்றில் தாக்கும் விளையுள் விசை பூச்சியமாகவுள்ள போது அப்புள்ளிப் பொருள் சமநிலையில் உள்ளதென்று கருதப்படும்.
- விறைப்பான பொருளின் சமநிலை
- விறைப்பான பொருளொன்று சமநிலையில் உள்ள போது,
 - எல்லாத் திசைகளிலும் விளையுள் விசை பூச்சியம்
 - எந்த ஒரு அச்சு பற்றியும் மொத்த முறுக்கம் (Torque) பூச்சியம். (இக்கூற்று திருப்புதிறன் தத்துவம் என்றழைக்கப்படும்.)
- மூன்று சமாந்தர விசைகள் சமநிலை
- ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும் மூன்று ஒருதளவிசைகளின் சமநிலை
- விசைமுக்கோணத் தேற்றம்
- விசைப் பல்கோணி
- சமநிலையின் வகைகள்
 - உறுதிச் சமநிலை
 - உறுதியற்ற சமநிலை
 - நடுநிலை சமநிலை

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்.

- ஒரு தளவிசைகளின் தொகுதி ஒன்று சமநிலையில் இருப்பதற்கான பொது நிபந்தனைகள் பற்றி செயல்விளக்கம்.
- மூன்று ஒருதள சமாந்தர விசைகளின் சமநிலை பற்றி கலந்துரையாடல்.
- ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும் 3 ஒருதள விசைகளின் சமநிலை பற்றிக் கலந்துரையாடல்.
- விசை முக்கோணத் தோற்றம் பற்றிய விளக்கம்.
- திருப்புத் திறன் தத்துவம் பற்றிய விளக்கம்.

ஆய்வுகூடச் செயன்முறை:

- திருப்பு திறன் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு பொருளொன்றின் நிறையைத் துணிதல்.

தேர்ச்சிமட்டம் 2.4 : ஒரு பொருளொன்றில் நடைபெறும் இயக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு நியூட்டனின் இயக்க விதிகளைப் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 16

கற்றற் பேறுகள்:

மாணவரினால்,

- மாறாத் திணிவையும் மாறா விசைகளையும் கருதி இயக்க நிலைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்கு, நியூட்டனின் இயக்க விதிகளையும் உந்தம் தொடர்பான எண்ணக்கருவையும் பயன்படுத்த முடியும்.
- விசை மற்றும் இயக்கம் தொடர்பான கணிப்புகளில் ஈடுபட முடியும்.
- இயக்கத் தொகுதிகளில் உராய்வு காரணமான விளைவுகள் பற்றி பகுத்தாய்வு செய்ய முடியும்.
- ஒரு பொருளில் தொழிற்படும் விசைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்கும் விளையுள் விசைகளைத் துணிவதற்கும் சுயாதீனப் பொருள் விசை வரிப்படங்களைப் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- சடத்துவம் பற்றிய எண்ணக்கரு
- புவியீர்ப்புத் திணிவும் சடத்துவத் திணிவும்.
- சடத்துவ மற்றும் சடத்துவம் சாரா சட்டகங்கள்
- சடத்துவம் சாரா சட்டகத்திலுள்ள விசைகள் பற்றி விளக்க, சடத்துவ விசைகளின் எண்ணக்கருவை அறிமுகஞ் செய்தல்.
- ஏகபரிமாண உந்தமும் கணத்தாக்கும்
- நியூற்றனின் இயக்க விதிகள்.
 - நியூற்றனின் முதலாவது விதி
 - விசையின் வரைவிலக்கணம்.
 - பொருளொன்று ஆர்முடுகல் அற்ற நிலையில் அதன் இயக்கச் சமனிலையில் இருக்கும்.
 - உராய்வில்லாத அசைவு (கருது கோள் நிலைமைகளில்)
 - நியூற்றனின் இரண்டாவது விதி
 - $F = ma$ என்ற பெறுதியை பெறல்
 - “நியூற்றன்” எனும் அலகின் வரைவிலக்கணம்.
 - நியூற்றனின் மூன்றாவது விதி
 - சகல விசைகளும் சோடிகளாகவே காணப்படும்.
 - பொருட்களின் மீது விசைகள் செயற்படுகின்றன.
- ஏகபரிமாண உந்தக் காப்புத் தத்துவம்
- நேர்கோட்டில் மோதுகைகட்கும் வெடித்தல்கட்கும் உந்தகாப்பு தத்துவத்தைப் பிரயோகித்தல்.
- சுயசெப்பம் செய் விசைகள் (self adjusting Forces)

- இழுவை
- உதைப்பு
- உராய்வு
 - நிலையியல் உராய்வு
 - இயக்கவியல் உராய்வு
- உராய்வுக் குணகம்
- சுயாதீன உடல் விசை வரிப்படங்கள்
- பரந்த அளவான சந்தர்ப்பங்களில் நியூட்டன் விதிகளைப் பிரயோகித்தல் (ஒன்று அல்லது பல விசைகள் ஒரு மாறாத் திணிவுடைய பொருளின் மீது தொழிற்படும்போது)
- பொருளின் இயக்கத்தை மாற்றுவதற்கு அதாவது பொருளொன்றின் வேகத்தை மாற்றுவதற்கு அப்பொருள்மீது விளையுள் விசை தொழிற்பட வேண்டும். அவ்வாறு விளையுள் விசை பொருளின்மீது தொழிற்படாத நிலையில் அதனுடைய வேகம் மாறாது பேணப்படும். எனவே விசைக்கும் இயக்கத்திற்கும் இடையிலான பொதுவான இணைப்பு அப்பொருளின் இயக்கத்தை பேணுவதற்கு அல்லது இயக்கத்தை மாற்றுவதற்காகும். பொருளின்மீது விளையுள் விசை தொழிற்படுமானால் அதனுடைய வேகம் மாறுபடும்.

நியூட்டன் விதிகள் தொடர்பான பிரசினங்கள் தீர்க்கும்போது பின்வரும் படிமுறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன.

1. கருத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டிய பொருள் தெளிவாகத் தெரியப்படுத்தல்.
2. அப்பொருளை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டு சுயாதீனமான விசை வரிப்படம் வரைதல்.
3. அப்பொருள்மீது தொழிற்படும் புவியீர்ப்பு விசையாகிய நிறையை வரிப்படத்தில் குறித்தல்.
4. பொருள் தொடுகையடையும் சகல புள்ளிகளையும் வரிப்படத்தில் குறிப்பதுடன் அப்புள்ளிகளின் தொடுகை விசைகளை வரைந்து சகல விசைகளையும் தெளிவாகப் பெயரிடுதல்.
5. விளையுள் விசைக்கும் ஆர்முடுகலுக்குமான நேர்த்திசை எது எனத் தீர்மானித்தல்.
6. நியூட்டனின் இரண்டாம் விதிச் சமன்பாட்டைப் பிரயோகித்தல்.

நீங்கள் இச்செயலொழுங்கைப் பயன்படுத்தினால் இது தொடர்பான சகல பிரசினங்களையும் தீர்க்க முடியும். சிக்கலான சந்தர்ப்பங்கள் ஏற்படும்போது, நீங்கள் வித்தியாசமான அணுகுமுறையைப் பயன்படுத்தத் தேவையில்லை.

கற்றல் - கற்பித்தற் செயற்பாடுகள்.:

- சடத்துவம் பற்றிய எண்ணக்கருவை விளக்கமளிப்பதற்கு உதாரணங்களை முன்வைத்தல். (பறப்புச்சில்லு)
- சடத்துவ திணிவு, ஈர்ப்பினாலான திணிவு ஆகிய எண்ணக்கருக்களை ஒப்பிடுதல்.
- இயக்கத்தின் நிலையை மாற்றுவதற்கான தடையே சடத்துவம் என விளக்கமளித்தல்.
- ஈர்ப்பாலான திணிவைக் காண்பதற்குச் சாதாரண ஈர்ப்புத் தராசைப் பயன்படுத்துதல்.
- சடத்துவச் சட்டகங்களுக்கும் (frame) சடத்துவம் சாராச் சட்டகங்களுக்கும் இடையிலான வேறுபாட்டை விளக்குதல்.

- மையநீக்க விசை போன்ற உதாரணங்கள் மூலம் சடத்துவம் சாராச் சட்டகங்களில் சடத்துவ விசைகளை அறிமுகஞ் செய்தல்.
- கலிலியோவின் சாய்தளப் பரிசோதனையைப் பயன்படுத்தி விசை எனும் எண்ணக் கருவை விளக்குதல்.
- ஆர்முடுகல் அற்ற நிலையில் உள்ள பொருளொன்று இயக்கச் சமநிலையில் இருக்கும் என்பதை விளக்குதல்.
- உராய்வற்ற நிலையிலுள்ள இயக்கம் பற்றிய செயல் விளக்கமளித்தல்.
- திக்கொலி கருவி அல்லது வேறு செயற்பாட்டின் மூலம் விளக்கமளித்தல்.
 $a \propto F$ (திணிவு மாறாத நிலையில்)
 $a \propto \frac{1}{m}$ (விசை மாறாத நிலையில்)
- நியூற்றனின் இயக்க விதிகள்
- ஏகபரிமாண உந்தக் காப்புத் தத்துவம் என்பவற்றை
- ஏகபரிமாண வளிப்பாதை பரிசோதனையைப் பயன்படுத்தி விளக்கமளித்தல்.
- நிலையியல், இயக்கவியல் நிலைகளை உராய்வு விதிகளை உபயோகித்து விளக்கமளித்தல்.
- சுயாதீன உடல் வரிப்படங்களின் உதவியுடன் மேற்கூறப்பட்ட நிலைக்கு விளக்கமளித்தல்.
- சுயாதீனப் பொருள் விசை வரிப்படங்களைக் கொண்டு அந்த நிலைமைகளை விளக்குதல்.
- பின்வருவனவற்றை வாய்ப்புப் பார்த்தலுக்கு ஏகபரிமாண வளித்தடங்களைப் (Linear air track) பயன்படுத்தல்.
 - நியூட்டனின் இயக்க விதிகள்
 - ஏகபரிமாண உந்தக் காப்புத்தத்துவம்
- உந்தம் மற்றும் வேகமாற்றம் ஆகிய இரு விடயங்களின் அடிப்படையில் நியூட்டனின் இரண்டாம் விதியை எடுத்துரைத்தல்.
- இயக்க மற்றும் நிலையியல் நிலைமைகளில் உராய்வுத் தத்துவத்தை விளக்குதல்.
- சுயாதீனப் பொருள் விசை வரிப்படங்களைக் கொண்டு அந்த நிலைமைகளை விளக்குதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 2.5 : சுழற்சி இயக்கம், வட்ட இயக்கம் தொடர்பான எண்ணக்கருக்களை ஆராய்வர்.

பாடவேளைகள் : 16

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரால்

- பொருளொன்றின் சுழற்சி இயக்கத்தை அதன்மீது தொழிற்படும் விசைகளைத் தீர்மானிப்பதன் மூலம் எதிர்வு கூற முடியும்.
- மாறாக் கதியில் பொருளொன்று வட்டப்பாதையில் இயங்கும் நிலைமைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்ய முடியும்.
- மாறாக்கதியில் வட்டப்பாதையில் இயங்கும் பொருளொன்றின் மையநாட்ட ஆர்முடுகலைக் கணிக்க முடியும்.
- மையநாட்ட ஆர்முடுகலை அப்பொருளின்மீது தொழிற்படும் விசைகளுடன் தொடர்புபடுத்த முடியும்.
- சுழற்சி இயக்கம் மற்றும் வட்ட இயக்கம் தொடர்பான கணித்தல்களை மேற்கொள்ள முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- சுழற்சி இயக்கத்துடன் தொடர்பான சொற்றொகுதி
 - கோண இடப்பெயர்ச்சி
 - கோண வேகம்
 - கோண ஆர்முடுகல்
 - சுழற்சியின் காலம்
 - சுழற்சியின் மீடறன்

இவற்றை நேர்கோட்டியக்கக் கணியங்களுடன் தொடர்புபடுத்தவும்.

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

- சுழற்சி இயக்கச் சமன்பாடுகள்
- சுழற்சி இயக்கச் சடத்துவமாக சடத்துவத் திருப்புதிறன்
- சடத்துவத் திருப்புத்திறனானது திணிவுப் பரம்பலில் சார்ந்துள்ளது. (திணிவு மற்றும் சுழற்சி அச்சிலிருந்து தூரத்தினாலும் மாறுபடுகின்றது.)
- சடத்துவத் திருப்புதிறனின் திணிவுப் பரம்பல் $I = \sum m_i r_i^2$
- கோண உந்தம் $L = I\omega$
- கோண உந்தக் காப்பு தத்துவம் $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$
- முறுக்கம் $\tau = I\alpha$
- முறுக்கமும், சுழற்சி இயக்கத்தை ஆற்றும் பொருளுடன் விளையுள் முறுக்கம் கொண்ட தொடர்பும்

- கிடைத்தளமொன்றில் சீரான வட்டவியக்கத்தில் இயங்கும் பொருள் ஒன்று
 - அதன் கணநிலை வேகம் தொடலி வழியே இருக்கும்.
 - அதன் ஆர்முடுகல் மையத்தை நோக்கி இருக்கும்.
- சீரான வட்ட இயக்கம் தொடர்பான சொற்றொடர்கள்
 - மீடிறன்
 - தொடலிக் கதி
 - ஆவர்த்தன காலம் (சுற்றல் காலம்)
 - மைய நாட்ட விசை
- மையநாட்ட ஆர்முடுகல் $\frac{v^2}{r}$ மற்றும் $r\omega^2$

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- சுழற்சி இயக்கத் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தி விளக்கக்கூடிய நாளாந்த அனுபவங்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.
- கோண வேகத்துக்கும் சடத்துவத்திருப்பத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பை விளக்க, சுழலும் மேசையைப் பயன்படுத்துதல்.
- ஒருவர் சுழலும் கதிரையிலிருந்த வண்ணம் கிடையாகச் சுழலும் ஒரு (சில்லை) சக்கரத்தைப் பிடித்தவாறு, படிப்படியாக அதன் அச்சை நிலைக்குத்தாகவும் கிடையாகவும் அமைத்தவாறும் மேற்கொள்ளும் சுழற்சியை அவதானித்தல்.
- சுழற்சி இயக்கம் பற்றிச் செய்துகாட்டுவதற்கு ஆய்வுகூடத்தில் காணப்படும் உபகரணத்தை உபயோகித்தல்.
- சுழலும் கதிரையில் அமர்ந்து இரு சுமைகளை கைகளில் வைத்த வண்ணம் கைகளை நீட்டுவதும் அவற்றை அருகில் கொண்டுவருவதுமான நிலையில் ஒருவரின் கோணவேகத்திலேற்படும் மாற்றத்தை அவதானித்தல்.
- புற முறுக்கங்கள் குறித்த அச்சுப் பற்றி தாக்காது விடின் அவ் அச்சுப்பற்றிய கோண உந்தம் காக்கப்படும் என விளக்குதல்.
- கோண உந்தக்காப்பு விதியைக் கட்டியெழுப்புதல்.
- (ஒரு உடல் வட்டப்பாதையில் இயங்கும்போது) மையத்தை நோக்கிய ஆர்முடுகல் $\frac{v^2}{r}$ மற்றும் $r\omega^2$ இனால் தரப்படும் எனக் காட்டல்.
- நேர்கோட்டியக்கத்தையும் சுழற்சி இயக்கத்தையும் ஒப்பிடுதல். (அட்டவணை 2.1)

ஏகபரிமாண (நேர்கோட்டு), சுழற்சி இயக்கங்கட்கிடையிலான தொடர்பு :-

ஏகபரிமாண இயக்கம்

சுழற்சி இயக்கம்

இடப்பெயர்ச்சி

s

கோண இடப்பெயர்ச்சி θ

வேகம்

$v = \frac{ds}{dt}$

கோணவேகம்

$\omega = \frac{d\theta}{dt}$

ஆர்முடுகல்

$a = \frac{dv}{dt}$

கோண ஆர்முடுகல்

$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$

இயக்கச் சமன்பாடு

$v = u + at$

இயக்கச் சமன்பாடு

$\omega = \omega_0 + \alpha t$

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

$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

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

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$

திணிவு

m

சடத்துவ திருப்பு திறன் $I = \sum mr_i^2$

(ஏகபரிமாண சடத்துவம் அளத்தல்) (சுழற்சிச் சடத்துவம் அளத்தல்)

விசை

F

இணை அல்லது முறுக்கம்

உந்தம்

mv

கோண உந்தம்

$I\omega$

வேலை

Fs

வேலை

$\Gamma\theta$

கணத்தாக்கு

Fl

கோணக் கணத்தாக்கு

Γt

இயக்கசக்தி

$\frac{1}{2}mv^2$

சக்தி

$\frac{1}{2}I\omega^2$

இயக்கச் சமன்பாடு

$F = ma$

இயக்கச் சமன்பாடு

$\Gamma = \frac{d(I\omega)}{dt}$

$F = \frac{d(mv)}{dt}$

மாறாவிசை

F'

மாறா முறுக்கம்

Γ

செய்யப்பட்ட வேலை $Fs = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

செய்யப்பட்ட வேலை $\Gamma\theta = \frac{1}{2}I\omega_2^2 - \frac{1}{2}I\omega_1^2$

கணத்தாக்கு

$Fl = mv_2 - mv_1$

கோண உந்த மாற்றம்

$\Gamma t = I\omega_2 - I\omega_1$

அட்டவணை 2.1

ஏகபரிமாண மற்றும் சுழற்சி இயக்கம் தொடர்பான ஒப்புமை

தேர்ச்சிமட்டம் 2.6 : பொறிமுறைச் சக்தியைப் பயனுறுதி மிக்கவாறு நிலை மாற்றிப் பயன்பெறுவார்.

பாடவேளைகள் : 16

கற்றற் பெறுபேறுகள்:

மாணவரினால்,

- செய்யப்பட்ட வேலை, இயக்கப் பண்புசக்தி, அழுத்த சக்தி, வலு ஆகியவற்றின் சக்தி மாற்றங்களையும் திறன்களையும் கணிக்கும் பொருட்டு சமன்பாடுகளைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- சக்திக் காப்புத் தத்துவத்தையும் பொறிமுறைச் சக்திக் காப்புத் தத்துவத்தையும் பயன்படுத்த முடியும்.
- இயக்கவியல் தொகுதிகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்குப் பொறிமுறைச்சக்தி, வலு, செய்யப்பட்ட வேலை மற்றும் பொறிமுறைச் சக்திக்காப்புத் தத்துவம் ஆகியன தொடர்பான பிரதிபலனைகளைத் தீர்க்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- 'வேலை' 'சக்தி' தொடர்பான சொற்றொடர்களின் விளக்கங்கள்.
- சமன்பாடுகள்
 - ஏகபரிமாண இயக்கத்தில் செய்யப்பட்ட வேலை - $W = FS$
 - சுழற்சி இயக்கத்தில் செய்யப்பட்ட வேலை - $W = \tau\theta$
- பலவடிவிலான பொறிமுறைச் சக்திகளும், இயக்கப் பண்பு சக்தி, நிலைப்பண்பு (அழுத்த சக்தி) சக்திக்கான சமன்பாடுகளும்
- ஈர்ப்பாலான அழுத்த சக்தி $P.E._{g2} = mgh$
- மீளியல் அழுத்த சக்தி (strain energy) $\propto W = \frac{1}{2}Fe$ $\propto W = \frac{1}{2}Kx^2$ இங்கு K விசை மாறிலி
- பெயர்ச்சி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி $K.E._{trans} = \frac{1}{2}mv^2$
- சுழற்சி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தி $K.E._{rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$
- சக்திக்காப்புத் தத்துவம்
- பொறிமுறை சக்திக் காப்புத் தத்துவம்
- 'வலு' என்பதன் வரைவிலக்கணம்
- பொருள் ஒன்றில் சேமிக்கப்பட்ட அழுத்த சக்தியானது அதன் நிலை அல்லது வடிவம் காரணமாக வேலை செய்யும் ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கும்.

- வழமையாக அழுத்த சக்தியில் ஏற்படும் மாற்றமானது சில தெரிவு செய்த பூச்சிய மட்டத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றது. இது கடல் மட்டமாக அல்லது தரை மட்டமாக அல்லது ஊஞ்சல் ஒன்றின் இழிவுப்புள்ளி மட்டமாக இருக்கலாம். இது கருதப்படும் சந்தர்ப்பங்களுக்கு ஏற்ப மாற்றமடையலாம்.

கற்றல் - கற்பித்தல் நடவடிக்கைகள்

- n திணிவுப் பொருளொன்று ஈர்ப்புப்புலத்தில் ஓர் h உயரத்துக்கு உயர்த்தப்பட்ட போது சேமிக்கப்பட்ட அழுத்த சக்தி $P.E._{g} = mgh$ எனக் காட்டுதல்.
- பொருள் ஒன்று இயங்கும்போது, அதில் சேமிக்கப்பட்டுள்ள சக்தியின் காரணமாக வேலை செய்யும் ஆற்றல். அது நேர்கோட்டியக்கம் காரணமாக பெயர்ச்சி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியாகவோ சுழற்சி இயக்கத்தின் காரணமாக சுழற்சி இயக்கப்பண்பு சக்தியாகவோ இருக்கலாம்.
- மீளியல் அழுத்த சக்தியை விளக்குவதற்கு உதாரணங்களுடன் கலந்துரையாடுதல்.
- ஈர்ப்புப் புலத்தில் ஒரு பொருள் சுயாதீனமாக விழும்போது இயக்கப்பண்பு சக்தி + அழுத்த சக்தி = மாறிலி எனக்காட்டுதல்.
- எளிய ஊசல் குண்டு ஒன்றின் இயக்கத்தைக் கருத்திற் கொண்டு இத்தத்துவத்தின் செல்லுபடித் தன்மையை ஆராய்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 2.7: விஞ்ஞான வேலைகளிலும் அன்றாட வாழ்க்கையிலும் ஓய்வு நிலையில் உள்ள பாய் பொருள்கள் தொடர்பான தத்துவங்களையும் விதிகளையும் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 14

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- ஏயரின் ஆய்கருவி, U குழாய்களில் அடர்த்திகளின் ஒப்பீடு தொடர்பான பிரசினங்களைத் தீர்க்க முடியும்.
- நீரியற்றொகுதி தொழிற்படும் தத்துவத்தை விளக்குவதற்கும் பிரசினங்கள் தீர்ப்பதற்கும் பஸ்காலின் (Pascal's) தத்துவத்தைப் பிரயோகிக்க முடியும்.
- அமிழ்தல், மிதத்தல் தொடர்பான தோற்றப்பாடுகளை விளக்குவதற்கும் பிரசினங்கள் தீர்ப்பதற்கும் ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- அடர்த்தி, சார்படர்த்தி, அழுக்கம் தொடர்பான கோவைகள்
- நீர்நிலையியல் அழுக்கத்திற்கான கோவை
- ஏயரின் ஆய்கருவி, U குழாய் பயன்படுத்தி திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடல்.
- பஸ்காலின் தத்துவமும் அதன் பிரயோகங்களும்
- மேலுதைப்பு
- தோற்ற நிறைக்குறைவுக்கும் மேலுதைப்புக்குமிடையிலான தொடர்பு
- ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவம்
- மிதத்தல் தத்துவம்

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- அழுக்கத்தை வரைவிலக்கணப்படுத்துதல்.
- அழுக்கம் ஒரு காவியல்ல என்பதை விளக்குதல்.
- ஓய்வில் உள்ள ஏகவினத்திரவத்தினுள் அழுக்கத்திற்கான தொடர்பு $p = h\rho g$ என்பதைப் பெறும்பொருட்டு மாணவர்க்கு ஒப்படை வழங்குதல்.
- பஸ்காலின் தத்துவத்தை விளக்குதல்.
- நீரியல் உயர்த்தி செயற்படும் விதத்தை விவரிப்பதற்கு பஸ்காலின் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்துதல்.
- பஸ்காலின் தத்துவத்தின் பிரயோகங்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.
- பாயியினுள்ளே ஒரு பொருளின் மீதான மீயுந்தல் விசை எவ்வாறு அழுக்கத்தின் விளைவாக ஏற்படுகிறது என்பதை விளக்கமளித்தல்.
- ஒரு பொருள் மிதப்பதற்கு அவசியமான நிபந்தனைகளைத் தீர்மானித்தல்.
- திரவத்தினுள்ளே புள்ளியொன்றின் அழுக்கத்தின் இயல்புகளைக் கலந்துரையாடுதல்.
- இரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடுவதற்கு ஏயரின் ஆய்கருவியையும் U குழாயையும் பயன்படுத்துதல்.
- மேலுதைப்பை அறிமுகம் செய்வதுடன் ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவத்தைக் கூறுதல்.

- பொருத்தமான செயற்பாடு மூலம் ஆக்கிமிடிசின் தத்துவத்துக்கு செயல் விளக்கம் அளித்தல்.
- ஆக்கிமிடிஸின் தத்துவத்திற்கான கோவை ஒன்றை தருவித்துக் கொள்ளுதல்.
- மிதத்தல் தத்துவத்தைக் கலந்துரையாடுதல்.
- திரவங்களின் அடர்த்தி காண்பதற்கு எளிய நீர்மானியைப் பயன்படுத்துதல்.

ஆய்வுகூடச் செயற்பாடுகள்

- திரவங்களின் அடர்த்தியைப் பின்வருமாறு ஒப்பிடுதல்.
 - U குழாய் பயன்படுத்தல் மூலம்
 - ஏயரின் ஆய்கருவி மூலம்
- நீர்மானி கொண்டு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடுதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 2.8 : விஞ்ஞான ரீதியிலும் அன்றாட வாழ்க்கையிலும் பாய்கின்ற பாயிகள் பற்றிய தத்துவங்களையும் விதிகளையும் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 08

கற்றற் பேறுகள்:

மாணவரினால்,

- உறுதியான அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலுக்கு தொடர்ச்சியான சீர்ப்பாய்ச்சல் சமன்பாட்டை உபயோகிக்க முடியும்.
- பிரசினங்கள் தீரக்கும் பொருட்டு பேணூலாயின் தத்துவத்தைப் பிரயோகிக்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- உறுதிப்பாய்ச்சல் - ஓர் குறித்த புள்ளியில் பாயியின் சகல துணிக்கைகளும் ஒரே பாதையில் ஒரே கதியில் கடந்து செல்லுதல்.
- கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சல் - ஒழுங்கற்ற பாய்ச்சல்
- அருவிக் கோடு - பாயியில் ஒரு துணிக்கை நகரும் பாதை
- அருவிக்கோடு ஒரு வளையியாகும். அதனுடைய ஏதாவது ஒரு புள்ளியில் பாயித் துணிக்கையின் வேகத்தின் திசையானது அப்புள்ளியில் வரையப்பட்ட தொடரித் திசையில் இருக்கும். உறுதிப்பாய்ச்சலில் அருவிக்கோடுகள் பாய்ச்சல் கோடுகளுடன் பொருந்துகின்றன.
- அடர் பாய்ச்சல் (Laminar flow) என்பது ஒரு விசேடமான உறுதிப்பாய்ச்சலாகும். இதில் எந்தவொரு அருவிக் கோட்டிலுள்ள சகல துணிக்கைகளின் வேகங்களும் சமமாக இருக்கும். ஆயினும் வெவ்வேறு அருவிக்கோடுகளின் துணிக்கைகள் வெவ்வேறு கதியில் இயங்கலாம்.
- நெருக்கரும் பாயி, (நெருக்க முடியாத பாயி) பிசுக்குமையற்ற பாயி, (non-viscos) தொடர்ச்சிச் சமன்பாடு பேணூலாயின் தத்துவம் தொடர்பான விளைவுகளும்.
- யாதாயினும் ஒரு பாயி அமுக்கத்திற்குள்ளான போது ஏதாவது பொருளொன்றின் கன அளவில் குறிப்பிடத்தக்களவு மாற்றமேற்படவில்லையெனில் அப்பொருள் நெருக்கருந் தன்மையது எனக் கருதப்படும். திரவங்கள் பொதுவாக நெருக்கருந்தகவுடையன. வாயுக்கள் நிச்சயமாக நெருக்கத்தகு தன்மையுடையதாயினும் வாயுவினூடாக ஒரு பொருள் அசையும் வேகத்தைக் கணிக்க பேணூலாயின் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம். இது வாயுவூடாக ஒலியின் வேகத்துடன் ஒப்பிடும்போது வாயுவின் வேகம் மிகச் சிறியதாக இருக்கும்போதே இது பொருந்துவதாகும்.
- உறுதிப் பாய்ச்சலுக்கான தொடர்ச்சிச் சமன்பாடு
- அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலுக்குரிய பேணூலாயின் தத்துவமும் நிபந்தனைகளும்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- அருவிக் கோட்டு கொந்தளிப்பற்ற, கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சல்களைச் செய்து காட்டுதல்.
- உறுதிப்பாய்ச்சலுக்கான தொடர்ச்சிச் சமன்பாட்டை அறிமுகஞ் செய்தல்.
- பிசுபிசுக்கற்ற நெருக்கடும் அருவிக் கோட்டுப் பாய்ச்சலுக்கான பேணுலாயின் தத்துவத்தை அறிமுகம் செய்து விளக்கமளித்தல்.
- ஆய்வுகூடத்தில் பெற்றுக்கொள்ளக்கூடிய உபகரணங்களைப் பயன்படுத்தி பேணுலாயின் தத்துவத்திற்கு செயல்முறை மூலம் விளக்கமளித்தல்.
- பேணுலாயின் தத்துவத்தைப் பிரயோகிக்கக் கூடிய சந்தர்ப்பங்களைக் கலந்துரையாடுங்கள்.

அலகு 3 : அலைவுகளும் அலைகளும்

தேர்ச்சி 3.0 : மனிதனின் புலங்கூர் உணர்ச்சிகளின் வீச்சை அகலமாக்குவதற்கு அலைகள் தொடர்பான தத்துவங்களையும் எண்ணக்கருக்களையும் பயன்படுத்துவார்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.1 : பெளதிகவியலை அடிப்படையாகக் கொண்டு அலைவுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வார்.

பாடவேளைகள் : 10

கற்றற் பேறுகள்:

மாணவரினால்

- எளிமை இசையியக்கத்திற்கு அவசியமான நிபந்தனைகளை விவரிக்கவும், அதன் ஆவர்த்தன காலத்தையும் கணிக்க முடியும்.
- அலையும் பொருளொன்றின் இயக்கத்தை அதன்மீது தொழிற்படும் விசைகளுடன் தொடர்புபடுத்தவும் முடியும்.
- எளிமை இசையியக்கத்தில் உள்ள பொருளொன்றின் சக்தியைக் கணிக்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- அலைவியக்கங்களில் எளிமை இசையியக்கம் விசேடமானதொன்று.
- எளிமை இசையியக்கத்தின் பதங்கள் 'மீடறன்', 'ஆவர்த்தன காலம்', 'இடப்பெயர்ச்சி' மற்றும் 'வீச்சம்' ஆகியன.
- எளிமை இசையியக்கத்திற்கான சமன்பாடு $a = -\omega^2 x$.
- சீரான வட்ட இயக்கமொன்றின் எறிய இயக்கம் ஓர் எளிமை இசை இயக்கம் என காட்டலாம்.
- அலைவுகளின் அவத்தை
- இரு அலைவுகளிடையேயுள்ள அவத்தை வேறுபாடு
- குறித்த நேரத்தில் இடப்பெயர்ச்சி $y = A \sin \omega t$
- தொடர்புகள் $T = \frac{2\pi}{\omega}, f = \frac{1}{T}$ மற்றும், $a_{\max} = -\omega^2 A$, (ω மாறிலியாக உள்ளபோது)
- எளிமை இசை இயக்கமொன்றில் இடப்பெயர்ச்சி எதிர் நேர வரைபு
- எளிய ஊசலின் அலைவுகள்

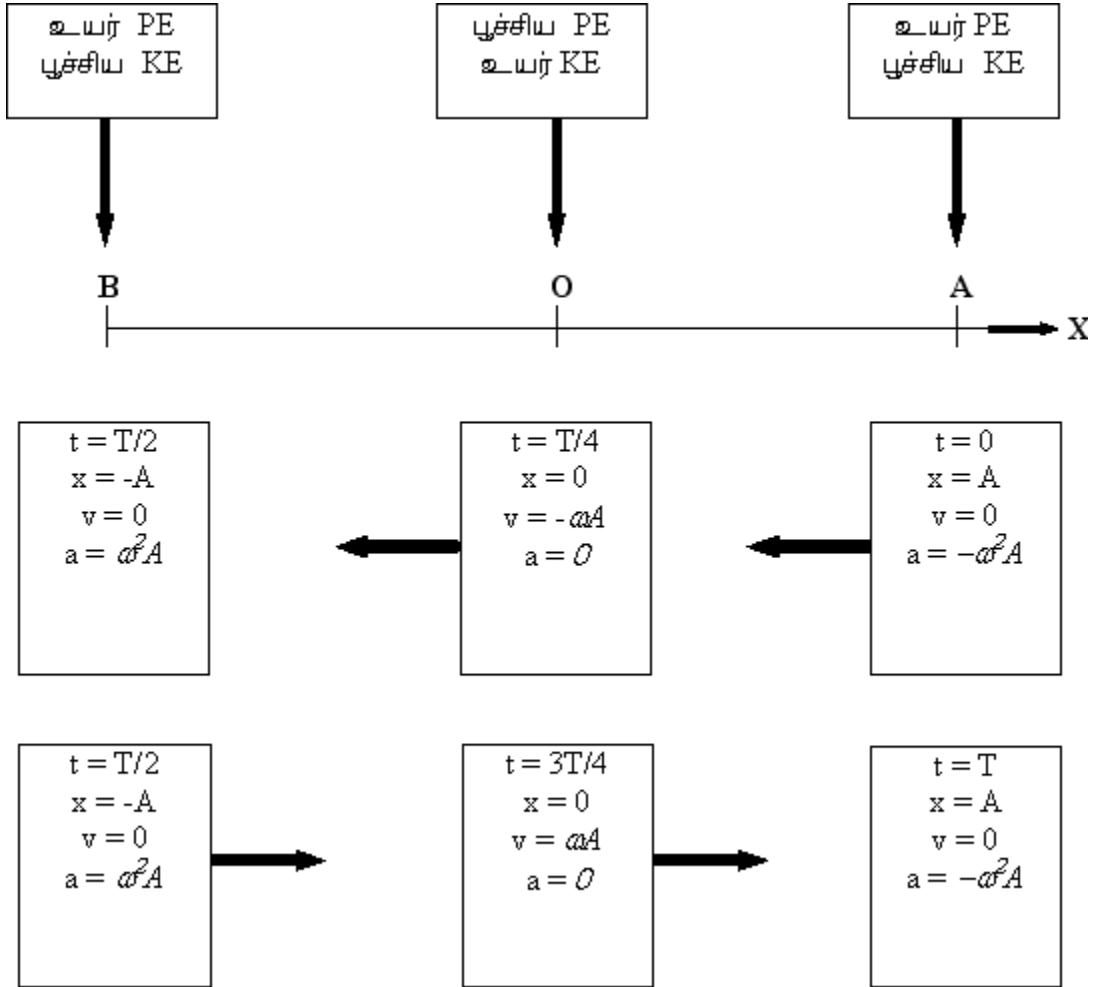
அலைவு காலம் $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (சிறிய அலைவுகளுக்கு)

- ஒரு இலேசான சுருள் வில்லில் தொங்குகின்ற திணிவின் அலைவுகள்

அலைவு காலம் $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ m - தொங்கவிடப்பட்ட திணிவு

K - வில்மாறிலி

- சுயாதீன, தணித்த, வலிந்த அலைவு
- பரிவு
- சக்தியும் எளிய இசை இயக்கத்தின் சக்தி மாற்றங்களும் (அட்டவணை 3.1)



எ. இ. இ. (SHM) இன் சக்தியும் சக்தி மாற்றமும்

கற்றல்-கற்பித்தல் நடவடிக்கைகள்

- எளிய ஊசல் அல்லது நிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ள இலேசான சுருள் வில் ஒன்றின் அலைவுத் தொகுதியை அவதானித்து இடப்பெயர்ச்சி, வீச்சம், ஆவர்த்தன காலம் மற்றும் மீடறன் என்பனவற்றை வரைவிலக்கணப்படுத்துதல்.
- அலைவுத் தொகுதி ஒன்றின் சக்தி நிலைமாற்றங்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.
- எளிமை இசை இயக்கத்தை வரைவிலக்கணப்படுத்தல்.
- எளிய இசை இயக்கமானது சீரான வட்ட வியக்கத்தின் எறிகையாக வகைகுறிக்கப்படுகின்றது எனக் காட்டுதல்.
- மேற்கூறிய வகைக்குறிப்பின் பயன்பாடு பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.
- அலைவியக்கத்தின் அவத்தையை (கோணம்) அறிமுகஞ் செய்தல்.
- எளிய இரு ஊசல்களைப் பயன்படுத்தி, அவத்தை வேறுபாட்டை அறிமுகம் செய்தல்.
- எளிய இசை இயக்கத்தின் தன்மையை விளக்குவதற்கு இடப்பெயர்ச்சி – நேரவரைபைப் பயன்படுத்துதல்.
- எளிய ஊசல் ஒன்றின் நீளத்துக்கும் அலைவுக்காலத்துக்குமிடையிலான தொடர்பை ஆராய்தல்.
- பொருத்தமான செயற்பாடுகள் மூலம் தணிந்த அலைவுகளைப் பயன்படுத்தி சுயாதீன அலைவுகளை அறிமுகஞ் செய்தல்.
- வலிந்த அலைவுகளையும் பரிவு பற்றியும் செயல் விளக்கமளிக்க பாற்றனின் (Barton's) ஊசல்களைப் பயன்படுத்துதல்.
- பொறிமுறையியல் பரிவின் பொருட்டுப் பல உதாரணங்களைக் கலந்துரையாடுதல்.
- அலைவுகளின் முக்கியத்துவம் பற்றிக் கலந்துரையாடுதல்.

ஆய்வு கூட செயற்பாடுகள் :

- எளிய ஊசலைப் பயன்படுத்தி புவியீர்ப்பு ஆர்முடுகலைத் துணிதல்.
- இலேசான வில் ஒன்றில் தொங்கவிடப்பட்ட திணிவுக்கும் அலைவு காலத்துக்குமிடையிலான தொடர்பைக் காணுதல்.
- பாற்றனின் ஊசல்கள் மூலம் செயல் விளக்கமளித்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.2 : பல்வேறு வகையான அலை இயக்கங்களையும் அவற்றின் பயன்பாடுகள் பற்றியும் தேடியறிவார்.

பாடவேளைகள் : 08

கற்றற் பெறுபேறுகள்:

மாணவரினால்,

- துணிக்கைகளின் எளிய இசை இயக்க அடிப்படையில் அலையியகத்தை விவரிக்க முடியும்.
- நெட்டாங்கு அலைகளையும் குறுக்கலைகளையும் வேறுபடுத்த முடியும்.
- அலை இயக்கத்தை வரைபுரீதியில் வகை குறிக்கவும் ஒரே அவத்தையிலுள்ள புள்ளிகளையும் வெவ்வேறு அவத்தைகளிலுள்ள / எதிர் அவத்தையிலுள்ள புள்ளிகளையும் இனங்காண முடியும்.
- அலை இயக்கம் தொடர்பான பிரசினங்களைத் தீர்க்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- குறுக்கலை இயக்கம் ஒன்றில், ஊடகத் துணிக்கைகளின் அதிர்வு இயக்கம், அலை செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்.
- நெட்டாங்கு அலை இயக்கம் ஒன்றின்போது ஊடகத் துணிக்கைகளின் அதிர்வு இயக்கம் அலை செல்லும் திசை வழியே இருக்கும்.
- தரப்பட்ட நேரத்தில், தூரத்துடன் ஓர் அலைவிலுள்ள துணிக்கைகளின் இடப் பெயர்ச்சியை வகை குறித்துக் காட்டுதல்.
- சம அவத்தையில் உள்ள புள்ளிகளையும் பல்வேறு வித அடிப்படையிலுள்ள புள்ளிகளையும் இனங்காணுதல்.
- ஒரே அவத்தைகள் தொடராக அலை நீளம்
- ஓர் அலை நெடுகே இரு துணிக்கைகளுக்கிடையிலான அவத்தை வேறுபாடு ஆனது, அடுத்தடுத்து வருகின்ற வட்டங்களின் பின்னமாகும். (கோணம் - ரேடியன்களில்)
- விருத்திஅலைகளில் பிரயோகிக்கும் கலைச்சொற்களான மீடறன் (f), அலை நீளம் (λ), கதி (V), வீச்சம் (A) மற்றும் அவத்தை வேறுபாடு ஆகியன.
- ஒரு செக்கனில் ஒரு குறித்த புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் அலை இயக்கமொன்றின் அலை முடிகளின் எண்ணிக்கை மீடறன் எனப்படும்.
- அலையொன்றின் செலுத்துகை வேகம், அதன் மீடறன், அதன் அலை நீளம் இடையேயான தொடர்பு $v = f\lambda$ ஆற் தரப்படும்.
- அலை இயக்கமொன்றின்போது, துணிக்கை ஒன்றின் சமநிலைத் தானத்திலிருந்தான உயர் இடப் பெயர்ச்சி 'வீச்சம்' எனப்படும்.
- ஒன்றன் பின் ஒன்றான அலைகளின் வழியே இரு துணிக்கைகளுக்கிடையிலான அவத்தை வேறுபாடு அலை வட்டத்தில் ஒரு பின்னமாகும். (கோணம் ஆரையனில்)
- அடுத்துவரும் ஒத்த அவத்தை துணிக்கைகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் அலை நீளம் எனப்படும்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- கயிறுகள், ஈர்க்கப்பட்ட இழை, சுருள்வில், சிலிங்கி, அல்லது குற்றலை தாங்கி ஆகியவற்றில் உருவாக்கப்படும் அதிர்வுகளின் மூலம் அலைகள் பற்றிய எண்ணக்கருவைப் பெறுவதற்குப் பல சந்தர்ப்பங்களை அவதானித்தல்.
- குற்றலைதாங்கி, சிலிங்கி, CRO கணனியைப் பயன்படுத்திப் பின்வருவனவற்றை செய்து காட்டும் பொருட்டு செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுத்தல்.
 - அலைகள் சடப் பொருளை இடமாற்றம் செய்யாது சக்தியை இடமாற்றம் செய்கின்றன.
 - குறுக்கலைகள் மற்றும் நெட்டாங்கு அலைகள்.
- அலைகளின் இயல்புகளை இனங்காணுங்கள்.
 - குறுக்கலைகளும் நெட்டாங்கு அலைகளும்
 - அலையொன்றின் மீடறன்
- வீச்சம், அவத்தை வேறுபாடு மற்றும் அலை நீளம்
- $v = f\lambda$ எனும் தொடர்பைப் பெறுதல்.
- அலை இயக்கத்திலுள்ள துணிக்கையொன்றின் இடப்பெயர்ச்சி நேர வரைபினைப் பயன்படுத்தி வீச்சம் ஆவர்த்தன காலம் என்பவற்றை எடுத்துக்காட்டல்.
- குறுக்கலைகள், நெட்டாங்கலைகளில் துணிக்கைகளின் அதிர்வுகளைத் தூரத்துடன் வரைபுகளாக வகைகுறிக்கும் முறைகளை விளக்குதல்.
- அலையொன்றின் ஏதாவது ஒரு கணத்தில் ஒத்த அவத்தையொன்றின் இரு புள்ளிகளுக்கிடையிலான அவத்தை வேறுபாட்டையும் எதிரவத்தையிலுள்ள இரு புள்ளிகளுக்கிடையிலான அவத்தை வேறுபாட்டையும் விளக்குங்கள்.
- அவத்தை வேறுபாட்டிப்படையில் அலைநீளத்தை வரைவிலக்கணப்படுத்துங்கள்.

ஆய்வுகூடற் செயற்பாடு

- சிலிங்கி, கதோட்டுகதிர் அலைவுகாட்டி (CRO) பயன்படுத்தி அலை இயக்கம் பற்றிய செயல் விளக்கமளித்தல்.

தேர்ச்சிமட்டம் 3.3 : அலைகளின் இயல்புகளை ஆராய்ந்து அவை பயன்படும் சந்தர்ப்பங்கள் பற்றித் தேடியாய்வார்.

பாடவேளைகள் : 10

கற்றற் பெறுபேறுகள்:

மாணவரினால்,

- அலைகளின் பொது இயல்புகளாகத் தெறிப்பு, முறிவு, தலையீடு மற்றும் கோணல் பற்றி விவரிக்க முடியும்.
- பின்வரும் நிகழ்ச்சிகளை விளக்குவதற்கு அலைகளின் மீப்பொருத்தல் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்த முடியும்.
தலையீடு, நிலையான அலைகள், அடிப்புகள்
- தெறிப்பு, அடிப்புகள் மற்றும் நிலையான அலைகள் தொடர்பான கணிப்புகளை மேற்கொள்ள முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- அலைகளின் தெறிப்பு
- ஒரு விறைத்த வரைப்பாட்டில்
- ஒரு சுயாதீன வரைப்பாட்டில்
தெறித்த அலையொன்றில் அவத்தை மாற்றம்
- அலைகளின் முறிவு
- அலையின் கதிகளின் அடிப்படையில் முறிவுச் சுட்டி
- முறிவுச்சுட்டியை அலையின் கதியடிப்படையிலும் அலைநீளம் அடிப்படையிலும்

$$\text{வெளிப்படுத்துதல் } n_2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

- முறிவு ஏற்படும் போது அலையின் கதியிலும் அலை நீளத்திலும் ஏற்படும் மாற்றம்.
- முறிவு ஏற்படும்போது படு அலையின் மீடினில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை.
- முனைவாக்கம்
- அலைகளின் மீப்பொருத்தல் தத்துவம்
- இரு அலைகளின் விளையுள் அலையை வரைபு ரீதியில் குறித்தல்.
- தலையீடு நடைபெற்றமையை விளக்கும் படங்கள்.
- ஆக்க, அழிவுத் தலையீடு
- நிலையான அலைகள் உருவாக்கல்
- நிலையான அலைகட்குரிய நிபந்தனைகள்
- நிலையான அலைகளின் இயல்புகள்
- நிலையான அலைகளின் வரைபடிப்படையிலான வகைகுறிப்புகள்
- கணுக்கள், முரண்- கணுக்கள் உருவாக்கம்
- நிலையான அலைகள் விருத்தி அலைகள் ஆகியவற்றின் ஒப்பீடு
- அடிப்புகளின் தோற்றுகை
- அடிப்பு அதிர்வெண் $f_b = |f_1 - f_2|$

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- பின்வருவனவற்றில் தெறிப்புகளை அவதானிக்க செயற்பாடுகளைச் செய்தல்.
 - குற்றலை தாங்கியின் தள அலைகள்
 - ஒலி அலைகள்
 - கயிற்றில் அலைகள்
 - சிலிங்கியில் அலைகள்
- தெறிப்பலைகளின் இயல்புகளைப் படுகோணம், அலைநீளம், அதிர்வெண், கதி மற்றும் படும்அலை தொடர்பாகச் செலுத்துகைத் திசை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கலந்துரையாடுதல்.
- சிலிங்கி, சுருளிவில் மூலம் வன் தெறிப்பு, மென் தெறிப்பு பற்றிச் செயல் விளக்கமளிப்பதுடன் இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் அவத்தை வேறுபாட்டையும் விளக்குதல்.
- கணனியைப் பயன்படுத்தி அலைத் தெறிப்புகள் நடைபெறுவதைக் காட்டல்.
- குற்றலை தாங்கியைப் பயன்படுத்தி நீர் அலைகளின் கோணலை அவதானிப்பதற்கு செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுதல்.
- கோணல் அலைகளின் இயல்புகளை அலைநீளம், மீடறன், கதி, ஆகியவை தொடர்பாகப் படும்அலையின் செலுத்துகைத் திசை, அலைகளின் வடிவம் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கலந்துரையாடுங்கள்.
- கணனியைப் பயன்படுத்தி கோணல் நடைபெறும் சந்தர்ப்பங்களைக் காட்டுதல்.
- குற்றலை தாங்கியைப் பயன்படுத்தி நீர் அலைகளின் முறிவை அவதானிப்பதற்கு செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுதல்.
- முறிவலைகளின் இயல்புகளை முறிவுக் கோணங்கள், அலை நீளம், மீடறன், கதி மற்றும் படு அலையின் தொடர்பாகச் செலுத்துகைத் திசை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் கலந்துரையாடுதல்.
 - முறிவுச் சுட்டியை வரைவிலக்கணப்படுத்தல்.
 - கணனியைப் பயன்படுத்தி, அலைகளில் முறிவு நடைபெறலை காட்டுதல்.
 - மீப்பொருந்தல் தொடர்பான கருத்துருவாக்கம் பெற, சிலிங்கி அல்லது கயிறு போன்ற பொறிமுறை மாதிரியொன்றை அவதானித்தல்.
 - மீப்பொருந்தல் தத்துவத்தை முன்வைத்துக் கலந்துரையாடுங்கள்.
 - குற்றலை தாங்கியில் நீரலையின் தலையீட்டுக் கோலங்களை அவதானிக்கச் செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுத்தல்.
 - படங்களைப் பயன்படுத்தி ஆக்க, அழிவுத் தலையீடுகள் பற்றிக் கலந்தரையாடுதல்.
 - (அதிரியை உபயோகித்து) ஒரு மெல்லிய இழையில் அதிர்வை ஏற்படுத்தி நிலையான அலைகள் பற்றி செயல் விளக்கமளித்தல்.
 - நிலையான அலைகள் தோன்றுவதற்கு அவசியமான நிபந்தனைகளை விளக்குதல்.
 - நிலையான அலைகளின் உருவாக்கத்தை வரைபுமூலம் விவரித்தல்.
 - மேலுள்ள செயற்பாடுகளின் போது கணு மற்றும் முரண் கணு ஆகியவற்றின் உருவாக்கத்தையும் செய்து காட்டுதல்.
 - நுணுக்குப்பன்னி, கதோட்டுக்கதிர் அலைவுகாட்டி (CRO) பயன்படுத்தி பரிசோதனை ரீதியாக கணுக்கள், முரண் கணுக்களை எதிர்வு கூறி நிலைகளைக் கண்டு பிடித்தல்.
 - ஒரே மீடறனுள்ள இரு இசைக்கவைகளைத் தெரிவு செய்து அவற்றில் ஒன்றின் மீது சிறிதளவு மெழுகை ஒட்டி இரண்டையும் ஒரே நேரத்தில் அதிர்ச் செய்து அடிப்புகளை அவதானித்தல்.
 - அண்ணளவான மீடறன்களுடைய ஒலி முதல்களில் இருந்து பிறப்பிக்கப்படும் அலைகளால் அடிப்புகள் தோன்றுவதை வரிப்படம் மூலம் விளக்குதல்.

- $f_3 = f_1 - f_2$ எனும் சமன்பாட்டை பெறுதல்.
- 1000 ml அளவு சாடியைக் கிடையாக வைத்து தூளாக்கிய தக்கைத் துகள்களை அதனுள் பரவுதல்.
அளவுசாடியின் திறந்த முனையருகே ஒரு சிறிய ஒலிபெருக்கியை வைத்து அறிகுறி பிறப்பாக்கி மூலம் ஒலி மீடினை அதற்கு வழங்குதல்.
கிட்டத்தட்ட 3kHz மீடினை உடைய ஒலியை வழங்கி அளவு சாடியுள்ளே வளியில் உருவான நிலையான அலையினை அவதானித்தல்.
- நிலையான அலையின் பண்புகளை (இயல்புகள்) விளக்குதல்.
- நிலையான அலைகளுக்கும் விருத்தி அலைகளுக்கும்மிடையே வேறுபாடுகளை விவரித்தல்.

ஆய்வுகூடச் செயல் விளக்கம்.

குற்றலை தாங்கி மூலம் அலைகளின் பண்புகள் (இயல்புகள்) பற்றிய செயல் விளக்கம் அளித்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.4 : மாறிகளைக் கையாளுவதன் மூலம் இழைகளிலும் கோல்களிலும் உண்டாகும் அதிர்வு வகைகளைப் பயன்படுத்துவர்.

பாடவேளை : 12

கற்றற் பேறுகள் :

மாணவரினால்,

- இழைகளிலும் கோல்களிலும் நிலையான அலைகளுக்குரிய பரிவு மீடறன்களின் எண்கோலத்தை விளக்க முடியும்.
- நடுக்க அலைகள், சுனாமி உருவாதல் ஆகியவற்றை விவரிக்கும் பொருட்டு அலைகள் பற்றிய அறிவைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- இழைகளில் மற்றும் கோல்களில் தோன்றும் நிலையான அலை கோலங்கள் தொடர்பான கணிப்பீடுகளை மேற்கொள்ள முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்:

- இழையில் குறுக்கு / நிலையான அலைகள்
- ஈர்க்கப்பட்ட இழையில் பல்வேறு விதமான அதிர்வுகளை விளக்குவதற்கான படங்கள்.
- இழையொன்றில் (மிக எளிய) அடிப்படை அதிர்வு
- இழையொன்றில் மேற்றொனிகளும் சுரங்களும்
- இழையின் ஒவ்வொரு வகை அதிர்விலும் இழையின் நீளத்துக்கும் அலை நீளத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு
- ஈர்க்கப்பட்ட இழையொன்றில் குறுக்கலையின் கதிக்குரிய சூத்திரம் - $v = \sqrt{\frac{T}{m}}$
- இழையொன்றில் அடிப்படைத் தொனிக்குரிய கோவை
- கோல் ஒன்றில் நெட்டாங்கு அலைக்கதிக்குரிய சூத்திரம் - $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
- கோல் ஒன்றில் உருவாக்கப்பட்ட நிலையான அலைகள்
 - ஒரு முனை இறுக்கிய நிலையில்
 - மத்தியில் இறுக்கிய நிலையில்
- நரம்புக்கருவிகளின் அதிர்வுச் செயற்பாடு (சில இசைக்கருவிகள்)
- நடுக்க அலைகள், ரிச்டர் அளவு மற்றும் சுனாமி

நடுக்கியல் (seismology) என்பது என்ன?

புவியூடாகவும் புவியைச் சுற்றியும் அசைந்து செல்லும் நடுக்க அலைகள் மற்றும் புவிநடுக்கம் தொடர்பான கற்கை நடுக்கியல் எனப்படும். புவிநடுக்கம், நடுக்கியலைகள் தொடர்பான கற்கையில் ஈடுபடும் விஞ்ஞானி நடுக்கியலாளர் Seismologist ஆவார்.

நடுக்க அலைகள் (Seismic Waves) என்றால் என்ன?

புவியிலுள்ளே பாறையொன்றின் திடீர் உடைவு காரணமாக அல்லது வெடித்தல் ஒன்றினாலோ உருவாக்கப்படும் சக்தி அலைகள் நடுக்க அலைகளாகும். இச்சக்தி அலைகள் புவியினூடு நகர்ந்து செல்வதுடன் நடுக்கவரையியிலும் பதிவாகின்றன.

நடுக்க அலைகளின் வகைகள்

பலவிதமான நடுக்க அலைகள் உள்ளன. அவை யாவும் வெவ்வேறு முறைகளில் இயங்குகின்றன. முக்கியமான ஒருவகைகளாவன உடலக அலைகள் (body waves) மேற்பரப்பலைகள் (Surface waves) ஆகும்.

உடலக அலைகள் புவியின் உட்படைகளினூடு நகர்ந்து செல்லும் ஆனால், மேற்பரப்பு அலைகள் மாத்திரம் புவி மேற்பரப்பின் மேலாக இயங்க முடியும்.

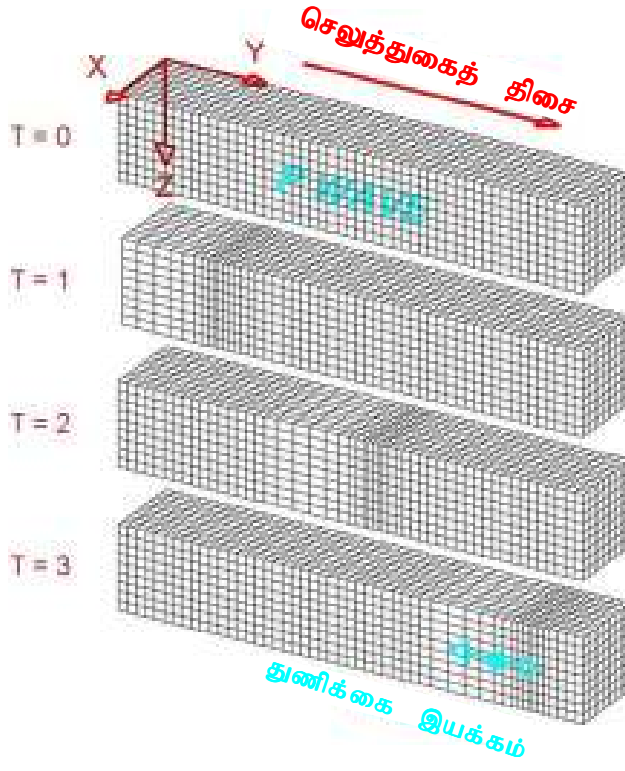
உடலக அலைகள் (body waves)

புவியினுட்புறத்தினூடாக இவ்வலைகள் செல்கின்றன. நில நடுக்கத்தினால் காவப்படும் மேற்பரப்பு அலைகளுக்கு முன்பாக உடலக அலைகள் உருவாகின்றன. இவ்வலைகள் மேற்பரப்பலைகளிலும் பார்க்க உயர் மீட்டர்ன் கொண்ட அலைகளாகும்.

P அலைகள்

முதலாவது வகையான உடலக அலை P அலை அல்லது முதன்மை (Primary) அலையாகும். இது மிக வேகமான நடுக்க அலை வகையாகும். நடுக்க அவதானிப்பு நிலையமொன்றினை முதலில் வந்தடையும் அலையாகும். நீர் அல்லது புவியிலுள்ள திரவப்படைகள் போன்று P அலைகளால் திண்மப் பாறைகளினூடும் பாயிகளினூடும் இயக்க முடியும். ஒலி அலையானது வளியைத் தள்ளி அல்லது இழுத்து அலையச் செல்வது போன்று P அலை பாறையைத் தள்ளியோ இழுத்தோ அலையச் செய்யக் கூடியது. நீங்கள் பாரிய இடி ஒலியையும் அதே நேரத்தில் ஜன்னல் ஒன்று அதிர்வதையும் எப்போதாவது கேட்டுள்ளீர்களா? ஒலி அலைகள் யன்னல் கண்ணாடியை தள்ளி அல்லது இழுத்தல் மூலம் கண்ணாடி யன்னல் அதிர்கின்றது போல P அலைகள் பாறை ஒன்றைத் தள்ளியோ அல்லது இழுத்தோ அதிர்ச் செய்கின்றன. நில நடுக்கத்தின் P அலைகளைச் சில சமயங்களில் விலங்குகள் உணர்கின்றன. நில நடுக்கம் தாக்க முன்பு (குறிப்பாக, மேற்பரப்பு அலைகள் வருவதற்கு முன்பாக நாய்கள் பொதுவாகக் குரைக்கத் தொடங்குகின்றன. வழக்கமாக எம்மால் மோதலையும் (bump) அலைகளின் அதிர்வையும் மட்டும் உணர முடியும் P அலைகள் நெருக்கல் அலைகள் என்றும் அறியப்படுகின்றது. ஏனெனில் இவ்வலைகள் தள்ளவும் இழுக்கவும் செய்கின்றன. P அலையைப் பொறுத்தளவில் அலை அமையும். திசையிலேயே துணிக்கைகள் செல்லும் அத்திசையிலேயே சக்தியும் ஊடுகடத்தப்படுதலால், சில சமயங்களில் 'அலைச் செலுத்துகையின் திசை' எனப்படும். ° அலைகள் ஒருவகை நெட்டாங்கு அலையாகும்.

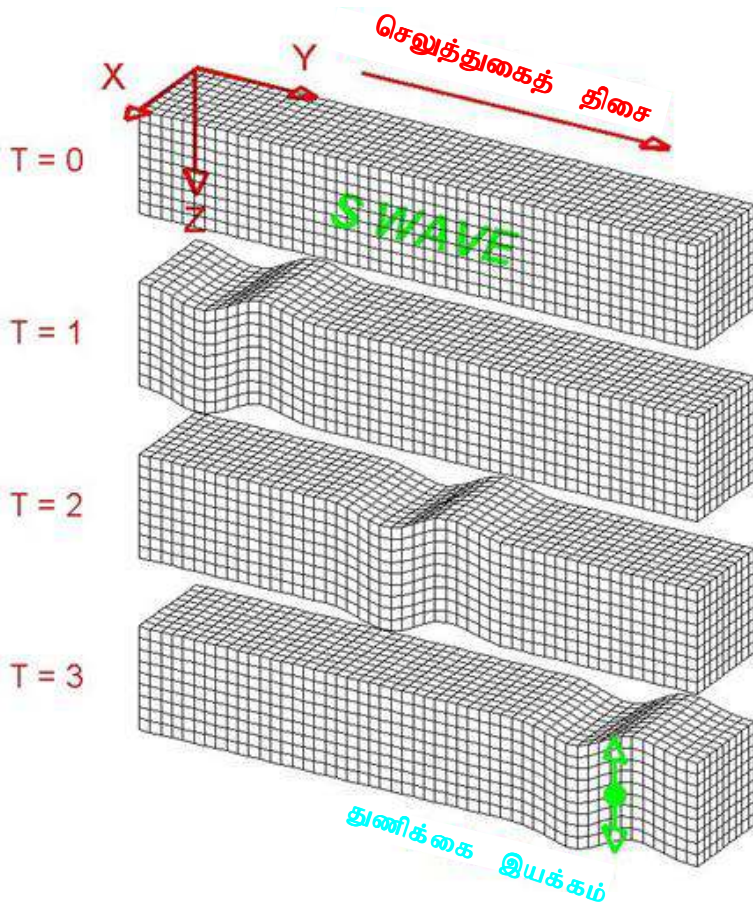
(உரு 3-1)



உரு 3.1, P அலைகளின் படவிளக்கம்

S அலைகள்

இரண்டாவது வகை உடல் அலையான S அலை அல்லது துணையான (Secondary) அலையானது நில நடுக்க அலையில் நீங்கள் உணரக் கூடிய இரண்டாவது அலையாகும். S அலை, P அலையிலும் பார்க்க வேகம் குறைவானது. அத்துடன் இவ்வலை திண்மப் பாறையூடாகச் செல்லும், ஆனால் எத் திரவ ஊடகம் ஊடாகவும் செல்லாது. S அலையின் இவ்வியல்பானது காரணமாகவே புவியின் புற அகணி திரவத்தால் ஆனது என்று நடுக்கியலாளர்கள் (Seismologists) முடிவுக்கு வருவதற்கு காரணமாக அமைந்தது. S அலையானது அலை செல்லும் திசைக்கு செங்குத்தாக பாறைத் துணிக்கைகளை மேல் கீழாக அல்லது பக்கம் பக்கமாக, அசையச் செய்யும். ஞ அலைகள் ஒரு வகையான குறுக்கலையாகும்.



உரு 3.2, S அலைகளின் படவிளக்கம்

மேற்பரப்பு அலைகள் (Surface Waves)

புவியின் ஓடினாடாக மட்டும் பயணிக்கும் மேற் பரப்பலைகள், உடலக அலைகளிலும் பார்க்க குறைந்த மீறன் கொண்டவை, இவை மிக இலகுவில் நில நடுக்கப் பதிகருவி மூலம் வேறுபடுத்திக் காட்டக் கூடியன. இவை உடலக அலையின் பின்பு தோன்றினாலும் பரப்பு அலைகளே நில நடுக்கத்துடன் தொடர்புள்ள இழப்புக்கும், அழிவுக்கும் பிரதான காரணமாகும். இழப்புகள் மற்றும் மேற்பரப்பு அலைகளின் வலிமை ஆகியன ஆழ்ந்த நில நடுக்கங்களில் குறைக்கப்படுகின்றன.

ரிச்சர் அளவு திட்டம் (Richter scale)

நில நடுக்கமொன்றின் போது வெளியாகும் நில நடுக்க சக்தியின் அளவை அளவிடுவதற்கான எளிய இலக்கமே ரிச்சர் அளவுத் திட்டமாகும்.

(Wood - Anderson torsion seismometer) வுட் அன்டர்சன் முறுக்கு நில நடுக்கமானியின் வெளியீடாக பூஜ்ஜியத்திலிருந்து மிகப் பெரிய இடப் பெய்ச்சியான ஒன்றிணைந்த கிடைத் தள வீச்சத்தின் மடக்கையை கணிப்பிடுதல் மூலம் பெறப்படும் அடி - 10 மடக்கை அளவுத்திட்டமாகும்.

உ+ம் : ரிச்சர் அளவுத் திட்டத்தில் 5.0 அளவுத் திட்டம் காட்டும் ஒரு புவி நடுக்கமானது அளவிடு 4.0 போன்று 10 தரம் பெரிதான குலுக்கல் வீச்சத்தைக் கொண்டுள்ளது.

$$10^5 = 10 \times 10^4$$

சுனாமி (Tsunami)

சுனாமியானது பாரிய தொடர் அலைகளைக் கொண்ட, கரையில் அது தாக்கும் போது பாரிய அழிவுகளையும் உயிரிழப்புகளையும் ஏற்படுத்தக் கூடியதாகும்.

சுனாமி எனும் சொல்லானது “துறைமுக அலை” (harbour wave) எனும் ஜப்பானிய சொல்லில் இருந்து வந்ததாகும். சுனாமி தவறுதலாக வற்றுப் பெருக்கு அலைகள் என்றும் அழைப்பதுண்டு. வற்றுப் பெருக்கினால் சுனாமி தோற்றம் பெறுவதில்லை. (கடலின் மீது சந்திரனின் ஈர்ப்பினால் வற்றுப் பெருக்கலை உருவாக்கப்படுகின்றது) பொதுவான கடல்அலைகளானது காற்றினால் உருவாக்கப்படுகின்றது.

சுனாமி உருவாவது

- நீரின் கீழான நில நடுக்கத்தினால்
- எரிமலைச் சிதறலினால்.
- நீர் மூழ்கி ஒன்று பாறையுடன் மோதுதலினால்
- அடைவெளியிலிருந்து உடுப் போலி அல்லது எரிகற்கள் நீருடன் மோதுதலினால்

பெரும்பாலான சுனாமிகளானது நீர்க்கீழ் நில நடுக்கத்தினால் உருவாகின்றன. 6.75 ரிச்சர் அளவுத் திட்ட அளவிற்கு மேலான புவி நடுக்கமானது சுனாமியைத் தோற்றுவிக்கின்றது. 90% மான சுனாமிகள் பசுபிக் சமுத்திரத்திலேயே உருவாகின்றன.

சுனாமி ஒன்றின் அளவு :

- சுனாமி மிகக் உயர்வான நீண்ட அலை நீளம் கொண்டது (100 km நீளம் வரை)
- அதன் காலமும் மிக நீண்டது. (ஆழமான நீரில் கிட்டத்தட்ட 1 மணித்தியாலம்)
- ஆழமான கடலில், சுனாமியின் உயரம் 1m உயரம் வரை அமையலாம்.

ஆழமான கடலில் சுனாமிகள் அடிக்கடி வெளிப்படையாகத் தெரியக் கூடியனவல்ல. இதனால் ஆழ்கடலில் சுனாமியைக் கண்டறிதல் மிகவும் கடினமாகும்.

சுனாமியின் கதி

- திறந்த சமுத்திரத்தில் 970 km h^{-1} இலும் அதிகம் (ஜெட் பறப்பது போல)
- முழுச் சமுத்திரத்தையும் கடந்து செல்ல சில மணி நேரம் எடுக்கும். ஓர் சாதாரண அலை (காற்றால் உருவாக்கப்பட்டது) சுமார் 90 km h^{-1} கதிவரையில் பயனிக்கின்றது.

சுனாமியின் உயரம்

- சுனாமியானது நிலைக்குத்தாக 30 m வரை உயரக் கூடியது.
- பெரும்பாலான சுனாமிகள் கடலை 3 m வரை உயரச் செய்கின்றது.
- கடைசியாக ஏற்பட்ட சுனாமியானது சில இடங்களில் அலைகளை 9m வரை உயரச் செய்துள்ளது.

கற்றல் - கற்பித்தல் நடவடிக்கைகள்

- குறுக்கலைகள் பற்றிய செயல் விளக்கமளிக்க பொருத்தமான செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள்.
- ஈர்க்கப்பட்ட இழையொன்றில் குறுக்கலையின் கதியை அறிய $v = \sqrt{\frac{T}{m}}$ எனும் சமன்பாட்டை வழங்குங்கள்.
- ஈர்க்கப்பட்ட இழையில் நிலையான அலையை அவதானிக்கும் பொருட்டு மாணவர்கள் பரிசோதனை செய்ய வழிப்படுத்துங்கள்.
- பல்வேறு வகையான அதிர்வுகளைக் காட்டவும், மேற்றொனிகளை இனங்காணவும் முன் கூறிய பரிசோதனையைப் பயன்படுத்துங்கள்.
- ஒவ்வொரு வகை அதிர்வுகளின் போது இழையின் நீளத்துக்கும் அலை நீளத்துக்கு மிடையிலான தொடர்பை பெறுங்கள்.
- இழை ஒன்றில் அடிப்படைத் தொனிக் $T = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$ எனும் சமன்பாட்டைப் பெறுங்கள்.
- ஊடகமொன்றில் நெட்டாங்கு அலையின் வேகத்திற்குரிய சூத்திரம் $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ ஐ வழங்குங்கள்.
- ஒரு முனை இறுக்கமாகப் பிடித்த கோல், மத்தியில் இறுக்கமாகப் பிடித்த கோல் ஆகியவற்றில் அதிரும் விதத்தை விவரியுங்கள்.
- அதிர்வு நீளத்திற்கும் பரிவு மீடறனுக்குமுள்ள தொடர்புக்கு செயல் விளக்கமளியுங்கள்.
- கோல் ஒன்றில் நெட்டாங்கு அலையின் வேகத்தை கணியுங்கள்.
- நடுக்க அலைகள், ரிச்டர் அளவுத்திட்டம் மற்றும் சுனாமி பற்றி சுருக்கமாக விவரியுங்கள்.

ஆய்வுகூடச் செயற்பாடு :

- அதிரும் இழையைப் (சுரமணி) பயன்படுத்தி இசைக்கவை ஒன்றின் மீடறன் காணுதல்.
- அதிர்வு நீளத்திற்கும், மீடறனுக்குமுள்ள தொடர்பைக் காணுதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.5 : மாறிகளைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம் வாயு நிரல்களின் அதிர்வு வகைகளைப் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 10

கற்றல் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- வளியில் ஒலியின் வேகத்தையும் முனைத்திருத்தத்தையும் துணிவதற்கான பரிசோதனை அமைப்புகளை பின்வரும் சந்தர்ப்பங்களில் வடிவமைக்க முடியும்.
 1. இசைக் கவை தொகுதியை பயன்படுத்தி
 2. ஒரு இசைக்கவையை பயன்படுத்தி
- குழாய்களில் நிலையான அலைகள் தொடர்பான கணிப்பீடுகளில் ஈடுபடமுடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- வளியினூடாக ஒலியின் செலுத்துகை
- வாயு ஊடகம் ஒன்றில் நெட்டாங்கு அலையின் கதிக்குரிய சமன்பாடு $v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$
- வாயு ஊடகமொன்றில் ஒலியின் கதியில் மூலக் கூற்றுத்திணிவினதும் வெப்பநிலையினதும் விளைவை விவரிக்க சமன்பாடு $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$
- மாறா வெப்பநிலையில் ஒலியின் கதி மீது அழுக்கம் செல்வாக்குச் செலுத்தவில்லை என்ற விளக்கம்
- குழாய் ஒன்றில் வளியை அதிர்விக்கும் முறை
- குழாயினுள் உருவாக்கிய நிலையான அலைகள்
- ஒரு முனை மூடிய இரு முனையும் திறந்த குழாய்களில் அதிர்வு வகைகள்
- அதிர்வு வகைகளின் வரைபு ரீதியான வகைக் குறிப்பு
- வெவ்வேறான அதிர்வு வகைகளின் அலை நீளத்திற்கும், அதிர்வு வகைகட்கான குழாயின் நீளத்திற்கும் இடையிலான தொடர்பு
- குழாயின் முனைத் திருத்தம்
- குழாயில் வளி நிரல்களிற்கான பரிவின் பல்வேறு நிலைகள்

கற்றல் - கற்பித்தற் செயற்பாடுகள் :

- வாயு ஊடகத்தில் ஏற்படுத்தப்படும் அதிர்வு நெட்டாங்கு அலைகளாக பயணிக்கும் என்பதை விளக்குதல்.
- வாயுவில் அலையின் கதி இச்சமன்பாட்டின் மூலம் தரப்படுவதைக் கூறுங்கள். $v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$
- $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ எனும் சமன்பாட்டைப் பெறுவதற்கு இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டை பயன்படுத்துங்கள்

- அலையின் கதியானது வெப்பநிலையில் தங்கியுள்ளதென்பதை விளக்குங்கள்
- மாறா வெப்பநிலையில் அலை ஒன்றின் கதியானது அழுக்கத்தில் தங்கியில்லை என விளக்குங்கள்.
- வாயுக்களில் ஒலியின் கதி தொடர்பான பிரசினங்களைத் தீருங்கள்.
- திறந்த குழாய்களிலும், ஒரு முனை மூடப்பட்ட குழாய்களிலும் உள்ள வளி நிரல்களில் அதிர்வுகளை ஏற்படுத்துங்கள்.
- படு அலைகளினதும் தெறிப்பலைகளினதும் மீ பொருத்தல் காரணமாக உருவாகிய நிலையான அலைகள் பற்றி விளக்குங்கள்.
- பொருத்தமான செயற்பாடு மூலம் கணுக்கள், முரண் கணுக்களின் தொடர்பு நிலைகளைக் கண்டறியுங்கள்.
- குழாயின் நீளம் தொடர்பாக அலையை வரைபுப்படம் மூலம் விளக்குங்கள்.
- அலை நீளத்துக்கும், குழாயின் நீளத்துக்கும் இடையிலான தொடர்பைப் பெறுவதற்காக கணுக்களினதும் முரண் கணுக்களினதும் தொடர்பு நிலைகளைப் பயன்படுத்துங்கள்.
- குழாயின் முனைத் திருத்தம் பற்றி விளக்குங்கள்.
- தரப்பட்ட இசைக்கவையொன்றிற்கு பரிவின் அடிப்படை மற்றும் முதலாவது மேற்றொனி அலை நிலைகளையும் கண்டறியுங்கள்.
- **ஆய்வு கூடப் பரிசோதனை :**
 - ஒரு இசைக் கவையைப் பயன்படுத்தி
 - இசைக்கவைத் தொகுதியினைப்பயன்படுத்தி (வரைபு முறை)

ஒரு பக்கம் முடிய குழாயை உபயோகித்து வளியில் ஒலியின் கதியை தீர்மானித்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.6 : டொப்ளரின் விளைவின் பயன்பாடு பற்றி ஆராய்வார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரானால் :

- பொருத்தமான கணித்தல்கள் மூலம் ஒலிக்கு டொப்ளரின் விளைவைப் பிரயோகிக்க முடியும்.
- டொப்ளரின் விளைவைப் பயன்படுத்தி தோற்ற மீடறனில் ஏற்படும் மாற்றம் தொடர்பான தோற்றப்பாட்டை விவரிக்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- டொப்ளர் விளைவு
- மீடறன் மாற்றம்
 - மீடறன் முதல் இயங்கும் போது
 - நோக்குனர் இயங்கும் போது
 - மீடறன் முதலும் நோக்குனரும் இயங்கும் போது

• சமன்பாடுகள் $f' = \left(\frac{v \pm v_0}{v \mp v_s}\right) f$

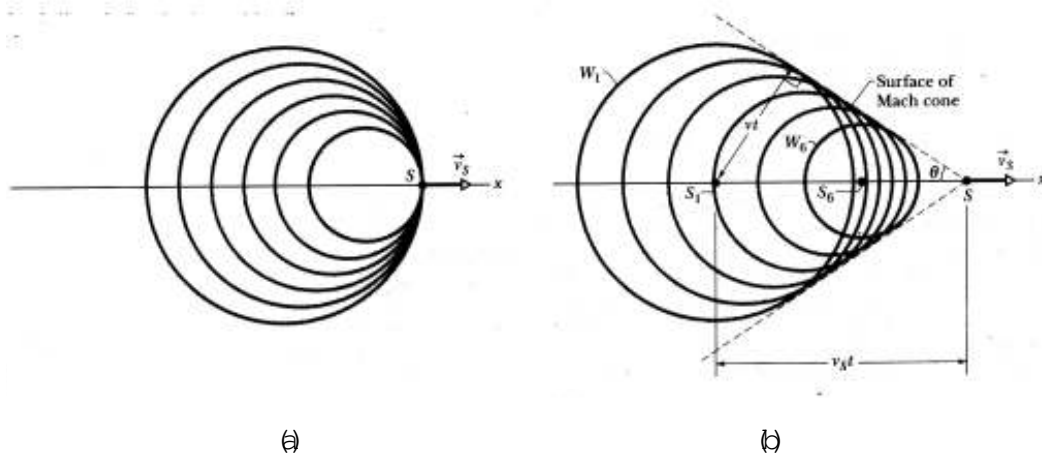
• அதிர்வலை (Sonic Boom)

மீயொலிக் கதிகள் : அதிர்ச்சி அலைகள்
(Supersonic Speeds; Shock waves)

- நிலையான உணரி ஒன்றை நோக்கி ஒலியின் வேகத்திற்குச் சமனான வேகத்தில் ஓர் ஒலி முதல் அசையும் போது பின்வரும் சமன்பாடுகள் தோற்ற மீடறன் f' ஆனது முடிவற்ற பெரியது என்பதை எதிர்வு கூறுகின்றன. அச்சமன்பாடுகளாவன $v_s = v$ எனின்,

$f' = f \frac{v \pm v_0}{v \mp v_s}$ மற்றும் $f' = f \frac{v}{v \pm v_s}$ ஆகும் உரு 3.5 (b) யில் காட்டப்படுவது போன்று,

தனது கோள அலைமுகங்கட்கிடையே ஓர் அளவைப் பேணியவாறு அலை முதல் ஒன்று வேகமாக அசைவதே இதனால் கருதப்படுகின்றது. ஒலியின் கதியை விட ஒலி முதலின் கதி அதிகரிக்கும் போது என்ன நடைபெறும்?



உரு 3.3 (a)

உரு 3.3 (a) ஒரு ஒலிமுதல் S ஆனது ஒலியின் கதிக்குச் சமான கதி v_s உடனும், அது உற்பத்தி செய்யும் அலைமுகத்தின் கதிக்கு ஈடாகவும் அசைகின்றது. உரு 3.3 (b) v_s எனும் கதியுடன் செல்லும் ஒலி முதலானது ஒலியின் கதியிலும் அதிகமாகவும், அலைமுகங்களிலும் பார்க்க வேகமாகவும் S என்ற ஒலி முதல் அசைகின்றது. ஒலிமுதல் S_1 நிலையிலுள்ள போது அது w_1 அலைமுகத்தை உற்பத்தியாக்குகின்றது. நிலை S_6 ல் உள்ள போது w_6 பிறப்பிக்கின்றது. சகல கோள அலைமுகங்களும் v எனும் ஒலியின் கதியுடன் விரிவடைவதுடன், மேற்பரப்பு வழியே கொத்தாகச் சேர்ந்து மச் கூம்பு (Mach cone) என்றழைக்கப்படும் கூம்பாகி, அதிர்ச்சி அலைகளை உருவாக்குகின்றது.

இத்தகைய மீயொலி கதிகட்கு மேந்தரப்பட்ட சமன்பாடுகள் பிரயோகிக்கப் படுவதில்லை. ஒரு முதலின் வெவ்வேறு நிலைகளிலிருந்து உற்பத்தியான கோள அலை முகங்கள் பற்றி உரு 3.3 (b) தெளிவுபடுத்துகின்றது. இவ்வருவிலுள்ள எந்த ஒரு அலைமுகத்தின் ஆரை r , இதில் v ஒலியின் கதியையும், ஒலிமுதலிலிருந்து அலைமுகம் வெளிப்பட்ட நேரத்தையும் t யையும் குறிக்கின்றது. உரு 3.3 (b)யில் சகல அலைமுகங்களும் v வடிவில் இரு பரிமாணங்களில் கொத்தாகச் செல்வதாக வரைந்திருப்பதைக் கருத்திற் கொள்ளவும். உண்மையில், அலைமுகங்கள் முப்பரிமாணங்களில் விரிவடைந்து செல்வதுடன், மச்சூம்பு (Mach cone) எனப்படும் கூம்பு வடிவில் உருவாகின்றன. இக்கூம்பின் மேற்பரப்பு வழியே அதிர்ச்சி அலைகள் நிலைத்திருக்கும். ஏனெனில், அலைமுகங்களின் கொத்தாதல் ஆனது, ஏதாவது ஒரு புள்ளியைக் கடந்து செல்லும் போது எதிர் பாராதளவு உயர், தாழ் வளியமுகத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.

மீயொலி (supersonic) விமானம் ஒன்றினால் அல்லது எறிபடையினால் (projectile) உற்பத்தி செய்யப்பட்ட அதிர்ச்சி அலையானது அதிர்வலை எனும் ஒலியின் கடிக்கிளர்வை (burst of sound) உருவாக்கும். அதில் வளியமுகம் திடீரென உயர்ந்தும், திடீரென சாதாரண நிலையிலும் தாழ்ந்தும் காணப்படும். துவக்கு ஒன்றினால் சுடும் போது கேட்கப்படும் ஒலியின் பகுதி குண்டினால் உருவாக்கப்படும் அதிர்வலையாகும். நீண்ட ஒரு சவுக்கு ஒன்றினால் விரைவாக சுடக் கொலிக்கும் போது (snapping quickly) அதிர்வலையைக் கேட்க முடியும். சவுக்கின் இயக்கத்தின் முடிவில் அதன் நுனியானது ஒலியிலும் வேகமாக அசைந்து சிறிய அதிர்வலையை உருவாக்குகின்றது.



உரு 3.4 Navy FA 18 ஜெட் விமானத்தின் சிறகுகளினால் உற்பத்தியான அதிர்ச்சி அலைகள். இவை கண்ணிற்குப் புலனாக்கக் கூடியன. ஏனெனில் அதிர்ச்சி அலைகளிலுண்டான அழுக்கம் திடீரெனக் குறைவடைவதால் வளியிலுள்ள நீர் மூலக் கூறுகள் ஒடுக்கி புகார் / மூடு பனியை உருவாக்குகின்றது.

கற்றல் / கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- புகையிரதப் பாதையருகில் நிற்கும் நோக்குனர் ஒருவரால் கேட்கப்படும், புகையிரத வண்டியின் சீழ்க்கை ஒலியின் (Horn) மீடினன் மாறல்களை டொப்ளர் விளைவைப் பயன்படுத்தி விளக்குங்கள்.
- நிலையான நோக்குனர் ஒருவரில் உணரப்படும் ஒரு வாகனம் சீழ்க்கை ஒலி ஒலித்துக் கொண்டு அவரைக் கடந்து செல்லும் போது எவ்வாறு மாற்றமடைகின்றது என்பதை எடுத்துக் காட்டுகள், மூலம் விளக்குங்கள்.
- வாகனமொன்றில் பயணிக்கும் நோக்குனர் நிலையான ஒலி முதலைக் கடந்து செல்லும் போது அவரால் எவ்வாறு ஒலிமீடினனின் மாற்றம் உணரப்படுகின்றது என்பதை எடுத்துக் காட்டுக்கள் மூலம் விளக்குங்கள்.
- ஒலிமுதலும், நோக்குனரும் இயங்கும் போது எவ்வாறு ஒலி மீடினனின் மாற்றம் நோக்குனரால் உணரப்படுகின்றது என்பதை எடுத்துக் காட்டுக்கள் மூலம் விளக்குங்கள்.
- இரு மரப் பெட்டிகளில் முறையே ஒத்த இரு இசைக் கவைகளைப் பொருத்தி டொப்ளர் விளைவை செய்து காட்ட மாணவர்க்கு ஒப்படை வழங்குங்கள். இரு சர்வசமனான இசைக்கவைகளை அதிர்ச் செய்யுங்கள். ஒன்றை நிலையாக வைத்த வண்ணம், மற்றையதுடன் சுவரை நோக்கி நகருங்கள். அப்போது, அடிப்புகள் கேட்கும்.
- குற்றலைத் தாங்கியைப் பயன்படுத்தி டொப்ளர் விளைவைச் செய்து காட்டலை மாணவரிடம் ஒப்படையுங்கள்.
- டொப்ளர் விளைவுப் பயன்படுத்தி மேற்கொள்ளும் தோற்றப்பாடுகளின் விளக்கங்களையும் பிரயோகங்களையும் ஆய்வு செய்து அறிக்கை சமர்ப்பிக்கும்படி மாணவர்க்கு ஒப்படை வழங்குங்கள்.
- அதிர்வலை (Sonic waves) பற்றிச் சுருக்கமாக விளக்குங்கள்.

- தோற்ற அதிர்வெண்ணுக்குரிய சமன்பாட்டை விளக்குங்கள்.

$$f' = \left(\frac{v \pm v_0}{v \mp v_s} \right) f$$

v = ஒலியின் கதி

v_0 = நோக்குனரின் கதி

v_s = ஒலிமூதலின் கதி

f' = தோற்ற மீழறன்

f = உண்மை மீழறன்

தேர்ச்சி மட்டம் 3.7 : ஒலியின் இயல்புகளை ஏற்ற விதத்தில் கருதுவதன் மூலம் ஒலிச் செலுத்துகையை பிறப்பிப்பார்.

பாடவேளைகள் : 08

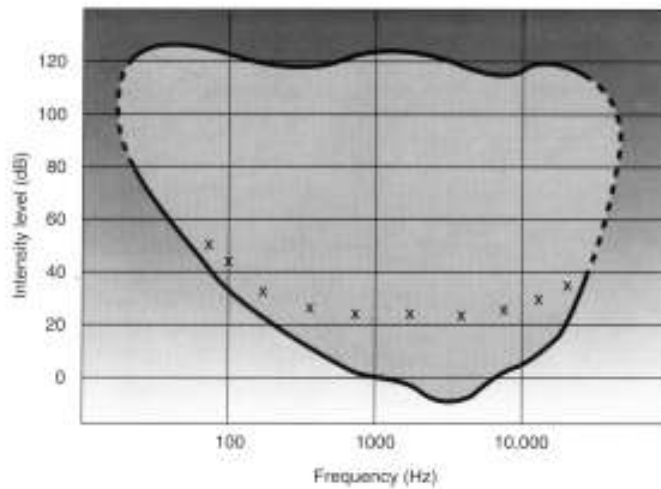
கற்றற் பெறுபேறுகள்:

மாணவரினால்,

- ஒலியின் சிறப்பியல்புகளை விவரிக்க முடியும்.
- பல்வேறு நிலைமைகளை விளக்குவதற்கு மனித செவி உணர்வின் செறிவு மட்டத்துக்கு எதிர் மீடினனுக்குரிய வரைபைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- செறிவு மட்டம் (டெசிபல்) மற்றும் செறிவு தொடர்பான கணிப்பீடுகளில் ஈடுபட முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- சுருதி எனப்பெயரிட்ட இயல்பும் அதனுடன் மீடினனுக்கான தொடர்பும்
 - ஒலியின் பண்பும் அதனுடன் தொடர்பான அலைவடிவமும்.
 - உரப்பும், வீச்சத்துடனான தொடர்பும்
 - ஒலியின் செறிவுக்கும், ஒலி அலையின் வீச்சத்துக்கும் இடையிலான தொடர்பு
 - கேள்தகு நுழைவாய்.
 - நோ நுழைவாய்
 - ஒலியின் செறிவு மட்டம் (டெசிபல்)
 - கழியொலி அலைகளின் பயன்கள்
 - செங்கீழ் ஒலி (Infra sound) அலைகளின் பயன்கள்
 - கழியொலி மற்றும் செங்கீழ் ஒலிகளின் பிரயோகங்கள்
- மனிதக் காதிற்குரிய ஒலிச் செறிவு மட்டம் எதிர் ஒலி மீடினன் வரைபு



உரு 3.5 மனிதக் காதிற்குரிய ஒலிச் செறிவு மட்டம் எதிர் ஒலி மீடினன் வரைபு

பரந்த வீச்சிலான மீடறன்கட்கும், செறிவுகட்கும் மனிதக் காது துலங்கக் கூடியது. ஒரு மாதிரி துலங்கல் வரைபு உரு 3.5 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒலிச் செறிவு மட்டத்துக்கு எதிர் ஒலி மீடறன் வரைபு வரையப்பட்டுள்ளது. அடியில் காணப்படும் தொடர் வளைவான கோடு, சாதாரண காதின் துலங்கல் வரைபை வகைகுறிப்பிடுகின்றது. வளையியின் மிகத் தாழ்ந்த பகுதி சுமார் 1000 Hz தொடக்கம் 4000Hz வரை கொண்டுள்ளது. இந்த மீடறன்கள் சாதாரணகாதின் மூலம் கேட்கக் கூடிய மிகத் தாழ்ந்த செறிவு மட்டங்களாகும். மறு புறத்தில், 100 Hz மீடறன் ஒலியைக் கேட்பதற்கு செறிவு மட்டமானது சுமார் 35 dB (டெசிபல்) யிற்கு உயர்த்தப்பட வேண்டும். மேலும், சாதாரண ஒலி 20,000Hz மீடறன் ஒலியைக் கேட்பதற்கு செறிவு மட்டமானது 40 dB வரை உயர்த்தப்பட வேண்டும். 20dB ஒலிச் செறிவில், 100 Hz மீடறனை மிக இலகுவாகக் கேட்க முடியும் ஆனால், 1000 Hz மீடறன் ஒலியை எல்லா நிலையிலும் கேட்க முடியாது.

வயது அதிகரிப்புடன் மனித காதினால் கேட்கும் மீடறன்களின் அளவும் குறைந்து செல்கின்றது. பலர் இக்குறைபாட்டை நிவர்த்திக்கக் கேட்டற்கருவியை உபயோகிக்கின்றனர். தெரிந்த ஒலிச் செறிவு மட்டத்தையும் மீடறனையும் கேட்பதற்கான ஒருவரின் இயலுமையை அறிய ஓர் சோதனை செய்யப்படுகின்றது. ஒருவரை ஒலி புகாத அறையில் இருக்கச் செய்து, அவரது காதுகளில் செவிப்பன்னி பொருத்தப்படுகிறது. ஓர் தெரிந்த மீடறனில் தூய ஒலிகளை பரிட்சிப்பவர் இசைப்பார். அவர் தாழ் செறிவு மட்டத்தில் ஆரம்பித்து, குறித்த மீடறன் ஒலியைக் கேட்கும் வரை செறிவு மட்டத்தைப் படிப்படியாக அதிகரிப்பார். அவர் ஒலியைக் கேட்டதும், ஒரு பொத்தானை அழுத்துவதன் மூலம் பரிட்சகரினால் அவர் ஒலி கேட்டதை அறிய முடியும். சாதாரண காது ஒன்றின் மீடறனையும் செறிவு மட்டத்தையும் காட்டும் வரைபில் (உருவில் காட்டப்பட்டுள்ள) x எனும் அடையாளத்தைப் பரிட்சகர் இடுவார். x எனும் அடையாளமானது, ஒரு குறித்த செறிவுமட்டத்தில் கேட்ட உண்மையான மீடறன்களை வகை குறிக்கும். இந்த மீடறன்களை அறிவதன் மூலம் அந்த நபரால் ஒலியை நன்கு இந்த மீடறன்களில் விரியலாக்குவதற்கு சிறிய இலத்திரனியல் விரியலாக்கியை பயன்படுத்தி அந்த நபருக்கு ஏற்றபடியான செறிவு மட்டத்திற்கு மாற்ற முடியும். உருவில் குறிக்கப்பட்ட x ஆனது அந்த நபரின் கேட்கும் தன்மை குறைந்துள்ளதைக் காட்டுகின்றது. குறிப்பாக, நடுத்தர மீடறனிலுள்ள கேட்கும் தன்மையானது திருசியத்தின் தாழ் முனை அல்லது உயர் முனையிலும் மோசமானது. (நடுத்தர வீச்சிலிருக்கின்ற புள்ளிகள் ஆனது இயல்பான வளையியிலிருந்து தூரத்திலுள்ளன) கேள் திருசியத்தின் மத்திய எல்லையிலுள்ள மீடறன்களை விரியலாக்கும் கேட்டல் கருவியானது நபர்க்கு பயன் படக் கூடியது. நாம் கேட்டல் திருசியத்தின் முழுப்பகுதியையும் விரியலாக்க வேண்டியதில்லை. ஒருவர் ஏற்கனவே நன்றாகக் கேட்கும் சில அதிர்வெண்களில் உள்ள ஒலியை நாம் விரியலாக்கம் செய்வோம்.

தொடர்பாடலுக்காக ஒலியை மனிதன் மட்டும் பயன்படுத்தவில்லை ஏனைய விலங்குகளும் ஒலியைப் பயன்படுத்துகின்றன. மனிதனால் கேட்கப்படும் எல்லையிலும் பார்க்க உயர் மீடறனில் சில விலங்குகள் தொடர்பாடல் செய்கின்றன. 20000 Hz இலும் பார்க்க அதிகமாக இவ்வதிர் வெண்கள் இருப்பதனால் அவை கழியொலிகள் எனப்படும். பறவைகளும் நாய்களும் இக்கழியொலிகளைக் கேட்கக் கூடியன. வெளவால்கள், ஒரு வித ராடார் போன்று கழியொலிகளை, வழிகண்டறிதலுக்குப் பயன்படுத்துகின்றன. நீர் மூழ்கிகளைக் கண்டு பிடிப்பதற்கான சோனர் தொகுதியில் (Sonar System) கழியொலி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. நோய் குணம் குறி கண்டறிதல், சிகிச்சை உட்பட வைத்தியம் தொடர்பான பிரயோகங்களிலும் கழியொலி பயன்படுத்தப்படுகின்றது. உதாரணமாக தண்டு எலும்பு சிகிச்சை வைத்தியர் மற்றும் உடற் சிகிச்சையாளர்களும் வலி நீக்குவதற்கு கழியொலியைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- ஒலியின் விசேட இயல்புகளை அறிமுகஞ் செய்யுங்கள்.
 - உரப்பின் வீச்சம்
 - சுருதியின் மீறன்
- ஆகிய விளைவுகளை அவதானிக்கும் பொருட்டு செயற்பாடுகளை நடத்துங்கள்.
- பல்வேறு இசைக் கருவிகளின் ஒலியின் பண்பை செயல் விளக்கமளிக்க கதோட்டுக் கதிர் அலைவு காட்டியை (CRO) பயன்படுத்துங்கள்.
- ஒலியின் பண்பிற்கான காரணங்களை விளக்குங்கள்.
- மனிதக் காதின் கேள்தகவு நுழைவாயையும், நோ நுழைவாயையும் விளக்குவதுடன் ஒலிச் செறிவுக்கான பெறுமானங்களையும் வழங்குங்கள்.
- ஒலிச் செறிவு மட்டத்தை அளப்பதற்கான அலகான டெசிபலை வரைவிலக்கணப்படுத்துங்கள்.
- எளிய பிரசினங்களைக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- பண்படிப்படையில் கழியொலியையும் செங்கீழ் ஒலியை (Infra sonic) யும் அறிமுகம் செய்யுங்கள்.
- கழியொலி, செங்கீழ் ஒலி (Infra sonic) ஆகியவற்றின் பிரயோகங்கள் பற்றி தேடியறிந்து அறிக்கைப்படுத்த மாணவர்க்கு ஒப்படை வழங்குங்கள்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.8 : மின்காந்த அலைகள் பற்றி ஆராய்வார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- ஒவ்வொரு பிரதான அலை நீள வீச்சுகளில் மின்காந்த அலைகளின் இயல்புகளையும் பிரயோகங்களையும் விவரிக்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

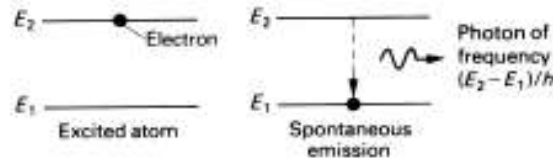
- மின்காந்த அலைகளின் இயல்புகள்
 - மின்காந்த அலையை வரைபினூடு வகை குறித்தல்.
 - இயற்கையாகவும், செயற்கையாகவும் மின்காந்த அலைகள் உற்பத்தி செய்யப்படும் சந்தர்ப்பங்கள்
 - மின்காந்த திருசியத்தில் பல்வேறு அலைகள்
 - மின்காந்த அலைகளின் பிரயோகங்கள்
 - தொடர்பாடலிலும் ஒலி பரப்பிலும் ரேடியோ அலைகள்
 - செய்மதிகளிலும், செல்லிடத் தொலைபேசிகளிலும் நுண்ணலைகள்
 - வீட்டுப்பாவனை உபகரணங்கள், சேய்மை ஆளுகை கருவி (Remote control) இரவுப் பார்வை சாதனங்களில் செங்கீழ் கதிர்கள்
 - ஒளியியல் நூர்களிலும் ஒளிப்படத் துறையிலும் கட்டபுல ஒளி
 - புளொரொளிர்வு விளக்குகளிலும் கிருமியழித்தலிலும் புற ஊதாக்கதிர்கள்
 - மருத்துவ மற்றும் பொறியியல் பிரயோகங்களில் x கதிர்கள்
 - மருத்துவ சிகிச்சையில் காமாக் கதிர்கள்
 - லேசரின் செயற்பாடு (Action)
 - உறிஞ்சல்
 - தன்னிச்சையான காலல்
 - தூண்டிய காலல்
 - லேசர்கற்றைகளின் இயல்புகளும் பயன்களும்
 - அலை வடிவத்தில் ஒளியின் செலுத்துகை
 - ஒளியலையை ஓர் கதிராகக் கருதுதல்.
- லேசர்கள் (LASER)**
LASER என்பது Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation என்பதன் சுருக்கமாகும். முதலாவது லேசர் 1960 ல் அமைக்கப்பட்டது.

(a) செயற்பாடு

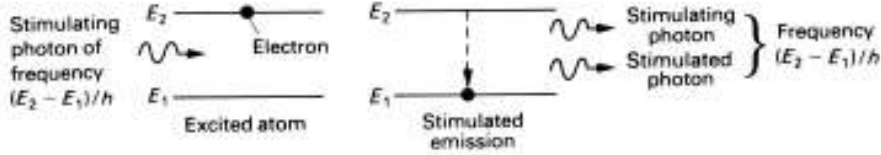
சக்தி மட்டங்களினடிப்படையில் லேசரின் செயற்பாடு விளக்கப்படும்.

திரவியமொன்றின் அணுக்கள் அருட்டப்படும் போது உயர்சக்தி மட்டத்திலிருந்து தாழ் சக்தி மட்டத்திற்கு இலத்திரன்கள் செல்லும் போது கதிர்ப்பு காலப்படுகின்றது. பொதுவாக இது எழுந்தமானமாக நடைபெறும். அதாவது தன்னிச்சையான காலல் ஏற்படுகின்றது.

(உரு 3.6) இக்கதிர்வீச்சு எல்லாத் திசைகளிலும் காலப்படுவதுடன், இது ஒழுங்கற்றதாகவும் உள்ளது. இச் செயன்முறை மூலமே சாதாரண முதலிலிருந்து ஒளிகாலல் நிகழ்கின்றது. எவ்வாறாயினும் அருட்டப்பட்ட அணு ஒன்றின் சரியான சக்தியாகப் போட்டோன் கருதப்படுமானால், உயர் சக்தி மட்டத்திலுள்ள இலத்திரானானது தாழ் சக்தி மட்டத்துக்குச் செல்வதற்குத் தூண்டுவதுடன் மற்றொரு போட்டோனையும் காலுகின்றது. இந்தப் போட்டோனானது, தான் பாதிக்கப்படாமல் இதைத்தூண்டிய போட்டோனின் திசையிலும், அதிர்வெண்ணிலும், ஒரே அவத்தையிலும் காணப்படுவது அதன் தனிச் சிறப்பாகும். இத்தோற்றப்பாடானது ஐன்ஸ்டீனால் (Einstein) எதிர்வு கூறப்பட்ட தூண்டிய (Stimulated Emission) காலல் என்றழைக்கப்படுகின்றது. இது உரு 3.7 இல் காட்டப்படுகிறது.



உரு 3.6, தன்னிச்சையான காலல்



உரு 3.7, தூண்டப்பட்ட காலல்

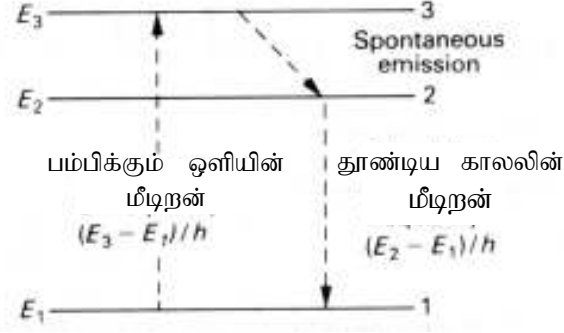
லேசர் ஒன்றில், தன்னிச்சையான காலலை விட தூண்டிய காலல் விஞ்சுவதால் ஒளிக்காலல் ஒழுங்கமைக்கப்படுகின்றது. இதனைப் பெறுவதற்கு, தாழ்மட்டத்தை விட உயர் மட்டத்தில் அதிகளவு இலத்திரன்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டியது மிக அவசியமாகும். இத்தகைய நிபந்தனையானது, “நேர்மாறு நெரிசல்” (Inverted Population) என்றழைக்கப்படும். இது இயல்பான நிலைக்கு எதிரான ஒன்று. ஆனால் ஒளி விரியலாக்கத்திற்கு மிக அத்தியாவசியமானது.

அதாவது, ஒளிக்கற்றையானது ஒரு திரவியத்தினூடு செல்லும் போது செறிவு வழமையாகக் குறைவடைவதிலும் பார்க்க இங்கு செறிவு கூட்டப்பட வேண்டும்.

நேர்மாறு நெரிசலை உருவாக்கும் ஓர் முறையாக ‘ஒளியியல் பம்பித்தல்’ (Optical pumping) அறியப்படுவதுடன், ஒளியால் துலக்கமடையக் கூடிய லேசர் திரவியங்களையும் கொண்டுள்ளது. E_2 பெரிது E_1 என்ற நிலையில் E_1 E_2 என்ற இரு சக்தி மட்டங்களைக் கருதுக. $(E_2 - E_1)/h$ என்ற மீடறனில் போட்டோன்களை, பம்பிக்கும் கதிர் வீசல் கொண்டிருக்குமானால், போட்டோன் உறிஞ்சல் 2ம் மட்டத்திற்கு உயர்த்தப்படும். எதிர்பாராத நிலையில், 2ம் மட்டத்தில் வேகமாக இலத்திரன் நெரிசல் அதிகரிக்கத் தொடங்கினால், பம்பிக்கும் கதிர் வீசலானது ஊக்கியகாலலை 2ம் மட்டத்திலிருந்து 1ம் மட்டத்திற்குத் தூண்டும். அது சரியான மீடறனாவதுடன் மேலும் உருவாக்கமடைதல் நடைபெறாது.

உரு 3.8 மூன்று மட்டத்தொகுதி ஒன்றில் பம்பிக்கும் கதிர் வீசல் மீடறன் $(E_3 - E_1)/h$ சக்தி இலிருந்து மட்டம் 3ற்கு இலத்திரன்களை உயர்த்துவதால், அதிலிருந்து அவை

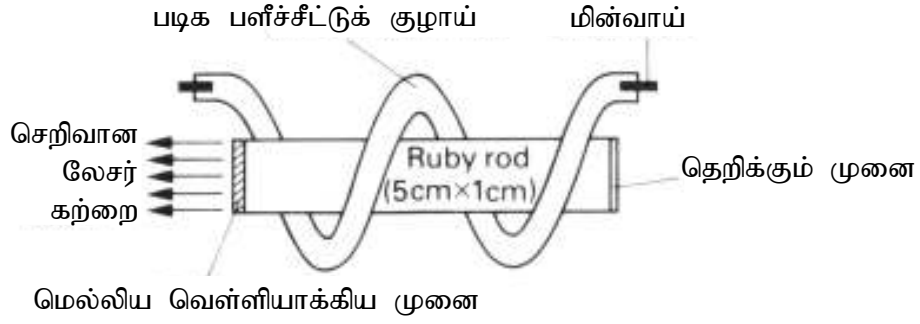
தன்னிச்சையான காலலினால் 2ம் மட்டத்திற்குப் பாய்கின்றன. 2ம் மட்டத்தில் நீண்ட காலம் இலத்திரன்கள் இருக்குமானால், 2ம் மட்டத்திற்கும் 1ம் மட்டத்திற்குமிடையே ஓர் தலைகீழ் நெரிசல் ஏற்படலாம். 2ம் மட்டத்திலிருந்து 1ம் மட்டம் நோக்கிய இலத்திரன் பாய்ச்சலால் ஏற்படும் தன்னிச்சையான போட்டோன் காலல், தொடர்ச்சியான போட்டோனின் ஊக்கிய காலலை ஏற்படுத்தும். இதனால் ஏனைய அணுக்களிலிருந்து மேலும் போட்டோன்கள் வெளியேறுகின்றன. லேசர் தாக்கமானது இவ்வாறு 2ம் 1ம் மட்டங்களிடையே ஏற்படுகின்றது. அத்துடன் பம்பிக்கும் கதிர் வீசல் ஆனது ஊக்கிய கதிர் வீசலிலும் பார்க்க வித்தியாசமான மீடறனைக் கொண்டுள்ளது.



உரு 3.8

(b) ரூபி லேசர்

லேசரில் பல திரவியங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ரூபி கோல் லேசரில், சிறியளவு குறேமியத்தை லேசர் திரவியமாகக் கொண்ட தொகுக்கப்பட்ட அலுமினியம் ஓட்சைட்டு பளிங்கு காணப்படுகின்றது. இது ஒரு 3 மட்ட லேசர் வகையாகும். இதன் 'மட்டம்' 3 மிக நெருக்கமான சக்தி மட்டங்களின் பட்டையைக் கொண்டுள்ளது. பம்பிக்கும் கதிர் வீச்சானது, பளிச்சீட்டுக் குழாயிலிருந்து (உரு 3.8) மஞ்சள் - பச்சை ஒளியுள்ள செறிவான பளிச்சீட்டினால் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது. 1ம் மட்டத்திலிருந்து (தள மட்டம்) பட்டையின் ஏதாவது ஒரு மட்டத்திற்கு இலத்திரன்கள் உயர்கின்றன. அங்கிருந்து அவை தன்னிச்சையாக (metastable) மீடியுதி மட்டம் 2 இனுள்ளே பாய்கின்றன. இவ்விலத்திரன்கள் சக்திப் பட்டையில் 10^{-8} செக்கனூடன் ஒப்பிடுகையில் கிட்டத்தட்ட 1 மில்லி செக்கன் வரை நிலைத்திருக்க முடியும். ஒரு முழுத் தெறிப்பியாகச் செயற்படும் வகையில் ரூபி கோலின் ஒரு முனை வெள்ளி பூசப்பட்டுள்ளது. அதேவேளை மறு முனை மெல்லிதாக வெள்ளியாக்கப்பட்டு பகுதி ஊடுகடத்தலுக்கு அனுமதிக்கின்றது. தூண்டிய ஒளி போட்டோன் கோல் மீது அங்குமிங்குமாகத் தெறிப்படைந்து செறிவான கற்றையை உற்பத்தி செய்கின்றது. அக்கற்றையின் ஒரு பகுதி ஓரளவு வெள்ளியாக்கப்பட்ட முனையிலிருந்து பயனுள்ள லேசர் கதிர் வீச்சாக வெளிவருகின்றது. (உரு 3.9)



உரு 3.9 ரூபிலேசர்

(c) ஹீலியம் நேயன் லேசர்

இந்த லேசர் ஹீலியம் நேயன் கலவையை பயன்படுத்துகின்றது. ரூபி லேசர் கற்றையானது ஒளியின் குறுகிய தூடிப்புகளைக் காவுகின்றது. அதே வேளையில் ஹீலியம் நேயன் லேசர் தொடர்ந்து தொழிற்பட்டு குறைந்தனவான விரிகற்றையை உற்பத்தியாகின்றது. ஒவ்வொரு முனைகளிலும் தட்டையான தளவாடியுள்ள நீண்ட படிக்கக் குழாயுள் வாயு காணப்படுவது ஒரு வகையாகும். பளிச்சீட்டுக் குழாய்க்குப் பதிலாக, 28 MHz ரேடியோ மீடறன் பிறப்பாக்கியினால் பம்பிங் செய்யப்படுகின்றது. வாயுவில் உள்ள மின் இறக்கமானது உயர் சக்தி மட்டத்திற்கு ஹீலியம் அணுக்களை பம்பிக்கின்றது. பின்பு அவை மோதுகை மூலம் உயர் சக்தி மட்டத்திற்கு நேயன் அணுக்களை அருட்டி நேயன் அணுக்களின் நேர்மாறு நெரிசலை உற்பத்தி செய்கின்றது. அவை தாழ் மட்டத்திற்கு பாய்வதற்குத் தூண்டப்பட்ட போது கதிர் வீசலானது இதிலிருந்து காலப்படுகின்றது.

(d) பயன்கள்

மேற் கூறியது போன்று, குறை கடத்தி லேசர்கள் ஒளியியல் நார் தொடர்பாடற் தொகுதிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ரூபி லேசரானது, வீச்சம் காண்பதற்கும், உருக்கி ஒட்டுவதற்கும், துளையிடுவதற்கும் மற்றும் நுண்சுற்றுக் கட்டுருவாக்கம் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றது. ஹீலியம் நேயன் லேசரானது நீளத்தின் திட்டமான அளவிடுதலிலும், நில அளவையிலும், அச்சிடலிலும் மேலும் முப்பரிமாணப் படிமவியலிலும் (holography) பயன்படுகின்றது.

கற்றல் / கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- மின்காந்த அலையை அறிமுகஞ் செய்தலும் இவ்வலையானது அலையும் மின், காந்தப் புலங்களினால் ஆனது என்பதையும் விளக்குங்கள்.
- வரைபு ரீதியாக மின்காந்த அலையை எடுத்துக் காட்டுங்கள்.
- இயற்கையாகவும், செயற்கையாகவும் மின் காந்த அலைகள் உற்பத்தியாக்கப்படும் சந்தர்ப்பங்களை வழங்குங்கள்.
- வெற்றிடத்தில் சகல மின்காந்த அலைகளினதும் கதியானது மாறிலி ($3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$) என்பதை விளக்குங்கள்.
- குறைந்து செல்லும் அலை நீளத்தினடிப்படையில் அல்லது அதிகரிக்கும் மீற்றனடிப்படையில் மின் காந்தத்திருதியத்தின் கூறுகளைத் தேடி அறிவதற்கும், அறிக்கைப் படுத்துவதற்கும் மாணவர்கட்கு ஒப்படை வழங்குங்கள்.
- மின்காந்த அலைகளின் இயல்புகள் பற்றிக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- மின் காந்த அலைகளின் பிரயோகங்கள் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- லேசரின் தாக்கம், இயல்புகள் மற்றும் உபயோகங்கள் பற்றிய தேடலில் ஈடுபடுங்கள்.
- லேசரைக் கையாளும் போது பின்பற்ற வேண்டிய பாதுகாப்பு முற்காப்பு நடவடிக்கை பற்றி வலியுறுத்துங்கள்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.9 : ஒளி முறிவு பற்றிய தத்துவங்களை அன்றாட வாழ்க்கைத் தேவைகளில் பிரயோகிப்பார்.

பாடவேளைகள் : 12

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- முறிவு காரணமாக உருவாகும் விம்பங்களைக் கண்டறிவதற்கு பரிசோதனைகளை வடிவமைக்க முடியும்.
- தள எல்லைகளில் முறிவு மற்றும் முழுவகத்தெறிப்பு தொடர்பான கணிப்பீடுகளை மேற்கொள்ள முடியும்.
- வில்லை மற்றும் வில்லைகளின் சேர்மானம் தொடர்பான கணிப்பீடுகளை மேற்கொள்ள முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- முறிவு, முறிவு விதிகள் மற்றும் முறிவுச் சுட்டி

ஒளியியல் அடர்த்தி திணிவு, கன அளவுடன் தொடர்புடையதன்று. ஒளி ஊடுபுகக் கூடிய திரவியமொன்றின் ஒளியியல் அடர்த்தியானது, அதனூடு செல்லும் ஒளியின் கதியுடன் மட்டும் தொடர்புடையது. திரவியமொன்றின் ஒளியியல் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது, அதனூடு செல்லும் ஒளியின் கதி குறைகின்றது.

- தனி முறிவுச் சுட்டியும் தொடர்பு முறிவுச் சுட்டியும்.
- முறிவுச் சுட்டிகளுக்கிடையான தொடர்பு $n_2 = n_1/n_2$
உண்மை ஆழம்

$$n = \frac{\text{தோற்ற ஆழம்}}{\text{எனும் தொடர்பும் மற்றும் இதை கண்ணாடியின் முறிவுச் சுட்டி காண்பதற்கும் பயன்படுத்தலும்.}}$$

- தோற்ற இடப் பெயர்ச்சிக்கான தொடர்பு $d = t(1 - \frac{1}{n})$
- அவதிக் கோணமும், முழுவகத் தெறிப்பு ஏற்படுகின்றமைக்கான நிபந்தனைகளும்.
- முழுவகத் தெறிப்பின் பிரயோகங்கள்

$$n = \frac{1}{\sin C}$$

- அவதிக் கோணத்திற்கும் முறிவுச் சுட்டிக்குமிடையிலான தொடர்பு $n = \frac{1}{\sin C}$
- அரியத்தினூடு ஒளியின் முறிவும், விலகலும்.

$$n = \frac{\sin(\frac{A+D_{\min}}{2})}{\sin \frac{A}{2}} \quad vDk; njhlu; Gk; .$$

- விலகல் கோணம், படுகோணம், மற்றும் வெளிப்படுகோணம் ஆகியவற்றிற்கு இடையிலான தொடர்பு

$$d = (i_1 + i_2) - A$$
- திருசியமானியும் திருசியமானியின் பிரதான செப்பஞ் செய்கையும்
- வில்லையினூடாக ஒளி முறிவு
- வில்லையொன்றின் குவியமும், குவியத் தூரமும்
- குவிவு, குழிவு வில்லை மூலம் உருவாகும் உண்மை மற்றும் மாய விம்பங்கள்
 - பரிசோதனை முறையைப் பயன்படுத்தல்.
 - கதிர் வரிப்படங்கள் பயன்படுத்தல்.
- உண்மை மற்றும் மாய விம்பங்களைத் துணிவதற்கு குறி வழக்குகளின் ஊடான வில்லை சூத்திரம்
- விம்பமொன்றின் ஏகபரிமாண உருப்பெருக்கம்
- வில்லையின் வலு
- வில்லைச் சேர்மானத்தின் சமன்பாடு

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- முறிவுத் தோற்றப்பாடு, முறிவுக்கான நிபந்தனை, மற்றும் முறிவு விதிகள் ஆகியவற்றை விளக்குங்கள்.
- முறிவுச் சுட்டியை வரைவிலக்கணப்படுத்துங்கள். (தனி மற்றும் தொடர்பு)
- தோற்ற ஆழம், இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவற்றைச் செய்து காட்டுவதற்கும், அவற்றிற்கான விளக்கம் பெறுவதற்கும் செயற்பாடுகளை மேற்கொள்ளுங்கள்.
- கதிர் வரிப்படத்தைப் பயன்படுத்தி அவதிக் கோணம் மற்றும் முழுத் தெறிப்பு ஆகியவற்றை விவரியுங்கள்.
- $n = \frac{1}{\sin C}$ என்பதைப் பெறுங்கள்.
- கதிர் வரிப்படம் மூலமும், பரிசோதனைகள் மூலமும் அரியத்தில் நடைபெறும் முறிவை விவரியுங்கள்.
- படுகோணத்துடன், விலகற் கோணத்தின் மாறல்களைக் காண்பதற்கும், அவற்றை வரைபு ரீதியின் பொருள் விளக்கமளிப்பதற்குமான ஒப்படை ஒன்றை மாணவர்க்கு வழங்குங்கள்.
- இழிவு விலகல் நிலையை அறிமுகஞ் செய்யுங்கள்.
- திருசியமானியின் பிரதான செப்பஞ் செய்கைகளை செயல் விளக்கமளித்துக் காரணங்களை விளக்குங்கள்.
- வில்லையொன்றின் குவியத்தையும், குவியத் தூரத்தையும் அறிமுகஞ் செய்வதுடன் கதிர் வரிப்படத்தைப் பயன்படுத்தி விம்பங்களை உருவாக்கும் படி மாணவரை வழிகாட்டுங்கள்.
- தெக்காட்டின் (Cartesian) குறிவழக்குடன் வில்லைச் சமன்பாட்டைப் பெறுவதற்குக் கேத்திர கணித முறையைப் பயன்படுத்துங்கள்.

- வில்லைகளில் உண்மை, மாய விம்பங்களின் இயல்புகளை எதிர்வு கூறுங்கள்.
 - கணித அடிப்படையில் வில்லை சூத்திரம் பயன்படுத்தல்
 - கேத்திர கணித அடிப்படையில் கதிர் வரிப்படத்தைப் பயன்படுத்தல்.
 - பரிசோதனை ரீதியாக வாய்ப்புப் பார்த்தல்.
- வில்லைச் சேர்மானத்திற்கான சமன்பாட்டை அறிமுகஞ் செய்யுங்கள் $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

ஆய்வு கூடப் பரிசோதனை :

- நகரும் நுணுக்குக் காட்டியைப் பயன்படுத்தி முறிவுச் சுட்டி காணுதல்.
- அரியத்தினூடான விலகலை பரிசோதனை ரீதியில் ஆய்வு செய்தல்.
- அவதிக் கோண முறை மூலம் அரியத் திரவியத்தின் முறிவுச் சுட்டி காணுதல்.
- திருசியமணி
 - திருசிய மானியின் பிரதான செப்பஞ் செய்கை
 - அரியக் கோணம் காணுதல்.
 - இழிவு விலகற் கோணம் காணுதல்
- உண்மை, மாய விம்பங்களை துணிதல் (பரவயன்மை இன்றிய முறை)

தேர்ச்சிமட்டம் 3.10 : பார்வைக் குறைபாடுகளை நிவர்த்திப்பதற்கு வில்லைகளில் தோன்றும் விம்பங்கள் பற்றிய அறிவை ஏற்ற விதத்தில் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- மனிதக் கண்ணின் ஒளியியற் தொகுதியை விவரிக்க முடியும்.
- பார்வைக் குறைபாட்டுக்கான திருத்தங்கள் தொடர்பான கணிப்பீடுகளை மேற்கொள்ள முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- பார்வைக் கோணத்தின் வரைவிலக்கணம்
- சேய்மை புள்ளி, அண்மைப் புள்ளி
- விழித்திரையில் விம்பம் தோன்றுதல்.
- குறும் பார்வை (myopia) நீள்பார்வை (hypermetropia) மற்றும் அவற்றிற்கான திருத்தங்களும்

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- கதிர் வரிப்படங்களைப் பயன்படுத்தி பார்வைக் கோணத்தை வரை விலக்கணப்படுத்துங்கள்.
- கண்ணின் பிரதான பகுதிகளைப் படத்தைப் பயன்படுத்தி அறிமுகஞ் செய்யுங்கள்.
- கதிர் வரிப்படம் மூலம் குறும்பார்வை, நீள் பார்வையை விளக்கி அக்குறைபாடுகளை நிவர்த்திக்கும் முறைகளை விவரியுங்கள்.

தேர்ச்சி மட்டம் 3.11 : ஒளியியல் கருவிகளின் ஆக்கத்திற்கு வில்லைகளினால் தோன்றும் விம்பங்கள் பற்றிய அறிவை ஏற்ற விதத்தில் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- எளிய மற்றும் கூட்டு நுணுக்குக் காட்டி எவ்வாறு தொழிற்படுகின்றன என்பதை விளக்குவதற்கு கதிர்வரிப்படங்களை வரையவும், அது தொடர்பான கணிப்பீடுகளை செய்யவும் முடியும்.
- வானியற் தொலைகாட்டி எவ்வாறு தொழிற்படுகின்றது என்பதை விளக்குவதற்கு கதிர்வரிப்படம் வரையவும் அது தொடர்பான கணிப்பீடுகளைச் செய்யவும் முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- எளிய நுணுக்குக் காட்டியின் இயல்பான செப்பம் செய்கையை கதிர்ப்படம் மூலம் காட்டலும் கோண உருப்பெருக்கத்திற்கான கோவையும்.
- கூட்டு நுணுக்குக் காட்டியின் இயல்பான செப்பம் செய்கையை கதிர்ப்படம் மூலம் விளக்கலும் கோண உருப்பெருக்கத்திற்கான கோவையும்.
- வானியல் தொலைகாட்டியின் இயல்பான செப்பம் செய்கையை கதிர்ப்படம் மூலம் விளக்கலும் கோண உருப்பெருக்கத்திற்கான கோவையும்.
- நுணுக்குக் காட்டியும், தொலைகாட்டியும் இயல்பான செப்பம் செய்கையில் இல்லாத சந்தர்ப்பத்திற்கான கதிர்ப்படங்கள்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- உருப்பெருக்குங் கண்ணாடியாக ஒருங்கு விலையைப் பயன்படுத்தும் பொருட்டு மாணவர்க்கு ஒப்படை வழங்குங்கள்.
- கதிர் வரிப்படத்தைப் பயன்படுத்தி எளிய நுணுக்குக் காட்டி பற்றி விளக்கமளியுங்கள்.
- எளிய நுணுக்குக் காட்டியின் கோண உருப் பெருக்கத்திற்கான கோவையைப் பெறுங்கள்.
- கூட்டு நுணுக்குக் காட்டியை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பது பற்றி செய்து காட்டுங்கள்.
- கதிர் வரிப்படத்தைப் பயன்படுத்தி, கூட்டு நுணுக்குக் காட்டியின் இயல்பான செப்பம் செய்கை பற்றி விளக்குங்கள்.
- கூட்டு நுணுக்குக் காட்டி ஒன்றின் கோண உருப் பெருக்கத்திற்கான கோவை ஒன்றைப் பெறுங்கள்.
- வானியல் தொலை காட்டியைப் பயன்படுத்துதல்தொடர்பாக மாணவர்க்கு ஒப்படை வழங்குங்கள்.
- கதிர் வரிப்படங்களைப் பயன்படுத்தி வானியல் தொலை காட்டி பற்றி விளக்குங்கள்.
- வானியல் தொலை காட்டியின் கோண உருப்பெருக்கத்திற்கான கோவையைப் பெறுங்கள்.
- நுணுக்குக் காட்டியும் தொலைக்காட்டியும் இயல்பான செப்பஞ் செய்கை அல்லாத சந்தர்ப்பங்கள் பற்றி கலந்துரையாடுங்கள்.

அலகு 4 : வெப்பத்திற்குரிய பெளதிகவியல்

தேர்ச்சி 4.0 : மனிதத் தேவைகளை நிறைவு செய்வதற்கும் விஞ்ஞான வேலைகளின் விருத்திக்காகவும் வெப்பம் தொடர்பான அறிவினைப் பயன்படுத்துவார்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.1 : தேவைக்கேற்ற விதத்தில் வெப்பமானிகளைத் தெரிவு செய்து வெப்பநிலையைத் திருத்தமாக அளவிடுவார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- வெவ்வேறு விதமான வெப்பநிலை அளவுத் திட்டங்களையும், வெவ்வேறு விதமான வெப்பமானிகள் பற்றியும் விளக்க முடியும்.
- கெல்வின் மற்றும் செல்சியஸ் அளவுத் திட்டத்தையும் தொடர்புபடுத்தவும் அவற்றைப் பயன்படுத்தவும் முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- இரு பொருட்களுக்கிடையிலான வெப்பச் சமநிலையைக் கருத்திற் கொண்டு வெப்பப் பாய்ச்சலிற்கான நிபந்தனை.
- வெப்பவியக்கவியலின் பூச்சிய விதி (Zeroth Law)
- 'வெப்பநிலை' என்ற சொல்
- வெப்பநிலையுடன் மாறுபடும் சில இயல்புகளும் வெப்பமான இயல்புகளின் முக்கியத்துவமும்.

வெப்பவியக்கவியல் அளவுத்திட்டம் விஞ்ஞான அளவீடுகளுக்குப் பயன்படுகின்றது. இது **கெல்வின்** (K) என்ற அலகில் அளவிடப்படுகின்றது. தனிவெப்பநிலை T எனும் எழுத்தினால் குறிக்கப்படுகின்றது. மேலும் இது ஓர் நிலைத்த புள்ளியாகிய நீரின் **மும்மைப்புள்ளியை**ப் பயன்படுத்தி வரைவிலக்கணப்படுத்தப் படுகின்றது. இந்த வெப்ப நிலையானது தூய நீரின் நிரம்பலாவி, தூய நீர் மற்றும் தூய பனிக்கட்டி ஆகியன யாவும் சமநிலையில் உள்ள **273.16 K** ஆகும்.

இப்பொழுது **செல்சியஸ் அளவுத் திட்டமானது**, $\theta = T - 273.15$ ஆல் வரைவிலக்கணப் படுத்தப்படுகின்றது. பனிக்கட்டிப்புள்ளி(0°C) மற்றும் நீராவிப்புள்ளி (100°C) என்பன இவ்வளவுத்திட்டத்தின் இரு நிலைத்த புள்ளிகளாகும். பனிக்கட்டிப்புள்ளியும் நீரின் மும்மைப்புள்ளியும் 0.01K ஆல் வேறுபடுகின்றது. ஒரு வெப்பநிலை அளவுத் திட்டமானது அதை அடிப்படையாகக் கொண்ட குறிப்பிட்ட இயல்பில் தங்கியுள்ளது. ஒரு வெப்பநிலை அளவுத்திட்டத்தை அமைக்கும் போது நாங்கள்

- வெப்பநிலையுடன் வேறுபடும் இயல்பைத் தெரிவு செய்ய வேண்டும்.
- அவ்வியல்பு வெப்பநிலையுடன் சீராக வேறுபடுவதாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

- இரண்டு நிலைத்த புள்ளிகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட வெப்பநிலைக்குரிய சமன்பாடு

$$\theta = \frac{x_{\theta} - x_L}{x_H - x_L} (\theta_H - \theta_L) + \theta_L$$

- தூய நீரின் மும்மைப் புள்ளியை அடிப்படையாகக் கொண்ட தனி வெப்பநிலைக்கான சமன்பாடு

$$T = \frac{X_r}{X_r} \times 273.16$$

- செல்சியஸ் மற்றும் தனி வெப்பநிலைகளுக்கிடையான தொடர்பு $T = \theta + 273.15$

வெப்பந்தடைசைகள் (Thermistors)

வெப்பநிலையை அளவிடும் பொருட்டு மின்தடையின் பெறுமதியிற் தங்கியுள்ள தடை வெப்பமானியைப் போன்ற ஓர் சாதனமாகும். எவ்வாறாயினும், தடை வெப்பமானி போலல்லாது, இவை மறையான தடையின் வெப்பநிலைக் குணகத்தைக் கொண்டுள்ளன. வெப்பநிலை அதிகரிக்க அவைகளின் தடை பொருத்தமான அடுக்குக் குறிக்குரிய அளவில் குறைந்து செல்கின்றது. வெப்பந்தடைசைகளானது, பலவிதமான குறைக் கடத்தி ஒட்சைட்டுத் தூள்களின் கலவையால் மலிவாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட குறைகடத்திச் சாதனங்களாகும். ($Fe_3O_4 + MgCr_2O_4$ ஒரு பொதுவான கலவை) அவை மிகவும் வலுவானவை. அவற்றின் தடையை அளவிடுவதற்கு உவீத்தன் பால மின்கற்றைப் பயன்படுத்தும் போது, அவை தடை வெப்பமானி போன்று இருபது பங்கு உணர்திறனுடையன. இதில் இணைக்கும் கடத்திகளின் தடையானது முக்கியத்துவமானது அன்று, இச் சாதனங்களே $1k\Omega$ தடையைக் கொண்டுள்ளன. வெப்பந்தடைசைகள் மிகக் குறைந்தளவு வெப்பக் கொள்ளளவுகளுடையன. எனவே, தாம் அளவிடும் வெப்பநிலையில் குறைந்தளவு விளைவுடன், விரைவாகத் துவங்குகின்றன. இதன் வீச்சானது எடுத்துகாட்டாக $-70^{\circ}C$ இலிருந்து $300^{\circ}C$. தடை வெப்பமானிகளிலும் பார்க்க இவை உறுதி குறைவானவை, ஆகவே செம்மைத் தன்மையும் குறைவானவை.

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- ஒரு பொருளிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு வெப்பப் பாய்ச்சலுக்கான அடிப்படைத் தேவைகளை விளங்கிக் கொள்வதற்கு பொருத்தமான செயற்பாடுகளிலும் மாணவர்கள் ஈடுபடக் கூடிய ஒப்படை வழங்குங்கள்.
- வெவ்வேறு வெப்ப அளவுள்ள பொருட்களிடையே வெப்பப் பாய்ச்சல் ஏற்படும் போது, வெப்பச் சமநிலை என்றால் என்ன என்பதை விளக்குவதுடன், வெப்பவியக்கவியலின் பூச்சிய விதியை விளக்கும் வகையில் கலந்துரையாடலை விரிவாக்குங்கள்.
- கலந்துரையாடலின் மூலம் பொருட் தொகுதியொன்றில் எல்லாப் பொருளும் ஒரே வெப்பநிலையிலும், தேறிய வெப்பப் பாய்ச்சல் பூச்சியம் ஆக உள்ளபோது அத் தொகுதி வெப்ப சமநிலையிலமையும் எனும் கருத்தை விருத்தி செய்தல்.
- வெப்பநிலையுடன் மாறுபடும் சில இயல்புகளை அட்டவணைப்படுத்த செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள். (உம் - கொதி குழாய் ஒன்றுடன் ஒருங்கிய கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றைப்

பொருத்துங்கள். குழாயிலுள்ள இரசத் துளி மூலம் வளியை சிறைப்பிடித்து வளியின் கனவளவு வெப்பநிலையுடன் வேறுபடுத்தலைச் செய்து காட்டுங்கள்)

- வெப்பமான இயல்புகளுக்கான அத்தியாவசியமானவற்றைக் கலந்துரையாடல் மூலம் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள். இவ் இயல்பானது
 - ஒரு எளிய பெறுமான சார்பு மற்றும்
 - ஒரு தொடர் சார்பு
- வெப்பநிலையுடன், வெப்பமான இயல்பு மாறலானது ஏகபரிமாணமெனக் கருதிக் கொண்டு வெப்பமான இயல்பு எதிர் வெப்பநிலைக்கான வரைபைக் கீறுங்கள்.
- இவ்வளவுத் திட்டத்திற்காக நிலைத்த புள்ளிகளின் தேவையை விளக்குங்கள்.
- செல்சியஸ் வெப்பநிலை அளவுத் திட்டத்தை விளக்குங்கள்.
- நீரின் மும்மைப் புள்ளியினை அடிப்படையாகக் கொண்டு தனி வெப்பநிலை அளவுத்

திட்டத்தையும் சமன்பாடுகளையும் அறிமுகஞ் செய்யுங்கள். $T = \frac{X_r}{X_s} \times 273.16$

$$T = \theta + 273.15$$

தேர்ச்சி மட்டம் 4.2 : திண்ம, திரவ விரிவு பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்கள் பற்றி ஆராய்வார்.

பாடவேளைகள் : 06

கற்றற் பெறுபேறுகள்:

மாணவரினால்,

- வெப்பவிரிவினை கணிப்பிடவும் அது தொடர்பான பிரயோகங்களை விவரிக்கவும் முடியும்.
- நீரின் சீரில் விரிவு தொடர்பான தோற்றப்பாட்டை விளக்க முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, திண்மப் பொருளொன்றின் நீளம், பரப்பு, கனஅளவு அதிகரிக்கப்படுகின்றது.
- ஏகபரிமாண, பரப்பு மற்றும் கனவளவு விரிவுக்குணகமும் (விரிதிறன்களையும்) இவற்றிற்கிடையிலான தொடர்பைக் கூறுதல்.
- திரவங்கள் கனஅளவு விரிவினை மட்டும் கொண்டுள்ளன.
- திரவமொன்றின் தனிவிரிதிறன், தோற்றவிரிதிறன், பாத்திரத்தின் கனவளவுவிரிதிறன் இடையேயான தொடர்பு
- வெப்பநிலை மற்றும் தனி / மெய் விரிதிறனின் அடிப்படையில் அடர்த்திக்கான சமன்பாடு
- ஒரு குறித்த வெப்பநிலை வீச்சுக்கு நீரின் விரிவு வழமையான திரவங்களிலிருந்து வேறுபடுகின்றது.
- வெப்பநிலையுடன், நீரின் கனஅளவினதும் அடர்த்தியினதும் மாறல்களிற்கான வரைபடரீதியான வகைக் குறிப்பு
- சமன்பாடுகள் பெறுவதற்காக, ஏகபரிமாண, பரப்பு மற்றும் கனவளவு விரிதிறன்களுக்கான வரைவிலக்கணங்களைப் பயன்படுத்துதல். $l_2 = l_1(1 + \alpha\theta)$, $A_2 = A_1(1 + \beta\theta)$, $V_2 = V_1(1 + \gamma\theta)$
- அடர்த்தி வெப்பநிலை தொடர்பைப் பெறல் $d_\theta = \frac{d_0}{(1 + \gamma\theta)}$

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது கடத்திக்கம்பி அல்லது கோல் ஒன்றின் நீளமதிகரிப்பதைக் காட்ட எளிய பரிசோதனை அமைப்புக்களைப் பயன்படுத்துங்கள்.
- கலந்துரையாடல் மூலம், வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் நீளம், அகலம் மற்றும் தடிப்பு ஆகியன அதிகரிக்கின்றமைக்கான சிந்தனை விருத்தி செய்யுங்கள். கனஅளவு, பரப்பு அதிகரிப்பதையும் கருதிக் கொள்ளுங்கள்.
- தரப்பட்ட கோல் ஒன்று வெப்பநிலை மாற்றத்துக்கு நேர் விகிதமாக நீளம் மாறும் என்பதை விளக்குங்கள். கோலின் திரவியத்தின் ஏகபரிமாண விரிதிறனை வரைவிலக்கணப்படுத்துங்கள்.
- பரப்பு விரிதிறன், கனவளவு (முப்பரிமாண) விரிதிறன் ஆகியவற்றை அறிமுகம் செய்தலுடன் ஏகபரிமாண விரிதிறன் உடனான தொடர்பு ஆகியவற்றை அறிமுகஞ் செய்யுங்கள்.

- திண்மவிரிவின் விளைவுகளையும், பயன்களையும் கலந்துரையாடுங்கள்.
- சமன்பாடுகளைப் பெறுவதற்கு ஏகபரிமாண, பரப்பு மற்றும் கனவிரிதிறன்களின் வரைவிலக்கணங்களைப் பயன்படுத்துங்கள்.

$$l_2 = l_1(1 + \alpha\theta), A_2 = A_1(1 + \beta\theta), V_2 = V_1(1 + \gamma\theta)$$
- வெப்பநிலையுடன் திரவத்தின் கனவளவு அதிகரிப்பதைக் காட்ட எளிய பரிசோதனை அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துங்கள்.
- பொருத்தமான செயற்பாட்டைப் பயன்படுத்தி திரவத்தின் தனி மற்றும் தோற்ற விரிவை விளக்குங்கள்.
- தனி விரிதிறனுக்கும், தோற்ற விரிதிறனுக்குமிடையிலான தொடர்பைப் பெறுங்கள்.
- வெப்பநிலையுடன் அடர்த்தி மாறலை கலந்துரையாடுங்கள்.
- அடர்த்தி வெப்பநிலைத் தொடர்பைப் பெறுங்கள். $d_\theta = \frac{d_0}{(1 + \gamma\theta)}$
- எளிய செயற்பாடு மூலம் நீரின் சீரில் விரிவை விவரித்து அதன் முக்கியத்துவத்தைக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- வெப்பநிலையுடன் நீரின் கனவளவினதும், அடர்த்தியினதும் மாறலை விவரித்து அவற்றை வரைபு ரீதியில் எடுத்துக் காட்டுங்கள்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.3 : வாயு விதிகளின் உதவியுடன் வாயுக்களின் நடத்தை பற்றி ஆராய்வர்.

பாடவேளைகள் : 08

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- வாயுவிதிகளைப் பரிசோதனை ரீதியாகச் செய்து காட்டவும், இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டை விளக்கவும் முடியும்.
- இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டினையும் வாயு விதிகளையும் பயன்படுத்தி கணிப்புகளை செய்யுங்கள்.

வழிகாட்டல்கள்

- போயிலின் விதி
- சாள்சின் விதி
- அழுக்க விதி
- இலட்சிய வாயு தொடர்பான எண்ணக்கரு
- இலட்சிய வாயுச் சமன்பாடு
- பகுதியழுக்கத்திற்கான தாற்றனின் விதிகள்

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- வாயுச் சமன்பாடுகளை விவரித்து விளக்குங்கள்.
- குறித்த திணிவுள்ள வளியின் அழுக்கம், கனவளவு மற்றும் வெப்பநிலை ஆகியவற்றிற்கு இடையான தொடர்பை விளக்குங்கள்.
- இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டைப் பெறுங்கள்.
- தாற்றனின் பகுதியழுக்க விதியை விளக்குங்கள்.

ஆய்வுகூடச் செயற்பாடுகள் :

- இறகுக் குழாயைப் பயன்படுத்தி வளி மண்டல அழுக்கம் காணல்.
- மாறா அழுக்கத்தில் வாயுவொன்றின் கனவளவுக்கும் வெப்பநிலைக்குமிடையிலான தொடர்பை ஆராய்தல்.
- மாறாக் கனவளவில் வாயுவொன்றின் அழுக்கத்திற்கும் வெப்பநிலைக்குமிடையிலான தொடர்பை ஆராய்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.4: வாயுவொன்று அடங்கியுள்ள பாத்திரம் ஒன்றின் மேல் தோற்றுவிக்கும் அழுக்கத்தை வாயுக்கள் பற்றிய இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையின் உதவியுடன் ஆராய்வார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- வாயு மூலக் கூறுகளின் சராசரி இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியுடன் வெப்பநிலையைத் தொடர்புபடுத்த முடியும்.
- இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கைச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி கணிப்புகளை மேற்கொள்ள முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- வாயுவில் மூலக்கூற்றுக் கதிகளின் பரம்பல்
- வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையின் அடிப்படை எடுகோள்கள்.
 1. எந்த வாயுவும் அதிகளவு எண்ணிக்கையான மூலக்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும்.
 2. வாயு மூலக் கூறுகளின் வேகமான, எழுந்தமானமான இயக்கத்தை உடையன.
 3. வாயு மூலக் கூறுகட்கிடையிலான மோதுகைகள் மீளியல் தன்மையுடையன.
 4. கொள்கலனின் சுவர்களுக்கும் வாயு மூலக்கூறுகளுக்குமிடையிலான மோதுகைகள் மீளியல்புடையன.
 5. அவற்றிடையே மூலக் கூற்றிடைக் கவர்ச்சி விசை கிடையாது.
 6. மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதுகைகள் உள்ள போது மட்டும் மூலக் கூற்றிடைத் தள்ளுவிசை தொழிற்படுகின்றன.
 7. கொள்கலனின் கனவளவுடன் ஒப்பிடும் போது வாயு மூலக்கூறுகளின் கனவளவு புறக்கணிக்கத்தக்கது. கிட்டத்தட்ட சகல வாயுக்களும் வெறும் வெளியிலுள்ளன.
- இலட்சிய வாயுவின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கை
- மூலக் கூற்று கதிகளின் பரம்பலும் வர்க்க மூல கதியும் (root mean square speed)
- சமன்பாடு $pV = \frac{1}{3}Nmc^2$ ஐ முன்வைத்தல்.

- வாயுவினால் ஏற்படுத்தப்படும் அழுக்கத்திற்கான சமன்பாடு $p = \frac{1}{3}\rho c^2$

கதி வர்க்க இடைக்கான சமன்பாடு $c^2 = \frac{3RT}{M}$

- ஒரு வாயு மூலக்கூறின் இயக்கச்சக்தியின் இடை $E = \frac{3RT}{2N_A}$, $\frac{R}{N_A} = k$,
(போற்சுமானின்மாறிலி)

பெரும் (Macroscopic) அளவில் வாயுவொன்றின் நடத்தையானது அதனுடைய கனவளவு, வெப்பநிலை மாறும் அழுக்கத்தின் மாறலுடன் தொடர்புடையது. வாயுக்களின் நடத்தை

பற்றி மிகத் தெளிந்த விளக்கத்தினைப் பெறும் பொருட்டு, ஒவ்வொரு தனி வாயு மூலக் கூறுகளின் நுண்காட்சி (Microscopes) அசைவுகளை இந்த மாண்காட்சிக் கணியங்களுடன் தொடர்புபடுத்த வேண்டும். இதைச் செயற்படுத்துவதற்கான இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையே இதுவாகும். வழமை போன்று எக் கொள்கையும் பரிசோதனை ரீதியில் சரிபார்த்து பௌதிகப் பிரசினங்கள் தொடர்பான பாரிய விளக்கத்தை வழங்க வேண்டும். வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கையானது, மூலக் கூற்றியக்கத்திற்கு பொறியியல் விதிகளைப் பிரயோகிக்கின்றது. எனவே, வாயுவின் அமுக்கம், வெப்பநிலைக்குரிய கோவையானது மூலக்கூற்றுக் கதியினதும், திணிவு மற்றும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அடிப்படையிலும் பெறப்படுகின்றன.

வாயுக்களின் இயக்கப் பாட்டுக் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி, பிரசினங்கள் தீர்க்கும் போது அட்சரகணிதக் குறியீடுகள் மற்றும் அலகுகளில் மேலதிகக் கவனம் எடுக்கப்பட வேண்டும். வெப்பநிலை எப்போதும் கெல்வின் அளவுத்திட்டத்தில் அமைதல் வேண்டும். சார் மூலக் கூற்றுத் திணிவிற்கு அலகு இல்லை ஒரு மூல் ஒன்றின் திணிவு மூலர்த்திணிவு என்றும் kg mol^{-1} இனாலும் காட்டப்படும்.

உதாரணம் :

ஒட்சிசனின் சாரணுத் திணிவு	=	16
ஒட்சிசனின் சார் மூலக் கூற்றுத் திணிவு	=	32
ஒட்சிசன் அணுவின் மூலர்த்திணிவு	=	$0.016 \text{ kg mol}^{-1}$ அல்லது 16 g mol^{-1}
ஒட்சிசன் மூலக் கூறுகளின் மூலர்த்திணிவு	=	$0.032 \text{ kg mol}^{-1}$ அல்லது 32 g mol^{-1}
ஒட்சிசன் அணுவின் திணிவு	=	$\frac{0.016}{6.02 \times 10^{23}} \text{ kg}$

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- எவ்வாறு வாயுவினால் அமுக்கம் ஏற்படுத்தப்படுகின்றதென்பதை விளக்குவார்.
- $p = \frac{1}{3} \rho c^2$, $c^2 = \frac{3RT}{M}$ மற்றும் $E = \frac{3RT}{2N_A}$ சமன்பாடுகளை $pV = \frac{1}{3} Nmc^2$, $pV = nRT$ என்பவற்றிலிருந்து பெறுங்கள்.
- வாயுக்களின் இயக்கப்பாட்டுக் கொள்கைக்குரிய எடுகோள்களை விவரியுங்கள்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.5 : பொருட்களின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவின் மூலம் பொருட்களிற்கிடையே பரிமாற்றப்படும் வெப்பசக்தியின் அளவைக் கணிப்பார்.

பாடவேளைகள் : 06

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- திரவியங்களின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவுகள் தொடர்பான கணிப்புகளைச் செய்ய முடியும்.
- வெப்ப விரயத்துடன் தொடர்பான கணிப்புகளைச் செய்யும் பொருட்டு நியூற்றனின் குளிரல் விதியைப் பயன்படுத்த முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- பொருள் ஒன்றிற்கு வெப்பம் வழங்கும் போது நிலை மாற்றம் நிகழவில்லை எனில், வெப்பநிலை வேறுபடும்.
- பொருளொன்றின் வெப்பநிலை வேறுபடும் போது பொருளினால் பரிமாற்றஞ் செய்யப்பட்ட வெப்பஅளவு வேறுபடும்.
- பொருளொன்றின் வெப்பக்கொள்ளளவு
- திரவியமொன்றின் (திண்மம், திரவம்) தன்வெப்பக் கொள்ளளவு
- வெப்ப பரிமாற்றத்திற்கான சமன்பாடு $\Delta Q = mc\Delta\theta$
- சூழலிற்கு வெப்பம் இழக்கும் முறையும், வெப்ப இழப்பைக் குறைப்பதற்கான பாதுகாப்பு முறைகளும்
- நியூற்றனின் குளிரல் விதி
- மாறா அமுக்கம் மற்றும் மாறாக் கனஅளவின் போது வாயுவொன்றின் மூலர்வெப்பக்கொள்ளளவு
- $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ என்ற விகிதமானது வாயுவின் அணுப்பேற்றுத் தன்மையில் (atomicity) தங்கியுள்ளது.

கற்றல் - கற்பித்தல் நடவடிக்கைகள்

- பின்வரும் செயற்பாட்டில் ஈடுபட மாணவரை ஒழுங்கமையுங்கள். சமஅளவு நீர் கொண்டுள்ள ஒத்த தன்மையான கலோரிமானிகளில், ஒரே பொருளை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகட்கு வெப்பமாக்கி இடுங்கள். அவை வெவ்வேறு இறுதி வெப்பநிலைகளை அடைவதைக் காட்டுங்கள்.
- கலந்துரையாடுவதன் மூலம், பரிமாற்றம் செய்யப்பட்ட தேறிய வெப்பமானது, வெப்பநிலை மாற்றத்துக்கு நேர்விகிதமானது எனக் காட்டி பொருளொன்றின் வெப்பக் கொள்ளளவை வரையறை செய்யுங்கள்.
- திரவியமொன்றின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவை வரையறுத்துக் கொள்ளுங்கள்.

- கலந்துரையாடுவதன் மூலம், பொருளின் வெப்ப அளவு மாற்றமானது $Q = mc\theta$ எனும் சமன்பாட்டினால் தரப்படுவதைக் காட்டுங்கள்.
- வாயுவின் மூலர் வெப்பக் கொள்ளளவுகளை வரையறை செய்யுங்கள்.
- வெப்பம் இழக்கப்படும் விதங்கள், வெப்ப இழப்பைக் குறைப்பதற்கான முறைகள், தொடக்க வெப்பநிலையை மாற்றுவதனால் எவ்வாறு வெப்ப இழப்பிற்கான திருத்தம் பெறுதல் ஆகியனவற்றைக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- வெப்பமான பொருள் ஒன்று இயல்பான உடன்காவுகை மற்றும் வலிந்த உடன்காவுகையின் கீழ் குளிர்வடையும் வேறுபாட்டைக் காட்டுவதற்கு எளிய செயற்பாடுகளை மாணவர்கட்கு ஒப்படையுங்கள்.
- தொடக்கப் வெப்பநிலையை மாற்றுதல் மூலம் வெப்ப இழப்பிற்கான திருத்தத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளுங்கள்.
- நியூற்றனின் குளிரல் விதியைக் கூறியும் விவரித்தும் அதன் நிபந்தனைகளை விளக்குங்கள்.

ஆய்வு கூடச் செயற்பாடு

- கலவைமுறை மூலம் திண்மங்கள், திரவங்களின் தன்வெப்பக்கொள்ளளவுகளைத் தீர்மானித்தல்.
- குளிரல் முறை மூலம் திரவங்களின் தன்வெப்பக்கொள்ளளவுகளை ஒப்பிடல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.6 : பொருட்களின் நிலை மாற்றங்களின் போது இடம் மாறும் சக்தி பயனுடையதாகப் பயன்படுத்தக் கூடிய சந்தர்ப்பங்களை ஆராய்வார்.

பாடவேளைகள் : 06

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- திரவியங்களின் மறை வெப்ப அளவீடுகள் மற்றும் கணிப்புகளில் ஈடுபட முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- கனவளவையும், வடிவத்தையும் கருத்திற் கொண்டு திண்ம, திரவ, வாயுக்களுக்கிடையிலான வேறுபாடுகள்
- சகலவிதச் சட்பொருட்களிலும், மூலக் கூறுகள் அல்லது துணிக்கைகள் பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.
- திரவியமொன்றை உருவாக்கும் அடிப்படைத் துணிக்கைகள் இயக்கப்பாட்டு சக்தியையும் அழுத்த சக்தியையும் கொண்டுள்ளன.
- நிலை மாற்றம் நிகழும் போது சக்தி உறிஞ்சல் அல்லது காலல் நிகழ்கின்றது.
- திண்மம் வெப்பசக்தியை உறிஞ்சும் போது, மூலக் கூறுகட்கிடையிலான பிணைப்பு விசைகள் குறைவதுடன் திண்மம் திரவமாக மாறுகின்றது.
- மூலக் கூற்று நடத்தைகளுடன் ஆவியாதல்
- பொருளிற் கு வெப்பம் வழங்கும் போது, நிலை மாற்றம் நிகழும் எனின் அப்போது வெப்பநிலை மாறிலியாகவே இருக்கும்.
- உருகலின் தன்மறை வெப்பம்
- ஆவியாதலின் தன்மறை வெப்பம்

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள்

- திண்மம், திரவம், வாயுக்களின் வடிவம், மற்றும் கனஅளவைக் காட்டுவதற்கான எளிய செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள்.
- மூலக் கூற்றிடையான / துணிக்கைகளுக்கிடையான கவர்ச்சி விசைகளை விவரித்தல் மூலம் சட்ப் பொருள் கட்டமைப்பை விளக்குங்கள்.
- நிலை மாற்றத்தின் போது வெப்பநிலை மாறாதுள்ளதென்பதைக் காட்டுவதற்கு, பொருத்தமான பரிசோதனைகளைப் பயன்படுத்தி, உருகல், ஆவியாதலுக்கான அவத்தை மாற்ற வளையிகளை வரையுங்கள்.

- 'மறை வெப்பம்' என்ற சொல் பற்றிக் கலந்துரையாடுங்கள். வெப்பநிலை மாறிலியாக உள்ள போது வெப்பம் உறிஞ்சப்படுகின்றது அல்லது காலப்படுகின்றது. பின்வருவனவற்றை வரையறை செய்யுங்கள்.
 - உருகலின் தன்மறை வெப்பம்
 - ஆவியாதலின் தன்மறை வெப்பம்
- கொதிநிலையிலும் உருகு நிலையிலும் அழுக்கத்தின் விளைவைக் காட்டுவதற்குரிய உதாரணங்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடுவதுடன் செயற்பாடுகளிலும் ஈடுபடுங்கள்.
- அழுக்கத்துடன் கொதி நிலையும் உருகு நிலையும் மாற்றமடைவதை கூறுங்கள்

ஆய்வு கூடச் செயற்பாடு

- உருகலின் தன்மறை வெப்பம் ஆவியாதலின் தன்மறை வெப்பம் ஆகியவற்றை வாய்ப்புப் பார்க்கச் செயற்பாடுகளை நடத்துதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.7 : காலநிலையில் நீராவியின் செல்வாக்கைத் தொடர்புபடுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால் ,

- நிரம்பாத மற்றும் நிரம்பிய நீராவியின் நடத்தைகளை விளக்க முடியும்.
- வெப்பநிலை, கனவளவுடன், நீரின் நிரம்பல் ஆவியமுக்கம் மற்றும் நிரம்பா நீராவியமுக்கம் மாறல்களை வரைபுரீதியாக எடுத்துக்காட்ட முடியும்.
- ஈரப்பதன் என்பது வளிமண்டலத்திலுள்ள ஈரப்பற்று (வளியிலுள்ள நீராவியின் அளவு) ஐ குறிக்குமென விளக்கமுடியும்.
- சாரீரப்பதன், தனி ஈரப்பதன் மற்றும் பனிபடு நிலை ஆகியவற்றின் கணிப்புகளில் ஈடுபட முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- ஒரு மூடிய கொள்கலமொன்றை பகுதியாய் திரவத்தால் நிரப்புவதுடன் அது திரவ மூலக் கூறுகளும் ஆவி மூலக் கூறுகளும் கொண்டமையும் போது ஆவிமூலக் கூறுகள் ஓர் அழுக்கத்தை ஏற்படுத்தும்
- தனி ஈரப்பதன்
- சாரீரப்பதன்
- சாரீரப்பதனை மாறலடையச் செய்யும் காரணிகள்
- பனிபடுநிலை
- கொதிக்கும் செயன்முறை
- கொதித்தலையும் ஆவியாதலையும் ஒப்பிடல்
- அழுக்கத்துடன் கொதிநிலை எவ்வாறு வேறுபடுதல்.
- ஆவியின் திணிவு, ஆவியின் பகுதியமுக்கம் மற்றும் பனிபடுநிலை ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி சாரீரப்பதனின் கோவைகள்.

$$\text{சாரீரப்பதன்} = \frac{\text{அறை வெப்பநிலையில் குறித்த கனவளவு வளியிலுள்ள நீராவியின் திணிவு}}{\text{அதே வெப்பநிலையில் அதே கனவளவு வளி நிரம்பலாக்க தேவையான நீராவியின் திணிவு}} \times 100\%$$

$$\text{சாரீரப்பதன்} = \frac{\text{அறை வெப்பநிலையில் நீராவியின் பகுதியாக்கம்}}{\text{அறைவெப்ப நிலையில் நிரம்பிய நீர் ஆவியின் அழுக்கம்}} \times 100\%$$

$$\text{சாரீரப்பதன்} = \frac{\text{பனிபடுநிலையில் நீரின் நிரம்பல்ஆவியமுக்கம்}}{\text{அறை வெப்பநிலையில் நிரம்பிய நீராவியின் அழுக்கம்}} \times 100\%$$

கற்றல் கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- ஆவியாதல் நடைபெறும் சந்தர்ப்பங்கள் பற்றிக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- ஆவியாதல் நடைபெறும் போது வெப்பநிலை குறைவடைவதைக் காட்டுவதற்குரிய செயற்பாடுகளைச் செய்யுங்கள்.
- ஆவியாதலை விளக்குவதற்கு மூலக் கூற்று இயக்கப்பாட்டு கொள்கையைப் பயன்படுத்துங்கள்.
- ஆவி மூலக் கூறுகள் அமுக்கம் ஏற்படுவதைச் செய்து காட்டுவதற்கான செயற்பாடுகளை மேற்கொள்ளுங்கள். பாரமானியின் வெறும் வெளிக்கு சில துளிகள் ஈதரை இட்டு எளிய பாரமானி மூலம் செய்து காட்ட முடியும்.
- நிரம்பாத ஆவிகள், நிரம்பல் ஆவிகக்கிடையிலான வேறுபாட்டைக் காட்ட செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள்.
- திரவம், ஆவி ஆகிய அமைப்புக்கிடையிலான இயக்கவியற் சமநிலையையின் நிலையை விளக்குங்கள்.
- நிரம்பிய நிலையில் ஆவி உள்ள போது ஆவியமுக்கமானது உயர் பெறுமானம் அடையுமென்பதை விளக்குங்கள்.
- நிரம்பாத ஆவி அமுக்கம் கன அளவுடன் வேறுபடும் எனக் காட்டவும், நிரம்பிய ஆவி கனவளவுடன் வேறுபடாது எனக் காட்டவும் செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுவதுடன், இதை வரைபுரீதியாக எடுத்துக் காட்டுங்கள். இதன் பொருட்டு எளிய பாரமானி பயன்படுத்தப்படலாம்.
- ஆவியமுக்கத்துக்கும் வெப்பநிலைக்குமிடையேயான தொடர்பைக் காட்டச் செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள். வேறுபட்ட வெப்பநிலைக்கு வெப்பமாக்கியும், அமுக்கத்தை அளவிட்டும் இச் செயற்பாடுகளைச் செய்ய முடியும்.
- நிரம்பிய, நிரம்பாத ஆவிகளின் அமுக்கம் மற்றும் வெப்பநிலைக்கிடையிலான தொடர்பை வரைபடிப்படையில் காட்டுங்கள்.
- கொதி நிலைக்கும், நிரம்பல் ஆவியமுக்கத்துக்குமிடையேயான தொடர்பு பற்றிக் கலந்துரையாடுங்கள்.
- வளிமண்டலத்தில் ஈரப்பற்றின் உள்ளடக்கமானது ஈரப்பதன் என்பதை விளக்குங்கள்.
- தனி ஈரப்பதன் மற்றும் சாரீரப்பதன் ஆகியவற்றை வரைவிலக்கணப்படுத்துங்கள்.
- பனிபடு நிலை பற்றி விளக்கமளியுங்கள்.
- ஆவியின் திணிவு, ஆவியின் பகுதியமுக்கம் மற்றும் பனிபடுநிலை ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி சாரீரப்பதனுக்கான கோவைகளை வழங்குங்கள்.
- துலக்கிய கலோரிமானியைப் பயன்படுத்தி பனிபடு நிலையைத் துணியுங்கள்.
- கொதி நிலையில் அமுக்க மாற்றத்தின் பாதிப்பை எளிய பரிசோதனைகள் மூலம் காட்டுங்கள்.
- வெப்ப பரிமாற்றத்துடன் இணைந்த ஆவியாதல் மற்றும் ஓடுங்கல் பற்றி விளக்குங்கள்.
- குளிரேற்றல், வளிப்பதனாக்கலின் பொருட்டு திரவமொன்று ஆவியாகும் போது வெப்பம் எவ்வாறு உறிஞ்சப்படுகின்றதென்பதை விளக்குங்கள்.
- ஆவியாதலையும், கொதித்தலையும் ஒப்பிடுவதற்கு கலந்துரையாடலை நடத்துங்கள்.

ஆய்வுகூடச் செயற்பாடு

- துலக்கிய கலோரிமானியை பயன்படுத்தி சாரீரப்பதன் துணிதல்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.8 : பல்வேறு இயக்கவியல் செயற்பாடுகளைப் பகுப்பாய்வதற்கு வெப்பவியக்கவியல் விதிகளைப் பயன்படுத்துவார்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- வெப்பவியக்கவியலின் முதலாவது விதியை விளக்கவும் செய்து காட்டவும் முடியும்.
- வாயுவில் மாற்றங்களை விளக்குவதற்கு வெப்பவியக்கவியலின் முதலாவது விதியைப் பயன்படுத்த முடியும்.
- முதலாம் வெப்பவியக்கவியல் விதியை பயன்படுத்திக் கணிப்புகளில் ஈடுபட முடியும்.

வழிகாட்டல்கள்

- அகச்சக்தி எனும் சொல்
- வெப்பஇயக்கவியலின் முதலாவது விதி
- மாறாக் கனவளவில் வாயு ஒன்றின் மூலர் வெப்பக் கொள்ளளவிற்கும் மாறா அழுக்கத்தில் வாயுவொன்றின் மூலர் வெப்பக்கொள்ளளவிற்குமிடையிலான தொடர்பு
- சேறலிலா, சமவெப்புளி மாற்றங்கள்.
- மாறா அழுக்க, மாறாக் கனவளவு மாற்றங்கள்.
- வெப்பசக்தியல்லாது அகச்சக்தியை பொருட்கள் கொண்டுள்ளன. வெப்பநிலைமாற்றம் காரணமாக இயக்கத்தின் சக்தியே வெப்பமாகும். எனவே, வேலைபற்றிச் சிந்திப்பது போலவே, வெப்பம் பற்றியும் நாம் சிந்திக்க வேண்டும்.
- விசைகளானது இயங்கும் போது இடமாற்றப்பட்ட சக்தியே வேலை.
- வெப்பநிலை மாற்றம் காரணமாக இடமாற்றப்பட்ட சக்தியே வெப்பம்.
- மூலக் கூறுகளின் இயக்கச்சக்தி மற்றும் அழுத்தசக்தி காரணமாக ஒரு பொருள் கொண்டுள்ள சக்தியே அகச்சக்தி ஆகும்.

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

ΔQ = தொகுதிக்கு வழங்கிய வெப்பசக்தி

ΔU = தொகுதியின் அகச் சக்தி மாற்றம்

ΔW = தொகுதியால் செய்யப்பட்ட புறவேலை

- ஒப்பமான ஆடுதண்டினால் உருளையுள்ளடைக்கப்பட்ட வாயுவை கருத்திற் கொண்டு, மாறா அழுக்கத்தில் செய்யப்பட்ட வேலை $\Delta W = P\Delta V$ என்பதைக் காட்டுதல்.
- சம வெப்பளிச் செயன் முறைக்கு $\Delta U = 0$ என்பதை விளக்குதல். எனவே $\Delta Q = \Delta W$
- சேறலிலாச் செயன்முறைக்கு $\Delta Q = 0$ எனவே, $\Delta W = -\Delta U$ மற்றும்; $-\Delta W = \Delta U$ எனும் இரு நிலைமைகள் பற்றிக் கலந்துரையாடுக.
- மாறாக் கனவளவு செயன்முறைக்கு $\Delta W = 0$ எனவே, $\Delta Q = \Delta U$

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- உயர் வெப்பநிலையிலுள்ள பொருளொன்று தாழ் வெப்பநிலையுள்ள பொருளுக்கு சக்தி இடம் மாற்றம் செய்யப்படுவதையும் இதில் சக்தி இடமாற்றம் வெப்பஇடமாற்றமாய் நிகழ்கிறது என்பதையும் விவரியுங்கள்.
- முதலாவது வெப்பவியக்கவியல் விதியை விருத்தி செய்வதற்குப் பின்வரும் செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள்.

இறப்பர் பட்டியை ஈர்த்தல் :-

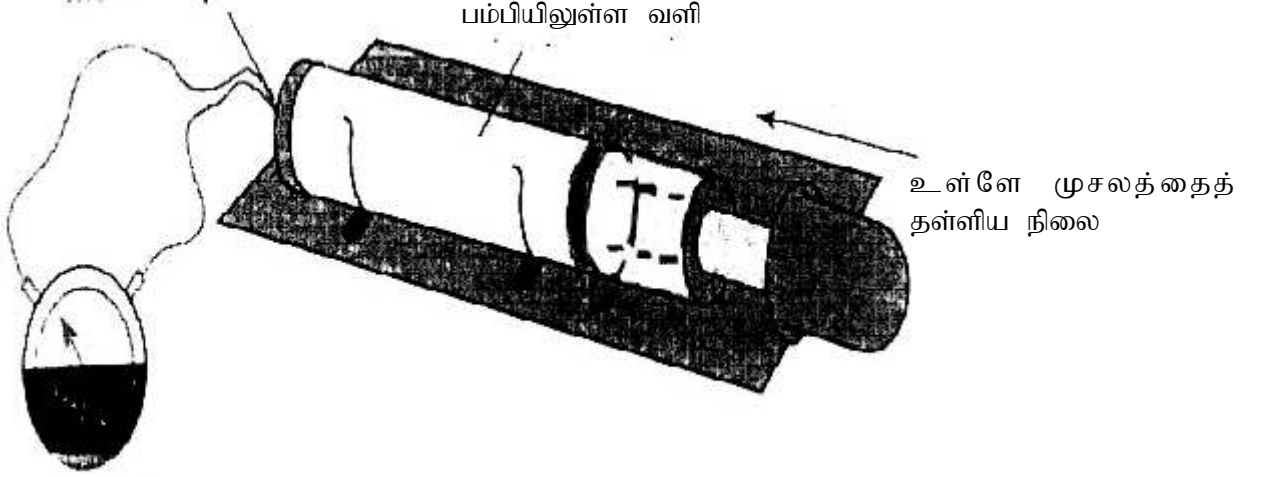
வெப்பவியக்கவியலினைப் பயன்படுத்தல் தொடர்பான எளிய உதாரணத்தை வழங்குகின்றது.

- இறப்பர் பட்டி ஒன்று விரைவாக ஈர்த்து, பின்பு, ஈர்த்த நிலையில் உங்கள் கீழ் புற உதட்டிற்கு நேரே பிடியுங்கள். அப்போது வெப்பமாயுள்ளதை உணரலாம். இறப்பரின் அகச் சக்தியானது அதிகரிக்கின்றது ஏனெனில் அதை ஈர்த்த போது இறப்பர் பட்டியில் நீங்கள் வேலை செய்துள்ளீர்கள். ஈர்த்தல் மிக வேகமாக இருப்பதால் வெப்ப இடமாற்றம் புறக்கணிக்கத்தக்கது. எங்கு வெப்ப இடமாற்றம் நிகழவில்லையோ, அங்கு சக்தி மாற்றமானது சேறலிலா மாற்றம் என்றழைக்கப்படும்.
- ஈர்த்த இறப்பர் பட்டி உங்கள் உதட்டிற்கு நேரே வைக்கும் போது, அது உதட்டின் வெப்பநிலையை அடைய குளிர்வதை உணர முடியும். அதனுடைய அகச் சக்தி, சூழலுக்கான வெப்பம் இடமாற்றம் காரணமாக, வீழ்ச்சியடைகின்றது. வேலை நடைபெறவில்லை ஏனெனில் அங்கு இயக்கம் இல்லை.
- இப்பொழுது விரைவாக இறப்பர் பட்டியைப் பழைய நிலைக்கு விடுவித்து, ஈர்க்கப்படாத பட்டியை உதட்டினுள் வைப்பீர்கள். ஈர்க்கப்படாததன் காரணமாக அது, உதட்டின் வெப்பநிலையிலும் பார்க்க குறைவடைவதை நீங்கள் உணர்வீர்கள். அது ஈர்த்த நிலையிலிருந்து ஈர்க்காத நிலைக்கு மாறும் போது இறப்பரிலுள்ள அக விசைகள் வேலை செய்வதால் அகச் சக்தி வீழ்ச்சியடைந்திருக்கும். இந்த மாற்றம் மிக வேகமானதென்பதால் வெப்பம் இடமாற்றம் நிகழாது.
- இறுதியாக ஈர்க்காத இறப்பர் உதட்டின் வெப்பநிலையை அடைகின்றது. ஏனெனில் அறையிலிருந்து வெப்ப இடமாற்றமானது அதனுடைய அகச் சக்தியை அதிகரிக்கின்றது.

வாயுவொன்றை நெருக்குதல் :

மற்றொரு உதாரணத்தைத் தருகின்றது. அடைக்கப்பட்ட வளியுடன் சைக்கிள்பம்பியின் எளிய அமைப்பை உருவம் 4.1 காட்டுகின்றது. அடைக்கப்பட்ட வளியுடன் பொருத்தப்பட்ட வெப்பவிணையானது பம்பியின் உள் வெப்பநிலையை கண்காணிக்கின்றது.

வெப்பவிணை



மில்லி உவோற்றுமணி

உருவம் 4.1 வாயுவை நெருக்குதல்.

- முசலத்தை விரைவாக உள்ளே தள்ளி அதை ஓர் நிலையில் பிடியுங்கள். வளியின் அகச் சக்தி அதிகரிப்பு காரணமாக வெப்பவிணையின் வெப்பமானியானது வெப்ப நிலை உயர்வைக் காட்ட வேண்டும். தள்ளு விசையானது வளியில் விரைவாக வேலை செய்வதால், வளியிலிருந்து வெப்ப இடமாற்றம் நிகழாது. எனவே செய்யப்பட்ட வேலையானது அகச் சக்தியை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது.
- முசலத்தைத் தொடக்க நிலைக்குக் கொண்டு வந்து வெப்பநிலையை தொடக்க நிலைக்கு மீள் செய்யுங்கள். பின்னர், முசலத்தை மிகவும் படிப்படியாக உள்ளே தள்ளுங்கள். இந்நேரத்தில் வெப்பநிலை உயர்வு ஏற்படுவதில்லை. ஏன்? முசலத்தை உள்ளே தள்ளும் நீர் வளியின் மீது வேலை செய்கின்றீர்கள். எவ்வாறாயினும், ஓர் சிறிதளவு வெப்பநிலை உயர்வானது வளியிலிருந்து வெப்ப இடமாற்றத்தை ஏற்படுத்துகின்றது. எனவே, வெப்பநிலை தொடக்கப் பெறுமானத்திற்கு மீளுகின்றது. அதன் மீது வேலை நடைபெறும். அதே வீதத்தில், வளியிலிருந்து வெப்ப இடமாற்றம் நிகழ்கின்றது. எனவே அகச் சக்தி உயர்வு நிகழ்வதில்லை.
- செயன்முறையானது, மெதுவாக செயற்படும் போது, சூழலுடன் வெப்பம் பரிமாற்றம் செய்வதற்கு நேரம் போதுமாதலால், வெப்பநிலை மாறா நிலையில் உள்ளது.
- பொருத்தமான செயற்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி, சேறலிலாச் செயன்முறையில் வாயுத் தொகுதியின் அழுக்கத்துடன் வெப்பநிலையில் மாற்றத்தை விவரியுங்கள்.

- சூழலுடன் வெப்ப இடமாற்றுகை நிகழாத நிலையில், கணநிலை செயன்முறையின் போது வெப்பநிலை மாற்றங்கள் பற்றிய கருத்தினை கலந்துரையாடல் மூலம் விருத்தி செய்யுங்கள்.

தேர்ச்சி மட்டம் 4.9 : வெப்ப இடமாற்றுகை முறைகள் அளவு என்பன பற்றிக் கவனத்திற் கொள்வதுடன் அன்றாட வேலைகளையும் விஞ்ஞான வேலைகளையும் திட்டமிடுங்கள்.

பாடவேளைகள் : 04

கற்றற் பெறுபேறுகள் :

மாணவரினால்,

- வெப்ப இடமாற்றப் பொறியியலானது, கடத்தல், மேற்காவுகை மற்றும் கதிர் வீசலைக் காட்டுகின்றது என்பதை விவரிக்க முடியும்.
- வெப்பக் கடத்தலை அளவிடவும் கணிக்கவும் முடியும்.

வழிகாட்டல்கள் :

- வெப்ப இடமாற்றுகைச் செயன்முறை
- உதாரணங்களுடன் இச் செயன்முறைகளின் பொறி முறைகள்
- ஒரு கோலினூடாகக் கடத்தப்படும் வெப்ப அளவைத் துணிதற்கான காரணிகள்
- வெப்பக்கடத்துதிறன்
- காவலிடப்பட்ட கோலினூடான வெப்பப் பாய்ச்சல் வீதத்திற்கான சமன்பாடு

$$\frac{dQ}{dt} = kA \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{l}$$

- இயல்பான உடன்காவுகைக்கும் வலிந்த உடன்காவுகைக்குமிடையிலான வேறுபாடுகள்.

கற்றல் - கற்பித்தல் செயற்பாடுகள் :

- மெழுகு பூசப்பட்ட உலோகக் கோல் ஒன்றை வெப்பமாக்கல், ஒரு குடுவை நீரினுள் பொட்டாசியம் பரமங்கனேற்று ($KMnO_4$) பளிங்குகள் சில இடப்பட்டு அத்துணிக்கைகள் அசைதல் மற்றும் புகைபோக்கி போன்ற சில செயற்பாடுகளில் ஈடுபடுங்கள்.
- வெவ்வேறு நீளமும், குறுக்குவெட்டுப் பரப்புள்ள கோல்களைப் பயன்படுத்திச் செயற்பாடுகளை மேற்கொண்டு, அதன் முடிவுகளை வெப்பக் கடத்தல் பற்றி விளக்கமளிக்கப் பயன்படுத்துங்கள்.
- கோல் ஒன்றினூடாகக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவைத் துணிவதற்கு அவசியமான காரணிகள் பற்றிக் கலந்துரையாடுங்கள்.

- வெப்பக்கடத்துதிறனை வரைவிலக்கணப்படுத்துங்கள். $\frac{dQ}{dt} = kA \frac{(\theta_1 - \theta_2)}{l}$

- உதாரணங்கள் வழங்குவதன் மூலம் இயற்கை மேற்காவுகையை விவரியுங்கள்.
- மேற்காவுகை பற்றி கலந்துரையாடுங்கள்.
- கதிர் வீசல் பற்றிக் கலந்துரையாடுங்கள்.

ஆய்வு கூடச் செயற்பாடு :

- சேளின் முறையைப் (Searle's method) பயன்படுத்தி வெப்பக்கடத்துதிறனைத் துணிதல்.

பாடசாலை மட்டக் கணிப்பீடு

அறிமுகம்

கற்றல் - கற்பித்தல் மதிப்பீடு ஆகியன கல்விச் செயன்முறைகளின் முக்கிய மூன்று கூறுகளாகும் என்பதும், கற்றல் கற்பித்தலின் முன்னேற்றத்தை அறிய கணிப்பீடு மதிப்பீட்டை பயன்படுத்த வேண்டும் என்பதும் எல்லா ஆசிரியர்களும் தெளிவாக அறிந்திருக்க வேண்டிய ஒரு விடயமாகும். அவை ஒன்றன் மீது ஒன்று செல்வாக்குச் செலுத்தும் அதேவேளை ஒவ்வொன்றும் மற்றையவற்றின் முன்னேற்றத்திலும் செல்வாக்குச் செலுத்துகின்றன என்பது ஆசிரியர்கள் யாவரும் அறிந்த உண்மையாகும். தொடர் (நிதமும் நிகழும்) மதிப்பீட்டு கோட்பாடுகளுக்கிணங்க கற்றல் நடைபெறும் போதே மதிப்பீடும் இடம்பெற வேண்டும். இது கற்றல் கற்பித்தல் செயன்முறையின் ஆரம்பப்பகுதி, இடைப்பகுதி, இறுதிப்பகுதி ஆகிய எந்த ஒரு சமயத்திலும் இடம் பெறலாம் என்பதை ஆசிரியர்கள் விளங்கிக் கொள்வது அவசியமாகும். தமது மாணவரை மதிப்பிட எதிர்பார்க்கும் ஓர் ஆசிரியர் கற்றல் கற்பித்தல் மதிப்பீடு ஆகியன தொடர்பான ஒழுங்கான திட்டமொன்றைப் பயன்படுத்தல் அவசியம்.

பாடசாலையை அடிப்படையாக கொண்ட கணிப்பீட்டு வேலைத்திட்டமானது ஒரு பரீட்சை முறையோ சோதனை நடாத்துவதோ அல்ல. அது மாணவர்களது கற்றலையும், ஆசிரியர்களது கற்பித்தலையும் மேம்படுத்துவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு தலையீடாகும். ஆதலால் மாணவர்களுக்கு அருகில் இருந்து அவர்களுடைய பலங்களையும் பலவீனங்களையும் இனங்கண்டு அவற்றிற்கு பரிகாரம் கண்டவாறு மாணவர்களை அவர்களது உச்ச வளர்ச்சி மட்டத்தை அடையச் செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தக்கூடிய ஒரு வேலைத் திட்டமாகும்.

கற்றல்- கற்பித்தல் செயன்முலம் தேடல் செயன்முறையின் பால் மாணவர்கள் வழிப்படுத்தப் படுகின்றனர். பாடசாலையை அடிப்படையாகக் கொண்ட கணிப்பீட்டு வேலைத்திட்டத்தை செயற்படுத்தும்போது மாணவர்களிடையே ஆசிரியர் சஞ்சரித்து அவர்கள் செய்யும் வேலைகளை அவதானித்து வழிகாட்டலை வழங்கிச் செயற்படல் வேண்டும் என எதிர் பார்க்கப்படுகின்றது. இங்கு மாணவர்கள் தொடர்ச்சியாக மதிப்பீட்டுக்கு உள்ளாக்கப்படுவ தோடு மாணவர் ஆற்றல் அபிவிருத்தி எதிர்பார்த்தவாறு நடைபெறுகின்றதா என்பதை ஆசிரியர் உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளல் வேண்டும்.

மாணவருக்கு தக்க அனுபவங்களைப் பெற்றுக்கொடுத்து அவற்றை மாணவர்கள் சரியாகப் பெற்றுக்கொண்டார்களா என உறுதிப்படுத்தல் கற்றல்-கற்பித்தல் ஊடாகத் நிகழ வேண்டும். அத்தோடு அதற்கு தக்க வழிகாட்டல் வழங்கப்பட வேண்டும். மதிப்பீட்டில் (கணிப்பீட்டில்) ஈடுபட்டுள்ள ஆசிரியர்கள் தமது மாணவர்களுக்கு இரண்டு வகையான வழிகாட்டல்களை வழங்க முடியும். அவை பொதுவாக பின்னூட்டல் / முன்னூட்டல் எனப்படும்.

மாணவர்களின் பலவீனங்களையும் இயலாமைகளையும் கண்டறிந்தபோது அவர்களது கற்றல் பிரச்சினைகளை நிவர்த்திப்பதற்காகப் பின்னூட்டலையும் மாணவர்களின் திறமைகளையும் ஆற்றல்களையும் இனம்காணும்போது அவற்றை மேம்படுத்த, முன்னூட்டலையும் வழங்குவது ஆசிரியரின் கடமையாகும்.

கற்றல்- கற்பித்தல் செயன்முறையின் வெற்றிக்காக பாடநெறியின் நோக்கங்களுள் எந்த நோக்கத்தை எந்த மட்டத்தில் நிறைவேற்ற முடிந்தது என்பதை இனங்காணல், மாணவர்களுக்கு அவசியமாகின்றது. மதிப்பீடுகள் மூலம் மாணவர்கள் அடைந்துள்ள தேர்ச்சி மட்டங்களைத் தீர்மானித்தல் சம்பந்தப்பட்ட ஆசிரியரிடமிருந்து எதிர்பார்க்கப்படு

கின்றது. மாணவர்கள், ஆசிரியர்கள், வேறு பிரிவினர்களுக்கு மாணவர்களின் முன்னேற்றம் பற்றிய தகவல்களை அறிவிப்பதற்கு ஆசிரியர் முனைய வேண்டும். இதற்குப் பயன்படுத்தக்கூடிய மிகவும் பொருத்தமான முறை, தொடர்ச்சியாக மாணவரை மதிப்பீட்டுக்கு உட்படுத்த வாய்ப்பளிக்கும் பாடசாலை மட்ட மதிப்பீட்டு முறையாகும்.

மேற்படி நோக்கத்துடன் செயற்படும் ஆசிரியர்கள் தமது கற்பித்தல் செயன்முறையையும் மாணவர்களின் கற்றல் செயன்முறையையும் மேலும் வினைத்திறன் மிக்கதாகக் குவதற்கு வினைத்திறன் மிக்க கற்றல் -கற்பித்தல் மதிப்பிடல் முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இது தொடர்பாக ஆசிரியர்களுக்கும் மாணவர்களுக்கும் பயன்படுத்தத் தக்க அணுகுமுறைப் பேதங்கள் (வகைகள்) சில கீழே தரப்பட்டுள்ளன. இவை நீண்டகாலமாக ஆசிரியர்களுக்கு தேசிய கல்வி நிறுவனத்தினாலும், பரீட்சை திணைக்களத்தினாலும் விளக்கமளிக்கப்பட்ட முறைகளாகும். எனவே அவை தொடர்பாக பாடசாலைத் தொகுதியைச் சேர்ந்த ஆசிரியர்கள் போதிய அறிவூட்டம் பெற்றிருப்பர் என எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. அப்பேதங்கள் வருமாறு.

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. ஒப்படைகள் | 2. செயற்றிட்டங்கள் |
| 3. அளவாய்வுகள் | 4. தேடியாய்வுகள். |
| 5. அவதானிப்புக்கள் | 6. கண்காட்சி / முன்வைத்தல்கள் |
| 7. களச் சுற்றுலாக்கள் | 8. குறுகிய எழுத்துப் பரீட்சைகள் |
| 9. அமைப்புக் கட்டுரைகள் | 10. திறந்த நூல் சோதனைகள் |
| 11. ஆக்கச் செயற்பாடுகள் | 12. செவிமடுத்தல் சோதனைகள் |
| 13. செய்முறைச் செயற்பாடுகள் | 14. பேச்சுக்கள் |
| 15. சுய ஆக்கங்கள் | 16. குழுச் செயற்பாடுகள் |
| 17. எண்ணக்கரு படங்கள் | 18. இரட்டைப் பதிவு - ஜோர்னல் |
| 19. சுவர்ப் பத்திரிகைகள் | 20. வினா-விடை நிகழ்ச்சிகள் |
| 21. வினா-விடைப் புத்தகங்கள் | 22. விவாதங்கள் |
| 23. குழுக் கலந்துரையாடல்கள் | 24. கருத்தரங்குகள். |
| 25. உடனடிச் சொற்பொழிவு | 26. பாத்திரமேற்று நடித்தல் |

அறிமுகம் செய்யப்பட்டுள்ள மேற்படி கற்றல் கற்பித்தல் மதிப்பீட்டு முறைகள் அனைத்தையும், எல்லாப் பாடங்களினது எல்லா அலகுகளுக்காகவும் பயன்படுத்த முடிவு என எதிர்பார்க்கப்படவில்லை. தமது பாடத்திற்கும் குறித்த பாட அலகிற்கும் பொருத்தமான பேதங்களைத் தெரிவு செய்துகொள்வதற்கு அறிவூட்டம் பெற வேண்டும்.

மேற்படி ஆசிரியர் அறிவுரைப்படி வழிகாட்டிய தமது மாணவர்களின் கற்றல் முன்னேற்றத்தை கணிப்பிடப் பயன்படுத்தக்கூடிய கற்றல் கற்பித்தல் மற்றும் மதிப்பீட்டு பேதங்கள் பற்றிக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஆசிரியர்கள் தமது மாணவர்களின் முன்னேற்றத்திற்காக அவற்றை தக்கவாறு பயன்படுத்தல் வேண்டும். இவற்றைப் பயன்படுத்தாது தவிர்ந்தல் மாணவர் தமது அறிவாற்றல் மற்றும் உள எழுச்சி, உள இயக்க திறன்களை வளர்த்துக் கொள்வதற்கும் அவற்றை வெளிப்படுத்துவதற்கும் தடையாக அமையும்.

**பாடசாலை மட்டக் கணிப்பீடு
1ம் தவணை**

1.0 மதிப்பீடு	- தவணை 1 - கருவி - 1
2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சிமட்டம்	- 1.1, 1.2, மற்றும் 1.3
3.0 உள்ளடக்கிய பாடவிடயம்	- தேர்ச்சிமட்டங்களிலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம்
4.0 கருவியின் தன்மை	- இலக்கிய ஆய்வு அறிக்கை
5.0 குறிக்கோள்கள்	<p style="text-align: center;">-</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. தேடல் திறனை விருத்தி செய்தல். <ul style="list-style-type: none"> • மாணவர்கள் பௌதிகவியல் கற்பதற்கான சிறந்த அடித்தளம் அமைத்தல். • பௌதிகவியலின் கணித மற்றும் பரிசோதனை ரீதியான பின்புலத்தை இனங்காணுதல். • அறிக்கை செய்யும் திறனை விருத்தி செய்தல்.



1.0 மதிப்பீடு	- தவணை 1 - கருவி - 2
2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சிமட்டம்	- 1.4
3.0 உள்ளடக்கிய பாடவிடயம்	- தேர்ச்சிமட்டத்திலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம்
4.0 கருவியின் தன்மை	- செயல்முறைச் சோதனை
5.0 குறிக்கோள்கள்	<p style="text-align: center;">-</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. உபகரணங்கள் பாவிக்கும் திறனை விருத்தி செய்தல் 2. அளவீடுகளின் முக்கியத்துவத்தை விளக்கிக் கொள்ளல் <ul style="list-style-type: none"> • சமூகத்திறனை வளர்த்தல்



1.0 மதிப்பீடு	- தவணை 1 - கருவி 3
2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம்	- 1.6
3.0 உள்ளடக்கிய பாடவிடயம்	- தேர்ச்சி மட்டத்திலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம்
4.0 கருவியின் தன்மை	- செயலடைவுக் கோவை (Portfolio)
5.0 குறிக்கோள்கள்	<p style="text-align: center;">-</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. தரவுகளை வகை குறிக்க வரைபுகளைப் பயன்படுத்துதல்.

2. வரைபுகள் பயன்படுத்துவதை வளப்படுத்தலும், பரிசோதனை ஒன்றின் மாறிகளின் தன்மையைப் பகுப்பாய்தலும்.
3. அறிக்கைத் திறன்களை வளர்த்தெடுத்தல்.

தேர்ச்சி மட்டம்

- | | |
|---|--|
| <p>1.0 மதிப்பீடு</p> <p>2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம்</p> <p>3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம்</p> <p>4.0 கருவியின் தன்மை</p> <p>5.0 குறிக்கோள்கள்</p> | <p>- தவணை 1 - கருவி 4</p> <p>- 2.1</p> <p>- தேர்ச்சி மட்டத்திற்குப் பொருத்தமான உள்ளடக்கம்</p> <p>- வினா விடை நூல்</p> <p>-</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. இயக்கம் தொடர்பான வினாக்களைப் பயன்படுத்துதல் 2. இயக்க வரைபுகளைப் பயன்படுத்துதல். 3. கணிதத் திறனின் விருத்தி |
|---|--|

தேர்ச்சி மட்டம்

- | | |
|---|---|
| <p>1.0 மதிப்பீடு</p> <p>2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம்</p> <p>3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம்</p> <p>4.0 கருவியின் தன்மை</p> <p>5.0 குறிக்கோள்கள்</p> | <p>- தவணை - 1 கருவி 5</p> <p>- 2.2 இலிருந்து 2.5 வரை</p> <p>- தேர்ச்சி மட்டத்திற்குப் பொருத்தமான உள்ளடக்கம்</p> <p>- வினா விடை நூல்</p> <p>-</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. இயக்கம் தொடர்பான விதி மற்றும் கொள்கைகளை இனங்காணுதல். 2. நிஜ உலகில் இவ்விதிகளும் கொள்கைகளும் எங்கு பிரயோகிக்கப்படுகின்றன என அறிதல். 3. கணிதத் திறன் விருத்தி |
|---|---|

செய்தல். இலக்கிய ஆய்வு அறிக்கை செய்தல்.

- 1.0 மதிப்பீடு - தவணை - 2 கருவி 1
- 2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் - 2.6, 2.7 மற்றும் 2.8
- 3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம் - தேர்ச்சிமட்டத்திற்குப் பொருத்தமான உள்ளடக்கம்
- 4.0 கருவியின் தன்மை - இலக்கிய ஆய்வு அறிக்கை செய்தல்.
- 5.0 குறிக்கோள்கள் -
1. மாற்றுச் சக்தி வளங்களின் பயனுள்ள வடிவங்களை விளங்கிக் கொள்ளல்.
 2. நீர்நிலையியல் மற்றும் பாய்ம இயக்கவியலின் தத்துவங்களையும், விதிகளையும் இனங்காணல்.
 3. அளிக்கைத் திறன் விருத்தி

செய்தல். எண்ணக்கரு வரைபடம்

- 1.0 மதிப்பீடு - தவணை - 2 கருவி 2
- 2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் - 3.1
- 3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம் - தேர்ச்சிமட்டத்திற்குப் பொருத்தமான உள்ளடக்கம்
- 4.0 கருவியின் தன்மை - எண்ணக்கரு வரைபடம்
- 5.0 குறிக்கோள்கள் -
1. அலைவுடன் தொடர்பான சொற்பதங்களை இனங்காணல்.
 2. எளிய இசை இயக்கத்தின் பெளதிகக் கணியங்களைத் தொடர்புபடுத்துதல்.
 3. அலை இயக்கத்தின் எண்ணக்கரு விளக்கத்தை வளப்படுத்துதல்.

செய்தல். வினாவிடை நூல்

- 1.0 மதிப்பீடு - தவணை - 2 கருவி 3
- 2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் - 3.2, 3.3
- 3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம் - தேர்ச்சிமட்டங்களின் பொருத்தமான உள்ளடக்கம்
- 4.0 கருவியின் தன்மை - வினாவிடை நூல்
- 5.0 குறிக்கோள்கள் -
1. சமன்பாடுகளை விளங்கிக் கொள்ளல்.
 2. அலையின் தன்மையை விளங்கிக் கொள்ளல்

3. நிஜ உலக நிலைமைகளை விளக்குதற்கு அலைகள் தொடர்பான அறிவைப் பிரயோகித்தல்.

~~~~~

- |                                |                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.0 மதிப்பீடு                  | - தவணை - 2 கருவி 4                            |
| 2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் | - 3.4                                         |
| 3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம்      | - தேர்ச்சிமட்டத்திலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம் |
| 4.0 கருவியின் தன்மை            | - செய்முறைச் சோதனை                            |
| 5.0 குறிக்கோள்கள்              | -                                             |
1. அளவீடுகள் எடுக்கும் திறனை வளர்த்தல்.
  2. பரிசோதனைகள் வடிவமைக்கும் திறனை வளர்த்தல்.

~~~~~

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1.0 மதிப்பீடு | - தவணை - 2 கருவி 5 |
| 2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் | - 3.5 |
| 3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம் | - தேர்ச்சிமட்டத்திலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம் |
| 4.0 கருவியின் தன்மை | - செய்முறைச் சோதனை |
| 5.0 குறிக்கோள்கள் | - |
1. பரிவின் இருக்கையைச் செய்து காட்டல்.
 2. உபகரணப் பாவனைத் திறன் விருத்தி
 3. வரைபுரீதியான அளிக்கைத் திறன்கள் வளர்த்தல்.

~~~~~

- |                                |                                               |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.0 மதிப்பீடு                  | - தவணை - 3 கருவி 1                            |
| 2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் | - 3.6, 3.7 மற்றும் 3.8                        |
| 3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம்      | - தேர்ச்சிமட்டத்திலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம் |
| 4.0 கருவியின் தன்மை            | - குழுக் கலந்துரையாடல்                        |
| 5.0 குறிக்கோள்கள்              | -                                             |
1. இரட்டை இருமடி பிரயோகத் தை ஆராய்வதற்கு மாணவர்களைத் தூண்டுதல்.



செய்தல்

- 1.0 மதிப்பீடு - தவணை - 3 கருவி 4  
2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் - 3.9  
3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம் - தேர்ச்சிமட்டத்திலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கம்  
4.0 கருவியின் தன்மை - செய்முறைச் சோதனை  
5.0 குறிக்கோள்கள் -  
1. பரிசோதனை செய்யும் திறன்களை வளர்த்தல்.  
2. ஒளி பற்றிய விளக்கத்தை விருத்தி செய்தல்.  
3. சமூகத்திறன்களை வளர்த்தல்.

செய்தல்

- 1.0 மதிப்பீடு - தவணை - 3 கருவி 5  
2.0 உள்ளடக்கிய தேர்ச்சி மட்டம் - 3.10, 3.11, 4.5 மற்றும் 4.6  
3.0 உள்ளடக்கிய பாட விடயம் - தேர்ச்சிமட்டங்களிலுள்ள பொருத்தமான உள்ளடக்கங்கள்  
4.0 கருவியின் தன்மை - வினா விடை வங்கி  
5.0 குறிக்கோள்கள் -  
1. கணிதத் திறன்களை வளர்த்தல்.  
2. பொருள் ஒன்றின் மீது வெப்பத்தின் நடத்தையை விளங்கிக் கொள்ளல்.  
3. மனிதக் கண்ணின் தொழிற்பாட்டையும், ஒளியியல் உபகரணங்களையும் ஆராய்வதற்கு ஒளி முறிவு தொடர்பான அறிவைப் பிரயோகித்தல்.

## **உசாவுகை**

G.C.E. (A/L) Physics Teacher 's Guide, National Institute of Education, Maharagama, Sri Lanka, 1996.

Gibbs, K., Advanced Physics (Second Edition), Cambridge University Press, 1996

Breithaupt, J., New Understanding Physics for Advanced Level (Fourth Edition), Nelson Thrones Ltd. , 2000.

Hutching, R., Bath Advanced Science – Physics (Second Edition), Nelson Thrones Ltd., 2000.

Nolan, P.J., Fundamentals of College Physics, Wm. C. Brown Publishers, 1993.

Duncan, D., Physics (Second Edition), John Murray (Publishers) Ltd., 1987.

Halliday,D., Resnick, R., Walker, J., Fundamentals of Physics ( Sixth Edition), John Wiley & Sons, Inc., 2001.

Adams, S., Allday,J, Advanced Physics, Oxford University Press, 2000.

Mancaster ,R, A Level Physics, Stanley Thrones (pvt) Ltd., 2000.